

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

*Евгения Владимировна ДОНЕЦ —
ст. преподаватель кафедры экологии
и природопользования*

*Аркадий Иванович ГРИГОРЬЕВ —
профессор кафедры экологии
и природопользования,
доктор биологических наук*

Омский государственный педагогический университет

УДК 630. 581. 522.4: 634.956.2: 578.083 (571.13)

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН ХВОЙНЫХ ВИДОВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

АННОТАЦИЯ. Изучено влияние нефтяного загрязнения на прорастание семян и рост проростков хвойных видов древесных растений. В диапазоне до 1 мг/л проявился стимулирующий эффект, при более высоких концентрациях наблюдалось угнетение роста и развития всходов.

The influence of oil pollution upon germination of seeds and growth of germs of coniferous wood species is investigated in the laboratory environment. In the range till 1 mg per liter the oil stimulant effect has revealed and growth-inhibiting processes have been discovered with higher levels of concentration.

Введение

Вопросы охраны окружающей среды при освоении нефтегазовых месторождений приобретают в последнее время особую остроту в связи с расширением масштабов и увеличением объемов добычи углеводородного сырья. Предприятия отраслей нефтяного энергетического комплекса оказывают значительное техногенное воздействие на окружающую среду. Последствия такого воздействия нередко проявляются на значительных расстояниях от источника загрязнения.

Активное развитие нефтегазового комплекса Омской области в последнее десятилетие вовлекло в хозяйственную деятельность на огромных пространствах лесные экосистемы в подзоне южной тайги.

В Тарском районе (северо-восток Омской области) на Западно-Крапивинском месторождении, расположенном в бассейне р. Ягыл-Ях, ведется активная нефте-

добыча. Характерной особенностью нефти на данном месторождении является то, что нефть имеет 3-4% парафина, 8-9% смол, малосернистая (0,05-0,37%), нефтеароматического и ароматического типа, с высоким содержанием светлых фракций (бензиновые, керосиновые) и бедны гетеросоединениями, относятся к легким нефтям (0,79-0,87 г/см³). Извлекаемые запасы составляют приблизительно 20 млн тонн.

Степень сохранения лесных экосистем в нефтезагрязненных территориях в этом случае во многом будет определяться успешностью прохождения лесовозобновительных процессов доминантных видов.

В соответствии с целями и задачами биогеоценологических исследований по А. И. Уткину (1974) в районе наших исследований с особым вниманием следует проводить анализ лесовозобновительного процесса, так как это позволит выявить негативные изменения на более ранних стадиях развития лесных экосистем.

Однако закономерности динамики экосистем в условиях нефтяного загрязнения в подзоне южной тайги Западной Сибири почти не изучены. Знание их является непременным условием для составления научно обоснованного прогноза восстановления экосистем после прекращения техногенного воздействия, который должен предшествовать проведению мероприятий по рекультивации и других мер по охране природы. Одним из путей решения рассматриваемой проблемы является внедрение в систему экологического мониторинга методов биогеоценологического исследования экосистем.

Одним из наиболее важных этапов хода естественного возобновления хвойных видов древесных растений является прорастание семян. В свою очередь в природных условиях данный физиологический процесс и его интенсивность определяются качеством семян, условиями увлажнения и степенью водной насыщенности элементами минерального питания, токсическими веществами, растворенными в почвенном растворе. Подавлять прорастание семян могут многие химические вещества: от сложных (полипептиды) до простых (хлористое железо).

