

## ВІДГУК офіційного опонента

на дисертаційну роботу КАРПІНЕЦЬ Людмили Іванівни «Бріофітні угруповання та їх ренатуралізаційна роль на породних відвалах вугільних шахт Червоноградського гірничопромислового району» представлену на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук спеціальністю 03.00.16 - екологія

Детальний аналіз дисертаційної роботи КАРПІНЕЦЬ Людмили Іванівни «Бріофітні угруповання та їх ренатуралізаційна роль на породних відвалах вугільних шахт Червоноградського гірничопромислового району» є підставою для узагальнених висновків щодо актуальності обраної теми, ступеня обґрунтованості наукових положень, висновків, достовірності, наукової новизни та практичного значення виконаного дослідження, а також загальної оцінки роботи.

Актуальність теми. Значне обґрунтоване занепокоєння у суспільстві викликає той факт, що на сьогодні понад 20% території України перебуває у незадовільному стані через перенасичення ґрунтів різними токсичними сполуками. Основними джерелами забруднення довкілля в Україні є сільське господарство, промисловість і транспорт. Зрозуміло, що однією з основних загроз в екологічній сфері є значне антропогенне порушення і техногенна перевантаженість території України, зростання ризиків виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характерів (*Національно доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2013 році*).

Розвиток видобувної промисловості у Львівсько-Волинському вугільному басейні, хоча за останні десятиліття і скоротився, проте його наслідки продовжують бути потужним фактором, який істотно впливає на екологічну ситуацію певних територій, змінюючи біотичні, гідрологічні, біогеохімічні потоки речовини та елементів в ландшафтах. Наукові дослідження в цьому аспекті дозволяють розробити заходи й технології сталого використання та моделювання і прогнозування стану навколишнього природного середовища та змін клімату, збереження, збагачення біоресурсів та покращення їх якості, безпечності, збереження біорізноманіття й відносяться

до «Переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2020 року» *{Постанова Кабінету Міністрів України від 7.09.2011 р. N 942 зі змінами від 23.08.2016р. №556}*).

За даними Департаменту екології та природних ресурсів Львівської облдержадміністрації станом на 2015 рік площа порушених земель становила 11,93 тис. га, а темпи рекультиваційних робіт із 2009 по 2015 рік знизились у 6 разів. Так, у 2015 році було рекультивовано лише 0,031 тис. га

Станом на 01.01.2014р. на забалансових рахунках підприємств, які належать до сфери управління Міненерговугілля, здійснюють видобуток вугілля та є суб'єктами господарської діяльності у сфері поводження з відходами відповідно до Закону України «Про відходи», знаходиться: всього - 355 породних відвалів, в тому числі - 94 діючих і 262 недіючих відвалів. З 94 діючих осередки горіння мають 26 породних відвалів. Також продовжують горіти ще 25 відвалів із загального числа 262 недіючих відвалів, більшість з яких конусні *{Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2013 році}*).

Роботи з рекультивації та відновлення порушених земель регламентовані Законом України «Про охорону земель», прийнятому у 2003р. *{Відомості Верховної Ради України, 2003, N 39}*. Згідно статті 52 якого до підприємств висунуто вимогу - здійснювати рекультивацію порушених земель. В цьому аспекті вкрай актуальним є з'ясування пристосувальних механізмів видів, та ролі компонентів рослинних угруповань, які сприяють інтенсифікації фіторекультивації на відвалах вугільних шахт. Необхідно відмітити, що за сучасних умов фінансового стану підприємств пріоритетним напрямком біологічного етапу рекультивації стає лісотехнічний та такий вид сільськогосподарського, як створення сіножатей і пасовищ. Причому, «піонерна» роль нижчих рослин ще є недостатньо вивченою *[Травлеєв, Белова, Зверковський, 2005; Забалуєв, 2010; Демідов, Іобець, Грицан, Жуков, 2013]*. Вищезазначене підкреслює актуальність роботи Карпінець Л.І.

