

К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ФИТОКОМПОНЕНТА БИОРАЗНООБРАЗИЯ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ КАРТИРОВАНИИ УРБОСРЕДЫ

© 2004 Л.М. Кавеленова, Н.В. Прохорова

Самарский государственный университет

Рассматриваются возможности привлечения к экологическому картированию городских территорий показателей растительного покрова урбосреды, определяемых на различных уровнях организации фитосистем, от видового состава и меры рудерализации растительных группировок, до эколого-физиологических и биогеохимических параметров отдельных видов-моделей. Представлены результаты приложения данного подхода к территории г. Самары. Анализируется ряд потенциально эффективных с точки зрения экологического зонирования биогеохимических показателей древесных растений, апробированных нами в этом качестве в условиях лесостепи.

Введение

Инвентаризация и детальное изучение различных компонентов биологического разнообразия, представленного на сегодня не только в природных экосистемах, но и в различных типах антропогенных ландшафтов, помимо огромной самостоятельной ценности, открывают широкие возможности для оценки качества окружающей среды. Выраженная самым непосредственным образом зависимость связь фитосистем разного уровня (от растения и его отдельных органов, тка-

ней, клеток до растительных сообществ различной иерархии) от комплекса факторов местообитания [4, 5, 7, 24, 27], на наш взгляд, делает фитокомпонент биологического разнообразия источником данных, на основе которых может выполняться экологическое картирование территории.

Что касается первой стороны проблемы – информации о различных параметрах фитосистем, обратимся к общей схеме использования растений в биоиндикации и биомониторинге (рис. 1) [12-14, 16]. В данном слу-

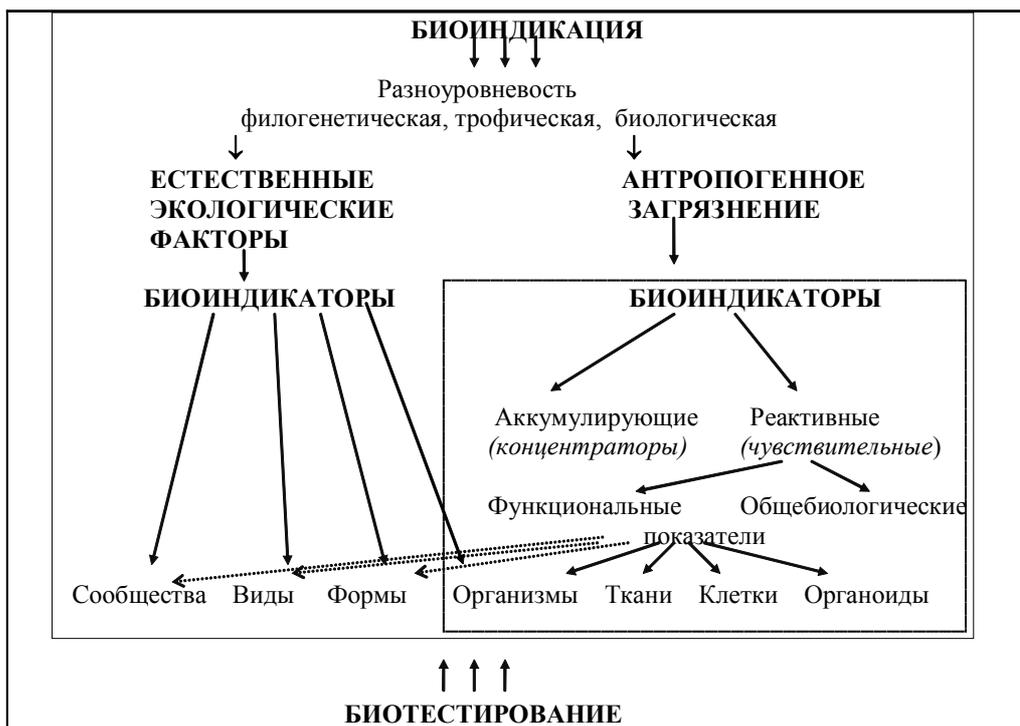


Рис. 1. Специфика объектов и структура исследований в области биоиндикации

чае под биоиндикацией понимается оценка природной среды с помощью обитающих в ней живых организмов-биоиндикаторов, присутствие, количество или жизненное состояние которых определяется комплексом условий среды. Биотестирование включает активный момент действий исследователя, который произвольно привносит во внешнюю среду организм – биотест в качестве своеобразного прибора, реакция которого будет определена конкретными особенностями среды. Возможно биотестирование в лабораторных условиях, когда испытывается действие конкретного исследуемого фактора в заданных грациях. И биоиндикационный, и биотестовый подходы могут быть применены по отношению как к природным, так и к антропогенным факторам окружающей среды.

