ВІДЗИВ

офіційного опонента на дисертацію Данильчук Наталії Михайлівни «Життєздатність видів роду *Populus* L. на залізорудних відвалах Криворіжжя», представлену на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.16 – екологія

Детальний аналіз дисертації Данильчук Н.М. «Життєздатність видів роду *Populus* L. на залізорудних відвалах Криворіжжя» дозволяє сформулювати наступні узагальнені висновки щодо актуальності, ступеня обґрунтованості основних наукових положень, висновків, рекомендацій, достовірності, наукової новизни, практичного значення, а також загальної оцінки роботи.

Актуальність теми дисертаційного дослідження

Пріоритетність збереження довкілля відповідно до Стратегії національної екологічної політики України, взяті нею міжнародні зобов'язання на шляху до сталого розвитку зобов'язують вжиття термінових заходів для подолання довготривалих проблем природного середовища, його декарбонізації, збереження біологічної та ландшафтної різноманітності

Техногенні втручання в усі середовища життя, інженерно-технологічні зміни рельєфу, деградації ґрунтів і розбалансування екологічних систем визначають особливу актуальність досліджень спрямованих на оптимізацію ландшафту для життя та праці людини, виявлення закономірностей про екологічні явища та процеси у біоценозах, обґрунтування заходів фіторекультивації.

В Україні найбільшого руйнування природних ландшафтів завдала гірничодобувна промисловість, яка призвела до формування нових техногенних утворень. Її вплив в окремих регіонах, як, наприклад, у Криворізькому гірничопромисловому вузлі, дуже значний, який можна порівняти з природними геологічними процесами. Геологічні породи, з яких формуються промислові відвали, не мають властивостей природних ґрунтів, в

першу чергу, ефективної родючості. Нерідко вони є фітотоксичними і вкрай несприятливими для існування рослин.

Чинне природоохоронне законодавство України та міжнародна практика визначають рекультивацію необхідним способом екологічної оптимізації техногенних утворень. Рекультивація деградованих ландшафтів, зокрема відвалів, є найзручнішим і найдешевшим способом повернення девастованих територій для використання.

Актуальний на сьогодні селекційний відбір, дозволяє обрати види, які на відвалах виявляють найвищу життєздатність та можуть відновлюватись насіннєвим або вегетативним шляхом і розселятися по поверхні відвалу, утворюючи стійкі угруповання. Цьому сприяє те, що значна кількість відвалів, зокрема великих, давно виведена з експлуатації, а їх порода пройшла основні етапи фізико-хімічного вивітрювання, ставши при цьому екологічно більш сприятливою для розселення деревних рослин. Все це призвело до активації процесів самозаростання відвалів за рахунок насіння і діаспор тих рослин, що вже росли на відвалі, або насіння, занесеного з прилеглих територій. Процес щорічного розселення й самовідновлення деревних рослин, зокрема, тополь, на залізорудних відвалах Криворіжжя – нових екотопах, не властивих природним ландшафтам, – можна розглядати як реалізацію адаптивної стратегії видів у нехарактерних еколого-едафічних умовах існування, а з іншої сторони – їх заселення окремими автохтонними видами відповідає вимогам екосистемного підходу.

Дослідження процесів вегетативного поширення тополь на залізорудних відвалах доцільно вивчати з точки зору виявлення закономірностей генотипових та фенотипових реакцій, в першу чергу оцінюючи їх життєздатність в нехарактерних для них умовах середовища. Це дає можливість розробити практичні рекомендації керованого управління процесом заростання та заходи пришвидшення природної колонізації тополями техногенних екотопів, а в підсумку – значно знизити витрати на їх

рекультивацію. У зв'язку з цим актуальність досліджень автора не викликає сумніву.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана у відділі інтродукції та акліматизації рослин Криворізького ботанічного саду НАН України в межах планових фундаментальних досліджень відділу за темами: «Генетично-селекційні підходи у визначенні механізмів формування екологічно стійких форм рослин» (№ держреєстрації 0102U004551; 2002–2006 р.р.), «Збереження, збагачення і вивчення біологічного різноманіття при інтродукції рослин в промисловому Кривбасі з метою використання інтродуцентів в оптимізації техногенного середовища» (№ держреєстрації 0199U001192; 2004–2008 р.р.), «Використання генетично-селекційних технологій в збереженні біорізноманіття та селекції стійких до стресових факторів рослин» (№ держреєстрації 0106U008124; 2007–2011 р.р.), «Інтродукція та акліматизація деревних і чагарникових рослин в еколого-ландшафтній оптимізації міських зелених насаджень у промисловому регіоні степової зони України» (№ держреєстрації 0117U000828; 2017–2019 р.р.).

