

## ОТЗЫВ

**официального оппонента канд. биол. наук, доцента Сваровской Лидии Ивановны на диссертационную работу Писарчук Анны Дмитриевны «Эколого-микробиологические аспекты биоремедиации нефтезагрязненных экосистем и угольных карьеров» на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – экология (биология)**

**Актуальность темы.** При интенсивном антропогенном воздействии на окружающую среду опасность загрязнения нефтепродуктами возрастает. Особенно уязвима в этом отношении экосистема территорий нефтяных месторождений Западной Сибири, 70 % которой приходится на обводненные болота. В результате хозяйственной деятельности нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих предприятий масштабы загрязнения на территории России достигают тысячи гектаров. В 2013 году на объектах нефтедобывающего комплекса ОАО «Томскнефть» зарегистрировано 229 аварий на нефтепроводах, в 2012 году – 600 аварий с изливом в открытую среду нефти и сопутствующей высоко минерализованной воды. Основное количество аварий на нефтепроводе произошло в результате коррозии труб. В отдельные годы, в результате аварийных ситуаций, потери нефти на нефтедобывающих предприятиях составляют более 3 %.

Способность микроорганизмов к утилизации УВ лежит в основе многих промышленных биотехнологий, в том числе биотехнологии восстановления нефтезагрязненных почв и водоемов. В настоящее время биологические методы утилизации нефти, загрязняющей почву и воду, разработанные на основе ферментативной активности микроорганизмов, являются наиболее перспективными, экономически выгодными и экологически безопасными. Биодegradация природными популяциями микроорганизмов представляет один из первичных механизмов восстановления загрязненной территории. Процессы биодеструкции оцениваются по изменению концентрации УВ, численности бактерий во времени и ферментативной активности при генерации продуктов метаболизма.

Спонтанное загрязнение почвы нефтепродуктами в концентрации 0.1-0.5 %, может рассматриваться как обогащение среды обитания источниками углерода и энергии, стимулирующими активность углеводородокисляющих микроорганизмов. В условиях загрязнения почвы до 5 %-ной концентрации, методы восстановления разрабатываются на основе стимуляции почвенного биоценоза питательными субстратами. При этом, оксигенная активность углеводородокисляющих бактерий (УОБ) в процессах утилизации нефти возрастает в десятки раз.

При увеличении концентрации загрязнения до 7-10 %, рост и активность аборигенной микрофлоры угнетаются и для восстановления плодородия почв вместе с питательным субстратом применяются сорбенты, мелиоранты и специальные биопрепараты, содержащие активную биомассу.

В условиях внешней среды всегда присутствуют микроорганизмы - факультативные биодеструкторы нефти, но процессы восстановления протекают медленно, в зависимости от численности и видового разнообразия, оксигеназной активности микрофлоры, наличия питательных субстратов, температуры, влажности и аэрогенной обстановки.

УОБ - единственная группа микроорганизмов, утилизирующая углеводороды (УВ) нефтяного ряда, благодаря наличию мощной оксигеназной системы ферментов. Способность микроорганизмов, принадлежащим к родам *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Mycobacterium*, *Nocardia*, *Actinomyces* и др, развиваться на n-алканах с длиной цепи от 5 до 34 атомов углерода была доказана еще в 1966 году в работах Э. Бирштехера.

Практически, микроорганизмы способны к утилизации всех УВ, независимо от их структуры, в том числе и ароматических соединений. Конечными продуктами при биоокислении УВ являются углекислый газ и вода, промежуточными - спирты, кетоны, альдегиды, органические кислоты, биополимеры, биоПАВ, карбоновые кислоты и различные растворители.

Техногенные ландшафты, образующиеся на территории угле- и нефтедобычи обладают, как правило, слабой способностью к самовосстановлению, что обуславливает необходимость разработки технологий ускоренной ремедиации. На сегодняшний день предпочтение отдается биологическим или комплексным микробиологическим и физико-химическим методам рекультивации нефтезагрязненных территорий и водоемов. Эффективность метода зависит от глубины анализа микробиологических процессов, протекающих в загрязненной почве и водных объектах, а также факторов, стимулирующих ферментативную активность микрофлоры.

Другие группы почвенного биоценоза перерабатывают органические и минеральные соединения, образуя продукты сложного биосинтеза, восстанавливающие плодородие почвы и обезвреживающие в определенных пределах вредные выбросы, поступающие в реки, озера, морскую среду.