Живые организмы – биоиндикаторы могут использоваться в двух направлениях – как концентраторы загрязнения, позволяющие судить об общем уровне загрязнения среды по содержанию данных веществ в их тканях, и как чувствительные (реактивные) индикаторы, ответные реакции которых связывают с уровнем загрязнения среды (рис. 1).

Каждый из этих подходов связан с определенными ограничениями возможностей исследователя. В первом случае концентрация загрязнителя в тканях растения или животного будет зависеть от целого ряда факторов – возраста, жизненного состояния, анализируемого органа или ткани, особенностей внешней среды и т.д., то есть едва ли будет однозначно связана с концентрацией загрязнителя в данной точке среды. Кроме того, описанный показатель будет обладать видоспецифичностью [6, 8, 10, 11, 17 - 19, 23]. Поэтому вопрос о выборе “оптимальных” биоиндикаторов нельзя признать решенным. Во втором случае мы сталкиваемся с тем, что почти любой показатель метаболизма или структуры растений изменяется в условиях техногенного загрязнения, и необходимо выбрать из множества те биоиндикаторы, чья реакция обнаруживает тесную корреляцию с конкретным уровнем загрязнения.

Анализируя современную практику использования фитоиндикаторов, отметим следующее. Широко распространен поиск рас-

тительных организмов-концентраторов для оценки уровня загрязнения окружающей среды различными группами веществ (тяжелыми металлами, органическими и неорганическими соединениями), и сенсоров – как для оценки уровня суммарного загрязнения, так и для отдельных его компонентов. Виды-индикаторы зонально приурочены. Использование растений-концентраторов чаще направлено на оценку аэрального пути поступления загрязнителей, причем анализируется как масса загрязнителя, аккумулированного органами и тканями, так и загрязняющие вещества, осаждаемые на поверхности листьев, коры, поглощенные кутикулой. В последнем случае орган растения выступает в качестве сорбирующего планшета, а масса осаждаемого загрязнителя в большей степени определяется внешними условиями. У растений-сенсоров реакциями на техногенное загрязнение являются морфологические, анатомические, физиолого-биохимические изменения. Среди наиболее часто используемых показателей можно назвать структурно-функциональные изменения листьев, появление хлорозов и некрозов. На уровне физиолого-биохимических откликов достаточно часто рассматриваются изменения фотосинтетического пигментного аппарата, активности дыхательных ферментов, компонентов антиоксидантной системы, накопление стрессовых метаболитов. Среди показателей генеративных структур для практики биомониторинга предлагается оценка качества пыльцы. Что касается биотестов, они представляют собой как структурно автономные объекты (растения, семена и проростки, пыльцевые зерна), так и органы растений (высечки листьев, корни, побеги). В качестве объекта тестирования могут быть загрязнение воды, воздуха, почвы как отдельными фитотоксикантами, так и суммой веществ.

Вторая сторона проблемы, то есть экологическое картирование территории, в последние годы приобретает все большую популярность, что в первую очередь объясняется использованием компьютерных геоинформационных технологий, позволяющих осуществлять зонирование с учетом различных параметров или системообразующих признаков [1-3, 9].

Городская среда, как правило, характеризуется высоким уровнем пространственно-временной гетерогенности, что для г. Самары было детально показано нами ранее [15]. Тем более важным и социально значимым становится ее экологическое картирование (зонирование) с учетом информации о состоянии фитосистем, которая может быть соотнесена с уровнем техногенного загрязнения, нарушенности территории и прочими параметрами экологического неблагополучия среды обитания человека. В данном сообщении мы представляем результаты, полученные при проведении экологического картирования территории г. Самары при использовании различных показателей фитосистем - от видового состава и меры рудерализации растительных группировок до эколого-физиологических параметров отдельных видов-моделей. Параллельно приводятся сведения о потенциально эффективных с точки зрения экологического зонирования биогеохимических показателях древесных растений, апробированных нами в этом качестве в условиях лесостепи.

Методика работы

В системе ArcView GIS 3.2. на основе доступного картографического материала была подготовлена компьютерная карта г. Самары, которая использовалась для выполнения схем размещения насаждений, показателей их видового богатства, рудерализованности, типа генезиса и др. Фактические данные, полученные нами в результате исследований, проведенных в 1990-2002 г.г. в различных насаждениях (парках, скверах, уличных посадках) и ближайших пригородных лесных массивах в окрестностях г. Самары в ходе маршрутных обследований, работы на пробных площадях и лабораторного обследования проб фитомассы, были использованы для проведения изолинейного картирования территории. Для оценки пригодности в биоиндикации техногенного загрязнения было выполнено определение накопления тяжелых металлов в годичных побегах (гистохимически на временных препаратах с использованием дитизионового реактива).

