

Суанопрокарyota Куяльницького лиману

прибережних

солонців

ОКСАНА МИКОЛАЇВНА ВІНОГРАДОВА

VYNOGRADOVA O.M. (2016). **Cyanoprokaryota of the coastal solonets of the Kuialnik Estuary.** *Chornomors'k. bot. z.*, **12** (1): 85-94. doi:10.14255/2308-9628/16.121/9.

At the parched areas of the Kuialnik Estuary, in alkaline soils covered by communities of true saline vegetation and brackish forb meadows, 42 species of Cyanoprokaryota were revealed by cultures. They belong to 19 genera, 10 families and 4 orders from subclasses *Synechococcophycidae* (41,5 %), *Oscillatoriothycidae* (34,1 %) and *Nostochophycidae* (24,4 %). Characteristic features of the studied habitat are the constant presence and quantitative predominance of cyanoprokaryota in the samples comparing to diatoms and chlorophytes, high number of species per sample, a considerable variety of heterocytous taxa and abundant development of representatives of Nostocales in soil cultures. Ecologically, most of the species are aquatic-subaerophytes known as halophytes (11,9 %), halobionts (40,1 %) and halotolerants (47,6 %). Sites with different plant associations differed in species composition and taxonomic structure of *Cyanoprokaryota*, which may be associated with varying soil moisture. Identified species analyzed in terms of current views on their taxonomy. New records for Ukraine are *Pseudocapsa maritima* Komárek, *Leptolyngbya norvegica* (Gomont) Anagn. et Komárek, *Phormidium litorale* Golubić, *Ph. viride* (Vaucher ex Gomont) Lemmermann, *Porphyrosiphon fuscus* Gomont ex Frémy, *Nodularia crassa* (Voronichin) Komárek, Hübel et M. Hübel. The checklist of Cyanoprokaryota of the Kuialnik estuary based on the original and literature data is given.

Keywords: *Cyanoprokaryota, cyanobacteria, hypersaline environments, species diversity, ecology, Kuialnik estuary*

ВІНОГРАДОВА О.М. (2016). **Суанопрокарyota прибережних солонців Куяльницького лиману.** *Чорноморськ. бот. ж.*, **12** (1): 85-94. doi:10.14255/2308-9628/16.121/9.

На пересохлих ділянках Куяльницького лиману, у солонцевому ґрунті, вкритому рослинними асоціаціями справжньосолончакової рослинності та різнотравних засолених лук, методом культур виявлено 42 види Суанопрокарyota з 19 родів, 10 родин та чотирьох порядків підкласів *Synechococcophycidae* (41,5 %), *Oscillatoriothycidae* (34,1 %) та *Nostochophycidae* (24,4 %). Характерними рисами місцезростання були постійна присутність та кількісне переважаання ціанопротокаріот у досліджених зразках (порівняно із діатомовими та зеленими водоростями), висока насиченість проб видами, значне різноманіття гетероцитних форм та рясний розвиток у ґрунтових культурах представників порядку Nostocales. За екологічним профілем, переважають аквально-субаерофітні форми, що відбиває екотонний характер досліджених ділянок. За ставленням до умов солоності, виявлені види належать до галофілів (11,9 %), галобіонтів (40,1 %) та галотолерантів (47,6 %). Ділянки із рослинністю різного типу дещо відрізнялись за видовим та таксономічним складом Суанопрокарyota, що пов'язано із різницею у ступені зволоженості ділянок. Виявлені види проаналізовано з точки зору сучасних поглядів на їх таксономічне положення. Зроблено ряд цікавих флористичних знахідок – вперше для України вказуються *Pseudocapsa maritima* Komárek, *Leptolyngbya norvegica* (Gomont) Anagn. et Komárek, *Phormidium litorale* Golubić, *Ph. viride* (Vaucher ex Gomont) Lemmermann, *Porphyrosiphon fuscus* Gomont ex Frémy, *Nodularia crassa* (Voronichin) Komárek, Hübel et M. Hübel. Складено перевірений список ціанопротокаріот Куяльницького лиману за оригінальними та літературними даними.

Ключові слова: *Суанопрокарyota, синьозелені водорості, солонці, видове різноманіття, нові таксони, екологія, Куяльницький лиман*

ВІНОГРАДОВА О.Н. (2016). **Суанопрокарyota прибережних солонців Куяльницького лимана.** *Чорноморск. бот. ж.*, **12** (1): 85-94. doi:10.14255/2308-9628/16.121/9.

На пересохших участках Куяльницького лимана, в солонцовій ґрунті під істинносолончаковою рослинністю і різнотравними солончаковими луками, методом культур виявлено 42 види *Cyanoprokaryota* із 19 родів, 10 родин і чотирьох порядків підкласів *Synechococcophycidae* (41,5%), *Oscillatoriothryxidae* (34,1%) і *Nostochophycidae* (24,4%). Характерні риси вивченого середовища – постійне присутство і кількісне переважає ціанопрокаріотів в досліджуваних зразках, висока насиченість проб видами, значне різноманіття гетероцитних форм і обильне розвиток в ґрунтових культурах представителів порядку *Nostocales*. По екологічному складу, переважають аквально-субаерофітні форми, що відображає екотонний характер досліджуваних ділянок. По відношенню до солонності середовища, виявлені види відомі як галофіли (11,9%), галобіонти (40,1%) і галотолеранти (47,6%). Ділянки з різними рослинними асоціаціями декілька відрізнялися по видовому і систематичному складу *Cyanoprokaryota*, що може бути пов'язано з різною вологістю ґрунту. Виявлені види проаналізовані з точки зору сучасних поглядів на їх таксономічне положення. Обнаружені нові для України види: *Pseudocapsa maritima* Komárek, *Leptolyngbya norvegica* (Gomont) Anagn. et Kombrink, *Phormidium litorale* Golubic, *Ph. viride* (Vaucher ex Gomont) Lemmermann, *Porphyrosiphon fuscus* Gomont ex Frémy, *Nodularia crassa* (Voronichin) Komárek, Hübel et M. Hübel. Складено загальний чек-лист ціанопрокаріотів Куяльницького лимана по оригінальним і літературним даним.

