

ISSN 0868-854 (Print)

ISSN 2413-5984 (Online). *Algologia*. 2019, 29(4): 463–477

<https://doi.org/10.15407/alg29.04.463>

АРАБАДЖИ-ТИПЕНКО Л.И., СОЛОНЕНКО А.Н., БРЕН А.Г.

Мелитопольский государственный педагогический университет имени Богдана Хмельницкого, кафедра ботаники и садово-паркового хозяйства,
ул. Гетманская, 20, Мелитополь 72312, Запорожская обл., Украина
luidmila108@ukr.net

СЬАНОПРОКАРЬОТА СОЛОНЧАКОВ ПРИАЗОВСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА, УКРАИНА

Приведены результаты многолетних исследований приморских солончаков на территории Приазовского национального природного парка: в районе верховья Утлюкского лимана, на берегу озера Сивашик и в центральной части Федотовой косы. Представлены данные о видовом составе *Сьянопрокарьота* на территории парка, их систематической структуре, ведущих семействах и родах. В результате исследований выявлен 71 вид *Сьянопрокарьота*, которые относятся к 3 порядкам, 10 семействам и 22 родам. Наибольшее видовое разнообразие отмечено в центральной части Федотовой косы. Среди ведущих семейств доминировали *Phormidiaceae*, *Nostocaceae* и *Pseudanabaenaceae*. Наибольшим количеством видов были представлены роды: *Phormidium*, *Leptolyngbya*, *Nostoc*, *Trichormus* и *Anabaena*. В доминирующий комплекс вошли представители родов *Schizothrix*, *Phormidium*, *Lyngbya*, *Leptolyngbya*, *Trichormus*, *Nostoc* и *Nodularia*, абсолютная численность которых соответствовала значениям «много» и «очень много». Установлена экологическая валентность видов по отношению к уровню солёности среды. Большую часть (70,4% общего количества) составили галотолерантные виды, способные к существованию в диапазоне солёности 0–30‰. Анализ распространения *Сьянопрокарьота* на территории Украины показал, что большинство найденных видов ранее были обнаружены именно в степной зоне Украины, но распространённость для всей территории Украины отмечена лишь для 45,1% видов. Определена отдельная группа типичных террестриальных видов цианопрокариот, характерных для приморских засоленных почв Северо-Западного Приазовья, в которую вошли 27 видов (38% общего количества). Анализ биотопической приуроченности выявленных видов показал преобладание аквально-террестриальной и аквальной групп цианопрокариот, что можно объяснить переменным гидрологическим режимом изученных засоленных биотопов.

Ключевые слова: *Сьянопрокарьота*, солончаки, озеро Сивашик, Федотова коса, Утлюкский лиман

Введение

Приазовский национальный природный парк (ПНПП) – природный заповедник, который по площади занимает второе место среди национальных парков Украины (78126,92 га). Территория парка находится в границах Присивашско-Приазовской физико-географической области (Акимовский, Мелитопольский, Приазовский, Бердянский районы, Запорожской обл.). Ландшафтная особенность ПНПП обусловлена близостью к морю и динамикой морской прибрежной полосы (Барабоха и др., 2012). На территории парка находятся ценные природоохранные участки: часть акватории оз. Сивашик с некоторыми солончаковыми подами, Федотова коса, берега нижней части и верховья Утлюкского лимана (устьевая часть рек Малый и Большой Утлюк).

Солончаки Северо-Западного Приазовья имеют важное значение в функционировании и сохранении биоразнообразия и особый альгосостав. На территории Украины исследования водорослей вневодных местообитаний проводились во второй половине XX в. (Кондратьева, 1959, 1962; Приходькова, 1969а-в, 1971, 1974, 1992; Приходькова, Виноградова, 1988). Начало XXI в. отмечено рядом работ (Мальцева, 2004; Солоненко и др., 2004–2006, 2009а, б, 2010; Яровой и др., 2005, 2007а, б, 2008а, б; 2011, 2012а, б; Виноградова, Дариенко, 2008; Брен и др., 2009; Солоненко, Яровий, 2009а, б; Виноградова, 2012; Арабаджи-Тіпенко, 2016, 2018а–в; Yarovyi et al., 2017), но специальные исследования видового состава *Cyanoprokaryota* не проводились.

Поэтому целью нашей работы было изучение видового состава *Cyanoprokaryota* солончаков оз. Сивашик, низовья и верховья Утлюкского и нижней части Молочного лиманов (Федотова и Степановская косы соответственно) на территории ПНПП.

Материалы и методы

Водоросли солончаков изучали в течение 2014–2018 гг. Грунтовые пробы отбирали на 9 пробных площадях трех полигонов на территории ПНПП: на побережье Утлюкского лимана (верховье в устье рек Малый и Большой Утлюк и в низовьях Федотовой косы) и на берегу оз. Сивашик (см. карту-схему).

Всего собрано и исследовано 50 почвенно-альгологических проб. Их отбор осуществляли по общепринятой в почвенной альгологии методике (Голлербах, Штина, 1969; Arce, Bold, 1958). Камеральную обработку образцов проводили культуральными методами. Использовали три типа культур: 1) грунтовые со стеклами обрастания, 2) агаровые на питательных средах Болда с нормальным и тройным количеством азота (1N ВВМ и 3 NBVM соответственно), 3) почвенно-водные культуры (Кузяхметов, Дубовик, 2001).



Рис. 1. Карта-схема района исследований

Для определения некоторых видов выделяли чистые культуры водорослей (Костиков и др., 2001). Всего выделено 22 чистые культуры, которые хранятся в лаборатории альгоэкологических исследований наземных и водных экосистем кафедры ботаники и садово-паркового хозяйства Мелитопольского государственного педагогического университета. Исследование культур водорослей проводили с помощью стереоскопического микроскопа МБС-1, световых бинокулярных микроскопов Биолам Р-14 и MICROmed XS-5520 (объективы с увеличением 8, 20, 40, 90, 100).

