

УДК 579.64

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ В КАЧЕСТВЕ ИНДИКАТОРОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Оказова З.П., Автаева Т.А.

Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ, Россия, Чеченский государственный педагогический институт, Грозный, Россия, okazarina73@mail.ru

В статье рассмотрена информация о влиянии различных факторов на жизнедеятельность различных групп микроорганизмов, влияние тяжелых металлов, пестицидов, минеральных удобрений, нефти и нефтепродуктов, других приоритетных загрязнителей на видовой состав и численность микроорганизмов. В работе описывается такая функция микроорганизмов, как биоиндикация. Биоиндикация – оценка качества природной среды по состоянию её биоты. Целью исследования явилось изучение возможности использования почвенных микроорганизмов в качестве биоиндикаторов состояния окружающей среды. Биоиндикаторы – живые организмы, по наличию, состоянию и поведению которых можно судить о степени изменений окружающей среды, в том числе о присутствии загрязняющих веществ. Живые индикаторы имеют существенные преимущества, устраняя порой применение дорогостоящих и трудоемких физико-химических методов для определения степени загрязнения внешней среды. Микроорганизмы в качестве биоиндикатора состояния почвенного покрова являются достаточно информативными. Применение данной группы биоиндикаторов дает возможность получить первое представление о состоянии окружающей среды.

Ключевые слова: почвенные микроорганизмы, биоиндикация, состояние окружающей среды.

THE USAGE OF MICROORGANISMS AS INDICATORS OF ENVIRONMENTAL POLLUTION

Okazova Z.P., Avtaeva T.A.

North-Ossetian State University after. K.L. Khetagurov, Vladikavkaz, Russia, Chechen State Pedagogical Institute, Grozny, Russia, okazarina73@mail.ru

The article deals with the information about the impact of various factors on the vital functions of various groups of microorganisms, the impact of heavy metals, pesticides, mineral fertilizers, oil and oil products, and other foreground pollutants on species composition of microorganisms. The article describes such function of microorganisms as bio indication. Bio indication means the quality of environment according to its biota. The aim of the research is to study the possibilities to use soil microorganisms as bio indicators of environment. Bio indicators are live organisms whose availability, state and behavior allow to judge the degree of environmental pollution including the presence of pollutants. Live indicators have essential advantages sometimes removing the usage of expensive and laborious physicochemical methods to define the degree of environmental pollution. Microorganisms as bio indicator of the state of soil cover are informative enough. The usage of given group of bio indicators give the opportunity to receive the first idea about environmental state.

Keywords: soil microorganisms, bio indication, environmental state.

В последнее время весьма актуальными являются наблюдения за изменениями состояния окружающей среды, вызванными антропогенным воздействием. Система этих наблюдений и прогнозов составляет суть экологического мониторинга. В этих целях все чаще применяется и используется достаточно эффективный способ мониторинга среды – биоиндикация, т.е. применение живых организмов для оценки состояния окружающей среды.

Актуальность темы: интерес к почвенным микроорганизмам во многом определяется их исключительной ролью в формировании качества почвы как способности почвенной биосистемы в заданных пространственных границах поддерживать продуктивность растений

и животных, сохранять приемлемое качество воды и воздуха, а также обеспечивать здоровье людей, животных и растений.

Почвенные организмы отвечают за разложение органического вещества, образовавшегося в наземной экосистеме при фотосинтезе, и снабжают растения доступными ресурсами. Они играют существенную роль в формировании стабильных почвенных агрегатов. Жизнедеятельность почвенной биоты определяет уровень плодородия почв, а возможность управления биотой представляет интерес с точки зрения дискуссионной проблемы устойчивого развития. Почвенная биота – идеальный пример системы, обеспечивающей устойчивое существование ненарушенных экосистем в течение очень больших промежутков времени.

Отличительная особенность почвы как природного местообитания микроорганизмов связана с ее гетерогенностью, которая проявляется в разных пространственных масштабах. Почвенные микроорганизмы обитают в трехфазной полидисперсной среде, представленной твердой, жидкой и газообразной фазами. Таким образом, можно охарактеризовать почву как чрезвычайно гетерогенную среду обитания, в которой существует обильная и разнообразная микробная биомасса.