Ключеві слова: *Cyanoprokaryota*, синезелені водорості, солонці, видове різноманіття, нові таксономічні одиниці, екологія, Куяльницький лиман

Засолені місцевості, прикладом яких є причорноморські лимани, можуть бути важливим джерелом відомостей про різноманіття водоростей. Особливо перспективними вони є стосовно поповнення списку ціанопрокаріотів України, адже відомо [OREN, 2000; VINOGRADOVA, 2013], що в засолених екосистемах основою видового багатства є прокаріотичні оксифототрофи, клітини яких забезпечені морфологічними механізмами адаптації до екстремальних умов існування.

У посушливих умовах півдня України в лиманних екосистемах лімітуючими факторами є не лише високі концентрації солей у воді і ґрунті, але і різкі сезонні та навіть добові коливання основних фізико-хімічних параметрів. За відносно короткі проміжки часу показники солоності та температура води можуть суттєво змінюватись; зменшення глибини та площі водного дзеркала призводить до осушення мілководь, оголення дна та затакування його поверхні тощо. Ґрунтову альгофлору таких місцевостей формують види, здатні витримувати комплексну дію стрес-факторів.

Куяльницький лиман, розташований на Чорноморському узбережжі в Одеській області, являє собою гіпергалінну водойму із обмеженим водообміном, нестабільним гідрологічним режимом та широким діапазоном коливань солоності води: від 49,9‰ до 399‰ [ENNAN, SHYKHALEEV, SHYKHALEEVA, ADOVOSKIY, KIRIUSHKINA, 2014]. Морфометрично це солоне озеро подовженої форми, що утворилося в результаті затоплення гірлової ділянки річки Великий Куяльник морською водою. Кліматичні умови регіону сприяють значним коливанням рівня води в лимані: його площа, що складає 61 км², в посушливі роки зменшується майже вдвічі, на пересохлих ділянках лиману розвиваються угруповання справжньосолончакової рослинності та засолених лук. Міжрочні та сезонні коливання площі водного дзеркала та солоності води мають циклічний характер [KOLESNIKOVA, NOSYREV, SHMURATKO, 1997]; в той же час, в останні десятиліття спостерігається стійка тенденція зростання солоності та зниження рівня води в лимані [ENNAN, SHYKHALEEV, SHYKHALEEVA, ADOVOSKIY, KIRIUSHKINA, 2014].

Відомості про альгофлору Куяльницького лиману не можна вважати вичерпними, хоча інтерес до її вивчення виник досить давно [РОНДІВНИК, 1949]. В роботі В.П. Герасимюка із співавторами (2011) проаналізовано існуючі публікації на цю тему та представлені результати тривалих (2001–2008) спостережень над

фітобентосу лиману із особливою увагою до ділянок, де відбувається скидання стічних вод курорту «Куяльник» та водотоків антропогенного походження [GERASIMIUK, ENNAN SHYKHALEEVA, 2011]. Автори виявили 87 видів водоростей із трьох відділів (Bacillariophyta, Cyanophyta, Chlorophyta), частка діатомових складала близько 70 %, синьозелені були представлені 18 видами, займаючи друге місце. Стосовно водоростей позаводних місцезростань Куяльника відомостей майже немає, лише в монографії Л.П. Приходькової «Синезеленые водоросли почв степной зоны Украины» (1992) наведено вісім видів, знайдених на вологому березі цього лиману.

Метою нашої роботи було вивчення видового складу та особливостей поширення синьозелених водоростей у ґрунті пересохлих ділянок Куяльницького лиману.

Матеріали та методи дослідження

Матеріал для нашого дослідження, а саме об'єднані ґрунтові зразки, були відібрані д.б.н., проф. Д.В. Дубиною у вересні 2007 г. Обстежені пересохлі ділянки лиману розташовані поблизу села Стара Кубанка (46°37'7"N 30°43'35"E) в Комінтернівському р-ні Одеської обл. Ґрунтовий покрив тут утворений солонцем із засоленням сульфатного типу (CaSO₄, MgSO₄). На відміну від солончаків, солі в солонцях знаходяться не на поверхні, а на деякій глибині, присутні в ньому колоїди легко пептизуються і, розчиняючись у воді, закупорюють пори. В результаті при зволоженні ґрунт сильно набухає, а в сухому стані стає дуже твердим і щільним [NAZARENKO, POL'SHUNA, NIKORYCH, 2004], що робить його подібним до такиру.

Зразки відбирали із поверхневого шару ґрунту в 10 точках кожної асоціації, потім об'єднували в один збірний зразок. Всього було обстежено 14 рослинних асоціацій, що належать до класів справжньосолончакової рослинності (формації *Salicornieta* і *Artemisieta santhoniciae*) та різнотравних солончакових лук із домінуванням айстри солончакової (*Tripolietum vulgaris*). Всі обстежені ділянки були вкриті рясною рослинністю: їх проективне покриття майже скрізь складало 100 % і лише на одній ділянці воно було 80 %. Відбір та культивування ґрунтових зразків проводили за методикою, описаною в наших попередніх публікаціях [VINOGRADOVA, DARIENKO, 2008]. Дослідження культур тривало чотири місяці від появи перших ознак росту водоростей, використовувався світловий мікроскоп МБИ-3 (ЛОМО) з імерсійним об'єктивом. Ідентифікацію здійснювали із залученням низки видань: KONDRATYEVA, 1968; KOVALENKO, 2009; KOMÁREK, ANAGNOSDIDIS, 1998; 2005; KOMÁREK, 2013. У роботі прийнята система Cyanoprokaryota I. Комарека із співавторами [KOMÁREK et al., 2014].

