ISSN 0868-854 (Print); ISSN 2413-5984 (*Online*).
Algologia. 2020. 30(4): 440–451
https://doi.org/10.15407/alg30.04.440

Перші відомості про флору ціанобактерій острова Масіра (Султанат Оман)

Шаміна М.

Кафедра ботаніки, Університет Калікута, Керала, Індія
drshaminam@gmail.com

Надійша до редакції 25.08.2020. Після доопрацювання 06.09.2020
Підписана до друку 15.09.2020. Опублікована 24.12.2020

Реферат. Ціанобактерії відіграють важливу роль у різноманітних молекулярних та біотехнологічних дослідженнях, а також як джерело сировини в харчовій, фармацевтичній, сільськогосподарській галузях і виробництві біопалива. Враховуючи високий рівень адаптаційної спроможності ціанобактерій, а також останні зміни у таксономічній класифікації, значний інтерес викликає їх дослідження у пустельних регіонах з екстремальними кліматичними умовами, де денні температури повітря перевищують 45 ° С. Саме такі умови є на о-ві Масіра в Аравійському морі біля східного узбережжя Оману. Флористичні дослідження ціанобактерій на острові були проведені вперше. В результаті польових досліджень в 2017–2019 рр. на о-ві Масіра було виявлено десять видів ціанобактерій, більшість з яких є новими для Аравійського п-ва. Вони належать до двох порядків – *Oscillatoriales* Schaffner та *Synechococcales* L.Hoffmann, Komárek & J.Kastovsky. Всі виявлені таксони є нитчастими безгетероцитними формами. Три види належать до роду *Leptolyngbya* Anagn. & Komárek, роди *Oscillatoria* Vaucher ex Gomont та *Lyngbya* C.Agardh ex Gomont представлені двома видами кожний, ще три роди (*Pseudanabena* Lauterborn, *Planktolyngbya* Anagn. & Komárek та *Geitlerinema* (Anagn. & Komárek) Anagn.) мають у дослідженій флорі по одному виду.

Ключові слова: *Cyanobacteria*, нитчасті водорості, нові види, острів Масіра, Оман, Аравійське море

Вступ

Ціанобактерії – вільно живучі діазотрофні організми, що мають подвійну здатність до фіксації азоту та фотосинтезу. Ці прокаріотичні мікроскопічні організми проклали шлях для кисневої атмосфери на Землі (Gupta et al., 2006). Вони широко відомі як біодобриво на рисових полях завдяки здатності фіксувати азот атмосфери (Singh et al., 2017), а також збагаченню ґрунтів фосфором та стимуляторами росту (Chauhan, Gupta, 1984; Misra, Kaushik, 1989). Ці організми поширені по всій земній кулі у найрізноманітніших місцезростаннях: в океанах та прісних водоймах, гарячих джерелах, льодовиках, у снігу та пустелях (Makandar, Bhatnagar, 2010; Sciuto, Moro, 2015). Їхнє морфологічне різноманіття охоплює одноклітинні,

© Шаміна М., 2020

нитчасті та колоніальні форми (Broady et al., 1996). Останнім часом збільшується кількість досліджень з метою використання їхнього потенціалу для виробництва біопалива, а також нових біоактивних сполук.

Багато штамів ціанобактерій є важливим джерелом для фармацевтичної промисловості. Так, *Nostoc commune* може виробляти поглинаючі УФ мікоспориноподібні амінокислоти (MAA), які використовуються в косметичній індустрії (Nazifi et al., 2015). Таким чином, практичне застосування ціанобактерій може бути набагато ширшим завдяки використанню їх у різних галузях промисловості. Однак флористичні дослідження цієї економічно важливої групи водоростей все ще недостатні.

Ціанобактерії відомі своєю здатністю переносити високий рівень водного дефіциту в оточуючому середовищі (Caiola et al., 1996). Вони стійкі до зневоднення завдяки різноманітним захисним механізмам клітини, а саме: модифікації структури та складу оболонки клітин, зменшенню дихання (Potts, 1994); зниженню регуляції фотосинтезу (Harel et al., 2004), виробленню ферментів, які усувають активні форми кисню (Chen et al., 2012), а також поглинають ультрафіолет і захищають від сонячної радіації (Roos, Vincent, 1998); накопичуючі цукри, такі як трегалоза, стабілізують ліпідні мембрани (Klähn, Hagemann, 2011; Chen et al., 2012), виділяючи позаклітинні полісахариди, що утримують вологу та запобігають висиханню (Tamaru, Takani, 2005).

