

УДК 622.882.2576.8

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭФФЕКТИВНОГО БИОПРЕПАРАТА

© 2016 Н.А. Галкина

ООО «Уралэкоресурс», г. Пермь

Статья поступила в редакцию 24.10.2016

Изложены технологические основы экологической реабилитации нефтезагрязненных земель с использованием эффективного биопрепарата с активными штаммами почвенных микроорганизмов, относящихся к родам *Pseudomonas* и *Azotobacter*, содержащих высокое количество биологически активных веществ. В результате обработки биопрепаратом один раз в количестве 100-200 кг/га загрязнённые почвогрунты очищались от нефти и хлоридов, улучшались агрохимические свойства почвогрунтов, увеличивалось количество полезной микрофлоры, что способствовало созданию устойчивого фитоценоза без нанесения почвенного слоя и химических удобрений. Технология позволяет восстановить экологическое равновесие с наименьшими затратами (стоимость 1 кг биопрепарата составляет 2800-3500 рублей) и в кратчайшие сроки.

Ключевые слова: *биопрепарат, микроорганизм, почвогрунт, загрязнение, нефть, хлорид, технология, рекультивация, растения, экология*

Технология ускоренного почвообразования с использованием активных штаммов микроорганизмов предназначена для территорий, деградированных в результате деятельности предприятий нефтяной промышленности, с целью их озеленения в санитарно-гигиеническом и сельскохозяйственном направлениях. Деградированные земли, как правило, загрязнены отходами производства, зачастую лишены плодородного слоя, формирование которого естественным путем представляет длительный процесс, измеряемый десятилетиями. Использование традиционного способа биологической рекультивации путем покрытия загрязненной поверхности плодородным почвенным слоем требует значительных экономических затрат.

Экологическая реабилитация нефтезагрязненных земель основана на применении созданного в ООО «Уралэкоресурс» экологически чистого биопрепарата, содержащего активные штаммы микроорганизмов, задепонированных в международной коллекции в г. Санкт-Петербурге [1]. Микроорганизмы препарата, участвующие в почвообразовании, содержат органические кислоты (гуминовые, карбоновые и аминокислоты) и витамины, необходимые растениям для ускорения их роста и развития, снижения их заболеваемости. Вносимые микроорганизмы способны в короткое время набирать гумус, накапливать биологически активные вещества. Это позволяет получать высокий урожай трав и сельскохозяйственных культур, восстанавливая экологическое равновесие, тем самым ликвидирует отрицательное

влияние загрязненных почв на окружающую природную среду. Основное преимущество предлагаемого способа в отличие от всех известных способов рекультивации заключается в том, что он обеспечивает создание на поверхности загрязненных почв плодородного слоя с устойчивым травостоем без применения органических и минеральных удобрений, с наименьшими затратами в кратчайшие сроки.

На реализацию предлагаемой технологии имеется разрешение ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае» № 13019 от 25.10.2011 г. Справки о депонировании используемых штаммов микроорганизмов в коллекции ГНУ ВНИИСХМ Россельхозакадемии (г. Санкт-Петербург). Технология защищена патентом РФ: № 2529735 [2].

Цель работы: исследовать обеспечение условий для создания устойчивого фитоценоза на поверхности нефтезагрязненных земель на основе использования эффективного биопрепарата, повышающего жизнедеятельность аборигенной микрофлоры и способствующего почвообразованию с наименьшими затратами и в кратчайшие сроки для ликвидации отрицательного влияния нарушенных земель на окружающую среду.

Для получения препарата в качестве наполнителя использовались отходы бурого угля следующего гранулометрического состава: 2,5-3-(0,5%); 1,5-2,0-(0,8%); 0,5-0,1-(98%); 0,2-0,3-(1,1%). Отходы бурого угля данного состава при производстве препарата использовались без дробления, что значительно удешевляет технологию приготовления препарата [1]. К наполнителю

Галкина Наталья Александровна, генеральный директор. E-mail: info@uer.su

добавлялась жидкая смесь из активных штаммов микроорганизмов: *Pseudomonas fluorescens* БКГ с титром 10^{-13} , *Pseudomonas fluorescens* ND-6 с титром 10^{-10} и *Azotobacter chroococcum* АИН с титром 10^{12} в соотношении 3:1,5:0,5. Полученную

просушенную смесь из углеотходов и микроорганизмов растирали металлическим катком с диаметром ~10 см, в результате получали биопрепарат с производственно-ценными свойствами, содержание которых представлено в табл. 1.

