

ЭКОЛОГИЯ В ХИМИИ И НЕФТЕХИМИИ.

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

DOI: 10.15593/2409-5125/2015.03.05

УДК 502.52:582.099

**Ю.А. Федорова, Н.Н. Чиглинцева,
Г.Г. Ягафарова, Д.И. Ягафарова, А.Х. Сафаров**

Уфимский государственный нефтяной технический университет

ПОДБОР ФИТОМЕЛИОРАНТОВ ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НЕФТЕЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ

Рассмотрена актуальная проблема – рекультивация нефtezасоленных грунтов. Основным источником накопления технозасоленных грунтов является нефтяная промышленность, где в процессе добычи нефти с применением методов заводнения пластов возможен выход и разлив высокоминерализованных вод на поверхность. На основании проведенных ранее исследований установлено, что значительно повысить эффективность процесса рекультивации нефtezасоленного грунта можно путем его предварительной промывки пресной водой, внесением гипса, биопрепарата, органических удобрений, а также на заключительной стадии – проведением фиторекультивации. Изучено влияние гуминового препарата на биодеструкцию нефти в нефtezасоленном грунте. Установлено, что внесение биостимулятора «Гумиком» способствует повышению биодеструкции нефти в условиях засоления в среднем на 12–15 %. В ходе исследования проведен подбор растений-галофитов для восстановления нефtezасоленных почв. Наиболее устойчивыми к условиям нефtezасоления оказались коостер полевой (*Bromus arvensis*), люцерна посевная (*Medicago sativa L.*), тимофеевка луговая (*P. Pretense subsp. pratense*), которые отличаются высокой скоростью роста и продуктивностью фитомассы. Фиторекультивация нефtezасоленных грунтов, включающая в себя посев этих растений, одновременное внесение гуминового препарата, рекомендуется к широкому внедрению в промысловых условиях.

Ключевые слова: фиторекультивация, нефtezасоленный грунт, растения – фитомелиоранты, гуминовый препарат.

Загрязнение окружающей среды различными токсичными соединениями является одной из глобальных экологических проблем. На сегодняшний день существует большое количество зе-

мель, нуждающихся в восстановлении. Так, в процессе добычи нефти с применением методов заводнения пластов возможен выход и разлив высокоминерализованных вод на поверхность, что является основной причиной техногенного засоления. Токсичные соединения, входящие в состав нефтепромысловых сточных вод, оказывают негативное влияние на природные биоценозы, при этом снижается плодородие почв и выводятся из сельскохозяйственного оборота значительные территории [1, 2].

Существуют различные методы рекультивации нефтесолененных грунтов: механические, физико-химические, биологические [3, 4]. На основании исследований, проведенных ранее, было установлено, что значительно повысить эффективность процесса рекультивации нефтесолененного грунта можно путем его предварительной промывки пресной водой с последующим внесением гипса, биопрепарата с органическим удобрением [5]. Для полного восстановления загрязненной почвы на заключительной стадии необходимо проведение фиторекультивации.

В связи с этим подбор наиболее устойчивых и эффективных растений-галофитов для восстановления нефтесолененных почв является актуальным.

Цель работы – изучение процесса фиторекультивации нефтесолененных грунтов.

На начальном этапе исследований проводили подбор эффективного биостимулятора для повышения биодеструкции нефти в нефтесолененном грунте. Несмотря на большое разнообразие существующих биостимуляторов, большинство из них не нашло широкого распространения, вследствие их дороговизны и низкой эффективности и т.д. [1]. Известно, что гуминовые вещества являются источником основных биогенных питательных элементов, а также обладают биостимулирующим и детоксицирующим действием [6–8]. На основании предварительно проведенных исследований [9] было установлено, что одним из эффективных и недорогих биостимуляторов является гуминосодержащий препарат «Гумиком». «Гумиком» производится путем обработки бурого угля водными щелочными растворами и представляет собой раствор, который содержит в себе: гумат калия 4,0–6,0 %; калий 0,3–0,5 %; фосфор 0,1–0,3 %; азот 0,1–0,3 %; микроэлементы (Cu, B, Mo, Zn,

Mn, Co, Fe, Se). Гумино-минеральный комплекс «Гумиком» – органико-минеральное удобрение, стимулятор роста, активизирует почвенную микрофлору, улучшает растворимость минералов посредством стимуляции корневой системы растений, стимулирует биоремедиацию нефтезагрязненных почв [10].

