

УДК 581.526.323(282.243.7.05)

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ФІТОМІКРОБЕНТОСУ ПРІСНОВОДНИХ ВОДОЙМ КІЛІЙСЬКОЇ ДЕЛЬТИ ДУНАЮ

Е. Ш. КОЗІЙЧУК, *провідний інженер*
Інститут гідробіології НАН України
E-mail: elina.kozychuk@gmail.com

Важливою невід'ємною складовою автотрофної ланки прісноводних заток Кілійської дельти Дунаю є фітомікробентос – мікроскопічні водорості, що мешкають на дні водойм, на м'якому субстраті. Фітомікробентос приймає участь у формуванні потоків енергії та колообігу речовин, впливає на кисневий та біогенний режим водних екосистем, слугує харчовим ресурсом для риб та безхребетних. Тому, вивчення різноманіття, особливостей його структури є необхідним для характеристики функціонування водних об'єктів. Метою даної роботи було дослідити особливості розвитку фітомікробентосу різнотипних прісноводних водойм Кілійської дельти Дунаю. Матеріалами для роботи слугували альгологічні проби, зібрані в 2010-2013 роках, впродовж вегетаційних сезонів (весна, літо, осінь) на прісноводних водоймах Кілійської дельти Дунаю, різної ізольованості від моря та на відмінних типах донних відкладів: затоки, відкриті зі сторони моря – Бистрий кут (новоутворена), Потапів кут; давно існуюче, закрите внутрідельтове озеро Ананькін кут. Донні відклади представлені переважно чорними мулами (Потапів кут, Ананькін кут), менше – сірими мулами та замуленими пісками (Бистрий кут). Альгологічний матеріал відбирали та опрацьовували з використанням методів, загальноприйнятих у практиці гідробіологічних досліджень. Для оцінки подібності чи різниці видового складу водоростей в прісноводних водоймах Кілійської дельти Дунаю був застосований коефіцієнт Серенсена (Ks). Аналіз видового багатства фітомікробентосу прісноводних водойм показав, що найбільшу кількість видів водоростей виявлено в озері Ананькін кут, найменшу – в затоці Потапів кут. Максимальні показники чисельності і біомаси фітомікробентосу спостерігались в озері Ананькін кут, мінімальні – в затоці Бистрий кут. Аналіз якісних та кількісних показників розвитку мікроводоростей дна дозволив встановити, що при переході від замулених пісків та сірих мулів до чорних мулів, кількість видів, чисельність та біомаса фітомікробентосу збільшувались. Чим більше ізольована водойма від моря, тим вище видове багатство фітомікробентосу. Отримані дані можуть бути використані для екологічного моніторингу стану різнотипних водних об'єктів Кілійської дельти Дунаю, оцінки їх біорізноманіття та біоресурсного потенціалу, у тому числі прогнозування його можливих змін.

Ключові слова: фітомікробентос, видовий склад, чисельність, біомаса, сезонна динаміка, Кілійська дельта Дунаю, прісноводні затоки

Актуальність. Прісноводні затоки відіграють важливу роль в екосистемі Кілійської дельти Дунаю. В цих водоймах тримається велика кількість молоді риб: ляща, судака, коропа, рибаця та ін. Затоки

являються основними місцями нагулу молоді дунайського оселедцю, який у перші місяці свого життя зосереджується основним чином у прісноводних водоймах дельти. Відсутність передгірлового



лиману обумовлює те, що риби пониззя Дунаю не виходять далеко у море, а тримаються, головним чином, у прісноводних затоках [2]. Важливою невід'ємною складовою автотрофної ланки прісноводних заток Кілійської дельти Дунаю є фітомікробентос – мікроскопічні водорості, що мешкають на дні водойм, на м'якому субстраті, але мають різну біотопічну приналежність. Це можуть бути бентосні, планктонно-бентосні, планктонні та епіфітні форми. Фітомікробентос приймає участь у формуванні потоків енергії та колообігу речовин, впливає на кисневий та біогенний режим водних екосистем, слугує харчовим ресурсом для риб та безхребетних. Тому вивчення різноманіття, особливостей його структури є необхідним для характеристики функціонування водних об'єктів.

