

Дубовик И.Е., Климина И.П., Смирнова Н.Г.  
Башкирский государственный университет, г. Уфа

## ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА БИОРАЗНООБРАЗИЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ В ПОЧВЕННОЙ И НАЗЕМНО-ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ

**Дана сравнительная характеристика таксономической структуры аэрофильных и почвенных водорослей в антропогенно загрязненной и рекреационной зонах. Показаны общие тенденции в изменении видовой структуры сообществ водорослей, обитающих как в почве, так и на древесной коре, под воздействием загрязнения городской среды.**

**Ключевые слова:** аэрофильные водоросли, почвенные водоросли, загрязнители, альгофлора, почва, кора деревьев.

Городская экосистема существенно отличается от природных зональных ценозов климатом, физико-химическими свойствами почв и атмосферы, высоким уровнем загрязнения внешней среды и т. д. В регионах с развитой нефтеперерабатывающей промышленностью основными загрязнителями окружающей среды являются углеводороды. В городе Уфа расположен один из самых мощных нефтеперерабатывающих и нефтехимических комплексов, который, совместно с автотранспортом, является крупнейшим загрязнителем как атмосферного воздуха, так и сопутствующих сред. Загрязнители могут поступать в окружающую среду городских промышленных зон напрямую в результате неправильной эксплуатации оборудования во время нефтепереработки или в отсутствие качественной системы очистных сооружений, а так же опосредованно при оседании поллютантов на ее поверхности из атмосферы. Город Уфа отнесен к числу городов с высоким уровнем загрязнения атмосферы.

В растительном покрове городов обычно преобладают специально сформированные посадки древесных растений. Кора дерева является специфическим биотопом для оседания и развития на ее поверхности водорослей.

В последние годы внимание исследователей посвящено изучению количественного и качественного состава отдельных групп микроорганизмов городской среды. Изучение эпифитных и почвенных водорослей выявляет возможности использования особенностей их состава и численности для индикации загрязнения воздуха. При нефтяном загрязнении наблюдается изменение видового состава почвенных и эпифитных водорослей, а также сокращение их численности.

Целью работы являлось изучение влияния загрязнения городской среды на водоросли коры древесных растений и в почве под ними.

Отбор почвенных образцов и фрагментов коры древесных растений с видимыми разрастаниями проводился на нескольких стационарных участках, которые различались по степени антропогенной нагрузки. Изучаемые участки, охарактеризованные как антропогенно загрязненные, располагались вблизи нефтеперерабатывающего завода и в микрорайоне Инорс города Уфы. В качестве контроля выбрана рекреационная зона, расположенная в 50 км от города.

Для альгологического изучения были взяты образцы почв из органического горизонта под посадками древесных растений в 5-кратной повторности. Всего проанализировано 250 почвенных образцов. Почва рекреационных зон серая лесная с содержанием гумуса – 5,1%, рН водный – 6,1, углеводов – 0,4%. В загрязненной зоне – урбанизированная серая лесная почва с содержанием гумуса – 2,6%, рН водный – 7,1, среднее содержание углеводов – 6%. Для исследования аэрофильных водорослей тех же точек отбирались образцы коры. Анализ кислотности коры различных древесных растений показал, что в загрязненной зоне значение рН варьирует в пределах 4,6-5,2; в зоне рекреации кислотность коры имела значение 5,4-6,1.

Всего проанализировано около 300 образцов коры с наиболее распространенных видов древесных растений. Хвойные деревья представлены следующими видами: ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Лиственные – береза повислая (*Betula verrucosa* Ehrh.), тополь черный (*Populus nigra* L.), липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.), дуб черешчатый (*Quercus robur* L.). Во время проведения исследований пробы коры древесных растений отбирали на высоте 150–155 см от поверхности почвы.

Видовой состав почвенных водорослей определяли методом «стекол обрастания» [4, 5].

Таблица 1. Водоросли в почвенной и воздушной среде антропогенно загрязненной (П) и рекреационной (Р) зон

Виды водорослей	Урбаноём		Кора древесных растений	
	П	Р	П	Р
<i>Microcystis pulverea</i> Forti emend. Elenk.	ТР	-	ТЧ	ТР
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kütz. emend. Elenk.	ТЧ	ТР	-	-
<i>Cylindrospermum muscicola</i> Kütz. emend. Elenk.	С	Д	-	-
<i>Leptolyngbya foveolarum</i> (Mont. ex Gom.) Anagn. et Kom.	ТР	ТЧ	ТР	ТЧ
<i>Phormidium Jadinianum</i> Gomm.	ТР	ТЧ	-	-
<i>Oscillatoria brevis</i> (Kütz.) Gomm.	ТЧ	ТР	-	С
<i>Chlorococcum infusionum</i> (Schrank) Menegh.	С	ТЧ	-	-
<i>Chlorosarcinopsis minor</i> (Gern.) Herndon	-	-	С	ТЧ
<i>Stichococcus minor</i> Näg.	ТР	ТР	ТЧ	ТЧ
<i>Mychonastes homosphaera</i> (Skuja) Kalina et Punč.	ТЧ	ТЧ	ТЧ	ТР
<i>Chlamydomonas dloegama</i> Korsch.	ТЧ	Д	-	С
<i>Botrydiopsis arhiza</i> Chod.	ТЧ	ТР	-	-
<i>Heteropedia polychloris</i> Pasch.	С	ТР	-	-
<i>Navicula pelliculosa</i> (Bréb. ex Kütz.) Hilse	ТР	Д	-	-

Примечание: ТЧ – типично частый вид, Д – доминантный, С – случайный, ТР – типично редкий.

