

Гитинова П.Ш.¹, Абакарова А. М.¹

Концентрация кобальта в растительных сообществах при добыче нефти

¹ ФГБУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет Минздрава России», Махачкала

Alkhazova R.T., Magomedova Z. Sh., Nasrulaeva H.N., Nazarova N.H.

Cobalt concentration in vegetable communities in oil production

Резюме

Обоснование. Нефтяное загрязнение почв и водоисточников относится к числу наиболее опасных, поскольку оно принципиально изменяет свойства почв и состав водоисточников, а очистка их от нефти и продуктов слива при ее добыче (собственно нефть, буровой шлам) затруднена. Цель исследования – выявление последствий при добыче нефти на растительные сообщества загрязнение ТМ, в частности, кобальтом. Материал и методы. Исследуемая нами территория находится на Севере равнинной зоны, где под влиянием антропогенных факторов значительно изменился комплекс природных условий и в первую очередь, почвенно-растительный покров. Концентрацию кобальта в растительных образцах на ААС «Хитачи-170-70» с использованием корректора фона, основанного на «эффekte Зеемана» в лаборатории биогеохимии. Результаты. Приведены результаты исследований территории добычи нефти на содержание кобальта, расположенного в равнинной зоне Ногайского района Дагестана. Показано, что данная территория загрязнена кобальтом и данное загрязнение носит локальный характер. Предложены меры рекомендательного характера по минимизации загрязнения почвы и растительного сообщества, а также вод с учетом практики. Заключение. Для эффективности внедряемых мероприятий каждого ландшафтного района необходимо знать естественные механизмы его самоочищения, факторы, ускоряющие процессы очистки, количественные критерии, характеризующие стадии изменения нефти, почв, растительности, скорость восстановления последних. Для этого нужна постановка специальных экспериментов на природных моделях.

Ключевые слова: кобальт, загрязнение; концентрация; растительность; почва; буровой шлам; инфильтрация

Для цитирования: Гитинова П.Ш., Абакарова А. М. Концентрация кобальта в растительных сообществах при добыче нефти, Уральский медицинский журнал, №08 (191) 2020, с. 135 - 139, DOI 10.25694/URMJ.2020.08.27

Summary

Justification. Oil pollution of soils and water sources is one of the most dangerous, since it fundamentally changes the properties of soils and the composition of water sources, and it is difficult to clean them of oil and discharge products during its extraction (oil itself, drill cuttings). The purpose of the study – was to identify the effects of oil production on plant communities from pollution of HM, in particular, cobalt. Material and methods. The territory we are studying is located in the North of the lowland zone, where, under the influence of anthropogenic factors, the complex of natural conditions, and first of all, the soil and vegetation cover, has significantly changed. The concentration of cobalt in plant samples at AAC "Hitachi-170-70" using a background corrector based on the "Zeeman effect" in the biogeochemistry laboratory. Results. The results of studies of the territory of oil production for the content of cobalt located in the lowland zone of the Nogai district of Dagestan are presented. It is shown that this territory is contaminated with cobalt and this pollution is local in nature. Recommended measures are proposed to minimize pollution of the soil and plant community, as well as water, taking into account practice. Conclusion. For the effectiveness of the implemented measures of each landscape region, it is necessary to know the natural mechanisms of self-cleaning, factors that accelerate the cleaning processes, quantitative criteria characterizing the stages of changes in oil, soil, vegetation, and the rate of recovery of the latter. For this, it is necessary to set up special experiments on natural models.

Key words: cobalt, pollution; concentration; vegetation; the soil; drill cuttings; infiltration

For citation: Alkhazova R.T., Magomedova Z. Sh., Nasrulaeva H.N., Nazarova N.H. Cobalt concentration in vegetable communities in oil production. Ural Medical Journal, No. 08 (191) 2020, p. 135 - 139, DOI 10.25694/URMJ.2020.08.27

Введение

Экологической ситуации в России угрожают те же факторы, с которыми сталкиваются все государства, и связаны они с расширением цивилизованных пространств, использованием человеком ресурсов планеты (почвенные, водные), развитием промышленности и проблемами загрязнения.

