

DOI: 10.15593/2409-5125/2016.02.11

УДК 502.554: 637.879.32

**А.Х. Сафаров, Г.Г. Ягафарова, Е.Н. Пушкарь,
И.У. Габитова, В.В. Микулик, Г.М. Кузнецова**

Уфимский государственный нефтяной технический университет

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ОТХОДА ПТИЦЕФАБРИКИ НА ОЧИСТКУ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ

Восстановление почв, подверженных загрязнению нефтью и нефтепродуктами, на сегодняшний день является актуальной проблемой. Актуальной экологической проблемой также является загрязнение окружающей природной среды органическими отходами птицеводческих хозяйств. В работе исследованы процессы биодеструкции нефтезагрязненных образцов почв с добавлением в качестве биостимулятора органического отхода птицеводческой фабрики – куриного помета. С целью интенсификации очистки грунтов от нефти и нефтепродуктов в ряд образцов были внесены активные деструкторы нефти – *Rhodococcus erythropolis* АС-1339Д. Контролем служила почва, загрязненная нефтью из расчета 3 мас.% без внесения биостимулятора. О степени биодеструкции нефти судили по ее остаточному количеству, а также косвенно по приросту микроорганизмов, по ферментативной активности и изменению токсичности почвы. Токсичность образцов оценивали по фитотоксичности (однодольное растение – овес посевной и двудольное – кресс-салат), а также по результатам биотестирования с использованием инфузории-туфельки.

Установлено, что для эффективного восстановления нефтезагрязненных грунтов рекомендуется почву обработать органическим отходом (куриным пометом) не более 5 мас.% и дополнительно обработать микроорганизмами-деструкторами нефти и нефтепродуктов, например *Rhodococcus erythropolis* АС-1339Д.

Ключевые слова: очистка нефтезагрязненных почв, нефтеокисляющие микроорганизмы, органические отходы птицефабрик, утилизация птичьего помета, биостимулятор.

В настоящее время актуальной проблемой является восстановление почв, подверженных антропогенному загрязнению окружающей среды нефтью и нефтепродуктами [1].

Загрязнение нефтью оказывает негативное влияние на физико-химические и биологические свойства почв. Изменяется численность аборигенных почвенных микроорганизмов, ухудшаются ее агрофизические и агрохимические свойства, снижается активность почвенных ферментов.

Слабое загрязнение нефтью (до 5,0 г/кг) может быть ликвидировано посредством самоочищения почвы за 2–3 года, среднее (до 13,0 г/кг) – за 4–5 лет. Загрязнение почвы нефтью в концентрации свыше 13 г/кг является началом серьезного экологического ущерба. Такие сильнозагрязненные грунты нуждаются в мероприятиях по их восстановлению [2–4].

Еще одной актуальной экологической проблемой является загрязнение окружающей природной среды органическими отходами птицеводческих хозяйств. В последние годы в России интенсивно развивается птицеводческая отрасль агропромышленного комплекса. Фабрики наращивают производство яиц и мяса птицы. Одновременно с основной продукцией образуются органические отходы, наиболее объемный из которых – птичий помет [5].

По данным Всероссийского научно-исследовательского, конструкторского и проектно-технологического института органических удобрений и торфа, в России работают свыше 600 птицефабрик, от которых ежедневно поступает более 50 тыс. т помета [6]. Вопрос утилизации непищевых отходов птицепереработки остается открытым для большинства птицефабрик России.

Самой простой и распространенный способ утилизации птичьего помета – это вывоз и складирование его на поля. При регулярном гиперинтенсивном внесении помета на земельные участки нарушаются процессы саморегулирования и самовозобновления плодородия почв, усиливается ее эрозия, химическое и биологическое загрязнение [7]. Свежий помет губителен для растений. Часть азота, образуемого из птичьего помета, находится в форме, подавляющей рост растений и, разлагаясь, усиливает накопление нитратов [8].

Довольно распространенным методом по переработке органических отходов птицеводческих комплексов является компостирование. Этот метод также далеко не совершенен. Он требует организованных площадок, техники и большого количества торфа, соломы

и других материалов, способных поглощать влагу. При правильном ведении технологического процесса образуется биогумус, однако до 30–40 % питательных веществ испаряется в виде газов.

Российскими учеными разработаны биопрепараты на основе консорциума непатогенных микроорганизмов (в основном актиномицетов и дрожжей). Процесс биоразложения органики ускоряется микроорганизмами. При этом до 50 мас.% органических веществ преобразуется в газы. Это то же компостирование, только быстрыми темпами. Биогаз удобен для получения биогумуса и горючего, но требует больших материальных затрат и доработки технологии.