Результати досліджень та їх обговорення

В переважній більшості випадків обстежені ділянки прибережних солонців Куяльницького лиману були позбавлені ознак присутності водоростей; лише в деяких місцях поверхня ґрунту була вкрита порошистим або повстистим нальотом жовтуватого, зеленкуватого та чорного кольорів, проте синьозелені водорості в їх формуванні участі не брали. Натомість в культурах із усіх вивчених зразків ґрунту зафіксована наявність Cyanoprokaryota, представники зелених водоростей відмічені на 10 з 14 ділянок, в ґрунті шести ділянок спостерігались мертві стулки діатомових водоростей і лише в культурах з одного зразку (засолена лука) вегетували живі діатомеї.

Всього в культурах було виявлено 42 види Cyanoprokaryota з 19 родів, 10 родин та чотирьох порядків, які належать до трьох підкласів: *Synechococcophycidae* (41,5 %), *Oscillatoriohycidae* (34,1 %) та *Nostochophycidae* (24,4 %). Підклас *Synechococcophycidae* переважав не тільки за видовим, але і таксономічним різноманіттям: його представники належать до двох порядків, 4 родин та 8 родів. Серед порядків найвищою була частка *Synechococcales* (38,0 %), а найменшою –

Chroococcales, що виявився представленим у досліджених місцезростаннях лише одним видом (табл.1). Родини *Oscillatoriaceae* (23,8 %), *Leptolyngbyaceae* (16,7 %) та *Merismopediaceae* (14,3 %) в сумі охоплюють більше половини виявлених видів. Родовий спектр утворюють 19 родів синьозелених водоростей, їх різноманіття в досліджених екотопах різко поляризоване: при середній кількості видів у роді 2,1 десять родів, або 52,6 % від числа знайдених представлени лише одним видом, натомість роди *Phormidium* (8 видів, 19,0 %) та *Leptolyngbya* (6, або 14,3 %) перевищують середній показник відповідно в 4 та 3 рази.

Частота трапляння більшості знайдених видів синьозелених була досить невисокою, кожен п'ятий (21,1 %) був відмічений лише раз. Натомість *Phormidium takyricum* (71,4 %), *Nostoc linckia* (F=64,3), *Leptolyngbya fragilis* та *Nodularia sphaerocarpa* (для кожного F=57,1 %) мали досить високу частоту трапляння в досліджених місцезростаннях. *Aphanocapsa salina* та *Trichormus variabilis* зафіксовані у половині вивчених зразків.

Ділянки із рослинністю різного типу дещо відрізнялись за видовим та таксономічним складом Суанопрокарута. В зразках ґрунту під справжньосолончаковою сукулентно-травянистою рослинністю формації *Salicornieta* синьозелені водорості зустрічались разом із одноклітинними зеленими та діатомовими водоростями, у культурах із двох збірних ґрунтових зразків відмічено нитки цікавого роду *Dilabifilum* (Ulvales, Chlorophyta). Середня кількість видів ціанопрокаріот у пробі складала для цього місцезростання 7,6 видів, а ідентифіковано їх 30 з 14 родів та 9 родин. Більше третини видів досягали в культурах значного кількісного розвитку; *Nodularia sphaerocarpa*, *N. spumigena*, *Nostoc linckia* та *Trichormus variabilis*, що рясно розвивались у культурах, мали також найвищі показники трапляння у ґрунті під травянистою рослинністю. Цікавою особливістю цього місцезростання було різноманіття видів роду *Nodularia*, причому якщо *Nodularia sphaerocarpa* входила до домінуючого комплексу солонців під усіма трьома вивченими рослинними формаціями, то *Nodularia crassa* та *N. spumigena* були знайдені лише на ділянках *Salicornieta*.

На ділянках справжньосолончакової напівчагарникової рослинності формації *Artemisieta santhoniciae* рослини утворюють щільний покрив, на поверхні ґрунту де-не-де спостерігалось його позеленіння. В культурах, крім рясно вегетуючих ціанопрокаріот, постійно траплялись одноклітинні зелені водорості і мертві стулки діатомових, в одному зразку також відмічені нитки *Dilabifilum*. Видове багатство проб тут виявилось найвищим серед трьох варіантів місцезростань, досліджених нами на Куяльницькому лимані – 11,3 види. Методом культур виявлено 26 видів з 14 родів і 9 родин Суанопрокарута. Найчастіше в зразках із полинових солонців траплялись *Phormidium takyricum* та *Leptolyngbya fragilis* (в обох випадках F=100,0 %), *Pseudophormidium hollerbachianum*, *Coleofasciculus chthonoplastes*, *Nodularia sphaerocarpa* та *Nostoc linckia* (в усіх випадках F=75,0 %). Останні три види також досягали значного кількісного розвитку у культурах поряд із *Leptolyngbya norvegica* та *Trichormus variabilis*.

