

## ПОЧВЕННЫЕ ВОДОРΟΣЛИ ЗАПОВЕДНИКА "МЫС МАРТЬЯН": СПИСОК ВИДОВ МОЖЖЕВЕЛОВО-ДУБОВОГО РЕДКОЛЕСЬЯ

*Костиков И.Ю.*

*Киевский национальный университет им. Тараса Шевченко*

### Введение

Почвенные водоросли природного заповедника «Мыс Мартьян» до середины 90-х годов XX ст. оставались полностью не изученными. Первый сбор почвенно-альгологических проб был выполнен И.Ю. Костиковым в сентябре 1988 г. в можжевельно-дубовом редколесье вдоль экологической тропы от так называемой Царской беседки до кордона «Лавровое» заповедника. Повторный сбор материала был выполнен там же в 1994 г. тем же автором. В 1996–1997 гг. очередная серия почвенно-альгологических проб в можжевельно-дубовом редколесье была отобрана Т.М. Дариенко. Пробы 1988 и 1994 гг. сбора были обработаны И.Ю. Костиковым, 1995–1997 гг. – И.Ю. Костиковым и Т.М. Дариенко (Костиков, Дариенко, 1996; Дариенко, 2000), а объединенные результаты опубликованы в монографии «Водорості ґрунтів України» (Костиков и др., 2001). В 2000–2012 гг. при проведении ряда работ по уточнению критических в систематическом отношении таксонов список был пополнен ранее неопубликованными материалами автора и уточненными названиями таксонов. В результате критического пересмотра некоторых более ранних определений также были выявлены и устранены некоторые ошибки, касающиеся, в первую очередь, идентификации как желто-зеленых водорослей их видов-двойников из отдела Chlorophyta. Уточненный список водорослей почв можжевельно-дубовых редколесий заповедника «Мыс Мартьян» составляет предмет данного сообщения.

### Материал и методы

Материал собирали по общепринятой в почвенной альгологии методике объединенных почвенных проб (Голлербах, Штина, 1969) с соблюдением принятых правил стерильности из верхнего слоя почвы (0-2 см). Одна объединенная проба составлялась из 10-20 индивидуальных проб, площадью приблизительно 4 кв. см. Далее пробы обрабатывались методами почвенных культур со стеклами обрастаний, накопительных агаризованных культур на среде Болда с последующим выделением водорослей в альгологически чистые культуры и их идентификацией согласно унифицированной методике украинской почвенно-альгологической школы (Костиков и др., 2001).

Видовая принадлежность штаммов водорослей, выделенных из почв заповедника «Мыс Мартьян», на протяжении 1998–2013 гг. постоянно уточнялась: в период 1998–2004 гг. – исключительно культуральными методами. В 2005–2009 гг. для критических в таксономическом отношении операционных таксономических единиц (в первую очередь, представителей, морфологически сходных с родами *Monodus* Chodat, *Ellipsoidion* Pascher, *Coccomyxa* Schmidle, *Neocystis* Hindák) совместно с Л. Гоффманном и Т. Фридлиом были использованы методы молекулярно-

генетической идентификации, в частности, по последовательности гена 18S rRNA (Hoffmann, Gugger, Kostikov, 2002; Kostikov, Darienko, Hoffmann, 2002; Kostikov & al., 2002; Friedl & al., 2007). В 2009–2013 гг. результаты идентификации уточнялись с привлечением анализа первичной и вторичной структуры последовательности ITS2. В результате список, приведенный в «Водорості ґрунтів України» (Костиков и др., 2001) был скорректирован в отношении родов *Pseudococcomyxa* Korsch., *Neocystis*, *Stichococcus* Nägeli, *Diplosphaera* Bialosuknia, *Chloroidium* Nadson, *Chlorella* Beijerinck, *Ellipsoidion*, *Nephrodiella* Pascher.