Загрязнение почв и водоисточников уничтожает сложившиеся экосистемы, приводит к гибели животных, рыб, растений. Для человека эта экологическая ситуация грозит обернуться ощутимым дефицитом пригодных для использования почвенных и водных ресурсов (продуктов питания, морепродуктов). Уже сейчас в некоторых почвах и водоемах России содержание вредных веществ, пестицидов, тяжелых металлов (ТМ) гораздо выше допустимых норм (ПДК), что делает использование почвенных ресурсов и воды из них для употребления в пищу опасным.

Все очистные мероприятия не могут обеспечить стопроцентное очищение сильно загрязненных почв и вод. Признание почв, водоемов и рек охраняемыми происходит медленно и зачастую ситуация уже бывает критической к моменту, когда экологи добиваются запрета на сброс загрязняющих отходов в объекты биосферы.

Так в период интенсивного развития нефтяной и газовой промышленности на Севере низменного Дагестана возникает необходимость научных исследований в целях изучения степени загрязнения окружающей среды выбросами вредных отходов при добыче нефти и разработке мер санитарной охраны окружающей среды [1,2,3,4].

Нефтяное загрязнение почв и водоисточников относится к числу наиболее опасных, поскольку оно принципиально изменяет свойства почв и состав водоисточников, а очистка их от нефти и продуктов слива при ее добыче (собственно нефть, буровой шлам) затруднена. Нефть обволакивает почвенные частицы, почва не смачивается водой, вследствие чего гибнет микрофлора, растения не получают должного питания. Наиболее опасны в этом плане тяжелые металлы. При превышении допустимого уровня они становятся токсичными, откладываются в почках и печени, приводят к мутациям – некроз почечных канальцев, болезни легких. Если почва прочно связывает тяжелые металлы (в богатых гумусом тяжелосуглинистых и глинистых почвах), это предохраняет от загрязнения грунтовые и питьевые воды, растительную продукцию, используемое человеком в пищу. Но со временем происходит разрушение органического вещества почвы и выброс ТМ в почвенный раствор, почва становится непригодной для сельскохозяйственного использования, вода для питья и хозяйственно-технических нужд. Почвы песчаные устойчивы к загрязнению, так как слабо связывают ТМ, легко отдают их растениям или пропускают их через себя с фильтрующими водами. На таких почвах возрастает опасность загрязнения растений и подземных вод [5].

Цель исследования – выявление последствий при добыче нефти на растительные сообщества Севера низменного Дагестана, загрязнение ТМ, в частности, кобальтом.

Аварии на нефтедобывающих предприятиях с разливами нефти приводят к снижению качества и продуктивности почв, их выводу из сельскохозяйственного оборота вследствие ухудшения водно-физических свойств почв. Создается опасность загрязнения подземных и поверхностных вод в результате поступления нефтепродуктов в водоносные горизонты, реки и водоемы. В составе нефтепродуктов присутствуют и полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) – вещества с резко выраженными канцерогенными и мутагенными свойствами. Культивирование растений на загрязненных ПАУ почвах вредно для здоровья человека и животных, а зерновые культуры (ячмень, пшеница, овес) при загрязнении нефтью и увеличении ее концентрации снижают биологическую продуктивность и погибают [6,7].

Многие исследователи [8,9] считают, что предельно допустимая концентрация (ПДК) тяжелого металла (загрязнителя-канцерогена) в растении может служить «стартовой позицией» для оценки загрязнения почв, что служит первоосновой заболевания человека.

В окрестностях города Южно-Сухокумска Республики Дагестан при добыче нефти и газа из многих скважин попутно с нефтью выходят подземные пластовые воды (рассолы), содержащие вредные соли и ТМ в количествах до 100-150 г/л. Они выбрасываются в водоемы, амбары и поля фильтрации, охватывающие площадь 100 и более гектаров земельных территорий. Глубина водоемов составляет 1,5-2 м, а в некоторых местах и более – 2,5-3 м. В связи с этим пластовая вода смешивается с грунтовыми водами, что приводит к вторичному засолению огромных территорий.

