

### **Аннотация.**

Нефтяные загрязнения являются причинами угнетения и деградации или полной гибели растительности, упрощения структуры и обеднения видового состава, неблагоприятными перестройками генофонда популяций, а это важно не только для экосистем, но и для человека.

**Цель:** изучить влияние разной концентрации нефтяного загрязнения почвы на морфофизиологию органов растений гороха и ячменя.

**Задачи:**

1. Изучить литературу о влиянии нефтяного загрязнения на почву и растительность, выявить причины и способы ликвидации нефтяного загрязнения.
2. Исследовать морфофизиологические особенности органов ячменя ярового Зазерского 85, гороха сахарного в условиях нефтяного загрязнения.
3. Сравнить исследуемые растения по чувствительности и устойчивости к данному виду загрязнения при разных концентрациях.

Были получены результаты, которые позволили сделать вывод о том, что все подобранные методики наблюдения и использованные экспериментальные методики показали зависимость морфофизиологических параметров растений от степени (концентрации) загрязнения почв нефтью:

1. Основными причинами нефтяного загрязнения являются физический износ оборудования или его механические повреждения, связанные с коррозией оборудования, некачественными строительно-монтажными работами.
2. Нефтяное загрязнение 0,5% концентрации стимулирует длину листьев и корней. В целом угнетающее влияние оказывает загрязнение нефтью 4% и 8% концентрации. При исследовании состояния устьиц было обнаружено, что устьица были слабо открыты.
3. Растения обладают разной чувствительностью и устойчивостью к исследуемым видам загрязнения: ячмень яровой – наиболее устойчив к нефтяному загрязнению; горох сахарный – наименее устойчив к нефтяному загрязнению. Ячмень и горох можно использовать при биотестировании.

## **1. План исследований.**

### **1.1 Актуальность исследования.**

«Нефтедобывающая отрасль в ряде регионов была и остается важнейшим компонентом промышленности, от степени и масштабов развития которой напрямую зависит и степень нарушенности природной среды» (Доклад об экологической ситуации в ХМАО-Югре в 2012 г, с. 74 -79).

Изучение механизмов и последствий влияния нефти на растительность и транслокацию в них нефтяных углеводородов важно не только для экосистем, но и для человека, поскольку растения накапливают ароматические углеводороды, в том числе мутагенные и канцерогенные. Экспериментально установлено, что при содержании в верхних горизонтах почв нефти в диапазоне 10-40% угнетение древостоя и подроста может составлять 30-90 %, и даже через 15 лет после загрязнения продолжается процесс отмирания древостоя. При содержании более 40 % нефти в органогенном горизонте происходит полная гибель растительности через 2-3 года после разлива (Давыдова С.Л., 2004). В большинстве случаев начало восстановительных мероприятий переносится на 1-2 года после аварии, что влечет за собой испарение легких фракций нефти, загрязнение атмосферы, гибель биоценозов и снижение возможности восстановления экосистем.

В связи с высокой актуальностью изучения проблемы влияния нефтяного загрязнения на растения мы выбрали для изучения данную тему исследования.

**Гипотеза:** увеличение концентрации нефтяного загрязнения отрицательно сказывается на морфофизиологических показателях растений гороха и ячменя.

**Целью** настоящей работы является изучение влияния разной концентрации нефтяного загрязнения на морфологию органов растений гороха и ячменя.

**Задачи:**

4. Изучить литературу о влиянии нефтяного загрязнения на почву и растительность, выявить причины и способы ликвидации нефтяного загрязнения.
5. Исследовать морфофизиологические особенности органов ячменя ярового Зазерского 85, гороха сахарного в условиях нефтяного загрязнения.
6. Сравнить исследуемые растения по чувствительности и устойчивости к данному виду загрязнения при разных концентрациях.

## 1.2 Библиография.

В апреле 2012 года Росприроднадзор проводил инспекцию работы нефтяных компаний в ХМАО (<http://lenta.ru>). Росприроднадзор намеревался подать в суд на российско-британскую компанию ТНК-ВР за экологический ущерб, причиненный в результате разливов нефти - в бассейне сибирских рек Обь и Енисей ТНК-ВР допустила 784 случая разливов нефти.

Разлив нефти может произойти как при ее добыче, транспортировке и хранении, так и при переработке и применении в технологических процессах. Помимо этого причинами нефтезагрязнения зачастую становится физический износ оборудования или его механические повреждения. Лидирующие позиции по числу аварийных разливов нефти и нефтепродуктов занимают магистральные и внутрипромысловые продуктопроводы. Подавляющее большинство ЧП здесь связано с коррозией оборудования, некачественными строительно-монтажными работами, и лишь незначительная часть — с заводским браком и ошибками эксплуатации.

«Росприроднадзор проанализировал динамику борьбы с загрязнением окружающей среды нефтедобывающими компаниями в Ханты-Мансийском автономном округе (ХМАО). Выяснилось, что наихудшие показатели по числу аварий, разливов нефти и в целом экологической защиты разрабатываемых территорий принадлежат компании «Роснефть»» (<http://lenta.ru>). Только в 2011 году на ее участках в ХМАО произошло 2727 аварий с разливами нефти, что составляет около 75 процентов от общего числа подобных аварий в общем по региону. В целом же за трехлетний период с 2009 по 2011 годы нефтедобывающим компаниям в ХМАО удалось сократить объем загрязнений только на 8,5 процентов. Динамика борьбы с экологической угрозой в разных компаниях была не одинаковой. Так, «Лукойл», например, по данным Росприроднадзора, за отчетный период сумел сократить количество аварий в два с половиной раза. Тогда как «Роснефть» сумела сократить этот показатель только на 20 процентов.

К нефтепродуктам обычно относят различные углеводородные фракции, получаемые из нефти.

Смолистые вещества нефти очень чувствительны к элементарному кислороду и активно присоединяют его. На воздухе смолистая нефть быстро густеет, теряет подвижность. Если нефть просачивается сверху, ее смолисто-асфальтеновые компоненты сорбируются в основном в верхнем, гумусовом горизонте, иногда прочно цементируя его. При этом уменьшается поровое пространство почвы. Смолисто-асфальтеновые компоненты

«Влияние нефтяного загрязнения почвы на морфофизиологические показатели растений гороха и ячменя»

Ученица 10 класса М.Ю., 2013 год

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа № 6»

гидрофобны. Обволакивая корни растений, они резко ухудшают поступление к ним влаги, в результате чего растения засыхают. Эти вещества малодоступны микроорганизмам, процесс их метаболизма идет медленно, иногда десятки лет. Токсическое же влияние оказывают некоторые тяжелые металлы в составе смол и асфальтенов. Последние малодоступны микроорганизмам и обычно остаются в почвах в виде прочного органно-минерального комплекса (Восстановление..., 1988).

Химическая токсичность нефти по отношению к биологическим объектам не всегда очевидна. Известно, что небольшие количества нефти в ряде случаев даже оказывают стимулирующее действие на рост растений. Она легче многих других токсичных веществ разлагается, поставляя в почву дополнительные порции органических соединений.

Особенностью нефти как загрязнителя является постоянное наличие спутников, без которых нефть в природе не существует. Попадание их в окружающую среду нередко оказывает более сильное негативное воздействие, чем сами углеводороды.

Опасность нефтяных загрязнений связана с высокой чувствительностью к нему высших растений, так как они занимают ключевое положение практически во всех наземных экосистемах, определяя существование и состав остальных биологических компонентов биогеоценозов. Кроме того, негативное влияние нефтяного загрязнения на растения снижает эффективность их использования при фиторекультивации нефтезагрязненных почв (Н.Г. Ильин и др.).

Другой особенностью действия нефтяного загрязнения почвы на растения является его очень большая продолжительность, что связано с медленным самоочищением загрязненных почв. По литературным данным, полученным в разных климатических условиях, период восстановления растительности на почвах при их сильной загрязненности может составлять до 10-20 лет и более (Маркарова М.Ю., 1999).

Исследования проводились в 2012 году, в качестве **объекта исследования** использовали семена гороха сахарного и ячменя ярового Зазерского 85 в модельных опытах.

