

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЖИТОМИРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

КОПІЙ МАРІЯ ЛЕОНІДІВНА



УДК 502.17:504.5:581.116:553.661.1:630.23:631.433.3

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

03.00.16 – екологія

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Житомир – 2018

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Національному лісотехнічному університеті України
Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник: доктор сільськогосподарських наук, професор
Кучерявий Володимир Панасович,
Національний лісотехнічний університет України
Міністерства освіти і науки України,
професор кафедри ландшафтної архітектури,
садово-паркового господарства та урбоекології

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, доцент
Міронова Наталія Геннадіївна,
Хмельницький національний університет
Міністерства освіти і науки України,
професор кафедри екології

кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Попович Василь Васильович,
Львівський державний університет безпеки
життєдіяльності Державної служби України
з надзвичайних ситуацій,
начальник кафедри екологічної безпеки

Захист відбудеться « 6 » червня 2018 р. о 10 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 14.083.01 у Житомирському національному агроекологічному університеті за адресою: 10008, м. Житомир, вул. бульвар Старий, 7.

З дисертацією можна ознайомитись у науковій бібліотеці Житомирського національного агроекологічного університету, за адресою: 10008, м. Житомир, вул. бульвар Старий, 7.

Автореферат розісланий « 3 » травня 2018 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



О. Б. Овезмирадова

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Інтенсивний видобуток корисних копалин у середині ХХ століття в Україні призвів до порушення значних площ поверхні землі і знищення рослинного та 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 і 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. Ключ, В. А. Билоноги (1988); В. М. Билоноги (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. Сишикової (2009); Я. В. Геника (2010); В. І. Парпана, М. М. Миленської (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.

Детальні дослідження особливостей відтворення рослинних угруповань на ділянках з різним ступенем ревіталізації, росту і розвитку створених деревостанів та їх впливу на мікологічну структуру і кругообіг поживних елементів у сформованих ґрунтосумішах, виявлення динаміки питомого потоку CO₂ 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.

Зв'язок з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана автором впродовж 2014–2017 рр. на кафедрі екології Національного лісотехнічного університету України в рамках виконання держбюджетних завдань і госпдоговірних науково-дослідних робіт «Розробка основних принципів та технологій відтворення лісової рослинності на існуючих ґрунтосумішах Яворівського сірчаного кар'єру» (номер держаної реєстрації 0112U008142) і «Розробка та апробація технології мікоризації садивного матеріалу головних лісоутворюючих деревних порід для формування екологічно стійких та високопродуктивних насаджень у домінуючих типах лісу Західного Полісся» (номер держаної реєстрації 0112U004986).

Мета і завдання дослідження. Мета – встановити фітомеліоративну роль рослинності у перерозподілі органічної речовини та хімічних елементів ґрунту,

мікологічної структури та питомого потоку CO₂ техноземів на ділянках з різним ступенем відтворення порушених земель на території Яворівського та Новороздільського сірчаних кар'єрів; розробити систему господарських заходів щодо забезпечення сприятливих умов для відтворення рослинного континууму і ефективного його використання у покращенні екологічного стану досліджуваного регіону.

Досягнення поставленої мети зумовило необхідність виконання таких завдань:

- провести літературний аналіз щодо проблеми фітомеліорації порушених земель внаслідок видобування сірки;
- дослідити особливості формування рослинних угруповань на ділянках з різним ступенем ревіталізації;
- встановити специфіку впливу рослинних асоціацій на процеси відтворення ґрунтового покриву;
- виявити динаміку видового складу мікроміцетів та тенденції формування мікологічної структури ґрунту залежно від сформованих фітоценозів;
- з'ясувати рівень питомого потоку CO₂ з поверхні техноземів;
- оцінити стан різних за складом деревостанів на порушених землях та їх роль у формуванні біокругообігу мінеральних та органічних елементів ґрунту;
- розробити систему проектувально-господарських заходів для пришвидшення відновних процесів та активного використання порушених земель сірчаних розробок Західного Лісостепу в еколого-стабілізуючих та рекреаційно-оздоровчих напрямках.

Об'єкт дослідження – девастровані землі в межах сірчаних розробок Західного Лісостепу.

Предмет дослідження – екологічна роль рослинних асоціацій у відтворенні девастрованих земель на території Яворівського та Новороздільського сірчаних кар'єрів.

Методи дослідження. Під час проведення досліджень, використовувались такі методи: порівняльної екології, геоботанічні, лісівничо-таксаційні, агрохімічні, біологічні, спектрофотометричні, електрофізіологічні, біоіндикації, кількісної екології та математично-статистичні.

Наукова новизна одержаних результатів. У результаті проведення комплексних еколого-фітоценотичних досліджень особливостей формування рослинних асоціацій на порушених землях сірчаних розробок Західного Лісостепу отримано такі нові наукові результати:

вперше:

- встановлено, що формування складних за видовим складом та структурою рослинних асоціацій на території Яворівського сірчаного кар'єру сприяє гуміфікації техноземів внаслідок накопичення органічної речовини (від 2,0 до 2,5 %) у поверхневому прошарку ґрунту (до 10 см), збільшенню вмісту Нітрогену (до 0,35 %) та оптимізації рН, а в межах Новороздільського сірчаного кар'єру – зростання органічної речовини (до 3,7 %), підвищення

- вмісту Нітрогену (до 0,37 %) та зниження актуальної кислотності (на 1,3–2,7 %);
- визначено, що в межах Яворівського сірчаного кар'єру більшість видів рослин: хвощ польовий (*Equisetum arvense* L.), ожина сиза (*Rubus caesius* L.) та ін. відносяться до світлолюбних (57 %), за відношенням до вологості: хвощ польовий (*Equisetum arvense* L.), ожина сиза (*Rubus caesius* L.) та ін. – до мезофітів (51 %), за багатством ґрунту: хвощ польовий (*Equisetum arvense* L.), ожина сиза (*Rubus caesius* L.) та ін. – до мезотрофів (57 %), а на території Новороздільського сірчаного кар'єру 48 % рослин: жовтець їдкий (*Ranunculus acris* L.), коронарія зозуляча (*Coronaria flos-cuculi* L. Fourr.) та ін. представлені світлолюбними видами, 53 % – ожина сиза (*Rubus caesius* L.), зірочник лісовий (*Stellaria holostea* L.) та ін. мезофітами та 68 % – гравілат міський (*Geum urbanum* L.), жовтець їдкий (*Ranunculus acris* L.) та ін. мезотрофами;
 - відзначено зростання, на ділянках зі складними рослинними угрупованнями, біорізноманіття ґрунтових грибів, які в межах Яворівського кар'єру утворюють кластери з 3–5 видів родів *Aureobasidium*, *Cladosporium*, *Fuzarium*, *Penicillium*, що відзначаються міцними кореляційними зв'язками. На території Новороздільського сірчаного кар'єру значне видове різноманіття грибів встановлено на ділянці зі змішаними деревостанами, де сформувались високоорганізовані грибні комплекси, за участю видів родів світлозабарвлених грибів *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fuzarium*, *Trichoderma*, *Mucor*;
 - досліджено, що питомий потік CO₂ з поверхні сформованих техноземів залежить від сезону року і відзначається найменшою емісією у зимовий період, що зумовлено низькими температурами ґрунту (+6 °C), слабкою біотичною активністю едафотопу, яка залежить від варіанту рекультивації, видового складу рослинного угруповання і коливається більше, ніж у 5 разів.
 - встановлено, що максимальний питомий потік CO₂ властивий техноземам під дубовим і тополевым насадженнями, в яких С:N співвідношення максимальні (8,5–9,6), а мінімальний – під чистим сосновим та мішаним насадженнями, за С:N= 4,5.

