

УДК 631.41

## МОНИТОРИНГ ФЕРМЕНТАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ 30-КМ ЗОНЫ ВОЛГОДОНСКОЙ АТОМНОЙ СТАНЦИИ

© 2011 Д.А. Коломеец

Южный Федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

Поступила в редакцию 12.05.2011

В статье представлены результаты краткосрочного мониторинга ферментативного состояния почв 30-км зоны Волгодонской АЭС. Исследованиями установлено, что почвы исследуемой территории в целом характеризуются достаточно высокой степенью обогащённости ферментами. Ферментативная активность почв зоны мониторинга меняется в зависимости от метеорологических условий местности.

Ключевые слова: *ферментативная активность почв, мониторинг, радионуклиды*

В век все нарастающего энергопотребления и особенного внимания к объектам атомной промышленности актуальным остается мониторинг территорий, прилегающих к атомным станциям. В современных условиях интенсивность воздействия промышленного производства на природные ландшафты некоторых регионов достигла такого уровня, при котором негативные последствия оказывают существенное влияние на природные процессы и окружающую человека среду. Каталитические свойства почвы в условиях техногенного прогресса приобретают новую актуальность. Загрязнённый тяжёлыми металлами и другими токсикантами почвенный покров не способен полноценно выполнять свои экологические функции и, прежде всего, общие биоферные и сельскохозяйственные.

В рамках данной работы впервые проводится крупномасштабный детальный мониторинг территорий, прилегающих к объектам атомной промышленности. Наблюдения за состоянием наземных экосистем района Волгодонской АЭС проводится с 2001 г. в соответствии с программой мониторинга, разработанной с учетом ландшафтно-геохимических особенностей района и предполагаемого пространственного распределения выбросов АЭС [4]. Однако почвенно-экологический мониторинг нельзя считать полным без подробного изучения ферментативной активности почв. До настоящего времени глубокого изучения ферментативной активности территории мониторинга Волгодонской АЭС не проводилось, хотя она является важнейшим показателем, коррелирующим со многими свойствами почв, определяет уровень их плодородия и др. [1]. Поскольку действие ферментов характеризуется специфичностью, то, исходя из активности отдельных ферментов, трудно оценить общую биологическую активность почвы. Поэтому при оценке общей биологической активности различных типов почв не следует ограничиваться определением отдельных ферментов, необходимо изучать действие различных групп ферментов – гидролаз и оксидоредуктаз. Именно

эти группы ферментов наиболее интересны сточки зрения агроэкологии [5]. Активность оксидоредуктаз характеризует окислительно-восстановительные условия в почве, активность гидролаз – интенсивность процессов минерализации органических веществ, в состав которых входят важнейшие питательные элементы – азот, фосфор и некоторые другие. Критериями, по которым были отобраны изучаемые ферменты, были точность и информативность показателей, а так же высокая воспроизводимость методик.

**Цель работы:** выявление изменений во времени и пространстве ферментативного состояния почв 30-км зоны Волгодонской АЭС.

Для достижения указанной цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Изучить каталазную, инвертазную и уреазную активность почв.
2. Оценить почвы 30-км зоны Волгодонской АЭС по степени обогащенности ферментами.
3. Провести краткосрочный мониторинг ферментативной активности почв по показателям активности гидролитических и окислительно-восстановительных ферментов по Галстяну [2].
4. Оценить пространственно-временные изменения исследуемых показателей ферментативного состояния почв.

**Объекты исследования:** темно-каштановая солонцеватая тяжелосуглинистая на лессовидных суглинках, каштановая солонцеватая тяжелосуглинистая на лессовидных суглинках, луговато-каштановая мощная тяжелосуглинистая на лессовидных суглинках, каштановая солонцеватая тяжелосуглинистая на желто-бурых глинах и аллювиально-луговая легкосуглинистая на аллювиальных погребенных отложениях почвы.

Определение каталазной активности проводили по методу, который основан на изменении скорости распада перекиси водорода при взаимодействии ее с почвой по объему выделившегося кислорода. Уреазную активность определяли колориметрическим методом Галстяна в модификации Хазиева [2]. Метод основан на учёте количества аммиака, образующегося при

гидролизе мочевины. Активность уреазы выражают в миллиграммах  $\text{NH}_3$  на 10 г почвы за сутки. Метод определения активности инвертазы по Галстяну [2] основан на количественном учете восстанавливающих сахаров по Бертрану и по изменению оптических свойств раствора сахарозы до и после воздействия фермента. Отбор производился из 5 разрезов, по 8 образцов в каждом, в двух полевых и трёх аналитических повторностях.

