

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію ЯВНЮКА Андріана Андріановича
**«ОСОБЛИВОСТІ РАННЬОГО ОНТОГЕНЕЗУ ОЧЕРЕТУ ЗВИЧАЙНОГО
PHRAGMITES AUSTRALIS (CAV.) TRIN. EX STEUD. В УМОВАХ
РАДІОНУКЛІДНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ВОДОЙМ»**, представлену на
здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю
03.00.17 – гідробіологія

Актуальність теми дисертації

Відомо, що наслідки аварій на підприємствах ядерно-паливного циклу потребують перегляду існуючих підходів щодо оцінки радіологічних та радіоекологічних ризиків, тобто вони повинні розглядатися не тільки відносно людини, але й біотичних складових природних та техногенних екосистем. Міжнародною Комісією з радіаційного захисту започатковано створення наукових баз даних для розрахунку дозових навантажень та прогнозування радіаційних загроз біоті на різних рівнях її організації. У зв'язку з цим, науковцям України необхідно активно інтегруватися в дослідження аналізу існуючих та створення нових баз даних щодо детермінованих та стохастичних ефектів тривалого низькоінтенсивного радіаційного опромінення рослин і тварин.

У європейській системі оцінки екологічного стану поверхневих вод особливе місце серед біотичних елементів водних екосистем належить макрофітам. Важливим джерелом інформації про ураження вищих рослин в умовах тривалого антропогенного радіонуклідного забруднення водних екосистем є дані про порушення онтогенезу рослинного організму. Об'єктивну оцінку наявності таких порушень забезпечує аналіз морфологічних і фізіологічних характеристик паростків та показників життєздатності насіннєвого потомства. Ці показники у наземних рослин добре досліджені та внесені як референтні у систему комплексної оцінки екологічного стану

наземних екосистем відповідно, однак, подібні дослідження для водних макрофітів досить обмежені і не використовуються при оцінюванні радіоекологічного стану водних екосистем в Україні.

Після аварії на Чорнобильській АЕС значна кількість радіонуклідів надійшла у водні екосистеми, де вищі водяні рослини беруть активну участь в їх перерозподілі і, зокрема, в перерозподілі основних дозоутворюючих радіонуклідів – цезію-137 та стронцію-90. У зв'язку з цим, особливої уваги заслуговує очерет звичайний *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., який широко поширений у водоймах Чорнобильської зони відчуження. Доросла рослина очерету має розгалужену кореневу систему, що сприяє активному накопиченню радіонуклідів. Цей вид характеризується також високою насінневою продуктивністю. До теперішнього часу дослідження життєздатності насінневого потомства очерету звичайного з урахуванням комплексу фізіологічних та морфологічних показників за умов тривалого низькоінтенсивного йонізувального опромінення, залишалося поза увагою дослідників. При проведенні цих досліджень їх результати могли б використовуватися для оцінки радіаційних ризиків водних екосистем.

Саме з названих вище обставин робота здобувача Явнюка Андріана Андріановича, яка присвячена дослідженню насінневого потомства очерету звичайного за умов низькоінтенсивного радіонуклідного забруднення, є актуальною та теоретичні та експериментальні результати, без сумніву, мають **наукову новизну**.

Мета дисертаційного дослідження полягала в дослідженні порушень розвитку насінневого потомства очерету звичайного в градієнті потужності поглиненої дози йонізувального опромінення на рослини у водоймах Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ).

Мета роботи здобувачем досягнута.

Висновок щодо актуальності роботи підтверджується також її зв'язком з тематиками наукових тем, в яких здобувач був виконавцем та співавтором

публікацій на кафедрі екології Національного авіаційного університету МОН України – відповідно до плану наукових досліджень згідно з держбюджетною (кафедральною) науковою тематикою № 4/10.02.03 «Дослідження екологічної безпеки біоти забруднених радіонуклідами екосистем» (2012–2014 рр.), у рамках науково-дослідної теми «Екотоксикологічна оцінка водних об'єктів мегаполісу на прикладі м. Києва» (№ ДР 0117U002372, 2016–2018 рр.).

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків

Наукові положення та висновки щодо особливостей раннього онтогенезу очерету звичайного з водойм Чорнобильської зони відчуження сформовані в ході різнобічних наукових досліджень, виконаних автором при вирішенні завдань, які поставлені їм в роботі.

Основним чинником, який визначив достовірність отриманих дисертантом результатів, є використання методів лабораторних досліджень при різних потужностях дози хронічного та додаткового гострого опромінення насіння, використання насіння після періоду спокою різної тривалості, а також ґрунтової математичної та статистичної обробки отриманих результатів із застосуванням традиційних та сучасних методів.

