



Список литературы

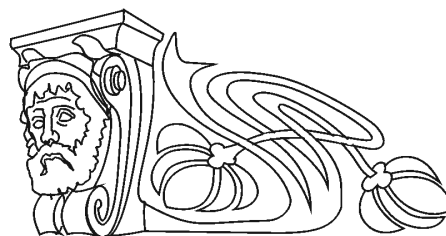
1. Назимова А. А. Структура герпетобионтных групп насекомых экотонных участков оз. Лебяжье в долине р. Медведица Саратовской области // Энтомологические и паразитологические исследования в Поволжье : сб. науч. тр. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 2010. Вып. 8. С. 69–75.
2. Назимова А. А., Сажнев А. С. К фауне насекомых герпетобионтов прибрежной зоны озера Лебяжье Саратовской области // Энтомологические и паразитологические исследования в Поволжье : сб. науч. тр. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 2010. Вып. 8. С. 54–56.
3. Назимова А. А., Сажнев А. С. Дополнение к фауне насекомых герпетобионтов прибрежной зоны озер Лысогорского района Саратовской области // Энтомологические и паразитологические исследования в Поволжье : сб. науч. тр. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 2011. Вып. 9. С. 107–108.
4. Назимова А. А., Сажнев А. С. Эколого-фаунистическая характеристика жесткокрылых (Coleoptera) прибрежной зоны пойменных озер долины р. Медведица в Саратовской области // XIV съезд Рус. энтомол. о-ва. Санкт-Петербург, 27 авг. – 1 сент. 2012 г. СПб., 2012. С. 302.

УДК 504.054: 622.276

ИЗМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ КАЛМЫКИИ ПРИ НЕФТЯНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ

А. А. Булуктаев¹, Л. Х. Сангаджиева, Ц. Д. Даваева

Калмыцкий государственный университет
¹ФГБУ ГПБЗ «Черные земли»
E-mail: buluktaev89@mail.ru



Исследовано изменение эколого-биологических свойств светло-каштановых почв Калмыкии при нефтяном загрязнении. Изучено негативное влияние нефтяного загрязнения на биологические свойства светло-каштановых почв. Изучено влияние нефтяного загрязнения на рост и развитие растений. Нефть негативно влияет на показатели продуктивности растений. Так, уменьшается длина корня, длина стебля, количество проросших растений. Доказано что нефтяное загрязнение светло-каштановой почвы приводит к изменению физико-химических свойств почв.

Ключевые слова: Калмыкия, ферментативная активность, каталаза, дегидрогеназа, нефтяное загрязнение, светло-каштановая почва, фитотоксичность.

Change of Ecological and Biological Properties of Light Brown Soils of Kalmykia at Oil Pollution

A. A. Buluktaev, L. Ch. Sangadzhiyeva, Ts. D. Davayeva

Change of ecological and biological properties of light brown soils of Kalmykia at oil pollution is investigated. Negative influence of oil pollution on biological properties of light brown soils is studied. Influence of oil pollution on body height and development of plants is studied. Oil negatively influences such indicators of plants as the root length, the stalk length, the quantity of the sprouted plants, they decrease. It is proved that oil pollution of the light brown soil leads to change of physical and chemical properties of soils.

Key words: Kalmykia, enzymatic activity, catalase, dehydrogenase, oil pollution, light brown soil, phytotoxicity.

Введение

В мире ежегодно добывается более 4,0 млрд т сырой нефти, при добыче, транспортировке и переработке которой теряется около 50 млн т нефти и нефтепродуктов.

На территории Республики Калмыкия числится 40 месторождений нефти и газа, в том числе 19 нефтяных, 10 газовых, 6 нефтегазовых и 5 нефтегазоконденсатных. Начальные суммарные ресурсы (НСР) углеводородов Калмыкии оцениваются в 7405 млн т условного топлива (УТ), в том числе: жидких (нефть, конденсат) – 3627 млн т из которых разведано – 84, 7 млн т (2,3%); по газу 3778 млрд м³, из которых разведано – 21, 3 млрд м³ (0,5%). В целом степень разведанности НСР составляют 0,1%.

