

БИОРЕКУЛЬТИВАЦИЯ ПОЧВ НЕФТЕПРОДУКТАМИ ПРИ ПОМОЩИ НЕФТЕОКИСЛЯЮЩИХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ РОДЕР, ДЕСТРОЙЛ И УНИВЕРСАЛ

Кирий О.А.

Комитет по охране окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области, г.Ростов-на-Дону, Россия, 344000, пр. Ворошиловский 46/176.

Проведен анализ степени влияния биопрепаратов Родер, Дестройл и Универсал на скорость очистки рекультивируемой нефтезагрязненной почвы. Опыты проводились как в лабораторных, так и в полевых условиях. В лабораторных модельных экспериментах препараты Универсал и Родер показали наилучшие результаты в концентрациях рекомендованными производителями. Препарат Дестройл с концентрацией в 10 раз больше рекомендуемой производителями дозы оказался более эффективен. При подобных опытах, проведенных в полевых условиях окисление нефтепродуктов (в данном случае нефти) в почве происходит в разы быстрее, в виду наличия естественных аэрации и освещения. Полученные данные позволили сделать вывод о том, что при применении бактериальных препаратов для рекультивации почв загрязненных нефтепродуктами происходит ускорение процессов очистки почвы и увеличение ее естественной активности. При использовании биологических препаратов.

Ключевые слова: биопрепарат, нефть, загрязнение, рекультивация, почва

BIOREMEDIATION OF THE SOILS POLLUTED BY OIL PRODUCTS WITH THE HELP OF OIL-OXIDIZING BIOLOGICAL PREPARATIONS RODER, DESTROIL AND UNIVERSAL

Kiriy O.A.

Committee for saving ecology in Rostov region, Rostov on Don, Russia, 344000, Voroshilovskiy avenue 46/176.

The analysis of the degree of influence of biopreparations «Roder», «Destroil» and «Universal» on the speed of the cleaning of the soil. The experiments were carried out both in the laboratory and in the field conditions. In the laboratory model experiments preparations «Universal» and « Roder » showed the best results in the concentration recommended by the manufacturers. The preparation «Destroil» with a concentration 10 times greater than the recommended producers dose was more effective. In such experiments, carried out in field conditions oxidation of petroleum products (in this case, oil) in the soil is at times faster, in view of the availability of natural aeration and lighting. The obtained data allowed to make a conclusion that in the application of bacterial preparations for recultivation of the soils contaminated with the oil products is the acceleration of the processes of cleaning soil and increase its natural activity.

Key words: biopreparation, oil, pollution, land reclamation, soil

В России ежегодно увеличивается объем добываемой нефти. Особую опасность представляют аварийные разливы нефти, происходящие как на самих месторождениях, так и во время ее транспортировки. Нефть, являясь экологически опасным веществом, при попадании в окружающую среду (почву, водоемы) угнетает важные жизненные процессы. Кроме того, негативное воздействие на окружающую среду нефтяных углеводородов, обладающих высокими токсикологическими и канцерогенными свойствами, выражается в выведении из использования части сельскохозяйственных земель, изменении рельефа местности и ландшафтов.

Долгое время основным способом ликвидации разливов нефтепродуктов был механический метод. Однако уменьшить концентрацию нефти в почве до безопасных для окружающей среды значений только техническими приемами крайне сложно и дорого. [5]

После уборки поверхностной нефти останется пропитанный нефтью грунт. Успешность доочистки почвы на биологическом этапе определяется целой группой факторов, важнейшим из которых будет биологический, зависящий от концентрации загрязнения и активности субстратной микробиоты.

Процессы самоочищения представляют собой довольно длительный процесс, особенно при высокой степени загрязнения. Их следствием является постоянное распространение продуктов распада нефтяных соединений на большие расстояния растянутое во времени. Восстанавливать пострадавшие от загрязнения территории необходимо с учетом естественных процессов происходящих в окружающей среде.

Биорекультивация — это активизация физикохимического и биологического этапов восстановления земель. При биорекультивации ускорение процессов очистки достигается путем внесения биопрепаратов и минеральных удобрений при слабой естественной активности почвы [4].

Целью настоящей работы было установление степени влияния биопрепаратов Родер, Дестройл и Универсал на скорость очистки рекультивируемой нефтезагрязненной почвы.

Материал и методы исследования. Рассматривали именно вышеуказанные препараты в виду наличия различий в их составах.

«Дестройл» - биологический препарат на основе *Acinetobacter sp*, представляет собой порошок или пасту, состоящие из клеток микроорганизма, обладающих углеводородоокисляющей активностью с концентрацией не менее 100000000 клеток в 1 грамме препарата, остатков питательной среды. Препарат, обладая высоко выраженной окисляющей активностью в отношении углеводородов нефти и нефтепродуктов, переводит их в экологически нейтральные соединения, способствует ускорению рекультивации почвы.

