

ВІДЗИВ

**офіційного опонента на дисертацію Брена Олександра Геннадійовича
«Водорості солоних приморських водойм Приазовського
національного природного парку», представлену на здобуття
наукового ступеня кандидата біологічних наук
за спеціальністю 03.00.05 – ботаніка**

Актуальність обраної теми

Вивчення біологічного різноманіття, його збереження, відтворення та раціональне використання є пріоритетним напрямком розвитку людства, особливо за умов глобалізації і перетворення природних комплексів, спричинених діяльністю людини та загальними кліматичними змінами. Тому дослідження природно-заповідної території, вивчення якої є неповним (а такою є територія Приазовського НПП), є безперечно актуальним. Крім того, досліджена територія наразі гостро відчуває загальну аридизацію клімату, яка спостерігається в Україні протягом останніх десятиліть. Приморські водойми, що живляться впадаючими в них ріками та безпосередньо контактують з морем, є вразливою ланкою екосистеми, що лежить на межі двох стихій – суходолу та моря. Тому зміни природних комплексів в цих умовах наразі набули яскравих рис та до певної міри є вже незворотніми. Дослідження таких комплексів, виявлення тенденції протікаючих в них процесів та надання рекомендацій щодо їх збереження та певного відновлення є надзвичайно актуальним.

Водорості, як невід’ємний компонент природних екосистем, є чутливими індикаторами, що вказують на зміни і тенденції протікаючих процесів на тонкому рівні. Тому вивчення цієї складової біоти водойм, що зазнають корінних змін, є актуальним та потрібним для організації заходів щодо збереження, відновлення та раціонального використання всієї території Західного Приазов’я.

Дисертаційна робота виконувалась у рамках чотирьох науково-дослідних тем кафедри ботаніки і садово-паркового господарства Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького, що підтверджує актуальність та науковому значущість теми роботи.

Новизна отриманих результатів та їх практичне значення

Дисертаційна робота О.Г. Брена базується на результатах власних досліджень, в ході яких було вивчено різноманіття водоростей усіх таксономічних груп (включно з ціанопротистами) на 10 полігонах досліджень у межах Приазовського НПП: Бердянській затоці, Утлюцькому лимані, лиманах озерного типу – Сивашик, Молочний, Тубальський, численних озерцях та солоних ефемерних водоймах Федотової, Степанівської і Бердянської кіс.

Дисертантом встановлено сучасний видовий склад і таксономічну структуру альгофлори приморських солоних водойм Приазовського НПП (виявлено 153 види). Уперше узагальнено дані щодо видового складу водоростей солоних приморських водойм Приазовського НПП, складено конспект флори (437 видів), виявлено 59 нових видів водоростей для території Приазовського НПП, виділено у культуру низку штамів водоростей, з яких для двох уточнено таксономічне положення молекулярно-філогенетичними методами, виявлено 12 альгогруповань на доміантній основі та встановлено особливості їхнього розподілу за різними типами водойм, здійснено ретроспективний аналіз результатів альгофлористичних досліджень; наведено доказову базу про наявність трансформації приморських природних комплексів Північно-Західного Приазов'я за водоростевим населенням. Доповнено відомості щодо діапазону солоності та рН води для виявлених видів водоростей.

Отримані результати вже використовуються в моніторингу природних комплексів Приазовського НПП та увійшли до його Літопису природи.

Результати досліджень дисертанта доповнюють відомості про різноманіття водоростей України та будуть враховані під час підготовки флористичних зведень і здійсненні робіт біоіндикаційного спрямування. Дисертантом розроблено конкретні рекомендації з охорони та збереження природних комплексів Північно-Західного Приазов'я і місцезростань видів водоростей, які занесені до Червоної книги України. Створена колекція штамів водоростей, яка використовується нині студентами при виконанні курсових та дипломних робіт. Крім того, результати досліджень використовуються в навчальному процесі у Мелітопольському державному педагогічному університеті імені Богдана Хмельницького.

Аналіз структури дисертації та результатів наукових досліджень

Дисертаційна робота складається зі вступу, семи розділів, висновків, списку використаних літературних джерел та восьми додатків. Загальний обсяг роботи становить 287 сторінок, з яких 138 сторінок основного тексту. Рукопис ілюстровано 22 таблицями та 45 рисунками.

У «Вступі» обґрунтовано актуальність теми дослідження, представлено зв'язок роботи з плановими науково-дослідними темами, мету і завдання дослідження, наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, особистий внесок здобувача, апробацію результатів досліджень, кількісно охарактеризовано публікації за темою дослідження, структуру та обсяг дисертації.