поглиблено:

- дослідження особливостей впливу сформованих рослинних асоціацій на інтенсивність біокругообігу мінеральних елементів та органічних речовин між техноземом і фітоценозом та на фізико-хімічні властивості сформованих ґрунтів;

доповнено:

- дані про продуктивність деревостанів, сформованих на девастрованих ґрунтах.

Практичне значення одержаних результатів. В процесі наукових досліджень з'ясовано особливості формування рослинних угруповань на девастрованих землях з різним ступенем відтворення, їх вплив на перерозподіл

поживних речовин у ґрунті, мікологічну структуру ґрунту, динаміку сезонного потоку CO₂ з техноземів, ріст та стан різних за складом деревних насаджень в межах сірчаних розробок Західного Лісостепу. Одержані результати досліджень, крім теоретичного, мають прикладне значення і спрямовані на опрацювання системи проектувально-господарських заходів щодо активізації відтворення девастрованих ландшафтів та подальшого їх використання для формування оздоровчо-рекреаційних об'єктів і лісових масивів.

Результати досліджень використовують: Львівське обласне управління лісового та мисливського господарства (акт впровадження № 1875/02 від 22.11.2017р.) для проведення лісовідновних заходів щодо формування лісових насаджень на девастрованих ґрунтах в межах сірчаних розробок Західного Лісостепу; ДП «Львівське лісове господарство» (акт впровадження № 336 від 02.11.2017р.) для підбору деревних порід та визначення способу створення лісових насаджень на девастрованих землях Новороздільського сірчаного кар'єру.

Матеріали дисертаційної роботи використовуються у науковій і навчальній роботі Національного лісотехнічного університету України у лекційних курсах навчальних дисциплін «Ґрунтова мікробіологія», «Лісомеліорація девастрованих ландшафтів», «Біотехнологія», а також при проведенні лабораторно-практичних занять за вказаними дисциплінами (акт впровадження № 2 від 08.11.2017 р.).

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є результатом наукових досліджень дисертанта. Автором розроблено програму та завдання досліджень. За його безпосередньої участі проведено закладку серії постійних пробних площ, зібрані польові матеріали, здійснено їх аналітичне опрацювання, проведено науковий аналіз та узагальнення отриманих результатів. За безпосередньої участі автора, в екологічній лабораторії кафедри екології НЛТУ України, проведено визначення видового складу мікроміцетів, у фізіологічній лабораторії визначено вміст пігментів в асиміляційному апараті деревних рослин, у ґрунтових лабораторіях НЛТУ України та Люблінського Природничого Університету (Польща) проведено аналіз ґрунтових зразків. У спільних з іншими авторами наукових публікаціях, дисертантом зібрано експериментальні дані, здійснено аналітичне опрацювання отриманих результатів та спільно із співавторами проведено їх теоретичний аналіз.

Апробація результатів досліджень. Основні положення дисертаційної роботи та окремі результати досліджень доповідались на конференціях науково-педагогічних працівників, наукових співробітників і аспірантів Національного лісотехнічного університету України (Львів, 2013–2017 рр.); на Міжнародній науково-практичній конференції Львівського державного університету безпеки життєдіяльності «Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи» (Львів, 4–6 листопада 2015 р.); на Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми збалансованого розвитку аграрного сектору економіки» (Київ, 19–20 листопада 2015 р.); на V Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених Університету державної фіскальної

служби України «Техногенно-екологічна безпека України: стан та перспективи розвитку» (Ірпінь, 10–20 листопада 2015 р.); на XII Міжнародній науковій конференції студентів і аспірантів Львівського національного університету імені Івана Франка «Молодь і поступ біології» (Львів, 19–21 квітня 2016 р.); на Всеукраїнській науково-практичній конференції, приуроченій до 50-річчя УкрНДГірліс та 10-річчя кафедри лісознавства ПНУ, XIV Погребняківські читання «Сучасні проблеми лісівничо-екологічної типології» (Івано-Франківськ, 12–14 травня 2016 р.); на Міжнародній науковій конференції молодих вчених Одеського державного екологічного університету «Сучасний стан та якість навколишнього середовища окремих регіонів» (Одеса, 2016 р.); на III Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми гуманітарних та природничих наук» (Київ, 28–29 жовтня 2016 р.); на IV Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, магістрів, аспірантів і молодих вчених, присвяченій 15-річчю факультету лісового господарства Житомирського національного агроекологічного університету «Ліс, наука, молодь» (Житомир, 23 листопада 2016 р.); на Міжнародній науково-практичній конференції Новочеркаського інженерно-меліоративного інституту ім. А. К. Кортунова «Проблеми природоохоронної організації ландшафтів» (Новочеркаськ, Росія, 2017 р.); на 125 Ювілейному Конгресі Спілки міжнародних наукових лісівничих організацій (IUFRO) (Фрайбург, Німеччина, 18–22 вересня 2017 р.).

Публікації. За результатами досліджень, представлених у дисертаційній роботі, опубліковано 25 наукових праць, з яких 9 статей – у наукових фахових виданнях, внесених до міжнародних наукометричних баз даних, 5 статей – у наукових фахових виданнях України, 11 – у матеріалах конференцій.

Структура і обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, пропозицій виробництву, списку використаних джерел та додатків. Список використаних джерел включає 291 найменування, з них 67 – латиницею. Матеріали дисертаційної роботи викладено на 321 сторінках комп'ютерного тексту, зокрема, основний текст – на 174 сторінках. Робота містить 24 таблиці і 67 рисунків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

ДЕВАСТОВАНІ ЛАНДШАФТИ ТА ПРОБЛЕМИ ЇХ ФІТОМЕЛІОРАЦІЇ

Інтенсивна індустріалізація в кінці XIX ст. зумовила незворотні деструктивні процеси у біосфері, пов'язані із деважацією ландшафтів, забрудненням довкілля шкідливими хімічними речовинами, зменшенням площі лісів і зростанням пустель, ерозією та деградацією продуктивних земель, зникненням значної кількості живих організмів.

Перші спроби рекультивації територій, порушених гірничою промисловістю, розпочалися ще у кінці XVIII ст. у Німеччині, перед початком експлуатації Рейнського буровугільного басейну. З початку XX ст. подібні

роботи проводилися у США та Англії. У цей час перевага надавалась найбільш зручним та найменш затратним методам фітомеліорації – створенню лісових насаджень різного цільового призначення, що насамперед передбачає покращення та охорону навколишнього середовища.

Значний обсяг фітомеліоративних робіт проводився в Україні у 50–60 роках ХХ століття: створення у степовій і лісостеповій зонах системи полезахисних смуг; формування водорегулюючих та берегоукріплюючих насаджень у басейні Дніпра; залісення Олешківських пісків та пісків Полісся; біологічна рекультивация відвалів, териконів, кар'єрів, звалищ; створення протиерозійних посадок; створення промислових санітарно-захисних зон.

Теоретичні основи фітомеліоративних робіт опрацьовані в наукових працях В. В. Докучаєва, Г. Ф. Морозова, В. І. Вернадського, Г. М. Висоцького, В. М. Сукачова, О. Л. Бельгарда, А. П. Травлєєва, Ю. П. Бялловича, Н. Г. Міронової, В. П. Кучерявого, О. О. Лаптева, Р. М. Панаса, Я. В. Геника, Г. М. Мануїлової, В. В. Поповича, У. Р. Назаровець, У. М. Тарас та інших.