Відомостей про різноманітність тропічних і субтропічних ціанобактерій порівняно небагато (Komárek, Komárkova-Legnerova, 2007), проте є низка флористичних публікацій з регіонів з різними кліматичними умовами (Anagnoostidis, 2001; Galun, Garty, 2001; Azevedo et al., 2003; Komárek, Komárkova, 2004; Sant'Anna et al., 2004; Komárek, Anagnostidis, 2005; Werner, Sant'Anna, 2006; Werner et al., 2008; Martins et al., 2012; Werner et al., 2015). Оскільки дуже мало повідомлень про ціанобактерії Близького Сходу і досі вони не вивчалися на о-ві Масіра у султанаті Оман, це дослідження є першою спробою вивчення ціанобактеріальної флори в цьому посушливому регіоні.

Масіра – острів біля східного узбережжя материкового Оману в Аравійському морі і є найбільшим островом країни. Це дуже продуктивний рибальський острів, а також відоме місце розмноження черепах. Оскільки влітку на острові вітряно, він приваблює як віндсерфінгістів, так і серфінгістів. Площа острова близько 649 км², довжина з півночі на південь 95 км, ширина 12–14 км, географічні координати 20º28’16’’ пн.ш. і 58^{0}48’55’’ сх.д. Рельєф острова переважно горбистий з вузькою піщаною рівниною. Клімат дуже спекотний і сухий влітку та прохолодний взимку. Кількість опадів, що іноді випадають з лютого по серпень, невелика. Район досліджень показано на рис. 1.

Матеріали та методи

Матеріалом для роботи слугували альгологічні проби, відібрані на о-ві Масіра у квітні–травні 2017–2019 рр. в різних місцях, де після дощу

зберігалася волога, а також на морському узбережжі. Щороку проби відбирали в різних частинах узбережжя і на ділянках піщаної пустелі всередині острова.

На пустельних ділянках відбір проб здійснювали після літніх злив. Був обстежений весь острів, проте відбір зразків здійснювався лише у районах Рас Хілф, Сур Масіра, Дафіят та Даува. Район Рас-Хілф займає північну частину острова, саме тут скупчене майже все його населення. Більша площа південної частини острова не заселена, тут панують піщані дюни та гори. Температура повітря протягом квітня–травня становить близько 45° С, в більшості випадків вітряно. Солоність води поблизу о-ва Масіра становить 36,90‰, лужний показник pH 8 спостерігався на всіх досліджених ділянках.

Рис. 1. Карта району досліджень

Альгологічні проби відбирали за допомогою шпателів та пінцетів у пластикові флакони об’ємом 10 мл та належним чином маркували. Під час збору з пустельних ділянок разом із ціанобактеріями також відбирали пісок. В лабораторії його переносили до чашок Петрі, заливали водою та витримували на світлі протягом тижня. Ціанобактеріальну масу, що утворювалася у чашках Петрі, переносили в культуральні колби із

поживним середовищем BG-11 для подальших досліджень. Кожну пробу відбирали у двох повторностях, фіксували 4%-вим розчином формальдегіду (кінцева концентрація) і поміщали на зберігання до колекції культур ціанобактерій університету Калікута.

Усі види ідентифіковані з використанням стандартних посібників, інтернет-ресурсів і баз даних. Мікрофотографії зроблені без фарбування за допомогою портативного мікроскопа (Leica DM 1000). Зібрані ціанобактерії культивували в середовищі BG-11 для подальших досліджень.

Результати

Під час проведених досліджень ідентифіковано 10 видів ціанобактерій із порядків *Oscillatoriales* та *Synechococcales*. Вони належать до шести родів, із яких найбагатшим був *Leptolyngbya* (3 види), роди *Oscillatoria* та *Lyngbya* представлені двома видами кожний, роди *Pseudanabaena*, *Planktolyngbya* та *Geitlerinema* мали по одному виду. Деякі з видів знайдені на поверхні стоячих калюж, оскільки на пустельних ділянках після зливи вода залишається ще декілька днів і не зникає відразу після дощу, тоді як інші вкривали скелі як у морі, так і на морському узбережжі.

Всі виявлені види є новими для флори Султанату Оман. Нижче наводимо їх опис.

1. *Oscillatoria bonnemaisonii* P.Crouan & H.Crouan ex Gomont 1892

Basionym: *Oscillatoria princeps* Vaucher ex Gomont

Талом темно синьо-зелений, утворений скупченнями безладно розташованих майже прямих ниток. Нитки синьо-зелені, 18–20 мкм завш., повільно рухливі, з коливаннями. Трихоми з майже непомітними поперечними перегородками, грануляціями з обох боків. Клітини короткі, 2–5 мкм завд., з великою кількістю неправильних аеротопів чорнуватого кольору. Кінцеві клітини циліндричні або широко закруглені, без каліптри і потовщеної зовнішньої оболонки (Gomont, 1892; Komárek, Anagnostidis, 2005) (рис. 2, *A*).