Належить відмітити, що дослідження фітомікробентосу прісноводних водойм Кілійської дельти Дунаю були малочисленими, носили фрагментарний, епізодичний характер та виконані в середині минулого століття. Це свідчить про те, що бентосні водорості прісноводних екосистем Кілійської дельти Дунаю, не дивлячись на їх немаловажне значення, вивчені недостатньо.

Мета. Дослідити особливості розвитку фітомікробентосу різнотипних прісноводних водойм Кілійської дельти Дунаю.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили протягом 2010 – 2013 рр., впродовж вегетаційних сезонів (весна, літо, осінь) на прісноводних (олігогалінних) водоймах Кілійської дельти Дунаю: затоках – Потапів кут, Бистрий кут, внутрідельтовому озері – Ананькін кут. Проби фітомікробентосу відбирали на різних типах донних відкладів, які підрозділялись у залежності від умісту в них тонких фракцій (часток менше 0,01 мм): замулені піски (тонких фракцій – до 10 %), сірі та чорні мули (до 50 %) [8].

Альгологічний матеріал відбирали та опрацьовували з використанням методів, загальноприйнятих у практиці гідробіологічних досліджень. Підрахунок чисельності виконували у камері Нажотта об'ємом 0,02 см³. Біомасу водоростей встановлювали розрахунково-об'ємним методом [5]. До числа домінантів відносили види, біомаса або чисельність яких перевищувала чи була рівною 10 % сумарних величин [7]. Назви таксонів водоростей приведені згідно [6]. Для оцінки подібності чи різниці видового складу водоростей в прісноводних водоймах Кілійської дельти Дунаю був застосований коефіцієнт Серенсена (Ks) [1].

Результати досліджень та їх обговорення. Досліджувані прісноводні водойми Кілійської дельти Дунаю діляться на затоки, відкриті зі сторони моря – Бистрий кут (новоутворена), Потапів кут; давно існуюче, закрите внутрідельтове озеро Ананькін кут. Дані водні об'єкти розташовані в північно-східній та південній частинах дельти, що знаходяться під впливом гідрологічної активності (течії) річкових рукавів – Очаківського, Старостамбульського, Бистрого, Восточного. Затоки мілководні із глибинами від 0,3 м до 1,8 м, тому добре прогрівалися в літній період. Прозорість води у водоймах коливалася в межах 0,3-1,3 м. Загальною рисою даних водних екосистем є значна їх замуленість, в результаті якої на дні склалися позитивні умови для забезпечення мікроводоростей легкодоступними біогенами. Донні відклади представлені переважно чорними мулами (Потапів кут, Ананькін кут), менше – сірими мулами та замуленими пісками (Бистрий кут) [3;4].

Таксономічне різноманіття фітомікробентосу. У досліджуваних водоймах Кілійської дельти Дунаю зареєстровано 236 видів, представлених 264 внутрішньовидовими таксонами водоростей (в.в.т.) із номенклатурним типом виду включно, які

належали до 83 родів, 28 порядків, 13 класів, 8 відділів (Cyanophyta, Euglenophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Chrysophyta, Bacillariophyta, Xanthophyta, Chlorophyta).

Для основної кількості водоростей (245 в.в.т., 93 % загального видового багатства) визначена біотопічна приуроченість, згідно якої найбільшу частку склали бентосні форми (50 %), також у склад фітомікробентосу увійшли планктонно-бентосні (34 %), планктонні (15 %) та епіфітні форми, які мали всього 1 %.

Затока Бистрий кут. За період досліджень, в фітомікробентосі затоки Бистрий кут знайдено 131 вид, представлений 146 в. в. т. водоростей, які належали до 57 родів, 23 порядків, 12 класів, 7 відділів (Cyanophyta, Euglenophyta, Dinophyta, Chrysophyta, Bacillariophyta, Xanthophyta, Chlorophyta) (рис.).

Чисельність фітомікробентосу змінювалась від мінімальних значень – 2616 тис кл/10 см², до максимальних – 20853 тис кл/10 см², із середнім значенням – 7428 ± 1229 тис кл/10 см². Біомаса, відповідно, коливалася від 1,94 мг/10см² до 16,35 мг/10см², із середнім значенням – 8,03 ± 2,31 мг/10см².

Затока Бистрий кут характеризується декількома типами донних відкладів: замулені піски та сірі мули. За переходу від одного типу донних відкладів до іншого спостерігались зміни в кількості видів, чисельності, біомасі та структурі домінуючого комплексу донних мікробентосів. Так, на замулених пісках в фітомікробентосі виявлено 101 в. в. т., на сірих мулах – 107.

