

ния // Радиационная биология. Радиоэкология. 1998. Т. 38. Вып. 3. С. 393–398.

8. Селятицкая В.Г., Обухова Л.А. Эндокринно-лимфоидные отношения в динамике адаптивных процессов. Новосибирск. 2001. 168 с.

9. Маслов В.И. О проведении комплексных радиоэкологических исследований в биогеоценозах с повышенной радиоактивностью // Радиоэкологические исследования в природных биогеоценозах. М. 1972. С. 9–21.

10. Носкова Л.М., Шуктомова И.И. Долговременная динамика радиационной обстановки на территории бывшего радиевого производства // Экология. 2009. № 1. С. 73–76.

11. Шуктомова И.И., Носкова Л.М. Распределение ^{226}Ra и ^{232}Th на территории хранения отходов радиевого производства // Радиохимия. 2006. Т. 48. № 6. С. 533–536.

12. Тупикова Н.В., Емельянова Л.Е. К методике учёта лимингов на неогороженных площадках // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1975. Т. 80. Вып. 1. С. 145–171.

13. Основы гистологии и гистологической техники / Под ред. В.Г. Елисеева, М.Я. Субботина, Ю.А. Афанасьев и др. М.: Наука, 1967. 268 с.

14. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия. М.: Медицина, 1990. 382 с.

15. Быков В.Л. Стереологический анализ щитовидной железы (обзор методов) // Арх. анат. гистол. и эмбриол. 1979. № 7. С. 124–132.

16. Гланц С. Медико-биологическая статистика. М.: Практика, 1998. 459 с.

17. Ермакова О.В., Раскоша О.В. Комплексная оценка состояния щитовидной железы полёвок-экономок, обитающих на участках с повышенным уровнем естественной радиоактивности // Радиационная биология. Радиоэкология. 2005. № 3. С. 351–357.

18. Попова М.Ф. Радиочувствительность и стимулирующие свойства регенерирующих тканей млекопитающих. М.: Наука, 1984. 174 с.

19. Павлов А.В., Добороджигинадзе Т.Р., Миро Т.И., Александров Ю.К. Регенерация щитовидной железы при различной локализации резецированных участков органа // Проблемы эндокринологии. № 5. 1993. С. 49–51.

20. Глумова В.А. Щитовидная железа. В кн.: Структурные основы адаптации и компенсации нарушенных функций / Под ред. Д.С. Саркисова. М.: Медицина, 1987. С. 320–328.

УДК 581.9 (471.51)

Эколого-таксономическая структура альгогруппировок почв г. Кирова

© 2013. В. А. Ефремова¹, аспирант, Л. В. Кондакова^{1,2}, д.б.н., зав. кафедрой экологии,

¹Вятский государственный гуманитарный университет,

²Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН,
e-mail: VitalinaRose@gmail.com

Приведены результаты исследований эколого-таксономической структуры альгофлоры почв различных функциональных зон г. Кирова. Представлены доминирующие и специфические виды, виды с наиболее высокой встречаемостью. Показатель степени аридности для общей урбанофлоры г. Кирова составляет 1,1. Проведён сравнительный анализ видового состава ценофлор различных типов городских местообитаний с использованием коэффициента видового сходства Сьеренсена-Чекановского и коэффициента ранговой корреляции Спирмена.

The results of studies of soil algal flora ecological-taxonomic structure of various functional areas in Kirov City are shown. Dominant and specific species are presented, as well as the species with the highest frequency of occurrence. The aridity index for overall urbanoflora in Kirov is 1.1. Comparative analysis of species composition of coenofloras of various urban habitat types is carried out with the use of the Serensen-Chekanovskiy's species similarity index and Spearman's rank correlation coefficient.

