

ВІДГУК

на дисертацію Соханьчака Романа Романовича

«Адаптивний потенціал адвентивного моху *Campylopus introflexus* (Hedw.) Brid. на девастованих територіях гірничовидобувних підприємств Львівської області», поданої на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.16 – екологія

Актуальність теми

У трансформації сучасних екосистем антропогенний фактор має провідне значення. Львівська область, як регіон, багатий на корисні копалини, традиційно мала розвинену гірничовидобувну галузь, яка значним чином вплинула на трансформації її природних ландшафтів. Новоутворені техногенні екосистеми, які за спектром екологічних умов часто не мають аналогів у природі, зазвичай, відрізняються специфікою відновлення своїх базових компонентів, насамперед, рослинного покриву. Зокрема, це призводить до порушення екосистемних зв'язків, локального витіснення аборигенних видів з природних популяцій та проникнення в угруповання чужорідних рослин.

Мохоподібні представляють давню групу вищих рослин, яка за різноманіттям посідає другу позицію після судинних. Завдяки високій резистентності щодо впливу екстремальних умов модифікованого середовища, бріобіонти одними з перших оселяються на техногенних відслоненнях, де з часом формують рясні, добре структуровані угруповання. Завдяки особливостям анатомо-морфологічної організації та підвищеній екологічній пластичності, мохоподібні здатні ефективно заповнювати вільні ніші екоотопів, непридатних для оселення більшості представників фітобіоти, насамперед судинних рослин. Тим самим бріобіонти відіграють важливу, еволюційно обумовлену роль у підвищенні стійкості та загальної продуктивності техногенно змінених екосистем.

Campylopus introflexus (Hedw.) Brid. є адвентивним видом у Європі, який протягом останніх десятиріч швидко опановує нові місцевиростання та збільшує свій ареал. Серед небагатьох адвентивних видів бріофітів із задокументованою історією їхнього проникнення і розповсюдження в Європі *C. introflexus* вважається найагресивнішим. На території України цей вид вперше було виявлено улітку 2009 року автором роботи на відвалах шахти "Надія" м. Соснівки Сокальського району Львівської області. Наразі відомо 6 локалітетів, зосереджених на Малому Поліссі в межах Буського, Радехівського, Сокальського та Яворівського районів Львівської області. Зважаючи на експансивну динаміку поширення зазначеного виду, слід очікувати його подальше поширення поза межами Малого Полісся. Тому вивчення екологічних умов місць існування, морфо-фізіологічних механізмів пристосувань та особливостей репродукції *C. introflexus* є важливими як для визначення закономірностей поширення адвентивних видів, так і для з'ясування природи формування стійкості мохів в умовах антропогенно змінених територій.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційну роботу виконано протягом 2009-2016 років під час роботи здобувача 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 RK 0110U000206) та “Стійкість та адаптивні структурно-функціональні зміни мохів під впливом абіотичних стресорів в умовах антропогенно трансформованого середовища” (№ державної реєстрації RK 0115U002646), а також цільової бюджетної теми “Структурно-функціональні особливості та адаптаційні перетворення біотичних систем у Карпатському, Подільському та Західнополіському регіонах України в умовах антропопресії” (№ державної реєстрації RK 0112U000717).

Наукова новизна отриманих результатів

Робота належить до однієї з перших спроб дослідити участь окремих видів мохоподібних у процесах ревіталізації субстратів техногенного походження на девастрованих територіях гірничовидобувних підприємств Львівської області.

