

АНОТАЦІЯ

Кривошея-Захарова О.М. Діатомові водорості Полтавськорівнинного альгофлористичного району (Україна). – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 091 «Біологія». – Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, Київ, 2020.

Дисертаційна робота присвячена вивченню флористико-таксономічного різноманіття діатомових водоростей водойм Полтавськорівнинного альгофлористичного району (ПРАР), його еколого-географічної характеристики, типологічного розподілу та созологічних особливостей.

За результатами проведених досліджень, у водоймах ПРАР нами зареєструвано 601 вид (629 ввт, враховуючи номенклатурний тип виду) діатомових водоростей, що належать до 4 класів, 17 порядків, 38 родин та 87 родів. Із врахуванням даних літератури, загальне число діатомей – 706 видів (757 ввт). Встановлено, що 392 види (402 ввт) є новими знахідками для території ПРАР, з яких 185 (192) – нові для флори України, 269 (277) – Лісостепової зони України, 319 (327) – Лівобережного Лісостепу.

Провідне місце за числом видів посідає клас *Bacillariophyceae*, представники якого домінують на рівні порядків, родин та родів. Серед 15 провідних родин перші місця посідають *Gomphonemataceae*, *Bacillariaceae*, *Symbellaceae* і *Naviculaceae*, *Pinnulariaceae* та *Stauroneidaceae*, у котрих зосереджено 57.2 % від загального різноманіття діатомових водоростей.

Виявлено нерівномірний розподіл видового складу діатомей за типами водойм та показано, що найбільша кількість видів властива річкам (584 види/ 612 ввт), а найменша та, практично, однакова – ставкам природного (260/ 267) та штучного (238/ 241) походження і болотам (232/ 234). Найбагатшими за

кількістю видів виявилась р. Ворскла (461/ 481, а найбіднішим – ставок 2 в околицях с. Микільське (23 види). Відзначена своєрідність та типологічна видова специфічність досліджених водойм: 220 таксонів діатомей знайдені нами виключно у річках, 6 – у болотах, 4 – у ставках штучного та 3 – у ставках природного походження. Порівняльний аналіз діатомових водоростей водойм різного типу, засвідчив, що стоячі водойми є найподібнішими між собою за видовим складом дослідженої групи водоростей та включаються у найбагатшу за кількістю видів флору річок. Така особливість пов'язана з місцезнаходженням цих водойм, наявним чи опосередкованим зв'язком із руслом і загальною приналежністю до басейнів досліджуваних річок.

Розглянуто еколого-географічні особливості видового складу діатомових водоростей ПРАР. Встановлено, що переважаючими на території дослідження є види-космополіти (66.9% від загального числа таксонів з наявною інформацією про поширення). Проте, враховуючи той факт, що космополіти не є індикаторами біогеографічних особливостей видів (Прошкина-Лавренко, 1963), цілком очевидним є те, що в регіоні вивчення є найсприятливіші умови для розвитку представників Голарктики. Розподіл за ектопами не є рівномірним: найрізноманітніше представлена група перифітону (93.8%), дещо менше – бентосу (82.1%) та планктону (80.1%). Переважаючими у планктоні, бентосі та перифітоні виступили представники класу *Bacillariophyceae*. Відзначено екологічну приуроченість діатомей дослідженої флори – 59, 17 і 10 видів, характерних виключно для перифітону, бентосу та планктону відповідно. Переважаючими, за відношенням до галобності, виявились види-індіференти (68.4 % від загальної кількості індикаторів галобності), що є характерним для прісних вод. Чисельна представленість солелюбних видів (загалом 27.6 %) корелює із гідрохімічними особливостями території ПРАР, для ґрунтів якої характерне содово-сульфатне засолення (Винарчук, Хільчевський, 2010). Серед індикаторів рН води найчисельніше представлені алкаліфільні види (52.5 % від загальної кількості індикаторів), що свідчить про залуження вод ПРАР. У відношенні до

трофності – оліго-мезотрофи (31.7 %) та мезо-евтрофи (33.3 %), що свідчить про мезотрофний тип водойм ПРАР. Переважання видів олігосапробної, бета-мезосапробної зон, толерантних та чутливих до забруднення, як у загальному кількісному розподілі, так і з врахуванням відносної рясності розвитку, свідчать про приналежність водойм ПРАР до II-III класів якості вод – чисті та задовільно чисті (Rakowska, 2001; Барінова и др., 2019).

