

УДК.581.9
ББК

Л.Н. Новичкова-Иванова

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОНАЛЬНЫХ ГРАНИЦ ПУСТЫНЬ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНДИКАТОРНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОЧВЕННЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ

На основе анализа структуры флористического состава водорослей пустынных сообществ рассматривается возможность их использования для уточнения зонального положения полынных и солянковых сообществ северных и южных пустынь Ирано-Туранской подобласти Сахаро-Гобийской пустынной области.

Ключевые слова:

альгосинузия, ботанико-географическое районирование, загрязненность почв, зональная граница, полынная пустыня, почвенные водоросли, провинция, пустыня, синузия, солянковая пустыня

В современных исследованиях при оценке состояния экосистем существенное значение приобретают водоросли, грибы, лишайники и мхи. Так, например, совсем недавно помимо использования лишайников как индикаторов промышленного загрязнения, свойства лишайников использованы при наблюдении за сейсмодислокациями¹.

Водоросли как индикаторы начали изучаться сравнительно давно. Впервые почвенные водоросли были привлечены для характеристики состояния городских почв². Возможность по составу водорослей определить загрязненность почв города продолжает исследоваться³. В последующие годы спектр использования их в качестве индикаторов значительно расширился. Широкое применение водоросли нашли при изучении плодородия почв и влияния химизации, при определении степени урбанистических нагрузок на почву и, особенно для оценки разных типов техногенного и промышленного загрязнения⁴. Не так давно почвенные водоросли включены в мониторинг, связанный с проблемой охраны природы⁵.

Установлено, что систематическая структура флоры водорослей разных зон в целом⁶ и флористический состав синузий почвенных водорослей зональных растительных сообществ несут индикаторную информацию. Обычно при оценке специфичности среды привлекаются отдельные индикаторные виды или группы видов⁷. Несравненно более короткий жизненный цикл водорослей по сравнению с высшими растениями в этом случае позволяет использовать их в экспресс-методах. При анализе соотношения во флоре таксонов высокого ранга, таких как семейства, порядки и даже отделы водорослей имеют немаловажное значение.

Флористико-фитоценотическими исследованиями в последние десятилетия выявлены закономерности состава флоры водорослей в основных типах растительности умеренного пояса Евразии⁸. Проведенные в этом направлении многолетние исследования синузий почвенных водорослей среднеазиатских пустынь

подтвердили их определенную географическую приуроченность и связь с зональными растительными сообществами⁹. Аналогичные особенности распределения отмечаются и для представителей зоофауны пустынь¹⁰.

В связи с этим нами впервые была сделана попытка привлечь индикационные свойства почвенных водорослей к проблеме ботанико-географического районирования. За основу принято районирование Ирано-Туранской подобласти Сахаро-Гобийской пустынной области¹¹.

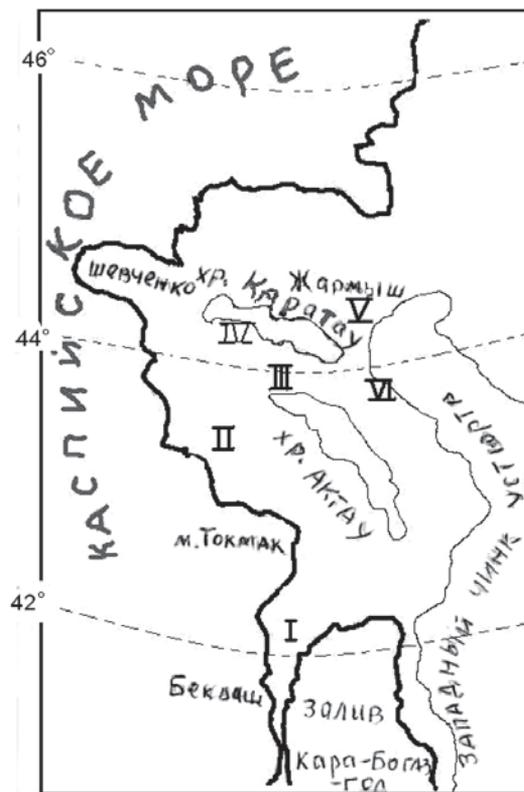
Контакт между Северотуранской и Южнотуранской провинциями этой подобласти представляет особый интерес. Сложный комплекс поленных и солянок-вых пустынь затрудняет их разграничение¹². Привлечение таких компонентов, как синузии почвенных водорослей, помогло уточнить подзональное положение этих растительных сообществ. Для решения этой задачи проведено изучение почвенных водорослей на территории полуострова Мангышлак.

