

УДК 631.427.12

ИНФОРМАТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ФИТОТОКСИЧНОСТИ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЬЮ

И.В. Леонтьева, Л.Г. Ахметзянова, Г.Р. Валева

Аннотация

На основе комплексного исследования системы «серая лесная почва, загрязненная сернистой нефтью, – растение (пшеница посевная *Triticum szativum*)» в условиях лабораторного моделирования выявлен наиболее информативный показатель для характеристики фитотоксичности почвы (фитомасса в расчете на сухое вещество и длина второго листа) и обоснован допустимый уровень содержания сернистой нефти в серой лесной почве, соответствующий значению около 2 г/кг.

Ключевые слова: фитотоксичность, фитопродуктивность, почва, нефтяное загрязнение.

Введение

Значительные масштабы органических соединений, поступающих в окружающую природную среду при освоении нефтегазовых ресурсов, приводят к тому, что данный вид загрязнения становится приоритетным для многих районов нефтедобычи. Загрязнение нефтью влияет на весь комплекс морфологических, физических, физико-химических, биологических свойств почвы, определяющих ее плодородие [1]. Изменение свойств почв при загрязнении нефтью, а также процессы ее миграции, аккумуляции и метаболизма зависят от физико-химического состава и количества пролитой нефти, типа почвы, наличия биогеохимических барьеров, каналов миграции в почвенном профиле, особенностей сообщества почвенных микроорганизмов, биогеоценоза в целом [2].

Цель данной работы – оценить пределы содержания сернистой нефти, не оказывающие воздействие на фитопродуктивность серой лесной почвы.

Объект исследования

Изучение фитотоксичности серой лесной почвы, загрязненной товарной нефтью, проводилось в лабораторном модельном опыте в отношении пшеницы посевной (*Triticum szativum*). Почва серая лесная среднесуглинистая на желтобурых карбонатных делювиальных суглинках была отобрана в октябре 2007 г. на территории ОПХ «Столбищенское» Лаишевского района РТ. Загрязнение почвы производили нефтью, добываемой из карбоновых отложений, с плотностью 905.4 кг/м³, содержанием серы 4.06%.

Методическая часть

В основу исследования положены методы биотестирования в сочетании с химико-аналитическими методами. Почву в вегетационных сосудах предварительно увлажняли до 60% от полной влагоемкости. Загрязнение почвы производили нефтью в концентрации 0.0, 1.5, 3.0, 6.0, 12.0, 15.0 г/кг. Опыт проводился в трехкратной повторности. В каждый вегетационный сосуд посеяли пророщенные семена пшеницы посевной в количестве 100 штук, полив производили каждые 2 дня, продолжительность вегетационного опыта составила 21 день. Определение фактического содержания нефтепродуктов в почве производили флуориметрическим методом через 3 суток после внесения нефти и в конце вегетационного эксперимента. На седьмой день эксперимента была измерена длина второго листа растения; после окончания опыта были определены величина фитомассы (по свежесрезанной массе и сухому веществу) в каждом сосуде и всхожесть саженцев [3]. Определение фитомассы проводили на аналитических весах с точностью измерения до четвертого знака. Для показателя фитомассы по свежесрезанному веществу измерение проводили в день снятия растений, для показателя фитомассы по сухому веществу – по достижении растениями воздушно-сухого состояния. Все полученные результаты измерений усреднили по трем сериям лабораторных испытаний.

Обработку результатов эксперимента проводили с использованием методов математической статистики. Для каждой серии определения проводились расчеты следующих статистических показателей: среднего арифметического (X_{cp}) значения, среднеквадратичного отклонения (δ), ошибки среднего арифметического показателя (m), показателя достоверности отличия опытных вариантов от контрольного (t_g), коэффициента корреляции дозы внесения нефтепродуктов и фитотоксичности почвы (r).

Достоверность отличия опытных вариантов от контрольного оценивалась с помощью критерия Стьюдента при уровне значимости $P = 0.05$, числе степеней свободы $f = n_k + n_t - 2$, где n_k и n_t – число повторностей в контрольном и опытном варианте. Критерий достоверности Стьюдента определялся по стандартным таблицам.

Оценку значимости коэффициента корреляции проводили с помощью критерия некоррелированности величин при уровне значимости $P = 0.05$, числе степеней свободы $f = n - 2$, где n – число точек построения зависимости.

Результаты и обсуждение

В проведенном вегетационном опыте наблюдалось закономерное снижение фитопродуктивности по сравнению с контрольным опытом и соответственное увеличение фитотоксичности исследуемой почвы с ростом дозы содержания нефти по всем показателям роста и развития пшеницы посевной (табл. 1).

Отрицательные значения фитотоксичности для показателя фитомассы (по сухому веществу и свежесрезанной массе) при содержании сернистой нефти 0.83 г/кг подтверждают данные о некоторой стимуляции роста сельскохозяйственных культур в присутствии небольших концентраций нефтепродуктов [4].