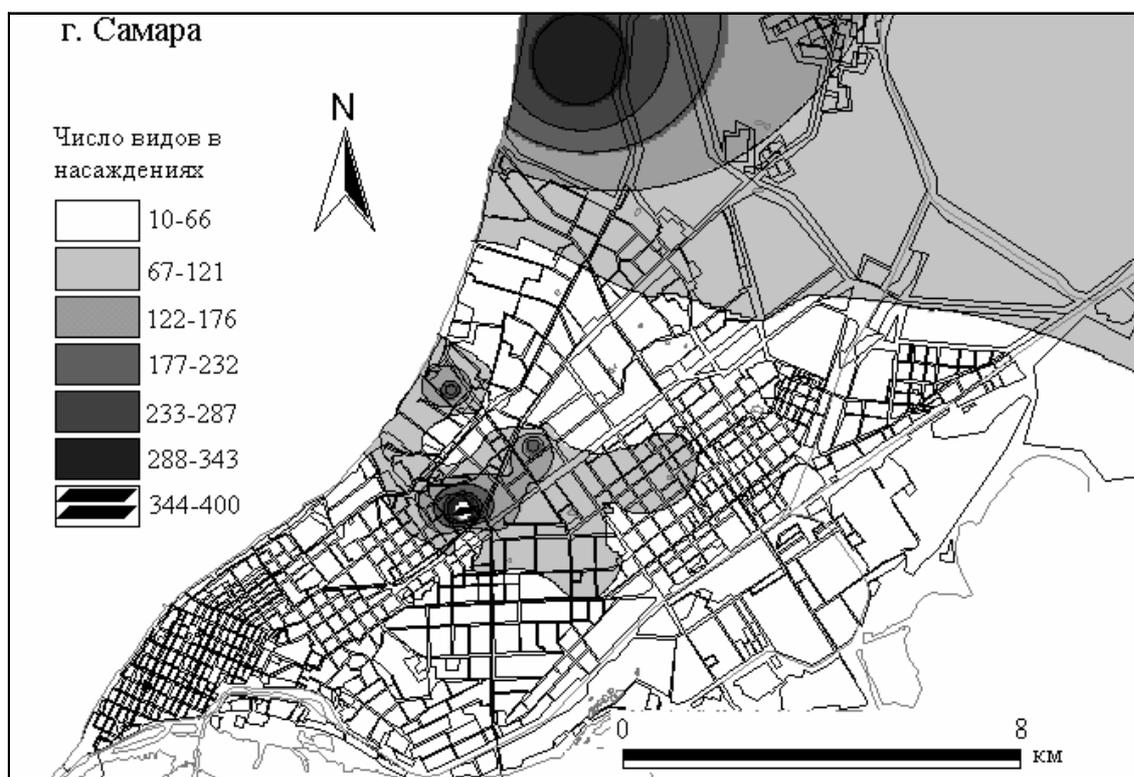


Рис. 2. Результаты изолинейного зонирования территории г. Самары в соответствии с числом видов высших растений в насаждениях (без учета культивируемых видов)