З'ясовано, що видове різноманіття ПРАР характеризується високим ступенем своєрідності та новизни. Аналіз рядів морфологічної мінливості таксонів, вперше відзначених нами для флори України, дозволив розширити уявлення про їх морфологію, екологічні особливості та поширення. Окрім того, відмічено два види, для яких були запропоновані нові номенклатурно-таксономічні комбінації: *Surirella hibernica* (W. Smith) D. Kapustin et O. Kryvosheia та *Iconella amphioxys* (W. Smith) D. Kapustin et O. Kryvosheia (Kryvosheia, Kapustin, 2019 b). Значна кількість нових знахідок пов'язана, на нашу думку, із неповнотою та вузькою регіональністю хорологічного вивчення діатомових водоростей території ПРАР, а також із кардинальними змінами, котрі відбулися в систематиці діатомей за останні 25 років (Куликовський, Кузнецова, 2014).

Альгосозологічний аналіз виявленого різноманіття засвідчив, що у діатомовій флорі водойм ПРАР наявні 101 вид (102 ввт), котрі потребують охорони. Серед них, 17 мають созологічний статус «під загрозою зникнення», 31 – «вразливі», 30 – рідкісні та 7 – «таксони з недостатньою кількістю інформації». Відзначено умовно «рідкісні» таксони, для яких відомо лише декілька місцезнаходжень в Україні та світі (до 5): 102 (104 ввт) та 69 видів (72 ввт) відповідно. У водоймах об'єктів ПЗФ, що знаходяться на території ПРАР, виявлено 539 видів (563 ввт) діатомей. Найбагатшим за кількістю видів виявився НПП «Гетьманський» – 376 видів (388 ввт), а найбіднішим БЗДЗ «Малоперещепинський» – 112 (113 ввт) видів діатомових водоростей. Частка видів, котрі належать до певної созологічної категорії у заповідних об'єктах ПРАР становить – 15.1 % від загальної кількості діатомей, знайдених у водоймах регіону.

Наявність видів, що потребують охорони та їх представленість у об'єктах ПЗФ, свідчить про унікальність та своєрідність діатомової флори водойм ПРАР і доцільність існуючих меж його заповідних територій.

Встановлено доцільність меж ПРАР, на основі порівняльного аналізу різноманіття діатомових водоростей фізико-географічних областей, котрі увійшли до його складу, а включення до аналізу матеріалів із сусідніх прикордонних ділянок, у перспективі, може бути основою для корегування існуючих меж дослідженого альгофлористичного району. В той же час, порівняння комплексу провідних родин діатомей ПРАР із сусідніми територіями виявило певну подібність систематичної структури досліджених флор та їх своєрідність. Діатомова флора регіону вивчення формує групу подібності разом із флорами Київської височинної області, Білорусі та Польщі, як наслідок їх територіальної близькості, акцентованого і цілеспрямованого вивчення *Bacillariophyta* лотичних систем.

Матеріали дисертації використано в «Літописах природи» Національних природних парків «Пирятинський» (2016), «Нижньосульський» (2019), Регіонального ландшафтного парку «Нижньоворсклянський» (2015) та підготовці «Продромуса альгофлори України» (2017-2020).

Ключові слова: діатомові водорості, діатомеї, *Bacillariophyta*, Полтавськорівнинний альгофлористичний район, ПРАР, типи водойм, нові види.

SUMMARY

Kryvosheia-Zakharova O.M. Diatoms of the Poltava-Plain algofloristic district (Ukraine). – Qualifying scientific work, manuscript.