Водоросли идентифицировали по отечественным и зарубежным определителям (Голлербах и др., 1953; Топачевский, Окснюк, 1960; Кондратьева, 1968, 1984; Коваленко, 2009; Ettl, 1978; Ettl, Gartner, 1988, 1995; Komárek, Anagnostidis, 1999, 2005;). Названия и состав отделов, классов, порядков, семейств, родов и видов приведены в соответствии с системой, принятой в монографии: Костікова та ін. (2001), с уточнениями согласно Algae... (2006, 2009, 2011, 2014) и учетом современных номенклатурных изменений отдельных видовых и внутривидовых таксонов (www.algaebase.org). Экологическая характеристика видов (биотопическая приуроченность и экологическая валентность по отношению к уровню солености) представлена согласно монографии О.Н. Виноградовой (2012).

К доминантам относили виды с относительной численностью 4 и 5 баллов («много» и «очень много») по шкале Стармаха (Starmach, 1955, цит. по: Топачевский, Масюк, 1984). К ведущим родам, семействам и порядкам относили таксоны различного ранга, которые превышали значения среднего показателя.

Результаты и обсуждение

По результатам исследований выявлен 71 вид *Cyanoprokaryota*, которые относятся к 3 порядкам, 10 семействам и 22 родам (см. таблицу).

Максимальным разнообразием видов отличались порядки *Oscillatoriales*, в который вошли 5 семейств, 12 родов и 44 вида, *Nostocales* – 2 семейства, 5 родов и 20 видов. Наибольшим видовым богатством выделялись семейства *Phormidiaceae*, *Nostocaceae* и *Pseudanabaenaceae* – 21, 18 и 15 видов соответственно. Менее разнообразно были представлены семейства *Oscillatoriaceae*, *Synechococcaceae*, *Merismopediaceae*, *Chroococcaceae*, *Borziaceae*, *Schizotrichaceae* и *Rivulariaceae*. Уровень видового богатства 5 родов был выше среднего показателя – 3: *Phormidium* Kützing ex Gomont, *Leptolyngbya* (Gomont) Anagnostidis & Komárek, *Nostoc* Vaucher ex Bornet & Flahault, *Trichormus* (Ralfs ex Bornet & Flahault) Komárek & Anagnostidis, *Anabaena* Bory ex Bornet & Flahault. Порядок *Chroococcales* в исследуемых почвах представлен значительно меньшим количеством – 7 видов, которые относились к 3 семействам и 5 родам.

Таблица

Встречаемость видов *Cyanoprokaryota* на исследуемых участках
Приазовского национального парка

Таксон	Федотова коса	Верховье Углюкского лимана	Берег оз. Сивашик
<i>Aphanothece bachmannii</i> Komárková-Legnerová & G.Cronberg 1994		+	
<i>A. utahensis</i> Tilden 1898		+	
<i>Aphanocapsa salina</i> Woron. 1929	+	+	
<i>Gomphosphaeria salina</i> Komárek & Hindák 1988			+
<i>Gloeocapsopsis crepidinum</i> (Thur.) Geitler ex Komárek 1993	+	+	
<i>Chroococcus cohaerens</i> (Brébisson) Nägeli 1849			+
<i>C. pulcherrimus</i> Welch 1965			+
<i>Komvophoron minutum</i> (Skuja) Anagnostidis & Komárek 1988			+
<i>Schizothrix arenaria</i> Gomont 1892	+	+	+
<i>S. coriacea</i> Gomont 1892	+	+	+
<i>Pseudanabaena mucicola</i> (Nauman & Hub.-Pest.) Schwabe 1964	+		
<i>P. galeata</i> Böcher 1949	+		
<i>P. limnetica</i> (Lemmerm.) Komárek 1974	+		
<i>Planktolingbya limnetica</i> (Lemmerm.) Komarkova-Legnerova & Cronberg 1992	+		

<i>Leptolyngbya amplivaginata</i> (Goor) Anagnostidis & Komárek 1988	+	+	+
<i>L. foveolaria</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988	+	+	
<i>L. fragilis</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988	+		+
<i>L. frigida</i> (Fritsch) Komárek & Anagnostidis 1988	+		
<i>L. halophila</i> (Hansgirg ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988	+		+
<i>L. lagerheimii</i> (Gomont ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988	+	+	
<i>L. laminosa</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988			+
<i>L. nostocorum</i> (Bornet ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988	+	+	
<i>L. perelegans</i> (Lemmerm.) Anagnostidis & Komárek 1988	+	+	
<i>L. tenuis</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988			+
<i>L. valderiana</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988		+	+
<i>Phormidium ambiguum</i> Gomont ex Gomont 1892		+	
<i>P. autumnale</i> Gomont 1892	+	+	+
<i>P. corallinae</i> (Gomont ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988	+	+	
<i>P. corium</i> Gomont 1892	+		
<i>P. formosum</i> (Bory ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988	+	+	+
<i>P. laetevirens</i> (P.Crouan & H.Crouan ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988	+		
<i>P. lloydianum</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988		+	
<i>P. lucidum</i> Kütz. ex Gomont 1892	+		
<i>P. molle</i> Gomont 1892	+	+	+
<i>P. okenii</i> (C.Agardh ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988	+	+	+
<i>P. papyraceum</i> Gomont ex Gomont 1892	+	+	+
<i>P. paulsenianum</i> J.B.Petersen 1930	+	+	+
<i>P. retzii</i> Kütz. ex Gomont 1892	+	+	+
<i>P. subfuscum</i> Kütz. ex Gomont 1892			+
<i>P. subuliforme</i> Gomont 1892	+	+	
<i>P. tergestinum</i> (Kütz.) Anagnostidis & Komárek 1988		+	
<i>P. uncinatum</i> Gomont ex Gomont 1892		+	
<i>Symploca muscorum</i> Gomont ex Gomont 1892	+	+	
<i>Symplocastrum friesii</i> (Gomont) Kirchn. 1898	+		
<i>Hydrocoleum homoeotrichum</i> Kütz. ex Gomont 1892		+	
<i>Microcoleus chthonoplastes</i> Thur. ex Gomont 1892	+		
<i>Oscillatoria salina</i> Biswas 1926		+	
<i>O. tenuis</i> C.Agardh ex Gomont 1892		+	
<i>Lyngbya aestuarii</i> Liebman ex Gomont 1892	+	+	+
<i>L. salina</i> Kützing ex Starmach 1966	+	+	
<i>L. semiplena</i> J.Agardh ex Gomont 1892	+	+	
<i>Calothrix elenkinii</i> Kossinsk. 1924	+		
<i>C. fusca</i> (Kütz.) Bornet & Flahault 1885		+	
<i>Anabaena bergii</i> Ostenf. f. <i>minor</i> (Kisselev) Kossinsk. In Elenkin 1938		+	
<i>A. bergii</i> Ostenf. 1908			+
<i>A. cylindrica</i> Lemmerm. 1896		+	