В России и за рубежом существует опыт по применению помета в качестве корма для сельскохозяйственных животных. Помет подвергают биологическому обеззараживанию, ферментируют, добавляют кристаллические аминокислоты для сокращения выделения аммиака, азота и фосфора и смешивают с добавками, например, с силосом, соломой, дроблеными зерном и кукурузой. После чего полученный продукт скармливают скоту [7, 9].

Набирают популярность и биоэнергетические способы переработки органических отходов. Многофункциональные биотехнологические комплексы работают одновременно по всем направлениям. С помощью таких установок возможно получение биоорганических и биоминеральных удобрений, кормовых биодобавок, биогаза, который используют для обогрева помещений, работы газового оборудования, освещения территории [9]. Но использование технологии сдерживается из-за отсутствия инвестиций.

Еще один перспективный способ – использование технологии вермикюльтивирования. Это использование навозных червей для переработки органических отходов. При этом решается три задачи: утилизация отходов, получение кормового белка и повышение плодородия почвы [9].

Проблема утилизации органических отходов птицеводческих хозяйств на сегодняшний день не имеет универсального решения и требует научных исследований и разработок.

Целью данного исследования являлось использование органического отхода птицеводческой фабрики (куриного помета) для восстановления почв, загрязненных нефтью. Для этого был поставлена серия опытов:

- 1) почва + нефть (3 мас.%) + биостимулятор (5 мас.%) ;
- 2) почва + нефть (3 мас.%) + биостимулятор (10 мас.%) ;
- 3) почва + нефть (3 мас.%) – контроль 1;
- 4) почва + нефть (3 мас.%) + биостимулятор (5 мас.%) + микроорганизмы (3 мас.%) ;
- 5) почва + нефть (3 мас.%) + биостимулятор (10 мас.%) + микроорганизмы (3 мас.%) ;
- 6) почва + нефть (3 мас.%) + микроорганизмы (3 мас.%) – контроль 2.

В качестве биостимулятора добавляли органический отход птицеводческой фабрики (куриный помет) с влажностью 40 мас.%. Для определения концентрации органического отхода проводили предварительное испытание, на основании которого наиболее результативны концентрации 5 и 10 мас.%. .

В состав органического отхода входят такие элементы, как азот, фосфор и калий (1,6; 1,7 и 0,9 % соответственно). Помимо макроэлементов содержатся микроэлементы (15–38 мг Mn, 12–39 Zn, 1–1,2 Co, 1–2,5 Cu и 300–400 мг Fe в пересчете на 100 г сухого птичьего помета), а также сырой протеин, аминокислоты, клетчатка, безазотистые экстрактивные вещества, сырой жир и зола [10].

Богатый органо-минеральный состав органического отхода позволяет отказаться от использования минеральных добавок, внесение которых обычно требуется для роста нефтеокисляющих микроорганизмов. В данном случае с целью интенсификации очистки грунтов от нефти и нефтепродуктов в ряд образцов были внесены активные штаммы-деструкторы нефти – *Rhodococcus erythropolis* АС-1339Д [11].

Контролем служила почва, загрязненная нефтью из расчета 3 мас.% без внесения биостимулятора. Опыт проводили в течение 60 суток при температуре 25 °С и поддержанием влажности 65 % .

О степени биодеструкции нефти судили по ее остаточному количеству на 30-е и 60-е сутки, а также косвенно по приросту микроорганизмов, растущих на мясопептонном агаре (МПА), по ферментативной активности и изменению токсичности почвы. Численность гетеротрофных организмов в исследуемых образцах определяли чашечным методом Коха [12].

Активность ферментов определяли по известным методикам [13].

В настоящее время биотестирование является наиболее информативным методом исследования нефтезагрязненных земель, так как позволяет оценить комплексное воздействие всех загрязняющих веществ, содержащихся в объекте исследования, а также характеризуется простотой выполнения и аппаратного оформления [14].

Фитотоксичность определяли по методике исследования почв урбанизированных территорий, согласно международному стандарту ИСО 11269-2 [15]. В качестве тест-объектов использовали растения двух классов: однодольное – овес посевной (*Avena sativa*) и двудольное – кресс-салат (*Lepidium sativum* L). О фитотоксичности судили по всхожести и показателям интенсивности начального роста семян (длине корней и зеленых проростков, а также массе сухих растений).

