

## **ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ АЛЬГОГРУППИРОВОК ПОЧВ НА КОСТРИЦАХ**

**Бачура Ю.М., Храмченкова О.М.**

*Гомель, Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»*

Почвенные водоросли, являясь одним из обязательных компонентов наземных биогеоценозов, относятся к организмам, которые можно использовать в качестве индикаторов состояния почвенного покрова (Штина, Некрасова, 1985; Штина и др., 1998). Это обусловлено их высокой чувствительностью к воздействующим факторам и способностью точно и быстро отражать происходящие в почве процессы (Бабьева, Зенова, 1989).

Территории вблизи крупных промышленных городов наиболее подвержены влиянию антропогенных факторов, в том числе и рекреационной нагрузки, которая характеризуется многообразием воздействующих на экосистему факторов, их неравномерностью во времени и пространстве и широким спектром

сопровождающих эти факторы изменений структурных и функциональных параметров экосистем (Рысин, 1983). Воздействие огня считается одним из главных негативных последствий рекреационной деятельности, приводящих к значительным нарушениям биогеоценозов, включая их почвенный покров (Рожков, 2001).

Целью данной работы было изучение особенностей восстановления группировок почвенных водорослей на кострищах.

Пробы отбирали в 2006–2007 гг. на территории УНБ «Чёнки» в пригороде г. Гомеля. Для изучения влияния воздействия огня на почвенные водоросли на 4-х площадках были разведены костры, которые отличались по продолжительности горения (два костра горели по 1 часу, два других – по 2 часа). После их прогорания были отобраны образцы почвы по общепринятой в почвенной альгологии методике (Голлербах, Штина, 1969); была отобрана зола костров, почва под кострами и почва на расстоянии 1 м от костров, в качестве контроля использовали почву на расстоянии 10 м от костров. Повторные отборы проб по той же схеме были произведены через 3, 9 и 12 месяцев после прогорания костров.

Качественный состав водорослей выявляли с помощью классических почвенно-альгологических методов – чашечных культур «со стеклами обрастания» (Штина, Голлербах, 1976). Идентификацию водорослей осуществляли с помощью микроскопа Nikon Eclipse 80i и определителей (Round & al., 1990; Ettl, Gärtner, 1995; Андреева, 1998; Komárek, Anagnostidis, 1999, 2005), при необходимости проводили цитохимические реакции (Костіков, 2001). Все культуры изучали в живом состоянии. При проведении эксперимента ограничили определением родовых названий почвенных водорослей, полученных в культурах; изготовлены микрофотографии водорослей.

Для учета обилия водорослей применяли 3-балльную шкалу (Кабиров и др., 1999). Состав жизненных форм определяли в соответствии с классификацией, разработанной Э.А. Штиной и М.М. Голлербахом (1976).

В результате проведенного исследования на подверженных пирогенному воздействию и контрольных участках почвы было зарегистрировано 43 рода водорослей из 4 отделов, 7 классов, 19 порядков и 32 семейств. Из них 53,5% (23 рода) – представители отдела зеленые водоросли, 20,9% – синезеленые, 14% и 11,6% – диатомовые и желтозеленые водоросли соответственно.

В исследуемых образцах почвы наиболее широко представленными оказались порядки *Oscillatoriales* (5 родов) и *Scenedesmales* (4 рода), остальные порядки включали от 1 до 3 родов. Ведущее положение в исследуемых почвах занимали представители родов *Phormidium* Kütz. ex Gom., *Chlorella* Beijer., *Klebsormidium* Silva et al. (встречены во всех почвенных образцах), а также *Hantzschia* Grun., *Chlamydomonas* Ehr., *Chlorococcum* Menegh., *Chlorosarcinopsis* Hernd., *Stichococcus* Näg. и *Pseudococcomyxa* Korsch. (выявлены практически во всех изученных образцах почвы).

Характеристика альгогруппировок исследуемых почв представлена в таблице.

