



УДК 631.427

СОСТОЯНИЕ МИКРОБНОГО КОМПЛЕКСА ПОЧВ ПРИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИИ

© С. Ю. ШАРКОВА, Е. А. ПОЛЯНСКОВА, Е. А. ПАРФЕНОВА

Пензенская государственная технологическая академия,

кафедра биотехнологии и техносферной безопасности

e-mail: s_sharkova@mail.ru

Шаркова С. Ю., Полянская Е. А., Парфенова Е. А. – Состояние микробного комплекса почв при нефтезагрязнении // Известия ПГПУ им. В.Г. Белинского. 2011. № 25. С. 614–617. – Изучено влияние различных уровней загрязнения нефтью на численность основных групп микроорганизмов и качественный состав почвенной микрофлоры. Показано, что численность микроорганизмов в исследованных группах отражает степень воздействия разных уровней нефтезагрязнения, влияющих на разные биохимические процессы в почве и в первую очередь, на трансформацию и использование разных форм азота. Сделан вывод, что загрязнение нефтью вызывает ухудшение азотного режима и обеспечение растений азотным питанием.

Ключевые слова: почва, загрязнение нефтью, микробный комплекс, азотный режим.

Sharkova S. U., Polyanskova E. A., Parfenova E. A. – Condition of the microbic complex of soils at oil pollution // Izv. Penz. gos. pedagog. univ. im. V.G. Belinskogo. 2011. № 25. P. 614–617. – Influence of various levels of oil pollution on the number of the basic groups of microorganisms and qualitative composition of soil microflora is studied. It is shown that number of microorganisms in the investigated groups reflects degree of impact of different levels of the oil pollution influencing different biochemical processes in soil and in the first place, on transformation and use of different forms of nitrogen. Concluded that oil pollution causes a deterioration of the nitrogen regime and maintenance of plants with a nitrogen nutrition.

Keywords: soil, oil pollution, microbic complex, nitrogen regime.

Нефтяное загрязнение создает новую экологическую обстановку, что приводит к глубокому изменению всех звеньев естественных биоценозов или их полной трансформации [8]. Общая особенность всех нефтезагрязненных почв – изменение численности и ограничение видового разнообразия педобионтов (почвенной мезо-, микрофауны и микрофлоры).

Для микрофлоры почвы нефть выступает, с одной стороны, как источник углерода, с другой – как загрязняющее вещество с токсическими свойствами [3, 7]. Присутствие нефти в почве может, как стимулировать размножение и развитие микроорганизмов, так и угнетать их.

В работах ряда исследователей влияния загрязнения нефтью и нефтепродуктами на микробную систему почв зафиксировано изменение численности и состава почвенных микроорганизмов. Отмечено увеличение численности аммонифицирующих, азотфиксирующих, денитрифицирующих, бактерий, микромицетов, и уменьшение численности нитрифицирующих бактерий и актиномицетов [2, 3, 4, 7].

При поступлении в почву нефти и нефтепродуктов в процесс их трансформации включаются микроорганизмы, которые должны привести систему почвы в состояние равновесия [1]. Изменения, происходя-

щие с микрофлорой почвы, можно использовать в биомониторинге и биоиндикации нефтяного загрязнения. Изменение в микробном населении почвы в ответ на возрастающие антропогенные нагрузки выражается в последовательной смене адаптивных зон. Поступление углеводов в почве вызывает кардинальную перестройку состава микробного сообщества, стимулируя развитие популяций перерабатывающих этот субстрат и потребляющих значительное количество азота [1, 3].

При небольших уровнях загрязнения значительное влияние оказывает наличие легкодоступных углеводов нефти, углерод которых используется для построения клеточных тел [4, 9].

Результаты исследований влияния нефтезагрязнения, в нашем эксперименте, на численность основных групп микроорганизмов и качественный состав микрофлоры (третьи сутки после загрязнения) представлены на рис. 1.