Так, було виявлено новий адвентивний вид моху *C. introflexus* для флори України. Уперше визначено зміни морфологічної структури дернин, фітомаси, проективного покриття і первинної продуктивності моху на територіях, порушених гірничодобувною діяльністю. Оцінено екологічну пластичність, фізіолого-біохімічні стрес-реакції й адаптивний потенціал *C. introflexus* в умовах антропогенно змінених територій. Відзначено високу здатність моху до генеративного та вегетативного розмноження, а також значну мінливість статевого співвідношення у двостатевих мохових дернинах. Встановлено, що пристосування моху до абіотичних чинників техногенно зміненого довкілля зумовлені змінами у функціонуванні фотосинтетичного апарату моху і метаболізмі біологічно активних речовин. Встановлено вплив *C. introflexus* на мікроумови субстратів, що проявляється у нагромадженні органічного Карбону, перерозподілі макро- та мікроелементів у системі субстрат/рослина, змінах водного, температурного режиму й актуальної кислотності верхнього шару техногенних субстратів.

Практичне значення одержаних результатів

В результаті виконаної роботи, було поглиблено уявлення про закономірності поширення, екологію та пристосування адвентивних видів мохів і з'ясування природи їх стійкості до абіотичних чинників техногенно зміненого довкілля. Отримані результати можуть бути основою для розробки системи моніторингових досліджень за рівнем експансивності адвентивного моху *C. introflexus* та його впливу на бріофітні угруповання і продуктивність рослинного покриву на девастрованих територіях. Узагальнені результати досліджень використовуються під час викладання спецкурсів “Екологія рослин та ґрунтів” і “Фітоімунологія” для студентів біологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка, про що свідчить відповідний акт впровадження.

Достовірність результатів, положень і висновків підтверджується кропітким підходом дисертанта до розкриття і висвітлення теми. Зокрема, дотриманням методик дослідження, великим обсягом теоретичного та польового матеріалів, старанним лабораторним опрацюванням отриманих даних. Робота базується на власних польових дослідженнях та теоретичних узагальненнях. Основні положення роботи і результати досліджень апробовані на 19 наукових і науково-практичних конференціях.

Наукова цінність дисертації зумовлена актуальністю теми, достовірністю отриманих результатів досліджень, їхнім практичним і теоретичним значенням.

Публікації результатів досліджень

За матеріалами дисертації опубліковано 23 наукові праці, у тому числі 5 статей, з яких: 4 – у фахових виданнях України, які входять до міжнародних наукометричних баз даних (Біологічні студії / *Studia Biologica*; Вісник Львівського університету. Серія біологічна; Український ботанічний журнал), 1 – у фахових журналах, які входять до переліку МОН України (Наукові основи збереження біотичної різноманітності) та 18 тез доповідей.

Аналіз структури дисертації та результатів наукових досліджень:

Основний зміст дисертаційної роботи викладено на 120 сторінках машинописного тексту. Робота побудована за традиційною схемою і складається із вступу, шести розділів, що містять 20 таблиць та 26 рисунків, висновків та списку використаних джерел, який налічує 195 найменувань, у тому числі 111 латиницею. Загальний обсяг дисертації разом із списком літератури становить 142 сторінки.

Вступ (стор. 5-9)

Обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, мету і завдання досліджень, наукову новизну та практичне значення отриманих результатів. Об'єктом досліджень є адаптивний потенціал адвентивного виду моху *C. introflexus* на територіях відвалів вугільних шахт, підземної виплавки сірки та колишніх торфокар'єрів. Предметом дослідження є комплекс екологічних та морфо-фізіологічних показників *C. introflexus*, що характеризують його екологічну мінливість, морфологічну структуру дернин, репродуктивну здатність, первинну продуктивність та вплив моху на мікроумови субстратів девастрованих територій.

Розділ 1. Історія поширення адвентивних видів мохоподібних у Європі (стор. 10-32).

Розділ присвячений опису основних шляхів проникнення адвентивних видів рослин, у тому числі і мохоподібних, на нові території та способи їх розповсюдження, а також висвітлено загальні гіпотези інвазивності та історію досліджень адвентивних видів мохоподібних на території Європи. Проаналізовано стратегію поширення *C. introflexus* в Європі та Україні. Обґрунтовано доцільність вивчення цього адвентивного виду на територіях гірничовидобувних підприємств Львівської області.