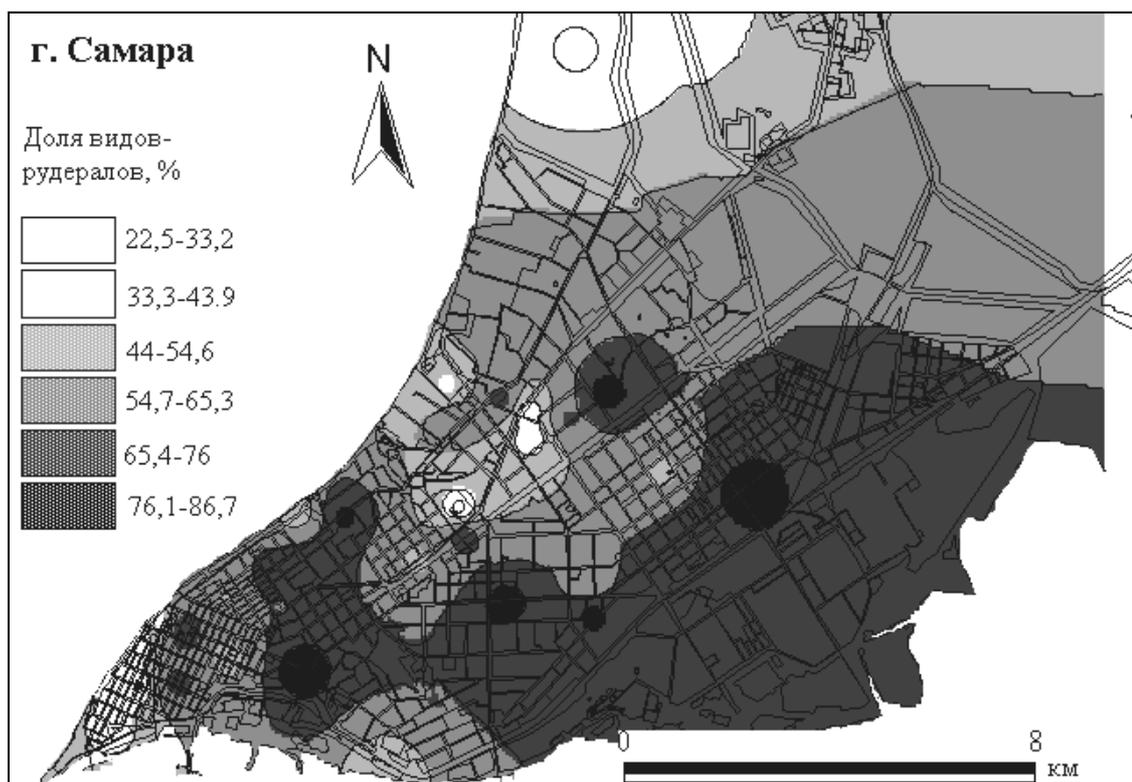


Рис. 3. Результаты изолинейного зонирования территории г. Самары в соответствии с долей рудеральных видов растений в насаждениях

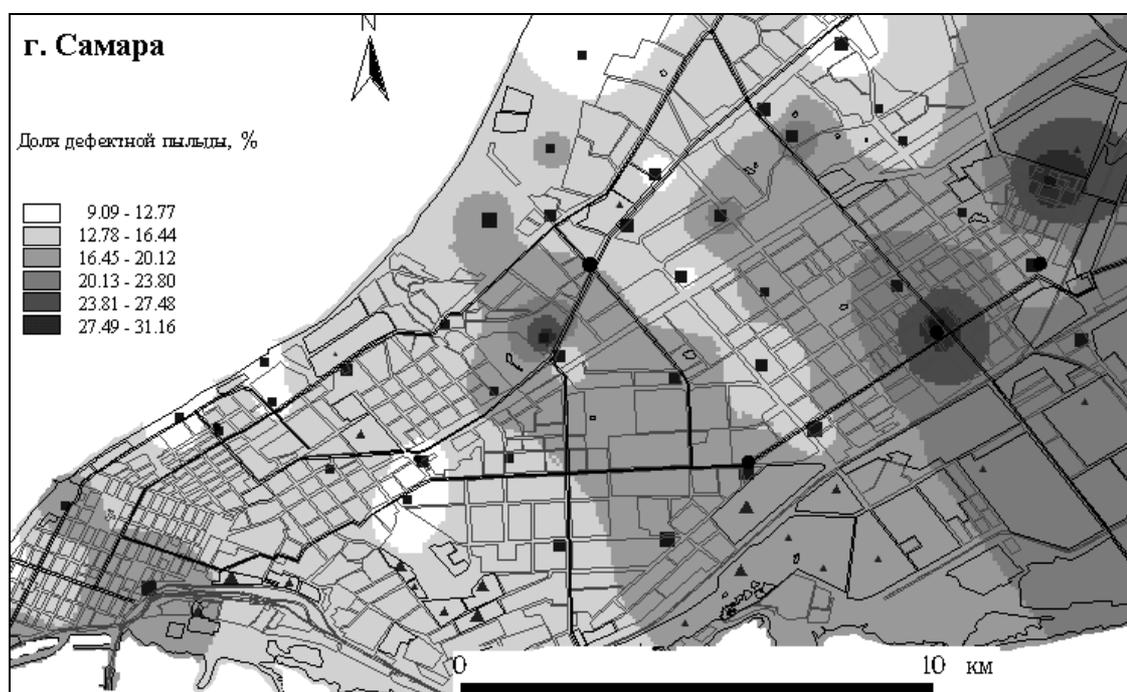


Рис. 4. Результаты изолинейного зонирования центральной части территории г. Самары в соответствии с качеством пыльцы одуванчика лекарственного

Результаты и их обсуждение

Выполненное нами по массивам фактических данных изолинейное картирование в системе ArcView показало, что приблизительно сходная картина экологического зониро-

вания территории г. Самары получена при использовании фитоиндикационных показателей различного уровня организации, от структурно-функциональных клеточных (доля дефектной или стерильной пыльцы

одуванчика, мелкой пыльцы цикория) до уровня растительных сообществ (доля рудеральных видов в травостое, число видов в растительных группировках) (рис. 2 - 4).

Исходными данными для первой представленной нами карты (рис. 2) служили списки видов высших растений, отмечавшихся в составе различных типов насаждений в г. Самаре. Естественно, что они были наиболее обширными для крупных и мозаичных по набору биотопов парковых насаждений резидентного генезиса, среди которых естественным образом лидировала территория Волжского склона (более 340, без учета культивируемых).