Исследования проводили на модельных образцах нефтезасоленной почвы с содержанием нефти 3 мас.%. Содержание соли NaCl составляло 0,5; 1; 3; 5; 7 мас.%. В качестве биопрепарата в образцы почвы добавляли консорциум аборигенных нефтеокисляющих микроорганизмов [11] в количестве 3 мас.%. Биостимулятор «Гумиком» вносили из расчета 0,3; 0,6; 0,9; 1,2 мас.%. Контролем служили чашки без внесения микроорганизмов и биостимулятора. Исследование проводили в течение 30 суток при комнатной температуре. Полив осуществляли по мере необходимости, до полной влагоемкости почвы. Об эффективности биостимулятора судили по степени биодеструкции нефти и нефтепродуктов. Остаточное содержание нефти определяли по стандартной методике [12]. Результаты исследования представлены на рис. 1.

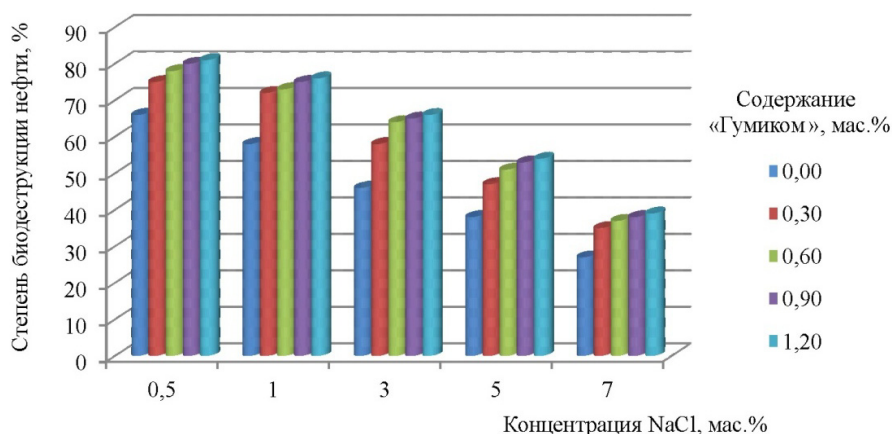


Рис. 1. Влияние биостимулятора «Гумиком» на степень биодеструкции нефти

Как видно из рис. 1, за 30 суток культивирования внесение биостимулятора «Гумиком» способствует повышению биодеструкции нефти в условиях засоления в среднем на 12–15%. При этом наибольшая эффективность биостимулятора наблюдается в образцах с содержанием «Гумиком» 0,9–1,2%.

На следующем этапе проводили исследования по подбору солеустойчивых растений [13] для процесса рекультивации нефтезасоленных грунтов.

Исследования проводили на модельных образцах нефтесоленого грунта с содержанием нефти 0,5 мас.%. Концентрация солей была различной: 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3 мас.%. Влияние различных концентраций NaCl и нефти оценивали по всхожести семян и приросту фитомассы [14]. Результаты исследования, прошедшие статистическую обработку данных [15], представлены на рис. 2, 3 и в таблице.