## Результаты и обсуждение

Всего в почвах можжевельно-дубового редколесья заповедника «Мыс Мартьян» обнаружено 63 вида водорослей из 5 отделов: Цианопрокaryota (Cyanophyta) – 16 видов, Eustigmatophyta – 3, Xanthophyta – 7, Bacillariophyta – 6, Chlorophyta – 30. В приведенном ниже списке видов таксоны водорослей представлены по отделам и классам, а в пределах одного класса даны в алфавитном порядке.

### Цианопрокaryota (Cyanophyta), Cyanophyceae

1. *Aphanothece saxicola* Nägeli 1849
2. *Leptolyngbya fragilis* (Gomont) Anagnostidis et Komárek 1988
3. *Leptolyngbya frigida* (Fritsch) Anagnostidis et Komárek 1988
4. *Leptolyngbya foveolarum* (Rabenhorst ex Gomont) Anagnostidis et Komárek 1988
5. *Leptolyngbya laminosa* (Gomont ex Gomont) Anagnostidis et Komárek 1988
6. *Lynngbya aestuarii* (Mertens) Liebmann 1841
7. *Microcoleus vaginatus* (Vaucher) Gomont 1890
8. *Nostoc commune* Vaucher sensu Elenkin 1949
9. *Oscillatoria jenensis* G. Schmid 1921
10. *Phormidium ambiguum* Gomont 1892
11. *Phormidium autumnale* (Agardh) Gomont 1892
12. *Phormidium bohneri* Schmidle 1902
13. *Phormidium molle* (Kützing) Gomont 1892
14. *Phormidium tenue* (Agardh ex Gomont) Anagnostidis et Komárek 1988
15. *Pseudophormidium tauricum* (Woronichin) Anagnostidis et Komárek 1988
16. *Symploca willei* Gardner f. *hollerbachiana* Elenkin 1949

### Eustigmatophyta, Eustigmatophyceae

17. *Eustigmatos magnus* (B. Petersen) Hibberd 1981
18. *Monodopsis subterranea* (B. Petersen) Hibberd 1981
19. *Vischeria helvetica* (Vischer et Pascher) Hibberd 1981

### Xanthophyta, Xanthophyceae

20. *Botrydiopsis eriensis* Snow 1902
21. *Botryochloris minima* Pascher 1939
22. *Chlorellidium tetrabotrys* Vischer et Pascher in Vischer 1937
23. *Heterococcus fuornensis* Vischer 1945
24. *Heteropedia polychloris* Pascher 1939
25. *Pleurochloris lobata* Pascher 1939

26. *Sphaerosorus coelastroides* Pascher 1939

#### **Bacillariophyta, Bacillariophyceae**

27. *Hantzschia amphioxys* (Ehrenberg) Grunow in Cleve et Grunow 1880

28. *Luticola cohnii* (Hilse) Mann in Round et al 1990

29. *Luticola mutica* (Kützing) Mann in Round et al. 1990

30. *Luticola nivalis* Mann in Round et al. 1990

31. *Navicula pelliculosa* (Brebisson) Hilse 1860

32. *Neidium binodis* (Ehrenberg) Hustedt 1945

#### **Chlorophyta, Chlorophyceae**

33. *Bracteacoccus medionucleatus* Bischoff et Bold 1963

34. *Bracteacoccus minor* (Chodat) Petrová 1931

35. *Bracteacoccus pseudominor* Bischoff et Bold 1963

36. *Bracteacoccus grandis* Bischoff et Bold 1963

37. *Chromochloris zofingiensis* (Dönz) Fučíková et Lewis 2012 (в Костіков та ін. (2001) приведен как *Chlorella miniata* Oltmanns 1904)

