

ми участках, численность раковинных амёб составила менее 1000 ± 100 экз. на 1 г абсолютно сухой почвы. В умеренно загрязнённых нефтепродуктами почвах — $1000 \dots 2000 \pm 100$ на 1 г абсолютно сухой почвы. В относительно чистых и чистых почвах более $2500 \dots 5000$ особей раковинных амёб на 1 г абсолютно сухой почвы.

Заключение

1. Полевые исследования фауны надпочвенных беспозвоночных животных на нефтезагрязнённых участках Советского месторождения Томской области показали уменьшение численности и видового разнообразия беспозвоночных животных с ростом концентрации нефтезагрязнения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карташев А.Г. Биоиндикация экологического состояния окружающей среды. — Томск: Изд-во «Водолей», 1999. — 192 с.
2. Гельцер Ю.Г., Корганова Г.А., Алексеев Д.А. Определитель почвообитающих раковинных амёб. — М.: Изд-во МГУ, 1995. — 88 с.
3. Гельцер Ю.Г., Корганова Г.А., Алексеев Д.А. Почвенные раковинные амёбы и методы их изучения. — М.: Изд-во МГУ, 1985. — 90 с.

2. Выявлен отряд раковинных амёб, численность и видовой состав которых существенно зависит от степени нефтезагрязнения: для сильно загрязнённых участков — 1000 ± 100 амёб на 1 г абсолютно сухой почвы; для умеренно загрязнённых — порядка 2000 ± 100 амёб) и для относительно чистых почв — $(2500 \dots 5000) \pm 200$ амёб.
3. Количество раковинных амёб, отнесенное на 1 г сухой почвы, в связи с повсеместной распространённостью этого вида амёб во всех видах почв Западной Сибири можно рассматривать в качестве универсального экологического критерия нефтезагрязнений и использовать при разработке нормативов допустимого остаточного содержания нефтепродуктов в почвах.

4. Бобров А.А. Эколого-географические закономерности распространения и структуры сообществ раковинных амёб (Protozoa: Testacea): Автореф. дис. ... д.б.н. — М., 1999. — 47 с.
5. Гельцер Ю.Г., Корганова Г.А. Адаптация простейших к жизни в почве и их индикационное значение // Почвенные простейшие. Протозология. Вып. 5. — Л.: Наука, 1980. — С. 36–51.

УДК 593.11:665.61

ВЛИЯНИЕ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ПОПУЛЯЦИЮ РАКОВИННЫХ АМЁБ

А.Г. Карташев, Т.В. Смолина

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
E-mail: stv136@mail.ru

Исследовалось влияние нефтезагрязнения на численность и видовое разнообразие раковинных амёб в полевых и лабораторных условиях. В полевых условиях изучалось влияние остаточной концентрации нефтепродуктов в заболоченных участках торфяных почв на популяцию раковинных амёб. В модельных экспериментальных условиях изучалось влияние нефтезагрязнения концентрацией 10, 20, 30 мг/кг свежей почвы на природную популяцию раковинных амёб в течение 30 сут. В модельных экспериментальных и полевых условиях было установлено снижение численности и видового разнообразия раковинных амёб в зависимости от концентрации нефти в почве.

Раковинные амёбы (Testacea) являются непременными компонентами почвенных биоценозов. Раковинные амёбы могут использоваться как индикаторы физических и химических свойств почв: отмечается тесная связь структуры населения и динамики популяций со значениями pH, C/N, регистрируется зависимость тестаций от температуры почвы, осадков, испарения [1], изменение плотности и биомассы раковинных амёб от удобрения почвы азотом и фосфором [2] и после внесения гербицидов [3].

Раковинные амёбы относятся к одноклеточным животным, покрытым защитной раковиной, широко распространены в болотных системах Западной Сибири. Раковинные амёбы одна из немногих групп беспозвоночных, выживающих в условиях повышенной кислотности верховых и переходных болот [4].

Значительные количества органических соединений, поступающих в окружающую природную среду при освоении нефтегазовых ресурсов, приводят к тому, что данный вид загрязнения становится приоритетным для многих районов нефтедобычи. Также это характерно и для Западно-Сибирского региона. Наряду с аварийными ситуациями (выбросы из скважин, порывы нефтепроводов, разгерметизация резервуаров и т. п.), обуславливающих, как правило, значительные масштабы нефтезагрязнения окружающей среды, утечки органических поллютантов за пределы промплощадок происходят и при «нормальной» эксплуатации нефтепромысловых объектов.

Целью данной работы было исследование влияния нефтезагрязнения на популяцию раковинных амёб в полевых и лабораторных условиях.

Подсчет тестаций проводили прямым микроскопированием почвенной суспензии [5]. Видовой состав тестаций учитывали прямым микроскопированием водной суспензии почвы [5]. Описание родов проводили по стандартной методике [6].

Результаты и их обсуждение

Результаты полевых исследований численности амёб (количество экземпляров на 1 г свежей почвы) на Советском месторождении нефти в зависимости от остаточной концентрации нефтепродуктов в заболоченных участках торфяных почв представлены в табл. 1. Контролем служила незагрязненная почва.