Экологическая ситуация, сложившаяся в настоящее время в Российской Федерации, показывает, что реализующаяся на базе существующей концепции охраны окружающей среды политика обеспечения экологической безопасности в полной мере не решает двух основных задач: не предотвращает загрязнение экологических систем и не избавляет от угрозы деградации и истощения природных ресурсов. В последние годы, в связи со спадом производства, повыше-



нием степени очистки выбросов и сбросов, имеет место некоторое снижение вредного воздействия на окружающую среду, однако в целом кардинального улучшения экологической ситуации не происходит.

Загрязнение природной среды нефтью вызывает резкие ответные реакции во всех компонентах экосистем, в том числе и в почве. При попадании нефти и ее спутников в почву происходят глубокие и зачастую необратимые изменения морфологических, физических, физико-химических, микробиологических свойств, а иногда и существенная перестройка всего почвенного профиля, что приводит к потере загрязненными почвами плодородия и отторжению огромных территорий из сельскохозяйственного землепользования, происходит подщелачивание почвенных растворов, рН водной суспензии в верхних горизонтах различных типов почв поднимается на 1–2 единицы. Увеличивается количество углеводов, что ведет к возрастанию запасов углерода во всех генетических горизонтах; наличие нефти и ее продуктов в почве способствует подавлению реакций аммонификации, нитрификации, то есть снижает самоочищающую способность в районах, где почва значительно загрязнена нефтью. В нефтезагрязненных почвах наблюдается образование двухвалентного железа, увеличивается содержание одно- и двухвалентных катионов в почвенном растворе, куда они поступают из нефтяной эмульсии, возрастает количество органических и минеральных коллоидов, связанных с поступлением загрязняющего вещества в почву. Это вызывает перестройку почвенно-поглощающего комплекса. Наиболее ярким показателем перестройки почвенно-геохимических процессов под влиянием нефти и ее продуктов является внедрение иона натрия (Na). Содержание обменного натрия может достигнуть 25–35% суммы поглощенных катионов [1, 2]. При этом меняется содержание ионов, определяющих кислотные свойства почв (H^+ и Al^{+3}), происходит их активное вытеснение уже на первых этапах загрязнения. Повышение содержания обменного натрия в загрязненных почвах нефтедобывающих районов служит пусковым механизмом развития химического солонцового процесса.

Объекты и методы исследования

Функциональные свойства почвы, загрязненной нефтью, имеют разную чувствительность к неблагоприятным факторам среды. Полевые опыты проводились на территории учебно-опытного поля Калмыцкого государственного университета методом микроделенок на светло-

каштановой средnezасоленной, среднесуглинистой почве, загрязненной товарной нефтью Восточно-Камышинского месторождения, в результате разлива на территорию 500 мл нефти на 1 м^2 методом бороздок. Содержание нефти в почве составило 2,5; 5; 10% от массы почвы. Контролем служили образцы почв с незагрязненных участков. На нефтезагрязненном участке были заложены опытные деланки площадью 15 м^2 . Деланки подвергнуты рекультивации с внесением органоминеральных удобрений в количестве N30P60K30 (мочевины 60 г, суперфосфата 113 г, сульфата калия 67 г на 1 м^2) для ускорения разложения нефти в почве. В своих исследованиях по подбору культур мы исходили из реальных почвенно-климатических условий региона и выбрали кострец безостый (*Bromopsis inermis* Leys.) [3]. Семена костреца были посажены в апреле 2012 г., продолжительность опыта 9 недель.

О ферментативной активности судили по активности ферментов класса оксидоредуктаз (каталаза, дегидрогеназа), гидролаз (фосфатаза) [4].

Лабораторно-аналитические исследования образцов почвы выполнены с использованием общепринятых в экологии, биологии и почвоведении методов [5]. Для общей характеристики почв проводился анализ водной вытяжки в соотношении почва:вода – 1:5. Определена величина сухого остатка – общая сумма водорастворимых веществ, дающая косвенное представление о концентрации почвенного раствора; катионы – Ca, Mg, K, Na и анионы – Cl, SO_4 , HCO_3 .

