

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Семенюк Наталії Євгенівни
«Фітоепіфітон водних об'єктів басейну Дніпра», представлену на здобуття
наукового ступеня доктора біологічних наук зі спеціальності 03.00.17 –
гідробіологія

Актуальність теми. Фітообростання є важливим компонентом первинної ланки водного середовища, що бере участь у процесах створення органічної речовини, забезпечення киснем та самоочищення екосистеми. Водойми басейну Дніпра акумулюють близько 70 відсотків водних ресурсів України, забезпечуючи водою більше 30 млн населення та дві третини промислового та аграрного потенціалу країни. У водоймах і водотоках басейну Дніпра, особливо в акваторії Дніпровського каскаду, де поширені мілководдя із значними заростями вищих водяних рослин, фітообростання відіграють важливу екологічну роль та можуть слугувати надійними індикаторами стану довкілля. У світовій практиці епіфітон, як складова фітобентосу, широко використовується для оцінки якості води та екологічного стану водойм. Зокрема, згідно Водної Рамкової Директиви (ВРД), в країнах Європейського Союзу з цією метою широко застосовують т.зв. «діатомові індекси», що початково розроблялись для оцінки трофічного стану річок (див., зокрема, Kelly, Whitton, 1995); на часі їхня імплементація в Україні. Тому тема дисертаційної роботи Н. Є. Семенюк «Фітоепіфітон водних об'єктів басейну Дніпра», метою якої було комплексне дослідження фітоепіфітону різнотипних водойм і водотоків басейну Дніпра, що включало оцінку його якісного та кількісного різноманіття, встановлення закономірностей функціонування в умовах континуальності і дискретності та з'ясування механізмів реакції фітоепіфітону на вплив природних, антропогенних і біотичних чинників, безперечно, є актуальною та має як теоретичне, так і практичне значення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась в Інституті гідробіології НАН України в період з 2006 по 2018 рр. в межах низки бюджетних тем установи, зокрема державної науково-дослідної теми «Розробка теоретичних основ еволюції екосистем рівнинних водосховищ та методології управління їх екологічним станом» (№ 0106U002148), «Біорізноманіття та біоресурсний потенціал рівнинних водосховищ в умовах глобальних кліматичних змін і розвитку біологічної інвазії» (№ 0111U003031), «Механізми гомеостазу екосистем дніпровських водосховищ в сучасних умовах їхнього функціонування» (№ 0116U003031), «Механізми функціонування прісноводних екосистем та адаптації гідробіонтів з дії абіотичних і біотичних факторів в умовах

глобальних кліматичних змін» (№ 0111U000075), «Прогноз та упередження негативних наслідків впливу кліматичних змін на екологічний стан, потенціал та біорізноманіття гідроекосистем України» (№ 0117U004899) тощо.

Наукова новизна досліджень та одержаних результатів полягає в тому, що вперше дослідження угруповань водоростей епіфітону великої водної системи охоплювало таксономічний, флористичний, продукційний, екологічний та прикладний аспекти, що дозволило авторці встановити закономірності формування таксономічного складу, чисельності, біомаси, продукційних характеристик фітоепіфітону у водоймах Дніпровського басейну Дніпра, а також описати основні механізми підтримання його гомеостазу в сучасних умовах під впливом природних та антропогенних екологічних чинників. Вперше встановлено континуальність і дискретність фітоепіфітону у системах «річка – руслові озера – річка» та «лотичні умови – лентичні умови» (на прикладі у різнотипних водойм і водотоків басейну Дніпра). Одержано важливі теоретичні відомості, зокрема, доведено правомірність «теорії альтернативних стабільних станів» для водойм і водотоків басейну Дніпра, показано, що висока продуктивність фітоепіфітону характерна для «режиму прозорої води», а низька – для «режиму високої каламутності». Описано механізми, що забезпечують функціонування фітоепіфітону в сучасних умовах: таксономічні перебудови на рівні відділів, трансформація домінуючих комплексів з монодомінантних на полідомінантні; міжрічні зміни видового складу; збільшення рясності азот фіксуючих та тіньовитривалих видів; зниження ролі видів-індиферентів та зростання – галофілів і мезогалобів. Ґрунтовне та всебічне вивчення діатомових водоростей фітоепіфітону дозволило дисертантці не тільки суттєво поповнити відомості про видовий склад та поширення цієї групи в Україні, але і успішно провести апробацію європейських підходів до оцінки екологічного стану водних екосистем із застосуванням діатомових індексів. Результати дослідження доводять ефективність їх використання при здійсненні державного моніторингу масивів поверхневих вод України.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій, сформульованих у дисертації.

