

**Сезонна динаміка розвитку альгофлори гіпергалінного
Куяльницького лиману (Північно-Західне Причорномор'я,
Україна)**

**Еннан А.А.-А.¹, Шихалєєва Г.М.¹, Царенко П.М.^{1,2},
Кірюшкіна Г.М.¹, Герасимюк В.П.^{1,3}**

Еннан А.А.-А. (<https://orcid.org/0000-0003-4578-7858>)

Шихалєєва Г.М. (<https://orcid.org/0000-0002-1475-4415>)

Царенко П.М. (<https://orcid.org/0000-0003-0711-8573>)

Кірюшкіна Г.М. (<https://orcid.org/0000-0003-4445-9879>)

Герасимюк В.П. (http://index.petrus.ru/registr_orcid.php)

¹*Фізико-хімічний ін-т захисту навколишнього середовища і людини МОН України та
НАН України, вул. Преображенська, 3, Одеса 65082, Україна
i.l.monitoring@ukr.net*

²*Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України,
вул. Терещенківська, 2, Київ 01604, Україна
ptsar.@ukr.net*

³*Одеський нац. ун-т ім. І.І. Мечникова, каф. гідробіології та загальної екології,
вул. Дворянська, 2, Одеса 65026, Україна
gerasimuk2007@ukr.net*

Надійшла до редакції 28.07.2022. Після доопрацювання 01.08.2022. Підписана до друку 31.08.2022.

Опублікована 28.12.2022

Реферат. Досліджено сезонну динаміку видового, таксономічного та кількісного (чисельності, біомаси) розвитку мікрowodоростей Куяльницького лиману в різні періоди водності впродовж 2001–2018 рр. Наведено просторовий розподіл мікрowodоростей по акваторії водойми. Встановлено суттєву неоднорідність цього розподілу по акваторії

Citation. Ennan A.A.-A., Shikhaleeva G.M., Tsarenko P.M., Kiryushkina H.M., Gerasimiyuk V.P. 2022. Seasonal dynamics of algoflora development of the hyperhaline Kyalnyk Estuary (North-Western Black Sea Coast, Ukraine). *Algologia*. 32(4): 271–283. <https://doi.org/10.15407/alg32.04.271>

© Еннан А.А.-А., Шихалєєва Г.М., Царенко П.М., Кірюшкіна Г.М., Герасимюк В.П., 2022

лиману в різні сезони вегетаційного періоду. Найнижчі й максимально високі показники чисельності та біомаси мікроводоростей відмічені на мілководді північної частини водойми.

Ключові слова: альгофлора, Куяльницький лиман, біомаса, чисельність, сезонна динаміка, просторовий розподіл

Вступ

Кардинальні зміни екосистеми гіпергалінного Куяльницького лиману (Кл) сприяли формуванню умов, аналогічних Мертвому морю. Різноманітне вивчення фітобіоти в сучасний період, оцінка динаміки багаторічних і сезонних змін під дією кліматичних та антропогенних чинників мають велике теоретичне й практичне значення. Це важлива складова комплексних системних досліджень природних компонентів водної та наземної екосистем Кл, які з 2001 р. проводять вчені ФХІЗНСІЛ МОН і НАН України, Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України та Одеського національного університету імені І.І. Мечникова. Отримані дані служать основою для оцінки умов формування і раціонального використання природних ресурсів лиману.

Мета даної роботи – дослідження сезонної динаміки фітоценотичної структури та кількісних характеристик (чисельності та біомаси) альгофлори гіпергалінного Кл у різні за водністю роки (2001–2018), їхній просторовий розподіл по акваторії лиману.

Матеріали та методи

Дослідження видового складу водоростей проводили в 2001–2018 рр. щосезонно, іноді щомісячно, а біомасу і чисельність в багатоводний період 2004–2007 – щомісячно з квітня по жовтень на 15 станціях постійного моніторингу в акваторії Кл (рис. 1).

Відбір та фіксацію зібраних проб проводили за стандартними методиками (Diatoms..., 1974; Algae..., 1989).

Чисельність мікроводоростей визначали за допомогою рахувальних скелець, біомасу – розрахунково-об'ємним методом (Topachevsky, Masyuk, 1984). Для ідентифікації та класифікації водоростей використовували літературні джерела (Komárek, Anagnostidis, 1988; Algae..., 2006, 2009, 2011, 2014; Komárek, 2013; Ennan et al., 2022). Номенклатура водоростей представлена відповідно AlgaeBase (Guiry, Guiry, 2022).