Аналіз сезонної динаміки кількісного розвитку фітомікробентосу затоки Бистрий кут дозволив виявити декілька піків вегетації, які відрізнялись видовим багатством та структурою домінуючого комплексу: за чисельністю – весняний та літній, за біомасою – весняний, осінній.

У залежності від типу ґрунту, середні значення чисельності фітомікробентосу коливались від 6158 ± 996 (сірий мул) до 9334 ± 1142 тис кл/10см² (замулений пісок) та біомаси – від 7,41 ± 1,99 (замулений пісок) до 9,89 ± 2,43 мг/10см² (сірий мул) (рис. 1).

У формуванні чисельності фітомікробентосу пріоритетну роль відігравали синьозелені та діатомові водорості. На

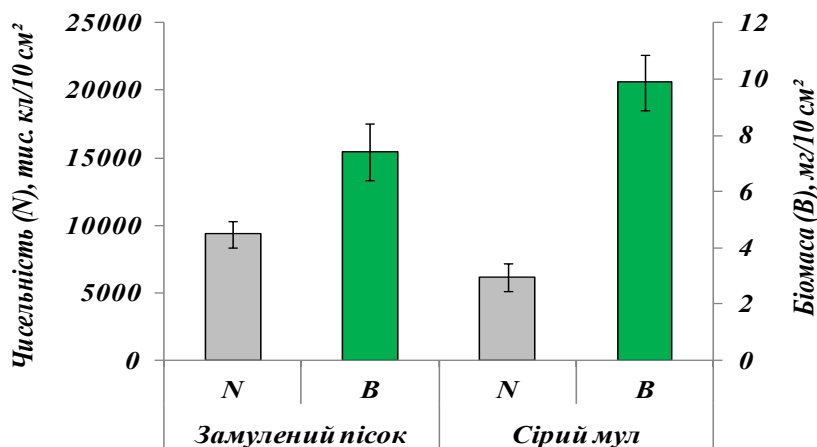


Рис. 1. Чисельності і біомаси фітомікробентосу затоки Бистрий кут на різних типах ґрунту

замулених пісках перевагу за чисельністю отримали синьозелені водорості з роду *Oscillatoria* Vauch. На сірих мулах домінували діатомові з родів *Melosira* Ag., *Cyclotella* Kütz., *Stephanodiscus* Ehr. Біомасу фітомікробентосу затоки Бистрий кут визначали діатомові, синьозелені та динофітові водорості. Збільшення біомаси на сірих мулах обумовлено домінуванням діатомових водоростей із родів *Cymatopleura* W. Sm., *Nitzschia* Hass., *Surirella* Turp., *Stephanodiscus*; синьозелених – *Oscillatoria*; динофітових – *Peridinium* Ehr. На замулених пісках у фітомікробентосі за біомасою переважали діатомові водорості з родів *Melosira*, *Gyrosigma* Hass. emend. Cl., *Stephanodiscus*, *Surirella*.

Затока Потанів кут. За період досліджень у фітомікробентосі затоки Потанів кут знайдено 122 види, представлені 131 в. в. т. водоростей, які належали до 57 родів, 19 порядків, 9 класів, 5 відділів (Cyanophyta, Euglenophyta, Dinophyta, Bacillariophyta, Chlorophyta).

Максимум розвитку фітомікробентосу в затоці як за чисельністю, так і за біомасою припадав на весну.

Чисельність, яку визначали синьозелені (представники роду *Oscillatoria*) та діатомові (*Diatoma* Borg, *Fragilaria* Lingb.) водорості, коливалася в межах 3225-9986 тис кл/10 см², із середнім значенням – 7751 ± 1087 тис кл/10 см². За біомасою, домінували представники родів діатомових (*Diatoma*, *Fragilaria*, *Gyrosigma*, *Surirella*) та зелених (*Cosmarium* Corda ex Ralfs). Межі коливань біомаси склали 3,31-12,02 мг/10см², із середнім значенням – 9,14 ± 2,24 мг/10см².

Озеро Ананькін кут. За період досліджень у фітомікробентосі озера Ананькін кут виявлено 169 видів, представлених 185 в. в. т. водоростей, які відносились до 66 родів, 23 порядків, 12 класів, 8 відділів (Cyanophyta, Euglenophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Chrysophyta, Bacillariophyta, Xantophyta, Chlorophyta).

