

УДК 502.55:620.26

**О.А. Неверова, В.М. Позняковский**

Неверова Ольга Александровна родилась в 1959 г., окончила в 1981 г. Кемеровский государственный университет, кандидат биологических наук, доцент кафедры биохимии и микробиологии Кемеровского технологического института пищевой промышленности, руководитель группы биоиндикации окружающей среды Кузбасского ботанического сада (филиала ЦСБС СО РАН). Имеет 60 печатных работ по проблеме биоэкологической оценки загрязнения окружающей среды и состояния наземных экосистем в Кузбассе.



Позняковский Валерий Михайлович родился в 1948 г., окончил в 1971 г. Кемеровский государственный университет, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой биотехнологии, товароведения и экспертизы пищевых продуктов, директор НИИ биотехнологии и сертификации Кемеровского технологического института пищевой промышленности. Имеет более 400 печатных работ в области гигиенических аспектов биотехнологии и питания различных групп населения.

**ФИТОИНДИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ (НА ПРИМЕРЕ Г. КЕМЕРОВО)**

Установлено, что в черте города листья древесных растений концентрируют тяжелые металлы (ТМ) и рассеивают биофильные микроэлементы, преимущественно марганец; обнаружена видовая специфичность деревьев в способности накапливать ТМ; выявлены растения-индикаторы.

*Ключевые слова:* древесные растения, береза бородавчатая, липа мелколистная, рябина сибирская, сирень обыкновенная, фитоиндикация, аккумуляция, тяжелые металлы, загрязнение городской среды.

В последние десятилетия в экологических исследованиях для контроля качества воздуха, воды и почвы активно используют биотехнологические методы [1, 2, 4], к которым относят биотестирование – индикацию загрязнителей по их накоплению в биообъектах (микроорганизмы, растения, животные). Применение биотехнологических методов повышает надежность экологических прогнозов и является научной основой для разработки эффективных методов оздоровления среды.

Высокая концентрация промышленных производств в г. Кемерово, а также возрастающая транспортная нагрузка приводят к накоплению широкого спектра химических загрязняющих веществ в окружающей среде, в том числе в воздухе и почве. К наиболее опасным загрязнителям окружающей среды относятся тяжелые металлы (ТМ).

Цель настоящих исследований – оценка степени загрязнения окружающей среды г. Кемерово тяжелыми металлами методом биотестирования с использованием древесных растений.

#### *Объекты и методы исследований*

Исследования проведены в вегетационный период 2001 г. Объектами исследований являлись древесные растения: береза бородавчатая (*Betula verrucosa* Roth.), рябина сибирская (*Sorbus sibirica* Hedl.), липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.), сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris* L.), произрастающие в скверах и примагистральных посадках всех районов города. Контрольная (условно-чистая) зона (фон) находилась в 30 км южнее городской черты. Образцами для сравнения служили отдельные деревья на опушке леса или на загородных дачах (например сирень обыкновенная). Возраст исследуемых деревьев составлял 30 ... 50 лет. Пробы растительных образцов (листья без видимых признаков повреждений) отбирали в июле с южной стороны средней части кроны.

Оценка загрязнения городской среды тяжелыми металлами (Fe, Mn, Mo, Cr, Pb, Cu, Co, Cd, Zn, Ni) выполнена Государственным центром агрохимической службы «Кемеровский» с использованием атомно-абсорбционного спектрометра ААС-30.

Для оценки суммарного загрязнения среды ТМ рассчитывали суммарный показатель концентрации (СПК) загрязнения и коэффициент обогащения древесных растений  $K_{об}$ :

$$СПК = \Sigma(C_i - C_{\phi}) / C_{\phi},$$

где  $C_i$ ,  $C_{\phi}$  – соответственно содержание химического элемента в листьях деревьев городской черты и фоновой пробы (контроль).

$K_{об}$  определяли как отношение среднего содержания элемента в растениях города к среднему его содержанию в растениях фонового участка.

Полученный материал математически обработан с помощью статистического пакета Statistica 5,5 для IBM совместимых компьютеров.

#### *Обсуждение результатов*

По составу ТМ в листьях древесные растения города отличаются от естественных аналогов. На территории города древесная растительность обогащается элементами техногенной группы (табл. 1).

Наиболее широкий спектр ТМ концентрируют рябина (Pb, Cd, Cu, Zn, Ni, Co, Cr) и липа (Pb, Cd, Cu, Ni, Fe, Cr). Рябина в большей степени накапливает Pb ( $K_{об} = 2,25 \dots 2,92$ ), Cd (3,40 ... 3,60), Zn (2,48 ... 3,60), Ni (2,30 ... 1,80), Cr (1,42 ... 2,20), липа – Pb (2,56...3,00), Cd (2,10 ... 3,00), Cr (2,25 ... 2,40).

Для всех исследуемых пород в городе характерна деконцентрация биофильного элемента Mn ( $K_{об} < 1$ ). Для некоторых пород отмечено снижение содержания и других металлов ниже фонового уровня, например Co у березы и сирени в магистральных посадках и липы в обоих типах насаждений. Деконцентрация наиболее широкого спектра металлов характерна для

Таблица 1

**Коэффициенты обогащения древесных растений города тяжелыми металлами**

Порода	$K_{об}$								
	Pb	Cd	Cu	Zn	Mn	Ni	Co	Fe	Cr
Береза	2,08	1,60	1,60	1,14	0,28	0,66	0,84	1,06	1,18
	1,54	0,50	1,44	1,08	0,30	0,76	0,88	1,02	0,84
Липа	3,13	3,00	1,42	1,90	0,57	1,04	0,64	1,46	2,40
	2,56	2,10	1,32	1,80	0,65	1,03	0,56	1,50	2,25
Рябина	2,92	3,40	1,80	2,48	0,57	2,26	1,75	0,74	2,15
	2,25	3,60	1,48	2,10	0,58	1,75	1,76	0,90	1,45
Сирень	1,80	1,10	1,85	0,93	0,69	1,00	0,82	0,97	1,40
	1,78	0,84	1,51	0,88	0,62	1,86	0,95	0,95	1,27

Примечание. Здесь и далее, в табл. 2, в числителе приведены данные для магистральных посадок, в знаменателе – для скверов.

