

УДК 614.7

ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

Петров И.В., Тафеева Е.А.

ГБОУ ВПО Казанский ГМУ Минздрава России, Казань, e-mail: ilia.v.petrov@mail.ru

В работе представлен анализ современных представлений о влиянии загрязнения почвы на здоровье населения. Рассмотрены различные аспекты неблагоприятного влияния загрязнения почвы тяжелыми металлами, нитратами, пестицидами на состояние здоровья населения. Особое внимание в статье уделено особенностям загрязнения почвы в районах нефтедобычи, современным методам ремедиации почвы, загрязненной нефтью и нефтепродуктами. Показано, что загрязнение почвы нефтью и нефтепродуктами приводит к ухудшению санитарного состояния почвы, ее плодородия, снижению урожайности сельскохозяйственных культур, увеличению содержания условно-патогенных микроскопических грибов. Приведены данные о повышенном риске возникновения злокачественных новообразований, болезней эндокринной системы у населения, проживающего в районах интенсивной нефтедобычи. Наиболее перспективными являются методы фито- и биоремедиации почвы, загрязненной нефтью и нефтепродуктами.

Ключевые слова: почва, загрязнение, здоровье, нефть, нефтепродукты, ремедиация.

ECOLOGICAL AND HYGIENIC ASSESSMENT OF SOIL POLLUTION EFFECTS ON HUMAN HEALTH

Petrov I.V., Tafeeva E.A.

Kazan State Medical University, Kazan, e-mail:ilia.v.petrov@mail.ru

The paper presents an analysis of modern views on the impact of soil pollution on public health. Describes various aspects of the adverse effect of soil pollution with heavy metals, nitrates, pesticides on the public health. Particular attention is paid to the peculiarities of soil contamination in the oil-producing regions. Describes modern methods of soil remediation, contaminated oil and oil products. It is shown that oil pollution leads to deterioration sanitary condition of the soil, its fertility, reduce crop yields, increase the content of opportunistic microscopic fungi. Presents the data about the increased risk of malignant neoplasms, diseases of the endocrine system in the population living in regions of intense oil production. Methods for phyto- and bioremediation of soil contaminated with oil and oil products are the most promising now.

Keywords: soil, pollution, health, oil, oil production, remediation.

Почва является важнейшим компонентом окружающей среды. В отличие от воздуха и воды почва не обладает свойством быстрого самоочищения и восстановления, а химические вещества, адсорбированные в ней, сохраняются десятилетиями. Загрязненная почва может стать источником вторичного загрязнения атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, продуктов питания растительного и животного происхождения и тем самым влиять на эколого-гигиеническую обстановку в целом.

Цель исследования

Анализ современных представлений о влиянии загрязнения почвы на состояние здоровья населения, особенностях загрязнения почвы в районах нефтедобычи, современных методах ремедиации почвы, загрязненной нефтью и нефтепродуктами.

Материал и методы исследования

Была использована текстовая база данных медицинских и биологических публикаций PubMed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>), а также материалы из научной электронной библиотеки (<http://elibrary.ru>) и библиотечного фонда Казанского государственного медицинского университета за период с 1995 по 2016 г.