Thesis submitted to obtain the Degree of Doctor of Philosophy (PhD) in specialty 091 «Biology». – M.G. Kholodny Institute of Botany of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, 2020.

The PhD thesis is devoted to the study of floristic and taxonomic diversity of diatoms from water bodies of the territory of Poltava-Plain algofloristic district (PPAD), its ecological and geographical characteristics, typological distribution, and zoological features.

As a result of our research, 601 species (629 infraspecific taxa) of diatoms that belonging to 4 classes, 17 orders, 38 families, and 87 genera, were registered in PPAD. The total number of taxa (literature and original data together) is 706 species (757 i.t.). It was identified that 392 species (402 i.t.) are new finds for the PPAD territory, 185 (192 i.t.) of which are new for the flora of Ukraine, 269 (277 i.t.) are new for the Forest-Steppe of Ukraine, 319 (327 i.t.) are new for the Left-Bank Forest-Steppe zone.

Bacillariophyceae has the highest number of species. Its representatives dominate at the level of orders, families, and genera. Among the 15 leading families, the first places belong to *Gomphonemataceae*, *Bacillariaceae*, *Cymbellaceae*, *Naviculaceae*, *Pinnulariaceae*, and *Stauroneidaceae*, which represent 57.2% of the total species diversity.

Species composition of diatoms from different types of water bodies of PPAD is varying. The highest number of species was found in rivers (584 species/ 612 i.t.), and the smallest and almost the same in ponds (260/ 267), oxbow lakes (238/ 241), and swamps (232/ 234). The Vorskla River has the highest number of species (461/ 481), and the lowest number was found in the Pond 2 in the vicinity of the Mykilske village (23 species.). The originality and typological species specificity were

indicated for each of the studied types of water bodies: diatoms 220 taxa were found in rivers only, 6 were – in swamps, 4 were – in ponds, and 3 were – in oxbow lakes. Comparative analysis of diatoms from different types of water bodies showed that the species composition of stagnant water bodies (ponds, oxbow lakes, and swamps) are the most similar to each other and was included in the flora of rivers, which is the richest in the number of species. This feature is associated with the location of these water bodies, as they all belong to the basins of the studied rivers.

Ecological and geographical features of the diatoms species composition from PPAD were studied. It was found that cosmopolitan species are predominant in the studied area (66.9% of the total number of taxa with available information on distribution). However, cosmopolitans are not indicators of species biogeographical distribution (Proshkina-Lavrenko, 1963). Therefore, the studied region obviously has the most favorable conditions for the development of the Holarctic species. The distribution of diatoms among ecotopes is not uniform. The periphyton group (93.8%) has the most diverse composition, slightly less species richness is typical for benthos group (82.1%), and plankton group (80.1%). Representatives of the class *Bacillariophyceae* were predominant among all groups. Marked that 59, 17, and 10 species are characteristic exclusively of periphyton, benthos, and plankton, respectively. Among the identified halobility indicator taxa indifferent species (68.4% of the total number of halobility indicators) were predominant, which is typical for freshwaters reservoirs. The number of halophilic species (27.6%) correlates with the hydrochemical features of PPAD territory, where soils are characterized by soda-sulfate salinity (Vinarchuk, Khilchevsky, 2010). Among the species, which are indicators of water pH, alkaliphilic species are the most numerous (52.5% of the total number of indicators). This shows the alkalization of PPAD waters. In relation to the trophic state of waters, oligo-mesotrophic (31.7%) and meso-eutrophic (33.3%) species are dominant, which indicates a mesotrophic type of PPAD water bodies. The predominance tolerant and sensitive to pollution species as well as species typical to the oligosaprobic and beta-mesosaprobic zone, indicate that PPAD

water bodies belong to the II-III classes of water quality – clean and satisfactorily clean waters. (Rakowska, 2001; Barinova et al., 2019).