Таблица. Численность (количество на 1 г сырой почвы) и видовой состав ракообразных амёб в зависимости от концентрации нефтепродуктов в почве

Концентрация нефти в почве, г/кг	Численность ракообразных амёб, шт. на 1 г свежей почвы	Количество видов ракообразных амёб	Количество нематод
Контроль	4 800 ± 80	20	400 ± 50
5 ± 2	2 530 ± 60	10	200 ± 30
15,4 ± 6	1 500 ± 70	6	100 ± 20
35 ± 7	800 ± 90	4	40 ± 5
174 ± 11	250 ± 90	2	0

Анализ данных, представленных в таблице, позволяет выявить зависимость увеличения численности ракообразных амёб с уменьшением концентрации нефтепродуктов в верхнем 10 см слое почвы.

Так, при концентрации 174 ± 11 г/кг нефтепродуктов в почвенном слое, количество ракообразных амёб составляет 250 ± 90 экз./г свежей почвы и представлено всего двумя, наиболее распространенными и устойчивыми к загрязнению видами: *Heleopera petricola*, *Centropyxis orbicularis*. Снижение концентрации нефтепродуктов в результате проведенных рекультивационных работ (15,4 ± 6 г/кг), приводит к значительному повышению численности *Testacea* (ракообразных амёб) до 1500 ± 70 экз./г свежей почвы и трехкратному увеличению видового разнообразия. К ранее перечисленным видам добавляются *Arcella discoides*, *Assulina muscorum*, *Cyclopixis eurystoma* и *Euglyphis laevis*. При концентрации нефтепродуктов, равной 5 ± 2 г/кг, количество ракообразных амёб составляет 2530 ± 60 на 1 г свежей почвы, число видов увеличивается до десяти и включает *Amphitrema*, *Arcella discoides*, *Assulina muscorum*, *Corythion dubium*, *Centropyxis orbicularis*, *Cyclopixis eurystoma*, *Heleopera petricola*, *Trigonopyxis arcuata*, *Euglyphis laevis*.

Следовательно, увеличение общего количества ракообразных амёб, сопровождается повышением видового разнообразия характерных для исследованного типа почв представителей. На контрольном участке, численность ракообразных амёб составила 4800 ± 80 экз. на 1 г сырой почвы с соответствующим увеличением видового разнообразия теста-

ций. Необходимо отметить, что снижение концентрации нефтепродуктов в почве сопровождается и появлением представителей класса нематод.

В лабораторных условиях также было проведено экспериментальное исследование численности ракообразных амёб в зависимости от концентрации нефти в почве. Контролем служила незагрязненная почва. Продолжительность эксперимента 30 сут. Опыты проводились при комнатной температуре +20 °С.

На рис. 1 представлено изменение численности ракообразных амёб при внесении различных концентраций нефти в почву.

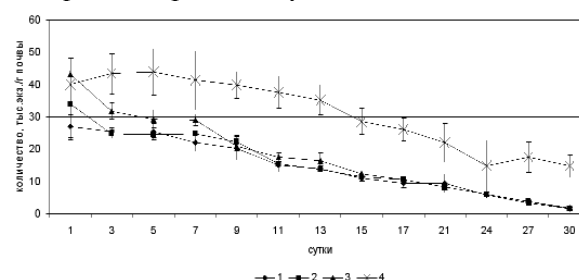


Рис. 1. Изменение численности ракообразных амёб в загрязненной и незагрязненной почве

При нефтезагрязнении почвы нефтью концентрацией 10 мг/кг происходит постепенное снижение численности ракообразных амёб до 1,5 тыс. экз./г на 30 сут, что значительно меньше по сравнению с незагрязненной почвой 14 тыс. экз./г. При загрязнении 20 и 30 мг/кг наблюдается значительное уменьшение численности на 3 сутки на 10...12 тыс. экз./г, после чего происходит снижение численности до 1,6...1,8 тыс. экз./г на 30 сут. Наблюдаемое снижение численности может быть обусловлено влиянием нефти на организм ракообразных амёб.

В контрольной кювете на 3 сут наблюдается увеличение численности ракообразных амёб до 43 тыс. экз./г, затем происходит постепенное снижение численности до 14 тыс. экз./г по сравнению с начальным значением. Наблюдаемое явление изменения численности может быть связано с изменением влажности почвы.

Углеводороды нефти, загрязняющие почву, изменяют не только численность, но и видовой состав. В ходе выполнения исследования были обнаружены представители 8 родов тестаций: *Plagiopyxis*, *Centropyxis* (2 вида), *Cyclopixis*, *Corytion*, *Euglyphis*, *Trinema*, *Arcella*, *Cyphoderia* (рис. 2).

Анализ данных, представленных на рис. 2, позволяет заметить снижение общего видового разнообразия в течение наблюдаемого периода. В контроле на 5 сут видовое разнообразие фиксировалось на уровне 9 видов, на 7 сут. произошло снижение числа видов до 8 видов, на 11...24 сут. отмечено постепенное снижение видового разнообразия до 5 видов и стабилизация на 24...30 сут. на уровне 5 видов.

