

ВІДЗИВ

офіційного опонента на дисертацію Михайлюк Тетяни Іванівни
«Водорості та ціанобактерії біологічних ґрунтових кірочок: різноманіття, філогенія,
таксономія, екологія, поширення»
представленої на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук

Дисертація Т.І. Михайлюк є **логічною** і структурованою підбіркою статей, які містять концептуально нові ідеї та підходи щодо дослідження таксономічного різноманіття, екології та географії водоростей і ціанобактерій зібраних в різних континентах Земної кулі, із залученням методів молекулярної генетики, філогенетичного аналізу, культивування, порівняльної морфології та морфометрії. Треба наголосити, що сукупність представлених в дисертації наукових робіт є якісним вихідним матеріалом, який пройшов ретельну анонімну експертизу і опублікований у журналах з високим імпаکت-фактором і входять, на момент публікації, у Q1 та Q2.

Актуальність теми обумовлена недостатністю відомостей щодо біогеографії біологічних кірочок, залежності їхнього видового складу від екологічних і географічних факторів, прогалин у молекулярно-філогенетичних методах оцінки їх біорізноманіття та таксономії водоростей і ціанобактерій, які є їхніми основними складовими частинами.

Дисертація Т.І. Михайлюк є **оригінальним** науковим дослідженням, що базується на інтегральному підході дослідження водоростей та ціанобактерій ґрунтових біокірочок екологічно та географічно різних екосистем помірної зони Європи, рослинно-кліматичних зон Чилі та тундрових екосистем полярних регіонів.

Науковою новизною проведеного дослідження є встановлення переважання зелених водоростей при значній ролі ціанобактерій на балтійських та чорноморських дюнах, ціанобактерій – у приморських екосистемах Азовського моря, зелених водоростей при майже повній відсутності ціанобактерій – у лісах Німеччини, зелених ульвофіцієвих водоростей, витривалих до засолення – у штучних гіпергалінних екосистемах Німеччини, унікальних представників роду *Klebsormidium* – у напівпустелях та лісах Чилі, жовтозелених водоростей – у полярних регіонах. Автором вперше проведено дослідження з використанням інтегративного підходу водоростей та ціанобактерій біокірочок морських прибережних екосистем Європи (на прикладі Балтійського, Чорного та Азовського морів); біокірочок чотирьох рослинно-кліматичних зон Чилі: пустель, напівпустель, сухих та вологих лісів. На основі інтегративного підходу виявлено нові таксони в межах класу *Klebsormidiophyceae* (Streptophyta) – роди *Interfilum* та *Streptosarcina*. Окреслено загальну філогенію класу, що нині включає 5 родів та водорості як з нитчастою сланню, так і з

пакетоподібною та розгалуженою. Відкрито і охарактеризовано групу *Klebsormidium* з філогенетичної суперклади G, відзначено її переважне поширення у біокірочках Південної півкулі, що змушує переглянути уявлення про *Klebsormidium* як водорість-космополіт. Вперше доведено, що ділення клітин *Klebsormidiophyceae* відбувається за механізмом, близьким до споруляції. Виявлено нову філогенетичну лінію серед стрептофітових водоростей, описану як рід *Streptofilum*, що характеризується унікальним клітинним покривом, складеним субмікроскопічними органічними лусочками своєрідної будови. Загалом, описано як нові для науки 2 роди, 18 видів і 2 різновидності водоростей і ціанобактерій, здійснено емендацію та епітипіфікацію 16 видів та запропоновано 6 нових номенклатурних комбінацій, виявлено 15 таксонів, нових для флори України.

Процедура захисту дисертації на здобуття наукового ступеня доктора за сукупністю робіт дозволяє вченим або зацікавленим особам відкрито знайомитися з науковими статтями, які зазвичай опубліковані Тетяною Іванівною Михайлюк зі співавторами у рейтингових журналах світу (*Biogeosciences*, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, *European Journal of Phycology*, *Journal of Phycology*, *Phytotaxa*, *International Journal on Algae*, *Protist* тощо), які мають обмежений доступом до основного тексту.

