

УДК 574.2

БЕНЗ(А)ПИРЕН И НЕФТЕПРОДУКТЫ В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ РАЗНОГО СТАТУСА В САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2017 К.Ю. Воробьева, Н.В. Прохорова

Самарский национальный исследовательский университет имени акад. С. П. Королева

Статья поступила в редакцию 24.05.2017

Проведена экспериментальная оценка содержания бенз(а)пирена и нефтепродуктов в почвенном покрове территорий, отводимых под строительство объектов жилой застройки, административных зданий, промышленных объектов и зон коммуникаций в Самарской области. Приведены количественные показатели содержания этих загрязнителей, установлен уровень загрязнения почв исследуемых пробных площадей, проанализирована связь с возможными источниками загрязнения.

Ключевые слова: бенз(а)пирен, нефтепродукты, урбанозем, санитарно-гигиеническая оценка почв, экологический риск, загрязнение

Охрана окружающей среды, в том числе и мониторинг загрязнения, в городских и сельских населенных пунктах осуществляется по нескольким направлениям, приоритетность и содержание которых зависит от статуса населенного пункта (крупные, средние, малые города, сельские населенные пункты), развитости и специфики экономической сферы региона, разработанности и востребованности научных подходов к региональному экологическому мониторингу, а также от уровня экологической культуры субъектов земельных отношений. В этом плане определенной проблемой является недостаточная изученность аккумулятивного влияния химического загрязнения на почвенный покров селитебных зон, слабо развит научный прогноз состояния почв, подвергающихся постоянному техногенному воздействию [1].

Особенную остроту этим проблемам придает урбанизация, которая часто превращает современные промышленные города в зоны экологических бедствий [2]. Следует отметить, что к настоящему времени необходимость выявления и решения экологических проблем на глобальном, региональном и местном уровнях в целом осознается повсюду [3]. Уже не вызывает сомнений тот факт, что разнообразная и интенсивная деятельность человека в крупных городах и других населенных пунктах оказывает значительное и в основном негативное воздействие на состояние окружающей среды. Она способствует антропогенной трансформации рельефа, геологического фундамента местности, ее гидрологических и климатических характеристик, почвенного и растительного покрова.

Особая опасность в этих процессах принадлежит химическому загрязнению природных сред и, прежде всего, почвенного покрова из-за присутствия ему аккумулятивных и буферных свойств. В крупных городах техногенное воздействие становится преобладающим над естественными природными факторами почвообразования, что приводит

к формированию специфических почв и почвоподобных тел – урбаноземов, обогащенных ксенобиотиками. Негативное влияние химического загрязнения на почвы проявляется также в малых городах и сельских населенных пунктах. В настоящее время очень активную роль в загрязнении почвенного покрова играет автотранспорт, вклад которого часто превышает значимость выбросов промышленных предприятий [4]. В составе автотранспортного загрязнения выявлено более 200 компонентов, среди которых всегда присутствуют нефтепродукты и вещества, образующиеся в результате их химической трансформации, в частности – 3,4-бенз(а)пирен. Он входит в группу полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) и в экологическом отношении является супертоксикантом. Многие представители этого класса органических веществ проявляют канцерогенные и мутагенные свойства, но бенз(а)пирен выделяется особенно высокой токсичностью и ярко выраженными канцерогенными, мутагенными и тератогенными свойствами. Установлено, что источниками бенз(а)пирена являются металлургические предприятия (до 40%), бытовое отопление (26%), химическая промышленность (16%), остальные 18% приходятся на автотранспорт, продукты сгорания различных горючих материалов, табачный дым [5].

В молекулярно-дисперсном состоянии бенз(а)пирен находится в очень малых количествах. В атмосферном воздухе он преимущественно связывается твердыми пылевыми частицами, которые в процессе седиментации быстро выпадают из воздуха, накапливаются в почвах и водоемах, из которых бенз(а)пирен поступает в живые организмы. Он химически сравнительно устойчив, поэтому может долго мигрировать из одних природных сред в другие. Таким образом возникают вторичные источники бенз(а)пирена, в которых он не синтезируется, но способен накапливаться [6, 7]. Большинство процессов, в ходе которых образуется бенз(а)пирен происходят в крупных промышленных городах, но из-за широкого распространения автотранспорта, использования топлива, курения значимые количества этого токсиканта могут также поступать в атмосферу и почвы малых населенных пунктов.