Для выяснения влияния нефтяного загрязнения на растительные сообщества нами были описаны площадки, расположенные на разном удалении от очага загрязнения, то есть от поля фильтрации.

Нами установлено, что:

- сильнозагрязненные участки обнаруживаются в полосе, расположенной на расстоянии до 25 м от поля фильтрации, где растительность отсутствует полностью или иногда встречается единичные экземпляры *Salsola crassa* Bieb.;

- среднезагрязненные участки расположены на расстоянии до 200-300 м от поля фильтрации.

На этих участках встречаются галофиты, представляющие начальную стадию развития пустынных фитоценозов. Доминируют *Salsola crassa*, *S. dendroides* Pall., *Artemisia taurica* Willd.

- слабозагрязненные участки расположены на расстоянии до 500 м. от поля фильтрации.

По составу и структуре эти растительные сообщества являются переходными между однолетне-солянковыми и многолетне-солянковыми комплексами с доминированием *Kochia prostrata* L., *Frankenia hirsuta* L., *Limonium meyeri* Boiss.

- незагрязненные участки расположены на расстоянии до 1000 и более метров от поля фильтрации. Растительный покров формируется в условиях отсутствия влияния загрязнения нефтепродуктами. Отрицательная

Таблица. Содержание кобальта в растительных образцах (мг/кг) на территории исследований

Участки	Растения	Удаленность от источника, м	Кобальт
Р-3, ГЗУ-3,	<i>Limonium meyeri</i> Boiss	До 100	1,115
	<i>Limonium meyeri</i>	250	1,075
	<i>Stipa capillata</i> L.	500	0,975
	<i>Bromus squarrosus</i> L.	1000	0,765
Р-10, Р-11, направление С-В	<i>Salsola crassa</i> Bieb.	До 100	2,055
	<i>Artemisia taurica</i> Willd	250	1,775
	<i>Kochia prostrata</i> L. <i>Elytrigia repens</i> L.	250	1,710
	<i>Artemisia taurica</i>	250	2,645
	<i>Kochia prostrata</i>	500	1,510
	<i>Elytrigia repens</i> <i>Tragopogon daghestanicus</i> Kuth.	500	0,505
	<i>Alyssum desertorum</i> Stapf. <i>Limonium meyeri</i>	500	1,610
	<i>Eremoryrum triticeum</i> Nevski	500	0,850
		500	0,850
		500	0,750
	1000	0,42	
Р-13,	<i>Elytrigia repens</i>	До 100	2,815
	<i>Frankenia hirsuta</i> L.	100	2,225
	<i>Hordeum leporinum</i> Link	100	2,110
	<i>Salsola crassa</i>	100	1,610
	<i>Elytrigia repens</i>	250	1,660
	<i>Frankenia hirsuta</i>	250	1,725
	<i>Hordeum leporinum</i>	250	1,375
	<i>Artemisia lercheana</i> Web.ex Stechm.	250	1,595
	<i>Artemisia salsoloides</i> Willd.		
	<i>Salsola laricina</i> Pall.	250	1,890
	<i>Elytrigia repens</i>		
	<i>Frankenia hirsuta</i>	250	1,795
	<i>Hordeum leporinum</i>	500	0,935
	<i>Artemisia lercheana</i>	500	1,610
	<i>Bromus testorum</i> L.	500	1,540
	<i>Tamarix ramosissima</i> Ledeb.	500	1,115
	500	1,460	
	500	0,720	

роль полей фильтрации в формировании растительного покрова наиболее заметно проявляется при удалении от них на расстоянии менее 1000 м. Промежуточные зоны влияния полей фильтрации характеризуются постепенным увеличением видового разнообразия растений солянково-полынные, камфоросмово-полынные, эфемерово-полынные, злаково-полынные с характерными для них ярусностью, устойчивостью и многообразием видового состава – *Artemisia lercheana* Web.ex Stechm., *Camphorosma monspeliacum* L., *Bromus testorum* L., *Hordeum leporinum* Link, *Elytrigia repens* L.

Нами установлено, что растения рассматриваемого региона, где изучалось содержание ТМ кобальта, испытывают существенные изменения в условиях загрязнения почвы нефтяными отходами при его добыче (буровой шлам, слив нефти).