Ключевые слова: урбанизация, городские почвы, альгофлора, доминантные и специфические виды, жизненные формы

Keywords: urbanization, urban soils, algal flora, dominant and specific species, life forms

Одной из главных мировых проблем в настоящее время является урбанизация территории. В ходе урбанизации большинство экосистем бывает нарушено или разрушено вследствие раздробления среды обитания и внесе-

ния загрязнений [1]. Значительную техногенную нагрузку в городских условиях испытывают почвы. Впервые термин «городские почвы» был введён Д. Г. Бокгеймом в 1974 г. [2]. В современном понимании городские почвы –

это антропогенно изменённые почвы, имеющие созданный в результате человеческой деятельности поверхностный слой мощностью более 50 см, полученный перемешиванием, насыпанием, погребением или загрязнением материала урбаногенного происхождения, в том числе строительно-бытовым мусором [3]. Одним из надёжных методов оценки экологического состояния городских почв является альгоиндикация. На урбанизированных территориях формируются своеобразные сообщества почвенных водорослей, которые отличаются по видовому составу, комплексу доминирующих видов, экологической структуре. Альгофлора населённых мест изучалась рядом авторов. Общий микробиологический анализ почв г. Днепропетровска был проведён ещё в 1927 г. Л. М. Горовиц-Власовой [4]. Исследование видового состава почвенных водорослей г. Ворошиловграда (Луганск) проведено Н. П. Москвич в течение 1966–1969 гг. Всего выявлено 130 видов: Cyanophyta – 45; Chlorophyta – 43; Xanthophyta – 6; Bacillariophyta – 33; Euglenophyta – 2; Rhodophyta – 1. По числу видов преобладали синезелёные водоросли. Автор отмечает, что основной особенностью почв населённых мест является низкое видовое разнообразие жёлтозелёных водорослей и резкое увеличение числа видов синезелёных (в меньшей мере – зелёных и диатомовых водорослей) в сравнении с целинными почвами окрестностей [5, 6]. Исследования водорослей в ассоциациях с мохообразными были впервые проведены для Байкальского региона. В ходе исследований были выявлены виды, новые для альгофлоры наземных биогеоценозов данного региона: *Kentrosphaera* sp., *Tetracystis pulchra*, *Chlorosarcinopsis bastropiensis* и другие [7]. Имеются интересные данные об эпифитных водорослях, обнаруженных на коре деревьев, стенах и крышах зданий и сооружений [8 – 10]. И. Е. Дубовик и др. исследовали видовой состав эпифитных цианопрокариот, водорослей и микромицетов на территории г. Уфы. Изученные древесные растения по степени уменьшения видового разнообразия цианопрокариот и водорослей расположили в следующем порядке: берёза повислая – 55 видовых и внутривидовых таксонов → тополь чёрный (46) → липа сердцелистная (40) → ель сибирская (38) → рябина обыкновенная (31) [11].

В последние годы изучается альгофлора водорослей урбанизированных территорий республик Башкортостана, Молдовы, городов Екатеринбург, Ижевск, Петрозаводск, Новосибир-

ска, Красноярск, Челябинской области и др. [12 – 21]. Продолжают изучаться почвенные водоросли территории г. Кирова [22, 23].

Цель исследования – изучение эколого-таксономической структуры альгофлоры почв г. Кирова.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования являлись образцы почв, отобранные в промышленной, транспортно-селитебной и рекреационной зонах г. Кирова в течение вегетационных сезонов за период 2007–2012 гг. Образцы почв отбирались с глубины 0–5 см и 0–1 см при «цветении» почв. Видовой состав водорослей определяли методом чашечных культур со стеклами обрастания и микрокопирования свежезятой почвы [24, 25]. Численность клеток определяли методом прямого микрокопирования [26]. Для характеристики сообществ водорослей использовали критерии, предложенные Э. А. Штиной и М. М. Голлербахом (1976) для анализа альгофлоры: видовой состав, доминирующие виды и группы видов, спектр «жизненных форм» водорослей, встречаемость отдельных видов или групп водорослей, специфические виды или их группы. Сравнение видового состава альгофлоры городских почв осуществляли с помощью коэффициента видового сходства Сьеренсена-Чекановского. Сравнение систематической структуры флор осуществляли с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена. На основании значений коэффициентов строили дендриты методом корреляционных плеяд П. В. Терентьева [27] и кластеры. Особенностью метода корреляционных плеяд является применение ранжированного ряда ведущих крупных таксонов. В кластерном анализе учитывается весь видовой спектр почвенных водорослей, включая единичные и случайные виды.