Поряд з тим недостатньо вивченні особливості формування мікологічної структури девастрованих ґрунтів під впливом різноманітних рослинних угруповань. Залишились поза увагою науковців процеси впливу біоти на сезонну динаміку виділення CO_2 з ґрунту. Не проводився детальний аналіз впливу різних деревних порід, чагарників та трав'яної рослинності на процеси відтворення порушених територій. Для 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.

ОБ'ЄКТИ, ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Враховуючи важливість значення рослинності у швидкому відтворенні девастрованих земель, внаслідок видобувної діяльності, увага зосереджувалась на аналізі впливу трав'яної, чагарникової та деревної рослинності у відновленні ґрунтів дослідних ділянок при різних стадіях заростання. В межах Яворівського державного гірничо-хімічного підприємства «Сірка» було закладено 11 дослідних ділянок (проба Яворів – ПЯ) і (контроль – КЯ) та 9 дослідних ділянок (проба Новий Розділ – ПН) і (контроль – КН) на території Новороздільського сірчаного кар'єру.

Програмою досліджень передбачалось: провести літературний аналіз проблеми фітомеліорації порушених, внаслідок 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_2 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.

Польові дослідження ґрунтів проводили відповідно до прийнятих методик, інструкцій та методичних вказівок Е. В. Аринушкина (1970), ДСТУ ISO 11464-2001, М. Я. Бомба (2003), В. Г. Минеев (2001). Ґрунтові зразки відбиралися через кожні 10 см на глибину до 40 см. Фізіологічні показники рослин визначені за допомогою еколого-фізіологічного методу, сухостійкість – методом крохмальної проби, солестійкість та газостійкість за Н. Н. Третьяковим (1990). Таксономічний аналіз рослинного покриву здійснено за системою А. Л. Тахтаджяна (1972). Рослинні асоціації визначали за методом В. В. Альохіна (1928) на основі домінуючих видів у кожному ярусі. Питомий потік CO₂ з поверхні техноземів аналізованих сірчаних кар'єрів досліджували за допомогою камерно-статичного методу з використанням портативного ІЧ (NDIR)-аналізатора серії К-30 у режимі реального часу.

Вміст пластидних пігментів визначали за прийнятою методикою В. Ф. Гавриленка (1975), Х. Н. Починка (1976). Діелектричні показники прикамбіальних тканин лубу переважаючих дерев – імпеданс і поляризаційну ємність визначали за допомогою приладу Ф 4320 за методикою Г. Т. Криницького (1992). Ґрунтові проби для мікологічного аналізу відбирали у поверхневому шарі на глибині 0–5 см за Д. Г. Звягинцевим (1991). Математичне та статистичне опрацювання результатів виконували за допомогою програмних пакетів Microsoft Excel.

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

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

На дослідних 12 ділянках в 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. Видова насиченість, досліджених ділянок в межах Яворівського сірчаного

кар'єру коливається в межах від 7 до 30 видів. 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.

На території Новороздільського сірчаного кар'єру виділено 73 судинних та несудинних види рослин, які належать до 30 родин та 4 відділів. Найпоширенішими родинами є: Зонтичні (*Apiaceae*), Жовтецеві (*Ranunculaceae*), Розоцвіті (*Rosaceae*), Айстрові (*Asteraceae*), Ентодонткові (*Entodontaceae*). Найменше зустрічаються такі родини – Щитникові (*Aspidiaceae*), Гвоздичні (*Caryophyllaceae*), Первоцвіті (*Primulaceae*), Геранієві (*Geraniaceae*), Бальзамінові (*Balsaminaceae*), Шорстколисті (*Boraginaceae*) та інші. Видова насиченість досліджених пробних площ тут коливається від 4 до 20 видів.

Фітоценотична структура рослинного покриву відвалів. На території Яворівського сірчаного кар'єру, виокремлено первинні сингенетичні (очеретово-горошково-ожинава рослинна асоціація) та ендекогенетичні сукцесії (березово-сосново-осоково-мохова, сосново-ожинаво-плевроцієво-ситникова рослинні асоціації та інші), які характеризуються ускладненням будови рослинного покриву, виразною ярусністю, стабільністю і продуктивністю.

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 ендекогенетичні сукцесії (дубово-плевроцієво-кульбабова, вільхово-яглицево-плевроцієва рослинні асоціації та інші). 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.

Вплив екологічних чинників на формування фітомеліоративного покриву. Відвали, сформовані в межах сірчанних кар'єрів регіону досліджень, відрізняються різноманітністю едафічних умов, створенням нових екотопів, в яких при фізико-хімічному вивітрюванні породи, змиву солей, проходить первинний процес ґрунтоутворення різної інтенсивності, а також поселення і розвиток піонерних видів рослин у вигляді окремих угруповань. Відзначено, що найбільш газостійкими видами до SO₂ є: *Solidago virgaurea*, *Calamagrostis epigeios*, *Tussilago farfara*, *Helichrysum arenarium*. Найбільш вразливими до впливу газу Cl₂ є такі види: *Rubus caesius* L., *Equisetum arvense* L.

ВПЛИВ РОСЛИННИХ УГРУПОВАНЬ НА ВІДТВОРЕННЯ ДЕВАСТОВАНИХ ЗЕМЕЛЬ

Агроекологічні властивості девастрованих ґрунтів. Вміст поживних елементів у сформованих ґрунтосумішах досліджували на території Яворівського та Новороздільського сірчанних кар'єрів. Відзначено накопичення

найбільшого вмісту органічної речовини (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. Подібні особливості накопичення та перерозподілу органічної речовини відзначено також в ґрунтосумішах на пробних площах у межах Новороздільського сірчаного кар'єру, де найбільший її вміст (до 3,7 %) накопичується у верхньому прошарку ґрунту на ПН 6 – липово-черешневе насадження на відвалі кар'єру (східний схил).

Встановлено, що найбільший вміст $N_{\text{заг}}$ (до 0,35 %) у верхньому прошарку ґрунту на дослідних об'єктах Яворівського кар'єру характерний для ПЯ 9 – березова куртина біля дамби та ПЯ 8 – соснове насадження в межах підземного видобутку сірки № 2. Найменший вміст $N_{\text{заг}}$ ($< 0,1$ %) в цьому горизонті ґрунту відзначено на ПЯ 1 – рекультивована ділянка з мінімальною кількістю рослин. Більшим вмістом $N_{\text{заг}}$ характеризуються ґрунти у верхньому прошарку на дослідних об'єктах Новороздільського сірчаного кар'єру. Найвищим показником вмісту $N_{\text{заг}}$ (від 0,27 до 0,37 %) відзначається пробна площа ПН 9 – вязово-вільхове насадження.

Меншим показником рН (4,5 од.) характеризується ділянка ПЯ 8 – з сосновим насадженням в межах підземного видобутку сірки Яворівської копальні сірки. Істотно більшими показниками актуальної кислотності характеризуються ґрунти на пробних площах Новороздільського сірчаного кар'єру, що зумовлено сформованими ґрунтосумішами на мергелевих відвалах. Найменшим показником (6,8–6,9 од.) відзначаються верхні прошарки ґрунту на ПН 4 – зарості чагарників та ПН 6 – липово-черешневе насадження на відвалі кар'єру (рис.1, 2).