Биотестирование почвенных образцов проводили на приборе «Биотестер-2» согласно стандартной методике [16]. Тест-объектом служили простейшие одноклеточные организмы инфузории-туфельки (*Paramecium caudatum*).

Измерение массовой концентрации нефти и нефтепродуктов проводили в аккредитованной лаборатории кафедры технологии нефти и газа Уфимского государственного нефтяного технического университета флуориметрическим методом на приборе «Флюорат-02» по известной методике [17].

Результаты исследований биодеструкции нефти представлены в табл. 1.

Таблица 1

Степень биодеструкции нефти

Номер пробы	Вид пробы	Степень биодеструкции, %	
		30-е сутки	60-е сутки
1	Почва + нефть + биостимулятор (5 мас.%)	35,5	45,2
2	Почва + нефть + биостимулятор (10 мас.%)	3,0	9,0
3	Почва + нефть – контроль 1	2,0	12,1
4	Почва + нефть + биостимулятор (5 мас.%) + микроорганизмы	53,6	73,5
5	Почва + нефть + биостимулятор (10 мас.%) + микроорганизмы	6,0	24,3
6	Почва + нефть + микроорганизмы – контроль 2	33,3	54,5

Полученные результаты свидетельствуют, что внесение в качестве биостимулятора птичьего помета способствует повышению степени биоочистки почвы от нефти. Наибольший эффект биодеструкции наблюдается в образцах с добавлением органического отхода (птичьего помета) из расчета 5 мас.%, который составляет 45,2 %. Обработка образцов почвы активными микроорганизмами-деструкторами нефти и нефтепродуктов усиливает степень биодеградации в 1,6 раза и составляет более 73 %.

Косвенно об эффективности биоочистки свидетельствует прирост микроорганизмов, растущих на МПА, и изменение ферментативной активности почвы: инвертазы, уреазы, каталазы (табл. 2, 3).

Таблица 2

Влияние нефтяных загрязнений почвы
на количество гетеротрофных организмов

Номер пробы	Вид пробы	Количество гетеротрофных микроорганизмов 10^6 кл/г а. с. п.		
		начальное	на 30-е сутки	на 60-е сутки
1	Почва + нефть + биостимулятор (5 мас.%)	9,0±0,025	10,3±0,029	32,0±0,037
2	Почва + нефть + биостимулятор (10 мас.%)	2,8±0,027	2,9±0,033	3,5±0,029
3	Почва + нефть – контроль	8,1±0,033	6,2±0,028	7,1±0,035
4	Почва + нефть + биостимулятор (5 мас.%) + микроорганизмы	41,5±0,035	420±0,033	510±0,038
5	Почва + нефть + биостимулятор (10 мас.%) + микроорганизмы	2,9±0,037	3,1±0,041	3,2±0,040
6	Почва + нефть + микроорганизмы – контроль 2	198±0,027	210±0,029	405±0,023

Примечание: статистическую обработку результатов проводили согласно методике [18].

Как видно из полученных данных, наибольший прирост микроорганизмов наблюдается в нефтезагрязненном образце с добавлением органического отхода из расчета 5 мас.% и на 60-е сутки составило $5,1 \cdot 10^8$ кл/г а.с.п. При этом и ферментативная активность почвы наиболее высокая в опытном образце с 5 мас.%

биостимулятора. Дальнейшее повышение концентрации биостимулятора (до 10 мас.%) нежелательно, так как инвертаза, уреазы, каталаза теряют свою активность.

Таблица 3

Влияния нефтяных загрязнений
на ферментативную активность почвы

Номер пробы	Вид пробы	Ферментативная активность почвы		
		Инвертаза, мг глюкозы на 1 г почвы за 1 ч	Уреазы, мг NH ₃ на 1 г почвы за 24 ч	Каталаза, мл O ₂ за 1 мин
1	Почва + нефть + биостимулятор (5 мас.%)	1,236	1,940	4,8
2	Почва + нефть + биостимулятор (10 мас.%)	1,025	1,012	3,1
3	Почва + нефть – контроль 1	0,998	1,004	2,9
4	Почва + нефть + биостимулятор (5 мас.%) + микроорганизмы	1,374	2,480	5,7
5	Почва + нефть + биостимулятор (10 мас.%) + микроорганизмы	1,159	1,108	3,5
6	Почва + нефть + микроорганизмы – контроль 2	1,172	1,634	3,9

После 60 суток культивирования была проведена оценка фитотоксичности образцов нефтезагрязненных почв на тест-объектах *A. sativa* и *L. Sativum*. Результаты отражены на рис. 1 и 2.