На о-ві Масіра вид розвивався у вигляді зеленуватих мас у невеликих дощових калюжах на піску поблизу зони очищення стічних вод у регіоні Рас-Хілф. Досліджена ділянка розташована дуже близько до морського берега та під час припливів затоплюється морською водою.

Широко поширений морський вид, що трапляється на піщаному ґрунті. Відомий із узбережжя Великій Британії, Румунії, країн Скандинавії, Іспанії, Мадагаскару, Занзібару, Танзанії, Туреччини, Бангладеш, Індії, В'єтнаму, Китаю, Кореї, Австралії, Нової Зеландії, Центральної Полінезії, Гавайських островів тощо. На Близькому Сході наводиться лише для Туреччини, для жодної арабської країни його не вказують.

Досліджений зразок: Султанат Оман, о-ів Масіра, окол. Еш Шаркія, 12 квітня 2017 р., колектор М. Шаміна, CU No:170401 (Відділ різноманіття ціанобактерій, Університет Калікута).

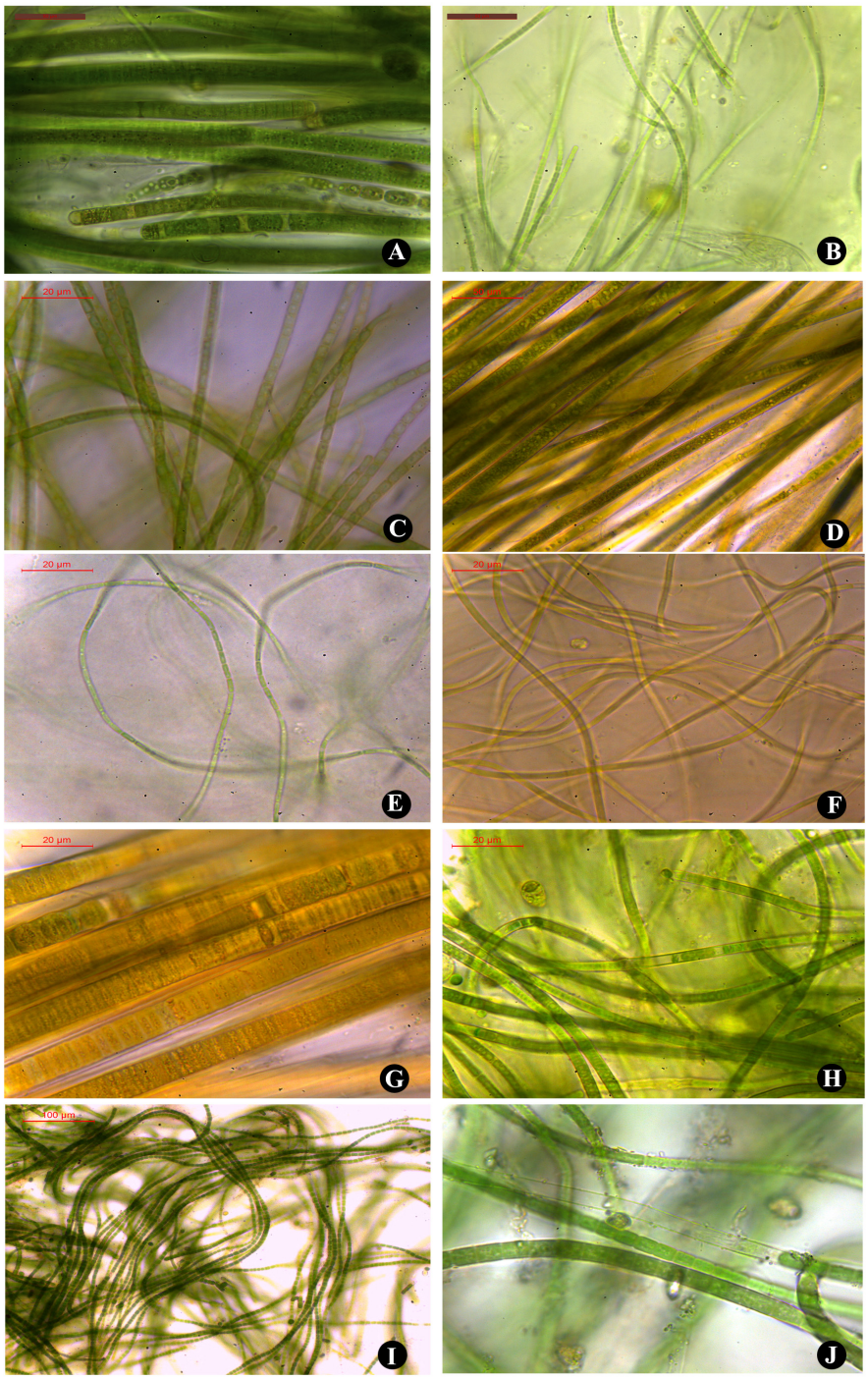

Рис. 2. A: *Oscillatoria bonnemaisonii*; B: *Pseudanabaena minima*; C: *Planktolyngbya crassa*; D: *Lyngbya sordida*; E: *Geitlerinema tenue*; F: *Leptolyngbya mycoidea*; G: *Oscillatoria subbrevis*; H: *Leptolyngbya fragilis*; I: *Leptolyngbya marina*; J: *Lyngbya cryptovaginata.* Масштаб: 20 µm and 100 µm (I, J)

