

3. Malysheva A.G. Laws of the transformation of organic compounds in the environment. *Gigiена i sanitariya*. 1997; 3: 5–10. (in Russian)
4. Motuzova G.V., Karpova E.A. Chemical pollution of the biosphere and its environmental consequences. [Khimicheskoe zagryaznenie biosfery i ego ekologicheskie posledstviya]. Moscow: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta; 2013. (in Russian)
5. Syso A.I., Yatskov M.I., Danilenko A.A., Privalova O.G., Smolentsev B.A. Heavy metal pollution of snow cover in Novosibirsk in 2003–2004. In: Reports III International scientific and practical conference «Heavy metals, radionuclides and elements-biophilia in the environment.» [Doklady III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Tyazhelye metally, radionuklidy i elementy-biofilii v okruzhayushchey srede»]. Semipalatinsk. Kazakhstan. 2004; 2: 409–15. (in Russian)
6. Guidelines for assessing the degree of air pollution settlements metals on their content in the snow cover and soil. № 5174–90. 1990. [Metodicheskie rekomendatsii po otsenke stepeni zagryazneniya atmosfernogo vozdukha naseleennykh punktov metallami po ikh sodержaniyu v snezhnom pokrove i pochve. № 5174–90]. (in Russian)
7. Dmitriev M.T., Kaznina N.I., Pinigina I.A. Handbook. Sanitary-chemical analysis of pollutants in the environment. [Spravochnik. Sanitarno-khimicheskiy analiz zagryaznyayushchikh veshchestv v okruzhayushchey srede]. Moscow: Khimiya; 1989. (in Russian)
8. Khromova T.I., Pervunina R.I., Malakhov S.G. Chemical composition of precipitation in the suburbs. In: IV All-Union. meeting on «Migration of contaminants in soils and adjacent environments». [Trudy IV Vsesoyuznogo soveshaniya «Migratsiya zagryaznyayushchikh veshchestv v pochvakh i sopredel'nykh sredakh»]. St. Petersburg: Gidrometeoizdat; 1985: 199–206. (in Russian)
9. Dmitriev V.V., Zhironov A.I., Lastochkin A.N. Applied ecology. [Prikladnaya ekologiya]. Moscow: Akademiya; 2008. (in Russian)
10. Glazovskiy N.F., Zlobina A.I., Uchvatov V.P. Chemical composition of snow in some areas Verkhneokskogo pool. In: Regional environmental monitoring. [Khimicheskiy sostav snezhnogo pokrova nekotorykh rayonov Verkhneokskogo basseyna. Regional'nyy ekologicheskiy monitoring]. Moscow: Nauka; 1983: 67–86. (in Russian)
11. Karpova E.A. Ecological and agrochemical aspects of long application of fertilizers: the state of heavy metals in agroecosystems: diss. Moscow; 2007. (in Russian)

Поступила 11.02.14
Received 11.02.14

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2014

УДК 614.77:622.276

Дубинина О.Н.¹, Хуснутдинова Н.Ю.¹, Михайлова Л.В.², Яхина М.Р.¹

ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ В МОНИТОРИНГЕ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИЯ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ

¹ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», 450106, Уфа; ²ФГБОУ ВПО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», 625023, Тюмень

Интенсивная нефтедобыча на территории Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО) нередко сопровождается аварийными ситуациями, что приводит к загрязнению почвы, поверхностных и грунтовых вод и является причиной роста общей заболеваемости населения. Цель исследования – обоснование критериальной значимости гигиенических показателей торфяной почвы при невысоких уровнях нефтезагрязнения – от фоновых значений до превышающих последние в 10–20 раз – для использования результатов работы в гигиеническом мониторинге и нормировании нефти. Работа выполнялась согласно действующим методическим документам. Установлена целесообразность определения в трансформирующемся в почве составе нефтеуглеводородов (НУВ) уровня не только алканов, но и аренов, а также смолисто-асфальтеновых фракций, показателей фитотоксичности, транслокации нефтепродуктов в растения, тестирования почвенных экстрактов на простейших и беспозвоночных животных.