Мета та завдання дисертаційної програми Данильчук Н.М. достатньо конкретизовані в теоретичному та практичному планах досліджень. В межах загальної проблеми дисертантом поставлено на розв'язання ряд теоретичних і практичних дослідницьких проблем, теоретично та методологічно обґрунтувано їх та результативно реалізовано.

Наукова цінність і новизна дисертаційної роботи Данильчук Н.М. досить широко визначені тим, що дослідження проведені на нових теоретичних і методологічних засадах. Дисертантом уперше встановлено, що *P. deltoides* і *P. italica* є піонерними видами серед деревних порід, які заселяють залізорудні відвали Криворіжжя після припинення їх відсипки; виявлено високу вегетативну рухливість *P. alba, P. italica, P. tremula* і *P. deltoides* на залізорудних відвалах, що потрапляють на них стихійно насіннєвим шляхом; показано, що *P. alba* і *P. italica* в умовах відвалів утворюють в процесі онтогенезу 6 життєвих форм, які підвищують стійкість

видів у специфічних ценозах, при цьому у тополь формується поверхнева, сильно розгалужена коренева система, без виділення головного кореня; встановлено здатність 5-7 – річних паростків утворювати власну кореневу систему, яка у випадку розриву плагіотропного кореня, дозволяє їм існувати самостійно; показано, що типовою адаптивно-пристосувальною реакцією тополь на жорсткі лісорослинні умови зростання на відвалах є щорічне утворення нових ортотропних і плагіотропних пагонів, що призводить до збільшення фітогенного поля кожного рослинного організму та успішного захоплення території.

Практичне значення одержаних результатів різнопланове: розроблені основи широкого використання тополь, зокрема, *P. alba*, *P. italica* і *P. deltoides* та в меншій мірі – *P. tremula* в практиці заліснення відвалів залізовидобувних та гірничозбагачувальних комбінатів Криворіжжя. Розроблено рекомендації щодо використання *P. alba* у рекультивації техногенно порушених земель шляхом висіву насіння та висадки вкорінених живців із закритою кореневою системою на локальних осередках відвалів. Запатентовано спосіб використання *P. alba* для рекультивації залізорудних відвалів Криворіжжя.

Публікації. За темою дисертації опубліковано 20 наукових праць, з яких: 2 статті у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз; 9 статей у періодичних фахових виданнях України; 8 публікацій – матеріали конференцій і тез доповідей. Автором отримано 1 патент.

Аналіз змісту дисертації

Дисертаційна робота складається зі вступу, шести розділів, з яких чотири висвітлюють результати власних досліджень, висновків, списку використаних джерел, додатків. Дисертація містить 10 таблиць і 22 рисунки. До списку літератури включено 292 джерела, з яких – 23 латинкою.

Розділ І «Життєздатність деревних рослин в екологічно несприятливих умовах техногенно порушених степових територій» присвячений огляду і аналізу робіт з лісової рекультивації відвальних ландшафтів степової зони України. Показано, що рекультивація фактично є використанням адаптивного

потенціалу можливостей видів в екстремальних умовах існування, для багатьох – за межами природного ареалу. Висвітлено специфіку і екологічні аспекти природного відновлення рослинності на техногенно порушених і докорінно змінених територіях. Детально проаналізовано вітчизняний та міжнародний досвід рекультивації техногенних утворень. Зазначено, що розкриття біологічних особливостей видів, що забезпечують природне поширення рослин на таких територіях, створює можливості для розробки заходів зі штучного сприяння цим процесам.

У **ІІ розділі** «Характеристика району досліджень, об'єкти і методи досліджень» автор приводить характеристику фізико-географічних умов Криворіжжя за геоморфологічною будовою, кліматичним та геоботанічним районуванням. Відображені особливості техногенних ландшафтів Криворіжжя, сформованих внаслідок довготривалого видобутку залізної руди відкритим способом, вивчено їх генезис та структуру едафотопів. Розглянуто особливості мікроклімату, вітрового і термічного режимів берм та схилів відвалів.

У **ІІІ розділі** «Поширеність та життєздатність видів роду *Populus* L. в різних за ступенем антропогенного впливу екотопах Криворіжжя» приведено детальні результати аналізу морфометричних характеристик та життєвого стану представників роду *Populus* в паркових насадженнях м. Кривий Ріг, де домінуючими є *P. nigra, P. italica* і *P. bolleana,* на долю яких припадає 61% від загальної кількості тополь у парках. Найменше представлені в паркових насадженнях міста *P. alba, P. balsamifera* і *P. tremula*. Дерева віком понад 40 років характеризуються зниженням показника життєвого стану. Основними причинами пригнічення, а часто і передчасного відмирання рослин є незадовільна агротехніка або її повна відсутність, висока щільність посадок, сухість повітря в осінньо-літній період, техногенне та рекреаційне навантаження, а також ушкодження дерев, викликані шкідниками і хворобами. Найбільш ослаблені та з ознаками відмирання дерева ростуть в насадженнях, розташованих біля автодоріг, а також в зоні впливу металургійних

підприємств. Вказується, що радикальна обрізка погіршує життєвий стан тополь, проте немає результатів досліджень дерев до та після обрізки крони.