2. *Oscillatoria subbrevis* Schmidle 1901 (Schmidle, 1901)

Basionym: *Oscillatoria princeps* Vaucher ex Gomont

Трихоми поодинокі або у невеликих скупченнях, жовтувато-зелені, 10–11 мкм завш., прямі, перетягнуті біля поперечних перегородок, без грануляцій. Клітини дисковидні, їхня довжина значно менше ширини, 2,7 мкм. Кінцеві клітини округлі, без каліптри (рис. 2, *G*).

На о-ві Масіра вид було знайдено на затопленому водою піщаному ґрунті біля зони очищення стічних вод у регіоні Рас-Хілф.

Широко поширений вид-убіквіст, трапляється по всьому світу: Велика Британія, Греція, Нідерланди, Румунія, Іспанія, Північна Америка, Південна Америка, Південна Африка, Судан, Іран, Ірак, Туреччина, Бангладеш, Індія, Пакистан, Філіппіни, Сінгапур, Китай, Японія, Корея, Непал, Австралія та Нова Зеландія. На Близькому Сході вказується лише для Ірану, Іраку та Туреччини, в арабських країнах його досі не знаходили.

Досліджений зразок: Султанат Оман, о-ів Масіра, регіон Еш Шаркія, 10 травня 2018 р., колектор М. Шаміна, CU No:170557 (Відділ різноманіття ціанобактерій, Університет Калікута).

3. *Pseudanabaena minima* (G.S.An) Anagn. 2001

Basionym: *Achroonema minimum* G.S.An

Трихоми поодинокі, сильно викривлені, блідо синьо-зелені, 2,3 мкм завш., сильно перетягнуті біля поперечних перегородок; клітини 4 мкм завд., вміст їх однорідний, без аеротопів, верхівкові клітини округлі (рис. 2, *B*).

На о-ві Масіра траплявся в районі Рас-Хілф, у скупченнях водоростей, що формували зеленкувату масу в дощових калюжах на піску.

Прісноводний вид, поширений у Ірландії, Іспанії, Росії, Кореї та Бразилії. На Близькому Сході відомий лише з Туреччини.

Досліджений зразок: Султанат Оман, о-ів Масіра, регіон Еш Шаркія, 15 квітня 2017 р., колектор М. Шаміна, CU No:170402 (Відділ різноманіття ціанобактерій, Університет Калікута).

4. *Planktolyngbya crassa* Komárk.-Legn. & Cronberg 1992 (Komárková-Legnerová, Cronberg, 1992)

Basionym: *Planktolyngbya limnetica* (Lemmerm.) Komárk.-Legn. & Cronberg 1992

Нитки прямі, скупчені, 2,5 мкм завш.; піхви безбарвні, міцні, вузькі, щільно прилягають до трихомів; трихоми блідо синьо-зелені, сильно перетягнуті біля поперечних перегородок; клітини циліндричні, їхня довжина більша за ширину, 4 мкм, з видовженою білою плямою в центроплазмі; верхівкова клітина округла (рис. 2, *C*).

На о-ві Масіра зустрічався в районі Рас-Хілф, на ділянці пустелі у пониженні, залитому дощовою водою, на піску.

Прісноводний вид, відомий з Іспанії, Нідерландів, Скандинавії та Росії. Для Аравійського п-ва наводиться вперше.

Досліджений зразок: Султанат Оман, о-ів Масіра, регіон Еш Шаркія, 11 травня 2017 р., колектор М. Шаміна, CU No:170521 (Відділ різноманіття ціанобактерій, Університет Калікута).

5. *Lyngbya sordida* Gomont 1892

Basionym: *Lyngbya confervoides* C.Agardh ex Gomont

Трихоми у матах, темно-зелені; піхви чіткі, тонкі, гладенькі, безбарвні; довжина клітин більша за ширину, 10–16 мкм завд., 11 мкм завш., з сильно гранульованим вмістом; гранули бувають різного розміру; верхівкові клітини, округлі, без каліптри (рис. 2, *D*).

На о-ві Масіра розвивався на морському узбережжі, утворюючи тонкі зелені мати на піску пляжу Аль-Айя в регіоні Рас-Гілф.

Морський вид. Відомий з узбережжя Великої Британії, Греції, Іспанії, Туреччини, Єгипту, Ізраїлю, В'єтнаму, Непалу, Китаю, Японії, Індії, Шрі-Ланки, Мадагаскару, Маврикію, островів Алдабра, багатьох островів Тихого та Атлантичного океанів.