Результаты исследования и их обсуждение

Загрязнение почв химическими веществами, особенно в индустриально развитых регионах, может достигать таких уровней, которые могут быть классифицированы как искусственные биогеохимические провинции. На таких территориях создаются реальные условия негативного воздействия повышенных количеств токсикантов на организм человека, что может приводить к физиологическим сдвигам, клинически проявляющимся в виде невралгий, цефалгии, изменения картины крови, заболеваний печени, кожи, слизистых [3,17, 23]. Особую опасность представляет загрязнение почвы тяжелыми металлами [11, 20,34]. Так, в загрязненных кадмием районах наблюдалась повышенная распространенность заболеваний сахарным диабетом. Частота заболеваний юношеским и ревматоидным артритом, нервной системы увеличивалась по мере накопления цинка в пахотных почвах. Высокое содержание меди отразилось на возникновении врожденных аномалий [29]. Значительную опасность для здоровья населения представляет применение пестицидов и минеральных удобрений. Пестициды, попадая в почву, меняют микрофлору почвы, тем самым изменяя биологическую активность и плодородие сельскохозяйственных культур [7, 35]. В исследованиях установлена достоверная прямая связь между заболеваемостью и общей нагрузкой пестицидами [10, 42]. Показано, что уровень первичной заболеваемости детей врожденными аномалиями, болезнями органов пищеварения, эндокринной системы коррелирует с площадью обработки пашни пестицидами и минеральными удобрениями [32]. Почва является источником загрязнения продуктов питания и водоисточников нитратами. Содержание нитратов в почве урбанизированных территорий сильно варьируется, что связано с использованием различных антигололедных реагентов [6]. Нитраты рассматриваются как фактор онкологического риска здоровью населения [13, 33]. Серьезной проблемой для многих территорий является наличие многочисленных свалок, не имеющих обустройства и являющихся источниками загрязнения почвы [1, 37]. В различных исследованиях показано, что накопленное значительное количество токсичных отходов усиливает нагрузку на среду обитания и создает реальную угрозу состоянию здоровья населения [14,26].

В современных условиях актуальной является проблема загрязнения почвы нефтью и нефтепродуктами [4, 8, 40]. Многочисленные исследования свидетельствуют о повышенном риске возникновения злокачественных новообразований, болезней эндокринной системы у

населения, проживающего в районах интенсивной нефтедобычи [2, 28, 36, 39, 43, 45]. Установлено, что в нефтезагрязненных почвах происходит ухудшение водно-воздушного режима, изменение структурных свойств почвы, при этом увеличивается содержание подвижных форм микроэлементов. В почве, загрязненной нефтью и нефтепродуктами, происходит увеличение общего количества углерода, более чем в 3 раза возрастает доля негидролизуемого гумуса, что приводит к ухудшению плодородия почвы, снижению урожайности сельскохозяйственных культур [9, 19, 24, 30]. В почвах, загрязненной нефтью и нефтепродуктами, происходит развитие стойких восстановительных процессов, которые обуславливают снижение биологической активности почвы, что способствует более быстрому накоплению непредельных углеводородов, ухудшению санитарного состояния. В результате данных процессов в почве происходит депонирование токсичных продуктов (альдегиды, кетоны, эфиры, спирты, органические кислоты), увеличение потенциальной опасности таких почв [35, 40]. Тяжелые углеводороды прочно соединяются с почвенными частицами, образуя гидрофобные пленки, и почвы становятся малодоступными для микроорганизмов. Подвижные тяжелые металлы не деградируются, перераспределяются между отдельными компонентами экосистемы, накапливаясь в биомассе микроорганизмов и растений, и по трофическим цепям передаются в организмы высших животных и человека, подавляя их биологическую активность и жизнедеятельность [41, 44]. Попадание в почву нефти и нефтепродуктов, содержащих доступные для разложения микромицетами углеводороды, приводит к нарушению функционирования микробных сообществ и сложившихся в них связей и формирует комплексы микроскопических грибов с повышенным содержанием условно-патогенных для человека видов [16].

Для рекультивации почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами, в мировой практике используются механические, физико-механические, химические и биологические методы [18]. Механические и физические методы, хотя и ускоряют разложение нефти и нефтепродуктов, не могут обеспечить их полного удаления из почвы, а процесс естественного разложения загрязнений в почвах чрезвычайно длителен [12]. Сорбционные методы очистки почвы занимают особое место в мероприятиях, которые направлены на ликвидацию нефтяных загрязнений. При незначительных загрязнениях почвы применяемые для очистки адсорбенты не требуют, как правило, обязательного извлечения из очищенной почвы [21]. Фиторекультивация подразумевает применение травянистых растений, улучшающих структуру и увеличивающих воздухопроницаемость почв. Такие растения обладают свойством поглощения мутагенных и канцерогенных продуктов распада нефти, препятствуют вымыванию из рекультивируемого слоя почвы необходимых минеральных элементов. Деятельность растений (корневые выделения, конечные продукты разложения