Зауваження:

Розділ перевантажено загальними відомостями, що стосуються адвентивних видів судинних рослин, в тому числі наводяться численні приклади і детальна класифікація за працею В.В. Протопопової (2002) – с.10, прикладом першої інвазії наведено собаку Дінго – с.11, тоді як мохоподібші згадуються вперше наприкінці 15 стор.

Рис. 1.1.2. на стор. 19 ілюструє дослідження К. Hassel (2005), хоча доцільніше було би подати ці відомості більш стисло і описово; в тексті згадується про 3 види мохів, тоді як на рисунку, який мав відобразити ці дослідження, показано динаміку лише 2 з них.

На стор. 20 автор пише, що «*C. introflexus* повністю заселив територію Великобританії за 50 років», хоча, очевидно, дисертант мав на увазі, що цей мох трапляється в окремих локалітетах по всій території зазначеної країни.

На сторінці 23 зазначено: «...*Campylopus pilifer*, що нагадує суміш цих видів...», не цілком зрозуміло, про яку саме суміш йде мова, вірогідно, автор мав на увазі гібрид.

Розділ 2. Район, об'єкт і методика дослідження (стор. 33-49).

У розділі представлено опис локалітетів поширення адвентивного моху *C. introflexus* на досліджуваній території, що проілюстровано детальною картосхемою, охарактеризовано умови місцевиростань виду на територіях 6 гірничовидобувних підприємств Львівської області. Висвітлено основні напрямки трансформації ландшафтів, проаналізовано мінеральний склад техногенних субстратів, подано характеристики дослідних ділянок та наведено основні методики досліджень.

Зауваження:

В розділі неодноразово згадується поняття «місце існування» (стор. 33, 38 тощо), хоча коректніше було би вжити «місцевиростання».

На стор. 43 наведено об'єкт досліджень, який за формулюванням не збігається із визначенням, наведеним у вступі (стор. 7).

Зазначено, що температуру верхнього шару субстрату визначали за методикою О.В. Арінушкіної (1970), хоча у цій праці жодної методики визначення температури не згадується.

На стор. 49 зазначено, що «отримані дані опрацьовували методами статистичного аналізу. Всі отримані результати є точними та достовірними, для фізіологічних експериментів похибка дослідів не перевищувала 5 %, для екологічних – 15 %, що є допустимою межею». Проте в основній частині роботи дані статистичного аналізу не відображені. Додатки, у яких традиційно подаються такі результати, відсутні.

Розділ 3. Екологічна мінливість і способи поширення *Campylopus introflexus* (Hedw.) Brid. на девастованих територіях Львівської області (стор. 50-72).

У розділі наведено морфо-біологічну характеристику й особливості екологічної пластичності *C. introflexus*, способи його поширення, відтворення в умовах техногенного середовища та структуру бріоугруповань за його участі.

Зауваження:

На стор. 55-58, у підрозділі 3.2. – «Структура бріофітних угруповань за участю *Campylopus introflexus* у різних локалітетах», представлені детальні описи ділянок, проте саме структура угруповань виписана досить розпливчасто – нема чіткого переліку видів в угрупованні для зазначених локалітетів, як і їх участі у вигляді відсоткової частки.

У підрозділах 3.3 та 3.4 цифрові дані зведено до 5-ти таблиць (стор. 59, 60, 61, 64 та 68), де згадується 5 ділянок з 6 (графа щодо торф'яного кар'єру в околицях смт Олесько відсутня).

Розділ 4. Морфологічна та фізіолого-біохімічна мінливість *Campylopus introflexus* (Hedw.) Brid. залежно від умов локалітетів (стор. 73-99).

