Мониторинг почв в районе размещения предприятия атомной промышленности

*Егорова Е.И., *Иголкина Ю.В., **Степанов А.Л.
** Обнинский государственный технический университет атомной промышленности;*
***Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова*

Различные виды антропогенного воздействия на почву могут изменять условия существования почвенных микроорганизмов, нарушать нормальное протекание в почвах процессов микробной трансформации, а, следовательно, и процессов трансформации веществ в биосфере. На ранних стадиях развития техногенных экосистем микробоценозы являются не только активной структурной единицей экосистемы, но и наиболее информативной диагностической компонентой биоты, способной в силу высокой адаптации быстро реагировать на смену экологических условий и менять функциональную активность. Именно эта способность микроорганизмов была использована нами в целям экологического мониторинга почв в районе г.Обнинска, на территории которого расположено предприятие атомной промышленности.

Нами проведена оценка биологической активности почв репрезентативных участков санитарно-защитной зоны ГНЦ ФЭИ Минатома РФ в долине реки Протвы. Проанализированы такие физиологические и биохимические параметры микробоценозов, как ферментативная активность (причем наиболее информативной представляется общая ферментативная активность почв, включающая как иммобилизованные, так и мобилизованные почвенные ферменты) [1; 2]; показатели почвенного дыхания по эмиссии CO2; активность процессов азотфиксации и денитрификации (которые, как показали исследования, являются чувствительными индикаторами загрязнения среды радионуклидами и тяжелыми металлами [3; 4]. По многолетним данным радиоактивных выбросов в атмосферу ГНЦ ФЭИ не отмечается существенных отклонений от нормативных выбросов для предприятий атомной промышленности. Ниже предельно допустимых норм находятся выбросы в атмосферу химических поллютантов. Результаты химического анализа воды в реке, протекающей через санитарно-защитную зону ФЭИ, показывают превышение отдельных показателей. Антропогенное воздействие хорошо просматривается по pH воды, ее анионному составу (HCO3-, NO3-, Cl- и F-) и концентрации в воде металлов переменной валентности (Fe и Mn). По сравнению с фоновым створом, пробы воды из нижерасположенных точек пробоотбора отличаются уменьшением концентрации HCO3-, Fe и Mn, нарастанием концентрации NO3-, Cl- и F- и изменением pH. Изменения не превышают 2-3 раз, не существенны с точки зрения концепции ПДК вредных веществ в водных объектах и могут быть объяснены смывом загрязняющих веществ с площади водосбора, охватывающей как жилую, так и промышленную зоны города.

Проведенные нами исследования почвенного микробоценоза показали, что наиболее чувствительной к антропогенной нагрузке оказалась каталазная активность. Выявлено четыре критических точки пробоотбора в санитарно-защитной зоне (СЗЗ) и несанкционированной зоне отдыха горожан. В двух участках вблизи санитарно-защитной зоны наблюдаемые изменения каталазной активности почвенного микробоценоза не превышают 20% отклонения от аналогичных показаний в контрольном участка, расположенном в одинаковом экотопе выше рекреационной зоны г.Обнинска.

Практически не чувствительной оказалась инвертазная активность. Однако следует отметить достоверное ($p<0,05$) снижение активности ферментной системы в СЗЗ и, особенно, в районе несанкционированного отдыха горожан. Для каталазы в этих точках отмечено достоверное повышение активности.

Уреазная активность исследуемых образцов почв достоверно ($p<0,05$) выше аналогичного показателя условного контрольного участка в точках пробоотбора СЗЗ и территории городского пляжа.

Выявленные изменения ферментативной активности почв могут быть связаны с отклонением pH почв в щелочную область, а так же со снижением окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) почвы, суммы обменных оснований, водорастворимых органических веществ, усилившейся минерализацией почв, повышенным содержанием Fe, Mn, N.

Несмотря на общие закономерности динамики биологической активности, обусловленные варьированием влажности и органического вещества в точках отбора проб, на исследуемой территории был выявлен ряд специфических особенностей. Определение потенциальной активности гетеротрофных микроорганизмов в отношении трансформации органического вещества почв после добавления раствора глюкозы (выравнивание по влажности и содержанию легкодоступного углерода всех образцов) обнаружило низкую величину потенциальной эмиссии CO2 в СЗЗ. Это коррелирует с повышенным содержанием металлов: (Cu; Pb; Zn), обнаруженных в пробах речной воды в этих точках.

Определение нитрогеназной активности почвенных бактерий подтвердило эту закономерность только для одной из точек вблизи СЗЗ. Это обусловлено тем, что наибольшее влияние на процесс азотфиксации оказывает концентрация минерального азота, а по данным химического анализа речной воды максимальное содержание нитратов отмечено в точках отбора образцов СЗЗ. В этих почвах и был зафиксирован минимальный уровень нитрогеназной активности.

Оценка интенсивности процессов анаэробной трансформации органического вещества, в целом, подтверждает отмеченные ранее закономерности. Так, активность денитрифицирующих бактерий оказалась минимальной в СЗЗ, что согласуется с результатами анализа речной воды, свидетельствующими о высокой концентрации меди, свинца и цинка в этих местах отбора проб.

Активность метаногенных бактерий оказалась более консервативным показателем в связи с особенностями их метаболизма. Они развиваются на продуктах вторичных анаэробов (ацетат, молекулярный водород, диоксид углерода) и, прежде всего, реагируют на изменение окислительно-восстановительных

условий среды. Вместе с тем, следует отметить, что наименьшая эмиссия метана также была зафиксирована в СЗЗ.