Дисертація виконана із використанням великого об'єму польових зборів, опрацьованих за допомогою традиційних та сучасних методик, які є адекватними меті та завданням дослідження, надійними та високоінформативними. Високий ступінь обґрунтованості основних положень дисертації спирається, зокрема, на репрезентативну вибірку різнотипних водних об'єктів басейну Дніпра та довготривалість проведених спостережень (вегетаційні періоди з 2008 по 2019 р.р.). У роботі авторкою

використано системний підхід в поєднанні із загальногідробіологічними та спеціальними методами дослідження фітоепіфітону; для опрацювання натурних даних були використані аналітичні, графічні та статистичні методи. Об'єктивність результатів досліджень і висновків, наведених у дисертації, підтверджується представленим фактичним матеріалом та ґрунтовністю його аналізу. Текстова частина вдало доповнена 40 таблицями та 100 рисунками, що сприяють кращому розумінню отриманих даних та полегшують його наукову експертизу. Усі наукові положення і висновки, сформульовані автором, переконливо обґрунтовані у роботі, мають теоретичне і практичне значення. Матеріали дисертаційної роботи в повному обсязі відображені в 40 наукових публікаціях, серед яких чотири колективні монографії та 12 статей у міжнародних наукових виданнях, індексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, що забезпечило авторці індекс Гірша 7. Крім того, матеріали дисертаційного дослідження були представлені й обговорені на численних наукових зібраннях національного та деяких (Міжнародний семінар «Водоймище-охолоджувач Чорнобильської АЕС на стадії виведення з експлуатації: екосистемні та радіоекологічні дослідження» (Київ, 2017), Міжнародний семінар МАГАТЕ із розгляду підсумків робіт по виведенню із експлуатації ВО ЧАЕС (Київ, 2019); VI International Conference “Advances in Modern Phycology” (Kyiv, 2019) міжнародного рівня, що демонструє значимість отриманих результатів.

Як свідчить детальний аналіз представленого рукопису, **структура дисертаційної роботи** логічна, і, хоча дещо відступає від традиційної, в цілому є прийнятною. Матеріали розділів відповідають меті, завданням, а також сутності об'єкту і предмету дослідження; зміст кожного з розділів розкритий достатньо повно. Основний зміст роботи викладено у дев'яти розділах. У **розділі 1** описані методологічні та методичні підходи, використані у роботі, а всі наступні висвітлюють результати опрацювання поставлених дисертантом завдань. Так, у **розділі 2** (с. 49-81) розглядається розвиток епіфітону залежно від впливу природних чинників досліджуваних водних екосистем: прозорості води, гідрологічних параметрів, кисневого режиму та мінералізації води. У **третьому розділі** (с. 82-115) аналізується відгук фітоепіфітону на вплив антропогенних чинників, серед яких біогенні елементи та зниження рівня води (на прикладі ВО ЧАЕС). **Четвертий розділ** (с. 116-153) приваблює ретельним та різнобічним вивченням питання про взаємовідносини водоростей обростань як із вищими водяними рослинами різних екологічних групи, які вони використовують у якості субстрату, так і між угрупованнями фітопланктону і фітоепіфітону, що формують динамічну систему і поєднані спільними видами. Також у розділі оцінено роль фітоепіфітону в структурі автотрофної ланки природно-штучної водойми

Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми. У найбільшому **п'ятому розділі** (с. 154-218) коротко представлені результати вивчення видового і таксономічного різноманіття водоростей обростань досліджених водних об'єктів, а також наведені короткі діагнози нових для флори України таксонів діатомей. Більша частина розділу присвячена розкриттю основних рис континуальності і дискретності фітоепіфітону різнотипних екосистем басейну Дніпра на прикладі системи «річка – руслове озеро – річка», а також розподілу фітоепіфітону по Дніпровському каскаду і Нижньому Дніпру («лотичні умови – лентичні умови»). На думку дисертантки, континуальність визначається географічним розташуванням та генезисно-гідрологічними зв'язками між дослідженими водоймами. Дискретність прослідковується у зростанні таксономічного багатства фітоепіфітону, його чисельності і біомаси і поліпшенні якості води в лентичних умовах, а також у зниженні кількісних показників фітоепіфітону в нижніх частинах водосховищ та в зонах впливу міських агломерацій. У **шостому розділі** (с. 219-244), спираючись на узагальнення результатів багаторічних спостережень на Київському та Канівському водосховищах, аналізується реакція фітоепіфітону на вплив кліматичних змін. Показано, що між температурою води і біомасою фітоепіфітону спостерігається складна нелінійна залежність; зокрема, підвищення температури води вище 25 °C викликало зменшення біомаси водоростей фітообростань та зміни домінантного комплексу. Важливим практичним результатом дослідження є вибір репрезентативних характеристик фітоепіфітону, які найбільш чутливо реагують на зміни температури води. До них належать: співвідношення *Bacillariophyta*, *Chlorophyta* і *Cyanobacteria*; інтенсивність валової первинної продукції; *A/R*-співвідношення; питома продукція (*P/B*). **Сьомий розділ** (245-272) продовжує практичний напрямок дисертаційного дослідження, демонструючи внесок дисертантки у важливу справу імплементації європейських методів оцінки екологічного стану водних екосистем у вітчизняну практику. Зокрема, на прикладі дніпровських водосховищ переконливо доведено, що діатомові індекси фітоепіфітону можуть використовуватись як репрезентативні дескриптори біологічного елементу «фітобентос твердих субстратів». Це дозволяє доповнити загальноприйняті підходи до оцінки екологічного стану водойм і водотоків басейну Дніпра новими біологічними показниками, а саме діатомовими індексами, що визначають трофічний статус (*TDI*), кисневий режим (*IO*) та ступінь органічного забруднення (*IS*). У **восьмому розділі** (с. 273-320), на основі аналізу багаторічної динаміки якісних і кількісних показників фітоепіфітону водосховищ Дніпровського каскаду описано ефективні механізми гомеостазу, які дозволяють підтримувати динамічну рівновагу водоростевого

угруповання з умовами водного середовища. Вони включають міжрічні зміни структури фітоепіфітону на рівні відділів і видового складу залежно від екологічних чинників, спрямовані на підтримання таксономічного багатства на стабільно високому рівні та високу вирівненість угруповань, яка забезпечує підтримання динамічної рівноваги кількісних показників фітоепіфітону в мінливих умовах середовища. Встановлено, що угруповання фітоепіфітону ефективно підтримують гомеостаз в довгостроковому масштабі, зокрема, реагуючи на зміну екологічних чинників через зменшення розвитку одних таксонів і збільшення інших. **Розділ 9 (321-347)** представляє узагальнюючий підсумок основних фактологічних напрацювань дисертантки та їх теоретичного осмислення, що дозволило сформулювати концепцію функціонування фітоепіфітону, як важливого біотичного компоненту водойм і водотоків басейну Дніпра із виокремленням основних механізмів реагування на вплив екологічних чинників у сучасних умовах (вдало візуалізовані на рис. 9.1–9.4). Розроблена Н.Є. Семенюк схема (рис. 9.5), в якій поєднані основні постулати її концепції, по суті, пропонує прогностичні сценарії розвитку фітоепіфітону в умовах глобальних та регіональних кліматичних змін за різних альтернативних режимів водойм і водотоків басейну Дніпра, демонструючи, як зміни клімату і водного середовища, впливаючи на ключові абіотичні та біотичні чинники, що визначають розвиток фітоепіфітону басейну Дніпра, можуть призводити до переходу водної екосистеми з одного альтернативного режиму в інший, що, у свою чергу, активує механізми гомеостазу, спрямовані на мінімізацію негативних наслідків такого впливу і підтримання динамічної рівноваги водоростевого угруповання.