В загрязненных вариантах общая численность аммонифицирующих бактерий возрастала в 2–3 и даже более 5 раз. Численность спорообразующих бактерий увеличивалась в меньшей степени – не более чем в 2 раза. Численность актиномицетов значительно увеличилась от 1.5 до 20 раз. Численность микро-

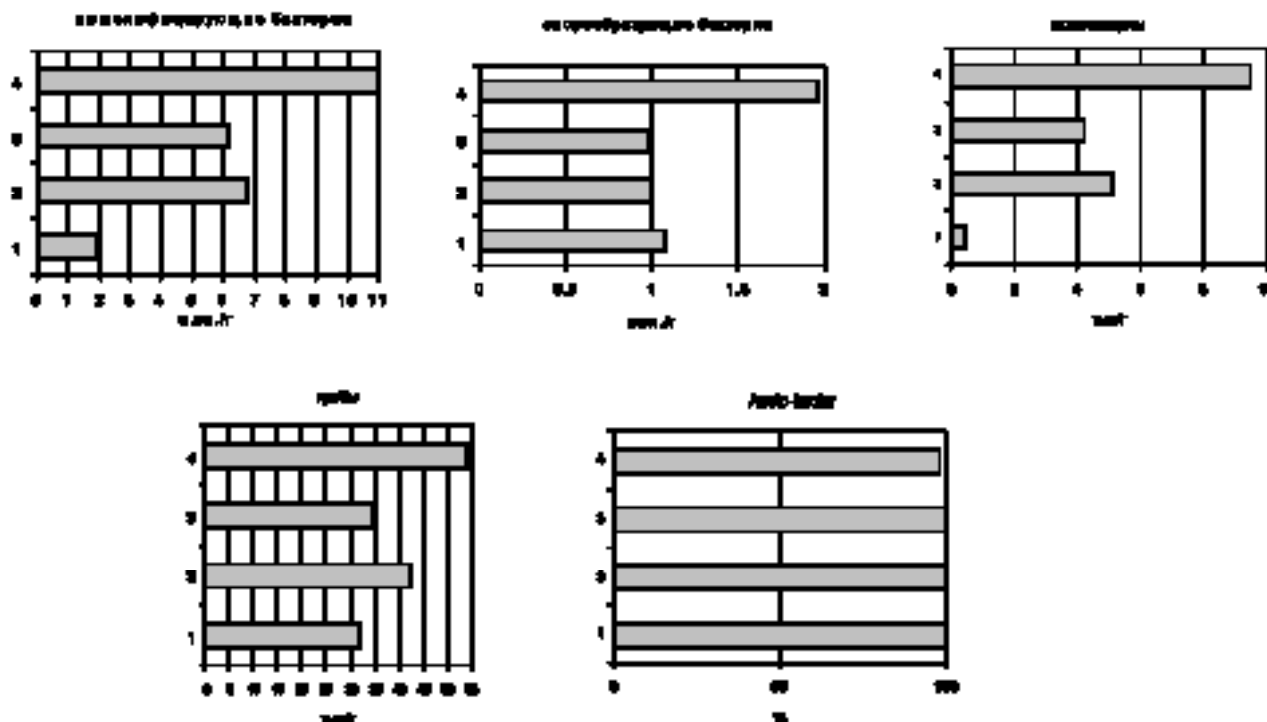


Рис. 1. Численность основных групп микроорганизмов в зависимости от уровня загрязнения (третьи сутки после загрязнения) (1 – контроль, без загрязнения, 2–5 л/м², 3–10 л/м², 4–20 л/м²)

скопических грибов только в одном варианте выросла более чем в 2 раза.

Основной причиной изменения численности микроорганизмов при загрязнении почвы нефтью является, по-видимому, поступление в почву дополнительного количества доступного микробам органического вещества. При этом чувствительные к нефти микроорганизмы погибают, а устойчивые формы активно развиваются, давая скачок численности. Снижение численности микроорганизмов, вероятно, обусловлено наличием в составе загрязняющих веществ толуола, бензола, ксилола, нафталина, ТМ и ряда других токсичных для микроорганизмов соединений.