Таблица 2

**Средние значения СПК химических элементов в листьях древесных растений города**

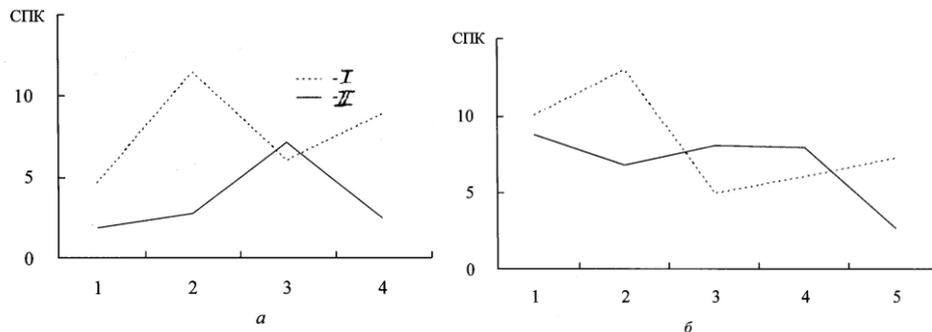
Порода	Всего по городу	В том числе по районам				
		Ленинский	Центральный	Заводской	Кировский	Рудничный
Береза	1,63/0,07	0,39/0,25	1,10/-1,16	1,90/-0,14	2,47/0,14	2,31/26
Липа	7,67/3,50	4,59/1,81	11,37/2,68	5,95/7,05	8,75/2,44	–
Рябина	8,75/6,80	10,00/8,73	12,89/6,77	4,93/8,00	-/7,89	7,16/2,64
Сирень	1,56/1,69	3,26/2,16	0,43/-3,07	0,99/2,62	-/0,44	-/6,29

березы, произрастающей в скверах (содержание Cd, Ni, Co, Cr ниже фонового уровня).

Установлено, что липа и рябина имеют самый высокий СПК, в среднем по городу он составляет соответственно 7,27 и 8,25 в примастральных посадках и 3,50 и 6,80 в скверах (табл. 2). Максимальные значения СПК характерны для липы и рябины, произрастающих вдоль магистралей Центрального района города (соответственно 11,37 и 12,89) (табл. 2, см. рисунок). Таким образом, деревья, растущие вдоль магистралей, в большинстве случаев отличаются более высоким содержанием ТМ. Однако, согласно классификации Н.Н. Москаленко и Р.С. Смирновой [3], уровень загрязнения растительности СПК = 10 ... 20 оценивается как минимальный. Береза и сирень обладают низкой металлоаккумулирующей способностью – СПК в среднем по городу не достигает 3,00, а в скверах Центрального и Заводского районов наблюдается деконцентрация ТМ ниже фонового уровня (табл. 1, 2).

#### Выводы

1. Установлено, что в условиях преобразованной городской среды листья древесных растений концентрируют ТМ, в основном связанные с техногенезом, и рассеивают биофильные микроэлементы – преимущественно марганец.



Суммарный показатель загрязнения листьев липы (а) и рябины сибирской (б) вдоль магистралей (I) и в скверах (II) (Цифры по горизонтальной оси – районы: 1 – Ленинский, 2 – Центральный, 3 – Заводской, 4 – Кировский, 5 – Рудничный)

2. Выявлена видовая специфичность деревьев в способности накапливать ТМ, которая выражается рядом: рябина > липа > сирень > береза.

3. В качестве индикаторов загрязнения ТМ городской среды можно использовать рябину и липу, СПК и  $K_{об}$  которых максимальны для широкого спектра исследуемых элементов.

4. Показано, что уровень суммарного загрязнения окружающей среды г. Кемерово по ТМ оценивается как низкий (СПК растений-концентраторов – рябины и липы – меньше 20).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бекер М.Е. Биотехнология / М.Е. Бекер, Г.К. Лиепиньш, Е.П. Райпулис. – М.: Агропромиздат, 1990. – 334 с.
2. Биотехнология. Принципы и применение / под ред. И. Хиггинса, Д. Беста, Дж. Джонсона. – М.: Мир, 1988. – 480 с.
3. Москаленко Н.Н. Геохимическая оценка загрязнения окружающей среды Ленинского района Москвы / Н.Н. Москаленко, Р.С. Смирнова // Экология и охрана природы Москвы и Московского региона. – М.: МГУ, 1990.
4. Попова Т.Е. Развитие биотехнологии в СССР / Т.Е. Попова. – М.: Наука, 1988. – 200 с.

Кемеровский технологический институт пищевой промышленности

Поступила 2.09.03

*O.A. Neverova, V.M. Poznyakovsky*

#### **Phytomonitoring of Urban Environment by Heavy Metals (on the Example of Kemerovo)**

It has been found out that that the leaves of wooden plants growing in the town concentrate heavy metals and scatter biophil microelements, manganese being the main one. The species specificity of trees has been discovered in their ability of accumulating heavy metals; the plants-indicators have been revealed.