

## **ОЦЕНКА ФИТОТОКСИЧНОСТИ ЧЕРНОЗЕМА ЮЖНОГО ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ РАЗНЫХ ДОЗ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

**Дается оценка фитотоксичности чернозема южного по различным параметрам: энергия прорастания и всхожесть семян, длина проростков, биомасса. Рассматривается зависимость роста семян и развития растений от физических свойств почв, загрязненных различными концентрациями нефти.**

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

### **Введение**

Загрязнение окружающей среды нефтью и нефтепродуктами в последнее время составляет одну из наиболее важных проблем экологии. Важным аспектом этой проблемы является влияние углеводородного загрязнения на почвы и растительность. В оценке экологического состояния почв основные показатели неблагополучия – критерии физической деградации, химического и биологического загрязнения. За комплексный показатель загрязнения почвы принимают фитотоксичность, то есть ее свойство подавлять прорастание семян, рост и развитие высших растений. В связи с изложенным большой научный и практический интерес представляет оценка фитотоксичности почв, загрязненных различными дозами нефти, что и определяет актуальность заявленной темы [1, 2, 4]. Таким образом цель работы заключается в оценке влияния различных доз нефти на фитотоксичность и основные свойства чернозема южного Предуралья.

### **Объекты и методы**

Уровень фитотоксичности нефтезагрязненной почвы оценивается по ингибированию определяемых показателей по сравнению с таковыми у растений, выращиваемых на контрольной (незагрязненной) почве. В лабораторных условиях исследовалась фитотоксичность почв (на примере чернозема южного Оренбургской области) по отношению к четырем индикаторным тест-культурам: фасоль, редис, кресс-салат, шпинат в течение трех лет (2008-2010 гг.). Почва была загрязнена различными дозами нефти – 3, 6, 12, 18% от ее массы; в качестве контроля использовались незагрязненные образцы.

### **Результаты исследований**

Исследования всхожести семян тест-культур на черноземе, загрязненном различными дозами

нефти, показали, что наиболее негативное влияние нефть оказала на семена шпината. Всхожесть семян (у) тест-культур в течение трех лет уменьшается с возрастанием концентрации нефтяного загрязнения (х) и описываются уравнениями следующего вида:  $y = 87,7 - 4,5 \cdot x$  (шпинат);  $y = 98,2 - 1,3 \cdot x$  (кресс-салат);  $y = 102,6 - 1,9 \cdot x$  (редис);  $y = 99,2 - 3,9 \cdot x$  (фасоль). Наиболее высокий процент всхожести во всех вариантах опыта оказался у кресс-салата в контрольном образце.

При изучении влияния нефтяного загрязнения на энергию прорастания семян тест-культур выявилась общая закономерность. У всех растений процент нормально проросших семян максимален в контрольном образце. В 2008 год, в первый год исследования, доза нефти 6, 12 и 18% вызывает снижение энергии прорастания семян всех тест-культур более чем на 20%, что свидетельствует о проявлении фитотоксического эффекта. В 2009 году такая ситуация наблюдается при 12%-ом загрязнении и более, а в 2010 году – при 18%-ой дозе нефти. Семена шпината во всех вариантах опыта демонстрируют самые низкие значения энергии прорастания.

Нефтяное загрязнение, как правило, оказывает угнетающее действие, как на всхожесть семян, так и на длину проростков и фитомассы тест-культур.

Исследования по выявлению фитотоксического эффекта с помощью различных физиологических показателей растений позволили построить следующий ряд устойчивости:

1. по снижению всхожести и энергии прорастания: кресс-салат > редис > фасоль > шпинат;
2. по снижению фитомассы тест-культур: фасоль > редис > кресс-салат > шпинат;
3. по уменьшению длины проростков тест-культур: редис > фасоль > кресс-салат > шпинат;

Наиболее чувствительной культурой к нефтяному загрязнению является шпинат, что мо-

жет свидетельствовать о высокой индикационной способности этого растения к углеводородному загрязнению почв. Однако, результаты исследования показали, что шпинат и на контроле, т.е. изначально демонстрировал самую низкую всхожесть и энергию прорастания семян. На этом фоне целесообразным решением стало применение двухфакторного дисперсионного анализа с целью выявления степени влияния нефтяного загрязнения на токсичность исследуемых образцов. Кроме того, учитывались биологические особенности произрастания самих культур (фон), а также вклад посторонних (остаточных) факторов (табл.1).