Характеристика альгогруппировок исследуемых почв

Сроки отбора, мес.	Варианты	Таксономическая структура	Экологическая структура	Кол-во родов
0	1 час	Cyan <sub>3</sub> Chlor <sub>9</sub> Xan <sub>1</sub>	X <sub>5</sub> Ch <sub>3</sub> P <sub>3</sub> C <sub>1</sub> H <sub>1</sub>	13
	2 часа	Cyan <sub>4</sub> Chlor <sub>7</sub> Xan <sub>1</sub>	Ch <sub>3</sub> X <sub>2</sub> H <sub>2</sub> P <sub>2</sub> C <sub>1</sub> M <sub>1</sub> hydr <sub>1</sub>	12
	контр.	Cyan <sub>3</sub> Chlor <sub>14</sub> Xan <sub>1</sub> Bac <sub>3</sub>	Ch <sub>7</sub> X <sub>4</sub> B <sub>3</sub> P <sub>3</sub> C <sub>2</sub> H <sub>1</sub> amph <sub>1</sub>	21
3	1 час	Cyan <sub>3</sub> Chlor <sub>8</sub> Bac <sub>2</sub>	Ch <sub>5</sub> P <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> X <sub>1</sub> H <sub>1</sub>	13
	2 часа	Cyan <sub>1</sub> Chlor <sub>3</sub> Bac <sub>2</sub>	Ch <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> H <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	8
	контр.	Cyan <sub>2</sub> Chlor <sub>15</sub> Xan <sub>2</sub> Bac <sub>3</sub>	Ch <sub>7</sub> X <sub>5</sub> B <sub>3</sub> H <sub>2</sub> P <sub>2</sub> C <sub>1</sub> amph <sub>1</sub> hydr <sub>1</sub>	22
9	1 час	Cyan <sub>3</sub> Chlor <sub>16</sub> Xan <sub>3</sub> Bac <sub>5</sub>	Ch <sub>7</sub> X <sub>5</sub> B <sub>3</sub> H <sub>4</sub> P <sub>3</sub> C <sub>2</sub> amph <sub>1</sub>	27
	2 часа	Cyan <sub>5</sub> Chlor <sub>14</sub> Xan <sub>1</sub> Bac <sub>4</sub>	Ch <sub>7</sub> B <sub>4</sub> P <sub>4</sub> C <sub>3</sub> X <sub>3</sub> H <sub>2</sub> hydr <sub>1</sub>	24
	контр.	Cyan <sub>2</sub> Chlor <sub>16</sub> Xan <sub>3</sub> Bac <sub>2</sub>	Ch <sub>7</sub> X <sub>6</sub> H <sub>3</sub> B <sub>2</sub> P <sub>2</sub> C <sub>1</sub> amph <sub>1</sub> hydr <sub>1</sub>	23
12	1 час	Cyan <sub>5</sub> Chlor <sub>20</sub> Xan <sub>3</sub> Bac <sub>6</sub>	Ch <sub>9</sub> X <sub>6</sub> B <sub>6</sub> C <sub>3</sub> H <sub>3</sub> P <sub>3</sub> hydr <sub>2</sub> M <sub>1</sub> amph <sub>1</sub>	34
	2 часа	Cyan <sub>4</sub> Chlor <sub>16</sub> Xan <sub>1</sub> Bac <sub>3</sub>	Ch <sub>8</sub> X <sub>3</sub> B <sub>3</sub> P <sub>3</sub> C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> M <sub>1</sub> amph <sub>1</sub> hydr <sub>1</sub>	24
	контр.	Cyan <sub>3</sub> Chlor <sub>14</sub> Xan <sub>3</sub> Bac <sub>4</sub>	Ch <sub>6</sub> X <sub>4</sub> B <sub>4</sub> C <sub>3</sub> H <sub>3</sub> P <sub>2</sub> amph <sub>1</sub> hydr <sub>1</sub>	24

Примечание: Cyan – Cyanophyta, Chlor – Chlorophyta, Xan – Xanthophyta, Bac – Bacillariophyta, индексы указывают число родов в отделе, количество водорослей той или иной экологической формы.