Перший розділ «Різноманіття, філогенія, екологія та поширення водоростей і ціанобактерій у ґрунтових біокірочках окремих наземних екосистем та регіонів» представляє собою логічну підбірку, головним чином, англomовних статей. Основу першого підрозділу складають матеріали статті Schulz K., Mikhailyuk T., Dreßler M., Leinweber P. & Karsten U. «Biological Soil Crusts from Coastal Dunes at the Baltic Sea: Cyanobacterial and Algal Biodiversity and Related Soil Properties» (*Microb. Ecol.*, 2016, 71: 178–193), в якій вперше показано результати дослідження біологічних кірок на дюнах Балтійського моря на півночі помірної зони. Звичайно біологічні кірки досліджувалися в пустельних (включаючи холодні пустелі) регіонах. Встановлено доволі високе різноманіття водоростей, включаючи 19 ціанобактерій, 51 вид не діатомових водоростей та 55 діатомових водоростей.

Продовженням підрозділу є стаття Mikhailyuk T., Glaser K., Tsarenko P., Demchenko E., Karsten U. «Composition of biological soil crusts from sand dunes of the Baltic Sea coast in the context of an integrative approach to the taxonomy of microalgae and cyanobacteria» (*European Journal of Phycology*, 2019, 54(3): 263–290). В ній показано інтегративний підхід, що передбачає дослідження морфологічних ознак як в культурах, так і дослідження із застосуванням молекулярно-філогенетичного підходу. Отримані досить цікаві результати. Завдяки молекулярним методам вдалося підтвердити морфологічну ідентифікацію трохи більше третини усього різноманіття штамів водоростей з біологічних ґрунтових кірочок

дюн Балтійського моря. 11 штамів (21% від усіх штамів), які були визначені у попередній роботі за культурально-морфологічними ознаками (Shultz et al., 2016), були некоректно ідентифіковані навіть на рівні родів. Описано один новий таксон *Tetradesmus arenicola* Mikhailiuk & P. Tsarenko, зроблена одна нова комбінація *Heterochlamydomonas callunae* (Ettl) Mikhailiuk & Demchenko, виділено епітип для *Actinochloris sphaerica* Korschikov та виправлено діагноз нещодавно відкритої *Eremochloris sphaerica*. Крім наукової новизни, у викладених матеріалах міститься й етичні аспекти: критичне ставлення до власних досліджень після використання нових підходів щодо ідентифікації, корекція та публікація нових, виправлених матеріалів.

Одним з підрозділів (1.2.1) першого розділу виступає стаття Mikhailiuk T., Vinogradova O., Glaser K., Demchenko E. & Karsten U. «Diversity of Terrestrial Algae of Cape Kazantip (the Sea of Azov, Ukraine) and Some Remarks on their Phylogeny and Ecology» (*International Journal on Algae*, 2018, 20(4): 313–338). Підрозділ узагальнює результати дослідження наземних водоростей мису Казантип. Дослідження були проведені з використанням культурально-морфологічних та молекулярних методів з використанням маркерів 16S / 18S рРНК, 16S-23S ITS / ITS-1,2. Було виявлено 73 види, зокрема Суанопрокаріота - 35 видів, Chlorophyta – 23 види, Streptophyta – 5 видів, Ochrophyta – 10 видів. Показано відмінність водоростей біологічних кірок літофітону та ґрунту. Лише 30,1% виявлених видів виявлено в обох типах середовищ існування. 41 вид траплявся в скельних водоростевих угрупованнях. Тут авторами відмічена велика різноманітність ціанобактерій, особливо представників *Nostocales* та групи *Gloeocapsa* s.lat., а також *Trebouxiophyceae* та *Ulvophyceae* серед зелених водоростей. На вапняку, в хазмоендолітних угрупованнях домінуючими видами були *Gloeocapsa punctata* Nägeli та *Ctenocladus circinnatus* Borzi, тоді як на поверхні гірських порід домінували *Desmococcus olivaceus* (Pers. ex Ach.) J.R. Laundon та *Trentepohlia* sp. Автором показано, що в гіполітичних угрупованнях на кварці переважали нитчасті ціанобактерії. В біологічних кірках на глині виявлено 54 види, в яких Суанобактерія були провідними як за кількістю видів (42,6% від загальної різноманітності), так і за кількісним розвитком.

