

БРЕН О.Г.¹ (<https://orcid.org/0000-0001-7423-9258>)

ПОДОРОЖНИЙ С.М.² (<https://orcid.org/0000-0002-7702-7602>)

БРЕН О.А.² (<https://orcid.org/0009-0003-7632-6285>)

СОЛОНЕНКО А.М.² (<https://orcid.org/0000-0002-3417-5146>)

¹Інститут ботаніки, Чеська академія наук,
вул. Дукельська, 135, Тршебонь 37901, Чехія
oscillat8@gmail.com

²Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького,
кафедра ботаніки і садово-паркового господарства,
вул. Наукового містечка, 59, Запоріжжя 69000, Україна

РОЗПОДІЛ ВОДОРОСТЕЙ ЗА ПРИУРОЧЕНІСТЮ ДО МІСЦЕІСНУВАННЯ В СОЛОНИХ ПРИМОРСЬКИХ ВОДОЙМАХ ПРИАЗОВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ (УКРАЇНА)

Реферат. Робота присвячена вивченню розподілу водоростей солоних приморських водойм Приазовського національного природного парку за приуроченістю до місцеіснування. Дослідження показали, що основу альгофлори складають водні види. Серед них за загальною кількістю видів та частотою трапляння переважають діатомеї. В лиманах озерного типу та ефемерних водоймах виявлена підвищена кількість амфібіальних видів, що пов'язано зі змінними умовами обводнення цих водних об'єктів. Серед амфібіальних видів переважаючими є представники *Cyanoprokaryota*. Ієрархічна кластеризація водойм продемонструвала зв'язок між видовим складом водоростей водойм різного типу з особливостями їхнього генезису та трансформації.

Ключові слова: водорості, водойми, місцеіснування, Північно-Західне Приазов'я, Приазовський національний природний парк

Надійшла до редакції 10.07.2023. Після доопрацювання 17.07.2023. Підписана до друку 30.08.2023.
Опублікована 20.09.2023

Ц и т у в а н н я : Брен О.Г., Подорожний С.М., Брен О.А., Солоненко А.М. 2023. Розподіл водоростей за приуроченістю до місцеіснування у солоних приморських водоймах Приазовського національного природного парку (Україна). *Альгологія*. 33(3): 231–239. <https://doi.org/10.15407/alg33.03.231>

Вступ

Норма реакції кожного виду до різних факторів зовнішнього середовища обумовлює приуроченість до певного місцеіснування. В літературі описані різні підходи до класифікації водоростей за приуроченістю до типового місцеіснування (Sumita, 1986; Barinova et al., 2006, 2019). В більшості джерел наводяться дані щодо виявлення певного таксону без деталізації, лише із зазначенням його знахідок у водоймах, ґрунтах або повсюдно (Zabelina et al., 1954; Dedusenko-Shchegoleva, Hollerbach, 1962; Huber-Pestalozzi, 1962; Ettl, 1978; Matvienko, Dogadina, 1978; Vinogradova et al., 1980; Kondratyeva, 1984; Krammer, Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991; 2004; Moshkova, Hollerbach, 1986; Ettl, Gärtner, 1988; Tsarenko, 1990; Andreeva, 1998; Komárek, Anagnostidis, 1998, 2005; Komárek, 2013; Guiry, Guiry, 2023). Так, водне середовище існування є характерним для водних (аквальних) організмів, активна життєдіяльність яких нерозривна з водоймами. Наземне – притаманне видам, які можуть існувати в ґрунті, на твердих штучних та природних субстратах (відповідно, наземні або терестріальні організми). Проміжна група – напівводна (амфібіальна), об'єднує організми з широкою екологічною амплітудою, здатні існувати як у водоймі, так і на суходолі, а також у водних об'єктах зі змінним гідрологічним режимом.