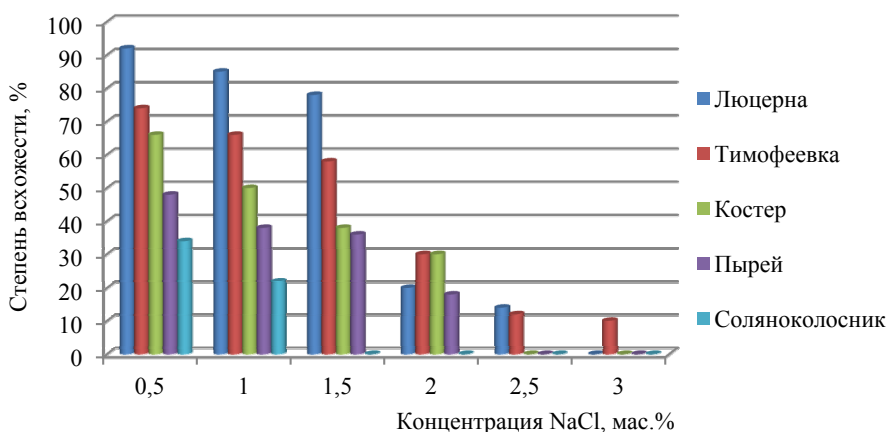


Рис. 2. Степень всхожести растений (люцерна, тимофеевка, костер, пырей, солянокососник) в условиях нефтесоления

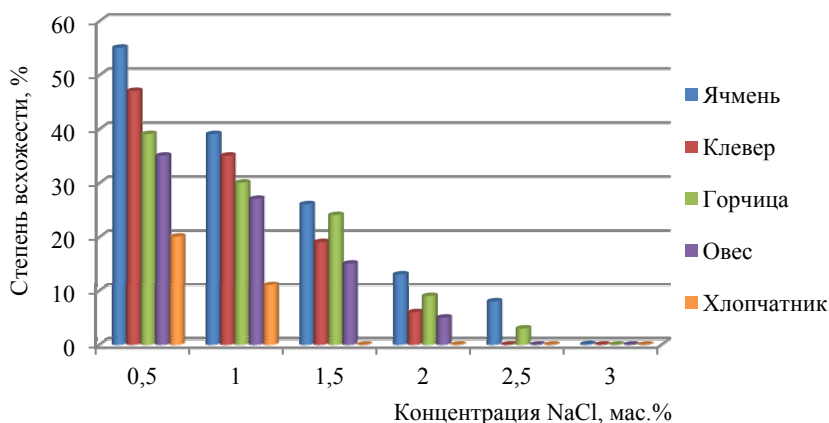


Рис. 3. Степень всхожести растений (ячмень, клевер, горчица, овес, хлопчатник) в условиях нефтесоления

**Прирост фитомассы растений-галофитов (г)
в условиях нефтесаленения**

Вид растения	Концентрация NaCl, %					
	0,5	1	1,5	2	2,5	3
Тимофеевка (<i>P. Pretense subsp. pratense</i>)	2,00±0,10	1,80±0,10	1,20±0,20	0,9±0,05	0,77±0,01	–
Пырей (<i>Elytrigia répens</i>)	0,45±0,10	0,30±0,20	0,20±0,20	0,09±0,20	–	–
Люцерна (<i>Medicado sativa L.</i>)	0,68±0,07	0,50±0,05	0,40±0,02	0,09±0,01	0,08±0,01	0,02±0,005
Костер (<i>Bromus arvensis</i>)	1,04±0,02	0,57±0,05	0,45±0,07	0,11±0,02	0,07±0,002	–
Соляноколосник (<i>Halostachys caspica</i>)	0,08±0,01	0,05±0,01	0,01±0,01	–	–	–
Ячмень (<i>Hordeum vulgare</i>)	0,08±0,05	0,05±0,01	0,07±0,001	0,04±0,002	–	–
Хлопчатник (<i>Gossypium herbaceum L.</i>)	0,10±0,01	0,06±0,01	0,05±0,02	–	–	–
Горчица (<i>Sinapis arvensis L.</i>)	0,15±0,05	0,11±0,01	0,09±0,05	0,04±0,002	–	–
Клевер (<i>Trifolium pratense L.</i>)	0,50±0,20	0,43±0,02	0,34±0,01	–	–	–
Овес (<i>Avena sativa</i>)	0,45±0,01	0,33±0,02	0,24±0,02	–	–	–

Полученные данные показывают, что засоление негативно влияет на все виды растений. Однако наиболее устойчивыми к условиям нефтесаленения оказались костер полевой (*Bromus arvensis*), люцерна посевная (*Medicado sativa L.*), тимофеевка луговая (*P. Pretense subsp. pratense*), которые отличаются высокой скоростью роста и продуктивностью фитомассы.