Ключевые слова: гигиена; эксперимент; торфяная почва; нефтезагрязнение; информативные показатели; трансформация нефтеуглеводородов; фитотоксичность; транслокация в растения; простейшие и беспозвоночные животные.

Dubinina O. N.¹, Khusnutdinova N. Yu.¹, Mikhailova L. V.², Yakhina M. R.¹ – ECOLOGO-HYGIENIC CRITERIA AND MONITORING INDICES OF OIL-CONTAMINATED PEATY SOILS

¹Ufa Institute of Occupational Health and Human Ecology, 450106, Ufa, Russian Federation; ²Northern Trans-Ural State Agricultural University, 625023, Tyumen', Russian Federation

Intensive oil extraction in Khanty-Mansi Autonomous Okrug is not uncommon accompanied by emergency situations giving rise to the pollution of soil, surface and groundwater and causing an elevation in the population morbidity rate. The purpose of the study is to substantiate the basis for information value of hygienic indices of peat soils with low levels of oil contamination: from background values to exceeding the latter as much as 10–20 times, to apply in the study results in hygienic monitoring and oil regulation. The study was performed in accordance with the current methodological regulations. There was established the expediency of determination in transforming in the soil, composition of the petroleum hydrocarbons not only alkanes but arenes and resin-asphaltene fractions, indices of phytotoxicity, translocation of petroleum products into plants testing of soil extracts on protozoa and invertebrates

Key words: hygiene; experiment; peat soil; oil contamination; information index; oil hydrocarbon transformation; phytotoxicity; plant translocation; protozoa and invertebrates.

Для корреспонденции: Хуснутдинова Надежда Юрьевна; hnyu@yandex.ru
For correspondence: Khusnutdinova Nadezhda; hnyu@yandex.ru

Введение

Ханты-Мансийский автономный округ (ХМАО) является лидером среди субъектов Российской Федерации по добыче нефти: к началу нового тысячелетия добыто более 7 млрд т. Возникшие в связи с этим эколого-гигиенические проблемы обусловлены возникающими нередко аварийными ситуациями. Мировой опыт показывает, что около 2% добытой нефти попадает в окружающую среду, загрязняя поверхностные водоемы, грунтовые воды, почву, что ведет к неблагоприятным изменениям в растительном и животном мире. Конечным звеном миграции токсиканта является человек. Так, за последнее десятилетие отмечен рост общей заболеваемости по всем нозологическим классам среди детей, подростков и взрослого населения ХМАО на 9,7, 9,8 и 8,5% соответственно [1–3].

Целью исследования было обоснование критериальной значимости показателей эколого-гигиенического состояния торфяной почвы при сравнительно невысоких уровнях нефтезагрязнения: от фоновых для техногенно освоенных территорий до превышающих последние в 10–20 раз, что целесообразно рекомендовать для проведения мониторинга.

Материалы и методы

В работе использовали такие критерии, как стабильность и пути трансформации нефтеуглеводородов (НУВ) для идентификации наиболее показательных метаболитов; фитотоксичность и возможность транслокации НУВ в растения; состояние почвенного микробиоценоза и процессов самоочищения; информативность показателей влияния нефтезагрязнения на беспозвоночных животных. Испытанные в эксперименте критерии и показатели апробировали в полевых условиях.

При оценке стабильности и трансформации нефти в торфяной почве испытывали концентрации 1000, 10 000 и 50 000 мг/кг; время экспозиции составляло 126 сут (9 отборов проб с интервалом 14 сут). Остаточное количество НУВ измеряли методом инфракрасной фотометрии (ПНД Ф 16.1:2.2.22–98), групповой состав – флюориметрически после хроматографического разделения на пластинах sorbfil ПТСХ-АФ-А: в гексановом экстракте – ароматические углеводороды (АУВ), в хлороформе – смолисто-асфальтеновая фракция.