Результаты и обсуждение

В почвах г. Кирова обнаружено 136 видов водорослей, относящихся к 6 отделам, 9 классам, 23 порядкам, 43 семействам, 60 родам. Это составляет 23% от общего числа видов, известных для почв Кировской области, и 13% для почв России [28]. Таксономическая структура исследуемой альгофлоры имеет следующий вид: Cyanophyta – 55 видов (40%), Bacillariophyta – 15 видов (11%), Xanthophyta – 13 видов (10%), Eustigmatophyta – 3 вида (2%), Chlorophyta – 49 (36%), Euglenophyta – 1 вид

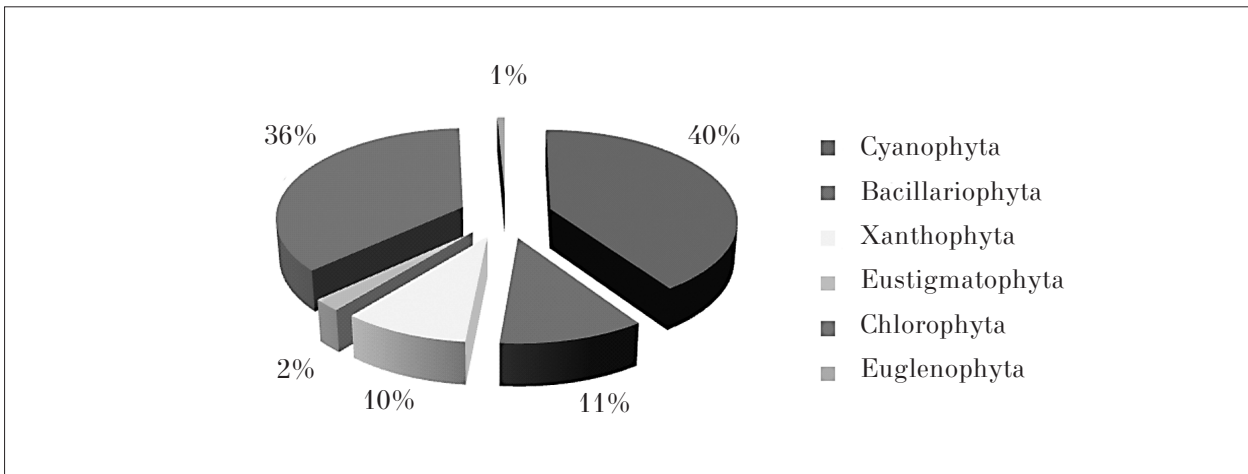


Рис. 1. Таксономическая структура общей альгофлоры почв г. Кирова

(1%). Основу альгофлоры составляют представители отделов Cyanophyta и Chlorophyta (рис. 1).

Анализ доминирующих видов общей урбанофлоры почв города показал преобладание синезелёных и зелёных водорослей, при этом состав доминирующих видов почвенных водорослей г. Кирова различается по экологическим зонам (табл. 1). Сравнение комплекса видов-доминантов для каждой зоны подчёркивает специфичность флоры данного местообитания и в то же время сходство, благодаря наличию видов-убиквистов.

К числу видов с наиболее высокой встречаемостью относятся *Phormidium autumnale*, *Ph. boryanum*, *Leptolyngbya foveolarum*, *Microcoleus vaginatus*, *Nostoc paludosum*, *Luticola mutica*, *Luticola nivalis*, *Navicula pelliculosa*, *Hantzschia amphioxys*, *Chlamydomonas gloeogama*, *Chlorella vulgaris*, *Coccomyxa confluens*, *Chlorococcum sp.*, *Bracteacoccus minor*, *Stichococcus minor*, *Stichococcus chodatii*, *Protoderma viride*.