Дисперсионный анализ показал, что в определении итогового уровня фитотоксичности значимый вклад вносит как нефть, так и биологические особенности произрастания тест-культур. Однако значения особенностей произрастания наиболее велики при использовании шпината. Наибольший вклад такого фактора как нефть наблюдается у кресс-салата.

Исследуя вопрос влияния нефти на фитотоксичность почв была выявлена прямая зависимость энергии прорастания семян и формирования фитомассы от физических свойств почв [3], поскольку нефтяное загрязнение уже на первых сроках инкубации заметно изменяет физические свойства чернозема, которые во многом определяют условия роста и развития растений.

Оценка структурно-агрегатного состояния контрольного участка по результатам сухого просеивания показала снижение коэффициента структурности вниз по почвенному профилю, что определило ее устойчивое сложение и хорошую структурность верхней части профиля с последующим снижением ее до удовлетворительной. В 2008 г. дозы нефти 3, 6 и 12% способствуют увеличению коэффициента структурности (Кстр) по сравнению с контролем за счет явления «псевдо-

агрегирования», за счет повышенной, по сравнению с почвенным раствором, вязкости углеводородов. Концентрация нефти 18% способствует снижению структурности до неудовлетворительной, т.к.здесь возрастает доля глыбистых агрегатов. В 2010 году увеличение Кстр по сравнению с контрольными наблюдается в слое 10-30 см при 6%-ом загрязнении и в слое 0-30 см при 12%-ой дозе нефти. Участок с 3%-ым загрязнением практически полностью восстанавливает свои структурные свойства до уровня незагрязненных почв. На участке с 18%-ым загрязнением сохраняется тенденция снижения коэффициента структурности до удовлетворительных значений.

Влияние нефтяного загрязнения проявляется в гидрофобизации почвенных частиц, что определяет их чрезвычайно высокую водопрочность. В первый год исследований содержание водопрочных агрегатов размером > 0,25 мм в пахотном слое контрольной черноземной почвы составляет от 45,2 до 50,3%, что определяет ее устойчивое сложение и хорошую водопрочность структуры. В составе водопрочных агрегатов нефтезагрязненной почвы преобладают мелко-комковатые структурные единицы размером 0,5-2,0 мм. На заключительном этапе эксперимента содержание водопрочных агрегатов увеличивается по сравнению с контрольным участком лишь при 12 и 18%-ом загрязнении во всех исследуемых слоях почвенного профиля. Концентрация нефти в почве, равная 6%, способствует увеличению водопрочности структуры в слое 10-30 см., что, видимо, связано с большим остаточным содержанием нефти при данных концентрациях загрязнения. На участках с 3%-ым загрязнением значения водопрочности структуры не отличаются от контроля.

Водопрочность почвенных агрегатов положительно коррелирует ( $r = 0,74$ ,  $p = 0,002$  в 2008 г и  $r = 0,56$ ,  $p = 0,012$  в 2010 г.) с плотностью почв, являющейся одним из основных ее агрофизических показателей, от которой, в свою очередь, во многом зависит развитие корневой системы растений. Плотность почвы контрольного участка в пределах пахотного горизонта составляет от 1,11 в слое 0-10 см до 1,14 г/см<sup>3</sup> в слое 20-30 см. Под влиянием нефтяного загрязнения в первый год эксперимента плотность черноземов возрастает, достигая границы переуплотнения в слое 10-30 см при 6, 12 и 18%-ом загрязнении. Столь высокое уплотнение (от 1,65 до 1,85 г/см<sup>3</sup>) почвы ведет к созданию в корнеобитаемом слое условий, близких к анаэробным, изменению структуры почвенных горизонтов, что в значительной мере затрудняет рост корней травянистых растений, в первую очередь с мочковатой коневой системой, и нару-

Таблица 1. Процентный вклад влияния различных факторов на результаты биотестирования