Продовженням підрозділу, що присвячений водоростям біологічних кірок України, є стаття Михайлюк Т.І., Виноградова О.М., Глазер К., Рибалка Н.А., Демченко Е.М., Карстен У. «Водорості біологічних ґрунтових кірочок приморських дюн Дунайського біосферного заповідника (Одеська область, Україна)» (*Algologia*, 2021, 31(1): 25–62). В цій частині роботи наведено 60 видів з відділів для заповідника: Chlorophyta (32 види), Суанопрокаріота (16), Streptophyta (7) та Ochrophyta (5). Для деяких штамів ціанобактерій і евкаріотичних водоростей був проведений філогенетичний аналіз за ділянкою

нуклеотидної послідовності гена 16S/18S рРНК та регіону 16S-23S ITS/ITS-1,2. Роди *Nodosilinea* R.B.Perkerson & D.A.Casamatta і *Pleurastrorsarcina* H.J. Sluiman & P.C.J. Blommers та види *Nodosilinea epilithica* Perkerson & Casamatta, *Pseudomuriella aurantiaca* (W.Vischer) N.Hanagata, *Pleurochloris meiringensis* Vischer і *Pleurastrorsarcina terriformae* Darienko et al.) вперше наведено для України.

Третій підрозділ базується на статті Glaser K., Baumann K., Leinweber P., Mikhailyuk T., Karsten U. «Algal richness in BSCs in forests under different management intensity with some implications for P cycling» (*Biogeosciences*, 2018, 15: 4181–4192). В цій частині закривається значний пробіл в знаннях щодо автотрофного компоненту біологічних кірок лісів. Для лісів Німеччини виявлено 51 вид водоростей, серед яких домінуючим родом був *Klebsormidium*. Доведено, що при інтенсивному менеджменті, кількість видів водоростей в біологічних кірках зростає.

Четвертий підрозділ присвячений дослідженню водоростей та ціанобактерій біологічних ґрунтових кірочок гіпергалінних відвалів після видобутку поташу (Німеччина). Його основу складає стаття Sommer V., Mikhailyuk T., Glaser K., Karsten U. “Uncovering Unique Green Algae and Cyanobacteria Isolated from Biocrusts in Highly Saline Potash Tailing Pile Habitats, Using an Integrative Approach” (*Microorganisms*, 2020, 8, 1667). За результатами досліджень було виділено 76 оригінальних штамів, які представлені Chlorophyta (62 види) та Cyanobacteria (14 видів). Колосальна робота була проведена щодо секвенування маркерних генів рРНК (SSU) та ITS, що дозволило підтвердити, з одного боку, морфологічну ідентифікацію деяких видів. Однак філогенетичний аналіз також показав і високу частку можливих невідомих таксонів, підтвердження існування яких потребує нових досліджень. Вражає також кількість посилань (146 найменувань) в одній статті.