К специфическим видам относятся виды, которые встречаются только на данных объектах. Для промышленной зоны г. Кирова специфическими видами являются *Anabaena cylindrica*, *Anabaena oscillarioides*, *Phormidium animale*, *Leptolyngbya laminose*, *Phormidium splendidum*, *Pinnularia braunii*, *Characiopsis minima*, *Disporopsis pyrenoidosa*, *Keratococcus bicaudatus*, *Klebsormidium rivulare*, *Leptosira terricola*, *Stichococcus palescens*. Для транспортной – *Bumilleriopsis brevis*, *Borodinella polytetras*, *Chlamydomonas media*, *Palmella miniata*, *Euglena mutabilis*. Для рекреационной – *Nodularia harveyana*, *Monodus pyreniger*, *Pleurochloris anomala*, *Pleurochloris commutata*, *Pleurochloris imitans*, *Pleurochloris lobata*, *Polyedriella aculeata*, *Cylindrocystis brebissonii* и селитебной

зон – *Borzia trilocularis*, *Phormidium corium*, *Amphora veneta*, *Follicularia paradoxalis*.

Показатель степени аридности (соотношение Cyanophyta/ Chlorophyta) для общей урбанофлоры г. Кирова составляет 1,1, что свидетельствует о степном характере и утрате зональных лесных черт. Для сравнения приведём показатели аридности почв других городов: для почв г. Ижевска данный показатель составляет 0,69 [16], Кишинёва – 1,39 [14]. Увеличение доли Cyanophyta по сравнению с Chlorophyta отмечается для промышленной, транспортной и селитебной зон г. Кирова, показатель степени аридности для которых составляет 1,5; 1,2; 1,5 соответственно, что является характерной чертой альгофлоры степных почв [29]. Для рекреационной зоны данный показатель равен 0,9, что соответствует альгофлоре лесных и лесостепных почв [29].

При анализе экобиоморфной структуры общей альгофлоры почв города лидирующее положение занимают P-, X- и Ch- формы (табл. 2). Сравнение жизненных форм почвенных водорослей по зонам города показало на сходство промышленной, транспортной и селитебной зон. Первое место занимает P-форма – нитчатые цианобактерии, тяготеющие к участкам с нарушенным почвенным покровом, обладающие ксероморфной структурой; второе – Ch-форма – виды-убиквисты, отличающиеся исключительной выносливостью к различным экстремальным условиям; третье – B-форма – диатомовые в транспортной и селитебной зоне, в промышленной зоне данное место занимает CF-форма, которая включает виды азотфиксаторы. Отличается по составу жизненных форм рекреационная зона, где преобладают по числу видов представители X-, Ch- и P-форм.

Таблица 1

Доминирующие виды водорослей в почвах г. Кирова

Объект	Виды-доминанты
Промышленная зона	<i>Phormidium autumnale, Microcoleus vaginatus, Leptolyngbya frigida, L. foveolarum, Hantzschia amphioxys, Lenticula mutica, L. nivalis, Nitzschia palea, Chlamydomonas gloeogama, Chlorella vulgaris, Bracteacoccus minor</i>
Транспортная зона	<i>Microcoleus vaginatus, Phormidium autumnale, Ph. formosum, Cyndrospermum licheniforme, Leptolyngbya foveolarum, Hantzschia amphioxys, Chlamydomonas gloeogama, Chlorella vulgaris, Protoderma viride</i>
Селитебная зона	<i>Phormidium autumnale, Ph. boryanum, Pseudanabaena catenata, Microcoleus vaginatus, Navicula pelliculosa, Nitzschia palea</i>
Рекреационная зона	<i>Leptolyngbya foveolarum, Microcoleus vaginatus, Phormidium autumnale, Ph. boryanum, Ph. formosum, Nostoc punctiforme, Cyndrospermum licheniforme, C. michailovskoense, Hantzschia amphioxys, Chlamydomonas gloeogama, Bracteacoccus minor, Chlorella vulgaris</i>
Город	<i>Phormidium autumnale, Ph. formosum, Leptolyngbya foveolarum, Microcoleus vaginatus, Nostoc paludosum, Hantzschia amphioxys, Lenticula mutica, Navicula pelliculosa, Chlorella vulgaris, Chlamydomonas gloeogama</i>