В вегетационных опытах и при исследовании почвенных биоценозов концентрации нефти, вносимые в почву, составляли 50, 100, 300, 700, 3000 и 10 000 мг/кг.

Критериальную значимость показателей фитотоксичности оценивали в тесте прорастания семян и длительных вегетационных опытах, в которых использовались сельскохозяйственные растения (салат, свекла, овес, лук) и кормовые травы (вика, овес, клевер, кострец, овсяница луговая, донник, тимopheевка), выращиваемые до полного созревания [4]. Выбор тест-систем определялся их фактическим значением в питании населения и в составе зеленых кормов рациона крупного рогатого скота (коров). По окончании вегетации выполняли уборку, морфометрию растений.

Значение транслокации загрязнителя в вегетирующие растения (транслокационный показатель) определяли с использованием данных о нормах потребления продуктов питания взрослым человеком. Исследование луговых трав было основано на существовании трофической цепи почва–растение–животное–продукты питания–человек. При этом количество НУВ, которые

могут поступить в организм человека, рассчитывали с учетом кормовой нормы зеленой массы в рационе коров мясной породы, а также нормы потребления говяжьего мяса взрослым человеком (<http://www.gks.ru>). Критерием гигиенической значимости транслокации НУВ в растения была расчетная величина ориентировочно допустимого уровня (ОДУ) в продуктах питания, вычисленная по предельно допустимой концентрации (ПДК) серо-содержащей нефти в воде водоемов и суточной норме потребности человека в воде (гигиенические нормативы ГН 2.2.5.1315–03).

Продолжительность опыта по изучению динамики микробиоценоза торфяной почвы при внесении в нее указанных выше концентраций нефти составляла 60 дней. Определяли общее микробное число (ОМЧ), количество углеводородокисляющих микробактерий (УОМ), спорообразующих, микомицетов, самоочищающую способность почвы по времени исчезновения индикаторного вида *E. coli* [4].

Оценивали влияние водных экстрактов торфа, содержащего нефть в концентрациях 300, 1000, 3000 и 10 000 мг/кг, на простейших (численность, фагоцитоз, хемотаксис) на примере *Paramecium caudatum* и низших ракообразных *Daphnia magna* и *Ceriodaphnia affinis* по летальному эффекту, росту и плодовитости.

Результаты и обсуждение

При изучении деградации нефти анализ гистограмм и кинетических зависимостей для суммы нефтепродуктов, в основном алифатических углеводородов, в варианте с загрязнением 50 000 мг/кг показал, что величина $t_{99\%}$ прогностически соответствует 3,5 года, а для АУВ определено существенно большее время деградации – 64 года. Столь выраженный диссонанс связан со слабой подверженностью АУВ бактериальному разложению. Доля смолисто-асфальтеновой фракции к концу эксперимента, напротив, увеличивалась, что свидетельствует об окислении и трансформации НУВ в почве и подтверждается результатами исследований других авторов [5].

В исследовании фитотоксичности нефти в тесте прорастания семян отмечен эффект угнетения развития корней проростков горчицы белой под влиянием концентраций нефти в торфе 1000, 3000 и 10 000 мг/кг, гороха – при двух наибольших концентрациях. Развитие проростков овса и ячменя не сопровождалось эффектом торможения, не отличаясь достоверно от контрольных вариантов опыта. Таким образом, тест прорастания семян выявил пороговый и подпороговый уровни нефтезагрязнения по фитотоксичности: 1000 и 300 мг/кг соответственно.

При вегетации сельскохозяйственных и луговых растений преобладал эффект стимулирования роста как зеленой массы, так и корней. Этот вектор часто возрастал с увеличением внесенной в почву концентрации нефти. Результат отрицательной направленности установлен по уменьшению массы корнеплодов свеклы при концентрации 10 000 мг/кг. Тот же уровень загрязнения приводил к снижению зеленой массы и урожая зерен овса. Вика, кострец, овсяница, донник теряют зеленую массу при внесении в почву концентраций нефти 3000 и 10 000 мг/кг. Наибольшую чувствительность проявили растения тимopheевки, у которых масса зелени падала уже при 700 мг/кг нефти в почве, сдвиг сохранялся и при более высоких уровнях.