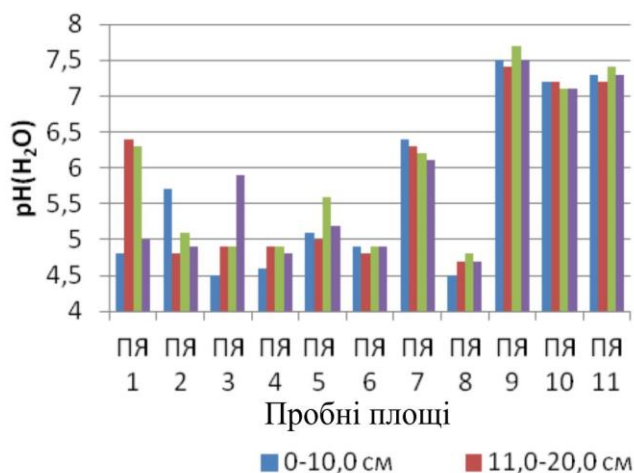


Рис. 1. Показники актуальної кислотності (рН) на пробних площах Яворівського сірчаного кар'єру

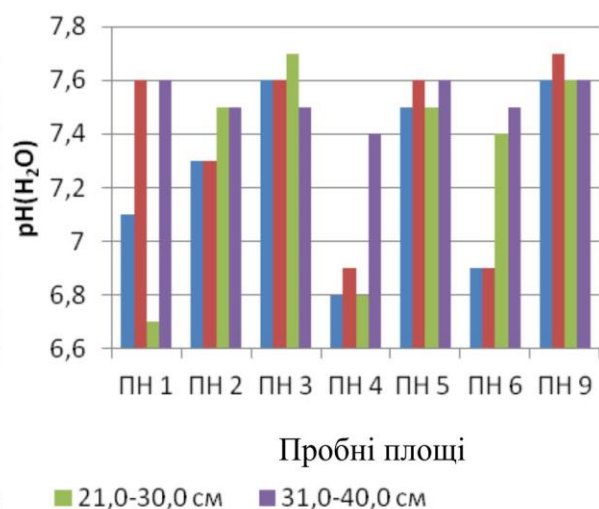
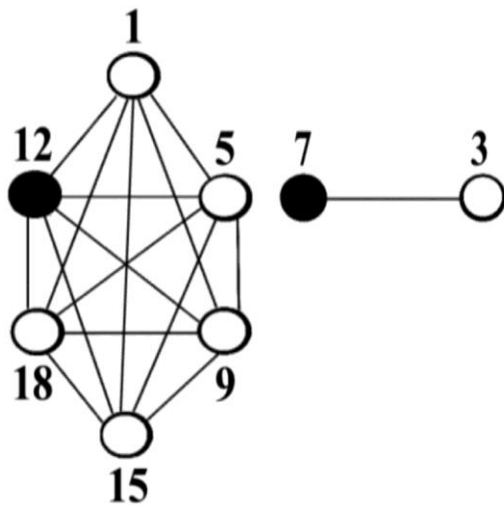


Рис.2. Показники актуальної кислотності (рН) на пробних площах Новороздільського сірчаного кар'єру

Вміст важких металів у ґрунтах аналізованих територій не перевищує встановлених рівнів ГДК і не завдає істотного негативного впливу на ріст і розвиток рослинних угруповань та мікофлору ґрунту.

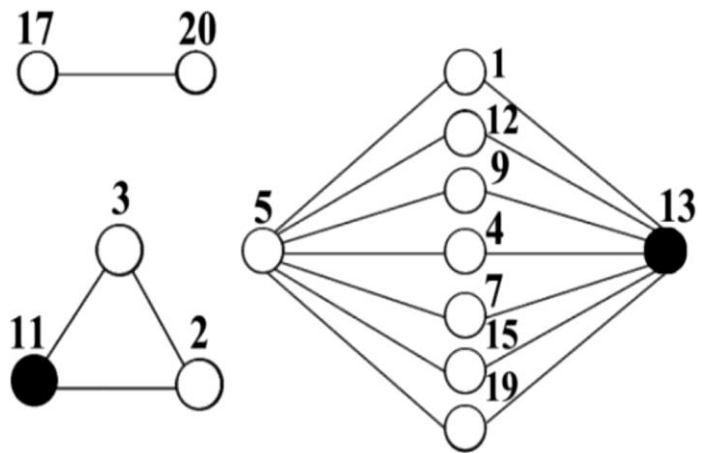
Вплив рослинних угруповань на формування мікологічної структури посттехногенних ґрунтів. Встановлено, що біорізноманіття ґрунтових грибів

на рекультивованих ділянках (пробні площі ПЯ 2, ПЯ 3) Яворівського сірчаного кар'єру є значно вищим (кількість видів, частота трапляння) і становить 43 види, порівняно із ділянками (пробні площі ПЯ 6, ПЯ 8), де їх кількість сягає 28 видів та на ділянках (пробні площі ПЯ 9, ПЯ 10, ПЯ 11) – 20 видів. Встановлено, що в технозомах Яворівського сірчаного кар'єру сформувались прості комплекси мікроміцетів типу «зірка-сітка», «ліхтарик» з меланінвмісними грибами *Aureobasidium pullulans*, *Monilia species* та домінуванням світлопігментованих видів (рис. 3). В технозомах Новороздільського сірчаного кар'єру видове різноманіття мікроміцетів представлене 50 видами, які належать до 6 родин, 7 родів та двох класів: *Ascomycetes*, *Zygomycetes* (рис. 4).



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. 3. Грибні комплекси техноземів Яворівського сірчаного кар'єру



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.
3. *Mucor hiemalis* Wehmer
2. *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Snyder & Hansen
17. *Penicillium chrizogenum* Thom
20. *Mortierella isabellina* Oudem.

Рис. 4. Грибні комплекси техноземів Новороздільського сірчаного кар'єру

Тут утворились високоорганізовані комплекси мікроміцетів, в яких провідна роль належить видам родини *Ascomycota*. У їх складі переважають структурні види родів світлозабарвлених грибів *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fuzarium*, *Trichoderma*, *Mucor* і незначну частку складають меланінвмісні мікроміцети родів *Aureobasidium* та *Cladosporium*. Відновлення мікофлори ґрунту сприяє відновленню рослинного покриву територій і формуванню стабільного фітоценозу.

Динаміка питомого потоку CO_2 з поверхні сформованих техноземів. Встановлено, що питомий потік CO_2 з поверхні досліджуваних техноземів залежить від сезону року.

Так, у зимовий період (08.12), емісія CO_2 є найменшою ($50,2\text{--}267,6 \text{ мг } \text{CO}_2 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$), що зумовлено низькими температурами ґрунту ($+6 \text{ }^\circ\text{C}$) і слабкою біотичною активністю едафотопу. Проте, навіть за зимових умов, величина емісії діоксиду карбону, залежно від варіанту рекультивації коливається більше, ніж у 5 разів. Відзначено, що мінімальні показники емісії характерні для ділянки з підростом берези (ПЯ 2), а максимальні – у межах штучно створеного соснового насадження (ПЯ 4) – Яворівський кар'єр. Одночасно досліджено сезонні зміни емісії діоксиду карбону з поверхні ґрунту під різним фітоценотичним покривом в межах Новороздільського сірчаного кар'єру. Влітку, за підвищення температури ґрунту до $+18\text{--}21 \text{ }^\circ\text{C}$, найбільша інтенсивність окислювальних процесів і виділення CO_2 спостерігалася під дубовим ($634 \text{ мг } \text{CO}_2 \text{ } \text{CO}_2 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$) і тополевым ($625 \text{ мг } \text{CO}_2 \text{ } \text{CO}_2 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$) насадженнями, а найменша ($537 \text{ мг } \text{CO}_2 \text{ } \text{CO}_2 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$) – під мішаним (рис. 5)