При идентификации аэрофильных водорослей использовали метод чистых и накопительных культур, также проводили прямое микроскопирование разрастаний. Чистые культуры водорослей выделяли на агаризованной среде Громова №6 (1,5%) в чашках Петри, накопительные – получали в колбах Эрленмейера с жидкой средой. [5]. Видовые названия водорослей уточняли по пополняемым спискам опубликованных видов в электронной базе данных (www.algaebase.org). Статистическую обработку данных осуществляли с применением программы Excel.

Идентификацию видов водорослей проводили по соответствующим определителям и таксономическим сводкам [1, 2, 3, 6].

В результате исследования обнаружено в загрязненной зоне по сравнению с зоной рекреации меньшее видовое разнообразие как почвенных (23 и 58), так и аэрофильных водорослей (40 и 46 видовых и внутривидовых таксонов соответственно).

Сравнение эпифитной альгофлоры с почвенной в загрязненной и рекреационной зонах выявило общие черты: по видовому разнообразию доминировали представители отдела *Chlorophyta*, на втором месте – *Cyanophyta*, третье место занимали представители из *Xanthophyta*, незначительно количество диатомовых водорослей.

Обнаруженные виды аэрофильных и почвенных водорослей по частоте их встречаемо-

сти возможно условно разделить на две группы. К первой – отнесены виды водорослей, часто встречающиеся на коре или в почве разных по уровню загрязнения зонах. Среди аэрофильных представителей это *Desmococcus olivaceus* (Pers. ex Ach.) Laund., *Trentepohlia umbrina* (Kütz.), *Trebouxia arboricola* Ruym. Эти группа представлена эврибионтными видами, типичными эпифитными представителями. Среди почвенных водорослей – *Cylindrospermum licheniforme* (Bory) Kütz. ex Born. & Flah. и *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grun. Данные виды не могут быть использованы для биомониторинговой системы. Ко второй группе можно отнести виды эпифитных и почвенных водорослей, характерные лишь для отдельных участков: *Chlorosarcinopsis minor* (Gern.) Herndon типично частая (ТЧ) синезеленая водоросль на коре древесных растений в зоне рекреации, появлялась случайно (С) в загрязненной зоне. Высокая встречаемость *Chlorococcum infusionum* (Schrank) Menegh. характерна для почвы рекреационной зоны, в загрязненной зоне данный вид встречался эпизодически (табл. 1).

В антропогенно загрязненной зоне доминировали роды почвенных водорослей: *Microcystis*, *Nostoc*, *Oscillatoria*, а в рекреационной зоне – *Phormidium*, *Cylindrospermum*, *Nostoc*, *Chlamydomonas*. Среди аэрофильных водорослей загрязненной зоны доминировали роды: *Nostoc*, *Microcystis*, *Leptolyngbya*, *Chlorococcum*,

*Trentepohlia*, а в рекреационной зоне – *Nostoc*, *Phormidium*, *Trentepohlia*. Как видно доминирующее положение и в загрязненной и фоновой почве занимает род *Nostoc*, а среди аэрофильных водорослей в двух сравниваемых зонах лидирующее положение по видовому разнообразию занимают роды *Nostoc* и *Trentepohlia*. Из этого следует, что представители этих родов не являются чувствительными к загрязнителям.

Исследования почвенной альгофлоры показало, что с увеличением загрязнения почвы происходило снижение количества видов представителей отдела *Xanthophyta*: в образцах, ото-

бранных в лесном массиве загородной территории число видов желтозеленых водорослей составило 9, вблизи нефтеперерабатывающего завода не было обнаружено представителей данного отдела.

В таблице 1 показаны виды почвенных и эпифитных водорослей, четко дифференцирующиеся по отношению к двум зонам.

Таким образом, проведенные исследования показали, что антропогенное воздействие оказывает отрицательное влияние на видовое разнообразие альгофлоры, причем наиболее показательным является состав почвенных водорослей.

**Список использованной литературы:**

1. Андреева В.М. Почвенные и аэрофильные зеленые водоросли (Chlorophyta: Tetrasporales, Chlorococcales, Chlorosarcinales). СПб., 1998. 351 с.
2. Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В. И. Определитель пресноводных водорослей СССР. Синезеленые водоросли. М., 1953. Вып. 2. 653 с.
3. Дедусенко-Шеголева Н.Т., Голлербах М.М. Определитель пресноводных водорослей СССР. Желтозеленые водоросли. М., 1962. Вып. 5. 272 с.
4. Кузяхметов Г.Г., Дубовик И.Е. Методика изучения почвенных водорослей: Учебное пособие. Уфа, 2001. 56 с.
5. Штина Э.А., Голлербах М.М. Экология почвенных водорослей. М., 1976. 144 с.
6. Anagnostidis K., Kombrink J. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 3. – Oscillatoriales // Arch. Hydrobiol. Algol. Stud. 1988. Suppl. 80. N 1-4. P. 327-472.