

# БИОТЕСТИРОВАНИЕ ГРУНТОВ: ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ В ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ

И.Ю. Григорьева<sup>1</sup>, Е.В. Федосеева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Геологический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва,  
тел. (+7)495-939-22-04, e-mail: [ikagrig@inbox.ru](mailto:ikagrig@inbox.ru)

<sup>2</sup>Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова,  
Педиатрический факультет, старший преподаватель кафедры биологии им. акад. В.Н.Ярыгина, кандидат  
биологических наук, Москва, тел. (+7)925-625-43-51, e-mail: [elenfedoseeva@gmail.com](mailto:elenfedoseeva@gmail.com)

Для диагностики состояния окружающей среды (environmental assessment) традиционной является практика, основанная на химико-аналитических исследованиях. На сегодняшний день применение только этой практики, имеющей ряд существенных недостатков, не отвечает концепции здоровья экосистем (concept of ecosystem health) [1, 2]. В связи с этим на смену концепции ПДК приходит биотическая концепция, основанная на методах биологической индикации и биологического тестирования. Под биотестированием понимают процедуру установления токсичности среды с помощью тест-объектов, сигнализирующих об опасности независимо от того, какие вещества и в каком сочетании вызывают изменения жизненно важных функций у тест-объектов [3]. Таким образом, главным преимуществом биотестирования является проявление кумулятивного эффекта, интегрирующего общий статус окружающей среды.

Исторически методы биотестирования впервые начали применяться в нашей стране с 1986 года в отношении водной среды [1]. В настоящее время утвержденными «Критериями отнесения отходов к I-V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду» [4] устанавливается обязательное подтверждение V класса опасности отходов на основе биотестирования. Причем анализ проводится на основе водной вытяжки из отходов, поскольку подавляющее большинство легитимных на сегодняшний день методов разработаны и применяются в отношении водной среды [2]. Однако, в отличие от зарубежной практики, где используется до 10 и более организмов, нормативами в нашей стране предусмотрен анализ с применением двух тест-объектов [3].

В настоящее время биотесты в отношении грунтовых систем чрезвычайно востребованы [2]. Количество отходов V класса опасности в стране достигает 80-90 % от общего объема, причём практически нацело, согласно оценкам [5], это отходы горнодобывающей промышленности и грунты, образующиеся в результате строительной деятельности.

Процедура установления класса опасности отходов предусматривает первоначальный расчет по данным химико-аналитических исследований. При получении

расчетным методом V класса опасности обязательным является её подтверждение методом биотестирования.

Как известно, экологическая геология представляет собой научное направление, развивающееся на стыке двух наук естественно-научного цикла: геологии и биологии [6]. В силу чего процедура биотестирования должна быть скорректирована с позиций особенностей взаимодействия грунтовых систем и тест-организмов. Установившаяся практика требует существенной корректировки с позиций экологической геологии в отношении грунтовых систем:

- Биотестирование должно быть обязательным, поскольку позволяет диагностировать биологически значимые содержания загрязняющих веществ и выявлять наличие токсического эффекта различных их комбинаций и пороговых значений. Это было показано на основе модельных экспериментов по оценке влияния состава загрязнения на реакцию используемых тест-организмов (в первую очередь, высших растений) [7].

- Аргументировать необходимость биотестирования также могут данные, полученные при биотестировании грунтов с территории Ярегского нефтетитанового месторождения. По данным химико-аналитических исследований ни в одной из проб не было установлено превышение ПДК анализируемых веществ, в то время как результаты биотестирования позволили выявить токсичность донных отложений прудка-отстойника.

- Биотестирование грунтов должно обязательно включать методы, предполагающие *непосредственный* контакт тест-организмов с грунтом (апликатный метод). Полученные результаты с применением апликатного и элюатного вариантов тестирования ярко продемонстрировали существенные различия проводимых оценок. При выбранных заведомо токсичных концентрациях загрязнителя по элюатному варианту эксперимента не удалось обнаружить наличия токсического эффекта на двудольную культуру – *Sinapis alba* (горчицу белую).

- Открытым остается вопрос выбора тест-организмов. Если в отношении почвенных горизонтов оправданным является использование высших растений, почвенной мезофауны, то в отношении грунтов-отходов применение подобных объектов видится не всегда логичным.

- Несомненной является необходимость расширения спектра применяемых для подтверждения класса опасности грунтов-отходов тест-организмов. Так, применение даже в отношении водных вытяжек двух представителей гидробионтов – ветвистоусых рачков *Daphnia magna* (большая дафния) и пресноводных зелёных водорослей из класса протококковых *Scenedesmus quadricauda* (сценедесмус) – продемонстрировало получение

двух принципиально разных результатов оценки токсичности заданных концентраций загрязняющих веществ. В идеале, с биологической точки зрения, исследования должны проводиться на организмах из всех основных трофических уровней: продуцентах, консументах и редуцентах, о чём неоднократно отмечалось в работах В.А.Тереховой [2] и ряда других исследователей.

– Поскольку чувствительность организмов в отношении различных токсикантов и их сочетаний могут значительно отличаться, то в качестве альтернативного показателя при эколого-геологических исследованиях может использоваться ферментативная активность, являющаяся универсальным показателем, характеризующим биотические свойства грунтов. Исходя из степени разработанности и представительности получаемых результатов, необходимым и достаточным может быть признано [7] определение следующего видов активностей: пероксидазной, гидролазной, уреазной, каталазной и фосфатазной.

#### *Литература*

1. Смуров А.В. Основы экологической диагностики. М.: Изд-во «Ойкос», 2003, — 188 с.
2. Терехова В.А. Биотестирование почв: подходы и проблемы// Почвоведение, 2011. № 2. С. 190–198.
3. Федосеева Е.В., Сапункова Н.Ю., Терехова В.А. Практическая экотоксикология: оценка чувствительности биотесткультур/ Под ред. В.А.Тереховой. – М.: ГЕОС, 2016. – 54 с.
4. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 04.12.2014 № 536 «Об утверждении Критериев отнесения отходов к I-V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду» (Зарегистрирован 29.12.2015 № 40330). URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View /0001201512310003> (дата обращения 22.01.2019)
5. Анализ выполнения задач государственной политики в области экологического развития и соответствующих Поручений Президента Российской Федерации. М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), Национальное информационное агентство «Природные ресурсы» (НИА-Природа), 2016. – 54 с.
6. Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г. Экологическая геология. Учебник. М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2002. – 415 с.
7. Григорьева И. Ю. Задачи геоэкологии и грунтоведения при экспериментальной оценке класса опасности грунтов как отходов// Сергеевские чтения: Вып. 20: Обращение с отходами: задачи геоэкологии и инженерной геологии. Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии (22 марта 2018 г.). М. — РУДН Москва, 2018. — С. 106–112.