Досліджений зразок: Султанат Оман, острів Масіра, регіон Еш Шаркія, 23 квітня 2018 р., колектор М. Шаміна, CU No:170540 (Відділ різноманіття ціанобактерій, Університет Калікута).

6. *Lyngbya cryptovaginata* Schkorbatov 1923

Basionym: *Lyngbya confervoides* C.Agardh ex Gomont

Нитки у скупченнях; піхви, розширені, зеленкуваті; трихоми синьо-зелені, 7–11 мкм завш., перетягнуті біля поперечних перегородок; довжина клітин більша за ширину; кінцева клітина округла, без каліптри (рис. 2, *J*).

На о-ві Масіра вегетував на піщаному ґрунті після дощу в регіоні Дафіят.

Прісноводний вид, досить поширений в Європі (Іспанія), а також знайдений в Азії (Індія, Ірак, Ізраїль, Китай) та Південній Америці (Аргентина).

Досліджений зразок: Султанат Оман, о-ів Масіра, регіон Еш Шаркія, 20 квітня 2019 р., колектор М. Шаміна, CU No:170562 (Відділ різноманіття ціанобактерій, Університет Калікута).

7. *Geitlerinema tenue* (Anissim.) Anagn. 2001

Basionym: *Oscillatoria amphibia* f. *tenuis* Anissim.

Трихоми блідо синьо-зелені, слабковикривлені, 1,5 мкм завш.; піхви відсутні; довжина клітин більша за ширину, 5 мкм завд., біля клітинних перегородок рефракційні гранули, кінцева клітина майже кругла (рис. 2, *E*).

На о-ві Масіра виявлений у регіоні Давва, у піщаному ґрунті лісової ділянки, залитої водою після зливи.

Прісноводний вид, знайдений у Румунії, Росії та Таджикистані. Наразі не повідомляється з жодної арабської країни.

Досліджений зразок: Султанат Оман, о-ів Масіра, регіон Еш Шаркія, 24 квітня 2018 р., колектор М. Шаміна, CU No:170541 (Відділ різноманіття ціанобактерій, Університет Калікута).

8. *Leptolyngbya mycoidea* (Frémy) Anagn. 2001

Basionym: *Phormidium mycoideum* Frémy 1935

Нитки сильно викривлені та переплутані, жовтувато-зелені; піхви широкі, нечіткі; трихоми прямі, не перетягнуті біля поперечних

перегородок, до кінців не звужуються, 1,6 мкм завш.; вміст клітин однорідний (рис. 2, *F*).

На о-ві Масіра знайдений на скелях морського узбережжя в центральній частині острова, яка називається Сур Масіра.

Морський вид, відомий з Росії, Румунії, Іспанії та Канарських островів. Перша знахідка в Азії.

Досліджений зразок: Султанат Оман, о-ів Масіра, регіон Еш Шаркія, 8 травня 2018 р., колектор М. Шаміна, CU No:170551 (Відділ різноманіття ціанобактерій, Університет Калікута).

9. *Leptolyngbya fragilis* (Gomont) Anagn. & Komárek 1988

Basionym: *Phormidium fragile* Gomont 1892

Талом у вигляді темно-зелених матів; нитки заплутані, хвилясті, майже прямі; піхви безбарвні, тонкі, розпливаються; трихоми синьо-зелені, 1,5 мкм завш., перетягнуті біля гранульованих поперечних перегородок; клітини майже ізодіаметричні, 1–3 мкм завд., вміст їх однорідний, гранули відсутні, верхівкові клітини конічні, без каліптри (рис. 2, *H*).

На о-ві Масіра зразок було відібрано з піщаних пляжів регіону Даффіят.

Широко поширений наземно-морський вид, відомий з Великої Британії, Ірландії, Нормандських островів, Нідерландів, Німеччини, Румунії, Словаччини, Чехії, Греції, Іспанії, Чорного моря, Канарських островів, Аргентини, Мексики, Бразилії, Гани, Маврикію, Туреччини, Єгипту, Іраку, Ізраїлю, Саудівської Аравії, Індії, М'янми, Китаю, Японії, Непалу, Тайваню, Нової Зеландії, Австралії, Арктики та Антарктики.

Досліджений зразок: Султанат Оман, о-ів Масіра, регіон Еш Шаркія, 17 квітня 2019 р., колектор М. Шаміна, CU No:170561 (Відділ різноманіття ціанобактерій, Університет Калікута).

