

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертаційну роботу Бубис Ольги Євгеніївни

на тему: «Екотоксикологічні механізми впливу важких металів на процеси метаболізму в клітинах рослин плейстофітону», поданої на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.16 «екологія»

Актуальність теми. Водні екосистеми України зазнають інтенсивного антропогенного та техногенного навантаження, що супроводжується негативними змінами якості води поверхневих водойм та питної води. Актуальним став пошук інформативних біоіндикаторів для оцінки стану водного середовища, зокрема, природних акваторій. Важкі метали можуть акумулюватись у клітинах живих організмів, спричиняючи порушення метаболічних і фізіологічних процесів, накопичуватись у трофічних ланцюгах, негативно впливати на продуктивність гідробіонтів у водоймах.

Однак багато видів водяних рослин здані адаптуватись до впливу важких металів, нагромаджуючи їх значну кількість. Вивчення впливу цих елементів на життєві процеси в клітинах дає змогу з'ясувати основні метаболічні ланки, які задіяні в механізмах адаптації до змін водного середовища та придатні до використання з біоіндикаційною метою.

Важливе значення має вивчення екологічних особливостей та метаболічної відповіді цих рослин на вплив важких металів. Іншим актуальним аспектом досліджень є з'ясування можливості використання рослин у живленні сільськогосподарських тварин, зокрема птиці.

Зв'язок роботи з науковими програмами і темами. Дисертаційні дослідження є частиною науково-дослідної роботи, що велася упродовж 2007–2014 рр. кафедрою екології Львівського національного аграрного університету за темами “Дослідити стан окремих компонентів екосистем та розробити заходи щодо оптимізації їх функціонування в умовах техногенезу” за 2006-2010 рр.” (номер державної реєстрації 0106U002074) та “Дослідити стан і динаміку природних компонентів агроекосистем Західного регіону України та розробити

заходи щодо оптимізації їх ефективного функціонування в умовах антропогенезу” за 2011-2015 рр. (номер державної реєстрації 0111U001253).

Мета та завдання роботи. Мета дисертаційної роботи – з’ясувати функціональні реакції плейстофітів на забруднення важкими металами водного середовища та обґрунтувати біоіндикаційні критерії оцінки стану гідроекосистем за морфо-фізіологічними показниками рослин.

Для досягнення поставленої мети були визначені такі завдання:

– проаналізувати результати вивчення та узагальнення питань стану суходільних гідроекосистем і питних водних ресурсів заходу України й методичні аспекти дослідження та біоіндикації якості вод;

– проаналізувати біоекологічні особливості рослин роду *Lemna* і *Spirodela polyrhiza* та з’ясувати біоіндикаційний потенціал цих рослин;

– дослідити екологічний стан і склад середовища водних об’єктів, розташованих на території м. Дубляни Жовківського району Львівської області, порівнюючи його із станом окремих компонентів гідросфери на території Львівської та Волинської областей;

– провести аналіз екологічного стану підземних вод на території м. Дубляни та визначити якість води, яка надходить до населення, із врахуванням результатів досліджень артезіанських свердловин; провести порівняльний аналіз якості води з підземних джерел та водопровідної води;

– дослідити морфологічні зміни та інтенсивність асиміляційних процесів у клітинах рослин роду *Lemna minor* та *Spirodela polyrhiza* залежно від рівня забруднення водного середовища металами аналізом концентрації протеїну та крохмалю;

– дослідити вплив катіонів Плюмбуму, Кадмію та аніонів хромату на морфометричні показники та синтез пігментів у рослинах *Lemna minor* і *Spirodela polyrhiza*;

– дослідити вплив катіонів Плюмбуму, Кадмію та аніонів хромату на стан процесів пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) і активність ензимів антиоксидантної системи в клітинах рослин *Lemna minor* і *Spirodela polyrhiza* аналізом концентрацій ТБК-активних продуктів, активності

супероксиддисмутази, каталази, аскорбат-залежної пероксидази, глутатіонпероксидази, глутатіонредуктази;

- проаналізувати динаміку клітинних метаболітів у рослинах *Lemna minor* і *Spirodela polyrhiza* залежно від ступеня забруднення водойм;
- дослідити кормовий потенціал плестофітону і вплив згодовування ряски сільськогосподарській птиці на її ріст і якість тваринної продукції.

Об'єкт дослідження – екоситуація та якість вод у гідроекосистемах заходу України та підземних водозаборах верхньої частини басейну Західного Бугу.

Предмет дослідження – вплив забруднення водного середовища важкими металами другого і третього класу токсичності на метаболічні й адаптаційні процеси у клітинах рослин підродини *Lemnoideae* Vab, екобезпеку питного водопостачання та потенційні загрози потрапляння токсичних елементів із суходільних водойм у тваринну продукцію.

