УДК502.52(23):502.13(234.90:631.466.3

ПОЧВЕННЫЕ ВОДОРОСЛИ КАК БИОИНДИКАТОРЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ СЕВЕРО–ЗАПАДНОГО КАВКАЗА ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Криворотов С.Б., Букарева О.В.
Кубанский государственный университет, Краснодар

Изучены видовой состав и индикационные свойства почвенных водорослей, как биоиндикаторов загрязнения почв охраняемых территорий Северо-Западного Кавказа тяжелыми металлами.

Среди антропогенных источников загрязнения на территории России транспорт занимает второе место после промышленности, поскольку поставляет в природную среду огромные массы пыли, сажи, отработавших газов, масел, тяжелых металлов и сотен других веществ, значительная часть которых относится к токсикантам. Современный транспорт – особый источник воздействия на природу и человека потому, что он связан с дорогами (линейными инженерными сооружениями). Таким образом, на придорожные экосистемы влияет система «автомобильный транспорт – автомобильная дорога», которая оказывает на них многоаспектное воздействие: физическое (механическое, звуковое) и химическое (продукты сгорания топлива, истирания шин, износа покрытий и т.д.). Суммарный экологический эффект этого воздействия может быть установлен на основании изучения отклика экосистем придорожных зон: состояния популяций живых организмов, видового состава, жизненного состояния, особенностей онтогенеза отдельных видов и др.

Водоросли являются надежными индикаторами динамики загрязнителей в почве. Они могут указывать на присутствие в почве загрязняющих веществ, резко изменяющих почвенную альгофлору. В результате изменяется видовой состав и численность почвенных водорослей, формируются сходные по составу альгосинузии, что отражает уровень загрязнения почвы.

Специфика и мера воздействия автодорог на природные экосистемы требуют проведения разносторонних исследований, в том числе и альгологических. Почвенные водоросли являются весьма чувствительными организмами – индикаторами автотранспортного загрязнения придорожных участков почвы [2].

В 2002 – 2005 гг. нами изучалось изменение видового и численного состава водорослей охраняемых территорий Северо-Западного Кавказа в результате загрязнения почв тяжелыми металлами, поступающими от линейного источника (Лагонакская автомобильная трасса).

В результате проведенных исследований выявлен видовой состав почвенной альгофлоры охраняемых территорий Северо-Западного Кавказа (Таб. 1).

Составленный нами систематический список включает 65 видов почвенных водорослей из 41 рода, 27 семейств, 9 классов и 4 отделов. Из них 31 вид впервые указывается для территории Северо-Западного Кавказа. Систематический список почвенных водорослей составлен с учетом современной номенклатуры [1]. Среднее число видов в роде 1,6. Тридцать один род, т.е. большая их часть имеет уровень видового разнообразия ниже среднего, два рода насчитывают по 6 видов, один род – 5 видов, один род – 4 вида, один род – 3 вида, пять родов – по 2 вида. К многовидовым родам относятся: *Oscillatoria, Phormidium, Microcystis, Pinnularia, Anabaena, Chlorella, Chlorococcum, Gloeocapsa, Gloeothece, Synechocystis.* На их долю приходится 52, 4% от общего числа видов почвенных водорослей. На долю остальных одновидовых родов приходится 47,6% всего видового состава [4].

Тяжелые металлы поступают в придорожное пространство как в результате работы собственно транспортных средств, так и при истирании дорожного полотна. В результате истирания автопокрышек в почву вблизи автомобильной дороги поступают алюминий, кобальт, медь, железо, марганец, свинец, никель, фосфор, титан, цинк и другие элементы (Рис. 1).

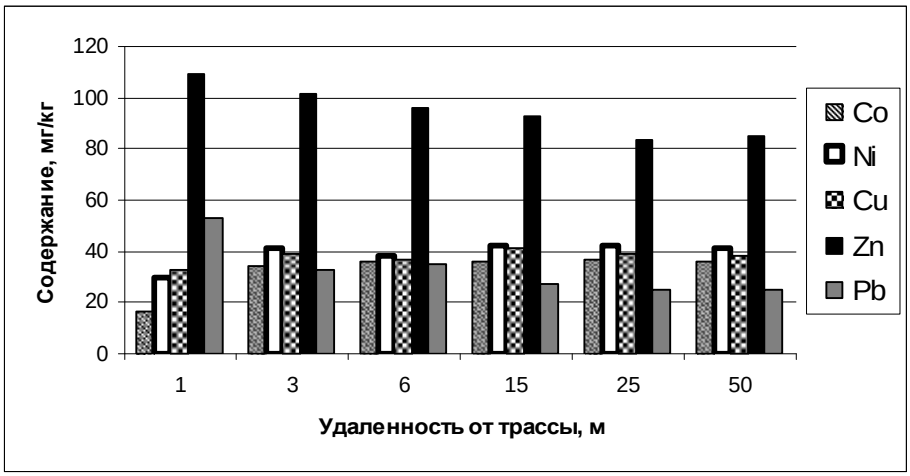

Рисунок 1. Содержание тяжелых металлов в образцах почвы на экспериментальных пробных площадях

Подшипники, вкладыши, тормозные масла – источники поступления в окружающую среду меди и цинка; сгорание этилированного топлива – основной источник свинца. Кадмий поступает в природную среду в результате износа шин и истирания асфальтобетона.

