

Некоторые научно-организационные проблемы «Global Indicator Networks»

© 2009. В.А. Терехова, д.б.н., заведующая лабораторией,
МГУ им. М. В. Ломоносова,
e-mail: vterekhova@gmail.com

В связи с проблемой создания «глобальных индикаторных сетей» «global indicator networks» обсуждается проблема адекватности и сопряжённости методов биотестирования объектов окружающей среды, рекомендованных нормативами разных ведомств РФ (Минприроды, Минсельхоза, Минздрава). Для выработки общих принципов постановки биотестов предлагается использовать междисциплинарные методические семинары, стажировки и образовательные программы университетов.

Ключевые слова: окружающая среда, биоиндикация, образовательные программы, междисциплинарные семинары

На современном этапе в связи с масштабными биоэкологическими и социально-техническими изменениями на Земле (климатические колебания, инвазии видов, транспортные потоки, электромагнитные излучения и пр.) чрезвычайно актуальными становятся вопросы выявления адекватных методов контроля окружающей среды, как универсальных для всех стран, так и специфических для разных регионов и видов воздействий.

Эти вопросы тесно связаны с проблемой создания «глобальных индикаторных сетей» («global indicator networks»), которая явилась основной темой обсуждения на прошедшей 18-22 мая 2009 г. 17-й Международной конференции по биоиндикации окружающей среды – The 17th International Conference on Environmental Bioindicators. Этот ежегодный форум, в организации которого участвовали ученые МГУ им. М.В. Ломоносова, впервые проводился в этом году в Москве. На конференции по итогам обсуждения докладов под эгидой Международного общества биоиндикаторов окружающей среды (the International Society of Environmental Bioindicators – ISEBI) создана рабочая группа специалистов, целью работы которой будет классификация (ранжирование) методов биологической оценки изменений окружающей среды и существующих сетей биомониторинга, координация их работы, анализ приемлемости методов

биоиндикации качества среды одновременно для здоровья человека и природных экосистем и другие проблемы.

Проблема выбора адекватных методов биологического контроля, приемлемых для оценки безопасности окружающей среды, как для здоровья населения, так и других живых компонентов в природных экосистемах, по ряду дополнительных специфических для нашей страны причин очень актуальна и для Российской Федерации.

Необходимость совершенствования системы нормирования вредных воздействий с опорой на оценку не физических и химических факторов, в т. ч., содержания загрязняющих веществ, а на их последствия для биоты, ни у кого не вызывает сомнения. В методологическом плане эта работа обоснована господствующей сейчас в теоретической экологии концепцией «биотического контроля природной среды» [1].

Именно биотические показатели могут дать информацию о возможных структурно-функциональных изменениях в компонентах экосистемы, включая человека, о состоянии организмов и степени приемлемости воздействий для сохранения разнообразия форм жизни и их сбалансированного развития. Аналитический же контроль загрязнения, проводимый химическими методами, показывает наличие лишь «маркеров» – определённых

концентраций загрязнителей, которые могут иметь неодинаковые последствия в разных регионах с разнообразными условиями среды обитания и разным составом обитающих видов живых организмов.

Интерес к биологическим методам экологической оценки качества окружающей среды после некоторого спада на рубеже 70-80-х годов прошлого столетия заметно возрос. Заметно увеличилось и количество изданий книг, справочных пособий и монографий, с описанием возможных методов оценки природных сред по биотическим показателям: Методы биотестирования качества водной среды, 1989 [2], Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы, 2003 [3], Биоиндикация экологического состояния равнинных рек, 2007 [4], Биологический контроль окружающей среды..., 2008 [5] и другие. При этом, как во всякой развивающейся отрасли знаний, заметна некоторая терминологическая неопределённость в этой области и даже подмена понятий – биоиндикация, биотестирование, биодиагностика. Тогда как, на наш взгляд, в системе биологической оценки (биодиагностике) целесообразно условно выделять два способа сбора информации о реакции живых организмов на воздействие – *биоиндикацию и биотестирование*. При этом обоснованно считается, что, рассматривая в совокупности результаты биоиндикационных наблюдений и результаты биотестирования по строго регламентированным методикам, можно поставить более точный «диагноз» экосистеме [6].