<i>Anabaena solicola</i> N.V.Kondrat. 1959			+
<i>Trichormus khanna</i> (Skuja) Komárek & Anagnostidis 1989	+		
<i>T. propinquus</i> (Setchell & Gardner) Komárek & Anagnostidis 1989	+	+	
<i>T. thermalis</i> (Vouk) Komárek & Anagnostidis 1989	+	+	+
<i>T. variabilis</i> (Kütz. ex Bornet & Flahault) Komárek & Anagnostidis 1989	+		
<i>T. pseudovariabilis</i> (Woron.) Komárek & Anagnostidis 1989	+		
<i>Nodularia harveyana</i> Thur. ex Bornet & Flahault 1886	+	+	+
<i>N. spumigena</i> Mert. ex Bornet & Flahault 1888	+	+	+
<i>Nostoc commune</i> Vaucher sensu Elenkin 1931		+	
<i>N. edaphicum</i> N.V.Kondrat. 1962	+		+
<i>N. linckia</i> f. <i>terrestris</i> (Roth.) Bornet & Flahault Elenkin 1938	+		+
<i>N. linckia</i> (Roth.) Bornet & Flah. 1880	+	+	
<i>N. microscopicum</i> Carmich. sensu Elenkin 1949	+		
<i>N. paludosum</i> Kütz. ex Bornet & Flahault 1886	+	+	+
<i>N. punctiforme</i> (Kütz.) Hariot. 1891		+	
Всего	7	43	9

Богатым видовым составом *Cyanoprokaryota* отличались солончаки Федотовой косы. Нами выявлено 47 видов *Cyanophyta*. Доминировали представители семейств: *Schizotrichaceae*, *Pseudanabaenaceae*, *Phormidiaceae*, *Oscillatoriaceae* и *Nostocaceae*: *Schizothrix arenaria*, *S. coriacea*, *Phormidium paulsenianum*, *Lyngbya aestuarii*, *L. semiplena*, *Leptolyngbya frigida*, *Trichormus thermalis* и *Nostoc paludosum*. Менее разнообразными оказались *Cyanoprokaryota* солончаков верховья Утлюкского лимана, в них обнаружено 43 вида, среди которых преобладали: *Schizothrix arenaria*, *S. coriacea*, *Leptolyngbya nostocorum*, *Phormidium paulsenianum*, *Trichormus thermalis* и *Nostoc linckia*. В солончаках оз. Сивашик найдено всего 29 видов. Преобладали представители семейств *Schizotrichaceae*, *Phormidiaceae* и *Nostocaceae*: *Phormidium paulsenianum*, *Nostoc linckia* f. *terrestris*, *N. paludosum*, *N. paludosum*, *Nodularia spumigena*, *N. harveyana*, *Schizothrix arenaria*, *S. coriacea* и *Trichormus thermalis*.

На солончаках исследуемых территорий часто встречались макроскопические разрастания *Cyanoprokaryota* на поверхности почвы. Это один из существенных признаков таких природных комплексов, он многократно фиксировался исследователями на почвах Северо-Западного Приазовья, а также за его пределами (Новичкова-Иванова, 1980; Мальцева, 2004; Солоненко и др., 2004–2006; 2009а, б, 2010; Яровой и др., 2005, 2007а, б, 2008а, б, 2011, 2012а, б; Брен, 2009; Виноградова, 2012; Арабаджи-Типенко, 2016, 2018а–в; Yarovy et al., 2017). Разрастания образовывали водоросли с самыми высокими показателями относительной обильности: *Schizothrix arenaria*, *S. coriacea*, *Phormidium paulsenianum*, *Trichormus thermalis*, *Nodularia spumigena*, *N. harveyana*, *Nostoc paludosum*, *N. linckia*, *Lyngbya aestuarii*, *L. semiplena*, *Leptolyngbya nostocorum* и *L. frigida*.

Для более точного определения специфики солончаков данного региона мы осуществили анализ распространения найденных видов водорослей в различных физико-географических зонах Украины (Костіков та ін., 2001; Виноградова, 2012; Algae..., 2006). Оказалось, что 32 вида (45,1% общего количества выявленных нами видов водорослей) обитают во всех физико-географических зонах Украины. Это свидетельствует об определенной степени общности флоры южной части Украины и других ее территорий. Наибольшее их количество (60 видов, 84,5%) отмечено в степной зоне Украины, они типичны для этой природной зоны.

Согласно результатам анализа биотопической приуроченности найденных видов цианопрокариот, большинство из них относится к аквально-террестриальной группе – 33 вида (46,5%). Второе место по количеству видов занимает аквальная группа – 29 видов (40,9%). Менее представлена террестриальная группа – 11 видов (15,5%).