Воробьева Ксения Юрьевна, аспирантка. E-mail: kseniya-vorobeva-1990@mail.ru

Прохорова Наталья Владимировна, доктор биологических наук, профессор кафедры экологии, ботаники и охраны природы. E-mail: natali.prokhorova.55@mail.ru

Разностороннее изучение этих вопросов становится все более актуальным, что определяет важность оценки санитарно-гигиенического состояния почвенного покрова Самарской области, особенно в отношении загрязненности нефтепродуктами и их производными, в числе которых представлен 3,4-бенз(а)пирен.

Самарская область – пятый по площади регион Поволжья, для которого характерны высокая степень урбанизации, плотности населения, высококоразвитое промышленное производство, сельское хозяйство, добыча полезных ископаемых, включая добычу нефти, а также ее переработка [8]. Для г. Самары выявлено неудовлетворительное экологическое состояние, которое связывают с активным накоплением в ее почвенном покрове нефтепродуктов, трудноокисляемого органического вещества и тяжелых металлов. Подчеркивается усиление деградации городских почв, снижение их общей санитарно-гигиенической функции, нарушение процессов самоочищения, повышение степени ее токсикологической опасности, возрастание рисков нарушения здоровья населения г. Самары. Причиной сложившейся ситуации называют рост объемов автотранспортного загрязнения городской среды [9].

К самым многочисленным поллютантам органического происхождения относят продукты неполного сгорания топлива, среди которых выделяют полициклические ароматические углеводороды (ПАУ). В эту группу входит около 500 соединений. К самым опасным относят 16, из которых в Европе чаще всего встречаются бенз(а)пирен, флуорантен, бензофлуорантены. Самым опасным считается вторичное испарение этих веществ из почвы, и их ассимиляция из воздуха наземными частями растений. Загрязнение почв ПАУ не является необратимым процессом. Микроорганизмы, бактерии и грибы участвуют в их трансформации. Небольшое их количество подвергается физико-химическому распаду. В почвах с высоким содержанием органических соединений отмечена большая сорбция ПАУ и их замедленный распад [10].

В современных условиях проблемы рационального использования почв во многих отношениях являются ключевыми. В частности, это очень важно для строительства, добычи полезных ископаемых, организации зон отдыха и многих других видов человеческой деятельности. Оценке качества почв и грунтов урбанизированных территорий придается все большее значение, на ее основе принимаются решения о возможности размещения тех или иных промышленных или культурно-массовых объектов, изменяется стоимость земельных лотов и размещенных на них сооружений [11, 12]. В научной литературе и в Государственных докладах о состоянии окружающей среды в Самарской области достаточно полно представлены данные о загрязнении почвенного покрова селитебных зон тяжелыми металлами [8], но проблема их загрязнения нефтепродуктами и бенз(а)пиреном остается недостаточно разработанной.

Цель исследования: количественная оценка содержания бенз(а)пирена и нефтепродуктов в почвах зон жилой застройки, административной застройки, промышленных сооружений, а также зоны проведения новых коммуникаций в населенных пунктах Самарской области. Этот аспект важен, так как фоновое загрязнение территорий, отводимых под строительство, после ввода объектов в эксплуатацию может негативно влиять на здоровье людей.