Подібність альгофлори на станціях моніторингу по акваторії Кл за видовим складом оцінювали методом попарних порівнянь за допомогою індексу Серенсена-Чекановського (Schmidt, 1984).

Статистичну обробку результатів досліджень проводили з використанням програми Microsoft Office Excel і критерія Стьюдента (при $p \leq 0,05$).



Рис. 1. Карта-схема станцій постійного моніторингу в акваторії Кл.
 Цифрами позначені номери станцій

Дані альгологічних зборів за період 2001–2018 рр. у басейні Кл зберігаються в електронній базі «Альгофлора Куяльницького лиману, його допливів та суміжних водойм», сформованій у ФХІЗНСІЛ.

Результати та обговорення

Головною особливістю сучасного стану Кл є його безстічність і висока сезонна та міжрічна динаміка гідрологічного і гідрохімічного режимів (Ennan et al., 2014; Ennan, Shikhaleeva, 2016). Факт мінливості гідрологічних параметрів був відмічений ще в ХІХ ст.

У багатоводні роки (2004 р. – весна 2007 р.) солоність води змінювалась по акваторії лиману в межах 49,9–248‰ (в місцях стоку прісних вод спостерігалось короткотермінове зниження солоності до 13,4–14,6‰). У маловодні роки (2001–2002) солоність води по акваторії лиману змінювалась у межах 158–362,9‰ (влітку 248–362,9‰, а в місцях розпріснення знижувалась до 163–168‰). З літа 2007 р. до грудня 2014 р. вона становила 199,5–400‰ (влітку – 231,7–400‰), у 2015–2018 рр. з подачею морської води (~ 10 млн м³ у період з грудня 2014 р. до кінця квітня щорічно) солоність по акваторії лиману змінювалась у межах 173–417‰, з максимумами влітку.

Проект закачування води з Чорного моря для відновлення водного балансу Кл, який стартував у грудні 2014 р., не дав очікуваних результатів, а дозволив лише на деякий час припинити деградаційні процеси, і лише в пониззі (південній частині акваторії) лиману. Закачка морської води в умовах сучасних кліматичних змін¹ призводить до накопичення солей у лимані, що негативно впливає на продукційні процеси в ньому (Ennan, Shikhaleeva, 2016; Ennan et al., 2019, 2022).

Усього в складі альгофлори гіпергалінного Кл за 2001–2018 рр. зареєстровано 121 (123 ввт) вид водоростей. Вагому частку видового різноманіття складали *Bacillariophyta* (70,7%), друге місце займали *Cyanophyta* (21,1%), третє – *Chlorophyta* (6,5 %). Відсоток *Haptophyta* і *Charophyta* становив лише 1,7% (Encyclopedia..., 2020).

¹ Аналіз величин температури повітря за даними Одеської ГМС показав, що за період 1950–2006 рр. середньорічна температура повітря становила ~8,6 °С при амплітуді цих значень від 8,1 °С (1985 р.) до 11,5 °С (1966, 1975, 1999 рр.). Середньорічна температура повітря в 2003–2007 рр. перевищувала кліматичну норму (10,1 °С): у 2003 р. і в подальші роки вона становила > 12,8 °С. У ході середньомісячних температур намітилася тенденція зміщення їх максимуму з липня на серпень, а також більш тривалим став теплий період восени.

У маловодні періоди (початок літа 2007 р. – осінь 2018 р.) при середньорічній динаміці солоності води 200–350‰ і абсолютних величинах 360–417‰ влітку, навіть при подачі морської води у зимово-весняний період, видовий склад альгофлори обмежувався 2–12 видами.

Так, у 2009 р. у лимані нами виявлені *Navicula gregaria* Donkin, *Dunaliella salina* Teodor., і лише в місцях опріснення (ст. 12 і ст. 6к). У 2010 р. в акваторії лиману водорості фіксували тільки в ефемерних водоймах на осушеній частині дна лиману на узбережжі. А вже у травні 2011 р. при солоності 220–266‰ водорості траплялися у південній частині акваторії поблизу курорту (ст. 8) і в центральній її частині (ст. 12), де значний вплив мали слабо мінералізовані води із Пересипських ставків та струмка за траверзом с. Августівка. У березні 2013 р. при солоності 259–286‰ в центральній частині лиману (ст. 12) зафіксовано 3 види водоростей: *Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabenh., *Rhoicosphenia abbreviata* (C.Agardh) Lange-Bert., *Navicula digitoradiata* (W.Greg.) Ralfs (див. рис. 1). У травні в південній його частині під дією прісних і слабомінералізованих стоків з Пересипських і Корсунцівських ставків при солоності води 244–288‰ і температурі 28 °С виявлено ще 5 видів водоростей: *Tabularia tabulata* (C.Agardh) Snoeijs, *Ulva prolifera* O.Müll., *Dunaliella salina*, *Navicula cryptocephala* Kütz., *Surirella peisonis* Pant. При солоності води 300–320‰ зареєстровано лише один вид – *D. salina*. Зі збільшенням мінералізації води в лимані до відміток 357‰ живі клітини *D. salina* не виявлені.