Знання приуроченості окремих видів до певних місцеіснувань дозволяє визначати вплив водойм на суходіл, відстежувати затоплення або пересихання територій, виявляти особливості перетворення ландшафтів у певному проміжку часу. Гідрологічний режим узбережжя морів часто є змінним, а дослідження характеру впливу обводнення територій складно проаналізувати й зробити правильні висновки. Водорості можуть виступати досить надійними індикаторами – динаміка частки видового складу за приуроченістю до певного місцеіснування вказує на напрями процесів, які відбуваються на території дослідження, відповідаючи на запитання: чи відбувається поступове пересихання територій? Чи має місцевість тенденцію до затоплення? Чи залишається ситуація незмінною? Такі дані є цінними для збереження біорізноманіття та створення ефективних стратегій управління природними ресурсами. Окрім того, аналіз видового складу водоростей щодо їх приуроченості до певного місцеіснування дозволяє відстежувати характер поширення біоти, вказує напрями sukcesій та формування біорізноманіття.

В межах Приазовського національного природного парку (ПНПП) розташовані різноманітні солоні водойми: затоки (Обитічна, Бердянська), лимани (Утлюцький, Молочний) та менші за розміром тимчасові

(ефемерні) солоні водойми, які не мають безпосереднього сполучення з морем. Ці водні об'єкти відрізняються між собою площею дзеркала, глибиною, гідрологічним режимом та гідрохімічним складом. Невід'ємним компонентом біоти цих водойм є водорості.

В нашій роботі представлені результати аналізу видового складу водоростей ПНПП, який опублікований раніше (Bren et al. (2022) щодо приуроченості виявлених видів до місцеіснування.

Матеріали та методи

Опис території дослідження, використаних методів відбору та обробки проб представлено нами раніше (Bren et al., 2022). В роботі використана класифікація водойм згідно: General..., 2008, з деталізацією у відповідності до лиманів Азово-Чорноморського басейну (Polishchuk et al., 1990). При аналізі поширення виявлених видів водоростей та їхньої приуроченості до певних місцеіснувань використані літературні та електронні джерела (Zabelina et al., 1954; Dedusenko-Shchegoleva, Hollerbach, 1962; Huber-Pestalozzi, 1962; Ettl, 1978; Matvienko, Dogadina, 1978; Vinogradova et al., 1980; Kondratyeva, 1984; Krammer, Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991; 2004; Moshkova, Hollerbach, 1986; Ettl, Gärtner 1988; Tsarenko, 1990; Andreeva, 1998; Komárek, Anagnostidis, 1998, 2005; Barinova et al., 2006, 2019; Komárek, 2013, Guiry, Guiry, 2023).

Кластерний аналіз здійснювали за допомогою Манхетенської відстані з подальшою побудовою дендрограми (Single-linkage clustering) в Orange 3.35.0.

Результати та обговорення

З виявлених нами 153 видів водоростей для 151 виду встановлена приуроченість до місцеіснування. Водорості розподілилися на три групи: водні (90 видів – 58,8% від 153), амфібіальні (47–30,7%) та наземні (14–9,2%) (рис. 1).

Основу виявлених водних видів складали представники відділів *Bacillariophyta* (44 види), *Cyanoprokaryota* (26) та *Chlorophyta* (15). Серед амфібіальних організмів переважали діатомеї – 39 видів, а інші відділи були представлені значно меншою кількістю. З 14 наземних видів абсолютну більшість складали зелені водорості (10 видів) (див. рис. 1).

У досліджених водоймах усіх типів переважали водні види, особливо в затоках та лиманах лагунного типу. Порівняно збільшена частка амфібіальних видів в лиманах озерного типу та ефемерних водоймах. У них, хоча й в невеликій кількості, траплялися також наземні види (по 10

видів у кожному). У морських затоках не знайдено жодного наземного виду (рис. 2).