Среди объектов жилой застройки были выбраны следующие: площадка строительства жилого дома на ул. Венцека в г. Самаре (пробная площадь (ПП) №1), территория строительства двух 24-этажных жилых домов в лесопарковой прибрежной зоне г. Тольятти (ПП №2), территория строительства жилых домов (6 и 9 этажей) в на ул. Дачная в г. Самаре (ПП №3). В качестве объекта коммуникаций изучалась ПП №4 в зоне проведения сетей газопровода и энергоснабжения для животноводческого комплекса в с.п. Калиновка Сергиевского района Самарской области. Среди объектов нефтеперерабатывающего комплекса были выбраны площадка реконструкции опытно-промышленной установки GTL КНПЗ (ПП №5), площадка реконструкции установки АВТ на КНПЗ (ПП №6), среди промышленных площадок – площадка реконструкции цеха №56 АО «РКЦ Прогресс» (ПП №7), площадка реконструкции цеха производства РН Союз (ПП №8), площадка строительства животноводческого комплекса в с. Беловка Богатовского р-на (ПП №9), территория строительства завода пластиковой посуды в г. Ульяновске (ПП №10), территория строительства завода керамических изделий в пос. Кинель (ПП №11), территория под размещение ветроэнергетических станций в Заволжском р-не Ульяновской области (ПП №12). Среди территорий административной застройки – территория реконструкции ледового дворца на ул. Молодогвардейской в г. Самаре (ПП №13), площадка строительства авторемонтного цеха на ул. Авроры 150 в г. Самаре (ПП №14), площадка строительства ГМ «Магнит» в г. Тольятти (ПП №15), здание выставки промышленных товаров в пос. Красный Пахарь (ПП №16), спортивный комплекс при ГК «Русская охота» п.г.т. Курумоч (ПП №17), ледовый дворец в г. Чапаевске (ПП №18).

На территории каждого выбранного объекта, принимаемой за ПП, отбиралось разное количество точечных почвенных проб в зависимости от ее размера. Почвы для исследований отбирали из верхнего гумусового горизонта (0,0-0,2 м) с помощью совковой лопаты методом конверта [13-16]. Исследуемые участки в настоящее время находятся в границах соответствующих населенных пунктов, почвенный покров которых изначально соответствовал природным типам почв (черноземы, серые лесные и аллювиальные дерновые насыщенные почвы) [17], но со временем был кардинально изменен в процессе урбанизации и трансформирован в урбаноземы. Санитарно-гигиенические исследования образцов почвы на содержание бенз(а)пирена и нефтепродуктов выполнялись в аккредитованном испытательном центре ФГБУ «Референтный центр федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному

надзору Самарской области» с применением общепринятых методик. Предельно допустимая концентрация бенз(а)пирена составляет 0,02 мг/кг почвы [18]. Региональный норматив для почв селитебных зон по нефтепродуктам составляет 180 мг/кг воздушно сухой почвы.

Исследованные нами ПП отличаются друг от друга по целому ряду признаков, в частности, по механическому составу почвы, типу водного режима, по специфике использования и степени техногенной трансформации, плотности населения и др. Все эти особенности оказывают существенное влияние на характер накопления загрязняющих

веществ в почвах изучаемых ПП. В г. Самаре и г.Тольятти отмечается интенсивное хозяйственное и техногенное воздействие на окружающую среду, в г. Чапаевске это воздействие менее выражено, ПП в сельской местности испытывают минимальное антропогенное воздействие.

В рамках исследования территорий под жилую застройку было заложено три ПП и проанализировано с каждой из них от 3 до 10 почвенных образцов на количественное содержание бенз(а)пирена. Усредненные данные о содержании бенз(а)пирена в изучаемых почвах представлены на рис. 1.