Максимальні показники розвитку фітомікробентосу в озері як за чисельні-

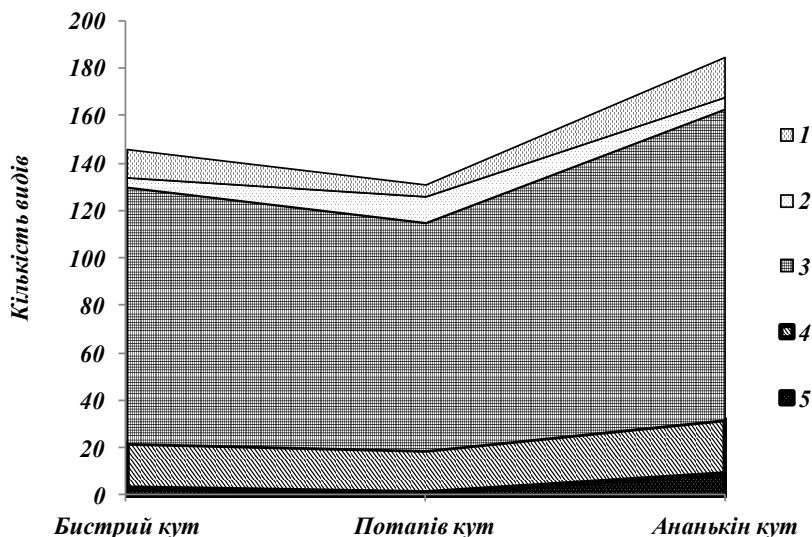


Рис. 2. Видове багатство водоростей основних систематичних відділів фітомікробентосу прісноводних водойм Кілійської дельти Дунаю: 1 – Cyanophyta; 2 – Euglenophyta; 3 – Bacillariophyta; 4 – Chlorophyta; 5 – інші

стю, так і за біомасою були навесні, мінімальні – восени.

Чисельність фітомікробентосу, що коливалась у межах 8241-100872 тис кл/10см², з середнім значенням 25203 ± 5631 тис кл/10см², визначали синьозелені (*Anabaena flos-aquae* (Lyngb.) Bréb., *Arhanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs.) водорості. Наприкінці весни можна було спостерігати «цвітіння води».

У формуванні біомаси фітомікробентосу пріоритетну роль відігравали дрібноклітинні (*Stephanodiscus hantzschii* Grun. in Cl. et Grun.) та великоклітинні (*Pinnularia major* (Kütz.) Rabenh., *Surirella elegans* Ehr., *S. robusta* Ehr., *S. tenera* Greg.) діатомові водорості, з межами коливань 12,15-114,67 мг/10см², та середнім значенням – 37,54 ± 10,38 мг/10см².

Аналіз видового багатства фітомікробентосу прісноводних водойм показав, що найбільшу кількість в.в.т. водоростей виявлено в озері Ананькін кут, найменшу – в затоці Потапів кут (рис. 2).

Максимальні показники чисельності і біомаси фітомікробентосу спостерігались в озері Ананькін кут, мінімальні – в затоці Бистрий кут (рис. 3).

Порівняльний аналіз різноманіття фітомікробентосу за коефіцієнтом Серенсена показав, що затоки Бистрий та Потапів кути дещо схожі за їх видовим складом ($K_s = 0,58$) (рис. 4). Затоки різняться за показниками чисельності та біомаси фітомікробентосу (в куті Потаповому ці показники більші, ніж у Бистрому), що можна пояснити наявністю різних типів ґрунту у водоймах. У затоці Бистрий кут видове багатство фітомікробентосу вище, ніж у затоці Потапів кут – пояснюється наявністю більшої кількості біотопівукуті Бистрому. Детальний кластерний аналіз показав, що в окремий кластер виділено фітомікробентос озера Ананькін кут. Це вказує на особливість та специфічність водойми, яка давно ізольована від моря та має потужні відклади високопродуктивних чорних мулів. Максимальні показники видового багатства, чисельності та біомаси фітомікробентосу в озері Ананькін кут свідчать про те, що у водоймі склались сприятливі умови для розвитку донних мікрowodоростей, в першу чергу – забезпечення їх легкодоступними поживними речовинами (біогенами).