Таблица 2

Экологическая структура водорослей и цианобактерий почв г. Кирова

Зоны	% от общего числа видов		Формула эковиоморф
	эдафотфильные формы	гидрофильные и амфибиальные формы	
Промышленная	96,8	3,2	$P_{26}Ch_{14}CF_{13}B_{13}X_{12}H_7C_4M_2amph_2hydr_1$
Транспортная	97,1	2,9	$P_{17}Ch_{15}B_{10}X_8CF_7C_5H_3M_2hydr_1amph_1$
Селитебная	95,9	4,1	$P_{21}Ch_{12}B_{11}CF_8X_8H_4C_4M_2hydr_2amph_1$
Рекреационная	97,6	2,4	$X_{15}Ch_{14}P_{13}CF_{12}C_{10}B_9H_5M_2hydr_1amph_1$
Город	95,6	4,4	$P_{29}X_{23}Ch_{22}CF_{16}B_{14}C_{13}H_9M_3hydr_3amph_3$

Таблица 3

Матрица значений коэффициентов видового сходства Сьеренсена-Чекановского (K_{sc}) и ранговой корреляции Спирмена (ρ_s)

Зоны	Промышленная	Транспортная	Рекреационная	Селитебная
Промышленная		0,7	0,67	0,69
Транспортная	0,96		0,64	0,69
Рекреационная	0,41	0,46		0,62
Селитебная	0,95	0,97	0,52	

Примечание: над диагональю – значения K_{sc} ; под диагональю – значения ρ_s для ведущих семейств.

Сравнение альгофлоры городских почв с использованием коэффициента Сьеренсена-Чекановского (табл. 3) указало на значительное сходство альгофлоры промышленной и транспортной зон ($K_{sc} = 0,7$), а также селитебной с промышленной и транспортной зонами ($K_{sc} = 0,69$). В наименьшей степени сходны между собой рекреационная и селитебная зоны ($K_{sc} = 0,62$). Сравнительный анализ видового состава ценофлор различных типов городских местообитаний с использованием коэффициента видового сходства Сьеренсена-Чекановского позволил выявить наличие одного кластера (рис. 2). Данный кластер включает в себя ценофлоры про-

мышленной и транспортной зон, которые утрачивают зональные черты и характеризуются преобладанием видов-убиквистов, а также ценофлору селитебной зоны. Максимальный уровень сходства внутри данного кластера ($K_{sc} = 0,7$) обнаруживают ценофлоры промышленной и транспортной зон. Обособленно от данного кластера находится ценофлора рекреационной зоны г. Кирова, которая сохранила некоторые характерные зональные особенности.

В систематическом спектре альгофлоры почв г. Кирова нами выделено 11 семейств, занимающих ведущее положение в структуре альгогруппировок исследуемых участков

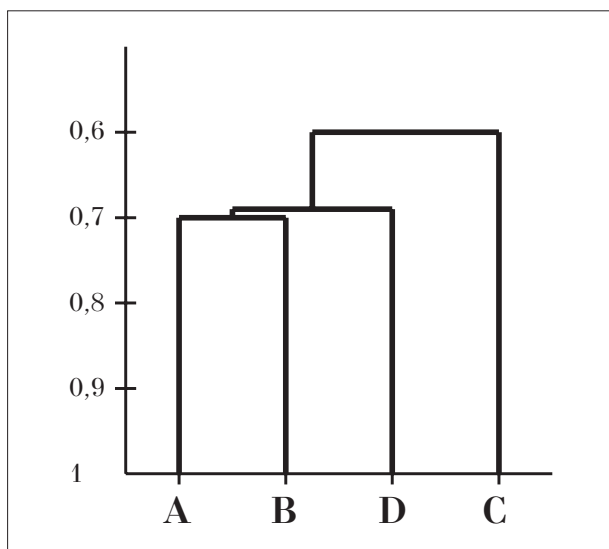


Рис. 2. Кластер сходства видового состава ценофлор г. Кирова

Примечание: по вертикальной оси – значения коэффициентов Сьеренсена-Чекановского; по горизонтальной оси – ценофлоры: А – промышленная зона, В – транспортная зона, С – рекреационная зона, D – селитебная зона.