трав) способствует развитию многовидовой почвенной биоты [24]. Одной из наиболее эффективных технологий очистки и восстановления почв, загрязненных нефтью и продуктами ее переработки, является биологическая ремедиация с использованием функционально-направленных технологий, предусматривающих эффективное стимулирование окисления углеводородов природными нефтеокисляющими микроорганизмами [25, 38]. Консорциум микроорганизмов принимает участие в биотрансформации органических отходов, а также уменьшает количество техногенных и природных токсикантов, восстанавливает плодородие почвы и повышает урожайность сельскохозяйственных культур [5]. Все чаще используются методы, основанные на стимуляции углеводородокисляющей аборигенной микрофлоры внесением комплекса минеральных удобрений, сорбентов, поверхностно-активных веществ и ряд агротехнических мероприятий [27]. Эти меры направлены на улучшение воздушного, водного и минерального режимов почвы. Улучшение воздушного и водного режимов почвы возможно при использовании пленочных укрытий [15]. Так, комплексное применение наноструктурного бентонита и консорциума аборигенных микроорганизмов-деструкторов позволило ускорить сроки ремедиации нефтезагрязненной почвы в 3,5 раза [22]. Применение светокорректирующей пленки в качестве укрывного материала в комплексе с минеральным удобрением показало, что процессы биodeградации нефтяных загрязнений в почве протекают в 2–3 раза интенсивнее, а численность основных физиологических групп почвенных микроорганизмов, ответственных за создание почвенного плодородия, повышается в 80–110 раз [31].

Заключение. Таким образом, почва является одним из важнейших объектов окружающей среды. Ухудшение качества почвы, снижение ее биологической ценности, способности к самоочищению могут привести к изменению санитарно-эпидемиологической обстановки и негативным изменениям в состоянии здоровья населения. В районах нефтедобычи актуальны проблемы восстановления загрязненных почв, наиболее перспективными являются методы фито- и биоремедиации.

Список литературы

1. Актуальные проблемы комплексной гигиенической характеристики факторов городской среды и их воздействия на здоровье населения / Ю.А. Рахманин, С.И. Иванов, С.М. Новиков и др. // Гигиена и санитария. – 2007. – № 5. – С. 5-7.
2. Артемьева А.А. Оценка риска для здоровья населения муниципальных районов Удмуртской Республики с интенсивной нефтедобычей / А.А. Артемьева // Вестник

Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. – 2011. – № 6-1. – С.3-17.

3. Березин И.И. Влияние загрязнения почвы на формирование риска здоровью населения / И.И. Березин, В.В. Сучков // Санитарный врач. – 2014. – № 1. – С. 10-13.
4. Гигиеническая оценка влияния нефтяных углеводородов на состояние почв городов-мегаполисов /Н.В. Русаков, А.Г. Малышева, И.А. Крятов и др. // Гигиена и санитария. – 2007. – № 6. – С. 81-83.
5. Гиндуллин А.И. Биотехнологическая ремедиация почв для улучшения экологической ситуации в зонах, загрязненных нефтью и нефтепродуктами / А.И. Гиндуллин, Д.А. Краснова // Прикладная токсикология. – 2013. – № 2 (10). – Т. 4. – С. 10-16.
6. Говорина М.С. Нитраты в продуктах питания и почве / М.С. Говорина, Н.В. Журавкова // География и геоэкология на службе науки и инновационного образования. Материалы Всероссийской с международным участием научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню Земли и 80-летию образования Красноярского края. Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. – 2014. – С. 66-70.
7. Громова И.П. Гигиеническое нормирование пестицидов в почве в целях охраны окружающей среды и здоровья населения / И.П. Громова, Н.Н. Климова // Здоровоохранение Российской Федерации. – 2011. – № 4. – С. 18-19.
8. Загрязнение почв ряда селитебных и рекреационных зон Москвы нефтью / Н.В. Русаков, А.Г. Малышева, И.А. Крятов и др. // Гигиена и санитария. – 2007. – № 5. – С. 40-42.
9. Иванов А.В. Санитарное состояние почвы в Республике Татарстан / А.В. Иванов, Е.А. Тафеева // Человек и окружающая среда (информационный бюллетень). – Казань, 2005. – № 11-12 (85-86). – С. 22-42.
10. Иванов А.В. Состояние здоровья населения на территориях интенсивного применения пестицидов / А.В. Иванов, В.В. Васильев // Гигиена и санитария. – 2005. – № 2. – С. 24-27.
11. Иванов В.С. Загрязнение почв г. Витебска сульфатами, нитратами и нефтепродуктами / В.С. Иванов, О.А. Черкасова // Вестник Витебского государственного медицинского университета. – 2011. – Т.10. – № 4. – С. 111-119.
12. Иларионов С.А. Экологические аспекты восстановления нефтезагрязненных почв / С.А. Иларионов // Уро РАН. – Екатеринбург, 2004. – 194 с.
13. Ильницкий А.П. Нитраты и нитриты питьевой воды как фактор онкологического риска / А.П. Ильницкий // Гигиена и санитария. – 2003. – № 6. – С.81-83.
14. Исаков А.Ж. Характеристика содержания токсических соединений в почве урбанизированных территорий (на примере г. Актобе) / А.Ж. Исаков // Гигиена и санитария. – 2010. – № 1. – С. 48-50.
15. Киреева Н.А. Биологическая активность нефтезагрязненных почв / Н.А. Киреева, В.В.