Методи дослідження. Для виконання поставлених завдань використали основні методи екологічного дослідження: спостереження за станом води в екосистемах, лабораторні експерименти для вивчення впливу екотоксикологічних чинників на метаболізм у клітинах рослин, моделювання процесів, у тому числі, математичне моделювання; екобіохімічні методи; фізико-хімічні (визначення фізико-хімічних властивостей води); статистичні (встановлення достовірності проведених досліджень).

Аналіз основного змісту дисертаційної роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, 6 розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг дисертації становить 207 сторінок комп'ютерного тексту. Робота містить 23 таблиці і 20 рисунків. Список використаних джерел становить 373 найменувань, з них 258 англомовних.

У вступі здобувачем обґрунтована актуальність теми досліджень, сформульовано мету та висвітлено завдання досліджень, визначені методи наукового пошуку. Сформульовано наукову новизну одержаних результатів, їх практичне значення, апробацію та публікацію.

У першому розділі «Сучасний стан гідроекосистем та екобезпека вод в західному регіоні України» проведено аналіз літературних джерел,

стосовно стану вивчення проблем за напрямом дослідження. Охарактеризовані біологічні методи оцінки екоситуації в суходільних гідроекосистемах.

Встановлено, що екологічний стан суходільних гідроекосистем є загрозово небезпечним і створює ризик втрати питних водних ресурсів Західного Лісостепу і Полісся.

У другому розділі «Умови досліджень і методика вивчення якості води та метаболічних реакцій плейстофітів на її погіршення» представлена комплексна характеристика об'єкту, методології та програма експериментів.

Дослідження за темою дисертаційної роботи були зосереджені, головним чином, на території м. Дубляни Жовківського району Львівської області. Окремі спостереження та експерименти виконані на території сіл Великі Грибовичі (Жовківський район Львівської області) і Світязь (Шацький район Волинської області) та с.м.т. Добротвір Кам'янка-Бузького району Львівської області.

У розділі 3 «Екологічний стан водних об'єктів на території Львівської і Волинської областей із різним рівнем антропогенного навантаження» встановлено, що ставки, озера й інших водойми, які розташовані в межах впливу господарської діяльності людини (зокрема, стави на території Жовківського району Львівської області), перебувають у зоні постійного забруднення промисловими та комунально-господарськими стічними водами, а також знаходяться під впливом забрудненого поверхневого та підземного стоку із сільськогосподарських угідь. Це призводить до їх замулення, заболочення та забруднення різноманітними хімічними поллютантами.

Проведені дослідження вмісту металів у водах ставів м. Дубляни та с. Великі Грибовичі Жовківського району Львівської області. Представлені результати досліджень стану підземних вод на території м. Дубляни та якості питної води у водопроводах. Досліджене поширення представників роду Ряскових у водних об'єктах Жовківського району і Добротвірському водосховищі (Львівська область) та в озері Світязь (Волинська область).

У розділі 4 «Морфо-фізіологічні пристосування представників родів ряска (*Lemna* L.) та спіродела (*Spirodela* Schleid.) у забрудненій воді» встановлена сезонна динаміка компонентів антиоксидантної системи рослин, яка може зумовлюватись змінами їх фізіологічного та фітогормонального стану у період із

весни по осінь, а також різним рівнем утворення активних форм кисню в клітинах під впливом факторів навколишнього середовища. Зокрема, підвищення рівня сонячної радіації в літні місяці може спричиняти розвиток стресу, що супроводжується збільшенням інтенсивності утворення АФК та накопиченням продуктів ПОЛ, здатних пригнічувати активність каталази і аскорбатпероксидази в клітинах досліджуваних видів макрофітів.

В дослідженнях встановлено, що збільшення рівня відновлення глутатіону та глутатіонпероксидазної активності в клітинах водяних макрофітів може відігравати компенсаторну роль у детоксикації гідроген пероксиду впродовж літнього періоду.

У розділі 5 «Вплив зміни умов середовища на морфо-фізіологічні ознаки та біохімічні процеси в клітинах плейстофітів» проаналізовано морфологічні, фізіологічні та біохімічні особливості рослинах *Lemna minor* та *Spirodela polyrhiza*, досліджено рівень акумуляції металів у клітинах рослин та вплив важких металів на морфометричні показники *Lemna minor*.