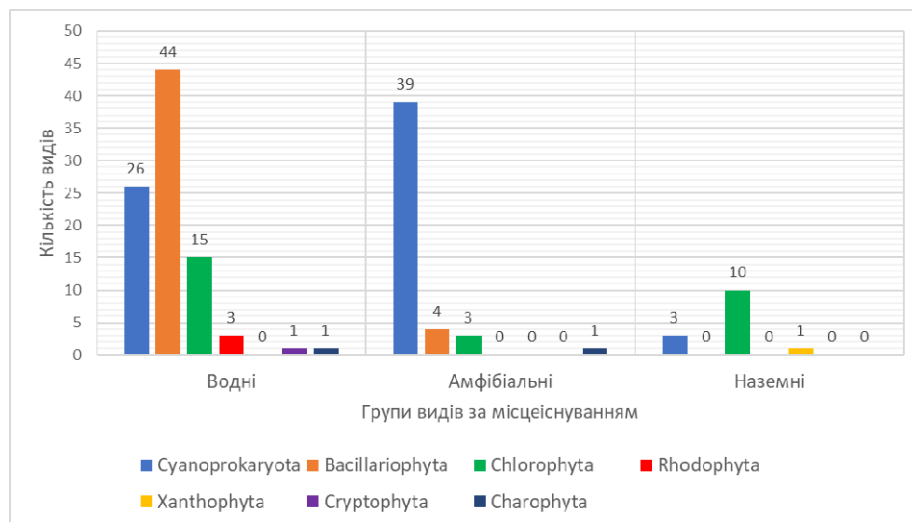


Рис. 1. Розподіл водоростей різних відділів за приуроченістю до місцезнаходження

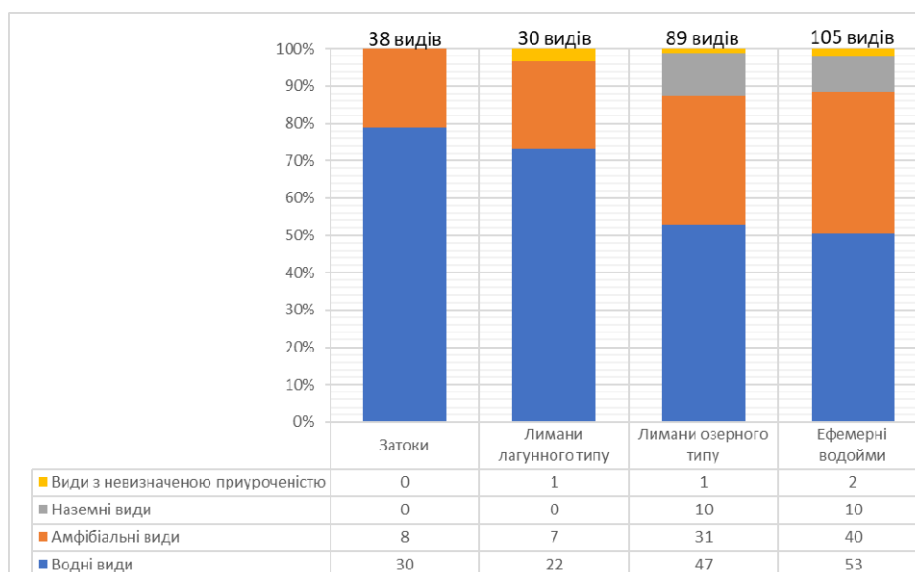


Рис. 2. Розподіл водоростей різних груп за приуроченості до місцезнаходження у водоймах різного типу на території ПНПП

Результати кластерного аналізу альгофлори водойм кожного типу свідчать про найбільшу подібність видового складу водоростей заток та лиманів лагунного типу (кластер C3). Відмічається відокремлення лиманів озерного типу (C2) та ефемерних водойм (C1), які формують самостійні кластери при більших значеннях Манхетенської відстані (рис. 3).

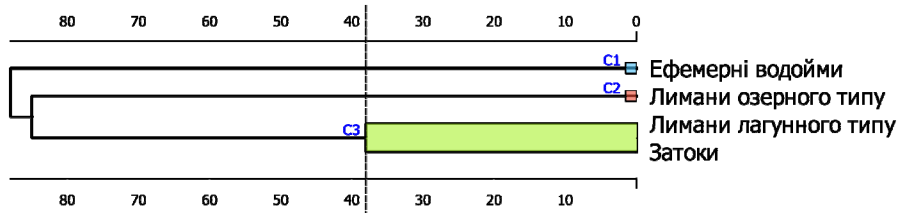


Рис. 3. Дендрограма флористичної подібності водоростей, виявлених у водоймах різного типу (C1, C2, C3 – кластери)

Така ієрархічна кластеризація повністю узгоджується з особливостями гідрологічного режиму та солоності цих водойм. Затоки є досить подібними до лиманів лагунного типу, а лимани озерного типу є схожими з ефемерними водоймами. Відсутність проміжного типу водойм (у даному випадку лиманів естуарного типу) зумовлює значну відмінність та наявну кластеризацію в цих парах типів водних об'єктів. Окрім того, така кластеризація відповідає поступовому перетворенню водойм у взаємооборотній послідовності від одного типу до іншого за схемою: затока \rightleftharpoons лиман лагунного типу \rightleftharpoons лиман естуарного типу \rightleftharpoons лиман озерного типу \rightleftharpoons ефемерна водойма \rightleftharpoons солончак. Такі зміни та перетворення спостерігаються на території Північно-Західного Приазов'я.