Одним из последствий деятельности человека на Земле является загрязнение окружающей среды. Под загрязнением необходимо понимать нежелательное изменение свойств почвы в результате антропогенного влияния и поступления различных веществ и соединений. Прогрессирующее воздействие деятельности человечества на природную среду достигло уровня, при котором происходят существенные изменения в химическом составе почвенного покрова обширных территорий.

Особую проблему представляет взаимодействие почвенной биоты с пестицидами. Оно имеет два аспекта: влияние пестицидов на биоту и деградация пестицидов под влиянием почвенной биоты. Проблема токсичности пестицидов для биоты стоит очень остро. Основная опасность пестицидов заключается во включении их в биологический круговорот.

Почвенные микроорганизмы как компонент биогеоценозов испытывают разноплановое воздействие со стороны пестицидов, а как звено пищевых цепей участвуют в их передаче к высшим организмам и человеку. Воздействуя на отдельные микроорганизмы, пестициды влияют и в целом на экосистемы, модифицируя их. Часто такие модификации приводят к необратимому нарушению экологического равновесия. Почвенные микроорганизмы могут осуществлять трансформацию и минерализацию пестицидов. Они используют пестициды в качестве источника углерода и энергии. С этими процессами связана проблема детоксикации пестицидов в окружающей среде.

Пестициды влияют на активность микробиологических процессов в почве. Гербициды в целом угнетают дыхание почвы и процесс нитрификации. Но также отмечена стимуляция дыхания в почве малыми дозами пестицидов.

Влияние пестицидов на численность микроорганизмов в почве. Численность чувствительных организмов значительно сокращается, или же они вообще исчезают из почвенных проб, загрязненных пестицидами.

Опасные нарушения равновесия микробных ценозов возникают из-за высоких концентраций пестицидов вследствие нарушения технологий. Наиболее чувствительны к воздействию пестицидов микроводоросли, нитрификаторы, азотфиксаторы, деструкторы целлюлозы, симбионты. Эти организмы можно рассматривать в качестве индикаторов.

Другой аспект проблемы связан с интенсификацией очищающей способности почвенной биоты по отношению к пестицидам, большинство которых являются ксенобиотиками.

Способность к трансформации и детоксикации пестицидов показана для многих форм микроорганизмов. Наиболее велика в этом отношении роль бактерий, затем актиномицетов и грибов. Особое значение принадлежит целлюлозоразлагающим микроорганизмам. Соединения, которые в условиях чистой культуры микробов не подвергаются деградации, в природе все-таки деструктурируются микробиологическим путем вследствие кооперативного воздействия.

При необходимости остаточное токсическое действие пестицидов в почве можно продлить, если одновременно с ними вносить ингибиторы микробиологической активности.

Для разложения пестицидов в почве требуется сочетание определенных экологических условий (аэрации, температуры, реакции среды, наличия органического вещества и др.). Нередки случаи, когда необходимо вмешательство человека в естественные процессы очищения почвы. Это достигается в основном путем создания оптимальных условий для микроорганизмов-деструкторов. В особых случаях возможна инокуляция почвы некоторыми их видами. Поиск микроорганизмов-деструкторов ведется давно, их выделяют из природной среды либо конструируют генно-инженерными методами. Технологии ликвидации высокого уровня загрязнения почвы пестицидами в результате различных экстремальных ситуаций с помощью микроорганизмов-деструкторов пока еще не разработаны, но успешные примеры их применения имеются.

Отмечается индифферентное отношение микроорганизмов к пестицидам.

Методами биоиндикации и биотестирования определяется присутствие в окружающей среде того или иного загрязнителя по наличию или состоянию определенных организмов, наиболее чувствительных к изменению экологической обстановки, т.е. обнаружение и

определение биологически значимых антропогенных нагрузок на основе реакции на них живых организмов и их сообществ. Применение биологических методов для оценки среды подразумевает выделение видов животных или растений, чутко реагирующих на тот или иной тип воздействия. Методом биоиндикации с использованием подходящих индикаторных организмов в определенных условиях может осуществляться качественная и количественная оценка эффекта антропогенного и естественного влияния на окружающую среду.

