

УДК 579.64:631.46(575.1)

ИЗМЕНЕНИЯ ЛЕТУЧИХ СОЕДИНЕНИЙ В СОСТАВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ПОЧВЫ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЛИЯНИЯ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

¹Жаббаров З.А., ¹Атоева Г.Р., ²Сайитов С.С.

¹Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека, Ташкент;

²Институт минеральных ресурсов, Ташкент, e-mail: gulhayoatoyeva@gmail.com

В настоящее время загрязнение почв бытовыми отходами становится одной из самых актуальных проблем, как и другие виды загрязнения. К этой проблеме приводят рост населения мира и усиление урбанизации. Хвостохранилище бытовых отходов города Ташкента расположено в Ахангаранском районе Ташкентской области. Для изучения изменения летучих соединений в составе органических составляющих почвы в результате влияния бытовых отходов были отобраны почвенные пробы и проанализированы в лабораторных условиях с помощью спектрофотокалориметра, а количество летучих соединений в органическом веществе почвы – с помощью газовой хроматографии (Agilent 8890 GC da SIM, SCAN va Electron Impact (EI), методом режима ионизации (Agilent 5977B Series GC / MSDc). В почвенных пробах, загрязненных бытовыми отходами, установлено повышенное содержание органических соединений, таких как алканы, простые эфиры, опасные для жизни человека различные органические кислоты, бензол, амиды и полиамиды, которые практически не присутствуют в фоновом образце почвы, отобранном на удалении от полигона бытовых отходов. Увеличение содержания этих органических соединений в почве усложняет биологические, химические, физические и агрохимические процессы, происходящие в почве, что приводит к снижению плодородия почвы.

Ключевые слова: почва, бытовые отходы, органическое соединение, летучие соединения, бензоприн, нафталин

CHANGES IN VOLATILE COMPOUNDS IN THE COMPOSITION OF SOIL ORGANIC COMPONENTS AS A RESULT OF THE INFLUENCE OF HOUSEHOLD WASTE

¹Zhabbarov Z.A., ¹Atoeva G.R., ²Sayitov S.S.

¹National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent;

²Institute of Mineral Resources, Tashkent, e-mail: gulhayoatoyeva@gmail.com

Currently, soil pollution with household waste is becoming one of the most urgent problems, like other types of pollution. This problem is caused by the growth of the world population and increasing urbanization. The tailing dump for domestic waste in the city of Tashkent is located in the Akhangaran district of the Tashkent region. To study the change in volatile compounds in the composition of soil organic constituents as a result of the influence of household waste, soil samples were taken and analyzed in the laboratory using a spectrophotocalorimeter, and the amount of volatile compounds in soil organic matter using gas chromatography (Agilent 8890 GC da SIM, SCAN va Electron Impact (EI), ionization mode method (Agilent 5977B Series GC / MSDc). In soil samples contaminated with household waste, elevated levels of organic compounds, such as alkanes, ethers, various organic acids hazardous to human life, benzene, amides and polyamides, which are practically not present in the background soil sample taken at a distance from the landfill. An increase in the content of these organic compounds in the soil complicates the biological, chemical, physical and agrochemical processes occurring in the soil, which leads to a decrease in soil fertility.

Keywords: soil, household waste, organic compounds, volatile compounds, benzoprine, naphthalene

Бытовые отходы, поступавшие в почвенный покров, претерпевают различные изменения, при этом вместе с полезными компонентами в почве образуются различные вредные соединения, которые участвуют в биологических, химических и физических процессах в почве. Это приводит к ухудшению свойств почвы, в том числе плодородности почвенного покрова. В результате накопления, переработки и сжигания отходов сельскохозяйственных поля и плодородные почвы становятся непригодными для использования. В результате сжигания отходов в составе почв территорий, прилегающих к полигонам твердых бытовых отходов, обнаружены органические углеводородные

соединения, такие как нафталин, тетрафен, хризен, флуорен, а также невысокие содержания пирена и пиримидина [1, 2]. Средняя концентрация полициклических ароматических углеводородов в торфяных почвах северо-востока Европы составляет 150–3700 нг/г [3].