Граница между Северотуранской и Южнотуранской провинциями имеет сложную конфигурацию и проходит приблизительно по 42–44° с.ш. Можно предположить, что на ее положение влияет дополнительное засоление в связи с высыханием Аральского моря¹³.

Разграничение сообществ Северотуранских и Южнотуранских пустынь основывается на эдификаторном составе видов полыней и солянок. Однако синузии водорослей дают дополнительные сведения о сообществах этих пустынь. Нами при уточнении ботанико-географической принадлежности растительных сообществ использовались особенности флористического состава синузий водорослей, такие как количественное соотношение числа видов синезеленых и зеленых и наличие или отсутствие таких специфических для пустынь видов как нитчатые зеленые и желтозеленые. Следует принять во внимание, что подобный аспект использования почвенных водорослей нов и нуждается в дальнейшей разработке. В некоторых особенно спорных случаях он может дать положительные результаты.

На территории Мангышлака синузии почвенных водорослей изучены в 15 растительных сообществах тетыровых (*Salsola gemmascens*), поленных (*Artemisia girganica*, *A. kemrudica*, *A. lercheana*, *A. kaspica*), биюргуновых (*Anabasis salsa*) и их комплексов (см. рис.).

Флористический список почвенных водорослей, обнаруженных в зональных растительных сообществах плато Мангышлак, представлен 90 видами. Они распределяются по отделам следующим образом: синезеленых (Cyanophyta) – 39, зеленых (Chlorophyta) – 36, желтозеленых (Xanthophyta) – 7, диатомовых (Bacillariophyta) – 8 видов водорослей. Помимо соотношения видов синезеленых и зеленых в характеристике видового состава выделены виды водорослей имеющие особое индикационное или специфическое значение. К ним относятся представители нитчатых форм зеленых (пор. Ulotrichales, роды *Chlorhormidium*, *Stichococcus*, *Gloeotila*) и ветвящиеся и неветвящиеся нити отдела желтозеленых (пор. Tribonematales, род. *Heterothrix*, пор. *Heterocloniales*, род. *Heteropedia*). Сравнение наших данных с результатами флористического исследования водорослей пустынь всего региона показывает неравное участие синезеленых и зеленых в этом регионе¹⁴. Так, для флоры водорослей пустынь Ирано-Туранской подобласти это соотношение синезеленых и зеленых составляет 2:1, тогда как в Северотуранских пустынях Мангышлака, граничащих с Южнотуранскими пустынями, оно существенно отличается и составляет 1:1 (табл. 1).



Полуостров Мангышлак. Географические районы (I-VI) и исследованные растительные сообщества (1-15). I. Киндерли-Каянское плато (14, 15), II. Плато Мангышлак (1, 9, 10), III. Хр. Сев. Актау (2, 3, 5), IV. Межгорная равнина между хр. Сев. Актау и хр. Зап. Каратау (4, 11), V. Северо-восточный Мангышлак (6, 12), VI. Восточный Мангышлак (7, 8, 13), (по И. Н. Сафроновой).

Таблица 1

Распределение видов водорослей по отделам в зональных сообществах пустынь Ирано-Туранской подобласти Афро-Азиатской пустынной области (Новичкова-Иванова, 1980)

Отдел	Ирано-Туранская подобласть		Плато Мангышлак	
	число видов	%	число видов	%
Cyanophyta	208	50.7	39	43.3
Chlorophyta	111	27.1	36	40.0
Xantophyta	23	5.6	7	7.7
Bacillariophyta	67	16.4	8	9.0
Euglenophyta	1	0.2	—	—
Всего	410	100	90	100

В биоргуновых и полынных сообществах Мангышлака соотношение числа видов синезеленых и зеленых может значительно варьировать, что отмечается и для других регионов пустынной области (табл. 2).