**Результаты.** По полученным данным установлено, что в каштановой солонцеватой тяжелосуглинистой и темно-каштановой солонцеватой тяжелосуглинистой почвах наблюдается высокая активность уреазы в верхнем 10-ти см слое. Во всех исследуемых почвах наблюдается значительное падение активности уреазы в слоях ниже 10 см, что связано с уменьшением содержания гумуса и, в первую очередь, азота. Эта тенденция сохраняется в течение нескольких лет (табл. 1).

**Таблица 1.** Ферментативная активность почв 30-км зоны Волгодонской АЭС (2008 год)

Название почвы	Фермент	Показатели активности ферментов по генетическим горизонтам							
		0-1 см	1-3 см	3-5 см	5-10 см	10-15 см	15-25 см	25-35 см	35-45 см
темно-каштановая солонцеватая тяжелосуглинистая на лессовидных суглинках	каталаза*	15,0	12,1	13,2	16,0	14,1	10,3	9,3	7,9
	уреаза**	32,00	28,00	34,50	17,00	11,00	7,50	7,50	7,50
	инвертаза***	53,65	42,00	46,94	54,00	28,58	32,65	43,76	21,35
луговато-каштановая мощная тяжелосуглинистая на лессовидных суглинках	каталаза*	13,9	15,2	17,2	15,2	18,3	16,0	14,0	15,7
	уреаза**	50,0	22,0	11,5	6,50	7,50	7,00	9,50	4,50
	инвертаза***	57,18	67,06	63,53	60,00	52,59	45,88	41,12	35,29
каштановая солонцеватая тяжелосуглинистая на лессовидных суглинках	каталаза*	10,9	8,7	11,8	11,4	15,3	10,7	9,9	11,9
	уреаза**	30,50	15,50	21,50	14,50	10,00	5,00	6,00	8,50
	инвертаза***	49,06	43,24	31,41	20,82	19,41	25,41	20,12	22,06
аллювиально-луговая легкосуглинистая на аллювиальных погребенных отложениях	каталаза*	4,4	3,7	5,3	7,1	8,4	6,9	4,0	1,4
	уреаза**	16,50	10,00	11,00	18,50	8,50	9,00	6,50	5,00
	инвертаза***	26,12	25,06	29,65	7,06	2,65	3,18	3,53	0,35
каштановая солонцеватая тяжелосуглинистая на желто-бурых глинах	каталаза*	19,6	18,4	18,3	18,3	19,8	19,8	16,1	19,1
	уреаза**	8,50	9,00	8,50	6,00	6,50	9,00	4,50	6,50
	инвертаза***	21,88	31,41	32,82	30,71	25,59	29,47	20,47	15,53

Примечание: \* -мл  $\text{O}_2/1$  г за 1 минуту; \*\* - мг  $\text{NH}_3/10$  г за сутки; \*\*\* - мл глюкозы /1г в сутки.

По обогащённости уреазой в порядке убывания активности фермента в верхних горизонтах почвы зоны Волгодонской АЭС можно расположить в ряд: темно-каштановая солонцеватая тяжелосуглинистая – луговато-каштановая мощная тяжелосуглинистая – каштановая солонцеватая тяжелосуглинистая на лессовидных суглинках – аллювиально-луговая легкосуглинистая – каштановая солонцеватая тяжелосуглинистая на желто-бурых глинах. Результаты трехлетних исследований показали, что в 2008 г. степень обогащённости уреазой каштановой солонцеватой тяжелосуглинистой почвы на желто-бурых глинах понизилась в 2 раза по сравнению с предыдущим годом (с 23,2 до 9,0 мг  $\text{NH}_4$  на 10 г почвы в сутки) и стала характеризоваться как бедная. Существенного изменения активности уреазы в луговато-каштановой почве не наблюдалось. В остальных исследуемых почвах отмечено повышение уреазной активности в среднем в 1,5 раза (для верхнего 5-ти см слоя каштановой солонцеватой тяжелосуглинистой с 14,7 до 22,5 мг  $\text{NH}_4$ ).

К настоящему моменту по уреазной активности изучаемые почвы характеризуются как средне-обогащённые, а каштановая солонцеватая тяжелосуглинистая – как бедная, что обусловлено более интенсивным использованием данного участка под выпас.

По активности инвертазы наблюдается большее разнообразие: луговато-каштановая почва относится к классу богатых, аллювиально-луговая – к классу бедных, а все остальные – к классу среднеобогащённых почв.