Как видно на рис. 1, наилучшая всхожесть семян овса и кресс-салата (96 и 77 % соответственно) отмечалась в образцах с концентрацией органического отхода 5 мас.% и с добавлением нефтеокисляющих микроорганизмов *Rhodococcus erythropolis* АС-1339Д. При этом в контрольном образце без добавления микроорганизмов-деструкторов нефти и биостимулятора всхожесть растений была наименьшая и составляла для овса посевного и кресс-салата 62 и 49 % соответственно.

Низкая степень токсичности при внесении биостимулятора (5 мас.%) и *Rhodococcus erythropolis* АС-1339Д подтверждается и результатами измерений средней длины корней, проростков растений (см. рис. 2) и массы сухих растений.

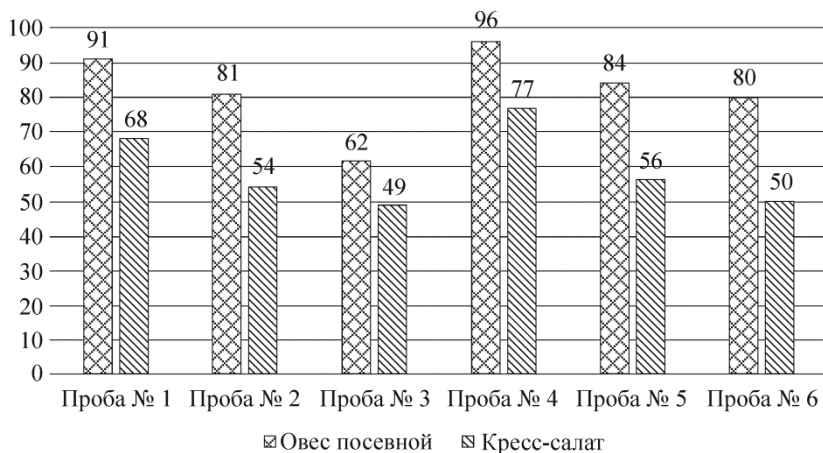


Рис. 1. Определение фитотоксичности нефтезагрязненной почвы по всхожести семян тест-растений (%)

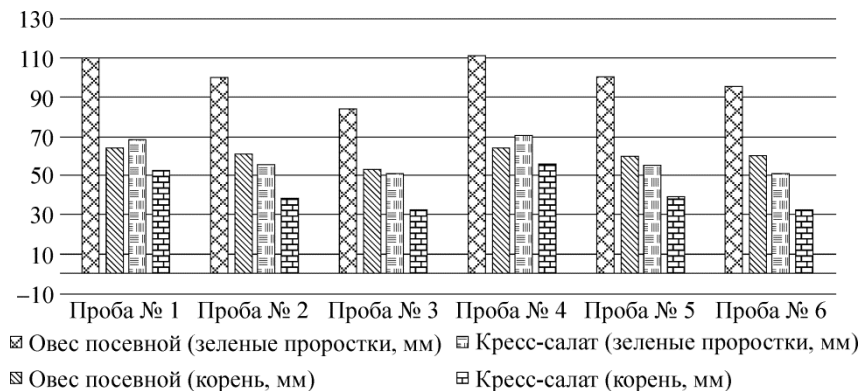


Рис. 2. Определение фитотоксичности нефтезагрязненной почвы по средней длине корней и зеленых проростков тест-растений

О токсичности почвы судили по результатам биотестирования на тест-объекте *P. Caudatum* (табл. 4).

Таблица 4

Результаты биотестирования исследуемых образцов

Номер пробы	Вид пробы	Величина индекса токсичности (Т)	Степень токсичности
1	2	3	4
1	Почва + нефть + биостимулятор (5 мас.%)	0,510	II – умеренная степень токсичности (0,40 < Т < 0,70)

Окончание табл. 4

1	2	3	4
2	Почва + нефть + биостимулятор (10 мас.%)	0,598	II – умеренная степень токсичности (0,40 < T < 0,70)
3	Почва + нефть – контроль 1	0,803	III – высокая степень токсичности (T > 0,70).
4	Почва + нефть + биостимулятор (5 мас.%) + микроорганизмы	0,302	I – допустимая степень токсичности (0,00 < T < 0,40)
5	Почва + нефть + биостимулятор (10 мас.%) + микроорганизмы	0,410	II – умеренная степень токсичности (0,40 < T < 0,70)
6	Почва + нефть + микроорганизмы – контроль 2	0,550	II – умеренная степень токсичности (0,40 < T < 0,70)

Результаты биотестирования с использованием в качестве тест-объекта *P. Caudatum* показывают снижение токсичности с III (высокой) степени (контроль 1) до I (допустимой) степени токсичности в образцах с внесенным биостимулятором (5 мас.%) и микроорганизмами-деструкторами нефтепродуктов.