Проблема сохранения окружающей среды в настоящее время концентрирует на себе внимание исследователей всего мира. Стремительный рост народонаселения, увеличение площадей орошаемого земледелия, а также урбанизация и индустриализация привели к небывалому использованию природных ресурсов. За последние годы увеличился объем загрязнений, которые попадают в водохранилища от сельского хозяйства – отходы животноводства, птицеводства, предприятий, которые перерабатывают сельскохозяйственное сырье, и т.п. В связи с усилением антропогенной нагрузки, испытываемой природными комплексами, становится необходимой разработка методик, позволяющих оценивать экологическое состояние природно-антропогенных сред. Поэтому проблема развития различных мониторинговых подходов в системе экологического контроля и управления качеством окружающей среды сегодня наиболее актуальна.

Так как все компоненты природы тесно и неразрывно взаимосвязаны между собой, то нарушения одного компонента вызывает изменение состояния всех остальных. Оценивая состояния одного, можно предполагать и изменения других. Наиболее остро изменения окружающей природной среды отражаются на биотических компонентах.

Не всегда есть возможность проводить комплексные научные исследования, требующие больших материальных затрат и специального оборудования. В таких случаях можно использовать методы биоиндикации, получивших в последнее время широкое признание и распространённость. Важным представляется не только оценка биоразнообразия и устойчивости природных биоценозов, но и привлечение внимания муниципальных органов власти к данной проблеме, что особенно актуально в перспективе дальнейшего ухудшения экологической обстановки.

При решении задач биоиндикации и связанных с ними задач экологического прогнозирования необходимо уделять внимание трем основным аспектам: выделению системообразующих факторов и целям прогнозирования; разработке соответствующих методов и моделей; проблеме оценки достоверности получаемых результатов.

Биоиндикация – оценка качества среды обитания и ее отдельных характеристик по некоторому индикаторному показателю биоты в природных условиях. В качестве биоиндикаторов выступают отдельные таксоны, экологические группировки (например, в

водной среде – фитопланктон, зоопланктон, бентос, перифитон), физиологически сходные организмы (например, имеющие одинаковый тип питания), размерные группы. Отклонение индикаторной биотической характеристики от некоторой заданной нормы свидетельствует о превышении уровней допустимого воздействия абиотических факторов. Биондикация – это метод обнаружения и оценки воздействия абиотических и биотических факторов на живые организмы при помощи биологических систем. Основой задачей биоиндикации является разработка методов и критериев, которые могли бы адекватно отражать уровень антропогенных воздействий с учетом комплексного характера загрязнения и диагностировать ранние нарушения в наиболее чувствительных компонентах биотических сообществ.

Биоиндикация может проводиться на уровне макромолекул, клетки, организма, популяции, сообщества и экосистемы. Чувствительными биоиндикаторами могут служить как отдельные процессы в клетке и организме, так и морфологические изменения [4].

Методы биоиндикации подразделяются на два вида: регистрирующая биоиндикация и биоиндикация по аккумуляции.

Регистрирующая биоиндикация позволяет судить о воздействии факторов среды по состоянию особей вида или популяции, а биоиндикация по аккумуляции использует свойство растений и животных накапливать те или иные химические вещества.

Какой бы современной ни была аппаратура для контроля загрязнения и определения вредных примесей в окружающей среде, она не может сравниться со сложно устроенным «живым прибором». Регистрирующие индикаторы реагируют на изменения состояния окружающей среды изменением численности, фенооблика, повреждением тканей, соматическими проявлениями (в том числе уродливостью), изменением скорости роста и другими хорошо заметными признаками. Не всегда возможно установить причины изменений, то есть факторы, определявшие численность, распространение, конечный облик или форму биоиндикатора, т.е. они не могут установить концентрацию какого-либо вещества в многокомпонентной смеси, реагируя сразу на весь комплекс веществ. Это один из основных недостатков биоиндикации, поскольку наблюдаемый эффект может порождаться разными причинами или их комплексом. С помощью биоиндикаторов можно получить информацию о биологических последствиях и сделать только косвенные выводы об особенностях самого фактора. Физические и химические методы дают количественные и качественные характеристики фактора, но позволяют лишь косвенно судить о его биологическом действии.