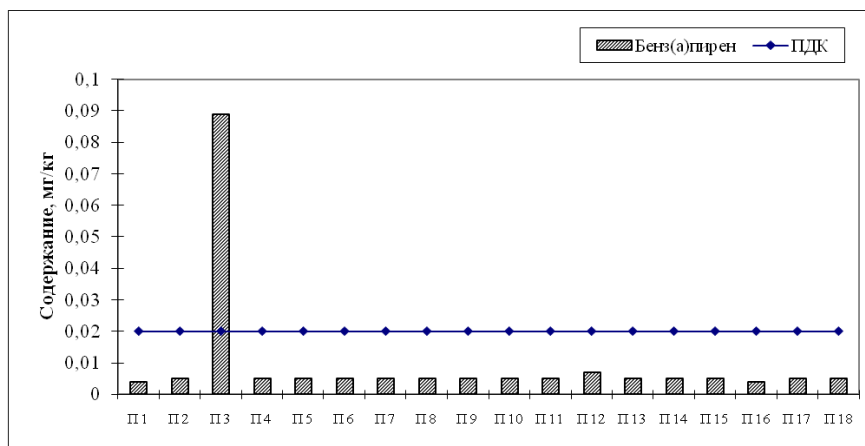


Рис. 1. Средний показатель содержания бенз(а)пирена в почвах исследуемых ПП

Анализ полученных данных показал, что уровень загрязнения почвы бенз(а)пиреном на первых двух ПП сравнительно низкий и не превысил 0,005 мг/кг. Иная картина была получена для ПП №3, в почвах которой среднее содержание бенз(а)пирена составило 0,089 мг/кг воздушно сухой почвы, что в 4,4 раза превышает предельно допустимое содержание (0,02 мг/кг). В одной точечной пробе на ПП №3 содержание бенз(а)пирена в почве превысило ПДК в 16 раз и составило 0,33 мг/кг. Следует отметить, что такой высокий уровень загрязнения бенз(а)пиреном выявлен только для данной ПП, на всех остальных пробных площадях его содержание не превышало ПДК.

Так, для территорий, относящихся к категории населенных пунктов, нами была отдельно выделена группа ПП, отводимых под административные и общественные здания (торгово-офисные центры, магазины, спортивные сооружения). Для изучения уровня содержания бенз(а)пирена в почвах таких территорий было заложено 6 ПП (рис. 1). Хотя эти ПП находятся в населенных пунктах с разными природными условиями, административным статусом, количеством жителей, промышленным потенциалом, напряженностью транспортного потока (г. Самара, г. Тольятти, г. Чапаевск, п.г.т. Курумоч), испытывают кардинально различающееся антропогенное воздействие, концентрация бенз(а)пирена в их почвах не превысила 0,005 мг/кг и не достигла уровня ПДК ни в одной почвенной пробе.

По результатам лабораторных исследований ПП, расположенных на удалении от крупных населенных пунктов, практически не загрязнены бенз(а)пиреном. Так, почвы ПП №4, отнесенной нами к категории «коммуникации», расположенной в с.п. Калиновка Сергиевского района Самарской области, не обнаружили повышенного содержания бенз(а)пирена ни в одной из исследованных точечных проб. Его среднее содержание составило здесь 0,005 мг/кг, что не превышает нормы. Минимально были загрязнены бенз(а)пиреном почвы нефтеперерабатывающих предприятий (ПП 5 и 6), его уровень содержания в этих почвах также не превысил 0,005 мг/кг. Еще более низкий уровень содержания бенз(а)пирена был обнаружен на территориях промышленных объектов (ПП 7-12) – 0,007 мг/кг. При этом уровень содержания бенз(а)пирена в почвах промышленных объектов изучался как до начала строительства объекта (на ПП 9 и 12), так и на этапе реконструкции объекта (ПП 7, 8), но в обоих случаях он оставался одинаково низким – 0,007 мг/кг. Почвы ПП №13-18, существенно различающихся по статусу населенного пункта и по природно-техногенным характеристикам, приуроченные как к крупным и малым промышленным городам (Самара, Тольятти, Чапаевск), так и к сельским населенным пунктам (Курумоч, Красный пахарь), показали слабую загрязненность бенз(а)пиреном (рис. 1). Взятые для сравнения ПП №10 и 12 в Ульяновской области также не отличались высоким содержанием бенз(а)пирена.

Параллельно анализу содержания бенз(а)-пирена в изучаемых почвах выявляли уровень накопления нефтепродуктов. В ходе исследований

было установлено, что содержание нефтепродуктов значительно варьирует даже в пределах одной ПП и существенно различается по ПП (рис. 2).