**Предметом исследования** были морфологические характеристики растений гороха и ячменя.

Для работы использовали нефть Самотлорского месторождения. Почва закуплена в товарной упаковке, фирмы «ФАСКО» и содержала в себе торф низинный, торф верховой, песок, дренаж керамзитовый, комплексное минеральное удобрение с микроэлементами. Для вычисления объема определённой концентрации нефтяного загрязнения - 0,5% концентрации, 4% концентрации, 8% концентрации, почву перед посадкой взвешивали —

она была равна 652 г. Используя принцип математической пропорции, объем нефти был взят соответственно: при 0,5% - 3,25 мл, при 4% - 26 мл, при 8% - 52 мл.

В опытах по изучению влияния нефтяного загрязнения использовали семена: «Горох сахарный» (фирма ООО «Семена НК»), «Ячмень яровой Зазерский 85» (фирма АЛМИКС), соответствующих ГОСТу Р 52171-2003. Проращивали семена, на 3-5 сутки имитировали нефтяное загрязнение определенной концентрации и на 7-10-е сутки измеряли длину корней и степень ветвления, длину и ширину листьев, их вес и объем. Растения выращивали при комнатной температуре 18-22<sup>0</sup>С. После имитации нефтяного загрязнения полив производили отстоянной питьевой водой. Повторность опытов двухкратная, длительность – 10 - 15 суток.

### 1.3 Методики исследования.

**Методика определения кислотности почв.** Определяли кислотность почвы с помощью индикаторной бумаги: к 2-3 см<sup>3</sup> почвы добавляли 10 мл раствора хлорида калия, перемешивали, давали взвеси отстояться и опускали индикаторную бумагу. Определяли уровень кислотности по шкале, делали анализ.

Кислая среда – красный	<b>pH 3</b>	очень сильная кислотность
	<b>pH 4</b>	средняя кислотность
	<b>pH 5</b>	умеренная кислотность
	<b>pH 6</b>	слабая кислотность
Нейтральная среда - фиолетовый	<b>pH 7</b>	нейтральная
Основная среда – синий	<b>pH 8</b>	слабая щелочность
	<b>pH 9</b>	умеренная щелочность
	<b>pH 10</b>	сильная щелочность
	<b>pH 11</b>	очень сильная щелочность

**Методика определения морфологических показателей признаков растений** ячменя и гороха. На протяжении всего эксперимента определяли высоту растений, длину листьев (см) и ширину листьев (см).

**Методика определения объема корней системы.** Взяли мерный цилиндр, наливали воды и опускали корневую систему растения (привязанную на нитке). Предварительно корень отмывали от почвы, просушивали фильтровальной бумагой. Объем корневой системы определяли в мл<sup>3</sup> по количеству вытесненной воды при погружении корня в мерный цилиндр. Кроме этого, изучали длину и степень ветвления корневой системы визуально по количеству боковых корней.

**Определяя интенсивность транспирации листьев в течение суток, использовали метод Иванова Л.А. (Викторов Д.П., 1983, с. 30).** Определение транспирации листьев проводили 3 раза в день – в 10 час, 14 час, 16 час. При определении интенсивности транспирации данным методом в результате экспериментальной проверки делается допуск, что интенсивность транспирации срезанных листьев в течение 3-4 минут после срезания сохраняется такой же, как на растении. Выбирали 4-5 листьев каждого варианта эксперимента (с нижних ярусов) и сразу их взвешивали.

Далее раскладывали на ровной поверхности на 3-4 минуты и вновь взвешивали. Проводили вычисления: на основе потери воды находили интенсивность транспирации в г на 1 см<sup>2</sup> листа за час. Для этого рассчитывали площадь взятых листьев:

- P<sub>1</sub> – вес листьев сразу после срезания (г)
- P<sub>2</sub> – вес листьев через 3-4 минуты после срезания (г)
- S (см<sup>2</sup>) – площадь листьев данного варианта
- M – потеря воды листьями данного образца за 3-4 минуты

$$P_1 - P_2 = M \text{ (г)}$$

Расчет содержания интенсивности транспирации на 1 см<sup>2</sup> за 3-4 минуты:  $X \text{ (г)} = (M \text{ (г)} * 1 \text{ см}^2) / S \text{ (см}^2)$ . Расчет содержания воды на 1 см<sup>2</sup> за час:  $X_1 = (X * 60 \text{ мин}) / 4 \text{ мин}$ . Полученные результаты заносили в таблицу и строим суточные кривые транспирации:

Вариант	Интенсивность транспирации (г) на 1 см <sup>2</sup>		
	Время суток (часы)		
	10 час	14 час	16 час
Контроль			
0,5% конц			
4% конц			
8 % конц			

**Определение степени открытости устьиц проводили по Молишу (Викторов Д.П., 1983, с. 35).** Межклетники листа обычно заполнены воздухом, благодаря чему при рассматривании на свет лист кажется матовым. Если произойдет инфильтрация, т.е. заполнение межклетников какой-либо жидкостью, то соответствующие участки листа становятся прозрачными. Определение состояния устьиц методом инфильтрации основано на способности жидкостей, смачивающих клеточные стенки, проникать в силу капиллярности через открытые устьичные щели в ближайшие межклетники, вытесняя из них воздух – появляются прозрачные пятна на листе. Жидкости проникают в устьичные щели в зависимости от их ширины: петролейный эфир проникает через слабо открытые устьица, ксилол – через средне открытые, а этиловый спирт – только через широко открытые.

На нижнюю поверхность листьев наносили отдельно маленькие капельки ксилола и этилового спирта. Выдерживали лист в горизонтальном положении или до полного исчезновения капель, или до проникновения внутрь листа, затем рассматривали лист на свет. Заполняли таблицу.

## **2. Исследовательская работа.**

### **2.1 Введение.**

Нефтяное загрязнение почв наблюдается в районах добычи, транспортировки, хранения и переработки нефти (приложение 1). Оно происходит в основном из-за утечек нефти, связанных с несоблюдением технологий ее добычи, изношенностью оборудования, нарушениями при проектировании, несанкционированными врезками в действующие нефтепроводы (<http://www.ngpedia.ru>). Нефть, попадая в почву, вызывает значительные, порой необратимые изменения ее свойств – образование битуминозных солончаков, гудронизацию, цементацию и т. д. Эти изменения влекут за собой ухудшение состояния растительности и биопродуктивности земель. В результате нарушения почвенного покрова и растительности усиливаются нежелательные природные процессы – эрозия почв, деградация, криогенез. В целом, на нефтезагрязненных почвах у растений отмечаются следующие физиономические и фенологические отклонения от нормы:

- 1) появление гигантских и карликовых форм;
- 2) нарушение нормальных пропорций во внешнем облике растений;
- 3) возникновение наростов, наплывов, утолщений, придающих отдельным экземплярам уродливый облик;
- 4) нарушение нормального ритма развития (повторное цветение видов, нормально цветущих один раз в сезон);
- 5) сильная повреждаемость растений вредителями (<http://tele-conf.ru>).

При нефтяном загрязнении тесно взаимодействуют три группы экологических факторов:

- 1) уникальная многокомпонентность состава нефти, находящегося в процессе постоянного изменения;
- 2) гетерогенность состава и структуры любой экосистемы, находящейся в процессе постоянного развития;

3) многообразие и изменчивость внешних факторов, под воздействием которых находится экосистема: температура, давление, влажность, состояние атмосферы, гидросферы и т. д. (Восстановление..., 1988).

Вполне очевидно, что оценивать последствия загрязнения экосистемы нефтью и намечать пути ликвидации этих последствий необходимо с учетом конкретного сочетания этих трех групп факторов. Растения обладают разной чувствительностью и устойчивостью по отношению к изучаемым видам загрязнения.

В связи с высокой актуальностью изучения проблемы влияния нефтяного загрязнения на растения мы выбрали для изучения данную тему исследования.

**Гипотеза:** увеличение концентрации нефтяного загрязнения отрицательно сказывается на морфологических показателях растений гороха и ячменя.

**Целью** настоящей работы является изучение влияния разной концентрации нефтяного загрязнения на морфологию органов растений гороха и ячменя.

**Задачи:**

7. Изучить литературу о влиянии нефтяного загрязнения на почву и растительность, выявить причины и способы ликвидации нефтяного загрязнения.
8. Исследовать морфофизиологические особенности органов ячменя ярового Зазерского 85, гороха сахарного в условиях нефтяного загрязнения.
9. Сравнить исследуемые растения по чувствительности и устойчивости к данному виду загрязнения при разных концентрациях.