Доминирование аквально-террестриальной группы свидетельствует о сменном режиме обводнения–пересыхания, который является типичным для засоленных биотопов украинского Причерноморья и Приазовья. Высокая численность аквальных видов указывает на непосредственную близость размещения точек отбора проб к водоёмам и определяющую роль водных объектов в формировании состава биоты данной территории.

В зависимости от способности к существованию в засоленных биотопах *Cyanoprokaryota* разделяют на галотолерантные виды (0–30‰), галобионты (высокое содержание солей – 31–60‰, очень высокое – 70–330‰) и галофилы (тяготеющие к засоленным местообитаниям) (Виноградова, 2012).

Анализ видового состава по валентности каждого отдельного вида к уровню солености среды позволил выявить группу террестриальных цианопрокариот, наиболее типичных для солончаков Северо-Западного Приазовья. В группу вошли 27 видов, из которых галотолерантов – 19, галобионтов – 5, галофилов – 3 вида. Они являются типичными для засоленных наземных местообитаний, имеют различную частоту встречаемости и баллы обилия со значениями от «мало» до «очень много». Представители этой группы составляют специфическую долю видов и характерны для солончаков Северо-Западного Приазовья.

Группы типичных видов *Cyanoprokaryota* для солончаков Приазовья по отношению к уровню солености среды: **галотолеранты** – *Anabaena cylindrica*, *Calothrix elenkinii*, *Chroococcus cohaerens*, *Leptolyngbya foveolaria*, *L. tenuis*, *L. valderiana*, *Nostoc commune*, *N. edaphicum*, *N. linckia* f. *terrestris*, *N. microscopicum*, *N. paludosum*, *N. punctiforme*, *Phormidium ambiguum*, *P. formosum*, *P. paulsenianum*, *Schizothrix arenaria*, *Symploca muscorum*, *Symplocastrum friesii*, *Trichormus variabilis*; **галобионты** – *Aphanothece utahensis*, *Gomphosphaeria salina*, *Leptolyngbya fragilis*, *Microcoleus chthonoplastes*, *Phormidium molle*; **галофилы** – *Anabaena solicola*, *Gloeocapsopsis crepidinum*, *Lyngbya aestuarii*.

Таким образом, обнаруженный комплекс видов *Cyanoprokaryota* представляет собой специфический биотический компонент природных экосистем степной зоны и отличается от других физико-географических зон Украины. Это связано с условиями существования, в частности с биотопической принадлежностью найденных видов и возможностью существования в аквально-террестриальных биотопах приморского побережья степной зоны Украины.

Выводы

1. По результатам исследования солончаков на трех участках Приазовского НПП обнаружен 71 вид *Cyanoprokaryota*, относящихся к 3 порядкам, 10 семействам и 22 родам. Наибольшее видовое разнообразие отмечено в засоленных почвах Федотовой косы – 47 видов. На полигонах в пределах верховья Утлюкского лимана и озера Сивашик обнаружено 43 и 29 видов соответственно.

2. Ведущими на трех участках исследований оказались следующие таксоны: порядок *Oscillatoriales* (12 родов и 44 вида) семейства *Phormidiaceae* (21 вид), *Nostocaceae* (18), *Pseudanabaenaceae* (15 видов); роды *Phormidium* (17 видов), *Leptolyngbya* (11), *Nostoc* (7), *Trichormus* (5) и *Anabaena* (4).

3. В доминирующий комплекс вошли представители родов *Schizothrix*, *Phormidium*, *Lyngbya*, *Leptolyngbya*, *Trichormus*, *Nostoc* и *Nodularia*. Виды-доминанты по численности значительно превосходили другие виды, приобретая значения «много» и «очень много» по шкале относительной обильности.

4. Большинство выявленных видов (84,5% общего количества видов) неоднократно отмечали в степной зоне Украины, а 45,1% – во всех физико-географических зонах Украины.

5. По результатам анализа биотопической приуроченности, большинство выявленных видов *Cyanoprokaryota* относятся к аквально-террестриальной (33 вида, 46,5% общего количества видов) и аквальной группам (29 видов, 40,9%), что объясняется переменным гидрологическим режимом засоленных биотопов Северо-Западного Приазовья, значительным влиянием влаги и чередованием периодов обводнения на формирование биоты.

6. Анализ видового состава по валентности по отношению к уровню солености среды позволил выявить группу террестриальных видов-цианопрокариот, специфичных для солончаков Северо-Западного Приазовья. В группу вошли 27 видов, из которых галотолерантов – 19, галобионтов – 5, галофилов – 3 вида.