Подано оцінку впливу умов гірничодобувних територій на морфологічну структуру дернин *C. introflexus*. Показано зміни густоти дернинки, висоти пагонів, індексу листової поверхні, довжини і ширини листка, а також його площі. Також проаналізовано морфометричні показники гіалінових клітин та волосків листків моху *Campylopus introflexus* (Hedw.) Brid. із різних локалітетів гірничодобувних територій Львівської області, що демонструють особливості водного режиму моху. Досліджено сезонні зміни вмісту пігментів фотосинтезу та фотохімічної активності хлоропластів гаметофіту та визначено хлорофільний індекс як важливий біомаркер первинної продуктивності мохових дернин. Також автор ретельно аналізує вміст біологічно активних речовин у гаметофіті досліджуваного виду в залежності від умов виростання.

Зауваження:

У підрозділах 4.1, 4.2, 4.3 та 4.5 аналогічно до Розділу 3, у таблицях на стор. 75, 76, 77, 81, 83 та 93 наведено дані лише для 5 дослідних полігонів, тоді як кар'єр в околицях смт Олесько не проаналізовано, хоча в тексті на стор. 77 у переліку дослідних ділянок цей кар'єр згадано.

Дослідження, викладені у підрозділі 4.4. було проведено на прикладі одного полігону – відвалу шахти «Надія». У тексті роботи нема пояснень, чому саме ця ділянка була обрана як модельна.

Результати, висвітлені у підрозділі 4.6. було отримано на прикладі довільної вибірки з трьох полігонів – відвалу шахти «Надія» та торфокар'єрів в околицях Олеська і Лопатина, але вибір саме цих ділянок не обґрунтовано. Крім цього, сезонну динаміку вмісту білків, розчинних ліпідів та вуглеводів наведено лише для зразків з відвалів шахти «Надія», тоді як вміст фенольних сполук та зміни активності поліфенолоксидази – для зразків з шахти «Надія» та 2 торфокар'єрів.

На стор. 98 є помилка у нумерації таблиць – замість 4.6.1 та 4.6.2. вказано номери – 4.5.1. та 4.5.2.

Розділ 5. Оцінка впливу дернин *Campylopus introflexus* (Hedw.) Brid. на умови субстратів антропогенно змінених територій (стор. 100-112).

У розділі проаналізовано вплив дернин досліджуваного виду на параметри субстратів їхніх оселищ: наведено дані щодо змін актуальної кислотності та ступеня розкладу мохових дернин *C. introflexus* на територіях

гірничодобувних підприємств Львівської області, вплив дернин на нагромадження органічного Карбону та проаналізовано особливості нагромадження основних макро- і мікроелементів та їх розподіл у субстраті й гаметофіті моху.

Зауваження:

У розділі аналізується такий показник як «ступінь розкладу мохових дернин» (таблиця 5.1.1 та у тексті на стор. 100), проте у роботі нема пояснень, як саме його визначали (у методологічному розділі про нього не згадано теж).

На стор. 101 зазначено, що «На території досліджень встановлено значну мінливість показників рН субстрату (від 3,0 до 5,9)», тоді, як в таблиці 5.1.1. наведено максимальний показник 6,2, а в тексті на стор. 102 – 6,4.

На стор.102 наводиться припущення, що «деструкція мохових дернин могла впливати і на рівень рН субстрату, зменшуючи його кислотність», хоча експериментально у роботі це не підтверджено. Натомість з літератури відомо, що дернина листяних мохів має кислу реакцію і, відповідно, їхній розклад підкислює субстрат (Мельничук, 1951; Ross, 1984).

На стор. 107 зазначено, що «на колишніх торфокар'єрах вміст Zn, Ni, Cu у гаметофіті моху був значно більшим, ніж у субстраті, що, очевидно, пов'язано із слаболужними умовами...», проте у попередньому підрозділі подано значення 5,5-6,2, що відповідає значенням «слабокисла реакція» (Практикум..., 2005).

