

## БИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОЧВ ЮЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЫ Г. ЯРОСЛАВЛЯ

**Представлены результаты мониторинговых исследований дерново-подзолистых и дерново-глеевых почв южной промышленной зоны (ЮПЗ) г. Ярославля. Показано, что процессы антропогенной деградации затронули как химические, так и микробиологические свойства почв.**

**Ключевые слова:** биологический мониторинг почв, структура микробных сообществ, ферментативная активность почв.

В почвенно-экологическом мониторинге последних лет все чаще используется такой вид универсального мониторинга как микробиологический [1,3,4,6 С. 432]. Микробиологические тесты позволяют за короткое время даже при незначительных изменениях в окружающей среде оценить отклонения в функционировании почвенной системы, поэтому являются показателями ранней диагностики деградационных процессов. Наиболее часто в целях биоиндикации используют группировку сапротрофных микроорганизмов.

Мониторинг почв ЮПЗ г. Ярославля проводится с 2006 г., в исследованиях задействовано 10 почвенных разрезов в стационарных пунктах слежения, находящихся на разном расстоянии от НПЗ «Славнефть-ЯНОС»; в качестве контрольных на территории Ярославской области выбраны два участка, расположенные на расстоянии более 30 км от источников загрязнения. На каждой из территорий были заложены почвенные разрезы, характеризующие автоморфные и полугидроморфные условия почвообразования. Отбор верхних горизонтов полугидроморфных почв (дерново-глеевых и дерново-глееватых) осуществляли на низинных лугах, а автоморфных дерново-подзолистых – на залежи, время отбора – первая декада октября. Для микробиологических анализов и измерения ферментативной активности усредненные пробы почвы замораживали в день отбора и хранили при  $-18^{\circ}\text{C}$ ; для химических анализов использовали воздушно-сухие почвенные образцы. *Почвы нарушенной территории* (<5 км от НПЗ): №1А – агро-дерново-подзолистая почва (залежный луг, 50 м юго-восточнее с. Лучинское, Ярославского р-на, 3,7 км от НПЗ); №2А – дерново-подзолистая почва (полоса отчуждения между автомагистралью Москва-Холмогоры и пос. Щедрино, тот же р-н, 2,3 км от НПЗ); №3Г – дерново-глееватая почва (заболоченный луг, граница городской черты и ЮПЗ, 300 м западнее хозяйства «Новоселки», 4,8 км от НПЗ). *Почвы буферной зоны* (>5 км от НПЗ): №4 (КА) дерново-подзолистая

почва (залежный луг, 500 м восточнее пос. Кормилицино, Ярославского р-на, 9,4 км от НПЗ); №5Г – дерново-глееватая почва (низинный луг, 700 м восточнее пос. Кормилицино, тот же р-н, 9,2 км от НПЗ); №8Г – дерново-глееватая почва (низинный луг, 200 м южнее садов «Пахма», р-н тот же, 11,6 км от НПЗ). *Почвы контрольной территории* (>30 км от НПЗ): №6А – дерново-подзолистая почва (залежный луг, 500 м южнее с. Коза, Первомайский р-н, 101,5 км от НПЗ); №7Г-дерново-глеевая почва (низинный луг, 300 м южнее с. Коза, Первомайский р-н, 101 км от НПЗ); №9А – дерново-подзолистая почва (залежный луг, 500 м восточнее с. Чурилово, Гаврилов-Ямский р-н, 26,5 км от НПЗ); №10Г – дерново-глееватая почва (700 м на северо-запад от с. Чурилово, Гаврилов-Ямский р-н, 27 км от НПЗ).

Эколого-трофическую структуру микробных сообществ исследуемых почв изучали на глюкозо-пептонно-дрожжевой среде (ГПД), учитывали численность сапротрофов, количество морфотипов, доминанты и субдоминанты, проводили идентификацию бактерий до рода; численность углеродородокисляющих микроорганизмов определяли на среде Бушнела-Хааса. Кроме этого, структуру микробных сообществ изучали молекулярным методом газовой хроматографии – масс-спектрометрии (ГХ-МС). Исследования проводили на хромато-масс-спектрометрах АТ 5973 D фирмы Agilent Technologies (США) [2]. Активность каталазы (КА) и дегидрогеназы (ДА) определяли по методу А.Ш. Галстяна. Химические свойства почв (процентное содержание гумуса, актуальную и гидrolитическую кислотность, количество поглощенных оснований) определяли в соответствии с государственными и отраслевыми стандартами ОСТ 4647-76, ГОСТ 26483-85, ГОСТ 26212-91. Статистическая обработка данных осуществлялась с использованием пакета анализа данных Microsoft Excel 2003 и STATISTICA 6.0.