Объектами применения могут быть загрязненные нефтью и нефтепродуктами грунтовые поверхности, водоемы, промстоки предприятий и т.д. Оптимальные условия нефтеокисляющего действия препарата: температура $24\pm 5^{\circ}\text{C}$, рН среды 6,0-8,0.

Дестройл может быть использован как самостоятельно, так и в комплексе природоохранных мероприятий.

Применение препарата предусматривает оценку характера и количества загрязнения, выбор способа применения препарата и, при необходимости, приготовление рабочей суспензии препарата. Бактериальный штамм, положенный в основу бакпрепарата Дестройл не патогенен.

«Универсал» - биопрепарат, разработанный на основе нефтеокисляющих бактерий, выделенных из загрязненных нефтью почв Усинского и Ухтинского районов Республики Коми и ряда месторождений Тюменской области.

Токсикологическая экспертиза проведена по всем видам бактерий, которые применяются в составе комплексного препарата Универсал, имеющего соответствующее Санитарно-эпидемиологическое заключение (№ 77.01.12.929.П.01654.01.03 от 29.01.03).

Биологический препарат Универсал представляет собой порошок, состоящие из клеток микроорганизма, обладающих углеводородоокисляющей активностью с концентрацией не менее 100000000 клеток в 1 грамме препарата, остатков питательной среды. Используемые в работе штаммы относятся к видам родов *псевдомонас*, *артробактер*, *родоторула*, *родококкус*, *флавобактериум*, *куртия* и др. Препарат, обладая высоко выраженной окисляющей активностью в отношении углеводов нефти и нефтепродуктов переводит их в экологически нейтральные соединения, способствует ускорению рекультивации почвы.

Объектами применения могут быть загрязненные нефтью и нефтепродуктами грунтовые поверхности, водоемы, промстоки предприятий и т.д. Оптимальные условия нефтеокисляющего действия препарата: температура $20\pm 5^{\circ}\text{C}$, pH среды 6,0-8,0.

Применение препарата предусматривает оценку характера и количества загрязнения, выбор способа применения препарата и, при необходимости, приготовление рабочей суспензии препарата.

Препарат «Родер»TM состоит из двух высокоактивных штаммов-деструкторов углеводов нефти из рода *Rhodococcus* (*R. ruber* Ac-1513 Д и *R. erythropolis* Ac-1514 Д) не патогенных для людей, животных и растений. Создан для микробиологической очистки загрязненных углеводородами нефти и нефтепродуктов пресных и минерализованных вод, почв, болот, почво-грунтов и нефтешламов с НПЗ. Наиболее эффективно применение препарата после механического или физико-химического сбора основной массы загрязнения при аварийных разливах углеводородного сырья или нефтепродуктов. Препарат РодерTM может применяться и без предварительного сбора загрязнения, особенно на старых аварийных разливах нефти на трудно проходимых болотах, с высокой концентрацией углеводов (до 800г/г с.в. почвы). Препарат применяется также на специализированных полигонах для биорекультивации нефтешламов с НПЗ и собранного сорбентами углеводородного загрязнения, что потребует не менее 2-3 лет проведения биорекультивационных работ.

Исследование выполнено в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (госконтракты П169,

ПЗ22) и при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (соглашения 14.А18.21.0187, 14.А18.21.1269, 16.740.11.0528).

В качестве загрязняющих веществ использовали нефть. Для выражения ее концентрации в почве использовали процентное содержание. Доза нефти — 10,0 % от массы почвы. Максимально допускаемая концентрация нефти и нефтепродуктов в почвах в России не установлена и не закреплена в нормативных документах. ПДК нефтепродуктов в почвах не установлен в большинстве стран, так как он зависит от сочетания многих факторов: типа, состава и свойства грунтов и почв, состава нефтепродуктов, климатических условий, типов растительности и землепользования. Из-за сложного состава нефтепродуктов и чрезвычайно большого разнообразия биоклиматических, ландшафтно-геохимических и других, не менее важных природных условий, как было сказано выше, для России невозможно принять единый уровень предельной концентрации. Поэтому, при отсутствии установленных ПДК для нефтепродуктов на практике принято проводить сравнение уровней загрязнения с естественным фоновым уровнем. Фоновое содержание нефтепродуктов в почвах – их содержание, соответствующее естественным концентрациям в почвах различных почвенно-климатических зон, не испытывающих заметного антропогенного воздействия.