Для парковых массивов внутри городской территории обнаруживалось произрастание от 213 до 66 видов высших растений. В составе уличных насаждений с неизменностью присутствовало от 15 до 25 видов высших растений, высоко устойчивых к комплексу условий урбосреды. Среди видов, с неизменностью обнаруживаемых в составе травостоя уличных насаждений г. Самары, мы можем назвать: выюнок полевой *Convolvulus arvensis* L., горец птичий *Polygonum aviculare* L., клевер гибридный *Trifolium hybridum* L., лопух паутинистый *Arctium tomentosum* Mill., марь белую *Chenopodium album* L., мятлик луговой *Poa pratensis* L., одуванчик лекарственный *Taraxacum officinale* Wigg., пастушью сумку обыкновенную *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., подорожник средний *Plantago media* L., ромашку непахучую *Matricaria perforata* Merat, цикорий обыкновенный *Cichorium intybus* L. [16].

Картирование городской территории с учетом видового богатства растительных группировок не только важно с позиций инвентаризации фитокомпоненты биоразнообразия, но и косвенно указывает расположение зон различного уровня экологического благополучия внутри города. Общий характер расположения зон, выделенных на основе критерия видового богатства растительных группировок в насаждениях г. Самары, вполне предсказуемо демонстрировал снижение насыщенности видами от периферии (пригородных насаждений) к центральной, наиболее старой части города. Отдельные

“сгущения” внутри городской территории относились к парковым массивам, наибольший уровень видового разнообразия был характерен для территории ботанического сада Самарского государственного университета. Для последнего рефугиальный характер территории с исключительно высоким уровнем видового разнообразия насаждений, сосредоточенных в малом фрагменте городской среды, имеет искусственный характер и обеспечивается деятельностью персонала по сохранению и изучению растений в культуре и регулированию (снижению) уровня антропогенной нагрузки на насаждения.

Следующим параметром, использованным нами для экологического зонирования, была доля сорных (рудеральных и переходно-рудеральных, по системе экоморф А.Л. Бельгарда) видов в насаждениях (рис. 3). В этом случае для большей части городской территории рисунок распределения зон был близок к предыдущему, но значения показателей изменялись в противоположном направлении – мера рудерализации растительных группировок возрастала от периферии к промышленной зоне (юго-восточная часть города) и историческому центру (юго-западная часть). Некоторое ослабление уровня рудерализации, отмеченное для самой старой части города, на деле носило условный характер, так как явилось результатом крайне малочисленного списка видов в данных насаждениях.

Проведение экологического зонирования городской территории, выполненное нами в соответствии с некоторыми экофизиологическими параметрами высших растений [16] – уровнем зольности и водоудерживающей способности листьев, качества пыльцы ряда травянистых и древесных видов (например, рис. 4) вновь продемонстрировало в целом сходное распределение зон с изменением уровня показателей от пригородных насаждений к Безымянской промзоне и старейшим районам города.

Таким образом, явно не случайное совпадение результатов экологического зонирования городской территории в соответствии с градиентом признаков фитосистем различного уровня организации, на наш взгляд, слу-

жит аргументом в пользу применения данного метода для инвентаризации биоразнообразия и оценки качества городской среды.

Обратимся еще к одному перспективному направлению экологического картирования территории, когда критерием зонирования становятся биогеохимические показатели фитомассы высших растений. Особенностью эколого-биогеохимических исследований является их строгая пространственная привязка. В сочетании с количественным характером получаемых аналитических данных такой материал весьма удобен для экологического картирования (зонирования) исследуемой территории.

Подобные исследования, сутью которых является изучение накопления и распределения тяжелых металлов в почвенном и растительном покрове, на территории Самарской области проводятся с 1991 года. В результате многолетних исследований была сформирована обширная компьютерная база данных, позволившая осуществить изолинейное картирование распределения тяжелых металлов в почве и посевах ведущих культур для всей территории области [17]. Полученные картосхемы четко выявили участки с повышенным содержанием тяжелых металлов в почвах и сельскохозяйственных растениях, а также районы, перспективные в отношении получения экологически безопасной продукции растениеводства. Объектом более поздних эколого-биогеохимических исследований стал небольшой промышленный город областного подчинения – Отрадный, особенностью которого является развитая промышленность химического и нефтехимического направления. Впервые на его территории были проведены полномасштабные исследования накопления тяжелых металлов в верхнем горизонте почв. Последующее компьютерное изолинейное картирование позволило выявить экологически неблагоприятные районы города и источники полиметаллического загрязнения его почв, состав основных ассоциаций тяжелых металлов в них [22].