Химические показатели автоморфных (А) и полугидроморфных (Г) почв контрольных терри-

торий принимают значения, характерные для почв исследуемых типов в Нечерноземной зоне РФ [5]. Мониторинг химических свойств почв ЮПЗ (Табл.1, приведены средние значения химических показателей за 2006-2010гг.) выявил наличие деградации гумуса, как в дерново-подзолистых (содержание гумуса уменьшается в 1,5-3,4 раза по отношению к аналогичным контрольным), так и в дерново-глеватых почвах (в 1,6-3,6 раза соответственно). Существенного изменения кислотных свойств в почвах ЮПЗ не обнаружено. Уменьшение суммы поглощенных оснований более характерно для дерново-подзолистых почв ЮПЗ (образцы 2А и 4А); в полугидроморфных почвах данный показатель находится на уровне аналогичных контрольных почв, за исключением образца 5Г.

Почвы, находящиеся под воздействием НПЗ, независимо от характера гидроморфизма, в целом характеризуются достоверным снижением ферментативной активности по сравнению с контролем (Рис.1), особенно значительным для дегидрогеназы. Снижение активности ферментов свидетельствует об угнетении окислительно-восстановительных процессов под действием антропогенной нагрузки.

Анализ эколого-трофической структуры микробного сообщества изучаемых почв с исполь-

зованием традиционных методов посева показал, что численность сапротрофов в почвах, находящихся в непосредственной близости от НПЗ, и почвах буферной зоны на 30-40% выше, чем в почвах контрольных территорий (Рис.2). При этом доля углеводородокисляющих микроорганизмов возрастает до 40-80% от численности сапротрофов, особенно в почвах в границах 5-и километровой зоны от НПЗ. Этот факт хорошо согласуется с увеличением в почвах этой зоны численности актиномицетов, выявленным методом ГХ-МС (Табл.1). По-видимому, в почвах ЮПЗ имеет место стимуляция УОМ многолетними выбросами летучих органических соединений. Четких закономерностей в колебаниях общей численности микроорганизмов по данным ГХ-МС не прослеживается. Видовое разнообразие в почвах ЮПЗ не снижается и даже несколько увеличивается (Табл.1). Некоторое увеличение биоразнообразия при низких уровнях антропогенного воздействия ранее было выявлено Марфениной у почвенных микромицетов [4] и подтверждается для других представителей микробного сообщества.

В автоморфных почвах нарушенной территории и буферной зоны, по данным метода ГХ-МС, наблюдается упрощение структуры микробного сообщества с уменьшением числа доминантных

Таблица 1. Химические и биологические характеристики изучаемых почв

показатели	Расстояние, почва	Зона загрязнения <5 км от НПЗ			Буферная зона >5 км от НПЗ			Контрольная территория >30 км от НПЗ			
		1А	2А	3Г	4А	5Г	8Г	6А	9А	7Г	10Г
<i>Химические свойства почв</i>											
Гумус, %		1,3	1,5	2,3	1,4	2,2	5,1	2,2	4,8	3,0	8,3
pH, сол		5,7	6,2	6,6	5,9	5,6	6,9	7,2	4,9	6,4	6,6
Гидролитическая кислотность, мг-экв/100г почвы		2,3	2,0	2,1	1,3	2,7	0,4	3,1	2,3	1,6	0,9
Сумма поглощенных оснований, мг-экв/100г почвы		16,7	9,8	29,1	9,2	13,2	23,2	16,3	14,8	19,1	26,2
<i>Биологические характеристики почв (по данным метода ГХ-МС)</i>											
Общая численность микроорганизмов, *10 <sup>6</sup> кл/г		1182	439	396	330	233	195	683	85	760	343
Число обнаруженных родов		38	38	38	38	39	40	37	41	36	40
Численность анаэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, *10 <sup>6</sup> кл/г; их доля от общей численности, %		421,8 35,7	171 39	218,1 55,1	139,8 42,4	92,1 39,5	75,7 38,8	284,4 41,6	33,9 39,8	230,9 30,4	129,5 37,7
Численность актиномицетов, *10 <sup>6</sup> кл/г; их доля от общей численности, %		300,3 25,4	143,4 32,7	139 35,1	92,7 28,1	60,3 25,9	55,5 28,5	132,1 19,3	29,3 34,4	110,7 14,6	103,8 30,3