Результати досліджень свідчать, що рослини *Lemna minor*, які ростуть у природних водоймах, характеризуються деякими відмінностями в морфологічних параметрах порівняно з рослинами, вирощуваними за лабораторних умов. Доведено відмінності у процесах біоаккумуляції Кадмію, Плюмбуму та Хрому в *Lemna minor* і *Spirodela polyrhiza*. Отримані результати дослідження вказують на те, що під впливом Кадмію, Плюмбуму і Хрому (VI) відбуваються порушення життєвих процесів у рослинах *Lemna minor*. У процесі досліджень встановлено, що вплив Cd, Pb і Cr (VI) на активність антиоксидантних ензимів у клітинах ряски залежить від концентрації цих елементів у середовищі культивування рослин.

У розділі 6 «Значення біомаси рослин *Lemna minor* для живлення птахів та ефективність її згодовування молодняком курей» проведено дослідження впливу біомаси ряски на ріст і показники продуктивності молодняка курей в умовах малого фермерського господарства. Застосування біомаси рослини ряска мала (за умов аналізу її хімічного складу) в живленні птиці може забезпечити отримання економічного ефекту у птахівництві, оскільки рослину легко

вирощувати під час ведення фермерського господарства, в тому числі, з використанням стічних вод тваринницьких ферм.

Наукова новизна одержаних автором результатів. Основні наукові положення дисертаційних досліджень, що визначають новизну одержаних наукових результатів, полягають у наступному:

Вперше:

- показано, що адаптація рослин плейстофітону до забруднення водою важкими металами здійснюється шляхом змін у процесах антиоксидантного метаболізму;

- порівняльний аналіз антиоксидантного потенціалу представників різних видів роду *Lemna* показав, що клітини ряски мають високий антиоксидантний потенціал, що дає змогу протистояти розвиткові оксидативного стресу за певних концентрацій металів у водному середовищі, а показники ПОЛ залежать від сезонних змін у природних умовах, від концентрації важких металів у середовищі культивування рослин та служать репрезентативними індикаторами ауекологічної реакції на стан вод, як середовища життя представників плейстофітону;

- доведено, що встановлені особливості адаптаційних реакцій рослин ряски є інформативні у використанні для оцінювання рівня токсичності водного середовища, спричиненої важкими металами;

- позитивний ефект від згодовування біомаси *Lemna minor*, який полягає у збільшенні інтенсивності росту курей упродовж перших 2-х місяців життя, може становити потенційну загрозу.

Удосконалено:

- підходи до аналізу впливу важких металів на метаболічні процеси в клітинах плейстофітів; адаптаційного, біоіндикаційного та фітореMediaційного потенціалів рослин роду ряска;

- техніку оцінювання екологічного стану водних об'єктів на території м. Дубляни та стану води централізованого водопостачання міста.

Отримали подальший розвиток:

- розуміння активності ферментів в рослинах ряски малої (*Lemna minor* L.), яку можна застосовувати для оцінки стану водойм як середовища життя плейстофітів, а саму рослину – як тест-об'єкт у методах фітоіндикації;

- методологічні підходи, які можуть бути використані під час екологічної оцінки та біоіндикації стану прісних водойм України, у моніторингових програмах захисту та збереження біорізноманіття водних ресурсів.

Практичне значення одержаних результатів. Напрацювання автора, які стосуються удосконалення екологічної оцінки та біоіндикації стану прісних водойм у моніторингових програмах захисту та збереження біорізноманіття водних ресурсів, розглянуті і схвалені Львівським обласним управлінням водних ресурсів, що підтверджено відповідною довідкою.

Застосування біомаси рослин плейстофітону в живленні птиці забезпечило зростання економічного ефекту від приросту її живої маси в агрофірмі ТОВ «ЗАГАЇ» (с. Жовтанці), що засвідчено довідкою. Ряску малу можна вирощувати при веденні фермерського господарства.

Результати дослідження, висновки та рекомендації дозволили збагатити новим змістом навчальні програми з таких дисциплін, як «Гідробіологія», «Гідро-екологія», «Екотоксикологія», «Моніторинг навколишнього середовища», «Технології заготівлі і використання кормів» та «Екологізація технологічних процесів у кормовиробництві», які викладають на факультеті агротехнологій та екології Львівського національного аграрного університету, про що подано відповідну довідку.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, наукова новизна досліджень. Ознайомлення з дисертаційною роботою дає підстави стверджувати, що викладені в ній наукові положення, висновки і рекомендації є обґрунтованими, достовірними і мають наукову новизну.

Наукові результати, отримані дисертантом, дали змогу обґрунтувати біоіндикаційні критерії оцінки стану гідроекосистем за морфо-фізіологічними показниками рослин.

Достовірність та обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій базуються на використанні нормативних актів законодавчих і виконавчих органів влади України, відомчих документів та звітів.