Распределение видов водорослей по отделам в пустынных сообществах Северотуранской провинции Ирано-Туранской подобласти

Отдел	Мангышлак ¹⁵		Устюрт ¹⁶		Бетпакдала ¹⁷	
	число видов	%	число видов	%	число видов	%
Cyanophyta	39	43,3	42	72,4	25	65,8
Chlorophyta	36	40,0	12	20,7	10	26,3
Xanthophyta	7	7,7	3	5,2	1	2,6
Bacillariophyta	8	9,0	1	1,7	2	5,3
Всего таксонов	90	100	58	100	38	100

Наши многолетние исследования почвенных водорослей зональных сообществ азиатских пустынь значительно расширили знания об их флористических и фитоценологических особенностях. Установленные закономерности дали возможность перейти к новому аспекту их анализа. Основные признаки флористического состава синузий на уровне отделов водорослей послужили основанием для разграничения альгосинузий сообществ Северотуранских и Южнотуранских пустынь.

1. Во флоре почвенных водорослей зональных растительных сообществ пустынь определяющее значение имеют представители двух отделов: синезеленые и зеленые.

2. Состав доминантных видов водорослей Северотуранских и Южнотуранских пустынь различен.

3. В синузиях водорослей Северотуранских пустынь наблюдается более высокое видовое разнообразие по сравнению с южными. Особенно важное значение как индикатора Северных пустынь имеет развитие видов нитчатых зеленых (пор. Ulotrichales). Число видов синезеленых водорослей может быть несколько меньше или больше числа зеленых. Участие синезеленых определяется комплексом из видов родов *Nostoc* и *Scytonema* (пор. Nostocales) и видов порядка Oscillatoriales.

4. В синузиях Южнотуранских пустынь синезеленые водоросли занимают господствующее положение. Ведущая роль в синузиях Южнотуранских пустынь принадлежит преимущественно комплексу видов синезеленых – осцилляториевым (пор. Oscillatoriales). Основным признаком Южных пустынь является почти полное отсутствие видов нитчатых зеленых водорослей.

5. Представители видов нитчатых водорослей из отдела желтозеленых (Xanthophyta) так же как и зеленых не характерны для синузий Южнотуранских пустынь, но они обычно могут присутствовать в синузиях Северотуранских пустынь.

6. Не наблюдается сколько-нибудь четкой закономерности в распространении видов отдела диатомовых (Bacillariophyta) в Северотуранских и Южнотуранских пустынях.

7. Доминирование синезеленых и наличие нитчатых зеленых водорослей не типично для Северотуранских и Южнотуранских пустынь. Есть основание считать синузии водорослей таких растительных сообществ синузиями неопределенного типа.

Таким образом, по основным и специфическим признакам видового состава синузий водорослей пустынных сообществ можно различать синузии двух типов: северного и южного.

В результате детального изучения синузий водорослей растительных сообществ на территории Мангышлака выявлены синузии двух типов. Один из них на основе доминирующих признаков характеризует синузии Северотуранских пустынь. Другой по своим признакам тяготеет к синузиям южного типа (рис., табл. 3). Из 15 сообществ в 6 синузии носят типичные черты Северотуранских пустынь, в 7 отмечены признаки Южнотуранских пустынь, 2 сообщества имеют синузии неопределенного типа, так как их нельзя отнести ни к одному из основных установленных типов.

Таблица 3

Основные индикационные признаки и типы альгосинузий растительных сообществ плато Мангышлак

Местонахождение и номер пробы	Сообщество	Число видов водорослей	Соотношение C/Chl	Нитчатые водоросли		Тип синузии
				Chl	X	
I. Киндерли-Каянское плато, 14, 15	Эфемерово-кемрудопольнно-тетыровое	12	8/3	-	-	Ю
	Песчано-ракушечное отложение	13	5/5	+	+	С
II. Плато Мангышлак, 1, 9, 10	Тетырово-биюргуновое	9	7/1	-	-	Ю
	Эфемерово-польнное	16	6/6	+	-	С
	Эфемерово-биюргуновое	17	5/6	+	-	С
III. Хр. Сев. Актау, 2, 3, 5	Эфемерово-биюргуново-польнное	18	7/6	-	-	Ю
	Кеуреково-польнное	11	6/1	-	+	Ю
	Польнное	15	7/8	+	+	С
IV. Межгорная равнина между хр. Сев. Актау и хр. Зап. Каратау, 4, 11	Польнное	8	3/3	-	-	П
	Эфемерово-биюргуновое	6	1/1	-	-	П
V. Северо-восточный Мангышлак, 6, 12	Кеуреково-польнное	1	1/0	-	-	Ю
	Эфемерово-биюргуновое	6	2/1	-	-	Ю
VI. Восточный Мангышлак, 7, 8, 13	Ковыльно-польнное	1	0/1	-	-	С
	Польнное	6	3/2	+	-	С
	Эфемерово-биюргуновое	3	3/0	-	-	Ю

Примечание. С – синезеленые водоросли; Chl – зеленые водоросли; X – желтозеленые водоросли; Ю – синузия водорослей пустынь южного типа; С – синузия водорослей пустынь северного типа; П – синузия водорослей переходного типа.

