

**Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства та  
природокористування**

**ФІТОМЕЛІОРАТИВНА РОЛЬ РОСЛИННОГО ПОКРИВУ У  
ВІДТВОРЕННІ ДЕВАСТОВАНИХ ЗЕМЕЛЬ В МЕЖАХ СІРЧАНИХ  
РОЗРОБОК ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ**

*Монографія*

Рівне – 2019

монографія

УДК 631.6.02

Ф64

Авторський колектив: М. Л. Копій, В. М. Гончар, С. Л. Копій, О. М. Клименко, Л. І. Копій, В. Р. Крупський

**Рецензенти:**

**Зайка В.К.**, доктор біологічних наук, професор, професор кафедри лісівництва Національного лісотехнічного університету України (м. Львів);

**Назарук М.М.**, доктор географічних наук, професор, професор кафедри Рационального використання природних ресурсів і охорони природи Львівського національного університету ім. Івана Франка (м. Львів).

*Рекомендовано вченою радою Національного університету  
водного господарства та природокористування.  
Протокол № 4 від 19 квітня 2019 року.*

**Ф64** Фітомеліоративна роль рослинного покриву у відтворенні девастрованих земель в межах сірчаних розробок Західного Лісостепу : монографія / Копій М. Л., Гончар В. М., Копій С. Л. та ін. – Рівне : НУВГП, 2019. – 230 с.

**ISBN 978-966-327-450-8**

У монографії представлено результати експериментальних досліджень і теоретичних узагальнень фітомеліоративної ролі рослинного покриву у відтворенні девастрованих земель в межах сірчаних розробок Західного Лісостепу. Досліджено особливості формування рослинних асоціацій та їх вплив на накопичення та перерозподіл органічної речовини, хімічних елементів вздовж профілю техноземів, зміну видового складу грибів мікроміцетів, динаміку питомого потоку CO<sub>2</sub> з поверхні ґрунту, ріст і функціонування деревних насаджень, створених на девастрованих ґрунтах. Запропоновано теоретичну модель відтворення порушених ландшафтів регіону досліджень.

Видання розраховане на наукових працівників, викладачів, аспірантів, а також студентів лісогосподарського та екологічного напрямку підготовки.

**УДК 631.6.02**

**ISBN 978-966-327-450-8**

© М. Л. Копій, В. М. Гончар,  
С. Л. Копій, О. М. Клименко  
Л. І. Копій, В. Р. Крупський, 2019

© Національний університет водного  
господарства та  
природокористування, 2019

## ЗМІСТ

<b>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ ТА ПОЗНАЧЕНЬ.....</b>	<b>4</b>
<b>ВСТУП.....</b>	<b>5</b>
<b>РОЗДІЛ 1. ДЕВАСТОВАНІ ЛАНДШАФТИ ТА ПРОБЛЕМИ ЇХ ФІТОМЕЛІОРАЦІЇ.....</b>	<b>7</b>
1.1. Історичні етапи розвитку рекультивації та фітомеліорації земель.....	7
1.2. Теоретичні і практичні аспекти рекультивації та фітомеліорації.....	13
<b>РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ, ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....</b>	<b>23</b>
2.1. Об'єкти досліджень.....	23
2.2. Природні умови регіону досліджень.....	24
2.3. Програма і методика досліджень.....	27
<b>РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ РОСЛИННОГО ПОКРИВУ ПОРОДНИХ ВІДВАЛІВ СІРЧАНИХ КАР'ЄРІВ З РІЗНИМ СТУПЕНЕМ ВІДНОВЛЕННЯ.....</b>	<b>33</b>
3.1. Видова структура рослинного покриву відвалів.....	33
3.2. Фітоценотична структура рослинного покриву відвалів.....	50
3.3. Вплив екологічних чинників на формування фітомеліоративного покриву.....	61
<b>РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ РОСЛИННИХ УГРУПОВАНЬ НА ВІДТВОРЕННЯ ДЕВАСТОВАНИХ ЗЕМЕЛЬ.....</b>	<b>73</b>
4.1. Агроекологічні властивості девастОВАНИХ ґрунтів.....	73
4.2. Вплив рослинних угруповань на формування мікологічної структури посттехногенних ґрунтів.....	93
4.3. Динаміка питомого потоку CO <sub>2</sub> з поверхні сформованих техноземів.....	106
4.4. Особливості росту та функціонування деревостанів на девастОВАНИХ ґрунтах.....	117
<b>РОЗДІЛ 5. ФІТОМЕЛІОРАТИВНІ ЗАСАДИ ВІДТВОРЕННЯ ДЕВАСТОВАНИХ ЛАНДШАФТІВ У МЕЖАХ СІРЧАНИХ РОЗРОБОК ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ.....</b>	<b>126</b>
5.1. Перспективи використання девастОВАНИХ земель сірчаних кар'єрів.....	
5.2. Принципи та засади відтворення рослинних угруповань на девастОВАНИХ землях сірчаних кар'єрів.....	126
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>142</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b>145</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>164</b>

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ ТА ПОЗНАЧЕНЬ

ДГХП – державне гірничо-хімічне підприємство;  
Сз – сосна звичайна;  
Дз – дуб звичайний;  
Бп – береза повисла;  
Ос – осика;  
Вч – вільха чорна;  
В – субори;  
С – сугруди;  
S – площа;  
М – запас деревини;  
D – середній діаметр [см];  
H – середня висота дерева [м];  
G – абсолютна повнота [ $\text{m}^2/\text{га}$ ];  
A – середній вік деревостану [роки];  
V – запас деревини [ $\text{m}^3/\text{га}$ ];  
G – площа поперечного перерізу;  
N – кількість дерев;  
В<sub>2</sub> – д-С – свіжий дубовий субір;  
В<sub>3</sub> – д-С – вологий дубовий субір;  
Кв – вибіркове середнє значення;  
Dв – дисперсія;  
Sв – середньоквадратичне відхилення;  
Vв – коефіцієнт варіації;  
Pв – помилка вибіркового середнього значення;  
Tв – точність вибіркового середнього значення;  
Pн – надійний інтервал;  
ОР – органічна речовина;  
НРК – Нітроген, Фосфор, Калій.

## ВСТУП

Інтенсивний видобуток корисних копалин у середині ХХ століття в Україні призвів до порушення значних площ поверхні землі та знищення рослинного і ґрунтового покриву. Девастровані землі характеризуються відсутністю родючого шару, різко зміненим рельєфом і гідрологічним режимом, низькою продуктивністю, що зумовлює погіршення санітарно-гігієнічних та екологічних умов регіону досліджень. У цьому контексті важлива роль належить фітомеліоративним заходам для відновлення порушених ландшафтів, що дасть змогу інтенсифікувати процеси оздоровлення довкілля та збільшити площу рекреаційно-відпочинкових та лісових територій.

Незважаючи на численні наукові дослідження Л.В. Моторіної (1976); М.Т. Гончара, Б.О. Сабана (1987); Р.М. Панаса (1987, 1989); С.В. Бегея, І.Ф. Клюс, В.А. Білоноги (1988); В.М. Білоноги (1989); Я.В. Панкова, Э.І. Трещевської, В.Є. Боева (1996); О.Г. Марискевич, І.М. Шпаківської (2001, 2005); Г.М. Мануїлової (2005); А.М. Гайдіна (2009); В.І. Левик (2009); В.О. Сищиківної (2009); Я.В. Геника (2010); В.І. Парпана, М.М. Миленької (2010); В.В. Поповича (2011); У.Р. Назаровець (2013); Н.Г. Міронової (2015); У.М. Тарас (2016), що пов'язані з вивченням сформованих ґрунтосумішей, динаміки рослинності, особливостей відновних процесів на девастрованих територіях, проблема їх відтворення та перспектив подальшого використання залишається актуальною.

В межах сформованих посттехногенних територій проходить повна трансформація не лише ґрунтів та рослинності, але й геологічної будови, ґрунтових і підземних вод, рельєфу місцевості. Як правило, зміна навколишнього середовища промисловим виробництвом відбувається значно швидше, у порівнянні з природними процесами відновлення їх рівноваги, а негативний вплив порушених земель проявляється на значно більшій території, ніж їх площа загалом. Ось чому, в даний період особливу увагу необхідно зосередити на раціональному використанні природних ресурсів, попередженні забруднення навколишнього середовища та розширенні робіт щодо відновлення (рекультивациі та фітомеліорації) порушених земель.

Пришвидшення процесу первинного ґрунтоутворення можна забезпечити цілеспрямованими заходами щодо штучного створення деревних і чагарникових посадок, посівом сумішей трав'янистих рослин, здійснюючи різноманітні заходи для оптимізації водного режиму ґрунтів, регулюючи в них баланс основних поживних речовин та вносячи меліоранти.

Лісові насадження визнані потужним ґрунтоутворюючим фактором, який значно впливає на морфологічну будову, фізико-хімічні та біологічні властивості девастрованих ґрунтів. Відзначається перевага дендроценозів у формуванні стійких, екологічно збалансованих екосистем. При створенні лісових насаджень акцентується увага на підборі асортименту деревних видів, які здатні підвищувати родючість сформованих ґрунтосумішей.

Особливо важливе значення у виборі ефективного напрямку проведення рекультиваційних робіт в межах техногенних екотопів має аналіз природних сукцесійних процесів та оцінка процесу самовідновлення рослинного покриву, що дозволить визначити напрямок фіторекультивації.

Детальні дослідження особливостей відтворення рослинних угруповань на ділянках з різним ступенем ревіталізації, росту і розвитку створених деревоста-нів, їх впливу на мікологічну структуру та кругообіг поживних елементів у сформованих ґрунтосумішах, виявлення динаміки питомого потоку CO<sub>2</sub> з поверхні техноземів є визначальними під час розробки ефективних заходів, спрямованих на посилення відновних процесів у девастрованих ландшафтах, повернення їх у господарське використання та забезпеченні сприятливих умов для формування рослинного континууму. Формування раціонального складу деревостанів дозволить активізувати процеси біокругообігу та сприятиме швидкому відтворенню продуктивності і екологічної стійкості ґрунтів і екосистем в цілому.

## РОЗДІЛ 1 ДЕВАСТОВАНІ ЛАНДШАФТИ ТА ПРОБЛЕМИ ЇХ ФІТОМЕЛІОРАЦІЇ

### 1.1. Історичні етапи розвитку рекультивації та фітомеліорації земель

Інтенсивна індустріалізація в кінці XIX ст. зумовила незворотні деструктивні процеси у біосфері, пов'язані з деважацією ландшафтів, забрудненням навколишнього середовища (грунтів, води, повітря) шкідливими хімічними речовинами, зменшенням площі лісів і зростанням площі пустель, ерозією та деградацією продуктивних земель, зникненням значної кількості живих організмів.

Тому в рамках Конференції ООН в Ріо-де-Жанейро у 1992 році на порядок денний була поставлена проблема майбутнього розвитку планети Земля. Рішенням конференції затверджено основну ціль на майбутнє – це просування земної цивілізації шляхом сталого розвитку, що передбачає дотримання загальної концепції встановлення балансу між задоволенням сучасних потреб та захистом інтересів майбутніх поколінь, включаючи їх потреби у безпечному та здоровому довкіллі. Серед першочергових завдань сталого розвитку визначено завдання охорони природних ландшафтів, раціонального використання агрокультурних земель та промислових територій [60; 185].

Міжнародний екологічний саміт в Парижі 2016 року у своїх рішеннях підтвердив основні вимоги щодо ощадливого використання природних ресурсів, зменшення валових викидів CO<sub>2</sub> в атмосферу, штучного відновлення еродованих земель, з поверненням їх у господарське використання, внаслідок відтворення їх потенційної родючості, продуктивності та комплексу корисних захисних властивостей.

Відповідно до даних ООН, гірничо-видобувна промисловість нашої планети щорічно видобуває понад 100 млрд. тонн сировини, а ефективно використовується лише близько 7-8 %. Це сприяє докорінній перебудові геологічної структури земної поверхні на глибину до декількох сотень метрів, що ускладнює або цілковито руйнує існування та функціонування організмів асоціацій.

Метою рекультивації є відтворення продуктивності територій, порушених гірничою промисловістю та повернення їх у різні види використання, що передбачає проведення комплексу інженерних, гірничотехнічних, меліоративних, сільськогосподарських та лісогосподарських робіт.

Перші спроби рекультивації територій, порушених гірничою промисловістю, розпочались ще у кінці XVIII ст. у Німеччині, перед початком використання Рейнського буро-вугільного басейну. З початку XX ст. подібні роботи проводилися у США та Англії. У цей час перевага надавалась найзручнішим та найменш затратним методам фітомеліорації –

створенню лісових насаджень різного цільового призначення, що насамперед передбачає покращення та охорону навколишнього середовища. Досить часто фітомеліоративні роботи обмежувались лише заходами із сприяння природному відновленню порушених територій [15; 52; 90]. Поряд із тим, на територіях значного відчуження сільськогосподарських та лісгосподарських угідь проводять також і дороговартісні заходи із відновлення порушених земель та повернення їх у сільськогосподарське та лісгосподарське використання [54; 162].

На технологічному етапі проведення робіт із відновлення порушених територій перевага надавалась лісгосподарській фітомеліорації. Так, у Німеччині на території Рейнського та Рурського вугільних басейнів до 1920 р., коли ще не проводилось селективне розкриття порід, відпрацьовані відвали заліснювали тільки акацією білою (*Robinia pseudoacacia* L.) та вільхою чорною (*Alnus glutinosa* Gaertn.). З 1928 р. заліснення порушених земель проводили та іншими листяними і хвойними деревними породами, зокрема дубом звичайним (*Quercus robur* L.), дубом північним (*Quercus borealis* Michx.), кленом-явором (*Acer pseudoplatanus* L.), модриною європейською (*Larix decidua* L.) [119; 149; 162].

В Англії з метою лісовідновлення відвалів вугільної промисловості використовували близько 20 видів хвойних і листяних порід, серед яких найпоширенішими були: акація біла (*Robinia pseudoacacia* L.), береза повисла (*Betula pendula* Roth.), береза пухнаста (*Betula pubescens* Ehrh.), дуб звичайний (*Quercus robur* L.) та горобина звичайна (*Sorbus aucuparia* L.) [119; 149; 162; 253].

У США перші спроби із фітомеліорації порушених земель проведені на вугільних кар'єрах Індіани, де в 1917 р. створені насадження із фруктових. Найкращими породами для заліснення порушених територій визнані акація біла (*Robinia pseudoacacia* L.), вільха чорна (*Alnus glutinosa* Gaertn.), сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.), ялівець віргінський (*Juniperus virginiana* L.) та платан західний (*Platanus occidentalis* L.) [119; 162; 244].

Після Другої світової війни рекультиваційні роботи були поширені практично в усіх країнах – Англія, США, Канада, Австралія, Німеччина, Франція, Італія, Чехія, Польща, Югославія, Угорщина, Болгарія, Росія, Україна [107; 193; 206; 270].

У 50-60-х роках ХХ ст. в Німеччині проводять широкомасштабні заходи зі створення на порушених землях насаджень із фітомеліоративних деревних порід – вільхи чорної (*Alnus glutinosa* Gaertn.) та осики (*Populus tremula* L.). Починаючи із 60-х років проводяться наукові дослідження зі створення цінних лісгосподарських насаджень, протиерозійних лісових культур і рекреаційних зон. [119; 149]. У цей же час також розробляють методики та проводять дослідження із найдороговартіснішого сільськогосподарського освоєння порушених земель. Під час проведення сільськогосподарської фітомеліорації застосовували сівозміни з чергуванням буркуну лікарського (*Melilotus officinalis* (L.) Pull) або люцерни посівної (*Medicago sativa* L.) (1-2



року), жита звичайного (*Secale cereale* L.), пшениці літньої (*Triticum aestivum* L.) чи ячменю звичайного (*Hordeum vulgare* L.) (3-4 років), цукрового буряка (*Beta vulgaris* L.) (5-6 рік) [119; 162; 149; 256]. Необхідність відновлення порушених ландшафтів знайшла відображення в низці законів і постанов країни, які зобов'язують промислові підприємства проводити фітомеліорацію та рекультивацію порушених земель та відтворювати ландшафти, наближені до природних [53].

Широке застосування відкритих способів розроблення родовищ корисних копалин і розвиток промисловості в Англії призвели до відчуження значних площ сільськогосподарських та лісогосподарських угідь. Заходи з відновлення порушених територій в країні проводяться під керівництвом Національної вугільної Ради, створеної в 1974 р. [52; 279].

Лісовідновлення порушених територій проводять шляхом створення мішаних насаджень із використанням 23 видів деревних порід. Піонерні лісонасадження створюють із вільхи чорної, акації білої, берези повислої, дуба звичайного, модрина європейської. Під час сільськогосподарської фітомеліорації перевагу надають висіванню травосумішей з бобово-злакових видів [52; 119; 279].

У США найбільші обсяги робіт із фітомеліорації та рекультивації порушених територій проводять у штатах Пенсільванія, Огайо, Флорида, Калі-форнія та Індіана. Для здійснення контролю та прискорення робіт із фітомеліорації порушених ландшафтів в США видається ціла низка законів, які зобов'язують підприємства відновлювати порушені землі та передавати їх в господарське використання. На цей час успішні заходи із відновлення порушених ландшафтів ведуться компаніями «Пібоді коал», «Юнайтед Стейтс Стіл», «Амерікен аггрігеат». Перевага в країні надається сільськогосподарській і лісогосподарській фітомеліорації, зокрема створенню пасовищ, посівів бобово-злакових багатолітніх трав, формуванню лісонасаджень із хвойних і листяних порід [37; 119; 162; 244].

Значні роботи з лісової фітомеліорації проводять у Канаді, де з метою створення цінних та продуктивних лісонасаджень, попередньо формувались посіви бобово-злакових травосумішей та створювались лісові культури, за участю деревних і чагарникових порід, для забезпечення задовільних ґрунтових умов [119; 142].

Великий досвід із фітомеліорації порушених територій нагромаджено в Австралії, де в 1986 р. прийнято довготермінову програму відновлення порушених земель. Проведення наукових та практичних досліджень з розроблення різноманітних методик лісогосподарської фітомеліорації з використанням 150 видів місцевих деревно-чагарникових порід, показали придатність тільки 17 видів для формування лісонасаджень на порушених територіях [119; 142; 267].

У Франції в 1979 та 1980 рр. прийнято декрети, якими передбачено обов'язковість проведення фітомеліораційних і рекультиваційних заходів підприємствами, які порушують ґрунтовий і рослинний покрив. Це дало

змогу значно збільшити обсяги з відновлення порушених земель. Перевага в країні надається лісогосподарській та сільськогосподарській фітомеліорації [119; 142].

Значні комплексні фітомеліоративні заходи проводять і на території Італії. Сільськогосподарську фітомеліорацію порушених територій здійснювали шляхом посіву однорічних та багаторічних трав, зокрема люцерни посівної. Лісогосподарську фітомеліорацію проводили створенням культур із дуба звичайного (*Quercus robur* L.), дуба австрійського (*Quercus cerris* L.) та маслини європейської (*Olea europaea* L.) [52; 119; 142].

Зменшення площ сільськогосподарських і лісогосподарських угідь внаслідок розроблення покладів корисних копалин та розвитку промисловості призвело до значного збільшення обсягів фітомеліоративних і рекультиваційних робіт у Чехії.

Плановому відновленню порушених земель сприяла низка законів, прийнятих впродовж 1956-1960 рр. На порушених територіях першочергово створювали насадження з фітомеліоративних культур – акації білої, вільхи чорної та осики. Також створювали мішані насадження із дуба звичайного, дуба північного, модрина європейської та інших невибагливих до ґрунтових умов деревних порід з можливим посівом у міжряддях буркуна лікарського. На територіях сільськогосподарського освоєння створювали посіви люцерни посівної, конюшини лучної, жита звичайного, ячменю звичайного та пшениці літньої [36; 119; 142; 217; 278].

У Польщі цілеспрямовані, широкомасштабні фітомеліоративні заходи ведуть із 1955 р. за програмою Комісії біологічного освоєння земель Польської академії наук [52; 247].

Плановому проведеному фітомеліоративних робіт значно сприяв прийнятий в 1960 р. закон, який зобов'язав гірничі та інші промислові підприємства проводити заходи з відновлення порушених земель.

Сільськогосподарську фітомеліорацію здійснювали шляхом посіву спочатку трав'яних однорічних і багаторічних рослин: люцерни посівної, тимофіївки лучної, конюшини лучної, буркуну лікарського, буркуну білого, райграсу високого, після чого сіяли зернові та технічні сільськогосподарські культури, які збагачують ґрунтовий покрив органічними речовинами.

Лісогосподарська фітомеліорація, якій надають перевагу в країні, здійснюється зазвичай шляхом садіння невибагливих до ґрунтових умов деревних і чагарникових порід. На відвалах розробок корисних копалин у верхніх частинах схилів рекомендується садіння чагарників, в середніх частинах – деревних порід невибагливих до ґрунтових умов та зміни мікрокліматичних умов, біля підніжжя схилів – деревних порід, що характеризуються швидким ростом кореневої та надземної частин [119; 142; 246; 247; 291].

Перші фітомеліоративні роботи в Росії були проведені в 1912 р. на порушених територіях закинених торфорозробок Володимирської губернії, де здійснили створення сільськогосподарських культур. Регулярні заходи з

фітомеліорації порушених територій на території країни ведуть з 1965 р. Зокрема, наймасштабніші роботи з відновлення порушених гірничою промисловістю земель проводять на Уралі, Кузбасі та у Приморському краї, на території Кансько-Ачинського, Підмосковного та Кузнецького вугільних басейнів, а також в інших промислово розвинених регіонах країни. В цей період в університетах створювались наукові лабораторії з вивчення та розробки методів фітомеліорації, рекультивації порушених земель і нейтралізації негативного впливу промислових розробок на довкілля [71; 73; 89; 119; 142; 221].

Загалом у Росії перевагу надають лісогосподарській фітомеліорації, під час якої підбір видового складу деревно-чагарникової рослинності здійснюється за зонально-географічним принципом, з врахуванням біологічної придатності ґрунтів та біоекологічних характеристик видів. Крім лісогосподарської фітомеліорації на значних територіях проводять сільськогосподарську фітомеліорацію, яка передбачає висівання на початковому етапі бобово-злакової рослинності, котра збагачує ґрунт органічною речовиною та покращує його фізико-механічні властивості [73].

Варто виокремити значний обсяг фітомеліоративних робіт в Україні, що були проведені у 50-60 роках ХХ століття: створення в степовій і лісостеповій зонах системи полезахисних смуг; формування водорегулюючих і берегоукріплюючих насаджень у басейні Дніпра, пов'язаних із створенням Дніпровського каскаду водосховищ; залісення Олешківських пісків і пісків Полісся; масове озеленення міст і робітничих селищ; біологічна рекультивація відвалів, териконів, кар'єрів, звалищ; створення протиерозійних посадок; створення промислових санітарно-захисних зон. Площа цих фітомеліоративних посадок сягає сьогодні в Україні декількох мільйонів гектарів [32; 118].

Основоположниками фітомеліорації були відомі вчені: В.В. Докучаєв, Г.Ф. Морозов, В.І. Вернадський, Г.М. Висоцький, А.Д. Фурсаєв, С.С. Хохлов, А.Я. Вага, В.М. Сукачов, О.О. Ніценко [119].

Г.М. Висоцький першим зробив спробу створення єдиної теорії фітомеліорації, спробу перетворити значний обсяг розрізнених емпіричних даних у наукову теорію. Свою місію науковець розумів так: «У цьому охопленні чинників середовища, в їх широкому географічному і топографічному аналізі і синтезі полягає те велике завдання, яке було дане В.В. Докучаєвим в якості основного принципу організованої ним експедиції вивчати середовище (умови місцезростання) в його повному природному та культурному комплексі і проводити досліді її меліорації на користь людства, виробляючи раціональну прогресивну культуру» [118; 235].

Ідеї Г.М. Висоцького були успішно розвинуті Ю.П. Бялловичем, який у 1945 році публікує велику статтю «Метод фітомеліорації» [34; 35]. Теоретичне обґрунтування фітомеліорації як науки вчений робить у ряді праць 60-70-х рр., в яких розкриває кінетику біохімічних процесів і геофізичних потоків у біогеоценозах.

За визначенням автора «Фітомеліорація є корінне тривале поліпшення природних умов за допомогою спеціальних рослинних угруповань меліоративних фітоценозів з метою підвищення ефективної родючості території (тобто з метою одержання високих сталих врожаїв сільськогосподарських культур) і захисту водних і сухопутних шляхів транспорту та інженерних споруд (головним чином гідротехнічних) від руйнівних форм фізико-географічних процесів, а також деколи з метою поліпшення життєвого середовища для домашніх тварин і людини».

Розвиваючи ідеї В.І. Вернадського про середовищевірну властивість «живої речовини» біосфери та В.М. Сукачова про біогеоценоз як екосистему в межах фітоценозу, Ю.П. Бяллович поділяє біотичні засоби оптимізації середовища на три групи:

- фітомеліоранти, тобто угруповання автотрофів фотосинтезуючих продуцентів – вищих рослин і водоростей, в тому числі одноклітинних, лишайників;
- зоомеліоранти – угруповання гетеротрофів – тварин, за винятком найпростіших;
- протомеліоранти – переважають гетеротрофи, головним чином редуценти – більшість бактерій і актиноміцетів, гриби та найпростіші.

Управління фітомеліорацією в умовах конкретної екосистеми має свої межі – просторові та часові, і передбачає прогнозування та впровадження фітомеліоративних заходів, націлених передусім на оптимізацію середовища життєдіяльності людини [35; 46].

Подальший розвиток сформованих теоретичних положень фітомеліорації в Україні продовжено у працях вчених: степове лісорозведення (Г.М. Висоцький, О.Л. Бельгард, А.П. Травлєєв), фітомеліорація прибережно-водних зон (Ю.П. Бяллович), фітомеліорація техногенних водойм (Н.Г. Міронова), міська фітомеліорація (В.П. Кучерявий, О.О. Лаптев), фітомеліорація відвалів та териконів (М.Л. Рева, Б.І. Логгінов, Р.М. Панас, Я.В. Генік, Г.М. Мануїлова, У.Б. Башуцька, В.В. Попович, У.Р. Назаровець, У.М. Тарас). Видано ряд наукових праць сучасних вчених присвячених відновленню рослинного покриву на відвалах вугільних шахт. Зокрема, робота В.М. Зверковського присвячена фітомеліорації териконів Західного Донбасу, де пропонується відповідний видовий склад рослин для озеленення даних територій [82].

Дослідження відвалів, що відсипані різними видами порід, вченими Криворізького ботанічного саду, дозволили визначити відповідний асортимент рослин, що характеризуються хорошою приживлюваністю. О.О. Лаптевим виділені рослини для використання в сануючій, рекреаційній та естетичній фітомеліорації. Кінцевим етапом рекультиваційних робіт дослідники вважають фітомеліоративне закріплення поверхні відвалів шляхом створення деревно-чагарникової та трав'яної рослинності [122; 126; 177; 178].

## 1.2. Теоретичні і практичні аспекти рекультивації та фітомеліорації

Відповідно до пропозицій В.П. Кучерявого (1991), вирізняють три основні ступені антропогенної трансформації едатопів (умов місцезростання): слабо-, середньо- та сильнозмінені. Слабозмінені умови місцезростання представлені корінними чи похідними типами природної рослинності. Антропогенна дія на едатоп тут мінімальна і необхідні лише заходи природоохоронного характеру.

Середньозмінені умови місцезростання свідчать про значну зміну едатопу, який, проте, не втратив своєї родючості. До них відносяться насамперед сільськогосподарські орні землі, пасовища, лісові й плодові культури, паркові насадження тощо. Сильнозмінені умови місцезростання (порушені землі) – це едатопи, які повністю втратили свою родючість. Вони в першу чергу є об'єктами рекультивації. Це, насамперед, кар'єри з добування корисних копалин, породні відвали кар'єрів і шахт, вироблені торфові поля, відвали електростанцій, збагачувальних комбінатів, металургійних і інших підприємств, ділянки з порушеним рельєфом і ґрунтовим покривом уздовж трас каналів, доріг, трубопроводів [120].

Відповідно до досліджень науковців, розкриті породи за своєю якістю неоднорідні щодо придатності для біологічної рекультивації і умовно поділяються на 4 групи:

- цілком придатні;
- придатні;
- придатні після покращення;
- придатні після корінного меліоративного покращення.

Як активна форма охорони природи рекультивація включає в себе:

- охорону і відтворення природних ресурсів, насамперед ґрунтових;
- створення нових природно-техногенних ландшафтів, які естетично

цінні, оздоровлюють **довкілля та мають продуктивні біогеоценози.**

У залежності від цільового використання розрізняють такі напрями рекультивації техногенних ландшафтів:

- сільськогосподарський – створення на порушених землях орних площ, пасовищ, садів, ягідників, лук;
- лісогосподарський – створення лісових культур цільового призначення;
- водогосподарський – створення різного роду штучних водойм;
- рекреаційний – створення зелених відпочинкових зон поблизу великих населених пунктів;
- санітарно-гігієнічний – озеленення й консервування гірничих відвалів та промислових площ;
- будівничий – приведення порушених земель у стан, придатний для промислового і житлового будівництва.

Створення на порушених територіях сільськогосподарських угідь потребує значних коштів, оскільки передбачає суцільне планування

порушеної території, нанесення потенційно родючих та родючих ґрунтів, регулювання водного режиму та балансу поживних речовин шляхом глибокого обробітку ґрунту та внесення великої кількості мінеральних і органічних добрив. Підбір культур і проведення на рекультивованих землях агротехнічних заходів визначається придатністю ґрунтів. Так, гірські породи відвалів є малопродатними для росту та розвитку сільськогосподарської рослинності із-за відсутності необхідної кількості органічної речовини та Нітрогену, бідності на зольні елементи живлення, несприятливої реакції ґрунтового середовища. Тобто ґрунтовий покрив відвалів часто не володіє основною властивістю – ефективною родючістю. З метою опрацювання ефективних методів відтворення порушених ґрунтів і практичного їх використання, рядом дослідників запропоновано різні варіанти класифікації рекультивованих ґрунтів, сформованих на технічному етапі рекультивації земель, порушених під час відкритого видобутку корисних копалин [128-130; 138].

За пропозицією дослідників, ґрунти техногенних ландшафтів, які відтворюються без втручання людини під впливом абіотичних і біотичних чинників, віднесені до елювіоземів та ембріоземів, а до техноземів – відповідно рекультивовані ґрунти внаслідок відсипання внесеного гумусованого субстрату [63; 112; 130].

Поширеним способом поліпшення властивостей ґрунтового покриву відвалів є нанесення на їх поверхню гумусового шару ґрунту. Потужність гумусового шару визначається цільовим використанням території та видовим складом культур і коливається від 30 см до 2 м. Природно, чим більша потужність шару, тим більші затрати на одиницю площі, що рекультивується.

Підбір культур визначається родючістю ґрунту та вибагливістю рослинності до ґрунтового середовища. Так, зернові культури більш вибагливі до умов ґрунтового живлення, ніж багаторічні трави. Дослідження на території Прикарпатського сірконосного басейну показали доцільність вирощування в перші роки однорічних та багаторічних трав. Через 2-3 роки на даних землях можна вирощувати озимі і ярові зернові культури та кукурудзу. А ще через 2-3 роки, після такого фітомеліоративного періоду, можна вирощувати буряк, картоплю, капусту [16; 24; 25; 41; 59; 127; 162-164].

Підвищення врожайності сільськогосподарських культур на рекультивованих землях досягають і внесенням підвищених доз органічних і мінеральних добрив, особливо Нітрогену і Фосфору на початкових етапах освоєння території. Дози внесення органічних і мінеральних добрив залежать від придатності ґрунту для біологічної рекультивації, його гранулометричного та хімічного складу.

Багаторічні трав'яні рослини є піонерами сільськогосподарського освоєння земель, порушених промисловістю. Доцільність їх введення з моменту закінчення гірничотехнічного етапу рекультивації доведена багатьма вченими та практиками.

Багаторічні трави збагачують ґрунт Нітрогеном та органічною речовиною, покращують гранулометричний склад та фізико-хімічні властивості насипного шару, запобігають розвитку ерозійних процесів на рекультивованих землях.

Із багаторічних бобових трав на рекультивованих землях найчастіше використовують конюшину, люцерну, еспарцет, буркун як в чистому посіві, так і в суміші з багаторічними злаковими травами (тимофіївка, райграс) [154].

Відповідно до дослідження «Укрземпроект» встановлено, що для відновлення родючості на відвалах протягом 5-10 років необхідно проводити задерніння або інтенсивне поверхнєве покращення порід у результаті висіву трав і внесення органічних та мінеральних добрив.

В цілому встановлено, що рекультиваційні заходи сприяють відтворенню порушених земель, на яких в подальшому отримують до 35 ц зерна озимої пшениці, понад 38 ц кукурудзи, майже 17 ц зерна ярового ячменю, близько 290 ц зеленої маси кукурудзи, 365 ц зеленої маси сорго та понад 45 ц сіна люцерни.

Проведені польові дослідження дозволили вивчити вплив добрив на врожайність сільськогосподарських культур, встановити оптимальну товщину насипання на породи родючого шару ґрунту, підібраний ряд культур, здатних рости і давати гарні врожаї на відновлених землях, вивчені можливості підвищення родючості ґрунтів, що утворюються на відвалах [67; 127; 192; 193; 202].

Крім вирощування сільськогосподарських культур досить часто сільськогосподарське освоєння рекультивованих земель проводиться з метою їх використання під сінокоси та пасовища, що забезпечує кормову базу тваринницьких ферм. Рідше відновлені території використовують для фруктових садів, виноградників, влаштування пасік.

Відповідно до досліджень науковців лісові насадження визнані потужним ґрунтоутворюючим фактором, який значно впливає на їх морфологічну будову, фізико-хімічні та біологічні властивості. Відзначається перевага дендроценозів у формуванні стійких, екологічно збалансованих екосистем. При створенні лісових насаджень акцентується увага на підборі асортименту деревних видів, які здатні підвищувати родючість ґрунтосумішей [7; 82; 85; 106; 210].

Встановлено, що порушені промисловістю землі є азональними та характеризуються екстремальними умовами місцезростання. Території з трансформованим екоотопом потребують проведення біологічної меліорації ґрунтів (внесення перегною, компостованих відходів, післяжнивних решток), що дозволить сформувати природно-врівноважене функціонування ґрунтової мікробіоти та сприятиме оптимізації ґрунтовірних процесів [41; 211].

Важливе значення у відтворенні ґрунтів, підвищенні їх родючості мають мікроорганізми. Вони трансформують рослинні рештки, беруть активну участь у відтворенні структури ґрунтового профілю, збагаченні його

гумусом і мінеральними елементами. Мікроорганізми сприяють поповненню ґрунтів Нітрогеном, Фосфором з органічних та важкорозчинних неорганічних сполук [114; 210; 211; 273]. Вони можуть виступати патогенами рослин, мікоризними симбіонтами та основними руйнівниками органічних відпадів.

Поряд із тим, значно поширені в природі трофічні зв'язки вищих рослин із мікоризними грибами і близько 90% з них є мікоризоутворювачами. Ектомікоризні асоціації або ектомікоризи, що утворюються при взаємодії коріння деревних рослин і ектомікоризних грибів (переважно базидіоміцетів) є одним з найбільш важливих типів мікоризних асоціацій. За допомогою мікоризи рослини прискорюють міграції атомів в екосистемі, посилюють обмін біогенною речовиною з довкіллям. Особливо проявляється значення мікоризи в екстремальних умовах при низькому або незбалансованому вмісті мінеральних елементів у ґрунті [38; 66; 88; 150; 152; 233; 249; 252].

При плануванні та проведенні біологічної рекультивациі особливу увагу слід зосередити на використанні ектомікоризного симбіозу рослин. Основним наслідком формування ектомікориз є покращення постачання рослин Фосфором, Нітрогеном та лімітуючими елементами [216; 223; 224; 242]. Механізм покращення фосфорного живлення включає також переведення Фосфору з недоступних форм у біологічно доступні. Встановлено, що мікоризація сприятливо впливає на водний баланс рослин, підвищуючи їх посухостійкість [66; 251; 252; 266].

Узагальнюючим показником позитивного впливу ектомікоризи на розвиток рослин є кращий їх ріст. Штучна мікоризація позитивно впливає на приживлюваність і подальший ріст сіянців, висаджених на лісокультурній площі [150; 210].

На техногенних об'єктах при нестачі доступних для рослин елементів мінерального живлення (особливо Нітрогену і Фосфору) несприятливому водному та повітряному режимі наявність мікоризи є важливим фактором адаптації рослин до змінених умов середовища. Пов'язуючи в єдиний комплекс субстрат і рослини, мікоризоутворюючі гриби зумовлюють підвищення стійкості та ступеня сформованості біогеоценозів на порушених землях [125; 150; 210].

Протекторну дію мікоризації рослин пов'язують із збільшенням поглинання Фосфору, Нітрогену, Калію, Кальцію, Магнію та мікроелементів, кращим їх ростом і розвитком, накопиченням антиоксидантів, позитивним впливом на водний режим і осморегуляцію. Поряд із загальним позитивним впливом на ріст і розвиток рослин, ектомікоризи протидіють потраплянню в них токсичних речовин. Встановлено, що у мікоризованих сіянцях знижується надходження іонів Кадмію, Нікелю, Цинку, Плюмбуму, внаслідок їх затримки в грибних чохлаках, які формуються на поверхні коріння [150; 210; 240; 254; 277]. Мікоризація також позитивно впливає на ріст сіянців в умовах впливу SO<sub>2</sub> [150; 152; 236].

Призначення штучно створених лісових насаджень на порушених територіях є досить різне. Так, в районах з недостатньою вологістю штучні



насадження виконують роль регулятора водного режиму, а на територіях низької лісистості – збільшують площу, зайняту лісом та виконують функцію полезахисних лісових смуг.

Основне завдання лісогосподарської рекультивації – поліпшення несприятливих умов середовища шляхом створення лісонасаджень озеленувального, протиерозійного та санітарного призначень. Значна увага при підборі рослинності звертається на природно-кліматичні умови району, форми порушення рельєфу, висоти відвалів чи глибини кар'єру, крутизни та експозиції схилів тощо [167].

Первинні процеси ґрунтоутворення на породних відвалах проходять досить повільно та значною мірою залежать від швидкості вивітрювання материнських порід. Досить часто ґрунтовий покрив, який є малоприсадатний для вирощування вибагливих до умов ґрунтового живлення сільськогосподарських культур, є присадатним для створення на ньому лісових насаджень.

Пришвидження ґрунтоутворення на відвалах кар'єрів можна забезпечити внаслідок створення насаджень дерев і чагарників, посівів трав'яної рослинності, забезпечуючи оптимальний водний режим ґрунтів та збалансоване співвідношення поживних речовин [75; 136; 150; 175; 210]. Негативний вплив ґрунтового покриття на лісову рослинність проявляється в умовах крайніх значень рН.

Приживлюваність і ріст деревних порід, як показали дослідження, головним чином залежать від механічного складу ґрунту та його кислотності. Найбільш прийнятні значення рН для більшості порід, що рекомендуються для садіння на порушених землях, знаходяться в межах 4,0-8,0. Оптимальні значення рН для хвойних порід складають 4,5-6,0, а для листяних порід – 6,0-7,5.

Дослідження техноземів і ембріоземів Подорожненської копальні сірки дозволили відзначити достатній рівень їх забезпеченості доступними формами основних елементів для росту та розвитку трав'яної, чагарникової та деревної рослинності [150].

Відзначено, що серед лімітуючих чинників, здатних формувати несприятливі умови для росту природної рослинності визначальне значення має висока лужність ґрунтового розчину в той час, як зональні ґрунти відзначаються нейтральною або слабокислою реакцією ґрунту. Поряд із тим, автором відзначено збіднення різноманіття у комплексах ґрунтових грибів сформованих ембріоземів.

Встановлено, що у техноземах утворились високоорганізовані комплекси, що складаються переважно з меланінвмісних видів. Структурними родами для плеяд серед меланінвмісних видів були: *Phoma*, *Alternaria*, *Aureobasidium* та інші. В існуючих ґрунтах відбулась структурна перебудова мікобіоти за рахунок заміщення світлозбарвлених видів, що переважають у зональних ґрунтах на меланінвмісні резистентні види. Видовий склад мікроміцетів техноземів Подорожненського сірчаного кар'єру

представлений 102 видами, 38 родами, 7 порядками, 3 класами. Основу угруповання мікроміцетів в технозомах сформували 24 види, 14 родів ґрунтових мікроміцетів [150].

Дослідження У.Б. Башуцької (2006) дозволили відзначити, що процеси самозаростання нерекультивованих породних відвалів вугільних шахт відбуваються шляхом послідовної зміни життєвих форм у процесі самоорганізації техногенних фітосистем. Аналіз динаміки сукцесійних рядів рослинності відвалів дозволив визначити більшість існуючих рослинних угруповань, ординувати їх розташування не лише за екологічними показниками (підніжжя, схили, тераси, плато), а й за віковими стадіями повної сукцесії.

Автором відзначено, що відповідні стадії включають сингенетичну фазу відкритих піонерних угруповань агломеративного характеру нерекультивованих породних відвалів і зафіксовані ендоекологічні зміни рослинності рекультивованих відвалів. Інші стадії автогенезу та самостабілізації фітосистем породних відвалів (деревно-чагарниково-злакова, деревно-чагарникова, деревно-чагарниково-трав'яна) встановлювалась теоретично, на основі прогнозування ценоструктур, аналоги яких виявлені в автогенезі зональної рослинності Червоноградського гірничопромислового району [15].

Початковою стадією сукцесійного ряду розвитку рослинності нерекультивованих породних відвалів приуроченою до всіх екотопів, відзначена деревна стадія, яка характерна для окислених порід десятирічного періоду. Встановлено, що сформовані внаслідок самозаростання природні фітоценози доцільно використовувати для формування своєрідного фітокаркасу, що дозволить уникнути технічного етапу рекультивації. Поряд із тим, автором пропонується підсилювати окремі властивості природних фітоценозів шляхом впровадження швидкоростучих оліготрофів, здатних формувати значну підземну і надземну біомасу та збагачувати едафотоп органічною речовиною. Збагачення фітоценозів на окремих ділянках слід проводити з врахуванням особливостей поширення зональної рослинності [2; 15].

Лісогосподарська рекультивація території, складеної з пісків, мергелевих порід, глин можлива лише при умові внесення значної кількості мінеральних і органічних добрив, а на територіях, складених із токсичних порід, – при умові корінної хімічної меліорації, чи нанесення на непридатні породи, родючого гумусового шару ґрунту [181].

Підбір асортименту деревно-чагарникових порід для створення штучних лісових угруповань на техногенних ландшафтах проводиться на основі оцінки їх приживлюваності та швидкості росту.

Приживлюваність лісових культур понад 60% вважається задовільною, від 40 до 60% – достатньою, а менше 40% — незадовільним показником.

Дослідження показали безпосередню залежність ступеня приживлюваності та швидкості росту від рельєфу місцевості та експозиції

схилів.

На перших стадіях лісогосподарського освоєння порушених земель найдоцільніше вирощувати види, невибагливі до ґрунтового живлення та вологи. Найкращі показники росту відзначені у акації білої та обліпихи татарської.

Загалом, В.Н. Даньком встановлено, що на відвалах в умовах України можна вирощувати близько 40 видів деревних і чагарникових порід: липа дрібнолиста, яблуня лісова, клени польовий та ясенелистий, сосна звичайна, тополі канадська і чорна, береза повисла, клен татарський, акація жовта, бирючина звичайна [23; 67; 219].

Дослідження Г.М. Мануїлової дозволили відзначити, що ґрунтосуміші відвалів суходільної частини Яворівського сірчаного кар'єру майже неструктуризовані; слабозабезпечені гумусом, NPK та відзначаються нейтральною реакцією рН, що в комплексі формує дуже низьку потенційну родючість і придатність для росту і розвитку рослин. Значний вміст мікроелементів у глинисто-мергелевих ґрунтосумішах створює несприятливі біохімічні умови для зростання рослин [127].

Аналіз росту експериментальних культур, створених в різний період студентами та науковцями НЛТУ України на мергелевих ґрунтосумішах ДГХП «Сірка», дозволив автору встановити, що середня біологічна стійкість у сформованих умовах характерна для *Acer negundo*, *Carpinus betulus*, *Pinus sylvestris*, *Populus tremula*, *Quercus robur*, *Quercus rubra*, а збереженість в культурах складає 45–82%. За 8-ми літній період вирощування лісових культур, найвищих розмірів за висотою досягли *Robinia pseudoacacia* (до 230 см), *Salix fragilis* (106 см), *Populus balsamifera* (до 91 см), *Betula pendula* (до 71 см), *Quercus robur* (до 38 см) та *Quercus rubra* (до 35 см) [127].

Встановлено, що стан, ріст і розвиток створених лісових культур на сформованих ґрунтосумішах і ґрунтах навколишніх територій свідчать про потенційну можливість успішної фітомеліорації відвалів кар'єрів гірничовидобувних підприємств внаслідок формування лісових культур змішаного складу.

Важливим фактором у підборі асортименту деревно-чагарникової рослинності є використання видів місцевої флори, екологічно пристосованої до фізико-географічних умов району і кліматичної зони. Введення в культури порід інтродуцентів знижує їх приживлюваність та стійкість до пошкоджень ентомо- і фітошкідниками. Порівняно великий вибір деревно-чагарникових видів дозволяє створювати на порушених землях лісові насадження різного призначення – меліоративні, протиерозійні, водорегулюючі, лісопаркові, експлуатаційні.

Аналіз трансформаційних процесів в порушених екосистемах Карпатського регіону України дозволив відзначити, що трансформації у фітоценозах посттехногенних територій спричинені як проведенням фітомеліоративних рекультиваційних заходів, так і процесами природного заростання, що сприяє формуванню постлітогенних ґрунтів (ембріоземів).

Процеси формування фітоценозів, їх видовий склад на техногенно порушених територіях зумовлюється фізико-хімічними властивостями техноземів і ембріоземів, експозицією схилів, мікрорельєфом, мікрокліматичними особливостями та ступенем зволоження умов місцезростання [26; 27; 52; 53].

Формування складних за структурою рослинних угруповань на посттехногенних територіях сприяє збільшенню потужності ґрунтового профілю ембріоземів (до 25-45 см) і гумусово-елювіального горизонту (6-13 см) та наближення їх фізико-механічних властивостей до природних зональних ґрунтів. За пропозицією автора (Геник, 2010), з метою створення стійких лісових угруповань на посттехногенних територіях, підбір видового складу деревних рослин потрібно проводити за зональним геоботанічним принципом, з урахуванням природно-кліматичних, едафічних умов та біоекологічних характеристик дерев і чагарників [29; 33; 53].

Класифікаційна схема сукцесій біогеоценотичного покриву урбоекосистеми дає змогу покращити моніторинг і прогнозування екологічного стану населених пунктів. За пропозицією автора (Кучерявий, 1992) фітоценози-меліоранти поділяють на три групи: пеціальні – в яких фітомеліоративна функція має провідне значення (парки, захисні смуги, лісопарки тощо); продуктивні – в яких перше місце відводиться отриманню продукції, а фітомеліорація має другорядне значення (ліси, поля, луки, сади, виноградники тощо); рудеральні – які спонтанно виконують фітомеліоративні функції [120].

В останні роки в країнах Європейського Союзу приділяється значна увага дослідженню можливостей рекультивації порушених земель осадово-попеловими компостами, які в значних обсягах накопичились поблизу теплових електростанцій та очисних споруд.

Зокрема, аналізувався вплив компостів у залежності від дольової часті осаду та попелу на ензиматичну активність ґрунтів, на регулювання вмісту Плюмбуму та Стануму в ґрунтосумішах, на розподіл вздовж профілю технозему Феруму, глини та інших особливостей ґрунтів, сформованих на території сірчаних кар'єрів. Відзначено, що використання відповідних компостів сприяло збільшенню органічної речовини та активізації ензимів, що сприяє покращенню обігу Нітрогену і Фосфору та біологічної активності поверхні відтворених ґрунтосумішей [227-229; 239; 258; 261; 290].

Поряд із іншими напрямками рекреаційний напрям рекультивації займає важливе місце у відновленні порушених промисловістю земель у приміських зонах з малим відсотком площі зелених насаджень міста. Порушені території пропонується відводити під формування лісопарків. Тут насадження виконують санітарно-гігієнічну та культурно-естетичну функції, що полягають у створенні оптимальних для людини умов навколишнього середовища. Це, насамперед, формування оптимальних мікрокліматичних умов за рахунок зниження температури в літній період, підвищення вологості повітря, зменшення швидкості вітру, поглинання шумових хвиль і очищення атмосфери від промислових забруднень.

Створення паркових зон на техногенних ландшафтах – зовсім новий напрям досліджень, в якому враховується не тільки кількісний показник (площа зелених територій в місті на одну людину), але і раціональний та естетичний спосіб розміщення зелених насаджень. Основою створення лісопаркових і паркових комплексів на порушених територіях повинен бути біоекологічний метод, який враховує екологію рослин в умовах техногенного середовища та взаємозв'язок створюваних елементів зелених територій між собою.

Формування лісопаркового та паркового ландшафту залежить від ґрунтових умов, підбору асортименту рослинності та якості посадкового матеріалу. Необхідними вимогами до рослинності паркових зон на рекультивованих територіях є невисока вибагливість до ґрунтових умов, швидкий ріст на початковій стадії розвитку та їх естетично привабливий вигляд.

Розповсюдженим на сьогодні напрямком рекультивації ландшафтів, порушених відкритими гірничими розробками є водогосподарська рекультивація, що передбачає створення на місці відпрацьованих кар'єрів водоймищ різного призначення. Цільове використання даних територій може бути: створення зон відпочинку, включаючи купання, любительську ловлю риби, катання на човнах, влаштування місць туристичних привалів; влаштування ландшафтних та природно-охоронних водойм із метою підтримання екологічної рівноваги; створення водойм для промислових, комунально-побутових і господарських потреб; влаштування водойм для потреб рибного господарства – риборозведення, промислова ловля риби; створення лікувальних та оздоровчих водних об'єктів.

Затоплення кар'єрів і створення на їх місці біологічно стійких штучних водойм можливе при значній глибині виїмки (понад 10 м). Створення стійкої берегової рослинності водойми є необхідною умовою водогосподарського напрямку рекультивації. Вона сприяє природному захисту берега та схилів озера від порушень, підтриманню чистоти води та створює естетично привабливий пейзаж водойми. На штучно створених водоймах рекомендується формувати чотири пояси рослинності: підводний пояс; пояс коливального рівня води; прибережний пояс, що знаходиться під впливом поверхневих ґрунтових вод; береговий пояс, що віддалений від поверхневих ґрунтових вод.

Згідно із дослідженнями техногенних водойм в межах Малого Полісся встановлено, що по периметру озер формується перехідна екотонна зона, що представлена сукупністю послідовно розташованих навколо водойми елементарних природно-техногенних комплексів, які відрізняються градієнтом зволоження.

За пропозицією автора Міронова (2015) фітомеліорацію техногенних водойм доцільно проводити у два взаємопов'язаних етапа рекультивації зі створенням першої тераси для гелофітної та гідрофітної рослинності, другої тераси для плаваючої рослинності, третьої тераси – для зануреної

рослинності та фітомеліоративних заходів з формуванням трирівневої системи (нижніх, середніх, верхніх) берегових насаджень.

В цілому, серед основних типів культурфітоценозів-меліорантів для техногенних озер Малого Полісся пропонуються акваценози, протоценози та сільваценози в комбінаціях, що формуватимуться як аналоги відповідних природних угруповань [140-142].

Особлива увага на сьогодні зосереджена на створенні гідропарків у відпрацьованих кар'єрах, які мають високий рекреаційний ефект та характеризуються значною чисельністю функцій і можливостей. Варто відзначити, що рекреаційна ємність гідропарків, завдяки пляжним територіям і спортивним спорудам, сягає 500 і більше рекреантів на 1 га в порівнянні з міським парком – 50-100 рекреантів і лісопарку – 5-10 рекреантів на 1 га. Будівництво гідропарків переважно пов'язане з проблемою повернення до життя відпрацьованих територій.

Методом рекультивації створено гідропарк у м. Штудгарті (Німеччина), де в єдиний комплекс поєднано відкритий басейн, спортивний комплекс, каток, місце для відпочинку, охоронна зона для тварин, штучне озеро, елінг для човнів, ігрові площадки, автостоянка, шлюз, пішохідний міст, підземні переходи, зупинки громадського транспорту та житловий район [120].

Встановлено, що найбільшою популярністю у відпочиваючих користаються контактні зони: ліс – луки – водойма (річка), дещо меншою – луки – водойма (річка), ліс – луки. Інтенсивно використовуються галявини, що знаходяться в межах 150 м від берега озера, річки або 50 м від краю лісу за наявності відкритих просторів між лісом і водою [121].

Проведений літературний огляд засвідчив, що аналізу окремих чинників, які впливають на процеси відтворення порушених територій в умовах досліджуваного регіону не приділялось належної уваги.

Недостатньо детально вивчені сформовані на девастованих ґрунтах рослинні асоціації та їх вплив на ґрунотвірні процеси і перерозподіл органічних речовин і хімічних елементів вздовж ґрунтового профілю. Недостатньо ґрунтовно вивченні особливості формування мікологічної структури ґрунту під впливом різноманітних рослинних угруповань. Залишились поза увагою науковців процеси впливу біоти на сезонну динаміку виділення CO<sub>2</sub> з ґрунту. Не проводився детальний аналіз впливу різних деревних порід, чагарників та трав'яної рослинності на процеси відтворення порушених територій. Для умов досліджуваного регіону відсутні комплексні рекомендації та архітектурно-планувальні пропозиції щодо формування рослинних угруповань для пришвидшення відтворення ґрунтів та перспектив подальшого освоєння порушених територій з метою активного їх залучення в систему оздоровчо-відпочинкових об'єктів та лісопокритих територій в межах регіону досліджень.

Тому виникла необхідність у проведенні досліджень з метою вивчення фітомеліоративної ролі рослинного покриву у відтворенні девастованих земель в межах сірчаних розробок Західного Лісостепу.

## РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТИ, ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1. Об'єкти досліджень

Враховуючи важливість відтворення девастрованих земель внаслідок сірчанних розробок і потребу їх швидкого відновлення, було обрано два дослідних об'єкти: Яворівський і Новороздільський сірчані кар'єри з різним історичним розвитком і періодом формування, для оцінки відновлення рослинності на ділянках із різною стадією ревіталізації.

В межах Яворівського державного гірничо-хімічного підприємства «Сірка» було закладено 11 дослідних ділянок (проба Яворів – ПЯ) і «контроль – КЯ» відповідно до лісорослинних умов регіону (рис. 2.1).



*Рис. 2.1. Схема розміщення дослідних об'єктів в межах Яворівського сірчаного кар'єру*

Дослідні об'єкти зосереджені на таких ділянках: ПЯ 1 – рекультивована ділянка з мінімальною кількістю рослинності на території підземної видобутки сірки № 1; ПЯ 2 – рекультивована ділянка з куртинними заростями берези в межах підземного видобутку сірки № 1; ПЯ 3 – березово-соснові куртини в межах підземного видобутку сірки № 1; ПЯ 4 – штучне соснове насадження в межах підземного видобутку сірки № 1; ПЯ 5 – лука в межах підземного видобутку сірки № 1; ПЯ 6 – нерекультивована ділянка з мінімальною кількістю трав'яної рослинності в межах підземного видобутку

монографія

сірки № 2; ПЯ 7 – лука в межах підземного видобутку сірки № 2; ПЯ 8 – штучне соснове насадження в межах підземного видобутку сірки № 2; ПЯ 9 – березова куртина біля дамби; ПЯ 10 – соснова куртина біля дамби; ПЯ11 – зарості очерету біля дамби; КЯ – контроль (64-річне дубово-соснове насадження поблизу сірчаного кар'єру).

На території Новороздільського державного гірничо-хімічного підприємства «Сірка» було закладено 9 дослідних ділянок (проба Новий Розділ – ПН): ПН 1 – дубове насадження на відвалі кар'єру; ПН 2 – тополеве насадження на відвалі кар'єру; ПН 3 – вільхово-ясенево-черешневе насадження на відвалі кар'єру (західний схил); ПН 4 – зарості чагарників на відвалі кар'єру; ПН 5 – лука; ПН 6 – липово-черешневе насадження на відвалі кар'єру (східний схил); ПН 7 – вершина пагорба на відвалі кар'єру; ПН 8 – зарості очерету на відвалі кар'єру; ПН 9 – в'язово-вільхове насадження на відвалі кар'єру; КН – контроль (стигле грабово-дубове насадження) відповідно до лісорослинних умов регіону (рис. 2.2).



*Рис. 2.2. Схема розміщення дослідних об'єктів в межах Новороздільського сірчаного кар'єру*

## **2.2. Природні умови регіону досліджень**

Один із об'єктів досліджень розташований у західній частині Львівської області на території Розточанського району, який простягається від кордону з Польщею до м. Львова смугою (до 40 км) пагорбів, висотою (від 100-120 до 400 м н. р. м.), що розділяють Малополіську низовину та Надсанську долину.



Система гряд і понижень Розточчя проходить поблизу м. Яворова, тут значно нижчі абсолютні висоти, що впливає не тільки на видовий склад рослинного покриву, його продуктивність, а й на характер розповсюдження.

Клімат району помірно вологий і має характерні ознаки перехідного від вологого атлантичного до континентального типу. Кількість опадів тут сягає 650-700 мм в рік. Середня річна температура повітря рівна 7,4° С, вегетаційний період триває в середньому 210 днів. Часто спостерігаються пізні весняні заморозки, що завдає великої шкоди як сільському, так і лісовому господарству.

Надсанська долина, в межах якої проводилось видобування сірки, характеризується добре розвиненими заплавами річок і прохідними долинами. Абсолютні висоти місцевості значно нижчі у порівнянні з Розточчям і становлять переважно 250-260 м н. р. м. Рельєф району рівнинний, слабохвилястий. Долини річок заболочені. Східна межа Надсанської долини проходить далі вздовж лінії Городок – Комарно, повертаючи на північний захід по долині р. Вишня в напрямку Коропуж – Градівка – Судова Вишня – Твіржа – Черневе. Північно-східна межа округу чітко виділяється за початком витoku річок басейну річки Сан.

Відмінності в рельєфі зумовили й дещо інші кліматичні характеристики в межах даного підрайону. Так, дещо м'якшою в порівнянні з Розточчям, є зима (температура січня -3,8 – -4° С), дещо теплішим в даних умовах є літо (температура липня +18,0 – +18,6° С). Помітно вищою є середньорічна кількість опадів (690-790 мм), а також кількість опадів протягом вегетаційного періоду, що зумовлено передусім меншими абсолютними висотами аналізованої території. Помітно нижчим є показник вологості клімату. Показники із середньодобовою температурою понад 10° С за кількістю днів (158-159), понад 15° С (98-102) та сумою позитивних добових температур більше 10° С (2470-2515), більше 15° С (1765-1795) є вищими, ніж аналогічні дані для району Розточчя. Значно вищою (на 20 днів) є середня тривалість безморозного періоду (165 днів). Пізніше настають перші осінні заморозки. Дещо більшою є тривалість вегетаційного періоду [55; 56].

У ґрунтовому покриві району переважають різні підтипи дерново-підзолистих ґрунтів. Долини річок зайняті переважно дерновими ґрунтами. Найвищі точки вододілів займають світло-сірі опідзолені ґрунти. В місцях видобутку сірки ґрунтовий покрив був представлений типовими лісостеповими ґрунтами: світло-сірими, сірими та темно-сірими, а також опідзоленими чорноземами.

Інтенсивний розвиток сільського господарства в межах Розточанського району (сільськогосподарська освоєність – 57,9%), складний рельєф місцевості та наявність високопродуктивних, нестійких ґрунтів, сприяли розвитку ерозійних процесів. Істотно знижена лісистість Розточчя, яка на даний час сягає 16,8%, що значно нижче необхідної для даного району, де беруть свій початок притоки Дністра та Вісли – найбільших рік Чорноморського та Балтійського водозборів. Ліси району виконують важливу

грунтозахисну та водорегулюючу роль. Головною та переважаючою деревинною породою тут виступає сосна звичайна, яка формує змішані лісостани за участю дуба звичайного та бука лісового.

Новороздільське ДГХП «Сірка» займає значну територію, що характеризується різноманітним рельєфом та різними видами ґрунтів. Територія колишнього родовища сірки розташована в зоні Стрийсько-Жидачівської котловинної рівнини. Згідно із геоморфологічним районуванням дана територія представляє собою Придністровське Опілля, яке на півночі охоплює Малополіську височину, а на півдні – Придністровську улоговину. Південна частина території, на якій фактично розташований Новороздільський сірчаний кар'єр, займає добре сформовану долину ріки Дністер (Наддністерський агроґрунтовий район) [47; 48; 184].

В геологічному відношенні територія колишнього сірчаного кар'єру представлена відкладами четвертинного, третинного та крейдового періодів. Серед розкритих порід значну товщину займає глинистий горизонт, який зазвичай перебивається четвертинними відкладами, котрі мають найрізноманітніший склад. Четвертинні відклади в межах території кар'єру зустрічаються всюди і представлені на високих терасах делювіальними суглинками і супісками, а в долині ріки Дністер – алювіальними пісками та галечниками [157; 196].

Верхньокрейдяні відклади складені з компанських і меострихських ярусів, які представлені піщано-мергелевою товщею, що складається з піщаних мергелів і вапнякових аргелітів, тонкошарових і тонко-плитчастих із малопотужними прошарками глини. Поверхня верхньокрейдяних порід сильно еродована. Четвертинні відклади представлені алювіальними та алювіально-делювіальними пісками, галечником, супісками, суглинками, піщанистими глинами з вкрапленнями торфу ізопропелиту. Їх потужність сягає 40 м і залежить від рельєфу та ерозійних процесів.

Наддністерський райом має складний ґрунтовий покрив. На заплавах ріки Дністер та її притоках поширені такі ґрунти: лучні, різного ступеня оглеєння та опідзолення; болотні та болотно-лучні; торфувато-болотні. На терасових міжріччях поширені дерново-опідзолені різного ступеня оглеєння та дерново-середньопідзолені поверхнево оглеєні суглинисті ґрунти [157; 184; 196]. Ґрунтовий покрив на території сірчаного родовища до його розробки був представлений типовими лісостеповими ґрунтами: світло-сірими, сірими, темно-сірими та опідзоленими чорноземами.

Внаслідок прийнятої технології з видобування сірки, родючий шар різних типів ґрунтів був повністю розпорошений і захоронений в товщі відвалів та гідровідвалів, в результаті чого на поверхню були винесені четвертинні та неогенові відклади третинного віку та глини.

Особливістю даного району є широкі заплави р. Дністер і його приток, а також значна їх заболоченість. Заплави рік, особливо в прирусловій частині, а також вузькі терасові межиріччя мають пластинчастий характер в основі яких залягають ракушники, через які гідрологічно підтоплюються тераси під час

повеней.

Новороздільське родовище розташоване в зоні помірно континентального, теплого і вологого клімату. Середня річна сума опадів складає 600-760 мм, максимальна (близько 72%) кількість яких припадає на теплий період. Середня температура повітря найбільш холодного місяця – -5 – -4° С. Абсолютний річний мінімум температури повітря сягає -34 – -35° С, максимум температури сягає +35 – +36° С [184].

### **2.3. Програма і методика досліджень**

Враховуючи важливість значення рослинності у швидкому відтворенні порушених земель внаслідок видобувної діяльності, увага була зосереджена на аналізі впливу трав'яної, чагарникової та деревної рослинності на відтворення дослідних ділянок при різних стадіях заростання.

Ліс як більш складна та досконала структура, в якій поєднуються трав'янисті рослинні угруповання, деревні види, комплекси грибів-мікроміцетів і бактерій, усі живі ґрунтові організми володіє рядом ознак, які здатні впливати на усунення таких негативних проявів, як збіднення та порушення ґрунтів внаслідок гірничовидобувної діяльності, вимивні процеси на різних горизонтах, ерозія ґрунтів, зсувні явища, яроутворення, заболочення і т. д.

Ліс володіє стабілізуючою дією на усі процеси, що відбуваються у навколишньому середовищі, формує сприятливий мікроклімат, бере участь у накопиченні органічних речовин, а як наслідок збагаченні ґрунтів і збільшенні вмісту гумусу, впливає на швидке відтворення порушених ґрунтів, регулює водозабезпеченість території та забезпечує фіксування Карбону завдяки вуглецеводепонуючій здатності деревини.

Метою наших досліджень було – виявити особливості формування рослинних угруповань, перерозподілу органічної речовини та хімічних елементів ґрунту, мікологічної структури та питомого потоку CO<sub>2</sub> техноземів, росту, розвитку та стану деревостанів на ділянках з різним ступенем відтворення порушених земель на території Яворівського та Новороздільського сірчаних кар'єрів; розробити систему господарських заходів щодо забезпечення сприятливих умов у відтворенні рослинного континууму та ефективному його використанні у стабілізації екологічного стану досліджуваного регіону.

Програмою досліджень передбачалось: провести аналіз фітомеліоративних методів відтворення порушених при видобування сірки земель; дослідити особливості формування рослинних угруповань на ділянках з різним ступенем ревіталізації та встановити особливості впливу рослинних асоціацій на відтворення ґрунтового покриву; виявити тенденції формування мікологічної структури ґрунту; з'ясувати динаміку питомого потоку CO<sub>2</sub> з поверхні існуючих техноземів; оцінити стан різних за складом деревостанів на порушених землях та їх роль у формуванні біокругообігу

мінеральних та органічних елементів ґрунту; запропонувати теоретичну модель відтворення та використання порушених земель сірчаних розробок Західного Лісостепу.

Закладку дослідних пробних площ для визначення основних лісівничо-таксаційних показників дослідних лісостанів здійснено відповідно до методики проведення польових досліджень польовою географічною інформаційною системою Field-Map (IFER-Monitoring and Mapping Solutions. S.r.o., [www.field-mapping.com](http://www.field-mapping.com)), наданої НЛТУ України у 2006 р. в рамках програми міжнародного співробітництва Чеської Республіки – проект «ТехІнЛіс»), яка дозволяє при роботі у польових умовах поєднувати в єдиному технологічному процесі формування атрибутивної й картографічної інформації про лісові об'єкти. Перед початком проведення замірів на пробній площі фіксували її координати за допомогою GPS-приймача Magelan Explorist-100 у системі UTM-координат із подальшим переведенням їх у відповідну систему для відображення ділянки на космічних знімках, картах чи планах. Безпосередньо на пробній площі вимірювали азимут і відстань до кожного дерева за допомогою електронного компаса *Map Star System* і лазерного далекоміра-кутоміра *Tru Pulse Laser Technology*, які у подальшому перераховувались у програмному продукті у прямокутні координати з урахуванням кута нахилу. Дані розміщення дерева графічно відображаються на моніторі комп'ютера й автоматично зберігаються у файловій базі даних.

Діаметр дерева вимірювались стандартною мірною вилкою у двох взаємоперпендикулярних напрямках з точністю до 0,5 см і вносились вручну в польовий комп'ютер. Загальну висоту дерева та висоту початку крони вимірювали лазерним далекоміром *Tru Pulse Laser Technology*. Вся атрибутивна інформація зберігається автоматично в операційному середовищі *Field-Map Data Collector*. Таксаційні показники аналізованих деревостанів визначались за загальноприйнятими методиками.

Польові дослідження ґрунтів проводились відповідно до прийнятих методик та інструкцій [10; 30; 65; 183]. Відбір проб здійснено у відповідності до вимог, викладених у державних стандартах (ДСТУ 17.4.3.01–83, ДСТУ 17.4.4.02–84) та методичних вказівках.

Ґрунтові зразки відбиралися через кожні 10 см на глибину до 40 см. Опис генетичних горизонтів виявлених ґрунтів здійснювався згідно «Практикуму по агрономії з основами агроекології» [10; 183]. Морфологічна структура певних зразків ґрунту встановлена за допомогою візуальних та органолептичних спостережень. За характером забарвлення, будови, структури та іншими зовнішніми ознаками виділено генетичні горизонти за системою символів О.Н. Соколовського [205]. Вміст гумусу визначено за методом Антонової, Скалабян, Сучилкіної. Актуальну кислотність визначено потенціометричним методом, вимірюванням рН водної суспензії або водної витяжки з ґрунту. Для визначення рухомих форм Нітрогену ( $\text{NO}_3$ ) використано дисульфохеноловий метод Грандваль-Ляжу. Визначення рухомих форм Калію ( $\text{K}_2\text{O}$ ) та Фосфору ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) здійснювали за методом

Мачігіна. Важкі метали у ґрунтових зразках визначалися за методикою Ostrowska A., Gawliński S., Szczubiałka Z. у лабораторії ґрунтознавства Люблінського природничого університету (Польща) [229]. Визначення вологості ґрунтів на різних глибинах здійснювали приладом-вологоміром «МГ-44». Фізіологічні показники рослин визначені за допомогою еколого-фізіологічного методу, а саме: сухостійкість – методом крохмальної проби, солестійкість – за Генкелем, газостійкість, виходячи із «Практикуму по фізіології рослин» [182].

Ріст і розвиток насаджень на відвалах кар'єру вивчали за допомогою лісівничо-таксаційної методики [64]. Типи лісорослинних умов флори наведено за Д.В. Воробйовим [43]. Геоботанічні описи пробних площ проводилися за стандартною методикою [186]. Розмір пробної ділянки для дослідження трав'яних ценозів коливалась в межах від 4 м<sup>2</sup> до 100 м<sup>2</sup>. У дослідженні було використано ділянки розміром 4 м<sup>2</sup>, які закладались по 3 в межах великих ділянок [44].

Для оцінки надґрунтового рослинного покриву була використана шкала О. Друде. Таксономічний аналіз рослинного покриву здійснено за системою А.Л. Тахтаджяна (1972). Рослинні асоціації визначені за методом В.В. Альохіна (1928) [1] на основі домінуючих видів у кожному ярусі. Діаграми відношення рослин до світла, вологості та багатства ґрунту побудовані на основі екологічних характеристик кожного виду рослин за Бельгардом А.Л. [20] та Єліним Є.Я. Визначення реакції ґрунтової мікобіоти на вміст важких металів у ґрунті та визначення якості середовища проживання організмів за видовим складом і показником кількісного розвитку видів-біоіндикаторів і структури їх угруповань за допомогою методів біоіндикації.

Питомий потік CO<sub>2</sub> з поверхні техноземів Яворівського та Новороздільського сірчаних кар'єрів досліджували за допомогою камерно-статичного методу з використанням портативного ІЧ (NDIR) – аналізатора серії K-30 (США) – USB CO<sub>2</sub> Probe Data Logger 0-1% (10,000 ppm) і програмного забезпечення GasLab® Sensor Configuration & Data Logging Software.

Як статичну камеру використовували пластиковий світлонепропускний циліндр діаметром 10 см і висотою 20 см, який втискували у ґрунт, звільнений від рослинності. Реєстрацію динаміки емісії CO<sub>2</sub> здійснювали протягом 5 хв. (з інтервалом 15 сек.), що дозволяє за трендом змін оцінити інтенсивність дихання ґрунту. Розрахунок питомого потоку газу здійснювали з врахуванням тангенса кута нахилу лінії тренду, тобто кутового коефіцієнта в рівнянні лінійної регресії (A) за формулою (1.1):

$$Q = \frac{19.3 \cdot A \cdot 1000 \cdot h(\text{см})}{273 + t^{\circ}\text{C}}, \quad (1.1)$$

де Q – питомий потік CO<sub>2</sub> з поверхні ґрунту (мг CO<sub>2</sub> м<sup>-2</sup> год<sup>-1</sup>);

$h$  – висота камери;

$t^{\circ}\text{C}$  – температура повітря в камері, в градусах Цельсія.

Дані записували протягом осіннього, весняного та літнього періодів.

*Визначення пігментів у листі та хвої.* Для визначення пігментів у листі та хвої деревних видів на території дослідних ділянок у другій половині серпня було відібрано зразки хвої та листя. Вміст пластидних пігментів визначали за прийнятою методикою [18; 49; 137]. Для цього 80 мг подрібненої хвої та листя розтирали до однорідної маси і екстрагували 96%-м розчином етанолу. Екстракт фільтрували через фільтр Шотта. Оптичну густину отриманих витяжок визначали при довжині хвилі 440,5, 649 і 665 нм на фотоелектроколориметрі Specord 210 Plus.

Концентрацію хлорофілів (С) розраховували за формулами Вернона:  $C_a = 11,63 \times D_{665} - 2,39 \times D_{649}$ , (мг/л),  $C_b = 20,11 \times D_{649} - 5,18 \times D_{665}$  (мг/л), а каротиноїдів – за Ветштейном,  $C_{\text{кар.}} = 4,695 \times V_{440,5} - 0,268 \times (C_a + C_b)$ , (мг/л). Вміст пігментів (А) розраховували на абсолютно суху масу за формулою (1.2):

$$A = \left( \frac{C \times V}{P \times 100} \right) \times K, \quad (1.2)$$

де А – вміст пігментів, мг/г абсолютно сухої маси;

С – концентрація пігментів, мг/л;

V – об'єм витяжки пігментів, мл;

P – наважка рослинного матеріалу, г;

K – коефіцієнт всихання хвої або листя.

Діелектричні показники прикамбіальних тканин лубу переважаючих дерев-імпаданс і поляризаційну ємність визначали за допомогою приладу Ф 4320. Вимірювання проводили на частоті 1 кГц. Електроди вводили в луб дерев на висоті 1 м. Віддаль між електродами становила 2 см один від одного [114; 137].

Для дослідження мікологічної структури ґрунтові зразки відбирали протягом червня 2015 р. (літній спектр), жовтня 2015 р. (осінній спектр), травня 2016 р. (весняний спектр). Ґрунтові проби відбирали у поверхневому шарі на глибині 0-5 см.

Ідентифікацію ґрунтових мікроміцетів здійснювали на основі їх морфолого-фізіологічних особливостей [38; 88; 144; 145]. Усі однофакторні експерименти проводили у трикратній повторності. Перед внесенням проби ґрунту на живильне середовище пробу просіювали. Далі на живильне середовище робили посів отриманої ґрунтової суспензії та витримували ці зразки в термостаті 20-30 діб за температури 25-27° С.

Підрахунок колоній грибів здійснювали через три дні та тиждень і виділяли їх в чисту культуру. Культури зберігали за температури 4° С. Ідентифікацію ізолятів виконували на стандартних живильних середовищах на основі їх морфолого-фізіологічних особливостей [19-22; 88; 171; 190].

Визначення екологічних індексів, коефіцієнт схожості Соренсена-Чекановського є зручним показником ступеня флористичної подібності порівняльних екотопів [45]. Достовірною різницею при порівнянні мікофлори вважали ту, за якої значення коефіцієнта менше 50 %. Його визначали за формулою (1.3):

$$S = \frac{2C}{A+B} \times 100\%, \quad (1.3)$$

де А і В – властива кожному з екотопів.

С – кількість видів, загальних для двох екотопів Індекс Сімпсона (С) визначали за формулою (1.4):

$$C = \sum(n_i / N)^2, \quad (1.4)$$

де  $n_i$  – оцінка значущості кожного виду;

N – сума оцінок значущості.

Індекс Сімпсона показує «концентрацію» домінування, оскільки його величина тим більша, чим сильніше домінування одного чи декількох видів. Індекс надає звичайним видам велику вагу.

Індекс Шеннона ( $\bar{H}$ ) розраховували за формулою (1.5):

$$\bar{H} = - \sum P_i \times \log P_i, \quad (1.5)$$

де  $P_i$  – ймовірність вкладу кожного виду (частка і-го виду в угрупованні).

Індекс Шеннона надає велику вагу рідкісним видам, не залежить від розміру проби, характеризується нормальним розподілом. Математичне та статистичне опрацювання результатів виконували за допомогою програмних пакетів Microsoft Excel [72].

*Побудова кореляційних плеяд і дендрограм групової схожості.* З використанням методу кореляційних плеяд визначались корелюючі ознаки між видами мікрорістків та особливостями зовнішнього середовища, зокрема ґрунтовими умовами в межах аналізованих сірчаних кар'єрів. Обраховані показники парних кореляцій між ознаками дозволили побудувати модель «кореляційного циліндру», перпендикулярна вісь якого градуйована наростаючою знизу вверх величиною коефіцієнта кореляції. Кореляційний циліндр умовно розділений на різні рівні ( $r = 0,1$ ;  $r = 0,5$  і т. д.), де на кожному перетині було визначено «кореляційне кільце». Розташовували ознаки по колу, з'єднували їх хордами і отримали графічне відображення грибних комплексів, які сформувались у досліджуваних типах ґрунту [78; 102].