Активность каталазы измеряли по методике Галстяна, дегидрогеназы – по методике Галстяна в модификации Хазиева. О фитотоксичности почв судили по изменению показателей прорастания семян костреца (всхожесть, энергия прорастания, дружность прорастания, скорость прорастания) и интенсивности начального роста проростков (длина корней, длина зеленых проростков).

Результаты исследования и их обсуждение

Влияние нефтяного загрязнения на фитотоксичность и биологические свойства почвы

Для костреца было проведено наблюдение динамики роста в течение вегетационного периода. Всходы появились дружно в контроле и в нефтезагрязненной почве 2,5 и 5% к концу второй недели. Причем на контроле проросло значительно больше растений, чем на загрязненных участках. Максимальный рост костреца наблюдался на 8–9-й неделе.

Одним из факторов, который обычно учитывается при решении вопроса о фитомелиорации и



сельскохозяйственного использования загрязненных нефтепродуктами земель, является негативное влияние почвы на рост и развитие растений. В

концентрациях 10% нефть обладала токсическим действием на семена растений. Растения, посаженные на этом участке, не проросли (табл. 1).

Таблица 1

Изменение эколого-биологических свойств светло-каштановых почв при нефтяном загрязнении

Почва, доза нефти	Содержание $C_{орг}$, %	pH	Активность каталазы, мл O_2 /г	Активность дегидрогеназы, мг ТТХ/10г	Активность фосфатазы, мг P_2O_5 /г/ч	Всхожесть, %	Высота растения, см	Длина корня, см
Контроль	0,64	7,87	7,6	12,5	0,54	100	48,2±2,1	11,0±1,7
Нефть, %	2,5	0,80	5,2	11,8	0,43	67	37,5±1,6	9,4±1,2
	5	0,87	8,26	4,1	10,4	31	33,0±1,4	8,1±0,9
	10	1,05	8,42	2,3	8,3	Нет	Нет	Нет

Исходя из полученных данных, следует отметить, что нефтяное загрязнение негативно повлияло на морфометрические показатели растений – уменьшилась длина стебля и корня, а также отрицательное действие выявлено и на компонентах структуры урожая: уменьшилось число проросших растений и общая биомасса растений.

Загрязнение почвы нефтью приводит к ухудшению ее состояния. Увеличивается значение pH, что свидетельствует о защелачивание почвы. В модельных образцах содержание органического углерода ($C_{орг}$) по сравнению с контролем резко возросло. Среди свойств почвы, влияющих на фильтрацию нефти, важна ее влажность, поскольку при увлажнении почв происходило увеличение

содержания $C_{орг}$. $C_{орг}$ накапливался в почвах в результате деструкции нефти.

Каталазная и дегидрогеназная активность отражает интенсивность различных биологических процессов в почве. При этом активность ферментов служит показателем потенциальной биологической активности почвы. Каталаза и дегидрогеназа принадлежат к окислительно-восстановительным ферментам – наиболее чувствительным к химическому загрязнению, что дает информативную картину протекающих в почве биологических процессов и ее экологического состояния [6]. Результаты влияния нефтяного загрязнения на ферментативную активность светло-каштановой почвы представлены на рис. 1.