При оценке генеративной функции растений вики

Оценка информативности эколого-гигиенических показателей нефтезагрязненной торфяной почвы

Показатель	Пороговая концентрация, мг/кг почвы	Подпороговая концентрация, мг/кг почвы
Тест прорастания семян	1 000	300
Рост и развитие растений	700	300
Генеративная функция растений	3 000	1 500
Транслокационный показатель	1 000	300
Микробиоценоз почвы	> 10 000	> 10 000
Жизнедеятельность простейших (<i>Paramecium caudatum</i>)	10 000	3 000
Плодовитость низших рачков (<i>Ceriodaphnia affinis</i>)	3 000	300

выявлено стимулирующее влияние нефти по количеству цветущих растений и растений со стручками, а также массе цветков и стручков в расчете на одно растение. Лишь при внесении в почву наибольшей концентрации количество цветущих растений и масса цветков на одно растение снизились до уровня контроля. Для растений донника интенсифицирующее влияние оказали концентрации нефти 300 и 700 мг/кг; уровни нефтезагрязнения 3000 и 10 000 мг/кг угнетали репродуктивную способность. При выращивании тимopheевки количество колосьев в опытных сосудах возрастает при концентрациях 300 и 3000 мг/кг, снижаясь до показателя контроля при наибольшем уровне нефтезагрязнения.

Нефтепродукты в наземной части обнаружены при анализе вико-овсяной смеси растений (концентрации нефти в почве от 1500 до 10 000 мг/кг), клевера: концентрации от 300 мг/кг. Расчет показывает, что пороговый уровень нефтезагрязнения торфяной почвы по транслокационному показателю соответствует 1000 мг/кг, подпороговый – 300 мг/кг.

В ходе исследования микробиоценозов выявлен постоянный рост сообществ с углеводородассимилирующей функцией: УОМ, в том числе споровых форм, микромицетов, что сопровождалось колебаниями ОМЧ, очевидно, обусловленными истощением питательного субстрата. Торфяная почва создает условия, неблагоприятные для размножения индикаторного вида *E. coli*, скорость исчезновения которого при микробиологическом обследовании почвы превышает показатели контрольных опытов. Следовательно, самоочищающая способность торфяной почвы в условиях использованных степеней нефтезагрязнения не нарушается.

При изучении влияния водных экстрактов торфа на жизнедеятельность простейших угнетающее влияние установлено лишь при внесении в почву максимальной концентрации нефти – 10 000 мг/кг. Не достигнут летальный эффект для низших ракообразных. Однако в подострых опытах (10 сут) наблюдалось снижение плодовитости цериодафний под влиянием экстрактов из почв, содержащих 3000 и 10 000 мг/кг нефти. Следовательно, по ответным реакциям простейших и низших рачков пороговая концентрация нефтезагрязнения соответствует 3000 мг/кг, подпороговая – 300 мг/кг.

В итоговой таблице приведены результаты оценки информативности экологогигиенических показателей торфяной почвы при испытанных уровнях нефтезагрязнения.

Заключение

При оценке эколого-гигиенической опасности загрязнения торфяных почв нефтью важным критерием является химико-аналитическое исследование не только концентрации алканов, но и АУВ в связи с их большей токсичностью и риском отдаленных эффектов. Результаты анализа должны соотноситься с гигиеническими нормативами АУВ в почве. Важно определение и смолисто-асфальтеновых фракций, динамики их содержания в зависимости от давности нефтезагрязнения.

По критерию фитотоксичности наиболее чувствительными показателями оказались тест прорастания семян, параметры роста и развития растений, представляющиеся адекватными в натуральных условиях: морфометрия растений при уборке урожая, исследования луговых растений.