(табл. 4). Лидирующие позиции занимают семейства *Phormidiaceae*, *Nostocaceae*, *Pseudanabaenaceae* и *Chlamydomona daceae*. Анализ значений коэффициента ранговой корреляции Спирмена (ρ_s), рассчитанный по числу видов в 11 ведущих семействах, обнаружил существенные колебания в пределах от 0,41 до 0,97 (табл. 3). Данный разброс значений свидетельствует о неравномерности распределения видов по семействам в исследуемых объектах. Сравнение значений коэффициента ранговой корреляции Спирмена показало, что самыми близкими по флористическим спектрам оказались ценофлоры селитебной и транспорт-

ной зон ($\rho_s = 0,97$), а также транспортной и промышленной зон ($\rho_s = 0,96$). В наименьшей степени сходны между собой ценофлоры промышленной и транспортной зон ($\rho_s = 0,41$). На основании матрицы коэффициентов ранговой корреляции Спирмена для ведущих семейств методом корреляционных плеяд П. В. Терентьева был построен дендрит, отражающий достоверные корреляционные связи между альгофлорами исследуемых участков (рис. 3). В дендрите, построенном способом «максимального корреляционного пути», при повышении уровня связи выделилась одна корреляционная плеяда. Данная плеяда объединяет ценофлоры промышленной (А), транспортной (В) и рекреационной зон (D). Максимальный коэффициент корреляции отмечается между альгофлорами транспортной и селитебной зон ($\rho_s = 0,97$). Выделенная плеяда имеет структуру «цепь», которая отражает высокий уровень связей [27]. Ценофлора рекреационной зоны (С) дивергирует от общей плеяды, так как достоверное сходство флористических спектров с общей плеядой при выбранном уровне значимости 0,523 отсутствует.

Заключение

Альгофлора почвенных водорослей г. Кирова достаточно разнообразна и представлена 136 видами, относящимися к 6 отделам (*Cyanophyta*, *Bacillariophyta*, *Xanthophyta*, *Eustigmatophyta*, *Chlorophyta* и *Euglenophyta*), 9 классам, 23 порядкам, 43 семействам, 60 родам. Основу альгофлоры составляют представители отделов синезелёных и зелёных водорослей.

Согласно литературным данным и нашим наблюдениям толерантность к техноген-

Таблица 4

Ведущие семейства альгофлоры почв г. Кирова

Семейства	Зоны города							
	промышленная		транспортная		рекреационная		селитебная	
	%	ранг	%	ранг	%	ранг	%	ранг
<i>Nostocaceae</i>	12,8	2,5	8,6	3	13,4	1	9,6	3
<i>Pseudanabaenaceae</i>	12,8	2,5	11,4	2	6,1	5,5	12,3	2
<i>Phormidiaceae</i>	14,9	1	15,7	1	9,8	3	15,1	1
<i>Pinnulariaceae</i>	5,3	5	4,3	7	3,7	9	4,1	7
<i>Diadesmidaceae</i>	5,3	5	5,7	5,5	3,7	9	5,5	5
<i>Pleurochloridaceae</i>	1,1	11	—	11	8,5	4	—	11
<i>Eustigmataceae</i>	3,2	9	2,9	8,5	3,7	9	2,7	9,5
<i>Chlamydomonadaceae</i>	5,3	5	7,1	4	11,0	2	6,8	4
<i>Chlorococcaceae</i>	3,2	9	2,9	8,5	6,1	5,5	4,1	7
<i>Klebsormidiaceae</i>	3,2	9	1,4	10	3,7	9	2,7	9,5
<i>Stichococcaceae</i>	4,3	7	5,7	5,5	3,7	9	4,1	7