Водопьянов, А.М. Мифтахова. – Уфа: Гилем, 2001. – 376 с.

16. Киреева Н.А. Математическое моделирование накопления оппортунистических микромицетов в почвах, загрязненных нефтью / Н.А. Киреева, В.В. Водопьянов, М.Д. Бакаева // Гигиена и санитария. – 2006. – № 3. – С.15–18.

17. Луцевич И.Н. Влияние климатогеографических факторов на распределение тяжелых металлов в окружающей среде и здоровье детей / И.Н. Луцевич // Гигиена и санитария. – 2010. – № 3. – С. 63-66.

18. Методы и технологии восстановления земель, загрязненных нефтью и нефтепродуктами / Т.А. Абдрахманов, З.А. Жаббаров, Д.К. Камилова, У. Жураева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2006. – № 19. – С. 106-109.

19. Мониторинг природной среды при разработке битумных залежей / Р.Х. Муслимов Ш.Ф. Тахаутдинов, Г.И. Васясин и др. – Казань: Мониторинг, 1995. – 243 с.

20. Осипова Н.А. Тяжелые металлы в почве и овощах как фактор риска для здоровья человека / Н.А. Осипова, Е.Г. Язиков, Е.П. Янкович // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 8-3. – С. 681-686.

21. Очистка почвы от загрязнения хромом сорбентами из коры сосны / Е.В. Веприкова, А.В. Дубов, И.В. Королькова, Н.В. Чесноков // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Химия. – 2014. – Т.7. – № 2. – С. 252-263.

22. Ремедиация нефтезагрязненной почвы с использованием наносорбента и консорциума аборигенных углеводородокисляющих микроорганизмов / А.Х. Яппаров, И.А. Дегтярева, А.М. Ежкова и др. // Нефтяное хозяйство. – 2016. – № 1. – С.115-117.

23. Репрезентативность результатов эколого-гигиенической оценки почвы и риски здоровью населения Самарской области / О.В. Сазонова, И.Ф. Сухачева, И.И. Березин и др. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14. – № 5-3. – С. 635-640.

24. Ротарь О.В. Фиторекультивация нефтезагрязненных почв / О.В. Ротарь, А.А. Искрижицкий // Альманах современной науки и образования. – 2009. – № 5. – С. 118-120.

25. Руденко Е.Ю. Биологическая ремедиация нефтезагрязненных почв / Е.Ю. Руденко // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. – 2012. – № 5-6. – С. 208-220.

26. Русаков Н.В. Отходы, окружающая среда, человек / Н.В. Русаков, Ю.А. Рахманин. – М.: Изд-во «Медицина», 2004. – 231 с.

27. Середина В.П. Нефтезагрязненные почвы: свойства и рекультивация / В.П. Середина, Т.И. Бурмистрова, Н.Н. Терещенко. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 270 с.