10. *Leptolyngbya marina* (N.L.Gardner) Anagn. 2001

Basionym: *Phormidium tenue* var. *marinum* N.L.Gardner

Талом тонкий, розпростертий, плівчастий, зелений; нитки сильно переплутані; піхви нечіткі; трихоми сильно перетягнуті біля поперечних перегородок, 4 мкм завш.; клітини 6,5 мкм завд., з гомогенним вмістом; кінцева клітина майже кругла, без каліптри (рис. 2, *I*).

На о-ві Масіра розвивався на скелях морського узбережжя в регіоні Сур-Масіра.

Морський вид, відомий лише з Північної та Південної Америки.

Досліджений зразок: Султанат Оман, о-ів Масіра, регіон Еш Шаркія, 18 квітня 2019 р., колектор М. Шаміна, CU No:170563 (Відділ різноманіття ціанобактерій, Університет Калікута).

Обговорення

Ціанобактерії широко поширені в посушливих і напівзасушливих регіонах, включаючи пустелі, що свідчить про їхню стійкість до високих температур і висихання. Відомо, що ціанобактерії, стійкі до десикації, регулюють свій внутрішньоклітинний водний потенціал за рахунок накопичення

осмопротекторів, таких як трегалоза та сахароза та утримують воду завдяки виробленню екзополісахаридів (Potts, 1994, 1999).

Дослідження ціанобактерій пустель пов'язано з певними проб-лемами. Їх розростання можна побачити на піщаному ґрунті, коли лише волога доступна після дощу, отже їх поява сезонна. Оскільки в пустелях ґрунт швидко пересихає, ціанобактерії переважатимуть там лише протягом одного-двох тижнів, а потім переходять в стадію спокою. Вони витримують регулярні цикли перезволоження та десикації. Відомо, що ціанобактерії здатні витримувати швидку втрату води до майже нульової позначки (Tamaru, Takani, 2005). Іншим їхнім адаптивним механізмом в пустелі є те, що вони можуть зберігати структурну цілісність клітинних структур протягом багатьох років у посушливому стані (Billi, 2008) і негайно відновлювати нормальні фізіологічні процеси, такі як дихання та фотосинтез, за наявності вологи (Wynn-Williams, 2000). Толерантні до висушування організми здатні протистояти зневодненню нижче критичних точок 0,25 і 0,3 г води на 1 $г^{-1}$ сухої біомаси, після чого гідратаційна оболонка молекул поступово втрачається (Hoekstra et al., 2001), або при втраті до 95% початкового вмісту води (Toldi et al., 2009).

Ціанобактерії, отримані в цьому дослідженні, є нитчастими нерозгалуженими формами. Розгалужені форми ціанобактерій, як правило, асоціюються з тропічним вічнозеленим лісом. Виявлені нами без-гетероцистні види рясно вегетували при наявності вологи. Оскільки це регіон з невеликою кількістю опадів, лужним pH ґрунту та високими температурами повітря, це свідчить про рівень їх толерантності. Це перше таксономічне дослідження біорізноманіття ціанобактерій даної території. Усі виявлені таксони ціанобактерій є високотолерантними до десикації формами, пристосованими до життя в екстремально сухому кліматі. Тому результати цього дослідження можуть стати важливим підґрунтям для подальшого дослідження цих екологічно важливих мікроорганізмів у посушливих умовах.

Заключення

У цьому дослідженні автор поставив собі за мету дослідити різноманіття ціанобактерій на о-ві Масіра, оскільки досі не було повідомлень про ціанобактеріальну флору цього острова. Загалом вдалося ідентифікувати десять нових для Аравійського п-ва видів ціанобактерій, що належать до двох порядків – *Oscillatoriales* і *Synechococcales* та шести родів: *Oscillatoria*, *Pseudanabena*, *Planktolyngbya*, *Geitlerinema*, *Lyngbya* та *Leptolyngbya*. Усі вони є нитчастими негетероцистними формами. Оскільки район досліджень розташований у пустельному поясі, ціанобактерії цього регіону можна вважати екстремофілами, які можуть бути ефективно використані для різних промислових цілей, включаючи виробництво амінокислот мікоспоринів, які виробляються ціанобактеріями, що зазнають впливу високих доз сонячного випромінювання. Ці амінокислоти використовуються для виробництва штучних сонцезахисних засобів.

Подальше дослідження цих видів допоможе більше дізнатися про філогенез та еволюцію ціанобактерій.

Автор висловлює щиру подяку керівнику кафедри ботаніки Університету Калікута за надання необхідних засобів для виконання цієї роботи, а також доктору П. Шайджу за супровід під час експедиційних виїздів на о-в Масіра.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Anagnostidis K. 2001. Nomenclatural changes in cyanoprokaryotic order *Oscillatoriales*. *Preslia Praha*. 73: 359–375.

Anagnostidis K., Komárek J. 1988. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 3. *Oscillatoriales*. *Arch. Hydrobiol.* Suppl. 80: 327–472.