Работа Писарчук А.Д. отражает глубокое исследование по влиянию природных глинистых минералов (цеолита, глауконита и вермикулита) и дополнительно внесенной

углеводородокисляющей культуры микроорганизмов на активность микробиологических процессов биодеструкции УВ, загрязняющих почву и водоемы. С применением торфяных мелиорантов разработаны методы рекультивации угольных отвалов.

**Структура диссертации.** Диссертация А. Д. Писарчук оформлена в традиционном стиле и состоит из введения, обзора литературы по теме и глав: «Методы исследования», «Результаты собственных исследований», «Заключения» и «Выводов». Результаты исследований и их обсуждение отражены в трех главах, которые выделены по смысловому принципу: эффективность применения природных глинистых минералов для биоремедиации нефтезагрязненных экосистем, проблема фитотоксичности нефтезагрязненной почвы,

способы её снижения и эффективность использования торфяного мелиоранта и оксигумата для рекультивации угольных отвалов. Список используемой литературы содержит 142 отечественных и 22 зарубежных источника. Работа изложена на 152 машинописных страниц, содержит 28 рисунков и 10 таблиц.

**Методический уровень.** Работа выполнена на современном методическом уровне. Используемые автором приемы и питательные среды для культивирования микроорганизмов являются классическими. Необходимо отметить высокий методический уровень выполнения исследований, связанных с эффективностью биодеструкции углеводородов нефти в загрязненной почве и водной поверхности, с определением фитотоксичности нефтезагрязнений и эффективностью использования мелиорантов для рекультивации угольных отвалов.

**Научная новизна.** Впервые автором изучено комплексное влияние природных глинистых минералов на скорость микробиологической деградации УВ нефти в почве, а также приема интродукции УОБ, адсорбированных на глинистых минералах, на интенсивность и глубину биодеградации нефтяной пленки на водной поверхности. Впервые установлены микробиологические факторы повышения фитотоксичности нефтезагрязненных почв и биологические способы её снижения. В многолетнем полевом эксперименте показана эффективность применения торфяного мелиоранта и оксигумата для рекультивации отвалов угольного разреза.

**Практическая значимость.** Полученные автором основные закономерности увеличения скорости процессов биодеструкции УВ нефти в почве и на водной поверхности, с применением мелиорантов и иммобилизованной углеводородокисляющей

микрофлорой, представляют научную основу для разработки биотехнологий рекультивации нефтезагрязненных почв и воды. Важное значение имеет обоснованная перспективность применения торфяных мелиорантов и оксигумата для рекультивации отвалов угольного разреза в Кемеровской области.

### **Замечания.**

1. Не проведены хроматографические исследования деструкции нефтезагрязнений с применением мелиорантов, ускоряющих процессы утилизации нефти, которые четко отражают молекулярное перераспределение УВ в контрольных и опытных экспериментах.
2. В таблице 5 представлены значения коэффициента окисленности в разных вариантах опыта, где максимальное значение получено с применением средних по размеру фракций цеолита. Разница небольшая, в пределах ошибки и надо было сделать повторный анализ или перерасчет коэффициента, поскольку в выводах отражено, что лучшие результаты биодеструкции получены с применением мелких фракций.
3. Выводы номер 1 и 2 были бы конкретнее, если показать % деструкции за определенный период времени с применением мелиорантов в сравнении с контролем, тем более, что все данные для этого есть.

Высказанные замечания носят дискуссионный характер и не снижают высокой научной значимости работы. Диссертационная работа Писарчук А.Д. читается с интересом, грамматических ошибок нет.

Материалы диссертации отражены в автореферате и 15 публикациях (4 статьи в российских журналах, включенных в перечень рецензируемых научных изданий, представленных в перечне ВАК, 11- в материалах докладов на международных и научно-практических конференциях).

В заключении можно сказать, что диссертационная работа Писарчук Анны Дмитриевны **«Эколого-микробиологические аспекты биоремедиации нефтезагрязненных экосистем и угольных карьеров»** является законченным научным исследованием. Материалы диссертации представляют интерес для специалистов в области микробиологии, экологии и биотехнологии.

Считаю, что диссертация Писарчук Анны Дмитриевны соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата биологических наук и п. 8 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а диссертант заслуживает степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – экология (биология).

Официальный оппонент:

Сваровская Лидия Ивановна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук (ИХН СО РАН), 634021 г.Томск, пр. Академический, 4; тел. 8(3822)492-661, e-mail:sli@ipc.tsc.ru

канд. биол. наук, доцент



Л.И. Сваровская

08.12.2014г

Подпись Сваровской Л.И. заверяю:

Ученый секретарь ИХН СО РАН,

к.х.н.



И.А. Савинова