Повышение содержания полициклических ароматических углеводородных соединений, таких как бензантрацен, 3,4-бензо(а)пирен, 7,12-диметилбензантрацен, входящих в состав газов, вызывает развитие опасных опухолей в организме человека. Эти соединения накапливаются не только в воздухе, но и в почве, сельскохозяйственных продуктах и попадают в организм человека, поражая его [4, 5].

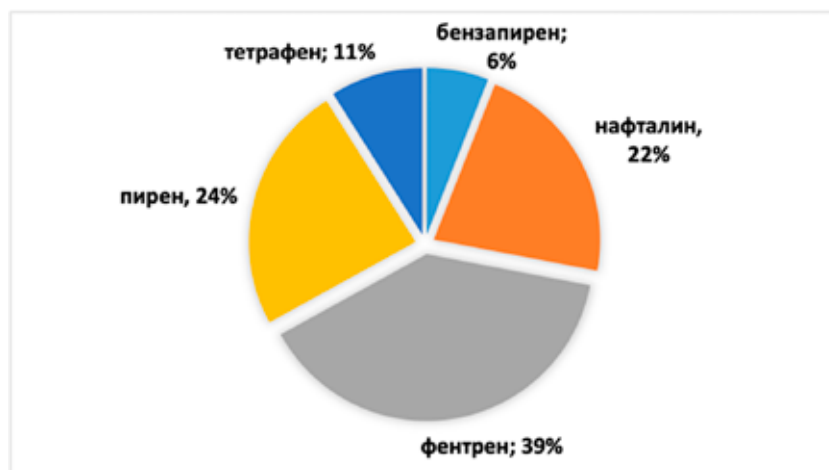


Рис. 1. Накопление органических загрязнителей в почве

Различные органические соединения, полициклические ароматические углеводородные соединения, свободные углеводородные газы в больших количествах содержатся в почвах, расположенных вокруг полигонов бытовых отходов и различных промышленных зон. В почвах зон, удаленных от промышленных предприятий, количество этих соединений уменьшается [6, 7]. Накопление бытовых отходов на сельскохозяйственных землях и их сжигание приводят к накоплению в почве различных органических загрязнителей, в результате чего сельскохозяйственные земли начинают приходить в негодность (рис. 1) [8].

N-тридекан, гексан оксилон обладают токсичными свойствами и при попадании в почву нарушают ее структуру, отрицательно влияют на ее биологическую активность. Загрязнение почв этими веществами приводит к фитотоксическому воздействию на рост и биомассу растений; внесение аммиачных удобрений в почву и накопление отходов также приводят к более сильному загрязнению почв вышеуказанными веществами [5].

Полициклические ароматические углеводороды – эти высокомолекулярные органические соединения бензольного ряда, обладающие способностью диспергироваться в биосфере, образуются в результате естественного и техногенного загрязнения [9]. Исследование городских почв Москвы выявило шестикратное увеличение количества бенз(а)пирена, содержание которого в фоновых почвах составляет 10–740 мкг/кг. В почвах европейских стран этот показатель в 2–6 раз выше [10]. Из-за различных органических летучих соединений и водных отходов, образующихся в процессе разложения бытовых отходов, создается благоприятная среда для развития

различных вредных насекомых, грызунов, переносчиков инфекционных заболеваний и патогенов. Это представляет серьезную угрозу для здоровья человека [11].

Полициклические ароматические углеводороды в почвах тесно связаны с сельскохозяйственной, жилищной, транспортной и промышленной деятельностью [12]. Ученые считают, что почвы, загрязненные летучими органическими соединениями, можно очистить до 70,8% с помощью окислителя Fe^{2+} , активированного оксидом кальция (CaO_2) и персульфат оксалат кислотой ($S_2O_8^{2-}$) [13].

Результаты изучения почв, находящихся вокруг полигона твердых бытовых отходов города Ташкента, показали загрязнения этих почв тяжелыми металлами и изменение их агрохимических свойств [14, 15].

Исходя из вышеизложенного, были проведены лабораторные исследования проб почв, находящихся вокруг полигона твердых бытовых отходов города Ташкента, с целью изучения изменения летучих соединений в составе органических составляющих почвы в результате влияния бытовых отходов.