38. *Chlamydomonas actinochloris* Deason et Bold 1960

39. *Chlamydomonas macrostellata* Lund 1947

40. *Chlamydomonas lobulata* Ettl 1979

41. *Chlorosarcinopsis dissociata* Herndon 1958

42. *Chlorosarcinopsis bastropiensis* Groover et Bold 1969

43. *Heterotetracystis akinetos* Cox et Deason 1968

44. *Macrochloris multinucleata* (Reisigl) Ettl et Gärtner 1987

45. *Characium acuminatum* A. Braun in Kützing 1849

46. *Kentrosphaera facciolae* Borzi 1883

47. *Neochlorosarcina minuta* (Groover et Bold) Watanabe 1983

#### **Chlorophyta, Trebouxiophyceae**

48. *Apatococcus lobatus* (Chodat) B. Petersen 1928

49. *Chlorella minutissima* Fott et Nováková 1969

50. *Chlorella vulgaris* Beijerinck 1890 var. *vulgaris*

51. *Chloroidium saccharophilum* (Krüger) Darienko et al. 2010 (в Костіков та ін. (2001) приведен как *Chlorella saccharophila* (Krüger) Migula 1907)

52. *Diplosphaera sphaerica* (Tschermak-Woess) Karbovska et Kostikov 2012 (в Костіков та ін. (2001) приведен как *Chlorella sphaerica* Tschermak-Woess 1988)

53. *Diplosphaera chodatii* Bialosuknia 1909 emend. Vischer 1960

54. *Myrmecia incisa* Reisigl 1964

55. *Myrmecia biatorellae* (Tschermak-Woess et Plessl) B. Petersen 1956

56. *Pseudococcomyxa cf. simplex* (Mainx) Fott 1981

57. *Stichococcus cf. bacillaris* Nägeli 1849

58. *Stichococcus cf. minutus* Grintzesco et Péterfi S. 1932

59. *Neocystis sp.1* (в Костіков та ін. (2001) приведен как *N. crimea* Kostikov et al., ad int., *Ellipsoidion anulatum* Pascher 1939, *Ellipsoidion parvum* Reisigl 1964, *Nephrodiella phaseolus* Pascher 1939)

60. *Neocystis sp.2* (в Костіков та ін. (2001) приведен как *Neocystis broadiensis* Kostikov et al., ad int. in Kostikov & al., 2001 = *Coccomyxa curvata* s. Broady).

**Chlorophyta, Charophyceae**

61. *Klebsormidium flaccidum* (Kützing) Silva et al. 1972
62. *Klebsormidium montanum* (Skuja) Watanabe 1983
63. *Klebsormidium pseudostichococcus* (Heering) Péterfi L. et al. 1979

Комплекс видов с наиболее высокой встречаемостью включал мелкоклеточные диатомовые (*Luticola cohnii*, *Luticola mutica*, *Hantzschia amphioxys*) и зеленые водоросли (*Bracteacoccus minor*, *Chlorella minutissima*, *Chlorella vulgaris*, *Pseudococcomyxa simplex*). Все эти виды на территории Украины представляют мультитерриториальную эколого-географическую группу (Костиков, 2001).

К числу наиболее интересных во флористическом отношении находок относятся: а) *Macrochloris multinucleata* – вид, описанный из высокогорных альпийских почв и найденный на Украине всего 4 раза (причем три находки – в почвах заповедника «Мыс Мартьян» и одна – в широколиственных лесах Украинских Карпат; б) *Heteropedia polychloris* – редкий вид желтозеленых водорослей, найденный 6 раз, из которых 5 находок приурочены к почвам широколиственных лесов лесостепной зоны Украины; в) *Oscillatoria jenensis* – сравнительно редкий цианопрокариот, ранее единично отмеченный в почвах степной зоны Украины (Приходькова, 1992), и позже отмеченный нами как ведущий по встречаемости и один из доминирующих по численности вид почв Никитской яйлы; г) *Neidium binodis*, до сих пор в наземных биотопах найденный только в почвах Горного Крыма, в т.ч. – одна находка на Мысе Мартьян.