Полученные результаты показали, что низкие значения азотфиксации и денитрификации отмечены в районе городского пляжа, СЗЗ ФЭИ, что говорит о высоком уровне антропогенной нагрузки на эти участки. В районе несанкционированной зоны отдыха отмечена достоверно высокая актуальная и потенциальная эмиссия СО2.

Таким образом, несанкционированная зона отдыха горожан характеризуется повышенной или пониженной биологической активностью почвенного микробоценоза сразу по пяти показателям из семи, санитарно-защитная зона предприятия атомной промышленности – по трем показателям.

В целом можно заключить, что предприятие атомной промышленности, находящееся на территории г.Обнинска, не оказывает существенного влияния на биологическую активность почв, что может характеризовать деятельность предприятия как экологически чистое производство.

Литература:

Е.И.Егорова. Ферментативная активность почв Брянской области, пострадавшей в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Изв.ВУЗов. Ядерная энергетика, 1995. №3. С.72-77.

Е.И.Егорова, С.М.Полякова. Ферментативная активность почв при сочетанном действии гамма-излучения и тяжелых металлов. Радиац.биологии. Радиоэкология, 1996. Т.36. – Вып.2. – С.227-233.

Е.И.Егорова, А.Л.Степанов. Влияние гамма-излучения на выживаемость и денитрифицирующую активность культуры Pseudomonas fluorescens в дерново-подзолистой почве. Вестник МГУ, 1991. – Сер.17. - №3. – С. 61-64.

Е.И.Егорова. Активность азотфиксации, денитрификации и эмиссии СО2 при сочетанном действии гамма-излучения и тяжелых металлов в почве. Рад.биология. Радиоэкология, 1996. – Т.36. – Вып.2. – С.218-226.

Контроль загрязнений водной среды при транспортировке водоугольных суспензий

Еремина А.О., Головина В.В., Угай М.Ю., Селиверстова И.Ф.*

*Институт химии и химической технологии СО РАН, Красноярск; *Филиал Иркутского государственного университета путей сообщения, Красноярск*

Гидромеханический способ добычи угля и его трубопроводный транспорт в виде водоугольной суспензии оказывает ощутимое отрицательное воздействие на экологическое состояние окружающих территорий, санитарно-гигиенические условия местности. Для осуществления эффективного контроля за уровнем загрязнения окружающей среды химическими элементами необходима оценка возможности их перехода в водную фазу в реальных условиях.

Приведены результаты лабораторных исследований по переходу химических элементов из твердой фазы (угля) в жидкую фазу в водоугольных суспензиях. За критерий санитарно безопасного уровня содержания были выбраны нормативы предельно-допустимой концентрации веществ в воде водоемов ($ПДК_В$). Водоугольные суспензии готовили путем обработки угля щелочными средами, содержащими от 0 до 1,0 мас.% гидрооксида натрия. Поддерживали соотношение уголь: водная фаза, равное 1:1 с учетом влажности исходного угля. Отделение водной фазы проводили двумя способами: путем центрифугирования водоугольной суспензии, декантации и фильтрования водной фазы, а также СВЧ-сушкой с конденсацией выделяющейся воды. Условия СВЧ-сушки: частота 2,3 МГц, мощность 0,5 кВт. Определение концентрации химических элементов (алюминий, железо, кальций, магний, бериллий, индий, кадмий, кобальт, марганец, медь, никель, свинец, хром, цинк) в водной фазе проводили методом атомно-абсорбционной спектрометрии.

Кинетические исследования показали, что 95-98% вышеперечисленных химических элементов переходит в водную фазу в течение 1 ч. Дальнейшее накопление химических элементов в водной фазе в течение 3-14 суток незначительно. Показано, что после контакта угля с водой концентрация большинства вышеуказанных элементов лежит в интервале 0,2-0,8 $ПДК_В$. Исключение составляют железо, бериллий, кадмий; концентрация которых в водной фазе выше $ПДК_В$. Так, концентрация кадмия более чем в 7 раз превышает предельно-допустимое значение.

При обработке угля щелочными водными средами концентрация алюминия, железа, бериллия, индия и кадмия существенно превышает $ПДК_В$. При концентрации щелочного реагента 0,1 и 1,0 мас.% концентрация бериллия составляет от 4 до 9 $ПДК_В$, кадмия – от 15 до 23 $ПДК_В$. Концентрация химических элементов в водной фазе при СВЧ-сушке существенно превышает $ПДК_В$: алюминия - в 2 - 45 раз; железа – 8 - 29; бериллия – 3 - 10; индия – 4 - 29; кадмия – 10 - 27 раз при концентрации гидрооксида натрия в водоугольной смеси в пределах от 0 до 1 мас.%. При обычных методах отделения водной фазы часть химических элементов находится в растворенном состоянии, но удерживается в адсорбированном виде на поверхности угольных частиц. СВЧ-излучение, воздействуя на внутрикапиллярную воду, разрушает микро- и мезопоры угля и увеличивает общий объем растворенной минеральной части угля.

Чтобы предотвратить необратимую деградацию природных вод в результате их загрязнения комплексом химических ингредиентов, содержащихся в угле, необходимо резко сократить попадание загрязненных вод в подземные источники и поверхностные водотоки. Одним из путей решения этой проблемы может быть использование отделенной от угля воды на технологические нужды производства или сжигание водоугольных суспензий без отделения водной фазы в специальных энергетических котлах.