В отношении влияния нефти на прорастание семян в литературе имеются противоречивые сведения. Одни авторы считают, что нефть не влияет на прорастание семян растений [15], тогда как по наблюдениям других исследователей нефть оказывает благоприятное влияние на прорастание семян и рост всходов. Так, по данным А. А. Даниловой (1967) гетероауксин и нефтяное ростовое вещество повысили энергию прорастания у сосны на 5-8%, у ели — на 6-8%, лиственницы на 8-10%. Позднее А. А. Данилова (1972) установила, что замачивание семян сосны обыкновенной, ели обыкновенной и лиственницы сибирской в нефтяном ростовом веществе в концентрации 0,003% в течение 10-12 часов повысило техническую всхожесть и энергию прорастания на 10-14% у сосны и ели, а у лиственницы — на 5-10%. При этом было выявлено в среднем ускорение прорастания семян у сосны на 2,0 дня, у ели — на 1,8 и у лиственницы — на 1,9. Д. А. Комиссаров (1962) и А. Н. Гюльхамедова (1956) считают, что нефтяное ростовое вещество оказывает благоприятное воздействие на рост как лиственных, так и хвойных древесных растений. В экспериментах большинства следующих исследователей [1; 2; 5; 16] прорастание семян резко падало. Так, В. М. Невзоров (1976) отмечает, что разлитая по поверхности связной дерново-боровой почвы нефть в количестве 4-18 л/м² делает ее не пригодной для прорастания семян сосны и трав на срок не менее 5 лет. Такое влияние нефти на семена объясняется не только токсичностью нефти, но и приобретением почвой

гидрофобных свойств. Это предположение подтверждается тем, что жизнеспособность семян, пролежавших 2-3 месяца и даже перезимовавших в загрязненной почве, сохраняется. Ж. М. Бейкер (Baker, 1971) указывает, что загрязнение семян зимой снижает их всхожесть весной. М. З. Гайнутдинов и др. (1979, 1982) отмечают прямое фитотоксичное влияние нефти на семена растений. По данным этих авторов, снижение всхожести наблюдается даже при выдерживании семян в воздухе, насыщенном легкими фракциями нефти. Например, В. В. Митчелл и др. (1979) указывают, что нефть в концентрации 13,5% полностью задерживала прорастание семян ячменя, при концентрации ниже 7,5% семена прорастали, но всходы были низкорослыми. По данным Н. Г. Захарова и И. Б. Ревута (1954), нефть оказывает отрицательное влияние на рост, метаболизм и развитие растений, а также на молодые проростки, подавляет рост надземных и подземных частей растений, в значительной степени задерживает начало цветения. По данным П. В. Бланкеншипа и Р. А. Ларсона [15], загрязненные нефтью цветки редко образуют семена.

Целью исследования являлось изучение влияния нефтяного загрязнения на динамику прорастания семян хвойных видов древесных растений (сосны обыкновенной, лиственницы сибирской и ели сибирской) и длину проростков в лабораторных условиях.

В соответствии с целями исследования были поставлены следующие задачи:

1. Определить эффект воздействия нефтяного загрязнения на динамику прорастания семян хвойных видов древесных растений.
2. Выявить степень влияния нефтяного загрязнения на динамику проростков изученных видов.
3. Установить особенности в устойчивости исследованных видов древесных растений к различным уровням нефтяного загрязнения в фазе прорастания семян и начала роста проростков.

Экспериментальная часть

Объектом исследования являлось лабораторное изучение влияния нефтяного загрязнения на всхожесть семян доминантных видов лесных экосистем подзоны южной тайги Западной Сибири в пределах Омской области: ель сибирская (*Picea obovata* L.), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) и лиственница сибирская (*Larix sibirica* L.).

Для закладки опыта были использованы семена ели сибирской, сосны обыкновенной и лиственницы сибирской I и II класса качества, собранные за январь-февраль 2007 г. в Тарском районе (северо-восток Омской обл.), в древостоях, расположенных на территории Западно-Крапивинского месторождения.

В работе была использована сырая нефть с Западно-Крапивинского месторождения, имеющая следующие показатели: содержание легкой фракции 50-55%, серы (0,05-0,37%), парафина (3-4%), смол (8-9%); удельный вес (0,85 г см³).

Лабораторный опыт по изучению всхожести семян хвойных видов древесных растений (сосны обыкновенной, ели сибирской, лиственницы сибирской) проводился в трехкратной повторности с раскладкой на фильтровальной бумаге в чашках Петри с закрытыми крышками по 100 штук семян в каждой повторности, в соответствии с ГОСТ 13056.6-97.

Концентрация нефти в вариантах опыта составляла, в мг/л: 0,1; 1,00; 10,00; 15,00; 20,00; 25,00. В качестве контроля использовалась водопроводная вода, которая использовалась для растворения сырой нефти в вариантах опыта.

