

УДК 665.6/.7

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ НА РАЗВИТИЕ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ РОГОЗА ШИРОКОЛИСТНОГО

Шулаев Н.С., Пряничникова В.В., Быковский Н.А., Кадыров Р.Р.

Филиал ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,
Стерлитамак, e-mail: str@rusoil.net

Настоящая статья посвящена исследованию токсичных свойств нефти. Рассмотрено влияние загрязнения почв нефтью на влаголюбивые высшие растения на примере рогоза широколистного *Typha latifolia*. Проведены эксперименты по изучению воздействия различных концентраций нефти в почве на такие параметры, как всхожесть семян, количество жизнеспособных проростков через 1,5 месяца после посадки и их длина. Проведена статистическая обработка данных. При малых концентрациях нефть оказывает стимулирующее воздействие на всхожесть и дальнейшее развитие проростков, при значительном загрязнении проявляется угнетающее действие. Анализ полученной информации позволил определить концентрацию нефти, при которой проявляются эффекты стимулирования и угнетения развития растений. Результаты исследования позволяют предложить использование рогоза широколистного при реализации различных технологий рекультивации нефтезагрязненных земель.

Ключевые слова: рогоз широколистный, нефть, загрязнение, почва, всхожесть, токсические свойства, угнетение, рекультивация

THE RESEARCH OF OIL CONTAMINATED SOIL EFFECT ON HIGHER PLANTS GERMINATION IN TERMS OF TYPHA LATIFOLIA

Shulaev N.S., Pryanichnikova V.V., Bykovskiy N.A., Kadyrov R.R.

The Branch of Federal State Budget Educational Institution of Higher Vocational Education
«Ufa State Petroleum Technological University», Sterlitamak, e-mail: str@rusoil.net

This article is devoted to the research of toxic properties of oil. The effect of oil contaminated soil on the moisture-loving plants in terms of *Typha latifolia* was investigated. The experiments on the effects of different concentrations of oil in the soil on such parameters as the germination of seeds, number and length of viable seedlings in 1.5 months after germination were conducted. Statistical analysis of the data was done. Low concentrations of oil has a stimulating effect on germination and seedling further development, high level of pollution causes inhibition of plant growth. Analysis of the information obtained allowed to determine the oil concentration in which the effects of plant growth stimulation and inhibition were detected. The research results demonstrate the possibility of the use of *Typha latifolia* in various technologies of oil contaminated soil remediation realization.

Keywords: *Typha latifolia*, oil, contamination, soil, germination, toxic properties, inhibition of growth, remediation

Поведение нефти и нефтепродуктов при попадании в почву – многофакторный процесс, при котором время разложения загрязнителей будет изменяться в зависимости от концентрации загрязнения, состава, температуры, влажности, почвенной структуры, населяющих почву микроорганизмов и произрастающей растительности. При тщательном подборе соответствующих конкретной ситуации параметров можно активизировать процессы разложения без применения сложных физических и химических воздействий на среду. Это особенно важно, потому что при восстановительных работах может происходить дополнительное, вторичное загрязнение почв и, как правило, нарушение существующих и без того ослабленных экосистем. Поэтому для эффективного проведения рекультивации нефтезагрязненных земель необходимы исследования по изучению

влияния нефти и нефтепродуктов на растения с целью их дальнейшего использования в качестве фитомелиорантов.

В естественных условиях, после предварительного сбора разлитой нефти при низкой степени остаточного загрязнения грунтов, самопроизвольное заселение пионерных видов растений, наиболее устойчивых к нефтяному загрязнению, начинается уже к окончанию первого года рекультивации, даже без предварительного рыхления почв. При средней степени загрязнения зарастание участка травами происходит обычно в течение 3–7 лет, при высокой – до 100 лет [4]. В некоторых случаях восстановление не может дойти до стадии естественных сообществ, а наблюдается процесс их деградации. Что приводит к активному распространению синантропной растительности [6].

Воздействие нефтяного загрязнения на растительные сообщества может приводить либо к угнетению, либо к стимулированию развития. Последнее возможно при небольших концентрациях загрязняющих веществ и определенных почвенных условиях в отношении лишь некоторых видов растений.

Наиболее устойчивыми являются растения с разветвленной корневой системой, преимущественно некоторые виды злаков, бобовые, а также некоторые виды корневищных. К ним относится рогоз широколистный. И если первые широко используются в составе травосмесей при посеве на загрязненных почвах, то рогоз произрастает в естественных условиях по берегам водных объектов, в том числе загрязненных нефтепродуктами.