Знайдені в Кл навесні 2013 р. види водоростей фіксувалися нами й раніше (2004–2006) практично по всій акваторії, що, вочевидь, пов'язано з більшими обсягами поверхневого руслового стоку в цей період як у південну і центральну, так і в північну частину акваторії Кл і зменшенням солоності води по всій акваторії (Shikhaleeva et al., 2013).

У 2015 р. при солоності 299–320‰ у південній і центральній частинах акваторії Кл (ст. 5, 12) нами зафіксовано лише два види зелених джгутикових водоростей – *Dunaliella salina* і *D. viridis* Teodor. У вересні 2016 р. у північній частині акваторії лиману (ст. 14) при солоності 308‰ виявлено *Navicula veneta* Kütz. і *Cocconeis placentula* Ehrenb. var. *euglypta* (Ehrenb.) Grunow, а в жовтні в південній частині акваторії біля труби подачі морської води при солоності 297–318‰ виявлено *D. salina* та *Gloeocapsopsis crepidinum* (Thuret) Geitler ex Komárek.

У 2017 р. при солоності 216–288‰ траплялися *Gloeocapsopsis crepidinum* (березень, ст. 14, червень, ст. 9к), *Navicula veneta* (квітень, ст. 5, травень, 8 ст.), *Platessa salinarum* Grunow, *Navicula veneta*, *Amphora kujalnitzkensis* (Gusl. et Gerasimiuk) Gerasimiuk, *Dunaliella salina*, *Nitzschia*

commutata Grunow (травень, ст. 2) та *Calcidiscus leptoporus* (G.Murr. et V.H.Blackman) Loeblich et Tarran (червень, ст. 5).

Упродовж 2018 р. при солоності 278–300‰ у лимані нами виявлені лише *D. salina* та *D. viridis*.

Найрізноманітніше була представлена альгофлора Кл у багатководні періоди (2004 р. – весна 2007 р.) при солоності 49,82–246,8‰. Всього за цей період у Кл виявлено 96 видів водоростей.

У широкому інтервалі температур, тобто у всі сезони (весняний, літній та осінній) багатководного періоду траплялися 3 види *Cyanophyta*: *Anagnostidinema amphibium* (C.Agardh ex Gomont) Strunecký, Bohunická, J.R.Johansen et J.Komárek, *Phormidium breve* (Kützing ex Gomont) Anagnostidis et Komárek та *Spirulina major* Kütz., 7 видів *Bacillariophyta*: *Cyclotella meneghiniana* Kütz., *Navicula gregaria* Donkin, *N. veneta*, *Platessa salinarum*, *Pleurosigma elongatum* W.Sm., *Rhoicosphenia abbreviata* (C.Agardh) Lange-Bert., *Halamphora coffeiformis* (C.Agardh) Levkov і 1 вид *Chlorophyta*: *Dunaliella salina*.

Сезонні співвідношення відділів водоростей у багатководний період (2004 р. – весна 2007 р.) представлені на рис. 2.

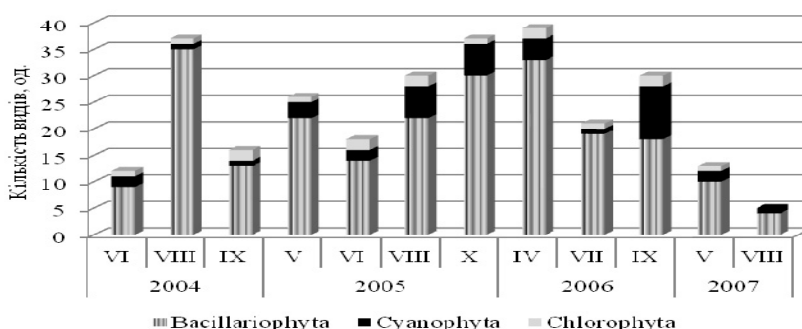


Рис. 2. Сезонна динаміка видового різноманіття водоростей Кл у багатководний період 2004–2007 рр. (за середніми даними)

В усі сезони року впродовж 2001–2018 рр. у Кл переважали діатомові водорості. У багатководний період 2004–2007 рр. влітку їхній відсоток становив 73–95% загальної кількості видів, навесні – 73–85% і восени – 45–81% (див. рис. 2). Відсоток синьозелених водоростей навесні становив 11–18% загальної кількості видів, влітку 3–20% і восени 6–33%.

