

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ БИОДИАГНОСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ АГРОГЕННО-ИЗМЕНЕННЫХ ПОЧВ

Алексеева А.А., Фомина Н.В.

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

The paper presents the analysis of the literature data accumulated during the biological monitoring, bio-indication and the study of soil ecosystem biogenic indicators. The short algorithm for the soil bio-diagnostic research is done.

В условиях возросшей антропогенной нагрузки на биосферу планеты, почва, являясь элементом природной системы и находясь в динамичном равновесии со всеми другими компонентами, подвергается деградационным процессам. Потоки веществ, попадая в почву в результате антропогенной деятельности, включаются в естественные циклы, нарушая нормальное функционирование почвенной биоты, и как следствие, и всей почвенной системы. Среди различных биологических критериев оценки антропогенного влияния на почвы наиболее оперативными и перспективными являются биохимические показатели, дающие сведения о динамике важнейших ферментативных процессов в почве: синтезе и разложении органического вещества, нитрификации и других процессах (Крамаренко, 2003).

Для поддержания экологического равновесия и сохранения потенциала самоочищения и самовосстановления пахотных угодий от воздействия антропогенных факторов, которые вызывают деградацию почвы и потерю ее плодородия, необходимо проводить постоянные наблюдения за состоянием сельскохозяйственных земель. С этой целью в каждой области и стране в целом осуществляется мониторинг почв земель сельскохозяйственного назначения, представляющий собой систему наблюдений и контроля за состоянием и уровнем загрязнения агроэкосистем для своевременного выявления их изменений, оценки состояния, прогноза, предупреждения и устранения последствий негативных процессов. Среди основных контролируемых параметров комплексного экологического мониторинга следует назвать химический состав почв (в первую очередь, содержание биогенных элементов и элементов-загрязнителей) (Титова и др., 2011).

Почву нельзя рассматривать только лишь как субстрат для получения питательных веществ и влаги – это биологически активная среда, обладающая специфическим обменом веществ, во многом сходным с обменом у живых организмов.

Актуальным на сегодняшний день является использование таких диагностических систем, которые позволяли бы оценить общую биологическую активность почвы по результатам совокупной реакции каждого уровня организации живой материи на стрессовый фактор. В методах диагностики пищевого режима почвы исследуется микрофлора, участвующая в трансформации органического вещества, поскольку именно оно может

определять как потенциальное содержание, так и подвижность питательных веществ растений. Кроме того, изучение микрофлоры различных трофических уровней процесса переработки органической части почвы, позволяет понять ее общее состояние как компонента экосистемы (Титова, Козлов, 2012)

Основой биодиагностических исследований является биологическая активность почвы - это совокупность биологических процессов, протекающих в почве; способность всех живых организмов почвы осуществлять процессы разложения и синтеза веществ. Определяется количественным и качественным составом почвенных организмов (бактерий, актиномицетов, дрожжей, простейших, водорослей, червей и др.) и является наиболее существенным показателем почвенного плодородия. Верхняя часть профиля почвы, в котором наиболее интенсивно протекают микробиологические процессы и есть ее биологически активный слой. Общая биогенность почвы определяется в основном содержанием в ней гумусовых веществ. В определенной степени она зависит от количества и качества корневых выделений: в зоне корней она выше биологической активности окружающей почвы в 5-10 раз.

Оценка биологической активности почв может быть использована для оперативной диагностики интенсивности почвенных процессов и характера их изменений, что особенно важно для выявления функциональной роли почв в биосфере. Этот показатель используется в качестве надежного биоиндикатора интенсивности процессов гумусообразования и гумусонакопления (Марфенина, 1991).

Биологическую активность почв определяют, используя различные методы: микробиологические (прямой микробиологический подсчет микроорганизмов разных групп: бактерий, актиномицетов, грибов, и определение количества микроорганизмов на разных питательных средах), биохимические (определение ферментативной активности почв, АТФ, ДНК), физиологические (физиологический метод определения биомассы микроорганизмов, определение дыхания почв) и химические (определение содержания нитратов, аммиака). Благодаря многочисленным исследованиям установлена необходимость разделения биологической активности почв (и соответственно методов ее определения) на актуальную и потенциальную, не всегда совпадающие между собой.

Потенциальная биологическая активность — активность почвы, измеренная в искусственных условиях, оптимальных для протекания конкретного биологического процесса. Измеряют она методами - определение численности бактерий методами прямого микроскопирования: по Виноградскому или люминесцентно-микроскопическим методом, определение длины гиф грибов и актиномицетов люминесцентно-микроскопическим методом, определение численности микроорганизмов методом посева почвенной суспензии на плотные питательные среды, определение ферментативной активности, лабораторные методы определения дыхания, нитрификации, азотфиксации, денитрификации и др.

