

Волкова Е.О., Тупицына Л.С., Тупицын С.С., Сальникова Л.И.
Всхожесть и морфометрические параметры растительного модельного
объекта *Lepidium sativum* L. в условиях лабораторного загрязнения почвы бензином АИ-95

**Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»**

УДК 58.04

**Всхожесть и морфометрические параметры растительного модельного
объекта *Lepidium sativum* L. в условиях лабораторного загрязнения
почвы бензином АИ-95**

Волкова Е.О., Тупицына Л.С., Тупицын С.С., Сальникова Л.И.

Тюменский государственный университет

Аннотация

При воздействии бензина понижается уровень таких показателей модельного растительного объекта, как энергия прорастания и всхожесть семян. Проведенный морфометрический анализ показал, что также уменьшены средние значения размеров вегетативных органов (длины и ширины семядолей и длины корня). Изменчивость размеров увеличивается с увеличением концентрации анализируемого загрязнителя. Результаты работы позволяют охарактеризовать исследуемый нефтепродукт как экотоксичный.

Ключевые слова: БЕНЗИН, КРЕСС-САЛАТ, ВСХОЖЕСТЬ, СРЕДНИЕ РАЗМЕРЫ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ

Введение

На сегодняшний день общепризнанными широкомасштабными загрязнителями окружающей среды являются нефть и нефтепродукты. Последствиям воздействия нефти на живые организмы посвящено немало исследований. Но такому продукту нефтепереработки, как бензин, уделено не столь пристальное внимание, хотя данный поллютант может определить существенную нагрузку на экосистемы в случае, например, аварийных ситуаций при хранении и использовании.

Цель работы заключалась в выявлении последствий для фитоценозов загрязнения почвы бензином.

Волкова Е.О., Тупицына Л.С., Тупицын С.С., Сальникова Л.И.
Всхожесть и морфометрические параметры растительного модельного
объекта *Lepidium sativum* L. в условиях лабораторного загрязнения почвы бензином АИ-95

**Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»**

Объекты и методы исследования

Исследование было выполнено с использованием такого растительного объекта из класса двудольных, как кресс-салат (*Lepidium sativum* L.) сорта «Дукат», который относится к семейству капустные (*Brassicaceae*). Кресс-салат используют в качестве модельного объекта в силу ряда несомненных достоинств при выполнении научных исследований. К преимуществам данного растительного объекта можно отнести следующие.

1. Множество тест-функций (морфометрические параметры, флуктуирующая асимметрия, фотосинтетическая активность. Объект является удобным для выполнения цитогенетического анализа и оценки уровня аномальных проростков разных типов.

2. Возможность культивирования в лабораторных условиях в течение любого сезона года и выполнения экспериментальной полевой работы.

3. Скороспелость растения, что определяет постановку нескольких повторностей опыта в течение короткого времени.

4. Дешевизна.

5. Высокая всхожесть, детерминируемая качеством сортовых семян.

Неслучайно кресс-салат используют многие исследователи для биотестирования почв, воды и других компонентов окружающей среды [1-4].

Производителем семян кресс-салата сорта «Дукат» является ООО «ГРУППА КОМПАНИЙ «ГАВРИШ» ГОСТ 32592-2013. «Дукат» является среднеранним сортом, от полных всходов до технической спелости (начало стеблевания) проходит 18-30 дней, характеризуется высоким уровнем всхожести — 99%. Включен в Государственный реестр с 2003 г. Оригинатор и патентообладатель: ООО «НАУЧНО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ОВОЩЕВОДСТВА ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА», ООО «АГРОСЕМГАВРИШ», ООО «ГАВРИШСЕМ» [2].

В нашем эксперименте исследуемый тест-объект выращивали в 4 вариантах: в почве, пролитой водопроводной водой (контроль) и с добавлением бензина АИ-95 в концентрациях 3%, 5%, 10% (опытные варианты) в чашках Петри. Эти чашки (по четыре в каждом варианте, 30 семян в каждой чашке) в течение исследования в контрольном варианте сбрызгивали 5-тидневной отстоянной водопроводной водой, а также: в опыте 1 – 3% раствором бензина, в опыте 2 – 5% раствором бензина, в опыте 3 – 10% раствором бензина. Каждую чашку Петри накрывали мерными стаканами объёмом 1000 мл.