У Розділі 1. наведено загальну характеристику солоних приморських водойм Приазовського НПП. У першому підрозділі подано загальновживану класифікацію приморських водойм та опис умов у затоках, лиманах лагунного, естуарного та озерного типів і ефемерних водоймах. Другий підрозділ подає відомості щодо особливостей гідрологічного режиму та солоності приморських водойм Приазовського НПП. Детально розглянуто динаміку досліджених водойм залежно від

сезону року та в цілому за останні роки і показано перетворення одного типу водом в інший.

У Розділі 2. наведено огляд вивченості водоростей солоних приморських водойм. При цьому перший підрозділ подає ці відомості щодо різних країн світу, а другий підрозділ – щодо Азово-Чорноморського узбережжя України, включно з територією дослідження, тобто Приазовським НПП.

Розділ 3. наводить методику проведених досліджень. Всього автором досліджено затоку, лимани лагунного та озерного типів і ефемерні водойми, з яких відібрано та досліджено традиційними методами 148 альгологічних проб, що, в цілому, є достатнім для даної роботи. Наведено детальний опис полігонів дослідження з відповідними картами. У роботі використано комплексний підхід, тобто методи прямого мікроскопіювання та вивчення водоростей у культурі. Схвалення потребує намагання автора залучити до дослідження молекулярно-філогенетичні методи і опрацювання ними двох штамів. В цілому, роботу виконано із залученням адекватних методів та бажанням не лише констатувати факти знахідки певних видів водоростей, а також аналізу трансформації водойм при їх пересиханні чи оводненні, переходу одного типу водойм в інший тощо, про що свідчить вивчення не лише водних, а й ґрунтових проб з дна пересохлих водойм. Автором пророблено значну роботу з альгоіндикаційних досліджень (визначено екологічну приуроченість видів та їхню приуроченість до галобності, ацидифікації, сапробності тощо), для чого використано як літературні дані, так і власні заміри рН та солоності води у водоймах.

У розділі 4. описано видовий склад та екологічні особливості водоростей солоних приморських водойм Приазовського НПП. При цьому у окремих підрозділах наведено особливості складу водоростей на рівні відділів, порядків, родин та родів; нові знахідки видів водоростей з

результатами молекулярного аналізу щодо їх таксономічного положення; розподіл видів водоростей за екологічною приуроченістю (водні, наземні та амфібіальні); галобністю, ацидофільністю та сапробністю. Завершує розділ опис виявлених альгоугруповань та аналіз їх поширення у водоймах парку. Імпонує те, що автором не лише констатовано виявлені факти, як часто буває у дисертаційних роботах, а також присутній аналіз, намагання пояснити чому так відбувається з відповідними посиланнями на літературні джерела. Таку роботу цікаво читати і це свідчить про зрілість автора та легке володіння як власним матеріалом, так і даними літератури. Кожний підрозділ завершується коротким висновком щодо вище наведеної інформації, що також є методично вірним і справляє приємне враження від роботи. Матеріал розглянуто дуже всебічно, із залученням екологічної причетності та різноманітних індикаційних властивостей водоростей. Висновки отримано адекватні і цікаві.

У розділі 5. представлено ретроспективний аналіз результатів альгофлористичних досліджень солоних приморських водойм досліджуваного парку із залученням власних та літературних даних. Розділ починає і завершує загальний огляд та аналіз, а підрозділи включають нариси за типами досліджених водойм – затоками, лиманами лагунного та озерного типів, ефемерними водоймами. Розділ наводить дуже детальний аналіз всього різноманіття виявлених як автором, так і його попередниками, видів та розподіл їх по роках і за основними екологічними параметрами – екологічною причетністю та галобністю. Зроблено дуже цікаві висновки про явне збільшення частки у альгофлорі водойм видів з амфібіальною причетністю та широкою нормою реакції щодо галобності, а також полігалобів, що свідчить про нестабільність гідрологічного режиму та підвищення рівня солоності досліджених приморських водойм внаслідок зменшення надходження прісних вод і загальної аридизації клімату території.