На нульовому рівні всі типові для угруповання ознаки завжди зв'язані між собою. Із підвищенням рівня перетину дедалі більша кількість зв'язків

випадає. Поступово вимальовувались плеяди, і цей процес визначався як специфічний для конкретної сукупності.

Швидкість вимірюється відношенням числа зв'язків, котрі залишилися, до загального числа зв'язків між ознаками ( $E$  – коефіцієнт гомогенності). Рівень, на якому плеяди зрозумілі, слугував ступенем гомогенності або інтегрованості [78]. Для кожного з виділених родів (видів) вивчених екотопів визначили частоту трапляння. Побудову кореляційних плеяд здійснювали з урахуванням типу ґрунту та сезонності. Графічно результати представлені у вигляді дендрограм і кореляційних плеяд. Це дало змогу виявити структурні роди (види), які відповідають за формування конкретного грибного комплексу.

Статистичну обробку отриманих результатів виконували за програмою, розробленою в Інституті мікробіології та вірусології НАН України. Метод головних компонент використано з метою виявлення зв'язку між частотою трапляння видів і техногенно перетвореним ґрунтом для подальшої обробки за допомогою багатомірного статистичного аналізу. Кожне значення визначає вклад відповідної головної компоненти в загальну дисперсію. Кожна головна компонента є лінійною комбінацією вихідних ознак (видів) (1.6):

$$F_i = \frac{1}{S_i(a_{1i}y_1 + a_{2i}y_2 + \dots + a_{ni}y_n)}, \quad (1.6)$$

де  $F_i$  – перша головна компонента;

$S_i$  – власне значення першої головної компоненти.

$a_{1i}$  – коефіцієнт ваги першої ознаки в першій головній компоненті;

$y_{1,2 \dots n}$  – порядкові номери ознак;

При цьому, кожна ознака представлена через головну компоненту:

$$y_i = a_{1i} f_1 + a_{2i} f_2 + \dots + a_{ni} f_n.$$

Вагові коефіцієнти зв'язку ознак  $Y_i$  з головними компонентами визначали за формулою:  $a_{ij} = u_{ij} \times f_1$ , де  $u_{ij}$  – значення власного вектора для  $i$ -тої головної компоненти.

Отримані результати розглядаються в координатах двох головних компонент, де вагові коефіцієнти зв'язку ознак із даними головними компонентами визначають відповідні точки ознаки на площині. Надалі потрібно звернути увагу на ті ознаки, для яких коефіцієнт ваги є більший, ніж 0,7. Коефіцієнт детермінації  $r^2$  показує, на скільки ступінь спорідненості у варіації однієї ознаки виду, яку вивчаємо, пояснюється зміною іншого, а остання частина варіацій або взаємозалежна, або залежить від факторів, котрі не враховуються.

Аналогія наведена на основі, що: при  $r > 0,85$  – зв'язок дуже тісний, при  $r = 0,70-0,85$  – тісний, при  $r$  менше 0,7 – зв'язок слабкий.



### РОЗДІЛ 3

## ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ РОСЛИННОГО ПОКРИВУ ПОРОДНИХ ВІДВАЛІВ СІРЧАНИХ КАР'ЄРІВ З РІЗНИМ СТУПЕНЕМ ВІДНОВЛЕННЯ

### 3.1. Видова структура рослинного покриву відвалів

Рослинний покрив дуже чутливо реагує на умови середовища, зокрема кліматичні, а також механічний склад і хімічні показники ґрунту. У зв'язку з цим важливим є визначення таксономічних показників видового складу в межах досліджуваних Яворівського та Новороздільського сірчаних кар'єрів, висвітлення їх екологічних характеристик (відношення до світла, вологи та багатства ґрунту), проективного покриття існуючих видів у межах рослинних асоціацій на ділянках віз різним ступенем відтворення.

З цією метою на території Яворівського сірчаного кар'єру було підібрано характерні дослідні ділянки:

ПЯ 1 – рекультивована ділянка з мінімальною кількістю рослин на території підземної видобутки сірки № 1;

ПЯ 2 – рекультивована ділянка з куртинними заростями берези в межах підземного видобутку сірки № 1;

ПЯ 3 – березово-соснові куртини в межах підземного видобутку сірки № 1;

ПЯ 4 – штучне соснове насадження в межах підземного видобутку сірки № 1;

ПЯ 5 – лука в межах підземного видобутку сірки № 1;

ПЯ 6 – нерекультурована ділянка з мінімальною кількістю трав'яної рослинності в межах підземного видобутку сірки № 2;

ПЯ 7 – лука в межах підземного видобутку сірки № 2;

ПЯ 8 – штучне соснове насадження в межах підземного видобутку сірки № 2;

ПЯ 9 – березова куртина біля дамби;

ПЯ 10 – соснова куртина біля дамби;

ПЯ 11 – зарості очерету біля дамби; КЯ – контроль (64-річне дубово-соснове насадження поблизу сірчаного кар'єру).

Таксономічний аналіз рослинного покриву в межах дослідних об'єктів здійснений за системою А.Л. Тахтаджяна (1972) [224]. На досліджених 12 ділянках у межах Яворівського сірчаного кар'єру було виділено 84 судинні та несудинні види рослин, які належать до 32 родин та 5 відділів. Найпредставленішими родинами є: Розоцвіті (*Rosaceae*), Бобові (*Fabaceae*), Айстрові (*Asteraceae*), Тонконогові (*Poaceae*), Ситникові (*Juncaceae*), Хвощові (*Equisetaceae*). Найменше траплялися такі родини як Дітріхові (*Ditrichaceae*), Плаунові (*Lycopodiaceae*), Щитникові (*Aspidiaceae*), Гвоздичні (*Caryophyllaceae*), Капустяні (*Brassicaceae*), Тимелієві (*Thymelaceae*), Жимолостеві (*Caprifoliaceae*), Маренові (*Rubiaceae*) та інші (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

**Таксономічний аналіз рослинного покриву Яворівського ДГХП «Сірка»  
(за системою А.Л. Тахтаджяна (1972))**

Родина	ПЯ 1	ПЯ 2	ПЯ 3	ПЯ 4	ПЯ 5	ПЯ 6	ПЯ 7	ПЯ 8	ПЯ 9	ПЯ 10	ПЯ 11	КЯ
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>
Відділ Мохоподібні ( <i>Bryophyta</i> )												
Політрихові – <i>Polytrichaceae</i>			+		+	+	+					
Дітрихові – <i>Ditrichaceae</i>						+						
Ентодонткові – <i>Entodontaceae</i>			+		+			+				+
Відділ Плауноподібні ( <i>Licopodiophyta</i> )												
Плаунові – <i>Lycopodiaceae</i>					+							
Відділ Хвощеподібні ( <i>Equisetophyta</i> )												
Хвощові – <i>Equisetaceae</i>	+		+		+	+		+	+	+		
Відділ Папоротеподібні ( <i>Polypodiophyta</i> )												
Безщитникові – <i>Athyriaceae</i>					+			+				+
Щитникові – <i>Aspidiaceae</i>			+		+							
Відділ Квіткові ( <i>Magnoliophyta</i> )												
Розоцвіті – <i>Rosaceae</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Жовтецеві – <i>Ranunculaceae</i>				+								+
Гвоздичні – <i>Caryophyllaceae</i>						+						
Гречкові – <i>Polygonaceae</i>				+	+	+	+	+				
Звіробійні – <i>Hypericaceae</i>		+	+		+	+						
Капустяні – <i>Brassicaceae</i>				+								
Вересові – <i>Ericaceae</i>			+			+						
Первоцвіті – <i>Primulaceae</i>						+		+				
Тимелієві – <i>Thymelaeaceae</i>												+
Бобові – <i>Fabaceae</i>	+	+	+	+		+	+		+	+	+	+
Онагрові – <i>Onagraceae</i>					+					+		

Геранієві – <i>Geraniaceae</i>					+							+
Бальзамінові – <i>Balsaminaceae</i>								+				+
Зонтичні – <i>Apiaceae</i>	+	+						+	+		+	+
Жимолостеві – <i>Caprifoliaceae</i>												+
Маренові – <i>Rubiaceae</i>												+
Шорстколисті – <i>Boraginaceae</i>									+			
Ранникові – <i>Scrophulariaceae</i>				+			+					+
Подорожникові – <i>Plantaginaceae</i>	+			+			+		+			+
Губоцвіті – <i>Lamiaceae</i>								+				+
Айстрові – <i>Asteraceae</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Конвалієві – <i>Convallariaceae</i>												+
Ситникові – <i>Juncaceae</i>	+		+	+	+	+	+	+				+
Осокові – <i>Superaceae</i>			+		+	+						
Тонконогові – <i>Poaceae</i>	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+
<b>Разом:</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>18</b>

Відповідно до проведених досліджень було встановлено, що у рослинному покриві найбільша кількість родин зустрічається на дослідній ділянці КЯ – контроль (18 родин), на ПЯ 5 – лука (15 родин), ПЯ 6 – нерекультивована ділянка на території підземного видобутку сірки № 2 (14 родин) та ПЯ 3 – березово-соснові куртини в межах підземного видобутку сірки № 1(12 родин); ПЯ 8 – створене соснове насадження в межах підземного видобутку сірки № 2 (11 родин) та ПЯ 4 – створене соснове насадження в межах підземного видобутку сірки № 1 (10 родин).

Дещо менше родин рослин обліковано на ПЯ 6 – нерекультивована ділянка з мінімальною кількістю трав'яних рослин (9 родин), ПЯ 1 – рекультивована ділянка з мінімальною кількістю рослин на території підземного видобутку сірки № 1 та ПЯ 9 – березова куртина біля дамби (8 родин). Найменша кількість родин рослин відзначена на ПЯ 2 – рекультивована ділянка з куртинними заростями берези в межах підземного видобутку сірки № 1, ПЯ 10 – соснова куртина біля дамби (6 родин) та

ПЯ 11 – зарості очерету біля дамби (5 родин).

Встановлено, що найпредставленіші родини з відділів Мохоподібні (*Bryophyta*), Плауноподібні (*Licopodiophyta*), Хвощеподібні (*Equisetophyta*), Папоротеподібні (*Polypodiophyta*) зустрічаються на луці (ПЯ 5) та на ділянці з березово-сосновими куртинами (ПЯ 3) в межах підземного видобутку сірки № 1.

З відділу Квіткові (*Magnoliophyta*) найбільша кількість родин переважає на ділянці з березово-сосновими куртинами (ПЯ 3), на луці (ПЯ 5), на нерекультивованій ділянці в межах підземного видобутку сірки № 2 (ПЯ 6) та на контролі (пристигаюче дубово-соснове насадження (КЯ).

Видова насиченість досліджених ділянок у межах Яворівського сірчаного кар'єру коливається в межах від 7 до 30 видів [111]. Найменша кількість видів (до 10 шт.) складає лише 16,6% від загальної кількості пробних площ, найбільший відсоток – 50% характеризує видову різноманітність 11-19 шт., що вказує на позитивні тенденції збагачення видового складу рослин на усіх дослідних ділянках (табл. 3.2).

**Таблиця 3.2**

**Видова насиченість фітоценозів на дослідних ділянках Яворівського сірчаного кар'єру**

Ознаки	Кількість видів, шт.		
	до 10	11-19	20 і більше
Кількість пробних площ	2	6	4
Відсоток від загальної кількості пробних площ (%)	16,6	50,0	33,4

Відповідно до вказівок І.Я. Акінфієва, В.В. Альохіна, О.Л. Бельгарда та В.В. Тарасова спектр домінуючих за відсотком трапляння родин відтворює склад регіональної флори, яка в даному випадку представлена злаками та різнотрав'ям [1; 111; 19; 212].

Зокрема, з найпоширеніших видів на більшості пробних площ відзначено ожину сизу (ПЯ 3, 4, 8, 9, 10, 11, КЯ), нечуйвітер волохатенький (ПЯ 2-4, 6, 7, 9), стенактис однорічний (ПЯ 1, 2, 5, 6, 11), ситник розлогий (ПЯ 1-5, 7, 8, КЯ), медову траву шерстисту (ПЯ 1-7, 9), деревій тисячолістий (ПЯ 2, 3, 5-7) та інші, що характеризуються середньою вибагливістю до вологи та помірною вибагливістю до ґрунтових умов. Це дозволило з'ясувати потенційні можливості видів, їхню конкурентну здатність (відношення до світла, тепла, вологи), що є визначальним у формуванні видового складу фітоценозів на аналізованій території. Таким чином було проаналізовано види рослин з найбільшим відсотком їхнього трапляння на усіх дослідних ділянках [210].

Передові позиції за траплянням на усіх дослідних ділянках Яворівського сірчаного кар'єру займають представники таких родин: *Asteraceae*, *Fabaceae*, *Poaceae*, *Rosaceae*, *Juncaceae*, *Equisetaceae*. Найбільший

відсоток трапляння мають такі види: *Juncus effusus* L. (трапляння 66,6%) – кормовий вид, тіньовитривалий, мезотроф, гігрофіт, є індикатором сирих та мокрих суборів; *Holcus lanatus* L. – світлолюбний вид родини злакових (66,6%), представники бобових – *Vicia cracca* L. (58,3%), *Medicago lupulina* (50,0%), чагарники *Rubus caesius* L. (58,3%) та інші (табл. 3.3) [19; 20].

Таблиця 3.3

**Найпоширеніші види рослин за частотою трапляння, в межах дослідних ділянок Яворівського сірчаного кар'єру**

Латинські назви	Родини	% трапляння	Ценоморфи за В.В. Тарасовим
1	2	3	4
<i>Phragmites communis</i> Trin.	<i>Poaceae</i>	41,6	PalSilPrRu
<i>Medicago lupulina</i> L.	<i>Fabaceae</i>	50,0	RuSilPr
<i>Solidago canadensis</i> L.	<i>Asteraceae</i>	50,0	RuSil
<i>Juncus effusus</i> L.	<i>Juncaceae</i>	66,6	RuPalSilPr
<i>Achillea millefolium</i> L.	<i>Asteraceae</i>	41,6	StPr
<i>Phalacrolooma annuum</i> L.	<i>Asteraceae</i>	41,6	RuSilPr
<i>Solidago virgaurea</i> L.	<i>Asteraceae</i>	41,6	RuSilPrPt
<i>Vicia cracca</i> L.	<i>Fabaceae</i>	58,3	RuSilPrPal
<i>Equisetum arvense</i> L.	<i>Equisetaceae</i>	41,6	RuSilPrPt
<i>Holcus lanatus</i> L.	<i>Poaceae</i>	66,6	RuSilPr
<i>Hieracium pilosella</i> L.	<i>Asteraceae</i>	50,0	RuSilPr
<i>Rubus caesius</i> L.	<i>Rosaceae</i>	58,3	RuSilPr

Примітка: **Pal.** – болотна рослина (гелофіт); **Pr.** – пратант (лучна рослина); **Ru.** – рудерант (ценозів бур'янів); **Sil.** – сільвант (лісова рослина); **St.** – степант (степова рослина); **Pt.** – петрофіл (вид кам'янистих ґрунтів).

Відповідно до переліку найпоширеніших видів рослин на дослідних ділянках кар'єру, встановлено, що тут домінують рудеральні, лучні, лучно-чагарникові, лісо-лучні, лучно-болотні та лучно-степові види, які характеризуються значною екологічною пластичністю та здатністю поширюватись на порушених територіях. В межах аналізованих територій найбільш представлені види із стрижневою, кореневищною, повзучекореневищною, короткокореневищною, мичкуватою та дернинною кореневидами системами [212; 79].

Представлений видовий склад рослин підкреслює важливу їх властивість до міцного скріплення із субстратом, для забезпечення вологою та поживними речовинами життєвих процесів в оліготрофних умовах. Поряд з багаторічниками (кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale* Wigg.), латук дикий (*Lactuca serriola* Torner), золототисячник малий (*Centaureum erythraea* Rafn.), деревій тисячолістий (*Achillea millefolium* L.)), які відзначаються важливою здатністю формувати потужну кореневу систему, тут поширені

трав'янисті однорічники та дворічники (шпергель польовий (*Spergula arvensis* L.), грицики звичайні (*Capsella bursa-pastoris* L.), буркун білий (*Melilotus albus* Medik.) та інші).

Детальний аналіз видів на кожній з дослідних ділянок Яворівського сірчаного кар'єру дозволив встановити видову різноманітність, проєктивне покриття та екологічні характеристики рослин переважаючих фітоценозів (дод. Б.2).

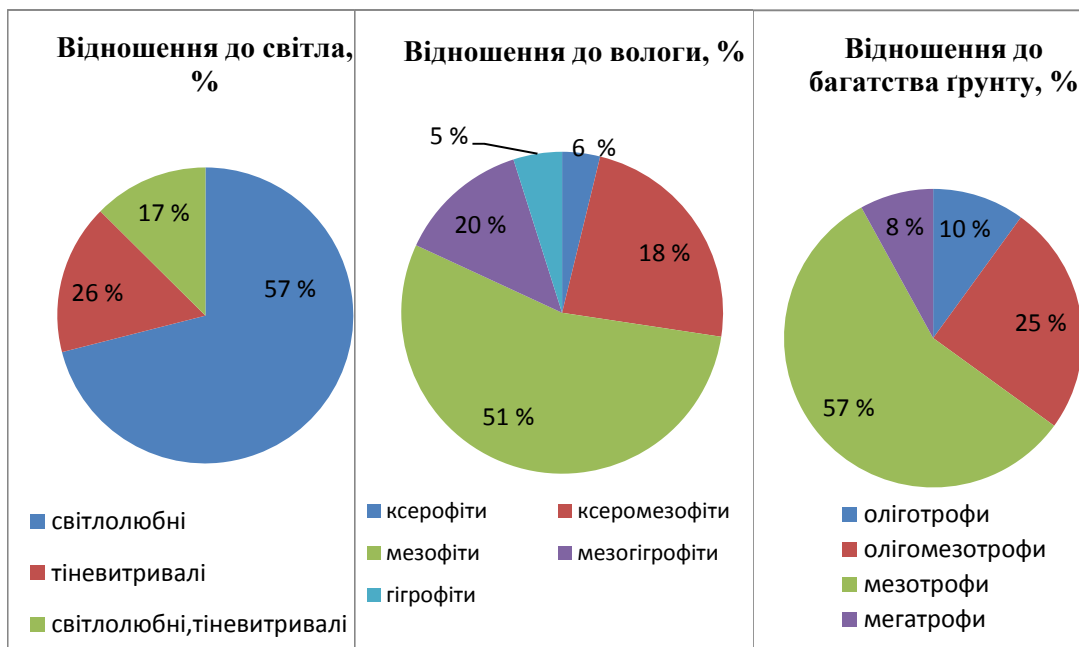
Відповідно до досліджень, найбільша кількість видів рослин була облікована на ПЯ 6 – нерекультивованій ділянці в межах підземного видобутку сірки № 2 (30 видів), на контролі ПЯ – у дубово-сосновому деревостані (25 видів), на ПЯ 2 – рекультивованій ділянці з куртинними заростями берези в межах підземного видобутку № 1 (22 види) та ПЯ 1 – рекультивована ділянка з мінімальною кількістю рослинності на території підземного видобутку сірки № 1 (21 вид).

Дещо менше видів рослин відзначено на ПЯ 3 – березово-соснові куртини в межах підземного видобутку сірки № 1 (19 видів); ПЯ 9 – березова куртина біля дамби (18 видів), штучно створене соснове насадження в межах підземного видобутку сірки № 1 (16 видів) та соснове насадження в межах підземного видобутку сірки (14 видів). Найменша кількість видів представлена на ділянках ПЯ 11 – зарості очерету біля дамби (7 видів) та на ПЯ 10 – соснова куртина біля дамби. Істотний вплив на зменшення різноманіття видового складу рослин на дослідних ділянках має зміна показника освітленості під наметом створених лісових насаджень та внаслідок масивного заростання очерету.

Варто зазначити, що за географічними ареалами поширення в межах аналізованого кар'єру найбільш характерні широкоареальні види голарктичного, євразійського, європейського та євразійсько-північно-африканського типів (плевроцій Шребера (*Pleurozium schreberi* (Willd. Ex Brid.) Mitt.), плаун булавовидний (*Lycopodium clavatum* L.), безщитник жіночий (*Athyrium filix-femina* (L.) Roth.), суниці лісові (*Fragaria vesca* L.), звіробій звичайний (*Hypericum perforatum* L.), нечуйвітер волохатенький (*Hieracium pilosella* L.) та інші) [68]. Також відзначені значні відхилення від середніх показників флористичної структури на території окремих дослідних об'єктів. Тут зустрічаються нетипові пльорирегіональні, циркумполярні, Євро-Середземноморсько-Західноазійські, Євро-Середземноморсько-Кавказько-Західносибірські види (конюшина повзуча *Trifolium repens* L.), перстач гусячий (*Potentilla anserina* L.), лядвенець польовий (*Lotus arvensis* L.), герань криваво-червона (*Geranium sanguineum* L.) та інші).

Встановлено, що видова структура рослинності Яворівського сірчаного кар'єру за відношенням до світла (хвощ польовий (*Equisetum arvense* L.), ожина сиза (*Rubus caesius* L.), звіробій звичайний (*Hypericum perforatum* L.), деревій тисячолістий (*Achillea millefolium* L.) нечуйвітер волохатенький (*Hieracium pilosella* L.) та інші) належить до світлолюбних видів (57%), за відношенням до вологи (плевроцій Шребера (*Pleurozium schreberi* Willd. Ex

Brid. Mitt.), хвощ польовий (*Equisetum arvense* L.), ожина сиза (*Rubus caesius* L.), медова трава шерстиста (*Holcus lanatus* L.) та інші.) – до мезофітів (51%), за багатством ґрунту (хвощ польовий (*Equisetum arvense* L.), ожина сиза (*Rubus caesius* L.), люцерна хмелевидна (*Medicago lupulina* L.), деревій тисячолістий (*Achillea millefolium* L.), золотарник звичайний (*Solidago virgaurea* L.) та інші) – до мезотрофів (57%) (рис. 3.1) [68; 224].



**Рис. 3.1. Екологічна характеристика фітоценозів пробних площ Яворівського сірчаного кар'єру**

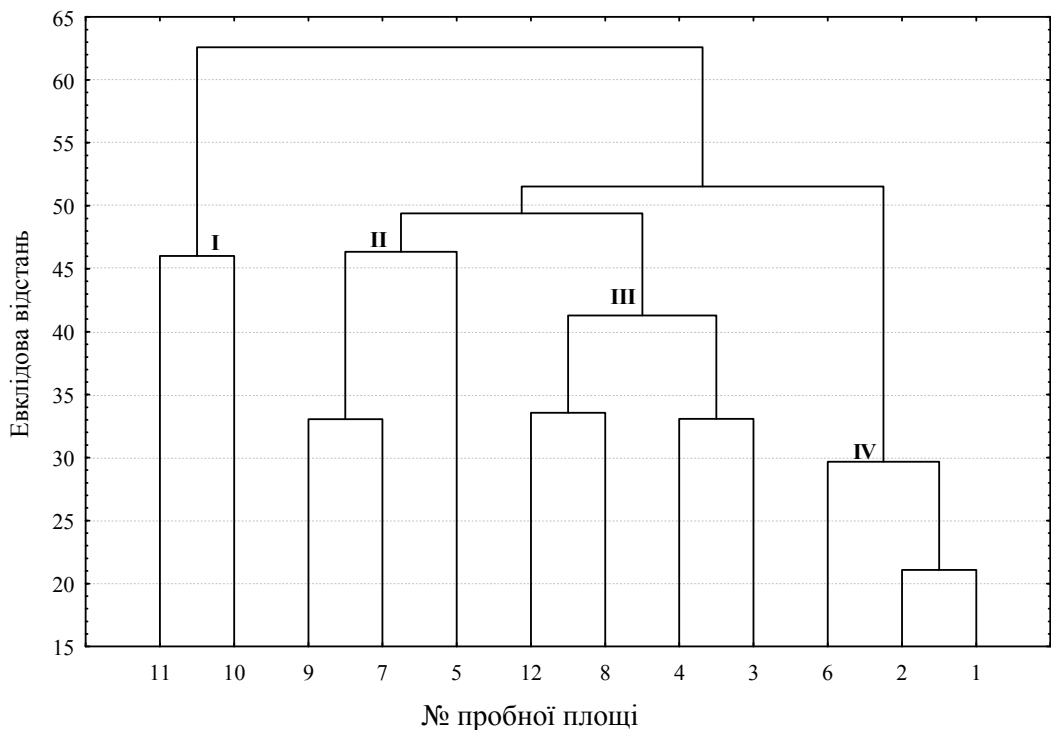
Аналіз зв'язків за показниками розвитку трав'яного покриву між дослідними ділянками в межах Яворівського сірчаного кар'єру, дозволив відзначити, що перша група дослідних ділянок, за подібністю формування рослинних угруповань, представлена пробною площею № 10 (соснова куртина біля дамби) та № 11 (зарості очерету).

Вони розташовані досить близько одна від одної, характеризуються подібними ґрунтово-гідрологічними та мікрокліматичними умовами, що зумовило формування подібних за видовим складом рослинних асоціацій.

Друга група пробних площ, об'єднаних за показниками розвитку трав'яного покриву, сформована за участю пробних площ ПЯ 5 – лука в межах підземного видобутку сірки № 1, ПЯ 7 – лука в межах підземного видобутку сірки № 2, ПЯ 9 – березова куртина біля дамби.

Третя група пробних площ, близьких за напрямком формування рослинного покриву, представлена ділянками ПЯ 3 – березово-соснові куртини в межах підземного видобутку сірки № 1; ПЯ 4 – штучно створене

соснове насадження в межах підземного видобутку сірки № 1; ПЯ 8 – соснове насадження в межах підземного видобутку сірки № 2; КЯ 12 – контроль (дубово-соснове насадження). Формування специфічного мікроклімату для розвитку рослинного покриву, внаслідок розростання деревної рослинності і зміни освітленості піднаметових трав'яних рослин, зумовило поєднання представлених пробних площ у одну групу (рис. 3.2).



**Рис. 3.2.** Дендрограма зв'язків за показниками розвитку трав'яного покриву між дослідними ділянками в умовах Яворівського сірчаного кар'єру (метод повного зв'язування)

Четверта група пробних площ, близьких за напрямком формування рослинного покриву, представлена дослідними площами ПЯ 6 – нерекультивована площа з мінімальною кількістю трав'яних рослин в межах підземного видобутку сірки № 2, ПЯ 2 – рекультивована ділянка з куртинними заростями берези в межах підземного видобутку сірки № 1 та ПЯ 1 рекультивована ділянка з мінімальною кількістю рослинності на території підземного видобутку сірки № 1.

Варто зазначити, що на всіх представлених дослідних ділянках відтворення рослинного покриву проходить в екстремальних умовах (бідні ґрунтосуміші, різкі перепади кліматичних показників), що мало свій вплив на процес відтворення рослинності.

Найбільш близькими за показниками розвитку трав'яного покриву



відзначено 2, 3 та 4 групу пробних площ. Дещо інші особливості відтворення рослинності характерні для 1 групи пробних площ, де домінуючий вплив на появу рослинних видів мають зарості очерету.

Для вивчення видової структури рослинного покриву на території Новороздільського сірчаного кар'єру були закладені наступні стаціонарні пробні площі: ПН 1 – дубове насадження на відвалі кар'єру; ПН 2 – тополеве насадження на відвалі кар'єру; ПН 3 – вільхово-ясенево-черешневе насадження на відвалі кар'єру (західний схил); ПН 4 – зарості чагарників на відвалі кар'єру; ПН 5 – лука; ПН 6 – липово-черешневе насадження на відвалі кар'єру (східний схил); ПН 7 – вершина пагорба на відвалі кар'єру; ПН 8 – зарості очерету на відвалі кар'єру; ПН 9 – в'язово-вільхове насадження на відвалі кар'єру; КН – контроль (стигле грабово-дубове насадження).

Під час досліджень тут виділено 73 судинних та несудинних види рослин, які належать до 30 родин та 4 відділів [68; 224]. Найпоширенішими родинами є: Зонтичні (*Apiaceae*), Жовтецеві (*Ranunculaceae*), Розоцвіті (*Rosaceae*), Айстрові (*Asteraceae*), Ентодонтіві (*Entodontaceae*). Найменше зустрічаються такі родини – Щитникові (*Aspidiaceae*), Гвоздичні (*Caryophyllaceae*), Первоцвіті (*Primulaceae*), Геранієві (*Geraniaceae*), Бальзамінові (*Balsaminaceae*), Шорстколисті (*Boraginaceae*) та інші

На підставі проведених досліджень встановлено, що найбільше родин зустрічається на контролі (16 родин); на ділянках ПН 6 – липово-черешневе насадження на відвалі кар'єру, східний схил (13 родин); ПН 1 – дубове насадження на відвалі кар'єру (10 родин); ПН 3 – вільхово-ясенево-черешневе насадження, західний схил (10 родин); ПН 4 – зарості чагарників на відвалі кар'єру (10 родин) та ПН 5 – лука на відвалі кар'єру (9 родин).

Відповідно до переліку найпоширеніших видів рослин на дослідних ділянках Новороздільського кар'єру встановлено, що тут переважають рудеральні, лісо-лучні, лучні, лучно-чагарникові, лучно-болотні та лучно-степові види, які характеризуються значною екологічною пластичністю та здатністю займати новостворені ґрунтосуміші.

Істотний вплив на формування видового різноманіття трав'яної рослинності в межах аналізованих територій мало створення штучних лісових насаджень різного видового складу. Це сприяло появі трав'яних видів менш вибагливих до освітлення.

Поряд із тим, в межах дослідних об'єктів Новороздільського кар'єру широко представлені види із стрижневою, повзуче кореневищною, кореневищною, короткочореневищною, мичкуватою та дернинною кореневими системами (хвощ польовий (*Equisetum arvense* L.), ожина сиза (*Rubus caesius* L.), анемона дібровна (*Anemone nemorosa* L.), лядвенець болотний (*Lotus uliginosus* Schurh.), розрив-трава звичайна (*Impatiens noli-tangere* L.), бедринець ломикаменевий (*Pimpinella saxifraga* L.), живокіст лікарський (*Symphytum officinale* L.) та інші), що сприяє активному використанню сформованого субстрату для забезпечення їх життєдіяльності (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

**Таксономічний аналіз рослинного покриву Новороздільського ДГХП «Сірка» (за системою А.Л. Тахтаджяна, 1972)**

Родина	ПН 1	ПН 2	ПН 3	ПН 4	ПН 5	ПН 6	ПН 7	ПН 8	ПН 9	КН 10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Відділ Мохоподібні ( <i>Bryophyta</i> )										
Ентодонтіві – <i>Entodontaceae</i>			+	+	+	+	+	+	+	
Відділ Хвощеподібні ( <i>Equisetophyta</i> )										
Хвощові – <i>Equisetaceae</i>	+		+	+			+			
Відділ Папоротеподібні ( <i>Polypodiophyta</i> )										
Щитникові – <i>Aspidiaceae</i>						+				
Відділ Квіткові ( <i>Magnoliophyta</i> )										
Розоцвіті – <i>Rosaceae</i>	+	+	+	+	+	+	+			
Жовтецеві – <i>Ranunculaceae</i>	+	+		+	+	+		+	+	+
Хвилівникові – <i>Aristolochiaceae</i>										+
Гвоздичні – <i>Caryophyllaceae</i>							+			
Первоцвіті – <i>Primulaceae</i>										+
Бобові – <i>Fabaceae</i>	+	+	+	+	+					
Геранієві – <i>Geraniaceae</i>										+
Бальзамінові – <i>Balsaminaceae</i>						+				
Маренові – <i>Rubiaceae</i>	+		+		+	+				+
Шорстколисті – <i>Boraginaceae</i>					+					
Ранникові – <i>Scrophulariaceae</i>				+		+				
Зонтичні – <i>Apiaceae</i>	+	+		+	+	+	+			+
Жимолостеві – <i>Caprifoliaceae</i>			+			+				+
Подорожникові – <i>Plantaginaceae</i>	+	+	+							+
Губоцвіті – <i>Lamiaceae</i>	+					+	+		+	+
Айстрові – <i>Asteraceae</i>	+	+	+	+	+	+		+		+
Осокові – <i>Superaceae</i>										+
Тонконогові – <i>Poaceae</i>	+	+	+		+			+		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Березові – <i>Betulaceae</i>										+
Сапіндові – <i>Sapindaceae</i>										+
Гортензієві – <i>Hydrangeaceae</i>										+
Маслинові – <i>Oleaceae</i>						+				
Деренові – <i>Cornaceae</i>			+							
Виноградові – <i>Vitaceae</i>				+						
Кропивні – <i>Urticaceae</i>				+						
Макові – <i>Papaveraceae</i>										+
Хвилівникові – <i>Aristolochiaceae</i>										+
Разом:	10	7	10	10	9	13	5	5	3	16

Видова насиченість досліджених пробних площ в межах Новороздільського сірчаного кар'єру коливається від 4 до 20 видів. Найменша кількість видів (до 10 шт.) складає лише 30% від загальної

кількості пробних площ, найбільше 50% характеризує видову різноманітність 11-19 шт., 20% – займає видова насиченість 20 і більше видів. Це свідчить про достатній показник видів в межах аналізованої території (табл. 3.5) [68; 111; 224].

**Таблиця 3.5**

**Видова насиченість фітоценозів Новороздільського сірчаного кар'єру**

Ознаки	Кількість видів, шт.		
	до 10	11-19	20 і більше
Кількість пробних площ	3	5	2
Відсоток від загальної кількості пробних площ (%)	30,0	50,0	20,0

Порівнюючи видову насиченість, в межах досліджених фітоценозів Яворівського та Новороздільського кар'єрів, можна відзначити, що встановлені показники мають схожу тенденцію щодо домінування в межах територій близько 11-19 видів рослин.

На всіх дослідних ділянках Новороздільського сірчаного кар'єру переважаючими родинами є: *Asteraceae*, *Ranunculaceae*, *Rubiaceae*, *Entodontaceae*. Найбільший відсоток трапляння займають такі види: *Pleurozium schreberi* (Wild. ex Brid.) Mitt. (трапляння 70,0) – індикатор свіжих та вологих борів та суборів, *Ranunculus acris* L. (60,0) та інші представники рудеральної рослинності (табл. 3.6).

**Таблиця 3.6**

**Найпоширеніші види рослин за частотою трапляння, в межах дослідних ділянок Новороздільського сірчаного кар'єру**

Латинські назви	Родини	% трапляння	Ценоморфи за В.В. Тарасовим
<i>Ranunculus acris</i> L.	<i>Ranunculaceae</i>	60,0	RuPr Sil
<i>Tussilago farfara</i> L.	<i>Asteraceae</i>	40,0	RuPtSilPrPs
<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.	<i>Asteraceae</i>	40,0	RuSilPr
<i>Galium aparine</i> L.	<i>Rubiaceae</i>	40,0	RuSil
<i>Pleurozium schreberi</i> (Wild. ex Brid.) Mitt.	<i>Entodontaceae</i>	70,0	SilPalPr

**Примітка:** **Pal.** – болотна рослина (гелофіт); **Pr.** – пратант (лучна рослина); **Ru.** – рудерант (ценозів бур'янів); **Sil.** – сільвант (лісова рослина); **Pt.** – петрофіл (вид кам'янистих ґрунтів); **Ps.** – псамофіти (представники піщаної рослинності).

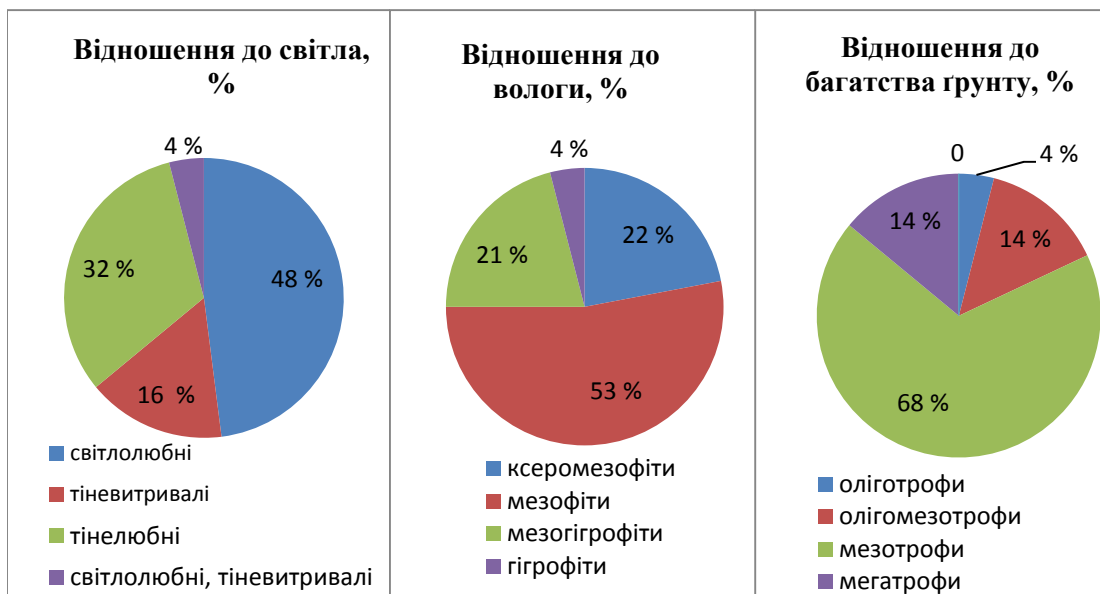
Детальний аналіз видів рослин по кожній із дослідних ділянок Новороздільського сірчаного кар'єру дозволив встановити видову різноманітність, проективне покриття та екологічні характеристики рослин переважаючого фітоценозу (дод. Б.3).

Встановлено, що найбільша кількість видів рослин облікована на ділянках ПН 5 – лука на відвалі кар'єру (20 видів); ПН 8 – зарості очерету на

відвалі кар'єру (20 видів) та ПН 10 – контроль (19 видів).

Дещо менше видів рослин відзначено на ділянках ПН 9 – в'язово-вільхове насадження на відвалі кар'єру (17 видів), ПН 7 – вершина пагорба на відвалі кар'єру (16 видів), ПН 3 – вільхово-ясенево-черешневе насадження на відвалі кар'єру (західний схил) (13 видів) та ПН 4 зарості чагарників на відвалі кар'єру (12 видів). Найменша кількість видів зустрічається на ділянках ПН 1 – дубове насадження на відвалі кар'єру (7 видів), ПН 6 – липово-черешневе насадження (східний схил) (5 видів) та ПН 2 – тополеве насадження на відвалі кар'єру (4 види).

Видова структура рослин Новороздільського сірчаного кар'єру представлена на 48% представлена світлолюбними видами (жовтець їдкий (*Ranunculus acris* L.), коронарія зозуляча (*Coronaria flos-cuculi* (L.) Fourg.), подорожник ланцетолистий (*Plantago lanceolata* L.), кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale* Wigg.), очерет звичайний (*Phragmites communis* Trin.) та інші), на 53 % – мезофітами (плевроцій Шребера (*Pleurozium schreberi* (Willd. Ex Brid.) Mitt.), *ожина сиза* (*Rubus caesius* L.), зірочник лісовий (*Stellaria holostea* L.), герань криваво-червона (*Geranium sanguineum* L.), підлісник європейський (*Sanicula europaea* L.) та інші), на 68 % – мезотрофами (хвощ польовий (*Equisetum arvense* L.), *гравілат міський* (*Geum urbanum* L.), жовтець їдкий (*Ranunculus acris* L.), зірочник лісовий (*Stellaria holostea* L.) [68; 111; 224] (рис. 3.3).

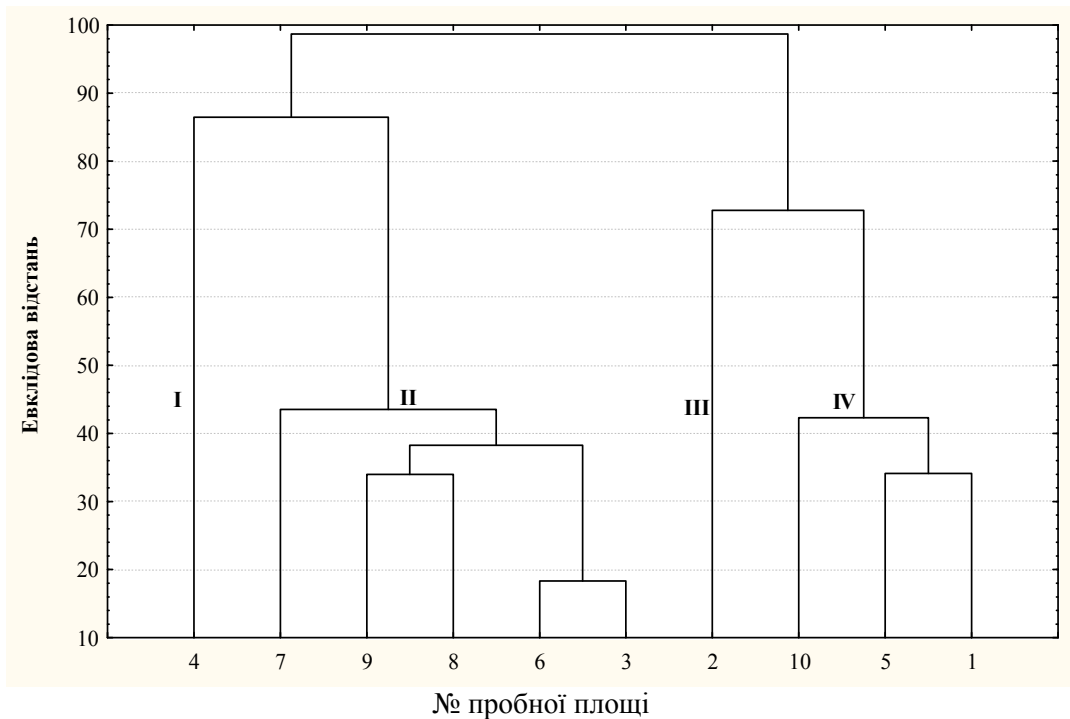


**Рис. 3.3. Екологічна характеристика фітоценозів пробних площ Новороздільського сірчаного кар'єру**

Поряд із тим, у видовому складі трав'яних рослин відзначено істотну

кількість тіневитривалих (костриця лучна (*Festuca pratensis* Huds.), підбіл звичайний (*Tussilago farfara* L.) та тінелюбних (горлянка повзуча (*Ajuga reptans* L.), підлісник європейський (*Sanicula europaea* L.)) видів. Також спостерігається значна сукупність мезоевтрофів (живокіст лікарський (*Symphytum officinale* L., анемона дібровна (*Anemone nemorosa* L.)) та евтрофів (яглиця звичайна (*Aegopodium podagraria* L.), вероніка дібровна (*Veronica chamaedrys* L.), полин звичайний (*Artemisia vulgaris* L.)).

Провівши аналіз зв'язків між дослідними ділянками в межах Новороздільського сірчаного кар'єру за показниками розвитку трав'яного покриву, можна відзначити, що найбільшою за кількістю пробних площ із подібним формуванням рослинних угруповань є друга група дослідних ділянок, яка об'єднує пробні площі № 3 (вільхово-ясенево-черешневе насадження), № 6 (липово-черешневе насадження), № 7 (вершина пагорба), № 8 (зарості очерету) та № 9 (в'язово-вільхове насадження) (рис. 3.4).



**Рис. 3.4. Дендрограма зв'язків між дослідними ділянками в умовах Новороздільського сірчаного кар'єру за показниками розвитку трав'яного покриву (метод повного зв'язування)**

Вони характеризуються подібними ґрунтово-гідрологічними, мікрокліматичними умовами та розташуванням, що зумовило формування близьких за видовим складом рослинних асоціацій.

Деяко меншою за кількістю пробних площ з подібними особливостями формування трав'яного покриву є четверта група дослідних ділянок, до

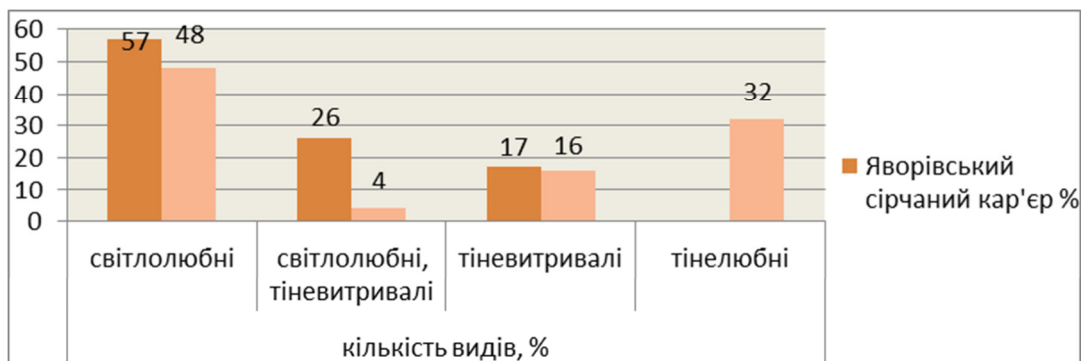
складу якої входять пробні площі № 1 – (дубове насадження), № 5 – лука та № 10 (контроль).

Менш тісна залежність за напрямком формування рослинності, відзначена між рослинністю пробної площі № 4 – зарості чагарників і рослинними угрупованнями другої групи пробних площ.

Подібна залежність відзначена за напрямком формування рослинності між ділянкою № 2 – тополеве насадження та четвертою групою пробних площ.

Загалом на дослідних ділянках Яворівського та Новороздільського сірчаних кар'єрів зустрічаються спільні родини для двох об'єктів: Жовтецеві (*Ranunculaceae*), Розоцвіті (*Rosaceae*), Айстрові (*Asteraceae*), Ентодонтіві (*Entodontaceae*), Бобові (*Fabaceae*), Тонконогові (*Poaceae*), Хвощові (*Equisetaceae*), Подорожникові (*Plantaginaceae*) та інші. Частково відбувається випадання певних родин, які включають рудеральні, степові та лугові види (Яворівський сірчаний кар'єр) та з'являється спектр родин, з лісовими видами рослин (Новороздільський сірчаний кар'єр).

Порівняльний аналіз екологічних характеристик рослинності на пробних площах Яворівського та Новороздільського сірчаних кар'єрів дозволив відзначити, що видовий склад рослин Яворівського сірчаного кар'єру характеризується значною перевагою світлолюбних і незначним представництвом середньовибагливих та тіневитривалих видів (рис. 3.5).

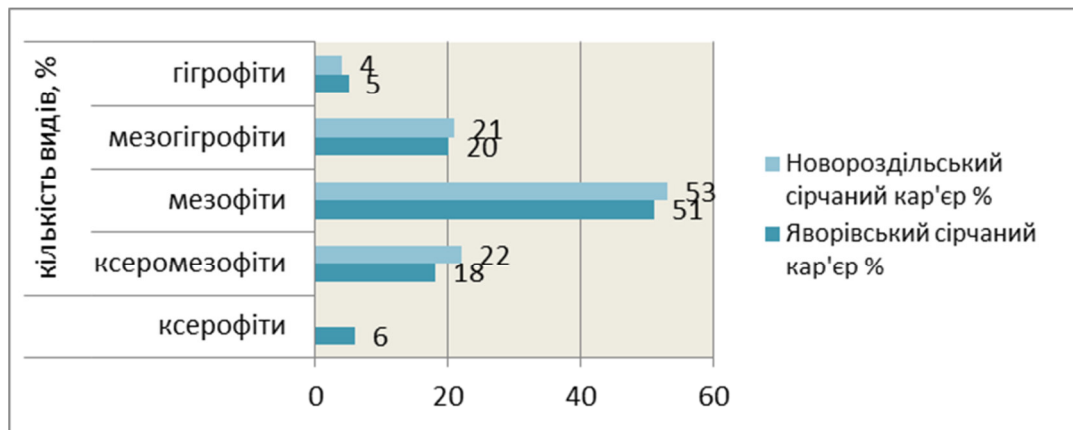


**Рис. 3.5. Співвідношення рослин за відношенням до світла на території досліджуваних кар'єрів**

Поряд із тим, рослинність Новороздільського сірчаного кар'єру характеризується меншою перевагою в порівнянні з рослинністю Яворівського кар'єру, світлолюбних видів та істотним збільшенням рослин, які характеризуються середньою вибагливістю до світла, середньою тіневитривалістю та тінелюбністю (дод. А, Б) [108; 109].

Близькими за гідрологічними умовами є аналізовані ділянки в межах Яворівського та Новороздільського сірчаних кар'єрів, де домінуючими ділянками є достатньо зволожені території. Внаслідок подібності поверхневих

шарів в межах розташування досліджуваних кар'єрів, де верхній горизонт був сформований четвертинними відкладами різного походження, під якими залягали тортонські осадові товщі, зовнішні відвали тут були відсипані четвертинними суглинками, а в окремих місцях неогеновими мергелями та глинами. Відповідно сформований механічний склад ґрунтотвірного субстрату (глинисто-мергелевий) визначає його основні агрономічні властивості (повітряний, водний та тепловий режими), від яких залежить запас поживних речовин, рухомість та ефективність дії мікроелементів (рис. 3.6).

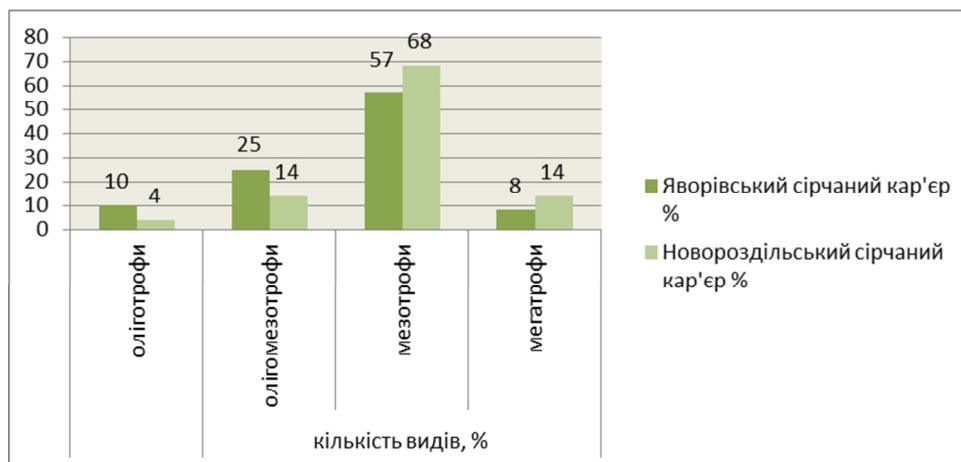


**Рис. 3.6. Співвідношення рослин за відношенням до вологи на території досліджуваних кар'єрів**

Механічний склад ґрунтосумішей зумовлює їх вологоємність, здатність утримувати вологу, вбирати її з водоносних горизонтів та створює умови для поширення характерної рослинності. Зокрема, як показали дослідження, на території Яворівського та Новороздільського сірчаних кар'єрів істотно (від 51 до 64 %) переважають середньо-вибагливі до вологи види.

Також у межах Яворівського кар'єру, в порівнянні з Новороздільським, в більшому обсязі представлені ксерофіти, ксеромезофіти та гігрофіти. Дещо менше у відсотковому відношенні тут поширені мезофіти та мезогігрофіти, що зумовлено сформованими ґрунтосумішами, ґрунтово-гідрологічними умовами та рослинними угрупованнями. Гранулометричний склад ґрунтосумішей має визначальну роль у формуванні ґрунтів на порушених територіях Глинисто-мергелеві ґрунтосуміші, які переважають у межах досліджуваних кар'єрів, відзначаються низьким вмістом гумусу та NPK, що вказує на те, що їх можна віднести до категорії дуже бідних ґрунтів [108; 109].

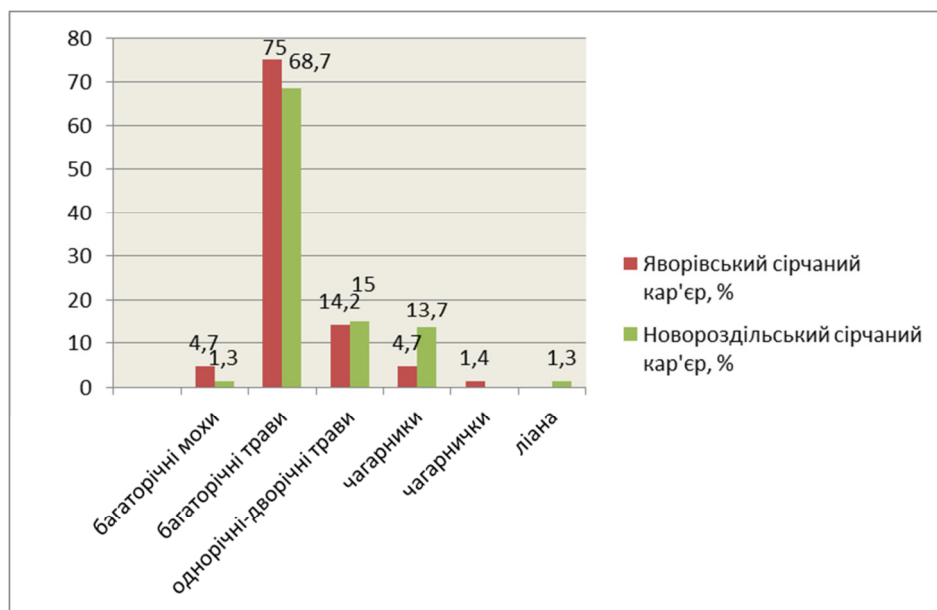
Проте, гранулометричний склад цих ґрунтосумішей сприятливий для формування багатих ґрунтів, що підтверджується видовим складом рослин, (рис. 3.7).



**Рис. 3.7. Співвідношення рослин за відношенням до ґрунту на території досліджуваних кар'єрів**

Так, проведені дослідження дозволили відзначити, що на пробних площах у межах Яворівського та Новороздільського сірчаних кар'єрів, найбільш представленими є мезотрофи та олігомезотрофи.

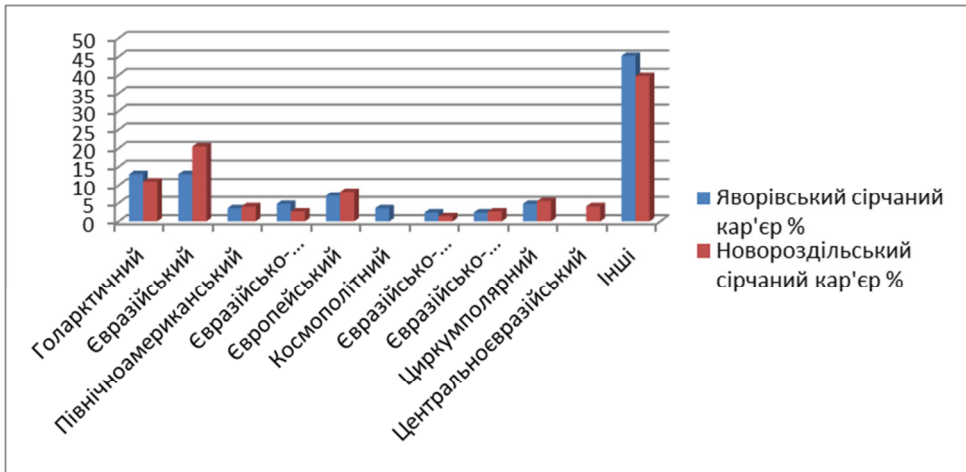
Аналіз приналежності рослин до відповідних життєвих форм на досліджених кар'єрах дозволив виявити домінування багаторічних трав (Яворівський сірчаний кар'єр – 75%, Новороздільський сірчаний кар'єр – 68,7%) (рис. 3.8).



**Рис. 3.8. Співвідношення рослин за життєвими формами на території досліджуваних кар'єрів**

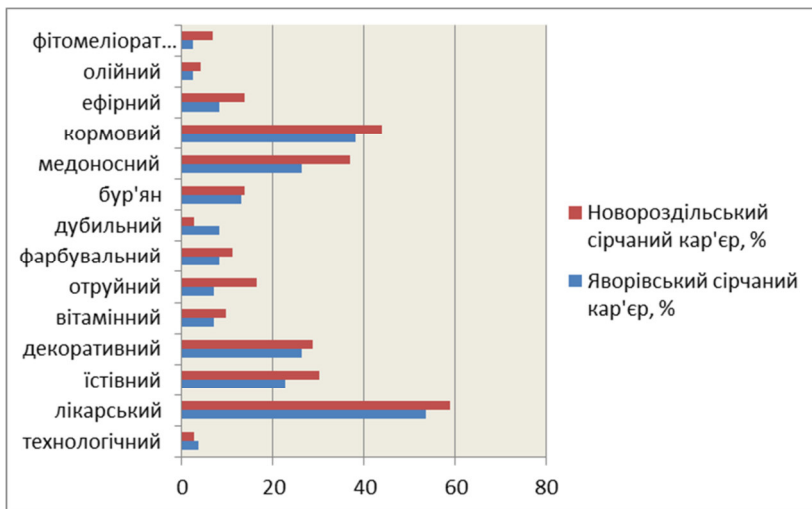


Відповідно до проведених досліджень встановлено, що за властивостями рослин і їх практичним значенням у господарському використанні панівне місце займають лікарські види (Яворівський сірчаний кар'єр – 53,6%, Новороздільський сірчаний кар'єр – 58,9%), а за кормовим призначенням на території Яворівського сірчаного кар'єру рослини складають майже 38%, а в межах Новороздільського кар'єру – 43,8% (рис. 3.9).



**Рис. 3.9.** Співвідношення рослин за властивостями та практичним значенням на території досліджуваних кар'єрів

За географічними ареалами в межах Яворівського та Новороздільського кар'єрів найпоширенішими є широко ареальні голарктичні, євразійські, європейські види (рис. 3.10) [68].



**Рис. 3.10.** Співвідношення видів рослин за географічними ареалами поширення

У цілому встановлено, що в межах Яворівського сірчаного кар'єру для відновлення рослинних угруповань необхідно надавати перевагу видам, які зростають в умовах суборів і сугрудів, а на території відвалів Новороздільського сірчаного кар'єру переважаючими видами повинні бути рослини, які домінують у сформованих асоціаціях сугрудових та грудових типів [189].

### 3.2. Фітоценотична структура рослинного покриву відвалів

Рослинність на пробних площах Яворівського сірчаного кар'єру сформувалась за участю різнотрав'я, злакових рослин і деревних видів, на що вказують сформовані рослинні асоціації (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

#### Рослинні асоціації фітоценозів пробних площ Яворівського сірчаного кар'єру (за В.В. Альохіним) [1]

Пробна площа	Рослинні угруповання	Флористичний склад
1	2	3
<b>Яворівський сірчаний кар'єр</b>		
ПЯ 1	Куничниково-стенактисове	<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth. (C)+ <i>Phalacrolooma annuum</i> L. (C <sub>1</sub> )
ПЯ 2	Березово-куничниково-стенактисове	<i>Betula pendula</i> Roth. (A) - <i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth. (C)+ <i>Phalacrolooma annuum</i> L. (C <sub>1</sub> )
ПЯ 3	Березово-сосново-осоково-мохове	<i>Betula pendula</i> Roth.+ <i>Pinus sylvestris</i> L. (A) – <i>Carex hirta</i> L. (C) – <i>Polytrichum commune</i> Hedw. (D)
ПЯ 4	Сосново-мітлицево-ожиново-мохове	<i>Pinus sylvestris</i> L. (A) - <i>Agrostis tenuis</i> Sibth. (C) – <i>Rubus caesius</i> L. (B) – <i>Polytrichum commune</i> Hedw. (D)
ПЯ 5	Подорожничково-різнотравне	<i>Plantago lanceolata</i> L. (C) +Mixthoherbetum
ПЯ 6	Куничниково-нечуйвітрово-мохове	<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth. (C)+ <i>Hieracium pilosella</i> L. (C <sub>1</sub> ) – <i>Polytrichum commune</i> Hedw. (D)
ПЯ 7	Нечуйвітрово-різнотравне	<i>Hieracium pilosella</i> L. (C) + Mixthoherbetum
ПЯ 8	Сосново-ожиново-плевроцієво-ситникове	<i>Pinus sylvestris</i> L. (A) - <i>Rubus caesius</i> L. (B) – <i>Pleurozium schreberi</i> (Willd. Ex Brid.) Mitt. (D) - <i>Juncus effusus</i> L. (C)
ПЯ 9	Тонконогово-нечуйвітрово-різнотравне	<i>Poa pratensis</i> L. (C)+ <i>Hieracium pilosella</i> L.(C <sub>1</sub> )+ Mixthoherbetum
ПЯ 10	Горшково-хвощово-ожинове	<i>Vicia cracca</i> L.+ <i>Equisetum arvense</i> L. (C) – <i>Rubus caesius</i> L. (B)
ПЯ 11	Очеретово-горшково-ожинове	<i>Phragmites communis</i> Trin. (C)+ <i>Vicia cracca</i> L. (C <sub>1</sub> ) – <i>Rubus caesius</i> L. (B)
Контроль	Сосново-суницево-ожиново-плевроцієве	<i>Pinus sylvestris</i> L. (A) – <i>Fragaria vesca</i> L. (C) – <i>Rubus caesius</i> L. (B) – <i>Pleurozium schreberi</i> (Willd. Ex Brid.) Mitt. (D)

У межах рекультивованої ділянки на території підземного видобутку сірки №1 під впливом різних екологічних та антропогенних чинників сформувалось декілька рослинних угруповань. Зокрема, на аналізованій території за участю трав'яних рослин, було виділено куничниково-стенактисову асоціацію (рис. 3.11).

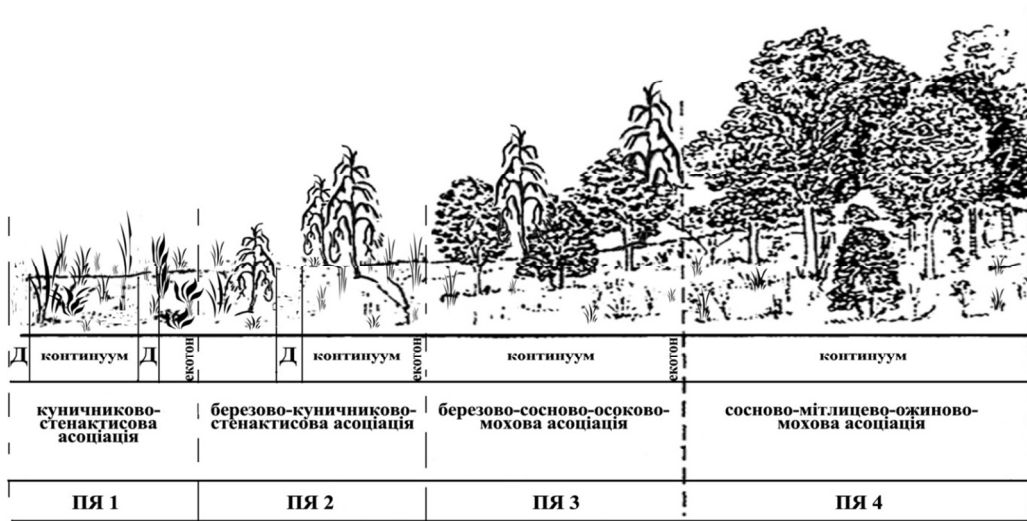


Рис. 3.11. Рослинні асоціації в межах підземного видобутку сірки №1

Поступова зміна видового складу (куничник наземний (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth.), стенактис однорічний (*Stenactis annuum* (L.) Nees), підбіл звичайний (*Tussilago farfara* L.), золототисячник малий (*Centaureum erythraea* Rafn.), кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale* Wigg.) сприяла появі самосіву берези повислої, що зумовило зміну мікрокліматичних показників і формування березово-куничниково-стенактисової рослинної асоціації.

Серед домінуючих видів тут представлені куничник наземний (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth.), стенактис однорічний (*Stenactis annuum* (L.) Nees), золотарник звичайний (*Solidago virgaurea* L.), будяк польовий (*Cirsium arvense* L.) та інші види.

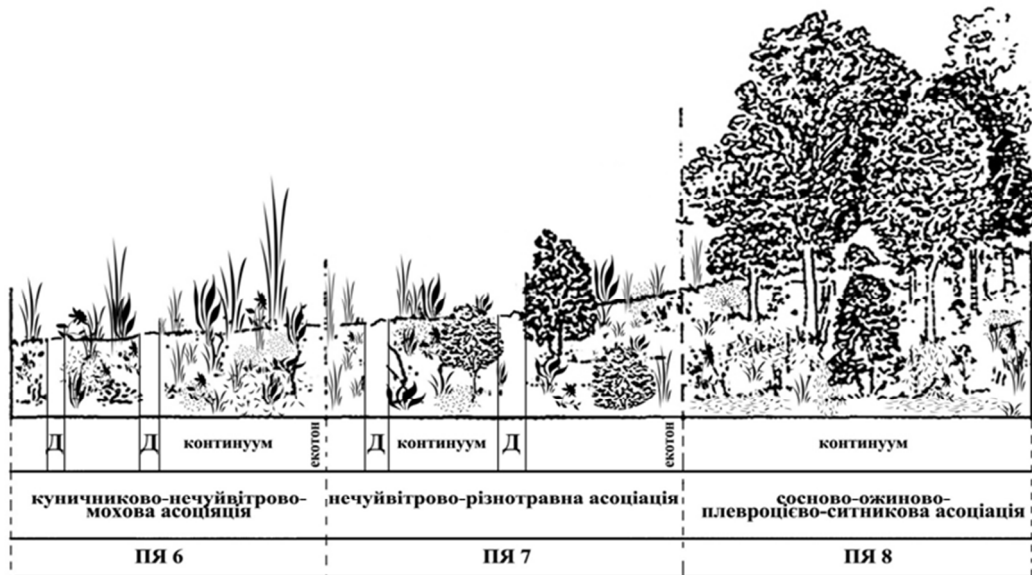
Поступове накопичення органічної речовини на поверхні рекультивованих ділянок, зміна фізико-механічних властивостей сформованих ґрунтосумішей створили умови для подальшої експансії деревних рослин. Поява на рекультивованих ділянках самосіву берези повислої та сосни звичайної сприяла істотній зміні екологічних умов і зумовила появу трав'яних видів під кронами дерев, а як наслідок формування складнішого за видовим складом рослинного угруповання за участю деревних і трав'яних видів березово-сосново-осоково-мохової рослинної асоціації. Найпредставленішими видами тут є: нечуйвітер волохатенький (*Hieracium pilosella* L.), ситник розлогий (*Juncus effusus* L.), осока шорстка (*Carex hirta* L.), мітлиця тонка (*Agrostis tenuis* Sibth.) та береза повисла (*Betula*

*pendula* Roth.) [105; 119; 120; 160; 195].

Штучно сформовані лісові культури за участю сосни звичайної на території підземного видобутку сірки № 1 сприяли самосіву сосни на інших ділянках та, в даному випадку, розвитку зворотної сукцесії, коли спочатку формується деревне насадження, а потім під наметом лісових культур починає розвиватися стійке рослинне угруповання. Це дозволило активізувати процес формування стійкого сосново-мітлицево-ожиново-мохового рослинного угруповання з домінуванням сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.), *ожини сизої* (*Rubus caesius* L.), щитника чоловічого (*Dryopteris filix-mas* (L.) Scott.), моху зозулин льон звичайний (*Polytrichum commune* Hedw.), плевроція Шребера (*Pleurozium schreberi* (Willd. Ex Brid.) Mitt.) та інших.

Поява на рекультивованих і нерекультивованих ділянках деревних рослин сприяла істотній зміні енергетичних потоків, формуванню відповідного мікроклімату, який характеризується зміною температурних показників, вологості повітря, ґрунту та формуванням відповідного світлового режиму.

За подібною схемою відбувалось формування рослинних угруповань у межах підземного видобутку сірки № 2 (рис. 3.12).



**Рис. 3.12. Рослинні асоціації в межах підземного видобутку сірки № 2**

На відкритих ділянках поступово відтворилась куничниково-нечуйвітрово-мохова рослинна асоціація з домінуванням куничника наземного (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth.), нечуйвітра волохатенького (*Hieracium pilosella* L.), костриці червоної (*Festuca rubra* L.), цмину піскового (*Helichrysum arenarium* (L.) Moench), моху зозулин льон звичайний

(*Polytrichum commune* Hedw.) [119; 120; 160], яка поступово переформувалась у нечуйвітрово-різнотравну асоціацію, де сформувались умови для появи самосіву сосни звичайної.

Штучне створення соснового насадження в межах підземного видобутку сірки №2 сприяло істотній зміні сформованих рослинних угруповань та утворенню сосново-ожиново-плевроцієво-ситникової асоціації. Поряд із сосною звичайною тут представлені плевроцій Шребера (*Pleurozium schreberi* (Willd. Ex Brid.) Mitt.), ожина сиза (*Rubus caesius* L.), суниці лісові (*Fragaria vesca* L.), розхідник шорсткий (*Glechoma hirsute* Waldst. & Kit.), ситник розлогий (*Juncus effusus* L.) та інші.

У межах дамби на достатньо зволжених ділянках відзначено формування очеретово-горошково-ожинової рослинної асоціації, в складі якої істотну роль відіграють очерет звичайний (*Phragmites communis* Trin.), горошок мишачий (*Vicia cracca* L.), стенактис однорічний (*Stenactis annuum* (L.) Nees), ожина сиза (*Rubus caesius* L.), кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale* Wigg.) та горошково-хвощово-ожинова асоціація з появою поодиноких екземплярів сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.), де найбільш представленими видами є хвощ польовий (*Equisetum arvense* L.), ожина сиза (*Rubus caesius* L.), горошок мишачий (*Vicia cracca* L.), щучник дернистий (*Deschampsia caespitosa* (L.) P. Beauv.) та очерет звичайний (*Phragmites communis* Trin.) (рис. 3.13).

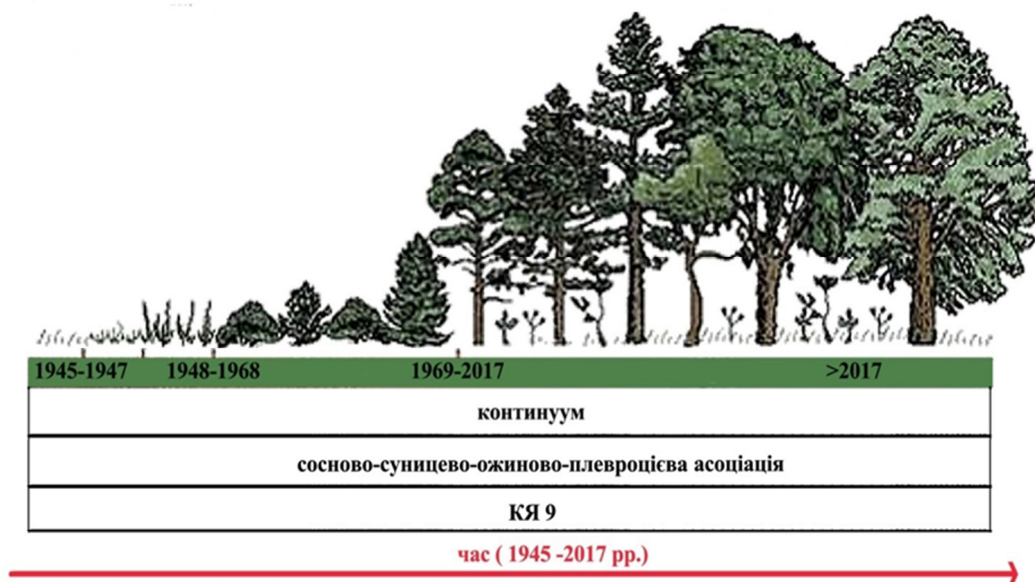


Рис. 3.13. Рослинні асоціації в межах дамби

На підвищених формах мікрорельєфу та за помірного антропогенного навантаження відзначено формування тонконогово-нечуйвітрово-різнотравної рослинної асоціації з біогрупами берези повислої (*Betula pendula* Roth.). Характерними видами тут виступають нечуйвітер волохатенький (*Hieracium pilosella* L.), тонконіг лучний (*Poa pratensis* L.), грястиця збірна

(*Dactylis glomerata* L.), медова трава шерстиста (*Holcus lanatus* L.).

На контрольній ділянці представлений характерний для даних умов дубово-сосновий деревостан, сформований протягом 48 років, з переважанням у трав'яному покриві лісових видів, що відповідає сосново-суніцево-ожиново-плевроцієвій рослинній асоціації (рис. 3.14).



**Рис. 3.14. Розвиток рослинної асоціації в часі і просторі на контролі**

На підставі аналізу особливостей формування рослинного покриву на території Яворівського сірчаного кар'єру виокремлено первинні сингенетичні та ендеокогенетичні сукцесії, які характеризуються ускладненням будови рослинного покриву, виразною ярусністю, стабільністю та продуктивністю. Існування таких варіантів сукцесій пояснюється екологічними умовами (хімічні та фізичні властивості ґрунтового покриву, рівень зволоження) та антропогенним впливом (наявність або відсутність рекультивації). Процеси заростання неогенових мергелевих глин, четвертинних суглинків, супісків і пісків дещо відрізняються.

Істотний вплив на формування рослинних угруповань на території Новороздільського сірчаного кар'єру мали лісогосподарські заходи у процесі біологічної рекультивації, пов'язані із створенням лісових насаджень за участю тополі канадської, дуба звичайного, вільхи чорної, черешні, в'яза шорсткого, липи дрібнолистої, ясена зеленого та інших деревних і чагарникових видів.

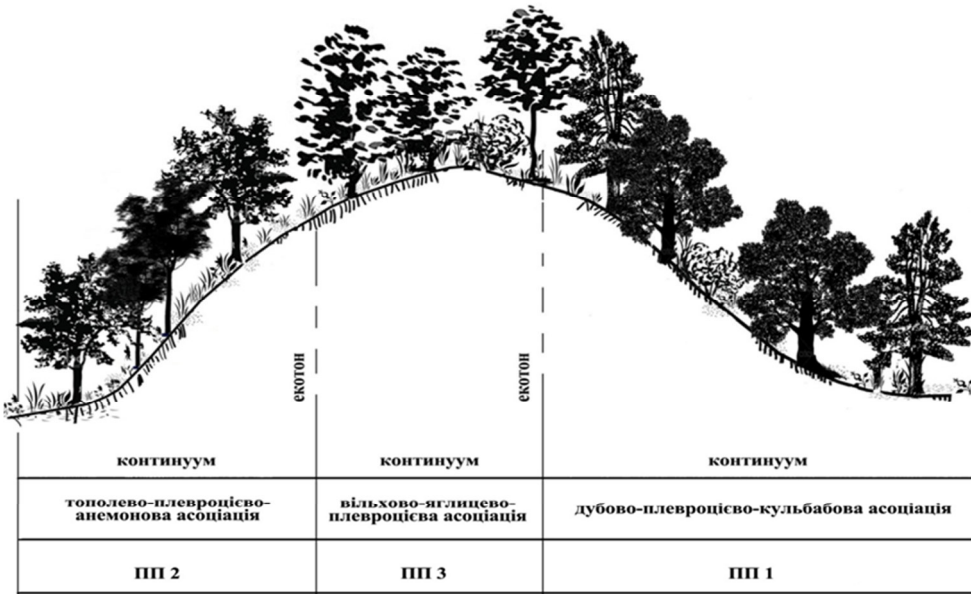
Проведений аналіз ділянок пробних площ дослідного об'єкту дозволив відзначити переважання у флористичному складі лісових видів, на що вказують визначені рослинні асоціації (табл. 3.8) [120; 188].