У дисертаційній роботі Карпінець Л.І. проведено аналіз змін видового складу мохових синузій, репродуктивної та життєвої стратегій кожного виду, еколого-біоморфної і географічної структури та екологічних показників

(температурний і водний режими субстрату, рН) едафотопів шахтних відвалів під впливом мохового покриву. Доведено, що бріосинузії позитивним чином впливали на збагачення субстрату відвалів органічним карбоном та іншими біогенними елементами. Здатність адаптуватись у мінливому середовищі (активація біосинтезу вільного проліну, вуглеводів та фенольних сполук, зміни у фотосинтетичному комплексі) зумовила поширення толерантних видів бріофітів на шахтних відвалах, які, покращуючи екологічні мікроумови субстрату, сприяли заселенню їх судинними рослинами.

Робота виконана у відділі екоморфогенезу рослин Інституту екології Карпат НАН України в межах держбюджетних наукових тем: «Фенотипна пластичність та адаптивна здатність мохів, їх роль у ренатуралізації антропогенно трансформованого середовища» (№ державної реєстрації 0110U000206) та «Стійкість та адаптивні структурно-функціональні зміни мохів під впливом абіотичних стресорів в умовах антропогенно трансформованого середовища» (№ державної реєстрації 0115U002646).

Повнота викладення основних наукових положень та висновків в **опублікованих наукових працях**. Дисертаційна робота Карпінець Людмили Іванівни є самостійним та оригінальним дослідженням. Робота достатньо апробована: Її матеріали представлені на 6 міжнародних і 5 вітчизняних наукових конференціях. Результати досліджень, основні положення, висновки дисертації у належному обсязі відображені в 17 наукових публікаціях, з них - 6 статей, що входять до переліку фахових наукових видань і включено до міжнародних наукометричних баз даних. Зміст автореферату є ідентичним до змісту дисертації і достатньо повно відображає основні положення проведених досліджень.

Основні наукові **положення і висновки, що сформульовані в дисертації, ступінь їх обґрунтованості та достовірності**. Для вирішення поставлених завдань Карпінець Л.І. було застосовано класичні та сучасні біогеоценологічні, популяційні, фізіологічні, хімічні, біохімічні, мікробіологічні методи досліджень, а також статистичну обробку отриманих результатів.

Дослідник успішно виконав поставлені перед ним завдання, чому сприяв вибір ділянок, що знаходяться в межах локальних біогеоценозів на відвалах

двох вугільних шахт і Центральної збагачувальної фабрики шахти «Червоноградська», який дозволив встановити важливі еколого-ценотичні властивості мохових угруповань та їх вплив на формування едафічних умов на відвалах шахтних порід, що призводить до утворення на шахтних відвалах мало- та багатовидових угруповань. Дисертантом визначені фізіолого-біохімічні особливості певних видів мохів, що дозволяють останнім адаптуватись у мінливому середовищі і поширюватись у складних едафічних та кліматичних умовах відвалів вугільних шахт Червоноградського гірничопромислового району. Зазначене дозволило автору розширити уявлення про підходи до моніторингу стану порушених внаслідок діяльності вугледобувних підприємств едафотопів та їх відновлення.

Наведені в дисертаційній роботі теоретичні обґрунтування, лабораторні аналітичні дослідження проведено коректно з використанням сучасних методів та на достатньому для кандидатських дисертаційних робіт кваліфікаційному рівні. Достовірність отриманих результатів не викликає сумнівів.