Численность аммонифицирующих бактерий в эксперименте при загрязнении чернозема нефтью возрастала в большей степени, чем микромицетов, но в меньшей степени, чем актиномицетов. Бактерии рода *Azotobacter* оказались нечувствительными к загрязнению почв нефтью. По степени увеличения своей численности основные группы микроорганизмов образуют следующий ряд: актиномицеты > аммонифицирующие бактерии > спорообразующие бактерии > грибы.

Результаты исследования влияния нефти на микрофлору чернозема выщелоченного, через два года после загрязнения, показали, что сформировались микробные комплексы, в которых численность микроорганизмов в исследованных группах отражает степень воздействия разных уровней загрязнения, влияющих на разные биохимические процессы в почве и в первую очередь, на трансформацию и использование разных форм азота (рис. 2).

Микрофлора почвы находилась в зоне стресса, вызванного появлением углеводов, концентрация которых не является токсичной. Это сопровождалось увеличением показателя минерализации при возрастании показателя олиготрофности, что указывает на преобладании процессов закрепления азота микробной биомассой.

Резко почти в три раза снижается количество микроорганизмов, усваивающих азот из органических азотсодержащих соединений. Вместе с этим появляются микроорганизмы, потребляющие минеральные формы азота, а это значит, что идет сильная иммобилизация (закрепление в микробной клетке) этих соединений. В этом случае микроорганизмы выступают как конкуренты культурных растений в потреблении азотной пищи.

Зона устойчивости бактерий, утилизирующих минеральный азот, гораздо шире. О наличии их в составе популяций, устойчивых к более сильному загрязнению, свидетельствует увеличение их численности при уровнях 20 л/м². Высокий процент олиготрофов в микробном комплексе (их на 37% больше, чем эвтрофных микроорганизмов) и достаточно высокие в абсолютном выражении показатели при уровнях загрязнения от 5 до 20 л/м², позволяют отнести их к наиболее устойчивой части микробного ценоза чернозема выщелоченного. Преобладание олиготрофов в почве указывает на неблагоприятный трофический режим.

Общее количество микроорганизмов в почве свидетельствует об интенсивности биохимических