В розділі 6 наведено рекомендації з охорони та збереження природних комплексів Приазовського НПП і видів водоростей, які занесені до Червоної книги України. Імпонує, що автор обійшовся не лише загальними фразами, а запропонував конкретні заходи з урахуванням специфіки досліджуваної території – рекультиваційні заходи (відновлення природного стоку річок, що впадають у приморські водойми, укріплення прируслової смуги водотоків, закріплення вершин та схилів прилеглих до русла ярів та балок), господарські (механічне розчищення і поглиблення дна земснарядом, демонтаж нелегально збудованих загат і перемичок тощо), природоохоронні (обмеження рекреаційного навантаження, заборонення пересування механізованих транспортних засобів в межах заповідної зони, створення альгорезерватів для рідкісних видів тощо). Імпонує, що у розділі подано опис проблеми, а далі – конкретні рекомендації та пропозиції.

Розділ 7 присвячений огляду видового складу водоростей солоних приморських водойм Приазовського НПП за умов трансформації природних комплексів Північно-Західного Приазов'я. Перераховуються всі вище наведені факти щодо зміни видового складу водоростей досліджених водойм: зменшення загального різноманіття, збільшення частки видів з амфібіальною причетністю при зменшенні частки типово водних представників, поширення видів з широкою нормою реакції щодо галобності, а також індикаторів засолених умов – мезо- та полігалобів. Робиться висновок, що ці дані щодо водоростей є частиною загального процесу зміни природних комплексів Північно-Західного Приазов'я у бік аридизації, наслідком чого є ксеро- та галофітізація рослинної складової.

Список використаних літературних джерел складається із 363 бібліографічних посилань. Його оформлено згідно з вимогами до наукових друкованих праць. У дисертаційній роботі та авторефераті наводяться публікації здобувача.

Дисертація супроводжується шістьма додатками. Перші 3 додатки подають порівняння видового різноманіття водоростей солоних приморських водойм різних країн світу, в т.ч. і території дослідження, і являють таблицю з кількістю видів за відділами (Додаток А), матрицю флористичної спільності (Додаток Б) та дендрит (Додаток В). Додаток Г наводить координати постійних пробних площ в межах полігонів дослідження, Додаток Д – конспект флори водоростей, додаток Е – фотографії деяких видів, а Додаток Ж – порядки, родини, роди та види, що були виявлені автором вперше для території дослідження. Додаток З наводить перелік робіт дисертанта і є обов’язковою складовою роботи.

Центральною частиною цього матеріалу є вагомий конспект флори водоростей Приазовського НПП, який містить як дані автора, так і літературні. Наведено список видів, авторів таксонів, таксономічне положення, детальне місцезростання та посилання на відповідне джерело. Для видів, виявлених автором – екологічні характеристики (галобність, сапробність, екологічна причетність тощо, які були використані у аналізі), а також коротку інформацію щодо поширення виду у світі. Конспект є детальним і старанно оформленим. Цінність являє собою також додаток Ж із фотографіями водоростей, адже вони безпосередньо ілюструють матеріал, з яким працював дисертант. Фотографії також старанно виготовлені і оформлені, якість їх достатня.

Отже, структура роботи за обсягом і змістом відповідає рівню кандидатської дисертації.

Оцінка обґрунтованості і достовірності наукових положень та висновків

Проведений аналіз дисертаційної роботи О.Г. Брена дає підстави для висновку про те, що сформульовані здобувачем і винесені на захист положення становлять безперечну наукову новизну і є ґрунтовним

дослідженням у галузі фікології, ботаніки, екології та вивчення рослинного різноманіття.

Наукове та практичне значення дисертаційної роботи підтверджується значним обсягом фактичного матеріалу, отриманих автором протягом кількох років. Вони підкріплюються сучасними методами обробки та аналізу даних, що відображено в численних табличних та графічних формах. Висновки дисертації (с. 150-152) повністю відображають результати поставлених завдань та цілком обґрунтовані. Отримані дані гарно ілюструють процеси зміни рослинності та ландшафтів на території Північно-Західного Приазов'я, вони вже використані у «Літописі природи Приазовського НПП». Надані дисертантом численні та доречні рекомендації щодо поліпшення ситуації з пересихаючими приморськими водоймами можуть бути використані при проведенні відповідних рекультиваційних, господарчих та природоохоронних заходах на території Приазовського НПП.

Безперечна актуальність теми, важливі висновки, теоретичне та практичне значення одержаних результатів дають підставу для позитивної оцінки роботи.