Эколого-биогеохимические исследования в городах Самарской области в последние годы ведутся достаточно активно. Осуществляется набор аналитического материала для

оценки распределения тяжелых металлов в почвенном покрове г. Самары, а также поиск наиболее информативных растений-биоиндикаторов полиметаллического загрязнения городской среды. В качестве методической базы, кроме традиционных аналитических методов, активно внедряются новые методические разработки, призванные ускорить и удешевить процесс получения первичных данных о содержании тяжелых металлов в городской среде.

Один из таких способов гистохимический, основой его является цветная реакция ионов тяжелых металлов с дитизоном [25, 26]. Данный метод имеет ряд ограничений, так как он не позволяет получить строго количественные данные и не выявляет загрязнение конкретными элементами. Для экологического мониторинга и зонирования городской среды часто вполне достаточно выявлять полиметаллический характер загрязнения, а количественный аспект можно реализовать, вводя бальную систему оценки интенсивности окраски тканей, что и соответствует более высоким или низким уровням содержания тяжелых металлов в среде. Кроме того, характер распределения тяжелых металлов в тканях также представляет собой важную информацию о путях их поступления в растительный организм. Например, локализация металлов в перидерме указывает на их аэральное поступление, а интенсивное окрашивание ксилемы – о корневом проникновении. Окрашивание флоэмы может свидетельствовать как о корневом, так и о фоллиарном пути поступления тяжелых металлов в растение.

Важное преимущество гистохимического метода состоит еще и в том, что анализ проводится в течение нескольких минут, для него не требуется дорогостоящего оборудования, его можно проводить в любое время года. Полученные данные имеют сравнительный характер и позволяют оценить большее или меньшее содержание тяжелых металлов на конкретных участках городской территории. Методическая часть работы описана нами ранее [21].

В качестве биоиндикаторов загрязнения городской среды тяжелыми металлами наи-

Таблица 1. Результаты балльной оценки накопления суммы тяжелых металлов годовыми побегами древесных растений в зависимости от места произрастания в г. Самаре

Вариант	Перидерма	Флоэма	Ксилема	Сердцевина
Береза бородавчатая				
Ул. Ново-Вокзальная	2,5	2,72	0,06*	0
Ул. Воронежская	2,35	2,18	0,03*	0
Московское шоссе	2,95	2,86	0,31*	0
Загородный парк	1,93	1,58	0,16*	0
Пригородный лес	1,25	0,86	0,01*	0
Липа мелколистная				
Загородный парк	3	2	1*	2
Парк им. Гагарина	3	2	2*	2
Управленческий	1	1	0	0
Ясень ланцетный				
Загородный парк	1,8	1	0	0
АО САМЕКО	3	2	1*	0
Рубежное	0,75	1	0	0

* – распределение тяжелых металлов только по сердцевинным лучам ксилемы

более удобными (информативными) оказались древесные растения, вернее их годовые побеги. Несмотря на некоторые количественные и качественные различия в накоплении и распределении тяжелых металлов в тканях годовых побегов, выявляемых гистохимически, в целом разные виды демонстрируют сходную картину (таб.1). Поэтому выбор биоиндикаторов в этом случае больше связан с техническими условиями работы: достаточно равномерное распределение вида в системе озеленения города, возможность отбора годовых побегов с земли (их высота над уровнем почвы), удобство приготовления тонких поперечных срезов опасной бритвой (толщина и твердость побегов).

Данные, представленные в табл.1, демонстрируют как видоспецифичные особенности аккумуляции тяжелых металлов побегами древесных растений, так и зависимость итогового уровня накопления от уровня техногенного загрязнения промышленными предприятиями и автотранспортными средствами. Выбор оптимального объекта-биоиндикатора и проведение скрининга в различных городских насаждениях в перспективе обеспечат осуществление еще одного подхода к экологическому картированию территории с использованием структурных показателей фитосистем.

Заключение

Изучение различных аспектов функционирования фитосистем различного уровня в городской среде и использование их в качестве параметров зонирования позволяет нам высказать ряд соображений, подкрепленных результатами собственных исследований.

Обязательным условием адекватного экологического картирования городской территории является наличие достаточного числа точек наблюдений, в которых осуществляется сбор фактической информации. Данный подход доступен:

- 1) при использовании в качестве биоиндикаторов видов растений, имеющих повсеместное распространение,
- 2) при сравнительно простой (скрининговой) процедуре снятия показателей.

Первое соображение затрудняет использование в фитомониторинге ряда местных древесных видов (клен остролистный, дуб черешчатый), которые далеко не повсеместно присутствуют в городских насаждениях. Древесные растения, более обычные для данного конкретного города, могут быть как местными видами (береза повислая), так и интродуцентами (клен ясенелистный) (табл.2).

