

**ГОРОХ И СОЯ – РАСТЕНИЯ-ФИТОРЕМЕДИАНТЫ В УСЛОВИЯХ  
МОДЕЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ НЕФТЕПРОДУКТАМИ**

**Коротченко И.С.**

**Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия**

*В статье показана применимость гороха и сои для фиторемедиации почв, загрязненных нефтепродуктами, через исследование морфометрических параметров и содержание фотосинтетических пигментов.*

**Ключевые слова:** нефть, фиторемедиация, соя, горох, загрязнение, почва.

**PEA AND SOY BEAN – PLANTS-PHYTO-REMEDIAN UNDER CONDITIONS  
OF SOIL MODEL POLLUTION BY OIL PRODUCTS**

**Korotchenko I.S.**

**Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia**

*The article shows the applicability of peas and soybeans for phyto-remediation of soils contaminated with petroleum products through the study of morphometric parameters and the content of photosynthetic pigments.*

**Key words:** oil, phyto-remediation, soy bean, pea, pollution, soil.

Загрязнение почв в результате разведки, добычи, прорыва трубопроводов нефтепродуктами и нефтью является одним из факторов уменьшения плодородия почв и ценности земель. Это связано с падением при загрязнении биологической продуктивности угодий, ухудшением качества сельскохозяйственной продукции. Загрязнение нефтепродуктами существенно влияет на здоровье человека, на состояние экосистем и в конечном итоге причиняет экономические убытки.

Исследование накопления загрязнителей в культурных растениях составляет важное звено экологических исследований. В отличие от других объектов окружающей среды (воздух, вода), где протекают процессы самоочищения, почва обладает этим свойством в незначительной мере. Для нефти и нефтепродуктов почва является депонирующей средой.

Для успешного проведения очистки загрязненных нефтепродуктами почв методом фиторемедиации необходим правильный подбор растений среди культурных и диких видов, характерных для данных почвенно – климатических условий и уровня загрязнения. Растения – фиторемедианты должны обладать высокой биологической продуктивностью.

В настоящее время учеными идентифицировано несколько сотен видов гипераккумуляторов различных загрязнителей. Так, ранее нами была показана эффективность применения в технологии фиторемедиации почв, загрязненных

тяжелыми металлами, растений рапса, горчицы [4, 5]. В настоящее время исследователи продолжают поиски растений, пригодных для целей фиторемедиации [6].

Исследования проводились в 2017 году на биополигоне ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ. Для вегетационно–полевых опытов применялись нефтепродукты (нефть) в дозе 0,5 ОДК (4 000 мг/кг), 1 ОДК (8 000 мг/кг), 2 ОДК (16 000 мг/кг) [2]. В качестве растений-фиторемедиантов были выбраны: соя сорта Заряница, горох сорта Шестинедельный. Посев семян в количестве 30 штук на одну емкость, площадью 0,3 м<sup>2</sup>, производили в почву чернозем выщелоченный, повторность опыта 4-х кратная. Измерения морфометрических параметров проводили в конце вегетационного периода. Количественное определение хлорофиллов *a* и *b* и каротиноидов определяли по изменению оптической плотности вытяжки (экстракта) пигментов на спектрофотометре при длинах волн, соответствующих максимумам поглощения хлорофиллов *a* (663 нм) и *b* (645 нм) и максимуму поглощения каротиноидов (440,5 нм) с последующим расчетом концентрации пигментов по уравнениям Ветштейна и Хольма для 100 %-го ацетона [3].

В результате исследований выявлено, что при внесении нефтепродуктов в почву длина побега и главного корня у гороха увеличилась на 80 % и 73,3 % с внесением дозы 0,5 ОДК, по сравнению с контролем, с внесением дозы 1 ОДК на 45 % и 43,3 %, с внесением дозы 2 ОДК по сравнению с контролем изменений морфометрических параметров главного корня не произошло.

Так же, было обнаружено, что при внесении нефтепродуктов и тяжелых металлов в почву длина побега и главного корня у сои увеличилась на 88 % и 75 % с внесением дозы 0,5 ОДК, по сравнению с контролем, с внесением дозы 5 ОДК на 52,8 % и 45 %, с внесением дозы 2 ОДК по сравнению с контролем изменения морфометрических параметров растений сои не произошли (табл. 1).

**Таблица 1 – Влияние тяжелых металлов и нефтепродуктов на морфометрические параметры растений гороха и сои, см**

Варианты/Объекты	длина побега	длина главного корня	длина побега	длина главного корня
	горох		соя	
Контроль	60±1,04	30±1,5	70±1,01	40±1,02
Нефть (0,5 ОДК)	108±1,07	52±1,04	132±1,02	70±1,03
Нефть (1 ОДК)	87±1,01	43±1,2	107±1,07	58±1,04
Нефть (2 ОДК)	54±1,02	30±1,5	70±1,02	40±1,02

При изучении содержания фотосинтетических пигментов в листьях сои и гороха в вегетационно – полевом опыте обнаружено, что загрязнение почвы нефтепродуктами не вызывает существенных нарушений в пигментном комплексе листьев растений сои и гороха (табл. 2, 3).