Основная масса металлов автотранспортного происхождения очень быстро попадает на поверхность почвы. Часть из них включается в процессы почвообразования, часть поглощается растениями, часть выносится поверхностными и грунтовыми водами [3].

Таблица 1. Численный состав почвенной альгофлоры охраняемых территорий Северо-Западного Кавказа

Название семейства	Количество видов	% от общего числа видов
Oscillatoriaceae	12	18,6
Gloeocapsaceae	7	10,9
Micocystidaceae	5	7,8
Naviculaceae	5	7,8
Coccobactereaceae	3	4,6
Nostocaceae	3	4,6
Anabaenaceae	3	4,6
Chlorococcaceae	3	4,6
Volvocaceae	2	3,1
Chlorellaceae	2	3,1
Protosiphonaceae	2	3,1
Nitzschiaceae	2	3,1
Pleurochloridaceae	2	3,1
Chlamydomonadaceae	1	1,5
Oocystaceae	1	1,5
Pleurococcaceae	1	1,5
Chlorosarcinaceae	1	1,5
Ulotrichaceae	1	1,5
Chaetophoraceae	1	1,5
Phyllosiphonaceae	1	1,5
Mesotaeniaceae	1	1,5
Zygnemataceae	1	1,5
Coscinodiscaceae	1	1,5
Tabellariaceae	1	1,5
Surirellaceae	1	1,5
Botryochloridaceae	1	1,5
Heterotrichaceae	1	1,5
Всего : 27	65	100,0

Наиболее опасными загрязнителями природной среды среди тяжелых металлов традиционно считаются свинец и кадмий. Установлено, что 75 % свинца, содержащегося в топливе, выделяется в воздух в составе аэрозолей в сочетании с ионами хлора и брома и рассеивается. Аэрозоль свинецсодержащих частиц состоит из нескольких фракций (с различной величиной частиц). Наиболее крупные (тяжелые) частицы первой фракции оседают в непосредственной близости от дорожного полотна (на расстоянии до 5 – 7 м); соединения свинца более мелкой (второй) фракции отличаются большей растворимостью и поэтому большей токсичностью, зона действия свинца этой фракции считается активной и достигает 30 – 100 м от края дорожного полотна. Более 65 % выброшенного в воздух автотранспортными средствами свинца приходится на зону 7 – 8 м. Частицы кадмия оседают в основной массе в непосредственной близости от края автомобильной дороги.

Исследования образцов почв, отобранных на экспериментальных площадях вблизи участков автомобильной дороги с разной интенсивностью воздействия автотранспортного загрязнения, показали, что существует тенденция к повышению содержания свинца с ростом транспортной нагрузки (Рис. 2).

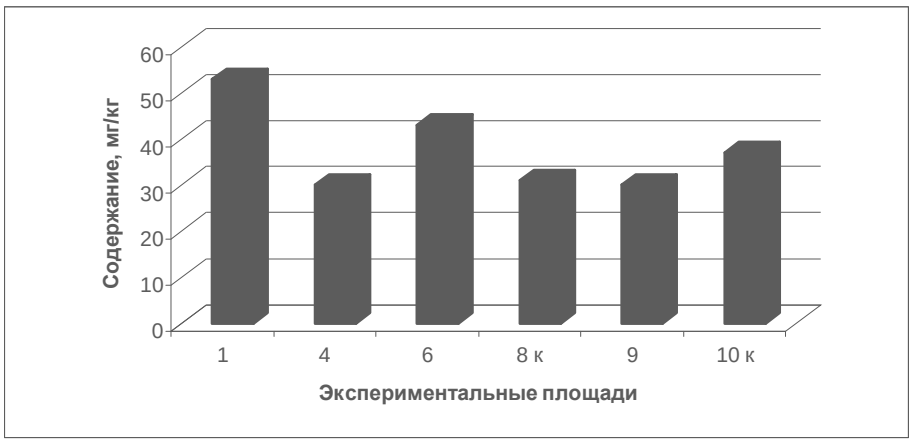

Рисунок 2. Изменение содержания свинца в почвенных образцах на разных экспериментальных площадях в зависимости от интенсивности автотранспортной нагрузки

По мере удаления от края дорожного полотна содержание свинца снижается. Это особенно характерно для экспериментальной площади № 1 (окрестности города Майкопа), отличающейся повышенным антропогенным воздействием. На площади № 9 (охраняемая территория, плато Лагонаки) колебания содержания свинца в почвенных образцах незначительны (Рис. 3).