Что касается травянистых растений, то выше в данном сообщении мы представили список видов, которые могут быть обнаруже-

Таблица 2. Древесные растения и их апробация в качестве биоиндикаторов в условиях городской среды в лесостепи (г. Самара)

Виды древесных растений	Использование в городских насаждениях и некоторые прочие особенности	Оценка биоиндикац. значимости в г. Самаре*
Береза повислая	Широко используется в городских насаждениях	а, б, в
Боярышник полумягкий и др. виды	Ряд видов используется в различных городских насаждениях	а, б
Дуб черешчатый	Вид распространен в насаждениях не повсеместно	б, в
Ива белая	Сравнительно редко используется в насаждениях	б
Каштан ложноконский	Вид распространен в насаждениях не повсеместно	б
Клен остролистный	Распространение в городских насаждениях ограничено парками	б
Клен ясенелистный	Широко участвует в насаждениях различных типов, формирует волонтерные заросли	а, б, в
Липа крупнолистная	Не встречается вне городских насаждений	а, б
Липа мелколистная	Широко, но не повсеместно представлена в городских насаждениях	а, б, в
Роза собачья, р. бедренцеволистная и др. виды	Виды распространены в насаждениях не повсеместно, садовые формы размножаются с помощью прививки, что затрудняет определение видовой принадлежности	а
Рябина обыкновенная	Широко используется в городских насаждениях	а, б
Тополь черный и др. виды и гибриды	Затруднен отбор образцов и определение видовой принадлежности экземпляров	б
Черемуха виргинская	Вид распространен в насаждениях не повсеместно	б
Черемуха обыкновенная	Вид распространен в насаждениях не повсеместно, подвергается механическим травмам	
Чубушник венечный	Не встречается вне городских насаждений	а
Яблоня ягодная	Вид распространен в насаждениях не повсеместно	а
Ясень ланцетный	Широко используется в городских насаждениях	б, в

* – для названного вида в насаждениях г. Самары определялись:
а – качество пыльцы; б – эколого-физиологические показатели листьев;
в – накопление тяжелых металлов в годичных побегах

ны практически в любой части города Самары. Некоторые из них апробировались нами в качестве объектов – потенциальных биоиндикаторов (одуванчик лекарственный, горец птичий, цикорий обыкновенный).

Второе соображение – о предпочтительности сравнительно простых методов получения данных - ограничивает фитоиндикационную значимость более трудоемких биохимических показателей, особенно характеризующихся высокой лабильностью (активность ферментов и др.). В таком случае становится гораздо сложнее осуществить скрининг для большого числа точек наблюдений с оценкой показателей при минимальном разрыве во времени. Кроме того, показатели метаболизма могут характеризоваться выраженной сезонной динамикой, и различные сроки оценки показателей выявят неодинаковый уровень различий между значениями данного признака в различных точках городской территории.

Далее, желательно использование показателей, которые обнаруживают определенную стабильность – например, в течение достаточно длительного времени не изменяются после достижения ими полного развития в данный вегетационный период (таковы качество семян, морфолого-анатомические показатели органов растений, особенности видового состава насаждений). С этих позиций объяснимы столь многочисленные попытки привлечения к оценке экологических условий асимметрии листовых пластинок – признака, не изменяющегося после завершения роста листовой пластинки, определение которого легко осуществимо и практически не требует материальных затрат, и неплохо зарекомендовало себя для лесной зоны. Однако наши данные позволяют утверждать, что в изменчивых погодных условиях лесостепи асимметричность листа классического в этом плане объекта, березы повислой - показатель флуктуирующей асимметрии - обнаружива-

ет зависимость не только от уровня техногенного загрязнения, но и от прочих биотопических условий (увлажнение, особенности температурного и ветрового режима и пр.). Учет этих условий хотя бы в условной балльной системе обязателен. К группе стабильных показателей можно отнести структурные особенности побегов древесных растений, связанные с накоплением поллютантов и обнаруживаемые гистохимическими методами. Дополнительным положительным моментом в этом случае выступает возможность проведения скрининга в различные сроки, в том числе вне вегетационного периода.