Волкова Е.О., Тупицына Л.С., Тупицын С.С., Сальникова Л.И.
Всхожесть и морфометрические параметры растительного модельного
объекта *Lepidium sativum* L. в условиях лабораторного загрязнения почвы бензином АИ-95
.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

=====

В качестве субстрата был использован «Народный грунт универсальный», производство торфозавода «Агроторф», распространителем которого является ООО «Северо-Западная Торфяная Компания», регистрационный номер К0.01-1612-17.

Уровень энергии прорастания и всхожести фиксировали согласно общепринятой методике на 3 и 5 сутки эксперимента.

В работе выполнен также морфометрический анализ 417 сформировавшихся растений: на 14 день измеряли длину корня, а также длину и ширину семядоли, с помощью линейки с точностью до 1 мм.

Для обработки данных использовали программы STATISTICA, Microsoft Excel, а также стандартные биометрические методики. Оценивали такие показатели, как: среднее значение, ошибка среднего значения ($X_{\text{ср}} \pm m$), минимальный и максимальный размеры органов (min, max), а также стандартное отклонение (σ) и коэффициент вариации (CV).

Результаты и обсуждение

Уровень как энергии прорастания семян, так и всхожести существенно понижается при воздействии исследуемого нефтепродукта, при этом очевидна зависимость от концентрации этого поллютанта в почве (табл. 1). При 10% концентрации уровень энергии прорастания понижен почти в 3 раза, уровень всхожести - в 1,4 раза.

Оценка влияния бензина на морфометрические показатели кресс-салата выполнена при анализе результатов измерения его вегетативных органов: корня и листовых пластинок. (табл. 2).

Выявлено, что размеры вегетативных органов у растений, произраставших в условиях загрязнения бензином, достоверно меньше таковых в контроле. В данном случае прослеживается указанная выше закономерность: при увеличении концентрации бензина в почве средние размеры уменьшаются. При воздействии бензина в концентрации 10% средняя длина корня становится равной 1,71 см, что в 2,5 раза меньше соответствующего значения в контроле.

Эта закономерность прослеживается и в отношении ширины и длины левой и правой семядолей. Их средние значения в опыте с самой высокой концентрацией бензина также меньше контрольных примерно в 2 раза. Очевидно уменьшение как минимальных, так и максимальных размеров вегетативных органов кресс-салата.

Волкова Е.О., Тупицына Л.С., Тупицын С.С., Сальникова Л.И.
 Всхожесть и морфометрические параметры растительного модельного
 объекта *Lepidium sativum* L. в условиях лабораторного загрязнения почвы бензином АИ-95

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

Таблица 1. Энергия прорастания и всхожесть семян кресс-салата при действии бензина

Вариант опыта	Число посеянных семян	Всходы		Различия между средними в вариантах
		число	частота, %	
Энергия прорастания				
Контроль	120	112	94,0 ± 2,2	
Опыт 1 (3%)	120	94	78,0 ± 3,7	
Опыт 2 (5%)	120	62	51,0 ± 4,6	
Опыт 3 (10%)	120	40	33,0 ± 4,3	
Всхожесть				
Контроль	120	119	99,2 ± 0,8	
Опыт 1 (3%)	120	114	95,0 ± 1,9	
Опыт 2 (5%)	120	102	85,0 ± 3,3	
Опыт 3 (10%)	120	82	68,5 ± 4,2	

Примечание: - статистически достоверные различия при $p < 0,05$; - статистически достоверные различия при $p < 0,001$

Таблица 2. Основные статистические параметры распределений растений кресс-салата по морфометрическим показателям