Azevedo M.T.P., Sant'Anna C.L., Senna P.A.C., Komárek J., Komárková J. 2003. Contribution to the microflora of chroococcalean cyanoprokaryotes from Sa˜o Paulo State, Southeast Brazil. *Hoehnea*. 30: 285–295.

Billi D. 2008. Subcellular integrities in *Chroococcidiopsis* sp. CCMEE 029 survivors after prolonged desiccation revealed by molecular probes and genome stability assays. *Extremophiles*. 13: 49–57. https://doi.org/10.1007/s00792-008-0196-0

Broady P.A., Garrick R., Anderson G.M. 1996. Diversity, distribution and dispersal of Antartic terrestrial algae. *Biodivers. Conserv*. 5: 1307–1335.

Caiola M.G., Billi D., Friedmann E.I. 1996. Effect of desiccation on envelopes of the cyanobacterium *Chroococcidiopsis* sp. (*Chroococcales*). *Eur. J. Phycol*. 31: 97–105. doi: 10.1080/096702696 00651251

Chauhan K.L., Gupta A.B. 1984. Cytokinin like substance in blue-green algae. *Curr. Sci*. 53: 324–325.

Chen L., Yang Y., Deng S., Xu Y., Wang G., Liu Y. 2012. The response of carbohydrate metabolism to the fluctuation of relative humidity (RH) in the desert soil cyanobacterium *Phormidium tenue*. *Eur. J. Soil Biol*. 48: 11–16. https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2011.10.002

Fremy P. 1935. *Schizophyta*: *Cyanophyceae.* Exploration du Parc National Albert: Mission H. Damas. 19: 17–51.

Galun M., Garty J. 2001. Biological soil crust of Middle East. In: *Biological Soil Crusts: Structure, Function and Management.* Berlin: Springer. Pp. 95–106.

Gomont M. 1892. Monographie des *Oscillariées* (*Nostocacées Homocystées*). Deuxième partie. *Lyngbyées*. *Ann. Sci. Nat. Bot*. Sér. 7(16): 91–264.

Gupta R.K., Kumar M., Paliwal G.S. 2006. *Glimpses of cyanobacteria*. New Delhi: Daya Publ. House. 151 p.

Harel Y., Ohad I., Kaplan A. 2004. Activation of photosynthesis and resistance to photoinhibition in cyanobacteria within biological desert crust. *Plant Physiol*. 136(2): 3070–3079. https://doi.org/10.1104/pp.104.047712

Hoekstra F.A., Golovina E.A., Buitink J. 2001. Mechanisms of plant desiccation tolerance. *Trends Plant Sci.* 6: 431–438. https://doi.org/10.1016/s1360-1385(01)02052-0

Klähn S., Hagemann M. 2011. Compatible solute biosynthesis in cyanobacteria. *Environ. Microbiol*. 13: 551–562. https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2010.02366.x

Komárek J., Anagnostidis K. 2005. *Cyanoprokaryota*. 2. Teil: *Oscillatoriales*. In: *Süsswasserflora von Mitteleuropa.* Vol. 19. München: Elsevier Spektrum Akad. Verlag. 759 p.

Komárek J., Komárková J. 2004. Taxonomic review of the cyanoprokaryotic genera *Planktothrix* and *Planktothricoides*. *Czech Phycol.* 4: 1–18.

Komárek J., Komárková-Legnerová J. 2007. Taxonomic evaluation of the cyanobacterial microflora from alkaline marches of northen Beliz. 1. Phenotipic diversity of coccoid morphotypes. *Nova Hedw.* 84: 65–111.

Komárková-Legnerová J., Cronberg G. 1992. New and recombined filamentous Cyanophytes from lakes in South Scania, Sweden. *Algol. Stud.* 67: 21–32.

Makandar M.B., Bhatnagar A. 2010. Morphotypic diversity of microalgae in arid zones of Rajasthan. *J. Algal Biomass Utln*. 1(2): 74–92.

Martins M.D., Branco L.H.Z., Werner V.R. 2012. Cyanobacteria from coastal lagoons of southern Brazil: coccoid organisms. *Braz. J. Bot*. 35: 31–48.

Misra S., Kaushik B.D. 1989. Growth promoting substances of cyanobacteria. II. Detection of aminoacids, sugars and auxins. *Proc. Indian Nat. Sci. Acad*. 55: 499–503.

Nazifi E., Wada N., Asano T., Nishiuchi T., Iwamoto Y., Chinaka S., Matsugo S., Sakamoto T. 2015. Characterization of the chemical diversity of glycosylate mycosporine-like amino acids in the terrestrial cyanobacterium *Nostoc commune*. *J. Photochem. Photobiol*. Biology. 142: 154–168.

Potts M. 1994. Desiccation tolerance of prokaryotes. *Microbiol. Rev*. 58: 755–805.