Перед закладкой опыта проводилось замачивание семян в течение суток в водопроводной воде при комнатной температуре (20°C). Подсчет количества

всхожих семян проводился ежедневно. Продолжительность опыта составляла 15 суток. В период опыта во всех вариантах чашки Петри увлажнялись растворами соответствующей концентрации нефти, принятой в вариантах опыта. По завершении опыта были проведены замеры длины проростков. Материалы исследования были подвергнуты графо-аналитическому и статистическому методам анализов. Сравнение вариантов опыта проводилось с использованием критериев Стьюдента.

Результаты и их обсуждение

По результатам проращивания семян хвойных видов древесных растений при различной концентрации нефтяного загрязнения можно отметить следующие закономерности. Так, при слабых концентрациях до 1 мг/л наблюдается стимулирующий эффект на величину всхожести. У лиственницы сибирской максимально на 18,3% (вариант II), у ели сибирской — на 15,3% (вариант I), а у сосны обыкновенной реакция оказалась нейтральной.

При более высоких концентрациях нефти (10 мг/л и более) всхожесть семян ели и сосны за период опыта резко снизилась, тогда как у лиственницы аналогичное снижение наблюдалось при более высоком уровне нефтяного загрязнения (20 мг/л и более). Одним из важных показателей адаптационных возможностей семян является энергия прорастания на седьмой день проращивания. В этом плане наибольший стимулирующий эффект нефти проявился у лиственницы и у ели при концентрации 0,1 мг/л (вариант I). У последнего вида тенденция более интенсивного прорастания сохранилась при концентрации 1 мг/л (вариант II). У лиственницы такое свойство сохранялось даже при концентрации 15 мг/л, вместе с этим у сосны при рассмотрении энергии прорастания на седьмой день стимулирующий эффект не проявился. В данном случае можно отметить, что у сосны за счет более интенсивного прорастания семян в период эксперимента стимулирующий эффект проявился на более раннем сроке проращивания (на 3 сутки), чем у ели и лиственницы. У последних двух видов аналогичный эффект стимуляции нефтью скорости прорастания заметно отразился на пятый день опыта, соответственно у ели — на 17,7%, и у лиственницы — на 19% по сравнению с контролем.

При завершении эксперимента были проведены замеры длины проростков, которые позволили выявить особенности реакции проростков у изученных видов хвойных растений на различные уровни нефтяного загрязнения.

По данным таблицы 4 можно отметить, что наиболее положительное влияние на рост проростков оказалось при концентрации 1 мг/л (вариант II), при этом достоверность различий с контролем является существенной у всех видов при 1%-ном уровне значимости критерий Стьюдента ($t_{\text{факт.}} > t_{\text{теор.}}$).

Достоверный эффект стимуляции роста проростков у данных видов наблюдался даже при концентрации 0,1 мг/л (вариант I), у лиственницы и сосны ($t_{\text{факт.}} > t_{01}$), а у ели ($t_{\text{факт.}} > t_{05}$).

При этом по росту проростков у лиственницы наблюдалась повышенная резистентность к нефтяному загрязнению, это проявилось в более интенсивном их росте даже при концентрации 15 мг/л (вариант IV) по сравнению с контролем.

Особенностью в сроках продолжительности прорастания семян изученных видов древесных растений является более растянутый период прорастания у лиственницы сибирской и самый сжатый — у сосны обыкновенной, ель занимает промежуточное положение.

Общей закономерностью для всех видов является сокращение периода прорастания семян с увеличением концентрации сырой нефти в вариантах опыта. Наиболее выраженное отрицательное влияние нефти на продолжительность прорастания семян обнаружилось у лиственницы.