Висновки, що сформульовані в роботі, містять нові наукові результати щодо змін екологічних і біоморфологічних структур епігейних бріосинузій залежно від абіотичних умов на відвалах видобутку вугілля Червоноградського гірничопромислового району та фізіологічної адаптації певних видів мохів до умов техногенного середовища. Зокрема встановлено, що зміни екобіоморфологічної структури бріосинузій зумовлені гетерогенністю абіотичних умов на відвалах. Відзначено, що найбільшу частку (65%) становлять бореальні види бріофітів, здебільшого з фонових територій, і 15% - космополіти. Формування епігейних бріосинузій сприяє підвищенню чисельності еколого-трофічних груп мікроорганізмів та пришвидшує формування органо-аккумулятивного шару під моховим покривом, порівняно із субстратом без рослин.

**Наукова новизна дисертаційної роботи.** Дисертантом отримано такі наукові

результати:

- вперше проведено аналіз стійких бріофітних угруповань на шахтних відвалах Червоноградського гірничопромислового району залежно від

положення та ступеня рекультивації відвалів. Встановлено ранг мохових угруповань як епігейних синузій, співвідношення біоморф та екоформ, диференціацію бріофлори за еволюційно-географічними елементами на території породних відвалів;

- оцінено участь бріофітних заростань у зміні водно-температурного режиму та актуальної кислотності, депонуванні органіки, стимуляції розвитку і збільшення різноманіття гетеротрофної та азотфіксуючої мікрофлори у верхньому шарі субстрату;

- досліджено роль мохового покриву у збагаченні техногенного субстрату елементами живлення та їх особливості акумуляції у гаметофіті моху;

- вперше оцінено функціонування фотосинтетичного комплексу мохоподібних залежно від умов локалітетів у техногенному середовищі. Визначено адаптивні реакції у бріосинузях в умовах шахтних відвалів.

**Практичне значення одержаних результатів.** Отримані результати поглиблюють знання про участь бріосинузій у відновленні субстратів техногенних ландшафтів видобутку вугілля залежно від ступеня їх рекультивації. Вивчення адаптивної здатності мохів до дії стресових чинників в умовах шахтних відвалів може слугувати теоретичною базою для фітореMediaції та підвищення стійкості фітоценозів на техногенних територіях видобутку вугілля. На підставі отриманих результатів будуть розроблені науково обгрунтовані методичні підходи щодо комплексної оцінки участі бріофітних синузій у сукцесіях рослинного покриву на субстратах породних відвалів вугільних шахт, визначені критерії їх ренатуралізаційної ролі, які стануть основою для розробки програми моніторингу відновлення техногенних територій Львівської області.

Результати дисертаційної роботи використовуються у наукових дослідженнях, при виконанні курсових і дипломних робіт, навчальному процесі кафедри фізіології та екології рослин Львівського національного університету імені Івана Франка у викладанні спецкурсів «Екологія рослин та ґрунтів» і «Фітоімунологія».

**Аналіз змісту дисертації.** Загальний обсяг дисертаційної роботи

становить 153 сторінки машинописного тексту і включає вступ, сім розділів, висновки, список літератури, якій налічує 208 найменування, з яких 54 - англomовні. Робота містить 26 таблиць і 19 рисунків.

У **вступі** Карпінець Л.І. обґрунтовує актуальність, практичне значення роботи, її зв'язок з науковими темами, мету роботи та завдання досліджень, наводить данні про особистий внесок, публікації та апробацію наукових результатів.

У першому **розділі** проведено аналіз публікацій як вітчизняних, так і закордонних науковців щодо ролі мохового покриву в техногенно зміненому середовищі. Зокрема зазначається, що специфічність морфологічної будови дернин дає можливість бріофітам заселяти досить різні типи субстратів: каміння (епіліти), гнилу деревину (епіксили), дерева (епіфіти) та ґрунти (епігеї), а також значний арсенал пристосувань (форма росту, життєві стратегії, розмноження: статеве, безстатеве та інш.) робить їх надзвичайно пластичними, що сприяє їхньому поширенню у досить мінливих умовах середовища та участі як у формуванні поверхневого ґрунтового шару у первинних сукцесійних процесах, так і подальшому функціонуванні сформованих фітоценозів. Автор відмічає, що одні із перших досліджень участі мохоподібних у відновних процесах антропогенно змінених територій відвалів вугільних шахт України проводились на Донбасі. Проведено аналіз наукових публікацій щодо участі бріофітного покриву в стабілізації умов середовища на території родовищ сірки та піску, яке проявляється у покращенні едафічних умов (зниження кислотності, стабілізація водного режиму), тим самим сприяє нормалізації функціонування та життєдіяльності ґрунтової біоти, а також формування рослинного покриву. Висвітлені здобутки як вітчизняних, так і закордонних наукових шкіл біологічних досліджень порушених і забруднених територій.