28. Тафеева Е.А. Научное обоснование системы гигиенической безопасности и основы охраны здоровья населения нефтедобывающих районов Республики Татарстан: автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Е.А. Тафеева. – Казань, 2009. – 38 с.
29. Терехина Е.А. Влияние загрязнения почв тяжелыми металлами на здоровье населения Ульяновской области / Е.А. Терехина, В.Н. Горбачев, Е.Г. Климентова // Вестник новых медицинских технологий. – 2013. – Т. 20. – № 3. – С.66-69.
30. Техногенез и экологический мониторинг Юго-востока Республики Татарстан / Р.Г. Галеев, Р.Х. Муслимов, Г.И. Васясин и др. – Казань, 1995. – 244 с.
31. Филатов Д.А. Эффективность применения светокорректирующей пленки и минерального удобрения при ремедиации нефтезагрязненных почв / Д.А. Филатов, Л.И. Сваровская, Л.К. Алтунина // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2011. – № 1. – С. 13-17.
32. Хамитова Р.Я. Заболеваемость населения в условиях длительного применения пестицидов / Р.Я. Хамитова, Г.Т. Мирсаитова // Здравоохранение Российской Федерации. – 2014. – Т.58. – № 1. – С. 38-42.
33. Шумигай И.В. Влияние нитратов подземных вод на состояние здоровья населения / И.В. Шумигай // Агроекологічний журнал. – 2015. – № 4. – С.53-58.
34. Assessment of exposure to heavy metals and health risks among residents near Tonglushan mine in Hubei, China/L.M. Cai, Z.C. Xu, J.Y. Qi et al.// Chemosphere. – 2015; 127: 127-35.
35. Biological responses of agricultural soils to fly-ash amendment/R.P. Singh, B. Sharma, A. Sarkar et al.// Rev. Environ. Contam. Toxicol. – 2014; 232: 45-60.
36. Carcinogenic potential of PAHs in oil-contaminated soils from the main oil fields across China / J. Wang, X. Cao, J. Liao et al. // Environ. Sci. Pollut. Res. Int. – 2015; 22(14): 10902-9.
37. Contaminated sites in Europe: review of the current situation based on data collected through a European network / P. Panagos, M. Van Liedekerke, Y. Yigini, L. Montanarella // J. Environ. Public. Health. – 2013; 2013:158764.
38. Diesel biodegradation capacities of indigenous bacterial species isolated from diesel contaminated soil / N.Palanisamy, J. Ramya, S. Kumar et al. // J. Environ. Health Sci. Eng. – 2014; 12(1): 142.
39. Distribution, Elimination, and Rearrangement of Cyclic Volatile Methylsiloxanes in Oil-Contaminated Soil of the Shengli Oilfield, China / Y. Shi, S. Xu, L. Xu, Y. Cai // Environ. Sci. Technol. – 2015;49(19):11527-35.
40. Effects of pollution sources and soil properties on distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons and risk assessment / J. Zhang, J.C. Yang, R.Q. Wang et al. // Sci. Total Environ. – 2013; 463-464: 1-10.

41. Extraction agents for the removal of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) from soil in soil washing technologies /E.V. Lau, S.Gan, H.K. Ng, P.E. Poh // *Environ. Pollut.* – 2014; 184:640-9.
42. Gliomas and farm pesticide exposure in men: the upper midwest health study / A.M. Ruder, M.A. Waters, M.A. Butler et al. // *Arch. Environ. Health.* – 2004. – V.59. – № 12. – P.650-657.
43. Teng Y. Total petroleum hydrocarbon distribution in soils and groundwater in Songyuan oilfield, Northeast China/D. Feng, L. Song, J. Wang, J.Li // *Environ.Monit. Assess.* – 2013; 185(11):9559-69.
44. Transfer of metals and metalloids from soil to shoots in wild rosemary (*Rosmarinusofficinalis* L.) growing on a former lead smelter site: human exposure risk / M.C. Affholder, P. Prudent, V. Masotti et al. // *Sci. Total Environ.* – 2013; 454-455:219-29.
45. Ultrasonic desorption of petroleum hydrocarbons from crude oil contaminated soils / J. Li, X. Song, G. Hu, R.W. Thring // *J. Environ. Sci. Health A. Tox. Hazard Subst. Environ. Eng.* – 2013;48(11):1378-89.