Тест-культуры	Факторы влияния								
	2008 г.			2009 г.			2010 г.		
	Фон	Нефть	Ост. факт.	Фон	Нефть	Ост. факт.	Фон	Нефть	Ост. факт.
Шпинат	22,3	51,3	20,6	26,1	54,8	24,1	41,1	23,7	39,3
Кресс-салат	20,7	55,5	32,5	13,1	74,6	26,3	17,6	52,4	36,2
Редис	6,7	41,6	34,3	5,6	56,9	49,7	2,2	49,4	54,2
Фасоль	4,3	32,5	35,1	7,3	65,7	33,2	6,1	52,6	47,2

Таблица 2. Корреляционная зависимость показателей роста семян от физических свойств нефтезагрязненных почв

Показатели роста семян \ Физические свойства почв	Плотность почв	Водопрочность почвенных агрегатов	Остаточное содержание нефти в почве
2008 год			
Энергия прорастания семян	r = -0,77, p = 0,001	r = -0,71, p = 0,003	r = -0,72, p = 0,005
Всхожесть семян	r = -0,82, p = 0,013	r = -0,72, p = 0,007	r = -0,75, p = 0,003
Общие запасы фитомассы	r = -0,84, p = 0,004	r = -0,81, p = 0,011	r = -0,81, p = 0,007
2010 год			
Энергия прорастания семян	r = -0,71, p = 0,004	–	–
Всхожесть семян	–	r = -0,71, p = 0,006	–
Общие запасы фитомассы	r = -0,74, p = 0,004	r = -0,83, p = 0,004	r = -0,70, p = 0,008

шает процесс естественного возобновления растительности. В 2010 году переуплотнение почв выявлено лишь при 18%-ом их загрязнении.

С плотностью почв напрямую связана ее водопроницаемость. Исследуемый контрольный участок характеризуется хорошей водопроницаемостью чернозема по шкале Качинского Н.А., снижающейся вниз по почвенному профилю до удовлетворительной в слое почвы 20-30 см. На третий год исследований в слое почвы 0-10 см достовер-

ное снижение водопроницаемости, при сравнении с контролем, продолжало оставаться лишь при максимальном, 18%-ом загрязнении (табл. 2).

Таким образом вышеописанные параметры тест-культур (фитомасса, всхожесть, энергия прорастания, плотность и водопроницаемость почв) находятся в тесной корреляционной зависимости и в совокупности определяют степень фитотоксичности почв при их углеводородном загрязнении.

15.09.2011

#### Список литературы:

1. Киреева, Н.А. Мониторинг роста и развития растений, используемых для фиторемедиации нефтезагрязненных почв / Н.А. Киреева, В.В. Водопьянов // ЭКиП: Экология и промышленность России. – 2007. – № 9. – С. 46 – 47.
2. Мазунина, Л.Е. Особенности анатомии и морфологии растений в условиях нефтяного загрязнения / Л.Е. Мазунина // Материалы докладов XV Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов». – М.: Издательство МГУ; СП МЫСЛЬ, 2008.
3. Шорина, Т.С. Влияние нефти на физические свойства чернозема обыкновенного степной зоны Урала / Т.С. Шорина, А.М. Русанов, А.М. Сулейманова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2010. – №6 (112). – С. 137-139.
4. Шорина, Т.С. Оценка влияния нефтяного загрязнения на свойства чернозема обыкновенного (на примере Оренбургской области): материалы IV Всероссийской научной конференции с международным участием «Отражение био-, гео-, антропо-сферных взаимодействий в почвах и почвенном покрове». Том 2 / Т.С. Шорина, А.М. Русанов. – Томск: ТМЛ-Пресс, 2010. – С. 238-241.

Сведения об авторе:

**Шорина Т.С.**, ассистент кафедры общей биологии Оренбургского государственного университета, кандидат биологических наук

**Мисетов И.А.**, доцент кафедры микробиологии Оренбургского государственного университета, кандидат медицинских наук  
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13

**Новоженин И.А.**, доцент кафедры управления технологическими процессами в АПК Института дополнительного профессионального образования ФГОУ ВПО ОГАУ, г. Оренбург, кандидат биологических наук

**Ермакова О.Ю.**, начальник отдела ЦТМ и ООС ООО «ВолгоУралНИПИГаз»  
460000, г. Оренбург, ул. Пушкинская, 20. тел. (3532) 770993, 731318