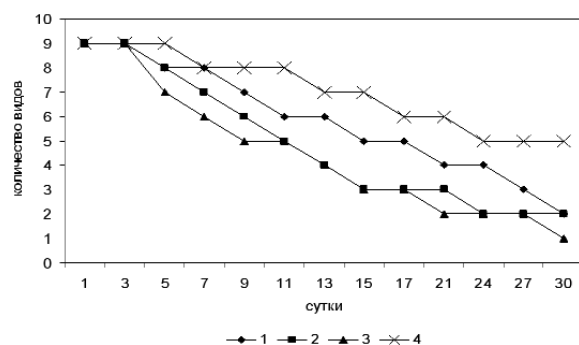


Рис. 2. Изменение видового разнообразия ракообразных амёб в загрязненной и незагрязненной почве: 1) при концентрации 10 мг нефти на кг почвы, 2) 20 мг нефти на кг почвы, 3) 30 мг нефти на кг почвы, 4) контроль

При загрязнении почвы нефтью 10 мг/кг на 3 сут. отмечалось 9 видов, с 3 до 30 сут. наблюдалось значительное снижение видового разнообразия до 2 видов. При загрязнении почвы нефтью 20 мг/кг с 3 до 15 сут. произошло постепенное снижение числа видов до 3, на 21 сут. видовое разнообразие фиксировалось на уровне 3 видов, на 24 сут. отмечено снижение и стабилизация на уровне 2 видов. При загрязнении почвы нефтью 30 мг/кг с 3 до 21 сут. произошло значительное снижение видового разнообразия до 2 видов, на 27 сут. — на уровне 2 видов, на 30 сут. отмечено снижение количества видов до 1 вида.

Таким образом, в загрязненной (при концентрациях 10, 20, 30 мг/кг) и незагрязненной почве в течение наблюдаемого периода произошло снижение видового разнообразия. Так, в загрязненной почве при концентрации 10 и 20 мг/кг в конце эксперимента преобладали ракообразные амёбы родов *Euglypha* и *Plagiopyxis*, при концентрации 30 мг/кг — *Plagiopyxis*, в незагрязненной почве — *Plagiopyxis*, *Centropyxis* (1 вид), *Cyclopyxis*, *Corytion*, *Euglypha*.

Следовательно, можно считать, что ракообразные амёбы родов *Euglypha* и *Plagiopyxis* наиболее устойчивые, а ракообразные амёбы родов *Centropyxis* (2 вида), *Cyclopyxis*, *Corytion*, *Trinema*, *Arcella*, *Cyphoderia* менее устойчивые.

Внесение различных концентраций нефти характеризуется общими изменениями в морфологической структуре ракообразных амёб в виде почернения раковинки, изменения ее формы.

В зоне высокого загрязнения, по нашим наблюдениям и исследованиям других авторов [1, 3, 4] ракообразные амёбы инцистируются, переходят в покоящуюся стадию и остаются, по существу, единственной группой беспозвоночных животных, способных оставаться живыми и увеличивать свою численность пропорционально снижению концентрации нефтепродуктов.

Выводы

1. Нефтезагрязнение различных концентраций вызывает существенные изменения численности и видового состава ракообразных амёб.
2. Снижение численности связано с изменением видового разнообразия, следовательно, остаются видоустойчивые организмы. Изменение видового разнообразия позволяет выделить наиболее устойчивые к нефтезагрязнению ракообразные амёбы родов *Heleopera*, *Centropyxis* и менее устойчивые — *Amphitrema*, *Arcella*, *Assulina*, *Corythion*, *Cyclopyxis*, *Trigonopyxis*, *Euglypha*.
3. Нефтезагрязнения различных концентраций вызывают легко регистрируемые морфологические изменения.
4. Снижение концентрации нефти в почве сопровождается увеличением количества представителей класса нематод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гельцер Ю.Г., Корганова Г.А., Алексеев Д.А. Почвенные ракообразные амёбы и методы их изучения. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985. — 79 с.
2. Michell E.A.D. Response of testate amoebae (Protozoa) to N and P fertilization in an Arctic wet sedge tundra // *Arct., Antarct., and Alp. Res.* — 2004. — № 1. — Р. 78-83.
3. Гельцер Ю.Г. Почвенные простейшие как тест для изучения биологически активных веществ // *Вестник Моск. ун-та. Сер. Биол. и почвовед.* — 1967. — № 2. — С. 31-39.
4. Бобров А.А. Эколого-географические закономерности распространения и структуры сообществ ракообразных амёб (Protozoa: Testacea): Автореф. дис. ... д.б.н. — М., 1999. — 47 с.
5. Гельцер Ю.Г. Методы изучения почвенных простейших // *Почвенные простейшие. Сер. Протозоология.* — 1980. — Вып. 5. — С. 154-165.
6. Гельцер Ю.Г., Корганова Г.А., Алексеев Д.А. Практическое руководство по идентификации почвенных тестаций. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985. — 81 с.