Нефть, как правило, оказывает неблагоприятное воздействие на растения, вызывая нарушения роста и обмена веществ, задержку цветения и плодоношения, снижая способность к фотосинтезу. Это подтверждают результаты экспериментов с использованием различных биологических тест-объектов [7].

Одним из определяющих факторов токсичности является компонентный состав нефти. Известно, что наибольшей токсичностью обладают легкие фракции нефти. Опасные свойства ароматических соединений повышаются от бензола к толуолу, ксилолам и триметилбензолам. Некоторые алифатические и ароматические углеводороды могут поглощаться высшими растениями и вовлекаться в обмен веществ с последующей трансформацией и выработкой энергии [3]. Нефтепродукты могут содержать также различные соли и тяжелые металлы, которые помимо углеводородов отрицательно влияют на растения.

Пропитка нефтью почвенных слоев приводит к активным изменениям химического состава, свойств и структуры почвы, особенно гумусового горизонта. Это обусловлено увеличением в нем углеводородов, что ухудшает свойство почв как питательного субстрата для растений. Кроме того, гидрофобные частицы нефтепродуктов затрудняют поступление влаги к корням растений. Продукты трансформации нефти резко изменяют состав почвенного гумуса, сначала за счет липидных и кислых компонентов, затем – за счет увеличения нерастворимого углеродного остатка. В почвенном профиле идет изменение окислительно-восстановительных условий, увеличение подвижности гумусовых компонентов и ряда микроэлементов [2].

Часто загрязнению почв нефтью и нефтепродуктами сопутствует механическое нарушение ландшафта. Подобное может происходить при создании амбарных выемок шламохранилищ, работе тяжелой техники во время строительных и ремонтных работ, при авариях на трубопроводах и т.д.

Известно, что произрастание некоторых растений на нефтезагрязненных почвах способствует их более быстрому восстановлению [2].

Таким образом, определение видов растений, наиболее соответствующих комплексу условий, сложившихся при загрязнении почв нефтепродуктами (степени загрязнения, климатическим фактором, увлажнению и т.д.), и исследование возможности их использования для рекультивации нефтезагрязненных земель представляет собой особую важность.

В представленной работе приводятся результаты изучения устойчивости рогоза широколистного к различным по концентрациям загрязнениям нефтью.

Рогоз широколистный (*Typha latifolia*) [5] – земноводное многолетнее травянистое растение, характеризующееся мощной корневой системой. Он может выдерживать затопления, холодостоек и не требователен к почвенным условиям, встречается на всей территории России. Растет по берегам болот и водоемов, образуя обширные, но самоизреживающиеся заросли, в кюветах, канавах, карьерах, по обочинам дорог.

Исследование проводилось на основе методики «Рост и развитие растений на почве, загрязненной нефтью» [1].

Для анализа готовилась навеска почвы (выщелоченный чернозем) массой 130 г, которая помещалась в пластмассовый контейнер вместимостью 250 мл, заливалась 50 мл воды и перемешивалась.

При изучении влияния различных концентраций нефти на развитие растений, в каждый контейнер с почвой добавляли сырую нефть в количестве: 1, 5, 10, 20 и 30 мл, нефть отбирали пипеткой. Добавленную в контейнер нефть тщательно перемешивали с почвой. Для контроля использовалась почва, не загрязненная нефтью. Для опытов готовилось по 4 пробы для каждой дозы нефти.

Семена рогоза широколистного высевали по 30 штук в каждый контейнер ровно через сутки после подготовки почвы. После этого производили полив водой так, чтобы над поверхностью почвы всегда был слой воды примерно 0,5 см.

Опыты проводились при температуре 18 °С с апреля до середины июня, т.к. несмотря на поддерживаемые уровни температуры и освещения семена рогоза не прорастают в зимний период в лабораторных условиях.

Для проведения исследований использовалась нефть Ишимбайской группы месторождений ОАО «Башнефть», физико-химические свойства которой приведены в таблице.

Физико-химические свойства нефти

Наименование показателя	Значение
Фракционный состав (по температуре начала кипения), %:	
– до 120 °С	8,0
– до 200 °С	4,5
– до 300 °С	13,5
Вязкость кинематическая, сСт:	
– при 0 °С	73,83
– при 20 °С	21,13
– при 40 °С	10,72
Содержание в сырой нефти, % мас.:	
– Сера	2,95
– Парафины	3,1
– Смолы	14,6
– Механические примеси	0,0076
Плотность, г/см ³	0,880

Нами были исследованы такие параметры, как всхожесть семян, количество жизнеспособных проростков и их длина через 1,5 месяца после посадки. Полученные данные подвергались статистической обработке (определялись зависимости, аппроксимирующие их, а так же рассчитывались коэффициенты корреляции между изучавшимися параметрами и содержанием нефти в почве).