Содержание хлорофилла *a* в листьях сои варьируется от 0,085 до 0,096 мг/г. Выявлено снижение хлорофилла *a* в варианте – нефтепродукты в дозе 2 ОДК, на 11,5 % в отличие от контроля, концентрация хлорофилла *b* уменьшается аналогично, как и хлорофилла *a*. В варианте с концентрацией нефти 2 ОДК также наблюдается максимальное снижение содержания пигмента на 37 % в отличие от контроля. Концентрация каротиноидов изменяется незначительно и находится в пределах от 0,0347 до 0,0350 мг/г сырой массы.

Таблица 2 – Содержание пигментов в листьях сои

Вариант исследования	Концентрация хлорофилла <i>a</i> $C_A$ (мг/г)	Концентрация хлорофилла <i>b</i> $C_B$ (мг/г)	Концентрация суммы каротиноидов $C_{КАР}$ (мг/г)
Контроль	0,096	0,022	0,0348
Нефть (0,5 ОДК)	0,095	0,020	0,0350
Нефть (1 ОДК)	0,090	0,018	0,0347
Нефть (2 ОДК)	0,085	0,014	0,0347

Содержание пигментов в листьях гороха варьируется: хлорофилла *a* в пределах от 0,052 до 0,085 мг/г, хлорофилла *b* – 0,012 до 0,022 мг/г, каротиноидов – 0,025 до 0,039 мг/г сырой массы. Самые низкие значения концентраций пигментов наблюдаются в вариантах нефть 1 и 2 ОДК. Так, в варианте с внесением нефти в дозе 2 ОДК содержание каротиноидов снизилось на 22 % по сравнению с контролем.

Таблица 3 – Содержание пигментов в листьях гороха

Вариант исследования	Концентрация хлорофилла <i>a</i> $C_A$ (мг/г)	Концентрация хлорофилла <i>b</i> $C_B$ (мг/г)	Концентрация суммы каротиноидов $C_{КАР}$ (мг/г)
Контроль	0,073	0,022	0,039
Нефть (0,5 ОДК)	0,085	0,021	0,032
Нефть (1 ОДК)	0,052	0,012	0,033
Нефть (2 ОДК)	0,053	0,012	0,025

Таким образом, внесенные в почву нефтепродукты в дозах 0,5 ОДК 1 ОДК оказали стимулирующий эффект на исследуемые растения, но при внесении большей дозы нефтепродуктов 2 ОДК ростовые и биохимические процессы ингибировались.

Предполагается, что главными причинами механизма стимулирования могут являться: воздействие стимуляторов роста растений, обнаруженных в нефтях; улучшение условий питания растений, обусловленное разложением нефтяной органики, что особенно важно при выращивании на малоплодородных субстратах, лишенных органического вещества, увеличение площади питания выживших растений и уменьшение конкуренции вследствие изреживания травостоя [1].

Для очищения почв от избыточных количеств нефтепродуктов, до 1 ОДК, возможно использовать технологию фиторемедиации с помощью сои сорта Заряница, гороха сорта Шестинедельный.

### Литература

1. Биодиагностика экологического состояния почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами / С.И. Колесников, К.Ш. Казеев, В.Ф. Вальков [и др.]. Ростов н/Д: Ростиздат. – 2007. – 192 с.
2. Волошин, Е.И. Экологическое земледелие / Е.И. Волошин. – Красноярск, Красноярский ГАУ, 2013 – С. 125 – 129.
3. Коротченко, И.С. Влияние тяжелых металлов на содержание фотосинтетических пигментов в листьях моркови / И.С. Коротченко // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2011. – № 4 (55). – С. 86-91.
4. Коротченко, И.С. Миграция кадмия и никеля в растениях-фиторемедиантах / И.С. Коротченко Львова В.А. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. – № 11-2. – С. 251–254.
5. Коротченко, И.С. Фиторемедиация почв, загрязненных тяжелыми металлами (Co, Ni) / И.С. Коротченко // Проблемы современной аграрной науки: материалы международной заочной научной конференции (15 октября 2013 г.) – [Электронный ресурс] URL: <http://www.kgau.ru/new/all/konferenc/konferenc/2013/b5.pdf> (Дата обращения: 16.08.2018).
6. Синдирева, А.В. Оценка фитотоксичности почвы, загрязненной нефтепродуктами / А.В. Синдирева, С.Б. Ловинецкая // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2017. – №1. – С. 116–121.