**Рослинні асоціації досліджених фітоценозів Новороздільського сірчаного кар'єру (за В.В. Альохіним) [1]**

Пробна площа	Рослинні угруповання	Флористичний склад
1	2	3
<b>Новороздільський сірчаний кар'єр</b>		
ПП 1	Дубово-плевроцієво-кульбабове	<i>Quercus robur</i> L. (A) – <i>Pleurozium schreberi</i> (Wild. ex Brid.) Mitt.(D) – <i>Taraxacum officinale</i> L. (C)
ПП 2	Тополево-плевроцієво-анемонове	<i>Populus tremula</i> L. (A) – <i>Pleurozium schreberi</i> (Wild. ex Brid.) Mitt.(D) – <i>Anemone nemorosa</i> L. (C)
ПП 3	Вільхово-яглицево-плевроцієве	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaerth.(A) – <i>Aegopodium podagraria</i> L.(C) – <i>Pleurozium schreberi</i> (Wild. ex Brid.) Mitt.(D)
ПП 4	Плевроцієво-бузиново-підмаренникове	<i>Pleurozium schreberi</i> (Wild. ex Brid.) Mitt. (D) – <i>Sambucus nigra</i> L. (B) – <i>Galium aparine</i> L. (C)
ПП 5	Королицево-жовтецево-коронарієво-різнотравне	<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.+ <i>Ranunculus acris</i> L.+ <i>Lychnis flos-cuculi</i> (L.) Braun+ Mixthoherbetum
ПП 6	Липово-плевроцієво-яглицево-горлянкове	<i>Tilia cordata</i> Mill. (A) – <i>Pleurozium schreberi</i> (Wild. ex Brid.) Mitt.(D) – <i>Aegopodium podagraria</i> L.(C) + <i>Ajuga reptans</i> L. (C <sub>1</sub> )
ПП 7	Вівсяницево-підмаренникові-жовтецево-деревієво-плевроцієве	<i>Festuca pratensis</i> Huds.+ <i>Galium aparine</i> L.+ <i>Ranunculus acris</i> L.+ <i>Achillea millefolium</i> L.(C) – <i>Pleurozium schreberi</i> (Wild. ex Brid.) Mitt.(D)
ПП 8	Очеретово-куничниково-різнотравне	<i>Phragmites communis</i> Trin.(C)+ <i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth (C <sub>1</sub> )+ Mixthoherbetum
ПП 9	В'язово-плевроцієво-бузиново-різнотравне	<i>Ulmus glabra</i> Huds.(A) – <i>Pleurozium schreberi</i> (Wild. ex Brid.) Mitt.(D) – <i>Sambucus nigra</i> L. (B) – Mixthoherbetum
Конт- роль	Дубово-підлісниково-бузинове	<i>Quercus robur</i> L. (A) – <i>Sanicula europaea</i> L. (C) – <i>Sambucus nigra</i> L. (B)

Формування на відвалах Новороздільського сірчаного кар'єру лісових насаджень за участю різних деревних видів зумовили створення специфічного мікроклімату, коливання вологості та температури ґрунтів, зміну екологічних умов та сприяло виникненню складних за видовим складом рослинних угруповань за участю деревних і трав'яних видів.

Штучно створене лісове насадження за участю дуба звичайного зумовило формування дубово-плевроцієво-кульбабового рослинного угруповання на території західного схилу Новороздільського сірчаного кар'єру (рис. 3.15).

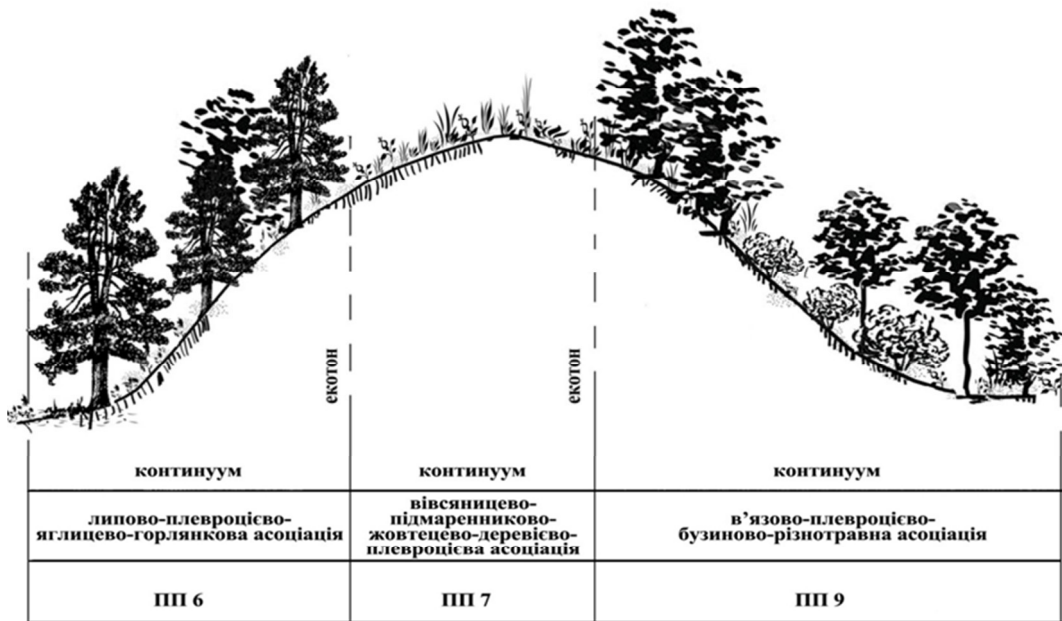


**Рис. 3.15. Рослинні асоціації на території західного схилу відвалу Новороздільського сірчаного кар'єру**

Відповідно до сформованої рослинної асоціації під домінуючим впливом дубового деревостану найбільш представленими видами є плевроцій Шребера (*Pleurozium schreberi* (Willd. Ex Brid.) Mitt.), кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale* Wigg.), очерет звичайний (*Phragmites communis* Trin.), нечуйвітер волохатенький (*Hieracium pilosella* L.) та інші. В межах створеного тополевого насадження сформувались відповідні мікрокліматичні умови, що сприяли утворенню тополево-плевроцієво-анемонового рослинного угруповання, де істотно представлені плевроцій Шребера (*Pleurozium schreberi* (Willd. Ex Brid.) Mitt.), анемона дібровна (*Anemone nemorosa* L.), горлянка повзуча (*Ajuga reptans* L.) та інші види. Варто зазначити, що формування видового складу рослинних асоціацій значно залежить від складу деревостану та біоекологічних властивостей деревних порід. Під наметом вільхово-ясенево-черешневого насадження, що простягається вздовж західного схилу відвалу і відзначається зімкнутістю намету та значним зволоженням поверхневого шару ґрунту, сформувалась вільхово-яглицево-плевроцієва рослинна асоціація, де достатньо представлені в рослинному покриві яглиця звичайна (*Aegopodium podagraria* L.), плевроцій Шребера (*Pleurozium schreberi* (Willd. Ex Brid.) Mitt.), анемона дібровна (*Anemone nemorosa* L.), жовтець їдкий (*Ranunculus acris* L.) та інші види.

За подібною схемою відбувалось формування рослинних угруповань під впливом липово-черешневого та в'язово-вільхового насаджень, де значний вплив на видовий склад трав'яних рослин мав породний склад деревостану (рис. 3.16).





**Рис. 3.16. Рослинні асоціації на території східного схилу відвалу Новороздільського сірчаного кар'єру**

Зокрема, в межах розташування липово-черешневого насадження, що відзначається хорошим ростом черешні, сформувалась липово-плевроцієво-яглицево-горлянквова рослинна асоціація. Тут найбільш характерними серед трав'яних рослин є плевроцій Шребера (*Pleurozium schreberi* (Willd. Ex Brid.) Mitt.), яглиця звичайна (*Aegopodium podagraria* L.) та горлянка повзуча (*Ajuga reptans* L.).

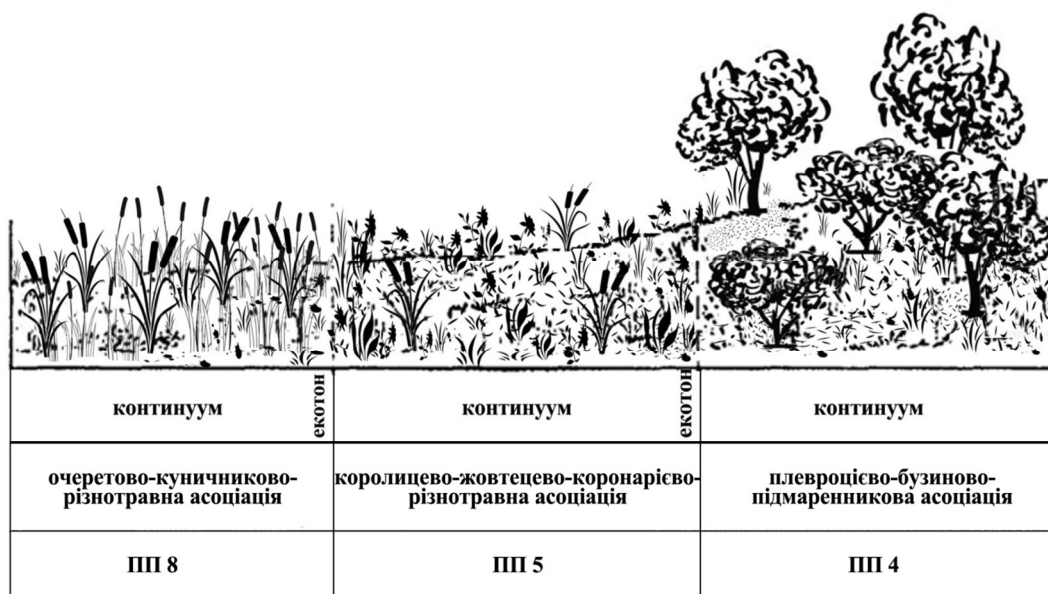
Хорошим ростом і розвитком відзначається в'яз шорсткий і вільха чорна, що входять до складу деревостану на східному схилі відвалу, проте вони зазнають негативного антропогенного впливу внаслідок часткового вирубування окремих дерев. Під впливом даного насадження сформувалась в'язово-плевроцієво-бузиново-різнотравна рослинна асоціація, яка характеризується значною біорізноманітністю за видовим складом трав'яних видів та чагарників.

Серед трав'яних видів в межах аналізованої рослинної асоціації представлені плевроцій Шребера (*Pleurozium schreberi* (Willd. Ex Brid.) Mitt.), підмаренник чіпкий (*Galium aparine* L.), горлянка повзуча (*Ajuga reptans* L.), жовтець їдкий (*Ranunculus acris* L.), вероніка дібровна (*Veronica chamaedrys* L.), а також бузина чорна (*Sambucus nigra* L.).

Вершина відвалу представлена вівсяничево-підмаренниково-жовтецево-деревієво-плевроцієвою рослинною асоціацією, видовий склад якої формувався під впливом достатнього освітлення, відсутності деревного ярусу та чагарників, значного прогрівання ґрунту. Відповідно до сформованих умов

у видовому складі трав'яних рослин домінують жовтець їдкий (*Ranunculus acris* L.), коронарія зозуляча (*Coronaria flos-cuculi* (L.) Fourg.), деревій тисячолістий (*Achillea millefolium* L.), присутні люцерна хмелевидна (*Medicago lupulina* L.), королиця звичайна (*Leucanthemum vulgare* Lam.), тимофіївка лучна (*Phleum pratens* L.) і інші види.

В межах незалісених ділянок формування рослинних угруповань відбувалось під впливом господарських заходів та ґрунтово-гідрологічних умов (рис. 3.17).



**Рис. 3.17. Рослинні асоціації на рівнинних ділянках Новороздільського сірчаного кар'єру**

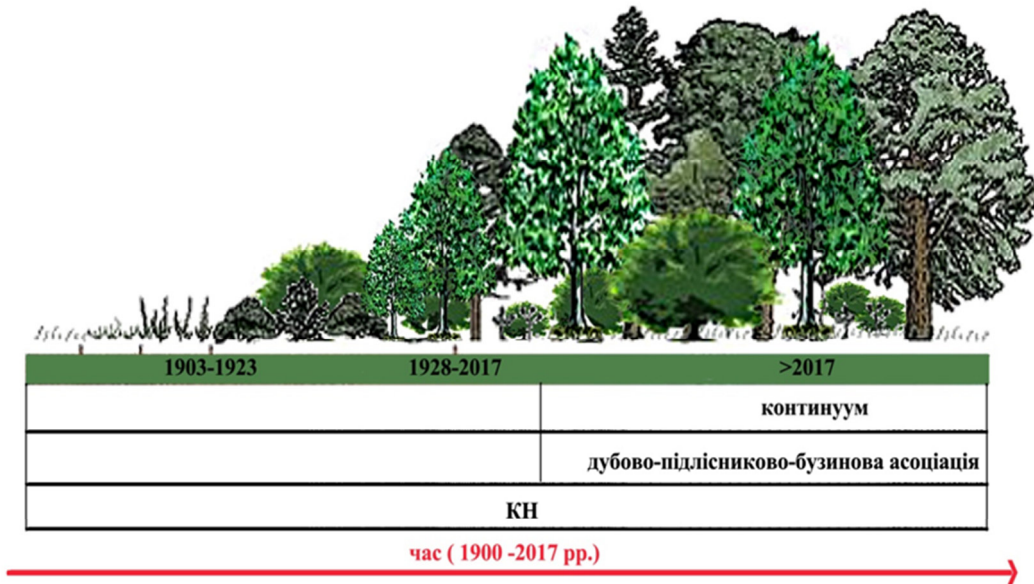
Поблизу водоймища відзначена очеретово-куничниково-різнотравну рослинну асоціацію, в складі якої найбільш представлені очерет звичайний (*Phragmites communis* Trin.), куничник наземний (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth.), підбіл звичайний (*Tussilago farfara* L.), королиця звичайна (*Leucanthemum vulgare* Lam.), лядвенець болотний (*Lotus uliginosus* Schurh.).

На ділянках, де проведена рекультивація порушених земель і сформовано луки для їх господарського використання відзначено існування королицево-жовтецево-коронарієво-різнотравної рослинної асоціації, де найбільш представленими є люцерна хмелевидна (*Medicago lupulina* L.), жовтець їдкий (*Ranunculus acris* L.), коронарія зозуляча (*Coronaria flos-cuculi* (L.) Fourg.), хвощ польовий (*Equisetum arvense* L.), подорожник ланцетолистий (*Plantago lanceolata* L.), королиця звичайна (*Leucanthemum vulgare* Lam.), тимофіївка лучна (*Phleum pratens* L.) та інші види.

Контрольна ділянка розташована в характерному для даних умов грабово-дубовому деревостані з переважанням у трав'яному покриві лісових

монографія

видів, що відповідає дубово-підлісничково-бузиновій рослинній асоціації (рис. 3.18).



**Рис. 3.18.** Розвиток рослинної асоціації в часі і просторі на контролі в межах Новороздільського сірчаного кар'єру

На підставі аналізу особливостей формування рослинного покриву в межах території Новороздільського сірчаного кар'єру виокремлено первинні сингенетичні угруповання *Phragmites communis* Trin. і *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth. та ендоекогенетичні сукцесії. В межах дослідних ділянок сукцесії представлені, в основному, лісовими, лісо-лучними та лучними видами рослин. Домінуюче місце серед трав'яних рослин займають: *Taraxacum officinale* L., *Anemone nemorosa* L., *Aegopodium podagraria* L., *Festuca pratensis* Huds., *Galium aparine* L., *Ranunculus acris* L., *Achillea millefolium* L.

В умовах надмірного зволоження сингенетична сукцесія представлена угрупованням *Phragmites communis* Trin. та *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth. Серед чагарників домінуюче місце займає *Sambucus nigra* L., серед мохів – *Pleurozium schreberi* (Wild. ex Brid.) Mitt [160].

Аналізуючи сформовані рослинні асоціації в межах Яворівського та Новороздільського сірчаного кар'єрів, варто згадати явище «фітогенного поля», що ввів А.А. Уранов, яке виникає в процесі життєдіяльності однієї рослини або групи рослин і вирізняється ендегенними та екзогенними властивостями. Ендегенні властивості виникають всередині самої рослини або цілого угруповання на рівні певних морфологічних частин рослинного організму або між окремими рослинами у фітоценозі. Екзогенні властивості проявляються під впливом зовнішніх факторів середовища та рослинної реакції-відповіді навколишньому середовищу [117; 134; 213].

Автор запропонував виділити внутрішнє ядро, яке представляє центр

закріплення рослини у субстраті – головний корінь або центральну частину мичкуватої кореневої системи та зовнішню його частину, в якій розміщуються певні частини органів рослини. За уявленнями автора межі фітогенного поля визначаються за розповсюдженням кореневих систем і оскільки фітогенне поле чутливо реагує на зміну умов середовища, то його можна визначати за зміною екотопа (освітлення, вологість повітря та ґрунту, рН та мінеральний склад ґрунту). За дослідженнями багатьох вчених встановлено, що прості фітогенні поля притаманні моноцентричним рослинам із ряду дерев (*Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* L.), стрижнекорневим рослинам (*Trifolium pratense* L., *Taraxacum officinalis* L.) та іншим поодиноким рослинам. У них формується один центр закріплення із субстратом протягом всього життя, навколо якого поступово формується фітогенне поле, яке здатне змінюватись. Складні фітогенні поля притаманні рослинам із короткореневищними, кореневищними, дернинними типами кореневих систем. На початку життєдіяльності в них формуються моноцентричні поля, які згодом перекриваються між собою. Отже, зімкненість трав'яного вкриття формує значно більше за розміром безперервне фітогенне поле, що в свою чергу забезпечує безперервність або континуум рослинного покриву, який протягом усього існування накопичує, перетворює та обмінюється енергією із зовнішнім середовищем, виконуючи при цьому усі необхідні функції. Ця здатність фітогенного поля забезпечувати стійкі фітоценози є важливою в умовах девастрованих територій Яворівського та Новороздільського сірчаних кар'єрів.

На прикладі Яворова зрозуміло, що під впливом антропогенного фактору спостерігається дискретно-континуальний рослинний покрив, який тяжіє до формування континуального. Тут чітко проявляється різниця між моноцентричними фітогенними полями на ділянках із дискретним рослинним покривом (ПЯ 1, ПЯ 2, ПЯ 6, ПЯ 7) та складними фітогенними полями на ділянках із багатоярусною деревно-чагарниковою рослинністю (ендоекогенетична сукцесія) (ПЯ 4, ПЯ 8, КЯ). На ділянках Яворівського сірчаного кар'єру в залежності від місцезросташування, часу формування, антропогенних факторів і факторів середовища існує тенденція об'єднання агрегацій рослин у фітоценози та групи фітоценозів.

На прикладі Новороздільського сірчаного кар'єру, враховуючи час його створення, спостерігається формування складного фітогенного поля, коли в межах ендоекогенетичних сукцесій і навіть сингенетичних сукцесій (ПН 8) розвивається континуальний рослинний покрив. Еталоном повноцінного розвитку фітоценозів в межах Новороздільського сірчаного кар'єру виступає ділянка КН із дубово-підлісноково-бузиновою асоціацією, де сформоване складне фітогенне поле, адже чим складніший фітоценоз за своєю структурою, тим більшим фітогенним полем він володіє, а тим самим продукує більше речовини та енергії і забезпечує в даному випадку фітомеліоративні функції. Таку ж тенденцію можна змоделювати і для Яворівського сірчаного кар'єру через таку саму кількість років.

### 3.3. Вплив екологічних чинників на формування фітомеліоративного покриву

Відвали, сформовані в межах сірчаних кар'єрів регіону досліджень, відрізняються різноманітністю едафічних умов, несприятливим впливом на довкілля, створенням нових екотопів, в яких при фізико-хімічному вивітрюванні породи, змиві солей проходить первинний процес ґрунтоутворення різної інтенсивності, а також поселення та розвиток піонерних видів рослин у вигляді окремих угруповань. Відвали характеризуються нестачею мінеральних та органічних речовин, необхідних для росту та розвитку рослин, наявністю в породі токсичних речовин, солей, значного вмісту важких металів, високою кислотністю та засоленістю субстрату. Для послаблення негативного впливу відвалів на довкілля після завершення експлуатації кар'єрів необхідне формування рослинного покриву. Проте екстремальні умови девастрованого середовища створюють перешкоди для появи рослин.

Для екологічної оцінки впливу різноманітних чинників, в межах відкритих сірчаних кар'єрів, на ріст, розвиток та фізіологічні реакції рослин були використані методи фітоіндикації. Вони дають змогу відзначити першочергові екологічні фактори середовища, що протидіють поширенню рослин на існуючих ґрунтосумішах та оцінити їх вплив на стан сформованих екосистем в цілому. Як відомо, у різні історичні періоди питання біоіндикації розглянуто у працях А. Гумбольдта, О. Вармінга, К. Раункієра, О. Друде, Г. Каулса, Ж. Браун-Бланке, Ф. Клементса, В. Сукачова, Л. Раменського, В. Вікторова, Є. Востокової, Д. Вишивкіна, Б. Виноградова та інших [11; 80; 159]. На початок ХХ століття були визначені загальні закономірності взаємозв'язків між змінами рослинного покриву та оточуючим середовищем і сформульована ідея індикації екологічних факторів за рослинним покривом. Проте підхід більшості авторів охоплював надто широке коло проблем, а спеціалізовані напрямки у фітоіндикації ще майже не визначилися. В подальшому широкого практичного застосування набуває цілий ряд напрямків, пов'язаних з фітоіндикацією окремих екологічних чинників. У даний час фітоіндикація застосовується як самостійний науковий напрямок, що дозволяє індикувати складніші закономірності не тільки локального, але й ландшафтного, регіонального і навіть глобального рівнів [159].

Значення рослинного покриву як індикатора стану екосистеми є в тому, що він дуже чутливо реагує на зміну екологічних чинників і така реакція в багатьох випадках фіксується візуально [120]. У окремих видів рослин змінюються особливості розвитку (швидкість росту, процес цвітіння, утворення плодів, інтенсивність забарвлення та ін.) внаслідок впливу різних подразнюючих факторів. На молекулярному рівні – це стан фотосинтетичної системи, особливості нітрогенного обміну та внутрішньоклітинних концентрацій «стресових сполук». На клітинному рівні – це стан репродуктивних структур (частка безкрохмального та неперорослого пилку,

довжина пилкових трубок, морфологічні аномалії пилкових зерен). На організмовому рівні – це площа листової пластинки та рівень дехромаційних і некротичних пошкоджень листків. На організмово-популяційному рівні – це тривалість генеративного періоду, інтенсивність дефоліації. На екосистемному рівні – це продуктивність у кормових мережах і кругообіг хімічних елементів. Ці індикативні ознаки разом дають уявлення про стан навколишнього середовища за фізіологічними, морфологічними, екологічними змінами рослин-біоіндикаторів, які чутливо реагують на зміни факторів навколишнього середовища [159; 166].

Згідно з класифікацією геоботанічних індикаторних ознак (за Б.В. Виноградовим) нами проведено дослідження фізіологічної реакції найбільш представлених видів рослин на території Яворівського ДГХП «Сірка», в межах якої було визначено 5 дослідних секцій, на кожній з яких закладено по 3 пробних площі розміром 10x10 м і проаналізовано фітоценотичний покрив [159]. Дослідні ділянки підібрані за відповідною схемою, що дозволила проаналізувати особливості формування рослинності в залежності від умов зростання. Дослідження проведені на пробних площах Яворівського сірчаного кар'єру (ПЯ 1, ПЯ 2, ПЯ 3, ПЯ 4, ПЯ 6) (рис. 3.19).



*Рис. 3.19. Рекультивована ділянка в межах підземного видобутку сірки № 1 з мінімальним видовим складом рослин*

Для аналізу фізіологічних показників рослин під впливом екологічних факторів було використано еколого-фізіологічний метод досліджень [131; 147; 148].

Рослини, які в аналізованих умовах характеризуються високими біометричними показниками, виступають чутливими індикаторами окремих факторів середовища. Для визначення посухостійкості, газостійкості та солестійкості на дослідних ділянках відібрано зразки найхарактерніших видів рослин, поширених на кожній з ділянок.

Як відомо, посухостійкі види рослин зберігають вищу синтетичну здатність під дією засухи та містять більше крохмалю у порівнянні з рослинами, що мають низьку посухостійкість як наслідок пристосування до екстремальних умов середовища [182]. Відповідно до застосованої методики в період з 11.00 до 12.00 год., (коли у листках рослин накопичується максимальна кількість крохмалю) для аналізу відібрано 5-10 листків рослин із одного ярусу та залишено в темному місці на 2-3 год. Після цього кожен листок або його частину (4-5 см) знебарвлено спиртом і визначено кількість крохмалю у балах (1 – крохмалю немає; 2 – крохмаль є; 3 – крохмалю багато), діючи розчином Люголя [176; 182].

Відповідно до прийнятої методики на визначених пробних площах проведено відбір зразків найбільш представлених видів рослин та визначено їх посухостійкість [182]. Для аналізу були відібрані наступні види рослин: золотарник звичайний (*Solidago virgaurea* L.), куничник наземний (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth.), люцерна хмелевидна (*Medicago lupulina* L.), підбіл звичайний (*Tussilago farfara* L.), стенактис однорічний (*Phalacrolooma annuum* (L.) Dumort.), очерет звичайний (*Phragmites communis* Trin.), нечуйвітер волохатенький (*Hieracium pilosella* L.), щитник шартрський (*Dryopteris carthusiana* Vill.), ожина звичайна (*Rubus caesius* L.), цмин пісковий (*Helichrysum arenarium* (L.) Moench), щавель пірамідальний (*Rumex thyrsiflorus* Fingerh.) та інші [94].

Проведені дослідження дозволили відзначити, що найбільш посухостійкими на дослідній ділянці ПЯ 1 на території Яворівського сірчаного кар'єру відзначені: золотарник звичайний (*Solidago virgaurea* L.), люцерна хмелевидна (*Medicago lupulina* L.), підбіл звичайний (*Tussilago farfara* L.), стенактис однорічний (*Phalacrolooma annuum* (L.) Dumort.). Менш посухостійким відзначено куничника наземного (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth.)

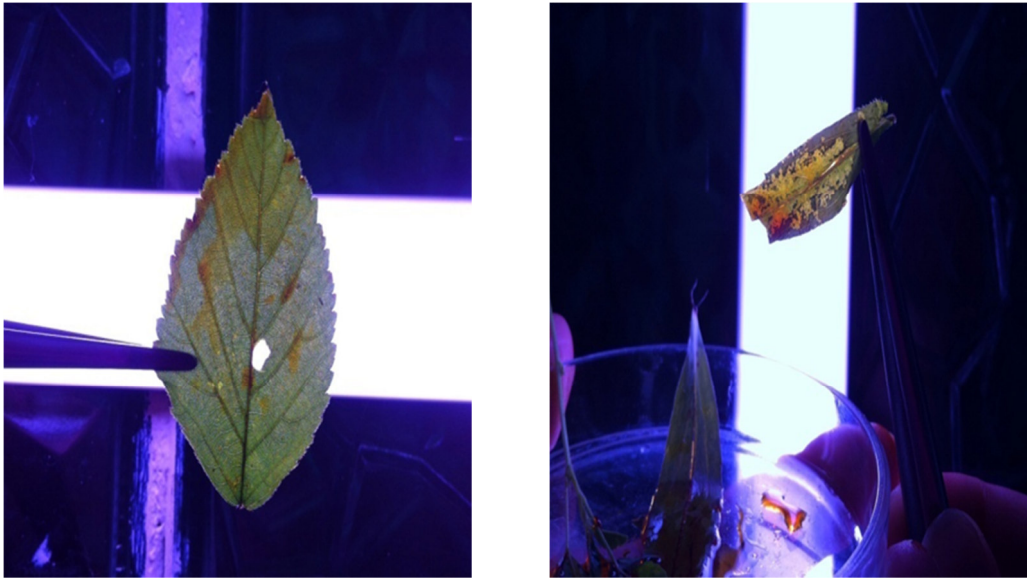
Збагачення рослинних угруповань деревними видами сприяє збідненню видового складу рослин та зміні їх посухостійкості. Зокрема, на ділянці, де появляється підріст берези повислої зменшується кількісне представництво золотарника звичайного (*Solidago virgaurea* L.) та стенактиса однорічного (*Phalacrolooma annuum* (L.) Dumort.), а в понижених і перезволожених місцях зустрічається очерет звичайний (*Phragmites communis* Trin.), який в даних умовах, відповідно до проведених нами досліджень, відзначається середньою посухостійкістю (табл. 3.9).

**Посухостійкість рослин на дослідних ділянках**

№ з/п	Українська та латинська назва рослини	Бали	Значення
1	2	3	4
ПЯ 1			
1.	Золотарник звичайний ( <i>Solidago virgaurea</i> L.)	3	Крохмалю багато
2.	Куничник наземний ( <i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth.)	2	Крохмаль є
3.	Люцерна хмелевидна ( <i>Medicago lupulina</i> L.)	3	Крохмалю багато
4.	Підбіл звичайний ( <i>Tussilago farfara</i> L.)	3	Крохмалю багато
5.	Стенактис однорічний ( <i>Phalacrolooma annuum</i> (L.) Dumort.)	3	Крохмалю багато
ПЯ 2			
1.	Золотарник звичайний ( <i>Solidago virgaurea</i> L.)	3	Крохмалю багато
2.	Очерет звичайний ( <i>Phragmites communis</i> Trin.)	2	Крохмаль є
3.	Стенактис однорічний ( <i>Phalacrolooma annuum</i> (L.) Dumort.)	3	Крохмалю багато
ПЯ 3			
1.	Нечуйвітер волохатенький ( <i>Hieracium pilosella</i> L.)	2	Крохмаль є
2.	Ожина звичайна ( <i>Rubus caesius</i> L.)	1	Крохмаль відсутній
ПЯ 4			
1.	Нечуйвітер волохатенький ( <i>Hieracium pilosella</i> L.)	1	Крохмаль відсутній
2.	Щитник шартрський ( <i>Dryopteris carthusiana</i> Vill.)	2	Крохмаль є
ПЯ 6			
1.	Золотарник звичайний ( <i>Solidago virgaurea</i> L.)	2	Крохмаль є
2.	Нечуйвітер волохатенький ( <i>Hieracium pilosella</i> L.)	3	Крохмалю багато
3.	Ожина звичайна ( <i>Rubus caesius</i> L.)	2	Крохмаль є
4.	Цмин пісковий ( <i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench)	2	Крохмаль є

Варто зазначити, що всі перелічені види під час проведення аналізу характеризувались значним вмістом крохмалю на листових поверхнях, що вказує на їх високу посухостійкість (рис. 3.20).





**Рис. 3.20. Визначення посухостійкості рослин методом крохмальної проби**

Проведені дослідження дозволили встановити, що на ділянках за участі берези повислої, сосни звичайної, дуба червоного та окремих видів чагарників найбільш представленими видами є: нечуйвітер волохатенький (*Hieracium pilosella* L.), щитник шартрський (*Dryopteris carthusiana* Vill.), ожина звичайна (*Rubus caesius* L.) та інші. Відзначено, що під впливом деревних видів істотно змінюється показник посухостійкості в окремих видів рослин.

Зокрема, на дослідній ділянці ПЯ 3 (зона підземного видобутку сірки), де має місце самосів берези та сосни, ожина звичайна (*Rubus caesius* L.) мала низьку посухостійкість. Це показали дослідження з крохмальною пробою, коли на листовій поверхні було зафіксовано відсутність крохмалю. Проте в зоні нерекультивованої ділянки – ПЯ 6, ожина звичайна (*Rubus caesius* L.) виявилась із середньою посухостійкістю.

Подібні особливості відзначені для виду нечуйвітер волохатенький (*Hieracium pilosella* L.), на листовій поверхні якого крохмаль відсутній (на ділянці зі штучно створеним сосновим насадженням) та його дуже багато (на відкритій нерекультивованій ділянці). Це пояснюється здатністю рослин адаптовуватись до умов середовища, зокрема, до екстремальних температурних коливань та затінення. Види рослин неоднаково реагують на вплив газів. Тому досліджувались також і газочутливі та газостійкі рослини.

Під газочутливістю розуміють швидкість і ступінь прояву патологічних процесів під впливом газів.

Газостійкість – це здатність рослин за дії шкідливих газів зберігати життєдіяльність. Шкідливий вплив забрудненого повітря на рослини відображається на асиміляційному апараті.

Наслідком дії газів є виникнення некрозів і дефоліації. [18; 176; 180; 182]. Проведено визначення газостійкості видів рослин, найпредставленіших на дослідних об'єктах Яворівського сірчаного кар'єру за площею пошкодження листків. Відповідно до проведених досліджень встановлено, що найбільше рослини реагують на шкідливий вплив діоксиду сірки ( $\text{SO}_2$ ). Так, на ПЯ 1 найбільшим пошкодженням (до 80%) поверхні листка відзначається стенокис однорічний (*Phalacrolooma annuum* (L.) Dumort.). Значно менше пошкоджується листова поверхня золотарника звичайного (*Solidago virgaurea* L.) (54%) аналізованого зразка, куничника наземного (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth.) (48%) та підбіла звичайного (*Tussilago farfara* L.) (50%), (рис. 3.21).



**Рис. 3.21. Визначення газостійкості золотарника звичайного та підбілу звичайного на пробних площах в межах Яворівського сірчаного кар'єру**

Високими показниками пошкодження поверхні листків аналізованим газом відзначена рослинність на ПЯ 3, де на рекультивованій ділянці в межах підземного видобутку сірки появляється підріст берези і сосни та на ПЯ 4, де штучно створений сосновий деревостан. Зокрема, на цих дослідних об'єктах найвищим ступенем пошкодження листової поверхні газом  $\text{SO}_2$  відзначається ожина звичайна (*Rubus caesius* L.) (100%), хвощ польовий (*Equisetum arvense* L.) (100%), щитник шартрський (*Dryopteris carthusiana* Vill.) (80%) та нечуйвітер волохатенький (*Hieracium pilosella* L.) (від 68 до 77%) (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

Газостійкість рослин до впливу SO<sub>2</sub> та Cl<sub>2</sub>

№ з/п	Українська та латинська назва рослини	SO <sub>2</sub>		Cl <sub>2</sub>	
		Площа листка, см <sup>2</sup>	Площа пошкодження, см <sup>2</sup>	Площа листка, см <sup>2</sup>	Площа пошкодження, см <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6
<b>ПЯ 1</b>					
1.	Золотарник звичайний ( <i>Solidago virgaurea</i> L.)	12	6,5	12	7,5
2.	Кунічний наземний ( <i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth.)	20	9,5	20	18
3.	Підбіл звичайний ( <i>Tussilago farfara</i> L.)	135	68	135	68
4.	Стенактис однорічний ( <i>Phalacrolooma annuum</i> (L.) Dumort.)	2,5	2	2,5	2
<b>ПЯ 2</b>					
1.	Золотарник звичайний ( <i>Solidago virgaurea</i> L.)	13,5	4	13,5	6,7
2.	Очерет звичайний ( <i>Phragmites communis</i> Trin.)	40	25	40	20
3.	Нечуйвітер волохатенький ( <i>Hieracium pilosella</i> L.)	8,5	6,9	8,5	7,6
4.	Стенактис однорічний ( <i>Phalacrolooma annuum</i> (L.) Dumort.)	2	1,5	2	1,8
<b>ПЯ 3</b>					
1.	Нечуйвітер волохатенький ( <i>Hieracium pilosella</i> L.)	10	6,8	10	6,8
2.	Ожина звичайна ( <i>Rubus caesius</i> L.)	15	15	15	15
3.	Хвощ польовий ( <i>Equisetum arvense</i> L.)	2	2	2	2
<b>ПЯ 4</b>					
1.	Нечуйвітер волохатенький ( <i>Hieracium pilosella</i> L.)	6,5	5	6,5	5,2
2.	Ожина звичайна ( <i>Rubus caesius</i> L.)	12,5	12,5	12,5	12,5
3.	Щитник шартрський ( <i>Dryopteris carthusiana</i> Vill.)	5	4	5	4
<b>ПЯ 6</b>					
1.	Золотарник звичайний ( <i>Solidago virgaurea</i> L.)	11,5	9,5	11,5	10,5
2.	Нечуйвітер волохатенький ( <i>Hieracium pilosella</i> L.)	4,5	3	4,5	4
3.	Дмін пісковий ( <i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench)	4	2	4	2
4.	Щавель пірамідальний ( <i>Rumex thyrsoiflorus</i> Fingerh.)	4,5	3,4	4,5	4

Проаналізувавши зразки рослин за чутливістю до газу SO<sub>2</sub>, було встановлено, що більшість рослин є газостійкими до його впливу.

Зокрема відзначено, що найбільш газостійкими видами до SO<sub>2</sub> є: *Solidago virgaurea*, *Calamagrostis epigeios*, *Tussilago farfara*, *Helichrysum arenarium*. Саме цим пояснюється їхнє значне поширення на території колишнього сірчаного кар'єру.

Децо інша особливість відзначена у газостійкості рослин до впливу Cl<sub>2</sub>. Зокрема встановлено, що толерантними видами до впливу Cl<sub>2</sub> на ПЯ 1, ПЯ 2 та ПЯ 6 є види: *Tussilago farfara*, *Phragmites communis*, *Helichrysum arenarium*, в яких інтенсивність пошкодження листка склала (50 %). Вищу вразливість до впливу аналізованого газу встановлено у золотарника звичайного (*Solidago virgaurea* L.) (від 50 до 91%) та нечуйвітру волохатенького (*Hieracium pilosella* L.) (від 68 до 89%).

Загалом визначено, що найбільш вразливими до впливу газу Cl<sub>2</sub> на пробних площах у межах дослідного об'єкту є такі види: ожина звичайна (*Rubus caesius* L.) та хвощ польовий (*Equisetum arvense* L.), інтенсивність пошкодження листової поверхні яких складає 100%; стеноктус однорічний (*Phalacrolooma annuum* (L.) Dumort.), інтенсивність пошкодження перебуває в межах від 80 до 90%; щавель пірамідальний (*Rumex thyrsoiflorus* Fingerh.) та нечуйвітер волохатенький (*Hieracium pilosella* L.), в яких ушкодження сягають (від 68 до 89%) та кунічник наземний (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth.) (90%).

Аналізуючи особливість реакції золотарника звичайного (*Solidago virgaurea* L.) на вплив газу Cl<sub>2</sub> в межах різних пробних площ Яворівського сірчаного кар'єру можна відзначити зміну показника газостійкості аналізованого виду в залежності від сформованого рослинного угруповання.

Наприклад, золотарник звичайний (*Solidago virgaurea* L.) відзначається найнижчою газостійкістю до впливу газу Cl<sub>2</sub> на ПЯ 6 в умовах нерекультивованої ділянки, де інтенсивність пошкодження листка становила 91%. На ПЯ 1 у кунічничково-стенактусовому рослинному угрупованні, що сформувалось на рекультивованій ділянці, інтенсивність пошкодження аналізованого виду зменшилась до 63%. Найвищою газостійкістю (пошкодження 50%) до впливу даного газу відзначається золотарник звичайний на ПЯ 2, де в березово-кунічничково-стенактусовому угрупованні появляється самосів берези повислої.

Проаналізувавши зразки рослин за чутливістю до газів SO<sub>2</sub> та Cl<sub>2</sub> встановлено, що більшість рослин є газостійкими до впливу SO<sub>2</sub> та газочутливими до Cl<sub>2</sub>.

Проведений порівняльний аналіз інтенсивності пошкоджень найбільш представлених рослин внаслідок впливу газів SO<sub>2</sub> та Cl<sub>2</sub>, на секціях в умовах порушених земель Яворівського сірчаного кар'єру показаний у табл. 3.11.

Таблиця 3.11

Порівняння рівня ушкодження рослин газами SO<sub>2</sub> та Cl<sub>2</sub>

№ з/п	Українська та латинська назва рослини	Інтенсивність пошкодження SO <sub>2</sub> , %	Інтенсивність пошкодження Cl <sub>2</sub> , %
1	2	3	4
<b>ПЯ 1</b>			
1.	Золотарник звичайний ( <i>Solidago virgaurea</i> L.)	54	63
2.	Куничник наземний ( <i>Calamagrostis epigeios</i> (L., Roth.))	48	90
3.	Підбіл звичайний ( <i>Tussilago farfara</i> L.)	50	50
4.	Стенактис однорічний ( <i>Phalacrologa annuum</i> (L. Dumort.))	80	80
<b>ПЯ 2</b>			
1.	Золотарник звичайний ( <i>Solidago virgaurea</i> L.)	30	50
2.	Очерет звичайний ( <i>Phragmites communis</i> Trin.)	63	50
3.	Нечуйвітер волохатенький ( <i>Hieracium pilosella</i> L.)	81	89
4.	Стенактис однорічний ( <i>Phalacrologa annuum</i> (L.) Dumort.)	75	90
<b>ПЯ 3</b>			
1.	Нечуйвітер волохатенький ( <i>Hieracium pilosella</i> L.)	68	68
2.	Ожина звичайна ( <i>Rubus caesius</i> L.)	100	100
3.	Хвощ польовий ( <i>Equisetum arvense</i> L.)	100	100
<b>ПЯ 4</b>			
1.	Нечуйвітер волохатенький ( <i>Hieracium pilosella</i> L.)	77	80
2.	Ожина звичайна ( <i>Rubus caesius</i> L.)	100	100
3.	Щитник шартрський ( <i>Dryopteris carthusiana</i> Vill.)	80	80
<b>ПЯ 6</b>			
1.	Золотарник звичайний ( <i>Solidago virgaurea</i> L.)	83	91
2.	Нечуйвітер волохатенький ( <i>Hieracium pilosella</i> L.)	67	78
3.	Цмин пісковий ( <i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench)	50	50
4.	Щавель пірамідальний ( <i>Rumex thyrsoiflorus</i> Fingerh.)	76	89

Видно, що нестійкими до впливу аналізованих газів на різних дослідних стаціонарах виявились стенактис однорічний (*Phalacrologium annuum* L., Dumort.) з інтенсивністю ушкоджень 80% / 80 %, нечуйвітер волохатенький (*Hieracium pilosella* L.) – 67-81% / 68-89%, ожина звичайна (*Rubus caesius* L.) – 100 % / 100 %, хвощ польовий (*Equisetum arvense* L.) – 100%/100% та щитник шартрський (*Dryopteris carthusiana* Vill.) – 80% / 80 %. Толерантними до впливу SO<sub>2</sub> та Cl<sub>2</sub> є підбіл звичайний (*Tussilago farfara* L.) – 50% / 50%, золотарник звичайний (*Solidago virgaurea* L.) – 30-83% / 50-91%, очерет звичайний (*Phragmites communis* Trin.) – 63% / 50% та цмин пісковий (*Helichrysum arenarium* L., Moench) – 50% / 50%.

Негативний вплив на ріст і розвиток рослин має надмірний вміст солей у ґрунті. Проведений аналіз впливу солей на стан найбільш представлених видів рослин (рис. 3.22).



**Рис. 3.22. Стан найбільш представлених рослин після обробки розчинами Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> та NaCl**

Досліджувалась солестійкість найпредставленіших на території дослідних об'єктів видів рослин. Вона визначалась за швидкістю та ступенем вицвітання хлорофілу після їх обробки розчинами солей (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> та NaCl), що визначається за візуальним виглядом досліджених рослин.

У несолестійких видів вицвітання хлорофілу відбувається на значній площі.

Надмірний вміст солей у ґрунтосумішах зумовлює погіршення вологозабезпечення рослин, внаслідок чого відбувається деструкція хлоропластів, порушується синтез хлорофілу *a* і *b*, змінюється пружність

зв'язків у хлорофіло-білково-ліпідному комплексі пластид [179; 182].

Після розміщення досліджуваних рослин у розчинах  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  та  $\text{NaCl}$  проведено аналіз їх зовнішнього стану на 3-тю та 7-у добу, що дозволило відзначити відсутність вицвітання хлорофілу. На підставі проведеного дослідження встановлено, що аналізовані рослини відзначаються хорошою солестійкістю на всіх секціях досліду.

## Висновки до розділу

1. Таксономічний спектр рослинного покриву на території Яворівського сірчаного кар'єру складає 84 судинні та несудинні види рослин, що належать до 32 родин та 5 відділів, які найбільш представлені Розоцвітими (*Rosaceae*), Бобовими (*Fabaceae*), Айстровими (*Asteraceae*), Тонконоговими (*Poaceae*), Ситниковим (*Juncaceae*), Хвощовими (*Equisetaceae*) на дослідних ділянках КЯ – контроль (18 родин), на ПЯ 5 – лука (15 родин), ПЯ 6 – нерекультивована ділянка на території підземного видобутку сірки № 2 (14 родин) та ПЯ 3 – березово-соснові куртини в межах підземного видобутку сірки № 1 (12 родин); ПЯ 8 – створене соснове насадження в межах підземного видобутку сірки № 2 (11 родин) та ПЯ 4 – створене соснове насадження в межах підземного видобутку сірки № 1 (10 родин).

2. Видова насиченість досліджених ділянок Яворівського сірчаного кар'єру коливається в межах від 7 до 30 видів, де найменша кількість видів (до 10 шт.) складає лише 16,6 % від загальної кількості пробних площ, а найбільший відсоток – 50 % характеризує видову різноманітність 11-19 шт. За географічним ареалом тут поширені види голарктичного, євразійського, європейського та євразійсько-північно-африканського типів, серед яких домінують рудеральні, лучні, лучно-чагарникові, лісо-лучні, лучно-болотні та лучно-степові види з стрижневою, кореневищною, повзучекореневищною, короткочореневищною, мичкуватою та дернинною кореневими системами. Найбільший відсоток трапляння мають *Juncus effusus* L. (66,6%), *Holcus lanatus* L. (66,6%), *Vicia cracca* L. (58,3%), *Medicago lupulina* (50,0%) та *Rubus caesius* L. (58,3%).

3. За екологічними властивостями рослинність дослідного об'єкту належить до світлолюбних видів (57%), за відношенням до вологи – до мезофітів (51%), за багатством ґрунту – до мезотрофів (57%).

4. Видова структура рослинності Новороздільського сірчаного кар'єру складається із 73 судинних та несудинних видів рослин, які належать до 30 родин та 4 відділів, серед яких провідне місце займають Зонтичні (*Apiaceae*), Жовтецеві (*Ranunculaceae*), Розоцвіті (*Rosaceae*), Айстрові (*Asteraceae*), Ентодонтіві (*Entodontaceae*).

Найбільша кількість родин представлена на контролі (16 родин); на ділянках ПН 6 – липово-черешневе насадження на відвалі кар'єру, східний схил (13 родин); ПН 1 – дубове насадження на відвалі кар'єру (10 родин); ПН 3 – вільхово-ясенево-черешневе насадження, західний схил (10 родин);

ПН 4 – зарості чагарників на відвалі кар'єру (10 родин) та ПН 5 – лука на відвалі кар'єру (9 родин).

5. На пробних площах Новороздільського сірчаного кар'єру видова насиченість рослин змінюється від 4 до 20 видів, де найменша кількість видів (до 10 шт.) складає 30% від загальної кількості пробних площ, а найбільший показник – 50% характеризує видову різноманітність 11-19 шт. За екологічними властивостями тут представлені на 48% світлолюбні види, на 53% – мезофіти та на 68% – мезотрофи. Істотно представлені також тіневитривалі, тінелюбні, мезоевтрофні та евтрофні види.

6. Внаслідок впливу екологічних та антропогенних факторів на території Яворівського сірчаного кар'єру виокремлено первинні сингенетичні та ендоекогенетичні сукцесії, що сприяли формуванню різних рослинних асоціацій (куничниково-стенактисова, березово-куничниково-стенактисова, березово-сосново-осоково-мохова, сосново-мітлицево-ожиново-мохова, подорожниково-різнотравна, куничниково-нечуйвітрово-мохова, нечуйвітрово-різнотравна, сосново-ожиново-плевроцієво-ситникова), що зумовили різні процеси відтворення ґрунтів, мікрофлори, мікроклімату від появи на порушених ділянках багаторічних рослин із стрижневою кореневою системою, подальшого формування трав'яних синузій, стійких трав'яних угруповань до створення умов для появи підросту деревних порід.

7. Істотний вплив на формування рослинних асоціацій на території Новороздільського сірчаного кар'єру мало створення лісових насаджень за участю різних деревних порід (дубово-плевроцієво-кульбабова, тополево-плевроцієво-анемонова, вільхово-яглицево-плевроцієва, плевроцієво-бузиново-підмаренникова, королицево-жовтецево-коронарієво-різнотравна, липово-плевроцієво-яглицево-горляноква, вівсяничево-підмаренниково-жовтецево-деревієво-плевроцієва, очеретово-куничниково-різнотравна, в'язово-плевроцієво-бузиново-різнотравна), що сприяло пришвидшенню процесів формування мікрокліматичних умов, відтворення ґрунтів, їх мікрофлори, появи відповідних трав'яних видів в сингенетичних та ендоекогенетичних сукцесіях.

8. Встановлено, що внаслідок впливу газів SO<sub>2</sub> та Cl<sub>2</sub>, на дослідних ділянках в умовах порушених земель Яворівського сірчаного кар'єру, нестійкими до їх впливу виявились стенактис однорічний (*Phalacrolooma annuum* L., Dumort.) з інтенсивністю ушкоджень 80% / 80%, нечуйвітер волохатенький (*Hieracium pilosella* L.) – 67-81% / 68-89%, ожина звичайна (*Rubus caesius* L.) – 100% / 100%, хвощ польовий (*Equisetum arvense* L.) – 100% / 100% та щитник шартрський (*Dryopteris carthusiana* Vill.) – 80% / 80%. Толерантними до впливу аналізованих газів є підбіл звичайний (*Tussilago farfara* L.) – 50% / 50%, золотарник звичайний (*Solidago virgaurea* L.) – 30-83% / 50-91%, очерет звичайний (*Phragmites communis* Trin.) – 63% / 50% та цмин пісковий (*Helichrysum arenarium* L., Moenc) – 50% / 50%.



## РОЗДІЛ 4 ВПЛИВ РОСЛИННИХ УГРУПОВАНЬ НА ВІДТВОРЕННЯ ДЕВАСТОВАНИХ ЗЕМЕЛЬ

### 4.1. Агроекологічні властивості девастОВАНИХ ґрунтів

Освоєння земель, порушених під час видобутку сірки, часто супроводжується значними труднощами і, як правило, неможливе без рекультивациі.

Процес рекультивациі направлений на відтворення продуктивності і господарської цінності порушених земель, а також на покращення умов навколишнього середовища.

Відновлення продуктивності рекультивованих земель для їх подальшого використання у сільському та лісовому господарстві передбачає внесення органічних і мінеральних добрив, хімічну меліорацію, посів сільськогосподарських культур, садіння лісу та інші роботи. Біологічна рекультивациа проводиться шляхом підбору відповідного асортименту трав'яних та деревно-чагарникових рослин, відповідно до сформованих ґрунтів та лісорослинних умов.

На гірських породах можливе створення лісових насаджень із піонерних або інтродукованих з інших районів і континентів видів. Втручання людини у природний процес відтворення девастОВАНИХ ландшафтів дозволяє пришвидшити і змінити хід формування природної рослинності [30; 9; 28; 92; 209].

Вміст поживних елементів у сформованих раніше ґрунтосумішах досліджували в межах закладених дослідних об'єктів на території Яворівського та Новороздільського сірчаних кар'єрів. Проведені дослідження дозволили встановити, що сформовані ґрунтові горизонти є нетиповими для існуючих природних умов. Прослідковується нехарактерна шаруватість, яка характерна для рекультивованих та перемішаних ґрунтів. На підставі цього досліджені ґрунти були віднесені до техноземів.

Морфологічна структура ґрунту була встановлена за допомогою візуальних та органолептичних спостережень. Для відбору зразків ґрунту було вибрано 3 характерних ділянки:

1 (ПН 8) – на нерекультивованій території у заростях очерету (ембріозем);

2 (ПН 5) – на рекультивованій території на луці (технозем);

3 (ПН 9) – на рекультивованій ділянці в межах сформованного вільхово-в'язового насадження (технозем) [183].

Для встановлення їх відміни були закладені ґрунтові шурфи та зроблені відповідні прикопки на глибину 50-80 см.

За характером забарвлення, будови, структури та іншими зовнішніми ознаками виділено генетичні горизонти за системою символів О.Н. Соколовського (табл. 4.1) [205].

**Морфологічна структура ґрунту на ділянках  
Новороздільського ДГХП «Сірка»**

ґрунтовий розріз 1-1 ( ПН 8) – зарості очерету (ембріозем)		
Індекс	Потужність горизонту, см	Характеристика
H <sub>0</sub>	0-1	трав'яна повсть, коричневий, присутні залишки болотної трав'яної рослинності, слабомінералізований, пухкий, вологий, перехід поступовий у горизонт ТНЕ;
ТНЕ	1-3	торфово-елювіальний, світло-коричневий, безструктурний, пухкий, пористий, присутнє коріння рослин, свіжий, перехід до наступного горизонту поступовий;
HEglk	3-18	гумусово-елювіальний із присутністю глею та карбонатів, сірий із світлими вкрапленнями глею, грудкувато-зернистий, щільний, важкий суглинок, залишки коріння рослин та карбонатів, свіжий, перехід до наступного горизонту слабо помітний;
HEGlk	18->	гумусово-елювіально-глейовий із присутністю карбонатів, темно-сірий, грудкувато-зернистий, важкий суглинок, щільний, прожилки карбонатів, свіжий.
Сіро-коричневий елювіальний ембріозем		
ґрунтовий розріз 2-2 – луки		
Індекс	Потужність горизонту, см	Характеристика
H <sub>0</sub>	0-1	трав'яна повсть, темно-коричневий, присутні залишки трав'яної рослинності, пухкий, свіжий, перехід поступовий до наступного горизонту;
Hgl	1–15	гумусовий із присутністю глею, світло-коричневий, грудкувато-зернистий, щільний, пористий, тріщинуватий, залишки коріння трави, свіжий, перехід різкий;
HEgl	15–38	гумусово-елювіальний із присутністю глею, сірий з блакитним відтінком, пластинчастий, щільний, легкий суглинок, присутні затікання заліза, вологий, перехід різкий;
Igl	38–60	ілювіальний із присутністю глею, світло-коричневий, пластинчасто-зернистий, щільний, легкий суглинок, присутні затікання заліза та глею, свіжий, перехід різкий;
PGl	60→	материнська порода, глейовий горизонт, зеленувато-блакитний, пластинчастий, щільний, вологий.
Коричнуватий технозем		
ґрунтовий розріз 3-3 (ПН 9) – вільхово-в'язове насадження		
H <sub>0</sub>	0–2	лісова підстилка, складений із залишків трав'яної лісової рослинності, темно-сірий, пухкий, присутні гіфи грибів, свіжий, перехід до наступного горизонту поступовий;

Eh	2–19	гумусово-елювіальний із присутністю гумусу, сірий, грудкувато-зернистий, пухкий, пористий, суглинок, присутні залишки коріння та затіки гумусу, перехід помітний;
Ehgl	19–62	елювіальний із присутністю гумусу та глею, світло-сірий, мозаїчний, пластинчасто-зернистий, щільний, тонкопористий, суглинистий, зустрічаються корені рослин, присутні затіки гумусу та глею, свіжий, перехід поступовий;
IEPgl	62–>	ілювіально-елювіальний, далі материнська порода із присутністю глею, темно-сірий, пластинчасто-грудкуватий, зернистий, щільний, важкий суглинок, свіжий.
Сіруватий технозем		

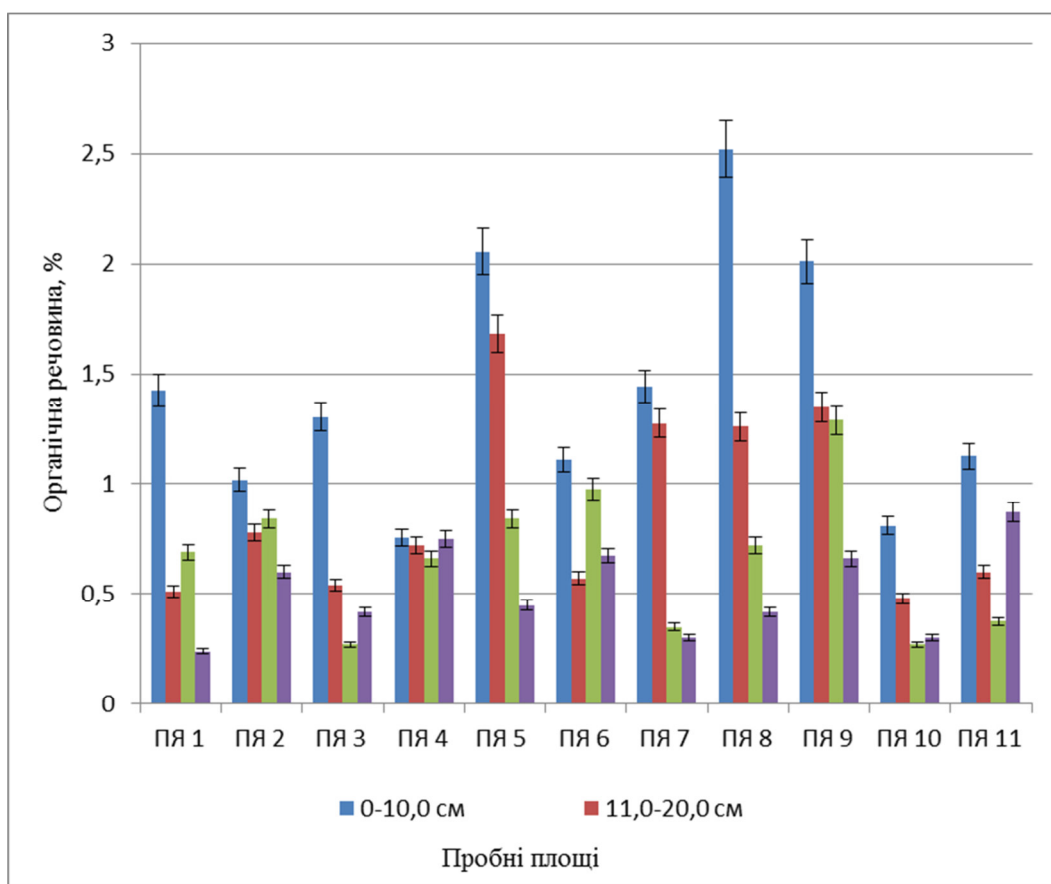
Також здійснено низку лабораторних аналізів за загальноприйнятими у ґрунтознавстві методиками, на підставі яких визначено основні хімічні показники ґрунту на глибині до 40 см у кожному 10-тисантиметровому шарі техноземів і ембріоземів: вміст органічної речовини (ОР), актуальну кислотність, загальний вміст Нітрогену (N заг), рухомі форми Фосфору, Калію та інших елементів [64; 65; 97]. Виміряно вологість ґрунту на різних прошарках (0-2 см., 3-10 см., 11-20 см.). Дані представлені в додатку Б. 4.

Внаслідок заростання техноземів трав'яною рослинністю, чагарниками та деревними породами змінились мікрокліматичні умови. Під впливом зміни інтенсивності сонячної інсоляції, температурних показників повітря та поверхні ґрунту, вологості, інтенсифікувались процеси розкладу органічного опаду. В процесі життєдіяльності рослин активізувались різноманітні обмінні реакції, які мали суттєвий вплив на вміст хімічних елементів ґрунту та їх органічної складової [183; 205; 196; 39].

Проведені дослідження дозволяють прослідкувати динаміку перерозподілу ОР та хімічних елементів вздовж ґрунтового профілю на різних дослідних ділянках. Враховуючи те, що до появи рослинних угруповань на всіх пробах експерименту, вміст ОР та хімічних сполук був практично однаковим, то аналіз зміни вмісту органічних речовин та інших елементів в межах 10-тисантиметрових прошарків ґрунту, на ділянках з різною стадією заростання рослинами, дозволяє проаналізувати їхній вплив на перерозподіл аналізованих елементів [98; 204; 255].

Особливу роль у ґрунтоутворювальному процесі відіграє взаємодія між материнською породою і живими організмами, серед яких найбільше значення мають зелені рослини та мікроорганізми [40; 50; 91]. В процесі життєдіяльності вони накопичують значну кількість хімічної енергії, яка після їх відмирання та розкладання вивільняється та розсіюється у формі теплової енергії, що виділяється при окиснювальних реакціях лабільної частини ОР. Проте не вся маса органічної речовини повністю мінералізується до CO<sub>2</sub> та води. Інша її частина проходить тривалий період видозмін і

перетворюється за (сучасною парадигмою) в інертний гумус [17; 77; 200]. Першоджерелом ґрунтової ОР є органічні рештки рослинного, тваринного та мікробного походження. Домінуюче значення серед органічних решток мають рештки зелених рослин. Відповідно продуктивність рослинних угруповань, які сформувались в межах певного регіону та величина щорічного опаду, визначає обсяг ОР, який буде продукуватись за даних ґрунтово-гідрологічних умов. Саме порівняльний аналіз вмісту ОР в ґрунті під впливом різних рослинних угруповань дозволяє оцінити їх продуктивність і ефективність на сформованих техноземах (рис. 4.1) [168; 174].



**Рис. 4.1. Вміст органічної речовини за профілем на території Яворівського сірчаного кар'єру**

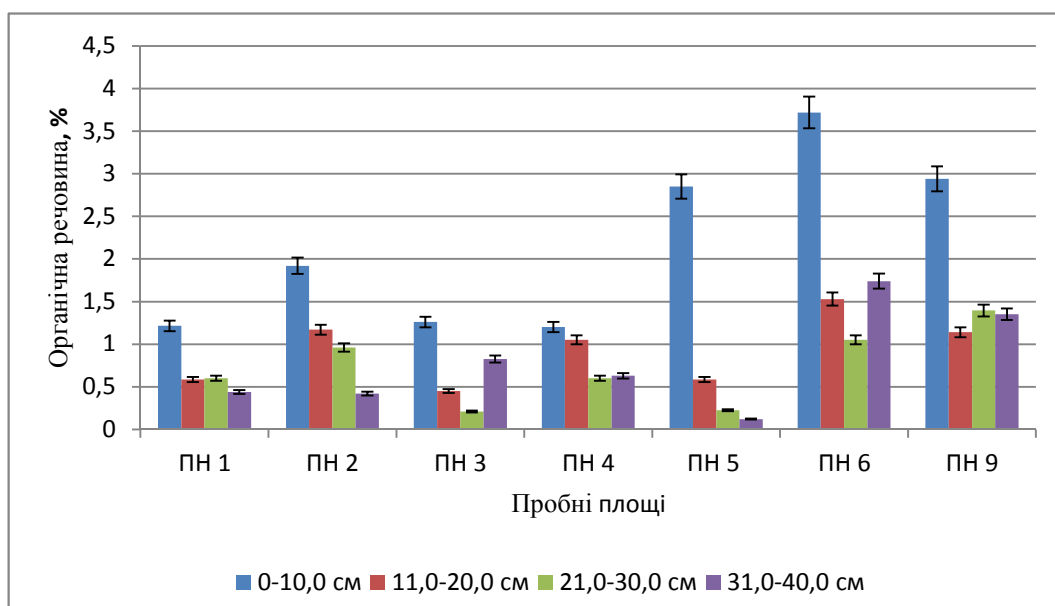
Проведені нами дослідження на території Яворівського сірчаного кар'єру дозволили відзначити накопичення найбільшого вмісту ОР (до 2,5%) у верхньому прошарку ґрунту від 0 до 10 см на пробній площі ПЯ 8 – соснове насадження в межах підземного видобутку сірки № 2 [101; 113].

Дещо менше (до 2,1%) накопичується ОР в цьому ж прошарку на ПЯ 5 –

лука в межах підземного видобутку № 1 і на ПЯ 9 – березова куртина біля дамби (до 2%). Найменше ОР (до 0,8%) в аналізованому горизонті відзначено на ПЯ 4 – соснове насадження та ПЯ 10 – соснова куртина біля дамби.

Дещо інша особливість вмісту ОР встановлена нами у прошарку ґрунту від 11 до 20 см, де найбільший її вміст виявлено на ПЯ 5 – лука в межах підземного видобутку сірки № 1. Найвищий показник вмісту ОР (до 0,9%) у прошарку 31-40 см відзначено у заростях очерету біля дамби (ПЯ 11) та у сосновому насадженні (до 0,8%) на території підземного видобутку сірки № 1, що вказує на досить істотний перерозподіл органічної речовини вздовж профілю ґрунту [197].

Подібні особливості накопичення та перерозподілу ОР відзначено також в ґрунтосумішах на пробних площах у межах Новороздільського сірчаного кар'єру. Зокрема встановлено, що найбільший вміст (до 3,7%) ОР накопичується у верхньому прошарку ґрунту на ПН 6 – липово-черешневе насадження на відвалі кар'єру (східний схил) (рис. 4.2).



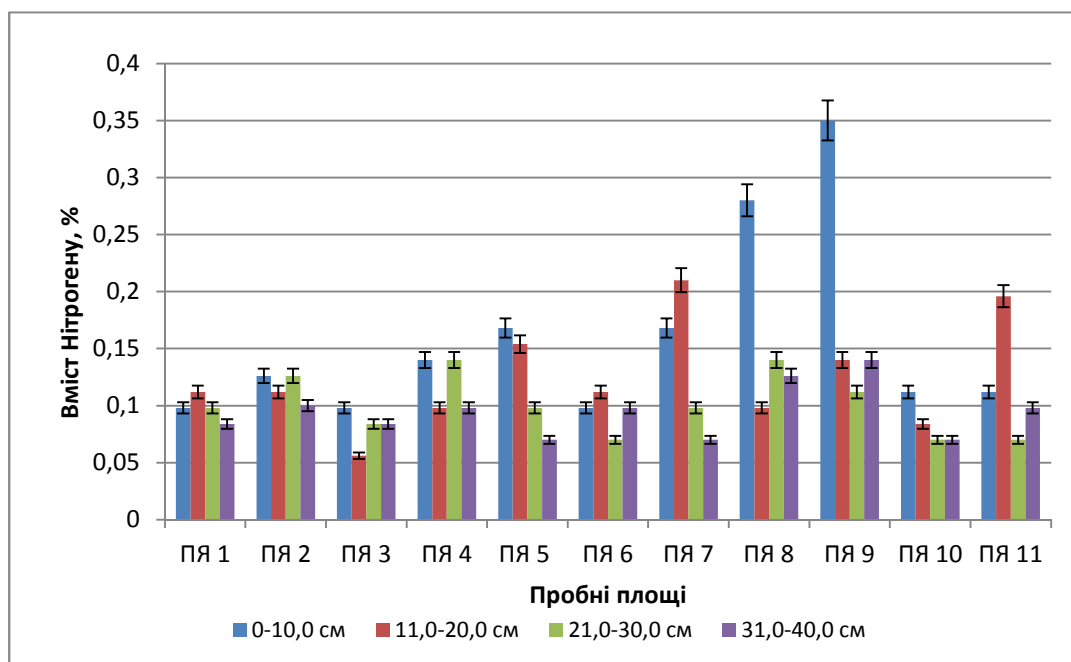
**Рис. 4.2. Вміст органічної речовини у різних прошарках ґрунту на території Новороздільського сірчаного кар'єру**

Менше (до 3%) ОР накопичується в цьому ж прошарку ґрунту на ПН 9 – в'язово-вільхове насадження на відвалі кар'єру та ПН 5 – лука (до 2,9%). Найменше (до 1,3%) ОР в аналізованому горизонті накопичується на ПН 1 – дубове насадження, ПН 3 – вільхово-ясеневе-черешневе насадження та ПН 4 – зарості чагарників.

Більш рівномірне накопичення ОР відзначено нами у прошарку ґрунту від 11 до 20 см, де найбільший її вміст (до 1,5%) встановлено у липово-

черешневому насадженні. Найвищий показник вмісту ОР у прошарку 31-40 см відзначено у липово-черешневому (ПН 6) та в'язово-вільховому насадженнях (ПН 9), що вказує на значний перерозподіл органічної речовини вздовж профілю технозему.

Важливу роль у забезпеченні життєдіяльності рослинних організмів відіграє Нітроген (N), який займає провідне місце у формуванні білків, входить до складу хлорофілу, вітамінів та алкалоїдів. Дефіцит та надлишок N в ґрунті має суттєвий негативний вплив на ріст і розвиток рослин [143; 230; 259]. Відповідно до досліджень встановлено, що найбільший вміст  $N_{\text{заг}}$  (до 0,35%) у верхньому прошарку ґрунту на дослідних об'єктах Яворівського кар'єру характерний для ґрунтів ПЯ 9 – березова куртина біля дамби та ПЯ 8 – соснове насадження в межах підземного видобутку сірки № 2 (рис. 4.3).



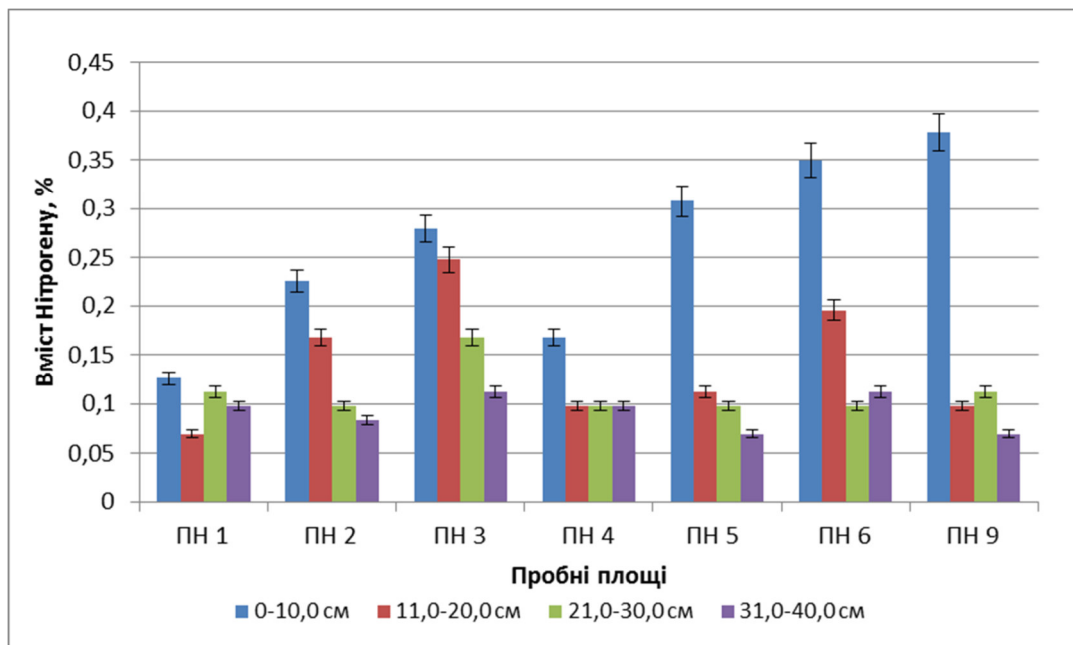
**Рис. 4.3. Вміст Нітрогену органічних сполук за профілем ґрунту на території Яворівського сірчаного кар'єру**

Найменший вміст  $N_{\text{заг}}$  ( $< 0,1\%$ ) в цьому горизонті ґрунту відзначено на ПЯ 1 – рекультивована ділянка з мінімальною кількістю рослин, ПЯ 3 – березово-соснові куртини в межах підземного видобутку сірки № 1 та ПЯ 6 – нерекультивована ділянка з мінімальною кількістю рослин в межах підземного видобутку сірки № 2.

Дещо інша особливість накопичення  $N_{\text{заг}}$  характерна в прошарку ґрунту від 21 до 30 см, де найбільша його кількість (понад 0,2%) міститься на луці в межах підземного видобутку сірки № 2 і заростях очерету біля дамби (ПЯ 11). Найменший вміст аналізованого елемента (до 0,15%) у прошарку ґрунту від 31 до 40 см встановлено на пробній площі ПЯ 9 – березова куртина

біля дамби.

Більшим вмістом  $N_{\text{заг}}$  характеризуються ґрунти у верхньому прошарку на дослідних об'єктах Новороздільського сірчаного кар'єру. Зокрема, найвищим показником вмісту  $N_{\text{заг}}$  (від 0,27 до 0,37%) відзначаються пробні площі ПН 9 – в'язово-вільхове насадження, ПН 6 – липово-черешневе насадження, ПН 5 – лука та ПН 3 – вільхово-ясеневе-черешневе насадження (рис. 4.4).



*Рис. 4.4. Вміст Нітрогену за профілем ґрунту на території Новороздільського сірчаного кар'єру*

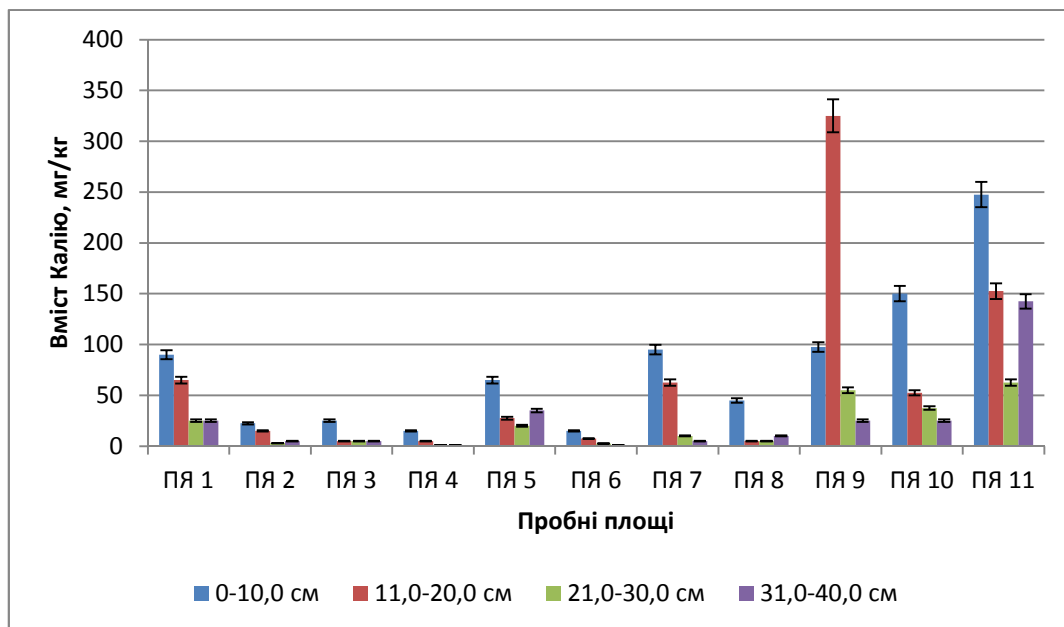
Найменший вміст  $N_{\text{заг}}$  (до 1,3%) у сформованих ґрунтосумішах встановлено у дубовому насадженні (ПН 1) [12]. Досить високим вмістом  $N_{\text{заг}}$  (до 0,25%) відзначається ґрунт у прошарку від 21 до 30 см на ПН 3 – вільхово-ясеневе-черешневе насадження та на ПН 6 – липово-черешневе насадження (східний схил).

Найнижчий вміст  $N_{\text{заг}}$  на аналізованій глибині зафіксовано на ПН 1 – дубове насадження. Незначне коливання вмісту  $N_{\text{заг}}$  (0,7-1,2%) у прошарку ґрунту від 31 до 40 см встановлено на всіх аналізованих пробних площах. Проте найнижчий показник (до 0,8%) характерний для луки та в'язово-вільхового насадження. Незначне коливання вмісту  $N_{\text{заг}}$  (0,7-1,2%) у прошарку ґрунту від 31 до 40 см встановлено на всіх аналізованих пробних площах. Проте, найнижчий показник (до 0,8%) характерний для луки та в'язово-вільхового насадження.

Важливу роль у рості та розвитку рослин відіграє Калій, що

інтенсифікує синтез і транспортування важливих речовин в репродуктивні органи рослин. Цей елемент сприяє посиленню синтезу вітаміну С, підвищує врожайність, якість та стійкість рослин. Калій позитивно впливає на їх стійкість до засухи, низьких температур, шкідників і грибкових захворювань. Він дозволяє рослинам економніше та продуктивніше використовувати воду та посилює розвиток їх корневих систем [257].

Дослідження на пробних площах в межах Яворівської копальні сірки дозволили відзначити, що найвищим (до 250 мг/кг) показником вмісту обмінного Калію ( $K_2O$ ) у верхньому прошарку ґрунту характеризується ПЯ 11 – зарості очерету біля дамби та ПЯ 10 – соснова куртина біля дамби (рис. 4.5).