Авторы выражают благодарность С.А. Яровому за консультации при подготовке статьи.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Арабаджи-Тіпенко Л.І. 2016. До вивчення *Sуанопрокаріота* засолених ґрунтів Приазовського національного природного парку. В кн.: *Фундаментальні та прикладні дослідження в біології та екології*: Мат. IV Міжнар. наук. конф. Вінниця: Друк С. 98–99.
- Арабаджи-Тіпенко Л.І. 2018а. До вивчення альгофлори солончаків узбережжя Азовського моря. В кн.: *Фундаментальні та прикладні дослідження в біології та екології*: Мат. IV Міжнар. наук. конф. Вінниця. С. 136–137.
- Арабаджи-Тіпенко Л.І. 2018б. Різноманіття *Sуанопрокаріота* солончаків деяких територій Приазовського національного природного парку: *Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (Одеса, 28–29 квітня, 2018 р.)*. Херсон: Молодий вчений. С. 21–23.
- Арабаджи-Тіпенко Л.І. 2018в. Розростання водоростей галофільних фітоценозів прибережної смуги Азовського моря. В кн.: *Сучасний світ як результат антропогенної діяльності*. Мат. II Всеукр. наук. інтернет-конф. Мелітополь. С. 21–23.
- Барабоха Н.М., Барабоха О.П., Брен О.Г., Вовк О.А., Голод Г.В., Демченко В.О., Дядічева О.А., Сучков С.І., Ярова Т.А., Яровий С.О., Антоновський О.Г., Микитинець Г.І. 2012. *Літопис природи Приазовського національного природного парку* (2011 рік). Т. 1. Мелітополь: Приазов. нац. природ. парк. 761 с.
- Брен О.Г., Яровий С.О., Шолух О.О. 2009. Водорості приморських солончаків острова Куюк-Тук. В кн.: *Фундаментальні та прикладні дослідження в біології*: Мат. Міжнар. конф. Донецьк: Вебер. С. 20–21.
- Виноградова О.М. 2012. *Sуанопрокаріота гіпергалінних екосистем України*. Київ: Альтерпрес. 200 с.
- Виноградова О.Н., Дариенко Т.М. 2008. Водоросли Азово-Сивашського національного природного парку (Україна). *Альгологія*. 18(2): 183–197.
- Голлербах М.М., Штина Э.А. 1969. *Почвенные водоросли*. Л.: Наука. 228 с.
- Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. 1953. Синезеленые водоросли. В кн.: *Определитель пресноводных водорослей СССР*. Вып. 2. М.: Сов. наука. 652 с.
- Коваленко О.В. 2009. *Флора водоростей України*. Т. 1, вип. 1. Київ: Арістей. 397 с.
- Кондратьєва Н.В. 1968. *Визначник прісноводних водоростей Української РСР*. Вип. 1. Київ: Наук. думка. 524 с.
- Кондратьєва Н.В. 1984. *Визначник прісноводних водоростей Української РСР*. Вип. 1. Київ: Наук. думка. 388 с.
- Кондратьєва Н.В. 1959. Синьозелені водорості деяких ґрунтів степового Криму. *Укр. бот. журн.* 16(6): 30–39.
- Кондратьєва Н.В. 1962. Новий вид синьозелених водоростей – *Nostoc edaphicum* sp. n. *Укр. бот. журн.* 19(1): 58–65.
- Костіков І.Ю., Романенко П.О., Демченко Е.М., Дарієнко Т.М., Михайлюк Т.І., Рибчинський О.В., Солоненко А.М. 2001. *Водорості ґрунтів України (історія та методи дослідження, система, конспект флори)*. Київ: Фітосоціоцентр. 300 с.
- Кузяхметов Г.Г., Дубовик И.Е. 2001. *Методы изучения почвенных водорослей*: Учеб. пособие. Уфа: Башкир. ун-т. 60 с.
- Мальцева И.А. 2004. Водоросли почв Приазовья (Запорожская обл., Украина). *Альгология*. 14(3): 246–255.

- Новичкова-Иванова Л.Н. 1980. *Почвенные водоросли фитоценозов Сахаро-Гобийской пустынной области*. Л.: Наука, 256 с.
- Приходькова Л.П. 1969а. Нове місцезнаходження *Anabaena solicola* N.Kondrat. *Укр. бот. журн.* 26(5): 111–112.
- Приходькова Л.П. 1969б. Синьозелені водорості деяких ґрунтів Лівобережного Нижнього Придніпров'я. *Укр. бот. журн.* 26(1): 36–41.
- Приходькова Л.П. 1969в. Синьозелені водорості ефемерних водойм Лівобережного Нижнього Придніпров'я. *Укр. бот. журн.* 26(6): 3–7.
- Приходькова Л.П. 1971. До вивчення розподілу синьозелених водоростей в ефемерних водоймах Присивашся залежно від ступеня солоності води. *Укр. бот. журн.* 28(4): 415–419.
- Приходькова Л.П. 1974. Синьозелені водорості глеє-солодей півдня України. *Укр. бот. журн.* 31(2): 185–190.
- Приходькова Л.П. 1992. *Синезеленые водоросли почв степной зоны Украины*. Киев: Наук. думка. 299 с.
- Приходькова Л.П., Виноградова О.М. 1988. Синьозелені водорості ґрунтів Чорноморського державного біосферного заповідника. *Укр. бот. журн.* 45(5): 41–45.
- Солоненко А.М., Яровий С.О. 2009а. Анотований список водоростей солончаків Степанівської коси. *Чорномор. бот. журн.* 5(4): 617–628.
- Солоненко А.М., Яровий С.О. 2009б. Водорості солончаків півострова Чонгар (Сиваш). *Чорномор. бот. журн.* 2(5): 224–230.
- Солоненко А.Н., Яровой С.А., Разнополов О.Н. 2004. Почвенные водоросли солончаков побережья Молочного лимана в районе Алтагирского лесничества. *Вісн. Запоріз. держ. ун-ту.* (1): 206–212.
- Солоненко А.Н., Хромышев В.А., Яровой С.А. 2009а. Аминокислотный состав марскопических разрастаний водорослей мокрых солончаков Северо-Западного Приазовья. В кн: *Современные проблемы физиологии, экологии и биотехнологии микроорганизмов*: Мат. симп. М.: МГУ. С. 173.
- Солоненко А.М., Яровий С.О., Ярова Т.А. 2009б. Водорості солончаків узбережжя Утлюцького лиману (Запорізька обл.). *Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель*. 38: 47–51.
- Солоненко А.М., Яровий С.О., Ярова Т.А. 2010. Водорості солончаків узбережжя озера Солоне (Запорізька область). *Вісн. Львів. ун-ту.* 52: 13–19.
- Солоненко А.Н., Яровой С.А., Разнополов О.Н., Подорожний С.Н. 2005. Водоросли солончаков побережья залива Сиваша. *Вісн. Запоріз. держ. ун-ту.* (1): 163–167.
- Солоненко А.Н., Яровой С.А., Разнополов О.Н., Подорожний С.Н. 2006. Водоросли солончаков Степановской и Федотовой кос Северо-Западного побережья Азовского моря. *Ґрунтознавство*. 7(3–4): 123–127.
- Топачевський О.В., Оксіюк О.П. 1960. Діатомові водорості – *Vacillariophyta (Diatomeae)*. В кн.: *Визначник прісноводних водоростей Української РСР*. Вип. XI. Київ: Вид-во АН УРСР. 412 с.
- Топачевский А.В., Масюк Н.П. 1984. *Пресноводные водоросли Украинской СССР*. Киев: Вища школа. 334 с.
- Ярова Т.А., Яровий С.О., Брен О.Г. 2012. Водорості Приазовського національного природного парку. В кн.: *Роль природоохоронних установ у збереженні біорозмаїття*,

