



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ,
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ЯКУТСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
имени М.Г. САФРОНОВА»
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР «ХОТУ-БАКТ»

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И БИОРЕМЕДИАЦИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ МЕРЗЛОТНЫХ ПОЧВ ЯКУТИИ

Монография

Новосибирск
2017

УДК 504. 054: 579.63: 613.4 (571.56)

ББК 40.3

Э40

*Утверждена ученым советом ФГБНУ «Якутский НИИСХ
им. М.Г. Сафронова» (протокол № 8 от 13 июня 2017 г.).*

Рецензенты:

Павлова А.И., д-р вет. наук, профессор, заслуженный деятель науки РС (Я), директор Института дополнительного профессионального образования ФГБОУ «Якутская государственная сельскохозяйственная академия»;

Абрамов А.Ф., д-р биол. наук, профессор, заслуженный деятель науки РС (Я), ведущий научный сотрудник ФГБНУ «Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им М.Г. Сафронова.

**Тарабукина Н.П., Саввинов Д.Д., Неустроев М.М., Степанова А.М.,
Неустроев М.П., Сазонов Н.Н., Парникова С.И.**

Э40 «Экологическая оценка и биоремедиация нефтезагрязненных мерзлотных почв Якутии»: Монография; [под ред. М.П. Неустоева, Д.Д. Саввинова]; Якут. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва. — Новосибирск: Изд. АНС «СибАК», 2017. — 136 с.

ISBN 978-5-4379-0545-6

В монографии приводятся материалы научных исследований по экологической оценке нефтезагрязненных мерзлотных почв Якутии. Предложены новые способы биоремедиации с использованием штаммов бактерий *Bacillus subtilis*.

Рассчитана для руководителей и специалистов учреждений охраны природы, научных работников, аспирантов, студентов высших и средних учебных заведений.

Ответственные редакторы: д-р вет. наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ Неустроев Михаил Петрович; д-р биол. наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ Саввинов Дмитрий Дмитриевич.

ББК 40.3

ISBN 978-5-4379-0545-6

© ФГБНУ ЯНИИСХ, НПЦ Хоту-Бакт

©Тарабукина Н.П., Саввинов Д.Д., Неустроев М.П., Степанова А.М.,
Неустроев М.П., Сазонов Н.Н., Парникова С.И.

© АНС «СибАК», 2017 г.

СОДЕРЖАНИЕ:

Введение	5
Глава 1. Состояние изученности проблемы	7
1.1. Микроорганизмы и их роль в природе	7
1.2. Использование микроорганизмов в биоремедиации почвы от нефти и нефтепродуктов	14
1.3. Биопрепараты, используемые для восстановления нефтезагрязненных почв	23
1.4. Биосорбенты для очистки почвы и водных объектов от нефтезагрязнений	26
1.5. Распространенность бактерий рода <i>Bacillus</i> в мерзлотных почвах и перспективность их использования в биоремедиации	27
Глава 2. Материалы и методика	32
2.1. Отбор и подготовка почвенных образцов для исследований	32
2.2. Методика подготовки проб почвы и методы агрохимических исследований (ГОСТ-2642-85)	33
2.3. Отбор и подготовка почвенных образцов и методы микробиологических исследований	34
2.4. Методы химических исследований почвы на содержание нефтепродуктов	35
Глава 3. Экологическое состояние нефтезагрязненных мерзлотных почв	36

Глава 4. Исследования штаммов бактерий рода <i>Bacillus subtilis</i> ..	44
4.1. Физиолого-биохимические свойства бактерий рода <i>Bacillus</i> из палеомикрофлоры	44
4.2. Микроскопические исследования штаммов бактерий <i>Bacillus subtilis</i> 7/2к	47
4.3. Углеводородокисляющие свойства бактерий рода <i>Bacillus</i>	50
4.4. Эмульгирующая активность штаммов бактерий рода <i>Bacillus</i>	52
4.5. Антифунгальная и фитоксическая активности штаммов бактерий <i>Bacillus subtilis</i>	54
4.6. Роль штаммов бактерий <i>Bacillus subtilis</i> при биоремедиации нефтезагрязненных почв	57
Глава 5. Оценка экологического состояния нефтезагрязненных мерзлотных почв	69
5.1. Нефтезагрязненные почвы в долине реки Амга	69
5.2. Нефтезагрязненные почвы в долине реки Ботуобия (Мирнинский район)	79
5.3. Нефтезагрязненные почвы в долине реки Иенчик (Ленский район)	86
5.4. Нефтезагрязненные почвы в бассейне реки Пеледуй ...	93
5.5. Нефтезагрязненные почвы в районе засыпанного котлована (Олекминский район)	101
Заключение	109
Список литературы	114
Приложение.....	134

ВВЕДЕНИЕ

Основной экологической проблемой в регионах развития нефтегазовой отрасли является загрязнение объектов окружающей среды нефтью и нефтепродуктами. В настоящее время широко ведутся работы по добыче, переработке, транспортировке, потреблению нефти и газа в северных регионах России, почвы которых из-за суровых биоклиматических условий характеризуются относительно низкой самоочищающей способностью. Нефть и продукты ее переработки, многие из которых чрезвычайно токсичны, канцерогенны и персистентны, то есть разрушаются крайне медленно, в частности в Сибири с ее холодным климатом [Маркарова, 1999; Киреева и др., 2008; Житин, Захаров, 2009; Корнейкова и др., 2011]. Ауторемедиация нефтезагрязненных почв может длиться до 30 лет, в северных регионах период деструкции составляет 50 и более лет, а токсические свойства нефти исчезают через 10-12 лет после рекультивационных работ [Оборин и др., 1988; Гендрин и др., 2000].