Таким образом, биодиагностика, как более широкое понятие, включает биоиндикацию и биотестирование. Биоиндикация заключается в анализе видимых (индицируемых) изменений биологических характеристик в природных условиях. При этом мониторинговые наблюдения за компонентами экосистем (растениями, животными, микробными сообществами и т.п.) *in situ* позволяют дать оценку экологическим последствиям от воздействия повреждающих факторов, спрогнозировать развитие ситуации. Биотестирование проводится в лабораторных условиях с использованием стандартных тест-систем, которые в контролируемых воспроизводимых условиях дают возможность выявить экологическую токсичность препаратов, отходов или образцов природных сред, испытавших вредное воздействие техногенных факторов. Принято считать, что биотестирование дает информацию о неблагоприятии в опережающем режиме, до проявления видимых изменений в природных экосистемах.

Методы экологического контроля, основанные на реакции живых организмов в лабораторных условиях, востребованы при исследовании качества продуктов, оценке уровня опасности отходов, нормировании вредных воздействий, экспертизе экологического качества природных сред и техногенных объектов и т. п. Результаты биотестирования используются при сертификации различных биопрепаратов, сорбентов нефтепродуктов и других токсикантов, оценке эффектов биоремедиации воды и почвы [7, 8]. Особый интерес в современных условиях вызывают работы по оценке экологической токсичности наноматериалов [9 – 12].

В нашей стране в разных сферах народного хозяйства – сельскохозяйственной, медицинской и природоохранной, существуют свои «ведомственные» наборы биоиндикационных методов и биотест-организмов, регламентированные к применению приказами министерств разных министерств, методическими указаниями и руководствами. Установлены свои правила применения биодиагностических методов и реестры методик экотоксикологического анализа в трех разных сферах: в *контроле агроценозов* (при оценке безопасности продукции и плодородия почв), *санитарно-эпидемиологическом контроле* (при определении уровня вредных воздействий относительно безопасности для здоровья человека), *в экологическом контроле природных экосистем* (с целью характеристики биоразнообразия и сбалансированного развития). Во многих случаях используются одни и те же тест-организмы и, соответственно, оцениваются одни и те же тест-реакции. Однако, нередко, одни и те же результаты получаются и интерпретируются по-разному. Это касается, например, разных подходов к определению классов опасности отходов в разных ведомствах: в соответствии с Приказом МПР России от 15.06.2001 г. № 511 «Об утверждении Критериев отношения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды» следует выделять 5 классов опасности отходов, а согласно Санитарным правилам СП 2.1.7.1386-03, введенным 30.06.2003 г., установлено 4 класса опасности токсичных отходов производства и потребления. Для одного и того же тест-организма или метода, используемого разными службами, нередко различаются процедуры подготовки проб к биотестированию (в частности, соотношением воды и твердого компонента при выщелачивании образцов твердых сред – варьируют от 1:2 до 1:5) и т. д.

Определённую проблему при проведении работ по биотестированию в целях производственного и государственного контроля экотоксичности в разных сферах представляет в нашей стране и недостаток инструментальных методов, подобных Toxkits - биотест-системам, разработанным в Бельгии (<http://www.microbiotests.be/>), дефицит методической информации, коллекций тест-культур, отсутствие подготовленных специалистов.

Частично восполнить некоторые из указанных организационных недостатков, помимо организации производства оборудования, необходимого для биотест-лабораторий (что уже делается и в нашей стране <http://www.energolab.ru/>, <http://www.bmk-invest.ru/>, <http://www.biotox.ru/>), могут учебно-методические семинары, мастер-классы специалистов, стажировки в лабораториях биотестирования, программы дополнительного образования университетов.