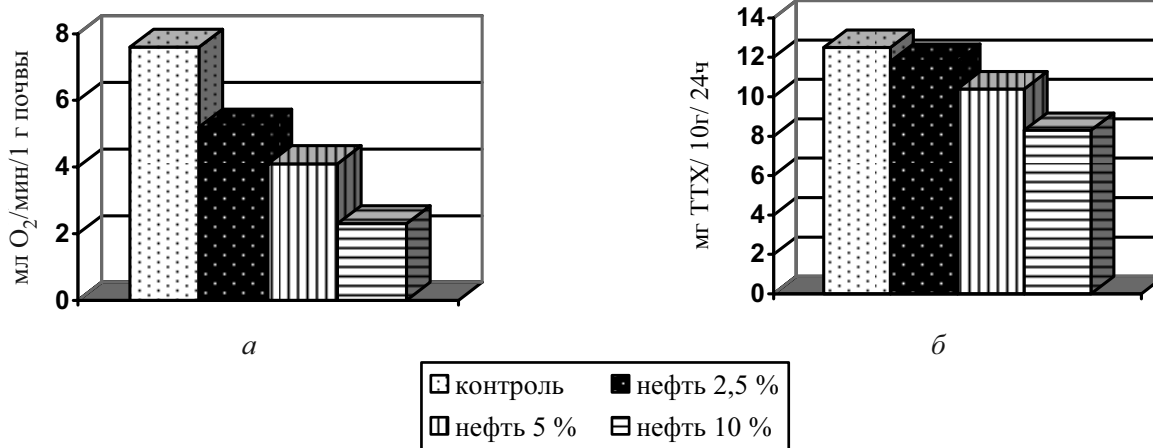


Рис. 1. Изменение ферментативной активности нефтезагрязненных почв: а – каталаза; б – дегидрогеназа

Значения активности каталазы и дегидрогеназы снижаются, и это снижение находится в прямой зависимости от дозы внесенной концентрации нефти. Негативное действие нефти на биологические процессы в почве объясняют обволакиванием нефтяными углеводородами почвенных частиц, содержанием в нефти тяже-

лых металлов, ароматических углеводородов, в частности фенолов, накоплением в почве продуктов окисления углеводородов, таких как гексадециловый спирт, пальмитиновая, бензойная, салициловая кислоты и др., значительным увеличением соотношения C : N и др. [7].



Изменение физико-химических свойств светло-каштановых почв при нефтяном загрязнении

Изучение свойств почвы при различных условиях загрязнения нефтью показало, что произошли существенные изменения характера агрегированности нефтезагрязненных почв. В почвах повысилась гидрофобность, ухудшилась смачиваемость, увеличилась вязкость, изменился цвет почвы от смолисто-черного в верхней части колонки до темно-коричневого в нижней. Негативное воздействие нефтедобычи и использование нефтепродуктов выражается как непосредственной деградацией почвенного покрова на участках

разлива нефти и нефтепродуктов, так и воздействием ее компонентов на сопредельные среды, вследствие чего продукты трансформации нефти обнаруживаются в различных объектах биосферы [8]. Нами было изучено изменение свойств светло-каштановой почвы в модельном эксперименте после нефтяного загрязнения.

Результаты изучения водной вытяжки из почв после внесения нефти показали, что изменились тип и степень засоления. Степень засоления увеличилась от слабозасоленных до сильнозасоленных. Тип засоления изменился с сульфатно-хлоридно-натриевого на хлоридно-сульфатно-натриевый (табл. 2).

Таблица 2

Результаты анализа водной вытяжки из почв полевого опыта

№ пробы	Вариант опыта		Сухой остаток, %	В числителе – мэкв/100 г почвы, в знаменателе – %					
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
1	Контроль		0,357	<u>0,428</u> 0,009	<u>0,500</u> 0,006	<u>4,900</u> 0,113	<u>0,614</u> 0,037	<u>3,498</u> 0,124	<u>5,438</u> 0,021
2	Нефть, %	2,5	0,419	<u>0,286</u> 0,006	<u>0,286</u> 0,003	<u>5,806</u> 0,133	<u>0,805</u> 0,049	<u>4,664</u> 0,166	<u>4,750</u> 0,036
3		5	0,512	<u>0,214</u> 0,004	<u>0,214</u> 0,003	<u>5,827</u> 0,134	<u>1,224</u> 0,075	<u>5,830</u> 0,207	<u>3,125</u> 0,054
4		10	0,632	<u>0,214</u> 0,004	<u>0,214</u> 0,003	<u>7,200</u> 0,166	<u>1,632</u> 0,100	<u>6,996</u> 0,248	<u>2,106</u> 0,140

Также при нефтяном загрязнении увеличилась роль гидрокарбонатов, его содержание увеличилось. Катионные изменения идут в сторону увеличения концентрации Na и уменьшения концентраций Ca и Mg.