- етнокультурної спадщини та збалансованому розвитку територій: Мат. міжнар. конф. Косів: Павлюк М.Д. С. 309–312.
- Яровой С.А. 2012. Макроскопические разрастания водорослей на солончаках Приазовского национального природного парка. В кн.: *Актуальные проблемы современной альгологии*: Тез. докл. IV Междунар. конф. (Киев, 23–25 мая 2012 г.). Киев. С. 343–344.
- Яровой С.А., Солоненко А.Н. 2009. Водоросли приморских солончаков полуострова Чонгар. В кн.: *Водоросли: проблемы таксономии, экологии и использование в мониторинге*: Мат. II Всерос. конф. Сыктывкар. С. 250–252.
- Яровой С.А., Костиков И.Ю., Солоненко А.Н. 2005. О морфологических особенностях *Hydrocoleum homoeotrihum* Kützing ex Gomont 1892 в условиях культуры. В кн.: *Актуальные проблемы современной альгологии*. Мат. конф. Харьков: Изд-во Харьк. нац. ун-та им. В.Н. Каразина. С. 190–191.
- Яровий С.О., Солоненко А.М., Костіков І.Ю. 2007а. *Oscillatoria salina* Biswas – новий вид для флори України. *Чорномор. бот. журн.* 3(2): 119–123.
- Яровой С.А., Солоненко А.Н., Олейник Т.А. 2007б. Почвенные водоросли приморских солончаков Бердянской косы в районе озера Красное. В кн.: *Матеріали міжнародної конференції* (Черкаси – Канів, 1–4 квітня 2007 р.). Киев. С. 97–98.
- Яровой С.А., Солоненко А.Н., Яровая Т.А. 2008а. Макроскопические разрастания водорослей на приморских солончаках побережья Азовского моря. В кн.: *Современные проблемы альгологии*: Мат. конф. Пенза. С. 394–395.
- Яровой С.А., Яровая Т.А., Солоненко А.Н. 2008б. К изучению водорослей солончаков Бердянской косы в районе озера Красное. *Екологія та ноосферологія*. 19(1–2): 160–162.
- Яровой С.А., Солоненко А.Н., Яровая Т.А. 2011. Водоросли приморских солончаков левого берега Молочного лимана. *Біол. вісн. Мелітон. держ. пед. ун-ту*. 1: 77–86.
- Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Eds P.M. Tsarenko, S.P. Wasser, E. Nevo. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.-G. 2006. Vol. 1. 713 p.; 2009. Vol. 2. 413 p.; 2011. Vol. 3. 512 p.; 2014. Vol. 4. 703.
- Arce G., Bold H.C. 1958. Some *Chlorophyceae* from Cuban Soils. *Amer. J. Bot.* 45: 492–503.
- Ettl H. 1978. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Bd 3. Stuttgart, New York: G. Fischer Verlag. 530 p.
- Ettl H., Gärtner G. 1988. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Bd 10. Jena: G. Fischer Verlag. 437 p.
- Ettl H., Gärtner G. 1995. *Syllabus der Boden-, Luft- und Flechtenalgen*. Stuttgart, etc.: G. Fischer Verlag. 721 p.
- Komárek J., Anagnostidis K. 1999. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Bd 19/1. Jena, etc.: G. Fischer Verlag. 548 p.
- Komárek J., Anagnostidis K. 2005. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Teil 2. Jena, etc.: G. Fischer Verlag. 759 p.
- Yarovyi S.O., Arabadzhy L.I., Solonenko A.M., Bren O.G., Maltsev E.I., Matsyura A.V. 2017. Diversity of *Cyanoprokaryota* in sandy habitats in Pryazov National Natural Park (Ukraine). *Ukr. J. Ecol.* 7(2): 91–95.