Результаты оценки транслокационного показателя в плане сравнения с расчетным ОДУ нефти в почве оказались весьма информативными и были использованы нами при исследовании ягодников (кустарничков) в полевых условиях.

Несколько менее чувствительны данные тестирования экстрактов из торфа на простейших и беспозвоночных животных, а также параметры микробиоценоза почвы в связи с преобладанием стимулирующего эффекта: усилением размножения углеводородассимилирующих видов при нефтезагрязнении низкими и средними концентрациями (от фонового уровня до 10000 мг/кг почвы), хотя этот эффект при более высоких концентрациях нефти способен привести к дисмикробию и подавлению биологической активности торфяной почвы. Из биохимических показателей интенсивности процессов самоочищения почвы наиболее чувствительным оказалась ферментативная активность протеазы, фермента, участвующего в обмене азотистых соединений, образование которых связано в значительной степени с процессами жизнедеятельности микробиоты.

Результаты выполненных исследований позволяют выбрать показатели, имеющие критериальное значение при эколого-гигиеническом мониторинге торфяных почв.

Литература

1. Завистьяева Т.Ю. Значение почвы как одного из показателей состояния здоровья населения в системе социально-гигиенического мониторинга. Здоровье населения и среда обитания. Информационный бюллетень. 2006; 1: 18–21.
2. Кашапов М.Г. Гигиеническая оценка влияния факторов окружающей среды на здоровье подростков в нефтегазодобывающем регионе. Гигиена и санитария. 2008; 4: 15–8.
3. Корчина Т.Я. Эколого-медицинские последствия загрязнения нефтепродуктами геологической среды. Гигиена и санитария. 2008; 4: 23–6.
4. Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве. № 2609-82. М.: Минздрав; 1982.
5. Одицова Т.А. Эколого-геохимические аспекты трансформации органического вещества нефтезагрязненных геосистем. В кн.: Сборник докладов «Моделирование стратегии и процессов освоения гидроресурсов». Пермь; 2003: 241–5.

References

1. Zavistyaeva T.Yu. The role of soil as one of indicators of population health in the system of socio-economic monitoring. Popula-

tion health and environment. Informatsionnyy byulleten'. 2006; 1: 18–21. (in Russian)

2. Kashapov M.G. Hygienic assessment of environmental factors impact on adolescent health in an oil-gas extracting region. *Gigiena i sanitariya*. 2008; 4: 15–8. (in Russian)

3. Korchina T.Ya. Ecologo-medical adverse impact of oil products on geological environment. *Gigiena i sanitariya*. 2008; 4: 23–6. (in Russian)

4. Methodological guidelines for hygienic basis of chemical PELs in soil. N 2609-82. Moscow; 1982. (in Russian)

5. Odintsova T.A. Ecologo-geochemical transforming aspects of organic substances of oil-contaminated geo-systems. In: The collection of papers on modeling of strategies and developmental processes of hydro resources. Perm'; 2003: 241–5. (in Russian)

Поступила 14.02.14
Received 14.02.14

© КИКУ П.Ф., АНДРЮКОВ Б.Г., 2014

УДК 613.1:616-008.921.5-008.64-036.2(571.63)

Кику П.Ф.^{1,2}, Андрюков Б.Г.²

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЙОДДЕФИЦИТНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В ПРИМОРСКОМ РЕГИОНЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ

¹Дальневосточный федеральный университет, Школа биомедицины, 690950, г. Владивосток; ²Владивостокский филиал ФГБУ «Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания» Сибирского отделения РАМН – НИИ медицинской климатологии и восстановительного лечения, 690105, г. Владивосток