Табл. 1

Фитотоксичность почвы в опытных вариантах, %

Содержание нефти, г/кг	0.83	2.12	4.33	9.73	12.02
Показатель роста					
Фитомасса (по сухому веществу)	-7.69	16.92	33.85	56.92	66.12
Фитомасса (по свежесрезанной массе)	-3.22	16.56	28.99	47.09	53.22
Всхожесть семян	0.0	0.0	20.0	30.0	30.08
Длина второго листа	2.79	6.67	17.34	29.51	31.78

Табл. 2

Допустимый уровень содержания сернистой нефти в серой лесной почве

Показатель роста и развития	Вид зависимости	Коэффициент корреляции	Допустимый уровень содержания, г/кг
Фитомасса (по сухому веществу), г	$y = 27.06 \ln(x) - 3.5302$	0.96	1.98 ± 0.69
Фитомасса (по свежесрезанной массе), г	$y = 20.746 \ln(x) + 0.3442$	0.95	2.03 ± 0.71
Всхожесть семян, %	$y = 13.011 \ln(x) - 1.6752$	0.93	3.60 ± 1.26
Длина второго листа, см	$y = 11.56 \ln(x) + 1.9117$	0.98	3.10 ± 1.09

По результатам статистической обработки из всех изученных показателей роста и развития растения показатели длины второго листа стебля пшеницы и фитомассы (по сухому веществу) характеризуются наибольшими значениями коэффициента корреляции (табл. 2). Причем коэффициенты корреляции, рассчитанные для показателей длины второго листа и фитомассы по сухому веществу, в ряду коэффициентов корреляции измеренных показателей наиболее значимы, наихудшим значением критерия значимости обладает показатель всхожести семян. В свою очередь, показатель длины второго листа стебля пшеницы, в отличие от прочих, проявляет чувствительность к низким дозам содержания нефти в почве, что, по-видимому, связано с началом формирования у злаковых проводящей системы [5]. Наиболее инертным показателем является всхожесть семян, хотя и является наиболее экспрессным, он чувствителен только к высоким дозам содержания нефти в почве. По данному показателю фитотоксичность почвы начинает проявляться только при содержании нефти в почве 4.33 г/кг.

На основании полученных данных по каждому рассматриваемому показателю роста и развития пшеницы посевной были построены кривые зависимости, описывающие изменение фитотоксичности серой лесной почвы в зависимости от фактического содержания сернистой нефти.

Далее расчетным путем, исходя из уравнения зависимости, был определен допустимый уровень содержания сернистой нефти в серой лесной почве (табл. 2). За расчетный допустимый уровень содержания было принято значение, отвечающее снижению фитопродуктивности не более чем на 15% от контрольного опыта [6].

По результатам вегетационного опыта были получены значения допустимого уровня содержания нефти в серой лесной почве в диапазоне 1.98–3.60 г/кг, отражающем различный отклик на загрязнение сернистой нефтью исследованных показателей роста и развития тест-объекта.

Для двух наиболее чувствительных показателей роста и развития пшеницы посевной: фитомассы в расчете на сухое вещество (коэффициент корреляции равен 0.96) и длины второго листа (коэффициент корреляции равен 0.98) – значения концентрации сернистой нефти в почве, вызывающей пятнадцатипроцентное угнетение, составили 1.98 и 3.10 г/кг соответственно. Полученные данные позволяют предположить, что фитотоксикологический эффект серой лесной почвы, свежезагрязненной сернистой нефтью, проявляется при содержании нефти в почве в количестве 1.98 г/кг.

Заключение

Увеличение содержания нефти в почве приводит к угнетению показателей роста и развития пшеницы посевной (*Triticum sativum*). Наиболее информативными показателями для характеристики фитотоксичности серой лесной почвы по отношению к пшенице посевной является фитомасса в расчете на сухое вещество и длина второго листа. Допустимый уровень содержания сернистой нефти в серой лесной почве, отвечающий снижению фитопродуктивности не более чем на 15% от контрольного опыта, соответствует значению около 2 г/кг.

Авторы приносят благодарность член-корреспонденту АН РТ, профессору В.З. Латыповой за научное руководство работой.

SUMMARY

I.V. Leontyeva, L.G. Ahmetzyanova, G.R. Valeeva. Informative Indices of Grey Forest Soil Phytotoxicity with Reference to Sowing Wheat.

Complex investigation of the soil and plant system (involving the gray forest soil polluted with different concentrations of sulphuric mineral oil and wheat (*Triticum sativum*)) by simulation in-vitro was conducted. Phytomass estimated on the base of dry weigh and length of second leaf was revealed as the most informative index of the gray forest soil phytotoxicity. It was proved that permissible level of content of sulphuric mineral oil in gray forest soil made up about 2 g/kg.

Key words: phytotoxicity, phytoproductivity, soil, oil pollution.

Литература

1. *Ситдиков Р.Н.* Влияние нефтепромысловых поллютантов и рекультивации на агрофизические свойства почв Приуралья Республики Башкортостан: Автореф. дис. ... канд. с-х. наук. – Уфа, 2002. – 24с.
2. *Солнцева Н.П.* Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998. – 376 с.
3. Теория и методы экологического нормирования: Учеб. пос. – Казань: Казан ун-та, 2006. – 84 с.

4. *Ситдиков Р.Ш., Минигазимов Р.Ш., Поскряко А.Н.* Изменение свойств чернозема выщелоченного при загрязнении товарной нефтью // *Природообустройство и рациональное природопользование – необходимые условия социально-экономического развития России: Сб. науч. тр. – М.: Моск. гос. ун-т природообустройства, 2005. – Т. 2. – С. 26.*
5. *Сепанов С.А., Коробко В.В., Щеглов Е.К.* Метамерные особенности роста и развития листьев пшеницы // *Вестн. Башкир. ун-та. – 2001. – № 2 (I). – С. 162–163.*
6. Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве / Минздрав СССР. – М., 1982 – 57 с.

Поступила в редакцию
02.03.08

Леонтьева Ирина Валерьевна – студент кафедры прикладной экологии Казанского государственного университета.

Ахметзянова Лейсан Габбасовна – аспирант кафедры прикладной экологии Казанского государственного университета.

Валеева Гузель Равильевна – кандидат химических наук, ассистент кафедры прикладной экологии Казанского государственного университета.