Поступила 02.05.2019

Подписала в печать О.Н. Виноградова

REFERENCES

- Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography*. Eds P.M. Tsarenko, S.P. Wasser, E. Nevo. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.-G. 2006. Vol. 1. 713 p.; 2009. Vol. 2. 413 p.; 2011. Vol. 3. 512 p.; 2014. Vol. 4. 703.
- Arabadzhy-Tipenko L.I. 2016. In: *Fundamental and applied research in biology and ecology*: Proc. IV Int. Sci. Conf. Vinnitsa: PRINT. Pp. 98–99. [Ukr.]
- Arabadzhy-Tipenko L.I. 2018a. In: *Fundamental and Applied Research in Biology and Ecology*: Proc. 5th Int. Sci. Conf. Vinnitsa. Pp. 136–137. [Ukr.]
- Arabadzhy-Tipenko L.I. 2018b. In: *Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference* (Odessa, 28–29 April, 2018). Kherson: Young Scientist. Pp. 21–23. [Ukr.]
- Arabadzhy-Tipenko L.I. 2018c. In: *The modern world as a result of anthropogenic activity*: II All-Ukrainian Sci. Int. Conf. Melitopol. Pp. 21–23. [Ukr.]
- Arce G., Bold H.C. 1958. Some *Chlorophyceae* from Cuban Soils. *Amer. J. Bot.* 45: 492–503.
- Barabokha N.M., Barabokha O.P., Bren O.G., Vovk O.A., Golod G.V., Demchenko V.O., Dyadicheva O.A., Suchkov S.I., Yarova T.A., Yarovy S.O., Antonovsky O.G., Mykytynets G.I. 2012. *Chronicle of nature of the Priazov National Nature Park* (2011). Vol. 1. Melitopol: Priazov Nat. Nat. Park. 761 p. [Rus.]
- Bren O.G., Yarovi S.O., Sholukh O.O. 2009. In: *Fundamental and applied research in biology*: Proc. Int. Conf. Donetsk. Pp. 20–21. [Ukr.]
- Ettl H. 1978. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Bd 3. Stuttgart, New York: G. Fischer Verlag. 530 p.
- Ettl H., Gärtner G. 1988. *Süßwasserflora von Mitteleuropa* Bd 10. Jena: G. Fischer Verlag. 437 p.
- Ettl H., Gärtner G. 1995. *Syllabus der Boden-, Luft- und Flechtenalgen*. Stuttgart, etc.: G. Fischer Verlag. 721 p.
- Hollerbach M.M., Shtina E.A. 1969. *Soil algae*. Leningrad: Science. 228 p.
- Hollerbach M.M., Kosinskaya E.K., Polyansky V.I. 1953. *Blue-green algae. The determinant of freshwater algae of the USSR*. Issue 2. Moscow: Sov. Sci. 652 p.
- Komárek J., Anagnostidis K. 1999. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Bd 19/1. Jena etc.: G. Fischer Verlag. 548 p.
- Komárek J., Anagnostidis K. 2005. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Teil 2. Jena, etc.: G. Fischer Verlag. 759 p.
- Kondratyeva N.V. 1959. Blue-green algae of some soils of the steppe Crimea. *Ukr. Bot. J.* 16(6): 30–39.
- Kondratyeva N.V. 1962. A new species of blue-green algae – *Nostoc edaphicum* sp. n. *Ukr. Bot. J.* 19(1): 58–65.
- Kondratyeva N.V. 1968. *Identification manual of freshwater algae of the Ukrainian SSR*. Issue 1. Kyiv: Naukova Dumka Press. 524 p. [Ukr.]
- Kondratyeva N.V. 1984. *Identification manual of freshwater algae of the Ukrainian SSR*. Issue 1. Kiev: Naukova Dumka Press. 388 p. [Ukr.]
- Kostikov I.Yu., Romanenko P.O., Demchenko E.M., Darienko T.M., Mikhailuk T.I., Rybchinskiy A.V., Solonenko A.M. 2001. *Soils of soil of Ukraine (history and methods of research, system, abstract of flora)*. Kiev: Phytosotsiocenter. 300 p. [Ukr.]
- Kovalenko O.V. 2009. *The algae flora of Ukraine*. Vol. 1. Kiev: Aristey. 397 p. [Ukr.]
- Kuzyakhmetov G.G., Dubovik I.E. 2001. *Methods of soil algae study*: Textbook. Ufa: Bashkir. Univ. 60 p. [Rus.]

- Maltseva I.A. 2004. Algae of the Azov soils (Zaporozhye Region, Ukraine). *Algologia*. 14(3): 246–255. [Ukr.]
- Novichkova-Ivanova L.N. 1980. *Soil phytocenoses of the Sahara Gobi Desert Region*. Leningrad: Science. 256 p. [Rus.]
- Prikhodkova L.P. 1969a. Blue-green algae of some soils of the Left Bank of the Lower Dnieper. *Ukr. Bot. J.* 26(1): 36–41.
- Prikhodkova L.P. 1969b. Blue-green algae of the ephemeral reservoirs of the Left Bank of the Lower Dnieper. *Ukr. Bot. J.* 26(6): 3–7.
- Prikhodkova L.P. 1969c. New location *Anabaena solicola* N. Kondrat. *Ukr. Bot. J.* 26(5): 111–112.
- Prikhodkova L.P. 1971. Prior to the study of the distribution of blue-green algae in the episthereal reservoirs of Prisivashia depending on the degree of salinity of the water. *Ukr. Bot. J.* 28(4): 415–419.
- Prikhodkova L.P. 1974. Blue-green algae silt-sweet of southern Ukraine. *Ukr. Bot. J.* 31(2): 185–190.
- Prikhodkova L.P. 1992. Blue-green algae of soils of the steppe zone of Ukraine. Kiev: Naukova Dumka Press. 299 p. [Rus.]
- Prikhodkova L.P., Vinogradova O.M. 1988. Blue-green algae soils of the Black Sea State Biosphere Reserve. *Ukr. Bot. J.* 45(5): 41–45.
- Solonenko A.M., Yarovi S.O. 2009a. Algae salt marshes of the Chongar Peninsula (Sivash). *Black Sea Bot. J.* 2(5): 224–230.
- Solonenko A.M., Yarovi S.O. 2009b. Annotated list of salt marshes of the Stepanovsky Spit. *Black Sea Bot. J.* 5(4): 617–628.
- Solonenko A.N., Khromyshev V.A., Yarovi S.A. 2009a. In: *Modern problems of physiology, ecology and biotechnology of microorganisms*. Proc. Symp. Moscow: MGU. 173 p. [Rus.]
- Solonenko A.M., Yarovi S.O., Yarova T.A. 2009b. Algae of the salt marshes of the Utyutsk estuary (Zaporizhia Region). *Issues of steppe forestry and forest land reclamation*. 38: 47–51. [Ukr.]
- Solonenko A.N., Yarovi S.A., Raznopolov O.N. 2004. Soil solids of the dairy estuary coast in the Altagir forest area. *Bull. Zaporizh. State Univ.* 1: 206–212.
- Solonenko A.M., Yarovi S.O., Yarova T.A. 2010. Salt algae on the shore of the lake Solone (Zaporizhzhya Region). *Bull. Lviv Univ.* 52: 13–19.
- Solonenko A.N., Yarovi S.A., Raznopolov O.N., Podorozhny S.N. 2005. Seaweed algae off the coast of Sivash Bay. *Bull. Zaporizh. State Univ.* 1: 163–167.
- Solonenko A.N., Yarovi S.A., Raznopolov O.N., Podorozhny S.N. 2006. Salt algae of the Stepanovskaya and Fedotov braids of the Northwest Coast of the Azov Sea. *Gruntoznavstvo*. 7(3–4): 123–127.
- Topachevskiy O.V., Oksiuk O.P. 1960. *Identification manual of freshwater algae of the Ukrainian SSR*. Issue 11. Kiev: USSR Acad. Sci. Publ. 412 p. [Ukr.]
- Topachevskiy A.V., Massjuk N.P. 1984. *Freshwater algae of the Ukrainian USSR*. Kiev: Vyscha Shkola. 334 p. [Ukr.]
- Vinogradova O.M. 2012. *Cyanoprokaryota hyperalgal ecosystems of Ukraine*. Kiev: Alterpress. 200 p. [Rus.]
- Vinogradova O.N., Darienko T.M. 2008. Algae of the Azov-Sivash National Nature Park (Ukraine). *Algologia*. 18(2): 183–197.
- Yarovi S.A. 2012. In: *Current problems of modern algology*: Abstr. IV Int. Conf. Kiev. [Rus.]