В Приморском крае проведен популяционный экологогигиенический анализ зависимости между содержанием химических элементов (ХЭ) в почве и распространением заболеваний щитовидной железы (ЩЖ) среди населения региона. Оценку распространения йоддефицитных заболеваний (ЙДЗ) и йоддефицита (ЙД) осуществляли на основании влияния приоритетных экологических токсичных (стронций, никель, кадмий, свинец, мышьяк, олово) и эссенциальных (никель, железо, германий, молибден, цинк, селен) микроэлементов (МЭ) на уровень ЙДЗ. Установлено, что частота тиреоидной патологии на территории Приморья наиболее высока в районах, характеризующихся выраженным ЙД (северо-западные геохимические зоны), где структура заболеваний ЩЖ представлена преимущественно диффузным нетоксическим зобом (ДНЗ). Заболевания ЩЖ, ассоциируемые с дефицитом йода, у населения разных возрастных групп являются следствием множественного и сочетанного дисбаланса МЭ, который вызывает относительный (вторичный) дефицит йода в организме. Болезни ЩЖ в Приморье – экологически обусловленные заболевания техногенного происхождения, развивающиеся вследствие относительной йодной недостаточности, когда на фоне нормального йодного обеспечения имеет место дисбаланс цинка, железа, кобальта, марганца с превышением токсичных МЭ: свинца, стронция, никеля и хрома. Патология ЩЖ, ассоциированная с ЙД наряду с другими экологозависимыми заболеваниями может рассматриваться как маркер экологического неблагополучия окружающей среды.

Ключевые слова: йоддефицитные заболевания; экологогигиенический анализ; токсичные и эссенциальные микроэлементы.

Kiku P. F.^{1,2}, Andryukov B. G.¹ – DISTRIBUTION IODINE DEFICIENCY DISEASES IN COASTAL AREAS DEPENDING ON GEOCHEMICAL CONDITIONS

¹Far East Federal University, School of biomedicine, 690950, Vladivostok, Russian Federation; ²Institute of Medical Climatology and Rehabilitation, 690105, Vladivostok, Russian Federation,

In the Primorsky Krai there was performed a population ecological and hygienic analysis of the relationship between the content of chemical elements in the soil and thyroid morbidity in the population of the region. The assessment of the prevalence of iodine deficiency and iodine deficiency diseases was carried out on the basis of the impact of the priority environmental toxic (strontium, nickel, cadmium, lead, arsenic, tin) and essential (nickel, iron, germanium, molybdenum, zinc, selenium) trace elements on the level of iodine deficiency diseases. The level of thyroid pathology in the territory of Primorye was established to be the highest one in areas characterized by the severe iodine deficiency (Northwest geochemical zones), where the structure of thyroid diseases is presented mainly by diffuse nontoxic goiter. Thyroid diseases associated with iodine deficiency in the population of different age groups are the result of multiple and combined imbalance of trace elements, which causes a relative (secondary) iodine deficiency. Thyroid disease in Primorye are environmentally caused diseases of technogenic origin, they are a consequence of the relative iodine deficiency, when on the background of normal iodine supply an imbalance of zinc, iron, cobalt, manganese with excess of such toxic trace elements as lead, strontium, nickel and chromium takes place. Thyroid pathology associated with iodine deficiency, along with other environmentally dependent diseases can be considered as a marker of ecological environment trouble.

Key words: iodine deficiency disease; ecological and hygienic analysis; toxic and essential trace elements.

Факторы окружающей среды (ОС) различной природы оказывают влияние на многие системы организма человека, в том числе на щитовидную железу (ЩЖ) как часть эндокринной системы, которая всегда реагирует на техногенные изменения ОС и играет важную роль в адап-

тации к неблагоприятным воздействиям. Тиреоидная патология является серьезной проблемой для большинства территорий страны. Рост частоты заболеваний ЩЖ большинство исследователей связывают с распространением тиреопатий, ассоциированных с йоддефицитом (ЙД). До настоящего времени проблема ЙД в системе окружающая среда–человек и медико-социальные последствия ЙД являются наиболее актуальными [1–3].

Для корреспонденции: Кику Павел Федорович; lme@list.ru
For correspondence: Kiku Paul; lme@list.ru