Розділ 6. Екологічна пластичність та адаптивний потенціал для розширення ареалу *Campylopus introflexus* (Hedw.) Brid. (стор. 113-118).

У розділі наведено дані щодо пристосованості та екологічної пластичності *C. introflexus* в умовах гірничодобувних підприємств Львівщини. Встановлено широкий діапазон абіотичних чинників, у межах яких вид здатний існувати і здійснює основні процеси життєдіяльності.

Зауваження:

На стор. 113 зазначено, що «на... функціонування фізіолого-біохімічних процесів організму загалом впливали показники стану субстратів та мікрокліматичні умови у таких межах: рН – 3,7-6,4», коли в табл. 5.1.1. – 3,0-6,2; «вміст органіки у субстраті – 0,3-27,2 %», тоді як у табл. 5.1.1. – 0,1-27,1%.

Там же автор стверджує, що «за екологічною характеристикою *C. introflexus* є ацидофіл...». Згідно літературних даних (Dull, 1991; Diersen, 2001), мохоподібні, які заселяють субстрати зі значенням рН вище 5,7, належать до групи «субнейтрофілів». В підрозділі 1.2 автор аналізує поширення виду у Європі, і серед іншого, зазначає його знахідки на «старих бетонних бункерах і на старих очеретяних дахах» (Hallingebäck et al., 1985), «на вапнякових дюнах» (Meulen, 1987), що свідчать про широку екологічну валентність *C. introflexus* за фактором кислотності субстрату.

Висновки (стор.119-120)

Висновки складаються з 8 пунктів, загалом є коректними, логічними і достатньо повними, незважаючи на окремі недоліки

Зауваження:

У вступі до висновків зазначено (стор. 119), що «проаналізовано...на техногенно порушених територіях Малого Полісся», тоді як у темі та меті роботи зазначено значно ширшу територію. Не цілком зрозуміло, чи можна екстраполювати отримані дані на всю Львівську область?

У 1-му висновку автор стверджує, що «мох здатний існувати у значних межах екологічних умов довкілля: ...температури повітря 10-45°C...». Очевидна некоректність формулювання, адже температура повітря «на територіях гірничодобувних підприємств» може бути значно нижчою ніж +10°C.

Наведені зауваження, стилістичні та технічні неузгодження тощо, не знижують цінності дисертаційної роботи Р.Р.Соханьчака. Робота виконана на належному науковому та методичному рівнях, отримані нові оригінальні дані та факти.

Питання поширення адвентивних видів на техногенно порушених територіях є безперечно актуальним. Робота є однією з небагатьох, що стосуються питань участі мохоподібних у процесах ревіталізації територій гірничовидобувних підприємств, що підкреслює її значущість. Заявлена у роботі мета була досягнута, а завдання виконані. Отримані дисертантом теоретичні висновки є важливими для галузей екології та бріології.

Практичне значення роботи полягає у запропонованій автором системі моніторингових досліджень за рівнем експансивності адвентивного виду моху *C. introflexus*. Узагальнені дані використано для розробки спецкурсів для студентів біологічного факультету ЛНУ ім.І. Франка.

Дисертація оформлена згідно “Основних вимог до оформлення дисертацій та авторефератів дисертацій” ДАК МОН України. При проведенні досліджень дотримані правила біоетики.

Автореферат дає повне уявлення про оригінальність, наукове значення і практичну вагомість дисертації і відповідає її змісту. Опубліковані наукові праці відображають основні положення роботи.

Таким чином, дисертація Соханьчака Р.Р. відповідає вимогам ДАК України, а її автор заслуговує присудження наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.16 – екологія.

Офіційний опонент

молодший науковий співробітник відділу
ландшафтного та біотичного різноманіття Державного
природознавчого музею НАН України, к.б.н.

М.Є. Рагуліна

Підпис М.Є. Рагуліної засвідчую
вчений секретар ДПМ НАН України

О.Б. Вовк

13 квітня 2017 р.