Таким образом, изучение фитосистем различного уровня, от растительных сообществ до органов и тканей высших растений, в условиях крупного промышленного города, не только способствует познанию закономерностей существования элементов биологического разнообразия в антропогенно преобразованной среде. Информация, получаемая в результате таких исследований, должна рассматриваться как основа для экологического зонирования территории. "Привязка" части точек сбора информации о состоянии фитосистем к местам аналитического (физико-химического и химического) контроля за загрязнением городской среды позволит объединить получаемые разными методами данные в единую картину и обеспечит объективность оценки экологической ситуации в современном мегаполисе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буренков Э.К., Головин А.А., Филатов Е.И. Защита среды обитания начинается с многоцелевого геохимического картографирования: концепция устойчивого развития // Экология и промышленность России. 1997. №7.
2. Васмут А.С., Магмутова Л.А., Семенов В.Ф. Об использовании компьютерных технологий в экологическом картографировании // Геодезия и картография. 1992. №9-10.
3. Верещака Т.В. Экологические карты в системе карт для оптимизации окружающей среды // Геодезия и картография. 1991. №1.
4. Викторов С.В., Востокова Е.А., Вышивкин Д.Д. Введение в индикационную геоботанику. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1962.
5. Викторов С.В., Ремезова Г.Л. Индикационная геоботаника. М.: Изд-во МГУ, 1988. 168 с.
6. Виноградов А.П. Основные закономерности в распределении тяжелых металлов между растениями и средой // Микроэлементы в жизни растений и животных. М.: Наука, 1985.
7. Виноградов Б.В. Растительные индикаторы и их использование при изучении природных ресурсов. М.: Высшая школа, 1964.
8. Гудериан Р.Г. Загрязнители воздушной среды. М.: Мир, 1979.
9. Жуков В.Т., Новаковский Б.А., Чумаченко А.Н. Компьютерное геоэкологическое картографирование. М.: Научный мир, 1999.
10. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. Новосибирск: Наука, 1991.
11. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989.
12. Кавеленова Л.М. К вопросу о фитоиндикации качества антропогенно загрязненной среды // Самарская Лука, 1996. №8.
13. Кавеленова Л.М. О некоторых проблемах использования высших растений в качестве фитоиндикаторов техногенного загрязнения городской среды // Вопросы экологии и охраны природы в лесостепной и степной зонах. Самара: Изд-во "Самарский университет", 1999.
14. Кавеленова Л.М. К методологии использования городской растительности в биомониторинге условий урбосреды // Известия Самарского научного центра РАН. 2002. Т.4. №2.
15. Кавеленова Л.М. Пространственно-временная гетерогенность условий урбосреды и ее значение для биомониторинга // Материалы 2-х науч. чтений СФ УРАО. Самара, 2002.
16. Кавеленова Л.М. Проблемы организации системы фитоиндикации городской среды в условиях лесостепи. Самара: Самарский университет, 2003.

17. *Матвеев Н.М., Павловский В.А., Прохорова Н.В.* Экологические основы аккумуляции тяжелых металлов сельскохозяйственными растениями в лесостепном и степном Поволжье. Самара: Издательство "Самарский университет", 1997.
18. *Николаевский В.С.* Биологические основы газоустойчивости растений. Новосибирск: Наука, 1979.
19. *Озолия Г. Р., Заринь В. Э., Латиня Л. П.* Способность растений к усвоению меди // Регуляция роста и питание растений. Рига, 1976.
20. *Прохорова Н.В., Аксютин Ю.В.* Гистохимические методы в экологическом мониторинге // Региональный экологический мониторинг в целях управления биологическими ресурсами. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003.
21. *Прохорова Н.В., Аксютин Ю.В., Козлов А.Н., Коротков И.В., Бакланов И.А.* Перспективы использования гистохимических методов в биогеохимии тяжелых металлов // Современные методы эколого-геохимической оценки состояния и изменения окружающей среды: Доклады Международной школы. Новороссийск, 2003.
22. *Прохорова Н.В., Матвеев Н.М.* Основные принципы анализа и изолинейного компьютерного картирования распределения тяжелых металлов в почвенном покрове городских территорий. Самара: Изд-во "Самарский университет", 2003.
23. *Прохорова Н.В., Матвеев Н.М., Павловский В.А.* Аккумуляция тяжелых металлов дикорастущими и культурными растениями в лесостепном и степном Поволжье. Самара: Самарский университет, 1998.
24. *Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижиков О.Н., Антипин Н.А.* Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельхозгиз, 1956.
25. *Ринькис Г.Я.* Методы ускоренного колориметрического определения микроэлементов в биологических объектах. Рига: Изд-во АН Латв.ССР, 1963.
26. *Серегин И.В., Иванов В.Б.* Гистохимические методы изучения распределения кадмия и свинца в растениях // Физиология растений. 1997. Т. 44. № 6.
27. *Kuchler A.W.* Ecological vegetation maps // Vegetatio. 1984. V.55. No1.

CONCERNING THE USE OF PLANT BIODIVERSITY COMPONENT FOR URBAN ENVIRONMENT MAPPING

© 2004 L.M. Kavelenova, N.V. Prokhorova

Samara State University

Some opportunities of plant cover criteria usage in the aims of urban territory ecological mapping are shown including criteria of different organization levels, from species composition, weed species value, up to eco-physiological and biogeochemical parameters of model species. The results of such work are given for Samara city territory. The group of tested biogeochemical trees and grasses parameters that seem to be potentially effective in territory ecological zoning are discussed also.