Материалы и методы исследования

Район исследования представляет собой типичные орошаемые серые почвы, распространенные вокруг полигона бытовых отходов г. Ташкента в Ахангаранском районе Ташкентской области. Этот полигон работает с 1968 года. В 2012 году к полигону добавлено еще 30 га в соответствии с решением Кабинета Министров Республики Узбекистан. Образцы почвы для исследования были отобраны по следующим координатам (рис. 2): $41^{\circ}05'32.5''N$ $69^{\circ}28'48.8''E$, $41^{\circ}08'15.0''N$ $69^{\circ}26'35.0''E$.



Рис. 2. Снимок с высоты 200 м исследуемой территории

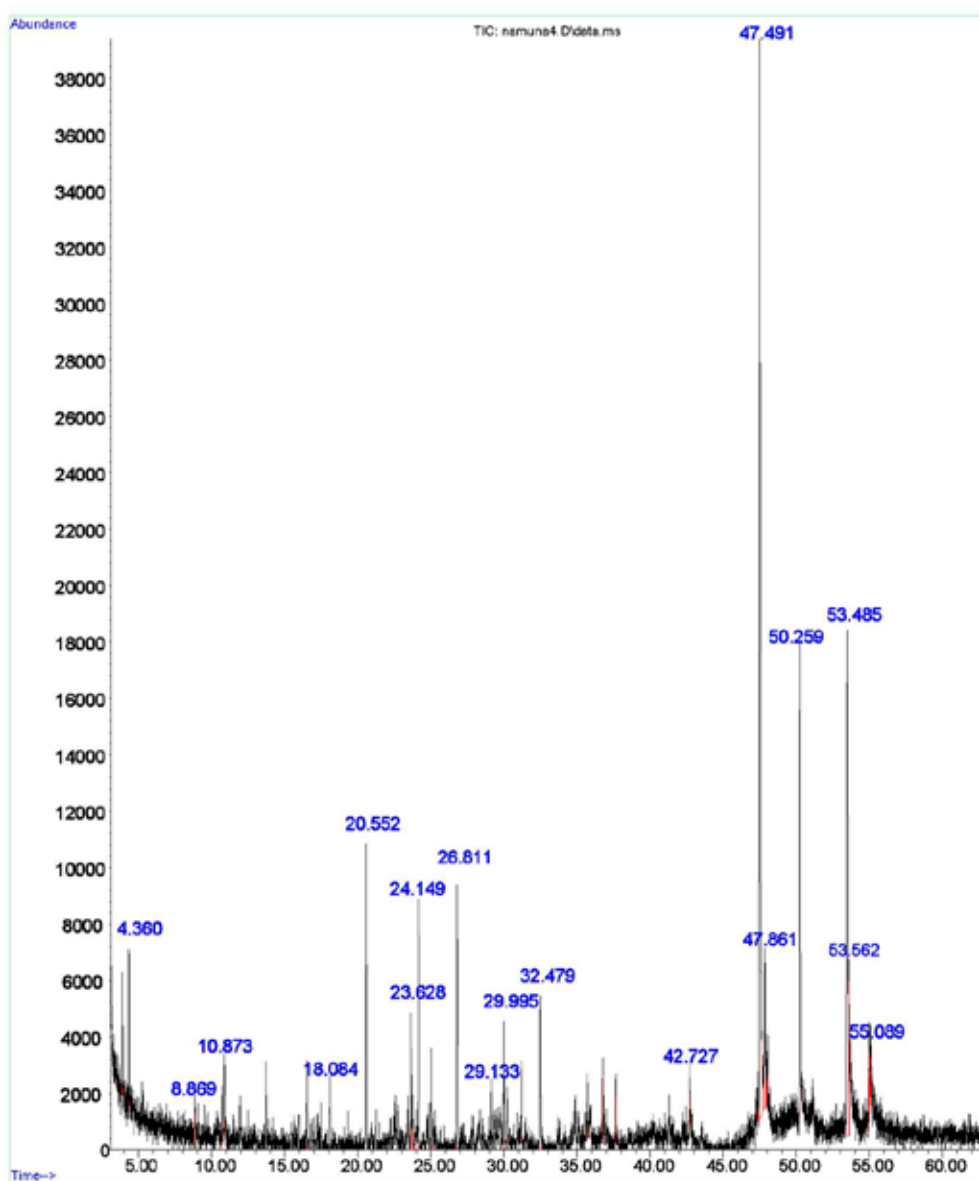


Рис. 3. Хроматограмма летучих органических соединений в органическом веществе почвенной пробы № 1, отобранной с полигона бытовых отходов