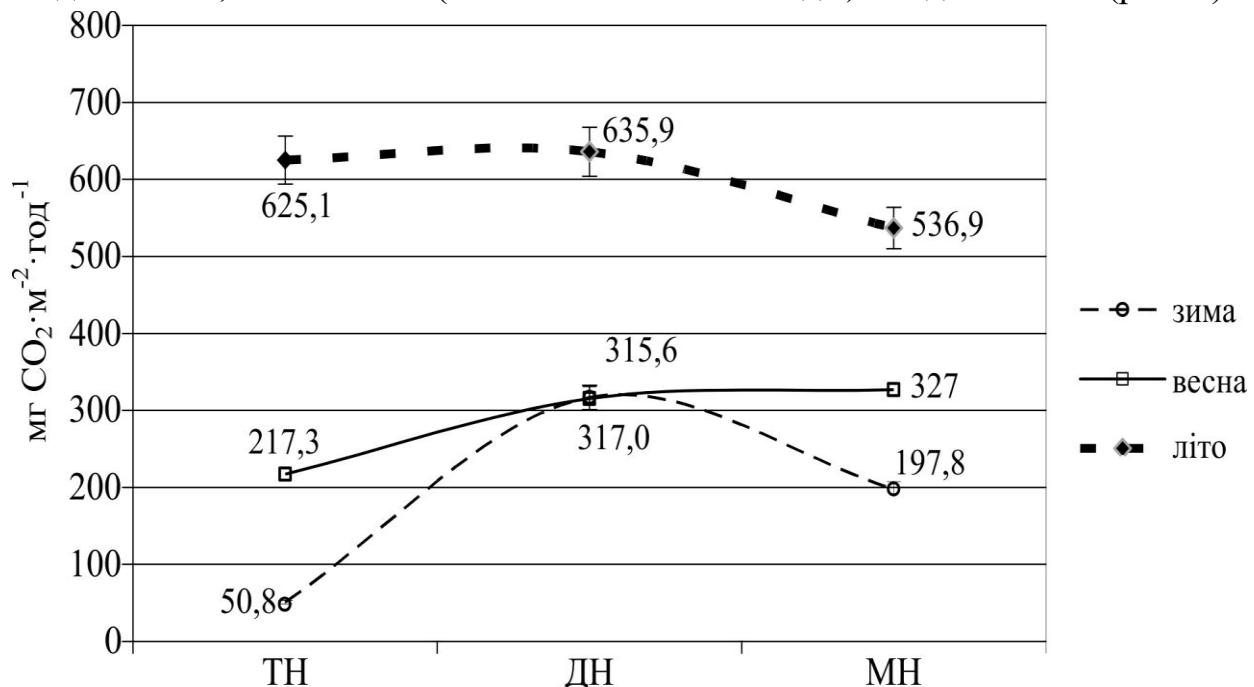


Рис. 5. Сезонна динаміка потоку CO_2 з поверхні ґрунту під різними за складом деревостанами

(ТН – тополеве насадження; ДН – дубове насадження; МН – мішане насадження)

При порівнянні величини питомих потоків CO_2 з поверхні досліджуваних ґрунтів у літній період, за оптимальних для мінералізації органічної речовини

умов було встановлено, що вони найбільш функціонально пов'язані з якістю органічної речовини, тобто С:N співвідношенням.

Результати досліджень вказують на те, що максимальні питомі потоки CO₂ 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.

Особливості росту та функціонування деревостанів на девастрованих ґрунтах. Дослідження, проведені нами у сформованих деревостанах, на порушених землях Яворівського та Новороздільського сірчаних кар'єрів дозволили відзначити, що ріст деревних порід характеризується певними особливостями та залежить від видового складу.

Найбільш продуктивним (запас деревини понад 530 м³/га) є тополевий деревостан (вік 41 рік) на території Новороздільського сірчаного кар'єру, меншим запасом деревини (від 196 до 108 м³/га) відзначаються сосновий (Яворівський сірчаний кар'єр) та мішаний деревостани за участю вільхи чорної, черешні, ясена звичайного та осики (Новороздільський сірчаний кар'єр) і найменшим (до 75 м³/га) запасом деревини характеризується дубовий деревостан (вік 41 рік) з незначною домішкою вільхи чорної та осики (табл. 1).

Таблиця 1

Лісівничо-таксаційні показники деревостанів на дослідних об'єктах

№ п/п	Складдеревостану, пробна площа	Середні показники			N, шт./га	M, м ³ /га	Приріст, м ³ /га
		D, см	H, м	G, м ²			
1.	7Сз3Дз+Чш (контроль)	28,3	24,8	27,2	388	303,0	9,1
2.	10Сз+Дчер+Бп (ПЯ 4)	16,5	11,3	5,3	240	139,0	5,8
3.	10Сз+Ос (ПЯ 7)	14,4	13,7	7,4	259	196,0	8,7
4.	6Взш1Дз1Чш1Вхч1Акб (ПН 9)	16,7	15,0	13,9	760	76,8	1,9
5.	6Дз2Вхч2Ос+Вбк (ПН 1)	14,1	12,5	15,1	983	74,6	1,8
6.	6Вхч3Чш1Яз+Ос (ПН 3)	15,7	15,8	18,6	734	107,9	2,6
7.	10Тк+Чш (ПН 2)	29,9	21,6	65,2	1063	535,0	13,1

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 дещо нижчим показником імпедансу (8,4 кОм) і вищим (1,97 нФ) значенням поляризаційної ємності у порівнянні з сосною (12,6 кОм) і (1,39 нФ) у корінному деревостані (контроль), що вказує на її високу життєвість. У в'язовому насадженні на території Новороздільського сірчаного кар'єру найвищим показником імпедансу (7,5 кОм) і найнижчим (2,4 нФ) значенням поляризаційної ємності відзначається вільха чорна, що характеризує її високу адаптацію до сформованих умов.

Аналіз співвідношення вмісту хлорофілу «а» до «b» у хвої сосни на контролі (КЯ) в межах 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 сприятливі умови для їх росту та розвитку. Встановлено, що вміст каротиноїдів у асиміляційному апараті

деревних видів істотно коливається на різних дослідних ділянках і вказує на високу стійкість сосни звичайної, дуба звичайного, вільхи чорної, в'яза шорсткого та черешні до сформованих умов.

ФІТОМЕЛІОРАТИВНІ ЗАСАДИ ВІДТВОРЕННЯ ДЕВАСТОВАНИХ ЛАНДШАФТІВ У МЕЖАХ СІРЧАНИХ РОЗРОБОК ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ

Перспективи використання девастрованих земель сірчаних кар'єрів.

Аналіз існуючих умов (екологічний стан навколишнього середовища, кліматичні показники, стан ґрунтового покриву, видовий склад трав'яної рослинності, наявність та особливості поширення деревно-чагарникової рослинності) дозволили опрацювати теоретичну модель облаштування території навколо Яворівського та Новороздільського сірчаних кар'єрів. Розроблено проект створення рекреаційних об'єктів в межах девастрованих ландшафтів. Основний акцент зосереджений на формуванні зелених зон, які забезпечать позитивний вплив на стан повітря, ревіталізацію ґрунтового покриву, зменшення ерозії ґрунтів, формування естетично привабливих ландшафтів. З деревно-чагарникових рослин пропонується створювати лісові масиви: із *Betula pendula*, *Pinus sylvestris*, *Quercus robur*, *Quercus rubra*; солітерні та групові посадки за участю: *Larix decidua*, *Pseudotsuga menziesii*, *Picea pungens*, *Abies lasiocarpa*, *Abies concolor*, *Populus simonii*, *Laburnum anagyroides*, різні види ялівців, що за еколого-лісівничими властивостями придатні для вирощування в даних умовах.