У другому розділі охарактеризовано район дослідження, та відвали, на яких проводились дослідження: п'ятиярусний, незарослий та частково рекультивований відвал Центральної збагачувальної фабрики шахти «Червоноградська», рекультивований (нанесенням шару ґрунтосуміші) терикон діючої шахти «Надія» та природно зарослий відвал недіючої шахти «Візейська». Наводиться аналіз даних щодо літологічної характеристики,

радіоекологічного та хімічного забруднення досліджених територій, кліматичних умов і деяких фізико-хімічних властивостей субстратів, а також попередні дослідження щодо особливостей поширення мохоподібних на девастрованих територіях з видобутку вугілля. Також проаналізовано стан відповідних рекультиваційних робіт на зазначених відвалах.

У третьому **розділі** наведені методи польових і лабораторних досліджень.

**Четвертий розділ** присвячений оцінці систематичної, біоморфологічної та екологічної структури мохоподібних бріофітних синузій на шахтних відвалах. Автором визначено 14 типових маловидових (від 1 до 8) безрангових епігейних бріосинузій, які ідентифікували за домінантними видами мохоподібних та їх життєвими формами. Показано, що видовий склад і проективне покриття бріосинузій залежать від віку породних відвалів, типу їх рекультивації та мікрокліматичних умов місцезростання. Встановлено, що зміни екобіоморфологічної структури бріосинузій зумовлені гетерогенністю абіотичних умов на відвалах. Відзначено, що найбільшу частку (65%) становлять бореальні види бріофітів, здебільшого з фонових територій, і 15% - космополіти. Серед біоморф переважають мохи із життєвими формами: щільна дернина та пухке плетиво, а екоморф - ксеромезофіти, мезофіти, олігомезотрофи, мезотрофи та інцертофіли. Наголошується, що поєднання як статевого, так і безстатевого типів розмноження у мохоподібних забезпечує їх експансію на гетерогенній території внаслідок видобутку вугілля.

**П'ятий розділ** містить результати визначення середоБІщетворної ролі, а саме сезонних змін мікрокліматичних умов (вологості, температури, рН) під моховими дернинами та у субстраті без рослинності залежно від положення на відвалах. Також визначено особливості акумуляції у клітинах домінантних видів мохів таких біогенних елементів, як С, N, P, K, Ca і Na, та рівня забезпеченості ними субстратів під бріофітним покривом. Крім цього в розділі проаналізовано дані щодо вмісту важких металів (Zn, Cd, Ni, Fe, Mn, Pb і Cu) у субстратах під дерниною, в субстратах без рослин і в тканинах *Ceratodon purpureas* і *Polytrichum piliferum* та доведено, що мохоподібні, акумулюючи значну кількість важких металів, вилучають їх із едафотопів відвалів, таким

чином зменшуючи токсичність субстрату. Нагромадження мохами поллютантів підтверджує їх роль як інформативних індикаторів забруднення середовища. Проаналізовані результати визначення співвідношення різних фізіолого-трофічних груп мікроорганізмів під моховим покривом і в субстратах тераси відвалу шахт "Візейська" і "Надія" та Центральної збагачувальної фабрики шахти «Червоноградська» дозволили дисертанту дійти висновку про збільшення участі олігонітрофілів в едафотопях підбріюфітною рослинністю.