Рукопис дисертації написаний з використанням фахової термінології.

Текст є інтегрованим і має змістовну завершеність. Результати дослідження та наукові положення дисертації з необхідною повнотою представлені у публікаціях у фахових виданнях. Дослідження характеризується високим науковим рівнем.

Отримані результати і висновки логічно витікають з викладеного матеріалу.

Аналізуючи складові частини дисертаційної роботи А.А. Явнюка, необхідно зазначити наступне.

У першому розділі **«Надходження радіонуклідів у водні екосистеми та їх вплив на біоту»** автор на основі літературних даних детально описав особливості міграційних процесів радіонуклідів у компонентах водних

екосистем, вплив йонізуючого опромінення на насіннєве потомство вищих рослин.

Здобувач ретельно проаналізував літературу в обраному напрямку, використовуючи різноманітні вітчизняні та зарубіжні літературні джерела.

У другому розділі «**Матеріали та методи досліджень**» автор надав інформацію щодо геоморфологічної та радіоекологічної характеристик досліджуваних водойм, описав морфологію насіння очерету звичайного, методологію математичного моделювання поведінки радіонуклідів у водоймах, відбору насіннєвого матеріалу та проведення дослідів, методи математичної та статистичної обробки результатів.

Слід відмітити, що А.А. Явнюк використав досить різноманітний набір методів та методик для виконання дослідження, в тому числі і потужний апарат камерних моделей, що, на нашу думку, дозволило дисертанту успішно виконати поставлені завдання. Цьому сприяло також дослідження цілої низки озер з забруднених радіонуклідами районів.

У третьому розділі «**Моделі поведінки радіонуклідів ^{90}Sr та ^{137}Cs в озерах Глибоке та Далеке Чорнобильської зони відчуження**» А.А. Явнюк представив результати моделювання міграційних процесів ^{90}Sr та ^{137}Cs в біотичних та абіотичних компонентах екосистем досліджуваних озер.

Автором побудовано камерні моделі динаміки вмісту радіонуклідів у абіотичних компонентах водних екосистем та власне фітомасі очерету звичайного протягом 20-ти модельних років. Виявлено два часових періоди зміни вмісту радіонуклідів – період «інтенсивних змін» та період «динамічної рівноваги», середньою тривалістю 5 та 15 років, відповідно. Протягом першого періоду рослини накопичують майже половину від розрахованого за 20 модельних років вмісту ^{90}Sr та ^{137}Cs . У період динамічної рівноваги активність радіонуклідів у біомасі рослин змінювалась повільно.

Вважаю, що запропонований підхід з використанням методу камерних моделей дозволив цілком адекватно описати поточний стан водних екосистем та спрогнозувати їх радіоекологічні параметри.

У четвертому розділі **«Вплив тривалості періоду спокою та дози йонізуючого опромінення на життєздатність насінневого потомства очерету звичайного»** здобувач встановив, що життєздатність насінневого потомства очерету за умов хронічного впливу йонізуючого опромінення здатна відновлюватися після тривалого періоду спокою. Автор також виявив ефекти доз хронічного та гострого опромінення різної потужності на життєздатність насінневого потомства очерету та виявив закономірності змін досліджуваних показників залежно від отриманої дози. Встановлено зниження схожості, енергії проростання насіння, життєздатності насіння та виживаності паростків зі збільшенням дози хронічного опромінення. Додаткове гостре опромінення дало змогу виявити підвищення стійкості до додаткового опромінення насіння.

На нашу думку, дуже доречним було використання додаткового тест-опромінення для виявлення стану насіння, яке було сформовано в умовах тривалого радіаційного впливу.

У п'ятому розділі **«Ростові показники коренів та листків насінневих паростків очерету звичайного за різних режимів опромінення»** А.А. Явніук представив результати дослідження впливу йонізуючого опромінення на ростові параметри органів паростків очерету. Здійснений автором двофакторний статистичний аналіз дозволив чітко охарактеризувати вплив факторів гострого та хронічного опромінення на ріст кореня та листка насінневих паростків очерету звичайного. Проаналізовано також дозові залежності, характер яких змінювався з лінійного на експоненційний у градієнті хронічного впливу йонізуючого опромінення.

У даному розділі автор наводить цікаві дані щодо відсутності порогової дози опромінення для проростків, що отримано з насіння, зібраного в районі оз. Глибоке. З нашого погляду, цей факт потребує особливої уваги.