## **2.2 Теоретическая часть.**

Нефть (тур. *peft*, от перс. нефт), горючая маслянистая жидкость, распространенная в осадочной оболочке Земли, важнейшее полезное ископаемое. Сложная смесь алканов, некоторых циклоалканов и аренов, а также кислородных, сернистых и азотистых соединений (Советский ..., 1981).

Химический состав нефти зависит от района добычи и в среднем определяется следующими данными: углерод (83-87%), водород (12-14%), азот, сера, кислород (1-2%, реже 3-6% за счет серы). Десятые и сотые доли процента составляют многочисленные микроэлементы, набор которых в любой нефти примерно одинаков. В качестве эколого-геохимических характеристик основного состава нефти приняты содержание легкой фракции (начало кипения 200 °С), метановых углеводородов (включая твердые парафины),



циклических углеводов, смол и асфальтенов, сернистых соединений (Восстановление..., 1988).

Легкая фракция нефти, куда входят наиболее простые по строению низкомолекулярные метановые (алканы), нафтеновые (циклопарафины) и ароматические углеводороды – наиболее подвижная часть нефти. Метановые углеводороды легкой фракции, находясь в почвах, оказывают наркотическое и токсическое действие на живые организмы (Гриценко и др., 1997). На поверхности эта фракция в первую очередь подвергается физико-химическим процессам разложения, входящие в ее состав углеводороды наиболее быстро перерабатываются микроорганизмами (Восстановление..., 1988). Путем испарения из почвы удаляется от 20 до 40% легкой фракции (Восстановление..., 1988). С уменьшением содержания легкой фракции ее токсичность снижается, но возрастает токсичность ароматических соединений. Содержание твердых метановых углеводородов (парафина) в нефти от очень малых количеств до 15-20%. Твердый парафин не токсичен для живых организмов, но вследствие высоких температур застывания (+18 °C и выше) и растворимости нефти (+40 °C) в условиях земной поверхности он переходит в твердое состояние, лишая нефть подвижности (Восстановление..., 1988). Твердый парафин очень трудно разрушается, с трудом окисляется на воздухе. Он надолго может «запечатать» все поры почвенного покрова, лишив почву свободного влагообмена и «дыхания». Это, в свою очередь, приводит к полной деградации биоценоза. К циклическим углеводородам в составе нефти относятся нафтеновые (циклоалканы) и ароматические (арены), содержание которых изменяется от 35 до 60% (Петров, 1984). О токсичности нафтеновых углеводородов сведений почти не имеется. Циклические углеводороды с насыщенными связями окисляются очень трудно. Биodeградацию циклоалканов затрудняет их малая растворимость и отсутствие функциональных групп (Восстановление..., 1988). Ароматические углеводороды – наиболее токсичные компоненты нефти. В концентрации всего 1% в воде они убивают все водные растения; нефть, содержащая 38% ароматических углеводородов, значительно угнетает рост высших растений. С увеличением ароматичности нефти увеличивается ее гербицидная активность (Восстановление..., 1988).

Бензол и его гомологи оказывают более быстрое токсическое действие на организм, чем полициклические ароматические углеводороды (ПАУ). Последние действуют медленнее, но более длительное время, являясь хроническими токсикантами (Шилина, 1985).

Смолы и асфальтены относятся к высокомолекулярным неуглеводородным компонентам нефти, определяя во многом ее физические свойства и химическую активность. Смолы –

вязкие мазеподобные вещества, асфальтены – твердые вещества, нерастворимые в низкомолекулярных углеводородах (Панов и др., 1986). Смолы и асфальтены содержат основную часть микроэлементов нефти, в том числе почти все металлы.

Загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами - одна из сложных и многоплановых проблем экологии и охраны окружающей среды. В настоящее время успешно развиваются новые технологии нефтезагрязненных территорий (приложение 2). Единственным реальным в настоящее время способом борьбы с последствиями разлива нефти и нефтепродуктов является комплекс работ, включающий механическое (при помощи специализированных механизмов и устройств) или физико-химическое (применение сорбционных материалов) удаление разлитых нефтепродуктов с последующей очисткой остающейся в почве нефти биологическими методами при помощи нефтеокисляющими микроорганизмами. Разработаны и активно внедряются большое количество коммерческих микробиологических препаратов иностранного и отечественного производства, таких как «Дестройл», «Путидойл», «Деворойл» и др.

## 2.3 Практическая часть.

1) **Исследование среды pH** показало, что нефтяное загрязнение не оказало существенного влияния на изменение кислотности почвы, так как изменение кислотности происходит при растворении солей в заболоченной почве.

	Контроль	0,5% конц	4% конц	8 % конц
Почва + горох	4,5	4,5	4,5	4,5
Почва + ячмень	4,5	4,5	4,5	4,5

2) **Показатели морфологических признаков растений.** Сравнивая ответную реакцию при нефтяном загрязнении разной концентрации ячменя и гороха, можно оценить не только характер и силу возникших изменений, но и чувствительность и устойчивость растений к гидрофобному (нефть) веществу. По средним показателям отклонений от контроля (в процентах) у растений в сторону угнетения и стимуляции судили о чувствительности, по величине отклонений показателей в сторону угнетения в максимальных концентрациях – об устойчивости.

При исследовании влияния нефтяного загрязнения разных концентраций (первая проба) на ячмень яровой было обнаружено стимулирующее действие 0,5% концентрации

«Влияние нефтяного загрязнения почвы на морфофизиологические показатели растений гороха и ячменя»

Ученица 10 класса М.Ю., 2013 год

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа № 6»

нефти на высоту растений и длину листьев (приложение 3). По сравнению с контролем, растения обработанные 8% концентрацией нефтяного загрязнения, показали хуже результаты как по высоте, так и по длине и ширине листьев (Рис.1).

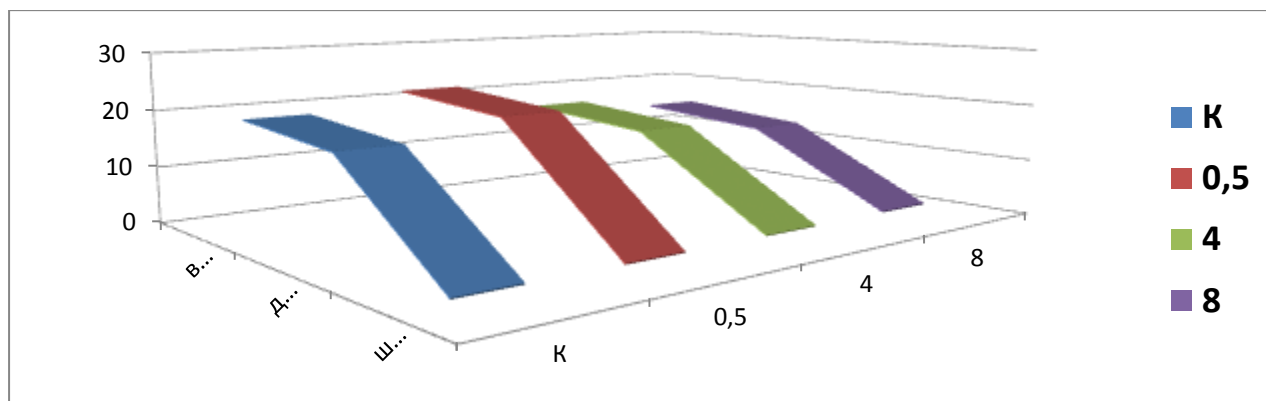


Рис. 1. Влияние нефти на показатели изменения длины, ширины и высоты растения ячменя ярового Зазерского 85.

При повторном проведении эксперимента результаты несколько отличаются от первого эксперимента (Рис.2), все морфологические показатели оказались ниже контроля.