Таблица 1

Динамика прорастания семян сосны обыкновенной при различных уровнях нефтяного загрязнения, в %

Варианты опыта	Концентрация, мг/л	Дни прорастания							
		2	3	4	5	6	7	8	9
I	0,1		30,66	74,66	90,00	92,00	93,33	94,33	95,00
II	1,0		29,66	66,00	91,00	93,00			
III	10,0		14,33	64,00	73,66	78,66			
IV	15,0	4,00	13,33	21,00	63,33	74,33			
V	20,0		5,33	18,00	29,66				
VI	25,0		5,00	9,00	14,66	19,66			
VII	Контроль		24,33	70,33	89,66	92,66	94,33	94,66	

Таблица 2

Динамика прорастания семян лиственницы сибирской при различных уровнях нефтяного загрязнения, в %

Варианты опыта	Концентрация, мг/л	Дни прорастания													
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
I	0,1	4,67	6,33	15,33	40,67	54,67	59,33	65,33	69,00						
II	1,0				27,66	38,00	42,33	48,00	50,33	53,00	53,33	55,66	63,00	67,33	73,66
III	10,0			17,00	26,33	43,33	48,66	51,33	53,66	56,00	57,66	59,33			
IV	15,0			4,33	18,33	39,66	42,00	46,33	49,00	51,00	53,00	54,33			
V	20,0				9,66	14,66	17,33	20,00	21,66	23,00	24,66	25,66			
VI	25,0			3,66											
VII	Контроль	13,66	17,33	20,00	29,66	32,00	33,00	33,66	42,66	44,66	48,00	50,66	53,00	54,66	55,33

Таблица 3

Динамика прорастания семян ели сибирской при различных уровнях нефтяного загрязнения, в %

Варианты опыта	Концентрация, мг/л	Дни прорастания										
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	0,1		25,33	57,66	70,33	79,33	85,33	89,33	91,33			
II	1,0		27,33	63,00	76,00	81,67	87,00	90,00				
III	10,0		13,00	30,33	45,33	50,66	56,00	60,33				
IV	15,0	5,33	14,00	25,00	39,00							
V	20,0			7,00	12,33	15,33						
VI	25,0			10,66	14,33							
VII	Контроль	15,66	36,33	45,33	52,66	58,33	63,00	66,00	69,00	72,66	74,66	76,00

Таблица 4

Длина проростков семян хвойных видов древесных растений на 15^й день прорастания

Варианты опыта*	Виды древесных растений								
	Сосна обыкновенная			Лиственница сибирская			Ель сибирская		
	Длина проростков, в см.	Число проростков семян, в шт.	Всхожесть, в %	Длина проростков, в см.	Число проростков семян, в шт.	Всхожесть, в %	Длина проростков, в см.	Число проростков семян, в шт.	Всхожесть, в %
I	*** 4,61±0,07	285	95,00	*** 3,54±0,06	207	69,00	** 6,00±0,06	274	91,33
II	*** 4,73±0,07	279	93,00	*** 4,04±0,06	221	73,66	*** 6,57±0,07	270	90,00
III	4,09±0,06	236	78,66	*** 3,47±0,06	178	59,33	3,67±0,07	181	60,33
IV	3,45±0,06	223	74,33	*** 3,44±0,04	163	54,33	2,60±0,06	46	15,33
V	1,66±0,05	89	29,66	2,39±0,04	77	25,66	1,43±0,04	118	39,33
VI	0,55±0,01	59	19,66	1,6±0,03	11	3,66	0,6±0,01	43	14,33
VII	4,17±0,07	284	94,66	3,19±0,06	166	55,33	5,17±0,09	228	76,00

* Варианты опыта соответствуют номерам вариантов опыта в табл. 1, 2 и 3.

** P<0,05;

*** P<0,01.

Выводы

1. Выявлен стимулирующий эффект нефти на скорость прорастания и длину проростков семян сосны, ели и лиственницы при концентрациях до 1 мг/л.

2. Ингибирующий эффект на процесс прорастания и рост проростков изученных видов древесных растений проявился у ели при концентрации нефти 10 мг/л, у сосны — при 15 мг/л и у лиственницы — при 20 мг/л.