Нефтяное загрязнение способствовало уменьшению содержания сульфат-ионов и увеличению хлорид-ионов в загрязненных почвах (рис. 2).

Результаты изучения водной вытяжки из почв после внесения нефти показали, что изменились тип и степень засоления. Степень засоления увеличилась от слабозасоленных до сильнозасоленных. Тип засоления изменился с сульфатно-хлоридно-натриевого на хлоридно-сульфатно-натриевый.

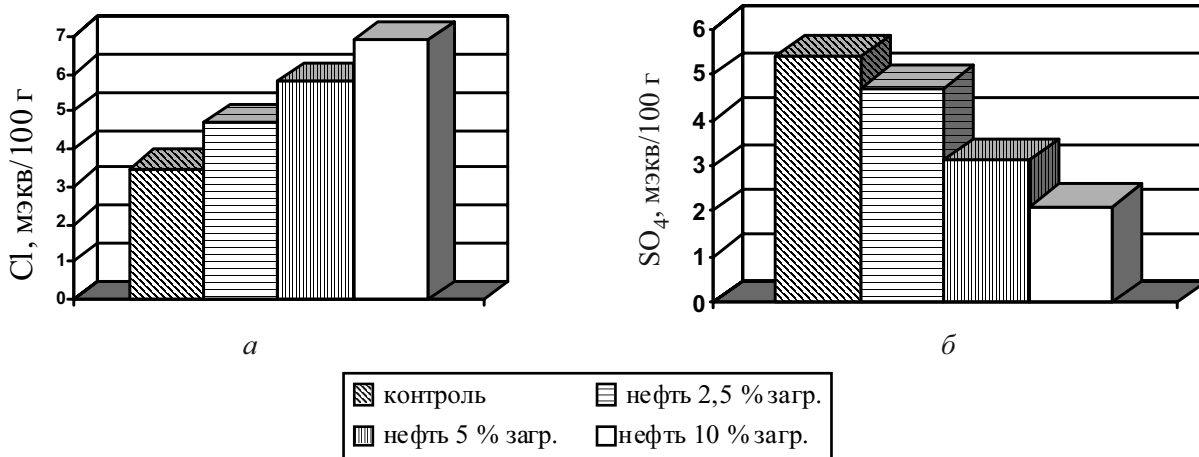


Рис. 2. Динамика содержания хлоридов и сульфатов при загрязнении почв нефтепродуктами: а – хлориды; б – сульфаты



Изменение режима питания нефтезагрязненных почв

С целью рекультивации нефтезагрязненных участков были внесены органоминеральные удобрения в количестве N30P60K30, что привело к увеличению содержания этих элементов по сравнению с фоном. Общее содержание азота варьировало в пределах 1620–2440 мг/кг почвы, содержание фосфора 42,4–109,4 мг/кг

почвы, содержание калия 510–960 мг/кг почвы.

Агрохимический анализ растений показал следующее. Под всеми культурами наблюдалось увеличение концентрации азота, фосфора и калия при внесении удобрений и уменьшение его вследствие нефтяного загрязнения. Внесение удобрений увеличивает зольность почв, а внесение нефти способствует уменьшению ее зольности за счет органического вещества (табл. 3).

Таблица 3

Изменение режима питания на загрязненных почвах полевого опыта

№	Место взятия пробы	Общий N, мг/кг	N-NO ₃ , мг/кг	N-NH ₄ , мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	Зола, %	
1	Контроль	2440	123,2	44,2	109,4	960,0	92,60	
2	Нефть, %	2,5	2200	113,3	66,4	84,0	720,0	92,35
3		5	1910	88,4	84,5	64,8	610,0	91,85
4		10	1620	78,2	91,3	42,4	510,0	90,64

Установлено что нефтяное загрязнение способствует изменению соотношения азота нитратов к азоту аммония. Так, с увеличением концентрации нефти увеличивается содержание азота аммония и уменьшается содержание азота нитратов (рис. 3).

Нефтяное загрязнение светло-каштановой почвы приводит к изменению режима питания: уменьшаются концентрации главных компонентов питания растений, увеличивается отношение органического углерода к общему азоту и соотношение аммонийного азота к нитратному азоту.