Вариант опыта	N	Хср ± m	min	max	σ	CV, %
Длина корня, см						
Контроль	119	4,31±0,08	3,29	6,20	0,42	9,74
Опыт 1 (3%)	114	3,02±0,07*** ²³	0,90	4,85	0,61	20,20
Опыт 2 (5%)	102	2,46±0,06*** ¹³	0,90	3,95	0,58	23,74
Опыт 3 (10%)	82	1,71±0,06*** ¹²	0,80	2,5	0,46	26,90
Длина левой семядоли, см						
Контроль	119	1,26±0,02	0,80	1,80	0,10	7,93
Опыт 1 (3%)	114	0,89±0,02* ³	0,50	1,50	0,14	15,73
Опыт 2 (5%)	102	0,85±0,01* ³	0,40	1,20	0,16	18,82
Опыт 3 (10%)	82	0,66±0,02* ¹²	0,30	0,90	0,18	26,78
Длина правой семядоли, см						
Контроль	119	1,25±0,02	0,50	1,80	0,12	9,6
Опыт 1 (3%)	114	0,90±0,03* ²³	0,50	1,50	0,14	15,55
Опыт 2 (5%)	102	0,67±0,02* ¹³	0,40	1,50	0,12	17,91
Опыт 3 (10%)	82	0,54±0,01* ¹²	0,20	0,80	0,14	25,92

Волкова Е.О., Тупицына Л.С., Тупицын С.С., Сальникова Л.И.
 Всхожесть и морфометрические параметры растительного модельного
 объекта *Lepidium sativum* L. в условиях лабораторного загрязнения почвы бензином АИ-95

 Электронный научно-производственный журнал
 «АгроЭкоИнфо»

Вариант опыта	N	Хср ± m	min	max	σ	CV, %
Ширина левой семядоли, см						
Контроль	119	0,40±0,01	0,30	0,50	0,03	7,50
Опыт 1 (3%)	114	0,33±0,01* ³	0,20	0,50	0,05	15,15
Опыт 2 (5%)	102	0,32±0,01* ³	0,20	0,50	0,06	18,75
Опыт 3 (10%)	82	0,26±0,01* ¹²	0,10	0,40	0,07	26,92
Ширина правой семядоли, см						
Контроль	119	0,40±0,01	0,30	0,50	0,03	7,50
Опыт 1 (3%)	114	0,33±0,01* ²³	0,10	0,50	0,05	15,15
Опыт 2 (5%)	102	0,27±0,01* ¹³	0,10	0,50	0,05	18,52
Опыт 3 (10%)	82	0,24±0,01* ¹²	0,10	0,30	0,06	25,00

Примечание: * – (p < 0,05); *** – (p < 0,001) – достоверные различия с контрольным вариантом; ¹ – с 1 опытным вариантом (3%); ² – с 2 опытным вариантом (5%); ³ – с 3 опытным вариантом (10%).

Токсичность может быть связана с нарушениями генетического аппарата клеток [10] и изменением вследствие этого скорости метаболических процессов, детерминирующих снижение всхожести и роста вегетативных органов

Замедление ростовых процессов может быть детерминировано затрудненным доступом воды и кислорода, определяемым способностью углеводов сорбироваться на поверхности семян. Принято считать, что негативные последствия воздействия нефти обусловлены её токсическими фракциями [11].

Воздействие нефти на растения делят на прямое (может быть токсическим или стимулирующим) и опосредованное (при изменении физико-химических свойств почвы, а также трансформации почвенного микробоценоза). Кроме того, воздействие нефти может зависеть от различных других экологических факторов [12].

Сравнение воздействия последствий нефти и нефтепродуктов позволило распределить их по уровню фитотоксичности в следующий ряд: нефть с пластовой водой > нефть > мазут > керосин > бензин. Бензин в этом ряду оказался последним, но тем не менее он определяет уменьшение всхожести редиса в высоких концентрациях в почве до 60% по сравнению с контрольным вариантом [13].

Волкова Е.О., Тупицына Л.С., Тупицын С.С., Сальникова Л.И.
Всхожесть и морфометрические параметры растительного модельного
объекта *Lepidium sativum* L. в условиях лабораторного загрязнения почвы бензином АИ-95
.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

Заключение

Воздействие бензина АИ-95 является дозозависимым и определяет:

1. Понижение уровня энергии прорастания и всхожести семян.
2. Уменьшение морфометрических параметров вегетативных органов при увеличении их изменчивости.

