The influence of plant growth stimulating bacteria on phytoremediation of oil-contaminated soils

Bakaeva M.D., Vysotskaya L.B., Arkhipova T.N., Kuzina E.V., Chetverikov S.P., Rafikova G.F., Korshunova T.Y.,
Loginov O.N., Veselov D.S., Kudoyarova G.R.
Ufa Institute of Biolog, RAS, Ufa, Russia
E-mail: vysotskaya@anrb.ru

Key message. The mechanisms of the effect of bacteria oxidizing hydrocarbons and synthesizing hormones on plant resistance to oil pollution of the soil are studied.

Keywords: bacteria – hydrocarbon destructors, hormones, plant growth, photosynthesis

The effectiveness and safety of soil cleaning from oil pollution depend on the use of hydrocarbon destructing bacteria and plants associations, which mechanisms of interaction are poorly studied.

Goal. The study of the influence of bacteria of the genus *Pseudomonas* on the growth, water balance and state of the photosynthetic apparatus of plants, brought about by ability bacteria to degrade oil hydrocarbons and the synthesis of phytohormones.

Methods. In laboratory experiments, soil pollution was simulated by introducing crude oil. The resistance of oats, barley, Sudan grass, sowing peas, seedless bonfire, meadow fescue, meadow clover and hedgehogs to the presence of oil hydrocarbons in the soil was assessed.

Results. We found inhibition of plant germination and growth, a decrease in transpiration and a change in photosynthesis parameters: maximum (F_v / F_m) and effective ($Y(II)$) quantum yield of photosystem II and non-photochemical quenching (NPQ). Different potential ability to accumulate IAA (ABA and cytokinins - trace amounts), when cultured on King B. medium, was shown for a number of bacterial strains, actively oxidizing oil hydrocarbons, mainly from the genus *Pseudomonas* belonging to the collection of the Ufa Institute of Biology of the UFIC RAS. We revealed some strains demonstrating minimal reduction of IAA synthesis in the presence of oil and hydrocarbons in the medium. Inoculation of barley plants with *P. plecoglossicida* 2.4-D, *P. turukhanskensis* IB 1.1 and *P. hunanensis* IB C7, *Enterobacter* sp. UOM 3, to varying degrees, reduced the negative impact of oil on the studied indicators. It was shown that this was not always directly dependent on the ability of the strains to reduce the content of oil hydrocarbons in the soil. At the same time, the maximum mass of barley plants in the presence of oil was observed during inoculation of plants with the strain *P. hunanensis* IB C7, characterized by minimal reduction of IAA production in the presence of oil hydrocarbons in the culture medium. Obviously, the bacterial IAA contributed to the detected activation of root growth in conditions of impaired access to water and nutrition due to oil pollution and to an increase in root secretions, which is important for both introduced and native microorganisms oxidizing hydrocarbons.

This work was supported by a grant of Russian Foundation of Basic Researches № 18-29-05025.

Влияние бактерий, стимулирующих рост растений, на фиторемедиацию загрязненных нефтью почв

Бакаева М.Д., Высоцкая Л.Б., Архипова Т.Н., Кузина Е.В., Четвериков С.П., Рафикова Г.Ф., Коришнунова Т.Ю.,
Логинов О.Н., Веселов Д.С., Кудоярова Г.Р.
Уфимский Институт биологии УФИЦ РАН, Уфа, Россия

Аннотация. Изучены механизмы влияния окисляющих углеводов и синтезирующих фитогормоны бактерий на устойчивость растений при нефтяном загрязнении почв.

Ключевые слова: бактерии – деструкторы углеводов, гормоны, рост растений, фотосинтез

Эффективность и безопасность очистки почв от нефтяных загрязнений зависят от применения ассоциаций бактерий – деструкторов углеводов и растений, механизмы взаимодействия которых мало исследованы.

Цель. Изучение влияния бактерий рода *Pseudomonas* на рост, водный баланс и состояние фотосинтетического аппарата растений, обусловленное их способностью к деструкции углеводов нефти и синтезу фитогормонов.

Методы. В лабораторных опытах моделировали загрязнение почвы, внося в нее сырую нефть. Проведена оценка устойчивости растений овса, ячменя, суданской травы, гороха посевного, костра безостого, овсяницы луговой, клевера лугового и ежи сборной к присутствию в почве углеводов нефти.

Обнаружено подавление прорастания и роста растений, снижение транспирации и изменение параметров фотосинтеза: максимальный (F_v/F_m) и эффективный ($Y(II)$) квантовый выход фотосистемы II и нефотохимическое тушение (NPQ). Показана разная потенциальная способность ряда бактерий в основном рода *Pseudomonas* из коллекции Уфимского Института биологии УФИЦ РАН, активно окисляющих углеводороды нефти, накапливать ИУК (АБК и цитокинины – следовые количества) при культивировании их на среде Кинг Б. Выявлены штаммы, которые минимально снижали синтез ИУК в присутствии в среде нефти и углеводов. Инокуляция растений ячменя отобранными по этому признаку штаммами *P. plecoglossicida* 2.4-D, *P. turukhanskensis* IB 1.1, *P. hunanensis* IB C7 и *Enterobacter* sp. UOM 3 в разной степени нивелировала негативное влияние нефти на изученные показатели. Показано, что не всегда это напрямую зависело от способности штаммов снижать содержание углеводов нефти в почве. В то же время максимальную массу растений ячменя в присутствии нефти наблюдали при инокуляции растений штаммом *P. hunanensis* IB C7, который в наименьшей степени снижал продукцию ИУК в присутствии углеводов нефти в культуральной питательной среде. Очевидно, бактериальная ИУК способствовала обнаруженной активации роста корней в условиях нарушения доступности воды и питания вследствие нефтяного загрязнения и увеличению корневых выделений, что важно как для вносимых, так и аборигенных окисляющих углеводов микроорганизмов.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке грантом РФФИ № 20-04-00305.