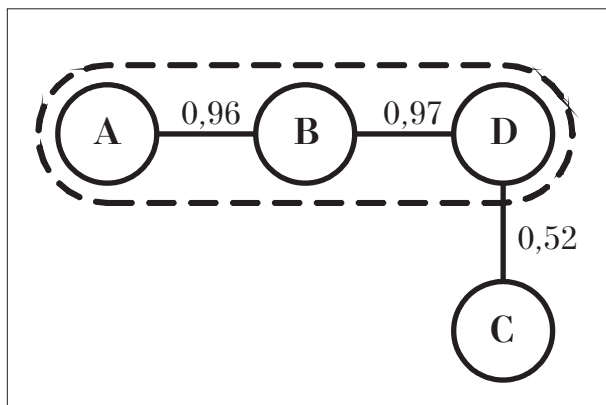


Рис. 3. Дендрит, построенный способом «максимального корреляционного пути»
Примечание: условные обозначения соответствуют рис. 2.

ной нагрузке проявляют следующие виды: *Phormidium boryanum*, *Ph. autumnale*, *Lep-tolyngbya foveolarum*, *Microcoleus vaginatus* (Cyanophyta); *Hantzschia amphioxys*, *Navicula mutica*, *N. nivalis*, *N. pelliculosa* (Bacillariophyta); *Stichococcus minor*, *Chlorella vulgaris*, *Chlamydomonas gloeogama* (Chlorophyta).

Показатель степени аридности для общей урбанофлоры г. Кирова составляет 1,1, что характерно для степных почв.

Экологический анализ альгофлоры по жизненным формам указал на преобладание в рекреационной зоне водорослей X-, Ch- и P-форм, а в техногенной зоне – P, Ch, и B-форм.

Сравнительный анализ видового состава ценофлор позволил выявить наличие одного кластера, включающего ценофлоры промышленной, транспортной и селитебных зон г. Кирова. Максимальный уровень сходства внутри данного кластера ($K_{sc} = 0,7$) обнаруживают ценофлоры промышленной и транспортной зон.

Сравнительный анализ с использованием коэффициента ранговой корреляции Спирмена показал, что самыми близкими по флористическим спектрам оказались ценофлоры селитебной и транспортной зон ($\rho_s = 0,97$), а также транспортной и промышленной зон ($\rho_s = 0,96$). В наименьшей степени сходны между собой ценофлоры промышленной и транспортной зон ($\rho_s = 0,41$).

Полученные результаты исследований служат основой для дальнейшего мониторинга городских почв.

Литература

1. Тетиор А.Н. Городская экология: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 336 с.

2. Bockheim J.G. Nature and properties of highly disturbed urban soils // Philadelphia. Pennsylvania. 1974.

3. Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация. Смоленск: Ойкумена, 2003. 268 с.

4. Горовиц-Власова Л.М. К вопросу о санитарном изучении городских почв: Исследование почвы г. Днепрпетровска // Гигиена и эпидемиология. 1927. № 8. С. 11–21.

5. Москвич Н.П. Опыт использования водорослей при изучении санитарного состояния почв // Ботанический журнал. 1973. Т. 58. № 3. С. 412–416.

6. Москвич Н.П. Опыт использования водорослей при изучении санитарного состояния почвы // Развитие и значение водорослей в почвах нечернозёмной зоны: Материалы межвузовской конференции Пермь. 1977. С. 80–81.

7. Егорова И.Н., Коновалов М.С. Водоросли в ассоциациях с мохообразными наземных биогеоценозов Байкальского региона // Актуальные проблемы современной альгологии: Материалы V Международной конференции. Киев. 2012. С. 107–108.

8. Belcher Y.H., Swall E.M.F. Unusual and surprising algae from a Cambridge roof // Microscopy. 1984. V. 35. № 2. P. 136–143.

9. Caiola M. G., Forni C., Albertano P. Characterization of the algae flora growing on ancient Roman frescoes // Phycologia. 1987. V. 26. № 3. P. 387–396.