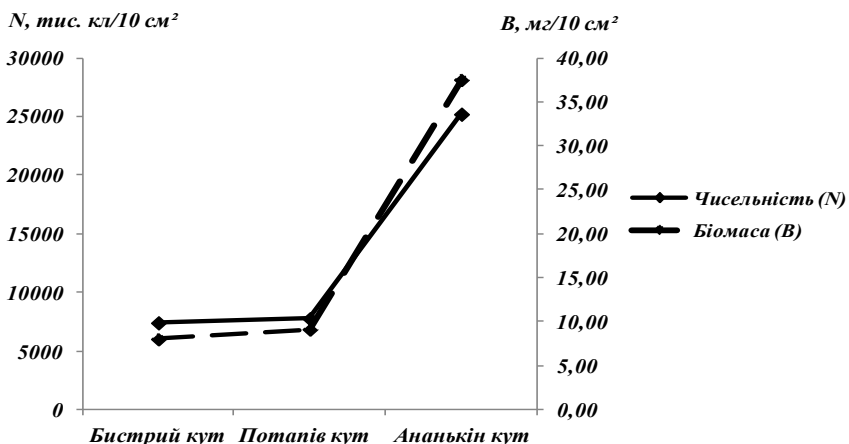


Рис.3. Просторова динаміка чисельності та біомаси основних відділів фітомікробентосу прісноводних водойм Кілійської дельти Дунаю

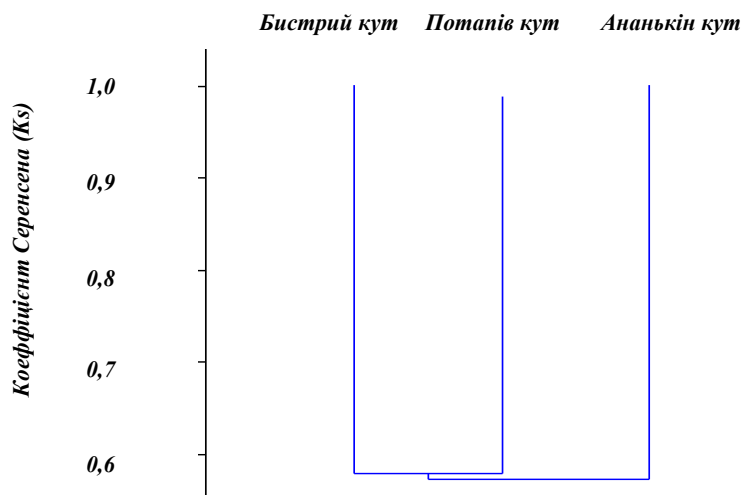


Рис. 4. Дендродіаграма подібності видового складу фітомікробентосу прісноводних водойм Кілійської дельти Дунаю.

Висновки і перспективи. Досліджувані прісноводні водойми Кілійської дельти Дунаю діляться на затоки, відкриті зі сторони моря – Бистрий кут (новоутворена), Потапів кут; давно існуюче, закрите внутрідельтове озеро Ананькін кут. Донні відклади у водоймах представлені переважно чорними мулами (Потапів кут, Ананькін кут,), менше – сірими мулами та замуленими пісками (Бистрий кут).

Встановлено видове багатство, чисельність, біомаса та домінуючий комплекс фітомікробентосу прісноводних заток Кілійської дельти Дунаю. В досліджуваних водоймах Кілійської дельти Дунаю зареєстровано 236 видів, представлених 264 в.в.т. з номенклатурним типом виду включно, які належали до 83 родів, 28 порядків, 13 класів, 8 відділів (Cyanophyta, Euglenophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Chrysophyta, Bacillariophyta, Xanthophyta, Chlorophyta).

Виявлено, що за переходу від одного типу донних відкладів до іншого спостерігались зміни в кількості видів, чисельності, біомасі та структурі домінуючого комплексу донних мікробентосів.

На замулених пісках за чисельністю домінували синьозелені водорості, за біомасою – діатомові. На сірих мулах чисельність визначали діатомові водорості, біомасу – синьозелені, діатомові, динофітові. На чорних мулах домінантами за чисельністю виступали синьозелені та діатомові водорості, за біомасою – діатомові та зелені.