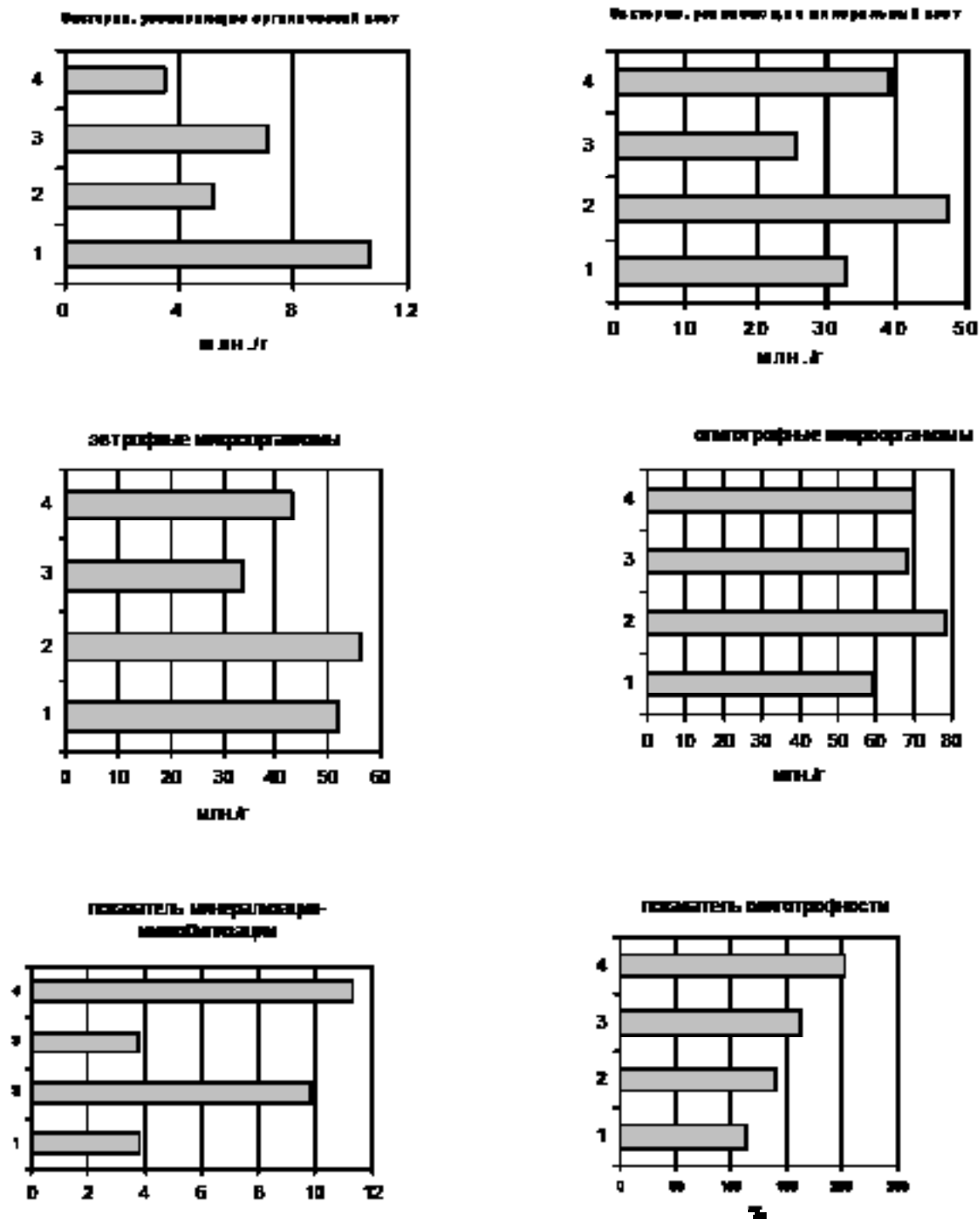


Рис. 2. Численность основных групп микроорганизмов (через 2 года) в зависимости от уровня загрязнения почвы (1 – контроль, без загрязнения, 2–5 л/м², 3–10 л/м², 4–20 л/м²)

процессов, протекающих в почве и определяющих накопление элементов корневого питания растений.

Изучение нитрификационной способности при разном уровне загрязнения дает основание выявить потенциальные возможности почв к образованию одной из главных форм минерального азота – нитратной в обеспечении растений азотным питанием.

Исследования по изучению нитрификационной способности при разном уровне загрязнения показали, что при компостировании почвы при температуре 25°C и 60% капиллярной влагоемкости и полном доступе воздуха, количество нитратного азота, не только не увеличивалось, но даже снижалось с увеличением количества сырой нефти (рис. 3).

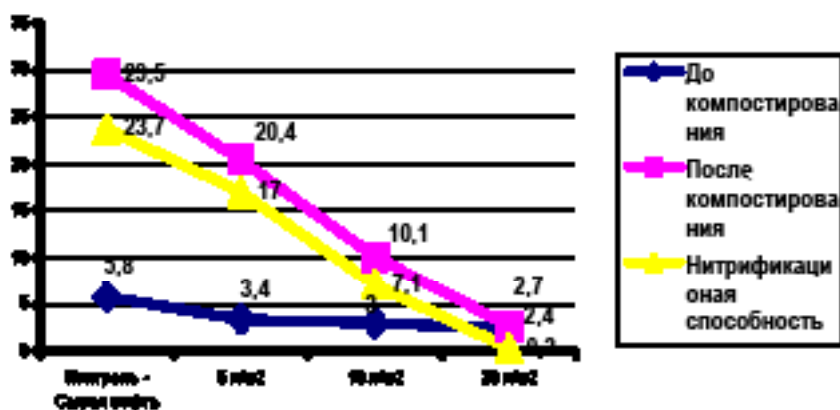


Рис. 3. Влияние нефти на содержание нитратного азота в зависимости от уровня загрязнения почвы (1 – контроль, без загрязнения, 2–5 л/м², 3–10 л/м², 4–20 л/м²)