Принципи та засади відтворення рослинних угруповань на девастрованих землях сірчаних кар'єрів. При розробці теоретичної моделі облаштування територій колишніх сірчаних кар'єрів необхідно застосовувати принцип взаємозалежності природних елементів, принцип формування і розвитку ландшафту, принцип мотиваційної кольористики. Для пришвидшення формування континуального типу рослинності та відновлення девастрованих земель в межах Яворівського та Новороздільського сірчаного кар'єрів пропонується істотне збільшення кількості бобових рослин, коренева система яких сприяє структуруванню ґрунту та підсилюванню рослин із родини Тонконогових. На нерекультурованих ділянках Яворівського сірчаного кар'єру необхідно створювати штучні мішані насадження за участі *Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* Roth., *Quercus robur* L. із застосуванням методу мікоризації саджанців препаратом арбускулярно-мікоризних грибів (із введенням у мікоризний препарат видів грибів, що характерні для цих ґрунтів).

На території Новороздільського сірчаного кар'єру необхідно в прибережних ділянках зберегти рослинні угруповання *Phragmites communis* та *Calamagrostis epigeios*, урізноманітнівши їх іншими видами. Для створення лісових масивів застосовувати на початкових етапах мікоризовані саджанці (*Quercus robur* L., *Prunus avium* (L.) L., *Ulmus glabra* Huds., *Tiliacordata* Mill., *Alnus glutinosa* (L.) Gaerth., *Populus tremula* L. та ін.). Проведені дослідження дозволили встановити, що коефіцієнт фітомеліоративної ефективності існуючих

фітоценозів на території Яворівського та Новороздільського сірчаних кар'єрів складає від 1,5 та 1,7. Проведення запланованих заходів щодо переформування структури ценозів в межах аналізованих територій сірчаних кар'єрів Західного Лісостепу дозволить підвищити коефіцієнт фітомеліоративної ефективності до 6,9.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі представлено результати експериментальних досліджень та 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 і перерозподіл органічної речовини, хімічних елементів вздовж профілю техноземів, зміну видового складу грибів мікроміцетів, динаміку питомого потоку CO₂ з поверхні ґрунту, ріст і функціонування деревних насаджень створених на девастрованих 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-горлянкова, вівсяницево-підмаренниково-жовтецево-деревієво-плевроцієва, очеретово-куничниково-різнотравна, в'язово-плевроцієво-бузиново-різнотравна), які зумовлюють сукцесії на девастрованих 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 – 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 сірчаних 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 (SO₂) (*Solidago virgaurea* L., *Calamagrostis epigeios* L., Roth., *Tussilago farfara* L., *Helichrysum arenarium* L., Moench). Нестійкими до впливу газів SO₂ та Cl₂ виявились: *Phalacrolooma 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 подорожниково-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_{вод}) 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 з плевроцієво-бузиново-підмаренниковим та 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 із заростями берези і 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 мікофлору 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 змішаним 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 (H=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 світлопигментованих – *Aspergillus*, *Fuzarium*, *Penicillium* та *Rhizopus*.

9. Питомий потік CO₂ з поверхні сформованих техноземів зумовлений сезоном року і у зимовий період є найменшим (50,2–267,6 мг CO₂·м⁻²·год⁻¹) внаслідок низької температури ґрунту (+6 °C), слабкої біотичної активності едафотопу, проте залежить від варіанту рекультивації, породного складу деревостану і коливається більше, ніж у 5 разів. У весняний період питомий потік CO₂ 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 CO₂ 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) C:N співвідношенні. Найбільш високі питомі потоки CO₂ властиві техноземам Новороздільського кар'єру з видобутку сірки на ділянках під дубовим і тополевым насадженнями, в яких C:N співвідношення максимальні (8,5–9,6), а мінімальні – під мішаним насадженням за C:N= 4,5.

11. Найвищою продуктивністю (запас деревини понад 530 м³/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 м³/га) сягають соснові деревостани з високими (10,2 кОм) показниками імпедансу і низькою (1,71 нФ) поляризаційною ємністю (Яворівський сірчаний кар'єр) та мішаний деревостани за участю вільхи чорної, черешні, ясена звичайного і осики з високим (8,1 кОм) імпедансом та низькою (2,21 нФ) поляризаційною ємністю (Новороздільський сірчаний кар'єр). Найменшою (до 75 м³/га) продуктивністю характеризується дубовий деревостан (вік 41 рік) з 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 девастрованих ґрунтах.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Враховуючи відносно близьке розташування Яворівського та Новороздільського сірчанних кар'єрів до обласного центру, пропонується використати їх територію для створення рекреаційної зони навколо сформованого озера (Яворівський кар'єр) та техногенного гідропарку (Новороздільський кар'єр) відповідно до опрацьованих автором проектних пропозицій, що сприятиме покращенню екологічного стану довкілля регіону досліджень та дозволить забезпечити ефективне використання порушених територій.

2. На нерекультивованих ділянках в межах дискретного типу асоціацій рекомендується забезпечити активне відтворення існуючих ґрунтів, шляхом:

а) збільшення кількості бобових рослин, коренева система яких сприяє структуруванню ґрунту, збагаченню їх Нітрогеном та зростанню вмісту органічної речовини. Доцільно використовувати: *Medicago lupulina*, *Melilotus officinalis*, *Melilotus albus*, *Lotus arvensis*, *Trifolium pratense*, *Trifolium medium*, *Vicia villosa*, *Vicia cracca* та інші.

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.), що сприятиме стабілізації субстрату та усуненню негативних проявів (вивітрювання, ерозія, зсуви і т.д.).

в) під час створення лісових масивів на початкових етапах застосовувати мікоризний препарат для мікоризації саджанців, додаючи у його склад типові для території Яворівського сірчаного кар'єру види грибів міксоміцетів: *Aspergillus species*, *Aureobasidium pullulans*, *Penicillium ochrochloron*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium culmorum*, *Rhizopus species*, *Monilia species*, *Phoma glomerata*, а для Новороздільського – види *Aspergillus ustus*, *Penicillium lanosum*, *Mucor globosus*, *Mucor hiemalis*, *Aspergillus fumigatus*, *Aureobasidium pullulans*, *Trichoderma koningi*, *Trichoderma lignorum*, *Aspergillus nidulans*, *Cladosporium cladosporioides*, *Fusarium oxysporum*, *Penicillium chrizogenum*, *Mortierella isabellina*).