У шостому **розділі** наведено результати вивчення сезонної динаміки вмісту пігментів фотосинтезу в пагонах *Ceratodon purpureas* та інших видів мохів залежно від умов місць існування на відвалах. Також визначено рівень біологічно активних речовин (фенольних сполук, розчинних цукрів та БІЛЬНОГО проліну) в гаметофіті *Ceratodon purpureus* та фітотоксичність екстрактів з мохових дернин і техногенних субстратів (у модельних експериментах з *Raphanus sativus*). Автором встановлено, що в умовах дефіциту вологи, високої інсоляції та температури у бріосинузіях

підвищується здатність до синтезу розчинних цукрів, вільного проліну та фенольних сполук, що є проявом адаптації до стресових умов, які створюються на відвалах вугільних шахт Червоноградського гірничопромислового району.

У **сьомому розділі** підсумовуються та узагальнюються результати проведених досліджень щодо участі мохового покриву у відновленні девастрованих територій гірничодобувної промисловості.

**Загальні висновки** дисертаційної роботи відповідають її змісту, коректно висвітлюють основні наукові здобутки.

Загалом, можна зазначити, що дисертація є закінченою кваліфікаційною роботою, в якій отримано нові наукові результати і вони мають теоретичну та практичну цінність.

**Дискусійні положення та зауваження щодо дисертаційної роботи.** Разом з тим, до дисертаційної роботи є низка зауважень:

1. У вступі, де обґрунтовується актуальність виконання роботи, автор, на жаль, не посилається на жодну англomовну публікацію з питань щодо екологічної ролі мохів у техногенно змінених екосистемах.

2. Здобувачу не потрібно було виокремлювати розділ 1, а логічніше було



надати цей матеріал у підрозділі 2.3 змінивши відповідно назву розділу.

3. У розділі 3. Матеріали і методи досліджень не наводяться методики визначення наземної фітомаси у розрахунку  $\text{г/м}^2$ , хоча отримані результати наводяться і обговорюються в підрозділі 6.1.2.

4. Не зрозуміло які саме значення температури повітря і субстрату обговорюються в підрозділі 5.1: це середньодобові температури, середньодобові максимальні температури за 3 роки досліджень.

5. В таблицях 5.4.1, 5.4.2 і 6.1.1, а також на рис. 6.1.1 не наведено результатів обрахунку статистичної достовірності різниці між отриманими результатами, що значною мірою ускладнювало їх аналіз.

6. Доцільно було обрахувати та обговорити у підрозділі 5.4 не тільки абсолютні значення вмісту важких металів, але і коефіцієнти забруднення ґрунтів та рослин, або коефіцієнти транслокації елементів у системі «субстрат-рослина» {Ильин В.Б., Степанова М.Д, Относительные показатели загрязнения в системе почво-растение // Почвоведение. - 1979. - № 11. - С. 61-67; Никаноров А.М. Тяжелые металлы в организмах ветлендов России / А.М. Никаноров, А. Жулидов, В.М. Емец - С.-П.: Гидрометеоиздат, 1993. - 282 с; Gupta S. Assessment of heavy metal accumulation in macrophyte, agricultural soil and crop plants adjacent to discharge zone of sponge iron factory / S. Gupta, S. Nayek, R.N. Saba and Satpati // Journal of Environmental Geology 55, 2008, P. 731-739}.

7. Не коректним є висловлювання автора «Мохоподібні, акумулюючи значну кількість важких металів, вилучають їх із біогеохімічного циклу....», або «Отже, мохоподібні, акумулюючи важкі метали, вилучають їх із біогеохімічного циклу....» (стор. 97 і 125 дисертаційної роботи та стор. 13 автореферату). Мохи можуть лише на нетривалий термін вилучати зазначні елементи із міграційних потоків у ґрунті, а не з біогеохімічних циклів. Тому що за визначенням «цикл біогеохімічний або біогеохімічний кругообіг речовин - процес багаторазового перетворення і просторового переміщення хімічних елементів у межах різних компонентів природних і техногенних комплексів, зумовлений життєдіяльністю організмів» {Екологічна енциклопедія: УЗ т.- К.-

2006, 7.1. - С.74). Тобто відбувається за обов'язкової участі живих організмів.