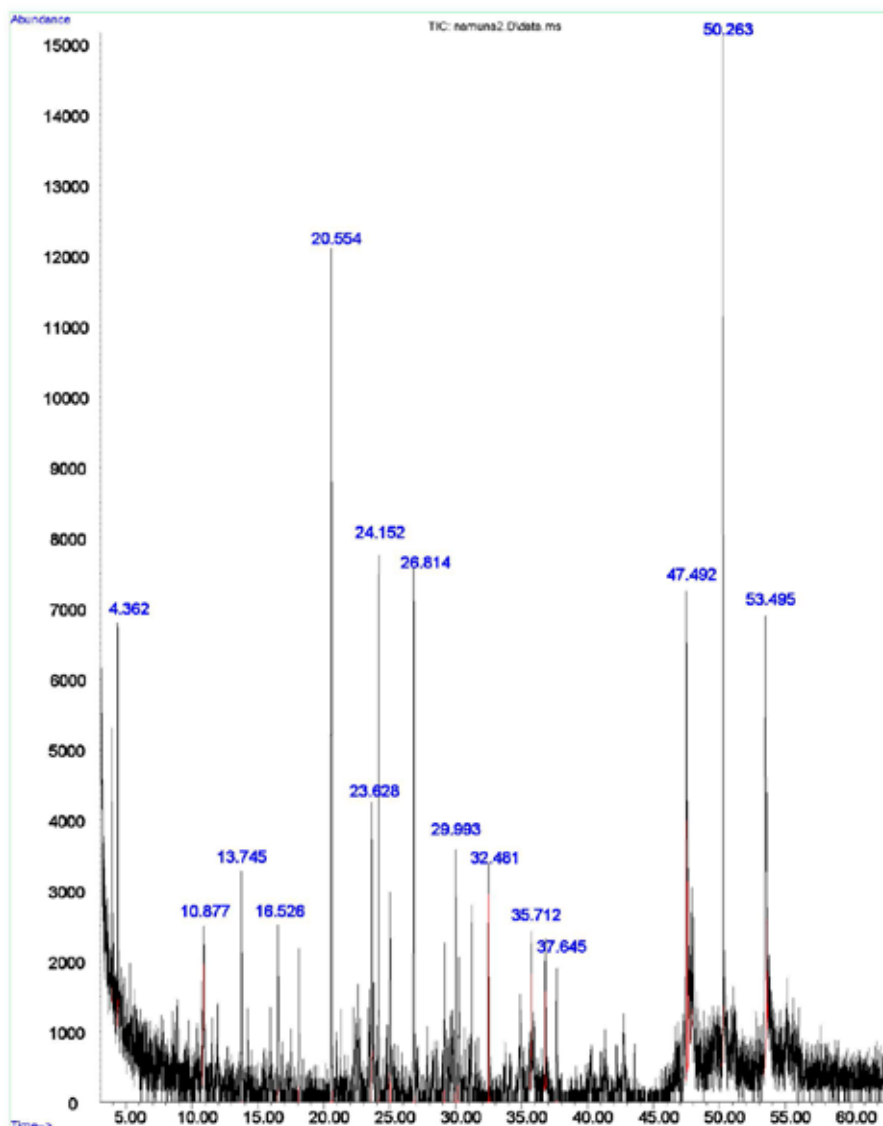


Рис. 4. Хроматограмма летучих органических соединений в органическом веществе фонового образца почвы (Проба № 2)

Отбор и хранение почвенных образцов для изучения органических свойств почв, загрязненных бытовыми отходами, осуществлялись в соответствии с Межгосударственным стандартом (ГОСТ: 17.4.4.02-84). Первая проба была отобрана с поверхности (0–20 см) полигона бытовых отходов в Ахангаранском районе Ташкентской области, вторая проба – на расстоянии 9 км (фон) от полигона с глубины 0–20 см. Общее количество органического вещества в пробах определено по ГОСТ-26213-91 с помощью спектрофотокалориметра, а количество летучих соединений в органическом веществе почвы – с помощью газовой хроматографии (Agilent 8890 GC da SIM, SCAN va Electron Impact (EI), методом режима ионизации (Agilent 5977B Series GC / MSDc).