3. На девастрованих ґрунтах Яворівського сірчаного кар'єру передбачити створення мішаних березово-дубово-соснових культур, забезпечуючи відстань в ряду між саджанцями 0,7 м, а між рядами 1,5 м. Тип лісових культур – наступні, мішані, суцільні. Метод створення – садіння. Спосіб створення – ланковий. Густина – 9,0–10,0 тис. шт./га. Ланки дуба звичайного, берези повислої (5 саджанців в ряду) через 7–9 м. В межах Новороздільського сірчаного кар'єру забезпечити створення вільхово-в'язово-дубових культур з домішкою липи, черешні, тополі, забезпечуючи відстань в ряду між саджанцями 0,7 м, а

між рядами 1,5 м. Тип лісових культур – наступні, мішані, суцільні. Метод створення – садіння. Спосіб створення – ланковий. Густота – 9,0–10,0 тис. шт./га. Ланки в'яза шорсткого, липи, черешні (5 саджанців в ряду) через 7–9 м.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Наукові праці, в яких опубліковані основні результати дисертації:

1.1. Статті у фахових наукових виданнях України, що входять до міжнародних наукометричних баз даних:

1. Копій Л. І., Гончар В. М., Копій С. Л., Оліферчук В. П., **Копій М. Л.** Вплив складу деревостану на мікологічну структуру ґрунту. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2015. Вип. 25.2. С. 8–14. (Відбір ґрунтових зразків та проведення посіву грибів на агаризоване середовище).

2. Кучерявий В. П., **Копій М. Л.** Аналіз фізіологічних змін рослин в умовах порушених земель Яворівського сірчаного кар'єру. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2015. Вип. 25.10. С. 166–173. (Збір даних, аналіз отриманих результатів дослідження).

3. **Копій М. Л.**, Оліферчук В. П. Мікологічна структура ґрунту в межах сформованих екоотопів порушених ландшафтів Яворівського сірчаного кар'єру. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. Вип. 26.1. С. 174–181. (Збір даних, опрацювання та узагальнення отриманих результатів дослідження).

4. 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*. 2015. Вип. 13. С. 167–172. (Проведення анкетування та узагальнення отриманих результатів дослідження).

5. **Копій М. Л.**, Оліферчук В. П., Копій Л. І. Видове різноманіття мікроміцетів ґрунту території Новороздільського сірчаного кар'єру. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. Вип. 26.3. С. 278–287. (Відбір зразків ґрунту, аналіз результатів, формування висновків).

6. **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*. 2016. Вип. 26.4. С. 212–219. (Відбір зразків ґрунту та узагальнення отриманих результатів).

7. **Копій М. Л.**, Копій Л. І. Вплив рослинності на перерозподіл органічних речовин та хімічних елементів у тезноземах Яворівського сірчаного кар'єру. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. Вип. 26.5. С. 194–204. (Аналіз отриманих хімічних показників ґрунту).

8. **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*. 2016. Вип. 26.8. С. 193–199. (Узагальнення отриманих даних).

9. **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*. 2016. Том XLVI. С. 158–168. (Збір, аналіз отриманих даних та їх структурування, побудова графіків).

1.2. Статті у наукових фахових виданнях України:

10. Особливості росту та розвитку лісостанів на порушених землях відвалів Новороздільського сірчаного кар'єру. / **М. Л. Копій**, Р. Р. Вицега, С. Л. Копій, В. К. Заїка, Л. І. Копій. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2017. Вип. 27.1. С. 44–47. (Закладка пробних площ та формування висновків).

11. 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. (Проведення класифікації рослинних угруповань, формування висновків).

12. **Копій М. Л.**, Оліферчук В. П., Копій Л. І. Порівняльна характеристика мікологічної структури техноземів сірчаних кар'єрів Львівщини. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2017. Вип. 27.3. С. 99–104. (Побудова моделей грибних комплексів та дендрограм, формування висновків).

13. **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*. 2017. Вип. 27.4. С. 95–99. (Аналіз отриманих даних, побудова графіків).

14. Гамкало З. Г., **Копій М. Л.** Питомий потік CO₂ поверхні техноземів як критерій ефективності способів фітомеліорації. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2017. Вип. 27.6. С.66–70. (Сезонні заміри потоку CO₂, узагальнення отриманих даних).

2. Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

15. **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.

16. **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.

17. **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.

18. **Копій М. Л.** Біологічна рекультивация 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.

19. **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.

20. **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.

21. **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.

22. **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.

23. **Копій М. Л.** Вплив рослинних угруповань на динаміку вмісту хімічних елементів та органічних сполук у сформованих ґрунтах в межах сірчанних кар'єрів Львівщини. *Ліс, наука, молодь* : матеріали IV Всеукр. наук.-практ. конф., 23 листопада 2016 р. Житомир : ЖНАЕУ, 2016. С. 44–45.

24. **Копіу М.** Prospects for restoration of degraded landscapes within the Yavoriv sulphur quarry (Ukraine) through woodland development.:Abstractbookof IUFRO 125th Anniversary Congress, 18–22 September 2017. Freiburg : Freiburg, 2017. P. 21.

25. **Копий 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.

АНОТАЦІЯ

Копій М.Л. Фітомеліоративна роль рослинного покриву у відтворенні деастрованих земель в межах сірчанних розробок Західного Лісостепу – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.16 «Екологія». – Житомирський національний агроекологічний університет, Житомир, 2018.

В роботі проведено аналіз формування рослинних фітоценозів на різних за ступенем відтворення і видом рекультивації, порушених ділянках в межах Яворівського та Новороздільського сірчанних кар'єрів.

Встановлено, що на дослідних ділянках сформовано дискретно-континуальний (Яворів) та континуальний тип рослинності (Новий Розділ).

Досліджено основні хімічні показники техноземів на глибині до 40 см: вміст органічної речовини (ОР), актуальну кислотність, загальний вміст Нітрогену (N заг.), рухомі форми Фосфору, Калію та вміст важких металів. Визначено вологість ґрунту на глибині (0–2 см, 3–10 см, 11–20 см).

Визначено найбільш стабільні грибні комплекси, що сформувались у вивчених екотопах в сезон літо-осінь та сприяли активізації процесів трансформації органічних речовин і формуванню гумусового шару. Відзначено, що питомий потік CO₂ з поверхні досліджуваних техноземів залежить від сезону року та С:N співвідношення в ґрунті.

З'ясовано, що лісові насадження, створені на дегазованих ґрунтах відзначаються достатньою продуктивністю та сприяють активізації відновних процесів у сформованих фітоценозах. Запропоновано теоретичну модель відтворення та використання порушених територій Яворівського та Новороздільського сірчаних кар'єрів для створення рекреаційних об'єктів, що сприятиме ефективному освоєнню дегазованих ландшафтів, покращенню екологічного стану навколишнього середовища та зростанню коефіцієнта фіто-меліоративної ефективності у понад 4 рази.

Ключові слова: дегазовані території, рослинні асоціації, сингенетична та ендемогенетична сукцесія, органічна речовина, грибні комплекси, потік CO₂, важкі метали, рекреаційна територія.

АННОТАЦІЯ

Копий М.Л. Фитомелиоративная роль растительного покрова в воспроизведении дегазированных земель в пределах серных разработок Западной Лесостепи – Квалификационная научная работа на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 03.00.16 «Экология». – Житомирский национальный агроэкологический университет, Житомир, 2018.

В работе проведен анализ формирования растительных фитоценозов на разных за степенью воспроизведения и видом рекультивации, нарушенных участках в пределах Яворивского и Новороздильского серных карьеров.

Установлено, что на опытных участках сформировано дискретно-континуальный (Яворив) и континуальный тип растительности (Новый Роздол).

Определены основные химические показатели техноземов на глубине до 40 см: содержание органического вещества (ОВ), актуальную кислотность, общее содержание Нитрогена (N общ.), подвижные формы Фосфора, Калия и содержание тяжелых металлов. Измерена влажность почвы на глубине (0–2 см, 3–10 см, 11–20 см).

Установлены наиболее стабильные грибные комплексы, что сформировались в изученных экотопах летом и осенью и сопутствовали активизации процессов трансформации органических веществ и формирования гумусового шара. Отмечено, что удельный поток CO₂ с поверхности исследуемых техноземов зависит от сезона года и С:N соотношения в почве.