У шостому розділі **«Морфологія паростків зернівок очерету звичайного з водойм зони відчуження за різних режимів опромінення»** здобувач описав морфологічні аномалії розвитку паростків, які виникли внаслідок впливу хронічного та додаткового гострого гамма-опромінення. Представлено результати дослідження аномалій, які відносять до радіоморфозів. Встановлено вплив хронічного йонізувального опромінення на морфологію паростків очерету звичайного, що проявлявся у значному підвищенні кількості аномальних паростків.

Вважаю, що дисертант і в цьому розділі професійно проаналізував отриманий експериментальний матеріал. Зокрема, встановлено кореляційний зв'язок між виживаністю паростків та частотою морфологічних аномалій.

В кінці рукопису здобувач формулює висновки, які цілком логічно витікають з результатів дослідження.

На основі вищевикладеного можна зробити висновок, що Андріан Андріанович Явнюк достатньою мірою виконав програму досліджень і представив до захисту експериментально обґрунтовану і аргументовану роботу.

Оцінка змісту дисертації та її завершеність

Викладення матеріалу дисертації логічно завершене. Дисертаційна робота складається із анотації, вступу, шести розділів, висновків, списку використаної літератури та одного додатку. Загальний обсяг дисертації становить 204 сторінки машинопису, з яких основний текст викладено на 174 сторінках. Текст ілюстровано 63 рисунками і 33 таблицями. Список використаних літературних джерел налічує 295 найменувань, з яких 234 – іншомовні.

Структура дисертації логічно скомпонована, добре проілюстрована та оформлена згідно вимогам пункту 1 «Порядку присудження наукових ступенів» (затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня

2013 р. № 567). Дисертація та автореферат написані фаховою українською мовою.

В процесі ознайомлення з роботою виникли такі зауваження:

1) В Розділі 2 «Матеріали та методи досліджень», на нашу думку, занадто детально розглянуті загальноновживані статистичні методи. Більше уваги можна було б приділити опису методу камерних моделей та його можливостей.

2) В розділі 3 нас зацікавив факт діаметрально протилежної різниці в рівнях накопичення цезію-137 та стронцію-90 з різних озер. Бажано було отримати якісь пояснення чи припущення дисертанта з цього powodu.

3) В розділі 4 не зовсім зрозуміла мотивація щодо вибору дози 1 Гр.

4) Дисертантом отримані цікаві дані відносно наявності радіогормезисних та радіоадаптуючих ефектів, та, на жаль, немає пояснень чи розмірковувань, які б вказували на можливі механізми вказаних ефектів.

5) В багатьох випадках представлені табличні дані дозволили би автору будувати графіки залежностей типу «доза/потужність – ефект», що суттєво полегшило б сприйняття матеріалу. Теж саме можна сказати і про гістограми, які теж бажано б було перевести у графіки.

6) Вважаємо, що більш адекватним було б вживання замість терміну «стимуляція», який може відображати і негативний вплив фактора, терміна «гормезис», який однозначно пов'язаний з позитивним впливом застосованого фактору.

7) По тексту дисертації часто зустрічається словосполучення «отримують потужність дози», яке доцільно та більш точно треба було б замінити на фразу «перебування в умовах опромінення з певною потужністю».

8) Незрозуміла необхідність постійно підкреслювати, що зареєстрований вплив вивчених факторів був «вірогідним». Якщо мається на увазі достовірність отриманих результатів, то вона сама собою витікає зі статистичної обробки, яку достатньо повно проводив автор.

9) З нашого боку важко погодитися з поясненням (розділ 6.1.) автора, що збільшення тривалості періоду спокою може призвести до елімінації генетичних пошкоджень типу інерцій у зародку очерету. Може так воно і є, але, не відносно цього типу генетичних пошкоджень, які характеризуються високим рівнем стабільності.

Незважаючи на зауваження, теоретична та практична цінність дисертаційної роботи А.А. Явнюка, яка є справжнім актуальним науково-кваліфікаційним дослідженням, не викликає сумнівів. Отримані дисертантом результати є ґрунтовним аналізом особливостей раннього онтогенезу очерету звичайного, який є поширеним представником угруповань вищих водних рослин.

Наукова новизна дослідження та одержаних результатів:

Дисертантом вперше:

– досліджено стан насінневого потомства очерету звичайного в умовах впливу тривалого низькоінтенсивного йонізувального опромінення батьківських рослин у водоймах ЧЗВ;

– встановлено порушення раннього онтогенезу за комплексом фізіологічних, морфологічних показників та показників життєздатності проростків;

– доведено значущість тривалості періоду спокою насіння для елімінації прихованих порушень у насінневого потомства очерету звичайного;

– проаналізовано взаємозв'язок між встановленими порушеннями у розвитку насінневого потомства очерету звичайного та ступенем радіаційного навантаження на батьківські рослини;

– спрогнозовано динаміку переходу з абіотичних компонентів до очерету звичайного основних дозоформуєчих радіонуклідів ^{90}Sr та ^{137}Cs .

