

Диоксины и полихлорированные бифенилы в хвое сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях Уфимского промышленного центра

А.А. Хакимова, аспирантка, **А.А. Кулагин**, д.б.н., профессор, ФГБОУ ВПО Башкирский ГПУ; **З.К. Амирова**, д.б.н., профессор, ГБУ РБ БРЭЦ

Стойкие органические загрязнители (СОЗ) обладают токсичными свойствами, проявляя устойчивость к разложению, характеризуются биоаккумуляцией, а также осаждаются на большом расстоянии от источника их выброса, накапливаясь в экосистемах суши и водных экосистемах [1].

Являясь объектом трансграничного переноса, СОЗ попадают в экосистемы промышленного региона, где происходит их трансформация и накопление [1]. В связи с этим одной из важнейших задач является установление основных закономерностей их поведения, прежде всего в абиотических компонентах окружающей среды Уфимского промышленного центра Республики Башкортостан.

Материалы и методы. Основным источником поступления стойких органических загрязнителей в окружающую среду на территории г. Уфы являлось предприятие хлорорганического синтеза ОАО «Уфхимпром». С 1954 г. на Уфимском ПО «Химпром» производили хлорбензол, трихлорэтилен, 2,4,5-Т

бутилэстер, хлорамины, 2,4-диметиламиновая соль, 2,4-диметилнатриевая соль, вензар, фенол и др. соединения [2].

В начале 80-х гг. XX в. было установлено, что СОЗ получили глобальное распространение благодаря переносу с атмосферными течениями и потоками, и возможность этого переноса определяется давлением паров каждого отдельного соединения. Атмосферные осадки являются одним из основных путей выведения СОЗ, находящихся в атмосферном воздухе [3].

Представляется своевременным проведение обследования состояния насаждений сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), произрастающих на территории Уфимского промышленного центра. Обследование древостоев хвойных пород с целью определения их жизненного состояния возможно в любое время года, если деревья не покрыты снегом. При выполнении исследований за основу были взяты общепринятые методы (0,25 га при максимальном количестве деревьев) [4, 5]. Хвоя древесных пород основную часть загрязнений получает из окружающего воздуха и дождевых вод, а не через корневую систему, ствол и ветви. Были

изучены морфометрические и физиологические характеристики хвои одно- и двухгодичного жизненного цикла. Определение 17 токсичных ПХДД/Ф в пробах проведено в соответствии с методикой U.S. EPA [6, 7] в лаборатории БРЭЦ. Эта методика включает в себя сокращенно следующее.

В 50–100 г гомогенизированной средней пробы растительного происхождения добавляют прокалённый Na_2SO_4 (1 : 4 к пробе), тщательно перемешивают, затем вносят смесь изотопно-меченных стандартов ПХДД/ПХДВ (ПХБ) в количестве 10 мкл (10 пг/мкл) и оставляют на ~ 12 час.

Пробу вновь перемешивают и растирают в фарфоровой ступке, помещают в конверт из фильтровальной бумаги и экстрагируют в аппарате Сокслета смесью хлористый метилен / гексан = 1 / 2 в течение 16–18 час. (примерно 4 цикла за час). Полученный экстракт перегоняют с дефлегматором, осторожно производят замену растворителя на гексан. Экстракт отфильтровывают, концентрируют до 1 мл и подвергают очистке с помощью SiO_2 , Al_2O_3 и графитированной сажи (рис. 1).

Очистку экстракта на совместный анализ содержания ПХДД/ПХДВ и ПХБ проводят на гелевой колонке. Затем в хвое сосны обыкновенной определяют содержание диоксинов (ПХДД/Ф) и диоксиноподобных полихлорированных бифенилов ПХБ-ВОЗ, используя хромато-масс-спектрометрию высокого разрешения в соответствии с методами US EPA.

Математическую обработку полученных результатов (построение диаграмм, разработка карт) производили на ПК с помощью Microsoft Excel 2010, Microsoft Office Word 2010, Adobe Photoshop CS5, DoubleGIS 2011.

Результаты и обсуждение. Так, за территорией бывшего ОАО «Химпром» нами был проведён анализ на содержание диоксинов в хвойной растительности, результаты представлены на рисунке 2.

На рисунке 3 показано распределение изомеров диоксинов в двух типах проб, из которых следует,

что для проб 2-го года хвои характерно повышенное содержание диоксинов.

Наиболее токсичные тетра- и пентахлорированные изомеры полихлорированных диоксинов и фуранов являются последствиями процессов сжигания. Наличие высокохлорированных изомеров отражает ситуацию долговременного загрязнения территории вокруг г. Уфы – промышленного центра хлорной химии, многолетнего накопления токсикантов, неизбежно повышающих фоновые уровни [8].

Проведённый анализ позволяет сделать основной вывод о том, что результаты полевых наблюдений подтверждают возможность накопления поверхностью растений различных аэрозольных частиц природного или антропогенного происхождения при их осаждении из атмосферного воздуха. В целом данные лабораторных исследований позволяют выполнить следующие обобщения результатов указанных исследований.

1. Вблизи предприятий у деревьев наблюдается снижение длины и массы хвои, появление точечных и апикальных некрозов. По мере удаления от источников промышленных загрязнений состояние деревьев лучше, длина и масса хвои обладают наилучшими показателями.