Таким образом, фиторекультивация нефтесаленных грунтов, включающая в себя посев растений из рода тимофеевка, люцерна, костер, с одновременным внесением гуминового препарата является наиболее эффективной и рекомендуется к широкому внедрению в промышленных условиях.

Библиографический список

1. Пат. 2459398 РФ. Способ рекультивации почв, загрязненных минерализованными водами / Ягафарова Г.Г., Ягафаров И.Р., Московец А.В., Акчурина Л.Р., Лавренчук С.М., Федорова Ю.А. – № 2010145195/13; заявл. 03.11.2010; опубл. 27.08.2012, Бюл. № 24. – 9 с.
2. Федорова Ю.А. Разработка способа рекультивации нефтесоленых грунтов: дис. ... канд. техн. наук. – Уфа, 2012. – 128 с.
3. Ганеев И.Г., Кулагин А.А. Ремедиация и рекультивация техногенно деградированных земель // Вестник ОГУ. – 2009. – № 6. – С. 554–557.
4. Терещенко Н.Н. Особенности биологической рекультивации нефтезагрязненных и техногенно засоленных почв // Экология и промышленность России. – 2005. – № 6. – С. 33–36.
5. Рекультивация почв, загрязненных высокоминерализованными нефтепромысловыми сточными водами / Г.Г. Ягафарова, Ю.А. Федорова, Л.Р. Акчурина, А.Х. Сафаров, И.Р. Ягафаров // Нефтегазовое дело. – 2012. – Т. 10, № 2. – С. 137–139.
6. Иванов А.А., Юдина Н.В. Исследование биостимулирующих и детоксицирующих свойств гуминовых кислот различного происхождения в условиях нефтезагрязненной почвы // Химия растительного сырья. – 2007. – № 1. – С. 99–103.
7. Биостимулятор на основе крупнотоннажных отходов нефтехимической промышленности / Л.Р. Акчурина, Ю.А. Федорова, А.Х. Сафаров, Г.Г. Ягафарова // Нефтегазовое дело. – 2013. – Т. 11, № 3. – С. 123–127.
8. Сваровская Л.И. Стимулирующее влияние гуминовых кислот на оксигеназную активность микроорганизмов нефтезагрязненных почв // Биотехнология. – 2007. – № 6. – С. 60–64.
9. Чиглинцева Н.Н., Федорова Ю.А., Ягафарова Г.Г. Подбор фитомелиорантов для рекультивации нефтесоленых грунтов // Сервисные услуги в добычи нефти: материалы II науч.-техн. конф. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2015. – С. 299–300.
10. Эмульсионные технологии [Электронный ресурс]. – URL: <http://xn--cladkadpademacifb2bwk1czhpas.xn--p1ai/>.
11. Пат. 2352630 РФ. Способ выделения и активации консорциума аборигенных микроорганизмов-деструкторов нефти и нефтепродуктов / Ягафарова Г.Г., Головцов М.В., Леонтьева С.В., Сафаров А.Х., Ягафаров И.Р., Баряхнина В.Б. – № 2007135592/13; заявл. 25.09.2007; опубл. 20.04.2009, Бюл. № 11. – 12 с.
12. ПНДФ 16.1:2.2.22–98. Методика измерения массовой доли нефтепродуктов в почве и донных отложениях методом ИК-спектроскопии. Количественный химический анализ почв. – М., 1998. – 21 с.
13. Якушкина Н.И., Бахтенко Е.Ю. Физиология растений. – М.: Владос, 2004. – 464 с.
14. Математическая обработка результатов химического анализа: учеб.-метод. пособие / С.В. Пестриков, О.Ю. Исаева, Н.Н. Красногорская, Н.В. Кострюкова; Уфим. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа, 2009. – 34 с.
15. Федорова А.И., Никольская А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Владос, 2003. – 288 с.