Порівняльний аналіз різноманіття фітомікробентосу за коефіцієнтом Серенсена показав, що затоки Бистрий та Потапів кути дещо схожі за їх видовим складом ($K_s = 0,58$). У затоці Бистрий кут видове багатство фітомікробентосу вище, ніж у затоці Потапів кут – пояснюється наявністю більшої кількості біотопів у куті Бистрому. Показники чисельності та біомаси бентосних мікробентосів зростають у куті Потаповому – на чорних мулах, ніж у Бистрому, де переважали замулені піски, та сірі мули. Детальний кластерний аналіз показав, що в окремий кластер виділено фітомікробентос озера Ананькін кут. У даній водоймі виявлені максимальні показники видового багатства, чисельності та біомаси фітомікробентосу, що свідчить про сприятливі умови для розвитку

донних мікрководоростей. Водойма давно ізольована від моря та має потужні відклади високопродуктивних чорних мулів, багатих на легкодоступні для фітомікробентосу поживні речовини (біогени).

Отже, аналіз якісних та кількісних показників розвитку мікрководоростей на дні дозволив встановити, що за переходу від замулених пісків та сірих мулів до чорних мулів, кількість видів, чисельність та

біомаса донних мікрководоростей зростає. Чим старше водойма та більш ізольована від моря, тим більше видове багатство, чисельність та біомаса фітомікробентосу. Отримані дані можуть бути використані для екологічного моніторингу стану різнотипних водних об'єктів Кілійської дельти Дунаю, оцінки їх біорізноманіття та біоресурсного потенціалу, у тому числі прогнозування його можливих змін.

Література

1. Василевич В. И. Статистические методы в геоботанике [Текст] / В. И. Василевич. – Л.: Наука, 1969. – 232 с.
2. Ляшенко А. Ф. Биология молодежи дунайской сельди и ее количественный учет [Текст] / А. Ф. Ляшенко // Тр. Ин-та гидробиологии АН УССР. – 1953. – № 28. – С. 85-117.
3. Ляшенко А. В. Биоиндикация качества вод Килийской дельты Дуная по организмам макрофауны водных беспозвоночных [Текст] / А. В. Ляшенко, Е. Е. Зорина-Сахарова // Гидробиол. журн. – 2012. – Т. 48, № 4. – С. 45-66.
4. Ляшенко А. В. Сравнительная характеристика таксономического состава макрофауны дельты Килийского рукава Дуная [Текст] / А. В. Ляшенко, Е. Е. Зорина-Сахарова Ю. О. Санжак // Гидробиол. журн. – 2013. – Т. 49, № 1. – С. 29-43.
5. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод [Текст] / За ред. В. Д. Романенка. – К.: ЛОГОС, 2006. – 408 с.
6. Разнообразие водорослей Украины [Текст] / Под ред. С. П. Вассера, П. М. Царенко // Альгология. – 2000. – Т. 10, № 4. – 309 с.
7. Щербак В. И. Методи досліджень фітопланктону [Текст] / В. И. Щербак // Методичні основи гідробіологічних досліджень водних екосистем. – К., 2002. – С. 41-47.
8. Щербак В. И. Динамика фитомикробентоса разнотипных водных объектов Килийской дельты Дуная в зависимости от некоторых экологических факторов [Текст] / В. И. Щербак, Э. Ш. Козийчук // Гидробиол. журн. – 2016. – Т. 52, № 1. – С. 3-14.

References

1. Vasylevych, V.Y. (1969). Statysticheskiye metody v heobotanyke [Statistical methods in geobotany]. Nauka, 232.
2. Lyashenko, A.F. (1953). Byolohyya molody dunayskoy sel'dy y ee kolychestvenniy uchet [Biology of the young Dune herrings and its quantitative accounting]. Tr. Yn-ta hydrobyolohyy AN USSR, 28. 85-117.
3. Lyashenko, A. V., Zorina-Sakharova Ye. Ye. (2012). Biological indication of the water quality of the Kiliya Danube Delta by aquatic invertebrates' fauna. Hydrobiological Journal, 48 (6) 51-72.
4. Lyashenko A. V., Zorina-Sakharova Ye. Ye., Sanzhak Yu. O., Makovskiy V. V. (2013). Comparative characteristics of the taxonomic composition of the macrofauna of the Kiliya Delta of the Danube River. Hydrobiological Journal, 49 (3), 36-44.
5. Romanenko V.D. ed. (2000). Metody hidroekolohichnykh doslidzhen poverkhnevyykh vod [Methods of the hydroecological surveys of surface waters]. Kyiv: LOHOS, 408.
6. Vasser S.P., Tsarenko P.M. (2000) Raznoobrazye vodorosley Ukrainy [Algae variety in Ukraine]. Al'holohyya, 10 (4), 309.
7. Shcherbak, V.I. Metody doslidzhen fitoplanktonu (2002) [The phytoplankton research methods]. Metodichni osnovy hidrobiolohichnykh doslidzhen vodnykh ekosystem. Kyiv, 41-47.
8. Shcherbak, V. I., Koziychuk E. Sh. (2016). Phytomicrobenthos dynamics in water bodies of various types in the Kiliya Delta of the Danube River depending on some ecological factors. Hydrobiological Journal. 52 (3), 3-14.