Зелені водорості у всі сезони року в багатководний період розподілялися майже порівну. Навесні та влітку їхня кількість змінювалася в інтервалі 3–7%, восени – в інтервалі 7–12,5% загальної кількості видів у

зазначені періоди (див. рис. 2). У маловодні роки, особливо при солоності води 300–325‰, відсоток *Dunaliella salina* складав практично 100% видового складу альгофлори лиману.

Розподіл водоростей по акваторії Кл також був нерівномірним (рис. 3).

Найбільшим різноманіттям характеризувалась альгофлора у північній (ст. 1, 14) та південній (ст. 5, 8) частинах акваторії Кл, куди поступають води з р. Великий Куяльник, Пересипських ставків та стічних вод з грязелікарні відповідно (див. рис. 1, 3).

Специфічність кількісного розвитку альгофлори та складу ценозоутворюючих видів по станціях спостережень підтверджується низькими величинами індексу Серенсена-Чекановського (0,23–0,40).

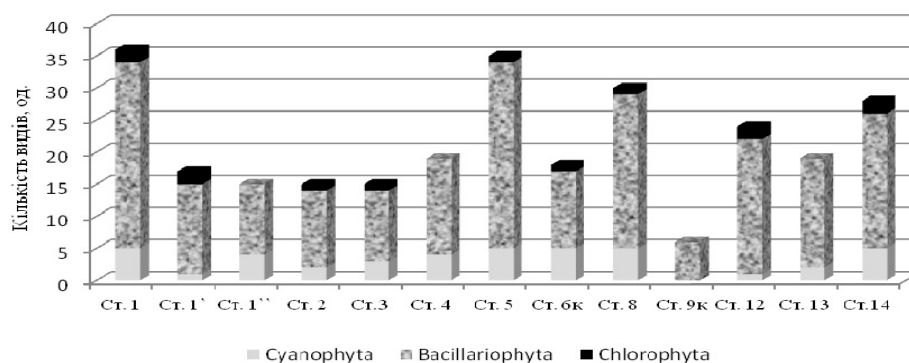


Рис. 3. Розподіл водоростей по станціям спостереження в акваторії Кл у багатоводний період 2004–2007 рр. (за середніми даними)

Для характеристики кількісних показників сезонних змін мікробіодоростей (чисельності та біомаси) використовували також дані спостережень у багатоводний період.

Загальна чисельність клітин та біомаса мікробіодоростей змінювалася стрибкоподібно, демонструючи різкі спалахи чисельності у серпні та жовтні 2005 р. до 564,6 і 945,5 млн кл/м² і біомаси – до 1793 і 3281 мг/м² відповідно і настільки ж різкі падіння чисельності у ці періоди до 10,5 і 12,6 млн кл /м² і біомаси – до 9 і 39 мг/м² відповідно.

На графіку сезонної динаміки чисельності та біомаси мікробіодоростей (рис. 4) простежуються три піки – навесні (квітень–травень), влітку (липень–серпень) і восени (на початку жовтня).

За чисельністю навесні та на початку літа (квітень– травень, червень) в акваторії Кл домінували представники відділу діатомових (*Navicula veneta* 59,4–109,2 млн кл/м², *N. pontica* (Mereschk.) A.Witkowsky et al. 55,2–

290,9 млн кл/м², *Platessa salinarum* 14,7–52,5 млн кл/м², *Amphora kujalnitzkensis* 81,9 млн кл/м², *Tryblionella levidensis* W.Sm. – 129,5–197,5 млн кл/м², *Halamphora coffeaeformis* – 140,2–158,3 млн кл/м².