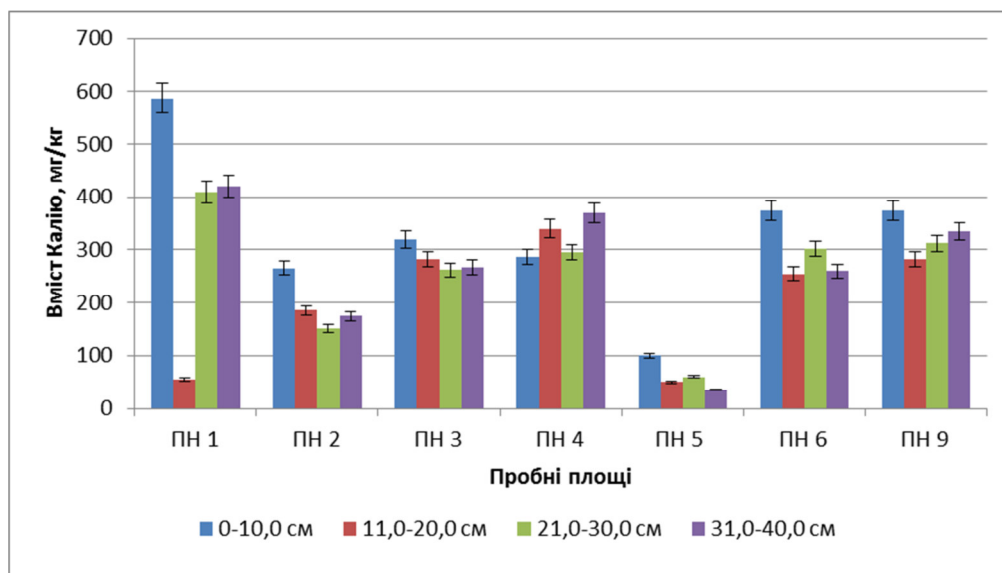
**Рис. 4.5. Вміст Калію за профілем ґрунту на території Яворівського сірчаного кар'єру**

Значно менший вміст обмінного Калію (до 100 мг/кг) визначено на ПЯ 1 – рекультивована ділянка з мінімальною рослинністю, ПЯ 7 – лука в межах підземного видобутку сірки № 2 та ПЯ 9 – березова куртина біля дамби. Найменший вміст обмінного Калію в цьому прошарку ґрунту відзначено на ПЯ 4 – соснове насадження в межах підземного видобутку сірки № 1. Найвищий вміст обмінного Калію у прошарку ґрунту від 11 до 20 см виявлено на ПЯ 9 – березова куртина біля дамби. Вміст обмінного Калію у товщі від 31 до 40 см істотно знижується (до 30 мг/кг) на всіх пробних площах, за винятком ПЯ 11 – зарості очерету біля дамби, де він сягає (до 150 мг/кг).

Відповідно до результатів наших досліджень встановлено, що більший (до 590 мг/кг) вміст обмінного Калію у верхньому (до 10 см) прошарку ґрунту відзначений на ПН 1 – дубове насадження на території Новороздільського



сірчаного кар'єру (рис. 4.6).



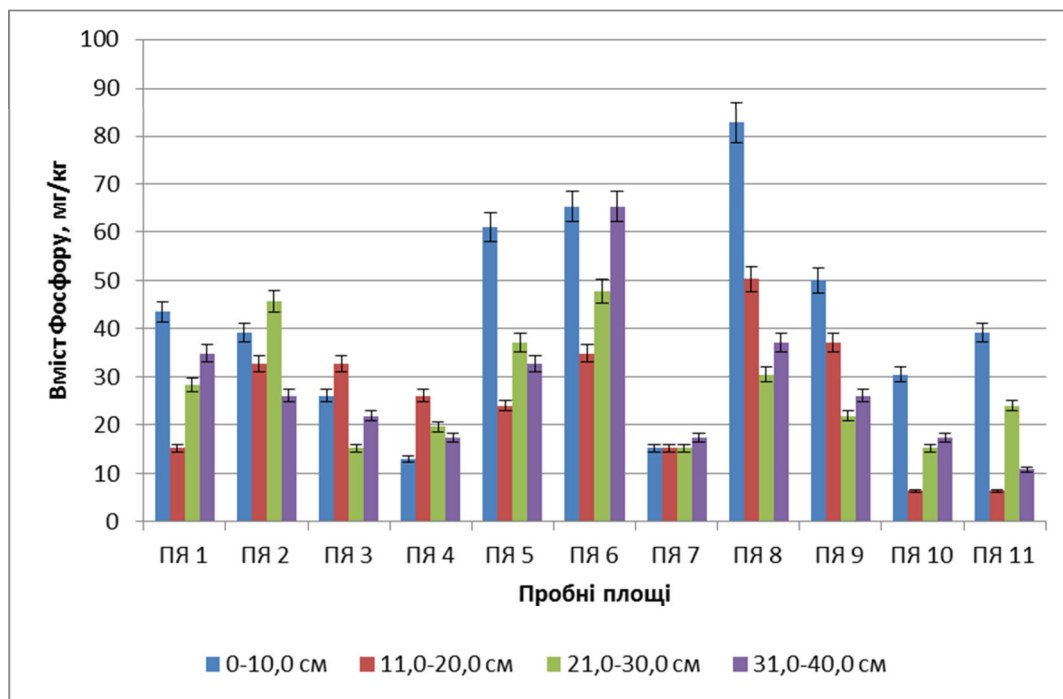
**Рис. 4.6. Вміст Калію за профілем ґрунту на території Новороздільського сірчаного кар'єру**

Значно менше (до 380 мг/кг) його накопичується в аналізованому горизонті на пробних площах ПН 6 – липово-черешневе насадження та ПН 9 – в'язово-вільхове насадження на відвалі кар'єру.

Варто зазначити, що найбільша кількість (до 350 мг/кг) обмінного Калію у прошарку ґрунту 11-20 см. зафіксована на секції із заростями обліпихи (ПН 4). Встановлено також, що значний (від 260 до 370 мг/кг) вміст обмінного Калію зосереджено на глибині від 31 до 40 см. на секціях із заростями обліпихи, в'язово-вільховим, вільхово-ясенево-черешневим та липово-черешневим насадженням. Найменший (до 30 мг/кг) вміст цього елемента зафіксовано в аналізованому горизонті на секціях з лучною рослинністю.

Фосфор відіграє вирішальну роль при фотосинтезі, передачі енергії, спадкових властивостей, створенні клітинних мембран. Достатня його кількість сприяє прискоренню переходу рослин до репродуктивної фази розвитку. Фосфор позитивно впливає на генеративні органи рослини.

Дослідження вмісту рухомої форми цього елемента ( $P_2O_5$ ) на пробних площах в межах Яворівського сірчаного кар'єру дозволили встановити, що у верхньому прошарку ґрунту його найбільше (від 60 до 83 мг/кг) накопичується на ПЯ 8 – соснове насадження в межах підземного видобутку сірки № 2, ПЯ 6 – нерекультивована ділянка з мінімальною кількістю рослинності та ПЯ 5 – лука в межах підземного видобутку сірки № 1 (рис. 4.7).



**Рис. 4.7. Вміст Фосфору за профілем ґрунту на території Яворівського сірчаного кар'єру**

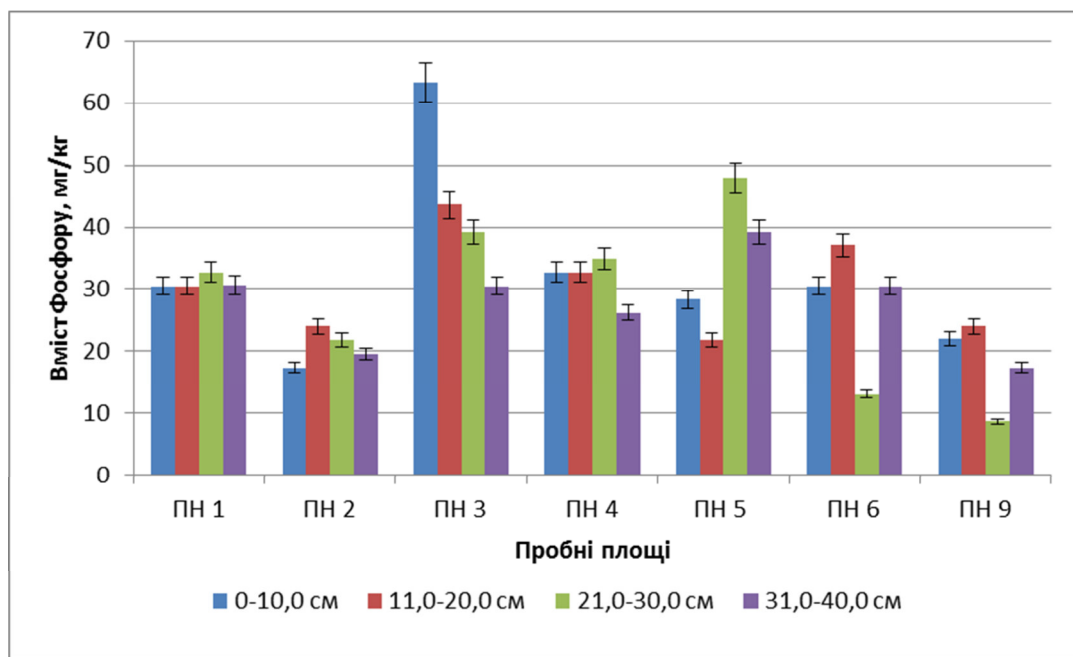
Дещо менше (від 60 до 83 мг/кг) рухомого Фосфору на ділянці ПЯ 9 – березова куртина біля дамби та ПЯ 1 – рекультивована ділянка з мінімальною кількістю рослинності.

Найменше рухомого Фосфору в цьому прошарку ґрунту відзначено на ділянці ПЯ 4 – соснове насадження. Встановлено суттєве збільшення вмісту Фосфору (до 50 мг/кг) у прошарку ґрунту від 11 до 20 см на ПЯ 8 – соснове насадження біля підземного видобутку сірки № 2. Значно менше накопичується рухомого Фосфору в аналізованому прошарку ґрунту на інших пробних площах. Найвищий вміст рухомого Фосфору у прошарку 31-40 см відзначено на ПЯ 6 – нереккультивована ділянка з мінімальною кількістю рослин.

Аналіз вмісту цього елемента у сформованих ґрунтах на відвалах Новороздільського сірчаного кар'єру дозволив відзначити, що найбільша його кількість (50-65 мг/кг) у верхньому прошарку ґрунту характерна для вільхово-ясенєво-черешневого насадження (ПН 3) та заростей чагарників (ПН 4). Найменше рухомого Фосфору (17 мг/кг) в цьому горизонті ґрунту виявлено у тополевому насадженні. Варто зазначити, що більший вміст рухомого Фосфору (до 43 мг/кг), порівняно з верхнім прошарком, встановлено у шарі 11-20 см вільхово-ясенєво-черешневого, липово-черешневого насаджень та заростей чагарників.

На лучній ділянці найбільша (до 50 мг/кг) кількість рухомого Фосфору

зосереджена у прошарку ґрунту від 21 до 30 см. (рис. 4.8).



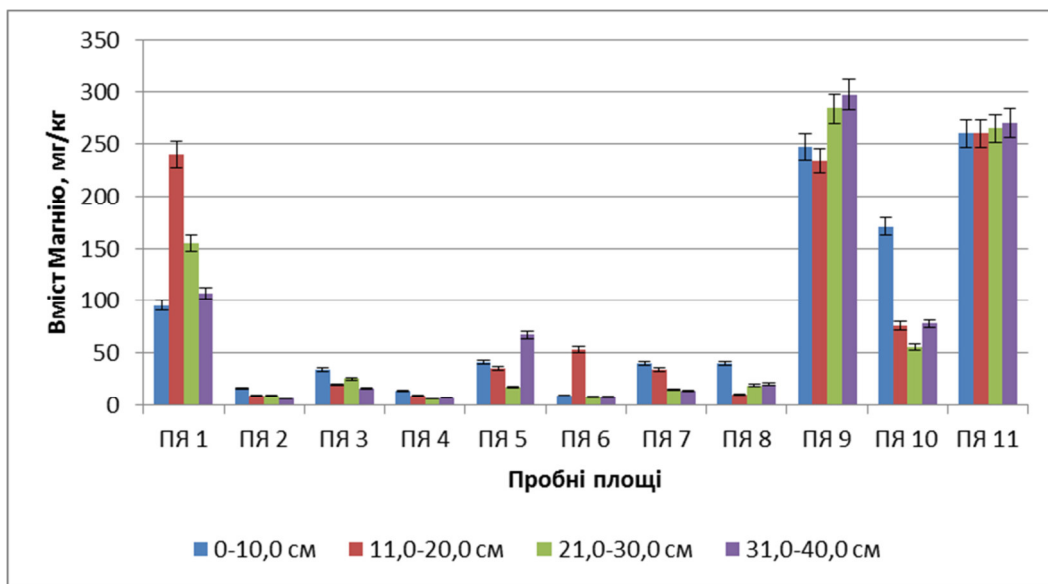
**Рис. 4.8. Вміст Фосфору за профілем ґрунту на території Новороздільського сірчаного кар'єру**

Дещо менше (до 38 мг/кг) цього хімічного елемента накопичено в даному прошарку ґрунту у вільхово-ясенево-черешневому насадженні та на секції із заростями чагарників.

Найбільший вміст (до 40 мг/кг) рухомого Фосфору у прошарку 31-40 см встановлено на секції з лучною рослинністю, а менший – на секції з вільхово-ясенево-черешневим, липово-черешневим, дубовим насадженнями та заростями обліпихи і найменший – в межах в'язово-вільхового та тополевого насаджень.

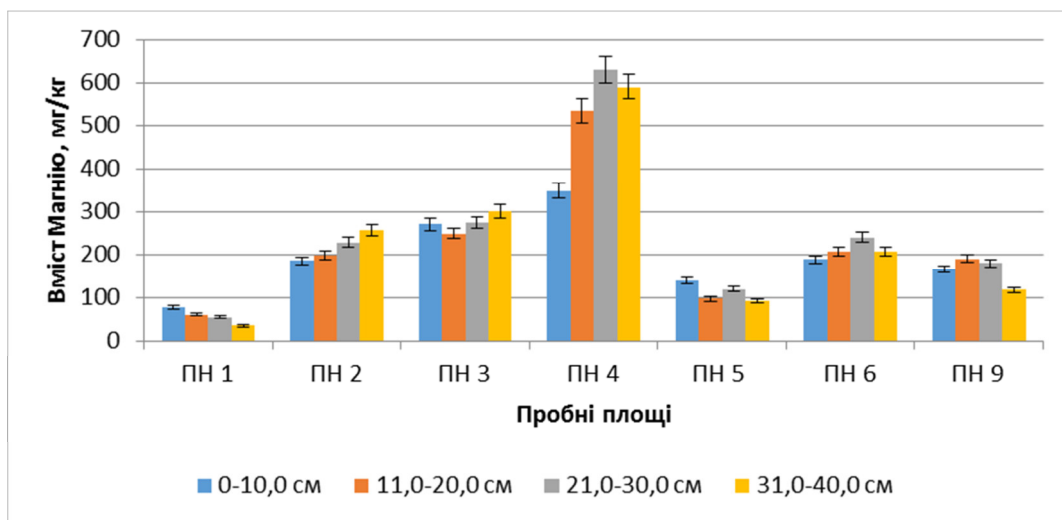
Достатній вміст Магнію (Mg) у ґрунті забезпечує пришвидшення обмінних реакцій в клітинах рослин, активізацію процесів фотосинтезу, утворення хлорофілу, перебіг білкового обміну, синтезу вітаміну С (аскорбінової кислоти) та посилення накопичення цукру.

Проведені дослідження дозволили відзначити, що максимальний вміст Mg (понад 250 мг/кг) у всіх прошарках ґрунту характерний для ділянки з заростями очерету біля дамби. Дещо менше цього макроелемента виявлено у всій товщі ґрунту на ділянці з березовою, сосною куртинами біля дамби (ПЯ 9, 10) та на рекультивованій ділянці з мінімальною щільністю рослин на території підземного видобутку сірки № 1(ПЯ 1). Значно менше (до 50 мг/кг) Магнію відзначено у різних прошарках ґрунту на всіх інших пробних площах (рис. 4.9).



*Рис. 4.9. Вміст Магнію за профілем ґрунту на території Яворівського сірчаного кар'єру*

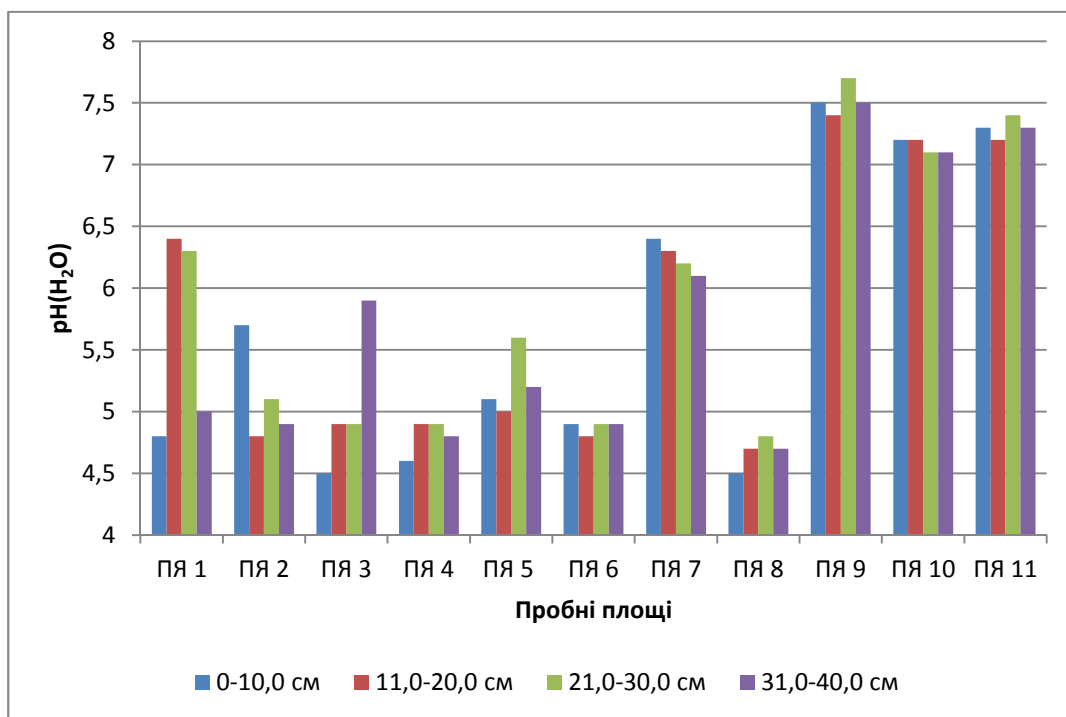
Дослідження на пробних площах Новороздільського кар'єру дозволили відзначити, що максимальний вміст Магнію (понад 300 мг/кг) у верхньому прошарку ґрунту характерний для пробної площі із заростями чагарників. Поряд з тим найвищий вміст металу (понад 600 мг/кг) відзначено на цій же пробній площі у прошарку 21-30 см (рис. 4.10).



*Рис. 4.10. Вміст Магнію за профілем ґрунту на території Новороздільського сірчаного кар'єру*

Дещо менша кількість даного елемента (180-300 мг/кг) виявлена у різних прошарках ґрунту на пробних площах з вільхово-ясенево-черешневим (ПН 3), липово-черешневим (ПН 6) та тополевим (ПН 2) насадженнями. Найменше (80-130 мг/кг) Mg було у ґрунтах на пробі з дубовим (ПН 1) насадженням та лучною рослинністю (ПН 5).

Істотні коливання показника актуальної кислотності ( $pH_{\text{вод}}$ ) виявлені у ґрунтах різних дослідних об'єктів в межах Яворівської та Новороздільської сірчаніх копалень. Так, на пробних площах в межах Яворівського кар'єру показниками актуальної кислотності (понад 7,0 рН) відзначаються мергелеві ґрунтосуміші, розташовані поблизу дамби (рис. 4.11).



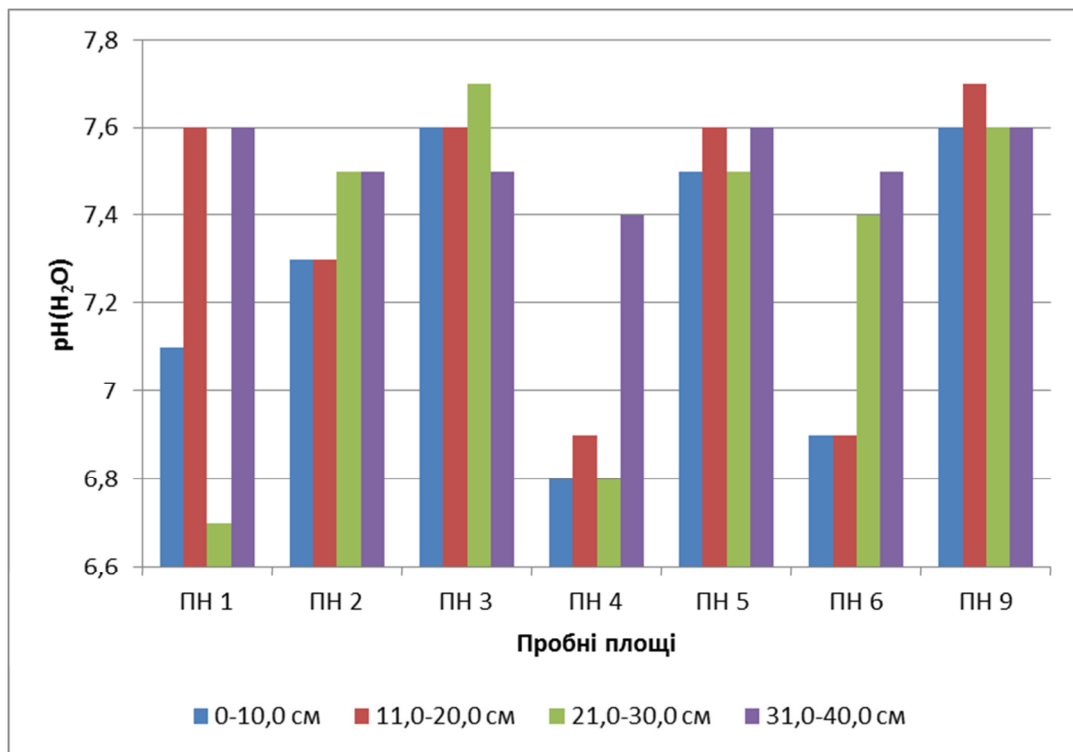
**Рис. 4.11. Показники ступеня актуальної кислотності (рН) на території Яворівського сірчаного кар'єру**

Значно меншим показником ступеня актуальної кислотності відзначаються верхні прошарки ґрунту на пробних площах, розташованих в межах підземного видобутку сірки № 1, 2. Зокрема, меншим рН характеризується ділянка ПЯ 8 – з сосновим насадженням в межах підземного видобутку сірки № 2.

Дещо більший рН властивий для ґрунтів на ділянці ПЯ 7 – лука в межах підземного видобутку сірки № 2 та на ПЯ 2 – рекультивована ділянка з куртинними заростями берези.

Істотно більшими показниками актуальної кислотності

характеризуються ґрунти на пробних площах Новороздільського сірчаного кар'єру, що зумовлено сформованими ґрунтосумішами на мергелевих відвалах. Найменшим показником кислотності (6,8–6,9 од.) характеризуються верхні прошарки ґрунту на ПН 4 – зарості чагарників та ПН 6 – липово-черешневе насадження на відвалі кар'єру а найбільшим – верхнього прошарку на ділянці з вільхово-ясенево-черешневим (ПН 3) та в'язово-вільховим насадженнями (ПН 9) на відвалах кар'єру (рис. 4.12).



**Рис. 4.12. Показники ступеня актуальної кислотності (рН) на території Новороздільського сірчаного кар'єру**

Доцільно відзначити, що під впливом деревостанів, сформованих за участю різних деревних порід та чагарників, істотно підвищився (на 18,8%) показник кислотності у верхньому прошарку на кислих ґрунтосумішах в межах Яворівського кар'єру на ПЯ 2 – з куртинними заростями берези та знизився (на 6,5-6,7%) на лужних ґрунтосумішах Новороздільського кар'єру на ділянках із дубовим, липово-черешневим насадженням та заростями чагарників.

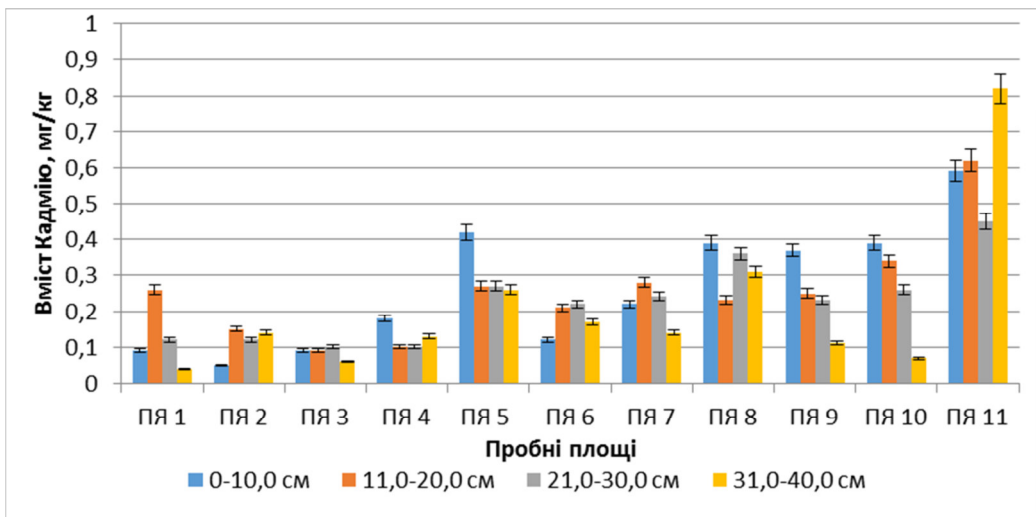
Менш відчутний вплив на зміну ступеня актуальної кислотності (на 1,3-2,7%) спостерігається у верхньому прошарку ґрунту на секціях дослід з тополевим, в'язово-вільховим та вільхово-ясенево-черешневим насадженнями.

В цілому проведені дослідження актуальної кислотності ґрунту на різних пробних площах дозволили встановити чітку тенденцію зміни

кислотно-основної рівноваги ґрунту під впливом сформованих деревостанів.

Певний негативний вплив на ріст і розвиток рослин та інших організмів мають важкі метали, зокрема Кадмій, Цинк, Плюмбум та Купрум, які містяться у відвальних породах у межах зони відкритого видобування сірки. Кадмій засвоюється рослинами як через кореневу систему, так і шляхом адсорбції поверхнею вегетативної частини. Кадмій відноситься до групи металів, що володіють високою ембріотоксичністю та канцерогенністю. В органи ссавців він потрапляє з їжею та водою і накопичується в нирках, печінці, селезінці, тимусі. Кадмій володіє високою кумулятивною властивістю та дуже повільно виводиться з організму. Кадмій не є життєво необхідним мікроелементом, проте впливає на обмін фізіологічно важливих хімічних елементів, таких як Цинк, Купрум і Ферум. Сьогодні, гранично допустимі концентрації (ГДК) в ґрунті для кадмію – 3 мг/кг [201].

Дослідження проведені на пробних площах Яворівського сірчаного кар'єру дозволили оцінити зміни вмісту Кадмію за профілем ґрунту (рис. 4.13).



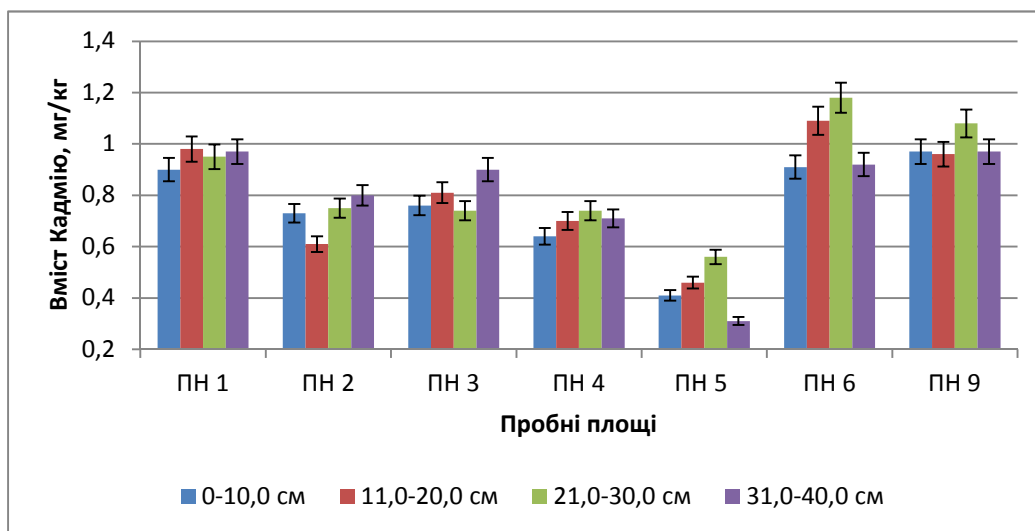
**Рис. 4.13. Вміст Кадмію за профілем ґрунту на території Яворівського сірчаного кар'єру**

Найбільший вміст (до 0,6 мг/кг) цього металу у верхньому прошарку ґрунту встановлено на ПЯ 11 – зарості очерету біля дамби.

Варто зауважити, що ця величина у 5 разів менша за ГДК. Дещо менше Кадмію (до 0,45 мг/кг) у цьому прошарку на ПЯ 5 – лука в межах підземного видобутку сірки № 1, ПЯ 8 – соснове насадження в межах підземного видобутку сірки № 2, ПЯ 9 – березова куртина, та ПЯ 10 – соснова куртина біля дамби. Найменший вміст Кадмію виявлений у верхньому прошарку ґрунту на ПЯ 2 – рекультивована ділянка з куртинними заростями берези та ПЯ 1 – рекультивована ділянка з мінімальною кількістю рослинності в межах

підземного видобутку сірки № 1. Найвищий вміст Кадмію (до 0,65 мг/кг) у прошарку 11-20 см встановлено на пробній площі ПЯ 11 – зарості очерету та ПЯ 10 соснова куртина біля дамби.

Проведені дослідження на пробних площах Новороздільського кар'єру дозволили встановити, що найбільший вміст Кадмію характерний для ґрунтів на секціях з липово-черешневим (ПН 6), в'язово-вільховим (ПН 9) та дубовим насадженнями (ПН 1) (рис. 4.14).



**Рис. 4.14. Вміст Кадмію за профілем ґрунту на території Новороздільського сірчаного кар'єру**

Проте його вміст тут коливається у різних горизонтах. Так, майже на всіх пробних площах, лише за винятком ділянки з в'язово-вільховим насадженням, у верхньому (до 10 см) горизонті ґрунту вміст Кадмію є нижчим (до 0,9 мг/кг), у порівнянні з іншими горизонтами.

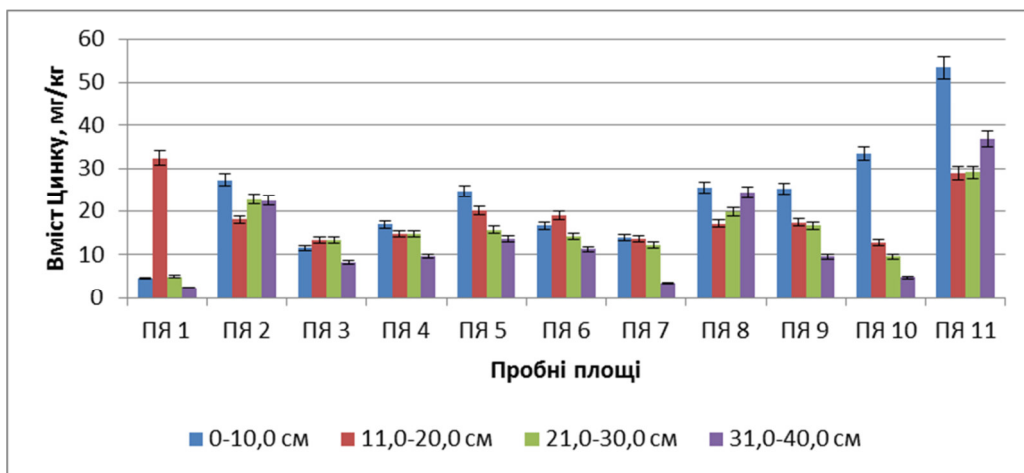
Варто зазначити, що на секціях з липово-черешневим та в'язово-вільховим насадженням вміст Кадмію зростає до 1,1% у прошарках від 11 до 30 см. Найменший вміст (від 0,30 до 0,85 мг/кг) цього металу встановлено у ґрунті на секціях із лучною рослинністю, тополевим, вільхово-ясеневочерешневим насадженнями та на ділянці із заростями чагарників.

Важливу роль у забезпеченні різнобічних функцій у рослинному організмі виконує Цинк, беручи активну участь в окислювально-відновних процесах. Він регулює окислення субстратів, активізує різноманітні ферменти, бере участь у біосинтезі стимуляторів росту, тощо. ГДК вмісту Цинку в ґрунті становить – 300 мг/кг [286].

Аналіз ґрунтів пробних площ Яворівської копальні дозволив виявити значне коливання його вмісту в різних прошарках ґрунту, яке не виходить за межі ГДК. Найвищий вміст (до 55 мг/кг) даного елемента виявлений у верхньому прошарку ґрунту на ПЯ 11 – зарості очерету та ПЯ 10 – соснова



куртина біля дамби, причому він практично у 6 разів менший за ГДК для цього металу. Значно менше (до 28 мг/кг) Цинку виявлено на пробних площах ПЯ 2 – рекультивована ділянка з куртинними заростями берези, ПЯ 5 – лука в межах підземного видобутку сірки № 1 та на ПЯ 8 – соснове насадження в межах підземного видобутку сірки № 2 і ПЯ 9 – березова куртина біля дамби. Найменше (до 5 мг/кг) у поверхневому шарі ґрунту виявлено Цинку на ПЯ 1 – рекультивована ділянка з мінімальною кількістю рослин. Спостерігається істотний вплив рослинності на регулювання вмісту цього металу у верхньому шарі ґрунту на ПЯ 1, ПЯ 3 та ПЯ 6, де вміст Цинку у нижньому прошарку ґрунту значно вищий, порівняно з поверхневим (рис. 4.15).



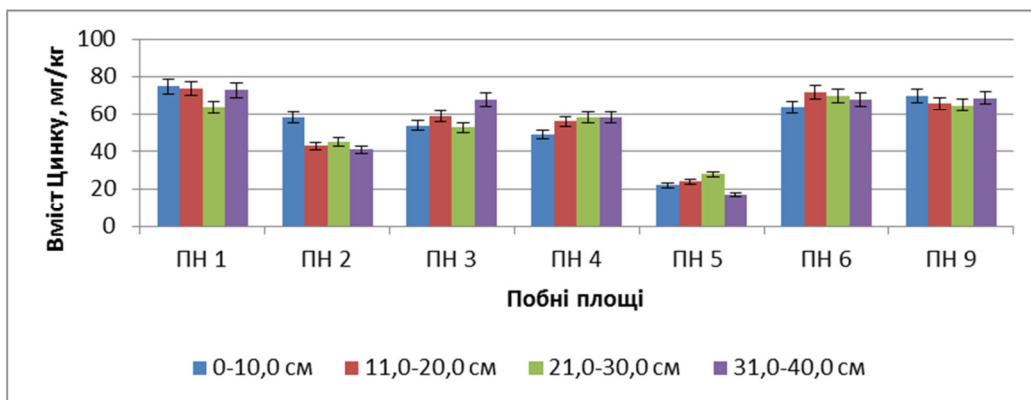
**Рис. 4.15. Вміст Цинку за профілем ґрунту на території Яворівського сірчаного кар'єру**

Відповідно до результатів досліджень в межах Новороздільського кар'єру встановлено, що найменшим вмістом Цинку (до 28 мг/кг) у всій товщі ґрунту відзначається секція з лучною рослинністю.

Дещо більший (до 57 мг/кг) вміст даного елемента відзначений на секції із заростями чагарників (ПН 4) та тополевим насадженням (ПН 2).

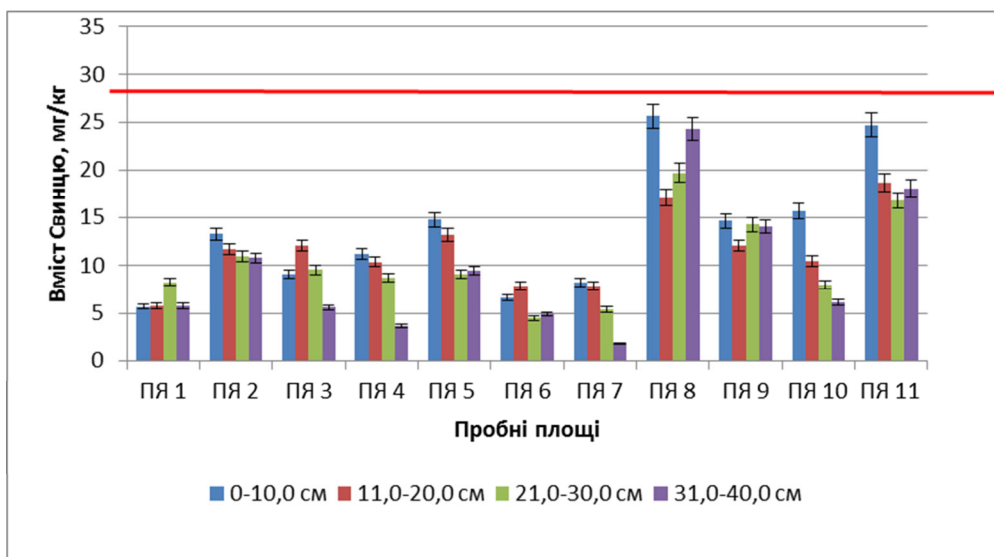
Варто зазначити, що зменшення вмісту Цинку у верхньому (до 10 см) шарі, порівняно з іншими, встановлено на секціях із заростями чагарників (ПН 4), на луці (ПН 5), у липово-черешневому (ПН 6) та вільхово-ясеневочерешневому (ПН 3) насадженнях.

Найбільший вміст (до 75 мг/кг) даного важкого металу відзначено на ділянках з дубовим (ПН 1), липово-черешневим (ПН 6) та в'язово-вільховим насадженнями. Дещо підвищений вміст (65–73 мг/кг) Цинку встановлено у прошарку ґрунту від 31 до 40 см на секціях з дубовим, липово-черешневим, в'язово-вільховим (ПН 9) та вільхово-ясеневочерешневим (ПН 3) насадженнями (рис. 4.16).



**Рис. 4.16. Вміст Цинку за профілем ґрунту на території Новороздільського сірчаного кар'єру**

З метою аналізу вмісту Плюмбуму в порушених ґрунтах на території Яворівського кар'єру проведено відбір зразків у різних прошарках ґрунту на пробних площах (рис. 4.17).

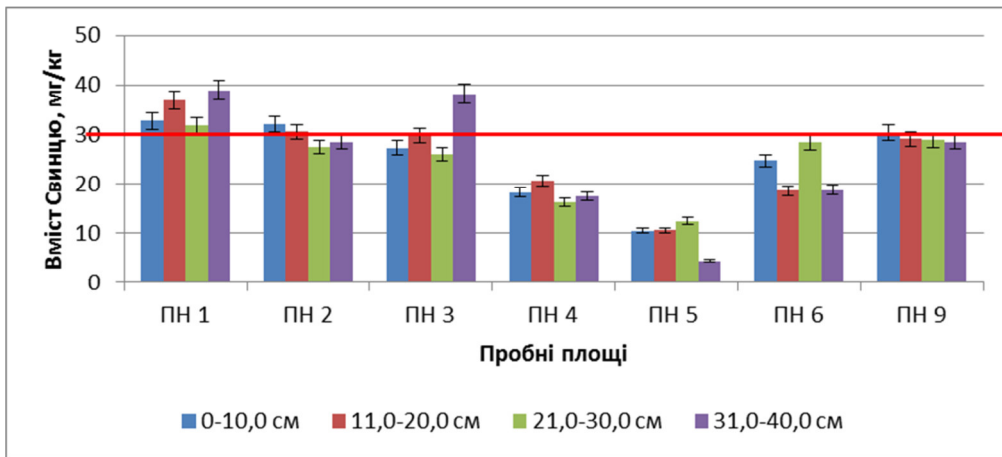


**Рис. 4.17. Вміст Плюмбуму за профілем ґрунту на території Яворівського сірчаного кар'єру; червона лінія – ГДК (30 мг/кг)**

Досліджено, що токсичні концентрації Плюмбуму (Pb) у ґрунті для більшості рослин перебувають у межах 1000-2000 мг/кг [234]. Окремі види рослин гинуть уже за його вмісту близько 500 мг/кг ґрунту. Цей метал викликає порушення метаболізму мікроорганізмів, особливо процесів дихання і клітинного поділу. ГДК для валової форми Pb у ґрунті становить 30 мг/кг.

Найбільший показник (до 26 мг/кг) вмісту Плюмбуму, що наближає його до ГДК, відзначений на пробних площах ПЯ 8 – соснове насадження в межах підземного видобутку сірки № 2 та ПЯ 11 – зарості очерету біля дамби. Значно менший (до 16 мг/кг) вміст цього металу характерний для верхнього прошарку ґрунту на ПЯ 2 – рекультивована ділянка з куртинними заростями берези, ПЯ 4 – соснове насадження, ПЯ 5 – лука в межах підземного видобутку сірки № 1 та ПЯ 9 – березова куртина і ПЯ 10 – соснова куртина біля дамби. Найменший вміст Плюмбуму в цьому шарі встановлено на рекультивованій ділянці з мінімальною щільністю рослин.

Дослідження в межах Новороздільського кар'єру дозволили встановити, що більший (до 35 мг/кг) вміст Плюмбуму у прошарку ґрунту до 10 см зафіксовано на секціях з дубовим (ПН 1), тополевым (ПН 2) та в'язово-вільховим (ПН 9) насадженнями (рис. 4.18).



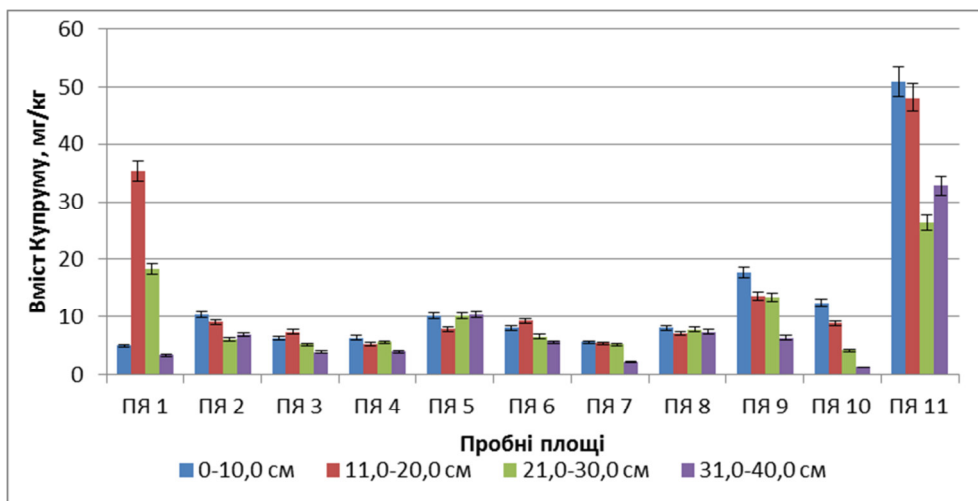
**Рис. 4.18. Вміст Плюмбуму за профілем ґрунту на території Новороздільського сірчаного кар'єру; червона лінія – ГДК (30 мг/кг)**

Цей вміст незначно перевищує ГДК для валової форми цього металу. Значно менший (10,5-18,3 мг/кг) вміст Плюмбуму виявлено на ПН 5 – лука та ПН 4 – зарості чагарників. Зменшення вмісту Плюмбуму в поверхневому прошарку ґрунту, порівняно з нижче розташованим, встановлено на пробних площах з дубовим (ПН 1), вільхово-ясенево-черешневим (ПН 3) насадженнями та заростями чагарників (ПН 4). Найбільший вміст Плюмбуму (до 40 мг/кг), що в 1,3 рази перевищує ГДК, встановлено у шарі 31-40 см на ділянці з дубовим та вільхово-ясенево-черешневим насадженням.

Важливу роль у рості та розвитку рослин відіграє Купрум (Cu), який входить до складу ферментів, підвищує інтенсивність дихання та фотосинтезу, впливає на білковий та вуглеводний обміни, покращує надходження в рослину Нітрогену і Магнію (ГДК для валової форми Cu у ґрунті – 100 мг/кг) [158; 248].

Аналіз особливостей вмісту та перерозподілу цього елемента за

профілем ґрунту на дослідних об'єктах в межах Яворівського та Новороздільського сірчаних кар'єрів дозволив встановити, що вміст Купруму регулюється сформованими рослинними угрупованнями-фітомеліорантами (рис. 4.19).



*Рис. 4.19. Вміст Купруму за профілем ґрунту на території Яворівського сірчаного кар'єру*

Найбільший вміст Купруму (до 51 мг/кг) у верхньому прошарку ґрунту встановлено на пробній площі ПЯ 11 – зарості очерету біля дамби; значно менший (до 18 мг/кг) – на ПЯ 9 – березова куртина біля дамби, а найменший (до 5 мг/кг) вміст Купруму – на пробних площах ПЯ 1 – рекультивована ділянка з мінімальною кількістю рослин та ПЯ 7 – лука в межах підземного видобутку сірки № 2. Варто відзначити, що перерозподіл аналізованого елемента вздовж профілю відбувається з поступовим зменшенням його вмісту.

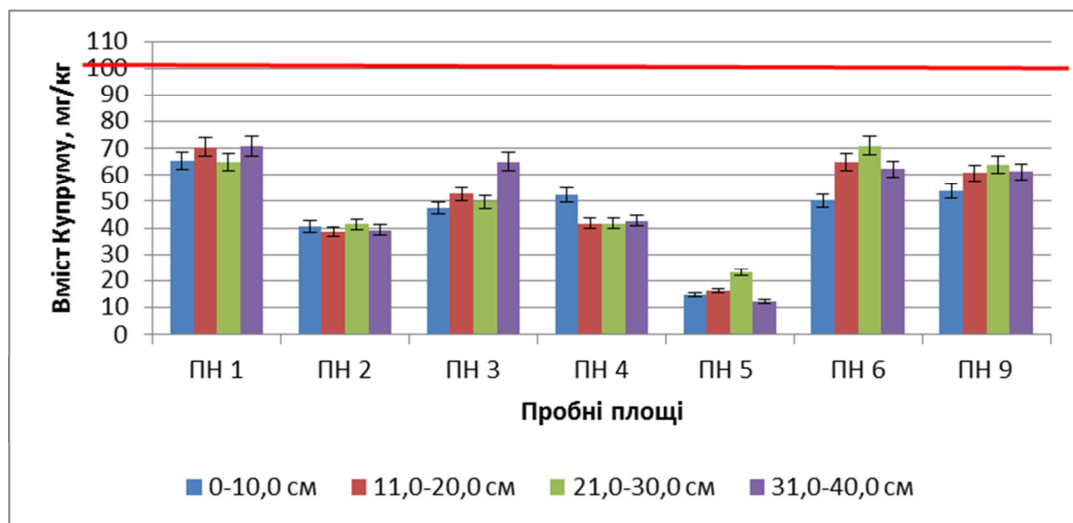
Результати дослідження вмісту Си у ґрунті на пробних площах в межах Новороздільської копальні сірки показують, що більшим показником (50-65 мг/кг) вмісту Си у поверхневому шарі ґрунту відзначаються пробні площі ПН 1 – дубове насадження, ПН 4 – зарості чагарників, ПН 6 – липово-черешневе та ПН 9 – в'язово-вільхове насадження. Поряд з тим, простежується відповідний вплив сформованої рослинності на вміст Си у верхньому шарі ґрунту на ділянках ПН 1, ПН 3, ПН 5, ПН 6 та ПН 9. Найбільший вміст Купруму (понад 60 мг/кг) у всіх аналізованих горизонтах встановлено на ділянці з дубовим насадженням (ПН 1). Дещо менший вміст (48-70 мг/кг) елемента – на дослідних об'єктах із в'язово-вільховим (ПН 9), липово-черешневим (ПН 6) та вільхово-ясенево-черешневим (ПН 3) насадженнями.

Близькі за значенням (від 38 до 52 мг/кг) показники вмісту Купруму

монографія

встановлено у ґрунті з тополевим насадженням та заростями чагарників. Значно менше Купруму (до 22 мг/кг) міститься у ґрунті ділянки з лучною рослинністю.

Результати представлені на рис. 4.20.



*Рис. 4.20. Вміст Купруму за профілем ґрунту Новороздільського сірчаного кар'єру; червона лінія – ГДК (100 мг/кг)*

#### **4.2. Вплив рослинних угруповань на формування мікологічної структури посттехногенних ґрунтів**

Важливим завданням ценотичних досліджень у межах антропогенно порушених територій при відкритому та підземному видобуванні сірки є вивчення сукцесій грибів на самовідновних та рекультивованих територіях. Ґрунтові гриби відрізняються за типом живлення і взаємодією з іншими організмами. Серед ґрунтових грибів виділяють сапрофіти, що руйнують рослинні і тваринні рештки, паразити рослин (факультативні чи облігатні), мікоризоутворювачі, трапляються також гриби-хижаки.

Мікофлора ґрунту представлена всіма класами грибів: фікоміцети, аскоміцети, базидіоміцети, дейтероміцети. Гриби відіграють важливу роль у трансформації органічних сполук – розклад целюлози, лігніну та пектинових речовин; колообігу Нітрогену, зокрема у процесах амоніфікації, що сприяє формуванню умов для розвитку інших мікроорганізмів. Крім того, ґрунтові гриби здатні продукувати різноманітні біологічно активні речовини: амінокислоти, ферменти, ліпіди, полісахариди, антибіотики, стимулятори росту рослин, вітаміни та токсичні речовини [4; 6; 31; 74; 78; 93; 124; 194].

Живлення ґрунтових грибів відбувається за адсорбційним типом, тому вони тісно пов'язані із субстратом і мають велику поверхню всмоктування. Гриби характеризуються міцеліальною будовою, швидким ростом верхівки

міцелію у довжину, активним метаболізмом. Все це сприяє швидкій колонізації субстрату, а можливість продукування антибіотичних і токсичних речовин, підвищує їх конкурентоздатність у освоєнні субстрату. В міру використання субстрату метаболізм грибів уповільнюється і відбувається утворення хламідоспор, склероціїв або інших форм, що знаходяться у стані спокою. Спори можуть легко переноситися з субстрату на субстрат, що зумовлює високу адаптивність грибів до умов навколишнього середовища [78; 83; 84].

Факультативні паразити представлені, в основному, грибами родів *Fusarium*, *Pythium*, *Corticium*, а також деякими видами *Cladosporium*. Міцелій цих грибів зазвичай росте на поверхні коренів. До сапрофітних грибів відносять гриби класу *Zygomycetes*, головним чином, мукорові гриби, а також деякі види незавершених грибів, зокрема родів *Penicillium*, *Aspergillus* та інші. Основна особливість сапрофітних грибів, які швидко засвоюють легкодоступні вуглеводи – активний ріст міцелію, швидке проростання спор за наявності відповідного субстрату. Багато з них характеризуються здатністю утворювати антибіотики і токсичні речовини, що створює ще більше можливостей у боротьбі за поживні ресурси [84; 93; 124; 144].

Целюлозоруйнівні гриби ростуть повільніше та не витримують конкуренції з грибами, що швидко засвоюють легкодоступні вуглеводи. До цієї групи належать багато представників сумчастих та незавершених грибів. Найактивнішими руйнівниками целюлози є аскоміцети та дейтероміцети. Серед останніх види родів *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Stachybotrys*, *Trichoderma*, *Cladosporium*. Гіфальний тип росту більшості грибів є одним із прикладів адаптації морфологічної структури до структури субстрату. До групи, що руйнує лігнін, належать головним чином базидіоміцети. Вони ростуть повільно, починають розвиватися тоді, коли всі легкодоступні вуглеводи вже використані. Відомо, що невелика кількість видів дейтероміцетів також здатні розкладати лігнін. Це види родів *Trichoderma*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*. У міру розкладання рослинних решток починають розвиватися гриби, які здатні розкладати специфічні речовини гумусу, і які не потребують великої кількості поживних речовин [19; 93; 114; 225; 226; 231].

Відомо, що на порушених територіях відновлення угруповань грибів відбувається поступово під впливом абіотичних і біотичних факторів. Недостатньо вивченим є процес, яким чином постійні зміни в рослинних ценозах, викликають зміни у ґрунті – середовищі існування мікроорганізмів, а відповідно і у їх функціонуванні. Чітко простежується вплив рослинних угруповань на склад мікроорганізмів у органічному опаді та ґрунті.

Встановлено, що основна маса (70-80 %) рослинного опаду може розкладатися грибами [60; 98; 124; 280]. Органічний опад, що формується внаслідок відмирання та накопичення рослин на поверхні ґрунту, є середовищем існування та джерелом харчування великого комплексу організмів – безхребетних, найпростіших (*Protozoa*) грибів. В мінералізації

органічного опаду беруть активну участь безхребетні, які проводять її механічне подрібнення, сапрофітні гриби здійснюють мінералізацію лігніну, пектину, клітковини, а також мікроорганізми, що розкладають органічну речовину до найпростіших елементів [190]. Мікроскопічні гриби як одні з основних компонентів ґрунтового біоценозу, чутливі до змін властивостей ґрунту, і тому використовуються, як тест-об'єкти для вивчення змінених ґрунтів.

Мікроорганізми виконують надзвичайно важливу роль не лише в ґрунтоутворенні та підтриманні родючості ґрунтів, але й допомагають рослинам засвоювати недоступні їм елементи з ґрунтового шару, покращуючи тим самим їхнє функціонування та подальший розвиток. Мікроорганізми, здатні трансформувати рослинні рештки, беруть участь у формуванні структури ґрунту, утворенні гумусу та його мінералізації.

Бактерії та гриби є найбільш поширеними і екологічно важливими фітосимбіонтами. Їхня чисельність (показник біогенності ґрунту) коливається не тільки протягом року, але й впродовж незначних проміжків часу в залежності від температури, вологості ґрунту, стану рослинного покриву та будь-яких змін у навколишньому середовищі [5; 6; 114].

Наявність у ґрунтових екосистемах найрізноманітніших груп мікроорганізмів, які відрізняються за біологічною та біохімічною специфічністю, зумовлює величезне їх значення у ґрунтовірних процесах. Кількісний склад і співвідношення окремих представників у мікробному ценозі ґрунту значно залежить від способу обробітку ґрунту, надходження рослинних решток, які в першу чергу трансформуються під впливом неспоривих бактерій і мікроскопічних грибів, а на пізніших стадіях цього процесу – бацил та актиноміцетів.

Біологічна активність ґрунту дає більше інформації про властивості ґрунту, ніж хімічна чи фізична характеристика. Ключовими показниками біологічної активності ґрунту є кількісні характеристики еколого-трофічних груп мікроорганізмів.

Вивчаючи мікологічну структуру ґрунту, що зумовлюється складом сформованого рослинного угруповання, досить складно виявити вплив конкретного виду рослин на структуру видового складу грибів [190; 203]. Для вивчення екологічної ролі окремих видів рослин на формування мікологічних ценозів в умовах порушених земель Яворівського та Новороздільського сірчаних кар'єрів нами проведені дослідження мікологічної структури ґрунтів на ділянках з різним ступенем ревіталізації.

Нами був використаний метод біоіндикації – визначення якості середовища проживання організмів за видовим складом і показником кількісного розвитку видів-біоіндикаторів і структури їх угруповань. Оцінюється якість середовища проживання. В якості оціночного параметру використовується реакція живих організмів. Використаний був метод серійних розведень і прямого посіву на агаризовані середовища ґрунтових суспензій.

Аналіз мікобіоти ґрунту проведено з використанням методів кількісної екології. Посезонний (літній, осінній та весняний спектр) відбір зразків проводився на 11 пробних площах закладених в межах Яворівського сірчаного кар'єру та 10 пробних площах на території Новороздільського сірчаного кар'єру. Зразки ґрунту аналізували згідно з існуючими методами [152; 78] та діючими ДСТУ. Систематичну належність мікроміцетів визначали згідно опублікованого 9-го видання «Ainsworth and Bisby's Dictionary of the fungi», а в окремих випадках – за іншими сучасними літературними джерелами. Еколого-систематичний аналіз стану мікобіоти ґрунтів проводили з використанням відповідних екологічних показників: частоти трапляння мікроміцетів, коефіцієнта подібності Соренсена-Чекановського, коефіцієнта різноманіття Шенона, індексу домінування Сімпсона, а також індексу механізації мікобіоти, які є основними універсальними показниками реакції біоти на різні фактори впливу [78; 133].

Протягом літнього періоду в межах Яворівського сірчаного кар'єру було відібрано 11 зразків ґрунту, з яких в культуру виділено близько 5391 ізолят грибів. Таксономічна структура грибів мікроміцетів, поширених на дослідних ділянках аналізованого об'єкту представлена в табл. 4.2.

**Таблиця 4.2**

**Таксономічна структура мікроміцетів ґрунту на пробних площах Яворівського сірчаного кар'єру**

№ з/п	Підземна видобутка I		Підземна видобутка II		Дамба		Контроль		Разом
	Ascomycota	Zygomycota	Ascomycota	Zygomycota	Ascomycota	Zygomycota	Ascomycota	Zygomycota	
Відділ									
Родина	9	2	7	1	5	2	7	-	11
Порядок	7	2	5	1	5	2	5	-	9
Вид	31	3	21	3	15	3	12	-	62

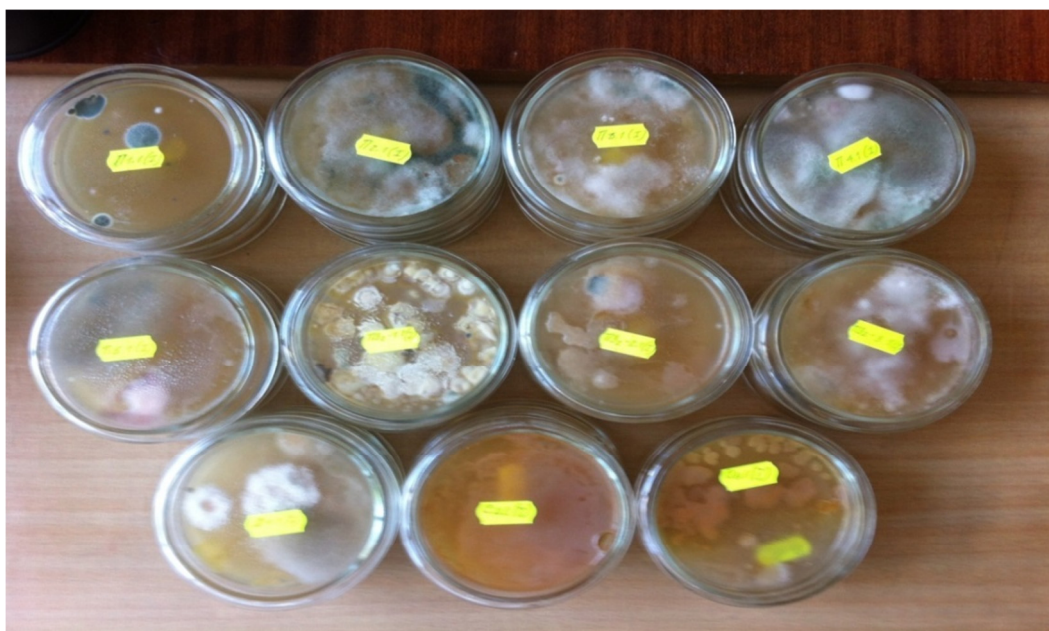
Отримані дані свідчать про те, що біорізноманіття ґрунтових грибів на ділянках у межах підземної видобутки I є значно вищим (кількість видів, частота трапляння) і становить 43 види, порівняно з ділянками в межах підземної видобутки II (28 видів) та на ділянках в межах дамби (20 видів).

Всі типові види ґрунтових мікроміцетів розділені на дві групи. У першу групу входять види, чутливі до антропогенного навантаження (зникають на техноземах і ембріоземах, домінують у кращих ґрунтових умовах), друга – види, індикаторні для техноземів і ембріоземів (ранг домінування різко виявляється в техноземах і ембріоземах). До першої групи належать гриби-епіфіти, фітопатогени, або види, що розвиваються на розкладених в ґрунті рослинних рештках. Ймовірно, зниження частоти відтворення цих видів



пов'язане з пригніченням росту та розвитку рослин на забруднених сіркою територіях. Найвищою індикаційною цінністю володіє друга група видів грибів. Ці види нетипові або рідко зустрічаються на контролі, активно синтезують токсини з антибіотичною, фунгіцидною, фіто- та зоотоксичною дією. Ця здатність метаболізму дозволяє їм перемагати в умовах антропогенного пресингу у конкурентній боротьбі з іншими видами грибів. Крім того, багато з цих видів містять темні пігменти, які мають антиоксидантні властивості, що забезпечує захист від висушування та підвищеної інсоляції [114; 78; 95].

На підставі ідентифікації грибів у ґрунтових зразках було визначено 62 види грибів та один вид бактерій *Pseudomonas denitrificans* Bergey, що беруть участь у фіксації азоту (рис. 4.21).



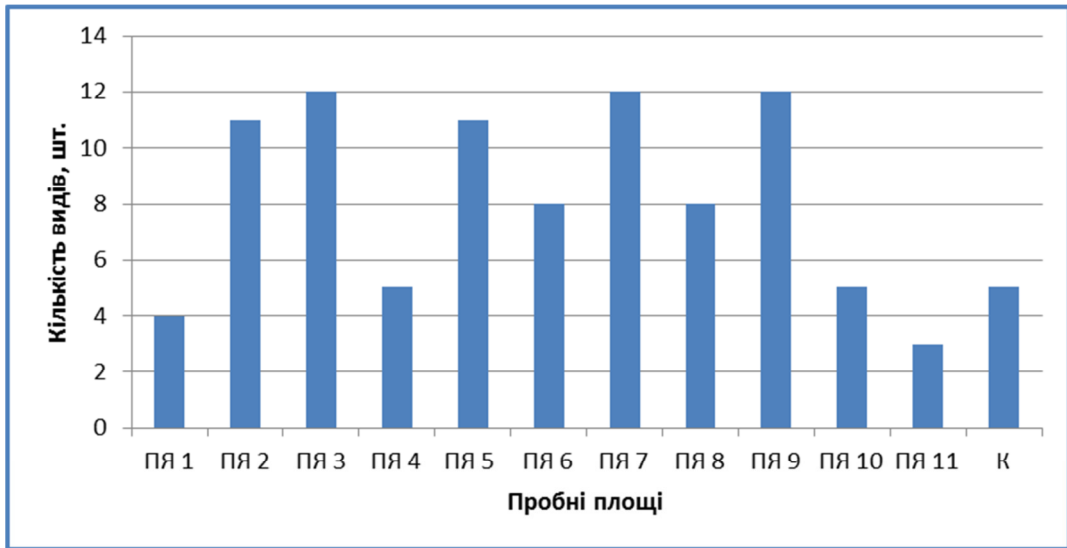
**Рис. 4.21. Ідентифіковані гриби-мікроміцети дослідних едафотопів**

Всі види грибів відносяться до 9 порядків, 11 родин 5 класів та 2 відділів. Найбагатший за видовим складом є підвідділ *Deuteromycotina*, до якого віднесено 2 класи (*Caelomycetes* і *Hyphomycetes*). Серед представників порядку *Helotiales* переважали види родини *Sclerotiniaceae*, *Trichocomaceae*. Серед яких домінують види роду *Penicillium* (23 види).

Найвищою біологічною різноманітністю характеризується мікобіота ґрунтів на ділянках підземного видобутку сірки I, де видовий склад ґрунтових грибів становить 43 види. Ділянки на території підземного видобутку сірки II характеризуються наявністю 28 видів. Найменша видова різноманітність мікобіоти сформувалась на територіях в межах дамби з наявністю 20 видів, включаючи бактерії *Pseudomonas denitrificans*, що беруть участь у

грунтотворенні (дод. А1).

Аналіз кількісного складу грибів мікроміцетів на пробних площах в межах Яворівського сірчаного кар'єру дозволив відзначити більше біорізноманіття мікроміцетів на території підземного видобутку сірки № 1, де проведено рекультивацию території і сформувались рослинні угруповання за участю берези повислої, сосни звичайної з характерним рослинним покривом, у якому достатньо представлені рослини із родини бобових (рис. 4.22) [78; 95].



**Рис. 4.22. Кількісний склад грибів мікроміцетів на пробних площах Яворівського сірчаного кар'єру**

В межах підземної видобутки сірки № 2 максимальна кількість видів грибів відзначена на луці (ПЯ 7), де переважають рослини з родини бобових і осокових. У межах дамби, найбільший видовий спектр грибів відзначено на ділянці із сформованим березовим насадженням (ПЯ 9). Поряд із цим, найменша кількість видів грибів мікроміцетів характерна на ділянці в межах підземного видобування сірки № I з мінімальною рослинністю (ПЯ 1) – 4 види; з сосновим насадженням (ПЯ 4) – 5 видів; та на дослідних ділянках біля дамби з біогрупою сосни (ПЯ 10) – 5 видів у заростях очерету (ПЯ 11) – 3 види.

Надійним показником екологічних умов може служити специфічний набір видів мікроміцетів, для характеристики якого необхідним є використання кількісних критеріїв. Одним із критеріїв може виступати частота трапляння виду. Під частотою трапляння виду мікроміцетів розуміють відношення числа зразків, в яких вид виявлений, до загального числа досліджених зразків [280]. За допомогою такого показника можна розчленувати комплекс мікроміцетів на типові та випадкові види. Типовим

вважають вид, якщо частота його трапляння вище 30% (з виділених), а випадковим, якщо вона нижче 10%. Формування комплексу типових видів мікроміцетів зумовлюється закономірностями походження ґрунтів. Це підтверджує можливість використання комплексу мікроміцетів для характеристики сформованих ґрунтосумішей на підставі їх видового різноманіття [132; 133].

Проведений обрахунок частоти трапляння для всіх видів грибів мікроміцетів, однак для аналізу були використані лише ті, що частіше зустрічались у досліджуваних екотопах. Встановлено, що частіше трапляються на ділянці в межах підземного видобутку сірки № 1 такі види, як *Penicillium digitatum* (31,5%), *Aureobasidium pullulans* (18,5%). В межах підземного видобутку II – *Rhizopus oryzae* (28,9%) та *Rhizopus stolonifer* (15,4%). На ділянках в межах дамби найчастіше зустрічається *Rhizopus oryzae* (18,5%) (табл. 4.3) [95].

Таблиця 4.3

**Еколого-таксономічна характеристика визначених видів на пробних площах Яворівського сірчаного кар'єру**

№ з/п	Назва виду	Частота трапляння, %		
		Підземна видобутка I	Підземна видобутка II	Дамба
1	2	3	4	5
1.	<i>Trichoderma viride</i> Pers. ex Gray	9,8	11,5	-
2.	<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) de Vries	9,4	-	10,3
3.	<i>Aureobasidium pullulans</i> (De Bary) Arnaud	18,5	9,3	11,7
4.	<i>Penicillium funiculosum</i> Thom	-	13,2	9,3
5.	<i>Penicillium lanosum</i> Westl	15,4	-	11,5
6.	<i>Penicillium citrinum</i> Thom, C.	10,7	-	9,8
7.	<i>Penicillium digitatum</i> (Pers.) Sacc.	31,5	-	-
8.	<i>Rhizopus oryzae</i> Went & Prins. Geerl	-	28,9	18,5
9.	<i>Rhizopus stolonifer</i> (Ehrenb.: Fr.) Vuill.	-	15,4	10,5
10.	<i>Phoma glomerata</i> (Corda) Wollenw. & Hochapfel	11,7	-	10,5
11.	<i>Phoma pomorum</i> Thüm	10,7	14,6	-
12.	<i>Trichoderma lignorum</i> (Tode) Harz	10,2	11,9	-
13.	<i>Trichoderma viride</i> Pers. ex Gray	9,8	11,5	
14.	<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) de Vries	9,4	-	-

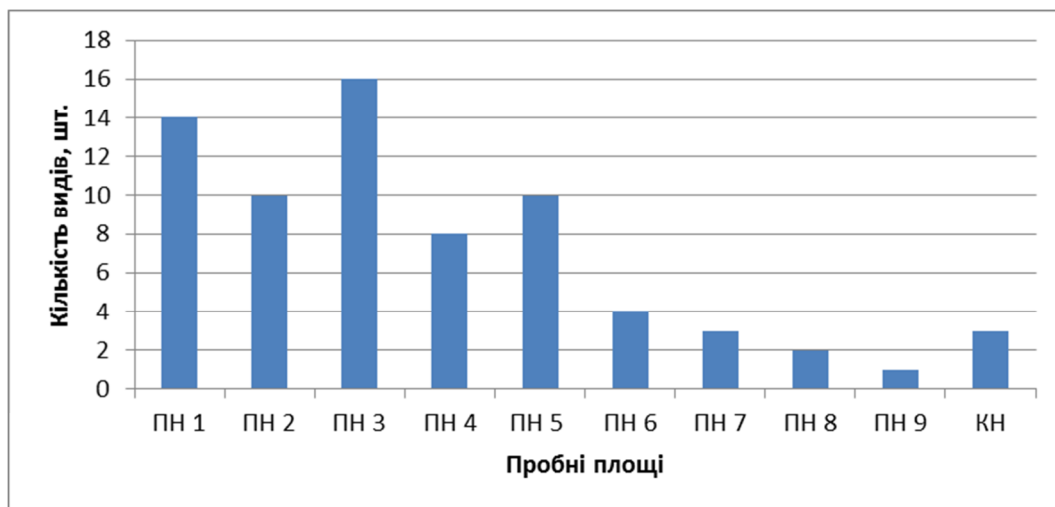
Одночасно в цей же період проводився аналіз впливу сформованих рослинних угруповань на мікологічну структуру ґрунтів в межах техноземів Новороздільського сірчаного кар'єру. В результаті проведених досліджень було виділено близько 4187 ізолятів грибів (табл. 4.4, дод. А2).

Таблиця 4.4

**Таксономічна структура мікроміцетів ґрунту на пробних площах Новороздільського сірчаного кар'єру**

№ з/п	ПН 1		ПН 2		ПН 3		ПН 4		ПН 5		ПН 6		ПН 7		ПН 8		ПН 9		КН		Разом	
	<i>Ascomycota</i>	<i>Zygomycota</i>	<i>Ascomycota</i>	<i>Zygomycota</i>	<i>Ascomycota</i>	<i>Zygomycota</i>	<i>Ascomycota</i>	<i>Zygomycota</i>	<i>Ascomycota</i>	<i>Zygomycota</i>	<i>Ascomycota</i>	<i>Zygomycota</i>	<i>Ascomycota</i>	<i>Zygomycota</i>	<i>Ascomycota</i>	<i>Zygomycota</i>	<i>Ascomycota</i>	<i>Zygomycota</i>	<i>Ascomycota</i>	<i>Zygomycota</i>		
Родина	5	1	4	-	5	2	4	1	3	2	3	-	1	2	1	1	-	1	1	1	1	7
Порядок	4	1	3	-	4	2	3	1	2	2	2	-	1	2	1	1	-	1	1	1	1	6
Вид	12	2	10	-	13	3	7	1	8	2	3	-	1	2	1	1	-	1	2	1	1	50

Встановлено, що видове різноманіття мікроміцетів представлене 50 видами, які належать до 6 родин, 7 родів та двох класів: *Ascomycetes*, *Zygomycetes* та 2 видами бактерій: *Pseudomonas denitrificans*, що бере участь у процесах денітрифікації Нітрогену і *Bacillus subtilis*. Найбільше видове різноманіття відзначено нами на ділянці із змішаними деревними насадженнями (рис. 4.23) [96; 88; 241].



**Рис. 4.23. Кількісний склад грибів мікроміцетів на пробних площах Новороздільського сірчаного кар'єру**

Найбільшим видовим різноманіттям відзначається ділянка із змішаним насадженням (ПН 3) – 16 видів грибів. На ділянці з дубовим насадженням (ПН 1) виявлено 14 видів грибів, у тополевому насадженні (ПН 2) та на луці (ПН 5) – по 10 видів, у чагарниковому угрупованні (ПН 4) – 8 видів. Найменшим видовим різноманіттям характеризуються ґрунти ділянки на

східному схилі (ПН 6) – 4 види та на вершині пагорба (ПН 9) – 1 вид.

Крім того, види бактерій (*Bacillus subtilis*, *Pseudomonas species*) були ідентифіковані в ґрунті на луці. У сформованих ґрунтосумішах на пробних площах Новороздільського кар'єру визначено частоту трапляння видів грибів мікроміцетів (додаток Б 7., табл. Б.7.1) [96].

Встановлено, що найбільш типовими видами для визначених екоотопів на пробній площі ПН 1 є *Aureobasidium pullulans* (de Bary) G. Arnaud (23,1%), для ПН 2 – *Aureobasidium pullulans* (de Bary) G. Arnaud (27,2%), для ПН 3 – *Trichoderma lignorum* (Tode) Harz (12,5%), для ПН 4 – *Aureobasidium pullulans* (de Bary)G. Arnaud (25,1%), для ПН 5 – *Aspergillus sydowii* Thom et Church (25,4%), для ПН 6 – *Trichoderma viride* Pers. (50,4%), для ПН 7 – *Mucor hiemalis* Wehmer (43,2%).

Варто зазначити, що найпоширеніші види мікроміцетів, ідентифіковані нами в ґрунтах мішаного насадження, на східній експозиції відвалу та на його вершині, відрізняються, і є значно біднішими за складом від переліку видів, представлених у сформованих ґрунтосумішах дубового, тополевого, мішаного насаджень та в межах луки.

Облік ґрунтових грибів у межах дослідних ділянок Яворівського та Новороздільського сірчаних кар'єрів протягом усіх сезонів представлено у додатку А.

З метою обґрунтування потенційної моделі відновлення сірчаних кар'єрів Львівщини було проведено порівняння основних екологічних показників мікобіоти різних сірчаних кар'єрів (Яворівського, Новороздільського та Подорожненського) впродовж 2008-2017 років.

З використанням методу кореляційних плеяд визначались корелюючі ознаки між видами мікроміцетів та особливостями зовнішнього середовища, зокрема ґрунтовими умовами в межах аналізованих сірчаних кар'єрів. Побудову кореляційних плеяд здійснювали з урахуванням типу ґрунту та сезонності. Графічно результати представлені у вигляді дендрограм і кореляційних плеяд. Це дало змогу виявити структурні роди (види), які відповідають за формування конкретного грибного комплексу. Статистичну обробку отриманих результатів виконували за програмою, розробленою в Інституті мікробіології та вірусології НАН України.

Метод головних компонент використано з метою виявлення зв'язку між частотою трапляння видів і техногенно перетвореним ґрунтом для подальшої обробки за допомогою багатомірного статистичного аналізу.

Аналіз подібності видового складу мікобіоти за коефіцієнтом Соренса-Чекановського свідчить, що найбільшу подібність видової структури грибів зафіксовано між едафотопом Яворівського сірчаного кар'єру (II) та Новороздільського сірчаного кар'єру (III) –  $S = 1,92$ .

Найбільшу відмінність за видовим складом мікобіоти виявлено між едафотопом Подорожненського сірчаного кар'єру (I) та Новороздільського сірчаного кар'єру (III) –  $S = 1,11$ . У цьому випадку сформувались зовсім різні мікоасоціації (табл. 4.5) [102].

**Таблиця 4.5**

**Показники подібності мікроскопічних грибів у вивчених едафотобах**

<i>Варіанти досліджу</i>	<i>Індекс Соренса-Чекановського (S)</i>
I–III	1,11
I–II	1,19
III–II	1,92

Індекси видової різноманітності мікроміцетів підтверджують, що найрізноманітніший видовий склад мікобіоти характерний для едафотопу Нового Роздолу (III) –  $H = 3,12$ , а найбільш спрощеним був видовий склад едафотопу Подорожне (I) –  $H=1,47$ . Коефіцієнт Шенона є досить низьким у всіх варіантах, окрім едафотопу III, що свідчить про процес відновлення та збагачення мікроміцетного складу ґрунтів на дослідних ділянках Новороздільського сірчаного кар’єру (табл. 4.6).