Таблица 1. Производственно-ценные свойства биопрепарата, %

Гуминовые кислоты	Карбоновые кислоты	Аминокислоты	Полисахариды	Витамины группы В
72,7	15,3	3,8	3,7	0,006

Карбоновые кислоты содержали уксусную, пропионовую, масляную, валерьяновую кислоту и аминокислоты: аспарагиновую и глютаминовую кислоту. Такой состав органических кислот является сильным стимулятором роста и развития растений, а также аборигенной микрофлоры [2].

Полученный биопрепарат с эффективными свойствами использовался для проведения опытно-промышленных испытаний на участках, загрязненных нефтью в Пермском крае Осинского района площадью 2,5 га и Бардымского – площадью 2,2 га. Почвогрунты представлены типичными суглинками желтовато-бурого цвета, содержащих примесь галечного, гравийного и песчаного материала (10-15% от общей массы).

Реабилитация нефтезагрязненных почв – это процесс их рекультивации с помощью микроорганизмов. Он включал в себя планировку, выравнивание поверхности участков, рыхление на глубину корнеобитаемого слоя для улучшения физического режима влагоемкости и аэрации с одновременным внесением в почву биопрепарата, содержащего микроорганизмы рода *Pseudomonas* и *Azotobacter*. Затем проводился посев семян злаковых (овсяница луговая, костер безостый). Комплекс почвенных микроорганизмов рода *Pseudomonas* и *Azotobacter* способствует почвообразованию, так как они синтезируют ценные органические вещества: гуминовые кислоты, карбоновые кислоты, аминокислоты, полисахариды, витамины группы В и другие, являющиеся стимуляторами роста растений. Растения костра безостого и овсяницы луговой образуют хорошую дернину, высокопродуктивны, зимостойчивы, засухоустойчивы, стойки к избыточному увлажнению, хорошо борются с сорной растительностью, долговечны, обогащают почву питательными веществами.

Обработка почвогрунтов биопрепаратом в Осинском районе проводилась 1 раз в дозе 100 кг/га. Как видно из рис. 1, количество нефти в почвогрунтах через месяц снизилось от первоначального содержания в количестве 46352 мг/кг до 4658 мг/кг. В Бардымском районе нефтезагрязненные почвогрунты обрабатывались

биопрепаратом в количестве 200 кг/га также 1 раз, как в Осинском районе. Исследования показали, что почвогрунты очистились от нефти также в течение месяца. Количество нефти снизилось с 147336 мг/кг до 8,9 мг/кг. Следует отметить, что в ранних работах [3] подобное количество нефти в почвогрунтах очищалось при 2х-3х-кратной обработке биопрепаратом, содержащим органические кислоты (гуминовые, карбоновые, аминокислоты) и полисахариды в 2 раза меньше, чем используемый биопрепарат. Результаты опытно-промышленных работ по восстановлению природного потенциала нефтезагрязненных почвогрунтов путем их рекультивации, проведенные в Осинском и Бардымском районе, представлены в диаграмме на рис. 1. Из диаграммы, приведенной на рис. 1, видно, что в процессе рекультивации содержание нефтепродуктов на опытном участке в Бардымском районе снизилось со 147 336 мг/кг почвы до 8,9 мг/кг в течение месяца при дозе используемого биопрепарата 200 кг/га. В Осинском районе количество нефти снизилось от первоначального содержания в количестве 46 552 мг/кг до 4 658 мг/кг при дозе биопрепарата 100 кг/га. Результаты микробиологических анализов нефтезагрязненных грунтов в Осинском и Бардымском районах представлены на рис. 2 и рис. 3.