Результаты исследования и их обсуждение

Плодородие почвы напрямую связано с ее физико-химическими свойствами, гумусовым покровом, содержащимися в ней органическими и минеральными веществами и особенно с количеством различных полезных микроорганизмов в них и их биологической активностью.

Воздействие загрязнителей почвы на азотобактерии очень невелико, и увеличение их количества приводит к снижению уровня загрязнения почвы. Другая группа микроорганизмов, функция которых заключается в поддержании и восстановлении плодородия почвы в почве, очень чувствительна к загрязнению бытовыми отхода-

ми. Помимо микроорганизмов, органический состав почвы также является одним из важных показателей почвы. Увеличение и уменьшение содержания органических веществ также негативно сказываются на растениях, на активности микроорганизмов,

обитающих в почве. При изучении органических загрязнителей почв исследуемой территории было обнаружено, что отходы почвы содержат алкановые углеводороды, различные эфирные вещества и кислоты (рис. 3–5).

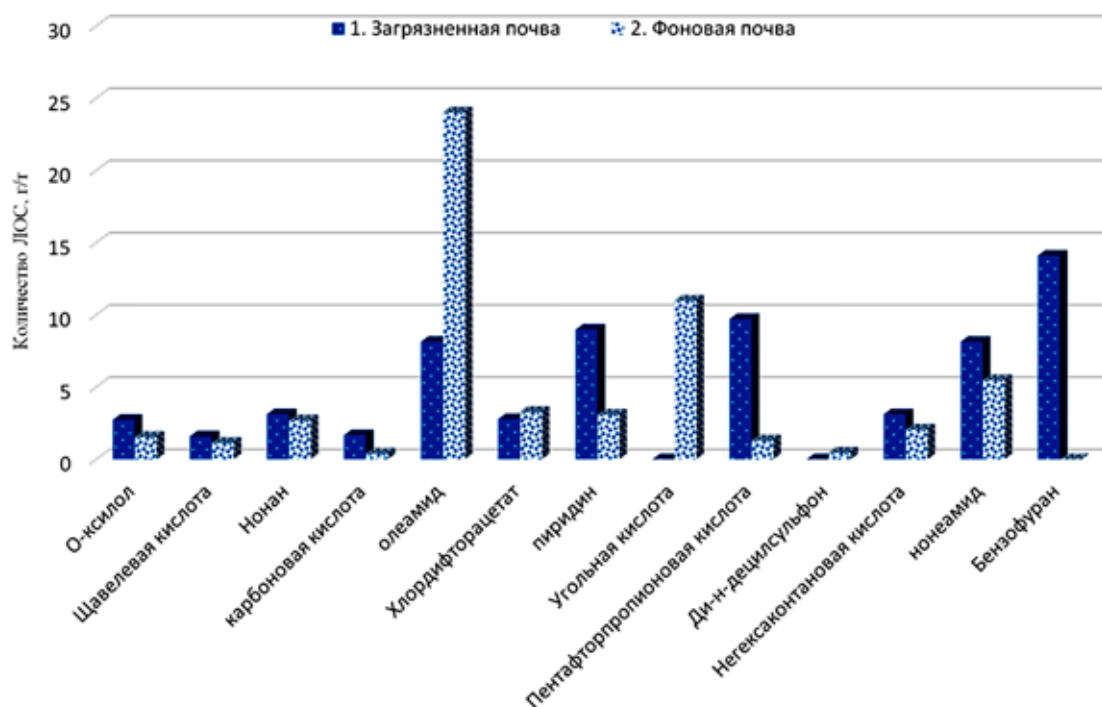


Рис. 5. Количество летучих органических соединений в почвах: пробы № 1 (загрязненная почва) и пробы № 2 (фоновая почва)