Повнота викладення матеріалу в опублікованих працях

За темою дисертації опубліковано 18 наукових праць, у тому числі п'ять статей у журналах, що входять до фахових видань України та індексовані у міжнародних наукометричних базах Scopus і Web of Science, 13 тезах доповідей та матеріалах міжнародних і всеукраїнських конференцій. Результати дисертаційних досліджень широко апробовано (12 форумів). Дисертаційна робота кваліфіковано написана, належним чином і старанно оформлена, гарно ілюстрована, насичена багатим фактичним матеріалом. За своєю структурою, змістом, обсягом тексту та друкованих праць, кількістю і повнотою викладення матеріалу

рецензована праця відповідає встановленим вимогам щодо кандидатських дисертацій.

Оформлення дисертації загалом відповідає встановленим вимогам до такого типу праць.

Запитання та зауваження:

1. Структура Розділу 2, на наш погляд, не є оптимальною. По-перше, дані щодо території дослідження варто було винести у окремий підрозділ. По-друге, така широта охопту огляду очевидно не є доцільною, тим більше, що вичерпним розділ по водоростям приморських водойм світу, що складається з 14 проаналізованих робіт, назвати не можна. Автор оперує при цьому словосполученнями «доступна література», самотійно визнаючи неповність приведених даних. Зовсім незрозумілим є кластерний аналіз на основі коефіцієнта Сьоренсена-Чекановського, проведений з видовими списками з усіх цих літературних джерел та з оригінальними даними (Додатки Б, В). Отриманий абсолютно очевидний результат про низьку подібність альгофлор приморських водойм світу та спорідненість різних частин Азово-Чорноморського басейну. Аналіз проведено з абсолютно різновеликими списками, що включають від 16 (з Північно-Американської водойми) до 1710 видів (з водойм Північно-Західного Причорномор'я, див. Додаток А), це є методологічно невірним. Очевидно, раціональнішим було до літературного огляду віднести територію Азово-Чорноморського басейну, яка, до речі, також включає значну частину зарубіжних територій. Такий огляд та подальші порівняння видових списків були б і менш обтяжливими для дисертанта і більш доречними при виявленні особливостей водоростевого населення приморських водойм досліджуваного парку.

2. Схема опрацювання матеріалу у роботі не є до кінця зрозумілою. Ймовірно водні проби опрацьовували прямим мікроскопіюванням, а

грунтови – культуральними методами. Чи були залучені культуральні методи до вивчення водних проб? Чи були вивчені ґрунтові проби (у разі макроскопічних розростань водоростей) прямим мікроскопіюванням?

3. Вказано, що частота трапляння видів у пробах визначалася за шкалою Стармаха, як це робилося з ґрунтовими пробами, дослідженими культуральними методами? Крім того, відомо, що за даною шкалою визначається відносна рясність водоростей у пробі, а не частота трапляння, ці поняття переплутано.

4. Автор часто оперує поняттям «активно вегетуючий комплекс водоростей», яке явно є калькою з ґрунтової альгології. Адже при вивченні проб культуральними методами, ймовірно проростання у культурі неактивних діаспор водоростей, які присутні у ґрунті, але активно не вегетують. Проте це поняття неприйнятно для водних водоростей, досліджених методами прямого мікроскопіювання. Види з низькою рясністю також є активно вегетуючими у водних екосистемах. Наскільки зрозуміло з контексту, автор під цим поняттям якраз розуміє частоту трапляння видів у пробах, так що плутанина у поняттях існує.

5. При альгоіндикаційних дослідженнях автором використано переважно зведення Барінової за 2006 рік. В якості поради, відмічаємо, що наразі існує новіше і більш повне видання (Барінова и др., 2019).

6. Виникають питання щодо розподілу виявлених видів за таксонами надвидового рангу. Автором використані адекватні системи водоростей та інтернет-ресурси, що в повній мірі відображають сучасні погляди на філогенію та систему водоростей (с. 65), проте викликає запитання розгляд зелених водоростей у рамках одного відділу Chlorophyta, адже загально визнано існування окремої лінії Streptophyta (або відділу Charophyta у водоростей). Так само корекції потребує таксономічне положення низки представників: *Pleurochloris magna* (сучасна назва *Vischeria magna*) слід відносити до Eustigmatophyta (а не Xanthophyta, як наведено у конспекті

флори), Oocystaceae належить до класу Trebouxiophyceae (а не Chlorophyceae), те ж стосується і роду *Jaagichlorella*.