В ґрунті під солончаковими луками формації айстри солончакової альгофлору також формували представники Суанопрокарута, одноклітинні зелені та діатомові водоростей. Суанопрокарута переважали за видовим багатством та рясністю розвитку в культурах. Середня кількість видів синьозелених у пробі дорівнювала 10,7 вида; всього тут знайдено 21 вид з 13 родів. Їх таксономічний склад помітно відрізнявся від зафіксованого для ділянок справжньосолончакової рослинності (табл. 1): частка ностокальних (33,3 %) є найвищою серед трьох досліджених типів екотопів, тільки тут знайдені представники родини *Chroococcales*, родів *Pseudocapsa*, *Kamptonema*, *Cylindrospermum*. Найпоширенішим видом у ґрунті солончакових лук виявився

Phormidium takyricum (F=100,0 %), *Leptolyngbya saxicola*, *Lyngbya martensiana*, *Nodularia sphaerocarpa*, *Nostoc linckia*, *Trichormus variabilis*, що мали частоту трапляння 66,7 %, активно вегетували в культурах, утворюючи макроскорічні розростання. Лише в ґрунті засолених лук було знайдено *Pseudocapsa maritima*, *Kamptonema animale*, *Leptolyngbya saxicola*, *Lyngbya martensiana*, *Cylindrospermum michailovskoense*.

Таблиця 1

Цианопрокaryota Куяльницького лиману
(джерела: 1-2 – оригінальні дані: 1 – ділянки справжньо-солончакової рослинності; 2 – ділянки засолених лук; 3 – за PRIKHODKOVA, 1992; за GERASIMIUK, ENNAN, SHYKHALEEVA, 2011)

Table 1

Цианопрокaryota of the Kuyalnik Estuary
(1-2 – original data: 1 – sites of true saline vegetation; 2 – sites of brackish forb meadows; 3 – after PRIKHODKOVA, 1992; after GERASIMIUK, ENNAN, SHYKHALEEVA, 2011)

Таксон	1	2	3	4
<i>SYNECHOCOCCOPHYCIDAE</i>				
<i>Synechococcales</i>				
<i>Synechococcaceae</i>				
¹ <i>Anathece clathrata</i> (W. West et G.S. West) Komárek, Kastovsky et Jezberová http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=X3d13670f49df1d9b	+	-	-	-
<i>Cyanobium gaarderi</i> (Ålvik) Komárek et al.	+	-	-	-
<i>Synechococcus salinarum</i> Komárek	+	-	-	-
<i>Merismopediaceae</i>				
<i>Synechocystis minuscula</i> Woron.	+	-	-	-
<i>Synechocystis salina</i> Wisłouch	+	+	-	-
<i>Aphanocapsa litoralis</i> (Hansg.) Komarek et Anagn.	+	+	-	-
<i>Aphanocapsa muscicola</i> (Menegh.) Wille	+	-	-	-
<i>Aphanocapsa parasitica</i> (Kütz.) Komarek et Anagn.	+	-	-	-
<i>Aphanocapsa salina</i> Woron.	+	+	-	-
<i>Leptolyngbyaceae</i>				
<i>Jaaginema kisselevii</i> (Anissimova) Anagn. et Komárek	-	-	-	+
<i>Jaaginema neglectum</i> (Lemmermann) Anagn. et Komárek	+	+	-	-
<i>Jaaginema quadripunctulatum</i> (Bruhl et Biswas) Anagn. et Komárek	-	-	-	+
<i>Leptolyngbya foveolara</i> (Rabenh. ex Gomont) Anagn. et Komárek	+	+	-	-
<i>Leptolyngbya fragilis</i> (Gomont) Anagn. et Komárek	+	+	-	-
<i>Leptolyngbya halophila</i> (Hansgirg ex Gomont) Anagn. et Komárek	+	-	-	-
<i>Leptolyngbya norvegica</i> (Gomont) Anagn. et Komárek	+	+	-	-
<i>Leptolyngbya saxicola</i> (Gardner) Anagn.	+	+	-	-
<i>Leptolyngbya tenuis</i> (Gomont) Anagn. et Komárek	+	-	-	-
¹ <i>Spirulinales</i>				
¹ <i>Spirulinaceae</i>				
<i>Spirulina major</i> Kütz. ex Gomont	-	-	-	+
<i>Spirulina meneghiniana</i> Zanardini ex Gomont	-	-	-	+
<i>Chroococcales</i>				
<i>Aphanothecaceae</i>				
<i>Aphanothece salina</i> Elenkin et A.N. Danilov	-	-	+	-
<i>Aphanothece utahensis</i> Tilden	-	-	-	+
<i>Chroococcaceae</i>				
<i>Pseudocapsa maritima</i> Komárek	-	+	-	-
<i>Gomphosphaeriaceae</i>				
<i>Gomphosphaeria multiplex</i> (Nygaard) Komárek	-	-	+	-
<i>OSCILLATORIOPHYCIDAE</i>				
<i>Oscillatoriales</i>				
¹ <i>Coleofasciculaceae</i>				
<i>Coleofasciculus chthonoplastes</i> ¹ (Gomont) M. Siegesmund, J.R. Johansen et	+	-	-	-