Данный процесс, в свою очередь, может приводить к значимому загрязнению как растительной продукции, так и грунтовых вод [10,11,12].

Материалы и методы

Исследуемая нами территория находится на Севере низменного Дагестана, входящей в состав Терско-Кумской полупустыни Республики, где под влиянием антропогенных факторов (чрезмерный выпас скота, проведение геологоразведочных работ, мелиоративные ме-

роприятия) значительно изменился комплекс природных условий и в первую очередь, почвенно-растительный покров, продукты которого используется человеком в пищу по трофической цепи – почва-растение-вода-человек.

Значительную площадь на рассматриваемой территории занимают почвы, с близким залеганием (1,5-2,5 м) сильноминерализованных грунтовых вод. Реакция почвенного раствора от нейтральной до слабощелочной (рН = 7,0-8,0). Воздействие указанных природных факторов и процессов нефтедобычи на накопление ТМ в растениях обусловлено концентрацией тяжелых металлов в пластовых водах данной местности, что, в свою очередь, зависит от объемов добычи нефти и предпринимаемых мер по защите окружающей природной среды.

Территория, охваченная нефтяным загрязнением на землях, подверженных опустыниванию, составляет 60 тыс. га. Причем их площади и сфера влияния постоянно расширяются [13].

Анализы растительных образцов, отобранных на территории, расположенной на расстоянии до 500 м к востоку от поля фильтрации (загрязнения), проведены в лаборатории биогеохимии Прикаспийского института биологических ресурсов ДНЦ РАН (ПИБР ДНЦ РАН).

Образцы растений отбирали по видам, взвешивали и высушивали в термостате для дальнейшей камеральной обработки. Концентрацию кобальта в растительных

образцах после высушивания и измельчения, согласно общепринятой методике определяли после озонения концентрированной азотной кислотой с 30% перекисью водорода на ААС «Хитачи-170-70» с использованием корректора фона, основанного на «эффекте Зеемана» в лаборатории биогеохимии.

Результаты и обсуждение

Из результатов анализов видно, что максимальное количество кобальта накапливают растения, которые были отобраны в радиусе от 25 до 100 метров от источника загрязнения (поля фильтрации), с постепенным снижением концентрации по мере удаления от источника загрязнения (поля фильтрации) (таблица).

Так, максимальное количество кобальта накапливают виды растений: *Artemisia lercheana*, *Frankenia hirsuta*, *Salsola crassa*, *Hordeum leporinum*, приуроченные к местам сильного загрязнения.

По мере отдаленности от источника загрязнения концентрация кобальта в растениях падает: на расстоянии 250 метров – в *Elytrigia repens* в 1,70 раза, *Frankenia hirsuta* – в 1,29 раза, *Hordeum leporinum* – в 1,53 раза; на расстоянии 500 метров – в *Elytrigia repens* в 3,01 раза, *Frankenia hirsuta* – в 1,38 раза (табл.).

Аналогичная ситуация наблюдается и на участках, где были отобраны растения (Р-3, ГЗУ-3; Р-10, Р-11) (табл.). По нашему мнению, обнаруженная закономерность обусловлена аккумуляцией тяжелых металлов (кобальта) гумусом, почвенными частицами, грунтовыми водами и видами растительных сообществ, ближайших к источнику загрязнения, т.е. поля фильтрации.

Таким образом, прослеживается следующая закономерность: чем ближе к источнику загрязнения произрастает растение, тем оно больше накапливает тяжелых металлов из-за наличия кобальта в ризосфере растений. Отдельные исключения обусловлены, как отмечают и другие авторы [14], буферными способностями почв и толерантностью растений, диапазон толерантности которых имеет видовую принадлежность и зависит от токсичности металла: в нашем случае – кобальта.