Актуальная (действительная, естественная, полевая) биологическая активность характеризует реальную активность почвы в естественных

(полевых) условиях. Измерить ее можно только непосредственно в поле с помощью следующих методов: определение дыхания, азотфиксации, денитрификации в полевых условиях, аппликационные методы (определение интенсивности разложения льняного полотна и накопления свободных аминокислот), определение численности и видового состава микробocenозов методами «стеклол обрастания» Холодного, капилляров Перфильева и др.

Методы определения потенциальной биологической активности почв могут служить хорошими диагностическими показателями потенциального плодородия почв, степени удобренности, окультуренности, эродированности, а также загрязненности какими-либо химическими веществами (ТМ, нефтью, пестицидами и др.). Однако, при характеристике интенсивности биологических процессов, протекающих в естественных условиях, следует пользоваться методами для определения актуальной биологической активности, т.к. в реальной обстановке лимитирующие факторы (рН среды, температура, влажность и т.д.) могут резко ограничивать интенсивность процесса и, несмотря на большие потенциальные возможности, процесс может идти очень медленно (Звягинцев, 1978).

Наиболее весомый вклад в суммарные показатели биологической активности вносят микроорганизмы и ферменты почв, выступающие в качестве редуцентов органических остатков, техногенных загрязнителей и участвующие в выполнении одной из важнейших функций почвы – превращении вещества и энергии, как в естественных, так и в ненарушенных деятельностью человека экосистемах. Тесная взаимосвязь между ферментативной активностью и агрохимическими показателями плодородия почвы позволяет использовать уровень активности ферментов для сравнительной оценки эффективности агротехнических приемов, плодородия почвы в целом, а также диагностики изменения почвы при различных антропогенных и естественных изменениях экосистемы (Девятова, 2006).

В основе почвообразовательных процессов лежит биологическая трансформация веществ и энергии, катализаторами которой являются накопленные в почве и поступающие в нее из живых организмов ферменты, определяющие уникальное свойство почвы – ферментативную активность. Почвенные ферменты, участвуя в наиболее важных биологических циклах углерода, азота, фосфора, серы и других органогенных элементов, определяют направление и степень выраженности почвообразовательного процесса, контролируют эволюцию почвы, уровень плодородия, характеризуют степень нарушения агроэкосистем под влиянием естественных и антропогенных факторов. В условиях резкоконтинентального климата здесь формируются почвы с контрастными генетическими свойствами и гидротермическими режимами. К настоящему времени сложилось представление о том, что трансформация различного рода органических соединений в почве определяется характером естественного энзиматического комплекса почвы (Корсунова и др., 2013).

В диссертационной работе Даденко Е.В. (2004) написала, что к актуальным проблемам взаимодействия природы и общества относится охрана

биосферы и почв. Почва является неотъемлемой частью любого наземного биогеоценоза и биосферы в целом. При этом она выполняет ряд экологических функций, в том числе глобальных биосферных, „обеспечивающих стабильность биосферы и саму возможность существования жизни на Земле. Автор указывает, что биодиагностика и биомониторинг почв; приобретают все большее значение, как для проведения научных исследований, так и для выполнения практических производственных мероприятий. Они позволяют оценить биологическую активность и плодородие почв, и выявить негативные последствия антропогенного воздействия. Изучение биологической активности почв позволяет определить характер и степень ее изменения при антропогенном воздействии на почвенный покров. Это позволит предотвратить возможные негативные процессы при нерациональном сельскохозяйственном использовании почв и снижение их плодородия. Применению ферментативной активности в качестве диагностического показателя способствует низкая ошибка опытов, простота определения; высокая чувствительность к внешним воздействиям.

Для интегральной оценки экологического состояния почвенной экосистемы Кабиров Т.Р. (2009) предложил коэффициент общей биологической активности почв (БАП), включающий в себя уровень активности ферментов, показатели численности гетеротрофных и углеводородокисляющих микроорганизмов (УОМ), микроскопических грибов, водорослей и цианобактерий, степень развития высших растений и педобионтов в исследуемой почве. Использование данного показателя позволяет получить представление об обобщенной реакции почвенной экосистемы на нефтяное загрязнение и более достоверные результаты об эффективности используемых при биоремедиации препаратов (Казеев и др., 2003; Кабиров, 2009).

В идеале показателями биологической активности почв должны служить какие-либо важные и всеобщие процессы, осуществляемые в почве всеми или подавляющим большинством населяющих ее организмов, например, термогенез, количество АТФ. Однако измерение таких параметров связано с разного рода сложностями (Звягинцев, 1978). Поэтому на практике определяют интенсивность более частных процессов, таких как выделение CO_2 , накопление аминокислот и др. Показатели биологической активности определяют, используя различные методы: микробиологические, биохимические, физиологические и химические.