T. Friedl				
<i>Geitlerinema amphibium</i> (Agardh ex Gomont) Anagn.	-	-	-	+
¹Microcoleaceae				
<i>Johanseninema¹ constrictum</i> (Szafer) Hasler, Dvorák et Poulicková	-	-	-	+
<i>Kamptonema animale</i> Strunecký, Komárek et Šmarda	-	+	-	-
<i>Microcoleus amoenus¹</i> (Gomont) Strunecky, Komárek et J.R.Johansen	-	-	-	+
<i>Porphyrosiphon fuscus</i> * Gomont ex Frémy	+	+	-	-
<i>Pseudophormidium hollerbachianum</i> (Elenkin) Anagn.	+	-	-	-
Oscillatoriaceae				
<i>Lyngbya confervoides</i> C. Agardh ex Gomont	-	-	-	+
<i>Lyngbya martensiana</i> Meneghini ex Gomont	-	+	-	-
<i>Lyngbya lutea</i> Gomont ex Gomont	+	-	-	+
<i>Oscillatoria komarovii</i> Anissimova et Elenkin	-	-	-	+
<i>Oscillatoria limosa</i> Agardh	-	-	-	+
<i>Oscillatoria margaritifera</i> Kütz. ex Gomont		-	-	+
<i>Phormidium boryanum</i> (Bory ex Gomont) Anagn. et Komárek	+	-	-	-
<i>Phormidium breve</i> (Kütz. ex Gomont) Anagn. et Komárek	+	+	-	+
<i>Phormidium corium</i> Gomont	+	-	-	-
<i>Phormidium henningsii</i> Lemmerm.	+	-	-	-
<i>Phormidium litorale</i> * Golubić	+	-	-	-
<i>Phormidium nigroviride</i> (Thw. ex Gomont) Anagn. et Komárek	-	-	-	+
<i>Phormidium thwaitesii¹</i> I.Umezaki et M.Watanabe	+	-	-	-
<i>Phormidium takyricum</i> (Novichk.) O.M. Vynogr.	+	+	-	-
<i>Phormidium viride</i> * (Vaucher ex Gomont) Lemmermann	+	-	-	-
NOSTOCHOPHYCIDAE				
Nostocales				
Rivulariaceae				
<i>Calothrix brevissima</i> G.S. West	-	-	+	-
<i>Calothrix contarenii</i> [Zanardini] Bornet et Flahault	+	-	-	-
<i>Calothrix fusca</i> Bornet et Flahault	-	-	+	+
<i>Calothrix parietina</i> (Nägeli) Thur.	+	+	-	-
<i>Calothrix scopulorum</i> Agardh ex Bornet et Flahault	+	+	-	-
¹Aphanizomenonaceae				
<i>Nodularia crassa</i> * (Voronichin) Komárek, Hübel et M. Hübel	+	-	-	-
<i>Nodularia harveyana</i> Thuret ex Bornet et Flahault	-	-	+	-
<i>Nodularia sphaerocarpa</i> Born. et Flah.	+	+	-	-
<i>Nodularia spumigena</i> Mertens ex Bornet et Flahault	+	-	-	-
Nostocaceae				
<i>Anabaena cylindrica</i> Lemmerm.	-	-	+	-
<i>Cylindrospermum michailovskoense</i> Elenkin	-	+	-	-
<i>Nostoc linckia</i> (Roth) Bornet ex Bornet et Flahault f. <i>terrestris</i> Elenkin	+	+	-	-
<i>Nostoc punctiforme</i> (Kützing) Hariot	+	-	-	-
<i>Nostoc sphaeroides</i> Kütz. ex Bornet et Flahault	-	-	-	+
<i>Trichormus propinquus</i> (Setchell et Gardner) Komárek et Anagn.	+	+	-	-
<i>Trichormus variabilis</i> (Kützing ex Bornet et Flahault) Komárek et Anagn.	+	+	+	-
Примітка: * – нові для України види; ¹ – нові таксони для української флори Note: * – species first cited for Ukraine; ¹ – taxonomical novelties				

Порівняння видового складу Cyanoprokaryota солонця під трьома різними рослинними формаціями за допомогою коефіцієнта Жаккара підтвердило значну подібність за цим показником ділянок справжньосолончакової рослинності ($K_j = 51,4\%$), засолені луки мали більше відмінностей на рівні видового складу: $K_{j(1,3)} = 40,0\%$; $K_{j(2,3)} = 40,0\%$, що, на нашу думку, пов'язано із різницею у ступені зволоженості ділянок.

Склад Cyanoprokaryota, виявлений у ґрунті прибережних солонців Куяльницького лиману, за систематичним складом та екологічною структурою в загальних рисах співпадає із відомим для інших гіпергалінних екосистем України

[VINOGRADOVA, 2012]. За екологічною характеристикою, переважають аквально-субаерофітні форми (76,2 %), тобто види із високою екологічною валентністю; це відбиває екотонний характер досліджених ділянок. Щодо ставлення до солоності оточуючого середовища, то всі виявлені нами види відомі своєю здатністю існувати в умовах її підвищених значень: 47,6 % є галотолерантами, 40,1 % – галобіонти та 11,9 % – галофіли.

Цікаво також порівняти отримані дані В.П. Герасимюка із співавт. (2011) щодо фітобентосу Куяльницького лиману. Авторами були виявлені представники діатомових, синьозелених та зелених водоростей із суттєвим переважанням Bacillariophyta (68,8 % видів). Синьозелені були на другому місці за видовим різноманіттям. Їх систематична структура відрізняється від встановленої нами для солонців суттєво меншою часткою видів порядку *Synechococcales* (11,8 % проти 38,8 %) та зростанням ролі *Oscillatoriales* (56,3 %), і, особливо, родини *Oscillatoriaceae* (43,8 %). У ґрунті їх частки були відповідно 33,3 % та 23,8 %. Переважна більшість видів, що наводяться для бентосу, широко поширені у водоймах різного типу. Спільними для фітобентосу та солонців були лише два види – *Lyngbya lutea* та *Phormidium breve*.