П'ятий підрозділ присвячений результатам дослідження водоростей та ціанобактерій біологічних ґрунтових кірочок різних рослинно-кліматичних зон Чилі (Південна Америка) в контексті інтегративного підходу щодо оцінки їхнього різноманіття. За основу розділу прийнята стаття Samolov E., Baumann K., Büdel B., Jung P., Leinweber P., Mikhailyuk T., Karsten U. and Glaser K. “Biodiversity of Algae and Cyanobacteria in Biological Soil Crusts Collected Along a Climatic Gradient in Chile Using an Integrative Approach” (*Microorganisms*, 2020, 8, 1047). Результати досліджень показали доволі високе різноманіття водоростей та ціанобактерій в досліджених біологічних кірках, зокрема з 63 ідентифікованих видів водоростей 45 відносяться до Chlorophyta, 13 видів до Streptophyta, 5 видів до Ochrophyta. В біологічних кірках також виділено 24 штами Cyanobacteria. Розділ містить гарні ілюстрації як морфологічних особливостей водоростей та ціанобактерій, так і дендрити з включенням нових даних. Успіхом і визнанням роботи Т. Михайлюк є її

дослідження водоростей та ціанобактерій в пустелі Атакама, у місці з мінімальною кількістю опадів на Землі. Показано, що видовий склад водоростей та ціанобактерій схожий на такий в пустелі Наміб. Досить цікавим було також відкриття нових для Північної Америки видів водоростей, які були описані з Європи, зокрема *Watanabea borysthenica*.

Наступний підрозділ дисертації присвячений водоростям біологічних ґрунтових кірочок арктичного острова Свальбард (Норвегія). Він ґрунтується на дослідженнях, викладених у статті Borchhardt N., Baum Ch., Mikhailyuk T. and Karsten U. “Biological Soil Crusts of Arctic Svalbard - Water Availability as Potential Controlling Factor for Microalgal Biodiversity” (*Front. Microbiol.*, 8: 1485). Встановлено високе видове різноманіття (102 види), що належать до Chlorophyta (67), Streptophyta (13), Ochrophyta (22). Встановлено, що ключовим фактором для розвитку біологічних кірочок є доступність води в арктичних регіонах. Автором були досліджені біологічні кірочки з антарктичних регіонів. Про це свідчить останній підрозділ, який ґрунтується на результатах досліджень, що викладені у статті Borchhardt N., Schiefelben U., Abarca N., Boy J., Mikhailyuk T., Sipman H.J.M., Karsten U. «Diversity of algae and lichens in biological soil crusts of Ardley and King George islands, Antarctica» (*Antarctic Science*, 2017: 1–9). Результати досліджень показали також високе видове різноманіття водоростей та ціанобактерій біологічної кірки, яке нараховує 106 видів водоростей (41 вид – Chlorophyta, 9 видів – Streptophyta, 56 – Heterokontophyta). Встановлено, що склад водоростей може корелювати з мікрокліматичними та педологічними градієнтами.

Другий розділ дисертації присвячений дослідженню улюбленої дисертантом групи водоростей – роду *Klebsormidium*. Розділ дисертації складається з частини «Молекулярна філогенія, таксономія і біологія наземних водоростей порядку Klebsormidiales (Klebsormidiophyceae)» колективної монографії «Молекулярна філогенія і сучасна таксономія наземних спорових рослин» (Михайлюк та ін., 2013), а також англomовних статей: Mikhailyuk T., Holzinger A., Massalski A., Karsten U. “Morphology and ultrastructure of Interfilum and Klebsormidium (Klebsormidiales, Streptophyta) with special reference to cell division and thallus formation” (*European Journal of Phycology*, 2014, 49(4): 395–412); Mikhailyuk T., Glaser K., Holzinger A., Karsten U. “Biodiversity of Klebsormidium (Streptophyta) from alpine biological soil crusts (Alps, Tirol, Austria, and Italy)” (*J. Phycol.*, 2015, 51, 750–767); Glaser K., Donner A., Albrecht M., Mikhailyuk T., and Karsten U. “Habitat-specific composition of morphotypes with low genetic diversity in the green algal genus Klebsormidium (Streptophyta) isolated from biological soil crusts in Central European grasslands and forests” (*European Journal of Phycology*, 2017, Vol. 52, N. 2, 188–199); Samolov E., Mikhailyuk T., Lukešová A., Gläser K., Burkhard B., Karsten U. “Usual alga from unusual habitats:

Biodiversity of Klebsormidium (Klebsormidiophyceae, Streptophyta) from the phylogenetic superclade G isolated from biological soil crusts” (*Molecular Phylogenetics and Evolution*, 2019, 133: 236–255); Mikhailyuk T.I., Sluiman H.J., Massalski A., Mudimu O., Demchenko E.M., Kondratyuk S.Y., Friedl Th. “New Streptophyte green algae from terrestrial habitats and an assessment of the genus *Interfilum* (Klebsormidiophyceae, Streptophyta)” (*J. Phycol.*, 44, 2008, 1586–1603); Mikhailyuk T., Lukesova A., Glaser K., Holzinger A., Obwegeser S., Nyporko S., Friedl T., Karsten U. “New Taxa of Streptophyte Algae (Streptophyta) from Terrestrial Habitats Revealed Using an Integrative Approach” (*Protist*, 2018, 169: 406-431).

На основі інтегративного підходу доведено, що рід *Interfilum* є представником *Klebsormidiophyceae* (Streptophyta), а також описано новий рід *Streptosarcina*. Автором окреслено загальну філогенію класу, що нині включає 5 родів: *Klebsormidium*, *Interfilum*, *Hormidiella*, *Streptosarcina* та *Entransia*, а також таксони як з нитчастою сланню, так і з пакетоподібною та розгалуженою. Центральну філогенетичну лінію класу розділено на 7 основних суперклад (A, B, C, D, E, F, G), що відповідають роду *Interfilum* (суперклада A) та різним філогенетичним лініям *Klebsormidium* (решта суперклад).

Третій розділ дисертації присвячений водоростям та ціанобактеріям біологічних ґрунтових кірочок, цікавих з флористико-таксономічної точки зору. Він складається з англійських статей: Mikhailyuk T.I., Demchenko E.M., Kondratyuk S.Y. “*Parietochloris ovoideus* sp. nova (Trebouxiophyceae, Chlorophyta), a new aerophyte alga from Ukraine” (*Algological Studies*, 2003, 110: 1-16); Mikhailyuk T., Holzinger A., Tsarenko P., Glaser K., Demchenko E., Karsten U. “*Dictyosphaerium*-like morphotype in terrestrial algae: what is *Xerochlorella* (Trebouxiophyceae, Chlorophyta)?” (*J. Phycol.* 2020, 56: 671-686); Rybalka N., Mikhailyuk T., Darienko T., Dultz S., Blanke M., Friedl T. “Genotypic and phylogenetic diversity of new isolates of terrestrial Xanthophyceae (Stramenopiles) from maritime sandy habitats” (*Phycologia*, 2020 published online); Jung P., Mikhailyuk T., Emrich D., Baumann K., Dultz S., Büdel B. “Scifting boundaries: ecological and geographical range extension based on three new species in the cyanobacterial genera *Cyanocohniella*, *Ocultella*, and *Aliterella*” (*J. Phycol.*, 2020, 56: 1216-1231); Vinogradova O., Mikhailyuk T., Glaser K., Holzinger A., Karsten U. “New species of *Ocultella* (Synechococcales, Cyanobacteria) from terrestrial habitats of Ukraine” (*Ukr. botan. journ.*, 2017, 74(6): 509-521); Mikhailyuk T., Vinogradova O., Holzinger A., Glaser K., Samolov E., Karsten U. “New record of the rare genus *Crinalium* Crow (Oscillatoriales, Cyanobacteria) from sand dunes of the Baltic Sea, Germany: epitypification and emendation of *Crinalium magnum* Fritsch et John based on an integrative approach” (*Phytotaxa*, 2019, 400(3): 165-179); Mikhailyuk T.I., Vinogradova O.N., Glaser K. & Karsten U. “New taxa for the flora of Ukraine, in context of modern approaches to taxonomy of Cyanoprokaryota/Cyanobacteria”

(International Journal on Algae, 2016, 18(4): 301-320); Vinogradova O.N., Mikhailiuk T.I. “On the taxonomy and nomenclature of some terrestrial taxa of *Plectonema* s.l. (Cyanophyceae). 1. The case of *Plectonema edaphicum*” (International Journal on Algae, 2018, 20(3): 211-224.