SUMMARY

E. Sh. Koziychuk. *Specifics of phytomicrobenthos development in freshwater bodies of the Kiliya delta of the Danube river/ Biological Resources and Nature Management. – 2017. – 9, №5–6. – P.26–33.*

The paper deals with studies of phytomicrobenthos in the freshwater bodies of the Kiliya Delta of the Danube River, differing by degree of their isolation from the sea and bottom sediments type. Analysis of qualitative and quantitative characteristics of bottom microalgae has shown that there is an increase in the phytomicrobenthos species diver-

sity, number and biomass from silted sands and grey silts to black silts. The more isolated is a waterbody from the sea, the higher is the phytomicrobenthos diversity.

Keywords: phytomicrobenthos, seasonal dynamics, species diversity, number, biomass, the Kiliya Delta of the Danube River, freshwater bays

АННОТАЦІЯ

Е. Ш. Козійчук. *Особенности развития фитомикробентоса пресноводных заливов килийской дельты Дуная//Биоресурсы и природопользование. – 2017. – 9, №5–6. – С.26–33.*

Важной неотъемлемой составляющей автотрофного звена пресноводных заливов Килийской дельты Дуная является фитомикробентос – микроскопические водоросли, которые обитают на дне, на мягком субстрате. Фитомикробентос участвует в формировании потоков энергии и кругообороте веществ, влияет на кислородный и биогенный режим водных экосистем, служит пищевым ресурсом для рыб и беспозвоночных. Поэтому, изучение разнообразия, особенностей его структуры есть необходимым для характеристики функционирования водных объектов. Целью данной работы было исследовать особенности развития фитомикробентоса разнотипных пресноводных водоемов Килийской дельты Дуная. Материалами для работы служили альгологические пробы, собранные в 2010 – 2013 гг., во время вегетационных сезонов (весна, лето, осень) на пресноводных водоемах Килийской дельты Дуная, разной изолированности от моря и на отличительных типах донных отложений заливов, открытые со стороны моря – Быстрый кут (новообразованная) Потапов кут; давно существующее внутридельтовое озеро Ананькин кут. Донные отложения представлены в основном черными илами (Потапов кут, Ананькин кут), меньше – серыми илами и заиленными песками (Быстрый кут). Альгологический материал отбирали и обрабатывали с использованием

методов, общепринятых в практике гидробиологических исследований. Для оценки сходства или различия видового состава водорослей в пресноводных водоемах был применен коэффициент Серенсена (Ks). Анализ видового богатства фитомикробентоса пресноводных водоемов показал, что наибольшее количество видов выявлено в озере Ананькин кут, наименьшее – в заливе Потапов кут. Максимальные показатели численности и биомассы фитомикробентоса наблюдались в озере Ананькин кут, минимальные – в заливе Быстрый кут. Анализ качественных и количественных показателей развития микроводорослей дна позволил установить, что при переходе от заиленных песков и серых илов до черных илов, количество видов, численность и биомасса фитомикробентоса увеличивались. Чем больше изолирован водоем от моря, тем выше видовое богатство, численность и биомасса фитомикробентоса. Одержанные данные могут быть использованы для экологического мониторинга состояния разнотипных водных объектов Килийской дельты Дуная, оценки биоразнообразия и биоресурсного потенциала, в том числе прогнозирования его возможных изменений.

Ключевые слова: фитомикробентос, видовой состав, численность, биомасса, сезонная динамика, Килийская дельта Дуная, пресноводные заливы