Результати аналізу активно вегетуючого комплексу підтверджують значний вплив водних та амфібіальних видів у формуванні альгофлори водойм різного типу, розташованих на території ПНПП. Так, до комплексу увійшов лише один наземний вид – *Nostoc edaphicum* N.V. Kondrat. (частота трапляння – 1,75% загальної кількості виявлень). Решта 49 видів комплексу є водними (36,49% всіх знахідок) та амфібіальними (32,11%).

Серед водних організмів, які входять до активно вегетуючого комплексу, найвищу частоту трапляння мали діатомові водорості: *Halamphora coffeiformis* (C.Agardh) Levkov (5,26% загальної кількості виявлень), *Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabenh. (2,11%), *Nitzschia filiformis* (W.Sm.) Van Heurck. (1,93%), *Cocconeis scutellum* Ehr., *Licmophora abbreviata* C.Agardh (по 1,75%) та зелена водорість *Cladophora siwaschensis* K.I.Meyer 3,51%. Серед амфібіальних видів, які належать до активно

вегетуючого комплексу, найвищі значення частоти трапляння мали ціанопрокаріоти: *Lyngbya aestuarii* Liebman ex Gomont (4,21%), *Nodularia harveyana* Thuret ex Bornet & Flahault (2,98%), *Trichormus variabilis* (Kützing ex Bornet & Flahault) Komárek & Anagnostidis (1,93%) і *Leptolyngbya fragilis* (Gomont) Anagnostidis & Komárek (1,75%), а також діатомея *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grunow (3,33%).

Таким чином, основу альгофлори солоних приморських водойм ПНПП складають водні (домінують за кількістю видів та частотою трапляння діатомеї) та амфібіальні (переважають ціанопрокаріоти) види. У лиманах озерного типу та ефемерних водоймах виявлена підвищена частка амфібіальних організмів, що узгоджується зі змінними умовами обводнення. Кластерний аналіз демонструє найбільшу подібність за видовим складом водоростей, виявлених у затоках та лиманах лагунного типу.

Висновки

1. Основу альгофлори досліджених солоних приморських водойм ПНПП складають водні види, про що свідчить їхній високий відсоток у загальній кількості виявлених організмів (58,8%) та в активно вегетуючому комплексі (36,49% кількості видів комплексу). Відсоток виявлених амфібіальних та наземних видів є значно меншим (30,7% та 9,2% відповідно).

2. Переважну частку виявлених водних видів водоростей у досліджених водоймах складають представники відділів *Bacillariophyta*, *Cyanoprokaryota* та *Chlorophyta*. Серед амфібіальних організмів переважають ціанопрокаріоти. Серед наземних видів домінують *Chlorophyta*.

3. В лиманах озерного типу та ефемерних водоймах, незважаючи на домінування водних видів, відмічена збільшена частка амфібіальних організмів (31% та 40% кількості виявлених видів у цих водоймах), що пояснюється змінними умовами обводнення та пересихання в цих водних об'єктах та демонструє специфічність видового складу при переході від морських водойм до таких, що не мають безпосереднього сполучення з водотоками та морем.

4. Ієрархічна кластеризація видового складу водоростей солоних приморських водойм ПНПП за методом найближчого сусіда демонструє наявність зв'язку різних типів водойм за схемою: затоки \rightleftharpoons лимани лагунного типу \rightleftharpoons лимани озерного типу \rightleftharpoons ефемерні водойми, що узгоджується з особливостями їхнього генезису та трансформації.