Високо оцінюючі проведену дисертантом роботу в цілому, дозволю зробити деякі зауваження та винести на обговорення низку дискусійних питань.

- 1) В англійському перекладі «biological crust» можна перекласти як «кірка» або «кірочка». В україномовній науковій літературі це поняття використовується рідко і перекладається як «біологічна кірка» (наприклад, Ходосовцев та ін., 2010) або «біологічна кірочка» (наприклад, Михайлюк та ін., 2017). Чим автор обумовлює вибір україномовного терміну «біологічна кірочка» versus «біологічна кірка»?
- 2) Автором показана лише таксономічна новизна для України (15 таксонів, нових для України), проте у вступі (підрозділ наукова новизна) не йдеться про таксономічну новизну для Чилі та країн Європи.
- 3) В першому розділі обговорюється коректність підрахунку саме діатомових водоростей, які можуть бути не типовими представниками біологічних кірок, а заноситися вітрами з морів або інших солоних водойм. Як на вашу думку, отримати коректні результати, уникаючи видів з інших біотопів? Чи може допомогти в цьому метод метабаркодингу, який передбачає дослідження усіх ДНК, які містяться в зразку?
- 4) Цікавими є дослідження гіполітичних угруповань на мисі Казантип (підрозділ 1.2.1, стор. 77), які описані та переважно трапляються на кварцитах (силікатні гірські породи), рідше на вапнякових гірських породах. Гіполітичні угруповання для мису Казантип вказуються для кварцитів, проте останній представляє собою мшанковий риф – карбонатні гірські породи, де силікатні гірські породи *a priori* відсутні. Тут природними є лише карбонатні гірські породи. Беручи до уваги екологію водоростей цього угруповання, зокрема кальцефільність *Oculatella ucrainica*, яка описана з крейдяних відслонень, постає запитання: чи не утворюються гіполітичні угруповання на метаморфізованих карбонатних гірських породах – кальцитах?
- 5) У роботі, присвяченій водоростям біологічних кірок, зокрема Казантипу, на вапнякових скелях наводиться *Trebouxia* sp. Чи можна віднести її до вільноіснуючих, чи вона все ж таки представлена у складі вегетативних діаспор (соредій) епілітних лишайників? Теж саме питання можна поставити і до водоростей роду *Gloeocapsa*, які є фотобіонтами слані для приморських

лишайників роду *Collemopsidium*? Як на вашу думку розділити ці групи водоростей?