Вопрос нормирования нефтепродуктов в почвах находится на стадии решения. Имеющиеся показатели по нормированию нефтепродуктов в почвах могут быть использованы как ориентировочные для той или иной почвенной зоны и, уровнями, к достижению которых направлены усилия по рекультивации нефтезагрязненных почв. Причем, следует помнить, что во всех природных зонах постоянно идут естественные процессы самоочищения почв от нефтепродуктов.

Лабораторные модельные эксперименты были проведены с черноземом обыкновенным, отобраным из пахотного горизонта в Ботаническом саду ЮФУ (г. Ростов-на-Дону).

В предварительно увлажненную почву поочередно вносили нефть, 0,3%-ную водную суспензию препаратов Универсал, Родер, Дестройл и раствор комплексного удобрения с микроэлементами («Кемира осеннее»), после чего почву в сосуде перемешивали. Использовали 3 различные дозировки биопрепаратов — это рекомендуемая производителями доза, а также дозы в 10 раз больше и в 10 раз меньше рекомендуемой концентрации. Норма внесения минерального удобрения была рассчитана из рекомендуемого производителями препаратов соотношения С(1):N(0,01):P(0,001):K(0,003).

Средняя концентрация препаратов рекомендована производителями и ТУ препаратов (ТУ 9291-006-05803071-96, ТУ № 9291-027-00147-64-04, ТУ № 9291-027-00148-65-05).

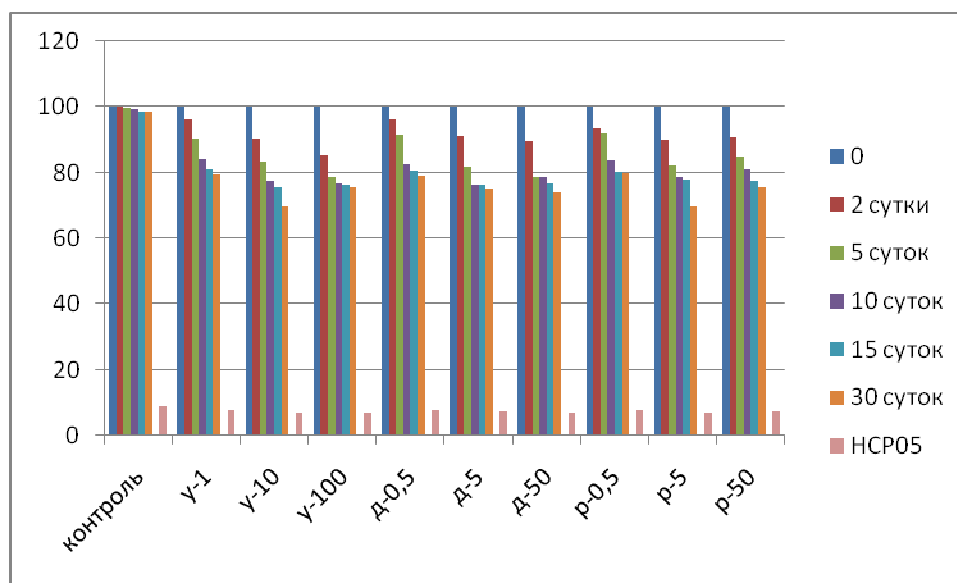
Почву инкубировали в вегетационных сосудах при комнатной температуре (20-22°C) и оптимальном увлажнении (60% от полевой влагоемкости) в трехкратной повторности. Сроки инкубации – 2,5,10,15,30 суток.

Через указанные сроки всю массу почвы извлекали из вегетационного сосуда и перемешивали, тем самым получали «средний образец», из которого отбирали пробы на определение исследуемых показателей.

Лабораторно-аналитические исследования образцов почвы выполнены с использованием общепринятых в экологии, биологии и почвоведении методов (Практикум по агрохимии, 1989; Методы почвенной микробиологии и биохимии, 1991 и др.; Казеев и др., 2003). Определяли обилие бактерий рода *Azotobacter*, активность каталазы, дегидрогеназы, целлюлозолитическую активность, фитотоксические свойства почвы. Данные исследования показали хорошие результаты. [1,2,3]

Результаты исследования и их обсуждение. По окончании указанных сроков почва извлекалась для определения остаточного содержания в ней углеводов. Использовали гравиметрический метод с экстракцией четыреххлористым углеродом. Результаты исследования представлены на графике 1.