**Таблиця 4.6**

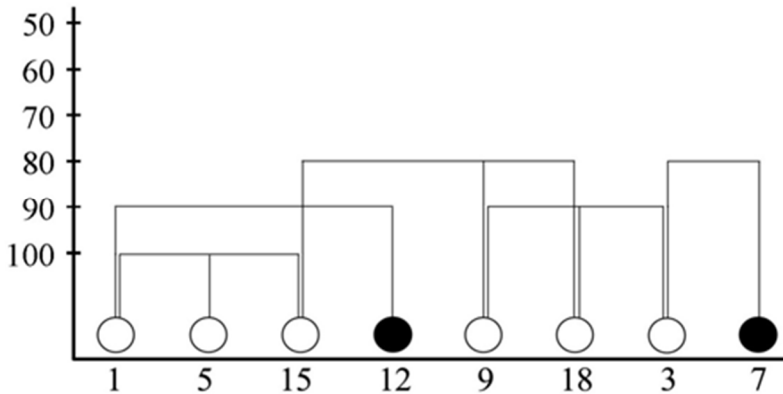
**Порівняння показників видового різноманіття та домінування мікроміцетів досліджених едафотопів**

<i>Досліджені едафотопи</i>	<i>Коефіцієнт Шенона (H)</i>	<i>Індекс Сімпсона (C)</i>
Подорожне	1,47	0,269
Яворів	2,11	0,219
Новий Розділ	3,21	0,201

Результати аналізу особливостей формування мікологічної структури в ґрунтах із різним ступенем їх відновлення (від найпримітивніших до рекультивованих) свідчить про зростання коефіцієнта Шенона, тобто зростання видового біорізноманіття від Подорожного – найбільш деградованого типу ґрунтів до Нового Роздолу із ґрунтами, на яких була проведена біологічна рекультивация. Спостерігається зменшення індексу домінування Сімпсона, а саме зменшення домінування видів *Zygomycetes* із зони, де рекультивацийні та фітомеліоративні роботи не проводились до видів родин *Deuteromycetes* та *Ascomycetes*, де збільшується кількісний і видовий склад видів роду *Penicillium* та *Cladosporium*, *Aureobasidium*, *Trichoderma* і інших ґрунтоутворюючих видів на території рекультивацийі.

Результати кореляційного аналізу біоти мікроміцетів кожного дослідного об’єкту протягом трьох вегетаційних сезонів (2014-2017 рр.) засвідчили, що на територіях у межах Яворівського та Новороздільського сірчаного кар’єрів сформувались високоорганізовані комплекси ґрунтових мікроміцетів.

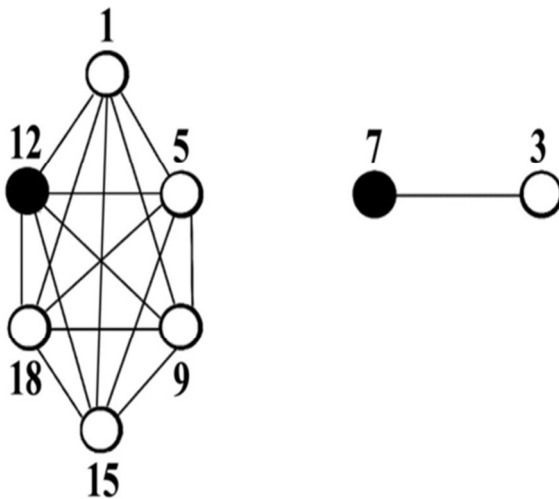
Слід зазначити, що на територіях Новороздільського сірчаного кар’єру сформувались більш високоорганізовані комплекси ґрунтових мікроміцетів. Дендрограми групової схожості характеризували у випадку Яворівського сірчаного кар’єру міцні кореляційні зв’язки між видами, утворюючи кластери із 3-5 видів (рис. 4.24) [102; 104].



**Рис. 4.24.** Дендрограма групової схожості грибів Яворівського сірчаного кар'єру

Усі вони утворились за високого рівня схожості  $r = 1,0; 0,95; 0,89$ , і віднесені до замкнених структур типу «зірка-сітка» та «ліхтарик» – високоорганізовані та лінійні.

Плеяди, котрі відрізнялись між собою за формою і ступенем складності, об'єднані однаковою реакцією-відповіддю видів на заданий екологічний фактор. Структурними родами для плеяд Яворівського сірчаного кар'єру серед меланінвмісних видів були види роду *Aureobasidium* та *Cladosporium*. Крім меланінвмісних таку ж функцію виконували світлопігментовані види родів *Aspergillus*, *Fuzarium*, *Penicillium*, *Rhizopus* (рис. 4.25).

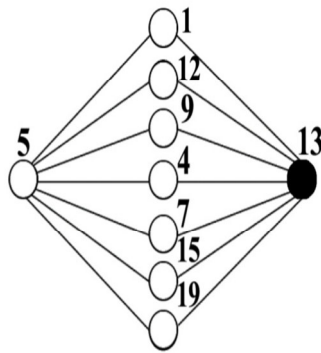
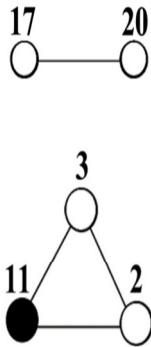


- 1. *Aspergillus* species
- 12. *Aureobasidium pullulans* (de Bary) G. Arnaud
- 5. *Penicillium ochrochloron* Biourge, P.
- 9. *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Snyder & Hansen
- 15. *Fusarium culmorum* (Wm.G.Sm.) Sacc.
- 18. *Rhizopus* species
- 7. *Monilia* species
- 3. *Phoma glomerata* (Corda) Wollenw. & Hochapfel

**Рис. 4.25.** Грибні комплекси, виявлені в досліджених ґрунтах Яворівського сірчаного кар'єру

*Penicillium ochrochloron*– гриб, стійкий до різного роду антропогенних впливів. Він є космополітом на відміну від *Aspergillus*, які приурочені більше до ґрунтів середніх широт. У них морфологічна схожість з *Aspergillus* та широке розповсюдження.

На пробних площах в межах Новороздільського сірчаного кар'єру на рівні  $r = 1,0$  сформувались високоорганізовані грибні комплекси, які описуються плеядами «ліхтарик», тричленна та інші (рис. 4.26).



1. *Aspergillus ustus* Thom et Church
5. *Penicillium lanosum* Westl
12. *Mucor globosus* Fischer
9. *Mucor hiemalis* Wehmer
4. *Aspergillus fumigatus* Fresenius
13. *Aureobasidium pullulans* (de Bary) G. Arnaud
7. *Trichoderma koningi* Oudem
15. *Trichoderma lignorum* (Tode) Harz
19. *Aspergillus nidulans* Wint

11. *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) G.A. de Vries
3. *Mucor hiemalis* Wehmer
2. *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Snyder & Hansen
17. *Penicillium chrizogenum* Thom
20. *Mortierella isabellina* Oudem.

**Рис. 4.26. Грибні комплекси, виявлені в досліджених ґрунтах Новороздільського сірчаного кар'єру**

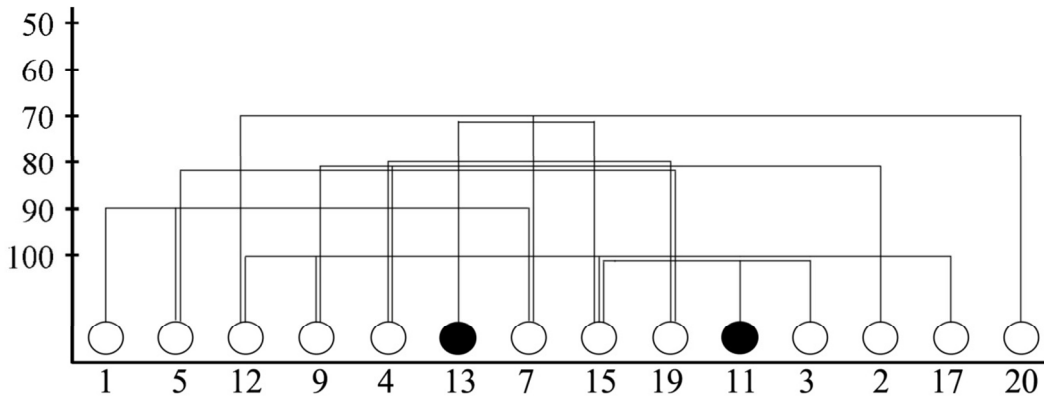
У складі таких плеяд переважали структурні види родів світлозабарвлених грибів *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Trichoderma*, *Mucor*, і меншою мірою – із меланінвмісних мікроміцетів були види родів *Aureobasidium* та *Cladosporium*.

Проведений аналіз ґрунтових зразків за сезонами показав, що найбільш стабільні грибні комплекси утворились у вивчених ектопах у сезон літо-осінь, що свідчить про активні процеси засвоєння та трансформації органічних речовин підстилки та утворення гумусового шару. Цей процес активніший і більш ефективний на території Новороздільського сірчаного кар'єру.

Формування стабільних грибних комплексів на територіях після видобування сірки свідчить про структурну перебудову мікобіоти ґрунтів внаслідок заміщення видів, що переважали в регіоні, резистентними до такого роду впливів видами. Як наслідок, на територіях кар'єрів утворились



високоорганізовані комплекси мікроміцетів, в яких провідна роль належить видам родини *Ascomycota* (рис. 4.27).



**Рис. 4.27. Дендрограма групової схожості грибів Новороздільського сірчаного кар'єру**

Попередні дослідження на територіях Яворівського та Подорожненського сірчанних кар'єрів відрізнялись високим вмістом меланінвмісних видів *Deuteromycetes* у складі структурних родів кореляційних плеяд [152; 211]. Формування стабільних грибних комплексів із високим вмістом меланінвмісних видів грибів в екстремальних умовах існування підтверджувало значну їх резистентність до впливів забруднених важкими металами та сіркою ґрунтів.

В нашому випадку не спостерігається явище промислового меланізму, що пояснюється позитивними процесами відновлення мікологічної структури ґрунтів, особливо на пробних площах в межах Новороздільського сірчаного кар'єру. А відновлення мікофлори ґрунту, в свою чергу, сприяє відновленню рослинного покриву територій і формуванню стабільного фітоценозу [102].

Аналізуючи дендрограму групової схожості, побудовану на основі кореляційного аналізу, відзначено міцний кореляційний зв'язок між мікроміцетами в ґрунті Новороздільського сірчаного кар'єру. За високого рівня значимості (порядку 90-100%), тісними кореляційними зв'язками об'єднано 14 видів грибів, більшість з яких належать до відділу *Ascomycota*.

Значний вплив на появу та поширення мікобіоти у сформованих ґрунтосумішах у межах сірчанних кар'єрів має наявність у них важких металів. У поверхневому шарі ґрунту на пробних площах Яворівського сірчаного кар'єру не відзначено перевищення гранично допустимих концентрацій за вмістом Кадмію, Цинку, Плюмбуму, Хрому, Купруму та Нікелю, що вказує на відсутність негативного впливу на мікрофлору в аналізованих технозомах. Проте є ділянки, де вміст у ґрунті окремих важких металів сягає значних концентрацій. Зокрема, вміст Цинку на пробних площах ПЯ 2, ПЯ 5, ПЯ 8,

ПЯ 9, ПЯ 10 та ПЯ 11 сягає від 20 до 34 мг/кг, на ПЯ 11 до 34 мг/кг, що може негативно впливати на життєдіяльність грибів. Близько половини допустимої концентрації сягає вміст Плюмбуму у верхньому шарі ґрунту на пробних площах ПЯ 5, ПЯ 8, ПЯ 9, ПЯ 10 та ПЯ 11.

З метою аналізу особливостей формування та функціонування грибних комплексів у сформованих рослинних угрупованнях та їх реакцію на вміст і динаміку перерозподілу важких металів у ґрунтосумішах на пробних площах Яворівського та Новороздільського сірчаних кар'єрів, проведено дослідження їх вмісту у різних шарах ґрунту.

Отримані нами результати підтверджують дослідження Н.Н. Жданової, S. Zafar, які вказують на те, що стійкими до вмісту Плюмбуму у ґрунті є представники роду *Penicillium*, Купруму і Цинку – *Penicillium*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Aspergillus* і *Trichoderma*, кадмію – *Trichoderma* і *Alternaria* [76; 78; 271; 289]. Зокрема на ділянці ПЯ 2 в межах Яворівського сірчаного кар'єру та ПН 2 на території Новороздільського сірчаного кар'єру, де відзначено підвищений вміст Плюмбуму, нами ідентифіковані представники роду *Penicillium* (3-4 види за літній та 4-8 за осінній періоди). На ділянці ПЯ 11 та ПН 7 із високим вмістом Купруму, Цинку та Кадмію виявлені види з родів *Penicillium*, *Aspergillus*, *Trichoderma* та *Alternaria* впродовж всіх сезонів [275].

За існуючими даними, найстійкішими до сумісної дії важких металів є більшість мікроміцетів з родів *Alternaria*, *Mucor*, *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Penicillium*, які також зустрічаються на усіх дослідних ділянках Яворівського та Новороздільського сірчаних кар'єрів. Найактивніше поглинає Кадмій *Alternaria alternata*, вид який був нами виявлений на ділянці ПЯ 3, 4, 7, 8 та ПН 1, 2, 7 із підвищеним його вмістом [103; 288].

### 4.3. Динаміка питомого потоку CO<sub>2</sub> з поверхні сформованих техноземів

Проблема деградації сучасних екосистем взагалі та особливо їх базової основи – ґрунту – має глобальний характер.

Так, видобуток мінеральної сировини і такі види діяльності людини, як створення звалищ, золовідвалів, хвостосховищ, будівництво об'єктів військового, промислового та цивільного призначення призводять до виведення щорічно з використання 6-7 млн га цінних для народного господарства земель.

В межах України загальна площа земель, порушених добуванням корисних копалин та зайнятих промисловими відходами, становить понад 270 тис. га. Зокрема, внаслідок видобутку самородної сірки Яворівським державним гірничо-хімічним підприємством (ДГХП) «Сірка» на Львівщині, що проводився протягом 1969-2005 рр., шляхом кар'єрного відпрацювання покладів Язівського родовища та методом підземної виплавки сірки (ПВС) на Немирівському родовищі, вилучено із земельного фонду Яворівського району майже 5% земель (7400 га).

Враховуючи, що наявність земель, порушених промисловою діяльністю, завдає великої еколого-економічної шкоди та погіршує соціальні умови життя людей, проблема повернення їх у народногосподарське використання стає першочерговим завданням. Вирішується це питання здійсненням комплексу різних заходів, одним з яких є використання технології технічної рекультивациі як засобу формування техноземів і подальшою їх фітомеліорацією, яка може здійснюватися природним шляхом у ході первинної сукцесії рослинного покриву, так і з використанням методів біологічної рекультивациі земель [75; 107; 127].

У зв'язку з цим, дослідження процесів, які відбуваються в техноземах протягом усіх циклів їх утворення, є дуже важливим і технологічно й екологічно виправданим завданням ревіталізації порушеного ландшафту. Отриману інформацію необхідно враховувати й при оцінці впливу дегазованих земель на величину емісії парникових газів із педосфери в атмосферу та розрахунку глобального балансу Карбону [274; 276].

Внаслідок недостатньої оцінки рівня емісії CO<sub>2</sub> з поверхні ембріоземів і техноземів досліджуваної території, увага головним чином була звернута на вивчення кількісно-якісних характеристик техноземів і сезонних змін питомого потоку CO<sub>2</sub> з їхньої поверхні на пробних площах із різними рослинними асоціаціями, що сформувались у межах підземного видобутку сірки (ПЯ 1-ПЯ 5) Яворівського та на відвалах (ПН 1-ПН 3) Новороздільського сірчаніх кар'єрів. Дослідження виконані впродовж зимового, весняного та літнього періодів 2015-2016 років.

Встановлено, що істотний вплив на вміст елементів-органогенів та Калію, особливо у верхніх кореневмісних верствах техноземів, мають сформовані на них рослинні асоціації. Так, саме під штучно створеним сосновим лісостаном (ПЯ 4) на території Яворівського сірчаного кар'єру у верхньому 10-тисантиметровому шарі технозему, виявлені найменші вмісти Фосфору (13,1 мг · кг<sup>-1</sup>) і Калію (15,0 мг · кг<sup>-1</sup>) і найбільший вміст Нітрогену.

Варто зауважити, що профільний розподіл вмісту органічного Карбону на цьому варіанті відрізняється від інших тим, що не встановлено його переважного накопичення у шарі 0-10 см, як це характерно для інших варіантів, а відбувається збагачення всієї досліджуваної товщі 0-40 см. Розбалансованість пулів органічного Карбону та Нітрогену зумовила зменшення у поверхневому шарі цього технозему С:N співвідношення до мінімального значення – 5,4, тоді як на інших варіантах воно коливалося від 8,1 до 14,5, що можна пояснити особливістю сформованої рослинної асоціації, в якій домінуюче значення має сосна звичайна.

Відомо, що величина С:N є одним з найбільш важливих індикаторів екологічного стану ґрунту. Вона вказує на інтенсивність і направленість перебігу мікробіологічних і хімічних процесів, що призводять до накопичення і трансформації органічної речовини. Це також важлива інформація про процеси, що відбуваються в ґрунтоутворювальній породі при формуванні ґрунтового покриву [115; 128] (табл. 4.7).

Таблиця 4.7

## Загальна характеристика якості техноземів на місці підземного видобутку сірки

Шифр зразка	Глибина відбору, см	рН Н <sub>2</sub> О	Гідролітична Нн	Сума ввібраних основ (S)	С	Н	С:Н	Mg	Р	К	Вміст фракцій, %			
			смоль(+) кг <sup>-1</sup>		%			мг · кг <sup>-1</sup>			2-0,05	0,05-0,002 пил	<0,002 мул	Σ пил+мул
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
ПЯ 1														
ПЯ 1	0-10	4,8	7,60	8,60	1,42	0,10	14,5	95,2	43,6	90,0	88	10	2	12
	11-20	6,4	1,20	50,00	0,51	0,11	4,6	240,0	15,3	65,0	58	37	5	42
	21-30	6,3	0,40	7,60	0,69	0,10	7,0	155,0	28,3	25,0	81	10	9	19
	31-40	5,0	2,00	5,00	0,24	0,08	2,9	107,0	34,9	25,0	85	8	7	15
ПЯ 2														
ПЯ 2	0-10	5,7	2,00	20,60	1,02	0,13	8,1	16,2	39,2	22,5	67	30	5	35
	11-20	4,8	4,00	6,00	0,78	0,11	7,0	8,7	32,7	15,0	65	31	4	35
	21-30	5,1	4,00	8,00	0,84	0,13	6,7	8,6	45,8	0,0	61	34	5	39
	31-40	4,9	3,20	7,20	0,60	0,10	6,1	6,2	26,2	5,0	61	34	5	39
ПЯ 3														
ПЯ 3	0-10	4,5	4,40	9,40	1,30	0,10	13,3	34,0	26,2	25,0	71	23	6	29
	11-20	4,9	3,20	7,40	0,54	0,06	9,6	19,6	32,7	5,0	70	23	7	30
	21-30	4,9	2,80	7,20	0,27	0,08	3,2	25,5	15,3	5,0	70	24	6	30
	31-40	5,9	2,00	6,00	0,42	0,08	5,0	16,2	21,8	5,0	83	15	2	17
ПЯ 4														
ПЯ 4	0-10	4,6	4,80	10,00	0,76	0,14	5,4	14,3	13,1	15,0	72	22	6	28
	11-20	4,9	3,60	9,60	0,72	0,10	7,3	8,8	26,2	5,0	74	23	3	26
	21-30	4,9	3,20	8,40	0,66	0,14	4,7	5,9	19,6	0,6	75	23	2	25
	31-40	4,8	1,60	6,4	0,75	0,10	7,6	6,8	17,4	0,0	89	9	2	11
ПЯ 5														
ПЯ 5	0-10	5,1	3,60	8,60	2,06	0,17	12,2	41,1	61,0	65,0	55	43	2	45
	11-20	5,0	4,40	9,60	1,68	0,15	10,9	34,9	24,0	27,5	52	46	2	48
	21-30	5,6	2,40	6,40	0,84	0,10	8,6	17,2	37,1	20,0	66	32	2	34
	31-40	5,2	2,40	7,80	0,45	0,07	6,4	67,3	32,7	35,0	67	31	2	33
	11-20	5,0	4,40	9,60	1,68	0,15	10,9	34,9	24,0	27,5	52	46	2	48

Встановлено також, що субстрати з дуже високою концентрацією Карбону і малою Нітрогену погано мінералізуються бактеріями та грибами, якщо немає додаткових джерел Нітрогену. Найбільш активно йде розкладання органічних речовин за С:N, що становить 25-30:1. Як видно з отриманих даних, співвідношення цих елементів істотно відрізняється в досліджуваних техноземах

Так, найбільшим показником (14,5) у шарі 0-10 см характеризується технозем дослідної ділянки ПЯ 1, де сформувалась куничниково-стенактисова рослинна асоціація, представлена видами, що сприяють накопиченню органічного опаду на його поверхні

Дещо менша величина співвідношення С:N (13,3) характерна для дослідної ділянки ПЯ 3, на якій сформувався мішаний березово-сосновий підріст, що сприяє утворенню органічного опаду перехідного типу (модер). Подібні тенденції відзначені нами і на дослідній ділянці ПЯ 5 під трав'яною рослинністю.

Варто зауважити, що найменше підкислення верхнього 10-тисантиметрового шару техноземів спостерігалось на варіанті ПЯ 2, де ступінь кислотності становив 5,7, а гідролітична кислотність – 2,0 смоль(+) кг<sup>-1</sup>, а найбільше – на варіантах ПЯ 3 і ПЯ 4, відповідно 4,5 і 4,4 смоль(+)·кг<sup>-1</sup> та 4,6 і 4,8 смоль(+)·кг<sup>-1</sup>. Проте, найбільша гідролітична кислотність – 7,6 смоль(+) кг<sup>-1</sup> характерна для поверхневого шару технозему ПЯ 1, за ступеня кислотності 4,8 од. Звертає також увагу різке накопичення в шарі 0-10 см варіанту ПЯ 2 увібраних основ, сума яких становить 20,6 смоль(+)·кг<sup>-1</sup>, та їх аномально високий вміст – 50,0 смоль(+)·кг<sup>-1</sup> у шарі 11-20 см варіанту ПЯ 1, що вплинуло на гідролітичну кислотність техноземів у цих шарах.

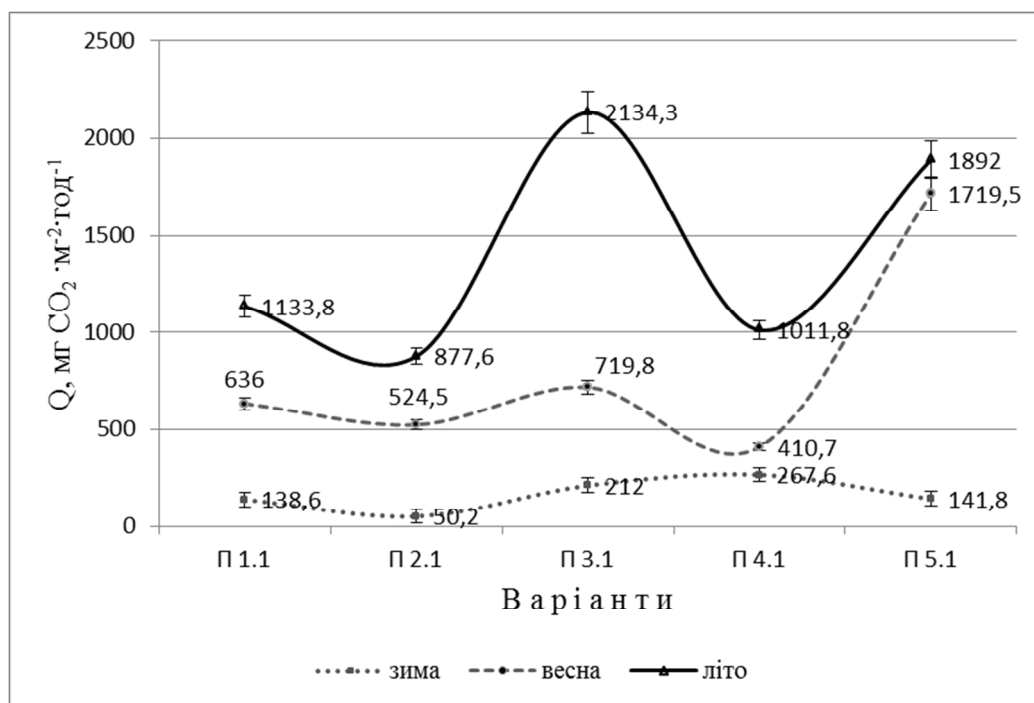
Встановлено, що питомий потік CO<sub>2</sub> з поверхні досліджуваних техноземів залежить від сезону року.

Так, у зимовий період (8.12), емісія CO<sub>2</sub> є найменшою (50,2-267,6 мг CO<sub>2</sub>·м<sup>-2</sup>·год<sup>-1</sup>), що, в основному, зумовлено низькими температурами ґрунту (6° С) і, відповідно, слабкою біотичною активністю едафотопу. Проте, навіть за зимових умов, величина емісії CO<sub>2</sub>, залежно від варіанту рекультивації, коливається більше, ніж у 5 разів: мінімальні значення характерні для ділянки з підростом берези (ПЯ 2), а максимальні – у разі штучно створеного соснового насадження (ПЯ 4)

У весняний період (23.05), за температури ґрунту 1° С і повітря 21° С, питомий потік CO<sub>2</sub> з поверхні техноземів збільшується, порівняно з зимовим, у 1,5-12,1 рази залежно від досліджуваного варіанту. Найбільші посилення емісії CO<sub>2</sub> у 12,1 рази спостерігали на варіанті ПЯ 5, розташованому на луці (поза межами підземної виплавки сірки) і 10,4 рази – на варіанті ПЯ 2, де знаходився підріст берези, а мінімальне, у 1,5 рази – під штучно створеним сосновим насадженням (варіант ПЯ 4) і найменшого значення С:N у поверхневому (0-5 см) шарі технозему [123; 169; 238].

Варто зауважити, що едафотопи ПЯ 2 і ПЯ 5, для яких властиве найбільше весняне посилення емісії CO<sub>2</sub>, порівняно з зимовим періодом,

характеризувалися найменшим ступенем кислотності (рН вод.= 5,1–5,7 од.) і більшим вмістом (у товщі 0-40 см) пилюватих фракцій (0,05-0,002 мм) – 30-43% та меншим – піщаних (2-0,05 мм) – 67-55%. (рис. 4.28).



**Рис. 4.28. Сезонна динаміка питомого потоку CO<sub>2</sub> з поверхні техноземів на пробних площах з різними рослинними асоціаціями в межах Яворівського сірчаного кар'єру**

Встановлено, що максимальне збільшення весною питомого потоку CO<sub>2</sub> відбувається з поверхні ґрунту з лучною рослинністю (за межами підземної виплавки сірки) з найбільшим вмістом C<sub>орг</sub> – 2,06% і N<sub>заг</sub> – 0,17%, а також Фосфору (61 мг·кг<sup>-1</sup>) і Калію (65 мг·кг<sup>-1</sup>), тобто, за найкращих трофних умов. Влітку (16.08.) емісія CO<sub>2</sub> з поверхні досліджуваних техноземів за температури ґрунту 22–30° С і повітря 28-34° С, знову збільшилася порівняно з весняним періодом у 1,1-3,0 рази, причому максимальне зростання характерне для пробної площі ПЯ 3, з підростом берези і сосни звичайної – 2134,3 мг CO<sub>2</sub>·м<sup>-2</sup>·год<sup>-1</sup>.

Дещо менше, у 2,5 рази, збільшилося виділення CO<sub>2</sub> під штучно створеним сосновим насадженням (варіант ПЯ 4), але цей питомий потік газу становив лише 1011,8 мг CO<sub>2</sub>·м<sup>-2</sup>·год<sup>-1</sup>, тобто був у 2,1 разів меншим, порівняно до варіанту ПЯ 3. Це зумовлено меншим вмістом у техноземі варіанту ПЯ 4 C<sub>орг</sub> (0,76 проти 1,30), показника С: N (5,4 проти 13,3), Фосфору (13,1 проти 26,2 мг·кг<sup>-1</sup>) і Калію (15,0 проти 25,0 мг·кг<sup>-1</sup>), тобто, значно гіршим забезпеченням процесу окиснювальної мінералізації

органічним субстратом і його якістю. Важливим також є те, що на варіанті ПЯ 5, де спостерігалася максимальна емісія CO<sub>2</sub> у весняний період, літнє збільшення її було мінімальним, лише в 1,1 рази, і становила 1892 мг CO<sub>2</sub>·м<sup>-2</sup> год<sup>-1</sup> [269].

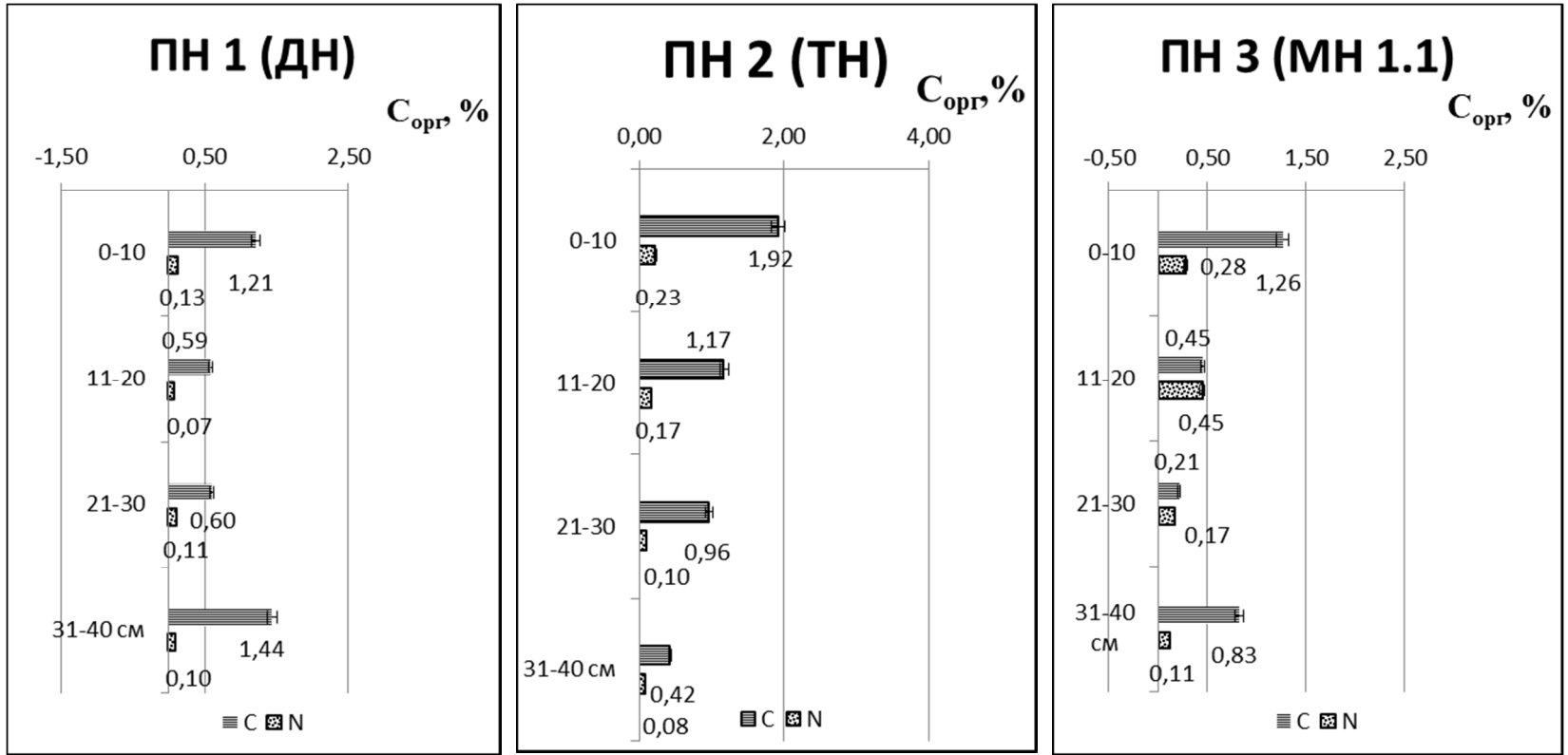
Зрозуміло, що літня емісія CO<sub>2</sub> з поверхні техноземів залежить від дії багатьох чинників, серед яких домінують температура ґрунту та вологість [12], а також його забезпечення лабільними фракціями Карбону і Нітрогену [51; 8]. В інкубаційних експериментах із розкривною породою найбільше виділення CO<sub>2</sub> спостерігалася за температури 30° С, а збільшення температури від 10 до 30° С, збільшувало викиди вуглекислого газу на 573 % [12; 262].

З результатів досліджень добре видно ефект «амплітудної модуляції» сезонних змін питомого потоку CO<sub>2</sub> з поверхні ґрунту, коли зміна температури середовища зумовлює адекватний характер посилення (послаблення) процесу емісії діоксиду карбону, а його інтенсивність регулюється якістю субстрат (С:N) та фізичними і фізико-хімічними умовами едафотопу (рН, дисперсністю твердої фази), які залежать від структурно-функціональної організації системи *ґрунт-рослина* (максимальне зростання емісії CO<sub>2</sub> влітку відзначено для варіанту із змішаним підростом берези і сосни – 2134,3 мг CO<sub>2</sub>·м<sup>-2</sup>·год<sup>-1</sup>).

Відповідно до результатів досліджень різних науковців розкривні породи Новороздільського родовища за дисперсністю твердої фази та вмістом органічної речовини є потенційно придатними без нанесення продуктивного шару ґрунту для вирощування різноманітних деревних порід [196]. На даний час залишається відкритим питання екологічної ефективності функціонування едафотопів за різної продуктивності досліджуваних лісостанів-меліорантів.

Враховуючи недостатню вивченість впливу різних способів фіторекультивациі на екологічну якість постлітогенних ґрунтів, зокрема емісію CO<sub>2</sub> з їх поверхні, була проведена її поглиблена комплексна оцінка на території Новороздільського сірчаного кар'єру. Досліджувались постлітогенні ґрунти під різними за видовим складом деревних порід деревостанами (чисті тополеві, дубові з незначною домішкою інших деревних порід та мішані вільхово-черешнево-ясеневі з домішкою осики, верби та інших деревних видів). Вік деревостанів становив 39-41 років. Відповідно до отриманих результатів, найбільший вміст органічних сполук Карбону виявлено у поверхневому 0-10 см шарі ґрунту незалежно від деревних порід-фіторекультивантів, що свідчить про біотичний механізм цього накопичення

Варто зауважити, що найінтенсивніше збагачення породи органічною речовиною (ОР) відбувалося під тополевим насадженням, де вміст С<sub>орг</sub> досягнув 1,92%, а в перерахунку на гумус, згідно ДСТУ 4289:2004 з використанням коефіцієнта перерахунку для сірих лісових ґрунтів – 2,05, становив 3,94% (рис. 4.29).



*Рис. 4.29. Особливості кількісного розподілу органічних сполук Карбону ( $C_{орг}$ ) і загального Нітрогену за профілем ґрунту під різними деревними фіторекультивантами:  
ПН 1 – дубове насадження; ПН 2 – тополеве насадження; ПН 3 – мішане насадження*



Під мішаним і дубовим насадженнями вміст ОР був практично однаковим (1,22-1,26%), але на 34-36% меншим, порівняно з тополевым едафотопом. Інтенсивність накопичення ОР у постлітогенних породах відображала ефективність функціонування симбіотрсистеми *грунт-рослина*

Дослідженнями росту та розвитку лісостанів на порушених землях відвалів Новороздільського сірчаного кар'єру встановлено, що найпродуктивнішим (запас деревини понад 530 м<sup>3</sup>/га) із створених деревостанів є саме тополевий деревостан, що відзначається найбільшими середніми показниками висоти (21,7 м) і діаметра (30,0 см), значно меншим запасом деревини (до 108 м<sup>3</sup>/га) характеризується мішаний деревостан за участю вільхи чорної, черешні, ясена звичайного та осики і найменшої (до 75 м<sup>3</sup>/га) продуктивності сягає дубовий деревостан з незначною домішкою вільхи чорної та осики. Відзначено також, що під тополевым деревостаном ефект збагачення неогрунтів органічними сполуками Карбону поширюється до глибини 30 см, причому, на глибині 11-20 см він переважає варіанти з мішаним і дубовим деревостанами на 62 і 50%, а 21-30 см, відповідно, 78 і 38%.

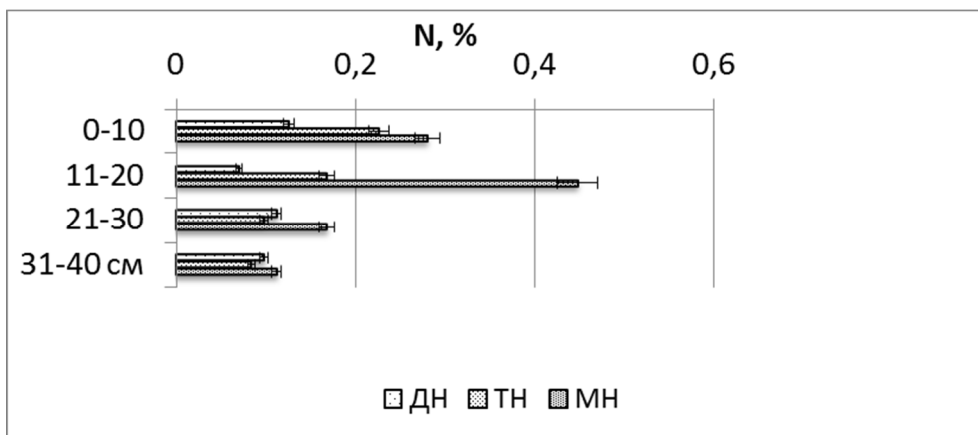
Не цілком зрозумілим є повторне різке збільшення вмісту С<sub>орг</sub> під мішаним і дубовим насадженнями до 0,83 і 1,44% на глибині 31-40 см. На нашу думку, це пов'язано із зсувами ґрунту, які спостерігалися на цій території, але в обох випадках супроводжувалося й скачкоподібними змінами показника С:N. Так, під дубовим деревостаном він збільшився від 5,4 (21–30 см) до 14,7 (31–40 см), а під мішаним від 1,2 до 7,4, тоді як під тополевым насадженням зменшився від 9,8 до 5,0. Вказані зміни С:N не супроводжуються змінами вмісту таких поживних елементів як Фосфор і Калій.

Про різну якість органічної речовини свідчить, вже згадане вище, співвідношення в ній Карбону до Нітрогену. Але, тут також необхідно звернути увагу на профільні зміни цього показника, зокрема, більші показники під тополевым і дубовим насадженнями і менші – під мішаним лісом.

У зв'язку з цим важливо проаналізувати причину зменшення показника С:N. Так, під мішаним деревостаном, порівняно з дубовим, за практично однакового вмісту С<sub>орг</sub>, зменшення відбулося за рахунок збільшення вмісту Нітрогену, ймовірно за участі азотфіксувальної здатності вільхи чорної.

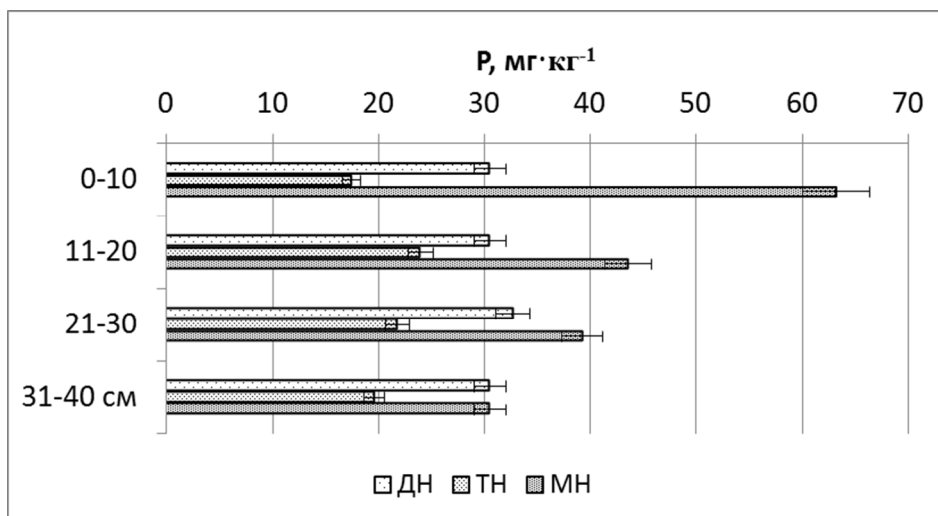
Науковцями відзначено, що ліси за участю N<sub>2</sub>-фіксувальних видів дерев можуть мати на 40–50 % більший вміст органічної речовини і на 20-50% більшу концентрацію загального N у верхньому шарі ґрунту [156; 284]. Встановлено, що маса ризобій на коренях одного дерева з віком збільшується і до 15-річного віку зросла у вільхи чорної на 4,6 г більше, ніж у вільхи сірої, а на площі 1 га – відповідно на 485,2 та 478,8 кг. Нітрогену в бульбочках вільхи чорної також накопичилося в 2,5 рази більше, ніж у сірої, а за Фосфором і Калієм відмінності дуже малі [69; 153].

Відомо, що п'ять рослин вільхи на 1 м<sup>2</sup> до 7-річного віку дають приріст Нітрогену в ґрунті до 700 кг·га<sup>-1</sup> [283]. Насадження вільхи помітно впливають на режим Нітрогену в лісовій екосистемі та забезпечують значну частину її річної потреби за допомогою симбіотичної N<sub>2</sub> фіксації [263; 282] (рис. 4.30).



**Рис. 4.30. Особливості профільних змін вмісту Нітрогену (%) у технозомах залежно від рослинного покриву (ДН – дубове, ТН – тополеве і МН – мішане насадження)**

Необхідно також врахувати, що збагачення ґрунтового профілю Нітрогеном може відбуватися й за рахунок його вимивання в нижчі шари. Встановлено, що цей потік Нітрогену до глибини 40 см є доволі значним і може досягати 28-29 кг·га<sup>-1</sup>·рік<sup>-1</sup> [268], (рис. 4.31).



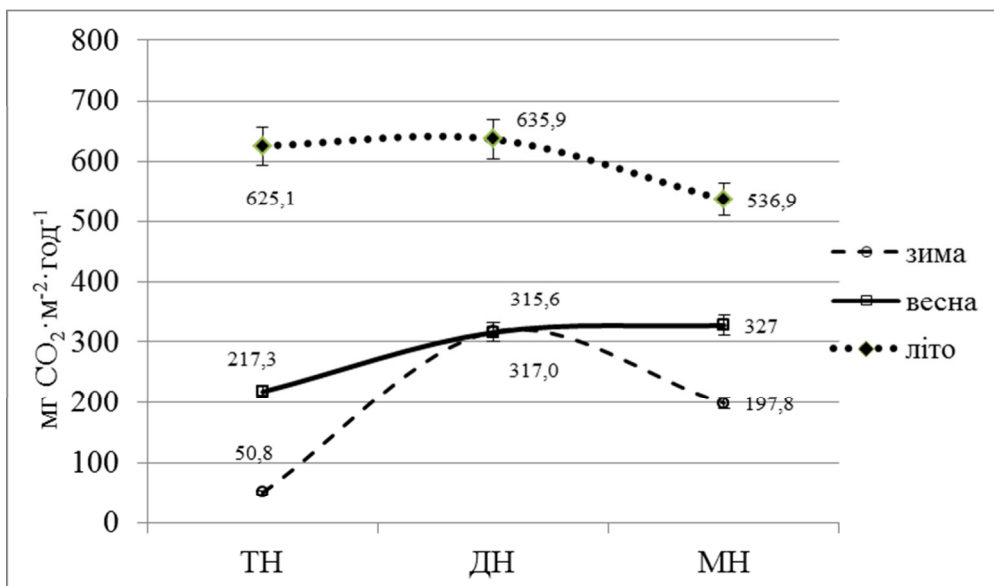
**Рис. 4.31. Зміна вмісту Фосфору (мг·кг<sup>-1</sup>) у технозомах залежно від рослинного покриву (ДН – дубове, ТН – тополеве і МН – мішане насадження)**

Отримані дані також підтверджують суттєву роль мішаного насадження за участю вільхи в акумулюванні не тільки Нітрогену, а й Фосфору, особливо в шарі ґрунту 0-20 см

Встановлено, що дубовий деревостан з незначною домішкою вільхи чорної та осики демонструє більший вміст Фосфору за профілем ґрунту порівняно з чисто тополевым деревостаном, що значно впливає на питомий потік  $\text{CO}_2$  з поверхні техноземів при формуванні різних рослинних асоціацій [260].

Проведені дослідження дозволили проаналізувати сезонні зміни емісії діоксиду карбону з поверхні ґрунту під різним фітоценотичним покривом.

Так, у зимовий період (11.12), за температури ґрунту –  $+8^\circ\text{C}$  і температури повітря –  $-1^\circ\text{C}$  найменший потік  $\text{CO}_2$  з поверхні ґрунту виявлено під найпродуктивнішим тополевым насадженням, який збільшувався у 3,9 рази під мішаним і досягав максимуму  $317\text{ мг CO}_2\text{ м}^{-2}\cdot\text{год}^{-1}$  під дубовим ценозом з незначною домішкою вільхи чорної та осики (рис. 4.32) [272].



**Рис. 4.32. Сезонна динаміка питомого потоку  $\text{CO}_2$  з поверхні ґрунту під різними за складом деревостанами**

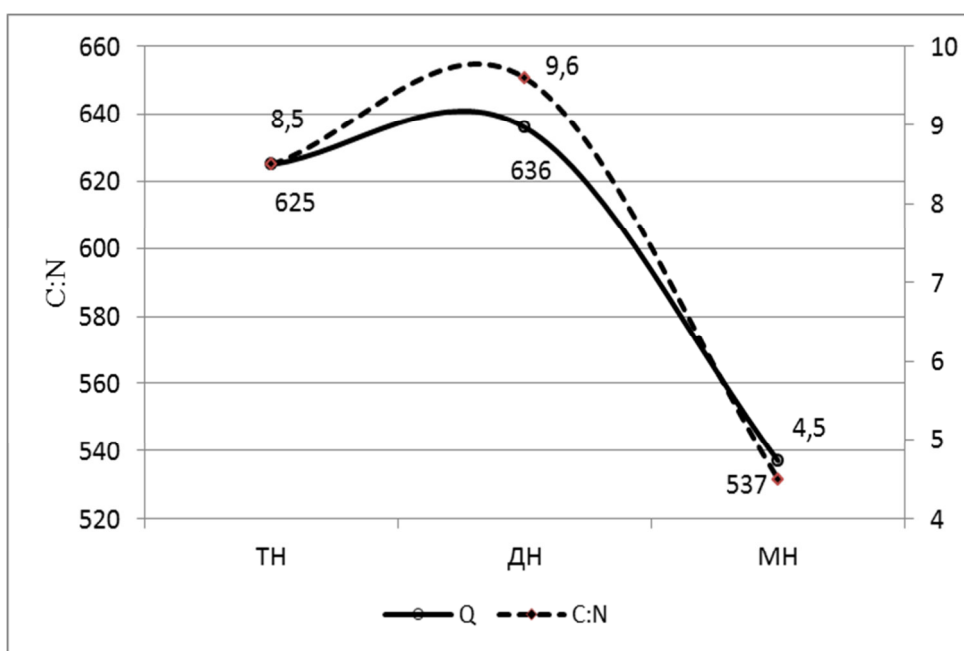
Весною (16.05) питомий потік  $\text{CO}_2$  збільшився під тополевым насадженням у 4,2 рази, під мішаним – 1,6 рази і практично не змінився під дубовим деревостаном.

Влітку, за підвищення температури ґрунту до  $18-21^\circ\text{C}$ , найбільша інтенсивність окиснювальних процесів і виділення  $\text{CO}_2$  спостерігалася під дубовим ( $634\text{ мг CO}_2\text{ м}^{-2}\cdot\text{год}^{-1}$ ) і тополевым ( $625\text{ мг CO}_2\text{ м}^{-2}\cdot\text{год}^{-1}$ ) насадженнями і найменша ( $537\text{ мг CO}_2\text{ м}^{-2}\cdot\text{год}^{-1}$ ) – мішаним. Проте, враховуючи рівні весняної емісії  $\text{CO}_2$ , найбільше її зростання влітку,

спостерігалось під тополевим насадженням (у 2,9 рази), дубовим (2,0 рази) і мішаним – 1,6 рази. У зв'язку з цим також необхідно врахувати й можливу роль кореневих систем цих насаджень як джерел емісії  $\text{CO}_2$  [86; 87; 232; 243].

Важливу роль в метаболічній активності кореневої системи рослин має її синтетична і видільна функції, внаслідок чого в середовище росту постійно виділяються певні органічні речовини, а також сполуки до складу яких входить Нітроген, Калій, Фосфор, Кальцій, Магній, Хлор та інші елементи. До речі, вище названі речовини можуть виділятися в одній частині ризосфери і одночасно вбиратися у другій.

При порівнянні величини питомих потоків  $\text{CO}_2$  з поверхні досліджуваних ґрунтів в літній період за оптимальних для мінералізації органічної речовини умов було встановлено, що вони найбільш функціонально пов'язані з якістю органічної речовини, тобто C:N співвідношенням (рис. 4.33).



**Рис. 4.33.** Зміна величини питомого потоку  $\text{CO}_2$  (Q) і C:N співвідношення в ґрунтах під різними деревостанами (ТН – під тополевим, ДН – під дубовим і МН – мішаним насадженнями)

Результати досліджень вказують на те, що максимальні питомі потоки  $\text{CO}_2$  властиві техноземам під дубовим і тополевим насадженнями, в яких C:N співвідношення максимальні (8,5-9,6), а мінімальний – під мішаним насадженням, за C:N= 4,5. Відзначено, що краща N – зв'язуюча роль едафотопу мішаного деревостану, особливо за рахунок вільхового компонента, сприяє збереженню пулу лабільного карбону внаслідок сповільнення процесів мінералізації органічної речовини [237].

#### 4.4. Особливості росту та функціонування деревостанів на девастрованих ґрунтах

Заходи щодо рекультивації порушених земель повинні носити комплексний характер їх відновлення, в якому важливе місце має займати лісогосподарський напрямок. Досвід лісової рекультивації вказує, що доцільність і успіх її проведення залежить від обґрунтованого планування обсягу робіт, підбору асортименту деревних та чагарникових порід, вибору технології створення лісових насаджень [172; 245; 250].

Розробка родовищ корисних копалин проводилась у різноманітних ґрунтово-кліматичних умовах. Порушення земель у межах розробки родовищ корисних копалин має азональний характер, а природні умови накладають свій відбиток на антропогенні утворення, визначаючи інтенсивність їх заростання різноманітною рослинністю. Вивчення сформованих біогеоценозів дозволяє виявити направленість природних процесів відтворення та визначити види рослин, придатних для штучного залісення порушених земель [198].

Дослідження природних біогеоценозів, що сформувались після повного руйнування та переформування рослинності та ґрунтів, дозволили відзначити їх низьку продуктивність. Прискорення процесу природного відтворення рослинності, надання йому певної направленості для формування на порушених ґрунтах продуктивних та стійких біогеоценозів, що відзначаються високою естетичністю, має важливе природоохоронне та господарське значення і дозволить ефективно вирішити завдання відтворення девастрованих земель [56; 57; 81; 146; 151].

Процеси формування та росту лісових насаджень досліджувались на порушених землях Яворівського та Новороздільського сірчаних кар'єрів. Аналізувались різні за видовим складом деревних порід деревостани – від чистих соснових, тополевих, дубових з незначною домішкою інших деревних порід до мішаних в'язово-вільхових, вільхово-черешнево-ясеневих з домішкою осики, верби та інших деревних видів. Вік деревостанів становив 24-41 рік.

Відповідно до проведених досліджень щодо лісової рекультивації порушених земель на відвалах сірчаних кар'єрів, сформованих за участю четвертинних лесовидних суглинків, третинних мергелевих глин і їх сумішей без нанесення продуктивного шару ґрунту, перспективними для вирощування були визначені: сосна звичайна, модрина європейська, дуб звичайний, акація біла, береза повисла, черешня, вільха чорна та сіра, а також обліпіха крушиновидна, аронія чорноплідна і ліщина звичайна [61; 62; 100; 161; 196].

Дослідження, проведені у сформованих деревостанах на порушених землях Яворівського та Новороздільського сірчаних кар'єрів, дозволили відзначити, що ріст і розвиток деревних порід характеризується певними особливостями та залежить від видового складу. (табл. 4.8) [170; 173].

Таблиця 4.8

**Лісівничо-таксаційні показники деревостанів на порушених землях  
Яворівського та Новороздільського сірчаних кар'єрів**

№ з/п	Склад деревостану	Порода	Середні показники			N, шт./га	M, м <sup>3</sup> /га	Приріст, м <sup>3</sup> /га
			D, см	H, м	G, м <sup>2</sup>			
1	2	3	4	5	6	7	8	
<b>ПЯ-К Соснове насадження (контроль), Яворів</b>								
1.	7Сз3Дз+Чш	Сз	33,1	26,0	18,0	208	206,6	
		Дз	36,3	24,8	7,6	72	89,0	
		Чш	11,5	10,9	1,6	108	7,4	
Разом		28,3	24,8	27,2	388	303,0	9,1	Разом
<b>ПЯ-4 Соснове насадження (штучне 1), Яворів</b>								
2.	10Сз+Дчер+Бп	Сз	18,3	11,5	4,8	188	133,0	
		Дчер	8,0	7,2	0,1	16	1,7	
		Бп	8,0	8,8	0,4	36	4,3	
Разом		16,5	11,3	5,3	240	139,0	5,8	Разом
<b>ПЯ-7 Соснове насадження (штучне 2), Яворів</b>								
3.	10Сз+Ос	Сз	14,4	13,7	7,2	247	190,8	
		Ос	12,4	14,1	0,2	12	5,2	
Разом		14,4	13,7	7,4	259	196,0	8,7	Разом
<b>ПН-9 (В'язове насадження), Новий Розділ</b>								
4.	6Взш1Дз1Чш 1Вхч1Акб	Взш	16,1	15,2	8,2	400	46,0	
		Акб	11,2	13,0	1,3	144	6,8	
		Чш	16,3	13,8	2,0	96	10,6	
		Дз	28,0	18,5	0,5	8	3,8	
		Вхч	14,8	13,0	1,9	112	9,6	
Разом		16,7	15,0	13,9	760	76,8	1,9	Разом
<b>ПН-1 (Дубове насадження), Новий Розділ</b>								
5.	6Дз2Вхч2Ос +Вбк	Дз	14,3	12,7	8,7	546	45,5	
		Тк	12,3	12,2	3,1	254	14,6	
		Вхч	15,2	12,1	2,7	146	12,7	
		Вбк	14,1	12,1	0,6	36	1,8	
Разом		14,1	12,5	15,1	983	74,6	1,8	Разом
<b>ПН-3 (Мішане насадження), Новий Розділ</b>								
6.	6Вхч3Чш1Яз+Ос	Вхч	17,7	17,8	11,60	473	81,3	
		Чш	14,8	15,1	5,06	232	23,2	
		Ос	8,0	13,5	0,08	8	0,6	
		Яз	10,6	16,9	1,83	21	2,8	
Разом		15,7	15,8	18,57	734	107,9	2,6	Разом
<b>ПН-2 (Тополеве насадження), Новий Розділ</b>								
7.	10Тк+Чш	Тк	30,0	21,7	61,8	875	511,0	
		Чш	15,1	17,8	3,38	188	24,0	
Разом		29,9	21,6	65,18	1063	535,0	13,1	Разом

Зокрема, найпродуктивнішим (запас деревини понад 530 м<sup>3</sup>/га) є

тополевий (вік 41 рік) деревостан на території Новороздільського сірчаного кар'єру, меншим запасом деревини (від 231 до 108 м<sup>3</sup>/га) відзначаються сосновий (Яворівський сірчаний кар'єр) і мішаний деревостани за участю вільхи чорної, черешні, ясена звичайного та осики (Новороздільський сірчаний кар'єр) і найменшою (до 75 м<sup>3</sup>/га) продуктивністю характеризується дубовий деревостан (вік 41 рік) з незначною домішкою вільхи чорної та осики.

Варто зазначити, що найвищими середніми показниками висоти (21,7 м) і діаметру (30,0 см) характеризується тополевий деревостан.

Дещо нижчі показники висоти (15,2 м) і діаметру (16,1 см) були встановлені у в'язовому насадженні з домішкою черешні, вільхи чорної, дуба звичайного та акації білої. Досить високі середні показники висоти (17,8 м) і діаметру (17,7 см) мають вільха чорна у мішаному деревостані з домішкою черешні, ясена звичайного та осики, сформованому на західному схилі відвалу Новороздільського сірчаного кар'єру.

Дещо нижчі показники висоти (11,3-13,7 м) і діаметру (14,4-16,5 см) характерні для соснових насаджень на території Яворівського сірчаного кар'єру, які за віком значно молодші (24 роки) [155].

Поряд із тим варто зазначити, що аналізовані деревостани постійно зазнають негативного антропогенного впливу внаслідок періодичних вирубок окремих дерев та їх пошкодження, що зумовлено відсутністю відповідної охорони створених насаджень [191].

На підставі заміряних показників імпедансу та поляризаційної ємності визначався стан деревних порід у складі аналізованих деревостанів. Відповідно до проведених досліджень встановлено, що у штучно створеному сосновому деревостані за участю сосни звичайної, дуба червоного та берези повислої, сосна звичайна на території Яворівського сірчаного кар'єру характеризується нижчим (8,4 кОм) показником імпедансу і низьким (1,97 нФ) значенням поляризаційної ємності у порівнянні з сосною (12,6 кОм) і (1,39 нФ) у корінному деревостані (контроль).

Поряд із тим сосна звичайна у штучно створеному деревостані поблизу підземного видобутку сірки № 2 відзначається кращим станом і має вищий (10,2 кОм) показник імпедансу і дещо вищим (1,71 нФ) значенням поляризаційної ємності, що вказує на більш сприятливі умови для росту та розвитку аналізованої деревної породи.

У в'язовому насадженні на території Новороздільського сірчаного кар'єру найвищим показником імпедансу (7,5 кОм) і найнижчим (2,4 нФ) значенням поляризаційної ємності характеризується вільха чорна. Значно нижчий показник імпедансу у сформованому насадженні дуба звичайного (4,1 кОм), черешні (5,3 кОм) та в'яза (5,4 кОм). Відповідно, аналізовані деревні породи характеризуються й вищими показниками поляризаційної ємності, дуб звичайний – 3,60 нФ, черешня – 4,53 нФ, а в'яз – 3,23 нФ.

Якісний склад і кількісний вміст пігментів у фізіологічному відношенні є показником пристосування рослини до умов навколишнього середовища.

Зокрема, кількість хлорофілів та каротиноїдів дещо відрізняється у рослин, адаптованих до різних умов освітлення □ найбільший загальний вміст хлорофілу та каротиноїдів спостерігається у рослин, які переважно ростуть у затінку. Співвідношення вмісту хлорофілу а до b також є показником хроматичної адаптації і змінюється таким чином: рослини, що переважно зосереджені у затінку □ 2,5; рослини, що переважно ростуть на світлі □ 3,5-3,9; альпійські рослини □ до 5,5 [137], (табл. 4.9).

**Таблиця 4.9**

**Діелектричні показники дерев у деревостанах на порушених землях Яворівського та Новороздільського сірчаних кар'єрів**

№ з/п	Склад деревостану	Порода	Діелектричні показники	Діелектричні показники
			імпеданс, Ом	імпеданс, кОм
1	2	3	4	5
1.	7Сз3Дз+Чш	Сз	12,6+0,8	1,39+0,05
		Дз	5,1+0,2	3,15+0,10
2.	Куртини берези	Бп	8,5+0,2	2,40+0,08
3.	Куртини берези та сосни	Бп	7,8+0,3	2,43+0,09
		Сз	7,0+0,2	2,81+0,09
4.	10Сз+Дчер+Бп	Сз	8,4+0,2	1,97+0,06
		Дч	6,2+0,3	3,13+0,19
		Бп	8,8+0,3	1,99+0,07
5.	10Сз+Ос	Сз	10,2+0,3	1,71+0,06
6.	6Взш1Дз1Чш1Вхч1Акб	Взш	5,4+0,3	3,23+0,14
		Дз	4,1+0,1	3,60+0,11
		Чш	5,3+0,2	4,53+0,22
		Вхч	7,5+0,2	2,40+0,11
		Ос	6,6+0,4	2,80+0,22
7.	6Дз2Вхч2Ос+Вбк	Дз	6,2+0,3	2,88+0,16
		Вхч	5,6+0,2	3,29+0,22
		Ос	5,9+0,5	3,46+0,31
8.	6Вхч3Чш1Яз+Ос	Вхч	8,1+0,2	2,21+0,09
		Чш	5,7+0,2	4,48+0,23
		Яз	5,2+0,5	4,36+0,73
9.	10Тк+Чш	Тк	4,5+0,1	4,47+0,17
10.	7Лп3Чш	Лп	4,0+0,2	5,22+0,43
		Чш	5,6+0,4	4,79+0,38

Співвідношення в асиміляційному апараті деревних рослин, що беруть участь у сформованих лісових біоценозах на порушених землях Яворівського та Новороздільського сірчаних кар'єрів, дозволить встановити їх стан на різних дослідних ділянках та визначити найперспективніші види для подальшого залісення порушених земель [81].

Вміст пластидних пігментів вказує на стійкість рослин, їхню життєвість



і продуктивність у певних умовах середовища. Тому аналіз їх вмісту і для визначення вмісту хлорофілу та каротиноїдів у асиміляційному апараті аналізованих видів дерев, було встановлено оптичну густину та концентрацію хлорофілу та каротиноїдів. Дослідження проводили на пробних площах Яворівського та Новороздільського сірчаних кар'єрів.

Встановлено, що високою концентрацією хлорофілу «а» характеризуються листя дуба звичайного – 5,667 мг/г на контролі та дуба червоного – 4,572 мг/г у штучно створеному дубово-сосновому насадженні на порушеному ґрунті поблизу підземного видобутку сірки № 1.

Високим вмістом хлорофілу «а» (6,238 мг/г) відзначається листя берези повислої, що розташована куртинами в межах підземного видобутку № 1 на території Яворівського сірчаного кар'єру. Найвищий (11,325 мг/г) вміст аналізованого пігменту встановлено у листі вільхи, черешні (8,148 мг/г) та ясена (7,177 мг/г), в'яза шорсткого (6,722 мг/г), що входять до складу деревостану (ПН 3) сформованого на західному схилі в межах Новороздільського сірчаного кар'єру [99].

Найнижчим вмістом хлорофілу «а» відзначається листя дуба звичайного (3,253 мг/г) у дубовому насадженні на цьому ж схилі, що майже вдвічі нижче, ніж у листі дуба на контролі. Це може свідчити про погіршення умов для росту дуба на цій ділянці.

Значно нижчий вміст аналізованого пігменту (2,016 мг/г) відзначено у листі берези на ділянці біля дамби на території Яворівської копальні сірки, що вказує на погіршення умов для росту та розвитку даної деревної породи.

Незначні коливання вмісту хлорофілу «а» у хвої сосни відзначено нами на різних дослідних ділянках. Найвищий показник (2,358 мг/г) встановлений на контролі у сосновому деревостані за межами негативного впливу видобутку сірки та біля дамби (2,391 мг/г).

Аналіз співвідношення вмісту хлорофілу «а» до «б» у хвої сосни на контролі (КЯ) на території Яворівського сірчаного кар'єру та дуба звичайного на контролі (КН) в межах Новороздільського сірчаного кар'єру дозволив зафіксувати величину показника в межах 3,12 (для сосни) та 3,95 (для дуба звичайного), що свідчить про достатньо високу освітленість рослин і сприятливі умови для їх росту.

Однак порівняння цього показника в асиміляційних апаратах цих деревних видів на інших ділянках вказує, що поряд із освітленістю зміна ґрунтових умов має певний вплив на коливання аналізованого показника.

Так, при достатньому освітленні сосни на ділянці біля дамби (ПЯ 2), відзначено зростання показника співвідношення хлорофілу «а/б» у хвої сосни (3,72), де сформовані ґрунти відзначаються значним вмістом мергелю. Подібна тенденція зростання цього показника (3,85) відзначена у хвої сосни березово-соснової куртини (ПЯ 3) в межах підземного видобутку сірки № 1, де в ґрунтах відзначено залишки сірки та у сосновому насадженні (3,51) в межах підземного видобутку сірки № 2 (ПЯ 8), де також зустрічаються залишки сірки у ґрунті (табл. 4.10).

Таблиця 4.10

**Вміст пластидних пігментів у асиміляційному апараті деревних порід на пробних площах**

№ з/п	Пробна площа та деревна порода	Вміст пігментів, мг/г абсолютно сухої маси					а+b каротиноїди
		Хлорофіл «а»	Хлорофіл «b»	Хлорофіл «а+b»	Хлорофіл а/b	Каротиноїди	
1.	ПЯ 4-сосна	2,281±0,111	0,737±0,043	3,018±0,144	3,09	0,623±0,047	4,9
2.	ПЯ 4-дуб чер.	4,572±0,193	1,198±0,079	5,770±0,297	3,82	1,328±0,101	4,3
3.	ПЯ 10-сосна	2,391±0,089	0,643±0,029	3,033±0,125	3,72	0,681±0,037	4,5
4.	ПЯ 9-береза	2,016±0,077	0,522±0,021	2,538±0,112	3,86	0,541±0,031	4,7
5.	ПЯ 3-сосна	3,280±0,126	0,853±0,062	4,133±0,213	3,85	1,063±0,098	3,9
6.	ПЯ 3-береза	5,714±0,296	1,248±0,084	6,961±0,345	4,58	1,763±0,168	4,0
7.	ПЯ 8-сосна	2,195±0,099	0,626±0,034	2,821±0,142	3,51	0,632±0,031	4,5
8.	ПЯ 2-береза	6,238±0,332	1,800±0,101	8,038±0,498	3,47	1,698±0,148	4,7
9.	КЯ-дуб зв.	5,667±0,219	1,767±0,099	7,434±0,435	3,21	1,538±0,121	4,8
10.	КЯ-сосна	2,358±0,101	0,755±0,038	3,114±0,141	3,12	0,590±0,118	5,3
11.	ПН 1-дуб	3,253±0,147	0,968±0,051	4,221±0,174	3,36	0,987±0,061	4,28
12.	ПН 2-тополя	2,661±0,113	0,734±0,042	3,396±0,132	3,62	1,009±0,102	3,37
13.	ПН 2-черешня	6,795±0,218	2,120±0,113	8,915±0,247	3,20	1,879±0,133	4,74
14.	ПН 3-вільха	11,325±0,441	3,807±0,122	15,132±0,574	2,98	2,931±0,127	5,16
15.	ПН 3-черешня	8,148±0,312	2,882±0,099	11,030±0,507	2,83	2,235±0,098	4,94
16.	ПН 3-ясен	7,177±0,273	2,498±0,085	9,675±0,356	2,87	1,940±0,079	4,99
17.	ПН 6-липа	4,213±0,191	1,506±0,091	5,719±0,271	2,80	1,361±0,082	4,20
18.	ПН 9-в'яз	6,722±0,184	1,874±0,056	8,595±0,321	3,59	1,963±0,117	4,38
19.	ПН 9-вільха	6,919±0,163	2,133±0,103	9,052±0,401	3,24	1,872±0,105	4,84
20.	КН-дуб	4,161±0,091	1,054±0,047	5,215±0,291	3,95	1,223±0,083	4,27

Подібна тенденція відзначена у співвідношенні хлорофілу «a/b» у листі дуба звичайного в дубовому насадженні на західному схилі відвалу, що вказує на погіршення умов для росту аналізованої деревної породи. Близьким за співвідношенням хлорофілу «a/b» у листі дуба звичайного на контролі є показник аналізованого співвідношення в асиміляційному апараті тополі, в'яза шорсткого, вільхи чорної та черешні, що вказує на сприятливі умови в межах дослідних ділянок для росту аналізованих деревних порід

Поряд із тим встановлено, що вміст каротиноїдів у хвої сосни істотно коливається на різних дослідних ділянках на території Яворівського сірчаного кар'єру

Зокрема, найнижчий вміст каротиноїдів у хвої сосни встановлено на контролі (0,590 мг/г), дещо зростає цей показник (0,623 мг/г) у хвої сосни на ділянці штучно створеного насадження біля підземної видобутки сірки № 1 і найвищого значення (1,063 мг/г) він сягає у хвої сосни на рекультивованій ділянці в межах підземної видобутки сірки № 1.

Дещо інша тенденція вмісту каротиноїдів встановлена у листі дуба звичайного на території Новороздільського та Яворівського сірчаних кар'єрів.

Зокрема, найвищим вмістом каротиноїдів (1,538 мг/г) відзначається асиміляційний апарат дуба звичайного на контролі в межах Яворівського сірчаного кар'єру, а найнижчий його вміст (0,987 мг/г) відзначено у листі дуба на пробній площі ПН 1 на західному схилі Новороздільського сірчаного кар'єру.

## **Висновки до розділу**

**1.** Сформовані на дослідних ділянках Яворівського та Новороздільського сірчаних кар'єрів рослинні асоціації істотно впливають на перерозподіл органічної речовини та хімічних елементів вздовж профілю техноземів.

Встановлено, що найвищим вмістом органічної речовини у верхньому прошарку ґрунту (до 10,0 см) відзначаються пробні площі: ПЯ 8 – соснове насадження (до 2,1%), ПЯ 5 – лука (до 2,1%), ПЯ 9 – березова куртина біля дамби (до 2%), а найбільший вміст Нітрогену (до 0,35%) характерний для ґрунтів ПЯ 9 – березова куртина біля дамби та ПЯ 8 – соснове насадження на території Яворівського сірчаного кар'єру.

Вищим вмістом органічної речовини в аналізованому прошарку ґрунту відзначаються ділянки ПН 6 – липово-черешневе насадження (до 3,7%), ПН 9 – в'язово-вільхове насадження на відвалі кар'єру (менше 3%), ПН 5 – лука (до 2,9%), а Нітрогену (від 0,27 до 0,37%) – ПН 9 – в'язово-вільхове насадження, ПН 6 – липово-черешневе насадження та ПН 5 – лука в межах Новороздільського сірчаного кар'єру.

**2.** Значні коливання показника актуальної кислотності ( $pH_{\text{вод.}}$ ) виявлені у ґрунтах різних пробних площ в межах Яворівської (від 4,5 на ПЯ 8 з

сосновими насадженнями до понад 7,0 рН на ПЯ 9-11 з мергелевими ґрунтосумішами біля дамби) та Новороздільської (від 6,8 на ПН 4 – зарості чагарників до 7,6 на ПН 3 – вільхово-ясенево-черешневе насадження) сірчаних копалень.

Під впливом сформованих за участю різних деревних порід та чагарників фітоценозів, істотно підвищився (на 18,8%) показник кислотності у верхньому прошарку на кислих ґрунтосумішах в межах Яворівського кар'єру на ПЯ 2 – з куртинними заростями берези та знизився (на 6,5-6,7%) на лужних ґрунтосумішах Новороздільського кар'єру на ділянках із дубовим, липово-черешневим насадженнями та заростями чагарників.

**3.** Важливий вплив на формування мікологічної структури ґрунтів та їх відтворення мають рослинні угруповання.

Досліджено, що найвищою біологічною різноманітністю (43 види) характеризується мікобіота ґрунтів на ділянках підземного видобутку сірки 1 з високою частотою трапляння *Penicillium digitatum* (31,5%), *Aureobasidium pullulans* (18,5%), найменша видова різноманітність сформувалась в межах дамби з наявністю 20 видів на території Яворівського сірчаного кар'єру.

На пробних площах Новороздільського сірчаного кар'єру ідентифіковано 50 видів мікроміцетів з високою частотою трапляння *Aureobasidium pullulans* (23,1%), *Trichoderma lignorum* (12,5%) та інших, які характерні для ґрунтів мішаних деревостанів.

**4.** Встановлено, що формування мікологічної структури в ґрунтах із різним ступенем їх відновлення (від найпримітивніших до рекультивованих) свідчить про зростання коефіцієнта Шенона (зростання видового біорізноманіття) від Яворівського – більш деградованого типу ґрунтів до Нового Роздолу з ґрунтами, на яких була проведена біологічна рекультивация.

На території Яворівського сірчаного кар'єру дендрограми групової схожості характеризували міцні кореляційні зв'язки між видами, утворюючи кластери із трьох-п'яти видів типу «зірка-сітка» і «ліхтарик». На пробних площах Новороздільського сірчаного кар'єру сформувались високоорганізовані грибні комплекси типу «ліхтарик», тричленна. У складі відзначених плеяд домінують структурні види родів світлозбарвлених грибів *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fuzarium*, *Trichoderma*, *Mucor*, і меншою мірою види – із меланінвмісних мікроміцетів родів *Aureobasidium* та *Cladosporium*.

**5.** Відтворення рослинних угруповань на техноземах супроводжуються змінами питомого потоку CO<sub>2</sub> з їх поверхні залежно від сезону року. Відзначено, що у зимовий період емісія CO<sub>2</sub> є найменшою (50,2-267,6 мг CO<sub>2</sub>·м<sup>-2</sup>·год<sup>-1</sup>), що зумовлено низькими температурами ґрунту (6° С) і слабкою біотичною активністю едафотопу, яка залежить від варіанту рекультивации, породного складу деревостану та коливається більше, ніж у п'ять разів.

**6.** У весняний період питомий потік CO<sub>2</sub> з поверхні техноземів збільшується у 12,1 рази та у 1,1-3,0 рази у літній період у порівнянні з весною.

7. Найактивніше йде розкладання органічних речовин у верхньому прошарку ґрунту за співвідношення С:N, що становить 25-30:1. Відзначено істотне (від 0,76 до 14,5 в межах Яворівського, де сформувалась рослинна асоціація з домінуванням сосни звичайної та від 4,5 до 9,6 в деревостанах на території Новороздільського сірчаного кар'єру) коливання співвідношення цих елементів у досліджуваних техноземах

Максимальні питомі потоки CO<sub>2</sub> властиві техноземам під дубовим і тополевым насадженнями, в яких С:N співвідношення максимальні (8,5-9,6), а мінімальний – під мішаним насадженням, за С:N = 4,5.

8. Ріст і розвиток деревних порід характеризується певними особливостями та залежить від видового складу деревостану. Визначено, що найбільш продуктивним (запас деревини понад 530 м<sup>3</sup>/га) є тополевий (вік 41 рік) деревостан на території Новороздільського сірчаного кар'єру, меншим запасом деревини (від 231 до 108 м<sup>3</sup>/га) відзначаються сосновий (Яворівський сірчаний кар'єр) та мішаний деревостани за участю вільхи чорної, черешні, ясена звичайного та осики (Новороздільський сірчаний кар'єр) і найменшою (до 75 м<sup>3</sup>/га) продуктивністю характеризується дубовий деревостан (вік 41 рік) із незначною домішкою вільхи чорної та осики.

9. У штучно створеному сосновому деревостані за участю сосни звичайної, дуба червоного та берези повислої на території Яворівського сірчаного кар'єру, сосна звичайна характеризується нижчим (8,4 кОм) показником імпедансу і низьким (1,97 нФ) значенням поляризаційної ємності, у порівнянні з сосною (12,6 кОм) і (1,39 нФ) у корінному деревостані (контроль).

Поряд із тим, сосна звичайна у штучно створеному деревостані поблизу підземного видобутку сірки № 2 відзначається кращим станом і має вищий (10,2 кОм) показник імпедансу і вище (1,71 нФ) значення поляризаційної ємності, що вказує на сприятливіші умови для росту та розвитку аналізованої деревної породи.

10. Високою концентрацією хлорофілу «а» характеризуються листя дуба звичайного – 5,667 мг/г на контролі, дуба червоного – 4,572 мг/г у штучно створеному дубово-сосновому насадженні на порушеному ґрунті поблизу підземного видобутку сірки № 1 та листя берези повислої (6,238 мг/г), що розташована куртинами в межах підземного видобутку № 1 на території Яворівського сірчаного кар'єру.

Найвищий (11,325 мг/г) вміст аналізованого пігменту встановлено у листі вільхи, черешні (8,148 мг/г), ясена (7,177 мг/г) та в'яза шорсткого (6,722 мг/г), що входять до складу деревостану (ПН 3), сформованого на західному схилі в межах Новороздільського сірчаного кар'єру.

11. Результати дослідження, представлені у розділі 4, опубліковано у наукових працях: [51; 93; 95-103; 105; 106; 108; 109; 152].

## РОЗДІЛ 5

### ФІТОМЕЛІОРАТИВНІ ЗАСАДИ ВІДТВОРЕННЯ ДЕВАСТОВАНИХ ЛАНДШАФТІВ У МЕЖАХ СІРЧАНИХ РОЗРОБОК ЗАХІДНОГО ЛІСОТЕПУ

#### 5.1. Перспективи використання девастрованих земель сірчаних кар'єрів

Територія, на якій розташовані Яворівський і Новороздільський сірчани кар'єри, відноситься до аграрно-промислових районів західного регіону України з розвинутою промисловістю та сільським господарством. Історичний ландшафт аналізованого регіону сформувався внаслідок сільськогосподарського освоєння земель, вирубки лісів і розширення орних угідь.