It was found that the diatom species diversity of PPAD is characterized by a high originality and novelty. Analysis of morphological variability series of taxa, for the first time noted for the flora of Ukraine, allowed expanding our knowledge concerning their morphology, ecological characters, and distribution. In addition, for two species new nomenclature-taxonomic combinations were proposed: *Surirella hibernica* (W. Smith) D. Kapustin et O. Kryvosheia and *Iconella amphioxys* (W. Smith) D. Kapustin et O. Kryvosheia (Kryvosheia, Kapustin, 2019 b). A significant number of newly found diatom taxa are explained, in our opinion, by the insufficient study of diatoms in the PPAD, and principal changes that happend in the diatom taxonomy of diatoms over the 25 past years (Kulikovskiy, Kuznetsova, 2014).

Algozoological analysis of the identified species list of PPAD showed that 85 diatom species need protection. Among them – 17 species have the «endangered» sozoological status of, 31 – are «vulnerable», 30 – are «rare», and 7 – are «data deficient taxa». Conditionally «rare» taxa are also noted, for which only a few (up to 5) locations are known in Ukraine and in the world: 102 species (104 i.t.) and 69 (72 i.d.) respectively.

In addition, 539 species (563 i.t.) of diatoms were found in protected areas located on the territory of PPAD. The National Nature Park «Getmansky» has the highest number of species (376/ 388 i.t.), and the lowest number of species was found in the botanical reserve «Malopereshchepynsky» (112/ 113 i.t.). The proportion of species that have certain sozoological status in PPAD protected areas is 15.1% of the total number of diatoms found in PPAD water bodies. The presence of endangered species that need protection and their representation in the protected areas indicates the uniqueness and originality of the PPAD diatom flora as well as the validity of the existing boundaries of PPAD protected areas.

The expediency of PPAD boundaries was established based a comparative analysis of the diatom flora of geographical areas included in it is structural parts. Inclusion of materials on diatom diversity from neighboring areas into the analysis

can be the basis for review of the existing PPAD boundaries in the future. The comparison of the PPAD diatom flora (based on the complex of leading diatom families) with neighboring territories showed a certain similarity of the systematic structure of the studied floras and their originality. The diatom flora of the study region forms a group of similarity with the flora of the Kyiv Upland region, Belarus, and Poland. It can be a consequence of their close territorial location and purposeful study of *Bacillariophyta* of the lotic systems.

The materials of the PhD thesis were used in the «Chronicles of Nature» of the «Pyriatynsky» National Nature Park (2016), «Nyzhniosulsky» National Nature Park (2019) and «Nyzhniovorskliansky» Regional Landscape Park (2015), as well as in the «Prodromus of algoflora of Ukraine» (2017-2020).

Key words: *diatom algae, diatoms, Bacillariophyta, Poltava-Plain algofloristic district, PPAD, water body types, new species.*

ПЕРЕЛІК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових виданнях, що індексовані у наукометричній базі даних Scopus:

Kryvosheia O.M., Kapustin D.A. Diatoms (*Bacillariophyta, Bacillariophyceae*) of the Nyzhniosulsky National Nature Park (Ukraine). *International Journal on Algae*. 2019. Vol. 21, № 3. P. 235-252. DOI:10.1615/InterJAlgae.v21.i3.40 (Особистий внесок дисертанта: відбір альгологічних проб, їх обробка, виготовлення постійних препаратів діатомей, робота на СМ і СЕМ, підготовка фотоматеріалів, визначення видів діатомей, аналіз отриманих результатів, написання частини тексту статті).