Висновки (с. 348-350) повністю узгоджуються із метою та завданнями роботи, достатньо інформативні, хоча і дещо переобтяжені конкретикою на шкоду аналітиці. Також залишилось незрозумілим, чому ні в преамбулі, ні у жодному із 12 висновків не знайшлося місця для «родзинки» теоретичного здобутку дисертантки – концепції функціонування фітоепіфітону.

Великий масив літературних джерел, наведений у списку літератури (с. 351-386), свідчить про ґрунтовне опрацювання проблеми, що підтверджується відповідними посиланнями у тексті.

Дисертаційне дослідження Н.Є. Семенюк відповідає паспорту наукової спеціальності 03.00.17 «гідробіологія». Порівняльний аналіз змісту автореферату та основних положень роботи засвідчив повну ідентичність в частині формулювання мети, об'єкту, предмету, завдань, положень новизни, висновків до розділів, загальних висновків. Дисертація та автореферат оформлені відповідно до вимог діючих нормативних документів.

Зауважень принципового характеру немає, проте великий об'єм проведених досліджень, деякі методологічні підходи до розв'язання поставлених завдань та суб'єктивне розуміння опонентом окремих моментів дисертації зумовлює низку **дискусійних питань**, що потребують подальшого обговорення. До них, зокрема, треба віднести такі:

Об'єктом дослідження дисертаційної роботи визначено «**фітоепіфітон** ...басейну Дніпра», проте у роботі не наведено обґрунтування застосування саме цього терміну, який не є широкоживаним у світовій гідроекологічній літературі. В публікаціях авторки за темою роботи, крім згаданого вище, використовуються такі терміни, як «фітоперифітон» та «фітомікроперифітон». Чим обумовлене використання терміну «фітоепіфітон», який в дисертації (с.32) описується як «водорості різних систематичних відділів, які розвиваються на підводних частинах вищих водяних рослин», у чому його відмінність від епіфітону? Як відомо, епіфітон – це «перифітон на рослинах» (Протасов, 2010); термін походить від грецького слова «епіфіт», що перекладається як «рослина, що зростає на іншій рослині» ([\(\(https://en.wiktionary.org/wiki/epiphyton\)\)](https://en.wiktionary.org/wiki/epiphyton)). Чи не є словосполучення «фіто-епі-фіт» тавтологією?

До безперечних здобутків рецензованого дослідження відноситься встановлення видового та таксономічного різноманіття водоростей обростань. Проте у розділі 1, який по суті мав би описувати МАТЕРІАЛИ і методи дослідження, саме матеріалам чомусь не знайшлося місця. Відповідно до його назви («Методологічні підходи і методи дослідження»), у окремих підрозділах детально розглядаються методологічні і термінологічні аспекти, подається характеристика досліджених водних об'єктів та описуються методи дослідження фітоепіфітону. Відомості про матеріали дослідження обмежуються єдиною фразою на с. 36: «Матеріалом для написання дисертаційної роботи послуговували **натурні дані досліджень** (?) фітоепіфітону, виконаних на різнотипних водних об'єктах басейну Дніпра з 2008 по 2019 рр.». Матеріал дослідження – це проби, відібрані для отримання тих самих «натурних даних», тому було б правильно вказати хоча б їх загальну кількість та розподіл за категоріями та сезонами. Також повністю відсутні дані стосовно літературних джерел (визначників, флор, атласів, тощо), якими користувалась авторка при ідентифікації водоростей і ціанобактерій, не вказано, за якою системою (чи системами) подано систематичну структуру. AlgaeBase можна використовувати для уточнення сучасних таксономічно визнаних назв того чи іншого таксона, проте при виборі системи слід обрати якесь надійне наукове джерело, присвячене таксономії водоростей. Хотілося б почути від дисертантки, яку саме систему вона використовувала, розглядаючи Bacillariophyta як окремий відділ, а не

клас у складі Ochrophyta та чи не було б логічніше використовувати для дінофітових водоростей назву Dinophyta, а не Miozoa.