7. Підрозділ 4.2. «Нові знахідки видів водоростей...» наводить лише дані попереднього молекулярного аналізу щодо двох штамів. Виникає запитання, чому не було намагання побудови філогенетичного дерева, адже на сьогодні наявно доступне програмне забезпечення та інтернет платформи, легкі у користуванні. Філогенетичний аналіз надав би більше інформації. Доцільно також було б дослідити послідовність гену 18S рРНК для виявлення таксономічного положення штамів, а не лише високоваріабельний відрізок ITS-1,2. Інше питання: чому у даний розділ не потрапили інші, відомі види, адже було виявлено нові для парку таксони, серед яких були рідкісні та цікаві представники.

8. Підрозділ 4.3. «Розподіл видів водоростей за приуроченістю до місцеіснування», мається на увазі водні, наземні та амфібіальні водорості, це не місцеіснування як таке, а екологічна приуроченість певних видів, адже автор сам наводить різні ці групи якраз з одного місцеіснування – якоїсь конкретної водойми.

9. Розділ 7 є підсумковим і важливим, проте досить невеликий за обсягом (4 сторінки) і майже цілком наводить дані, що вже були представлені на сторінках попередніх розділів. На наш погляд, його було варто об'єднати з розділами 5 та 6 і представити у вигляді підрозділу.

10. Додатки передбачають розміщення додаткової інформації, яка є громіздкою за обсягом. Тому частина коротких додатків на 1 сторінку є нераціональною. Так, додатки А-В, що подають порівняння видового різноманіття водоростей солоних приморських водойм різних країн світу, займають по 1 сторінці кожний, їх варто було звести у 1 додаток або просто розмістити у тексті. Додаток Г з координатами постійних пробних площ в межах полігонів дослідження варто було віднести до преамбули конспекту флори. Там же доречним був би перелік відібраних проб з

їхніми короткими описами, цього зроблено не було, а інформація щодо них розпорошена у самому конспекті, що не завжди зручно при користуванні ним. Додаток Ж з порядками, родинами, родами та видами, що були виявлені автором вперше для території дослідження, займає трохи більше 1 сторінки, його було варто розмістити у тексті дисертації.

11. Конспект флори дуже старанно та детально оформлений, проте деяка деталізація є в даному контексті надмірною. Зокрема не варто було наводити рік опису таксонів, адже робота не мала на меті якісь таксономічні обговорення чи перетворення, ця деталізація є зайвою. Дуже переобтяжують конспект вказівки щодо відповідних пунктів інформації у кожному виді (зліва): вид/рід/родина/тощо або трапляння/екологічні дані тощо. Стосовно першого блоку інформації – він непотрібний, бо ранг таксону визначається за його закінченням, стосовно другого – пояснення варто було винести на початок конспекту, у преамбулу, а при описі кожного виду обмежитися просто переліком чи умовними позначеннями. Доречним був би перелік проб з описами на початку, це дозволило б компактизувати інформацію у конспекті. Це б скоротило конспект та забрало менше часу у дисертанта при його підготовці, проте не обмежило б подану інформацію.

12. Є питання щодо наведених фото діатомових водоростей (Додаток Е). Автор відмічає, що діатомеї було досліджено у постійних препаратах, за методиками, прийнятими для цієї групи водоростей (с. 65). Чому на фотографіях наведені живі клітини діатомей, з хлоропластами, що маскують мікроструктури панциря?

13. Чому не було знайдено 3 видів з Червоної книги України? Вони ймовірно зникли чи їх просто не було знайдено, яка Ваша думка?

Висновки про відповідність дисертації встановленим вимогам

Проведений аналіз дисертації, автореферату та наукових публікацій за темою дослідження свідчить, що за змістом та обсягом дисертаційна робота О.Г. Брена є завершеною кваліфікаційною науковою працею. Вона виконана на досить високому науковому й методичному рівнях. Основні положення дисертаційної роботи та сформульовані висновки обґрунтовано, вони містять високу достовірність даних і значну наукову новизну, мають практичне значення та повністю представлені в опублікованих працях. Автореферат і публікації об'єктивно відображають зміст дисертації.

Таким чином, на підставі описаного вище вважаю, що дисертаційна робота Олександра Геннадійовича Брена «Водорості солоних приморських водойм Приазовського національного природного парку» повністю відповідає вимогам пп. 9, 11-13 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 року, а її автор заслуговує присудження наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.05 – ботаніка.

Київ, 13. 09. 2021 р.

Старший науковий співробітник
відділу фікології, ліхенології та бріології
Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного
НАН України,
к.б.н.

Т.І. Михайлюк

Підпис к.б.н. Т.І. Михайлюк засвідчую
Зав. відділу кадрів
Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАНУ



Л.М. Зайцева