Krivosheia O.N. Diatoms of the Poltava-Plain Algofloristic District Water Bodies (Ukraine). *International Journal on Algae*. 2020. Vol. 22, № 2. P. 137-158. DOI:10.1615/InterJAlgae.v22.i2.40

Статті у наукових фахових виданнях України:

Кривошея О. Н. Кривенда А. А. Новые и редкие для альгофлоры Украины виды *Bacillariophyta* из водоёмов Регионального ландшафтного парка «Нижневорсклянский» (Украина). *Альгология*. 2015. Т. 25, № 3. С. 306-322. DOI:10.15407/alg25.03.306 (Особистий внесок дисертанта: відбір альгологічних проб, їх обробка, виготовлення постійних препаратів діатомей, робота на СМ і СЕМ, підготовка фотоматеріалів, визначення видів діатомей, аналіз отриманих результатів, написання частини тексту статті).

Кривошея О.М. Діатомові водорості перифітону водойм національного природного парку «Пирятинський». *Чорноморськ. бот. ж.* 2017. Т. 13, № 2. С. 204-214. DOI:10.14255/2308-9628/17.132/7

Kryvosheia O.M., Kapustin D.O. New and noteworthy diatoms from the water bodies of Nyzhniosulsky National Nature Park (the Poltava Plain Algofloristic District). *Ukr. Bot. J.* 2019. Vol. 76, № 6. P. 554-559. DOI:10.15407/ukrbotj76.06.554 (Особистий внесок дисертанта: відбір альгологічних проб, їх обробка, виготовлення постійних препаратів діатомей, робота на СМ і СЕМ, підготовка фотоматеріалів, визначення видів діатомей, аналіз отриманих результатів, написання частини тексту статті).

Статті в інших наукових виданнях України:

Кривошея О. М. Різноманіття діатомових водоростей р. Удай Національного природного парку «Пирятинський». *Науковий часопис НПУ ім. Драгоманова. Серія 20: Біологія*. 2015. Вип. 6. С. 11-21.

Матеріали конференцій та наукових семінарів:

Кривошея О. М., Кривенда А. А. Діатомові водорості (*Bacillariophyta*) перифітону р. Ворскла в межах регіонального ландшафтного парку «Нижньоворскляньський». *Актуальні проблеми ботаніки та екології:*

- матер. Міжнарод. конфер. молодих учених, 9-12 вересня, 2014 р. Умань, 2014. С. 42-43.
- Кривошея О. М. Діатомові водорості (*Bacillariophyta*) перифітону р. Удай в межах Національного природного парку «Пирятинський». Актуальні проблеми ботаніки та екології: матер. Міжнарод. конфер. молодих учених, 15-20 вересня, 2015 р. Полтава, 2015. С. 28.
- Кривошея О.М. Діатомові водорості (*Bacillariophyta*) перифітону річок НПП «Пирятинський». Актуальні проблеми ботаніки та екології: матер. Міжнарод. конфер. молодих учених, 29 червня-3 липня, 2016 р. Херсон, 2016. С. 26.
- Кривошея О.М. Діатомові водорості (*Bacillariophyta*) р. Сула НПП «Нижньосульський». Актуальні проблеми ботаніки та екології: матер. Міжнарод. конфер. молодих учених, 5-8 вересня, 2017 р. Луцьк, 2017. С. 15.
- Кривошея О.М. *Екологічна характеристика* діатомових водоростей перифітону водойм НПП «Пирятинський». Матеріали XIV з'їзду Українського ботанічного товариства, 25–26 квітня 2017 р. (електронне видання). Київ, 2017. С. 102.
- Кривошея О.М. Рід *Gomphonema* Ehrenb. (*Bacillariophyta*) у флорі р. Сула (Україна). Актуальні проблеми ботаніки та екології: матер. Міжнарод. конфер. молодих учених, 2-5 вересня 2018 р. Кирилівка, 2018. С. 20.
- Kryvosheia O. Diatoms of the Sula River (Ukraine). *Advances in Modern Phycology: materials of the VI International Conference*, 15-17 June. Kyiv, 2019. С. 61-63.
- Кривошея О.М. Діатомові водорості (*Bacillariophyta*) РЛП «Гадяцький». Актуальні проблеми ботаніки та екології: матер. Міжнарод. конфер. молодих учених. 6-9 вересня 2019 р. Харків, 2019. С. 14.