Период наибольшего дефицита минерального азота частично совпадает с периодом максимального развития углеводородокисляющих микроорганизмов. Возможно, что снижение нитрификации было вызвано не столько прямым токсическим действием углеводородов, сколько перестройкой трофических цепей, вследствие чего нитратный азот сразу же «перехватывается» микроорганизмами. Об этом свидетельствует количество их потребляющих минеральные формы азота.

Развитие этих бактерий обусловлено характером питания, содержанием нитратного азота. Внесение нефти вызвало снижение нитрифицирующей способности, уменьшение численности нитрификаторов. В нефтезагрязненной почве в процессе разложения создаются, по-видимому, условия, ингибирующие рост и развитие нитрифицирующих бактерий.

Ухудшение азотного питания растений может быть обусловлено изменениями в микробном ценозе почвы. Поступление углеводов вызывает кардинальную перестройку состава микробного сообщества, стимулируя развитие популяций, перерабатывающих этот субстрат и потребляющих значительное количество азота. По мнению Ю. И. Пиковского [5, 6], депрессия нитрификационного процесса является своеобразным механизмом ауторегуляции биохимических процессов в условиях значительного расширения соотношения C : N, которое заключается в направлении круговорота азота по более коротко замкнутому циклу, и происходит вследствие увеличения общего органического углерода и накопления малоазотистых углеводов нефти.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Загрязнение почвы приводит к существенной перестройке комплекса почвенных микроорганизмов, изменению структуры доминирования в микробном ценозе почвы. По степени увеличения своей численности при загрязнении черноземной почвы нефтью основные группы микроорганизмов образуют следующий ряд: актиномицеты > аммонифицирующие бактерии > спорообразующие бактерии > грибы.

При этом у микроскопических грибов наблюдается снижение разнообразия, у бактерий – рост. Преобладание олиготрофов в почве указывает на неблагоприятный трофический режим.

Исследования по изучению нитрификационной способности почвы при разном уровне загрязнения показали, что количество нитратного азота, не только не увеличивалось, но даже снижалось с увеличением количества сырой нефти. Загрязнение нефтью вызвало снижение нитрифицирующей способности, ухудшение азотного режима почвы, и, следовательно, обеспечение растений азотным питанием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Звягинцев Д.Г., Умаров М.М., Чернов И.Ю. Микробные сообщества и их функционирование в процессах деградации и самовосстановления почв // Деградация и охрана почв. М: Наука, 2002. С. 404–454.
2. Исмаилов Н.М. Влияние нефтяного загрязнения на круговорот азота в почве // Микробиология. 1983. Т. 52. № 6. С. 1003–1007.
3. Киреева Н.А. Микробиологические процессы в нефтезагрязненных почвах. Уфа: БГУ, 1995. 172 с.
4. Киреева Н.А., Водопьянов В.В., Мифтахова А.М. Биологическая активность нефтезагрязненных почв. Уфа: Гилем, 2001. 376 с.
5. Пиковский Ю.И. Природные и техногенные потоки углеводов в окружающей среде. М.: Изд-во МГУ, 1993. 221 с.
6. Пиковский Ю.И. Трансформация техногенных потоков нефти в почвенных экосистемах // Восстановление нефтезагрязненных почвенных систем. М.: Агропромиздат, 1988. С. 7–22.
7. Рыбак В.К. Микрофлора почвы загрязненной нефтью // Микробиол. журн. М. 1984. № 4. С. 29–32.
8. Свистова, И.Д. Биодинамика микробного сообщества почв антропогенных экосистем лесостепи. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Петрозаводск: ПГУ, 2005. 50 с.
9. Ушаков С.А., Кац Я.Т. Экологическое состояние России. М: Геос, 2002. 127 с.