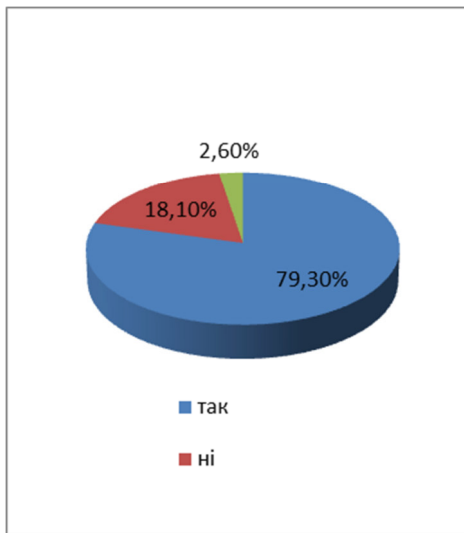
Розвиток видобувної промисловості на початку ХХ століття в Україні призвів до створення на території Надсанської низовини найглибшого (до 90 м) Яворівського, а в межах Стрийсько-Жидачівської котловинної рівнини Новороздільського сірчаного кар'єрів, які в подальшому були заповнені водою. Внаслідок тривалого видобування сірки відкритим способом, по зовнішньому контуру копалень на значній площі сформувались відпрацьовані відвали розкритих порід. На цій території знищено рослинність і ґрунт, пройшли зміни гідрологічного режиму, забруднення повітря і води, відбуваються ерозійні процеси, яруутворення, зсуви, проявляються карстові явища.

Актуальним завданням у межах аналізованого регіону є відтворення девастрованих ландшафтів, які б були максимально наближеними до первинних і виконували б належні їм функції. При проведенні досліджень щодо перспектив відтворення порушених територій в межах розташування кар'єрів, важливо враховувати соціальні побажання мешканців навколишніх міст і сіл. З цією метою була розроблена анкета, для вивчення громадської думки щодо перспектив розвитку даних територій. Соціологічне опитування респондентів здійснено анкетуванням з відповідями на 16 запитань, з яких 8 – закритого типу, 2 – відкритого та 6, що стосуються загальної інформації про респондента. Загальна вибірка становила близько 2000 респондентів різних вікових категорій, місць проживання, сфер діяльності [116; 187; 281].

За результатами опитування встановлено, що 84,1% усіх учасників опитування вважають рекреаційну галузь перспективною та такою, яка потребує розвитку на цих територіях.

Понад 79% респондентів зацікавлені у розвитку на територіях розташування сірчаних кар'єрів рекреаційної галузі (рис. 5.1).

Серед поданих запитань респондентам було запропоновано обрати необхідні, на їх думку, складові рекреаційного об'єкту. Найбільша кількість опитаних віддала перевагу наявності лісів, лісопарків та парків (29,8%), на другому місці – водних об'єктів (16,7%), на третьому – наявності чистого повітря (15,9%), та інші (рис. 5.2).

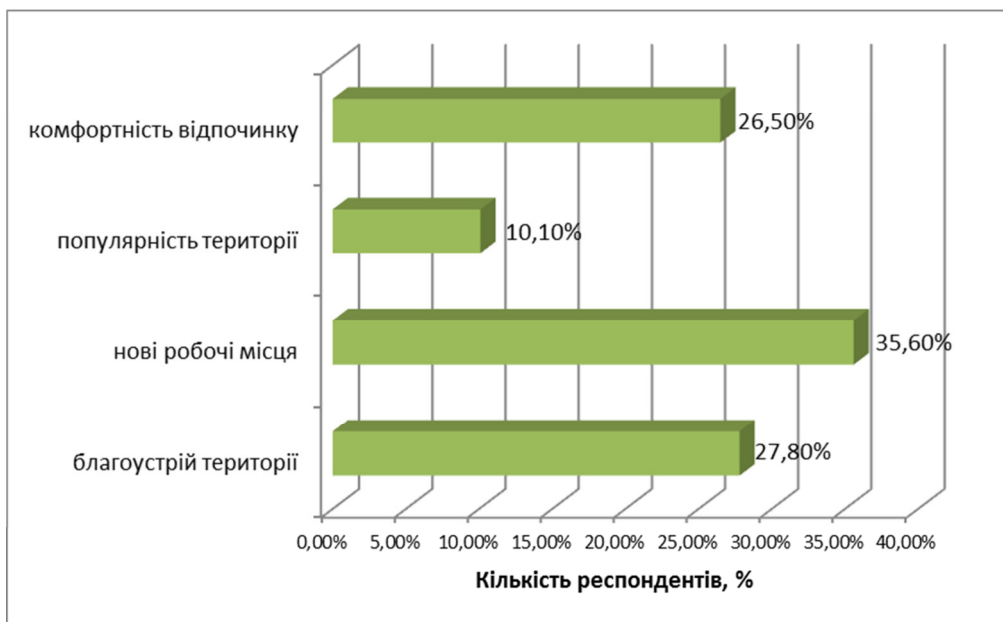


**Рис. 5.1.** Зацікавленість респондентів у розвитку рекреаційної галузі



**Рис. 5.2.** Складові рекреаційного об'єкту

На думку респондентів, створення рекреаційних зон на аналізованих територіях принесе перш за все економічну вигоду – це нові робочі місця для жителів прилеглих територій (35,6%). Частина опитаних (27,8%) вважають, що такий захід сприятиме облаштуванню території та 26,6% – забезпечить хороший і комфортний відпочинок в Україні, а 10,1% – зробить ці території популярними (рис. 5.3).



**Рис. 5.3.** Переваги створення рекреаційного об'єкту

Одночасно проводився аналіз співвідношення між видом відпочинку та віковою категорією відпочиваючих, що надає перевагу конкретному виду відпочинку. Відповідно до опитування встановлено, що активному (75,1%) та екстремальному відпочинку (81,3%) надає перевагу категорія рекреантів у віці 19-30 років, зеленому туризму – відпочиваючі у віці 19-30 років (51,2%) та у віці 51-75 (43,4%) років, а відвідувачі у віці 31-49 років знаходиться на третій позиції. Серед тих, хто надає перевагу відпочинку на озері або на морі – в основному молодь 19-30 років (58,3%) та громадяни віком 51-75 років (34,7%). Відповідно до проведеного аналізу встановлено, що найважливішими чинниками при виборі місць для відпочинку є сприятливий клімат, комфортне соціальне та природне середовище перебування, що вказує на необхідність зосередження уваги на облаштуванні території навколо сформованих водних об'єктів, задля створення привабливих умов відвідувачам рекреаційної зони.

Аналіз існуючих умов (екологічний стан навколишнього середовища, кліматичні показники, позитивний вплив на стан здоров'я людей складу води, стан ґрунтового покриву, видовий склад трав'яної рослинності, наявність та особливості поширення деревно-чагарникової рослинності, думка і побажання опитаних респондентів) дозволили опрацювати систему заходів щодо облаштування території навколо Яворівського та Новороздільського сірчанних кар'єрів. Враховуючи відносно близьке розташування аналізованих об'єктів до обласного центру та перспективу залучення до відпочинку потенційних рекреантів з прикордонних територій Польщі, нами пропонується використати територію в межах розташування Яворівського сірчаного кар'єру для створення рекреаційної зони навколо сформованого озера (Яворівський кар'єр), а на території Новороздільського кар'єру – техногенного гідропарку, що дозволить забезпечити комфортний відпочинок мешканцям Львівщини та іноземним громадянам.

Визначальним етапом у формуванні рекреаційної зони в межах Яворівського озера, повинна бути розбудова відпочинкової інфраструктури (якісні шляхи сполучення, наявність альтернативних видів транспорту, забезпечення широкого спектру послуг) та відповідних складових елементів у рекреаційній зоні. За результатами проведених досліджень, більшість респондентів вважають рекреаційну зону невід'ємною від лісових масивів, лісопарків та парків (дендрологічний парк та ботанічний сад). Тому, основний акцент доцільно зосередити на формуванні зелених зон, які матимуть позитивний вплив на стан повітря (позитивний баланс температурних показників та вологості повітря, насиченість фітонцидами та позитивними іонами, тощо); регенерацію ґрунтового покриву; зменшення таких негативних проявів як ерозія ґрунтів, зсувні явища, часткове заболочення місцевості; формування естетично привабливих ландшафтів, які привабливо виглядатимуть у зимово-осінній період, завдяки зеленому каркасу із хвойних вічнозелених видів та у весняно-літній період, завдяки красиво квітучим чагарникам.



З деревно-чагарникового асортименту рослин пропонується створювати солітерні та групові посадки за участю: *Larix decidua*, *Pseudotsuga menziesii*, *Picea pungens*, *Abies lasiocarpa*, *Abies concolor*, *Populus simonii*, *Laburnum anagyroides* різні види ялівців; лісові масиви із *Betula pendula*, *Pinus sylvestris*, *Fagus sylvatica*, *Quercus rubra*, *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, різних видів кленів, липи дрібнолистої, сніжноягідника білого, спіреї японської, садового жасмину звичайного, глоду одноматочкового, тамарикса, тюльпанового дерева, форзиції середньої, ясена пенсільванського, які за біолого-екологічними властивостями придатні для вирощування в даних умовах. Серед багаторічників доцільно використовувати види, пристосовані до посушливих умов та малородючих, подекуди піщаних ґрунтів: алісум гірський, армерія приморська, каменеломка Арендса, тисячolistник Птарміка та інші види. Таке поєднання деревних та чагарникових порід дозволить сформувати якісні кольорові акценти та сприятиме привабливому естетичному вигляду території, а також покращенню психологічного і фізичного стану рекреантів.

Створене в котловані Яворівського сірчаного кар'єру озеро забезпечить відповідні умови для відпочинку, купання та занять широким спектром водних видів спорту (дайвінг, гребля, віндсерфінг, прогулянки на катері та яхті і т.д.). Важливою складовою процесу формування рекреаційної території, на яку звернули увагу респонденти у своїх відповідях, є наявність в її межах достатньої кількості кемпінгів, мотелів та місць для довготривалого та короткотермінового відпочинку. Тому при плануванні цього об'єкту відповідна увага була зосереджена на визначенні місць для розташування таких структур.

Розосередження їх в межах берегової лінії озера проведено секторами, в яких формуються комплекси для короткотермінового відпочинку, довготривалого відпочинку та довготривалого відпочинку з дітьми. Невід'ємною частиною будь-якого озера повинні бути доступні для купання пляжі. Сюди віднесені мілководдя з піщаним насипом, що простягаються на відстані до 200 м, та припляжна смуга, шириною 25-200 м, де планується облаштування питних фонтанчиків, озеленення, лав, урн та ємностей для збирання та зберігання побутових відходів, твердих видів покриття транспортних шляхів, доріжок з комбінованим видом покриття.

Для забезпечення панорамного огляду території та прилеглих ландшафтів заплановано обладнання місць огляду відповідними пристроями, альтанками та лавами. Визначено відповідні місця для прогулянок на конях із виділенням конкретних маршрутів кінних прогулянок, що матиме як пізнавальне, так і оздоровче значення для відпочиваючих. Відведена відповідна територія для риболовлі, яка добре захищена від шуму та зовнішніх негативних впливів.

Заплановано також розміщення різних видів спортивних майданчиків, що розосереджуються по всій території навколо озера та інші заходи (рис. 5.4).



ЕКСЦІДАНИ	УМОВИ ПОЗНАЧЕННЯ	УМОВИ ПОЗНАЧЕННЯ
1. місцевість для катання дітей	----- зона рекреаційної зони	----- зона рекреаційної зони
2. шляхи для автомобілів	----- зона рекреаційної зони	----- зона рекреаційної зони
3. об'єкти благоустрою	----- зона рекреаційної зони	----- зона рекреаційної зони
4. території для малочисельних груп	----- зона рекреаційної зони	----- зона рекреаційної зони
5. територія см. Чортківська Меморія	----- зона рекреаційної зони	----- зона рекреаційної зони
6. територія спортивного майданчика	----- зона рекреаційної зони	----- зона рекреаційної зони
7. територія дитячого майданчика	----- зона рекреаційної зони	----- зона рекреаційної зони
8. територія дитячого майданчика для дітей	----- зона рекреаційної зони	----- зона рекреаційної зони
9. скань	----- зона рекреаційної зони	----- зона рекреаційної зони
10. територія парку	----- зона рекреаційної зони	----- зона рекреаційної зони
11. територія парку	----- зона рекреаційної зони	----- зона рекреаційної зони
12. територія парку	----- зона рекреаційної зони	----- зона рекреаційної зони
13. територія парку	----- зона рекреаційної зони	----- зона рекреаційної зони
14. територія парку	----- зона рекреаційної зони	----- зона рекреаційної зони
15. територія парку	----- зона рекреаційної зони	----- зона рекреаційної зони
16. територія парку	----- зона рекреаційної зони	----- зона рекреаційної зони
17. територія парку	----- зона рекреаційної зони	----- зона рекреаційної зони
18. територія парку	----- зона рекреаційної зони	----- зона рекреаційної зони
19. територія парку	----- зона рекреаційної зони	----- зона рекреаційної зони
20. територія парку	----- зона рекреаційної зони	----- зона рекреаційної зони
21. територія парку	----- зона рекреаційної зони	----- зона рекреаційної зони
22. територія парку	----- зона рекреаційної зони	----- зона рекреаційної зони
23. територія парку	----- зона рекреаційної зони	----- зона рекреаційної зони
24. територія парку	----- зона рекреаційної зони	----- зона рекреаційної зони
25. територія парку	----- зона рекреаційної зони	----- зона рекреаційної зони
26. територія парку	----- зона рекреаційної зони	----- зона рекреаційної зони
27. територія парку	----- зона рекреаційної зони	----- зона рекреаційної зони

**Рис. 5.4. Проект організації рекреаційної зони на території Яворівського сірчаного кар'єру**

Відновлення девастрованих територій Новороздільського сірчаного кар'єру шляхом влаштування техногенного гідропарку вирішить важливе завдання відтворення території та організації відпочинку населення не лише Миколаївського району з його розвинутим промисловим виробництвом, але й м. Львова, якому бракує водних рекреаційних ресурсів. Техногенний гідропарк – це техногенна територія з водним об'єктом, яка призначена для

створення умов збереження біорізноманіття та відновлення деастрованих ґрунтів із використанням у рекреаційній, просвітницькій, природоохоронній діяльності. Для створення техногенного парку необхідно організувати екологічний моніторинг території; зменшити джерела токсичного та руйнівного впливів; сформувати штучні ландшафти в залежності від мети використання; створити умови для відновлення біорізноманіття шляхом формування штучних біогеоценозів; провести зонування території за потенційним використанням та створити мережу дослідних стаціонарів для фіксування відновлювальних процесів впродовж відтворення ландшафтів [220; 222; 265].

Екологічний моніторинг території техногенного парку націлений на фіксування та контроль ходу відновлювальних процесів території. Техногенні ландшафти, як правило, відрізняються від природних одноманітністю, тому, змінивши цільове призначення таких територій, потрібно змінити їх форму. Кар'єри надають великі можливості використання вертикального планування території. Штучні ландшафти можуть виглядати як унікальні для рівнинних територій.

Великі можливості відкриваються із застосуванням методів фітодизайну. Тут може створюватись штучне видове біорізноманіття, здійснюватись інтродукція рідкісних та екзотичних рослин і тварин. Штучний характер техногенного парку дозволяє створити на території окремі ділянки самозаростання, агроєкосистем (багаторічних трав, садів, ягідників), лісових екосистем, екзотичної рослинності, придатної для зростання в існуючих умовах.

Наведений підхід реалізований на рекультивованих землях гірничо-видобувних підприємств Західного Донбасу та в Дніпропетровській області. Створений техногенний парк матиме наукове та пізнавальне значення. Штучне біорізноманіття сприятиме формуванню привабливості у відвідувачів до відтворених ландшафтів, а результати досліджень дозволять більш продумано здійснювати заходи відновлення порушених земель.

Враховуючи надзвичайно важливу роль лісових насаджень у формуванні належного екологічного стану в межах техногенного гідропарку, детально розроблено вимоги щодо створення та планування лісопарку на території Новороздільського сірчаного кар'єру. Лісопарк відноситься до лінійних за протяжністю та передбачає поєднання основних вузлових партерних частин із прохідними ділянками. Основним акцентом даного лісопарку є поєднання пішохідних доріжок із біговими доріжками, лижними трасами, велосипедними доріжками та стежками для прогулянок на конях, що вдало поєднуються між собою смуговими деревно-чагарниковими біогруповими насадженнями. Таке поєднання дозволить забезпечити круглорічне використання території відпочиваючими [208; 218; 264]. Важливою складовою лісопарку є паркова частина, яка виконує репрезентативну роль для відвідувачів. Тут планується сформувати три композиційні вузли (рис. 5.5).

## ПЕРЕЛІК ЛАНЦЮГОВИХ ДІЛЯНОК

№	Тип ландшафтної ділянки	Площа, га
I	Система насаджень	8,68
II	Система ділянок металевих	8,56
III	Ділянка доріжок-прогулянок насаджень	1,76
IV	Вирощування окремих насаджень	4,18
V	Система насаджень	2,46

## АСОРТИМЕНТНА ВІДОМІСТЬ НАСАДЖЕНЬ

№	Українська назва	Латинська назва	К-сть, шт.
<b>Хвойні дерева та чагарники</b>			
1.	Кипарисовик Лансона	<i>Chamaecyparis lawsoniana 'Abbotsford'</i>	143
2.	Мідроза строкватська	<i>Ficus decurva</i>	30
3.	Слива ланцетна	<i>Prunus cuneata</i>	47
4.	Слива аляска строкватська	<i>Prunus sibirica</i>	58
5.	Слива черна	<i>Prunus nigra</i>	51
6.	Вигналюста Меліка	<i>Prunella sp. melanocarpa var. glabra</i>	13
7.	Вилла вилла	<i>Prunus avium</i>	28
8.	Вилла бірюзна	<i>Malus baccata 'Compass'</i>	63
9.	Вилла оманська	<i>Malus omanensis</i>	15
10.	Вилла строкватська	<i>Malus domestica 'Wintergold'</i>	28
11.	Вилла вилла	<i>Malus domestica 'Wintergold'</i>	23
12.	Вилла строкватська	<i>Malus domestica 'Wintergold'</i>	23
<b>Листопадні дерева та чагарники</b>			
13.	Верба вилла	<i>Salix viminalis</i>	56
14.	Верба вилла	<i>Salix purpurea 'Fragrans'</i>	16
15.	Верба вилла	<i>Salix viminalis</i>	7
16.	Верба вилла	<i>Salix viminalis 'Fragrans'</i>	11
17.	Верба ланцетна	<i>Salix purpurea 'Fragrans'</i>	14
18.	Верба ланцетна	<i>Salix purpurea 'Fragrans'</i>	14
19.	Верба ланцетна	<i>Salix purpurea 'Fragrans'</i>	14
20.	Верба ланцетна	<i>Salix purpurea 'Fragrans'</i>	14
21.	Верба ланцетна	<i>Salix purpurea 'Fragrans'</i>	14
22.	Верба ланцетна	<i>Salix purpurea 'Fragrans'</i>	14
23.	Верба ланцетна	<i>Salix purpurea 'Fragrans'</i>	14
24.	Верба ланцетна	<i>Salix purpurea 'Fragrans'</i>	14
25.	Верба ланцетна	<i>Salix purpurea 'Fragrans'</i>	14
26.	Верба ланцетна	<i>Salix purpurea 'Fragrans'</i>	14
27.	Верба ланцетна	<i>Salix purpurea 'Fragrans'</i>	14
28.	Верба ланцетна	<i>Salix purpurea 'Fragrans'</i>	14
29.	Верба ланцетна	<i>Salix purpurea 'Fragrans'</i>	14
30.	Верба ланцетна	<i>Salix purpurea 'Fragrans'</i>	14
31.	Верба ланцетна	<i>Salix purpurea 'Fragrans'</i>	14
32.	Верба ланцетна	<i>Salix purpurea 'Fragrans'</i>	14
33.	Верба ланцетна	<i>Salix purpurea 'Fragrans'</i>	14
34.	Верба ланцетна	<i>Salix purpurea 'Fragrans'</i>	14
35.	Верба ланцетна	<i>Salix purpurea 'Fragrans'</i>	14
36.	Верба ланцетна	<i>Salix purpurea 'Fragrans'</i>	14
37.	Верба ланцетна	<i>Salix purpurea 'Fragrans'</i>	14
38.	Верба ланцетна	<i>Salix purpurea 'Fragrans'</i>	14
39.	Верба ланцетна	<i>Salix purpurea 'Fragrans'</i>	14
40.	Верба ланцетна	<i>Salix purpurea 'Fragrans'</i>	14
41.	Верба ланцетна	<i>Salix purpurea 'Fragrans'</i>	14
42.	Верба ланцетна	<i>Salix purpurea 'Fragrans'</i>	14
43.	Верба ланцетна	<i>Salix purpurea 'Fragrans'</i>	14
44.	Верба ланцетна	<i>Salix purpurea 'Fragrans'</i>	14
45.	Верба ланцетна	<i>Salix purpurea 'Fragrans'</i>	14

## УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ:

-  існуюча дорога
-  проєктована дорога
-  німоходні доріжки
-  стежки для кінних прогулянок
-  ліжка траса
-  велосипедні прогулянкові доріжки
-  бігові доріжки
-  квітники
-  фонтани
-  листяні дерева
-  хвойні дерева
-  листяні чагарники
-  хвойні чагарники

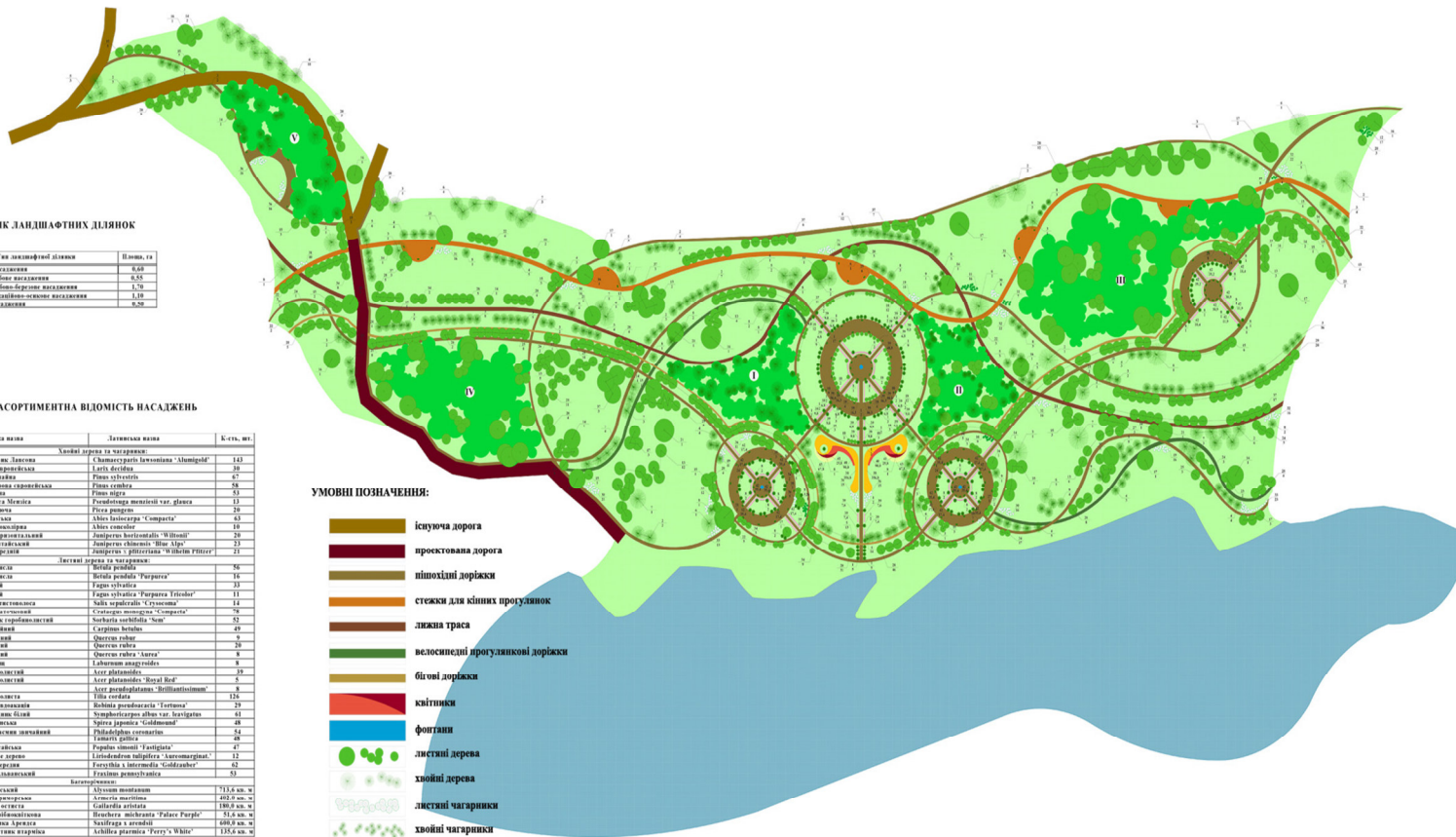


Рис. 5.5. Денроплан лісопарку

У центрі запланованих вузлів планується встановити фонтани з відповідним вечірнім освітленням, що заохочуватиме відвідувачів насолоджуватись прекрасним спогляданням світлових ефектів.

Всі ці сформовані вузли обрамлятимуться листяно-хвойними біогрупами за участю декоративних видів, що підкреслює офіційність даної частини лісопарку.

При плануванні стежкової мережі та розміщенні деревно-чагарникової рослинності застосовувався пейзажний стиль з окремими регулярними елементами (алейними посадками, дзеркальною симетрією у розміщенні менших композиційних вузлів у формуванні квітників та рабато). Лісова частина лісопарку представлена п'ятьма ландшафтними ділянками: дубовим насадженням у двох різних частинах лісопарку, в'язово-вільхово-дубовим насадженням, вільхово-в'язовим насадженням та черешнево-липовим насадженням, що зумовлено результатами досліджень в межах Новороздільського сірчаного кар'єру (рис. 5.6).



*Рис. 5.6. Формування рослинних угруповань в межах розташування лісопарку*

У плануванні лісопарку застосовувались різні композиційні прийоми: алейні посадки, використання солітерів, формування групових посадок за екологічним, фітоценотичним і декоративним принципом підбору, ритмічний прийом, застосування нюансу та контрасту у формуванні деревно-чагарникових груп.

Планування території проводилось таким чином, щоб відвідувач відчував себе максимально комфортно та міг спостерігати різноманітні

ландшафтні композиції, прогулюючись різними ділянками лісопарку.

Відповідно до цих умов у парку умовно сформовані закриті, напівзакриті та відкриті простори. Їхнє різнопланове поєднання дає рекреантам відчуття раптовості, незвичності та неочікуваності, що дуже важливо для зміни вражень відпочиваючих. Активно використовується спосіб поступового переходу від низькорослих трав'яних, чагарникових і деревних видів до високорослих, які добре ростуть та розвиваються на сформованих ґрунтосумішах.

Окремі ділянки лісопарку умовно розділено на зони активної діяльності, зони розслаблення і відпочинку та зони усамітнення. Запропонований розподіл дає можливість розосередити відвідувачів лісопарку у різних ділянках лісопарку і таким чином зменшити рекреаційне навантаження на окремі ділянки. Асортимент рослинності, що пропонується для озеленення даного лісопарку є досить специфічним та невибагливим до ґрунтово-гідрологічних умов. Лише в окремих випадках можуть застосовуватись декоративні та вибагливі види деревних і чагарникових рослин для покращення естетичного сприйняття та збагачення видового біорізноманіття сформованого об'єкту.

Із центрального вузла лісопарку виходить основна композиційна вісь, що підсвідомо направляє відвідувача парку до водного плеса (рис. 5.7).



*Рис. 5.7. Формування рослинних угруповань в межах берегової лінії озера*

Успішне функціонування техногенного парку забезпечується зонуванням території. Таким чином в межах техногенного гідропарку треба передбачити рекреаційну зону із лісопарками, парками, дендропарками, зону пляжно-водну із розміщенням пляжних територій для відпочинку дорослих і дітей та занять водними видами спорту, господарську зону із адміністративними спорудами, кемпінгами, готелями, зона заповідних територій із унікальними природними або техногенними проявами, яка потребує консервації та екологічних стежок, зону проведення наукових досліджень і моніторингу (грунтознавчий блок вивчає структуру техногенного покриву морфологічними, фізичними, хімічними методами).

Значна увага приділяється дослідженню процесів відтворення ґрунтів на розкритих породах; геоботанічний блок зосереджує діяльність на вивченні структури рослинного покриву, формуванні вторинних сукцесій, розвитку штучних насаджень, стратегії рослинних видів, фітоіндикації, типізації рослинних умов; соціологічні дослідження направлені на вивчення фауни і флори рідкісних видів та угруповань, складу і динаміки популяцій, засобів розмноження та стабілізації видів в ценопопуляціях; зоологічні дослідження зосереджені на аналізі особливостей біології, гніздування, розмноження тварин в техногенних умовах. Особливе значення надається геологічним, гідрогеологічним, геоморфологічним, технологічним дослідженням.

## 5.2. Принципи та засади відтворення рослинних угруповань на девастрованих землях сірчаних кар'єрів

При розробці теоретичної моделі відтворення територій колишніх кар'єрів застосовувались наступні принципи: принцип взаємозалежності природних елементів (формування рослинних асоціацій у відповідності до існуючих техноземів), принцип формування та розвитку ландшафту, принцип мотиваційної кольористики (рис. 5.8) [207].



Рис. 5.8. Принцип взаємозалежності природних елементів

Принципи взаємозалежності природних елементів передбачає врахування зв'язку едафотопу, рослинного покриву та якісного стану навколишнього природного середовища, при якому кожен складовий елемент має безпосередній вплив один на одного. Для пришвидшення формування континуального типу рослинності та відновлення девастрованих земель в межах Яворівського сірчаного кар'єру пропонується:

1. На нерекультивованих ділянках у межах дискретного типу асоціацій забезпечити активніше відтворення існуючих ґрунтів шляхом:

а) збільшення кількості бобових рослин, коренева система яких сприяє структуруванню ґрунту. Бобові здатні збагатити ґрунт Нітрогеном, завдяки азотфіксуючій дії корневих систем, їхня маса сприяє збільшенню ОР. Бобовими фітомеліорантами необхідно використовувати: *Medicago lupulina*, *Melilotus officinalis*, *Melilotus albus*, *Lotus arvensis*, *Trifolium pratense*, *Trifolium medium*, *Vicia villosa*, *Vicia cracca* та інші, які здатні рости на сформованих техноземах.

б) підсівання рослин із родини Тонконогових (*Calamagrostis epigeios*, *Festuca pratensis*, *Poa pratensis*, *Agrostis tenuis*, *Molinia caerulea*, *Festuca rubra*, *Dactylis glomerata*, *Nardus stricta* і т. д.), які завдяки потужним дернинним типам корневих систем забезпечать стабілізацію субстрату та усунення негативних проявів (вивітрювання, ерозія, зсуви і т. д.).

2. На нерекультивованих ділянках Яворівського сірчаного кар'єру необхідно створювати мішані насадження за участі *Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* Roth., *Quercus robur* L. із застосуванням інноваційного методу мікоризації саджанців препаратом арбускулярно-мікоризних (АМ) грибів (з введенням у мікоризний препарат видів грибів, що характерні для ґрунтів Яворівського сірчаного кар'єру (*Aspergillus species*, *Aureobasidium pullulans*, *Penicillium ochrochloron*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium culmorum*, *Rhizopus species*, *Monilia species*, *Phoma glomerata*).

Для якісного їх приживлення, інтенсивного росту та швидкого змикання деревостанів на початкових стадіях залісення з метою активного накопичення органічної речовини в техноземах та активізації ґрунтовірних процесів (табл 5.1).

**Таблиця 5.1**

**Приживлюваність саджанців деревних видів на дослідних ділянках**

Дослідні ділянки	Немікоризовані						Мікоризовані						Приживлюваність, %					
	Висаджені, шт.			Обліковано, шт.			Висаджені, шт.			Обліковано, шт.			Немікоризовані			Мікоризовані		
	Сзв.	Дзв.	Бк	Сзв.	Дзв.	Бк	Сзв.	Дзв.	Бк	Сзв.	Дзв.	Бк	Сзв.	Дзв.	Бк	Сзв.	Дзв.	Бк
Нерекультивована	50	50	50	26	21	35	50	50	50	36	29	37	53,1	41,8	70,1	71,4	58,4	73,1
Рекультивована	50	50	50	37	24	39	50	50	50	42	32	43	73,4	48,3	78,1	84,1	63,4	85,6

3. На рекультивованих ділянках пропонується вирощувати мішані насадження за участі деревних видів *Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* Roth., *Quercus robur* L. та інших видів, які беруть участь у формуванні корінних



деревостанів суборово-сугрудових умов, характерних в межах аналізованого кар'єру із застосуванням інноваційного методу мікоризації саджанців препаратом арбускулярно-мікоризних (АМ) грибів.

Відповідно до проведених досліджень встановлено, що мікоризація садивного матеріалу сприяє покращенню приживлення саджанців (на 18,3% для сосни звичайної; на 16,6% для дуба звичайного; на 3,1% для бука лісового) в межах нерекультивованих та (на 10,7% для сосни звичайної; на 15,1% для дуба звичайного; на 7,5% для бука лісового) на рекультивованих ділянках Яворівського сірчаного кар'єру. (табл. 5.2).

**Таблиця 5.2**

**Біометричні показники саджанців деревних видів на дослідних ділянках**

Рік спостережень	Рекультивована												Нерекультивована											
	Мікоризовані						Немікоризовані						Мікоризовані						Немікоризовані					
	Сзв.		Дзв.		Бк		Сзв.		Дзв.		Бк		Сзв.		Дзв.		Бк		Сзв.		Дзв.		Бк	
	Н, см	Д, мм	Н, см	Д, мм	Н, см	Д, мм	Н, см	Д, мм	Н, см	Д, мм	Н, см	Д, мм	Н, см	Д, мм	Н, см	Д, мм	Н, см	Д, мм	Н, см	Д, мм	Н, см	Д, мм	Н, см	Д, мм
2017	13,2	2,1	31,8	6,0	35,3	4,4	12,8	1,9	24,1	3,1	24,5	3,0	16,5	2,1	28,1	2,7	30,4	2,7	11,3	1,6	24,7	2,5	26,6	2,51

Істотно змінюються біометричні показники саджанців, коренева система яких була оброблена мікологічним препаратом. Зокрема, на рекультивованих ділянках найсуттєвіше зростає середня висота саджанців бука лісового, яка сягає 10,8 см у порівнянні з немікоризованими екземплярами. Дещо менше (на 7,7 см) збільшується висота саджанців дуба звичайного та (на 0,4 см) сосни звичайної.

Значно (на 2,9 мм) зростає середній діаметр в мікоризованих саджанців дуба звичайного в порівнянні з немікоризованими на рекультивованих ділянках. Значно менше (на 1,4 мм) збільшується цей показник у мікоризованих саджанців бука лісового та (на 0,2 мм) сосни звичайної, що вказує на доцільність використання мікологічного препарату для покращення приживлюваності та росту саджанців на девастованих ґрунтах.

**4.** Для швидшого відновлення територій Новороздільського сірчаного кар'єру пропонується:

а) в межах прибережних ділянок зберегти рослинні угруповання *Phragmites communis* та *Calamagrostis epigeios*, урізноманітнивши їх іншими видами тонконогових рослин, що сприятиме кращому закріпленню субстрату біля берегів водойм, зниженню зсувних проявів та накопиченню органічної речовини;

б) для створення лісових масивів застосовувати на початкових етапах мікоризовані саджанці (дуба звичайного, черешні, в'яза шорсткого, липи

дрібнолистої, вільхи чорної, тополі та ін.), додаючи у мікоризний препарат типові для територій Новороздільського кар'єру види (*Aspergillus ustus*, *Penicillium lanosum*, *Mucor globosus*, *Mucor hiemalis*, *Aspergillus fumigatus*, *Aureobasidium pullulans*, *Trichoderma koningi*, *Trichoderma lignorum*, *Aspergillus nidulans*, *Cladosporium cladosporioides*, *Mucor hiemalis*, *Fusarium oxysporum*, *Penicillium chrizogenum*, *Mortierella isabellina*);

в) для розширення видового біорізноманіття та влаштування хвойного каркасу, який виглядатиме привабливо у різні пори року, пропонується вводити у насадження хвойні види дерев, які комфортно почувають себе у сугрудово-грудових умовах;

г) для досягнення швидкого естетичного та фітомеліоративного ефекту пропонується влаштування деревно-чагарникових груп із застосуванням красивоквітучих чагарників.

Принцип формування та розвитку ландшафту передбачає організацію простору із врахуванням історичних умов формування (частина промислового регіону) та динамічного розвитку території (посттехногенна територія) зі збереженням та відновленням порушених територій, основними ознаками яких є: терикони, відвали, кар'єри.

Досягти цього можна за допомогою основних засобів консервації (валоризація – покращення та набуття естетичнішого вигляду існуючих територій; технічна консервація – збереження деяких елементів середовища у існуючому вигляді) та благоустрою (зовнішнє впорядкування – облаштування малих архітектурних форм, мережі пішохідних доріжок, водойм та озеленення – формування лісових масивів, лісопарків, ботанічних садів, дендропарків, групових посадок, солітерів на девастованих територіях та озеленення берегів водойм) (рис. 5.9).



Рис. 5.9. Принцип формування і розвитку ландшафту

Досягти подальшого розвитку такого типу ландшафтів можна завдяки прийомам рекультивациі – гірничотехнічним (терасування, формування та укріплення схилів) та біологічним (посівом травосумішей різного видового складу та озелененням схилів). Принцип мотиваційної кольористики передбачає застосування та підбір відповідної кольорової гами рослинного угруповання, яка б позитивно сприймалась відвідувачами. Цей принцип досягається засобами гармонізації (кольорове вирішення, композиційні прийоми, фактури, освітлення) та декорування (фактурне, рослинне, світлове, графіті) (рис. 5.10).



*Рис. 5.10. Принцип мотиваційної кольористики*

Основним прийомом благоустрою є озеленення та зовнішнє впорядкування, що повинні включати кольорові акценти, каркас із хвойних рослин, газони з піонерних видів рослин, квіткові композиції з оліготрофних видів, застосування природних матеріалів дорожнього покриття, пастельні тони малих архітектурних форм, кольорове розмежування зон, а також засоби гармонізації і декорування.

Під час видобутку сірки навколо сірчаних кар'єрів нагромаджувались відвали з четвертинних та неогенових відкладів четвертинного віку та глини, що призвело до знищення вегетативного покриву, порушення структури земельних угідь та сприяло істотному зниженню фітомеліоративної ефективності рослинності. З метою порівняльної оцінки фітомеліоративної ефективності існуючого та проєктованого рослинного покриву в межах рекреаційних зон Яворівського та Новороздільського сірчаних здійснено

дослідження його стану і впливу на довкілля до і після проведення запланованих заходів. Загальна площа рекреаційної зони на території Яворівського сірчаного кар'єру складає 2840 га, з них 1000 га – водна поверхня; а на території Новороздільського кар'єру – 720 га, 137 га – водна поверхня (табл. 5.3) [118].

**Таблиця 5.3**

**Структура та ефективність фітоценозу на території рекреаційних зон сірчаних розробок**

№ з/п	Тип фітоценозу	Коефіцієнт	Площа (факт.), га	Площа (план.), га	Ефективність (факт.)	Ефективність (план.)
<b>Яворівський сірчаний кар'єр</b>						
1	Сільваценоз	9,0	133,6	1227,0	1202,4	11043,0
2	Стрипоценоз	8,5	6,2	43,6	52,7	370,6
3	Помологоценоз	5,0	7,4	7,4	37,0	37,0
4	Фрутоценоз	4,0	17,3	181,4	69,2	725,6
5	Агроценоз	1,0	-	90,6	-	90,6
6	Рудероценоз	0,8	1521,8	-	1217,4	-
7	Пратоценоз	0,7	21,6	84,3	15,1	59,1
8	Забудовані землі	1,34	132,1	205,7	177,0	75,6
Разом			1840,0	1840,0	2770,8	12601,5
<b>Коефіцієнт фітомеліоративної ефективності</b>					<b>1,5</b>	<b>6,9</b>
<b>Новороздільський сірчаний кар'єр</b>						
1	Сільваценоз	9,0	48,1	391,1	432,9	3519,9
2	Стрипоценоз	8,5	4,7	11,8	40,0	100,3
3	Помологоценоз	5,0	1,3	1,3	6,5	6,5
4	Фрутоценоз	4,0	14,8	61,7	59,2	46,8
5	Агроценоз	1,0	18,6	37,2	18,6	37,2
6	Рудероценоз	0,8	460,7	-	368,6	-
7	Пратоценоз	0,7	7,4	31,4	5,2	22,0
8	Забудовані землі	1,34	27,4	48,5	36,7	65,0

*Примітка:* **сільваценози** – лісові масиви; **стрипоценози** – санітарно-захисні посадки; **помологоценози** – залишки садів; **фрутоценози** – чагарники; **агроценози** – сільськогосподарські землі; **рудероценози** – угруповання бур'янів; **пратоценози** – лучні угруповання.

Відповідно до проведених досліджень встановлено, що в межах проєктованих рекреаційних зон на території аналізованих сірчаних копалень, значну площу займають водні поверхні (від 19% на території Новороздільського сірчаного кар'єру до 35% на території Яворівського сірчаного кар'єру). Поряд із тим, застосування відкритого способу видобування сірки сприяло істотному збільшенню площі рудеральних ценозів, що пов'язано з відсутністю тут системи рекультиваційних заходів. Значну площу (від 4,7 до 7,2%) займають забудовані землі (залишки

промислових об'єктів, пов'язаних із очищенням сірки від різноманітних домішок).

Також відзначено, що значну частку в межах запроектованих рекреаційних об'єктів складають сільваценози, які спонтанно створювались під час штучного залісення окремих ділянок у різних їх частинах. Деревостани, як правило, формувались за спрощеним складом, що не відповідає складу корінних деревостанів для цих ґрунтово-кліматичних умов. На території Яворівського сірчаного кар'єру перевага надавалась сосні звичайній та березі повислій, а в межах Новороздільського сірчаного кар'єру – вільсі чорній, тополі, в'язу шорсткому, липі дрібнолистій, черешні, дубу звичайному та чагарникам.

Проведені дослідження дозволили встановити, що коефіцієнт фітомеліоративної ефективності фітоценозів на території Яворівського та Новороздільського сірчанних кар'єрів складає від 1,5 та 1,7. Проведення запланованих заходів щодо переформування структури ценозів у межах запропонованих рекреаційних об'єктів на території сірчанних кар'єрів Західного Лісостепу дозволить підвищити коефіцієнт фітомеліоративних ефективності у понад 4 рази до 6,9.

### **Висновки до розділу**

1. Відповідно до проведеного соціологічного опитування, перспективним напрямком подальшого використання девастрованих територій у межах сірчанних розробок Західного Лісостепу є створення рекреаційних об'єктів.

2. Враховуючи відносно близьке розташування кар'єрів до обласного центру, доцільно використати територію в межах Яворівського сірчаного кар'єру для створення рекреаційної зони навколо сформованого озера, а на території Новороздільського кар'єру – техногенного гідропарку, що сприятиме активізації відновних процесів та забезпеченню комфортного відпочинку мешканців регіону.

3. При формуванні рекреаційних об'єктів основний акцент необхідно зосередити на створенні зелених зон із використанням аборигенних деревно-чагарникових видів із застосуванням мікоризних препаратів і трав'яних рослин, що пристосовані до посушливих умов та малородючих ґрунтів.

4. Принципи формування та відтворення порушених ландшафтів повинні враховувати історичні умови їх виникнення, динамічного розвитку із збереженням набутих ознак.

5. Переформування структури ценозів на території запроектованих рекреаційних об'єктів в межах Яворівського та Новороздільського сірчанних кар'єрів дозволить підвищити їх коефіцієнт фітомеліоративної ефективності у понад 4 рази та сприятиме активізації відновних процесів і посиленню позитивного екологічного впливу сформованих фітоценозів на навколишнє середовище.

## ВИСНОВКИ

У монографії досліджено особливості формування рослинних асоціацій та їх вплив на накопичення та перерозподіл органічної речовини, хімічних елементів вздовж профілю техноземів, зміну видового складу грибів мікроміцетів, динаміку питомого потоку CO<sub>2</sub> з поверхні ґрунту, ріст та функціонування деревних насаджень створених на деастрованих ґрунтах. Запропоновано теоретичну модель відтворення порушених ландшафтів регіону досліджень.

1. Під впливом екологічних та антропогенних чинників на території Яворівського сірчаного кар'єру сформувались такі рослинні асоціації: куничниково-стенактисова; березово-куничниково-стенактисова; березово-сосново-осоково-мохова; подорожниково-різнотравна; куничниково-нечуйвітрово-мохова; нечуйвітрово-різнотравна; сосново-ожиново-плевроцієво-ситникова; тонконогово-нечуйвітрово-різнотравна; горошково-хвощово-ожинова; очеретово-горошково-ожинова, а в межах Новороздільського сірчаного кар'єру – дубово-плевроцієво-кульбабова; тополево-плевроцієво-анемонова; вільхово-яглицево-плевроцієва; плевроцієво-бузиново-підмаренникова; королицево-жовтецево-коронарієво-різнотравна; липово-плевроцієво-яглицево-горлянкава; вівсяницево-підмаренниково-жовтецево-деревієво-плев-роцієва; очеретово-куничниково-різнотравна; в'язово-плевроцієво-бузиново-різнотравна, які зумовлюють sukcesії на деастрованих землях.

2. Рослинний покрив на порушених ґрунтах у межах Яворівського сірчаного кар'єру відзначається помірною видовою різноманітністю – 84 судинних та несудинних видів рослин, що належать до 32 родин (найпредставленіші *Rosaceae*, *Fabaceae*, *Asteraceae*, *Poaceae*, *Juncaceae*, *Equisetaceae*) та 5 відділів і відносяться до світлолюбних (57%), мезофітів (51%), мезотрофів (57%), а в межах Новороздільського сірчаного кар'єру представлено 73 судинних та несудинних види рослин, які належать до 30 родин (найбільш поширені *Apiaceae*, *Ranunculaceae*, *Rosaceae*, *Asteraceae*, *Entodontaceae*) та 4 відділів і відносяться до світлолюбних (48%), мезофітів (53%), мезотрофів (68%), серед яких домінують рудеральні, лучні, лучно-чагарникові, лісо-лучні, лучно-болотні та лучно-степові види, що характеризуються значною екологічною пластичністю та здатністю поширюватись на порушених територіях.

3. Відзначено, що сформовані техноземи на відвалах сірчанних кар'єрів характеризуються різноманітністю едафічних умов, наявністю токсичних речовин, солей, важких металів, високою кислотністю та засоленістю субстрату і сприяють поширенню посухостійких видів (*Solidago virgaurea* L., *Medicago lupulina* L., *Phalacrolooma annuum* L., Dumort., *Tussilago farfara* L.), помірно-посухостійких (*Calamagrostis epigeios* L., Roth.), газостійких до впливу діоксиду сірки (SO<sub>2</sub>) (*Solidago virgaurea* L., *Calamagrostis epigeios* L., Roth., *Tussilago farfara* L., *Helichrysum arenarium* L., Moench). Нестійкими до

впливу газів SO<sub>2</sub> та Cl<sub>2</sub> виявились: *Phalacrologa annuum* L., Dumort, *Hieracium pilosella* L., *Rubus caesius* L., *Dryopteris carthusiana* Vill.

4. Найвищим вмістом органічної речовини (2,1%) у верхньому прошарку ґрунту (до 10,0 см) в межах Яворівського сірчаного кар'єру відзначаються ділянки з сосново-ожиново-плевроцієво-ситниковою та подорожничково-різнотравною рослинними асоціаціями, а найвищим показником Нітрогену (до 0,35%) з тонконогово-нечуйвітрово-різнотравним рослинним угрупованням. Вищим вмістом органічної речовини (до 3,7%) в аналізованому прошарку ґрунту на території Новороздільського кар'єру з видобутку сірки відзначаються ділянки з липово-плевроцієво-яглицево-горлянковою та більшим показником Нітрогену (від 0,27 до 0,37%) з в'язово-плевроцієво-бузиново-різнотравною рослинними асоціаціями.

5. Встановлено підвищення (на 18,8%) показника актуальної кислотності (рН<sub>вод</sub>) у поверхневому шарі кислих техноземів на ділянках із сформованим (березово-куничниково-стенактисовим) рослинним угрупованням у порівнянні з іншими рослинними асоціаціями на території Яворівського сірчаного кар'єру та її зниження (на 6,7%) у верхньому шарі лужних техноземів Новороздільського кар'єру на дослідних об'єктах із плевроцієво-бузиново-підмаренниковим і липово-плевроцієво-яглицево-горлянковим рослинними угрупованнями.

6. В техноземах Яворівського сірчаного кар'єру відзначено найбільший вміст Кадмію (до 0,6 мг/кг) і Цинку (до 55 мг/кг) у поверхневому шарі ґрунту ділянок із заростями очерету, а найменший (Кадмію до 0,1 мг/кг і Цинку до 5 мг/кг) на рекультивованих ділянках з заростями берези та з незначною рослинністю. У поверхневому шарі девастованих ґрунтів Новороздільського кар'єру максимальний показник Кадмію (до 0,9 мг/кг) і Цинку (до 75 мг/кг) встановлено на ділянках із в'язово-вільховим та дубовим деревостанами, а найменший Кадмію (до 0,85 мг/кг) і Цинку (до 28 мг/кг) на ділянках з лучною рослинністю. Вміст інших металів у ґрунтах аналізованих територій не перевищує встановлених рівнів ГДК і не завдає істотного негативного впливу на ріст і розвиток рослинних угруповань та мікрофлору ґрунту.

7. Біорізноманіття ґрунтових грибів на території Яворівського сірчаного кар'єру представлено 62 видами, що відносяться до 9 порядків, 11 родин, 5 класів та 2 відділів, серед яких найбагатшим є підвідділ *Deuteromycotina*. Найбільшим видовим різноманіттям характеризуються ділянки (пробні площі ПЯ 2, ПЯ 3) – 43 види, а найменшим – ділянки (ПЯ 9, ПЯ 10, ПЯ 11) – 20 видів. На території Новороздільського сірчаного кар'єру видове різноманіття мікроміцетів представлене 50 видами, які належать до 6 родин, 7 родів та двох класів: *Ascomycetes*, *Zygomycetes*. Найбільшим видовим різноманіттям грибів характеризується ділянка із змішаними деревним насадженнями (ПН 3) – 16 видів грибів, а найменшим – ділянки мішаного лісу на східному схилі (ПН 6) – 4 види і на вершині пагорба (ПН 9) – 1 вид.

8. Найрізноманітнішим видовим складом мікобіоти (Н=3,21) відзначаються едафотопи Новороздільської сірчаної копальні, де

переважають структурні комплекси світлозабарвлених грибів родів *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fuzarium*, *Trichoderma*, *Mucor* і меншою мірою – із меланінвмісних мікроміцетів родів *Aureobasidium* та *Cladosporium*, що представлені плеядами «ліхтарик», «тричленна» та інші. Спрощений видовий склад мікроміцетів (H=2,11) мають едафотопи Яворівського сірчаного кар'єру, що характеризуються сильними кореляційними зв'язками, утворюючи кластери із 3-5 видів, де структурними родами серед меланінвмісних видів відзначені *Aureobasidium* та *Cladosporium*, а серед світлопігментованих – *Aspergillus*, *Fuzarium*, *Penicillium* та *Rhizopus*.

9. Питомий потік CO<sub>2</sub> з поверхні сформованих техноземів зумовлений сезоном року та у зимовий період є найменшим (50,2-267,6 мг CO<sub>2</sub>·м<sup>-2</sup>·год<sup>-1</sup>) внаслідок низької температури ґрунту (+6° С), слабкої біотичної активності едафотопу, проте залежить від варіанту рекультивациі, породного складу деревостану і коливається більше, ніж у 5 разів. У весняний період питомий потік CO<sub>2</sub> з поверхні техноземів зростає у 12,1 рази та у 1,1-3,0 рази у літній період, у порівнянні з весною.

10. Відзначено, що максимальні потоки CO<sub>2</sub> у весняний та літній період характерні на ділянках Яворівського сірчаного кар'єру з рослинними угрупованнями за участю сосни звичайної, берези повислої та трав'яної рослинності при високому (до 14,5) С:N співвідношенні. Найбільш високі питомі потоки CO<sub>2</sub> властиві техноземам Новороздільського кар'єру з видобутку сірки на ділянках під дубовим і тополевым насадженнями, в яких С:N співвідношення максимальні (8,5-9,6), а мінімальні – під мішаним насадженням за С:N = 4,5.

11. Найвищою продуктивністю (запас деревини понад 530 м<sup>3</sup>/га) на території Новороздільського сірчаного кар'єру характеризується тополевий деревостан (вік 41 рік), де тополя відзначається низьким (4,0 кОм) показником імпедансу та високою (4,47 нФ) – поляризаційною ємністю. Меншого запасу деревини (від 108 до 231 м<sup>3</sup>/га) сягають соснові деревостани з високими (10,2 кОм) показниками імпедансу і низькою (1,71 нФ) поляризаційною ємністю (Яворівський сірчаний кар'єр) та мішаний деревостан за участю вільхи чорної, черешні, ясена звичайного та осики з високим (8,1 кОм) імпедансом та низькою (2,21 нФ) поляризаційною ємністю (Новороздільський сірчаний кар'єр). Найменшою (до 75 м<sup>3</sup>/га) продуктивністю характеризується дубовий деревостан (вік 41 рік) із незначною домішкою вільхи чорної та осики з високим (6,2 кОм) імпедансом і помірною (2,88 нФ) поляризаційною ємністю.

12. Високим вмістом хлорофілу «а» (6,2 мг/г) відзначається листя берези повислої на рекультивованій ділянці в межах підземного видобутку сірки Яворівського сірчаного кар'єру. Найвищий вміст (11,3 мг/г) аналізованого пігменту визначено у листі вільхи чорної, черешні (8,2 мг/г), в'яза шорсткого (6,7 мг/г), середній (3,3 мг/г) – у листі дуба звичайного в деревостанах на західному схилі Новороздільського сірчаного кар'єру, що вказує на високу життєвість деревних видів на девастованих ґрунтах.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алехин В. В. Теоретические проблемы фитоценологии и степоведения : монография. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1986. 216 с.
2. Александрова В. Д. Изучение смен растительного покрова. *Полевая геоботаника*. М.-Л. : Наука, 1964. С. 300–447.
3. Алиев И. Н. Естественное облесение и биологическая рекультивация нарушенных земель Северного Кавказа (на примере Кабардино-Балкарии) : автореф. дис. д-ра. с.-х. наук : 06.03.01. Волгоград, 2012. 42 с.
4. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження / К. І. Андріюк та ін. Київ : Обереги, 2001. 233 с.
5. Андрюк Е. И., Иутинская Г. А., Петруша З. В. Гомеостаз микробных сообществ почв, загрязненных тяжелыми металлами. *Микробиологический журнал*. 1999. № 6. С. 15–21.
6. Андрюк Е. И., Валагурова Е. В. Основы экологии почвенных микроорганизмов : монография. Киев : Наукова думка, 1992. 224 с.
7. Андроханов В. А. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка : монография. Новосибирск : СОРАН, 2010. 224 с.
8. Аношко В. С., Рудь А. В., Ковалевская О. М. Характеристика техногенных почв и почвенно-грунтовых образований и возможность их хозяйственного использования. *Вестник БГУ*. 2011. № 2. С. 67–73.
9. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация / под ред. Г. В. Добровольского. Москва : Ойкумена, 2003. 270 с.
10. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв : учеб. пособие. Москва, 1970. 488 с.
11. Афанасьева А. И., Савич А. И., Забелина Н. М. Из опыта работы по восстановлению нарушенных загрязненных территорий. *Растительность и промышленные загрязнения*. Свердловск, 1966. С. 11–17.
12. Бабьева М. П., Левин С. В., Решетова М. С. Изменение численности микроорганизмов в почвах при загрязнении тяжелыми металлами. *Тяжелые металлы в окружающей среде*. Москва, 1980. С. 115–122.
13. Багаева Т. В., Ионова Н. Э., Надеева Г. В. Микробиологическая ремедиация природных систем от тяжелых металлов : монография. Казань, 2013. 56 с.
14. Башкатов В. Г., Торохова О. Н., Жуков С. П. Рекомендации по формированию мелиоративного растительного покрова на отвалах угольных шахт Донбасса : практ. рекомендации. Донецк, 2002. 36 с.
15. Башуцька У. Б. Сукцесії рослинності породних відвалів шахт Червоноградського гірничопромислового району : монографія. Львів : НЛТУ України, 2006. 180 с.
16. Бегей С. В., Ключ И. Ф., Билонога В. А. О рекультивации земель в Предкарпатском сероносном бассейне. *Проблема рекультивации нарушенных земель*. Свердловск, 1988. С. 94–99.
17. Бедернічек Т. Ю., Гамкало З. Г. Лабільна органічна речовина

грунту: теорія, методологія, індикаторна роль : монографія. Київ : Кондор, 2014. 180 с.

18. Бессонова В. П. Практикум з фізіології рослин : навч. посіб. Дніпропетровськ, 2006. 316 с.

19. Бельгард А. Л. Лесная растительность юго-востока УРСР : монографія. Киев : Вища школа, 1964. 343 с.

20. Бельгард А. Л. Определитель растений лесов УРСР : монографія. Киев : КГУ, 1950. 263 с.

21. Билай В. И., Элланская И. А., Кириленко Т. С. Микробиоты почв : монографія. Киев : Наукова думка, 1984. 264 с.

22. Билай В. И. Основы общей микологии : монографія. Киев : Вища школа, 1989. С. 15–52.

23. Білонога В. М., Малиновський А. К. Екологічні проблеми природокористування та біорозмаїття Львівщини. *Праці НТШ*. 2001. Т. VII. С. 76–82.

24. Білонога В. М. Сукцесии растительности на отвалах серных месторождений Прикарпатья : автореф. дис. канд. биол. наук : 03.00.16. Днепрпетровск, 1989. 16 с.

25. Білонога В. М. Рослинність відвалів сірчаних родовищ Львівської області / В. М. Білонога // *Український ботанічний журнал*. 1989. Т. 46. № 1. С. 26–29.

26. Білонога В. М. Экологические условия формирования растительного покрова отвалов серных месторождений Предкарпатья. *Вопросы рекультивации земель в западном регионе Украины*. Львов, 1986. С. 51–56.

27. Биологическая рекультивация нарушенных земель : материалы Междунар. Сопещания / Екатеринбург, 3-7 июня 2002 г. Екатеринбург: УрОРАН, 2003. 616 с.

28. Біологічна активність ясно-сірого лісового поверхнево-оглееного ґрунту залежно від антропогенного впливу / Снітинський В. В. та ін. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2014. Вип. 19. С. 47–52.

29. Бойко Т. І. Геохімія сірки і стронцію в зоні техногенезу сірководобувних підприємств Передкарпаття : автореф. дис. канд. геол. наук : 03.00.16. Львів, 1995. 25 с.

30. Бомба М. Я., Періг Г. Т., Рижук С. М. Землеробство з основами ґрунтознавства, агрохімії та агроекології : монографія. Київ, 2003. 250 с.

31. Борщевская М. И., Васильева С. М. Развитие представлений о биохимии и фармакологии меланиновых пигментов. *Вопросы медицинской химии*. 1999. Вып. 1. Т. 45. С. 13–23.

32. Бровко Ф. М. Сучасні проблеми та здобутки лісової рекультивації відвальних ландшафтів в Україні. *Лісове і садово-паркове господарство*. 2012. № 1. С. 42–49.

33. Бровко Ф. М. Лісова рекультивація відвальних ландшафтів Придніпровської височини України: монографія. Київ : Арістей. 2009. 263 с.

34. Бяллович Ю. П. Биоэкологические основы теории систем лесов. *Проблемы биоэкологии*. Москва, 1973. С. 47–57.
35. Бяллович Ю. П. Введение у культурфитоценологию. *Советская ботаника*. 1936. № 2. С. 21–36.
36. Васильев Г. Рекультивация нарушенных горнодобывающей промышленностью земель в социалистических странах. *Новости сельскохозяйственной науки и практики*. 1970. № 5. С. 74–77.
37. Васильев Г. Рекультивация нарушенных горнодобывающей промышленностью земель в США и ФРГ. *Новости сельскохозяйственной науки и практики*. 1970. № 6. С. 72–78.
38. Веселкин Д. В. Участие растений разного микотрофного статуса в техногенно-обусловленных сукцессиях в степной зоне Урала. *Вестник ОГУ*. 2011. № 12. Т. 131. С. 44–47.
39. Вильямс В. Р. Почвоведение: монография. Москва : Гос-во с.-х. лит-ры, 1950. Т. 5. 624 с.
40. Высоцкий Г. Н. Учение о влиянии леса на изменение среды его произростания и на окружающее пространство. (Учение о лесной пертиненции): монография. М.-Л. : Гослесбумиздат, 1950. 104 с.
41. Вопросы рекультивации земель в западном регионе Украины: сб. науч. тр. / Львов : ЛСХИ, 1986. 61 с.
42. Восстановление техногенных ландшафтов Сибири: Теория и технология / за ред. С. С. Трофимова. Новосибирск : Наука, 1977. 158 с.
43. Воробьев Д. В. Типы лесов европейской части СССР : монография. Киев : Изд-во АН УССР, 1963. 450 с.
44. Воронов Г. В. Геоботаника: монография. Москва : Наука, 1973. 384 с.
45. Воробьева Л. И. Техническая микробиология: монография. Москва : Изд-во Моск. ун-та, 1987. 168 с.
46. Гаджиев И. М. Стратегия и перспективы решения проблемы рекультивации нарушенных земель : монография. Новосибирск: ЦЭРИС, 2001. 37 с.
47. Гайдін А., Зозуля І. Сучасність та майбутнє підприємств гірничохімічної промисловості Львівщини. *Проблеми екологічної безпеки та керованого контролю динамічних природно-техногенних систем*. : матеріали практ. конф., 24-26.09.1996. Київ, 1996. С. 116–122.
48. Гайдін А. М., Зозуля І. І. Нові озера Львівщини : монографія. Львів: Афіша, 2009. 103 с.
49. Гавриленко В. Ф., Ладыгина М. Е., Хандобина Л. М. Большой практикум по физиологии растений. Фотосинтез. Дыхание: учеб. пособие. Москва : Высш. школа, 1975. 392 с.
50. Гамкало З. Г., Гриців Л. З., Курилко Л. Р. Екологічна якість ґрунту агроєкосистем: теоретичні, методологічні і методичні аспекти. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. Львів, 2015. Вип. 58 (1). С. 41–50.
51. Гамкало З. Г., Копій М. Л. Питомий потік CO<sub>2</sub> з поверхні техноземів

як критерій ефективності способів фітомеліорації. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*. 2017. Вип. 27.6. С. 66–70.

52. Генік Я. В. *Історичний розвиток та етапи становлення фітомеліорації*. *Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць*. 2012. Вип. 22.3. С. 67–74.

53. Генік Я. В. Ревіталізація ґрунтового покриву як основа відновлення ландшафту. *Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць*. 2010. Вип. 20.13. С. 93–98.

54. Генік Я. В., Дида А. П. Рекультивация: оцінка та розрахунок робіт : монографія. Львів : Відродження, 1998. 46 с.

55. Генсірук С. А., Нижник М. С., Копій Л. І. Ліси західного регіону України : монографія. Львів, 1998. 408 с.

56. Генсірук С. А. Ліси України : монографія. Львів, 2002. 496 с.

57. Герушинський З. Ю. Типологія лісів Українських Карпат : навчальний посібник. Львів : Піраміда, 1996. 208 с.

58. Гладкова Л. И. Использование рекультивированных земель в сельском и лесном хозяйстве. М. : ВНИИТЭИСХ, 1977. 52 с.

59. Голуєсов П. В., Лисецкий Ф. Н. Воспроизводство почв в антропогенно-нарушенных ландшафтах лесостепи. М. : ГЕОС, 2009. 336 с.

60. Голубець М. А. Вступ до геосоціосистемології. Львів : Поллі, 2005. 199 с.

61. Гончар М. Т., Сабан Б. О. Лесная рекультивация земель нарушенных открытой подземной добычей серы в условиях Прикарпатья. *Вопросы рекультивации земель в западном регионе Украины* : сб. науч. тр. Львов, 1987. С. 25–39.

62. Гончар М. Т., Сабан Б. О. Подбор древесных и кустарниковых пород для облесения отвалов открытой разработки серы. *Лесное хозяйство*. 1986. № 8. С. 47–49.

63. Горбань В. А., Макалей З. А. Роль физико-химических и физических исследований при лесной рекультивации в условиях степной зоны Украины. *Gruntoznavstvo*. 2013. Vol. 14, no. 1–2. P. 102–109.

64. ГОСТ 16128-70. Площади пробные лесоустроительные (метод закладки). М. : Госстандарт, 1970. 23 с.

65. ГОСТ 5180-84. Ґрунти. Методи лабораторного визначення фізических характеристик.

66. Гурла У. Р., Шукель І. В., Оліферчук В. П. Меліоративні функції протомеліорантів у меліорації антропогенних ґрунтів. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*. 2012. Вип. 22.09. С. 40–47.

67. Данько В. Н. Рекомендации по лесной рекультивации земель, нарушенных открытыми горными разработками при добыче бурого угля, марганцевой руды и огнеупорных глин Донбасса. Харьков : Изд-во ХСГИ, 1980. 32 с.

68. Дідух Я. П., Плюта П. Г., Протопопова В. В. Екофлора України. Том 1. Відп. ред. Я. П. Дідух. Київ : Фітосоціоцентр, 2000. 284 с.
69. Долгова Л. Н. Почвоулучшающая роль и семеноводство ольхи черной (*Alnus glutinosa* L. Gaerth.) и ольхи серой (*Alnus inkana* L. Moench.) в Республике Марий Эл: дис. канд. с.-х. наук : 06.03.01. Санкт-Петербург, 2003. 150 с.
70. Добровольский В. В. Ландшафтно-геохимические критерии оценки загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами. *Почвоведение*. 1996. № 5. С. 639–645.
71. Дороненко Е. П. Рекультивация земель, нарушенных открытыми разработками. М. : Изд-во «Недра», 1979. 263 с.
72. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : Колос, 1979. 416 с.
73. Дриженко А. Ю. Восстановление земель при горных разработках. М. : Изд-во «Недра», 1985. 240 с.
74. Дьяков Ю. Т. Популяционная биология фитопатогенных грибов. М.: Издательский дом «Муравей», 1998. 382 с.
75. Экологические основы рекультивации земель / Л. В. Моторина, А. И. Савич, Л. Х. Таймуразова и др. М. : Наука, 1985. 183 с.
76. Емельянов И. Г. Влияние загрязнения тяжелыми металлами на свойства почв. М. : МГУ, 2000. С. 72–73.
77. Етеревская Л. В., Мамонтова Е. Г. Качественный состав гумуса и микроморфология примитивных почв на лессовых отвалах. *Рекультивация земель*. Тарту, 1975. С. 250–257.
78. Жданова Н. Н., Василевская А. П. Меланинсодержащие грибы в экстремальных условиях. К. : Наук. думка, 1988. 196 с.
79. Жуков С. П. Критерии оценки самовосстановления растительного покрова в разных типах техногенных экотопов. *Промышленная ботаника*, 2007. Вып. 7. С. 37–42.
80. Забелина О. Ф., Трифонова Т. А. Применение показателей биологической активности в экологической оценке состояния урбоекосистем. *Доклады по экологическому почвоведению*. 2013. № 11. Вып. 18. С. 37–46.
81. Заїка В. К., Криницький Г. Т., Іваницький Р. С. Природне залісення та лісівничо-екологічні і морфо-фізіологічні особливості формування лісостанів на покинутих сільськогосподарських землях Північно-Західного Поділля. *Наукові праці Лісівничої академії наук України: збірник наукових праць*. Львів: РВВ НЛТУ України. 2013. Вип. 11. С. 41–50.
82. Зверковський В. М. Фітомеліорація шахтних відвалів в Західному Донбасі. *Український ботанічний журнал*. К., 1997. В. 54, № 5. С. 474–481.
83. Зенова Г. М. Разнообразие актиномицетов в наземных экосистемах. М. : Издательство МГУ, 2002. 132 с.
84. Іутинська Г. О. Ґрунтова мікробіологія: навчальний посібник. К. : Арістей, 2006. 284 с.

85. Каганов В. В. Экологические аспекты влияния лесонасаждений на свойства почв лесостепной и степной зон. *Материалы по изучению русских почв*. 2009. № 6. Вып. 33. С. 61–65.

86. Калінін М. І., Гузь М. М., Дебринюк Ю. М. Лісове коренезнавство. Львів : ІЗМН, 1998. 336 с.

87. Калинин М. И., Тимчук В. К. Об интенсивности дыхания корней некоторых древесных и кустарниковых пород. *Лесоводство и агролесомелиорация*. Киев : Наукова думка, 1979. Вып. 54. С. 49–52.

88. Кириленко Т. С. Атлас родов почвенных грибов. К. : Наукова думка, 1977. 128 с.

89. Коваленко Л. А. Оценка состояния почвенных экосистем лесных биогеоценозов на техногенных территориях промышленных районов. *ИВУЗ. «Лесной журнал»*. 2004. № 5. С. 43–57.

90. Колядный М. Ф., Овчинников В. А. Рекультивация нарушенных земель в ФРГ. М.: ВЦНТИ, 1976. 40 с.

91. Комачкова И. В., Пуртова Л. Н. Гумусное состояние и энергозапасы почв техногенных ландшафтов юга Приморья. *Вестник Томского государственного университета. Биология*, 2012. № 3 (19). С. 7–17.

92. Комплексное лесохозяйственное районирование Украины и Молдавии / С. А. Генсирук, С. В. Шевченко, В. С. Бондарь, Ю. Р. Шеляг-Сосонко / Под. ред. С. А. Генсирука. К.: Наукова думка, 1981. 360 с.

93. Копій Л. І., Гончар В. М., Копій С. Л., Оліферчук В. П., Копій М. Л. Вплив складу деревостану на мікологічну структуру ґрунту. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*. 2015. Вип. 25.2. С. 8–14.

94. Копій М. Л., Кучерявий В. П. Аналіз фізіологічних змін рослин в умовах порушених земель Яворівського сірчаного кар'єру. *Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць*. Львів: РВВ НЛТУ України, 2015. Вип. 25.10. С. 166–173.

95. Копій М. Л., Оліферчук В. П. Мікологічна структура ґрунту в межах сформованих екоотопів порушених ландшафтів Яворівського сірчаного кар'єру. *Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць*. Львів: РВВ НЛТУ України, 2016. Вип. 26.1. С. 174–181.

96. Копій М. Л., Оліферчук В. П., Копій Л. І. Видове різноманіття мікроміцетів ґрунту території Новороздільського сірчаного кар'єру. *Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць*. Львів: РВВ НЛТУ України, 2016. Вип. 26.3. С. 278–287.

97. Копій М. Л., Марутяк С. Б., Копій Л. І. Аналіз морфологічної структури та хімічного складу порушених ґрунтів у межах Новороздільського ДГХП «Сірка». *Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць*. Львів : РВВ НЛТУ України, 2016. Вип. 26.4. С. 212–219.

98. Копій М. Л., Копій Л. І. Вплив рослинності на перерозподіл органічних речовин та хімічних елементів у тезоземах Яворівського сірчаного кар'єру». *Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць*.

Львів: РВВ НЛТУ України, 2016. Вип. 26.5. С. 194–204.

**99.** Копій М. Л., Заїка В. К., Копій Л. І. Вплив сформованих ґрунтосумішей на вміст пластидних пігментів у деревних породах на порушених землях Яворівського сірчаного кар'єру. *Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць*. Львів: РВВ НЛТУ України, 2016. Вип. 26.8. С. 193–199.

**100.** Копій М. Л., Вицега Р. Р., Копій С. Л. та ін. Особливості росту та розвитку лісостанів на порушених землях відвалів Новороздільського сірчаного кар'єру. *Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць*. Львів: РВВ НЛТУ України, 2017. Вип. 27.1. С. 44–47.

**101.** Копій М. Л., Копій Л. І. Роль деревних рослин у відтворенні ґрунтів на відвалах Новороздільського Державного гірничо-хімічного підприємства «Сірка». *Наукове товариство ім. Шевченка. Праці наукового товариства ім. Шевченка. Екологічний збірник*. Львів, 2016. Том XLVI. С.158–168.

**102.** Копій М. Л., Оліферчук В. П., Копій Л. І. Порівняльна характеристика мікологічної структури техноземів сірчаних кар'єрів Львівщини. *Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць*. Львів : РВВ НЛТУ України, 2017. Вип. 27.3. С. 95–99.

**103.** Копій М. Л., Копій Л. І. Вплив сформованих рослинних угруповань на біорізноманіття ґрунтової біоти та вміст важких металів у межах Новороздільського сірчаного кар'єру. *Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць*. Львів : РВВ НЛТУ України, 2017. Вип. 27.4. С. 95–99.

**104.** Копій М. Л. Анализ растительности посттехногенных территорий Яворивского серного карьера Львовской области, Украина. *Проблемы природоохранной организации ландшафтов* : материалы Междунар. науч.-практ. конф. 2017 г. Новочеркасск : НИМИ Донской ГУА, 2017. С. 196–198.

**105.** Копій М. Л. Вплив рослинних угруповань на динаміку вмісту хімічних елементів та органічних сполук у сформованих ґрунтах в межах сірчаних кар'єрів Львівщини. *Ліс, наука, молодь* : матеріали IV Всеукр. наук.-практ. конф., 23 листопада 2016 р. Житомир : ЖНАЕУ, 2016. С. 44–45.

**106.** Копій М. Л. Вплив лісової рослинності на зміну продуктивності сформованих ґрунтів в межах відвалів Новороздільського сірчаного кар'єру Львівської області. *Актуальні проблеми гуманітарних та природничих наук* : матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф., 28-29 жовтня 2016 р. Київ : Видавничий дім «Гельветика», 2016. С. 133–137.

**107.** Копій М. Л. Вплив морфолого-хімічних показників ґрунту на формування рослинності в умовах посттехногенних територій Львівщини в межах Новороздільського сірчаного кар'єру. *Сучасний стан та якість навколишнього середовища окремих регіонів* : матеріали Міжнар. наук. конф. Одеса : ОДЕКУ, 2016. С. 114–118.

**108.** Копій М. Л. Особливості впливу деревної рослинності на хімічні показники рекультивованих ґрунтів Новороздільського ДГХП «Сірка». *Сучасні проблеми лісівничо-екологічної типології* : матеріали доповідей

Всеукр. наук.-практ. конф., 12-14 травня 2016 р. Івано-Франківськ : НАІР, 2016. С. 166–169.

**109.** Копій М. Л. Вплив структури екоотопів Яворівського сірчаного кар'єру на мікологічне різноманіття ґрунтів. *Молодь і поступ біології* : зб. тез XII Міжнар. наук. конф., 19-21 квітня 2016 р. Львів : 2016. С. 157–158.

**110.** Копій М. Л. Біологічна рекультивація як один із методів відтворення та використання девастрованих земель (на прикладі сірчаних кар'єрів Львівщини). *Техногенно-екологічна безпека України : стан та перспективи розвитку* : зб. матеріалів V Всеукр. наук.-практ.інтернет-конф., 10-20 листопада 2015 р. Ірпінь: НУДПСУ, 2015. С. 131–133.

**111.** Копій М. Л. Основні аспекти відтворення девастрованих земель в межах Яворівського сірчаного кар'єру. *Проблеми збалансованого розвитку аграрного сектору економіки* : зб. Матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф., 19-20 листопада 2015 р. Київ. : МПБП «Гордон», 2015. С. 64–66.

**112.** Копій М. Л. Засади формування рекреаційної зони на порушених територіях Яворівського сірчаного кар'єру. *Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи* : зб. матеріалів II Міжнар. наук.-практ. конф., 4–6 листопада 2015 р. Львів : ЛДУ БЖД, 2015. С. 208–210.