10. Кузьяхметов Г.Г. Эпифитные водоросли в консорциях древесных растений // Экология и охрана окружающей среды: Тез. докл. 2-й Междунар. науч.-практ. конф. Пермь: Изд-во ПГПУ, 1995. С. 19–20.

11. Дубовик И.Е., Киреева Н.А., Климина И.П. Эпифитные сообщества цианопрокариот, водорослей и микроскопических грибов древесных растений г. Уфы и возможность их использования в биоиндикации // Актуальные проблемы современной альгологии: Материалы V Международной конференции. Киев. 2012. С. 104–105.

12. Кабиров Р.Р. Видовой состав почвенных водорослей в районе действия предприятий нефтехимической промышленности // Охрана окружающей среды и здоровья населения в районах размещения крупных нефтехимических комплексов: Тез. докл. Уфа. 1986. С. 23–24.

13. Суханова Н.В. Почвенные водоросли городских экосистем: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Уфа. 1996. 22 с.

14. Шалару В.В. Некоторые результаты исследования почвенных водорослей Республики Молдова // Актуальные проблемы современной альгологии: Материалы V Международной конференции. Киев. 2012. С. 326–327.

15. Кабиров Р.Р., Шилова И.И. Сообщества почвенных водорослей на территории промышленных предприятий // Экология. 1994. № 6. С. 16–20.

16. Аксёнова Н.П. Урбанофлора эдафотрофных водорослей и цианопрокариот г. Ижевска: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ижевск, 2010. 222 с.

17. Антипина Г.С., Комулайнен С.Ф. Структура и сравнение альгофлористических комплексов урбанизированных экосистем (на примере города Петрозаводска) // Водоросли и цианобактерии в природных и сельскохозяйственных экосистемах: Материалы Международной науч.-практ. конф., посвящённой 100-летию со дня рождения профессора Эмилии Адриановны Штиной. Киров: Вятская ГСХА, 2010. С. 25–30.
18. Андросова Е.Я. О составе водорослей почв г. Новосибирска и его окрестностей // Водоросли и грибы западной Сибири. Новосибирск. 1964. С. 158–157.
19. Артамонова В.С. Микробиологические особенности антропогенно преобразованных почв Западной Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. 225 с.
20. Трухницкая С.М., Чижевская М.В. Альгофлора рекреационных территорий Красноярской урбоэкосистемы. Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2008. 139 с.
21. Едренкин В.А., Суханова Н.В. Флора почвенных водорослей г. Аша (Челябинская область) // Актуальные проблемы современной альгологии: Материалы V Международной конференции. Киев. 2012. С. 100–109.
22. Кондакова Л.В. Сравнительный анализ альгофлоры почв экологически опасных объектов на территории Кировской области // Теоретическая и прикладная экология. 2011. № 3. С. 52–59.
23. Ефремова В.А., Кондакова Л.В., Домрачева Л.И., Елькина Т.С., Вечтомов Е.М. Специфика «цветения» почвы в техногенных зонах города (на примере г. Кирова) // Теоретическая и прикладная экология. 2012. № 2. С. 85–89.
24. Голлербах М.М., Штина Э.А. Почвенные водоросли. Л.: Наука, 1969. 228 с.
25. Штина Э.А., Голлербах М.М. Экология почвенных водорослей. М.: Наука, 1976. 143 с.
26. Домрачева Л. И. «Цветение» почвы и закономерности его развития. Сыктывкар. 2005. 336 с.
27. Шмидт В.М. Математические методы в ботанике: учебное пособие. Л.: Изд-во ЛГУ, 1984. 288 с.
28. Кондакова Л.В., Домрачева Л.И. Флора Вятского края. Ч. 2. Водоросли (видовой состав, специфика водных и почвенных биоценозов). Киров: Киров. обл. тип., 2007. 192 с.
29. Кузяхметов Г.Г. Водоросли зональных почв степи и лесостепи / Под ред. Б.М. Миркина. Уфа: РИО БашГУ, 2006. 286 с.