References

1. Yagafarova G.G., Yagafarov I.R., Moskovets A.V., Akchurina L.R., Lavrenchuk S.M., Fedorova Yu.A. Sposob rekul'tivatsii pochv, zagryaznennykh mineralizovannymi vodami [A method of remediation of soils contaminated with saline water]. Patent No. 2459398 RF. 2012.
2. Fedorova Yu.A. Razrabotka sposoba rekul'tivatsii neftezasolennykh gruntov [Development of the method and remediation of oil-contaminated saline soils]. Thesis of the candidate of technical sciences. Ufa, 2012. 128 p.
3. Ganeev I.G., Kulagin A.A. Remediatsiya i rekul'tivatsiya tekhnogenno degradirovannykh zemel' [Remediation and restoration of degraded lands]. *Vestnik OGU*, 2009, no. 6, pp. 554–557.
4. Tereshhenko N.N. Osobennosti biologicheskoy rekul'tivatsii neftezagryaznennykh i tekhnogenno zasolennykh pochv [Features of biological remediation of oil-contaminated soils and technogenic saline]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*, 2005, no. 6, pp. 33–36.
5. Yagafarova G.G., Fedorova Yu.A., Akchurina L.R., Safarov A.X., Yagafarov I.R. Rekul'tivatsiya pochv, zagryaznennykh vysokomineralizovannymi neftepromyslovymi stochnymi vodami [Remediation of soil contaminated by waste water from oil with a high mineralization]. *Neftegazovoe delo*, 2012, vol. 10, no. 2, pp. 137–139.
6. Ivanov A.A., Yudina N.V. Issledovanie biostimuliruyushchikh i detoksiruyushchikh svoystv guminovykh kislot razlichnogo proiskhozhdeniya v usloviyakh neftezagryaznennoj pochvy [Research bio-stimulating and detoxifying properties of humic acids under conditions of contaminated soils]. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2007, no. 1, pp. 99–103.
7. Akchurina L.R., Fedorova Yu.A., Safarov A.X., Yagafarova G.G. Biostimulyator na osnove krupnotonnazhnykh otkhodov neftekhimicheskoy promyshlennosti [Bio Stimulant based waste petrochemical]. *Neftegazovoe delo*, 2013, vol. 11, no. 3, pp. 123–127.
8. Svarovskaya L.I. Stimuliruyushchee vliyanie guminovykh kislot na oksigenaznuyu aktivnost' mikroorganizmov neftezagryaznennykh pochv [Stimulating effect of humic acids on the oxygenase activity of microorganisms contaminated soils]. *Biotekhnologiya*, 2007, no. 6, pp. 60–64.
9. Chiglinceva N.N., Fedorova Yu.A., Yagafarova G.G. Podbor fitomeliorantov dlya rekul'tivatsii neftezasolennykh gruntov [Selection of phyto remediation of oil-contaminated chemicals for and saline soils]. *Materialy II nauchno-tekhnicheskoy konferentsii "Servisnye uslugi v dobyche nefti"*. Ufa, 2015. P. 299–300.
10. E'mul'sionnye tekhnologii, available at: <http://xn--cladakdapdemacifb2bwk1czh.pas.xn--plai/>.
11. Yagafarova G.G., Golovtsov M.V., Leont'eva S.V., Safarov A.X., Yagafarov I.R., Barakhnina V.B. Sposob vydeleniya i aktivatsii konsortsiuma aborigennykh mikroorganizmov-destruktorov nefti i nefteproduktov [A method for isolating and activating a consortium of indigenous microorganisms-destructors of oil and petroleum products]. Patent 2352630 RF. 2009.
12. PNDF 16.1:2.2.22–98. Metodika izmereniya massovoj doli nefteproduktov v pochve i donnykh otlozheniyakh metodom IK-spektrometrii. Kolichestvennyy khimicheskij analiz pochv. Moscow, 1998. 21 p.

13. Yakushkina N.I., Bakhtenko E.Yu. Fiziologiya rastenij [Plant Physiology]. Moscow: Vldos, 2004. 464 p.

14. Pestrikov S.V., Isaeva O.Yu., Krasnogorskaya N.N., Kostryukova N.V. Matematicheskaya obrabotka rezul'tatov khimicheskogo analiza [Mathematical processing of results of chemical analysis]. Ufa, 2009. 34 p.