Восстановление деградированной почвы – сложный и длительный процесс, так как из трех основных составляющих компонентов природной среды – почвы, воды, воздуха – именно почва способна аккумулировать и закреплять токсические вещества. Особую роль при решении проблем окружающей среды приобретает использование живых организмов, в частности микроорганизмов. Различные методы биоремедиации (биовосстановления) с помощью микроорганизмов разрабатываются и используются при нефтезагрязнениях [Пономарева и др., 2005; Киреева и др., 2008; Орлова и др., 2008; Безуглова и др., 2009; Кочетова, 2010]. Наиболее часто для восстановления нефтезагрязненных почв используются бактерии рода *Pseudomonas* и *Bacillus* как углеводородокисляющие микроорганизмы [Злотников и др., 2008; Киреева и др., 2009]. При этом работ, посвященных селекции микроорганизмов, используемых в деструкции нефти и нефтепродуктов при биоремедиации в северных регионах, крайне мало [Пырченкова и др., 2006; Глязнецова и др., 2011]. В последние десятилетия отмечается активный поиск и разработка высокоэффективных универсальных микробных препаратов, сконструированных из полезных эндофитных и ризосферных бактерий. Действующим началом микробных препаратов чаще являются представители родов *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Flavobacterium*, *Bacillus*, *Achromobacter*, *Rhizobium*, продуцирующие различные вторичные метаболиты [Петров и др., 2002; Compant et al., 2005; Montesions., 2003; Тихонович и др., 2007; Смирнов и др., 2011]. Среди них особый интерес представляют

бактерии рода *Bacillus*, которые составляют от 30 до 36 % микробной ризосферной и эндофитной популяции [Чеботарь и др., 2011]. В микробиоценозе мерзлотных почв Якутии доминируют бактерии рода *Bacillus*, которые обладают широким спектром выраженных антагонистических, ферментных, интерферониндуцирующих, иммуномодулирующих свойств и являются одной из перспективных групп в биотехнологии [Тарабукина и др., 2011]. Вместе с тем, в аборигенных штаммах бактерий рода *Bacillus* недостаточно изучено сочетание нефтеокисляющих, антифунгальных и ростостимулирующих свойств, актуальных для современной экологической биотехнологии. Актуальность проблемы возрастает с освоением и разработкой месторождений нефти в Республике Саха (Якутия), строительством нефтепроводной системы «Восточная Сибирь – Тихий океан» и недостатком исследований по изысканию эффективных экологически безопасных способов биологической очистки мерзлотных почв от нефтезагрязнений.

Основная цель настоящей работы – экологическая оценка нефтезагрязненных мерзлотных почв и разработка способов их биоремедиации с применением штаммов бактерий *Bacillus subtilis*. Для ее достижения решены следующие задачи:

- проведена экологическая оценка по нефтезагрязнениям окружающей среды на территории Республики Саха (Якутия);
- изучено остаточное влияние нефтезагрязнений на микробиологические и агрохимические показатели мерзлотных почв после восстановительных работ;
- исследованы углеводородокисляющие, эмульгирующие, антифунгальные и фитотоксические свойства штаммов бактерий *Bac. subtilis*;
- разработан биологический способ восстановления нефтезагрязненных мерзлотных почв.

Основная часть исследований проведена в исполнение госконтракта № 34 от 11.07.2012 г., заключенного с Министерством охраны природы Республики Саха (Якутия).

Выражаем большую признательность за проведение агрохимических и химических исследований заведующему лабораторией биохимии ФГБНУ «Якутский НИИСХ» доктору биологических наук, профессору А.Ф. Абрамову и директору ГБУ «Республиканский информационно-аналитический центр экологического мониторинга» Министерства охраны природы Республики Саха (Якутия) Л.С. Волковой.

Монография

*Тарабукина Н.П., Саввинов Д.Д., Неустроев М.М., Степанова А.М.,
Неустроев М.П., Сазонов Н.Н., Парникова С.И.*

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И БИОРЕМЕДИАЦИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ МЕРЗЛОТНЫХ ПОЧВ ЯКУТИИ

Под редакцией

доктора ветеринарных наук, профессора М.П. Неустроева;
доктора биологических наук, профессора Д.Д. Саввинова.

Подписано в печать 25.07.17. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 8,5. Тираж 550 экз.

Издательство АНС «СибАК»
630049, г. Новосибирск, Красный проспект, 165, оф. 4.
E-mail: mail@sibac.info

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного
оригинал-макета в типографии «Allprint»
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3.