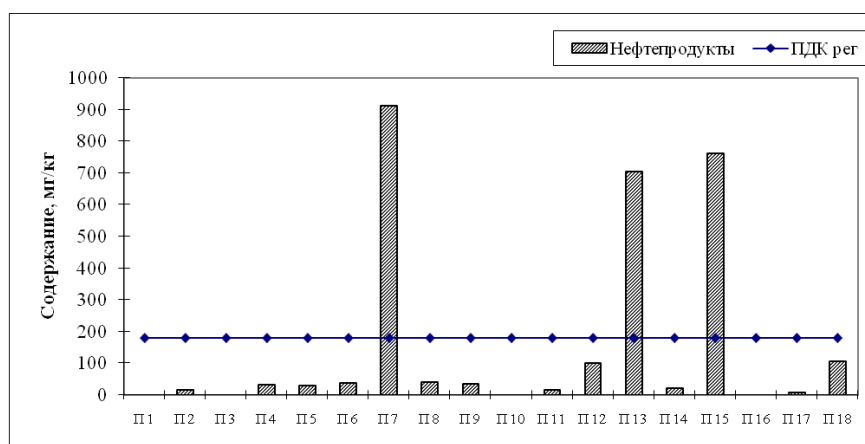


Рис. 2. Средний показатель содержания нефтепродуктов в почвах исследуемых ПП

На ПП, отведенных под жилую застройку, максимальное среднее содержание нефтепродуктов составило 15,8 мг/кг, что находится в пределах нормы. При исследовании ПП сектора административной застройки региональный норматив по содержанию нефтепродуктов (180 мг/кг) был превышен на ПП №13 (спортивный комплекс в г.Самара) и №15 (площадка строительства гипермаркета Магнит в г. Тольятти) и составил соответственно 704,9 и 760,8 мг/кг воздушно сухой почвы. В почвах точечных пунктов отбора проб на этих ПП содержание нефтепродуктов существенно различалось и достигало максимума в 1605,7 мг/кг на ПП №13, что в 9 раз превысило региональный норматив. Значительное загрязнение этих почв нефтепродуктами, очевидно, связано с автотранспортной составляющей.

На территории объекта коммуникаций в с.п. Калиновка (ПП №4) среднее содержание нефтепродуктов в почвах было в пределах нормы (32,7 мг/кг) и существенно уступало региональному нормативу. При сравнении уровня загрязнения почв нефтепродуктами на промплощадках нефтеперерабатывающего комплекса (ПП №5, 6) и промышленных объектах (ПП №7-12) их максимальное среднее содержание было выявлено на ПП №7 и составило 912 мг/кг почвы, что в 5 раз превысило региональный норматив. На всех остальных исследуемых ПП в пределах данных двух групп содержание нефтепродуктов не превышало регионального норматива. Почвы Ульяновской области (ПП №10 и 12) характеризовались низким уровнем содержания нефтепродуктов.

Выводы: известно, что высокое содержание нефтепродуктов и трудно окисляемых веществ в городских почвах усиливает процессы их деградации и ухудшает санитарно-гигиенические характеристики. Изменяется соотношение и биологическое разнообразие микробных сообществ в почве, нарушаются процессы ее самоочищения, возрастает степень токсикологической опасности. Исследование почвенного покрова территорий населенных пунктов различного статуса, отводимых в Самарской