Согласно полученным данным, с течением времени на постпирогенных участках происходит постепенное восстановление состава группировок почвенных водорослей. Так, на одночасовых кострищах наблюдалось увеличение таксономического разнообразия водорослей по сравнению с контрольными участками, что обусловлено комплексным и многосторонним влиянием огня на почву, как среду обитания водорослей. Как известно (Сугачкова, 2000; Пивоварова, Чумачева, 2001), в результате выжигания изменяются некоторые физико-химические показатели почвы, условия освещенности, гидротермический и, на начальных этапах восстановления, температурный режимы.

Увеличение разнообразия водорослей в почвах одночасовых кострищ происходило, в первую очередь, за счет резкого возрастания доли зеленых водорослей в составе альгогруппировок, увеличилась и их степень обилия на стеклах обрастания, особенно представителей родов *Chlamydomonas* Ehr., *Tetracystis* Brown et Bold, *Chlorosarcinopsis* Hernd., *Leptosira* Borzi, *Chlorella* Beijer., *Stichococcus* Näg. Также в почвах костров, горевших 1 час, прослеживалось постепенное увеличение количества водорослей из отделов *Bacillariophyta* и *Xanthophyta*. Состав водорослей отдела *Cyanophyta* варьировал незначительно.

В почвах костров, горевших 2 часа, прослеживалась несколько иная динамика. При постепенном увеличении роли зеленых водорослей в формировании альгогруппировок наблюдалось очень низкое содержание представителей *Xanthophyta*, которые, как известно (Штина, Голлербах, 1976; Штина и др., 1998), наиболее чувствительны к различным антропогенным нагрузкам.

На начальных этапах восстановительных процессов было зафиксировано обеднение состава синезеленых водорослей, на стеклах обрастания вегетировали лишь *Phormidium* Kütz. ex Gom. и *Leptolyngbya* Anagn. et Kom. Восстановление состава синезеленых водорослей произошло лишь через год после сжигания костров.

На двухчасовых кострищах наблюдалось постепенное увеличение числа родов диатомей, при этом необходимо отметить высокую степень обилия представителей родов *Hantzschia* Grun., *Navicula* Bory и *Pinnularia* Ehr., которые, согласно литературным данным (Чумачева, 2001), активно развиваются на участках лишней растительности с достаточным увлажнением.

Сравнительный анализ полученных данных позволил выявить представителей почвенных водорослей, наиболее чувствительных к действию пирогенного фактора (развивались в контрольных образцах и в почвах, отобранных через 9 и 12 месяцев после сжигания костров): *Tribonema* Derbès et Solier, *Xanthonema* Silva, *Heteropedia* Pasch., *Heterococcus* Chod., *Ellipsoidion* Pasch., *Chlorolobion* Korsch., *Leptosira* Borzi, *Myrmecia* Printz, *Cylindrocystis* Menegh., *Mesotaenium* Näg..

Приблизительно поровну во всех исследуемых образцах были развиты представители родов: *Chlorococcum* Menegh., *Chlorella* Beijer., *Pseudococcomyxa* Korsch., *Phormidium* Kütz. ex Gom. и *Klebsormidium* Silva et al. Все перечисленные водоросли обладают определенной степенью устойчивости к неблагоприятным факторам среды и имеют широкий диапазон распространения (Чумачева, 2001).

Характеризуя экологическую структуру альгогруппировок постпирогенных участков, можно отметить доминирование и постепенное увеличение количества представителей Ch-формы, которые, по данным (Штина, Голлербах, 1976), исключительно выносливы в экстремальных условиях (колебания pH, влажность, засоленность) и являются первопоселенцами многих нарушенных территорий.