Этот анализ дает возможность предположить, что поскольку на территории плато Мангышлак представлены сообщества с синузиями водорослей северного и южного типа, она может рассматриваться как переходная полоса. Наши данные подтверждают более новую схему ботанико-географического районирования пустынь равнин Средней Азии, согласно которой между остепненными Северотуранскими и Южнотуранскими пустынями расположена территория, которая может быть отнесена к типичным или средним пустыням Северотуранской провинции¹⁸.

Отнесение территорий пустынных сообществ Мангышлака к подзональной полосе (провинции?) средних пустынь согласуется с изменениями этих ландшафтов в направлении увеличения большей дифференциации, засоления и опустынивания в районах, прилегающих к высыхающему Аралу.

Выводы, полученные на основе анализа соотношения видов двух основных отделов – синезеленых и зеленых водорослей, – вполне подтверждают возможность использования в ботанической географии индикационных свойств почвенных водорослей.

В заключение благодарю И.Н. Сафронову за любезно предоставленные мне почвенные образцы.

¹ Галанин А.А., Глушкова О.Ю. Лихинометрия // Вест. РФФИ. – 2003. Т. IX. № 3. – С. 22–52.

² Горовиц-Власова Л.М. К вопросу о санитарном изучении городских почв // Гигиена и эпидемиология. – 1927, Вып. 8. – С. 29–33; Рихтер А.А., Орлова К.Н. Опыт учета флоры водорослей в почвах г. Саратова // Научно-агрономич. журн. – 1928, т. 5, № 5–6. С. 27–33.

³ Москвич Н. П. Опыт использования водорослей при изучении санитарного состояния почв // Бот. журн. – 1973, т. 58, № 3. – С. 434–452.

⁴ Tchan Y. T. Study of soil algae III. Bioassay of soil fertility by algae // Plant a. Soil. – 1959, V. 10, N 3. – P. 220–232; Некрасова К.А. Использование зеленых водорослей в оценке обеспеченности почв азотом // Бот. журн. – 1969, т. 54, № 1. – С. 118–120; Некрасова К.А. Использование водорослей как индикаторов почвенного плодородия // Труды Кировск. с.-х. ин-та. – 1972, т. 25. – С. 257–263; Голлербах М. М. Флористические методы в почвенно-альгологических исследованиях и их значение в биодиагностике почв // Биологическая диагностика почв. – М., 1976. – С. 60–61; Новичкова-Иванова Л.Н. Почвенные водоросли – индикаторы биоценозов пустынь // Биологическая диагностика почв. – М., 1976. – С. 190–191; Штина Э.А., Голлербах М.М. Почвенные водоросли как индикаторы генезиса и состояния почв // Проблемы и методы биологической диагностики и индикации почв. – М., 1976. – С. 344–352; Штина Э.А. Принципы и методы использования почвенных водорослей для биоиндикации загрязнения почвы // Тр. Всесоюз. н.-и. ин-та сельхоз. микробиологии. – 1983, т. 52. – С. 26–32; Штина Э.А. Почвенные водоросли как экологические индикаторы // Ботан. журн. – 1990, т. 75, № 4. – С. 441–453; Pipe A.E., Shubert L.E. The use of algae as indicators of soil fertility // Algae as ecological indicators. – London, 1984. – P. 211–240; Ельшина Т.А. Почвенные водоросли как индикаторы некоторых видов техногенного загрязнения почвы (на примере загрязнений, связанных с нефтедобычей): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Л., 1986; Novichkova-Ivanova L.N. Filamentous green algae of soils and their peculiarities // Biology and taxonomy of green algae. – Bratislava, 1990. м С. 51; Кабилов Р.Р. Возможности использования культур почвенных водорослей при проведении экологической экспертизы // Очерки по экологической диагностике. – Свердловск, 1991. – С. 101–114; Кабилов Р.Р. Альготестирование и альгоиндикация. – Уфа, 1995. – 125 с.