2. Результаты изомерспецифического анализа в хвое второго года жизни на ОАО «Уфхимпром» показали, что уровень содержания ПХДД/ПХДФ составляет 4,631 пг/г, а содержание ПХБ – 3,530 пг/г. Минимальный уровень содержания ПХДД/ПХДФ и ПХБ установлен в пробе Демского района. Содержание ПХДД/ПХДФ в хвое 2-го года жизни находится в пределах 1,158 пг/г, а ПХБ – 1,630 пг/г.

3. Уфимский промышленный центр представляет собой уникальный природно-техногенный комплекс, где сосредоточены крупные предприятия. Одним из таких предприятий является ОАО «Химпром», хотя в настоящее время завод остановлен. Согласно Конституции РФ и РБ каждый гражданин имеет право на благоприятную



Рис. 1 – Проведение сбора, подготовки и анализа хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) для определения содержания стойких органических загрязнителей

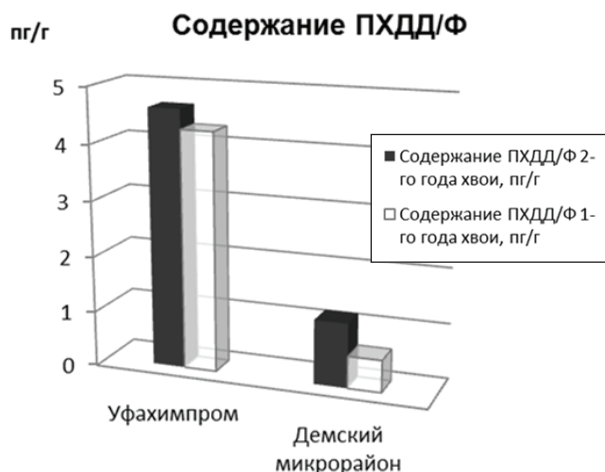


Рис. 2 – Содержание ПХДД/ПХДФ в хвое сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.)

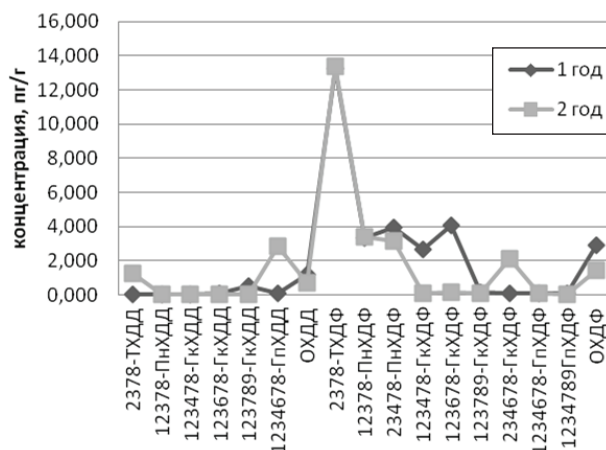


Рис. 3 – Содержание ПХДД/ПХДФ в пробах хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) возле техногенной загрязнённой территории ОАО «Химпром»

окружающую среду, достоверную информацию о её состоянии и на возмещение ущерба, причинённого его здоровью или имуществу экологическим правонарушением. Проблема загрязнения ксенобиотиками по-прежнему остаётся актуальной.

Вывод. Таким образом, всё большее внимание уделяется методу биоиндикации. Формируется новое направление — генетический мониторинг — для оценки качества внешней среды, определения степени риска как следствия её загрязнения. Такой мониторинг позволяет оценивать экологическую обстановку, а значит, обеспечивает большой запас времени для принятия мер к их устранению.

Показано, что для оптимизации состояния окружающей среды следует использовать лесные насаждения. Сосна обыкновенная может широко применяться при создании санитарно-защитных насаждений близ нефтехимических предприятий г. Уфы.

Литература

1. Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях от 22.05.01 г. (г. Стокгольм) [Электронный ресурс]. URL: http://www.conventions.ru/view_base.php?d=72 (дата обращения 30.09.2014).
2. Федоров Л.А. Диоксины как экологическая опасность: ретроспектива и перспективы. М.: Наука, 1993. 266 с.
3. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186-189. М., 1991.
4. Алексеев В.А. Некоторые вопросы диагностики и классификации повреждённых загрязнением лесных экосистем // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Л.: Наука. (Ленинградское отделение), 1990. С. 38–51.
5. Базилевич Н.И., Родин Л.Е. Запасы органического вещества в подземной сфере растительных сообществ суши Земли // Методы изучения продуктивности корневых систем и организмов ризосферы: междунар. симпозиум. Л.: Наука, 1968. С. 3–7.
6. Method USEPA 1613 В «Tetra-through Octa-Chlorinated Dioxins and Furans by Isotope Dilution HRGC/HRMS». EPA number: 821B9405.oct. 1994. 77 p.
7. Method USEPA 1668B «Chlorinated Biphenyl Congeners in water, soil, sediments, biosolids and tissue by HRGC/HRMS». Nov. 2008. 128 p.
8. Амирова З.К., Круглов Э.А. Диоксины в окружающей среде, нагрузка на человека и иммунологические аспекты воздействия диоксинов на фоновом уровне и в когортных группах. Уфа: Реактив, 1998. 115 с.