С течением времени наблюдалось также увеличение количества водорослей, относящихся к B-форме, которые благодаря своей эфемерности развития и быстроте размножения способны интенсивно вегетировать на открытых пространствах (Зенова, Штина, 1990; Чумачева, 2001), что нами и было отмечено. Экологические спектры альгогруппировок почвенных образцов, которые были отобраны на кострищах через 9 и 12 месяцев, характеризовались появлением единичных представителей гидрофильных и амфибиальных форм, что свидетельствует об увеличении влажности исследуемых почв. Также следует отметить достаточно интенсивное развитие во всех анализируемых образцах представителей P-формы, которые, благодаря особенностям своего протопласта (Алексахина, 1984), способны переносить и высушивание, и избыточную влажность среды обитания.

Результаты исследования показали, что почвенные водоросли достаточно чутко реагируют на разную степень огневого воздействия. Наиболее устойчивыми к огневому воздействию оказываются при этом представители отделов *Chlorophyta* и *Cyanophyta*, наиболее чувствительными – водоросли отдела *Xanthophyta*. На качественный состав водорослей влияет также продолжительность горения: с увеличением времени пирогенного воздействия происходит уменьшение числа водорослей способных к вегетации.

Полученные результаты позволяют предположить, что в исследуемых почвах происходит постепенное улучшение условий среды, о чем свидетельствует смена состава и увеличение таксономического разнообразия альгогруппировок почв. Скорость восстановления условий обитания почвенных водорослей приближается к 1 году.

#### Литература

- Алексахина Т.И., Штина Э.А. Почвенные водоросли лесных биогеоценозов. М., 1984. 98 с.  
 Андреева В.М. Почвенные и аэрофильные зеленые водоросли (*Chlorophyta: Tetrasporales, Chlorococcales, Chlorosarcinales*). СПб., 1998. 352 с.  
 Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. М., 1989. 336 с.  
 Голлербах М.М., Штина Э.А. Почвенные водоросли. М., 1969. 228 с.  
 Зенова Г.М., Штина Э.А. Почвенные водоросли. М., 1990. 80 с.  
 Кабиров Р.Р., Суханова Н.В., Хайбуллина Л.С. Выделение почвенных альгоценозов методом Браун-Бланке. Уфа, 1999. 35 с. Деп. в ВИНТИ 31.03.99, № 1014–В99.  
 Костіков І.Ю., Романенко П.О., Демченко Е.М. та інші. Водорості ґрунтів України (історія та методи дослідження, система, конспект флори). Київ, 2001. 300 с.

## АЛЬГОЛОГИЯ

---

*Пивоварова Ж.Ф., Чумачева Н.М.* Особенности распределения почвенных водорослей на участках кострищ // Сибирский экологический журн. 2001. № 4. С.419–422.

*Рожков Л.Н.* Основы теории и практики рекреационного лесоводства. Мн., 2001. 292 с.

*Рысин Л.П., Маргус М.М.* Рекреационное лесопользование в СССР. М., 1983. 128 с.

*Сугачкова Е.В.* Влияние рекреационной нагрузки на сообщества почвенных водорослей: Автореф. дис. ...канд. биол. наук. Уфа, 2000. 20 с.

*Чумачева Н.М.* Стратегия восстановления альгогруппировок после низового пожара // Сибирский экологический журн. 2001. № 4. С.449–454.

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

*Штина Э.А., Некрасова К.А.* Реакция почвенных водорослей на антропогенные воздействия // Проблемы антропогенного воздействия на окружающую среду. Сб науч. трудов. М., 1985. С.56–62.

*Штина Э.А., Голлербах М.М.* Экология почвенных водорослей. М., 1976. 143 с.

*Ettl H., Gärtner G.* Syllabus der Boden-, Luft- und Flechtenalgen. Stuttgart-Jena-New York, 1995. 721 s.

*Komárek J., Anagnostidis K.* Cyanokaryota. 1 Teil: *Chroococcales*. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd 19/1. Jena-Stuttgart-Lübeck-Ulm, 1999. 548 s.

*Komárek J., Anagnostidis K.* Cyanokaryota. 2 Teil: *Oscillatoriales*. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd 19/2. München, 2005. 759 s.

*Round F.E., Crawford R.M., Mann D.G.* The Diatoms. Biology & Morphology of the Genera. Cambridge, 1990. 747 p.