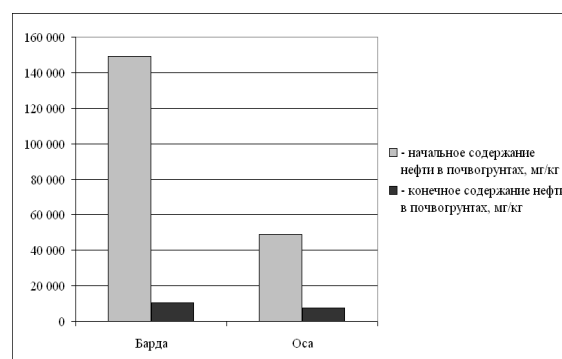


Рис. 1. Содержание нефтепродуктов в почвогрунтах Бардымского и Осинского районов

Нефтепродукты, содержащиеся в почвогрунтах, определялись гравиметрическим методом (по РД 39-014 7098-015-90 п 4.1). Количество

сапрофитной микрофлоры, азотобактера и *Pseudomonas* определялось в соответствии с практиком по микробиологии [6]. Результаты исследований показали, что количество сапрофитной микрофлоры на участках в Осинском районе под влиянием внесенного в почвогрунты биопрепарата резко повысилось в среднем от 150 тыс./г до 28000 тыс./г., количество азотобактера повысилось в среднем с 7 тыс./г до 7000 тыс./г., количество *Pseudomonas* с 8 тыс./г. до 24000 тыс./г.

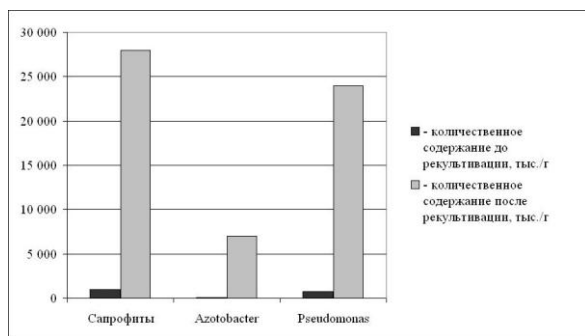


Рис. 2. Результаты микробиологических анализов нефтезагрязненных грунтов в Осинском районе

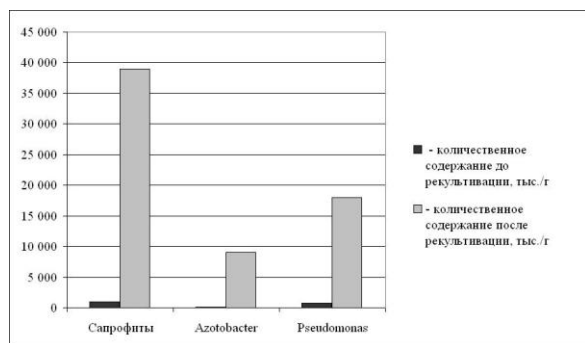


Рис. 3. Результаты микробиологических анализов нефтезагрязненных грунтов в Бардымском районе

Результаты микробиологических анализов почвогрунтов в Бардымском районе показали также увеличение сапрофитной микрофлоры, азотобактера и псевдомонасы.

Таким образом, увеличение количества биопрепарата при обработке нефтезагрязненных почвогрунтов в Бардымском районе со 100 до 200 кг/га также, как при обработке грунта в Осинском районе биопрепаратом в дозе 100 кг/га, позволило очистить почвогрунты от нефти также в течение месяца, что значительно удешевляет весь процесс очистки [3]. По результатам исследований численность сапрофитной микрофлоры, в том числе азотобактера и *Pseudomonas*, являющихся показателями плодородия почв, резко повысилась. Как правило, у выросших растений хорошо развилась корневая система, составляющая

в длину в среднем 12-15 см. Высота надземной массы растений достигала в длину в среднем 38-57 см. Проективное покрытие участка выросшими растениями составило 94% в Бардымском районе и 98% в Осинском районе. На контрольных участках, не обработанных биопрепаратом, рост растений практически отсутствовал. Указанное улучшение агрохимических свойств и повышение биологической активности свидетельствует об экологической реабилитации нефтезагрязненных почвогрунтов с использованием эффективного биопрепарата.