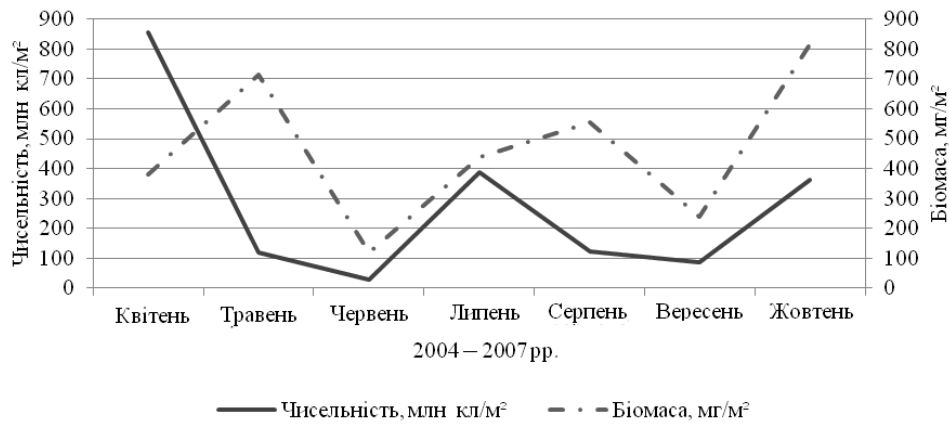


Рис. 4. Сезонна динаміка чисельності та біомаси мікрофітобентосу Кл за період 2004–2007 рр. (за середніми даними)

У літній період представники синьозелених водоростей мали такі показники чисельності: *Phormidium breve* (Kütz. ex Gomont) Anagn. et Komárek – 214,2 млн кл/м², *Aphanothece utahensis* Tilden – 282,4 млн кл/м², представники діатомових: *Pleurosigma elongatum* – 470,9 млн кл/м², *P. angulatum* (J.T. Quekett) W.Sm. – 186,5 млн кл/м², *Platessa salinarum* – 176 млн кл/м², *Cylindrotheca closterium* (Ehrenb.) Reimann et J.C. Lewin – 243,4 млн кл/м². Восени (вересень, жовтень) домінували представники синьозелених (*Calothrix fusca* (Kütz.) Bornet et Flahault – 178,2 млн кл/м², *Spirulina major* (Kütz. ex Gomont) Crow – 704,2 млн кл/м²) та діатомових водоростей (*Navicula pontica* (Mereschk.) A. Witkowsky et al. – 311,8 млн кл/м², *Halamphora coffeiformis* – 129,4 млн кл/м², *Nitzschia sigma* (Kütz.) W.Sm. – 201,5 млн кл/м², *Surirella striatula* Turpin – 188,7 млн кл/м², *S. peisonis* – 237,5 млн кл/м², *Iconella curvula* (W. Smith) Ruck et Nakov – 106,2 млн кл/м², *Tabularia fasciculata* (C. Agardh) Will. et Round – 103,9 млн кл/м²).

Неоднорідність таксономічного складу на станціях спостережень супроводжувалася варіюванням кількісного розвитку альгофлори. У багатководний весняно-літній період 2004–2007 рр. максимум біомаси мікроводоростей спостерігався в північній частині акваторії Кл (ст. 1''), в осінній період – у центральній частині лівобережжя (ст. 3) та південній частині правобережжя (ст. 8) акваторії лиману (рис. 5, а, б, в).