Значимість для науки та практики висновків і рекомендацій

Проведені дисертантом дослідження є важливим внеском у результати вивчення біоти водних екосистем, біотичні компоненти яких знаходяться в

умовах підвищеного радіаційного впливу, зумовленого антропогенним радіонуклідним забрудненням. Отримані результати можуть використовуватися для оцінки стану макрофітів за умов тривалого низькоінтенсивного йонізуючого опромінення.

Досліджені показники життєздатності насінневого потомства очерету, показники росту кореня та листка паростка, а також їх морфологічні аномалії (радіоморфози) доповнюють існуючі бази даних дозозалежних ефектів хронічного впливу йонізуючого опромінення на живі організми. Проведені дослідження вказують на те, що очерет звичайний може використовуватися як референтний вид для оцінки якості водного середовища за умов радіонуклідного забруднення. Результати досліджень можуть бути використані при розробці реабілітаційних заходів, спрямованих на покращення екологічного стану водних екосистем. Розроблені моделі динаміки переходу радіонуклідів ^{90}Sr та ^{137}Cs з абіотичних компонентів до очерету звичайного дозволяють робити довгострокові прогнози формування дози опромінення гідробіонтів у озерних екосистемах.

Таким чином, практичне значення дисертаційної роботи А.А. Явнюка витікає із теоретичних узагальнень, зроблених автором.

Заслужують на особливу увагу отримані дисертантом факти радіогомезисної та радіоадаптуючої дії довготривалого хронічного опромінення, що вказує на існування певного рівня пристосувального потенціалу рослин, який може проявитися в умовах підвищеного рівня радіаційного фону.

Відповідність змісту автореферату та основних положень дисертації

Зміст та структура автореферату А.А. Явнюка цілком відповідає структурі, основним положенням та висновкам, приведеним у дисертаційній роботі.

Публікація основних результатів дисертації

Дисертаційна робота А.А. Явнюка є самостійним завершеним оригінальним дослідженням. Положення роботи апробовані на 21 конференції і з'їзді національного та міжнародного рівнів.

Основні положення і результати дисертаційної роботи опубліковані у 32 працях: 8 статей, 5 з яких у наукових фахових виданнях з біологічних наук, 1 з яких входить до наукометричних баз Web of Science, Scopus; 1 розділ книги видавництва Springer, яка входить до Scopus; 22 тези у матеріалах вітчизняних та міжнародних конференцій; 1 патент (у співавторстві).

Основні результати дисертації повно викладені в наукових фахових виданнях.

Суттєвих недоліків, які б зменшували наукову цінність роботи, не виявлено. Зауваження також не зменшують наукової цінності дисертаційної роботи.

Висновки логічно пояснюють результати роботи та відображають основні її положення.

Висновок щодо дисертаційної роботи

Дисертаційна робота, яка виконана А.А. Явнюком, є новим науковим досягненням, яке виконане цілком самостійно, на високому науковому рівні і є вагомим вкладом у подальший розвиток не тільки гідробіології, але й радіоекології.

Аналіз дисертаційної роботи А.А. Явнюком дає право констатувати, що тема дисертації, без сумніву, є актуальною, а її результати можуть бути використані в практиці оцінки екологічних наслідків антропогенних навантажень різної природи та інтенсивності.

Таким чином, за своєю актуальністю, обсягом проведених досліджень, новизною, достовірності отриманих результатів, обґрунтованістю висновків,

оформленням роботи, вважаю що дисертація Явнюка Андріанан Андріановича «Особливості раннього онтогенезу очерету звичайного *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. в умовах радіонуклідного забруднення водойм» відповідає вимогам пункту 11 «Порядку присудження ступеня наукового співробітника», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567) зі змінами, затвердженими Постановою Кабінету Міністрів України від 19 серпня 2015 р, та пункту № 1159, від 30 грудня 2015 р., а її автор Андріан Андріанович Явнюк заслуговує присудження наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.17 – гідробіологія.

26 04 2019 р.

Офіційний опонент,
доктор біологічних наук, професор,
директор Наукового інституту радіаційної
та техногенно-екологічної безпеки
Чорноморського національного університету
імені Петра Могили

Ю.А. Томілін

Підпис Томілін Ю.А. свідчую
Начальник ВК [Signature] О.А. Саєнко