Таким чином, основні наукові положення, що виносяться на захист, є обґрунтованими та відповідають сформульованій меті та завданням дослідження. Визначені автором об'єкт і предмет дослідження повною мірою відображені в структурі дисертації та її основному змісті.

Наукова новизна одержаних результатів дисертаційного дослідження характеризується самостійністю, чіткістю і обґрунтованістю сформульованих висновків, пропозицій та рекомендацій автора.

Дисертаційна робота побудована логічно, її структура розкриває покладену в її основу авторську наукову ідею. Отримані дисертантом теоретичні та практичні результати свідчать про досягнення поставленої мети.

Повнота викладу наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях. Результати наукового дослідження за темою дисертації викладені у 28 наукових працях. З них 8 статей у наукових фахових виданнях, 1 – у виданні, що належить до міжнародних наукометричних баз, решта публікацій – у матеріалах і тезах наукових конференцій.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи. Відзначаючи в цілому достатній рівень наукових здобутків дисертанта, обґрунтованість одержаних результатів і практичне значення дисертаційної роботи, слід відмітити, що деякі положення носять дискусійний характер, що зумовлює висловити з цього приводу наступні зауваження та побажання:

1. Опис методів (с. 18) потребує корекції, зокрема, такі фрази: «спостереження за станом води в екосистемах» (вода може перебувати у трьох станах – рідкому, газоподібному і твердому), «визначення фізико-хімічних властивостей води» (мають, мали на увазі фізико-хімічні показники якості води).

2. Невдалий вислів «макрофіти здатні біоконцентрувати і накопичувати в клітинах» (с. 32): біоконцентрація – це і є накопичення.

3. Викликає сумнів коректність висновку до розділу 1 «Екобезпека питного водопостачання не має достатньо аргументованої аналітичної бази, яка би ґрунтувалася на з'ясуванні поведінки рослин водоїм в умовах забруднення

токсичними металами» (с. 32) з огляду на те, що вода для питного водопостачання за еколого-санітарними вимогами за визначенням не може бути забруднена важкими металами, яку б можна було б оцінювати за показниками поведінки водних рослин. Також у контексті недоречно вжитий іменник «поведінка» щодо рослин.

4. Чи варто робити висновок до розділу 2?

5. Не вказані роки досліджень (табл. 3.1, 3.2, 3.3, 3.11...5.3, 5.4) і на рис. 3.1...4.9-4.11.

6. Назва «Ряска тридольна» (с.110, 122) - невдалий переклад (рос. ряска трехдольная). Назва виду українською мовою – ряска триборозенчаста.

7. Є неточності у назвах таблиць 3.6, 3.7 «Вміст хлоридів, сульфатів, Нітрогену та Феруму» - у таблиці вказано концентрацію амонію, нітратів, нітритів, а не власне Нітрогену. Краще називати такі таблиці «Фізико-хімічні (або гідроекологічні) показники якості води», як це зроблено у дисертації вище.

Водночас зазначимо, що наведені зауваження, наявність окремих дискусійних положень не впливають на наукову і практичну цінність одержаних автором результатів і не знижують в цілому позитивної оцінки дисертаційної роботи.

Загальна оцінка роботи та висновки. Дисертаційна робота Бубис Ольги Євгеніївни «Екотоксикологічні механізми впливу важких металів на процеси метаболізму в клітинах рослин плейстофітону», виконана на актуальну проблемну тему, базується на дослідженні функціональних реакцій плейстофітів на забруднення важкими металами водного середовища та обґрунтуванні біоіндикаційних критеріїв оцінки стану гідроекосистем за морфо-фізіологічними показниками рослин, що є предметом її захисту за спеціальністю 03.00.16 «екологія» (сільськогосподарські науки).

Дисертаційна робота є самостійним завершеним дослідженням, в якому основним теоретичним положенням, висновкам та пропозиціям притаманні наукова новизна, вони є достатньо обґрунтованими, достовірними і свідчать про досягнення поставленої мети дослідження. Дисертація написана українською мовою із дотриманням наукового стилю викладення матеріалу. Зміст автореферату відображає основні положення дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота за структурою, змістом, рівнем і глибиною опрацювання представленого матеріалу, його опублікування та апробацією є науковою працею, яка відповідає пунктам 9; 11; 12; 13 «Порядку присудження наукових ступенів» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.13.; №567; паспорту спеціальності 03.00.16 – екологія (сільськогосподарські науки), а її автор, Бубис Ольга Євгеніївна, заслуговує на присудження їй наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.16 – екологія.

Офіційний опонент:

доктор сільськогосподарських наук,
доцент, професор кафедри менеджменту
Національного університету

водного господарства та природокористування



О.М. Клименко

Підпис Клименка О.М. засвідчую
начальник відділу кадрів



О.Р. Цаль