области под строительство разного назначения, показало, что в основном уровень их загрязнения нефтепродуктами и бенз(а)пиреном не превышает установленных федеральных и региональных норм. В определенной степени он зависит от давности освоения и интенсивности хозяйственной деятельности на данных территориях. Определенную озабоченность может вызывать тот факт, что даже на чистых территориях существуют локальные сильно загрязненные участки, возникновение которых может быть связано с местным выбросом загрязнителей в ходе утечки топлива от автотранспорта или при осуществлении технологических процессов на производстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Добротворская, Н.И. Общие вопросы охраны и защиты почвенного покрова для цели рационального землепользования на территории населенных пунктов / Н.И. Добротворская, А.В. Дубровский // Вестник СГУГиТ. 2016. Вып. 2. С. 184-191.
2. Экология и экономика природопользования: учебник для вузов. – М.: Закон и право ЮНИТИ, 1998. 455 с.
3. Марфенина, О.Е. Микробиологические аспекты охраны почв. – М.: МГУ, 1991. 118 с.
4. Ковалева, Г.В. Почвы и техногенные поверхностные образования в городских ландшафтах / Г.В. Ковалева, В.Т. Старожилов, А.М. Дербенцева и др. – Владивосток: Дальнаука, 2012. 159 с.
5. Бутенко, Г.С. Содержание 3,4-бенз(а)пирена в почвах техногенно загрязненных территорий / Г.С. Бутенко, Д.Е. Полонская // Вестник КрасГАУ. 2012. №7. С. 86-90.
6. Lee, B.M. Dietary exposure estimation of benzo(a)pyrene and cancer risk assessment / B.M. Lee, G.A. Shim // Journal of Toxicology and Environmental Health Part A. 2007. V. 70. №15-16. P. 1391-1394.
7. Kazerouni, N. Analysis of 200 food items for benzo(a)pyrene and estimation of its intake in an epidemiologic study / N. Kazerouni, R. Sinha, C.H. Hsu et al. // Food and Chemical Toxicology. 2002. V. 40 №1. P. 133.
8. Государственный доклад о состоянии окружающей среды и природных ресурсов в Самарской области за 2014 год. Самара: Изд-во СНТ, 2015. Вып. 25. 397 с.

9. Сазонова, О.В. Эколого-гигиенические особенности антропогенного загрязнения почвы территории промышленного города / О.В. Сазонова, Г.М. Трухина, И.Ф. Сухачева и др. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 7. С. 150-156.
10. Околелова, А.А. Содержание нефтепродуктов в почвенном покрове нефтеперерабатывающего предприятия / А.А. Околелова, А.С. Мерзлякова, В.П. Кожевникова // Научные ведомости. Серия Естественные науки. 2015. №3. С. 111-116.
11. Звягинцев, Д.Г. Биология почв: учебное пособие / Д.Г. Звягинцев, И.П. Бабьева, Г.М. Зенова. – М.: Изд-во МГУ, 2005. 445 с.
12. Трушкина, Л.Ю. Гигиена и экология человека / Л.Ю. Трушкина, А.Г. Трушкин, Л.М. Демьянова. – М.: ТК Велби, изд-во Проспект, 2006. 528 с.
13. ГОСТ 17.4.4.02-84 Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. – М.: Стандартиформ, 2016. 8 с.
14. ГОСТ 17.4.3.01-83 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к отбору проб. – М.: Стандартиформ, 2008. 10 с.
15. Оценка экологического состояния почвы: практическое руководство / под ред. А.Г. Муравьева. – СПб.: Крисмас+, 2015. 208 с.
16. Муравьев, А.Г. Оценка экологического состояния природно-антропогенного комплекса. – СПб.: Крисмас+, 2000. 39 с.
17. Почвенная карта Куйбышевской области. М. 1: 300000. М.: ГУТК, 1988.
18. СанПиН 2.1.7.1287-03 Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. М., 2007. 19 с.

BENZ(A)PYRENE AND OIL PRODUCTS IN THE SOIL COVER OF DIFFERENT STATUS SETTLEMENTS IN SAMARA OBLAST

© 2017 K.Yu. Vorobyova, N.V. Prokhorova

Samara National Research University named after the academician S.P. Korolyov

The experimental assessment of benz(a)pyrene and oil products content in a soil cover of the territories allocated under construction of facilities of the housing estate, office buildings, industrial facilities and zones of communications in Samara oblast is carried out. Quantitative indices of maintenance of these pollutants are given, the level of soils pollution of the explored trial squares is established, interrelations with possible sources of pollution is analyzed.

Key words: *benz(a)pyrene, oil products, urbanozem, sanitary and hygienic assessment of soils, environmental risk, pollution*

Kseniya Vorobyova, Post-graduate Student. E-mail: kseniya-vorobeva-1990@mail.ru
Natalia Prokhorova, Doctor of Biology, Professor at the Department of Ecology, Botany and Nature Protection. E-mail: natali.prokhorova.55@mail.ru