

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ИНФОРМАЦИОННАЯ ОСНОВЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ АНТРОПОГЕННОЙ ДЕГРАДАЦИИ ЧЕРНОЗЕМОВ В ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОМ РЕГИОНЕ¹

Т.А. Девятова, А.А. Воронин, И.В. Румянцева

Воронежский государственный университет, Россия

Поступила в редакцию 26 октября 2010 г.

Аннотация: Проведена разработка целостной концепции диагностики и оценки антропогенной динамики экологического состояния почв и биocenозов Центрально-Черноземного региона с использованием показателей биологической активности.

Ключевые слова: агроландшафт, биоиндикация, биосистема, ферментативная активность, чернозем.

Abstract: The article is devoted to development of the integrated conception of diagnosis and assessment of anthropogenic dynamics of the ecological state of soils and biocenosis of the Central Black Soil Region with the use indicators of biological activity.

Key words: agrolandscape, bioindication, biosystem, enzymatic activity, chernozem.

Наблюдаемое в последние десятилетия резкое усиление антропогенного пресса на почву сопровождалось постепенным формированием концептуальной, методической и нормативно-аналитической базы экологического мониторинга почв. Для решения мониторинговых задач формируется региональный банк эталонов с периодичностью, дифференцированной для различных параметров мониторинга в соответствии с их вероятной направленной изменчивостью в условиях определенного типа (почвенно-геоморфологического элемента) ландшафта. Основным объектом хранения и анализа информации являются провинциально-генетические подтипы черноземов, атрибутами которых служат их характеристики [1, 4].

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 деятельности 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 [2].

При проведении многолетних и сезонных наблюдений за относительно устойчивыми, динамичными и режимными параметрами черноземов целинных, залежных сельскохозяйственных и урбанизированных объектов в Воронежской, Курской и Тамбовской областях использовались базовые элементы схемы экологического мониторинга. Детализация временной динамики ферментативной активности почв проводится с помощью компьютерного моделирования, с использованием педодинамических моделей при верификации их работы на конкретных объектах и по фиксированным срокам режимных наблюдений.

В качестве информационно-аналитической основы областного или локального агроэкологического мониторинга почв и земель использовались типовые базы данных и расчетно-аналитические модули соответствующих информационно-справочных систем (ИСС) для оптимизации земледелия и землепользования.

© Девятова Т.А., Воронин А.А., Румянцева И.В., 2010

¹ Доклад представлен на Международную конференцию «Интродукция и экология растений, проблемы сохранения биоразнообразия» проходившую 15-20 сентября 2010 г. в Воронежском госуниверситете.

Таблица 1

Ферментативная активность черноземов ЦЧО

Почва	Глубина, см	Протеаза, мг N-NH ₂	Уреаза, мг NH ₃	Инвертаза, мг глюкозы	Каталаза, мм O ₂ за 1 мин.
Чернозем оподзоленный (Орловская обл.)	0-10	0,16	0,65	17,86	3,31
	20-30	0,18	0,54	18,42	3,62
	40-50	0,13	0,22	9,47	2,77
	60-70	0,09	0,011	8,15	2,14
	80-90	0,02	0,09	1,93	0,82
Чернозем типичный (Воронежская обл.)	0-10	0,36	1,33	27,18	5,48
	20-30	0,38	1,21	27,01	5,23
	40-50	0,30	0,85	25,41	4,75
	60-70	0,10	0,61	21,92	3,81
	80-90	0,05	0,30	13,64	1,92
Чернозем обыкновенный (Воронежская обл.)	0-10	0,29	1,28	23,85	4,96
	20-30	0,27	1,22	22,16	4,08
	40-50	0,21	0,64	19,43	3,65
	60-70	0,07	0,48	13,21	1,94
	80-90	0,03	0,25	10,03	1,11
Чернозем южный (Воронежская обл.)	0-10	0,19	1,02	20,62	3,65
	20-30	0,19	0,94	18,47	3,28
	40-50	0,11	0,79	14,25	2,14
	60-70	0,06	0,44	10,89	1,96
	80-90	0,03	0,30	4,670	1,11
НСР _{0,5}		0,02	0,10	1,30	0,60

Таблица 2

Общая относительная биологическая активность (БА) черноземов ЦЧР, % от max

Почва	Протеаза	Уреаза	Фосфатаза	Инвертаза	Каталаза	Дегидрогеназа	ИПБС
Чернозем оподзоленный (Орловская обл.)	49	78	45	58	60	65	59
Чернозем оподзоленный (Курская обл.)	50	34	33	46	71	71	51
Чернозем выщелоченный (Воронежская обл.)	78	82	81	73	77	81	79
Чернозем выщелоченный (Курская обл.)	96	90	83	76	90	90	88
Чернозем типичный (Воронежская обл.)	100	100	100	100	100	100	100
Чернозем типичный (Тамбовская обл.)	95	96	99	90	90	95	94
Чернозем обыкновенный (Воронежская обл.)	73	86	89	75	87	74	79
Чернозем южный (Воронежская обл.)	49	36	81	47	85	86	73

Для характеристики биологической активности объекта исследования определяли ферментативную активность почвы [5].

Детальное исследование ферментативной активности черноземов в зональном разрезе свидетельствуют об увеличении активности всех изученных ферментов от черноземов оподзоленных до черноземов южных, достигая максимума в черноземах типичных (таблица 1). С глубиной ферментативная активность исследованных почв постепенно снижается. Наиболее резко это снижение проявляется в черноземах оподзоленных. Активность каталазы имеет противоположную направленность, что связано с увеличением содержания карбонатов в нижней части профиля. Максимальная каталазная активность отмечена в черноземе обыкновенном и южном, а минимальная – в оподзоленном. Высокая активность всех гидролитических ферментов, свидетельствующая о преобладании гидролитических процессов над окислительно-восстановительными, в лесостепных подтипах черноземов объясняется лучшими условиями увлажнения.