Таким образом, для эффективного восстановления нефтезагрязненных грунтов рекомендуется почву обработать органическим отходом (куриным пометом), но не более 5 мас.% и дополнительно обработать микроорганизмами-деструкторами, например *Rhodococcus erythropolis* AC-1339Д.

Библиографический список

1. Инженерная экология в нефтегазовом комплексе: учеб. пособие / Г.Г. Ягафарова, Л.А. Насырова, Ф.А. Шахова, С.В. Балакирева, В.Б. Баряхнина, А.Х. Сафаров. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2007. – 334 с.
2. Микробная трансформация экотоксикантов: моногр. / Г.Г. Ягафарова, С.В. Леонтьева, Ю.А. Федорова, А.Х. Сафаров. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2015. – 254 с.
3. Ягафарова Г.Г. Экологическая биотехнология в нефтегазодобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности: учеб. пособие. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2001. – 214 с.
4. Биоремедиация как основа восстановления нефтезагрязненных почв / В.И. Соловьев, Г.А. Кожанова, Т.В. Гудзенко, Т.Н. Кривицкая, Н.В. Семина // Проблемы сбора, переработки и утилизации отходов. – Одесса, 2001. – С. 339–345.
5. Лысенко В.П. Куриный помет – побочная продукция птицефабрик // Птица и птицепродукты. – 2013. – № 5. – С. 65–67.

6. Лысенко В.П. Проблема утилизации не существует в природе // Птицеводство. – 2010. – № 12. – С. 45–47.
7. Лукин С.Г. Перспективы технологии использования пометных удобрений // Птицеводство. – 2008. – № 7. – С. 55–57.
8. Лопата Ф.Ф. Ветеринарно-санитарная оценка органических отходов животноводства // Аграрный вестник Урала. – 2008. – № 2. – С. 72–75.
9. Биотехнологии в сельском хозяйстве / Х.Х. Губейдуллин, И.И. Шигапов [и др.] // Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. – 2014. – № 1. – С. 151–156.
10. Корнева Н.Н., Лысенко В.П. Экологические и экономические перспективы развития промышленного птицеводства / ООО «НИПКЦ Восход-А». – М., 2009. – 208 с.
11. Штамм бактерий *Rhodococcus erythropolis*, используемый для очистки воды и почвы от нефти и нефтепродуктов: пат. 1805097 Рос. Федерация: МПК⁵ C02F3/34 / Ягафарова Г.Г., Скворцова И.Н., Зиновьев А.П., Ягафаров И.Р.; заявитель Уфим. нефт. ин-т. № 5015475/13; заявл. 06.12.91; опубл. 30.03.93, Бюл. № 12. – 4 с.
12. Нетрусов А.И., Егорова М.А., Захарчук Л.М. Практикум по микробиологии / под ред. А.И. Нетрусова. – М.: Академия, 2005. – 608 с.
13. Фомин Г.С., Фомин А.Г. Почва. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам: справ. – М.: Протектор, 2001. – 304 с.
14. Смагина М.А., Зиновьева Н.А., Леонтьева С.В. Биотестирование как современный метод оценки потенциальной опасности токсичных нефтешламов // Интеграция науки и высшего образования в области био- и органической химии и биотехнологии: материалы IX Всерос. науч. интернет-конф. – Уфа, 2015. – С. 124.
15. Федорев Н.Г., Медведева М.В. Методика исследования почв урбанизированных территорий. – Петрозаводск: Карел. науч. центр РАН, 2009. – 84 с.
16. ПНД Ф Т 16.2:2.2–98. Методика определения токсичности проб почв, донных отложений и осадков сточных вод экспресс-методом с применением прибора «Биотестер». – М., 1998. – 21 с.
17. ПНД Ф 16.1:2.21–98. Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв и грунтов флуориметрическим методом с использованием анализатора жидкости «Флюорат-02». – М., 1998. – 26 с.
18. Математическая обработка результатов химического анализа: учеб.-метод. пособие / С.В. Пестриков, О.Ю. Исаева, Н.Н. Красногорская, Н.В. Кострюкова. – Уфа: Изд-во УГАТУ, 2009. – 34 с.