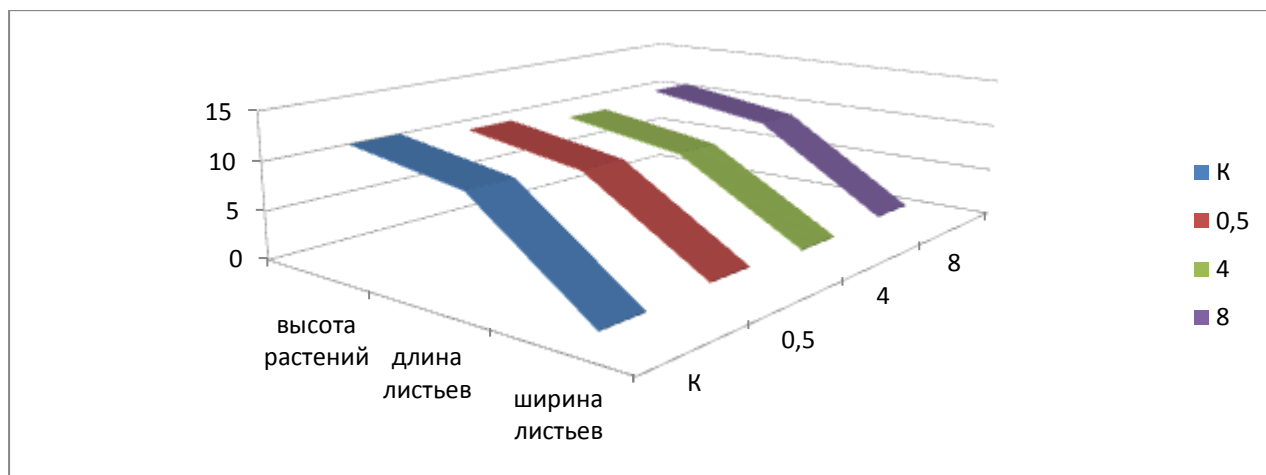


Рис. 2. Влияние нефти на показатели изменения длины, ширины и высоты растения ячменя ярового Зазерского 85.

При исследовании разных концентраций нефтяного загрязнения на горох сахарный в первом эксперименте (приложение 4) была обнаружена прямая зависимость между увеличением нефтяного загрязнения и уменьшением морфологических показателей соответственно (Рис. 3).

«Влияние нефтяного загрязнения почвы на морфофизиологические показатели растений гороха и ячменя»

Ученица 10 класса М.Ю., 2013 год

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа № 6»

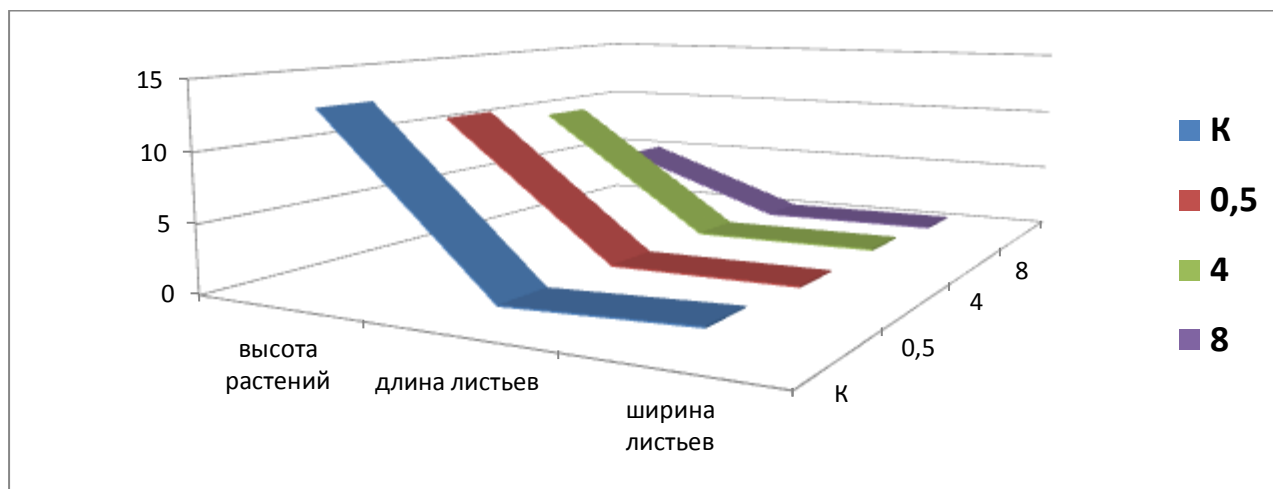


Рис. 3. Влияние нефти на показатели изменения длины, ширины и высоты растения гороха сахарного.

При повторном проведении эксперимента (приложение 4) показатели несколько отличаются, также как и у ячменя ярового. Вероятно, это связано с температурными условиями, при которых выращивались растения, и разница в 4 градуса температурного режима играют свою роль (Рис. 4).

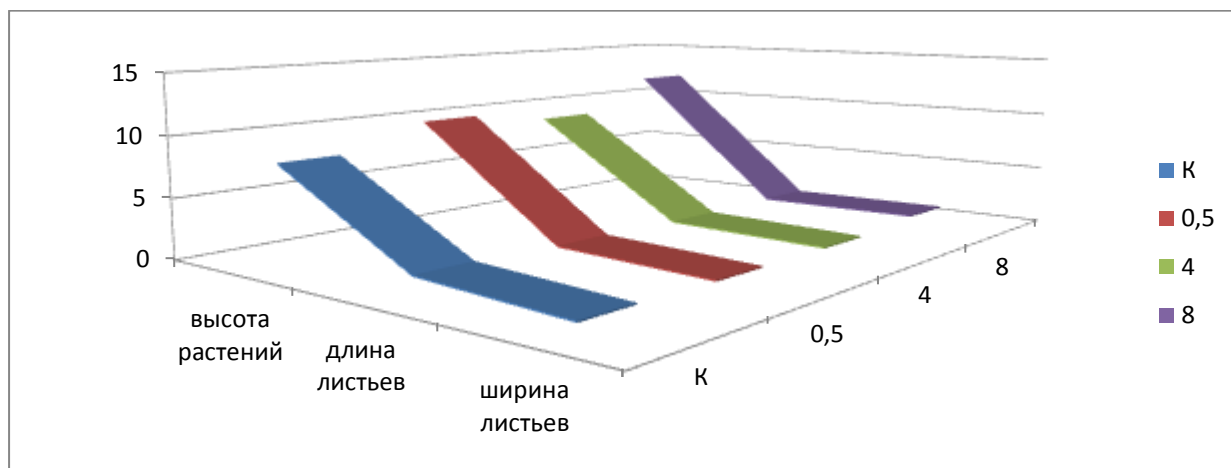


Рис. 4. Влияние нефти на показатели изменения длины, ширины и высоты растения гороха сахарного.

При сравнительном анализе ячменя ярового и гороха сахарного в двух эксперимента прослеживается одна особенность - при любых температурных условиях при 4% концентрации нефтяного загрязнения наблюдается самое угнетенное состояние растений по сравнению с контролем.

**3) Характеристика корневой системы.** При концентрации 0,5% нефтяного загрязнения у ячменя Зазерского (приложение 5) и гороха сахарного (приложение 6) наблюдалась стимуляция роста корней. При увеличении концентрации воздействия нефти происходило снижение длины и степени ветвления корней (Рис.5, рис.6).

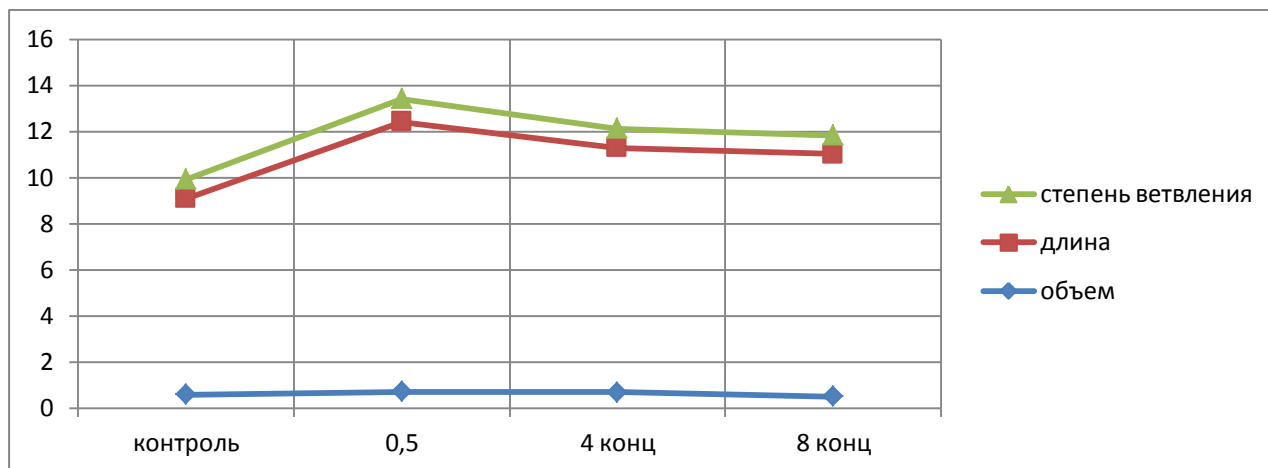


Рис. 5. Влияние нефти на показатели изменения длины и степени ветвления корневой системы ячменя ярового Зазерского 85.