**113.** Копій М. Л. Відтворення порушених ландшафтів Яворівського району фітомеліоративними методами : зб. матеріалів 64-ої наук.-техн. конф. студентів і аспірантів НЛТУ України, студентів коледжів та слухачів Малої лісової академії, 23-25 квітня 2012 р. Львів: НЛТУ України. 2012. С. 92–93.

**114.** Криницький Г. Т. Про методику використання електрофізіологічних показників для визначення життєздатності деревних рослин. *Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість : міжвідомчий наук.-техн. збірник*. Львів : Вид-во «Світ», 1992. Вип. 23. С. 3–10.

**115.** Курганова И. Н., Лопес-де-Гереню В. О., Мякшина Т. Н. Эмиссия CO<sub>2</sub> из почв различных экосистем южно-таежной зоны: анализ данных непрерывных 12-летних наблюдений. *Доклады Академии наук АН*, 2011. Т. 436. С. 843–846.

**116.** Кучерявий В. П., Копій М. Л. Перспективи відтворення та рекреаційного використання порушених земель внаслідок сірчаних розробок (на прикладі території Яворівського сірчаного кар'єру). *Наукові праці Лісівничої академії наук України: зб. наук. праць*. Львів : РВВ НЛТУ України, 2015. Вип. 13. С. 167–172.

**117.** Кучерявий В. П. Фітогенне поле і фітомеліорація: питання теорії та практики. *Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць*. Львів : РВВ НЛТУ України, 2016. Вип. 26.7. С. 15–24.

**118.** Кучерявий В. П., Пархуць Л. В., Фітак М. М. Фітомеліоративна ефективність рослинного покриву гірських урбанізованих територій. *Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць*. Львів : РВВ НЛТУ України, 2012. Вип. 22.14. С. 9–14.



119. Кучерявий В. П., Генік Я. В., Дида А. П. Рекультивация та фіто-меліорація. Львів : Вид-во ГАФСА, 2006. 116 с.
120. Кучерявий В. А. Урбоэкологические основы фитомелиорации. Ч. II. *Фитомелиорация*. М.: НПО «Информация», 1992. 288 с.
121. Кучерявий В. П. Зеленая зона города. К. : Наук. думка, 1981. 248 с.
122. Лаптев О. О. Екологічна оптимізація біогеоценологічного покриву в сучасному урболандшафті. Київ, Державний комітет України по житлово-комунальному господарству, 1998. 206 с.
123. Левик В. І. Респіраційна активність ембріоземів техногенних територій сірчаних родовищ Львівщини. *Наукові записки державного природознавчого музею*. Львів, 2009. Вип. 25. С. 111–116.
124. Леонтьев Д. В., Акулов О. Ю. Загальна мікологія. Х. : Вид. група «Основа», 2007. 228 с.
125. Лукина Н. В., Рязанова С. В. Особенности микоризообразования в техногенных экосистемах. *Экосистемы, их оптимизация и охрана*, 2012. Вып. 7. С. 261–269.
126. Мазур А. Ю., Кучеревський В. В. Роль Криворізького ботанічного саду в озелененні та рекультивациі порушених земель Кривбасу. *Наук. вісн. УкрДЛТУ : Зб. наук.-техн. праць*. Львів: УкрДЛТУ, 2001. Вип. 11.5. С. 193–199.
127. Мануїлова Г. М. Фіто-меліорація девастованих ландшафтів в умовах Львівщини: автореф. дис. канд. с.-г.наук. Львів, 2005. 18 с.
128. Марискевич О. Г., Шпаківська І. М. Особливості формування ґрунтового покриву на відвалах Роздільського ДГХП «Сірка». *Наук. зап. Держ. природозн. музею*. Львів, 2001. 16. С. 147–152.
129. Марискевич О. Г., Шпаківська І. М., Білонога В. М. Сукцесія біоти на відвалах сіркодобувних родовищ Львівщини. *Відновлення порушених природних екосистем : Матер. II міжнар. конф.* Донецьк : ТОВ Лебідь, 2005. С. 171–173.
130. Марискевич О. Г., Шпаківська І. М., Дідух О. І. Формування ґрунтів у межах техногенного ландшафту Яворівського ДГХП «Сірка». *Наук. вісн. Чернівець. ун-ту*, 2005. Вип. 251. Біологія. С. 175–185.
131. Макрушин М. М., Макрушина Є. М., Петерсон Н. В. Фізіологія рослин. Вінниця : Нова Книга, 2006. 416 с.
132. Марфенина О. Е. Реакции микроскопических грибов на загрязнение почв тяжёлыми металлами. *Биологические науки*, 2009. № 9. С. 89–93.
133. Марфенина О. Е. Микробиологические аспекты охраны почв. М.: Изд-во МГУ, 1991. 120 с.
134. Марченко И. С. Биополе лесных экосистем. Брянск: Придесенье, 1995. 188 с.
135. Махонина Г. И. Почвообразования в техногенных экосистемах Урала. *Биологическая рекультивация нарушенных земель : междунар. науч.-техн. совещ., 26-29 авг. 1996 г. : тезисы докл.* Екатеринбург, 1996. С. 103–

104.

**136.** Махонина Г. И. Экологические аспекты почвообразования в техногенных экосистемах Урала. Екатеринбург : Изд-во Уральского университета, 2003. 356 с.

**137.** Мерзляк М. Н. Пигменты, оптика листа и состояние растений. *Соросовский образовательный журнал*, 1998. № 4. С. 19–24.

**138.** Методические указания по рекультивации земель нарушенных промышленностью. Днепропетровск: Изд-во ДГУ, 1979. 49 с.

**139.** Миркин Б. Г., Розенберг Г. С. Фитоценология. М. : Наука, 1978. 211 с.

**140.** Міронова Н. Г. Фітомеліорація техногенних водойм Малого Полісся: автореф. дис. докт. с.-г. наук : спец. 06.03.01 «Лісові культури та фітомеліорація». Львів, 2015. 40 с.

**141.** Міронова Н. Г. Фітомеліоративні властивості рослинності техногенних водойм культурфітоценозів східної частини Малого Полісся. *Науковий вісник НУБіП України: зб. наук. Праць. – Сер.: Лісівництво і декоративне садівництво*. К. : Вид-во НУБіП України, 2012. Вип. 171, ч. 3. С. 71–76.

**142.** Міронова Н. Г. Рослинність прибережно-водних екотонів техногенних озер Малого Полісся. *Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць*. Львів: РВВ НЛТУ України, 2013. Вип. 23.9. С. 341–346.

**143.** Мигунова Е. С. Лесоводство и почвоведение (исторические очерки)–М. : Экология, 1994. 216 с.

**144.** Мирчинк Т. Г. Почвенная мікологія. М. : Изд-во МГУ, 1988. 220 с.

**145.** Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Д.Г. Звягинцева. М. : Изд-во МГУ, 1991. 303 с.

**146.** Морозов Г. Ф. Учение о лесе. М.–Л. : Гослесбумиздат, 1949. 455 с.

**147.** Моторина Л. В. Комплексные экологические исследования как основа разработки технологии рекультивации земель. *Экологические основы рекультивации земель*. М. : Наука, 1985. С. 19–25.

**148.** Моторина Л. В., Ижевская Т. И., Савич А. И. Индикаторная роль растительности в процессах естественного зарастания промышленных отвалов. *Ландшафтная индикация природных процессов*. М. : Наука, 1976. С. 130–135.

**149.** Моторина Л. В., Овчинников В. А. Промышленность и рекультивация земель. М. : Изд-во «Мысль», 1975. 240 с.

**150.** Назаровець У. Р. Мікоризоутворювачі та гриби-симбіонти у фітомеліорації ґрунтів, забруднених сіркою : автореф. дис. канд. с.-г. наук. Львів, 2013. 18 с.

**151.** Наближене до природи лісівництво в Українських Карпатах / Чернявський М. В., Швітгер Р., Ковалишин Р. В. та ін. Львів : ЛА Піраміда, 2006. 88 с.

**152.** Назаровець У. Р., Оліферчук В. П., Копій Л. І., Копій М. Л. Сукцесії фітоценозів у межах Подорожненського сірчаного кар'єра.

*Агроекологічний журнал*. 2017. Вип. 27.1. С. 121–127.

**153.** Наумов А. В. Сезонная динамика и интенсивность выделения CO<sub>2</sub> в почвах Сибири. *Почвоведение*, 1994. №12. С. 77–83.

**154.** Николаенко В. Т. Биологическая рекультивация и охрана окружающей среды в странах – членах СЭВ. *Международный с.-х. журнал*, 1983. № 6. С. 69–71.

**155.** Нормативно-справочные материалы для тксации лесов Украины и Молдавии. Киев: Урожай, 1987. 559 с.

**156.** Одум Ю. Экология. М. : Мир, 1986. Т. 1. 328 с.

**157.** Оленчук Я., Николин А. Грунти Львівської області. Львів : Каменяр, 1969. 84 с.

**158.** Олішевська С. В., Василевська А. І., Фоміна М. О. Сорбція іонів міді ґрунтовими мікроміцетами. *Мікробіол. журн.*, 2006. Т.68. С. 60–70.

**159.** Ольхович О. П., Мусієнко М. М. Фітоіндикація та фітомоніторинг. Київ : Фітосоціоцентр, 2005. 64 с.

**160.** Определитель высших растений Украины / Д. Н. Доброчаева, М. И. Котов, Ю. Н. Прокудин и др. К. : Наукова Думка, 1987. 546 с.

**161.** Остапенко Б. Ф., Ткач В. П. Лісова типологія. Харків : Вид-во Харк. ДАУ ім. В.В. Докучаєва, 2002. 204 с.

**162.** Панас Р. Н. Агроэкологические основы рекультивации земель. Львов : Изд-во при Львов ун-те, 1989. 160 с.

**163.** Панас Р. Н. Особливості рекультивації земель Передкарпаття, порушених промисловими розробками самородної сірки. *Вісник с.-г. наук*, 1987. № 9. С. 38–40.

**164.** Панас Р. Н. Рекультивация земель та її перспективи на Львівщині. *Перша зональна конф. молодих вчених УРСР*. Львів : Вид-во ЛДУ, 1974. С. 37–38.

**165.** Панков Я. В., Трещевская Э. И., Боев В. Е. Почвоулучшающая роль лесных насаждений на нарушенных землях. *Биологическая рекультивация нарушенных земель : междунар. науч.- техн. совещ., тезисы докл.* Екатеринбург, 1996. С. 116–117.

**166.** Парпан В. І., Миленька М. М. Деревні рослини як кумулятивні індикатори забруднення довкілля важкими металами. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету*, 2008. № 4 (38). С. 93–97.

**167.** Парпан В. І., Миленька М. М. Методологічні аспекти оцінки екологічного стану урбанізованих і техногенно змінених територій. *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія*. Дніпропетровськ, 2010. Вип. 18. Т. 2. С. 61–68.

**168.** Партика Т. В., Гамкало З. Г. Індикатори екологічної якості органічної речовини ґрунтів Верхньодністерської алювіальної рівнини. *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту імені В. Гнатюка. Сер. : Географія*. Тернопіль, 2013. № 2. С. 184–192.

**169.** Партика Т. В., Гамкало З. Г. Особливості емісії CO<sub>2</sub> з поверхні

мінеральних та органогенних ґрунтів Верхньодністерської алювіальної рівнини за різного землекористування. *Матеріали I-ї Всеукраїнської конференції з міжнародною участю «Біологія та екологія ґрунтів» (14-16 жовтня 2015 р., м. Львів)*. Львів, 2015. С. 57–58.

**170.** Паулюквявичюс Г. Б. Роль леса в экологической стабилизации ландшафтов. М. : Наука, 1989. 215 с.

**171.** Пидопличко Н. М. Пенициллы (ключи для определения видов). Киев: Наукова думка, 1972. 192 с.

**172.** Погребняк П. С. Общее лесоводство. М. : Колос, 1968. 440 с.

**173.** Пойкер Х. Культурный ландшафт: формирование и уход. Пер. с нем. М. : Агропроиздат, 1987. 176 с.

**174.** Полохин О. В. Гумусное состояние молодых почв техногенных ландшафтов. *Вестник КрасГАУ*, 2010. № 10. С. 40–44.

**175.** Попа Ю. М. Особливості первинного ґрунтоутворення на поверхні териконів вугільних шахт Донбасу. *Ґрунтознавство*, 2010. Т. 11. № 12. С. 66–72.

**176.** Попович В. В. Газоустойчивость растительности в зоне влияния свалок. *Вестник Тюменского государственного университета : Экология и природопользование*, 2015. Т.1. № 4(4). С. 49–56.

**177.** Попович В. В. Фітомеліорація затухаючих териконів Львівсько-Волинського вугільного басейну : автореф дис. кандидата с.-г. наук: спец. 06.03.01. Львів, 2011. 233 с.

**178.** Попович В. В., Мисяк Р. І., Брунець К. С. Природна фітомеліорація вугільних відвалів. *Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць*. – Львів : РВВ НЛТУ України, 2011. Вип. 21.4. С. 127–131.

**179.** Попович В. В. Солеустойчивость рудеральных видов к воздействию хлоридов и сульфатов в зоне влияния свалок. *Вестник Тюменского государственного университета : Экология и природопользование*, 2015. Т.1. № 3(3). С. 73–84.

**180.** Починок Х. Н. Методы биохимического анализа растений. К. : Наукова думка, 1976. 312 с.

**181.** Правила проведения биологической рекультивации породных отвалов угольных шахт Украины / В. Г. Башкатов, В. Т. Вовк, О. З. Глухов и др. К. : Минуглепром Украины, 2007. 30 с.

**182.** Практикум по физиологии растений / Под редакцией профессора Н.Н. Третьякова. Москва : ВО Агропромиздат, 1990. 272 с.

**183.** Практикум по агрохимии: учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп./ Под ред. академика РАСХН В. Г. Минеева. М.: Изд-во МГУ, 2001. 689 с.

**184.** Природа Львівської області / К. І. Геренчук, В. С. Буров, А. Б. Богущкий та ін. За ред. К. І. Геренчука. Львів : Вища школа. Вид-во при Львів. ун-ті, 1972. 151 с.

**185.** Программа действий. Повестка дня на 21 век и другие документы конференции в Рио-де-Жанейро. Женева : Центр «За наше будущее», 1993. 70 с.

186. Програма и методика биогеоценологических исследований / В. Н. Сукачев, Н. В. Дылис, Ю. Л. Раунер и др. М. : Наука, 1974. 402 с.
187. Проект ліквідації сірчаних кар'єрів, відновлення екологічної рівноваги і ландшафту в зоні Яворівського ДГХП «Сірка» ВАТ Гірхімпром. Яворів, 2002. 126 с.
188. Работнов Г. А. Фитоценология. М.: Изд. МГУ, 1992. 352 с.
189. Разумова С. Т. Екологія рослин з основами ботаніки та фізіології : *Конспект лекцій*. Одеса, 2013. 197 с.
190. Райло А. И. Грибы рода фузариум. Государственное издательство сельскохозяйственной литературы. Москва, 1950. 416 с.
191. Рекомендації з рубок догляду в культурах сосни звичайної на рекультивованих відвалах відкритих розробок корисних копалин / Данько В.М., Тарнопільська П. Б., Короткова Т. М та ін. Харків: УкрНДЛГА, 2010. 10 с.
192. Рекультивация земель : *Сб. науч. тр.* Днепропетровск: ДСХИ, 1987. 187 с.
193. Рекультивация нарушенных горнодобывающими разработками земель в ЧССР. Киев: Либідь, 1984. 8 с.
194. Роде А. А., Смирнов В. Н. Почвоведение. М.: Высшая школа, 1972. 480 с.
195. Романик Н. М. Оптимізація девастрованих ландшафтів Яворівського гірничо-хімічного комбінату шляхом фіто меліорації. *Проблеми урбоекології та фітомеліорації. Науковий вісник*, 2003. Вип. 13.5. С. 63–66.
196. Сабан Б. А., Перит Г. Т., Неживыйи З. П. Биологическая рекультивация земель, нарушенных при открытой добыче серы на территории Роздольського ПО «Сера» (Отчет). Дубляны, 1990. 95 с.
197. Савельева И. Н. Оценка пространственного варьирования показателей гумусного и биологического состояния техноземов Назаровской котловины. *Вестник КрасГАУ*, 2009. №2. С. 19–27.
198. Свириденко В. Є., Швиденко А. Й. Лісівництво. К.: Сільгосп-освіта, 1995. 364 с.
199. Семина И. С. Рациональное использование литогенных ресурсов в рекультивации с целью устойчивого функционирования техногенных ландшафтов Кузбасса. *Вестник Сибирского государственного индустриального университета*, 2015. № 2 (12). С 84–88.
200. Семенов В. М., Когут Б. М. Почвенное органическое вещество. М.: ГЕОС, 2015. 233 с.
201. Семенов Д. О. Закономірності просторового розподілу різних форм кадмію в ґрунтах лівобережного степу України. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2011. Вип. 76. С. 77–80.
202. Серета Г. Л., Лесников С. В. Опыт рекультивации земель, нарушенных при добыче марганцевой руды открытым способом на Орджоникидзевском горнообогатительном комбинате МУМ УССР. *Рекультивация земель, нарушенных при добыче полезных ископаемых*. М. :

Недра, 1977. С. 125–130.

**203.** Сищикова О. В. Екологічні особливості видового різноманіття угруповань стрептоміцетів в техногенних едафотобах : автореф. дис. канд. біол. наук: спец. 03.00.16. Екологія. Київ, 2009. 21 с.

**204.** Соколов Д. А., Мерзляков О. Э., Доможакова Е. А. Оценка литогенного потенциала гумусонакопления в почвах отвалов каменноугольных месторождений Сибири. *Вестник Томского государственного университета*, 2015. № 399. С. 247–253.

**205.** Солошенко О. В., Гаврилович Н. Ю., Осипова Л. С. Практикум по агрономії з основами агроекології: навчальний посібник. Харків, 2010. 293 с.

**206.** Старостка В. С. Эффективность некоторых приемов рекультивации угодий после горно-химических разработок в условиях Львовской области : автореф. дис. канд. с.-х. наук: спец. 06.01.01. Лісові культури та фітомеліорація. Каменец-Подольський, 1974. 19 с.

**207.** Стойко С. А. Екологічні засади формування в Україні лісів, наближених за ценотичною структурою до природних фітоценозів. Лісове госп-во, лісова, паперова і деревообробна пром.-сть. Львів, 2006. Вип. 30. С. 160–166.

**208.** Структура и динамика лесных фитоценозов на нарушенных промышленностью землях / Т. С. Чибрик, Н. В. Лукина, Е. И. Филимонова, М. А. Глазырина. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*, 2012. Т. 14. № 1(5). С. 1403–1406.

**209.** Сукачев В. Н. Основы лесной биogeоценологии. М. : Наука, 1964. 320 с.

**210.** Тарас У. М. Відновлення рослинних угруповань на девастованих землях Яворівського сірчаного кар'єру : автореф. дис. канд. с.-г.наук. Львів, 2016. 20 с.

**211.** Тарас У. М. Проблеми рекультивації сірчаного кар'єру в зоні діяльності Яворівського державного гірничо-хімічного підприємства "Сірка". *Екологія довкілля. Науковий вісник НЛТУ України*, 2013. Вип. 23.2. С. 154–158.

**212.** Тарасов В. В. Флора Дніпропетровської та Запорізької областей. 2-е вид. Дніпропетровськ: Вид-во ДНУ та ЛІРА, 2012. 294 с.

**213.** Уранов А. А. Фитогенное поле. *Проблемы современной ботаники*, 1965. Т. 1. С. 251–254.

**214.** Фаизова Л. И., Зайцев Г. А. Исследование микоризации сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на промышленных отвалах республики Башкортостан. *Вестник Удмуртского университета. Биология. Науки о земле*, 2011. Вип. 2. С. 79–83.

**215.** Фокина А. И., Злобин С. С., Домрачева Л. И. Свойства некоторых видов р. *Fusarium* – основа для создания биосорбента тяжелых металлов. *Вестник Алтайского гос. Аграрного ун-та.*, 2012. № 2(88). С. 49–52.

**216.** Хархота А. И. Подбор фитомелиорантов для рекультивации техногенных земель. *Интродукция и акклиматизация растений*, 1989. Вип. 12.

С. 45–47.

**217.** Холмецкий А. М. Рекультивация нарушенных земель для сельскохозяйственного и лесохозяйственного использования в Молдавской ССР: Обзорная информ. Кишинев : БНТИ, 1982. 67 с.

**218.** Чернявський М. В., Криницький Г. Т., Парпан В. І. Наближене до природи ведення лісового господарства в Україні. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. Львів: РВВ НЛТУ України, 2011. Вип. 9. С. 29–35.

**219.** Чибрик Т. С., Елькин Ю. Я. Формирование фитоценозов на нарушенных промышленностью землях: (биологическая рекультивация) Свердловск: Изд-во Урал. Ун-та, 1991. 220 с.

**220.** Шеховцова Т. Н. Биологические методы анализа. *Соросовский образовательный журнал* 2000. № 11. Т. 6. С. 17–21.

**221.** Шилова И. И., Логинова Н.Б. Экологическая специфика отвалов предприятий цветной металлургии и оценка возможности создания на них культурных фитоценозов. *Растение и промышл. среда*, 1974. № 3. С. 45–55.

**222.** Юхновський В. Ю. Наукові основи оптимізації лісоаграрних ландшафтів рівнинної частини України : дис. д-ра с.-г. наук. Національний аграрний ун-т. К., 2003. 363 с.

**223.** Яворська Г. В., Гудзь С. П., Гнату С. О. Промислова мікробіологія: навч. посіб. : для студ.вищ.навч.закл. Львів: видавничий центр ЛНУ ім. І.Франка, 2009. 256 с.

**224.** Якубенко Б. Є., Чурілов А. М. Ботаніка. Методичний посібник щодо користування лісотипологічним гербарієм. Київ, 2005. 174 с.

**225.** Andrews J. H., Harris R. F. The ecology and biogeography of microorganisms on plant surfaces. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 2000. 38. P. 145–180.

**226.** Baird R.E., Woolfolk S., Watson C.E. Microfungi of Forest Litter from Healthy American Beech, Fraser Fir, and Eastern Hemlock Stands in Great Smoky Mountains National Park. *Southeastern Naturalist*, 2009. № 4 (4). P. 609–630.

**227.** Baran S., Bielinska E., Zukowska G. Wplyw kompostow osadowo-popiolowych na aktywnosc enzytyczna gleb wytworzonych na terenie poeksploatacji zloziarki. *Otpady w ksztaltowaniu i inzynierii srodowiska*. Warszawa, 2009. Z. 535. S. 15–21.

**228.** Baran S., Wojcikowska-Kapusta A., Zukowska G. Wplyw osadu sciekowego i pouzytkowej welny mineralnej na zawartisc prochnicy i formolowiu w rekultywowanym utworze bezglebowym. *Otpady w ochronie i ksztaltowaniu srodowiska*. Warszawa, 2008. Z. 533. S. 31–38.

**229.** Baran S., Wojcikowska-Kapusta A., Zukowska G. Wplyw dodatku kompostu osadowego i osadowo-popiolowego na wlasciwosci sorpcyjne utworu bezglebowego. *Otpady w ochronie i ksztaltowaniu srodowiska*. Warszawa, 2008. Z. 533. S. 49–58.

**230.** Bielinska E., Futa B., Kawecka-Radomska M. Wplyw nasadzen sosny zwyczajna na rewitalizacje gleb zdegradowanych dlugoletnia emisja azotowa. *Otpady w ksztaltowaniu i inzynierii srodowiska*. Warszawa, 2009. Z. 535. S. 45–53.

- 231.** Biosynthesis and Functions of a Melanoid Pigment Produced by Species of the Sporothrix Complex in the Presence of L-Tyrosine / R. Almeida-Paes, S. Frases, G. de Sousa Araujo and other, 2012. № 24. Vol.78. P. 8623–8630.
- 232.** Beś A. Carbon dioxide emissions from flyash in the reclamation process. *Ecological chemistry and engineering*, 2010. V. 17. № 8. P. 32–41.
- 233.** Boyle C. D., Robertson W. J., Saloni P. O. Use of mycelia slurries of mycorrhizal fungi as inoculums for commercial tree seedling nurseries. *Can. J. For. Res.*, 1987. № 9. V. 17. P. 1480–1486.
- 234.** Brodowska M. S. Wpływ wapnowania i nawożenia siarką na skład kationowy i odczyn gleby plowej. *Odpady organiczne a ochrona i produktywność agrocenozy*. Lublin, 2002. № 73. S. 67–74.
- 235.** Brown L. F., Jackson L. F. Reclamation of the Urad Naloboleum mine. *Miner and Environ. Empire*. Colorado, 1984. V. 6, № 2. P. 77–82.
- 236.** Bradley K. R., Langlois C. G. Ectomycorrhizae in reforestation. *Can. J. For. Res.*, 1990. № 4. V.20. P. 438–451.
- 237.** Conen F., Leifeld J., Alewell C. Warming mineralises young and old soil carbon equally. *Biogeosciences*, 2006. V. 3. P. 515–519.
- 238.** Davidson E., Janssens I. Temperature sensitivity of soil carbon decomposition and feedbacks to climate change. *Nature*, 2006. V. 440. P. 165–173.
- 239.** Dabek-Szreniawska M., Wyczolkowski A. Wpływ niektórych odpadów organicznych na liczebność i aktywność drobnoustrój glebowych. *Odpady organiczne a ochrona i produktywność agrocenozy*. Lublin, 2002. № 73. S. 103–110.
- 240.** Domsch K. H., Gams K. N., Anderson T. H. Compendium of soil fungi. 1980. V. 1. 406 p.
- 241.** Dragutin A., Leka G., Sumanov V. Anthropogenic effects on soil micromycetes. *Proc. Nat. Sci. Matica Srpska Novi*, 2007. № 113. P. 179–191.
- 242.** Engineering Filamentous Fungi for Conversion of D-Galacturonic Acid to L-Galactonic Acid / J. Kuivanen, D. Mojzita, Y. Wang and other. *Applied and Environmental Microbiology*, 2012. № 24. V.78. P. 8676–8683.
- 243.** Gao F., Lin W., Cui X. Seasonal dynamics of soil organic carbon mineralization for two forest types in Xiaoxing'an Mountains, China. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*, 2016. V.27(1). P. 9–16.
- 244.** Geyer Wayne A. Early tree growth on strike-off graded coal-mined spoils in southeast Kansas. *Trans Kansas Academy of Science*, 1978. № 81. P. 251–256.
- 245.** Granhall U. Biological fertilization. *Biomass Bioenergy*, 1994. V.6 (1/2). P. 81–91.
- 246.** Greszta J., Morawski S. Recultywacja nieużytków przemysłowych. Warszawa : *Liga ochrony przyrody*, 1972. 273 s.
- 247.** Greszta J., Morawski S. Zagospodarowanie nieużytków górnictwa węglowego. Warszawa : *Liga ochrony przyrody*, 1970. 79 s.
- 248.** Guo L., Liao B., Huang C. Microorganism's biomass carbon and enzymes activity in the testable soil treated Cd, Cu and Zn, at treatment by an



- artificial acid rain. *Chin J. Appl. and Environ. Biol.*, 2003. Vol. 9, № 4. P. 382–385.
- 249.** Horswell J., Speir T., Shaick A. Bio-indicators to assess impacts of heavy metals in land-applied sewage sludge. *Soil Biology and Biochemistry*, 2003. № 35. P. 1501–1505.
- 250.** Hytönen J., Saarsalmi A. Long-term biomass production and nutrient uptake of birch, alder and willow plantations on cut-away peatland. *Biomass Bioenergy*, 2009. V.33(9). P. 1197–1211.
- 251.** Influence of restoration on arbuscular mycorrhiza of *Biscutella laevigata* L. (Brassicaceae) and *Plantago lanceolata* L. (Plantaginaceae) from calamine spoil mounds / E. Orłowska, Sz. Zubek, A. Jurkiewicz and other. *Mycorrhiza*, 2002. – № 3. V.12. P. 153–160.
- 252.** Increased diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in a long-term field experiment via application of organic amendments to a semiarid degraded soil / M. del Mar Alguacil, E. Diaz-Pereira, F. Caravaca and other. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2009. № 13. V. 75. P. 4254–4263.
- 253.** Jobling J. Broadleaved trees on polluted or reclaimed industrial cities. *Forestry*, 1974, supplm. P. 79–88.
- 254.** Kabir Z. Tillage or no-tillage : Impact on mycorrhizae. *Canadian journal plant science*, 2005. № 85. P. 23–29.
- 255.** Kirschbaum M. U. The temperature dependence of organic matter decomposition – still a topic of debate. *Soil Biol. Biochem.*, 2006. V. 38. P. 2510–2518.
- 256.** Kopy M. Prospects for restoration of degraded landscapes within the Yavoriv sulphur quarry (Ukraine) through woodland development.: Abstract book of IUFRO 125th Anniversary Congress, 18-22 September 2017. Freiburg : Freiburg, 2017. P. 21.
- 257.** Kozłowski R., Jozwiak M., Jozwiak A. Ocena wielkości wymywania jonów K, Ca i Mg w wybranych drzewostanach w warunkach kwasnej depozycji. *Sylwan*, 2012. № 8. S. 607–615.
- 258.** Ksiezopolska A., Zukowska G., Flis-Bujak M. Wpływ nawożenia osadami ściekowymi na powierzchnie właściwa gleby lekkiej i wydzielonych z niej kwasów humusowych. *Odpady organiczne a ochrona i produktywność agrocenozy*. Lublin, 2002. №. 73. S. 221–229.
- 259.** Kuusemets V., Mander Ü. Ecotechnological measures to control nutrient losses from catchments. *Water Sci. Technol.*, 1999. V. 40. P. 195–202.
- 260.** Levyk V., Brzezińska M. The effect of pH on the soil respiration processes of technogenic territories of former sulphur mines in Nemyriv (Ukraine) and Jeziórko (Poland). *7th International Workshop for Young Scientists BioPhys Spring 2008*, Prague, Czech Republic, 29-30.05.2008 r., 2008. P. 40–41.
- 261.** Maciejewska A., Kwiatkowska J. Wykorzystanie preparatów z węgla brunatnego do zagospodarowania gruntów pogornicznych. *Odpady organiczne a ochrona i produktywność agrocenozy*. Lublin, 2002. №. 73. S. 243–250.
- 262.** Managing Forest Ecosystems: The Challenge of Climate Change / F. Bravo, V. Le May, R. Jandl, K. von Gadow. *Springer Science : Business Media*,

B.V., 2008. 334 p.

**263.** Mander, Ü., Lõhmus K., Teiterand S. Gaseous nitrogen and carbon fluxes in riparian alder stands. *Boreal Environ. Res.*, 2008. V. 13. P. 231–241.

**264.** Mander, Ü., Kuusemets V., Hayakawa Y. Purification processes, ecological functions, planning and design of riparian buffer zones in agricultural watersheds. *Ecol. Eng.*, 2005. V. 24. P. 421–432.

**265.** Mander, Ü., Kuusemets V., Lõhmus K. Efficiency and dimensioning of riparian buffer zones in agricultural catchments. *Ecol. Eng.*, 1997. V. 8. P. 299–324.

**266.** Martyn W., Sowinska J., Staszczuk S. Analiza wybranych wlasciwosci chemicznych i biologicznych gleb na polugornicznym po zakonczeniu wydobywania siarki w bylej kopalni “Jeziorko”. *Odpady organiczne a ochrona i produktywnosc agroecenozy*. Lublin, 2002. № 73. S. 251–262.

**267.** Nichols O. G., Carbon B. A., Colguhoun I. J. Rehabilitation after bauxite mining in South Western Australia. *Landscape Plan.*, 1985. V. 12. P. 75–92.

**268.** Persson T., Wirén A. Nitrogen mineralization and potential nitrification at different depths in acid forest soils. *Plant Soil*, 1995. V. 168/169. P. 55–65.

**269.** Price M. S., Classen J. J., Payne G. A. *Aspergillus niger* absorbs copper and zinc from swine wastewater. *J. Bioresour. Technol.*, 2001. Vol. 77. P. 41–49.

**270.** Problemy recultywacji terenów poeksploatacyjnych górnictwa a odkrzwkowego. Warszawa: wyd-wo geologiczne, 1967. 156 s.

**271.** Rabia A., Tasneem A. Effect of heavy metals on soil microbial community and mungbeans seed germination. *Pak. J. Bot.*, 2007. Vol.39(2). P. 629–636.

**272.** Rogalski L., Beś A., Warmiński K. Carbon Dioxide Emission to the Atmosphere from Overburden under Controlled Temperature Conditions. *Polish J. of Environ. Stud.*, 2008. Vol. 17. V. 3. P. 427–432.

**273.** Role of mycorrhizal fungi in phytoremediation and toxicity monitoring of heavy metal rich industrial wastes in southern Poland / K. Turnau, E. Orłowska, P. Ryszka and other. *Soil and Water Pollution Monitoring, Protection and Remediation.*, 2006. № 6. V.23. P. 533–551.

**274.** Romeo J. T. Chemical Ecology and Phytochemistry of Forest Ecosystems. *Proceedings of the Forty-fourth Annual Meeting of the Phytochemical Society of North America*, 2004. V. 39. 319 p.

**275.** Singleton I., Tobin J.M., Frankland J.C. Fungal interaction with metals and radionuclides forenvironmental bioremediation. *Fungi and Environmental change*. London: Cambridge Univ. Press., 1996. P. 282–298.

**276.** Soosaar K., Mander Ü., Maddison M. Dynamics of gaseous nitrogen and carbon fluxes in riparian alder forests. *Ecol. Eng.*, 2011. V. 37. P. 40–53.

**277.** Steinera M., Linkovb I., Yoshida S. The role of fungi in the transfer and cycling of radionuclides in forest ecosystem. *Jornal of Environmental Radioactivity*, 2002. V. 58. P. 217–241.

**278.** Stys S., Trefny V. Silectivni skryvka nadloznych zemin a rekultivace

devastavanych pozemky v SHR. Uhli, 1983. T. 31, № 6. S. 231–235.

**279.** Taylor R. K., Billing J. S., Spenser P. K. Chlorides in coarse colliers. *Proc. Symp. Reclam. Coal mining castes*. London, 1984. P. 1–16.

**280.** Tresner H. D., Bacus M. P., Curtis J. T. Soil microfungi in relation to the hardwood forest continuum in southern Wisconsin. *Mycologia*, 1954. № 3. V. 46. P. 314–332.

**281.** Tuomi M., Vanhala P., Karhu K. Heterotrophic soil respiration – Comparison of different models describing its temperature dependence. *Ecol. Modelling*, 2008. V. 211. P. 182–190.

**282.** Uri V., Mander Ü., Ostonen I. Long-term effects on nitrogen budget of a short-rotation grey alder (*Alnus incana* L. Moench) forest in abandoned agricultural land. *Ecol. Eng.*, 2011. V. 37. P. 920–930.

**283.** Virtanen A.J. On the fixation of molecular nitrogen in nature. *Commint Inst. Forest, fennical*, 1962. V. 55(22). P. 1–11.

**284.** Wang F., Li Z., Xia H. Effects of nitrogen-fixing and non-nitrogen-fixing tree species on soil properties and nitrogen transformation during forest restoration in southern China. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 2010. V. 56. P. 297–306.

**285.** Wójcik J., Kowalik S. The Content of the Organic Carbon and Total Nitrogen in the Soil of the Reclaimed Repository of the Sulphur Mine «Machów» after Many Years of Agricultural and Forestry Management. *Geomatics and Environmental Engineering*, 2014. T. 8. № 4. C. 91–101.

**286.** Wójcikowska-Kapusta A., Baran S., Krzywy J. Wpływ nawożenia gleby lekkiej osadem sciekowym na wysokość plonów roślin uprawnych i zawartość w nich cynku. *Odpady organiczne a ochrona i produktywność agrocenozy*. Lublin, 2002. № 73. S. 339–347.

**287.** Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture / M. Brundrett, N. Bougher, B. Dell, T. Grove and others, 1996. Canberra: ACIAR. 374 p.

**288.** Yu S., He Z., Huang C. Successes in the soils microorganisms study and mediated by them phenomena in the stress conditions caused by heavy metals. *Chin. J. Appl. Ecol.*, 2003. Vol. 14, № 4. P. 618–622.

**289.** Zafar S., Aqil F., Ahmad I. Metal tolerance and biosorption potential of filamentous fungi isolated from metal contaminated agricultural soil. *Bioresour. Technol*, 2007. Vol. 98. P. 2557–2561.

**290.** Zukowska G., Baran S., Wojcikowska-Kapusta A. Sewages ludge and mineral wool for reclamation of devastated soils and in forest management. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України : збірник науково-технічних праць*. Львів: РВВ НЛТУ України, 2014. Вип. 24.3. С. 71–80.

**291.** Zukowska G., Flis-Bujak M., Baran S. Wpływ nawożenia a osadem sciekowym na substancje organiczne gleby lekkiej pod upraw a wikliny. *Odpady organiczne a ochrona i produktywność agrocenozy*. Lublin, 2002. № 73. S. 357–367.

# ДОДАТКИ

## ДОДАТОК А

Таблиця А.1

Систематична структура мікроміцетів ґрунту дослідних ділянок Яворівського сірчаного кар'єру

Латинська назва виду	П	П	П	П4	П5	П6	П7	П8	П9	П	П	К	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	П8	П9	П	П	К	П	П	П	П4	П	П	П7	П8	П	П	П	К			
	1	2	3								10	11											10	11		1	2	3		5	6			9	10	11			
<i>I</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37			
	Літо												Осінь											Весна															
Відділ <i>Ascomycota</i>																																							
Клас <i>Dothideomycetes</i>																																							
Порядок <i>Dothideales</i>																																							
Родина <i>Aureobasidiaceae</i>																																							
<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary) G. Arnaud		+		+	+	+				+	+				+	+						+		+	+														
Порядок <i>Carpodiales</i>																																							
Родина <i>Cladosporiaceae</i>																																							
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) G.A. de Vries			+		+						+		+	+			+	+			+		+	+															
Порядок <i>Pleosporales</i>																																							
Родина <i>Pleosporaceae</i>																																							
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.															+	+			+	+		+	+							+									
<i>I</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37			
<i>Alternaria passiflorae</i> J.H. Simmonds												+																											







Порядок <i>Eurotiales</i>																																							
Родина <i>Trichocomaceae</i>																																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37			
<i>Aspergillus clavatus</i> Desm.													+	+			+		+	+		+	+																
<i>Aspergillus fumigatus</i> Fresenius					+		+																																
<i>Aspergillus myrothecium</i>				+																																			
<i>Aspergillus nidulans</i> (Eidam) G. Winter													+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+											
<i>Aspergillus niger</i> van Tieghem						+							+	+	+		+		+		+	+																	
<i>Aspergillus proliferans</i> G. Smith																						+	+																
<i>Aspergillus repens</i> D.B; Raper, Fennell																																							
<i>Aspergillus restrictus</i> G. Sm.																																							
<i>Aspergillus species</i>						+				+		+																											
<i>Aspergillus terreus</i> Thom, C																								+															
<i>Aspergillus ustus</i> (Bainier) Thom, C							+	+								+		+		+	+	+	+	+				+											



продовження табл. А

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37		
<i>Gliocladiu m viride</i> Mart			+																																			
<i>Penicillium aculeatum</i> Raper Fennell							+																															
<i>Penicillium arabicum</i> Baghd	+		+																																			
<i>Penicillium avenaceum</i> Scott.																											+						+	+				
<i>Penicillium biforme</i> Thom, C																																		+				
<i>Penicillium chrizogenum</i> Thom, C		+			+							+																						+				
<i>Penicillium citrinum</i> Thom, C			+		+					+				+	+	+			+		+												+		+			
<i>Penicillium claviforme</i> Bainier							+																															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37		
<i>Penicilliu m commune</i> Thom,																																				+		
<i>Penicillium cremeogriseum</i> Chalabuda	+	+																																				
<i>Penicillium decumbens</i> Thom, C												+																										
<i>Penicillium digitatum</i> (Pers.) Sacc.		+			+																																	



продовження табл. А

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37			
<i>Penicillium rubicundum</i> J.H. Mill., Giddens & A.A. Foster							+																																
<i>Penicillium purpurogenum</i> Stoll							+																																
<i>Penicillium simplicissimum</i> Thom, C				+						+																													
<i>Penicillium steckii</i> Zaleski		+																																					
<i>Penicillium sublateritium</i> Biourge												+																											
<i>Penicillium viridicyclopium</i> S. Abe				+																																			
<i>Penicillium lividum</i> Westling												+																											
<i>Penicillium notatum</i> Biourge																								+										+		+			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37			
<i>Penicillium rubrum</i> Stoll																																					+		+
<i>Penicillium species</i>																																						+	
<i>Penicillium tardum</i> Thom, C											+																										+		
<b>Клас Leotiomyces</b>																																							
Порядок Helotiales																																							























Таблиця А 3

## Кількісний склад грибів мікроміцетів ділянок Яворівського сірчаного кар'єру

Видовий склад	Сезон			Всього, шт.	Видовий склад	Сезон			Всього, шт.
	літо	осінь	весна			літо	осінь	весна	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary) G. Arnaud	6	5		11	<i>Penicillium biforme</i> Thom, C			1	1
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) G.A. de Vries	3	7		10	<i>Penicillium chrizogenum</i> Thom, C	3		1	4
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.		6	1	7	<i>Penicillium citrinum</i> Thom, C	3	6	2	11
<i>Alternaria passiflorae</i> J.H. Simmonds	1			1	<i>Penicillium claviforme</i> Bainier	1			1
<i>Alternaria raphani</i> J.W. Groves & Skolko			1	1	<i>Penicillium commune</i> Thom, C			1	1
<i>Curvularia clavata</i> B.L.Jain			1	1	<i>Penicillium cremeogriseum</i> Chalabuda	2			2
<i>Phoma herbarum</i> Westend		3		3	<i>Penicillium decumbens</i> Thom, C	1			1
<i>Phoma glomerata</i> (Corda) Wollenw. & Hochapfel	4	2		6	<i>Penicillium digitatum</i> (Pers.) Sacc.	2			2
<i>Phoma meliloti</i> Allesch.			1	1	<i>Penicillium flexuosum</i> Dale	1			1
<i>Phoma pomorum</i> Thum.	2	2		4	<i>Penicillium funiculozum</i> Thom, C	3	3		6
<i>Phoma species</i>		3		3	<i>Penicillium globosum</i>	1			1
<i>Trichoderma koningii</i> Oudem	1			1	<i>Penicillium granulatum</i> Bainier	2			2
<i>Trichoderma lignorum</i> (Tode) Harz	2	5		7	<i>Penicillium hordei</i> Stolk, A.C	1			1
<i>Gliocladium viride</i> Mart	1	4		4	<i>Penicillium lanosum</i> Westl	2	12		14
<i>Trichoderma viride</i> Pers.	5		1	6	<i>Penicillium multicolor</i> Grigorieva-Manoilova & Poradielova	2	7		9

продовження табл. А.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Acremonium kiliense</i> Gruts	1			1	<i>Penicillium ochrochloron</i> Biourge, P.	1	6		7
<i>Acremonium strictum</i> W.Gams	1			1	<i>Penicillium pulvillorum</i> Turfitt.			1	1
<i>Trichotecium roseum</i> (Pers: Fr.) Lk		4		4	<i>Penicillium restrictum</i> Gilman et Abbot	1			1
<i>Trichothecium species</i>	1			1	<i>Penicillium roseopurpureum</i> Dierckx, R.P.	1	5	1	7
<i>Fusarium culmorum</i> (W.G. Sm.) Sacc.	2	4	3	9	<i>Penicillium rubicundum</i> J.H. Mill., Giddens & A.A. Foster	1			1
<i>Fusarium heterosporum</i> Nees: Fries	1			1	<i>Penicillium purpurogenum</i> Stoll	1			1
<i>Fusarium gibbosum</i> Appel & Wollenw		5		5	<i>Penicillium simplicissimum</i> Thom, C	2			2
<i>Fusarium argillaceum</i> (Fr.) Sacc.	1			1	<i>Penicillium steckii</i> Zaleski	1			1
<i>Fusarium merismoides</i> Corda	2	7		9	<i>Penicillium sublateritium</i> Biourge	1			1
<i>Fusarium larvarum</i> (nivalle, var. majus) Dierckx	1	3		4	<i>Penicillium viridicyclonium</i> S. Abe	1			1
<i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc.	1			1	<i>Penicillium lividum</i> Westling	1			1
<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht. emend. Snyder & Hansen	1	11	3	15	<i>Penicillium notatum</i> Biourge		1	2	3
<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc.		3		3	<i>Penicillium rubrum</i> Stoll			2	2
<i>Fusarium javanicum</i> Koord.		4		4	<i>Penicillium species</i>			1	1
<i>Stachybotrys chartarum</i> (Ehrenb.) S. Hughes	1		1	2	<i>Penicillium tardum</i> Thom, C	1		1	2
<i>Phomopsis meliloti</i> Grove	1		1	2	<i>Monilia humicola</i> Oudem.	2		2	4

продовження табл. А.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Verticillium rubrum</i> Baquis & Cardone	1			1	<i>Monilia species</i>	3		2	5
<i>Verticillium species</i>	1			1	<i>Torula herbarum</i> (Pers.) Link		4	1	5
<i>Chaetomium globosum</i> Kunze		3		3	<i>Humicola grisea</i> Traaen		3		3
<i>Aspergillus clavatus</i> Desm.		7		7	<i>Mortierella isabellina</i> Oudem.	1	3	1	5
<i>Aspergillus fumigatus</i> Fresenius	2			2	<i>Mortierella alpine</i> Peyronel	2	4		6
<i>Aspergillus myrothecium</i>	1			1	<i>Mucor globosus</i> Fischer		5		5
<i>Aspergillus nidulans</i> (Eidam) G. Winter		12	1	13	<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer		3	3	6
<i>Aspergillus niger</i> van Tieghem	1	7	1	9	<i>Mucor racemosus</i> Bull.			1	1
<i>Aspergillus proliferans</i> G. Smith		2		2	<i>Mucor species</i>			2	2
<i>Aspergillus repens</i> D.B; Raper, Fennell			1	1	<i>Rhizopus nigricans</i> Ehrenb.	1		8	9
<i>Aspergillus restrictus</i> G. Sm.			1	1	<i>Rhizopus oryzae</i> Went & Prins. Geerl.	2		1	3
<i>Aspergillus species</i>	3			3	<i>Rhizopus stolonifer</i> (Ehrenb.) Vuill.	2		3	5
<i>Aspergillus terreus</i> Thom, C		1	1	2	<i>Rhizopus species</i>	1		1	2
<i>Aspergillus ustus</i> (Bainier) Thom, C	2	7	1	10	<i>Mycelia sterilia</i> (black)		2		2
<i>Gliocladium viride</i> Mart	1			1	<i>Mycelia sterilia</i> (white)		3		3
<i>Penicillium aculeatum</i> Raper & Fennell	1			1	<i>Mycelia sterilia</i> (dark)		2		2
<i>Penicillium arabicum</i> Baghd	2			2	<i>Rhizoctonia solani</i> (Kunh)		1		1
<i>Penicillium avenaceum</i> Scott.			3	3					



Таблиця А.4

## Кількісний склад гри бів мікроміцетів ділянок Новороздільського сірчаного кар'єру

Видовий склад	Сезон			Всього, шт.	Видовий склад	Сезон			Всього, шт
	літо	осінь	весна			літо	осінь	весна	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Oidiodendron echinulatum</i> G.L. Barron			1	1	<i>Penicillium commune</i> Thom, C	1			1
<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary) G. Arnaud	3	5	1	9	<i>Penicillium cremeogriseum</i> Chalabuda	1	2		3
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) G.A. de Vries		3	1	4	<i>Penicillium cyclopium</i> Westling		1		1
<i>Cladosporium atrosperum</i> Pidopl. et Deniak		1		1	<i>Penicillium decumbens</i> Thom, C	1	2		3
<i>Alternaria solani</i> Sorauer	2			2	<i>Penicillium digitatum</i> (Pers.) Sacc.		1		1
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.		3	1	4	<i>Penicillium expansum</i> Lk.	1	3		4
<i>Phoma glomerata</i> (Corda) Wollenw. & Hochapfel		2	1	3	<i>Penicillium globosum</i>	1	3		4
<i>Trichoderma koningii</i> Oudem	1	3		4	<i>Penicillium implicatum</i> Biourge, P.			1	1
<i>Trichoderma viride</i> Pers.	3	5		8	<i>Penicillium lilacinum</i> Thom, C		1		1
<i>Phoma pomorum</i> Thum	1		1	2		1	3		4
<i>Gliocladium viride</i> Matr.		2		2	<i>Penicillium multicolor</i> Grigorieva-Manoilova & Poradielova		2		2
<i>Gliocladium catenulatum</i> J.C. Gilman & E.V. Abbott		1		1	<i>Penicillium notatum</i> Biourge		1		1
<i>Acremonium strictum</i> W.Gams			1	1	<i>Penicillium ochrochloron</i> Biourge, P.		1		1
<i>Fusarium culmorum</i> (W.G. Sm.) Sacc.	1	1	1	3	<i>Penicillium oxalicum</i> Thom, C	1	3		4
<i>Fusarium gibbosum</i> Appel & Wollenw	1			1	<i>Penicillium restrictum</i> Gilman et Abbot	1	3		4
<i>Fusarium merismoides</i> Corda	1			1	<i>Penicillium roseopurpureum</i> Dierckx, R.P.			2	2
<i>Fusarium lateritium</i> Ness.	1			1	<i>Penicillium roseum</i> Link	1			1
<i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc.	3	1	1	5	<i>Penicillium rubrum</i> Stoll		2		2
<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht. emend. Snyder & Hansen	2	3	3	8	<i>Penicillium simplicissimum</i> Thom, C	1			1
<i>Verticillium species</i>	1			1	<i>Penicillium spinulosum</i> Thom, C			1	1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Verticillium rubrum</i> Bacquis & Cardone	1			1	<i>Penicillium steckii</i> Zaleski	1			1
<i>Aspergillus clavatus</i> Desm.	2		1	3	<i>Penicillium tardum</i> Thom, C		1		1
<i>Aspergillus candidus</i> Link	1			1	<i>Penicillium vinaceum</i> Gilman et Abbott	2			2
<i>Aspergillus crystallinus</i> Cwon-Chung & Fennell			1	1	<i>Penicillium viridicyclopium</i> S. Abe	1	3		4
<i>Aspergillus flavus</i> Link		1		1	<i>Penicillium species</i>			1	1
<i>Aspergillus fumigatus</i> Fresenius	1	2	1	4	<i>Penicillium spinulozum</i> Thom, C	1			1
<i>Aspergillus myrothecium</i>		2		2	<i>Monilia humicola</i> Oudem.			3	3
<i>Aspergillus nidulans</i> (Eidam) G. Winter	2		1	3	<i>Monilia alba</i> Thom, C		2		2
<i>Aspergillus niger</i> van Tieghem		3	2	5	<i>Monilia species</i>	1	1		2
<i>Aspergillus ochraceus</i> Wilhelm	1	2		3	<i>Torula herbarum</i> (Pers.) Link			1	1
<i>Aspergillus oryzae</i> (Ahlburg) E. Cohn		2		2	<i>Mortierella elongata</i> Linnem.	2	2		4
<i>Aspergillus repens</i> D.B; Raper, Fennell	2	1		3	<i>Mortierella isabellina</i> Oudem.	1	3		4
<i>Aspergillus sulphureus</i> Thom, C	2			2	<i>Mortierella alpine</i> Peyronel	1	2		3
<i>Aspergillus sydowii</i> Thom, C	1		1	2	<i>Mortierella ramanniana</i> (Möller) Linnem		1		1
<i>Aspergillus terreus</i> Thom, C		1	1	2	<i>Mucor globosus</i> Fischer	1	2		3
<i>Aspergillus ustus</i> (Bainier) Thom, C	1		1	2	<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer	2	2		4
<i>Penicillium arabicum</i> Baghd.		3		3	<i>Mucor corticola</i> Hagem	1	2		3
<i>Penicillium avenaceum</i> Scott.			3	3	<i>Rhizopus nigricans</i> Ehrenb.	4	3	6	13
<i>Penicillium chrizogenum</i> Thom, C	3	7	1	11	<i>Rhizopus oryzae</i> Went & Prins. Geerl.		1	4	5
<i>Penicillium citreo-viride</i> Biourge	1			1	<i>Rhizopus stolonifer</i> (Ehrenb.) Vuill.			3	3
<i>Penicillium citrinum</i> Thom, C		4		4	<i>Rhizopus species</i>	1	2	1	4
<i>Penicillium claviforme</i> Bainier	1	2		3					

## ДОДАТОК Б

### Систематичний аналіз та еколого-географічна структура трав'яного та чагарникового покриву Яворівського сірчаного кар'єру

Українська та латинська назва виду	Екоморфи за Бельгардом О.Л.	Життєва форма	Географічний ареал	Властивості рослин та їх практичне значення	Тип кореневої системи за структурою підземних пагонів (за Голубєвим, 1981)	Тип лісо-рослинних умов	Тип місцезростань
1	2	3	4	5	6	7	8
Відділ Мохоподібні ( <i>Bryophyta</i> )							
Родина Політрихові ( <i>Polytrichaceae</i> )							
Мох зозулин льон звичайний ( <i>Polytrichum commune</i> Hedw.)	індиферентний	багаторічні мохи	Космополітний	-	мич/кор.	ABC <sub>3</sub>	хвойні, мішані ліси, заболочені ділянки
Мох зозулин льон волосконосий ( <i>Polytrichum piliferum</i> Hedw.)	індиферентний	багаторічні мохи	Космополітний	-	мич/кор.	A <sub>0-1</sub>	сухі соснові ліси
Родина Ентодонтіві ( <i>Entodontaceae</i> )							
Плевроцій Шребера ( <i>Pleurozium schreberi</i> (Willd. Ex Brid.) Mitt.)	Sil	багаторічні мохи	Голарктично-монтанний	Технолог.	мич/кор.	AB <sub>2,3</sub> C <sub>2,3</sub>	під покривом лісу
Родина Дітріхові ( <i>Ditrichaceae</i> )							
Цератодон пурпуровий ( <i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid.)	індиферентний	багаторічні мохи	Космополітний	-	мич/кор.	A <sub>1-3</sub> B <sub>1-3</sub>	сосново-різнотравні ліси
Відділ Плауноподібні ( <i>Lycopodiophyta</i> )							
Родина Плаунові ( <i>Lycopodiaceae</i> )							
Плаун булавовидний ( <i>Lycopodium clavatum</i> L.)	Sil	багаторічні трави	Голарктичний	Лікар., декор., технолог.	повз.	B <sub>2</sub>	хвойні, мішані ліси

продовження додатка Б

1	2	3	4	5	6	7	8
Відділ Хвощеподібні ( <i>Equisetophyta</i> )							
Родина Хвощові ( <i>Equisetaceae</i> )							
Хвощ польовий ( <i>Equisetum arvense</i> L.)	RuPr	багаторічні трави	Голарктичний	Їст., лік., бур., фарб.	д/кщ.-бульб.	BCD <sub>2-3</sub>	бур'ян культивованих земель, лісокультурних площ та вирубок
Хвощ болотний ( <i>Equisetum palustre</i> L.)	PalPr	багаторічні трави	Голарктичний	-	д/кщ.-бульб.	CD <sub>4</sub>	заболочені ліси, лісові болота
Хвощ галузистий ( <i>Equisetum ramosissimum</i> Desf.)	RuPs	багаторічні трави	Голарктично-південно-африканський	-	д/кщ.	A <sub>1-2</sub>	піщані, сухі, кам'янисті місця, узбіччя
Відділ Папоротеподібні ( <i>Polypodiophyta</i> )							
Родина Безщитникові ( <i>Athyaceae</i> )							
Безщитник жіночий ( <i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth.)	Sil	багаторічні трави	Голарктичний	Віт., дуб., отр. декор.	к/кщ.	DC <sub>3-4</sub>	широколистяні ліси
Родина Щитникові ( <i>Aspidiaceae</i> )							
Щитник чоловічий ( <i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Scott.)	Sil	багаторічні трави	Голарктичний	Лік., ефір., отр., декор.	к/кщ., мич/кор	BC <sub>3-4</sub>	листяні ліси, чагарники
Відділ Квіткові ( <i>Magnoliophyta</i> )							
Родина Розоцвіті ( <i>Rosaceae</i> )							
Гравілат міський ( <i>Geum urbanum</i> L.)	RuSil	багаторічні трави	циркумполярний	Бур.	к/кщ	CD <sub>2</sub>	світлі ліси, чагарники
Ожина сиза ( <i>Rubus caesius</i> L.)	RuSil	чагарники	Євразійський	Їст., лік.	д/кщ	BC <sub>3</sub>	узлісся, вздовж доріг, просік
Перстач гусячий ( <i>Potentilla anserina</i> L.)	Pr	багаторічні трави	Плюрирегіональний	Лік., дуб., мед., декор.	повз., к/кщ	D <sub>3-5</sub>	вологі залуговілі ділянки
Суниця лісова ( <i>Fragaria vesca</i> L.)	Sil	багаторічні трави	Євразійсько-Північноамерикансько-Північноафр.	Їст., віт.	повз., к/кщ.	B <sub>1-2</sub> C <sub>1-2</sub>	ліси, схили, лісові галявини

продовження дод. Б

1	2	3	4	5	6	7	8
Ожина складчаста ( <i>Rubus plicatus</i> L.)	SilPr	чагарник	Центрально- євразійський	Лік., декор., їст.	д/кщ	BC	ліси, узлісся, лісові галявини, луки
<b>Родина Жовтецеві (<i>Ranunculaceae</i>)</b>							
Жовтець їдкий ( <i>Ranunculus acris</i> L.)	Pr	багаторічні трави	Центрально- євразійський	Лік., отр., бур.	пуч/к.	DC <sub>2-3</sub>	ліси, узлісся
<b>Родина Гвоздичні (<i>Caryophyllaceae</i>)</b>							
Коронарія зозуляча ( <i>Coronaria flos- cuculi</i> (L.) Fourg.)	SilPr	багаторічні трави	Євразійсько- Середземномор- ський	Лік., корм., мед., декор.	ст/к.	C <sub>2-3</sub>	лучні лісові галявини, по краях лісових боліт
Шпергель польовий ( <i>Spergula arvensis</i> L.)	PsRu	однорічник	Голарктичний	Бур.	ст/к.	A <sub>1-2</sub> B <sub>2</sub>	бур'ян розсадників лісових культур
<b>Родина Гречкові (<i>Polygonaceae</i>)</b>							
Щавель горобинний ( <i>Rumex acetosella</i> L.)	(Sil)PtrPs	багаторічні трави	Голарктичний	Лік., їст., корм.	д/кщ.	A <sub>1-2</sub> B <sub>2</sub>	бур'ян розсадників лісових культур, лісосіки
Щавель кислий ( <i>Rumex acetosa</i> L.)	SilPr	багаторічні трави	Євразійсько- Середземномор- ський	Лік., їст., фарб., дуб.	к/кщ., пуч/к.	BC <sub>4</sub>	залуговілі ділянки, лісові галявини
Щавель кінський ( <i>Rumex confertus</i> Willd.)	RuPr	багаторічні трави	Євразійський	Лік.	к/кщ.	C <sub>2</sub> , D <sub>4</sub>	залуговілі ділянки
Щавель пірамідальний ( <i>Rumex thyrsoflorus</i> Fingerch.)	(Ps)HalPr	багаторічні трави	Євразійський	Лік., їст.	ст/к.	B <sub>1-2</sub> , C <sub>1-2</sub>	лучні ділянки, вирубки
<b>Родина Звіробійні (<i>Hypericaceae</i>)</b>							
Звіробій звичайний ( <i>Hypericum perforatum</i> L.)	SilPr	багаторічні трави	Євразійсько- Середземномор- ський	Лік., фарб., мед., дуб.	к/кщ.	A <sub>1-2</sub> , B <sub>1-2</sub> , C <sub>1-2</sub>	соснові і мішані ліси, лісові галявини
<b>Родина Капустяні (<i>Brassicaceae</i>)</b>							

продовження дод. Б

1	2	3	4	5	6	7	8
Грицики звичайні ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)	Ru	Однорічник	Євразійський	Їст., віт., лік., ефір.	ст/к.	BCD <sub>2</sub>	бур'ян розсадників лісових культур
<b>Родина Вересові (<i>Ericaceae</i>)</b>							
Верес звичайний ( <i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hill)	Sil	Чагарничок	Південноафрика нсько- Євразійський	Мед., корм., лік., фарб., декор.	ст/к.	ABC <sub>1-4</sub>	соснові ліси, вирубки, болота
<b>Родина Первоцвіті (<i>Primulaceae</i>)</b>							
Вербозілля лучне ( <i>Lysimachia nummularia</i> L.)	SilPr	багаторічні трави	Євразійсько- Середземномор- сько-Північно- американський	Лік., їст., мед., фарб., декор.	повз., пуч/к.	C <sub>2-3</sub> B <sub>2-3</sub>	листяні, мішані ліси
Вербозілля звичайне ( <i>Lysimachia vulgaris</i> L.)	Pal	багаторічні трави	Євразійсько- Середземномор- сько-Північно- амери-канський	Лік., їст., мед., фарб., декор.	д/кщ., пуч/к.	B <sub>4</sub>	вологі місця, береги водойм
<b>Родина Тимелієві (<i>Thymelaceae</i>)</b>							
Вовчі ягоди звичайні ( <i>Daphne mezereum</i> L.)	Sil	кущик однорічний	Євро- Сибірський	Мед., лік., отр.	ст/к.	C <sub>2-3</sub> D <sub>2-3</sub>	широколистяні ліси
<b>Родина Бобові (<i>Fabaceae</i>)</b>							
Буркун білий ( <i>Melilotus albus</i> Medik.)	(Ru)PalPr	дворічник	Євразійський	Мед., корм., лік.	ст/к.-пуч/к.	D <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	листяні ліси
Горошок мишачий ( <i>Vicia cracca</i> L.)	PalPr	багаторічні трави	Євразійсько-Се- редземноморськ.	Корм., мед.	д/кщ.	CB <sub>1-2</sub>	чагарники, лісові галявини, схили
Конюшина повзуча ( <i>Trifolium repens</i> L.)	Pr	багаторічні трави	Циркумпольяр- ний	Корм., лік., дуб., віт., мед.	ст/к.	BC <sub>1-2</sub>	узлісся, залуговілі ділянки, діброви, субори
Конюшина лучна ( <i>Trifolium pratense</i> L.)	Pr	багаторічні трави	Євро- Західноазійський	Лік., мед., ефір., віт., дуб., корм.	ст/к.	BCD <sub>2</sub>	узлісся, лісові галявини, тальвеги балок

продовження дод. Б

1	2	3	4	5	6	7	8
Люцерна хмелевидна ( <i>Medicago lupulina</i> L.)	StPr	однорічник, дворічник	Євразійський	Корм., мед., лік.	ст/к.	C <sub>1</sub>	узлісся, трав'янисті схили, луки
Лядвенець польовий ( <i>Lotus arvensis</i> L.)	(Ru)SilPr	багаторічні трави	Євро- Середземноморсько-Західно-азійський	Корм., мед.	ст/к.	BC <sub>2-3</sub>	луки, лісові галявини, узлісся
<b>Родина Онагрові (<i>Onagraceae</i>)</b>							
Зніт рожевий ( <i>Epilobium roseum</i> Schreb.)	PalPr	багаторічні трави	Євро- Середземноморсько-Західносибірський	Корм., їст.	к/кщ.	B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub>	на березі водойм
<b>Родина Геранієві (<i>Geraniaceae</i>)</b>							
Герань криваво-червона ( <i>Geranium sanguineum</i> L.)	PsSil	багаторічні трави	Євро- Середземноморсько-Кавказько-Західносибірський	Лік.	д/кщ.	B <sub>1-2</sub> C <sub>1-2</sub>	хвойні і мішані ліси
Герань Робертова( <i>Geranium robertianum</i> L.)	(Ps)PrSil	багаторічні трави	Євро- Сибірсько- Центральноазійський	Лік.	ст/к.	DC <sub>2</sub>	хвойні і мішані ліси
<b>Родина Бальзамінові (<i>Balsaminaceae</i>)</b>							
Розрив-трава звичайна ( <i>Impatiens noli-tangere</i> L.)	(Pr)PalSil	однорічник	Євразійський	Лік.	пуч/к.	C <sub>3-4</sub> , D <sub>3-5</sub>	листяні ліси, болота
<b>Родина Зонтичні (<i>Apiaceae</i>)</b>							
Смовдь гірська ( <i>Peucedanum oreoselinum</i> (L.) Moench.)	(St)SilPs	багаторічні трави	Європейський	-	ст/к.	B <sub>1-2</sub>	соснові ліси, піски

продовження дод. Б

1	2	3	4	5	6	7	8
Яглиця звичайна ( <i>Aegopodium podagraria</i> L.)	RuSil	багаторічні трави	Євро-Сибірсько- Малоазійський	Їст., мед., корм.	д/кщ.	D <sub>2-4</sub>	листяні ліси
Дика морква ( <i>Daucus carota</i> L.)	(St)PrRu	дворічник, однорічник	Євро- Середньоазійсь- кий	Ефір., лік.	ст/к.	A <sub>1-3</sub> B <sub>1-3</sub> C <sub>1-3</sub>	луки, степи, парки, сади, горо- ди, узбіччя доріг
<b>Родина Жимолостеві (<i>Caprifoliaceae</i>)</b>							
Бузина червона ( <i>Sambucus racemosa</i> L.)	SilMont	кущ	Європейський	Лік., дек., жир., фітон- цид., меліорат.	д/кщ.	C <sub>3-4</sub> B <sub>3-4</sub>	підлісок, лісові галявини
<b>Родина Маренові (<i>Rubiaceae</i>)</b>							
Підмаренник чіпкий ( <i>Galium aparine</i> L.)	Ru	однорічник	Голарктичний	Корм., фарб., бур.	ст/к.	D <sub>3-4</sub>	ліси, питомники, вирубки
<b>Родина Шорстколісті (<i>Boraginaceae</i>)</b>							
Незабудка болотна ( <i>Myosotis palustris</i> (L.) L.)	PrPal	багаторічні трави	Циркумпольяр- ний	Лік., мед., корм., декор.	д/кщ.	C <sub>4-5</sub>	болота, вологі луки
<b>Родина Ранникові (<i>Scrophulariaceae</i>)</b>							
Вероніка дібровна ( <i>Veronica chamaedrys</i> L.)	SilSt	багаторічні трави	Євро- Сибірсько- Середньоазійсь- кий	Лік.	д/кщ.	CD <sub>2</sub>	листяні і мішані ліси
<b>Родина Подорожникові (<i>Plantaginaceae</i>)</b>							
Подорожник великий ( <i>Plantago major</i> L.)	RuPr	дворічник	Євразійський	Лік., їст.	к/кщ., пуч/к.	CD <sub>2-3</sub>	бур'ян, питомники
Подорожник ланцетолистий ( <i>Plantago lanceolata</i> L.)	StPrRu	багаторічні трави	Циркумпольярний	Лік., їст., корм.	к/кщ.	CD <sub>1-2</sub>	залуговілі ділянки
<b>Родина Губоцвіті (<i>Lamiaceae</i>)</b>							
Горлянка повзуча ( <i>Ajuga reptans</i> L.)	SilPr	багаторічні трави	Євро-Кавказько- Малоазійський	Мед., лік., корм., декор.	повз., пуч/к.	CD <sub>2-3</sub>	мішані та листяні ліси
Розхідник шорсткий ( <i>Glechoma hirsute</i> Waldst. & Kit.)	RuSil	багаторічні трави	Євро- Західносибір- ський	Лік., ефір., прянь.	повз., пуч/к.	C <sub>2-3</sub> D <sub>2-3</sub>	ліси, чагарники, розсадники



продовження дод. Б

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Родина Айстрові (<i>Asteraceae</i>)</b>							
Деревій тисячолістий ( <i>Achillea millefolium</i> L.)	StPr	багаторічні трави	Середньо- європейський	Лік., корм.	д/кщ.	A <sub>2</sub> , B <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> , D <sub>2</sub>	лісові поляни, серед чагарників, на вирубках, в лісових культурах, лісових полянах
Будяк польовий ( <i>Cirsium arvense</i> L.)	Ru	багаторічні трави	Європейський	Віг., корм., бур., жир., мед.	к/пар.	B <sub>1</sub> C <sub>1-2</sub>	узлісся, засмічені галявини, чагарники
Осот прибережний ( <i>Cirsium rivulare</i> (Jacq.) All.)	PrPal	багаторічні трави	Європейський	-	д/кщ.	B <sub>4-5</sub> C <sub>4-5</sub>	береги річок та водойм
Злінка канадська ( <i>Erigeron canadensis</i> L.)	Ru	однорічник -дворічник	Північно- американський	Корм., лік., бур.	ст/к.	BC <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	бур'янова рослина лісових культур і лісосік
Золотарник звичайний ( <i>Solidago virgaurea</i> L.)	SilPr	багаторічні трави	Євро-Західно- сибірський	Лік., дуб., крас., мед.	к/кщ.	A <sub>1-3</sub> B <sub>1-4</sub> C <sub>1-3</sub>	соснові і мішані ліси, лісові галявини
Золотарник канадський ( <i>Solidago canadensis</i> L.)	Cul	багаторічні трави	Північно- американський	Декор., бур.	д/кщ.	B <sub>3</sub> C <sub>3</sub>	парки і сади, обочини доріг, дрібноли- стяні та широко- листяні ліси
Золототисячник малий ( <i>Centaureum erythraea</i> Rafn.)	SilPr	однорічник	Євразійсько- Північноафри- канський	Лік., декор.	ст/к.	B <sub>3</sub> C <sub>3</sub>	береги озер, широколистяні ліси, луки
Королиця звичайна ( <i>Leucanthemum</i> <i>vulgare</i> Lam.)	SilPr	багаторічні трави	Євразійсько- Північно- американський	Декор., крас., істівн.	д/кщ.	B <sub>1-3</sub> C <sub>1-3</sub> D <sub>3</sub>	гірські луки, лісові галявини, чагарники

продовження дод. Б

1	2	3	4	5	6	7	8
Кульбаба лікарська ( <i>Taraxacum officinale</i> Wigg.)	Ru	багаторічні трави	Євразійський	Лік., корм., мед., їст.	ст/к.	CDB <sub>2</sub>	на схилах, галяви- нах та залугові- лих ділянках
Латук дикий ( <i>Lactuca serriola</i> Torner)	Ru	дворічник	Голарктичний	Бур.	ст/к.	D <sub>1-3</sub>	узбіччя доріг, города, сади, парки, степи
Міцеліс стінний ( <i>Mycelis muralis</i> (L.) Reichenb.)	Sil	багаторічні трави	Євро- Кавказький	Мед., отр.	к/кщ.	B <sub>3</sub> C <sub>3</sub>	бур'ян в листяних і мішаних лісах
Нечуйвітер волохатенький ( <i>Hieracium pilosella</i> L.)	SilPr	багаторічні трави	Євроазійсько- Північно- американський	Лік., мед., корм.	к/кщ.	A <sub>1-2</sub> B <sub>1-2</sub> C <sub>1-2</sub>	на пісках, сухих залуговілих ділянках
Нечуйвітер зонтичний ( <i>Hieracium canadense</i> Michx.)	(PrChs)StPs	багаторічні трави	Голарктичний	Мед., декор., лік.	к/кщ.	A <sub>1-2</sub> B <sub>1-2</sub> C <sub>1-2</sub>	на пісках, сухих залуговілих ділянках
Підбіл звичайний ( <i>Tussilago farfara</i> L.)	RuPr	багаторічні трави	Євроазійсько- Північно- африканський	Мед., лік.	д/кщ.	A <sub>3</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub>	на глинистих схилах, по берегах водойм, на узбіччях доріг, по краю вільшаників
Полин звичайний ( <i>Artemisia vulgaris</i> L.)	PrRu	багаторічні трави	Голарктичний	Лік., їст., ефір.	к/кщ.	CD <sub>2</sub>	по берегах водойм, бур'ян
Стенактис однорічний ( <i>Stenactis annuum</i> (L.) Nees)	Ru	однорічник дворічник	Північно- американський	Декор., лік., бур.	пуч/к.	C <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	листяні ліси, бур'ян
Стокротки багаторічні ( <i>Bellis perennis</i> L.)	Pr	багаторічні трави	Західно- євразійський	Лік., ефір., їст., бур.	повз., к/кщ.	B <sub>2-3</sub> C <sub>3-4</sub>	лісові галявини та залуговілі ділянки
Цмин пісковий ( <i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench)	StPs	багаторічні трави	Євразійський	Лік., декор.	к/кщ., ст/к.	ABC <sub>1-2</sub>	лісові галявини, сухі бори

Родина Конвалієві (*Convallariaceae*)

продовження дод. Б

1	2	3	4	5	6	7	8
Веснівка дволиста ( <i>Majanthemum bifolium</i> (L.) F.W. Schmidt)	Sil	багаторічні трави	Голарктичний	Декор.	д/кщ., пуч/к.	BC <sub>2-3-4</sub>	хвойні, рідше мішані ліси
<b>Родина Ситникові (<i>Juncaceae</i>)</b>							
Ситник розлогий ( <i>Juncus effusus</i> L.)	PrPal	багаторічні трави	Євразійсько- Кавказько- Малоазійський	-	дерн., мич/к.	CD <sub>3-4</sub>	заболочені луки, вирубки, згарища
Ситник скупчений ( <i>Juncus conglomeratus</i> (L.) Reich.)	Pal	багаторічні трави	Європейський	-	д/кщ., мич/к.	C <sub>4</sub>	вздовж канав, боліт, у вільшаниках
<b>Родина Осокові (<i>Cyperaceae</i>)</b>							
Осока заяча ( <i>Carex leporina</i> L.)	SilPr	багаторічні трави	Європо-Мало- азійсько-Сибі- рсько-Північно- американський	Декор.	щ/дер.	BC <sub>3-4</sub>	залуговілі ділянки
Осока шорстка ( <i>Carex hirta</i> L.)	SilPal	багаторічні трави	Євразійсько-Се- редземноморсько- Малоазійський	Корм.	д/кщ.,	C <sub>1-2</sub> , D <sub>1-2</sub>	листяні, мішані ліси
<b>Родина Тонконогові (<i>Poaceae</i>)</b>							
Біловус стиснутий ( <i>Nardus stricta</i> L.)	(Sil)PalPr	багаторічні трави	Євразійсько- Малоазійсько- Північно- африканський	Корм.	щ/дер.	AB <sub>1-2</sub>	ліси, лісові галявини
Булавоносець сіруватий ( <i>Corynephorus canescens</i> (L.) P. Beauv.)	Pr	багаторічні трави	Європейський	Корм.	повз. д/кщ.	AB <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	відкриті, піщані ділянки, вирубки
Грястиця збірна ( <i>Dactylis glomerata</i> L.)	SilPr	багаторічні трави	Євроазійсько- Західноазійсько- Північно- африканський	Корм.	пух/дер., мич/к.	CD <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	лісові галявини, розсадники
Костриця червона ( <i>Festuca rubra</i> L.)	(Sil)Pr	багаторічні трави	Голарктичний	Корм., декор.	пух/дер.-д/кщ.	B <sub>2-3</sub>	болотисті луки, поруби і узлісся

продовження дод. Б

1	2	3	4	5	6	7	8
Куничник наземний ( <i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth.)	(Sil)PrPs	багаторічні трави	Євразійський	Корм.	д/кщ.	АВ <sub>1-2</sub> А <sub>2-3</sub> В <sub>2-3</sub>	соснові ліси, бур'ян лісових культур
Медова трава шерстиста ( <i>Holcus lanatus</i> L.)	(Sil)Pr	багаторічні трави	Європо- Кавказько- Малоазійсько- Північно- африканський	Отр.	дерн.	С <sub>1-2</sub> D <sub>1-2</sub>	розріджені ліси, лучні ділянки
Молінія блакитна ( <i>Molinia caerulea</i> (L.) Moench)	SilPal	багаторічні трави	Європо- Західноазійськи й	Корм.	к/кщ.-щ/дер.	АВ <sub>3-4</sub>	заболочені ліси, на згарищах
Мітлиця тонка ( <i>Agrostis tenius</i> Sibth.)	SilPr	багаторічні трави	Європо- Західноазійсько- Східноси- бірський	Корм.	к/кщ., мич/к.	А <sub>3</sub> В <sub>3</sub> С <sub>3</sub>	залуговілі лісові та лісокультурні площі, лісосіки, засмічені ділянки
Очерет звичайний ( <i>Phragmites communis</i> Trin.)	(Aq)Pal	багаторічні трави	плурирегіональ ний	Корм., тех., їст., декор., водоохор.	д/кщ.	DC <sub>5</sub>	заболочені ліси, лісові болота
Тонконіг лучний ( <i>Poa pratensis</i> L.)	Pr	багаторічні трави	Голарктичний	Корм., декор.	д/кщ.-пух/дер.	BCD <sub>2</sub>	лісові галявини та узлісся
Щучник дернистий ( <i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) P. Beauv.)	SilPr	багаторічні трави	Голарктичний	Корм.	щ/дер.	В <sub>4</sub> С <sub>4</sub> D <sub>4</sub>	лісові ділянки, болота
Костриця лучна ( <i>Festuca pratensis</i> Huds.)	Pr	багаторічні трави	Європо- Сибірсько- Середньоазійсько- Кавказький	Корм.	пух/дер.	В <sub>1-2</sub> , С <sub>1-2</sub>	поруби і лісові галявини

Примітка: **бульб.** – бульбистий; **ст/к.** – стрижнекореневий; **повз.** – повзучий (стебловий); **мич/к.** – мичкокореневий; **щ/дер.** – щільнодернинний; **к/пар.** – коренепаростковий; **пуч/к.** – пучкокореневий; **д/кщ.** – довгокореневищний; **к/кщ.** – короткокореневищний.