Список літератури

- Barinova S.S., Medvedeva L.A., Anisimova O.V. 2006. *Biodiversity of environmental indicator algae*. Tel Aviv: PiliesStudio. 498 p. [Барінова С.С., Медведєва Л.А., Анисимова О.В. 2006. *Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды*. Тель-Авив: PiliesStudio. 498 с.].
- Barinova S.S., Belous E.P., Tsarenko P.M. 2019. *Algoindication of water objects in Ukraine: methods and prospects*. Haifa, Kyiv: Haifa Univ. Press. 367 p. [Барінова С.С., Белоус Е.П., Царенко П.М. 2019. *Альгоиндикация водных объектов Украины: методы и перспективы*. Хайфа, Киев: Изд-во ун-та Хайфы. 367 с.].
- Bren O., Solonenko A., Podorozhny S. 2022. Species Structure of Algae of the Saline Coastal Reservoirs of the Pryazov National Natural Park, Ukraine. *Int. J. Algae*. 24(2): 105–120. <https://doi.org/10.1615/InterJAlgae.v24.i2>
- Dedusenko-Shchegoleva N.T., Hollerbach M.M. 1962. *Identification manual of freshwater algae of the USSR. Issue 5: Yellow-green algae*. Moscow, Leningrad: USSR Acad. Sci. 138 p. [Дедусенко-Щеголева Н.Т., Голлербах М.М. 1962. *Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 5: Желтозелёные водоросли*. М., Л.: Изд-во АН СССР. 138 с.].
- Ettl H. 1978. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Bd 3. Stuttgart, New York: G. Fischer Verlag. 530 p.
- Ettl H., Gärtner G. 1988. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Bd 10. Jena: G. Fischer Verlag. 437 p.
- General hydrology. 2008. Eds V.K. Khilchevsky, O.G. Obodovsky. Kyiv: Kyiv Univ. 399 p. [Загальна гідрологія. 2008. За ред. В.К. Хільчевського, О.Г. Ободовського. Київ: Київ. ун-т. 399 с.].
- Guiry M.D., Guiry G.M. 2023. *AlgaeBase*. World-wide electron. publ. Nat. Univ. Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org>
- Huber-Pestalozzi G. 1962. *Das phytoplankton des Süßwassers: Systematik und biologie. Die Binnengewässer*. Bd 3. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche. 606 p.
- Komárek J. 2013. *Cyanoprokaryota. 3. Heterocytous genera*. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa/Freshwater Flora of Central Europe*. Bd 19/3. Berlin, Heidelberg: Springer Spektr. 1130 p.
- Komárek J., Anagnostidis K. 1998. *Cyanoprokaryota. 1. Chroococcales*. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Bd 19/1. Jena, etc.: G. Fischer Verlag. 548 p.
- Komárek J., Anagnostidis K. 2005. *Cyanoprokaryota. 2. Oscillatoriales*. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Bd 19/2. München: Elsevier Spectr. 759 p.
- Kondratyeva N.V. 1984. *Identification manual of freshwater algae of the Ukrainian SSR*. Kyiv: Nauk. Dumka. 388 p. [Кондратьєва Н.В. 1984. *Визначник прісноводних водоростей Української РСР*. Київ: Наук. думка. 388 с.].
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1986. *Bacillariophyceae. Teil 1. Naviculaceae*. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Bd 2/1. Jena: Gustav Fischer Verlag. 876 p.

- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1988. *Bacillariophyceae*. Teil 2. *Bacillariaceae*, *Epithemiaceae*, *Surirellaceae*. In: *Susswasserflora von Mitteleuropa*. Bd 2/2. Jena: Gustav Fischer Verlag. 596 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1991. *Bacillariophyceae*. Teil 3. *Centrales*, *Fragillariales*, *Eunotiaceae*. In: *Susswasserflora von Mitteleuropa*. Bd 2/3. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. 576 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 2004. *Bacillariophyceae*. Teil 4. *Achnanthaceae*. In: *Susswasserflora von Mitteleuropa*. Bd 2/4. Heidelberg: Spektrum Akad. Verlag. 468 p.
- Matvienko O.M., Dogadina T.V. 1978. *Identification manual of freshwater algae of the Ukrainian SSR*. Yellow-green algae. Vol. 1. Kyiv: Nauk. Dumka. 511 p. [Матвієнко О.М., Догадіна Т.В. 1978. *Визначник прісноводних водоростей Української РСР*. Жовтозелені водорості. Т. 1. Київ: Наук. думка. 511 с.].
- Moshkova N.A., Hollerbach M.M. 1986. *Identification manual of freshwater algae of the USSR*. Issue 10: Green algae. *Ulotrix* class. Order *Ulotrix*. Leningrad: Nauka. 182 p. [Мошкова Н.А., Голлербах М.М. 1986. *Определитель пресноводных водорослей СССР*. Вып. 10: Зелёные водоросли. Класс Улотриксковые. Порядок Улотриксковые. Л.: Наука. 182 с.].
- Polishchuk V.S., Zambriborshch F.S., Timchenko V.M. 1990. Estuaries of the Northern Black Sea Region. Kyiv: Nauk. Dumka. 204 p. [Полищук В.С., Замбриборщ Ф.С., Тимченко В.М. 1990. *Лиманы Северного Причерноморья*. Киев: Наук. думка. 204 с.].
- Sumita M. 1986. A numerical water quality assessment of rivers in Hokuriku District using epilithic in river bed as a biological indicator. (II). The values of RPID in surveyed rivers. *Diatom*. (Jap.). 2: 9–18.
- Tsarenko P.M. 1990. *Short determinant of chlorococcal algae of the Ukrainian SSR*. Kyiv: Nauk. Dumka. 208 p. [Царенко П.М. 1990. *Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР*. Киев: Наук. думка. 208 с.].
- Vinogradova K.L., Hollerbach M.M., Sauer L.M., Sdobnikova N.V. 1980. *Identification manual of freshwater algae of the USSR*. Issue 13: Green algae. Classes *Siphonocladophyceae*, *Siphonophyceae*. Red algae. Brown algae. Leningrad: Nauka. 126 p. [Виноградова К.Л., Голлербах М.М., Зауер Л.М., Сдобникова Н.В. 1980. *Определитель пресноводных водорослей СССР*. Вып. 13: Зелёные водоросли. Классы Сифонокладовые, Сифоновые. Красные водоросли. Бурые водоросли. Л.: Наука. 126 с.].
- Zabelina M.M., Kiselyov I.A., Proshkina-Lavrenko A.I., Sheshukova V.S. 1954. *Identification manual of freshwater algae of the USSR*. Issue 4: Diatoms. Moscow: Sov. Nauka. 311 p. [Забелина М.М., Киселёв И.А., Прошкина-Лавренко А.И., Шешукова В.С. 1954. *Определитель пресноводных водорослей СССР*. Вып. 4: Диатомовые водоросли. М.: Сов. наука. 311 с.].

Bren O.G.¹ (<https://orcid.org/0000-0001-7423-9258>)

Podorozhny S.M.² (<https://orcid.org/0000-0002-7702-7602>)

Bren O.A.² (<https://orcid.org/0009-0003-7632-6285>)

Solonenko A.M.² (<https://orcid.org/0000-0002-3417-5146>)

¹ Institute of Botany, Czech Academy of Sciences,

135 Dukelská Str., Třeboň 37901, Czech Republic

² Bogdan Khmelnytsky Melitopol State Pedagogical University,

Department of Botany and Landscaping,

59 Naukovoho mistechka Str., Zaporizhzhia 69000, Ukraine

ALGAE DISTRIBUTION ACCORDING TO LOCALITY IN SALINE COASTAL WATER BODIES OF THE PRYAZOV NATIONAL NATURE PARK (UKRAINE)

The study focuses on the distribution of algae in the saline coastal water bodies of the Pryazov National Nature Park according to their habitat preferences. The research revealed that aquatic species form the basis of algal flora. Among them, diatoms are predominant in terms of species richness and frequency of occurrence. In the lake type estuaries and ephemeral water bodies, an increased number of amphibious species was found, which can be attributed to the varying inundation conditions of these water bodies. Among the amphibious species *Cyanoprokaryota* representatives dominate. Hierarchical clustering of the water bodies demonstrated a connection between the species composition of algae and the type of water bodies, which is consistent with their genesis and transformation.

Key words: algae, water bodies, habitat, Northwestern Pryazov, Pryazov National Natural Park

Citation: Bren O.G., Podorozhny S.M., Bren O.A., Solonenko A.M. 2023. Algae distribution according to locality in saline coastal water bodies of the Pryazov National Nature Park (Ukraine). *Algologia*. 33(3): 231–239. <https://doi.org/10.15407/alg33.03.231>