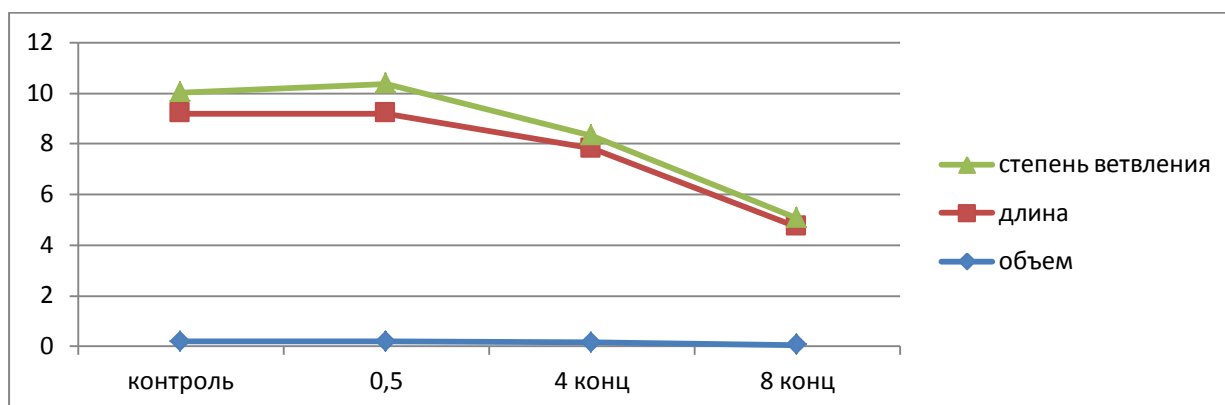


Рис. 6. Влияние нефти на показатели изменения длины и степени ветвления корневой системы гороха сахарного.

Нефть при исследуемых концентрациях 8%, 4%, 0,5%, стимулировала (соответственно) рост корней и листьев ячменя в длину. При этом 0,5% концентрация нефтяного загрязнения стимулировала рост всех морфологических показателей по сравнению с контрольной группой и растениями, обработанными другой концентрацией нефти. Совершенно противоположные результаты наблюдаются у гороха. С увеличением

«Влияние нефтяного загрязнения почвы на морфофизиологические показатели растений гороха и ячменя»

Ученица 10 класса М.Ю., 2013 год

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа № 6»

концентрации нефтяного загрязнения уменьшаются морфологические показатели (Таблица 1).

**Таблица 1. Влияние нефтяных концентраций на морфологические показатели ячменя и гороха при разных концентрациях загрязнения по отношению к контролю (%) (средние показатели по результатам двух проб)**

Варианты опыта	Ширина листа	Длина листьев	Длина корней	Объем корня	Степень ветвления	Ширина листа	Длина листьев	Длина корней	Объем корня	Степень ветвления
	Ячмень					Горох				
К	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
0,5	116,7	107	137,6	121,7	120,5	82,6	71,4	85,2	100	140,9
4	75	85,2	124,7	116,7	100	74	71,4	85,2	75	60,2
8	100	81,5	123,5	87	100	52,2	66,7	52	30	39,8

Анализ изменения длины корневой системы, листьев, их ширины в условиях нефтяного загрязнения говорит о высокой устойчивости ячменя Зазерского и слабой гороха сахарного.

По увеличению чувствительности растения в соответствии со средним баллом суммы всех отклонений от контроля получился следующий ряд: горох < ячмень. По увеличению устойчивости растения расположились в следующий ряд: горох < ячмень.

Таким образом, растения обладают разной чувствительностью и устойчивостью к разным концентрациям нефтяного загрязнения.

**4) Изучение суточных кривых интенсивности транспирации листьев** в течение суток проводилось из расчета содержания интенсивности транспирации на 1 см<sup>2</sup> за 3-4 минуты:  $X (г) = (M (г) * 1 \text{ см}^2) / S (\text{см}^2)$ . Расчет содержания воды на 1 см<sup>2</sup> за час:  $X_1 = (X * 60 \text{ мин}) / 4 \text{ мин}$ .

В приложении 7 приведены показатели и расчеты массы и площади листьев ячменя ярового. В таблице 2 приведены окончательные расчеты, позволяющие сделать вывод о транспирации листьев ячменя ярового при различных концентрациях нефтяного загрязнения.

**Таблица 2. Расчетные показатели содержания воды на 1 см<sup>2</sup> за час у ячменя ярового Зазерского 85.**

	<b>М (г)</b>	<b>S (см<sup>2</sup>)</b>	<b>X (г)</b>	<b>X<sub>1</sub> = (X * 60 мин) / 4 мин</b>	
--	--------------	---------------------------	--------------	---	--

«Влияние нефтяного загрязнения почвы на морфофизиологические показатели растений гороха и ячменя»

Ученица 10 класса М.Ю., 2013 год

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа № 6»

контроль	0	7,5	0	<b>0</b>	<b>10.00 час</b>
0,5% конц	20	13,8	1,4	<b>21,7</b>	
4% конц	10	5	2	<b>30</b>	
8% конц	10	3,8	2,6	<b>39,5</b>	
контроль	100	12,5	8	<b>120</b>	<b>14.00 час</b>
0,5% конц	110	18,8	5,9	<b>87,8</b>	
4% конц	10	15	0,7	<b>9,9</b>	
8% конц	10	12,5	0,8	<b>12</b>	
контроль	0	13,8	0	<b>0</b>	<b>16.00 час</b>
0,5% конц	60	13,8	4,3	<b>65,2</b>	
4% конц	20	11,3	1,8	<b>26,5</b>	
8% конц	10	8,8	1,1	<b>17,04</b>	

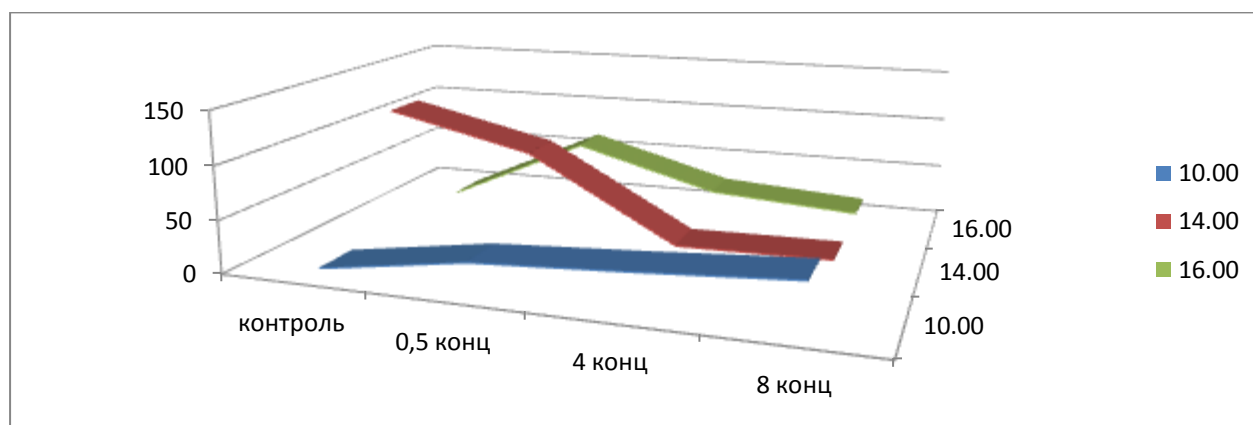


Рис. 7. Влияние нефтяного загрязнения на суточные кривые транспирации ячменя ярового  
Зазерского 85.

В приложении 8 приведены показатели и расчеты массы и площади листьев гороха сахарного. В таблице 3 приведены окончательные расчеты, позволяющие сделать вывод о транспирации листьев гороха сахарного при различных концентрациях нефтяного загрязнения.