На рис. 1 приведена зависимость всхожести семян от содержания нефти в почве.

Наблюдается экспоненциальная зависимость всхожести семян рогоза от содержания нефти в пробе почвы, которая описывается уравнением

$$y = 85,585e^{-0,011x}. \quad (1)$$

Согласно произведенным расчетам величина достоверности аппроксимации составляет 0,9987. Значение всхожести семян в контрольной пробе составило 36,65%. При концентрации нефти в почве менее 77 г/кг проявляется стимулирующий эффект. Наибольшее значение всхожести 82,45% наблюдается при содержании нефти в почве 6,8 г/кг. Далее величина всхожести убывает и при значениях содержания нефти в почве более 77 г/кг проявляется угнетающее действие.

Зависимость процентного содержания оставшихся жизнеспособных ростков от количества нефти в грунте приведена на рис. 2.

Через 1,5 месяца после прорастания семян происходит частичная гибель ростков, что может быть вызвано не только присутствием в почве нефтепродуктов, но и нехваткой других ресурсов почвы, таких как питательные вещества, нехватка света (в течение месяца наблюдалась дождливая облачная погода).

Содержание жизнеспособных ростков в контрольной пробе составило 14,13%. В пробах с концентрацией нефти до 67,7 г/кг жизнеспособность превышает контрольное значение, то есть стимулирующий эффект сохраняется. Максимальное содержание жизнеспособных ростков 59,65% наблюдается в пробах с концентрацией нефти 6,8 г/кг. Далее величина жизнеспособности снижается, и при содержании нефти 67,7 г/кг и более проявляется угнетающее действие.