Potts M. 1999. Mechanisms of dessication tolerance in cyanobacteria. *Europ. J. Phycol.* 34: 319–328.

Roos J.C., Vincent W.F. 1998. Temperature dependence of UV radiation effects on Antarctic cyanobacteria. *J. Phycol*. 125: 118–125. https://doi.org/10.1046/j.1529-8817.1998.340118.x

Sant'Anna C.L., Azevedo M.T.P., Senna P.A.C., Komárek J., Komárková J. 2004. Planktic cyanobacteria from São Paulo State, Brazil: *Chroococcales*. *Rev. Bras. Bot*. 27: 213–227.

Schmidle W. 1901. *Schizophyceae, Conjugatae, Chlorophyceae*. In: *Die von W. Goetze am Rukwa-See und Nyassa-See sowie in den zwischen beiden Seen gelegenen Gebirgsländern, insbesondere dem Kinga-Gebirge gesammelten Pflanzen, nebst einigen Nachträgen (durch bezeichnet) zu Bericht III*. *Bot. Jahrb. Syst.* 30(2): 240–253.

Sciuto K., Moro I. 2015. Cyanobacteria: the bright and dark side of a charming group. *Biodivers. Conserv*. 24(4): 711–738.

Singh R.K., Tiwari S.P., Rai A.K., Mohapatra T.M. 2011. Cyanobacteria: An emerging source for drug discovery. *J. Antibiot*. (Tokyo). 64: 401–412.

Singh R., Parihar P., Singh M., Bajguz A., Kumar J., Singh S. 2017. Uncovering potential applications of cyanobacteria and algal metabolites in biology, agriculture and medicine: current status and future prospects. *Front. Microbiol.* 8: 515. https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00515

Tamaru Y., Takani Y. 2005. Crucial role of extracellular polysaccharides in desiccation and freezing tolerance in the terrestrial cyanobacterium *Nostoc commune*. *Appl. Environ. Microbiol*. 71: 7327–7333. https://doi.org/10.1128/AEM.71.11.7327-7333

Toldi O., Tuba Z., Scott P. 2009. Vegetative desiccation tolerance: is it a goldmine for bioengineering crops. *Plant Sci.* 176: 187–199. https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2008.10.002

Werner V.R., Sant'Anna C.L. 2006. Occurrence of the rare genus *Microcrocis* P. Richter (*Chroococcales*, *Cyanobacteria*) in a coastal lagoon from southern Brazil. *Rev. Bras. Bot.* 29: 183–186.

Werner V.R., Sant'Anna C.L., Azeved M.T.P. 2008. *Cyanoaggregatum brasiliense* gen. et sp. nov., a new chroococcal *Cyanobacteria* from Southern Brazil. *Rev. Bras. Bot.* 31: 491–497.

Werner V.R., Cabezudo M.M., Silva L.M., Neuhaus E.B. 2015. Cyanobacteria from two subtropical water bodies in southernmost Brazil. *Iheringia.* Ser. Bot. 70: 357–374.

Wynn-Williams D.D. 2000. Cyanobacteria in deserts – life at the limit. In: *The Ecology of Cyanobacteria – Their Diversity in Time and Space*. Dordrecht: Kluwer Acad. Publ. Pp. 341–366.

Підписала до друку Г.Г. Мінічева

Shamina M. 2020. **First report on cyanobacterial flora from Masirah Island, Sultanate of Oman.** *Algologia*. 39(4): 440–451.

Cyanobacterial Diversity Division, Department of Botany,
University of Calicut, Kerala, India

Cyanobacteria are organisms which play a vital role in various molecular and biotechnological aspects in food industry, agriculture, pharmaceuticals, neutraceuticals, biofuel production, etc., it is necessary to understand its adaptability to various environmental conditions. Furthermore it is equally important to discover new cyanobacterial taxa and with it occasional changes in taxonomic classification, thus the author set out to study cyanobacteria in extreme climatic conditions of desert, where temperatures are mostly above 45 ^{o}C. The taxonomic composition of cyanobacteria of Masirah Island, Sultanate of Oman, was studied for the first time. The studied samples were collected during the period of 2017–2019. The ten samples belonged to two orders*: Oscillatoriales* Schaffner and *Synechococcales* L.Hoffmann, Komárek & J.Kastovsky. All of them were filamentous non-heterocyst forms. Three species belonged to the genus *Leptolyngbya* Anagn. & Komárek, the genera *Oscillatoria* Vaucher ex Gomont and *Lyngbya* C.Agardh ex Gomont were represented by two species each, while the genera *Pseudanabena* Lauterborn, *Planktolyngbya* Anagn. & Komárek and *Geitlerinema* (Anagn. & Komárek) Anagn. were one species.

K e y w o r d s : Cyanobacteria, filamentous, new species, Arabian Sea, Masirah Island, Oman