Кроме того, нами было определено содержание нефтепродуктов в образцах почв, которые оказывают существенное влияние на рост и развитие растений данной местности. Результаты анализов почв, взятых в 100 метрах от полей фильтрации (источника загрязнения), показывают, что содержание нефтепродуктов в почве очень высокое по сравнению с фоновым контролем. С поверхности почв по профилю вниз до 60-70 см содержание кобальта составляет от 45 мг/кг соответственно, а с глубины 120 см до 170 см – 52 мг/кг. В связи с этим загрязнение нефтепродуктами происходит сверху от нефтяных отходов, а снизу в результате инфильтрации пластовых вод загрязненными нефтепродуктами, которые смыкаются с грунтовыми водами.

Результаты проведенных исследований показывают, что техногенные воздействия при добыче нефти и газа на Севере низменного Дагестана оказывают отрицательное влияние на ландшафт региона: по степени засоления по-

чвы из простого ранга переходят в более высокий ранг засоления, а в растительном покрове изменяется видовой состав. Таким образом, инфильтрация пластовых вод сопровождается миграцией тяжелых металлов в системе «почва-растения», что подтверждают наши анализы содержания кобальта в доминирующих видах растений. Данные экземпляры растений собраны нами на участках сильного загрязнения почв, расположенных в периферийной части полей фильтрации (источника загрязнения). Содержание кобальта в растительных образцах доходит до 2,815 мг/кг, при среднем содержании в растениях степей Ногайского района – 0,330 мг/кг.

Приведенные данные показывают, что увеличение содержания нефтепродуктов в почве и прогрессирующая миграция тяжелых металлов в системе «почва-растения» в очагах загрязнения отходами нефти на территории Севера низменного Дагестана требуют особого внимания и проведения мероприятий по устранению отрицательных последствий на нефтепромыслах города Южно-Сухокумска, где проживают более 10000 населения.

Восстановление загрязненных нефтью земель и водоисточников, возврат их к исходному или близкому к нему состоянию – это длительный процесс, где иницирующим фактором является попавшая в почву и водоисточники нефть, биологическая трансформация которой начинается при определенных условиях.

Для индикации степени загрязнения почвы ТМ можно использовать биологические методы: некоторые виды водорослей [15], а для удаления из почвенных вод ТМ, некоторые виды грибов [16].

Высокая концентрация нефти в почве способствует развитию на поверхности и в колониальной слизи цианобактерий, а также углеводородоксилирующих микроорганизмов. Их используют для борьбы с нефтяным загрязнением, так как они устойчивы к повышенному рН среды и способны занимать открытые пространства [17].

Факторами, повышающими устойчивость почв к загрязнению ТМ, являются увеличение их поглотительной способности и рН за счет внесения мелиорантов органического и минерального происхождения (торф, лигнин, навоз, растительные компосты, известь, глина) [18], травосеяние, основанное на способности некоторых растений поглощать и накапливать ТМ [19].

Заключение

Разработка единых рекомендаций по защите и рекультивации земель, нарушенных при транспортировке, добыче и переработке нефти – вопрос объемный. Проведенная дифференциация территории служит научным обоснованием мероприятий по защите и восстановлению природной среды. Для эффективности внедряемых мероприятий каждого ландшафтного района необходимо знать естественные механизмы его самоочищения, факторы, ускоряющие процессы очистки, количественные критерии, характеризующие стадии изменения нефти, почв, растительности, скорость восстановления последних. Для этого нужно постановка специальных экспериментов на природных моделях. Основные причины

минимизации содержания нефти – испарение легких фракций, минерализация нефти, физический вынос потоками вод. Соотношение этих факторов самоочищения зависит от почвенно-климатических условий, состава и свойств самой нефти и глубины ее проникновения в собственно почву. В связи с этим возникает необходимость картографического отображения устойчивости почв и водоисточников к загрязнению при разведке, добыче, транспортировке нефти. Использование данных карт поможет при нормировании допустимых концентраций загрязняющих веществ, выборе способа рекультивации загрязненных земель и организации мониторинга состояния окружающей природной среды с целью избежать воздействия и на человека. ■

Исследование и публикация статьи осуществлены на личные средства авторского коллектива.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

Гитинова Патимат Шуанандиевна, к.м.н., доцент, зав. учебной работой кафедры; ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Махачкала. E-mail: pazil59@mail.ru
Абакарова Арац Магмедхановна, к.м.н., доцент, отв. по научной работе кафедры; ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Махачкала. E-mail: pazil59@mail.ru