- 6) На наш погляд, в розділі 1.2.2 не коректним виглядає речення «У результаті описано нові для науки рід і види (*Streptosarcina arenaria* Mikhailuyk & Lukešová та *Tetrademus arenicola* Mikhailuyk & P. Tsarenko» (стор. 105). Насправді це дійсно заслуга автора дисертаційної роботи, проте опис нового для науки роду та видів був викладений в інших статтях, зокрема *Tetrademus arenicola* Mikhailuyk & P. Tsarenko в Mikhailuyk et al. (2019), а *Streptosarcina arenaria* (як новий рід та два нових для науки види) в Mikhailuyk et al. (2018b).
- 7) Чому автор, разом із співавторами, не наважилися описати серед невідомих таксонів новий для науки вид з роду *Watanabea* для якого є три сиквенонаних штами і які утворюють окрему кладу з високою підтримкою (підрозділ 1.1, стор. 168)? Теж саме стосується клад «*Borodinellopsis* sp.» з двома сиквенсами (стор. 162), «*Planophila* sp.» з чотирма сиквенсами (стор. 164, 170) тощо.
- 8) Відкриття нових штамів та відповідно нових видів з роду *Klebsormidium* з Південної Америки, зокрема з кладу G (стор. 208), розширило відомості про екологію всього роду. Проте, чи корелюють ці дані з філогеографією? Чи можлива в Південній Америці ізоляція для видоутворення, наприклад *Klebsormidium chilense*, *K. deserticola* тощо?
- 9) Біля десяти років тому назад працюючи над розділом колективної монографії «Молекулярна філогенія...» (Михайлюк та ін., 2013) автором були зафіксовані аномальні морфологічні ознаки у представників ксерофітних груп *Klebsormidium* – «*Crenulatum/Mucosum*» та «*Desertus*», які зберегли ці ознаки протягом довгого (5 років) культивування в культурі. Постало риторичне питання: як вони зберегли морфологію, яка є відображенням пристосованості до їх природних місцезростань, якщо інформація про це не міститься у генах? Чи є відповідь на це питання зараз?
- 10) З приводу низького успіху ідентифікації за культурально-морфологічними ознаками (підрозділ 1.1.2, стор. 49), яким чином дисертант уявляє структуру чеклістів водоростей, зокрема для України, в яких зібрана інформація протягом історичного періоду з урахуванням різних методологічних підходів щодо ідентифікації? Чому при описі нових таксонів, епітипіфікації, доповненні, не використана процедура молекулярного баркодування, зокрема для нових для науки видів *Oculatella kazantipica*, *O. ucrainica*, *Tetrademus arenicola* тощо ?

11) Відомо, що роди *Chlorokybus* та *Mesostigma* утворюють клади третього рангу всередині клади другого рангу *Streptophyta* за Adl et al. (2019). В класичних ієрархічних системах ці роди часто розглядають у ранзі класів. Автором висловлено припущення, що новий для науки рід *Streptofilum* Mikhailyuk et Lukešová може бути представлений також новим для науки класом у відділі *Streptophyta*. Чи не перевірявся можливий ранг нової відкритої клади *Streptofilum* в кладистичній матриці евкаріот (Adl et al., 2019)?

В цілому висловлені зауваження не впливають на високий рівень представленої дисертаційної роботи. Наукові положення та висновки дисертації достовірні, обґрунтовані великим обсягом зібраного та обробленого матеріалу та критичним аналізом отриманих даних. Оцінюючі дисертаційну роботу у цілому, слід підкреслити, що вона представлена фундаментальними інтернаціональними статтями, опублікованими у журналах з високим рівнем цитування (Q1 та Q2), в яких чітко відокремлюється цінний внесок Тетяни Іванівни Михайлюк у дослідження водоростей та ціанобактерій наземних біологічних кірок Земної кулі.

Автореферат повністю відповідає тексту дисертації.

Матеріали дисертації опубліковані в 42 наукових публікаціях, серед яких 15 статей опубліковано у виданнях, що входять до першого (Q1) та другого (Q2) кuartилів за галуззю знань, яка відповідає темі наукового дослідження, відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports та апробовані на 16 міжнародних конгресах, симпозиумах та конференціях. Треба також відзначити лідерські здібності Т.І. Михайлюк, в переважній більшості колективних представлених статей та одній колективній монографії вона очолювала інтернаціональні та вітчизняні наукові творчі колективи.

В цілому, представлена дисертаційна робота «Водорості та ціанобактерії біологічних ґрунтових кірочок: різноманіття, філогенія, таксономія, екологія, поширення» повністю відповідає вимогам п. 9, 10 «Порядку присудження наукових ступенів, що висуваються до дисертаційних робіт, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 р., а сам дисертант заслуговує на присудження наукового ступеня доктора біологічних наук зі спеціальності 03.00.05 – ботаніка.

Професор кафедри ботаніки
Херсонського державного університету,
Заслужений працівник освіти України,
доктор біологічних наук, професор



О.Є. Ходосовцева

Заступник начальника ВК

Куцас И.И.

22.04.2021

О.Є. Ходосовцев