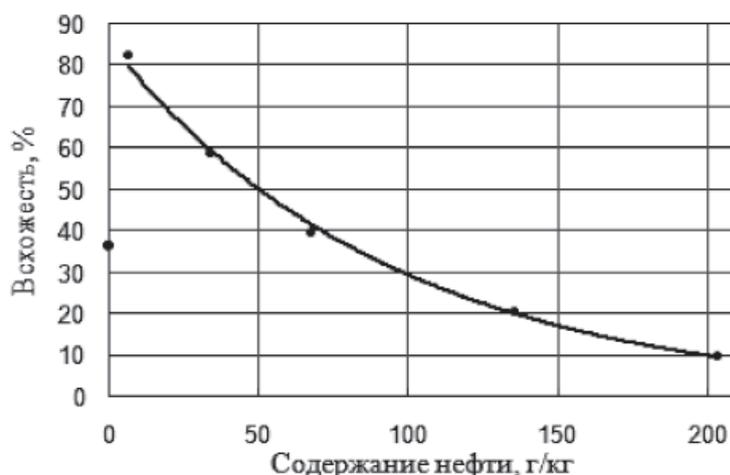


Рис. 1. Зависимость всхожести семян от содержания нефти

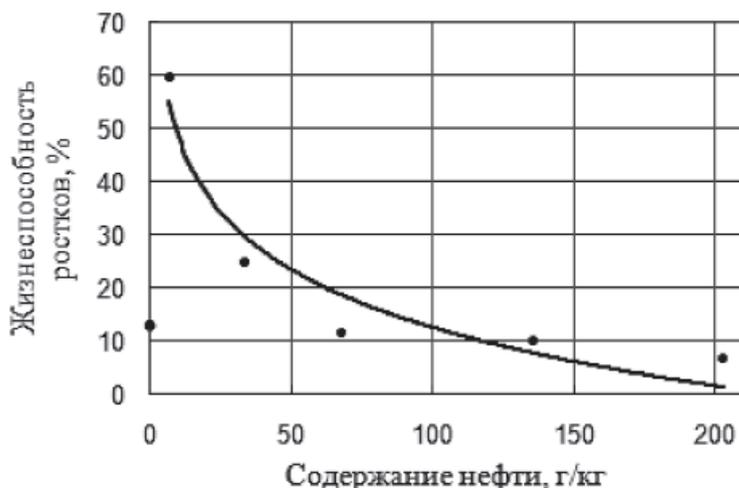


Рис. 2. Зависимость количества жизнеспособных ростков от содержания нефти

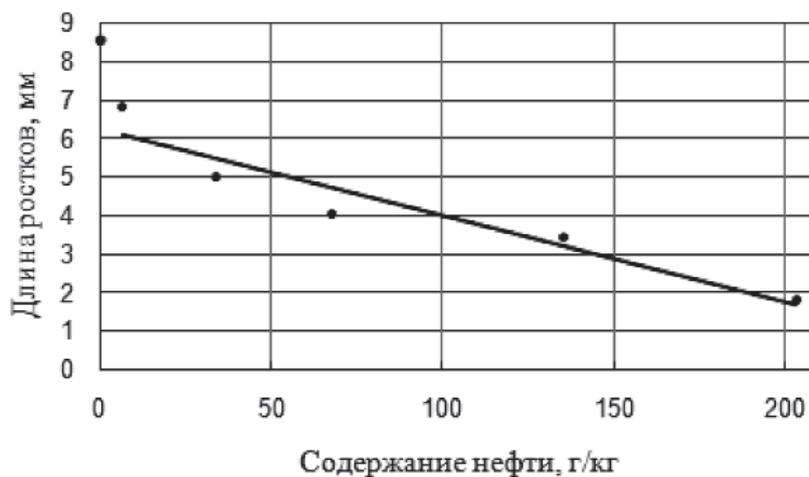


Рис. 3. Зависимость средней длины ростков от содержания нефти

В данном случае прослеживается логарифмическая зависимость, описываемая уравнением

$$y = -15,71 \cdot \ln x + 85,33. \quad (2)$$

Величина достоверности аппроксимации составляет 0,9330.

Для каждой концентрации нефти определено среднее значение длины ростков. Зависимость средней длины ростков от содержания нефти в почве представлена на рис. 3.

Данная линейная зависимость описывается уравнением

$$y = -0,1515x + 6,2245. \quad (3)$$

Величина достоверности аппроксимации составляет 0,9077. Средняя длина ростков в контрольной пробе равна 8,6 мм. При

этом ростки во всех пробах с загрязненной почвой отстают от контрольных. Наиболее близка к контролю проба с концентрацией нефти 6,8 г/кг, в которой длина ростков составляет 6,8 мм.

Проведенные исследования показали, что существует достоверная зависимость всхожести семян, количества жизнеспособных ростков и длины ростков рогоза широколистного от содержания нефтепродуктов в почве. Нефть в количестве до 67,7 г/кг оказывает стимулирующий эффект на рогоз широколистный, а при большем содержании нефти проявляется его ослабление.

Полученные данные указывают на то, что рогоз широколистный может с успехом использоваться при проведении фиторекультивации нефтезагрязненных земель с повышенным увлажнением. Это является особенно актуальным для пониженных

ландшафтов и глинистых почв. Однако при использовании рогаза широколистного на сильно загрязненных участках необходимо проводить их предварительную очистку до оптимального для растения содержания (около 67,7 г/кг) [8, 9].

Список литературы

1. Дедков В.П., Гребенников А.С., Туркин Н.И. Рост и развитие растений на почве, загрязненной нефтью [Электронный ресурс]. – URL: http://www.f-mx.ru/biologiya/rost_i_gazvitie_rastenij_na_pochve.html (дата обращения 13.06.2015).
2. Другов Ю.С., Родин А.И. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов. – М.: Нефтехим, 2007. – 330 с.
3. Зильберман М.В. Биотестирование почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами / М.В. Зильберман, Е.А. Порошина, Е.В. Зырянова // ФГУ УралНИИ «Экология», – Пермь: 2005. – 111 с.
4. Миркин Б.М. Экология Башкортостана / Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова, У.Г. Ибатуллин: учеб. для средних профессиональных учебных заведений. – 2-е изд., дополн. – Уфа: Табигат, 2005. – 239 с.
5. Нидон К. и др. Растения и животные. Руководство для натуралиста / К. Нидон, И. Петерман, П. Шеффель – М.: Мир, 1991. – 263 с., ил.
6. Пряничникова В.В. Исследование состояния растительных сообществ вокруг нефтешламовых амбаров // Науки о Земле на современном этапе: материалы V Междунар. науч.-практ. конф. – М.: Изд-во «Спутник+», 2012. – С. 101–104.
7. Пряничникова В.В., Бикбулатов И.Х., Бахонина Е.И. Рекультивация нефтешламовых амбаров с использованием геомембранной пленки и нефтезагрязненных почв // Башкирский химический журнал. – 2013. – № 1. – С. 22–28.
8. Пряничникова В.В., Бикбулатов И.Х., Кадыров Р.Р. Применение методики фитотестирования с использованием AVENA SATIVA для анализа токсичности грунтов вокруг земляных нефтешламовых амбаров // Сб. науч. тр. SWorld. – Одесса: 2014. – Т. 7. – № 4. – С. 49–53.
9. Пряничникова В.В., Шулаев Н.С., Быковский Н.А. Электрохимическая очистка грунта, загрязненного при разливах нефти // Научные исследования и образовательные практики в XXI веке: состояние и перспективы развития: сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. – Смоленск: ООО «НОВАЛЕНСО», 2015. – С. 139–141.