Одной из особенностей состава группировки почвенных водорослей можжевельно-дубового редколесья является наличие редких представителей рода *Neocystis* (*Neocystis sp.2*), из которых *Neocystis sp.1* представляет уникальный морфотип, провизорно приведенный в списке водорослей почв Украины как *N. crimea* Kostikov et al., ad int. (Костиков та ін., 2001). Этот таксон также обнаружен неоднократно в почвах хвойных лесов Горного Крыма и провизорно рассматривается как новый вид данного рода. Второй вид этого рода – *Neocystis sp.1* – морфологически соответствует таксону, описанному из почв Антарктиды как *Coccomyxa curvata* (Broady, 1982), однако конспецифичность крымского и антарктического изолятов остается под сомнением.

Другая особенность состава водорослей почв заповедника «Мыс Мартьян» состоит в высокой доле широко распространенных зеленых аэрофитных водорослей, которые представлены *Apatococcus lobatus*, *Chloroidium saccharophilum*, *Diplosphaera sphaerica*, *Diplosphaera chodatii*, *Myrmecia incisa*, *Myrmecia biatorellae*, *Stichococcus cf. minutus*, *Klebsormidium pseudostichococcus*. Можно предполагать, что эти виды представляют заносной компонент, привнесенный в почву преимущественно с поверхности каменистых субстратов (возможно – с продуктами выветривания горных пород) и с фрагментами сланей эпилитных лишайников.

В целом, группировка почвенных водорослей можжевельно-дубового редколесья имеет выраженные ксерофильные черты: высокая доля цианопрокариот, преобладание среди эукариотических видов мелкоклеточных (обычно – менее 10 мкм в диаметре) форм, низкое участие зооспорообразующих и слизиобразующих видов.

## Литература

- Дариенко Т.М. Почвенные водоросли заповедников Горного Крыма (Украина, Горный Крым) // Альгология. – 2000. – 10, №1. – С. 54–62.
- Костіков І.Ю. Ґрунтові водорості України. – Автореф. дисс. на здобуття наук. ступеня доктора біол. наук. – Київ, 2001. – 36 с.
- Костіков І.Ю., Дариенко Т.М. О составе почвенных водорослей Горного Крыма (Украина) // Альгология. – 1996. – 6, №3. – С. 285–294.
- Костіков І.Ю., Романенко П.О., Демченко Е.М., Дарієнко Т.М., Михайлюк Т.І., Рибчинський О.В., Солоненко А.М. Водорості ґрунтів України (історія та методи дослідження, система, конспект флори). – Київ: Фітосоціоцентр, 2001. – 300 с.
- Приходькова Л.П. Синезеленые водоросли почв степной зоны Украины. – К.: Наукова думка, 1992. – 218 с.
- Broady P.A. New records of chlorophycean micro-algae cultured from antarctic terrestrial habitats // Nova Hedwigia. – 1982. – 36.– P. 445–484.
- Friedl T., Kostikov I., Müller J., Hoffmann L., Beck A., Zufall-Roth E. A re-investigation of *Pseudococcomyxa* (Chlorophyta, Trebouxiophyceae): combined analyses of morphology, e-DNA sequencing and AFLP fingerprinting to define species. – Int. Symposium "Biology and Taxonomy of Green Algae V", Smolenice-Castle, Slovakia, June 25-29, 2007. – P. 23.
- Hoffmann L., Gugger M., Kostikov I. Towards a revision of the classification system of Radiococcaceae. – Int. Symposium "Biology and Taxonomy of Green Algae IV", Smolenice, Slovakia, 2002. – P. 41.
- Kostikov I., Darienko T., Hoffmann L. Taxonomic revision of the genus *Pseudococcomyxa*, with comments on the genus *Coccomyxa*. – Int. Symposium "Biology and Taxonomy of Green Algae IV", Smolenice, Slovakia, 2002. – P.47.
- Kostikov I., Darienko T., Lukešová A., Hoffmann L. Revision of the classification system of Radiococcaceae Fott ex Komárek (except subfamily Dictyochlorelloideae) (Chlorophyta) // Algological Studies. – 2002. – 104. – P. 23–58.