Количество летучих соединений органических веществ в почвах, загрязненных бытовыми отходами (проба № 1)

№	Название веществ	%	№	Название веществ	%
1	1,3-Cyclopentadiene, 5-(1-methylethylidene)	0,88	16	trans-2,3-Epoxydecane	0,52
2	1-Hexanol, 5-methyl-2-(1-methylethyl)	0,20	17	N-Hexadecylpyridinium bromide	0,72
3	Bicyclo[3.2.1]oct-2-ene, 3-methyl-4-methylene-	0,78	18	Citronellol epoxide (R or S)	0,85
4	1,4-Cyclohexadiene, 3-ethenyl-1,2-dimethyl	1,19	19	2-Octyn-1-ol	0,16
5	Oxalic acid, 6-ethyloct-3-yl ethyl ester	1,16	20	2-Butyl-3-methylcyclopent-2-en-1-one	0,7
6	Decane, 3-methyl	1,18	21	3-Heptyne, 7-chloro-	0,49
7	Oxalic acid, cyclobutyl tetradecyl ester	2,15	22	Bicyclo[10.1.0]trideca-4,8-diene-1,3-carboxamide, N-(4-fluorophenyl)	0,35
8	2,4,6,8-Tetramethyl-1-undecene	1,12	23	Aspidofractinine-3-methanol, pha.,3.beta.,5.alpha.)	8,89
9	4-Allyloxyimino-2-carene	4,37	24	7-Octenal, 3,7-dimethyl	14,26
10	Oxalic acid, allyl undecyl ester	1,81	25	Carbonic acid, but-3-yn-1-yl undecyl ester	2,4
11	1,2-dibromo-Dodecane	4,53	26	Tricyclo[6.3.3.0]tetradec-4-ene,10,13-dioxo	0,94
12	Carbonic acid, but-3-yn-1-yl dodecyl ester	1,06	27	cis-9,10-Epoxyoctadecan-1-ol	1,04
13	8-Methyl-6-nonenoic acid	1,33	28	Oxirane, (7-octenyl)	1,05
14	Sulfurous acid, octadecyl 2-propyl ester	0,89	29	1H-3a,7-Methanoazulene, octahydro-1,4,9,9-tetramethyl	0,62
15	1-(Cyclopropyl-nitro-methyl)-cyclo pentanol	0,91			

Результаты анализов показали, что почвы пробы № 1, распространенные вокруг территории полигона бытовых отходов, содержали о-силлол, оксаликовую кислоту, алканы, олеамид, пиредин, карбоновую, карбонатную кислоту и др. Исследование показало, что количество почти всех органических соединений в загрязненных почвах было выше, чем в образце фоновой почвы. Летучие органические соединения различными путями попадают в почву и загрязняют ее. Олеамид и Di-n-Десилсульфон, карбонатная кислота в фоновом образце (проба № 2) накапливаются за счет выброса этих веществ в атмосферу при сжигании отходов. Кроме того, в образцах почвы, отобранных вблизи полигона, определено наличие таких органических соединений, как пентафторпропионовая кислота (9,71%) и бензофуран (14,1%), которые не были обнаружены в фоновом образце почвы.

Также результаты анализов показали, что органические соединения, обнаруженные в пробах почвы, загрязненных бытовыми отходами, отсутствовали во 2-й пробе почвы (таблица).

Заключение

По результатам проведенного исследования можно сделать вывод о том, что обнаруженные органические соединения состоят в основном из алканов, сложных эфиров, полициклических ароматических углеводородов, которые образовывались в результате сжигания бытовых отходов в течение многих лет. В сравнении с фоновыми почвами установлены повышенные содержания следующих летучих органических соединений в составе почв, распространенных вокруг полигона бытовых отходов г. Ташкента: О-силлол, щавелевая кислота, нонан, карбоновая кислота, пиридин, негексаконтановая кислота, нонеамид, бензофуран и др. Установлено повышенное содержание некоторых органических летучих компонентов, таких как олеамид, Di-n-Десилсульфон, угольная кислота, в фоновом образце, что вызвано выбросом этих веществ в атмосферу при сжигании отходов.