⁵ Штина Э.А., Зенова Т.М., Манучарова Н.А. Альгологический мониторинг почв // Почвоведение. – 1998. № 12. – С. 1449–1461.

⁶ Штина Э.А. Сообщества водорослей основных типов почв СССР и их диагностическое значение // Ботан. журн. – 1959, т. 44, № 8. – С. 1029–1050.

⁷ Кабиров Р.Р., Любина С.В. Способ оценки действий гербицидов на сообщества почвенных водорослей с помощью индикаторных видов // Агрехимия. – 1988. № 3. – С. 105–109.

⁸ Штина Э.А. Сообщества водорослей основных типов почв СССР и их диагностическое значение; Голлербах М.М., Штина Э.А. Почвенные водоросли; Новичкова-Иванова Л. Н. Почвенные водоросли фитоценозов Сахаро-Гобийской пустынной области. – Л., 1980. – 255 с.; Новичкова-Иванова Л.Н. Особенности флоры синезеленых водорослей степных сообществ Евразии // Актуальные вопросы ботаники в СССР: Тез. докл. – Алма-Ата, 1988. – С. 137; Пивоварова Ж.Ф. Особенности флористического состава и фитоценотической организации водорослевых группировок горных степей северо-восточной Азии // Ботан. журн. – 1986, т. 71, № 4. – С. 521–527; Пивоварова Ж.Ф. Почвенные водоросли горных степей азиатской части СССР. Дис. ... д-ра биол. наук. – Новосибирск, 1987. – 436 с.; Костиков И.Ю. К вопросу о зональных особенностях состава почвенных водорослей // Альгология. – 1991, Т. 1, № 4. – С. 15–22; Костіков І.Ю. Грунтові водорості України. Дис. ... д-ра биол. наук. – Київ, 2001. – 36 с.; Костіков І.Ю., Романенко П.О., Демченко Е.М., Дарієнко Т.М., Михайлюк Т. І., Рибчинський О.В., Солоненко А.М. Водорості України. – Київ, 2001. – 300 с.

⁹ Новичкова-Иванова Л.Н. Почвенные водоросли фитоценозов Сахаро-Гобийской пустынной области.

¹⁰ Залетаев В.С. Географические закономерности структурной организации и динамики экосистем аридных зон (равнины Средней Азии и Казахстана): Автореф. дис. д-ра геогр. наук. – М., 1987. – 43 с.

¹¹ Лавренко Е.М. О Сахаро-Гобийской пустынной ботанико-географической области и ее разделении // Докл. АН СССР. – 1960, т. 134, № 1. – С. 149–152; Лавренко Е.М. Основные черты ботанической географии пустынь Евразии и Северной Африки. Комаровские чтения. – М. –Л., 1962, Т. XV. – 169 с.; Лавренко Е.М. Провинциальное разделение Центральноазиатской и Ирано-Туранской подобласти Афро-Азиатской пустынной области // Бот. журн. – 1965, т. 50, № 1. – С. 3–15.

¹² Родин Л.Е., Рубцов Н.И. Полукустарничковые полынные и солянковые пустыни // Растительный покров СССР. – М.-Л., 1956. – С. 731–796.

¹³ Аладин Н.В., Котов С.В. Естественное состояние экосистемы Аральского моря и ее изменения при антропогенном воздействии // Тр. Зоол. инст. АН СССР. – 1989, т. 199. – С. 4–25.

¹⁴ Новичкова-Иванова Л.Н. Почвенные водоросли фитоценозов Сахаро-Гобийской пустынной области.

¹⁵ Данные автора.

¹⁶ см.: Коган Ш.И., Османова Р.А. Альгофлора некоторых почв Южного Устюрта и Прикарабогазья // Изв. АН ТССР. Сер. биол. – 1971, № 3. – С. 43–48.

¹⁷ см.: Сдобникова Н.В. Почвенные водоросли // Биоконплексные исследования в Казахстане. Растительные сообщества и животное население степей и пустынь Центрально-Казахстана, Т. 1. – М., 1969. – С. 295–306.

¹⁸ Лавренко Е.М. Провинциальное разделение Центральноазиатской и Ирано-Туранской подобласти Афро-Азиатской пустынной области; Рачковская Е.И., Сафронова И.Н. Новая карта ботанико-географического районирования Казахстана и Средней Азии в пределах пустынной области // Геоботаническое картографирование. 1992. – СПб., 1994. – С. 33–49.