Проведене дослідження дозволило зробити ряд цікавих флористичних знахідок. Шість видів із солонців Куяльницького лиману вперше наводяться для території України. Серед них *Nodularia crassa* (Voronichin) Komárek, Hübel et M. Hübel – рідкісний галофільний вид, відомий із солоних озер у південно-західному Сибіру та гіпергалінного озера Гнотук в Австралії. *Nodularia spumigena* var. *crassa* була описана М.М. Вороніхіним із солоних озер Кулундінського степу. І. Комарек із співавторами [KOMÁREK et al., 1993] провели таксономічну ревізію роду *Nodularia* та надали цій формі статус виду. Автори розділили види роду *Nodularia* за екологічними групами: групу планктонних видів, здатних утворювати газові вакуолі та групу бентосних. *Nodularia crassa* віднесена до групи планктонних видів. Новими для української флори також виявились види морської літоралі *Pseudocapsa maritima* Komárek, *Leptolyngbya norvegica* (Gomont) Anagn. et Kombr. et *Phormidium litorale* Golubić. Всі вони були описані із різних приморських регіонів Європи, а пізніше підтверджені знахідками з інших морських локалітетів. Також було виявлено цікавий терестріальний вид *Porphyrosiphon fuscus*. Описаний із В'єтнаму, пізніше був знайдений на скелях у Каліфорнії, як доміант у біологічних кірках у пустелі Соноран в Арізоні, США [CAMERON, 1960] та Південній Сахарі [ISSA, STAL, DÉFARGE, COUTÉ, TRICHET, 2001]; повідомляли також про його знахідку у прибережних засолених ґрунтах в басейні річки Ербо в Іспанії [KOMÁREK, ANAGNOSTIDIS, 2005].

Деякі із виявлених видів, що вже були відомі в Україні, завдяки поступу у використанні молекулярних методів та номенклатурним перебудовам останніх років тепер належать до нових для нашої флори родів. Так, за результатами секвенування 16S рДНК, а також вивчення ультраструктури, екологічних особливостей та морфологічної мінливості ряду представників роду *Aphanothece* Nägeli (пор. *Chroococcales*) частина видів була виділена у новий рід *Anathece* (W. West et G.S. West) Komárek, Kastovsky et Jezberová, що філогенетично найближчий до роду *Cyanobium* (пор. *Synechococcales*). Типовий вид нового роду – *Anathece clathrata* (W. West et G.S. West) Komárek, Kastovsky et Jezberová – ми виявили на ділянках справжньосолончакової рослинності. Хоча у Algaebase він характеризується як прісноводний, досить часто його знаходять і в умовах підвищеної солоності. В Україні це прибережні ділянки та солончаки на узбережжі Азовського моря [BORYSIUK, 2002; SOLONENKO YAROVOI, PODOROZHNYI, RAZNOROLOV, 2006], а також Слєпне з групи Слов'янських мінералізованих озер [LIALIUK, KLIMIUK, 2011]. Вірогідно, цей вид є галотолерантом.

Характерний матоутворюючий вид гіпергалінних екосистем *Microcoleus chthonoplastes* в сучасному розумінні є типовим (і поки що єдиним) видом роду

Coleofasciculus Siegesmund, J.R. Johans. et Friedl, описаного за результатами філогенетичного аналізу 16S р-ДНК представників роду *Microcoleus* [SIEGESMUND et al., 2008]. В описі цього роду вказані не тільки морфологічні та ультраструктурні ознаки, але і особливості геному. Підкреслюється, що рід еугалобний, бентичний та не містить жодних інших представників роду *Microcoleus* [SIEGESMUND et al., 2008]. Пізніше [KOMÁREK et al., 2014] на базі цього роду було створено родину *Coleofasciculaceae*, до якої віднесли рід *Geitlerinema* (Anagn. et Kom.) Anagn. із *Pseudanabaenaceae*, а також низку новоописаних родів (*Anagnostidinema*, *Desertifilum*, *Kastovskya* та ін.). *Geitlerinema amphibium* знайдена у бентосі Куяльницького лиману [GERASIMIUK, ENNAN, SHYKHALEEVA, 2011].

Також новим для української флори є рід *Kamptonema* Strunecký, Komárek et Šmarda. Його описано за результатами комплексного вивчення клональної популяції термальних вод. Морфологічно цей матеріал відповідав опису виду *Oscillatoria animalis* C. Agardh., що також була описана із термальних джерел; відповідно, *Kamptonema animale* (C. Agardh ex Gomont) Strunecký, Komárek et Šmarda визнана типовим видом цього роду, до якого віднесено ще 9 видів, які раніше належали до родів *Oscillatoria* чи *Phormidium* (в класичному розумінні). Як видно з таблиці, деякі види також отримали нові назви. Наприклад, *Phormidium subuliforme* (Kütz. ex Gomont) Anagn. et Komárek, виявлений на ділянках справжньосолончакової рослинності, тепер в якості синоніма віднесений до морського виду *Phormidium thwaitesii*, який раніше не був відомий в Україні. Це ж стосується декількох видів із списку Герасимюка із співавторами. *Oscillatoria amoena* Kütz. ex Gomont тепер розглядається як *Microcoleus amoenus*. *Anabaena constricta* (Szafer) Geitler (взагалі то ця назва вважається *nomen nudum*, вид більше відомий як *Pseudanabaena constricta* (Szafer) Lauterborn) стала предметом дуже цікавого комплексного дослідження [HAŠLER, DVOŘÁK, POULÍČKOVÁ, 2014a,b], за результатами якого був описаний новий рід *Johanseninema* [HAŠLER, DVOŘÁK, POULÍČKOVÁ].

Висновки

На пересохлих ділянках Куяльницького лиману у солонцевому ґрунті, вкритому справжньосолончаковою рослинністю та різнотравними засоленими луками, методом культур виявлено 42 види *Cyanoprokaryota* з 19 родів, 10 родин та чотирьох порядків підкласів *Synechococcophycidae* (41,5%), *Oscillatoriohycidae* (34,1%) та *Nostochophycidae* (24,4%). Частота трапляння більшості знайдених видів була невисокою, з них 21,1% відмічені лише раз. Найчастіше в ґрунтових зразках траплялись *Phormidium takyricum*, *Nostoc linckia*, *Leptolyngbya fragilis* та *Nodularia sphaerocarpa*.