Також представлені дані з поширення тополь на поверхнях відвалів, де виявлено 6 видів і 1 гібрид роду *Populus: P. italica, P. bolleana, P. deltoides, P. simonii, P. tremula, P. alba* і *P.* x *berolinensis,* більшість з яких заселилися на поверхні відвалів спонтанно внаслідок заносу насіння з прилеглих насаджень. Для *P. italica, P. tremula* і *P. alba* на поверхнях відвалів характерне щорічне рясне утворення кореневих паростків і, як наслідок, збільшення фітогенного поля та охопленої коренями площі, що сприяє закріпленню субстрату відвалів, захищаючи його від пиління та обвалів і зсувів.

У **IV розділі** «Вегетативна рухливість тополь на відвалах та у малопорушених природних екотопах», що складається з трьох підрозділів, розглядаються морфологічна та анатомічна будова коренів тополь, а також адаптивні зміни їх кореневої системи на відвалах під впливом чинників навколишнього середовища. Ці дослідження на прикладі тополь виявили важливі закономірності у системі «едафотоп–фітоценоз» в умовах залізорудних відвалів.

Впродовж життєвого циклу на відвалах у тополь змінюються процеси формоутворення і зростає різноманітність життєвих форм: *P. italica, P. alba* і *P. tremula* формують життєві форми одностовбурного дерева, мало- і багатостовбурного дерева, куртиноутворюючого, або довгоксилоризомного дерева. Найбільш мінливими є життєві форми *P. italica*, які формуються в залежності від умов місцезростання.

Одностовбурні дерева вказаних видів тополь становлять лише 10–15 % від загальної кількості особин. Малостовбурне та багатостовбурне дерева формуються внаслідок утворення ортотропних пагонів зі сплячих бруньок при основі головного стовбура, відрізняючись між собою кількістю скелетних осей і їх основними характеристиками.

В процесі розвитку вегетативних органів тополь в техногенних рихлих субстратах відбувається перетворення ділянки кореня на здерев’яніле

кореневище – ксилоризом, на якому в наступні роки закладаються нові вегетативні бруньки. При розвитку ортотропних пагонів на ксилоризомі формується довгоксилоризомне дерево, характерне частіше для *P. italica*, яке в свою чергу є куртиноутворюючим деревом.

Площі куртин, що утворені більш стійкими *P. alba* і *P. italica* на відвалах варіюють в залежності від місця розташування на відвалі та субстрату. Кількість парціальних утворень в складі куртиноутворюючого дерева збільшується з кожним роком внаслідок активних процесів пагоноутворення. У жодного ксилоризомного дерева на відвалах не виявлено ознак дезінтеграції на окремі частини. Такі життєві форми тополь на відвалах становлять близько 90 % від загальної кількості досліджених дерев.

В анатомічній будові кореня тополі спостерігається перехід від первинної будови до вторинної, внаслідок чого покривною тканиною стає перидерма, і корінь фактично представлений центральним осьовим циліндром. Серцевина в анатомічній будові кореня відсутня.

Ксилоризом є перехідною формою між коренем та стовбуром. Анатомічна будова ксилоризому, що розвивається у верхньому шарі породи, дуже схожа з будовою надземних пагонів: у ксилоризомі виявлені різновікові елементи деревини і серцеподібні перимедулярні волокна, які також властиві серцевині стебла. Додаткові бруньки ксилоризому формуються в перициклі кореня. Розростаючись усередині кореня, додаткові бруньки розривають його кору і виходять на поверхню. У разі пошкодження чи загибелі деяких пагонів, апікальні бруньки на потовщеннях ксилоризомів, що виникають в місцях розриву первинної кори, здатні до активного відновлення і росту вегетативних пагонів.

У **V розділі** «Структурно-функціональна характеристика особливостей пристосування листків видів роду *Populus* L. до умов зростання на залізорудних відвалах» автор доводить, що в листках тополь на відвалах встановлено зменшення вмісту хлорофілу *a* та *b*, причому найбільше виражене зниження вмісту хлорофілу *a* у рослин на відвалах у порівнянні з парковими

насадженнями. Загальний вміст каротиноїдів в листках різних видів тополь найменшим був у рослин зони умовного контролю.