15. Fedorova A.I., Nikol'skaya A.N. Praktikum po ekologii i okhrane okruzhayushchej sredy [Workshop on Environment and Environmental Protection]. Moscow: Vldos, 2003. 288 p.

Получено 9.07.2015

**Yu. Fedorova, N. Chiglintseva,
G. Yagafarova, D. Yagafarova, A. Safarov**

SELECTION OF PHYTOAMELIORANTS FOR RECULTIVATION OF THE PETROSALTED SOILS

Article is devoted to an actual problem – recultivation of the petrosalted soil. The tekhnosolennykh of soil is the main source of accumulation oil industry where in the course of oil production with application of methods of flooding of layers the exit and spill of highly mineralized waters to a surface is possible. On the basis of the researches conducted earlier, it is established that considerably it is possible to increase efficiency of process of recultivation of the petrosalted soil by its preliminary washing with fresh water and introduction of plaster, a biological product, organic fertilizers, and also at a final stage – carrying out phytorecultivation. Researches on studying of influence of a humic preparation on biodestruction of oil in the petrosalted soil are conducted. It is established that introduction of a biostimulator "Gumiky" promotes increase of biodestruction of oil in the conditions of salinization on average for 12-15%. During research selection of plants-galofitov for restoration of the petrosalted soils is carried out. The steadiest against conditions of petrosalinization were a fire of field (*Bromus arvensis*), a lucerne a sowing campaign (*Medicago sativa* L.), a herd grass meadow (*P. Pretense* subsp. *pratense*) which differ in the high growth rate and efficiency of phytoweight. Phytorecultivation of the petrosalted soil, the herd grass including crops of plants from a sort, a lucerne, a fire, with simultaneous introduction of a humic preparation is recommended to widespread introduction in trade conditions.

Keywords: phytorecultivation, the petrosalted soil, plants – phytoameliorants, a humic preparation

Федорова Юлия Альбертовна (Уфа, Россия) – канд. техн. наук, ст. преподаватель кафедры прикладной экологии, Уфимский государственный нефтяной технический университет (450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1, e-mail: Fedorova_ya@mail.ru).

Чиглинцева Наталья Николаевна (Уфа, Россия) – магистрант, Уфимский государственный нефтяной технический университет (450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1, e-mail: natalya.chiglintsewa@yandex.ru).

Ягафарова Гузель Габдулловна (Уфа, Россия) – д-р техн. наук, профессор, заведующая кафедрой прикладной экологии, Уфимский государственный нефтяной технический университет (450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1, e-mail: kafedra_ecologia@mail.ru).

Ягафарова Динара Ильгизаровна (Уфа, Россия) – студентка, Уфимский государственный нефтяной технический университет (450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1, e-mail: kafedra_ecologia@mail.ru).

Сафаров Альберт Хамитович (Уфа, Россия) – канд. техн. наук, доцент кафедры прикладной экологии, Уфимский государственный нефтяной технический университет» (450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1, e-mail: alsaf1@rambler.ru).

Fedorova Yuliya (Ufa, Russian Federation) – Ph.D in Technical Sciences, Senior Lecturer of Applied Ecology Department, Ufa State Petroleum Technological University (450062, Ufa, Kosmonavtov str., 1, e-mail: Fedorova_ya@mail.ru).

Chiglintseva Nataliya (Ufa, Russian Federation) – Student, Ufa State Petroleum Technological University (450062, Ufa, Kosmonavtov str., 1, e-mail: natalya.chiglintsewa@yandex.ru).

Yagafarova Guzel (Ufa, Russian Federation) – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Applied Ecology Department, Ufa State Petroleum Technological University (450062, Ufa, Kosmonavtov str., 1, e-mail: kafedra_ecologia@mail.ru).

Yagafarova Dinara (Ufa, Russian Federation) – Student, Ufa State Petroleum Technological University (450062, Ufa, Kosmonavtov str., 1, e-mail: kafedra_ecologia@mail.ru).

Safarov Albert (Ufa, Russian Federation) – Ph.D in Technical Sciences, Assistant Professor of Applied Ecology Department, Ufa State Petroleum Technological University (450062, Ufa, Kosmonavtov str., 1, e-mail: alsaf1@rambler.ru).