Список использованных источников

1. Зейферт Д.В., Гамерова Л.М. Сравнительная оценка токсичности нефти различных месторождений // Башкирский химический журнал. – 2013, т.20, №1. – С. 79-83.
2. Тюлюш Т.С., Коротченко И.С. Экологическое состояние почв различных районов Красноярска // Вестник КрасГАУ. – 2018, №6. – С. 283-288.
3. Seifert D., Abdrashitov Y., Bakhonina E., Ovsyannikova I. Ecological Monitoring Perspectives from Biotesting of Surface Waters: A Study of Pavlovsk Reservoir (Bashkortostan, Russia) // Journal of Environmental Science and Engineering. – 2013, №2. – P. 621-628.
4. Ogorek R. Enzymatic activity of potential fungal plant pathogens and the effect of their culture filtrates on seed germination and seedling growth of garden cress (*Lepidium sativum* L.) // Eur J Plant Pathol // – 2016, №145. – P. 469–481. DOI 10.1007/s10658-016-0860-7.
5. Кокорина Н.В., Татаринцев Б.П. Методические вопросы выбора тест-объектов биоиндикации с использованием алгоритма сравнения коэффициентов вариации // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2010, №3. – С. 65-72.
6. Сангаджиева Л.Х., Даваева Ц.Д., Булуктаев А.А. Влияние нефтяного загрязнения на фитотоксичность светло-каштановых почв Калмыкии // Вестник Калмыцкого университета. – 2013, №1(17). – С. 44-47.
7. Рубин В.М., Ильюкова И.И. Оценка фитотоксичности нефтепродуктов в лабораторных условиях // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2014, №1. – С. 73-76.
8. Петров А.М., Зайнулгабидинов Э.Р., Князев И.В., Шурмина Н.В., Хабибуллин Р.Э. Динамика токсикологических характеристик серой лесной почвы в условиях длительного воздействия нефти // Вестник технологического университета. – 2017, т.20, №4. – С. 115-119.
9. Талайбекова Г.Т., Кожобаев К.А., Токпаева Ж.К., Эсенжанова Г.К., Тотубаева Н.Э. Фитотестирование нефтезагрязненных почв с помощью фитотолерантных растений // Проблемы региональной экологии. – 2019, №2. – С. 20-24.
10. Тупицына Л.С. Параметры для эколого-генетического скрининга и мониторинга организмов в условиях нефтяного загрязнения // Сибирский экологический журнал. – 2008, №6. – С. 889-899.

Волкова Е.О., Тупицына Л.С., Тупицын С.С., Сальникова Л.И.
Всхожесть и морфометрические параметры растительного модельного
объекта *Lepidium sativum* L. в условиях лабораторного загрязнения почвы бензином АИ-95

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

11. Григорьян Б.Р., Кольцова Т.Г., Сунгатуллина Л.М., Андреева А.А., Кулагина В.И. Фитотоксичность дерново-подзолистых почв при нефтяном загрязнении // Вестник технологического университета. – 2016, т.19, №15. – С. 158-164.

12. Назаров А.В. Влияние нефтяного загрязнения почвы на растения // Вестник Пермского университета. – 2007, №5(10). – С. 134-141.

13. Булуктаев А.А. Фитотоксичность нефтезагрязненных почв аридных территорий (в условиях модельного эксперимента) // Russian Journal of Ecosystem Ecology. – 2019, v.4(3). – С. 1-10. DOI 10.21685/ 2500-0578-2019-3-5.

=====

Цитирование:

Волкова Е.О., Тупицына Л.С., Тупицын С.С., Сальникова Л.И. Всхожесть и морфометрические параметры растительного модельного объекта *Lepidium sativum* L. в условиях лабораторного загрязнения почвы бензином АИ-95 // АгроЭкоИнфо. – 2020, №4. – http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/4/st_411.pdf.