

УДК 574

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБНОСТИ БАКТЕРИЙ-НЕФТЕДЕСТРУКТОРОВ ВОССТАНАВЛИВАТЬ ЗАГРЯЗНЁННЫЕ НЕФТЬЮ ПОЧВЫ

Никулина Анна Романовна, ученица 11-го класса;
МБОУ СОШ №24, Иркутск, РФ

Научные руководители:

Третьякова Марина Сергеевна, кандидат биологических наук, научный сотрудник;
СИФИБР СО РАН, Иркутск, РФ

Бубнова Людмила Валентиновна, учитель географии;
МБОУ СОШ №24, Иркутск, РФ

В статье рассматриваются пути деструкции нефти и нефтепродуктов бактериями, выделенными на территории Иркутской области. Установлено, что наиболее перспективной бактерией является Rhodococcus erythropolis из-за способности выделять вещества, повышающие устойчивость растений к нефтезагрязнениям. Показано, что восстановление нефтезагрязнённых земель при использовании бактерий, адсорбированных на субстратах, происходит значительно быстрее, чем при внесении в почву планктонных клеток.

Ключевые слова: бактерии-нефтедеструкторы; Rhodococcus erythropolis; биоремедиация; бактериальный препарат; сапропель.

RESEARCH OF THE ABILITY OF OIL DESTRUCTIVE BACTERIA TO RECOVER OIL-POLLUTED SOIL

Nikulina Anna Romanovna, 11th year school student;
MBEI SS, Irkutsk, Russia

Scientific advisers:

Tret'yakova Marina Sergeevna, PhD (Cand. Bio. Sci.), scientific researcher;
Irkutsk, Russia

Bubnova Lyudmila Valentinovna, teacher of Geography;
MBEI SS Irkutsk, Russia

In the article ways of oil and oil products destruction by bacteria selected on Irkutsk region. It was found that the most promising bacterium is Rhodococcus erythropolis because of the ability to excrete substances that increase plant resistance to oil pollution. It was shown that recovery of oil-polluted soil by using bacteria absorbed on substrate is going much faster than by application of platononic cells into the soil.

Keywords: oil destructive bacteria; Rhodococcus erythropolis; bioremediation; bacterial preparation; sapropel.

Для цитирования: Никулина Анна Романовна Исследование способности бактерий-нефтедеструкторов восстанавливать загрязнённые нефтью почвы // Наука без границ. 2019. № 7(35). С. 125-128.

В настоящее время нефтепродукты являются одними из основных загрязнителей окружающей среды. При загрязнении наземных экосистем углеводородами основную нагрузку испытывает почва [1].

Сегодня актуален поиск эффективных методов восстановления почв после нефтезагрязнений. Биоремедиация является хорошим примером биотехнологий, позволяющих сохранять баланс биосферы,

не выходя за пределы ёмкости среды.

Была изучена способность 6 штаммов бактерий (*Pseudomonas sp.*, *Pseudomonas oryzihabitans*, *Rhodococcus erythropolis*, *Pseudomonas sp.*, *Acinetobacter guillouiae 1*, *Acinetobacter guillouiae 2*) к деструкции нефтепродуктов (тетрадекана, дизельного топлива) и нефти на твердой минеральной среде. Установлено, что все виды бактерий проявляют активный рост на среде с добавлением тетрадекана и дизельного топлива, что говорит об их устойчивости к данным нефтепродуктам и способности к переработке нефти и её производных. Наиболее активный рост проявили бактерии *Acinetobacter g. 1* и *Rhodococcus er.*

Для выбора наиболее перспективной бактерии изучено влияние штаммов на растения (редьку масличную). Показано, что при обработке песка сырой нефтью в концентрации 2% наблюдалось ингибирующее влияние на прорастание и рост семян растений. Всхожесть снижалась на 50%, длина подземной и надземной части растения и масса проростков – на 60%. Обработка семян редьки масличной суспензией *Rhodococcus erythropolis* положительно влияла на растения: всхожесть повышалась на 25% относительно контроля, а у полученных из этих семян растений наблюдалось увеличение длины корня на 50%, высоты надземной части и ее массы – на 40%.

При внесении бактерий в почву для биоремедиации следует учитывать, насколько культуры окажутся устойчивыми к неблагоприятным условиям окружающей среды. Одним из объективных показателей устойчивости бактерий является способность образовывать биоплёнки [5]. Поэтому с помощью методов спектрофотометрии и электронной сканирующей микроскопии было изучено образование биопленок *Rhodococcus erythropolis* [4]. Установлено, что данный штамм хорошо образует биоплёнки.

Далее исследовали способность *Rhodococcus erythropolis* к деструкции углеводов, содержащихся в нефти. Для эксперимента были выбраны алканы (декан и гептан) и трудно разлагаемые ароматические углеводороды (толуол и ксилол). Изменения состава соединений методом газовой хроматографии [2]. Было установлено, что *Rhodococcus er.* обладает высокой способностью разрушать углеводороды нефти. Так, ксилол был деструктирован бактериями на 49%, толуол – на 99%, декан – на 80,8%, гептан – на 99,7%.

Высокая степень деструкции углеводов достигалась из-за выделения *Rhodococcus erythropolis* ферментов ди- и монооксигеназ, которые являются ключевыми в атаке ароматических колец, а также ферментов гидроксилаз, которые способствуют разрушению предельных углеводов [3].

Для биоремедиации загрязнённых нефтью почв необходима разработка эффективного механизма внесения бактерий в почву [6]. Нами в качестве сорбента были выбраны различные модификации сапропеля, предоставленные Омским институтом проблем переработки углеводов СО РАН (рис. 1). Было установлено, что бактерии не только прикрепляются на сапропелевые подложки, но и сохраняются при их высушивании. Это подтверждают данные, полученные при подсчёте изолированных колоний и при измерении оптической плотности на первые и пятые сутки после внесения бактерий.