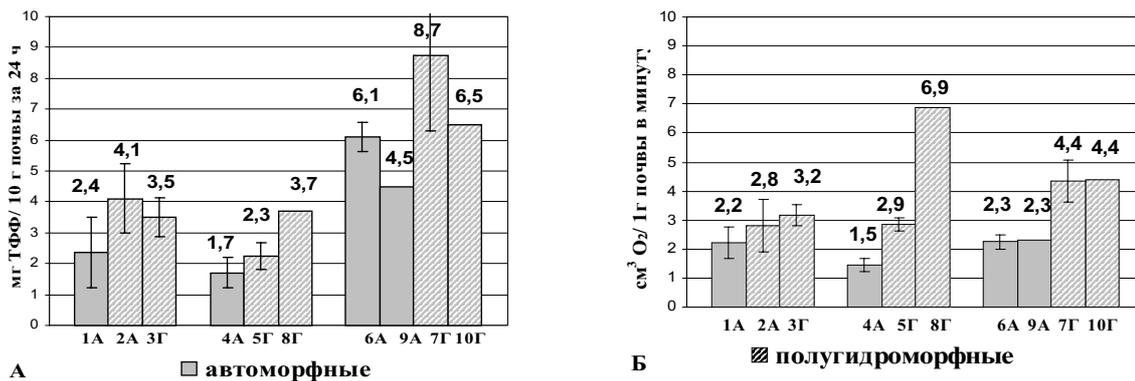


Рисунок 1. Актуальная дегидрогеназная (А) и каталазная активность (Б) почв ЮПЗ и контрольных территорий (средние значения за 2008-2010 гг.)

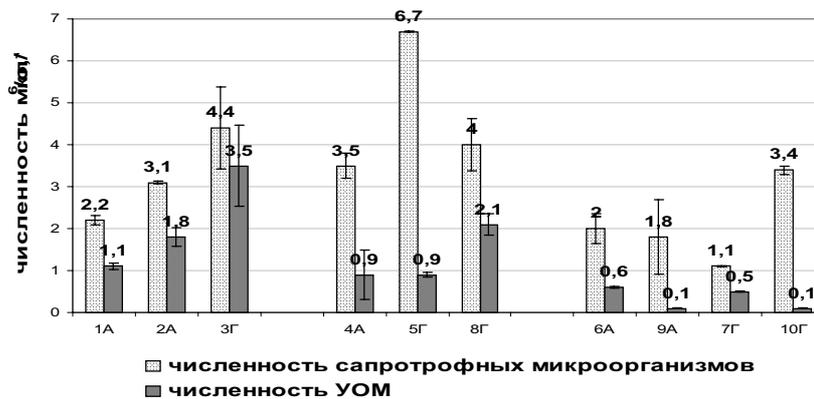


Рисунок 2. Численность сапротрофных и углеводородокисляющих микроорганизмов почв ЮПЗ и контрольных территорий.

видов. В почвах буферной зоны отмечено сближение состава сообщества дерново-подзолистой почвы с сообществом дерново-глеевой почвы, связанное, по нашему мнению, с воздействием однотипного загрязнения. Таким образом, тип гидроморфизма в условиях антропогенного пресса перестает быть ведущим фактором, определяющим структуру и биологическую активность почвенного микробного сообщества.

Мониторинговое исследование почв ЮПЗ г. Ярославля выявило, что антропогенная трансформация существенно изменила микробиологические свойства верхних горизонтов и привела к их значительной дегумификации. В наибольшей степени деградации подвержены почвы аккумулятивных ландшафтов из-за суммирования всех возможных видов загрязнения.

29.08.2011

**Список литературы:**

1. Ананьева Н.Д. Микробиологические аспекты самоочищения и устойчивости почв. М.: Наука, 2003. 223 с.
2. Верховцева Н.В. Метод газовой хроматографии-масс-спектрометрии в изучении микробных сообществ почв агроценоза/ Н.В. Верховцева, Г.А. Осипов // Проблемы агрохимии и экологии. 2008.№1. С. 51-54
3. Гузев В.С. Техногенные изменения сообщества почвенных микроорганизмов / Перспективы развития почвенной биологии: Сборник научн. трудов. / В. С. Гузев, С.В. Левин. М., 2001. С. 178-220.
4. Марфенина О.Е. Антропогенная экология почвенных грибов.М.: Медицина для всех, 2005.196 с.
5. Почвенный покров Нечерноземья и его рациональное использование.М.: Агропромиздат,1986. 245 с.
6. Шемелина Т.Н. Диагностирование степени загрязненности почв нефтью по показателям ферментативной активности/ Т.Н. Шемелина, Е.И. Новоселова, Н.А. Киреева, М.Ю. Маркарова // Вестник ОГУ(75). 2007. октябрь. С. 432-434.

Сведения об авторах: **Башкинова О.В.**, аспирантка кафедры ботаники и микробиологии факультета биологии и экологии ЯрГУ им. П.Г. Демидова, e-mail: bashkinovao@mail.ru

**Волкова И.Н.**, доцент кафедры ботаники и микробиологии факультета биологии и экологии ЯрГУ им. П.Г. Демидова, кандидат биологических наук, e-mail: involk6@gmail.com

**Романьчева А.А.**, соискатель кафедры ботаники и микробиологии факультета биологии и экологии ЯрГУ им. П.Г. Демидова, e-mail: kai-ren@yandex.ru  
150000, Ярославль, ул. Советская, 14, тел. (4852)480739