По степени обогащённости почв зоны Волгодонской АЭС ферментом каталазой по шкале Звягинцева [4] можно составить следующий ряд от наиболее обогащённой: тёмно-каштановая – каштановые – лугово-каштановая – аллювиально-луговая почва. Оценивая уровень ферментативной активности по шкале Д.Г. Звягинцева [4] по степени обогащённости почв ферментами в расчете на весовые единицы, можно сказать, что по каталазной активности каштановые, тёмно-каштановые и луговато-каштановые почвы относятся

к классу богатых, а аллювиально-луговая – к классу среднеобогатённых почв. В 2008 г. произошло значительное увеличение активности каталазы во всех почвах, что объясняется обильным выпадением осадков в период отбора образцов, и, тем самым, большей интенсивностью процесса дегумификации (табл. 2).

**Таблица 2.** Каталазная активность луговато-каштановой мощной тяжелосуглинистой почвы, мл O<sub>2</sub>

Глубина	2007 год	2008 год	2009 год
0-1 см	7,3	13,9	5,4
1-3 см	7,5	15,2	5,5
3-5 см	7,5	17,2	4,1
5-10 см	7,1	15,2	4,6
10-15 см	8,1	18,3	3,7
15-25 см	8,1	16,0	3,3
25-35 см	6,7	14,0	3,2
35-45 см	4,0	15,7	3,0

Среди большого количества радионуклидов обычно доминирует в выпадениях и является дозообразующим Cs-137, поэтому его можно

считать одним из наиболее вероятных загрязнителей при возникновении внештатных ситуаций на Волгодонской АЭС (табл. 3). В ходе мониторинга не было отмечено каких-либо существенно значимых изменений в содержании Cs-137 в изучаемых почвах.

**Выводы:** установлено, что в целом почвы зоны мониторинга характеризуются достаточно высокой степенью обогащенности ферментами, что обусловлено уменьшением антропогенного воздействия на данной территории после запуска атомной электростанции. Только аллювиально-луговая почва обладает пониженной степенью обеспеченности всеми исследуемыми ферментами по шкале Звягинцева, что обусловлено более низким содержанием гумуса и более лёгким гранулометрическим составом. В течение 3 лет происходило изменение показателей ферментативной активности почв в зависимости от метеорологических условий местности. Мониторинг исследуемых почв должен проводиться с целью обеспечения соблюдения экологических нормативов и лимитов, а также оперативной разработки мероприятий по контролю и стабилизации экологической обстановки в случае необходимости.

**Таблица 3.** Содержание Cs-137 в луговато-каштановой мощной тяжелосуглинистой почве (2008 год)

Удельная активность (Бк/кг почвы)	Глубина			
	0-5 см	5-10 см	10-15 см	15-20 см
	27,2	18,6	3,9	0,2

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. *Алексахин, Р.М.* Радиоактивное загрязнение почв и растений. – М.: Изд. АН СССР, 1963. 574 с.
2. *Галстян, А.Ш.* Унификация методов исследования активности ферментов почв // Почвоведение. 1978. №2. С. 107-114.
3. *Давыдов, М.Г.* Программа радиоэкологического мониторинга наземных экосистем района расположения РоАЭС. Сб. «Проблемы развития атомной энергетики на Дону» / *М.Г. Давыдов, Г.Г. Клименко, В.П. Поваров.* – Ростов-на-Дону, 2000, т.2. С. 181-190.
4. *Звягинцев, Д.Г.* Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей // Почвоведение. 1978. №6. С. 48-54.
5. *Романовская, В.А.* Экологические последствия радиоактивного загрязнения для почвенных бактерий в 10 км зоне ЧАЭС / *В.А. Романовская, И.Г. Соколов, П.В. Рокитко, П.А. Черная* // Микробиология. 1998. Т. 67. №2. С.47-51.

**MONITORING OF SOIL ENZYME CONDITION IN 30-KM ZONE OF VOLGODONSK NUCLEAR POWER STATION**

© 2011 D.A. Kolomoets

South Federal University, Rostov-on-Don

In article the results of short-term monitoring of soil enzyme condition in 30-km zone of Volgodonsk nuclear power plant are made. Research has established that soils in the studying area generally characterized by relatively high degree of enzymes enrichment. Soil enzymatic activity in monitoring zone varies depending on meteorological conditions of the area.

Key words: *soils enzymatic activity, monitoring, radionuclides*

*Dariya Kolomoets, Post-graduate Student. E-mail: Daha-198702@rambler.ru*