На следующем этапе была проведена проверка эффективности применения высушенных субстратов с бактериями, для этого использовали почву, собранную из мест нефтепроявления Верхнемарковского месторождения в г. Усть-Кут. По результатам исследований деструкция нефти происходила более эффективно в варианте с добавлением в загрязнённую почву субстрата 1. Дан-

ный субстрат обладал меньшей площадью поверхности, за счет чего бактерии лучше прикреплялись и сохранялись на нем. Убыль нефти за 7 суток культиви-

рования составила 65%, что значительно превосходит показатели очистки при добавлении только штамма *Rhodococcus erythropolis* (табл. 1).

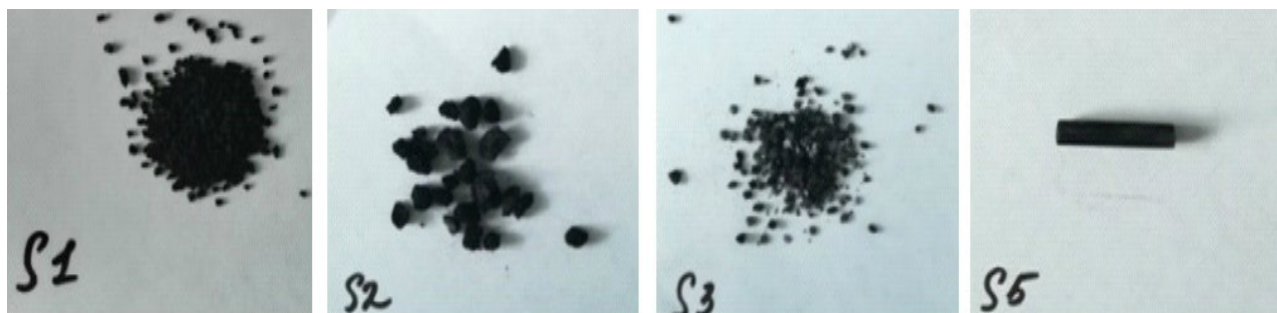


Рис. 1. Различные модификации сапропеля, использованные в качестве сорбента

Таблица 1

Убыль нефти в загрязненной почве при добавлении *Rhodococcus erythropolis* и субстратов через 7 суток, %

Номер образца	Убыль нефти, через 7 суток, %
Почва + <i>Rhodococcus erythropolis</i>	32
Почва + субстрат 1	65
Почва + субстрат 2	0
Почва + субстрат 3	0
Почва + субстрат 5	7,7

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о перспективности изучения механизмов биодеструкции, а в дальней-

шем и применения на практике потенциала бактерий-нефтедеструкторов для восстановления почв после нефтезагрязнений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Габбасова И.М. Деградация и рекультивация Южного Приуралья: автореф. дис. ... доктора биол. наук. Москва, 2010. – 45 с.
2. Другов Ю.С., Родин А.А. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 270 с.
3. Леднев А.В. Изменение свойств дерново-подзолистых суглинистых почв под действием загрязнения продуктами нефтедобычи и приемы их рекультивации: автореф. дис. ... доктора с-х наук. Ижевск, 2008. – 43 с.
4. Некрасова А.А. Воздействие нефти и нефтепродуктов на окружающую среду // А.А. Некрасова, Д.М. Привалов, О.С. Попова, Н.М. Привалова, М.В. Двядненко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 125. С. 25.
5. Плакунов В.К., Николаев Ю.А. Биопленка – «Город микробов» или аналог многоклеточного организма? // Микробиология. 2007. Том 76. № 2. С. 149-163.
6. Руденко Е.Ю. Биоремедиация нефтезагрязненных почв органическими компонентами отходов пищевой промышленности. – Самара: СамГТУ, 2015. – С. 4-5.

REFERENCES

1. Gabbasova I.M. Degradaciya i rekul'tivaciya Yuzhnogo Priural'ya [Degradation and recultivation of the Southern Urals]. Ph. D. thesis. Moscow, 2010, 45 p.
2. Drugov Yu.S., Rodin A.A. Ekologicheskie analizy pri razlivah nefti i nefteproduktov [Environmental analyses of oil and oil product spills]. Moscow, Binom. Laboratoriya znaniy, 2014, 270 p.
3. Lednev A.V. Izmenenie svojstv dernovo-podzolistyh suglinistyh pochv pod dejstviem zagryazneniya produktami neftedobychi i priemy ih rekul'tivacii [Changes in the properties of sod-podzolic loamy soils under the influence of contamination of oil products and methods of their reclamation]. Ph. D. thesis. Izhevsk, 2008, 43 p.
4. Nekrasova A.A., Privalov D.M., Popova O.S., Privalova N.M., Dvadnenko M.V. Vozdejstvie nefti i nefteproduktov na okruzhayushchuyu sredu [Impact of oil and petroleum products on the environment]. Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agarnogo universiteta, 2017, no. 125, p. 25.
5. Plakunov V.K., Nikolaev Yu.A. Bioplenka – «Gorod mikrobov» ili analog mnogokletochnogo organizma? [Biofilm – «City of microbes» or an analogue of a multicellular organism?]. Mikrobiologiya, 2007, vol. 76, no. 2, pp. 149-163.
6. Rudenko E.Yu. Bioremediaciya neftezagryaznennyh pochv organicheskimi komponentami othodov pishchevoj promyshlennosti [Bioremediation of oil-contaminated soils by organic components of food industry waste]. Samara, SamGTU, 2015, pp. 4-5.

© Никулина А.Р., 2019