При розробці структури рукопису авторка відійшла від традиційної схеми формування окремого розділу із оглядом літератури за проблемою, натомість, сумістивши літературні і оригінальні дані за певними напрямками досліджень (Розділи 2-8). Цей підхід добре спрацював для обґрунтування обраних напрямів, проте використання літературних відомостей при аналізі отриманих результатів, на думку опонента, було дещо звуженим та неповним. Наприклад, у розділі 3, при огляді літератури стосовно впливу біогенних елементів автор спирається виключно на публікації 1980х-1990х р.р. [181, 209, 210, 234, 315]. Аналізуючи відомості про вплив співвідношення нітроген:фосфор на розвиток водоростей, автор згадує відомий огляд М.Г. Булгакова і О.П. Левіча 1999 р. і далі обмежується публікаціями виключно українських авторів [71, 76, 297, 301]. Такий же «вузький» підхід до аналізу отриманих даних домінує і у наступних розділах. Хотілося б побажати Н.Є. Семенюк сміливіше залучати до аналізу власних даних сучасні результати досліджень фітоперифітону, які в останні двадцять років активно розвиваються у різних країнах світу, що дозволить їй побачити реальну вагомість власних даних, які набагато перевищують вузько регіональний рівень, до якого вона вперто їх прив'язує.

У тексті є низка незрозумілих моментів та формулювань. Так, у розділі 4 (с. 137-138, рис. 4.9) при аналізі взаємодії між фітопланктоном і фітоепіфітоном у Кардашинському лимані наводиться не зовсім зрозуміла, на думку опонента, категоризація видів водоростей за біотопічною приуроченістю. Знайдені у планктоні і епіфітоні види поділяють на типово планктонні, **літоральні**, бентосні, види обростань та евритопи. А де ж типово епіфітні види, які, поряд із типово планктонними фігурують у розділі 5 (с.177-205, рис. 5.9)? Хотілося б почути, на чому базується така категоризація і з якою метою її застосовували, оскільки для опонента це залишилось загадкою. Також увагу опонента привернуло увагу словосполучення «референційна ділянка». Що воно означає і чим «референційна» відрізняється від загальноновживаного прикметника «референтна»? Не зрозуміло, у якому сенсі використовується прикметник «флористичний/флористична» у назвах таблиць 5.2 (Таксономічний і флористичний склад фітообростань водних екосистем басейну Дніпра...) та 5.3 (Флористична частка (%) провідних родин і родів фітообростань водних екосистем...).

Також виникли деякі зауваження технічного характеру. У тексті трапляються поодинокі помилки друку та русизми, напр., неодноразово повторюється «крупномасштабне (замість великомасштабне) спрацювання

води» ...», зустрічаються невдалі вирази (напр., с. 32 «...176 найменувань іноземною мовою (?)», с. 134 «перехід (перенесення?) типово епіфітних видів ...до планктону...», (с. 276-301) «міжрічна динаміка таксономічного багатства...», «міжрічні коливання індексу Шенона..» (насправді мова про коливання їхніх кількісних показників); с. 307 «питання щодо залежності між біологічним різноманіттям і гомеостазом» (взаємозв'язку?) та ін.

Наведені вище міркування та зауваження жодним чином не впливають на високу оцінку дисертаційного дослідження Н. Є. Семенюк та не знижують його наукової та практичної цінності.

Висновок

Аналіз представленого до розгляду матеріалу (рукопис дисертації, автореферат, публікації) з урахуванням актуальності, новизни, наукової цінності, обґрунтованості та достовірності одержаних результатів, а також їх практичного значення дає підстави вважати, що дисертаційна робота Семенюк Наталії Євгенівни «Фітоепіфітон водних об'єктів басейну Дніпра» є самостійним завершеним дослідженням, в якій одержані нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують важливу наукову проблему, має фундаментальне та практичне значення і відповідає вимогам МОН України щодо дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук, зокрема, п. 9, 10, 12 «Порядку присудження наукових ступенів та присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого Постановою КМ України №567 від 24.07. 2013 р. (зі змінами, внесеними Постановою КМ України № 656 від 19.08.2015 р. і Наказом МОН України № 40 від 12.01.2017 р.)), а її автор Наталія Євгенівна Семенюк заслуговує на присвоєння наукового ступеня доктора біологічних наук за спеціальністю 03.00.17 – гідробіологія.

Заступник директора з наукової роботи,
провідний науковий співробітник
відділу фікології, ліхенології та бріології
Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України
доктор біологічних наук,
старший науковий співробітник



О.М. Виноградова