Экологические последствия антропогенного воздействия нефтяной промышленности на природные ресурсы особенно остро стоят при рекультивации земель в северной зоне, в частности, г. Сургут (Хмао-Югра), где нефтезагрязнения составляют примерно 80% всех нарушений. Восстановление природного потенциала, нарушенного вследствие производственной деятельности предприятий нефтяной промышленности, играет на Севере важную роль. Вместе с тем, традиционный способ биологической рекультивации с нанесением плодородного слоя требует значительных затрат и в новых условиях хозяйствования проблематичен. Внесение минеральных удобрений в грунты нарушенных территорий при невысокой их биологической активности и низком содержании аборигенной микрофлоры, а также при отсутствии полезных микроорганизмов, является также нецелесообразным. На аборигенную микрофлору Севера можно воздействовать эффективными приемами, которые позволяют активизировать биохимические процессы. Среди приемов, обеспечивающих направленное регулирование численности микроорганизмов и их метаболических процессов, следует отметить также применение экологически чистого биопрепарата, разработанного в ООО «Уралэко-ресурс» и содержащего ценные органические вещества, упомянутые выше.

В статье приводятся результаты модельных опытов по определению биологической активности биопрепарата в рекультивации нарушенных земель в г. Сургут, содержащих нефтепродукты в среднем ~394 мг/кг и хлориды ~338 мг/кг. В результате проведенных исследований опытные растения (овес) хорошо выросли и через 40 дней при дозе биопрепарата 200 кг/га у растений было отмечено интенсивное колошение, что указывает на хороший рост и развитие растений, несмотря на высокое содержание нефти и хлоридов в почвогрунтах. При обработке биопрепаратом в дозе 200 кг/га количество сапрофитной микрофлоры достигло 769,5 тыс./г по сравнению с первоначальным ее содержанием в почвогрунтах в количестве 4,1 тыс./г. Через 30 дней со дня посева был замерен рост растений в длину и ширина

корневой массы. Рост растений составил 28-31 см. Длина корневой системы составила 15 см. Результаты исследований показаны на рис. 4.

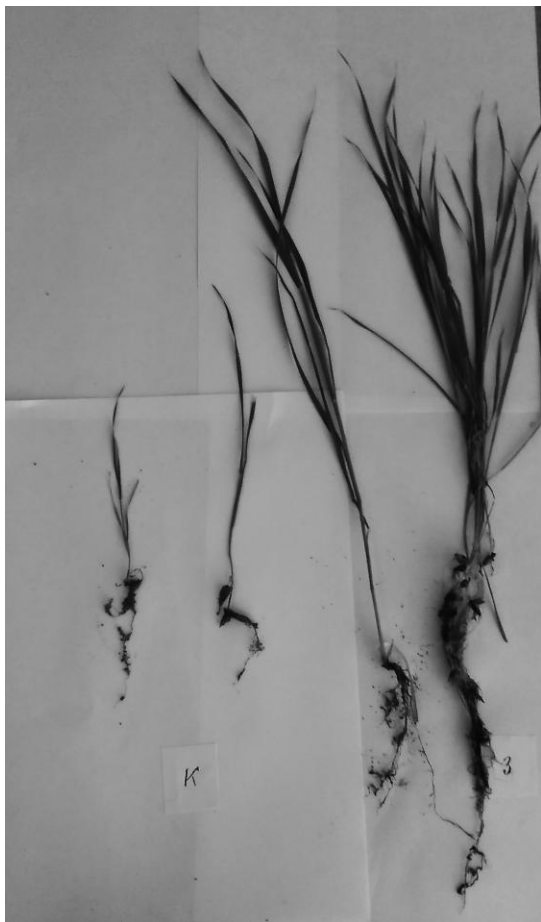


Рис. 4. Рост опытных растений (овес) в очищенном почвогрунте

Через 40 дней посева в 4, 3 и 2 опыте появились соцветия зерен, так называемые «метелки» овса, что указывает на хорошее развитие растений. Результаты исследований показаны на рис. 5. На рисунке видно, что в 4 сосуде, обработанном биопрепаратом в дозе 200 кг/га, овес рос наиболее интенсивно. Выросшие соцветия отличались от опытных растений наибольшей густотой, чем в 1, 2 и 3 сосудах, обработанных биопрепаратом в дозе 100, 150 и 180 кг/га соответственно.