Выявлено, что лесные насаждения, сформированные на деградированных почвах отличаются достаточной продуктивностью и содействуют активизации возобновительных процессов в сформированных фитоценозах. Предложено теоретическую модель возобновления и использования деградированных территорий Яворивского и Новorozдольского серных карьеров для создания рекреационных объектов, что будет содействовать эффективному освоению деградированных ландшафтов, улучшению экологического состояния среды и увеличению коэффициента фитомелиоративной эффективности в более чем 4 раза.

Ключевые слова: девастированные территории, растительные ассоциации, сингенетические и эндоэкогенетические сукцессии, органическое вещество, грибные комплексы, поток CO₂, тяжелые металлы, рекреационная территория.

SUMMARY

Kopiy M. L. Phytomeliorative role of vegetation in devastated lands reproduction within the limits of sulfur quarries of Western Forest-Steppe – Qualifying scientific work on the rights of manuscript.

Dissertation for the degree of candidate of agricultural sciences in the specialty 03.00.16 «Ecology». – Zhytomyr National Agroecological University, Zhytomyr, 2018.

In the work, the analysis of plant phytocoenoses formations in different, on the degree of reproduction and the type of recultivation, damaged areas is conducted. The work is executed on an urgent topic and has a great practical importance, as degraded territories are characterized by lack of fertile layer, sharply changed relief and hydrological regime, low productivity, causes deterioration of sanitary-hygienic and environmental conditions of the research area. An important role in improving environmental conditions belongs to the phytomelioration measures carried out on devastated soils, in order to intensify the processes of their reproduction and further effective use.

It was noted that the first attempts to rehabilitate the territories affected by the mining industry began at the end of the XVII century in German. A significant amount of phytomelioration works in Ukraine was carried out in the 50–60 years of the XX century.

It was established that the species composition of Yavoriv sulfur quarry is represented by 84 vascular and non-vascular plant species, which belong to 32 families and 5 divisions, investigated areas of Yavoriv sulfur quarry varies in the range of 7 to 30 species. The species composition of the Novyj Rozdil sulfur quarry is represented by 73 vascular and non-vascular plant species belonging to 30 families and 4 divisions, typical saturation of the Novyj Rozdil sulfur quarry varies from 4 to 20 species.

It was determined that the experimental areas of Yavoriv and Novyj Rozdil sulfur quarries are represented by syngenetic and endoecogenetic successions. On

experimental plots, the discrete-continual (Yavoriv) and continental type of vegetation (Novyj Rozdil) are formed.

It was established that the most drought-resistant species in Yavoriv sulfur quarry were *Solidago virgaurea*, *Medicago lupulina*, *Tussilago farfara*, *Phalacrolooma annuum*. Tolerant to SO₂ and Cl₂, are *Tussilago farfara*, *Solidago virgaurea*, *Phragmites communis*, *Helichrysum arenarium*.

At the experimental plots, the basic chemical indicators of the soil at depths up to 40 cm in each 10 centimeter layer of technosomes and embryos were determined: organic matter content (OMC), actual acidity, total Nitrogen content (N), mobile forms of Phosphorus, Potassium and heavy metals. The soil moisture was measured on different layers (0–2 cm, 3–10 cm, 11–20 cm).

The maximum content of OMC in the area of PYa 8 in the upper (10 cm) layer was determined –2,5% and in the lower one –0,9% in PYa 11 area of Yavoriv sulfur quarry. At the plots of Novyj Rozdil sulfur quarry, the highest content (up to 3,7 %) of the OMC in the upper layer of soil was found at PN 6. The highest index of OMC content in the stratum of 31–40 cm was noted at the plot PN 6 and PN 9 indicating a significant redistribution of organic matter along the technosomes profile. The highest content of N (up to 0,35 %) in the upper layer of soil on the research plots of Yavoriv quarry is characterized for soils of PYa 9 and PYa 8. Within the Novyj Rozdil sulfur quarry, the highest content index N (from 0,27 to 0,37 %) has research areas PN 9, PN 6, PN 5, PN 3. The study of heavy metals content (Cd, Zn, Pb, Cu) allowed to establish only a slight excess of the Pb content in different layers on the plots of Novyj Rozdil sulfur quarry.

The analysis of soil samples by seasons showed that the most stable fungi complexes were formed in studied ecotops during the summer-autumn season. It was established that in the territories of quarries formed highly organized micromycetes, in which the leading role belongs to species of *Ascomycota* family.

It was established that the specific flow of CO₂ from the surface of the studied technosomes depends on the season of the year. The effect of «amplitude modulation» of seasonal changes in the specific flow of CO₂ from the soil surface is revealed, when the change in the temperature of the medium causes an adequate enhancement (weakening) of the carbon dioxide emission process.

The results of the research indicate that the maximum specific flows of CO₂ are characteristic of technosomes under oak and poplar plantations, in which the C:N ratio is the maximum (8,5–9,6), and the minimum – under mixed plantings, for C:N=4,5. It is noted that the best N –linking role of conditions of mixed tree species, especially due to the alder component, contributes to the preservation of a pool of labile Carbon due to the slowdown of mineralization of organic matter.

It was determined that the most productive (wood stock over 530 m³/ha) is poplar (age 41) woodland in the territory of the Novyj Rozdil sulfur quarry, with a smaller stock of wood (from 231 to 108 m³/ha), pine (Yavoriv sulfur quarry) and mixed woodland with black alder, cherry, ash and aspen (Novyj Rozdil sulfur quarry) and the smallest (up to 75 m³/ha) productivity is characterized by oak woodland (age 41) with a small amount of black alder and aspen.

In artificially created pine woodland with the participation of pine, red oak and birch on the territory of Yavoriv sulfur quarry, ordinary pine is characterized by lower (8,4 kOm) impedance and low (1,97 nF) values of polarization capacity compared to pine (12,6 kOm) and (1,39 nF) in the rootstock (control). The high concentration of chlorophyll «a» is characterized leaves of oak –5,667 mg/g on the control, and the leaves of the birch (6,238 mg/g), which is located within the underground mining quarry number 1 on the territory of Yavoriv sulfur quarry. The highest 11,325 mg/g content of the analyzed pigment is found in alder leaf, cherry (8,148 mg/g), ash (7,177 mg/g), and elm (6,722 mg/g), which are part of the tree stand (PN 3) formed on the western slope within Novyj Rozdil sulfur quarry.

Taking into account the relatively close location of analyzed objects to the regional center and the prospect of attracting potential vacationers from the border areas of Poland to rest, it is proposed to use this territory to create a recreational zone (Yavoriv quarry) and a technogenic hydropark (Novyj Rozdil quarry), which will allow to provide comfortable rest for Lviv residents and foreign citizens and increase the rate of phytomeliorative efficiency more than 4 times.

Key words: devastated territories, plant associations, syngenetic and endoecogenetic successions, organic matter, fungi complexes, flow of CO₂, heavy metals, recreational territory.

Підписано до друку 20.04.2018 р.
Ум. др. арк. 1.00. Формат 60×84/16.
Тираж 100 прим. Папір офсетний. Зам. № 20/04/18
Видавець: Редакційно-видавничий центр НЛТУ України
(Свідоцтво ДК № 2062 від 17.01 2005 р.)
79057, м. Львів, вул. Генерала Чупринки, 103
Тел./факс: (032) 240-23-50
E-mail: nauk.visnyk@gmail.com