**Таблица 3. Расчетные показатели содержания воды на 1 см<sup>2</sup> за час у гороха сахарного.**

<b>ГОРОХ</b>	<b>М (г)</b>	<b>S (см<sup>2</sup>)</b>	<b>X (г)</b>	<b>X<sub>1</sub> = (X * 60 мин) / 4 мин</b>	
контроль	100	6,3	15,9	<b>238,1</b>	<b>10.00 час</b>
0,5% конц	0	2,5	0	<b>0</b>	
4% конц	30	3,8	7,9	<b>118,4</b>	
8% конц	50	0,63	79,4	<b>1191</b>	
контроль	40	225	0,2	<b>3</b>	<b>14.00 час</b>
0,5% конц	50	25	2	<b>30</b>	
4% конц	110	0,025	4400	<b>66000</b>	
8% конц	10	0,1	100	<b>1500</b>	
контроль	70	12,5	5,6	<b>84</b>	<b>16.00 час</b>

«Влияние нефтяного загрязнения почвы на морфофизиологические показатели растений гороха и ячменя»

Ученица 10 класса М.Ю., 2013 год

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа № 6»

0,5% конц	50	15	3,4	<b>51</b>	
4% конц	30	12,5	2,4	<b>36</b>	
8% конц	0	2,5	0	<b>0</b>	

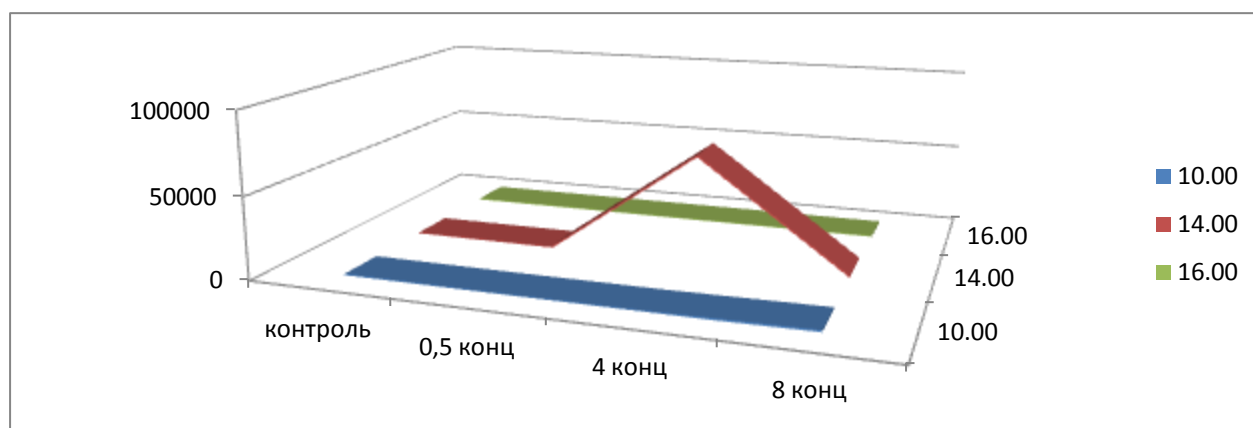


Рис. 8. Влияние нефтяного загрязнения на интенсивность транспирации гороха сахарного.

Данные графики показывают потерю воды за определённый промежуток времени. Рассматривая кривые изменения потери воды, можно сделать следующие выводы об интенсивности транспирации в г на 1 м<sup>2</sup> за 1 час:

- наибольший процент потери воды наблюдается при 4% концентрации загрязнения нефтью у гороха,
- у ячменя наблюдается постепенное снижение уровня транспирации при увеличении концентрации загрязнения.

**5) Изучение влияния нефтяного загрязнения на состояние устьиц** петролейным эфиром в химических лабораториях школ не предусмотрена.

Работа с ксилолом и спиртом проводилась в вытяжном шкафу по правилам техники безопасности. При нанесении на нижнюю поверхность листьев капелек ксилола и этилового спирта, рассмотрели их на свет: прозрачных «точек» - заполненных межклетников жидкостью не обнаружили. Следовательно, устьица были не широко открыты и не средне. Вероятно, устьица были слабо открыты. Требуется проведение дополнительного опыта с петролейным эфиром в специализированных лабораториях вузов или химического анализа нефтяных предприятий.

## 2.4 Заключение.

Изучение влияния разной концентрации нефтяного загрязнения на морфологические



показатели растительных организмов ячменя ярового и гороха сахарного, позволило сделать следующие выводы:

1. Почвы с разной давностью загрязнения и рекультивации сохраняют токсичность более 25 лет. При остаточном содержании нефтяных компонентов в торфяных почвах выше 1,0 г/кг изменяется видовой состав растительности, выпадают из фитоценозов наименее устойчивые виды (мхи, лишайники, разнотравье, кустарнички) и снижается проективное покрытие нефтезагрязненных земель.

Основными причинами нефтяного загрязнения являются физический износ оборудования или его механические повреждения, при этом подавляющее большинство связано с коррозией оборудования, некачественными строительно-монтажными работами, и лишь незначительная часть — с заводским браком нефтепроводов и ошибками эксплуатации.

2. Нефтяное загрязнение 0,5% концентрации стимулирует длину листьев и корней. В целом угнетающее влияние оказывает загрязнение нефтью 4% и 8% концентрации. При этом транспирация листьев постепенно уменьшалась при увеличении нефтяного загрязнения.

При исследовании состояния устьиц по методу Молиша было обнаружено, что ни этиловый спирт, ни ксилол не проникли в устьичную щель, что говорит о том, что устьица были слабо открыты. Данные закономерности будут изучены повторно.

3. Растения обладают разной чувствительностью и устойчивостью к исследуемым видам загрязнения: ячмень яровой — наиболее устойчив к нефтяному загрязнению; горох сахарный — наименее устойчив к нефтяному загрязнению. Ячмень и горох можно использовать при биотестировании.

Таким образом, гипотеза о том, что различные концентрации нефтяного загрязнения отрицательно влияют на морфологические показатели растений ячменя ярового и гороха сахарного, подтвердилась для 4% и 8% концентраций нефтяного загрязнения. При воздействии 0,5% концентрации нефти наблюдались рост растений, длина и ширина листьев и корней.

На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что все подобранные и использованные методики показали зависимость морфологических параметров растений от степени (концентрации) загрязнения почв нефтью.

### 3.Список литературы.

1. <http://www.ngpedia.ru>
2. <http://ekologyprom.ru>
3. <http://tele-conf.ru>
4. <http://lenta.ru>
5. Викторов Д.П. Малый практикум по физиологии растений/ Д.П. Викторов. Малый практикум по физиологии растений. – М.: Высшая школа, 1983. – 135 с.
6. Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем / Под ред. М.А. Глазковской.- М. Наука, 1988.- 264 с.
7. Гриценко А.И. Экология. Нефть и газ / А.И. Гриценко, Г.С. Акопов, В.М. Максимов. Экология. Нефть и газ. - М.: Наука, 1997.-598 с.
8. Давыдова С.Л. Нефть как топливный ресурс и загрязнитель окружающей среды / С.Л. Давыдова, В.И. Тагасов. Нефть как топливный ресурс и загрязнитель окружающей среды. – М.: Изд-во РУДН, 2004. – 131 с.
9. Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе-Югре в 2010 году. – Ханты-Мансийск, 2011. – 162 с.
10. Маркарова М.Ю. Использование углеводородокисляющих бактерий для восстановления нефтезагрязненных земель в условиях Крайнего Севера: Автореф. дис. канд. биол. наук. Пермь. 1999. 26 с.
11. Наблюдение за самоочищением почв от нефти в средней и южной тайге / Н.Г. Ильин и др. // Добыча полезных ископаемых и геохимия природных экосистем. Москва. 1982. С.227-235.
12. Панов Г. Е. Охрана окружающей среды на предприятиях нефтяной и газовой промышленности / Г.Е. Панов, Л.Ф. Петрашин, Г.Н. Лысяный. Охрана окружающей среды на предприятиях нефтяной и газовой промышленности. - М.: Недра, 1986.- 244 с.
13. Петров А. А. Углеводороды нефти / А.А. Петров. Углеводороды нефти. - М.: Наука, 1984.-263 с.
14. Полевой В.В. Физиология растений / В.В. Полевой. Физиология растений. -М.: Высшая школа, 1989. – 464 с.
15. Проскуряков В.А. Химия нефти и газа / В.А. Проскуряков. Химия нефти и газа. - СПб.: Химия, 1995. – С.448.