Программа краткосрочного повышения квалификации в области биотестирования, предназначенная для экологов – преподавателей биологического направления, специалистов контролирующей инспекции и испытательных и исследовательских лабораторий, специализирующихся в сфере биологической оценки природных сред и техногенных объектов, реализуется на факультете почвоведения МГУ (www.letar.ru). Современная привлекательная форма обучения – очно-заочная с использованием дистанционных образовательных ресурсов (<http://de.msu.ru/>, <http://www.msu.ru/study/>), доступна для специалистов практически во всех регионах России. В реализации этого образовательного проекта участвуют профессор, ведущие преподаватели факультета почвоведения и биологического факультета МГУ, авторы методик биотестирования, опытные специалисты – экотоксикологи.

В дистанционных модулях программы содержатся тексты лекций по вопросам биоиндикации и биотестирования, информация о стандартных классических методиках и современных зарубежных инструментальных биотестах, рассматриваются варианты использования тест-организмов разной таксономической принадлежности и трофического уровня, включая микроорганизмы, бактерии, простейшие, беспозвоночные гидробионты, микроводоросли, высшие растения, теплокровные животные (культура клеток *in vitro*). Приводятся сведения о разработчиках и производителях специализированного оборудования. После выполнения практических задач

и письменных тестов обучающиеся получают возможность на практике познакомиться с методами и тест-организмами. В итоге этого вида обучения выдается Свидетельство о повышении квалификации в МГУ им. М.В. Ломоносова.

Действующий образовательный проект, с одной стороны, способствует повышению методического уровня преподавателей и специалистов, обеспечению потребностей организаций в услугах в области экологического контроля окружающей среды, популяризации прикладных аспектов экологии, а с другой, предоставляет возможность сопоставлять эффективность работы разных методов, их чувствительность применительно к задачам исследования, связанным с охраной природных экосистем, агроценозов и здоровья человека, поскольку в план программы включены методы биотестирования, рекомендованные к практическому применению разными ведомствами.

Очевидно, что такая работа способствует интеграции накопленного опыта и выработке общих принципов использования биотестов для целей технологического нормирования.

Литература

1. Левич А.П. Биотическая концепция контроля природной среды // Докл. РАН. 1994. Т. 337. № 2. С. 280-282.
2. Методы биотестирования качества водной среды / Под ред. О.Ф. Филенко. М.: Изд-во МГУ, 1989. 124 с.
3. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований. Ростов на Дону: РГУ, 2003. 204 с.
4. Биоиндикация экологического состояния равнинных рек / Под ред. О.В. Бухарина, Г.С. Розенберга. М.: Наука, 2007. 408 с.
5. Биологический контроль окружающей среды: Биоиндикация и биотестирование / Под ред. О.П. Мелеховой и др. М.: Academia, 2008. 288 с.
6. Воробейчик Е.Л., Садыков О.Ф., Фарафонов М.Г. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем (локальный уровень). Екатеринбург: Наука, 1994. 280 с.
7. Терехова В.А, Арчегова И.Б., Хабибуллина Ф.М., Пугачев В.Г., Тулянкин Г.М. Экоотоксикологическая оценка биосорбента нефти с целью сертификации // Экология и промышленность России. 2006. № 3. С. 34-37.
8. Экологические основы оптимизированной технологии восстановления нефтезагрязненных природных объектов на Севере / Под ред. Г.М. Тулянкина, И.Б. Арчеговой. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2007. 140 с.

9. Lin D. Phytotoxicity of nanoparticles: inhibition of seed germination and root growth // Environmental Pollutants. 2007. V. 150. Iss. 2. P. 243-250.

10. Heinlaan M., Ivask A., Blinov I., Dubourguier H.-Ch., Kahru A. Toxicity of nanosized and bulk ZnO, CuO and TiO₂ to bacteria *Vibrio fischeri* and crustaceans *Daphnia magna* and *Thamnocephalus platyurus* // Chemosphere. 2008. V. 71. Iss. 7. P. 1308-1316.

11. Lewinski N., Colvin V., Drezek R. Cytotoxicity of Nanoparticles // Small-journal. 2008. V. 4. № 1. P. 26-49.

12. URL : [http:// www.nanometer.ru](http://www.nanometer.ru)