Литература:

1. Барабаничиков Д. А. Экологические проблемы нефтяной промышленности России //Д. А. Барабаничиков, А. Ф. Сердюкова. //Молодой ученый. – 2016. – №26 (130). – С. 727-731.
2. Сваровская Л. И. Геоинформационные технологии для мониторинга антропогенного воздействия продуктов сжигания попутного нефтяного газа на окружающую среду //Л. И. Сваровская, И. Г. Яценко, Л. К. Алтунина //Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – №6. – 2014. С. 41-45.
3. Жакишева А. А. Пути предотвращения воздействия нефтегазовых производств на окружающую среду. Ж. Вестник Челябинского государственного университета. Вып. 32. 2011. С. 142-149.
4. Двадненко М.В., Маджигатов Р.В., Ракитянский Н.А. Воздействие нефти на окружающую среду. Международный журнал экспериментального образования. – 2017. – №3-1. – С. 89-90;
5. Калинин, Б.Д. Экологический контроль тяжёлых металлов в объектах окружающей среды. /Б.Д. Калинин //Экология и природопользование. – 2001 – №5 – С. 32-34.
6. Вершинин А.А., Петров А.М., Каримуллин Л.К., Шурмина Н.В. Культивирование высших растений и дыхательная активность нефтезагрязненных почв. Ж. Российский журнал прикладной экологии. 2016. С. 46-50.
7. Вершинин А.А., Петров А.М., Каримуллин Л.К., Игнатъев Ю.А. Влияние нефтяного загрязнения на эколого-биологическое состояние различных типов почв //Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т.15, № 8. С. 207-211.
8. Глазовская М.А. Методологические основы оценки эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям. М.: МГУ, 1997. 102 с.
9. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. Новосибирск: Наука, 1991. 234 с.
10. Гарунов А.А., Яхияев М.А., Салихов Ш.К. Загрязнение нефтепродуктами ландшафта Северо-Дагестанской низменности при добыче нефти //Тез. докл. IV Междунар. конф. Махачкала, 2002. С. 87-90.
11. Димакова Н. А., Шарапов Р. В. Проблема загрязнения подземных вод //Современные наукоёмкие технологии. – № 2, 2013. – С. 79-82.
12. Rogozin, M. Yu. Проблема загрязнения грунтовых вод /М. Ю. Rogozin, Е. А. Бекетова. //Молодой ученый. – 2018. – №25 (211). – С. 1-4.
13. Чиликина Л.Н., Шифферс Е.В. Карта растительности Дагестанской АССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1962. 96 с.
14. Гребенников А.М., Ельников И.И. Экологические функции культурной растительности в агроценозе. //Агрохимия. 2001. № 9. С. 115–121.
15. Гайсина Л.А., Хайбулина Л.С. Влияние тяжелых металлов на морфологию почвенной водоросли *Xanthomonas silva* //Почвоведение. 2007. №3. С. 343-347.
16. Biosorption of cadmium using the fungus *Aspergillus niger* /L.M. Barros Junior, G.R. Macedo, M.M.L. Duarte, E.P. Silva, A. K. C. L. Lobato //Braz. J. Chem. Eng. 2003. Vol. 20. №3. P. 229-239.
17. Киреева Н.А., Дубовик И.Е., Закирова З.Р. Консортивные связи цианобактерий типичного чернозема при загрязнении нефтью //Почвоведение. 2007. №6. С. 749-755.
18. Галактионова А.А. Применение торфа и продуктов его переработки для восстановления техногенно-нарушенных земель: Реферативный обзор //Торфяные удобрения и питательные смеси для сада и огорода /ВНИИ торф. пром-ти, 1993. 21с.
19. Marquard R., Gaudchau M., Bohm H. Untersuchungen zur Schwermetalldekontamination belasteter Boden durch Anbau von Akkumulatorpflanzen. Schr. R. //Verb. Dt. Landw. Unters. Forsch. Anst. Darmstadt. 1995. N 40. P. 319-322.