Методы биоиндикации, позволяющие изучать влияние техногенных загрязнителей на растительные и животные организмы, на неживую природу, являются наиболее доступными.

Биоиндикация основана на тесной взаимосвязи живых организмов с условиями среды, в которой они обитают.

Существуют различные виды биоиндикации. Если одна и та же реакция вызывается различными факторами, то говорят о неспецифической биоиндикации. Если же те или иные происходящие изменения можно связать только одним фактором, то речь идет о специфической биоиндикации.

Микроорганизмы – наиболее быстро реагирующие на изменение окружающей среды биоиндикаторы. Их развитие и активность находятся в прямой связи с составом органических и неорганических веществ в среде, так как микроорганизмы способны разрушать соединения естественного и антропогенного происхождения. На этом основаны принципы биоиндикации с использованием микроорганизмов. Необходимо иметь сведения о составе, количестве и функциональной активности последних [4].

Выявление микроорганизмов и их учет можно произвести путем посева проб в жидкие и агаризованные питательные среды.

На современном этапе развития науки, техники и сельского хозяйства невозможно представить себе отрасль, где микробиологические процессы не имели бы значения. На свойствах и жизнедеятельности микроорганизмов основаны технологические процессы в различных отраслях промышленности и сельскохозяйственного производства. Микроорганизмы активно участвуют в круговороте веществ в природе.

Возникает необходимость глубокого анализа характера микробиологических процессов, идущих в почвах; знания основных функций, присущих микроорганизмам; умение ориентироваться и оценивать возможные последствия воздействия тех или иных агротехнических приемов в целом на характер микрофлоры и деятельность микроорганизмов. В дальнейшем это позволит выбрать наиболее перспективные из них, успешно управлять процессами повышения плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур.

Без понимания сущности микробиологических процессов почвы, умения анализировать роль микроорганизмов, ответственных за их течение, немыслима успешная деятельность будущих агрономов, а также совершенствование современных технологий выращивания сельскохозяйственных культур.

Показатели, характеризующие состояние почвенной биоты и биологическую активность почв, используются для контроля за изменениями в почвах, которые происходят при включении в них разного рода посторонних веществ, чаще всего антропогенного происхождения.

Таким образом, можно сделать вывод, что микроорганизмы в качестве биоиндикатора состояния почвенного покрова являются достаточно информативными. Применение данной группы биоиндикаторов дает возможность получить первое представление о состоянии окружающей среды.

Список литературы

1. Ананьева Н.Д. Микробиологические аспекты самоочищения и устойчивости почв / отв. ред. Д.Г. Звягинцев. М.: Наука, 2003.
2. Вильямс В.Р. Почвоведение. Пособие для ВУЗов. М.: Высшая школа, 2004.
3. Оказова З.П., Кадзаева О.Э., Цуциева З.Б. Биоиндикация как метод исследования экологических систем. Мат. МНПК «Наука и образование в жизни современного общества». Тамбов, 2015. С. 29-30.
4. Шаркова С.Ю., Парфенова Е.А., Полянская Е.А. Биоиндикация городской среды по состоянию микробного комплекса почв. Экология и промышленность России. 2011. № 11. С. 44-47.
5. Шебалова Н.М., Залесова С.В. Биоиндикация лесных почв, расположенных в зоне техногенного загрязнения // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2008. № 1. С. 117-120.

Рецензенты:

Черчесова С.К., д.б.н., профессор, Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова, г. Владикавказ;
Бекузарова С.А., д.с.-х.н., профессор, Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова, г. Владикавказ.