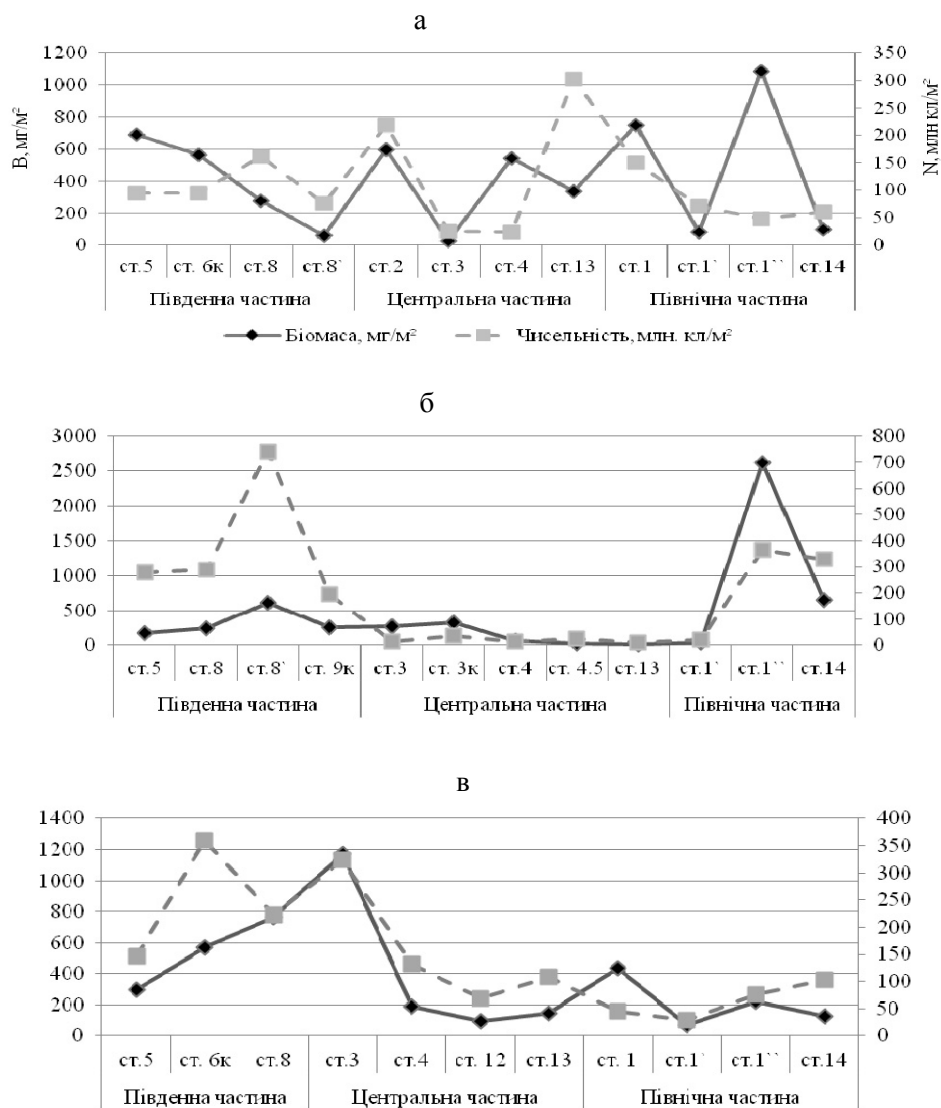


Рис. 5. Розподіл чисельності (N) та біомаси (B) фітомікробентосу по акваторії Кл у різні вегетаційні сезони: *a* – навесні; *б* – влітку; *в* – восени в багатководний період 2004–2007 рр. (за середніми даними)

Максимум чисельності мікрowodоростей зафіксовано навесні в центральній частині (ст. 13) правобережжя лиману (див. рис. 5, *a*), влітку – у південній його частині (ст. 8') (рис. 5, *б*), восени – у південній частині в районі Корсунцівської затоки (ст. 6к) (рис. 5, *в*).

Максимальна біомаса мікроводоростей (до 3457 мг/м²) відмічена в серпні 2004 р. у північній частині на ст. 1`` та жовтні 2005 р. у центральній частині акваторії лиману на ст. 3 (до 3281 мг/м²).

Найбільша амплітуда коливань біомаси та чисельності мікроводоростей у різні роки була характерна для мілководдя верхів'я лиману (північна частина акваторії, ст. 1, ст. 1', ст. 1``) – від 6 до 3457 мг/м² і від 6,3 до 390,6 млн кл/м² відповідно. Наймовірніше, це пов'язано з тим, що під впливом динамічності змін гідролого-гідрохімічного режиму (Shikhaleeva et al., 2013) тут формуються найбільш різноманітні угруповання водоростей, що й визначає великий розмах між найменшими та найбільшими показниками кількісних характеристик.

Середня чисельність мікроводоростей у Кл за період 2004–2007 рр. становила $142,4 \pm 26,6$ млн кл/м² при біомасі $418,5 \pm 90$ мг/м². Біомаса варіювала в інтервалі 7,1–3500 г/м². Найвищі її значення спостерігалися навесні 2005 р. на мілководді верхів'я лиману (північна частина акваторії, ст. 1') і південно-східній частині акваторії (ст. 5). Основу біомаси макроводоростей формували зелені водорості *Rhizoclonium tortuosum* (Dillw.) Kütz. і *Cladophora siwaschensis* C.Meyer.

Восени 2017 р. спостерігалось масове цвітіння мікроводорості *Dunaliella salina*, головним чином у південній частині лиману при інтервалі солоності 248–321‰.