Список литературы

1. Цибарт А.С. Полициклические ароматические углеводороды в пироженных почвах заповедных территорий

(Хакасский заповедник) // География и природные ресурсы. 2012. № 2. С. 50-55.

2. Цибарт А.С., Геннадиев А.Н. Ассоциации полициклических ароматических углеводородов в пройденных пожарами почвах // Вестник Московского Университета. География. 2011. Сер. 5. № 3. С. 13-19.

3. Пастухов А.В., Каверин Д.А., Габов Д.Н. Полициклические ароматические углеводороды в мерзлотных бурхристых торфяниках на европейском северо-востоке // Почвоведение. 2017. № 7. С. 814-823.

4. Филатов В.В., Кайргалиев Д.В., Васильев Д.В., Мельников И.Н., Пичхидзе С.Я. Возможности жидкостной хроматографии в определении полициклических ароматических углеводородов // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1-1. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=19108> (дата обращения: 21.02.2023).

5. Денисова А.П. Роль природных материалов и минеральных удобрений в связывании и биодegradации топливных углеводородов в почвах: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Казань, 2009. 23 с.

6. Геннадиев А.Н., Жидкин А.П., Пиковский Ю.И., Ковач Р.Г., Кошовский Т.С., Хлынина Н.И. Углеводородное состояние почв в условиях загрязнения атмосферы локализованным промышленным источником // Почвоведение. 2016. № 9. С. 1-11.

7. Агапкина Г.И., Чиков П.А., Шелепчиков А.А., Бродский Е.С., Фешин Д.Б., Буханько Н.Г., Балашова С.П. Полициклические ароматические углеводороды в почвах Москвы // Вестник Московского университета. Серия: Почвоведение. 2007. № 17. С. 38-47.

8. Максимова Е.Ю., Цибарт А.С. Абакумов Е.В. Полициклические ароматические углеводороды в почвах, пройденных верховым и низовым пожаром // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15, № 3. С. 63-68.

9. Абакумов Е.В., Парникова И.Ю., Лупачев А.В., Лодыгин Е.Д., Габов Д.Н., Кунах В.А. Содержание полициклических ароматических углеводородов в почвах окрестностей Антарктических станций // Гигиена и санитария. 2015. № 7. С. 20-25.

10. Белинская Е.А., Зыкова Г.В., Семёнов С.Ю., Финаков Г.Г. Полициклические ароматические углеводороды в почвах г. Москвы // Почвоведение. 2015. № 6. С. 668-674.

11. Зомарев А.М. Санитарно-гигиенический мониторинг полигонов захоронения твердых бытовых отходов (ТБО) на этапах жизненного цикла: автореф. дис. ... докт. мед. наук, Пермь, 2010. 50 с.

12. Jomolca Parra Y., Oyebayo O.O., Guilherme M.P., Henrique P.A., Lima A., Ellenda S., Caumo S., Olajumoke A.M., Perolade C.V. Polycyclic aromatic hydrocarbons in soils and sediments in Southwest Nigeria // Environmental Pollution. 2020. Vol. 259. DOI: 10.1016/j.envpol.2019.113732.

13. Jian Wang., Xiaofang Zhang., Xian Zhou., Michael Gatheru Waigi., Fredrick Owino Gudda., Chaolan Zhang., Wanting Ling. Promoted oxidation of polycyclic aromatic hydrocarbons in soils by dual persulfate calcium peroxide system // Science of The Total Environment. 2021. Vol. 758.

14. Жаббаров З.А., Атоева Г.Р., Сайитов С.С. Загрязнение почв тяжелыми металлами вокруг полигона твердых бытовых отходов города Ташкента // Научное обозрение. Биологические науки. 2021. № 2. С. 17-23.

15. Жаббаров З.А., Атоева Г.Р. Изменение агрохимических свойств почв, загрязненных бытовыми отходами // Научное обозрение. Биологические науки. 2020. № 4. С. 22-26.