3. Наиболее высокая положительная реакция на низкие концентрации нефти (до 1 мг/л) проявилась у семян лиственницы сибирской — по энергии прорастания и длины проростков. В целом можно считать, что семена лиственницы в изученном интервале концентрации содержания нефти проявили более высокие адаптационные возможности, наименьшая степень устойчивости отмечается у ели, промежуточное положение занимает сосна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдуев М. Р., Аскеров А. О. Рекультивация нефтезагрязненных земель в Азербайджане // Вестн. с.-х. науки. 1979. № 1. С. 57-61.
2. Алиев С. А., Гвозденко Д. В., Бабаев М. П., Гаджаев Д. А. Рекомендации по рекультивации нефтезагрязненных земель. Баку: Элм, 1981. 26 с.
3. Гайнутдинов М. З., Гайсин И. А., Храмов И. Т., Гилязов М. Ю. О токсичности нефти // Всесоюз. науч.-техн. конф. «Проб. разраб. автоматизир. систем наблюдения, контроля и оценки состояния окружающей среды». Казань, 1979. С. 141-143.
4. Гайнутдинов М. З., Храмов И. Т., Гилязов М. Ю. Влияние нефтяного загрязнения почвы на ее плодородие // Тез. докл. X науч. конф. почвоведов, агрохимиков и земледельцев Южного Урала и Поволжья. Уфа, 1982. С. 232-233.
5. Гусейнов Д. М., Гвозденко Д. В. Опыты по рекультивации нефтезагрязненных земель, расположенных на окраинах г. Баку // Тез. докл. X науч. сессии. Баку, 1973. С. 84-86.

6. Гюльхамедов А. Н. Влияние ростового вещества нефтяного происхождения на рост и развитие некоторых многолетних растений. // Доклады АН АзССР. Т. XII. № 6. 1956.
7. Данилова А. А. Влияние стимуляторов роста на подготовку семян и выращивание сеянцев древесных пород // Тез. докл. к науч.-технич. конф. по итогам научно-исследовательских работ за 1966 год. Йошкар-Ола: ПЛТИ, 1967. С. 117-118.
8. Данилова А. А. Влияние предпосевной подготовки на качество семян и выход сеянцев // Науч. раб. кафедр лесохозяйственного факультета. Сб. тр. № 59. Вып. 3. Йошкар-Ола: МПИ, 1972. С. 96-103.
9. Захаров Н. Г., Ревут И. Б. Закрепление подвижных песков при помощи битумной эмульсии // Пустыни СССР и их освоение. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954. Вып. 2. 361 с.
10. Комиссаров Д. А., Штейнвольф Л. П. Влияние нефтяного стимулятора роста на древесные растения // Лесное хозяйство. 1962. № 7.
11. Невзоров В. М. О вредном воздействии нефти на почву и растения // Изв. вузов. Лесн. журн. 1976. № 2. С. 164-165.
12. Уткин А. И. Изучение лесных биогеоценозов / Программа и методика биогеоэкологических исследований. Отв. ред. Н. В. Дылис. М.: Наука, 1974. С. 281-317.
13. Baker J. M. Seasonal effects of oil pollution on salt marst vegetation // Oikos. 1971a. Vol. 22. № 1. P. 106-110.
14. Baker J. M. Comparative toxicities of oils, oil fraction and emulsifiers // The ecological effects of oil pollution on littoral communities. L.: Inst. of Petrol. 1971b. P. 78-87.
15. Blankenship D. W., Larson R. A. Plant growth inhibition by the water extract of a crude oil // Water, Air and Soil Pollut. 1978. Vol. 10, № 4. P. 471-472.
16. Mitchel W. W., Lounachan T. E., Mikendrick J. D. Effects of tillage and fertilization on persistence of crudt oil contamination in an Alaskan soil // J. environ. quality. 1979. Vol. 8. P. 525-532.

Владимир Викторович ДЬЯЧЕНКО —
профессор кафедры государственного
и муниципального управления,
доктор географических наук

Елена Александровна ЛЯШЕНКО —
аспирант кафедры государственного
и муниципального управления

Дмитрий Юрьевич БУРГОНСКИЙ —
аспирант кафедры государственного
и муниципального управления

**Новороссийский политехнический институт
Кубанского государственного
технологического университета**

УДК 631.4: 502.76

ЭКОСИСТЕМНЫЕ ПРИНЦИПЫ НОРМИРОВАНИЯ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

АННОТАЦИЯ. Рассмотрены проблемы использования санитарно-гигиенических показателей при оценке состояния почв Краснодарского края. Для установления степени агрохимической трансформации почв в части подвижных форм тяжелых металлов предложено использование коэффициента индивидуальности (аномальности) ландшафтов.