Пристосувальними реакціями листка тополь на умови зростання є зменшення товщини верхнього та нижнього епідермісу листків у *P. italica* і *P. deltoides* у порівнянні з рослинами парку; також простежується чітке зменшення товщини палісадної паренхіми у тополь відвалів порівняно з насадженнями паркової зони, і найбільшим зниження цього показника виявилося у *P. deltoides* і *P. italica.* У *P. alba* товщина палісадної паренхіми зменшується несуттєво порівняно з умовним контролем, що свідчить про більший адаптивний потенціал цього виду та стійкість до напружених умов зростання.

Зменшення товщини листка та збільшення кількості продихів на нижньому епідермісі також є реакцією рослин на умови зростання. Максимальне зменшення товщини листка встановлене у *P. deltoides* в умовах відвалу – на 46 %; кількість продихів на нижньому боці листка у всіх видів тополь збільшується в умовах відвалів в середньому в 1,4 рази.

VI розділ «Ріст видів роду *Populus* L. в умовах Криворіжжя» присвячений з'ясуванню росту і розвитку тополь в різних субстратах відвалів та на чорноземі звичайному. Приріст річного пагону найбільшим є у дерев, що зростають на чорноземі звичайному в парку. На відвальних субстратах більшим річним приростом характеризуються тополі на суглинкових ділянках порівняно з кварцитом.

Загальна облиствленість *P. italica, P. deltoides* та *P. alba* на суглинках і кварцитах менша, ніж у видів тополь в насадженнях парку, що пов'язане зі збільшенням кількості дрібних листків. Зменшення загальної ваги сирої речовини листків тополь відбувається за рахунок зменшення ваги усіх листків різної градації. Зменшення річного приросту та збільшення кількості дрібних листків є проявом пристосувальних змін рослинного організму до екстремальних умов зростання.

Загальні висновки дисертації відповідають її змісту, конкретно і стисло висвітлюють основні наукові результати. Загалом можна зазначити, що дисертація є закінченою науковою роботою, в якій отримані нові наукові результати, що мають теоретичну та практичну цінність.

Принципових зауважень щодо форми, змісту, способу викладу матеріалів дисертації та їх пояснення, методики проведення польових та лабораторних досліджень, оцінки вихідних матеріалів – немає. Разом з високою позитивною оцінкою всієї дисертації і особистого внеску здобувача в розробку фундаментальних положень та впровадження отриманих результатів у виробництво, вважаю необхідним висловити деякі зауваження і побажання, а саме:

1. У першому розділі, на нашу думку, недостатньо повно висвітлені питання зміни життєвих форм деревних порід за різних умов зростання.

2. У другому розділі автор не завжди в повній мірі використовує особливості локальних екотопів відвалів при аналізі експериментальних даних щодо успішності розселення тополь на поверхнях відвалів.

3. У третьому розділі наведена агрохімічна характеристика відвальних субстратів, хоча ці дані доцільно було б розмістити у другому розділі.

4. У четвертому розділі доцільно б було також відобразити дослідження міжпопуляційних взаємодій тополь різних видів.

5. Шостий розділ, присвячений ростовим процесам тополь в різних умовах зростання доцільно було б доповнити даними фенологічних спостережень.

6. У дисертаційній роботі зустрічаються окремі стилістичні погрішності, друкарські помилки.

Зазначені недоліки не знижують практичну цінність роботи і не впливають на обґрунтованість положень, які захищаються.

Таким чином, автор роботи запропонував достатньо розгорнуті, реалізовані та завершені дослідження, які є цінними для науки та практики. Дисертаційна робота Данильчук Н.М. має логічну структурованість відповідно

до мети та задач, і це дає можливість прослідкувати поетапну реалізацію та завершеність досліджень, логічність подання та осмислення теоретичних засад і фактологічного матеріалу, що викладені в кожному розділі.

Рукопис дисертації справляє добре враження своєю обґрунтованістю та чіткістю викладу як теоретичних, так і фактичних матеріалів. Дисертація містить необхідну кількість ілюстративного і фактологічного матеріалу.

Оформлення дисертації в цілому, з урахуванням зазначених вище зауважень, відповідає чинним нормативним вимогам.

Автореферат дисертації є ідентичним її змісту та основним положенням. Автореферат відповідає призначенню і достатньо конкретно та у повній мірі характеризує виконану роботу.

Підсумовуючи викладене вище, вважаю, що дисертаційна робота Данильчук Наталії Михайлівни «Життєздатність видів роду *Populus* L. на залізорудних відвалах Криворіжжя» є повноцінним науковим дослідженням, яке виконано на високому теоретичному й методичному рівні, відповідає кваліфікаційним вимогам щодо дисертацій, викладеним у «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567, зі змінами, затвердженими Постановою Кабінету Міністрів України від 19 серпня 2015 р. № 656 та № 1159 від 30 грудня 2015 р., а її автор заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.16 – екологія.

Кандидат біологічних наук, доцент
директор КНП «Бориславський центр екології,
туризму та сталого розвитку» М.П. Цайтлер