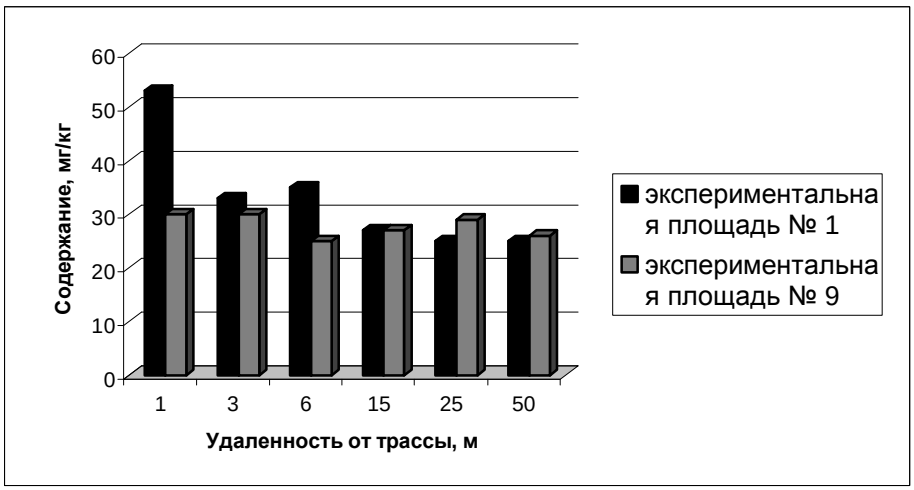

Рисунок 3. Динамика содержания свинца в почвенных образцах в зависимости от удаленности от линейного источника загрязнения

Техногенное загрязнение почвы свинцом прослеживается до глубины 10 – 15 см, редко до 20 см; этот металл удерживается слоем гумуса и слабо мигрирует в почве. Установлено, что продолжительность пребывания загрязняющих веществ в почвах гораздо больше, чем в атмо- или

гидросфере [5]. Поэтому загрязнение почв, и прежде всего тяжелыми металлами, практически необратимо.

Анализ почвенных образцов на содержание кадмия показал не высокую концентрацию данного металла в почвах. Вероятно, это связано с незначительным истиранием асфальтобетона в изучаемом районе.

Некоторые виды почвенных водорослей при высоких дозах содержания загрязняющих веществ активно размножаются, другие поддерживают жизнеспособность, следующие выпадают из сообществ.

Наиболее чувствительными к антропогенному загрязнению являются желто-зеленые водоросли. На отдельные виды зеленых водорослей загрязняющие вещества оказывают ингибирующее воздействие. На экспериментальной площади № 1 в почвенных образцах наблюдается уменьшение численности некоторых видов цианобактерий.

По мере приближения к автомобильной трассе степень загрязненности почв возрастает, что выражается в изменениях показателей состояния альгофлоры. Чувствительные к антропогенному загрязнению желто – зеленые водоросли обнаружены нами только на охраняемых территориях (территория и окрестности Кавказского государственного природного биосферного заповедника и заказника «Камышанова Поляна»). Мощный антропогенный пресс приводит к значительному уменьшению численности цианобактерий до их полного исчезновения, уменьшается число видов и количество особей массовых видов (*Oscillatoria amphibia, Phormidium foveolarum, Chlorella vulgaris, Stigeoclonium tenue* и др.), изменяются их морфологические показатели и биомасса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вассер С.П., Кондратьева, Масюк Н.П. Водоросли: Справочник. - Киев: Наукова Думка, 1989. - С. 3003 – 339.

2. Володина О.В., Криворотов С.Б. //Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий: Материалы XVII межреспубликанской научно-практической конференции. – Краснодар: Кубанский госуниверситет, 2004.- С. 6-9.

3. Кавтарадзе Д.Н. Николаева Л.Ф., Поршнева Е.Б., Флорова Н.Б. Автомобильные дороги в экологических системах (проблемы взаимодействия).- М.: ЧеРо, 1999.- 240 с.

4. Криворотов С.Б., Володина О.В. //Успехи современного естествознания. - 2003. - № 12.- С. 92-93.

5. Макарова А.И., Полунин С.Ф., Ильин Н.П., Славин Ф.И. //Гигиена и санитария. - 1983. - № 7. - С. 32-36.

SOIL ALGAE AS BIOLOGICAL INDICATORS OF SOIL POLLUTION OF PROTECTED AREAS OF THE NORTH-WESTERN CAUCASUS WITH HEAVY METALS

Krivorotov S.B., Bukareva O.V.
Kuban State University, Krasnodar

Species composition and indication properties of soil algae as biological pollution indicators of the protected areas of the North Western Caucasus have been studied.