Следует отметить, что например, для выявления степени загрязненности почв, биогенные показатели могут в значительной мере коррелировать с концентрацией загрязнителей или другими оцениваемыми факторами, однако для всесторонней достоверной оценки экологического состояния почв необходимо использовать интегральные показатели (Девятова, 2005; Кабиров, 2009). Одним из методов такой оценки является метод мультисубстратного тестирования (МСТ), имеющий высокую чувствительность, хорошую воспроизводимость при исследовании большого числа образцов и возможность строгого математического сравнения его с данными других методов изучения микробных сообществ (Горленко, Кожевин, 2005).

Как отмечает Д.Г. Звягинцев (1978) - важной особенностью показателей биологической активности и биогенности почв является их значительное пространственное и временное варьирование, что требует при их определении большого числа повторных наблюдений и тщательной вариационно-статистической обработки (Звягинцев, 1978).

Важным блоком биодиагностических исследований любых почв является изучение альго- и зооценозов. Основой для развития почвенно-альгологических работ индикационно-диагностического профиля служит положение о том, что зональности почв и растительности соответствует и зональность водорослевых группировок. Она проявляется в общем видовом составе и комплексе доминантных видов водорослей, в наличии специфических видов, в характере распространения по почвенному профилю, в преобладании определенных жизненных форм.

Предпосылкой же применения почвенно-зоологического метода для целей диагностики почв является представление об «экологическом стандарте» вида (М.С. Гиляров), о потребностях каждого вида в определенном комплексе условий среды. Виды с широкой экологической амплитудой (эврибионты) мало пригодны для индикационных целей, тогда как экологически узковалентные виды (стенобионты) служат хорошими индикаторами определенных условий среды и свойств субстрата. Это положение представляет собой общий теоретический принцип в биологической диагностике.

В целом в многочисленных работах (Вальков, 1995; Даденко, 2004; Казеев, Колесников, 2002; Казеев и др., 2003) указано, что при проведении биомониторинга и биодиагностики почв ведущими являются показатели биологической активности. Биологическая активность почвы обусловлена суммарным содержанием в почве определенного запаса ферментов, как выделенных в процессе жизнедеятельности растений и микроорганизмов, так и аккумулярованных почвой после разрушения отмерших клеток. Биологическая активность почв характеризует размеры и направление процессов превращения веществ и энергии в экосистемах суши, интенсивность переработки органических веществ и разрушения минералов.

Литература

1. Вальков, В.Ф. Системно-биологический подход при изучении почв / В.Ф. Вальков // Научная мысль Кавказа, 1995. - № 4. - С. 6-10.
2. Даденко, Е.В. Методические аспекты применения показателей ферментативной активности в биодиагностике и биомониторинге почв / Е.В. Даденко. – Ростов-на-Дону, 2004. – 190 с.
3. Девятова, Т.А. Антропогенная динамика и биодиагностика экологического состояния черноземов ЦЧР: автореф. дис. ... д-ра. биол. наук / Т.А. Девятова. – Воронеж, 2006. – 42 с.
4. Звягинцев, Д.Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей / Д.Г.Звягинцев // Почвоведение, 1978. — № 6.-С. 48-54.

5. Кабиров, Т.Р. Использование многоуровневой системы индикации биологической активности почв для оценки эффективности методов биорекультивации нефтезагрязненных территорий: автореферат на соиск. степ канд биол наук, Уфа, 2009. – 24 с
6. Казеев, К.Ш. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. - Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 2003. - 216 с.
7. Казеев, К.Ш. Применение разных биоиндикаторов в диагностике антропогенных воздействий на почвы юга России / Казеев К.Ш., Колесников С.И. // Устойчивость почв к естественным и антропогенным воздействиям. М., 2002. - С. 50.
8. Корсунова, Ц.Д. Динамика ферментативной активности почв территории бассейна озера Байкал // Современные проблемы науки и образования №6, 2013.
9. Крамаренко, Т.Н. Ферментативная активность почв при различных антропогенных воздействиях: дисс. на соиск. уч. степ. канд. биол. наук. / Т.Н. Крамаренко. – Воронеж, 2003. – 163 с.
10. Марфенина, О.Е. Микробиологические аспекты охраны почв / О.Е. Марфенина. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 118 с.
11. Титова, В.И. Методы оценки функционирования микробоценоза почвы, участвующего в трансформации органического вещества: Научно-методическое пособие / Титова В.И., Козлов А.В. - Нижний Новгород, 2012. - 64 с.
12. Титова, В.И. Агро- и биохимические методы исследования состояния экосистем: учеб. пособие для вузов / В.И. Титова, Е.В. Дабахова, М.В. Дабахов; Нижегородская гос. с.-х. академия. – Н. Новгород: Изд.-во ВВАГС, 2011. – 170 с.