График 1. Остаточное содержание углеводов в черноземе обыкновенном после применения биопрепаратов, %

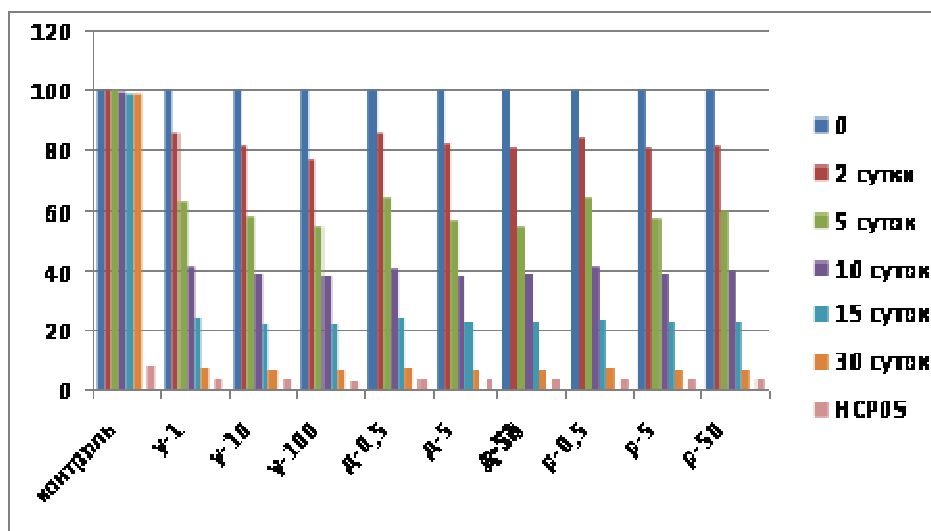


Из полученных данных видно, что при использовании биологических препаратов процесс рекультивации нефтезагрязненной почвы протекает значительно интенсивней даже в лабораторных условиях. По эффективности биопрепараты образовали следующую последовательность: Универсал = Родер > Дестройл.

Препараты Универсал и Родер показали наилучшие результаты в концентрациях рекомендованными производителями. Препарат Дестройл с концентрацией в 10 раз больше рекомендуемой производителями дозы оказался более эффективным.

При подобных опытах в полевых условиях результаты оказались еще более показательными. (См. график 2)

График 2. Остаточное содержание углеводов в черноземе обыкновенном после применения биопрепаратов в полевых условия, %



Увеличение скорости разложения нефтепродуктов (в данном случае нефти) можно объяснить наличием в естественных условиях необходимой влажности, аэрации и освещения.

Выводы. Полученные данные свидетельствуют о том, что применение бактериальных препаратов для рекультивации почв загрязненных нефтепродуктами экономически и экологически оправдано. При использовании биологических препаратов происходит ускорение процессов очистки и увеличение естественной активности почвы.

Данные препараты были апробированы для устранения аварийных разливов нефти.

Полученные результаты могут использоваться при рекультивации, разработке ПДК, мониторинге и диагностике почв загрязненных нефтью.

Биологические препараты помогают быстро очистить почву от нефтяного загрязнения, не нанося при этом, вред окружающей среде. Разлитый нефтепродукт трансформируется в экологически безопасные продукты микробного метаболизма, которые обеспечивают собой питание растений.

Список литературы

1. Колесникова Д.В., Кирий О.А., Колесников С.И. Влияние биопрепаратов на активность каталазы при рекультивации нефтезагрязненной почвы // Материалы Международной

научной конференции "Экокультура и фитобиотехнологии улучшения качества жизни на Каспии". Астрахань. 2010. С. 270-272.

2. Колесникова Д.В., Кирий О.А., Колесников С.И. Оценка эффективности биопрепаратов при рекультивации нефтезагрязненного чернозема обыкновенного // Материалы научной конференции "Актуальные проблемы экологии и природопользования". Ростов-на-Дону. 2011. С. 50-51.

3. Колесников С.И., Ротина Е.Н., Кирий О.А., Казеев К.Ш. Оценка эффективности рекультивации загрязненных мазутом земель по биологическим показателям // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2012. № 2. С. 30-37.

4. Минаков В.В., Кривенко С.М., Никитина Т.О. Новые технологии очистки от нефтяных загрязнений // Экология и промышленность России. – 2002. – май С. 7-9.

5. Таскаев А.И., Маркарова М.Ю., Заикин И.А. Восстановление нефтезагрязненных земель на Севере // Экология и промышленность в России (ЭКиП), 2004. С. 19-23. – (Спецвыпуск, 2004: Третья научно-практическая конференция «Экологические работы на месторождениях нефти Тимано-Печорской провинции. Состояние и перспективы»).

Рецензенты:

Кленкин А.А., доктор химических наук, профессор, старший научный сотрудник Агентства по рыболовству, ФГУП «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», г.Ростов-на-Дону.

Корниенко Г.Г., доктор биологических наук, профессор, заведующая ОГБМ, Агенство по рыболовству, ФГУП «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», г.Ростов-на-Дону.