Неоднорідність розподілу водоростей по акваторії лиману визначається, найвірогідніше, різноманіттям природних умов довкілля та домінуванням різних видів водоростей. У багатководний період відмічено тісний взаємозв'язок між біомасою і чисельністю водоростей ($r = 0,61$), особливо восени ($r = 0,98$).

В окремі роки та сезони кореляція між біомасою та чисельністю мікроводоростей Кл відрізнялася, що, на наш погляд, обумовлено кліматичними змінами і, як наслідок, змінами гідролого-гідрохімічного режиму та різним ступенем антропогенного навантаження.

Висновки

Для альгоугруповань Кл характерне значне варіювання чисельності і біомаси загалом по акваторії лиману, а також на конкретних її ділянках у різні роки та сезони. Найбільша амплітуда коливань біомаси і чисельності мікроводоростей у різні роки характерна для мілководдя верхів'я лиману, де під впливом прісних вод, припливів і кліматичних змін формуються найбільш різноманітні угруповання водоростей, що, напевно, й визначає великий розмах між найменшими і найбільшими показниками кількісних характеристик.

У річному циклі розвитку водоростей виділено весняний, літній та осінній максимуми. Останній – менш значущий, однак характеризується вищими показниками видового різноманіття.

Найрізноманітніше була представлена альгофлора Кл у багатоводні роки (2004 р. – весна 2007 р.) при солоності води 49,9–246‰. Всього за цей період у Кл виявлено 96 видів водоростей. У маловодний період (2001–2002 рр., 2008–2018 рр.) у межах солоності 250–320‰ фіксували від 2 до 12 видів водоростей, а при солоності води > 325‰ живі клітини водоростей взагалі не виявлені.

У багатоводні роки у формуванні видового різноманіття (2004 р. – весна 2007 р.) основну частку складали діатомові водорості і синьозелені (ціанобактерії), у маловодні роки – діатомові і зелені.

Найбільший рівень кількісного розвитку (біомаса, чисельність) мікрowodоростей у сучасний період відмічено навесні (квітень) і восени (жовтень).

Аналіз багаторічних змін динаміки видового складу альгофлори Кл показав, що в останнє десятиліття внаслідок кліматичних змін, антропогенного пресингу й засолення всіх компонентів екосистеми лиману спостерігається збідніння біорізноманіття в лимані. Це загрожує стабільності його екосистеми, якості середовища, біопродуктивності і, як наслідок, – втраті якості його найцінніших пелоїдів. Оптимальні умови для продуктивності Кл відмічені в діапазоні солоності від 50–100 до 200–250‰.

Список літератури

- Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography.* Eds P. Tsarenko, S. Wasser, E. Nevo. Ruggell: Gantner Verlag, 2006. Vol. 1. 713 p.; 2009. Vol. 2. 413 p.; 2011. Vol. 3. 510 p.; 2014. Vol. 4. 703 p.
- Diatoms of the USSR. Fossil and modern.* Vol. 1. 1974. Leningrad: Nauka. 400 p. [Діатомовые водоросли СССР. Ископаемые и современные. Т. 1. Л.: Наука. 400 с.].
- Encyclopedia of the Kyvalnyk estuary.* 2020. Vol. 2: *Algae*. Odesa: Astroprint. 446 p. [Енциклопедія Куяльницького лиману. 2020. Т. 2: *Водорості*. Одеса: Астропрінт. 446 с.].
- Ennan A.A.-A., Shikhaleeva G.N. 2016. In: *Safety of life on transport industry – enlightenment, science, practice: Mat. III Int. Sci.-pract. conf. (Kherson, 13–15 Apr., 2016)*. Kherson: Kherson State Mar. Acad. Pp. 207–209. [Эннан А.А.-А., Шихалеева Г.Н. 2016. Экология Куяльницького лимана и сопредельных территорий. Современное состояние и перспективы рекреационного освоения. У кн.: *Безпека життєдіяльності на транспорті і виробництві – освіта, наука, практика: Мат. III Міжнар. наук.-практ. конф. (Херсон, 13–15 вер. 2016 р.)*. Херсон: Херсон. держ. мор. акад. С. 207–209].