Відмічено постійну присутність та кількісне переважання ціанопрокаріот у досліджених зразках (порівняно із діатомовими та зеленими водоростями), висока насиченість проб видами, значне різноманіття гетероцитних форм та рясний розвиток у ґрунтових культурах представників порядку *Nostocales*. За екологічним профілем, більшість знайдених видів відомі як аквально-субаерофітні, що відбиває екотонний характер вивченого місцезростання. За ставленням до умов солоності, виявлені види належать до галофілів (11,9%), галобіонтів (40,1%) та галотолерантів (47,6%). Ділянки із рослинністю різного типу дещо відрізнялись за видовим та таксономічним складом *Cyanoprokaryota*, що пов'язано із різницею у ступені зволоженості ділянок.

Зроблено ряд цікавих флористичних знахідок – вперше для України вказуються *Pseudocapsa maritima* Komárek, *Leptolyngbya norvegica* (Gomont) Anagn. et Komárek, *Phormidium litorale* Golubić, *Ph. viride* (Vaucher ex Gomont) Lemmermann, *Porphyrosiphon fuscus* Gomont ex Frémy, *Nodularia crassa* (Voronichin) Komárek, Hübel et M. Hübel.

Виявлені види проаналізовано з точки зору сучасних поглядів на їх таксономічне положення. Складено перевірений список ціанопротистів Куяльницького лиману за оригінальними та літературними даними.

Подяка

Автор висловлює щирю подяку д.б.н. проф. Д.В. Дубині за допомогу із відбором ґрунтових зразків та відомості щодо рослинності досліджених ділянок.

References

- BORYSIUK M.V. (2002). *Alholohiia*, **12** (4): 408-420. [БОРИСЮК М.В. (2002). Видовий состав фитоперифитона Таганрогского залива Азовского моря. *Альгология*, **12** (4): 408-420]
- CAMERON R.E. (1960). Communities of soil algae occurring in the Sonoran Desert in Arizona. *Journal of the Arizona Academy of Science*, **1** (3):85-88.
- ENNAN A.A., SHYKHALEEV I.I., SHYKHALEEVA G.N., ADOVOSKIY V.V., KIRIUSHKINA A.N. (2014). *Visnyk ONU, Ser.: Chemistry*, **19** (3/51): 60-70. [Эннан А.А., Шихалеев И.И., Шихалеева Г.Н., Адобовский В.В., Кирюшкина А.Н. (2014). Причины и последствия деградации Куяльницького лимана (Северо-Западное Причерноморье, Украина). *Вісник ОНУ. Сер.: Хімія*, **19** (3/51): 60-70]
- GERASIMIUK V.P., ENNAN A.A., SHYKHALEEVA G.N. (2011). *Alholohiia*, **21** (2): 408-420. [ГЕРАСИМЮК В.П., ЭННАН А.А., ШИХАЛЕЕВА Г.Н. (2011). Видовой состав водорослей бентоса Куяльницького лимана (Северо-Западное Причерноморье, Украина). *Альгология*, **21** (2): 226-240]
- HAŠLER P., DVOŘÁK P., POULÍČKOVÁ A. (2014a). A new genus of filamentous epipellic cyanobacteria, *Johansenia*. *Preslia*, **86** (I-XX): 1-15.
- HAŠLER P., DVOŘÁK P., POULÍČKOVÁ A. (2014b). *Johanseninema*, a corrected name for a recently described genus of filamentous epipellic cyanobacteria. *Preslia*, **86**: 293-294.
- ISSA O.M., STAL L.J., DÉFARGE C., COUTÉ A., TRICHET J. (2001). Nitrogen fixation by microbial crusts from desiccated Sahelian soils (Niger). *Soil Biology & Biochemistry*, **33**:1425-1428.
- KOLESNIKOVA A.A., NOSYREV S.V., SHMURATKO V.I. (1997). *Dopovidi NAN Ukrainy*, **8**: 123-128. [КОЛЕСНИКОВА А.А., НОСЫРЕВ И.В., ШМУРАТКО В.И. (1997). Циклический характер изменчивости гидролого-гидрохимических параметров Куяльницького лимана (Северное Причерноморье). *Доповіди НАН України*, **8**: 123-128]
- KOMÁREK J. (2013). Cyanoprokaryota. 3rd part: Heterocytous Genera – Berlin Heidelberg: Elsevier. 1130 s. [Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 19/3]
- KOMÁREK J., ANAGNOSTIDIS K. (1999). Cyanoprokaryota. 1. Teil: Chroococcales. Jena; etc.: G. Fisher. 548 s. [Süßwasserflora von Mitteleuropa. – Band 19/1]
- KOMÁREK J., ANAGNOSTIDIS K. (2005). Cyanoprokaryota. 2. Teil: Oscillatoriales. Jena etc.: Elsevier. 759 s. [Süßwass. von Mitteleuropa. Band 19/2]
- KOMÁREK J., HÜBEL M., HÜBEL H. & SMARDA J. (1993). The *Nodularia* studies 2. Taxonomy. *Algological Studies*, **68** (1-2): 1-25.
- KOMÁREK J., KAŠTOVSKÝ J. & JEZBEROVÁ J. (2011). Phylogenetic and taxonomic delimitation of the cyanobacterial genus *Aphanothece* and description of *Anathece* gen. nov. *European Journal of Phycology*, **46** (3): 315-326.
- KOMÁREK J., KAŠTOVSKÝ J., MAREŠ J., JOHANSEN J.R. (2014). Taxonomic classification of cyanoprokaryotes (cyanobacterial genera) 2014 using a polyphasic approach. *Preslia*, **86** (4): 295-235.
- KONDRATYIEVA N.V. (1968). Klas gormogonieví – Hormogoniophyceae. Kyiv: Naukova Dumka. 523 p. [КОНДРАТЬЄВА Н.В. (1968). Клас гормогонієві – Hormogoniophyceae. Визначник прісноводних водоростей Української РСР. 7. Вип.2. Синьозелені водорості – Cyanophyta; Ч.1. Київ: Наук. думка, 523 с.]
- KOVALENKO O.V. (2009). Flora vodorostey Ukrainy, vol. I, issue 1. Chroococcales. Kyiv: Aristey. 387 p. [КОВАЛЕНКО О.В. (2009). Флора водоростей України. Синьозелені водорості. Том I. Спеціальна частина. Вип. 1. Порядок Chroococcales. Київ: Арістей. 387 с.]
- LIALIUK N.M., KLIMIUK V.N. (2011). *Alholohiia*, **21** (3): 321-328. [Лялюк Н.М., Климяк В.Н. (2011). Фитопланктон Славянских соленых озер (Украина). *Альгология*, **21** (3): 321-328]
- NAZARENKO I.I., POL'CHYNA S.M., NIKORYCH V.F. Gruntoznavstvo. Chernivtsi: Knyhy – XXI. 400 p. [НАЗАРЕНКО І.І., ПОЛЬЧИНА С.М., НІКОРИЧ В.А. (2004). Ґрунтознавство. Чернівці: Книги – XXI. 400 с.]
- OREN A. (2000). Salts and Brines. In: The Ecology of Cyanobacteria. Their Diversity in Time and Space. Whitton, B. & Potts, M. (eds.). Dordrecht, London, Boston: Kluwer Akad. Publ.: 281-306.
- ПОГРЕБНЯК І.І. (1949). *Pr. ODU. Zb. Biol. Fak.*, **4** (57): 123-133. [ПОГРЕБНЯК І.І. (1949). Фітобентос Куяльницького лиману. *Пр. Одеськ. держ. ун-ту. Зб. біол. фак.*, **4** (57): 123-133]