Интегральный показатель биологического состояния (ИПБС) зональных подтипов черноземов снижается в ряду: чернозем типичный > чернозем выщелоченный > чернозем обыкновенный > чернозем южный > чернозем оподзоленный (таблица 2). Максимум ИПБС отмечен для чернозема типичного (94-100%). У других подтипов черноземов ИПБС равен 51-90% от чернозема типичного. Минимальные значения отмечены для чернозема южного (51%). Отмеченные закономерности обнаруживаются в основном при сравнительной оценке ферментативной активности пахотных черноземов одного региона близких по своему генезису и свойствам. Выявлены корреляционные связи между ферментативной активностью и количеством подвижных соединений фосфора и азота ($r=0,67$) и содержанием гумуса ($r=0,94$). Статистическая обработка данных по ферментативной активности целинных и залежных почв показала, что длительная распашка приводит к заметному снижению ферментативной активности, наиболее интенсивно в полуметровом слое. Следовательно, можно полагать, что накопление в почвах гумуса, азотсодержащих органических соединений и соответствующее повышение ферментативной активности представляет единый процесс, протекающий в определенных биоклиматических условиях. Анализ профилно-генетических характерис-

тик объекта исследования выявил биологическую индивидуальность различных подтипов черноземов. Абиогическая среда значительно консервативнее в отношении ее преобразования под воздействием комплекса внешних условий. Биота почвы значительно более энергично отзывается на изменения среды.

Сезонная динамика ферментативной активности меняется в зависимости от погодных условий, но среднестатистический показатель имеет два пика активности – весной и осенью. Активность ферментов азотно-фосфорного обмена плавно снижается от весны к осени, активность инвертазы интенсивно возрастает к концу лета в период снижения вегетативного роста растений.

Баллы бонитета черноземов, объективно отражающие уровень их плодородия для сельскохозяйственных культур, совпадают с суммарной биологической активностью.

Экологическое состояние черноземов зависит от стабильности, устойчивости и воспроизводства их биологических компонентов: черноземы с высоким уровнем плодородия и высокой биологической активностью более устойчивы к негативным антропогенным воздействиям и резистентны к антропогенному прессу. Учитывая то, что биологические свойства почв являются индикаторами деградационных процессов и, в то же время, оказывают существенное, а в некоторых случаях определяющее воздействие на эти процессы, на основе значений ИПБС можно установить степень устойчивости черноземов Центрально-Черноземного региона [2, 3].

В конечном итоге нами разработана и создана единая база данных для информационного обеспечения работ по оценке экологического состояния черноземов и биоты по биохимическим тестам. Представленные материалы исследований включены в базу для обоснования рационального природопользования и охраны окружающей среды инвестиционных проектов и сопровождения их реализации, проведения единой научно-технической политики в области рационального природопользования и охраны окружающей среды. Считаем, что база данных будет востребована при выполнении мониторинговых исследований экологического состояния черноземов в условиях Центрально-черноземной зоны, для систематизации и классификации данных при использовании биоиндикационного подхода диагностики черноземов.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (09-04-97504-р-центр-а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антропогенная эволюция черноземов / под ред. А.П. Щербакова, И.И. Васенева. – Воронеж, 2000. – 409 с.

2. Девятова Т.А. Антропогенная динамика и био-диагностика экологического состояния черноземов ЦЧР: автореф. дис. ... д-ра. биол. наук / Т.А. Девятова. – Воронеж, 2006. – 42 с.

3. Девятова Т.А. Опыт создания автоматизированной системы комплексной оценки почвенного покрова

ЦЧО / Т.А. Девятова, Д.И. Щеглов, С.Н. Божко // Черноземы Центральной России: генезис, география, эволюция. – Воронеж, 2004. – С. 553-555.

4. Функционально-экологическое состояние почв г. Воронежа / Т.А. Девятова [и др.] // Современные проблемы загрязнения почв. – М., 2004. – С. 203-206.

5. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии / Ф.Х. Хазиев. – М.: Наука, 1990. – 189 с.

6. Щеглов Д.И. Черноземы центра Русской равнины и их эволюция под влиянием естественных и антропогенных факторов / Д.И. Щеглов. – М.: Наука, 2000. – 214 с.

Девятова Татьяна Анатольевна

доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой экологии и земельных ресурсов Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. (4732) 208-265, E-mail: www.bio.vsu.ru/soil/

Воронин Андрей Алексеевич

кандидат биологических наук кафедры экологии и земельных ресурсов Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. (4732) 208-265, E-mail: www.bio.vsu.ru/soil/

Румянцева Ирина Васильевна

аспирант кафедры экологии и земельных ресурсов Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. (4732) 208-265, E-mail: riw86@rambler.ru

Devyatova Tat'yana Anatol'yevna

Doctor of Biology, Professor, Head of the chair of ecology and land resources of the Voronezh State University, Voronezh, tel. (4732) 208-265, E-mail: www.bio.vsu.ru/soil/

Voronin Andrey Alekseyevitch

Candidate of Biology, lecturer of the chair of ecology and land resources of the Voronezh State University, Voronezh, tel. (4732) 208-265, E-mail: aa_voronin@pochtamt.ru

Rumyantseva Irina Vasil'yevna

Postgraduate student of the chair of ecology and land resources of the Voronezh State University, Voronezh, tel. (4732) 208-265, E-mail: riw86@rambler.ru