## ДОДАТОК Б1

### Систематичний аналіз та еколого-географічна структура трав'яного та чагарникового покриву Новороздільського сірчаного кар'єру

Українська та латинська назва виду	Ценоморфи за В.В. Тарасовим	Життєва форма	Географічний ареал	Властивості рослин та їх практичне значення	Тип кореневої системи за структурою підземних пагонів (за Голубєвим, 1981)	Тип лісорослинних умов	Тип місцезростань
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Відділ Мохоподібні (<i>Bryophyta</i>)</b>							
<b>Родина Ентодонтіві (<i>Entodontaceae</i>)</b>							
Плевроцій Шребера ( <i>Pleurozium schreberi</i> (Willd. Ex Brid.) Mitt.)	Sil	багаторічні мохи	Голарктично-монтанний	Технолог.	мич/кор.	AB <sub>2,3</sub> C <sub>2,3</sub>	під покривом лісу
<b>Відділ Хвощеподібні (<i>Equisetophyta</i>)</b>							
<b>Родина Хвощові (<i>Equisetaceae</i>)</b>							
Хвощ польовий ( <i>Equisetum arvense</i> L.)	RuPr	багаторічні трави	Голарктичний	Їст., лік., бур., фарб.	д/кщ.-бульб.	BCD <sub>2,3</sub>	бур'ян культивованих земель, лісокультурних площ та вирубок
Хвощ лісовий ( <i>Equisetum sylvaticum</i> L.)	Sil	багаторічні трави	Голарктичний	Лік., фарб.	д/кщ.	DC <sub>2-5</sub>	хвойні, мішані ліси
<b>Відділ Папоротеподібні (<i>Polypodiophyta</i>)</b>							
<b>Родина Щитникові (<i>Aspidiaceae</i>)</b>							
Щитник шартрський ( <i>Dryopteris carthusiana</i> (Vill.) H.P. Fuchs)	SilPs	багаторічні трави	Голарктичний	Лік., отр., декор.	к/кщ., мич/к.	BC <sub>2-3</sub>	хвойні і листяні ліси, вирубки, чагарники
<b>Відділ Квіткові (<i>Magnoliophyta</i>)</b>							
<b>Родина Розоцвіті (<i>Rosaceae</i>)</b>							

## продовження додатка Б1

1	2	3	4	5	6	7	8
Гравілат міський ( <i>Geum urbanum</i> L.)	RuSil	багаторічні трави	циркумпольярний	Бур.	к/кщ.	CD <sub>2</sub>	світлі ліси, чагарники
Ожина сиза ( <i>Rubus caesius</i> L.)	RuSil	чагарники	Євразійський	Їст., лік.	д/кщ.	BC <sub>3</sub>	узлісся, вздовж доріг, просік
Перстач гусячий ( <i>Potentilla anserina</i> L.)	RuSil	багаторічні трави	циркумпольярний	Бур.	к/кщ.	CD <sub>2</sub>	світлі ліси, чагарники
Суниці лісові ( <i>Fragaria vesca</i> L.)	RuSil	багаторічні трави	Євразійський	Їст., лік.	д/кщ.	BC <sub>3</sub>	узлісся, вздовж доріг, просік
Глід одноматочковий ( <i>Crataegus monogyna</i> Jacq.)	SilSt	чагарники	Понтичний ендем	Лік., їст., декор.	ст/к.	D <sub>1</sub>	листяні ліси
<b>Родина Жовтецеві (Ranunculaceae)</b>							
Жовтець їдкий ( <i>Ranunculus acris</i> L.)	Pr	багаторічні трави	Центральноєвразійський	Лік., отр., бур.	пуч/к.	DC <sub>2-3</sub>	ліси, узлісся
Жовтець повзучий ( <i>Ranunculus repens</i> L.)	Pr	багаторічні трави	Голарктичний	Отр., лік.	пуч/к.	CD <sub>4-5</sub>	лісові болота, луки
Анемона дібровна ( <i>Anemone nemorosa</i> L.)	Sil	багаторічні трави	Європейський	Мед., декор., отр.	д/кщ., пуч/к.	DC <sub>2-3</sub>	листяні та мішані ліси
<b>Родина Гвоздичні (Caryophyllaceae)</b>							
Коронарія зозуляча ( <i>Coronaria flos-cuculi</i> (L.) Fourr.)	SilPr	багаторічні трави	Євразійсько-Середземноморський	Лік., корм., мед., декор.	ст/к.	C <sub>2-3</sub>	лучні лісові галявини, по краях лісових боліт
Зірочник лісовий ( <i>Stellaria holostea</i> L.)	Sil	багаторічні трави	Євразійсько-Північноафрикансько-Західносибірсько-Кавказький	Мед., декор., отр., корм.	повз.-к./кор.	C <sub>2-3</sub> D <sub>2-3</sub>	широколистяні та мішані ліси
<b>Родина Первоцвіті (Primulaceae)</b>							
Первоцвіт весняний ( <i>Primula veris</i> L.)	PrSil	багаторічні трави	Європейський	Лік., віт., їст., декор.	к./кор.	B <sub>2</sub> C <sub>2-3</sub>	широколистяні ліси, узлісся
<b>Родина Макові (Papaveraceae)</b>							
Чистотіл великий ( <i>Chelidonium majus</i> L.)	SilRu	багаторічні трави	Голарктичний	Лік., віт., отр., бур'ян, крас.	к/кщ., ст/к.	BCD <sub>2</sub>	листяні ліси, галявини, узлісся

продовження додатка Б1

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Родина Бобові (<i>Fabaceae</i>)</b>							
Буркун білий ( <i>Melilotus albus</i> Medik.)	(Ru)PalPr	дворічник	Євразійський	Мед., корм., лік.	ст/к.-пуч/к.	D <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	листяні ліси
Горошок мишачий ( <i>Vicia cracca</i> L.)	PalPr	багаторічні трави	Євразійсько-Середземноморськ.	Корм., мед.	д/кщ.	CB <sub>1-2</sub>	чагарники, лісові галявини, схили
Конюшина лучна ( <i>Trifolium pratense</i> L.)	Pr	багаторічні трави	Євро-Західноазійський	Лік., мед., ефір., віт., дуб., корм.	ст/к.	BCD <sub>2</sub>	узлісся, лісові галявини, тальвеги балок
Люцерна хмелевидна ( <i>Medicago lupulina</i> L.)	StPr	однорічник, дворічник	Євразійський	Корм., мед., лік.	ст/к.	C <sub>1</sub>	узлісся, трав'янисті схили, луки
Лядвенець болотний ( <i>Lotus uliginosus</i> Schurh.)	PrPal	багаторічні трави	Євразійський	Корм., мед.	ст/к.	B <sub>4-5</sub> C <sub>4-5</sub>	вологі заболочені луки
Вовчуг польовий ( <i>Ononis arvensis</i> L.)	(Hal)StPr	багаторічні трави	Центральноєвразійський	Лік., мед., крас.	ст/к.	B <sub>2</sub> , C <sub>2</sub>	луки, остепнені схили
<b>Родина Геранієві (<i>Geraniaceae</i>)</b>							
Герань криваво-червона ( <i>Geranium sanguineum</i> L.)	PsSil	багаторічні трави	Євро-Середземноморсько-Кавказько-Західносибірський	Лік.	д/кщ.	B <sub>1-2</sub> C <sub>1-2</sub>	хвойні і мішані ліси
<b>Родина Бальзамінові (<i>Balsaminaceae</i>)</b>							
Розрив-трава звичайна ( <i>Impatiens noli-tangere</i> L.)	(Pr)PalSil	однорічник	Євразійський	Лік.	пуч/к.	C <sub>3-4</sub> , D <sub>3-5</sub>	листяні ліси, болота
<b>Родина Зонтичні (<i>Apiaceae</i>)</b>							
Яглиця звичайна ( <i>Aegopodium podagraria</i> L.)	RuSil	багаторічні трави	Євро-Сибірсько-Малоазійський	Їст., мед., корм.	д/кщ.	D <sub>2-4</sub>	листяні ліси
Дика морква ( <i>Daucus carota</i> L.)	(St)PrRu	дворічник, однорічник	Євро-Середньоазійський	Ефір., лік.	ст/к.	A <sub>1-3</sub> , B <sub>1-3</sub> , C <sub>1-3</sub>	луки, степи, парки, сади, городи, узбіччя доріг
Цикута отруйна ( <i>Cicuta virosa</i> L.)	Pal	багаторічні трави	Євразійський	Отр., лік.	к/кщ.	C <sub>5</sub> , D <sub>5</sub>	вологі залуговілі ділянки, болота

## продовження додатка Б1

1	2	3	4	5	6	7	8
Борщівник Сосновського ( <i>Heracleum sosnowskyi</i> Manden.)	RuSilStPr	багаторічні трави	Кавказький	Декор., мед., отр., корм.	ст/к.	B <sub>3</sub> C <sub>3</sub>	Обочини доріг, темнолистяні і широколистяні ліси, луки, степи
Бедринець ломикаменевий ( <i>Pimpinella saxifraga</i> L.)	PtrPs	багаторічні трави	Євразійський	Віт., їст., корм., мед., ефір.	ст/к.	A <sub>0-3</sub> B <sub>0-3</sub> C <sub>0-3</sub>	Обочини доріг, луки, степи
Підлісник європейський ( <i>Sanicula europaea</i> L.)	Sil	багаторічні трави	Євро-Сибірський	лік.	кщ.	B <sub>2-3</sub> C <sub>2-4</sub>	Тіністі листяні ліси, рідше хвойні та мішані
Бутень п'янкий ( <i>Chaerophyllum temulum</i> L.)	(Ru)Sil	однорічник-дворічник	Європейський	Отруйн., ефір., бур.	ст/к.	D <sub>2</sub>	листяні ліси, чагарники, галявини
<b>Родина Жимолостеві (<i>Caprifoliaceae</i>)</b>							
Бузина чорна ( <i>Sambucus nigra</i> L.)	(Ru)Sil	чагарник	Європо-Середземноморський	Лік., їст., декор., отр., мед., фарб., ефір., фітомеліор.	ст/к.	D <sub>3-4</sub>	підлісок, лісові галявини
Калина звичайна ( <i>Viburnum opulus</i> L.)	Sil	чагарник	Європо-Середземноморський	Лік., їст., декор.	ст/к.	C <sub>2-4</sub> , D <sub>2-5</sub>	береги водойм, западини, чагарники
<b>Родина Деренові (<i>Cornaceae</i>)</b>							
Свидина біла ( <i>Swida alba</i> (L.) Pojark)	Sil	чагарник	Євразійський	Декор.	ст/к.	C <sub>3-5</sub>	парки, сади, ліси
<b>Родина Маренові (<i>Rubiaceae</i>)</b>							
Підмаренник чіпкий ( <i>Galium aparine</i> L.)	Ru	однорічник	Голарктичний	Корм., фарб., бур.	ст/к.	D <sub>3-4</sub>	ліси, питомники, вирубки
Підмаренник м'який ( <i>Galium mollugo</i> L.)	SilPr	багаторічні трави	Східноєвропейський	Фарб., лік., корм.	к/кщ.	B <sub>1-2</sub> C <sub>1-3</sub>	залугові ділянки, галявини
<b>Родина Шорстколисті (<i>Boraginaceae</i>)</b>							
Незабудка болотна ( <i>Myosotis palustris</i> (L.) L.)	PrPal	багаторічні трави	Циркумполярний	Лік., мед., корм., декор.	д/кщ.	C <sub>4-5</sub>	болота, вологі луки



продовження додатка Б1

1	2	3	4	5	6	7	8
Живокіст лікарський ( <i>Symphytum officinale</i> L.)	PalPr	багаторічні трави	Центрально- євразійський	Лік., їст., мед., корм, декор.	к/кщ.	C <sub>5</sub>	вологі ліси, береги водойм
<b>Родина Ранникові (Scrophulariaceae)</b>							
Вероніка дібровна ( <i>Veronica chamaedrys</i> L.)	SilSt	багаторічні трави	Євро-Сибірсько- Середньоазійськ.	Лік.	д/кщ.	CD <sub>2</sub>	листяні і мішані ліси
<b>Родина Подорожникові (Plantaginaceae)</b>							
Подорожник великий ( <i>Plantago major</i> L.)	RuPr	дворічник	Євразійський	Лік., їст.	к/кщ., пуч/к.	CD <sub>2-3</sub>	бур'ян, питомники
Подорожник ланцетолистий ( <i>Plantago lanceolata</i> L.)	StPrRu	багаторічні трави	Циркумпольярний	Лік., їст., корм.	к/кщ.	CD <sub>1-2</sub>	залуговілі ділянки
<b>Родина Губоцвіті (Lamiaceae)</b>							
Горлянка повзуча ( <i>Ajuga  reptans</i> L.)	SilPr	багаторічні трави	Євро-Кавказько- Малоазійський	Мед., лік., корм., декор.	повз., пуч/к.	CD <sub>2-3</sub>	мішані та листяні ліси
Розхідник шорсткий ( <i>Glechoma hirsute</i> Waldst. & Kit.)	RuSil	багаторічні трави	Євро- Західносибірський	Лік., ефір., прян.	повз., пуч/к.	C <sub>2-3</sub> D <sub>2-3</sub>	ліси, чагарники, розсадники
Чистець однорічний ( <i>Stachys annua</i> L.)	Ru	однорічник	Євразійський	Мед.	ст/к.	C <sub>0-3</sub> D <sub>0-3</sub>	на полях, біля доріг, на пухких помірно зволожених ґрунтах
Суховершки звичайні ( <i>Prunella vulgaris</i> L.)	RuPr	багаторічні трави	Голарктично- Австралійський	Корм., ефір., лік., мед.	д/кщ., пов- зуч., пуч/к.	B <sub>2</sub> , C <sub>1-3</sub> D <sub>1-3</sub>	листяні ліси
Глуха кропива пурпурова ( <i>Lamium purpureum</i> L.)	Ru	однорічник- дворічник	Євразійський	Мед., їст., корм., лік.	ст/к.	C <sub>1-2</sub> , D <sub>1-3</sub>	ліси, узлісся
Глуха кропива біла ( <i>Lamium album</i> L.)	PrSil	багаторічні трави	Європо-Західно- сибірський	Мед., їст., кор., бур.	д/кщ.	D <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	Узлісся
<b>Родина Айстрові (Asteraceae)</b>							
Деревій тисячолістий ( <i>Achillea millefolium</i> L.)	StPr	багаторічні трави	Середньоєвро- пейський	Лік., корм.	д/кщ.	A <sub>2</sub> , B <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> , D <sub>2</sub>	лісові поляни серед чагарників, на ви- рубках, в лісових ку- льтурах

## продовження додатка Б1

1	2	3	4	5	6	7	8
Будяк польовий ( <i>Cirsium arvense</i> L.)	Ru	багаторічні трави	Європейський	Віт., корм., бур., жир., мед.	к/пар.	В <sub>1</sub> С <sub>1-2</sub>	узлісся, засмічені галявини, чагарники
Осот прибережний ( <i>Cirsium rivulare</i> (Jacq.) All.)	PrPal	багаторічні трави	Європейський	-	д/кщ.	В <sub>4-5</sub> С <sub>4-5</sub>	береги річок та водойм
Королиця звичайна ( <i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.)	SilPr	багаторічні трави	Євразійсько-Північноамериканський	Декор., крас., їстівн.	д/кщ.	В <sub>1-3</sub> С <sub>1-3</sub> D <sub>3</sub>	гірські луки, лісові галявини, чагарники
Кульбаба лікарська ( <i>Taraxacum officinale</i> Wigg.)	Ru	багаторічні трави	Євразійський	Лік., корм., мед., їст.	ст/к.	CDB <sub>2</sub>	на схилах, галявинах та залуговілих ділянках
Нечуйвітер волохатенький ( <i>Hieracium pilosella</i> L.)	SilPr	багаторічні трави	Євро-Азійсько-Північноамериканський	Лік., мед., корм.	к/кщ.	A <sub>1-2</sub> В <sub>1-2</sub> С <sub>1-2</sub>	на пісках, сухих залуговілих ділянках
Підбіл звичайний ( <i>Tussilago farfara</i> L.)	RuPr	багаторічні трави	Євроазійсько-Північноафриканський	Мед., лік.	д/кщ.	A <sub>3</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub>	на глинистих схилах, по берегах водойм, на узбіччях доріг, по краю вільшаників
Полин звичайний ( <i>Artemisia vulgaris</i> L.)	PrRu	багаторічні трави	Голарктичний	Лік., їст., ефір.	к/кщ.	CD <sub>2</sub>	по берегах водойм, бур'ян
Сідач коноплевий ( <i>Eupatorium cannabinum</i> L.)	SilPal	багаторічні трави	плюрирегіональний	Волокн., лік., жир., отр.	д/кщ.	C <sub>4-5</sub> D <sub>4-5</sub>	Вільхові та вологі широколистяні ліси, вологі узлісся, береги річок
Стенактис однорічний ( <i>Stenactis annuum</i> (L.) Nees)	Ru	однорічник, дворічник	Північноамериканський	Декор., лік., бур.	пуч/к.	C <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	листяні ліси, бур'ян
Лопух справжній ( <i>Arctium lappa</i> L.)	Ru	дворічник	Євразійський	Лік., мед., їст., жир.	ст./к	D <sub>2-3</sub>	біля доріг, на смітниках, по чагарниках

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Родина Осокові (<i>Cyperaceae</i>)</b>							
Осока лісова ( <i>Carex sylvatica</i> Huds.)	Sil	багаторічні трави	Євро-Сибірсько-Малоазійський	Корм.	мич/к.	D <sub>2-3</sub>	листяні ліси
<b>Родина Тонконогові (<i>Poaceae</i>)</b>							
Куничник наземний ( <i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth.)	(Sil)PrPs	багаторічні трави	Євразійський	Корм.	д/кщ.	AB <sub>1-2</sub> A <sub>2-3</sub> B <sub>2-3</sub>	соснові ліси, бур'ян лісових культур
Очерет звичайний ( <i>Phragmites communis</i> Trin.)	(Aq)Pal	багаторічні трави	Плюрирегіональний	Корм., тех., їст., декор., водоохор.	д/кщ.	DC <sub>5</sub>	заболочені ліси, лісові болота
Тонконіг лучний ( <i>Poa pratensis</i> L.)	Pr	багаторічні трави	Голарктичний	Корм., декор.	д/кщ.- пух/дер.	BCD <sub>2</sub>	лісові галявини та узлісся
Тимофіївка лучна ( <i>Phleum pratens</i> L.)	Pr	багаторічні трави	Європо-Західноазійський	Корм.	пух/дер.	B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub>	лісові галявини та залуговілі ділянки
Трищитинник жовтуватий ( <i>Trisetum flavescens</i> (L.) P. Beauv.)	Ru	багаторічні трави	Європо-Кавказько-Північноафриканський	Корм.	к/кщ., повз.	B <sub>2-3</sub> , C <sub>2-3</sub>	суходільні луки, лісові галявини
Костриця лучна ( <i>Festuca pratensis</i> Huds.)	Pr	багаторічні трави	Європо-Сибірсько-Середньоазійсько-Кавказький	Корм.	пух/дер.	B <sub>1-2</sub> , C <sub>1-2</sub>	поруби і лісові галявини
<b>Родина Виноградові (<i>Vitaceae</i>)</b>							
<b>Родина Кропивні (<i>Urticaceae</i>)</b>							
Кропива дводомна <i>Urtica dioica</i> L.	Ru	багаторічні трави	Європо-Азійсько-Північноафрикансько-Американсько-Австрал.	Лік., їст., корм., волокн., віт.	д/кщ.	C <sub>3-4</sub> D <sub>3-4</sub>	тіністі ліси, узлісся, рудеральні нітрифіковані екотопи
<b>Родина Маслинові (<i>Oleaceae</i>)</b>							
Бірючина звичайна ( <i>Ligustrum vulgare</i> L.)	PtrSil	чагарник	Європейський	Дек., дерев., фітомел.	к/пар.	C <sub>2</sub>	у складі лісопосадок

продовження додатка Б1

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Родина Березові (<i>Betulaceae</i>)</b>							
Ліщина звичайна ( <i>Corylus avellana</i> L.)	Sil	чагарник	Європо- Малоазійський	Їст., дерев., корм., декор., жир., віт., дуб., лік.	ст/к.	C <sub>3</sub>	у дібровах
<b>Родина Сапіндові (<i>Sapindaceae</i>)</b>							
Клен польовий ( <i>Acer campestre</i> L.)	Sil	дерево- чагарник	Європо- Середземномор- сько-Іранський	Корм., дерев., мед., декор., ефір., харч., фітомеліор.	ст/к.	C <sub>2-3</sub>	у полезахисних смугах і парках
<b>Родина Гортензії (<i>Hydrangeaceae</i>)</b>							
Садовий жасмин звичайний ( <i>Philadelphus coronarius</i> L.)	SilCul	чагарник	Європейський	Декор., мед., ефір., фітомеліор.	внр.	C <sub>2-3</sub>	групові посадки, у живоплотах, солітер
<b>Родина Хвилівникові (<i>Aristolochiaceae</i>)</b>							
Копитняк європейський ( <i>Asarum europaicum</i> L.)	Sil	багаторічні трави	Східноєвропейсько- Західносибірський	Лік., отр.	д/кщ.	CD <sub>2-3</sub>	Широколистяні ліси

Примітка: **бульб.** – бульбистий; **ст/к.** – стрижнекореневий; **повз.** – повзучий (стебловий); **мич/к.** – мичкокореневий; **к/пар.** – коренепаростковий; **щ/дер.** – щільнодернинний; **к/пар.** – коренепаростковий; **пуч/к.** – пучкокореневий; **д/кщ.** – довгокореневищний; **к/кщ.** – короткокореневищний; **внр.** – вегетативнонерухливий.

## ДОДАТОК Б 2

## Видове різноманіття трав'яного та чагарникового покриття Яворівського сірчаного кар'єру

Назва виду	Екоморфи за Бельгардом О.Л.	Проективне покриття, %											
		ПЯ 1	ПЯ 2	ПЯ 3	ПЯ 4	ПЯ 5	ПЯ 6	ПЯ 7	ПЯ 8	ПЯ 9	ПЯ 10	ПЯ 11	КЯ
<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>
Мох зозулин льон звичайний ( <i>Polytrichum commune</i> Hedw.)	Sc, MsHgr, OgMsTr			9	11		6						
Мох зозулин льон волосконосий ( <i>Polytrichum piliferum</i> Hedw.)	He, Ks, OgTr			5	0,6		4	4					
Плевроцій Шребера ( <i>Pleurozium schreberi</i> (Willd. Ex Brid.) Mitt.)	Sc, Ms, OgTr			4	8				20				8
Цератодон пурпуровий ( <i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid.)	He, Ks, OgTr						3						
Плаун булавовидний ( <i>Lycopodium clavatum</i> L.)	Sc, Ms, MsTr				0,3								
Хвощ польовий ( <i>Equisetum arvense</i> L.)	He, Ms, MsTr	3		5	4					6	20		
Хвощ болотний ( <i>Equisetum palustre</i> L.)	He, Hgr, OgMsTr								1				
Хвощ галузистий ( <i>Equisetum ramosissimum</i> Desf.)	He, KsMs, MsTr						1						
Безщитник жіночий ( <i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth.)	Sc, MsHgr, OgMsTr								4				5
Щитник чоловічий ( <i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Scott.)	Sc, MsHgr, MsTr			0,3	5								
Гравілат міський ( <i>Geum urbanum</i> L.)	Sc, Ms, Og-MgTr												4
Ожина сиза ( <i>Rubus caesius</i> L.)	He, Ms, MsTr			3	14				20	1	13	8	9
Перстач гусячий ( <i>Potentilla anserina</i> L.)	Sc, MsHgr, MgTr	2	1			6							0,6
Суниця лісова ( <i>Fragaria vesca</i> L.)	He, Ms, MsTr								6				11
Ожина складчаста ( <i>Rubus plicatus</i> L.)	He, Ms, MsTr						1	3					
Жовтець їдкий ( <i>Ranunculus acris</i> L.)	He, Ms, MsTr					1							2

продовження дод. Б 2													
Коронарія зозуляча ( <i>Coronaria flos-cuculi</i> (L.) Fourg.)	He, MsHgr, MsTr					2							
Шпергель польовий ( <i>Spergula arvensis</i> L.)	He, Ks, OgTr						1						
Щавель горобинний ( <i>Rumex acetosella</i> L.)	ScHe, Ms, OgMsTr						2	4					
Щавель кислий ( <i>Rumex acetosa</i> L.)	ScHe, MsHgr, OgMsTr				0,3				3				
Щавель кінський ( <i>Rumex confertus</i> Willd.)	ScHe, MsHgr, MsTr					5							
Щавель пірамідальний ( <i>Rumex thyrsoflorus</i> Fingerh.)	ScHe, Ms, OgTr						0,6						
Звіробій звичайний ( <i>Hypericum perforatum</i> L.)	He, KsMs, OgTr (MsTr)		1	2	0,6		1						
Грицики звичайні ( <i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)	ScHe, Ms, MsTr						0,3						
Верес звичайний ( <i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hill)	He, Ms, OgMsTr			2			2						
Вербозілля лучне ( <i>Lysimachia nummularia</i> L.)	Sc, Hgr, MsTr												
Вербозілля звичайне ( <i>Lysimachia vulgaris</i> L.)	He, MsHgr, MsTr						1						
Вовчі ягоди звичайні ( <i>Daphne mezereum</i> L.)	Sc, Ms, MsTr												2
Буркун білий ( <i>Melilotus albus</i> Medik.)	He, KsMs, OgMsTr	0,6		2			1						
Горошок мишачий ( <i>Vicia cracca</i> L.)	He, Ms, MsTr		2				6	2	5		5	20	18
Конюшина повзуча ( <i>Trifolium repens</i> L.)	He, Ms, MgTr	6	1	3									2
Конюшина лучна ( <i>Trifolium pratense</i> L.)	He, Ms, MsTr						0,6				4	8	
Люцерна хмелевидна ( <i>Medicago lupulina</i> L.)	He, Ms, MsTr	4	2					5	3		5		2
Лядвенець польовий ( <i>Lotus arvensis</i> L.)	He, KsMs, OgMsTr	4		2								10	
Зніт рожевий ( <i>Epilobium roseum</i> Schreb.)	ScHe, Ms, OgMsTr											1	

продовження дод. Б 2													
Герань криваво-червона ( <i>Geranium sanguineum</i> L.)	He, Ms, OgTr				0,3								
Герань Робертова ( <i>Geranium robertianum</i> L.)	Sc, Ms, OgTr (MsTr)												5
Розрив-трава звичайна ( <i>Impatiens noli-tangere</i> L.)	Sc, MsHgr, MsTr								4				4
Смовдь гірська ( <i>Peucedanum oreoselinum</i> (L.) Moench.)	He, KsMs, MsTr												3
Яглиця звичайна ( <i>Aegopodium podagraria</i> L.)	Sc, Ms, MgTr								6				
Дика морква ( <i>Daucus carota</i> L.)	He, KsMs, Og-MgTr	0,6	0,3							2		4	
Бузина червона ( <i>Sambucus racemosa</i> L.)	Sc, Ms, MsTr												2
Підмаренник чіпкий ( <i>Galium aparine</i> L.)	Sc, MsHgr, MgTr												8
Незабудка болотна ( <i>Myosotis palustris</i> (L.) L.)	Sc, Hgr, MsTr									2			
Вероніка дібровна ( <i>Veronica chamaedrys</i> L.)	He, Ms, MgTr					21		3					2
Подорожник великий ( <i>Plantago major</i> L.)	He, Ms, OgTr	0,3											1
Подорожник ланцетолистий ( <i>Plantago lanceolata</i> L.)	He, Ms, MsTr					25		3		11			
Горлянка повзуча ( <i>Ajuga reptans</i> L.)	Sc, Ms, MsTr												2
Розхідник шорсткий ( <i>Glechoma hirsute</i> Waldst. & Kit.)	Sc, MsHgr, MsTr								7				
Деревій тисячолистий ( <i>Achillea millefolium</i> L.)	He, KsMs, MsTr		0,3	2		3	1	7					
Будяк польовий ( <i>Cirsium arvense</i> L.)	He, KsMs, MsTr	7	5						3	0,6			
Костриця лучна ( <i>Festuca pratensis</i> Huds.)	ScHe, Ms, MsTr					8							
Осот прибережний ( <i>Cirsium rivulare</i> (Jacq.) All.)	He, MsHgr, MsTr	0,6	1							0,6			

продовження дод. Б 2													
Злинка канадська ( <i>Erigeron canadensis</i> L.)	He, KsMs, MsTr							1					
Золотарник звичайний ( <i>Solidago virgaurea</i> L.)	He, KsMs, MsTr	3	10					3	10	2	5		
Золотарник канадськ. ( <i>Solidago canadensis</i> L.)	He, Ms, MsTr		7					1	10	1			
Золототисячник малий ( <i>Centaurium erythraea</i> Rafn.)	He, Ms, MsTr	2	4										
Королиця звичайна ( <i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.)	He, KsMs, MsTr								2		3		0,6
Кульбаба лікарська ( <i>Taraxacum officinale</i> Wigg.)	He, Ms, OgMsTr	3	0,3									10	2
Латук дикий ( <i>Lactuca serriola</i> Torner)	He, KsMs, MsTr	0,3	0,6										
Мицеліс стінний ( <i>Mycelis muralis</i> (L.) Reichenb.)	Sc, Ms, MsTr												5
Нечуйвітер волохатенький ( <i>Hieracium pilosella</i> L.)	He, KsMs, OgMsTr		8	9	5		15	29			13		
Нечуйвітер зонтичний ( <i>Hieracium canadense</i> Michx.)	He, KsMs, OgMsTr				4								
Підбіл звичайний ( <i>Tussilago farfara</i> L.)	ScHe, Ms, OgMsTr	12	0,3										
Полин звичайний ( <i>Artemisia vulgaris</i> L.)	He, Ms, MgTr	0,6								1	6	5	
Стенактис однорічний ( <i>Stenactis annuum</i> (L.) Nees)	He, Ms, MsTr	16	18			7	3						9
Стокротки багаторічні ( <i>Bellis perennis</i> L.)	ScHe, Ms, MsTr												1
Цмин пісковий ( <i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench)	He, Ks, OgMsTr						3						
Веснівка дволиста ( <i>Majanthemum bifolium</i> (L.) F.W. Schmidt)	Sc, Ms, OgMsTr												5
Ситник розлогий ( <i>Juncus effusus</i> L.)	ScHe, MsHgr, MsTr	0,6	7	5	13	10		4	14				4
Ситник скупчений ( <i>Juncus conglomeratus</i> (L.) Reich.)	ScHe, MsHgr, MsTr						2						



продовження дод. Б 2													
Осока заяча ( <i>Carex leporina</i> L.)	He, MsHgr, MsTr							1					
Осока шорстка ( <i>Carex hirta</i> L.)	ScHe, Ms, MsTr			22									
Біловус стиснутий ( <i>Nardus stricta</i> L.)	He, Ms, OgMsTr			0,3	11			1					
Булавоносець сіруватий ( <i>Corynephorus canescens</i> (L.) P. Beauv.)	He, Ks, OgTr							1					
Грястиця збірна ( <i>Dactylis glomerata</i> L.)	Sc, Ms, OgMsTr								5		10		
Костриця червона ( <i>Festuca rubra</i> L.)	ScHe, Ms, MsTr							7					
Куничник наземний ( <i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth.)	He, KsMs, OgMsTr	29	24	4				22					
Медова трава шерстиста ( <i>Holcus lanatus</i> L.)	He, Ms, MsTr	0,3	2	6	0,6	7	1	6			10		
Молінія блакитна ( <i>Molinia caerulea</i> (L.) Moench)	Sc, MsHgr, MsTr												8
Мітлиця тонка ( <i>Agrostis tenuis</i> Sibth.)	ScHe, Ms, OgMsTr		0,3	11	23			0,6					
Очерет звичайний ( <i>Phragmites communis</i> Trin.)	He, Hgr, MsTr	4	2								2	10	45
Тонконіг лучний ( <i>Poa pratensis</i> L.)	He, Ms, MsTr										18		
Щучник дернистий ( <i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) P. Beauv.)	Sc, MsHgr, MsTr						3					10	
<b>Разом видів, %</b>		<b>21</b>	<b>22</b>	<b>19</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>25</b>

Примітка: **He** – геліофіти (світлолюбні види); **Sc** – сціофіти (тіневитривалі види); **HeSc** - геліосціофіти, **ScHe** – сціогеліофіти – проміжні види за відношенням до світла; **Ks** – ксерофіти (посуhostійкі види); **Ms** – мезофіти (рослини помірного зволоження); **KsMs** – ксеромезофіти (рослини посушливих місць і середньої зволоженості); **MsHgr** – мезогігрофіти (рослини середньої і великої зволоженості); **Hgr** – гігрофіти (суходільні рослини в умовах великої зволоженості); **OgTr** – оліготрофи (рослини бідних ґрунтів); **OgMsTr** – олігомезотрофи (рослини бідних і помірно багатих ґрунтів); **MsTr** – мезотрофи (рослини помірно вибагливі до багатства ґрунту); **MgTr** – мегатрофи (рослини сильно вибагливі до багатства ґрунту).

**ДОДАТОК Б 3**  
**Видове різноманіття трав'яного та чагарникового покриву**  
**Новороздільського сірчаного кар'єру**

Назва виду	Екоморфи за Бельгардом О.Л.	Проективне покриття, %									
		ПН 1	ПН 2	ПН 3	ПН 4	ПН 5	ПН 6	ПН 7	ПН 8	ПН 9	КН 10
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>
Плевроцій Шребера ( <i>Pleurozium schreberi</i> (Willd. Ex Brid.) Mitt.)	Sc, Ms, OgTr	40	48	10	47		72	9		44	
Хвощ польовий ( <i>Equisetum arvense</i> L.)	He, Ms, MsTr	15			1	7					
Хвощ лісовий ( <i>Equisetum sylvaticum</i> L.)	Sc, HgMs, MsTr			1							
Щитник шартрський ( <i>Dryopteris carthusiana</i> (Vill.) Н.Р. Fuchs)	ScHe, HgMs, MsTr									1	
Гравілат міський ( <i>Geum urbanum</i> L.)	ScHe, Ms, Og.-MsTr.			1			5			2	
Ожина сиза ( <i>Rubus caesius</i> L.)	He, Ms, MsTr				5			3		4	
Перстач гусячий ( <i>Potentilla anserina</i> L.)	Sc, MsHgr, MgTr					4			1		
Суниці лісові ( <i>Fragaria vesca</i> L.)	He, Ms, MsTr									6	
Глід одноматочковий ( <i>Crataegus monogyna</i> Jacq.)	ScHe, Ms, MsTr				1						
Жовтець їдкий ( <i>Ranunculus acris</i> L.)	He, Ms, MsTr		4	3		13		11	0,6	5	
Жовтець повзучий ( <i>Ranunculus repens</i> L.)	He, MsHgr, MsTr										13
Анемона дібровна ( <i>Anemone nemorosa</i> L.)	HeSc, Ms, MsTr	7	28	4							
Коронарія зозуляча ( <i>Coronaria flos-cuculi</i> (L.) Fourr.)	He, MsHgr, MsTr					10					
Зірочник лісовий ( <i>Stellaria holostea</i> L.)	He, Ms, MsTr						3				
Первоцвіт весняний ( <i>Primula veris</i> L.)	ScHe, Ms, MsTr										0,3

продовження додатка Б 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Чистотіл великий ( <i>Chelidonium majus</i> L.)	ScHe, Ms, OgMsTr										6
Буркун білий ( <i>Melilotus albus</i> Medik.)	He, KsMs, OgMsTr					2			2		
Горошок мишачий ( <i>Vicia cracca</i> L.)	He, Ms, MsTr							1	2		
Конюшина лучна ( <i>Trifolium pratense</i> L.)	He, Ms, MsTr				3	9			3		
Люцерна хмеле- видна ( <i>Medicago</i> <i>lupulina</i> L.)	He, Ms, MsTr			1		15		8			
Лядвенець болотний ( <i>Lotus</i> <i>uliginosus</i> Schurh.)	He, MsHgr, MsTr					3			3		
Вовчуг польовий ( <i>Ononis arvensis</i> L.)	He, KsMs, MgTr								1		
Герань криваво- червона ( <i>Geranium</i> <i>sanguineum</i> L.)	He, Ms, OgTr										2
Розрив-трава звичайна ( <i>Impatiens</i> <i>noli-tangere</i> L.)	Sc, MsHgr, MsTr									1	
Яглиця звичайна ( <i>Aegopodium</i> <i>podagraria</i> L.)	Sc, Ms, MgTr			70			11				14
Дика морква ( <i>Daucus carota</i> L.)	He, KsMs, OgMsTr					3			1		
Цикута отруйна ( <i>Cicuta virosa</i> L.)	He, Hgr, MsTr					1				1	
Борщівник Соснов- ського ( <i>Heracleum</i> <i>sosnowskyi</i> Manden.)	ScHe, MsHgr, MsTr			3				6		1	
Бедринець ломикаменевий ( <i>Pimpinella</i> <i>saxifraga</i> L.)	ScHe, KsMs, OgMsTr								2		
Підлісник європейський ( <i>Sanicula europaea</i> L.)	Sc, Ms, MsTr										15
Бутень п'янкий ( <i>Chaerophyllum</i> <i>temulum</i> L.)	HeSc, Ms, MsTr									2	

продовження додатка Б 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Бузина чорна ( <i>Sambucus nigra</i> L.)	ScHe, Ms, OgMsTr				21					9	6
Калина звичайна ( <i>Viburnum opulus</i> L.)	ScHe, KsMs, MsTr				3						
Свидина біла ( <i>Swida alba</i> (L.) Pojark)	ScHe, MsHgr, MsTr				5					0,6	
Підмаренник чіпкий ( <i>Galium aparine</i> L.)	Sc, MsHgr, MgTr				10			11		6	13
Підмаренник м'який ( <i>Galium mollugo</i> L.)	ScHe, Ms, MsTr					0,6					
Незабудка болотна ( <i>Myosotis palustris</i> (L.) L.)	Sc, Hgr, MsTr							6			
Живокіст лікарський ( <i>Symphytum officinale</i> L.)	He, MsHgr, MsTr							1			
Вероніка дібровна ( <i>Veronica chamaedrys</i> L.)	He, Ms, MgTr			0,6						3	
Подорожник великий ( <i>Plantago major</i> L.)	He, Ms, OgTr								3		1
Подорожник ланцетолистий ( <i>Plantago lanceolata</i> L.)	He, Ms, MsTr				2	8					
Горлянка повзуча ( <i>Ajuga reptans</i> L.)	Sc, Ms, MsTr		7				9			6	
Розхідник шорсткий ( <i>Glechoma hirsute</i> Waldst. & Kit.)	Sc, MsHgr, MsTr										4
Чистець однорічний ( <i>Stachys annua</i> L.)	He, KsMs, MsTr										
Суховершки звичайні ( <i>Prunella vulgaris</i> L.)	ScHe, Ms, MsTr					0,6					
Глуха кропива пурпурова ( <i>Lamium purpureum</i> L.)	He, Ms, MsTr										3

продовження додатка Б 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Глуха кропива біла ( <i>Lamium album</i> L.)	ScHe, Ms, MsTr										8
Деревій тисячолістий ( <i>Achillea millefolium</i> L.)	He, KsMs, MsTr					2		10	0,3		
Будяк польовий ( <i>Cirsium arvense</i> L.)	He, KsMs, MsTr							6	0,6		
Костриця лучна ( <i>Festuca pratensis</i> Huds.)	ScHe, Ms, MsTr							13			
Осот прибережний ( <i>Cirsium rivulare</i> (Jacq.) All.)	He, MsHgr, MsTr	2						7		1	
Королиця звичайна ( <i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.)	He, Ms, MsTr					13		5	4		
Кульбаба лікарська ( <i>Taraxacum officinale</i> Wigg.)	He, Ms, OgMsTr	18		1				2	1		
Нечуйвітер волохатенький ( <i>Hieracium pilosella</i> L.)	He, KsMs, OgMsTr	4									
Підбіл звичайний ( <i>Tussilago farfara</i> L.)	ScHe, Ms, OgMsTr							1	2		2
Полин звичайний ( <i>Artemisia vulgaris</i> L.)	He, Ms, MgTr								1		
Сідач коноплевий ( <i>Eupatorium cannabinum</i> L.)	ScHe, MsHgr, MgTr								0,6		
Стенактис однорічний ( <i>Stenactis animum</i> (L.) Nees)	He, Ms, MsTr				0,3				0,3		
Лопух справжній ( <i>Arctium lappa</i> L.)	ScHe, KsMs, MgTr			2							1
Скереда покрівельна ( <i>Crepis tectorum</i> L.)	He, KsMs, MsTr					2					
Осока лісова ( <i>Carex sylvatica</i> Huds.)	Sc, Ms, MsTr										8

продовження додатка Б 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Куничник наземний ( <i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth.)	He, KsMs, OgMsTr								5		
Очерет звичайний ( <i>Phragmites communis</i> Trin.)	He, Hgr, MsTr	4							65		
Тонконіг лучний ( <i>Poa pratensis</i> L.)	He, Ms, MsTr					4					
Тимофіївка лучна ( <i>Phleum pratens</i> L.)	ScHe, MsHgr, MgTr					8					
Трищетинник жовтуватий ( <i>Trisetum flavescens</i> (L.) P. Beauv.)	He, Ms, MsTr				0,6						
Дівочий виноград п'ятилисточковий ( <i>Parthenocissus quinquefolia</i> Planch.)	ScHe, Ms, MsTr			0,6							
Кропива дводомна ( <i>Urtica dioica</i> L.)	ScHe, KsMs, MsTr		2								
Бірючина звичайна ( <i>Ligustrum vulgare</i> L.)	ScHe, KsMs, MsTr									2	
Ліщина звичайна ( <i>Corylus avellana</i> L.)	HeSc, Ms, MsTr										1
Клен польовий ( <i>Acer campestre</i> L.)	ScHe, KsMs, MsTr										0,6
Садовий жасмин звичайний ( <i>Philadelphus coronarius</i> L.)	ScHe, KsMs, MsTr										0,3
Копитняк євро- пейський ( <i>Asarum europaeum</i> L.)	Sc, Ms, MgTr										0,6
<b>Разом видів, %</b>		<b>7</b>	<b>4</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>20</b>	<b>5</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>17</b>	<b>19</b>

Примітка: **He** – геліофіти (світлолюбні види); **Sc** – сціофіти (тіневитривалі види); **HeSc** – геліосціофіти, **ScHe** – сціогеліофіти – проміжні види за відношенням до світла; **Ks** – ксерофіти (посуhostійкі види); **Ms** – мезофіти (рослини помірного зволоження); **KsMs** – ксеромезофіти (рослини посушливих місць і середньої зволоженості); **MsHgr** – мезогігрофіти (рослини середньої і великої зволоженості); **Hgr** – гігрофіти (суходільні рослини в умовах великої зволоженості); **OgTr** – оліготрофи (рослини бідних ґрунтів); **OgMsTr** – олігомезотрофи (рослини бідних і помірно багатих ґрунтів); **MsTr** – мезотрофи (рослини помірно вибагливі до багатства ґрунту); **MgTr** – мегатрофи (рослини сильно вибагливі до багатства ґрунту).

**ДОДАТОК Б 4**  
**Показники вологості ґрунту на різних глибинах ділянок Яворівського**  
**ДГХП «Сірка» (Осінь)**

**Таблиця Б.4.1**

<b>Пробна площа</b>	<b>Вологість на глибині до 2 см, %</b>	<b>Вологість на глибині 3-10 см, %</b>	<b>Вологість на глибині 11-20 см, %</b>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
ПЯ 1	54,7	82,3	84,2
ПЯ 2	40,9	70,1	76,0
ПЯ 3	32,3	46,5	67,3
ПЯ 4	32,5	45,2	41,8
ПЯ 5	57,9	89,7	97,4
ПЯ 6	52,6	47,6	53,5
ПЯ 7	61,6	62,4	67,9
ПЯ 8	43,9	43,9	49,0
ПЯ 9	55,7	76,1	85,6
ПЯ 10	43,2	87,7	85,2
ПЯ 11	48,8	92,5	91,4
КЯ	47,6	59,5	76,5

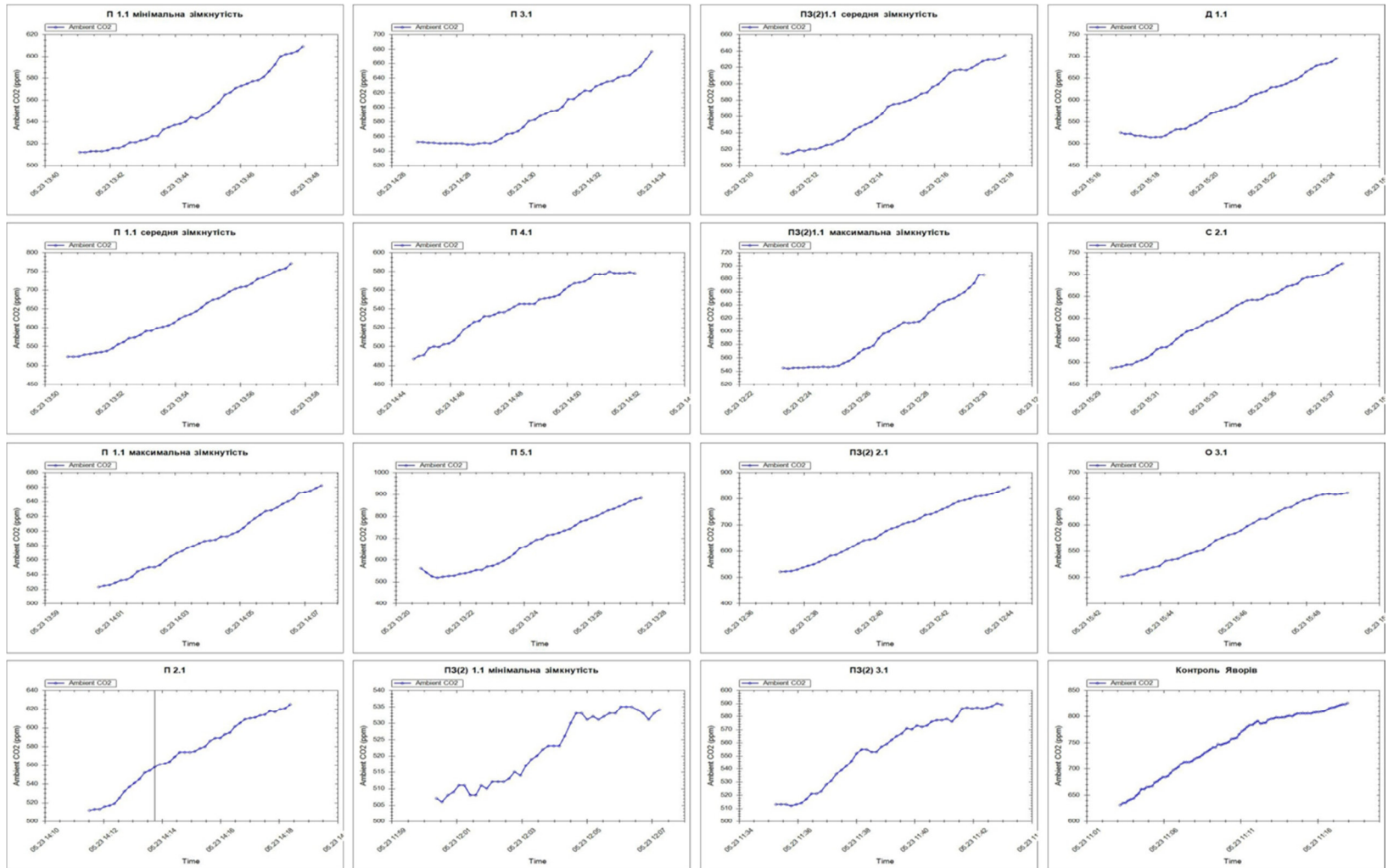
**Показники вологості ґрунту на різних глибинах ділянок**  
**Новороздільського ДГХП «Сірка» (Осінь)**

**Таблиця Б.4.2**

<b>Пробна площа</b>	<b>Вологість на глибині до 2 см, %</b>	<b>Вологість на глибині 3-10 см, %</b>	<b>Вологість на глибині 11-20 см, %</b>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
ПН 1	43,0	90,5	91,0
ПН 2	27,6	93,2	91,8
ПН 3	89,0	92,5	90,8
ПН 4	73,2	89,4	90,4
ПН 5	60,5	91,9	88,2
ПН 6	70,2	92,4	92,5
ПН 7	71,2	90,4	90,4
ПН 8	32,6	90,4	90,5
ПН 9	76,8	89,8	88,9
КН	85,8	98,0	97,9



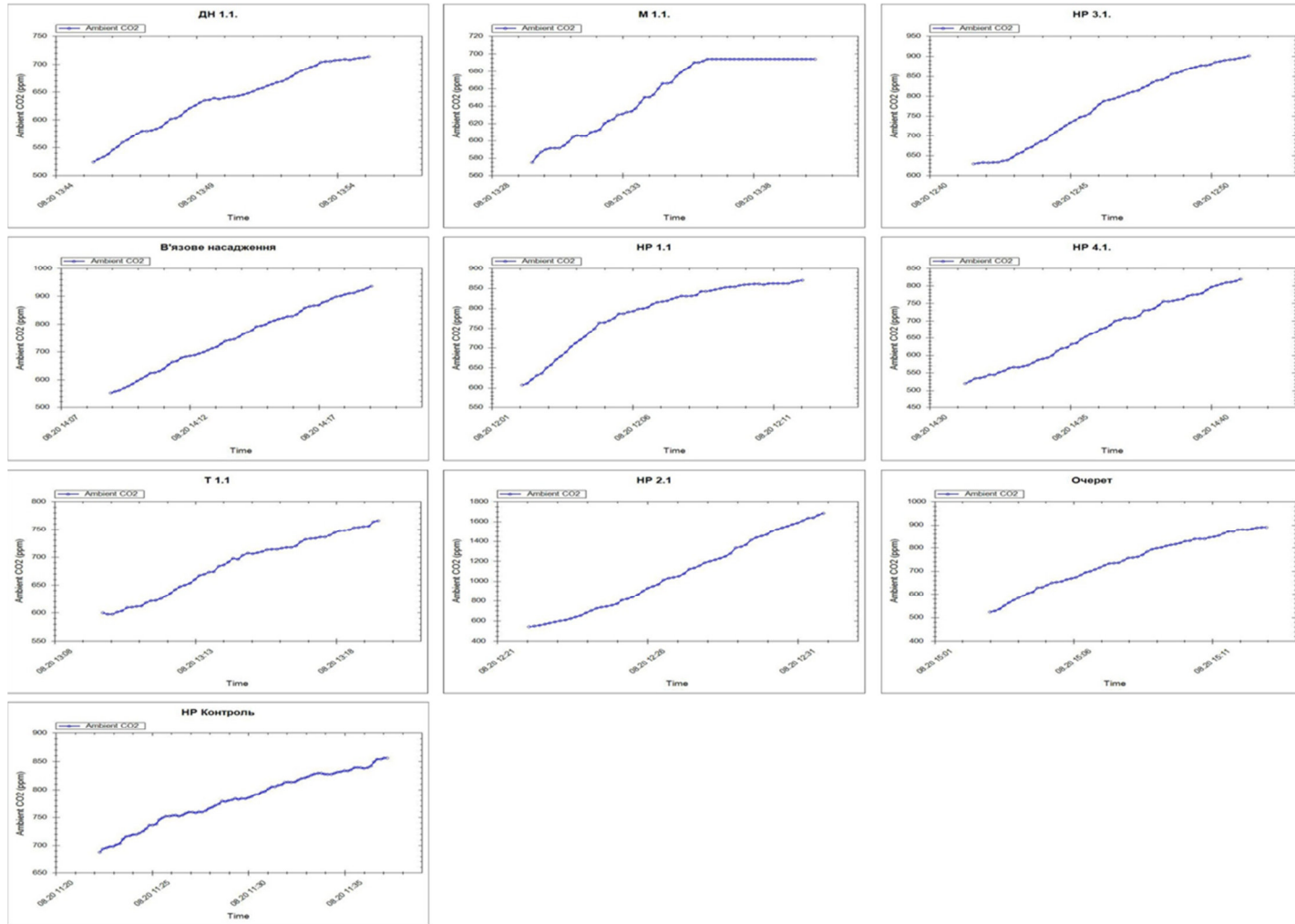




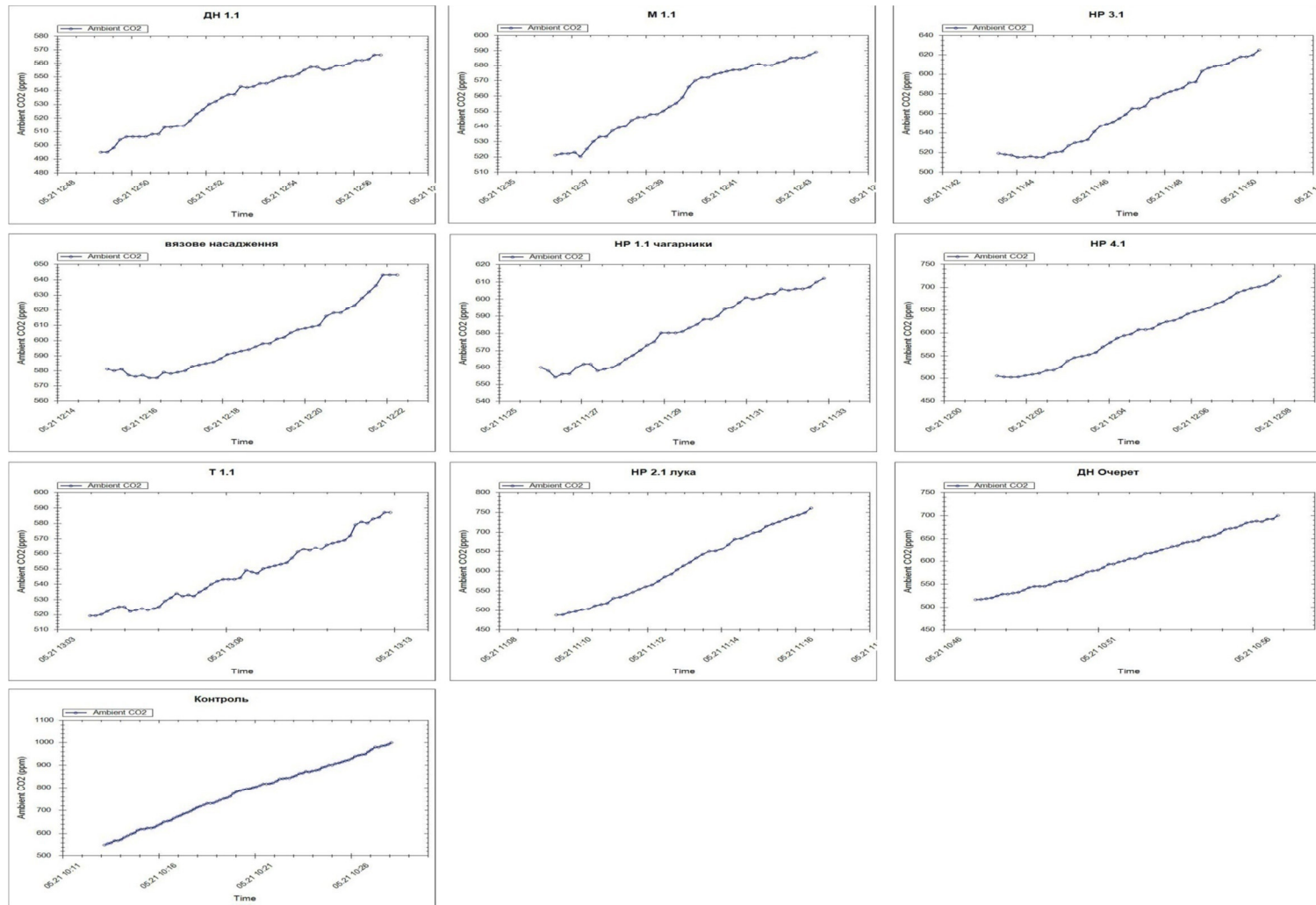
Варіанти емісії CO<sub>2</sub> з техноземів Яворівського сірчаного кар'єру (зимовий період)



Варіанти емісії CO<sub>2</sub> з техноземів Новороздільського сірчаного кар'єру (літній період)



Варіанти емісії CO<sub>2</sub> з техноземів Новороздільського сірчаного кар'єру (весняний період)



Варіанти емісії CO<sub>2</sub> з техноземів Новороздільського сірчаного кар'єру (зимовий період)

## ДОДАТОК Б 6

### Хімічні показники техноземів Яворівського сірчаного кар'єру

№ ПП	Q	pH (H <sub>2</sub> O)	Гумус, %	N,%	Mg, мг кг	P, мг кг	K, мг кг	Сума катіонів
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Рекультивована ділянка у місці підземного видобутку I, лука								
П 1.1 (10см)	138,6 103,7 87,0	4,8	1,425	0,098	95,2	43,6	90,0	8,60
П 1.1 (20 см)		6,4	0,510	0,112	240,0	15,26	65,0	50,00
П 1.1 (30 см)		6,3	0,690	0,098	155,0	28,34	25,0	7,60
П 1.1 (40 см)		5,0	0,240	0,084	107,0	34,88	25,0	5,00
Рекультивована ділянка у місці підземного видобутку I, поява підросту берези повислої								
П 2.1(10см)	50,2	5,7	1,020	0,126	16,2	39,24	22,5	20,60
П 2.1(20см)		4,8	0,780	0,112	8,69	32,70	15,0	6,00
П 2.1(30см)		5,1	0,840	0,126	8,65	45,78	0,0	8,00
П 2.1(40см)		4,9	0,600	0,098	6,17	26,16	5,0	7,20
Рекультивована ділянка у місці підземного видобутку I, поява підросту берези повислої і сосни звичайної								
П 3.1(10см)	172,0	4,5	1,305	0,098	34,0	26,16	25,0	9,40
П 3.1(20см)		4,9	0,540	0,056	19,6	32,70	5,0	7,40
П 3.1(30см)		4,9	0,270	0,084	25,5	15,26	5,0	7,20
П 3.1(40см)		5,9	0,420	0,084	16,2	21,8	5,0	6,00
Рекультивована ділянка у місці підземного видобутку I, штучно створений сосновий ліс								
П 4.1(10см)	267,6	4,6	0,756	0,140	14,3	13,08	15,0	10,00
П 4.1(20см)		4,9	0,720	0,098	8,80	26,16	5,0	9,60
П 4.1(30см)		4,9	0,660	0,140	5,91	19,62	0,6	8,40
П 4.1(40см)		4,8	0,750	0,098	6,78	17,44	0,0	6,4
Рекультивована ділянка у місці підземного видобутку I, за межами лісу (на полі)								
П 5.1(10см)	141,8	5,1	2,055	0,168	41,1	61,04	65,0	8,60
П 5.1(20см)		5,0	1,680	0,154	34,9	23,98	27,5	9,60
П 5.1(30см)		5,6	0,840	0,098	17,2	37,06	20,0	6,40
П 5.1(40см)		5,2	0,450	0,070	67,3	32,70	35,0	7,80

Нерекультивована ділянка у місці підземного видобутку II, поява підросту берези повислої і сосни звичайної								
ПЗ(2) 1.1 (10см)	119,7 84,2 52,1	4,9	1,110	0,098	9,45	65,40	15,0	4,20
ПЗ(2) 1.1 (20см)		4,8	0,570	0,112	53,1	34,88	7,5	9,40
ПЗ(2) 1.1 (30см)		4,9	0,975	0,070	7,47	47,96	2,5	5,20
ПЗ(2) 1.1 (40см)		4,9	0,675	0,098	7,56	65,40	0,0	4,80
Нерекультивована ділянка у місці підземного видобутку II, лука								
ПЗ(2) 2.1 (10см)	241,7	6,4	1,440	0,168	40,2	15,26	95,0	7,00
ПЗ(2) 2.1 (20см)		6,3	1,275	0,210	34,2	15,26	62,5	4,00
ПЗ(2) 2.1 (30см)		6,2	0,350	0,098	15,2	15,26	10,0	7,20
ПЗ(2) 2.1 (40см)		6,1	0,300	0,070	13,8	17,44	5,0	5,80
Нерекультивована ділянка у місці підземного видобутку II, сосновий ліс								
ПЗ(2) 3.1(10см)	332,6	4,5	2,520	0,280	39,7	82,84	45,0	13,40
ПЗ(2) 3.1(20см)		4,7	1,260	0,098	9,99	50,14	5,0	6,40
ПЗ(2) 3.1(30см)		4,8	0,720	0,140	19,2	30,52	5,0	8,40
ПЗ(2) 3.1(40см)		4,7	0,420	0,126	19,8	37,06	10,0	7,60
Нерекультивована ділянка з березовим насадженням біля дамби								
Д 1.1 (10 см)	95,82	7,5	5,19	0,350	247,0	50,14	97,5	29,20
Д 1.1 (20 см)		7,4	1,350	0,140	234,0	37,06	472,5	49,40
Д 1.1 (30 см)		7,7	1,290	0,112	284,0	21,8	55,0	47,80
Д 1.1 (40 см)		7,5	0,660	0,140	298,0	26,16	25,0	48,80
Нерекультивована ділянка з сосновим насадженням біля дамби								
С 2.1 (10 см)		7,2	0,810	0,112	171,0	30,52	150,0	40,20
С 2.1 (20 см)		7,2	0,480	0,084	75,5	6,54	52,5	17,4
С 2.1 (30 см)		7,1	0,270	0,070	56,2	15,26	37,5	12,00
С 2.1 (40 см)		7,1	0,300	0,070	77,5	17,44	25,0	4,40
Нерекультивована ділянка із зарослями очерету біля дамби								
О 3.1 (10см)	282,4	7,3	1,125	0,112	260,0	39,24	247,5	50,40
О 3.1 (20см)		7,2	0,600	0,196	260,0	6,54	152,5	43,40
О 3.1 (30см)		7,4	0,375	0,070	265,0	23,98	62,5	17,20
О 3.1 (40см)		7,3	0,870	0,098	270,0	10,90	142,5	49,80

Таблиця Б 6.2

## Гранулометричний склад техноземів Яворівського сірчаного кар'єру

№	Q	Гранулометричний склад ґрунту	Відсоток фракції		
			2-0,05 мм	0,05-0,002	<0,02
Рекультивована ділянка у місці підземного видобутку I з різною зімкнутістю трав'яного вкриття					
П 1.1 (10см)	138,6	пісок слабоглинистий	88	10	2
П 1.1 (20 см)	103,7	супісок	58	37	5
П 1.1 (30 см)		супісок	81	10	9
П 1.1 (40 см)	87,0	пісок слабоглинистий	85	8	7
Рекультивована ділянка у місці підземного видобутку I поява підросту берези повислої					
П 2.1(10см)	50,2	супісок	67	30	5
П 2.1(20см)		супісок	65	31	4
П 2.1(30см)		супісок	61	34	5
П 2.1(40см)		супісок	61	34	5
Рекультивована ділянка у місці підземного видобутку I, поява підросту берези повислої і сосни звичайної					
П 3.1(10см)	172,0	супісок	71	23	6
П 3.1(20см)		супісок	70	23	7
П 3.1(30см)		супісок	70	24	6
П 3.1(40см)		супісок	83	15	2
Рекультивована ділянка у місці підземного видобутку I, штучно створений сосновий ліс					
П 4.1(10см)	267,6	супісок	72	22	6
П 4.1(20см)		суглинок	74	23	3
П 4.1(30см)		суглинок	75	23	2
П 4.1(40см)		пісок слабоглинистий	89	9	2
Рекультивована ділянка у місці підземного видобутку I, за межами лісу (на полі);					
П 5.1(10см)	141,8	супісок	55	43	2
П 5.1(20см)		супісок	52	46	2
П 5.1(30см)		супісок	66	32	2
П 5.1(40см)		супісок	67	31	2
Нерекультивована ділянка у місці підземного видобутку II, поява підросту берези повислої і сосни звичайної					
ПЗ(2) 1.1 (10см)	119,7	пісок слабоглинистий	87	12	1
ПЗ(2) 1.1 (20см)	84,2	пісок слабоглинистий	85	14	1
ПЗ(2) 1.1 (30см)		суглинок	84	13	3
ПЗ(2) 1.1 (40см)	52,1	суглинок	85	13	2
Нерекультивована ділянка у місці підземного видобутку II, лука					
ПЗ(2) 2.1 (10см)	241,7	суглинок	84	14	2
ПЗ(2) 2.1 (20см)		суглинок	85	13	2
ПЗ(2) 2.1 (30см)		суглинок	81	16	3
ПЗ(2) 2.1 (40см)		пісок слабоглинистий	95	3	4

продовження табл. Б 6.2

Нерекультивована ділянка у місці підземного видобутку ІІ, сосновий ліс					
ПЗ(2) 3.1(10см)	332,6	суглинок	73	24	3
ПЗ(2) 3.1(20см)		супісок	73	18	9
ПЗ(2) 3.1(30см)		суглинок	74	24	2
ПЗ(2) 3.1(40см)		супісок	72	24	4
Нерекультивована ділянка з березовим насадженням біля дамби					
Д 1.1 (10 см)	95,82	супісок	76	14	10
Д 1.1 (20 см)		глина пілясто-глиниста	14	46	40
Д 1.1 (30 см)		суглинок	82	9	9
Д 1.1 (40 см)		пілястий суглинок	13	40	47
Нерекультивована ділянка з сосновим насадженням біля дамби					
С 2.1 (10 см)		глина пілясто-глиниста	57	20	23
С 2.1 (20 см)		пісок слабоглинистий	85	8	7
С 2.1 (30 см)		пісок слабоглинистий	87	7	6
С 2.1 (40 см)		пухкий пісок	94	3	3
Нерекультивована ділянка із зарослями очерету біля дамби					
О 3.1 (10см)	282,4	глина одноколірна	30	17	53
О 3.1 (20см)		глина	34	35	31

Таблиця Б. 6.3

Хімічні показники техноземів Новороздільського сірчаного кар'єру

№ ПП на певній глибині	pH (H <sub>2</sub> O)	C, %	N, %	Mg, мг х кг	P, мг х кг	K, мг х кг	S, мг х кг	Гумус, %
НР 1.1 (10 см)	6,8	1,020	0,168	349,0	32,7	287,5	48,00	1,60
НР 1.1 (20 см)	6,9	1,050	0,098	533,0	32,7	340,0	48,00	2,00
НР 1.1 (30 см)	6,8	0,600	0,098	630,0	34,88	295,0	48,20	2,00
НР 1.1 (40 см)	7,4	0,630	0,098	590,0	26,16	370,0	48,20	2,00
НР 2.1(10 см)	7,5	2,850	0,308	139,0	28,34	100,0	26,00	1,20
НР 2.1(20 см)	7,6	0,585	0,112	96,6	21,80	50,0	30,00	1,60
НР 2.1(30 см)	7,5	0,225	0,098	119,0	47,96	60,0	34,00	1,60
НР 2.1(40 см)	7,6	0,120	0,070	93,2	39,24	35,0	22,40	1,60
НР 3.1(10 см)	6,9	3,720	0,350	188,0	30,52	375,0	48,40	1,60
НР 3.1(20 см)	6,9	1,530	0,196	206,0	37,06	255,0	48,20	1,20
НР 3.1(30см)	7,4	1,050	0,098	240,0	13,08	302,5	48,40	1,60
НР 3.1(40см)	7,5	1,740	0,112	206,0	30,52	260,0	48,40	1,60
НР 4.1(10см)	7,6	2,940	0,378	166,0	21,98	375,0	48,40	1,20
НР 4.1(20см)	7,7	1,140	0,098	190,0	23,98	282,5	48,20	1,60
НР 4.1(30см)	7,6	1,395	0,112	180,0	8,72	312,5	48,80	1,20
НР 4.1(40см)	7,6	1,350	0,070	118,0	17,44	335,0	48,40	1,60
ДН (40 см)	7,1	1,215	0,126	77,6	30,52	587,5	48,20	2,00
ДН 1.1(20 см)	7,6	0,585	0,070	59,9	30,52	55,0	15,00	0,80
ДН 1.1(30 см)	6,7	0,600	0,112	55,0	32,70	410,0	48,20	1,20
ДН 1.1(40 см)	7,6	1,440	0,098	35,2	30,52	420,0	6,00	0,80
Т 1.1 (10 см)	7,3	1,920	0,226	185,0	17,44	265,0	49,20	0,80
Т 1.1 (20 см)	7,3	1,170	0,168	198,0	23,98	185,0	49,20	0,80



продовження табл. Б.6.3

Т 1.1 (30 см)	7,5	0,960	0,098	228,0	21,80	152,5	49,00	1,20
Т 1.1 (40 см)	7,5	0,420	0,840	257,0	19,62	175,0	49,00	1,20
М 1.1 (10 см)	7,6	1,260	0,280	270,0	63,22	320,0	48,80	1,20
М 1.1 (20 см)	7,6	0,450	0,448	249,0	43,60	282,5	49,00	0,80
М 1.1 (30 см)	7,7	0,210	0,168	274,0	39,24	262,5	48,60	0,80
М 1.1 (40 см)	7,5	0,825	0,112	301,0	30,52	267,5	49,00	1,20

Таблиця Б. 6.4

**Гранулометричний склад техноземів Новороздільського сірчаного кар'єру**

№ ПП на певній глибині	Гранулометричний (механічний) склад ґрунту	Відсоток фракції		
		2-0,05 мм	0,05-0, 0,02	<0,02
НР 1.1 (10см)	глина	32	28	40
НР 1.1 (20 см)	глина одноколірна	30	21	49
НР 1.1 (30 см)	глина	26	36	38
НР 1.1 (40 см)	глина одноколірна	36	32	32
НР 2.1(10см)	супісок	61	32	7
НР 2.1(20см)	пил глини	31	60	16
НР 2.1(30см)	пил глини	24	58	18
НР 2.1(40см)	глина звичайна	45	43	12
НР 3.1(10см)	глина	27	34	39
НР 3.1(20см)	глина пилясто-глиниста	10	36	54
НР 3.1(30см)	глина пиляста	10	38	52
НР 3.1(40см)	глина пиляста	10	40	50
НР 4.1(10см)	супісок	27	35	38
НР 4.1(20см)	глина	21	39	40
НР 4.1(30см)	глина	22	38	40
НР 4.1(40см)	глина	23	39	38
ДН 1.1(10см)	глина	22	39	39
ДН 1.1(20см)	супісок	81	10	9
ДН 1.1(30см)	глина пиляста	12	41	47
ДН 1.1(40см)	пухкий пісок	91	5	4
Т 1.1 (10см)	пил глини	35	46	19
Т 1.1 (20см)	пил глини	27	65	28
Т 1.1 (30см)	пил глини	22	51	27
Т 1.1 (40см)	пил глини	22	49	29
М 1.1 (10см)	глина	20	46	34
М 1.1 (20см)	глина пилясто-глиниста	16	46	38
М 1.1 (30см)	глина пиляста	17	44	39
М 1.1 (40см)	глина одноколірна	14	40	46

## ДОДАТОК Б 7

Таблиця Б 7.1

Еколого-таксономічна характеристика визначених видів на пробних  
площах Новороздільського сірчаного кар'єру

№ п/п	Назва виду	Частота стрічання виду, %									
		ПН1	ПН2	ПН3	ПН4	ПН5	ПН6	ПН7	ПН8	ПН9	КН
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	<i>Alternaria alternate</i> (Fr.) Keissler	9,7			12,3						
2.	<i>Aspergillus candidus</i> Lk					11,7					
3.	<i>Aspergillus clavatus</i> (Desm)	3,5					15,6				
4.	<i>Aspergillus fumigatus</i> Fresenius			1,5							
5.	<i>Aspergillus nidulans</i> Wint	1,7				8,9					
6.	<i>Aspergillus ochraceus</i> Wilhelm					14,8					
7.	<i>Aspergillus repens</i> (Cda.)Sacc	13,6	7,9								
8.	<i>Aspergillus sulphureus</i> Thom	3,7	12,3								
9.	<i>Aspergillus sydowii</i> Thom et Church					25,4					
10.	<i>Aspergillus ustus</i> Bainier		4,1								
11.	<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary) G. Arnaud	23,1	27,2		25,1						
12.	<i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc.	4,5				1,7	12,8				
13.	<i>Fusarium culmorum</i> (Wm.G.Sm.) Sacc.		11,2								
14.	<i>Fusarium gibbosum</i> App. et Wr.				11,8						
15.	<i>Fusarium lateritium</i> Ness.		14,1								
16.	<i>Fusarium merismoides</i> Corda			10,0							
17.	<i>Fusarium oxysporum</i> Bilai	13,7				3,5					
18.	<i>Monilia species</i>	2,3									
19.	<i>Mortierella alpine</i> Peyronel			2,3							
20.	<i>Mortierella elongata</i> Linnemman					11,2		23,8			
21.	<i>Mortierella isabelina</i> Oudem			1,7							
22.	<i>Mucor corticola</i> Hagem	1,7									
23.	<i>Mucor globosus</i> Fischer	12,3									
24.	<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer					4,6		43,2			



## ДОДАТОК В

Рис. 1. Посів ґрунтової суспензії на агаризоване середовище



Рис. 2. Підготовка ґрунтових зразків для просування



Рис. 3. Проведення досліджень в мікологічній лабораторії



228

Рис. 4. Онлайн реєстрація питомого потоку  $\text{CO}_2$  на ділянці ПЯ 1



Рис. 5. Онлайн реєстрація питомого потоку  $\text{CO}_2$  на ділянці КН 2



Рис. 6. Рослинні асоціації на ділянці ПЯ 6



Рис. 7. Збір даних на ділянці КН



Рис. 8. Визначення діелектричних показників деревних порід





Рис. 9. Рослинні асоціації на ділянці ПН 1



Рис. 10. Визначення емісії  $\text{CO}_2$  на ділянці



Рис. 11. Підготовка листя до наважки перед визначенням вмісту хлорофілу



Рис. 12. Визначення проективного покриття переважаючої рослинності



Рис. 13. Грунтовий профіль на вершині відвалу в Новому Роздолі



Рис. 14. Коронарія зозуляча

Наукове видання

*Копій Марія Леонідівна  
Гончар Володимир Миколайович  
Копій Сергій Леонідович  
Клименко Олександр Миколайович  
Копій Леонід Іванович  
Крупський Василь Романович*

**ФІТОМЕЛІОРАТИВНА РОЛЬ РОСЛИННОГО ПОКРИВУ У  
ВІДТВОРЕННІ ДЕВАСТОВАНИХ ЗЕМЕЛЬ В МЕЖАХ  
СІРЧАНИХ РОЗРОБОК ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ**

Монографія

*Друкується в авторській редакції*

*Технічний редактор*

*Г.Ф. Сімчук*

Підписано до друку 19.04.2019 р. Формат 60×84<sup>1/16</sup>.  
Ум.-друк. арк. 13,4. Обл.-вид. арк. 14,8.  
Тираж 300 прим. Зам. № 5475.

*Видавець і виготовлювач  
Національний університет  
водного господарства та природокористування  
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028.*

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру  
видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції  
РВ № 31 від 26.04.2005 р.*