- PRIKHODKOVA L.P. (1992). Sinezelenye vodorosli pochv stepnoi zony Ukrainy. Kyiv: Naukova Dumka. 218 p. [ПРИХОДЬКОВА Л.П. (1992). Синезеленые водоросли почв степной зоны Украины. Киев: Наук. думка. 218 с.]
- SOLONENKO A.N., YAROVOI S.A., PODOROZHNYI S.N., RAZNOPOLOV O.N. (2006). *Gruntoznavstvo*, 7 (3-4): 123-127. [СОЛОНЕНКО А.Н., ЯРОВОЙ С.А., ПОДОРОЖНИЙ С.Н., РАЗНОПОЛОВ О.Н. (2006). Водоросли солончаков Степановской и Федотовой кос Северо-Западного побережья Азовского моря. *Ґрунтознавство*, 7 (3-4): 123-127.]
- SIEGESMUND M.A., JOHANSEN J.R., KARSTEN U., FRIEDL T. (2008). *Coleofasciculus* gen. nov. (Cyanobacteria): morphological and molecular criteria for revision of the genus *Microcoleus* Gomont. *J. Phycol.*, 44: 1572-1585.
- STRUNECKY O., KOMÁREK J., JOHANSEN J., LUKESOVÁ A., ELSTER J. (2013). Molecular and morphological criteria for revision of the genus *Microcoleus* (Oscillatoriales, cyanobacteria). *J. Phycol.*, 49(6): 1167-1180.
- STRUNECKÝ, O., KOMÁREK, J. & SMARDA, J. (2014). *Kamptonema* (Microcoleaceae, Cyanobacteria), a new genus derived from the polyphyletic *Phormidium* on the basis of combined molecular and cytological markers. *Preslia (Prague)*, 86: 193-207.
- VINOGRADOVA O.M. (2012). Cyanoprokaryota hiperhalinnykh ekosystem Ukrainy. Kyiv: Alterpress. 200 p. [ВИНОГРАДОВА О.М. (2012). Цианопрокариота гіпергалінних екосистем України. Київ: Альтерпрес. 200 с.]
- VINOGRADOVA O.M. (2013). Syniozeleni vodorosti ekstremalnykh mistsezrostan. Diss. doct. biol. n. Kyiv: 466 p. [ВИНОГРАДОВА О.М. (2013). Синьозелені водорості екстремальних місцезростань. Дис. ... докт. біол. наук. Київ. 466 с.]
- VINOGRADOVA O.M., DARIENKO T.M. (2008). *Ukr. botan. zhurn.*, 65 (3): 380-398. [ВИНОГРАДОВА О.М., ДАРИЄНКО Т.М. (2008). Нові та цікаві види водоростей із Азово-Сиваського національного природного парку (Херсонська область, Україна). *Укр. ботан. журн.*, 65 (3):380-398]

Рекомендує до друку
О.Є. Ходосовцев

Отримано 05.03.2016

Адреса автора:

О.М. Виноградова
Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН
України
вул. Терещенківська, 2
Київ, 01001
Україна
e-mail: o.vinogradova@gmail.com

Author's address:

O.M. Vynogradova
M.G. Kholodny Institute of Botany
National Academy of Sciences of Ukraine
2, Tereschenkivska str.
Kyiv, 01001
Ukraine
e-mail: o.vinogradova@gmail.com