«Влияние нефтяного загрязнения почвы на морфофизиологические показатели растений гороха и ячменя»

Ученица 10 класса М.Ю., 2013 год

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа № 6»

16. Советский энциклопедический словарь / Под ред. А.М. Прохоров.-М.: «Советская Энциклопедия», 1981.-1600 с.
17. Состояние окружающей среды и природных ресурсов в г. Нижневартовск и Нижневартовском районе в 2006 году : (Аналитический обзор): Ежегодник. – Вып. 7. 2005 г. / Нижневарт. межрайон. комитет по охр. окр. среды, Ханты-Мансийск. регион от-ние РАЕН; – Нижневартовск, 2005. – 82 с.
18. Шилина А.И. Моделирование физико-химического превращения бенз(а)перена в аэрозольной фазе / А.И. Шилина // Миграция загрязняющих веществ в почвах и сопредельных средах.- Л.: Гидрометиздат, 1985.- С. 128-142.

«Влияние нефтяного загрязнения почвы на морфофизиологические показатели растений гороха и ячменя»

Ученица 10 класса М.Ю., 2013 год

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа № 6»

*ПРИЛОЖЕНИЕ 1*

**Относительная степень нарушенности почв, содержащих различные количества нефти.**

Степень нарушенности	Содержание нефти в почве, мг/кг сухой почвы
От легкой до умеренной: в отсутствие каких-либо специальных мер отмечается некоторое временное ослабление роста растительности	5000-20000
От умеренной до высокой: нормально развиваться способны лишь некоторые виды растений; восстановление почв возможно в течение трех лет; без рекультивации восстановление потребует в 2-3 раза больше времени	20000-50000
От высокой до очень высокой: нефть фронтально пропитывает почву на глубину 10 см; лишь немногие растения выживают; при рациональной рекультивации восстановление почвы займет 20 и более лет	Свыше 50000

**Методы ликвидации нефтяных загрязнений почвы (Колесниченко, 2004).**

Методы	Способы ликвидации	Особенности применения
Механические	Обвалка загрязнения, откачка нефти в ёмкости	Первичные мероприятия при крупных разливах при наличии соответствующей техники и резервуаров (проблема очистки почвы при просачивании нефти в грунт не решается)
	Замена почвы	Вывоз почвы на свалку для естественного разложения
Физико-химические	Сжигание	Экстренная мера при угрозе прорыва нефти в водные источники. В зависимости от типа нефти и нефтепродукта уничтожается от 50 до 70% разлива, остальная часть просачивается в почву. Из-за недостаточно высокой температуры в атмосферу попадают продукты возгонки и неполного окисления нефти; землю после сжигания необходимо вывозить на свалку
	Предотвращение возгорания	При разливе легковоспламеняющихся продуктов в цехах, жилых кварталах, на автомагистралях, где возгорание опаснее загрязнения почвы; изолируют разлив сверху противопожарными пенами или засыпают сорбентами
	Промывка почвы	Проводится в промывных барабанах с применением ПАВ, промывные воды отстаиваются в гидроизолированных прудах или ёмкостях, где впоследствии проводятся их разделение и очистка
	Дренажирование почвы	Разновидность промывки почвы на месте с помощью дренажных систем; может сочетаться с использованием нефтеразлагающих бактерий

«Влияние нефтяного загрязнения почвы на морфофизиологические показатели растений гороха и ячменя»

Ученица 10 класса М.Ю., 2013 год

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа № 6»

	Экстракция растворителями	Обычно проводится в промывных барабанах летучими растворителями с последующей отгонкой их остатков паром
	Сорбция	Разливы на сравнительно твёрдой поверхности (асфальт, бетон, утрамбованный грунт) засыпают сорбентами для поглощения нефтепродукта и снижения пожароопасности при разливе легковоспламеняющихся продуктов
	Термическая десорбция	Проводится редко при наличии соответствующего оборудования, позволяет получать полезные продукты вплоть до мазутных фракций
Биологические	Биоремедиация	Применяют нефтеразрушающие микроорганизмы. Необходима заправка культуры в почву. Периодические подкормки растворами удобрений, ограничение по глубине обработки, температуре почвы (выше 15°C), процесс занимает 2-3 сезона
	Фиторемедиация	Устранение остатков нефти путём посева нефтестойких трав (клевер ползучий, щавель, осока и др.), активизирующих почвенную микрофлору, является окончательной стадией рекультивации загрязнённых почв

«Влияние нефтяного загрязнения почвы на морфофизиологические показатели растений гороха и ячменя»

Ученица 10 класса М.Ю., 2013 год

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа № 6»

*ПРИЛОЖЕНИЕ 3*

**Сравнительные показатели морфологических признаков ячменя ярового Зазерского  
85 (11.10.2012 г – 1 проба)**

	Высота растений (см)			Сред. значен	Длина листьев (см)			Сред. значен	Ширина листьев (см)			Сред. значен
	1	2	3		1	2	3		1	2	3	
<b>К</b>	17	19	18	<b>19</b>	17	20	14	<b>17</b>	0,6	0,7	0,7	<b>0,7</b>
<b>0,5</b>	22	23	22	<b>22</b>	21	20	19,4	<b>20</b>	0,7	0,6	0,5	<b>0,6</b>
<b>4</b>	17	16	17	<b>17</b>	16	16	12	<b>15</b>	0,6	0,5	0,6	<b>0,6</b>
<b>8</b>	12	15	16	<b>15</b>	14	15	11	<b>13</b>	0,5	0,7	0,8	<b>0,7</b>

**Сравнительные показатели морфологических признаков ячменя ярового Зазерского  
85 (31.10.2012 г – 2 проба)**

	Высота растений (см)			Сред. значен	Длина листьев (см)			Сред. значен	Ширина листьев (см)			Сред. значен
	1	2	3		1	2	3		1	2	3	
<b>К</b>	11	12	12	<b>12</b>	8	11	10,3	<b>10</b>	0,5	0,5	0,5	<b>0,5</b>
<b>0,5</b>	9,4	11	12	<b>11</b>	10	9	9	<b>9</b>	0,7	0,8	0,8	<b>0,8</b>
<b>4</b>	8	10	12	<b>10</b>	8	8	7	<b>8</b>	0,3	0,4	0,25	<b>0,3</b>
<b>8</b>	8	11,5	13	<b>11</b>	11	9	8	<b>9</b>	0,5	0,7	0,6	<b>0,5</b>

«Влияние нефтяного загрязнения почвы на морфофизиологические показатели растений гороха и  
ячменя»

Ученица 10 класса М.Ю., 2013 год

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа № 6»

*ПРИЛОЖЕНИЕ 4*

**Сравнительные показатели морфологических признаков гороха сахарного  
(11.10.2012 г – 1 проба)**

	Высота растений (см)			Сред. значен	Длина листьев (см)			Сред. значен	Ширина листьев (см)			Сред. значен
	1	2	3		1	2	3		1	2	3	
<b>К</b>	11	13	12	<b>13</b>	0,9	1,6	1,0	<b>1,0</b>	1,5	1,7	1,2	<b>1,5</b>
<b>0,5</b>	11	11	10	<b>11</b>	0,7	0,9	1,1	<b>0,9</b>	0,9	1,3	0,8	<b>1</b>
<b>4</b>	9	11,5	10	<b>10</b>	0,9	0,8	0,9	<b>0,9</b>	0,8	1	1,2	<b>1</b>
<b>8</b>	5	4,9	3,7	<b>5</b>	0,3	0,3	0,3	<b>0,3</b>	0,4	0,4	0,4	<b>0,4</b>

**Сравнительные показатели морфологических признаков гороха сахарного  
(31.10.2012 г – 2 проба)**

	Высота растений (см)			Сред. значен	Длина листьев (см)			Сред. значен	Ширина листьев (см)			Сред. значен
	1	2	3		1	2	3		1	2	3	
<b>К</b>	8	10	6	<b>8</b>	1,2	1,2	1,4	<b>1,3</b>	0,4	0,7	0,8	<b>0,6</b>
<b>0,5</b>	10	10	9	<b>10</b>	1,0	0,9	1,1	<b>1</b>	0,4	0,5	0,6	<b>0,5</b>
<b>4</b>	11	7	9	<b>9</b>	0,9	0,7	0,5	<b>0,8</b>	0,4	0,7	0,6	<b>0,5</b>
<b>8</b>	10	12	11	<b>12</b>	1,1	0,8	0,7	<b>0,9</b>	0,9	0,9	1,2	<b>1,0</b>