8. Зважаючи на важливу роль сполук сірки у формуванні фізико-хімічних властивостей субстратів, зокрема, рН та їх фітотоксичності, в роботі доцільним було навести та проаналізувати дані щодо їх вмісту в субстратах відповідних ділянок.

9. У підрозділі 5.5 доцільніше було надати чисельність відповідних фізіолого-систематичних груп мікроорганізмів, що дозволило порівняти отримані результати із вже існуючими в літературі. Тому що не зрозуміло як вираховували «співвідношення різних груп мікроорганізмів у субстратах..... Поряд з цим потрібно було визначити згідно існуючих методів саме чисельність целюлозоруйнівних мікроорганізмів, для обговорення ролі бріосинузій у процесах мікробіологічного гумусоутворення. Тому що з поля зору автора за його логікою методично виключаються мікроміцети та дріжджі, роль яких в процесах мікробної трансформації сполук карбону є не менш вагомою, ніж актинобактерій (стор. 98 дисертаційної роботи).

10.Нажаль в авторефераті дисертаційної роботи не знайшли відображення результати підрозділу 6.2 щодо фітотоксичності екстрактів у лабораторних експериментах з *Raphanus sativus*.

11.Враховуючи, наведений в роботі експериментальний матеріал у подальшому дисертанту бажано зосередитись на розробці рекомендацій виробництву, їх патентної захищеності та впровадженні отриманих результатів на вугільних підприємствах Львівсько-Волинського вугільного басейну.

12.У роботі містяться певні недоліки в оформленні та орфографічні помилки. Зокрема, потрібно було надати як додатки до роботи документальне підтвердження впровадження результатів дисертаційної роботи у навчальний процес. Не зрозумілим є правопис слів карбон, нітроген, фосфор та інших елементів у середині речення з великої літери та деякі інші.

Загальна оцінка дисертаційної роботи. Дисертаційна робота, представлена **Карпинець Людмилою Іванівною**, є самостійним дослідженням, результати якого суттєво доповнюють відомості щодо видового складу мохових синузій, репродуктивної та життєвої стратегій кожного виду в умовах

техногенно порушених територій (шахтних відвалів) та їх участь у створенні сприятливих умов {збагачення субстратів біогенними елементами й оптимізація інших фізико-хімічних показників) для сприяння заселення відвалів вугільних шахт судинними рослинами.

Оформлення дисертації та автореферату загалом, з урахуванням зазначених вище зауважень, відповідає діючим нормативним документам.

Аналіз поданих для розгляду матеріалів (рукопису дисертації, автореферату, публікацій) дозволяє дійти висновку, що за актуальністю обраної теми, адекватністю застосованих методів, обсягом матеріалу, практичним значенням отриманих результатів та особистим внеском автора робота «**Бріофітні угруповання та їх ренатуралізаційна роль на породних відвалах вугільних шахт Червоноградського гірничопромислового району**» відповідає вимогам п.11 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р. №567, зі змінами, затвердженими Постановами Кабінету Міністрів України від 19.08.2015 р. №656 та від 30.12.2015р. №1159, а її автор - **Карпінець** Людмила Іванівна - заслуговує присудження наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.16 - екологія.

Старший науковий співробітник  
відділу оптимізації техногенних  
ландшафтів Криворізького ботанічного  
саду НАН України,  
канд.біол.наук, ст.н.с.

Гришко В.М.

Кривий Ріг, 28.04.2017 р.

Підпис Гришка В.М. засвідчено  
Директор Криворізького ботанічного саду  
д.б.н., проф.  
« 28 » квітня 2017 р.



Коршиков І.І.