На основании полученных результатов можно рекомендовать использовать выросшие растения как фуражный корм в качестве добавки 50% к овощам, которые входят в обязательный рацион животных, или частично использовать очищенный от нефти грунт для выращивания цветов, от продажи которых можно получать ощутимую в экономическом отношении прибыль, но окончательные рекомендации можно будет сделать после опытно-промышленных испытаний [4, 5].

В результате проведенных исследований по экологической реабилитации нефтезагрязненных земель с использованием эффективного биопрепарата сокращаются сроки восстановления нарушенных земель, восстанавливается экологическое равновесие. Использование эффективного биопрепарата снижает трудоемкость работ по восстановлению нефтезагрязненных земель, продолжительность рекультивационных работ в 2-3 раза, сокращение материальных и энергетических затрат по сравнению с традиционной технологией. Разработанная технология позволяет восстановить экологическое равновесие с наименьшими затратами (стоимость 1 кг биопрепарата составляет 2800 – 3500 рублей) и в кратчайшие сроки. Наряду с экономическим получается экологический эффект – прекращение негативного воздействия нефтезагрязненных земель на окружающую среду.



Рис. 5. Выросшие растения на 40-й день после посева

Выводы:

1. Применение эффективного биопрепарата, содержащего активные микроорганизмы рода *Pseudomonas* и *Azotobacter* в дозе 200 кг/га в натурных условиях при однократной обработке позволяет очищать почвогрунты в течение одного вегетационного периода и создает положительные условия для создания фитоценоза на рекультивируемых участках.
2. Результаты модельных опытов подтверждают возможность использования эффективного биопрепарата для реабилитации нефтезагрязненных земель и в северных районах.
3. Применение созданного эффективного биопрепарата для реабилитации нефтезагрязненных почвогрунтов создает условия для произрастания растений, исключая необходимость покрытия загрязненных земель почвенным слоем, значительно сокращает сроки рекультивации и удешевляет все работы по восстановлению биологической активности и экологического равновесия на восстановленных территориях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галкина, Н.А. Детоксикация загрязнённых нефтью земель с использованием препарата Биорек-РА // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. №3(6). С. 1753-1755.
2. Галкина, Н.А. Патент на изобретение № 2529735 Способ получения биопрепарата для очистки и восстановления плодородия почвогрунтов, загрязнённых нефтепродуктами / Н.А. Галкина, В.Ю. Каплунов, И.В. Катаева и др. 2013.
3. Красавин, А.П. Восстановление качества нарушенных земель и деградированных почв с использованием почвенных микроорганизмов / А.П. Красавин, И.В. Катаева, В.А. Сергеев, Е.П. Седухин // Восстановление качества природных ресурсов территорий, нарушенных промышленностью. Тр. Междунар ЭКО-конференции, Санкт-Петербург, 11-15 сент. 2006. – СПб., 2006. С. 40-53.
4. Красавин, А.П. Перспектива биотехнологии в угольной промышленности / А.П. Красавин, И.В. Катаева, А.И. Лелеко, В.Н. Екатеринбургский. – М.: ЦНИИ Уголь, 1992. С. 110.
5. Догадина, М.Н. Агрохимические аспекты применения осадка сточных вод в цветоводстве. Автореферат на соискание к.с./х наук. – Орёл, 2004, 24 с.
6. Егоров, Н.С. Практикум по микробиологии. – М., Изд-во МГУ, 1995. 307 с.

**THE ECOLOGICAL REMEDIATION OF OIL-POLLUTED LANDS
BY USING THE EFFECTIVE BIOLOGICAL PREPARATION**

© 2016 N.A. Galkina

JSC «Uralekoresurs», Perm

Technological bases of ecological rehabilitation of oil-polluted lands with use the effective biological product with active strains of soil microorganisms relating to the sorts *Pseudomonas* and *Azotobacter*, containing high amount of biologically active agents are stated. As a result of single processing by biological product in number of 100-200 kg/hectare the polluted soils were purified of oil and chlorides, agrochemical properties of soils improved, the quantity of useful microflora increased that promoted creation of steady phytotsenosis without drawing a soil layer and chemical fertilizers. The technology allows to recover ecological balance with the smallest costs (the cost of 1 kg of biological product constitutes 2800-3500 rubles) and in the shortest possible time.

Key words: *biological product, microorganism, soil, pollution, oil, chloride, technology, recultivation, plants, ecology*