«Влияние нефтяного загрязнения почвы на морфофизиологические показатели растений гороха и  
ячменя»

Ученица 10 класса М.Ю., 2013 год

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа № 6»

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

**Характеристика корневой системы ячменя ярового Зазерского 85.**

**Степень ветвления:**

0 – очень низкая степень ветвления

0,5 – низкая степень ветвления

1 - средняя степень ветвления

1,5 – высокая степень ветвления

2 – очень высокая степень ветвления

	Объем корня (мл)			Сред нее значе ние (мл)	Длина главного корня(см)			Средн ее значен ие (см)	Степень ветвления (высокая, средняя, низкая)			Средне ее значен ие
	1	2	3		1	2	3		1	2	3	
Контроль	1,5	0,1	0,2	<b>0,6</b>	10	7,5	8	<b>8,5</b>	1	1	0,5	<b>0,83</b>
0,5% конц	1	1	0,2	<b>0,73</b>	11,5	9	14,5	<b>11,7</b>	1,5	1	0,5	<b>1</b>
4% конц	0,5	1,5	0,1	<b>0,7</b>	10	10,8	11	<b>10,6</b>	1	1	0,5	<b>0,83</b>
8% конц	0,5	1	0,05	<b>0,52</b>	12,5	9,5	9,5	<b>10,5</b>	1	1	0,5	<b>0,83</b>

«Влияние нефтяного загрязнения почвы на морфофизиологические показатели растений гороха и ячменя»

Ученица 10 класса М.Ю., 2013 год

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа № 6»

*ПРИЛОЖЕНИЕ 6*

**Характеристика корневой системы гороха сахарного.**

	Объем корня (мл)			Средне ее значени е (мл)	Длина корневой системы (см)			Средн ее значени е (см)	Степень ветвления (высокая, средняя, низкая)			Средне ее значени е
	1	2	3		1	2	3		1	2	3	
Контр оль	0,3	0,2	0,1	<b>0,2</b>	12	9	6	<b>9</b>	1	1	0,5	<b>0,83</b>
0,5% конц	0,3	0,2	0,1	<b>0,2</b>	11	11	5	<b>9</b>	1,5	1,5	0,5	<b>1,17</b>
4% конц	0,2	0,04	0,2	<b>0,15</b>	10	8	5	<b>7,67</b>	0,5	0,5	0,5	<b>0,5</b>
8% конц	0,07	0,05	0,07	<b>0,06</b>	6	5	3	<b>4,67</b>	0	0,5	0,5	<b>0,33</b>

«Влияние нефтяного загрязнения почвы на морфофизиологические показатели растений гороха и ячменя»

Ученица 10 класса М.Ю., 2013 год

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа № 6»

*ПРИЛОЖЕНИЕ 7*

**Показатели массы листьев ячменя ярового Зазерского 85 в соответствии с методикой.**

	Интенсивность транспирации(г) на 1 см2								
	Время суток(часы)								
	10 часов			14 часов			16 часов		
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	M	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	M	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	M
контроль	200 млгр	200 млгр	0	400 млгр	300 млгр	100	350 млгр	350 млгр	0
0,5 %конц	320 млгр	300 млгр	20	410 млгр	300 млгр	110	360 млгр	300 млгр	60
4% конц	90 млгр	80 млгр	10	410 млгр	400 млгр	-10	270 млгр	250 млгр	20
8% конц	100 млгр	90 млгр	10	210 млгр	200 млгр	-10	110 млгр	100 млгр	10

P<sub>1</sub> – первичная масса листовой пластинки

P<sub>2</sub> – масса листовой пластинки через 4-5 минут

S (см<sup>2</sup>) – площадь листьев данного варианта

**Показатели площади листьев ячменя ярового Зазерского 85 в соответствии с методикой.**

	10.00 час	S (см <sup>2</sup> )	14.00 час	S (см <sup>2</sup> )	16.00 час	S (см <sup>2</sup> )
контроль	60 млгр	<b>7,5</b>	100млгр	<b>12,5</b>	110 млгр	<b>13,8</b>
0,5% конц	110 млгр	<b>13,8</b>	150 млгр	<b>18,8</b>	110 млгр	<b>13,8</b>
4% конц	40 млгр	<b>5</b>	120 млгр	<b>15</b>	90 млгр	<b>11,3</b>
8% конц	30 млгр	<b>3,8</b>	100 млгр	<b>12,5</b>	70 млгр	<b>8,8</b>

«Влияние нефтяного загрязнения почвы на морфофизиологические показатели растений гороха и  
ячменя»

Ученица 10 класса М.Ю., 2013 год

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа № 6»

*ПРИЛОЖЕНИЕ 8*

**Показатели массы листьев гороха сахарного в соответствии с методикой.**

	Интенсивность транспирации(г) на 1 см <sup>2</sup>								
	Время суток(часы)								
	10 часов			14 часов			16 часов		
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	M	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	M	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	M
контроль	600 млгр	500 млгр	<b>100</b>	1020 млгр	1060 млгр	<b>40</b>	470 млгр	400 млгр	<b>70</b>
0,5 %конц	500 млгр	500 млгр	<b>0</b>	1200 млгр	1150 млгр	<b>50</b>	200 млгр	150 млгр	<b>50</b>
4% конц	350 млгр	320 млгр	<b>30</b>	410 млгр	300 млгр	<b>110</b>	350 млгр	320 млгр	<b>30</b>
8% конц	150 млгр	100 млгр	<b>50</b>	210 млгр	200 млгр	<b>10</b>	50 млгр	50 млгр	<b>0</b>

**Показатели площади листьев гороха сахарного в соответствии с методикой.**

	10.00 час	S (см <sup>2</sup> )	14.00 час	S (см <sup>2</sup> )	16.00 час	S (см <sup>2</sup> )
контроль	50млгр	<b>6,3</b>	180млгр	<b>225</b>	100млгр	<b>12,5</b>
0,5% конц	20	<b>2,5</b>	200млгр	<b>25</b>	120млгр	<b>15</b>
4% конц	30млгр	<b>3,8</b>	0,2млгр	<b>0,025</b>	100млгр	<b>12,5</b>
8% конц	0,5млгр	<b>0,63</b>	0,8млгр	<b>0,1</b>	20млгр	<b>2,5</b>

«Влияние нефтяного загрязнения почвы на морфофизиологические показатели растений гороха и ячменя»

Ученица 10 класса М.Ю., 2013 год

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа № 6»

*ПРИЛОЖЕНИЕ 9*

1. Закладка опыта: посев семян гороха сахарного и ячменя ярового



2. Полив растений разной концентрацией нефтяного загрязнения.



3. Начало кропотливой работы: взвешивание, определение массы, объема и т.д.

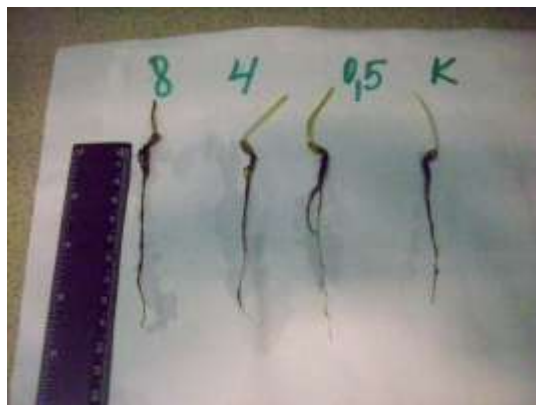


«Влияние нефтяного загрязнения почвы на морфофизиологические показатели растений гороха и ячменя»

Ученица 10 класса М.Ю., 2013 год

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа № 6»

4. Выявление закономерностей.



10. Закладка второй пробы эксперимента.



11. Работа в соответствии с методиками: определение кислотности почвы, объема корневой системы.



«Влияние нефтяного загрязнения почвы на морфофизиологические показатели растений гороха и ячменя»

Ученица 10 класса М.Ю., 2013 год

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа № 6»

12. Работа по методике Молиша – только в вытяжном шкафу.



«Влияние нефтяного загрязнения почвы на морфофизиологические показатели растений гороха и  
ячменя»

Ученица 10 класса М.Ю., 2013 год

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение

«Средняя общеобразовательная школа № 6»