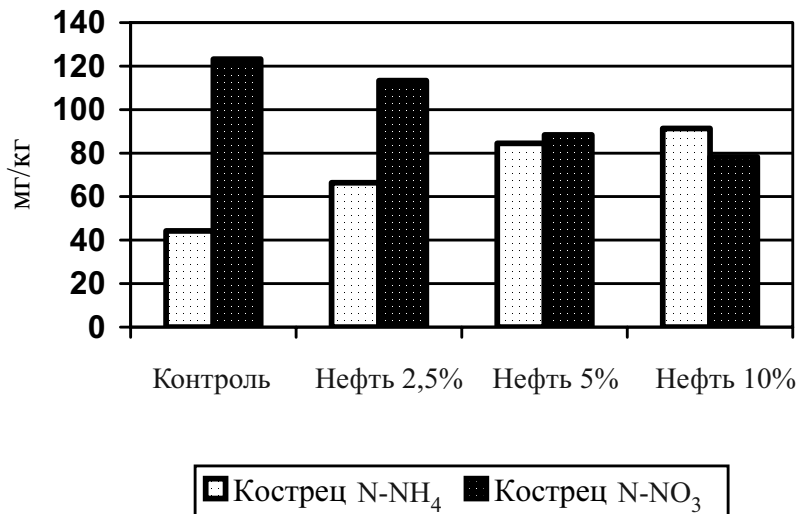


Рис. 3. Изменение содержания форм азота в нефтезагрязненных почвах

Выводы

1. Светло-каштановые почвы неустойчивы к загрязнению нефтью и нефтепродуктами, что ведет к изменению эколого-биологических свойств почв.

2. Установлено что загрязнение светло-каштановой почвы нефтью и нефтепродуктами приводит к снижению показателей прорастания семян

и интенсивности начального роста растений коостреца безостого. Всхожесть, энергия, дружность и скорость прорастания, длина корней и побегов растений этого вида снизились во всех вариантах эксперимента.

3. Выявлено, что загрязнение нефтью и нефтепродуктами ведет к изменению фермента-



тивной активности почв. Между содержанием в почве загрязняющего вещества и биологической активностью почвы наблюдается отрицательная корреляционная связь.

4. Доказано, что нефтяное загрязнение светло-каштановой почвы приводит к изменению физико-химических свойств почв. Увеличивается засоление, уменьшаются концентрации главных компонентов питания растений, увеличивается отношение органического углерода к общему азоту и соотношение аммонийного азота к нитратному азоту.

Список литературы

1. Булатов А. И., Макаренко П. П., Шеметов В. Ю. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности. М. : Недра, 1997. 483 с.
2. Панов Н. П. Коллоидно-химическая сущность солонцообразования // Успехи почвоведения. М. : Наука, 1986. С. 217–222.
3. Бананова В. А. Геоботаническая характеристика растительности степной зоны // Экология растений полупустынной и степной зоны : сб. науч. тр. КГУ. Элиста : Изд-во КГУ, 1994. С. 7–29.
4. Боровикова Л. Г., Казеев К. Ш. Устойчивость биологических свойств чернозема обыкновенного юга России к загрязнению современными пестицидами золон и пума+ // Биологическая диагностика экологического состояния почв юга России / отв. ред. К. Ш. Казеев. Ростов н/Д : Изд-во Эверест, 2010. С. 9–17.
5. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д. Г. Звягинцева. М. : Изд-во МГУ, 1991. 304 с.
6. Стивакова Н. А., Колесников С. И. Устойчивость почв сухих степей и полупустынь юга России к химическому загрязнению // Биологическая диагностика экологического состояния почв юга России. Ростов н/Д : Изд-во Эверест, 2010. С. 213–231.
7. Киреева Н. А., Новоселова Е. И., Хазиев Ф. Х. Активность карбогидраз в нефтезагрязненных почвах // Почвоведение. 1998. № 12. С. 1444–1448.
8. Солнцева Н. П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1998. 376 с.