- Yarovi S.A., Solonenko A.N. 2009. In: *Algae: problems of taxonomy, ecology and use in monitoring*: Proc. II All-Russian Conf. Syktyvkar. Pp. 250–252. [Rus.]
- Yarovi S.A., Kostikov I.Yu., Solonenko A.N. 2005. In: *Current problems of modern algology*. Abstr. Conf. Kharkov: V.N. Karazin Kharkov Nat. Univ. Pp. 190–191. [Rus.]
- Yarovi S.O., Solonenko A.M., Kostikov I.Yu. 2007a. *Oscillatoria salina* Biswas – a new species for the flora of Ukraine. *Black Sea Bot. J.* 3(2): 119–123.
- Yarovi S.A., Solonenko A.N., Oleynik T.A. 2007b. In: *Proceedings of the International Conference* (Cherkasy–Kaniv, 1–4 April, 2007). Kiev. Pp. 97–98. [Rus.]
- Yarovoi S.A., Solonenko A.N., Yarovaya T.A. 2008a. In: *Modern Problems of Algology*. Proc. Int. Sci. Conf. and VII School Mar. Biol. Penza. Pp. 394–395.
- Yarovoi S.A., Yarovaya T.A., Solonenko A.N. 2008b. To study the algae of the Berdyansk Spit Salt Lake near Lake Krasnoe. *Ecology and noospherology*. 19(1–2): 160–162.
- Yarovi S.A., Solonenko A.N., Yarovaya T.A. 2011. Seaweed seaweed on the left bank of the Milk Estuary. *Biol. Bull. Melitop. Ped. Univ.* 1: 77–86.
- Yarova T.A., Yarovi S.O., Bren O.G. 2012. In: *The role of nature conservation institutions in biodiversity conservation, ethno-cultural heritage and balanced territorial development*: Proc. Int. Conf. Kosiv: Pavliuk. 390 p. [Ukr.]
- Yarovi S.O., Arabadzhy L.I., Solonenko A.M., Bren O.G., Maltsev E.I., Matsyura A.V. 2017. Diversity of *Cyanoprokaryota* in sandy habitats in Pryazov National Natural Park. *Ukr. J. Ecol.* 7(2): 91–95.

Algologia. 2019, 29(4): 463–477

<https://doi.org/10.15407/alg29.04.463>

Arabadzhy-L.I., Solonenko A.N., Bren A.G.

Bogdan Khmelnytsky Melitopol State Pedagogical University,
Department of Botany and Landscape Gardening,
20 Getmanska Str., Melitopol 72312, Zaporizhzhya Region, Ukraine

CYANOPROKARYOTA OF THE SALT MARSHES AT THE PRYAZOV NATIONAL NATURAL PARK, UKRAINE

The results of long-term studies of coastal salt marshes on the territory of the Priazov National Natural Park are presented: in the upper reaches of the Utlyuk Estuary, on the shores of Lake Sivashik and in the central part of Fedotova Spit. The data on the species composition of *Cyanoprokaryota* in the park, their systematic structure, leading families and genera are presented. As a result of research, 71 species of *Cyanoprokaryota* were identified, which belong to 3 orders, 10 families, and 22 genera. The greatest species diversity is noted in the central part of Fedotova Spit. Among the leading families, *Phormidiaceae*, *Nostocaceae*, and *Pseudanabaenaceae* dominated. The greatest number of species was represented by the genera: *Phormidium*, *Leptolyngbya*, *Nostoc*, *Trichormus* and *Anabaena*. The dominant complex included representatives of the genera *Schizothrix*, *Phormidium*, *Lyngbya*, *Leptolyngbya*, *Trichormus*, *Nostoc* and *Nodularia*, the absolute number of which corresponded to the values of "many" and

"very many". The ecological valency of species in relation to the level of salinity of the environment has been established. Most (70.4% of the total) were halotolerant species capable of living in the salinity range of 0–30‰. Analysis of the distribution of *Cyanoprokaryota* throughout Ukraine showed that most of the species found were previously found in the steppe zone of Ukraine, but prevalence for the whole territory of Ukraine was noted only for 45.1% of the species. A separate group of typical terrestrial cyanoprokaryotic species was found that is characteristic of the coastal saline soils of the North-West Azov region, which includes 27 species (38% of the total number of species). Analysis of the biotopic confinement of the identified species showed the predominance of the aquatic-terrestrial and aquatic groups of cyanoprokaryotes, which can be explained by the variable hydrological regime of the studied saline biotopes.

Key words: *Cyanoprokaryota*, salt marshes, Lake Sivashik, Fedotov Spit, Utlyutsky Estuary