- Ennan A.A.-A., Shikhaleeva G.N., Shikhaleev I.I., Adobovskiy V.V., Kiryushkina A.N. 2014. Effects of Kuyalnyk Estuary degradation (Northwest Black Sea Region, Ukraine). *Visn. ONU. Ser. Khimiy.* 19(51): 60–69. [Эннан А.А.-А., Шихалеева Г.Н., Шихалеев И.И., Адобовский В.В., Кирюшкина А.Н. 2014. Причины и последствия деградации Куяльницкого лимана (Северо-Западное Причерноморье, Украина). *Вестн. ОНУ. Сер. Химия.* 19(51): 60–69].
- Ennan A.A.-A., Shikhaleeva G.N., Gerasimiuk V.P., Kiryushkina A.N., Tsarenko P.M. 2019. Algal flora of the Kuyalnyk estuary: the history of study and current state. In: *Advances in modern phycology: Abstr.VI Int. Conf.* (Kyiv, 15–17 May, 2019). Kyiv. Pp. 34–36.
- Ennan A.A.-A., Shikhaleeva G.M., Tsarenko P.M., Kiryushkina H.M., Gerasimyuk V.P. 2022. Algo-floristic studies of the Kuyalnyk estuary basin reservoirs (North-Western Black Sea Coast, Ukraine). *Algologia.* 32(2): 105–132. [Еннан А.А.-А., Шихалеєва Г.М., Царенко П.М., Кірюшкіна Г.М., Герасимюк В.П. 2022. Альгофлористичні дослідження водойм басейну Куяльницького лиману (Північно-Західне Причорномор'я, Україна). *Альгологія.* 32(2): 105–132]. <https://doi.org/10.15407/alg32.02.105>
- Guiry G.M., Guiry M.D. 2022. *AlgaeBase*. World-wide electron. publ. Nat. Univ. Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>
- Komárek J. 2013. *Cyanoprokaryota. Heterocystous genera*. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Bd 19/3. Berlin, Heidelberg: Springer Speetz. 1130 p.
- Komárek J., Anagnostidis K. 1988. *Cyanoprocaryota. 1. Chroococcales*. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Bd 19/1. Jena: G. Fischer. 548 p.
- Shikhaleeva G.M., Ennan A.A., Chursina O.D., Shikhaleev I.I., Kiryushkina G.M., Kuzmina I.S. 2013. Long-term dynamics of the water-salt regime of the Kuyalnyk estuary. *Visn. Odes. Nat. Univ.* 18(47): 67–78. [Шихалеєва Г.Н., Эннан А.А., Чурсина О.Д., Шихалеев И.И., Кирюшкина А.Н., Кузьмина И.С. 2013. Многолетняя динамика водно-солевого режима Куяльницкого лимана. *Вісн. Одес. Нац. ун-ту.* 18(47): 67–78].
- Schmidt V.M. 1984. *Mathematical methods in botany*. Leningrad: Leningrad State Univ. Publ. 288 p. [Шмидт В.М. *Математические методы в ботанике*. Л.: Изд-во ЛГУ. 288 с.].
- Topachevsky A.V., Masyuk N.P. 1984. *Freshwater algae of the Ukrainian SSR*. Kyiv: Vishcha Shkola. 333 p. [Топачевский А.В., Масюк Н.П. 1984. *Пресноводные водоросли Украинской ССР*. Киев: Вища шк. 333 с.].

Підписала до друку
Н.Є. Семенюк

Ennan A.A.-A.¹, Shikhaleeva G.M.¹, Tsarenko P.M.^{1, 2}, Kiryushkina H.M.¹, Gerasimyuk V.P.^{1, 3}
2022. **Seasonal dynamics of algoflora development of the hyperhaline Kuyalnyk Estuary (North-Western Black Sea Coast, Ukraine).** *Algologia*. 32(4): 271–283.

¹Physical-Chemical Inst. for Environ. and Human Protection of the Ministry of Educat. and Sci. of Ukraine, NAS of Ukraine,

3, Preobrazhenskaya Str., Odesa 65082, Ukraine

²M.G. Kholodny Institute of Botany, NAS of Ukraine,

2, Tereshchenkivska Str., Kyiv 01004, Ukraine

³Odesa I.I. Mechnykov National University, Department of Hydrobiology and General Ecology,

2 Dvoryanska Str., Odesa 65082, Ukraine

The dynamics of seasonal development of the algae flora of the Kuyalnyk Estuary in 2001–2018 is considered. A significant spatial heterogeneity of the distribution of microalgae in the water area of the estuary in different seasons of the growing season was established. The lowest and highest indicators of the number and biomass of microalgae were observed in the shallow waters of the northern part of the estuary.

Key words: algoflora, Kuyalnyk Estuary, biomass, number, seasonal dynamics, spatial distribution