References

1. Yagafarova G.G., Nasyrova L.A., Shakhova F.A., Balakireva S.V., Barakhnina V.B., Safarov A.H. Inzhenernaya ekologiya v neftegazovom komplekse [Environmental Engineering in the oil and gas industry]. Ufa, 2007. 334 p.
2. Yagafarova G.G., Leont'eva S.V., Fedorova Yu.A., Safarov A.H. Mikrobnaya transformatsiya ekotoksikantov [Microbial transformation of ecotoxicants]. Ufa, 2015. 254 p.
3. Yagafarova G.G. Ekologicheskaya biotekhnologiya v neftegazodobyvayushchej i neftepererabatyvayushchej promyshlennosti [Environmental biotechnology in oil and gas production and refining industries]. Ufa, 2001. 214 p.

4. Solov'ev V.I., Kozhanova G.A., Gudzenko T.V., Krivitskaya T.N., Semina N.V. Bioremediatsiya kak osnova vosstanovleniya neftezagryaznennykh pochv [Bioremediation as a basis for the remediation of oil-contaminated soils]. *Problemy sbora, pererabotki i utilizatsii otkhodov*. Odessa, 2001, pp. 339–345.
5. Lysenko V.P. Kurinyj pomet – pobochnaya produktsiya ptitsefabrik [Chicken manure – by-products of poultry farms]. *Ptitsa i ptitseprodukty*, 2013, no. 5, pp. 65–67.
6. Lysenko V.P. Problema utilizatsii ne sushchestvuet v prirode [The problem of disposal do not exist in nature]. *Ptitsevodstvo*, 2010, no. 12, pp. 45–47.
7. Lukin S.G. Perspektivy tekhnologii ispol'zovaniya pometnykh udobrenij [The future of the technology of using manure fertilizer]. *Ptitsevodstvo*, 2008, no. 7, pp. 55–57.
8. Lopata F.F. Veterinarno-sanitarnaya otsenka organicheskikh otkhodov zhivotnovodstva [Veterinary-sanitary assessment of organic waste of animal husbandry]. *Agrarnyj vestnik Urala*, 2008, no. 2, pp. 72–75.
9. Gubejdullin H.H., Shigapov I.I. [et al.]. Biotekhnologii v sel'skom khozyajstve [Biotechnology in agriculture]. *Nauka v sovremennykh usloviyakh: ot idei do vnedreniya*, 2014, no. 1, pp. 151–156.
10. Korneva N.N., Lysenko V.P. Ekologicheskie i ekonomicheskie perspektivy razvitiya promyshlennogo ptitsevodstva [Environmental and economic prospects of development of industrial poultry farming]. Moscow, 2009. 208 p.
11. Yagafarova G.G., Skvorcova I.N., Zinov'ev A.P., Yagafarov I.R. Shtamm bakterij *Rhodococcus erythropolis*, ispol'zuemyj dlya ochistki vody i pochvy ot nefti i nefteproduktov [Bacterial strain *Rhodococcus erythropolis*, used for cleaning water and soil from oil and oil products]. Patent 1805097 RF. 1993.
12. Netrusov A.I., Egorova M.A., Zakharchuk L.M. Praktikum po mikrobiologii [Practical course in Microbiology]. Moscow: Akademiya, 2005. 608 p.
13. Fomin G.S., Fomin A.G. Pochva. Kontrol' kachestva i ehkologicheskoy bezopasnosti po mezhdunarodnym standartam [Soil. Quality control and environmental safety according to international standards]. Moscow: Protektor, 2001. 304 p.
14. Smagina M.A., Zinov'eva N.A., Leont'eva S.V. Biotestirovanie kak sovremennyy metod ocenki potencial'noj opasnosti toksichnykh nefteshlamov. *IX Vserossijskaya nauchnaya internet-konferentsiya «Integratsiya nauki i vysshego obrazovaniya v oblasti bio- i organicheskoy khimii i biotekhnologii»* [Biotesting as a modern method of evaluating the potential hazards of toxic sludge]. Ufa, 2015, pp. 124.
15. Fedorets N.G., Medvedeva M.V. Metodika issledovaniya pochv urbanizirovannykh territorij [Methods of research of soils of urbanized territories]. Petrozavodsk: Karel'skij nauchnyj tsentr RAN, 2009. 84 p.
16. PND F T 16.2:2.2–98. Metodika opredeleniya toksichnosti prob pochv, donnykh otlozhenij i osadkov stochnyh vod ekspress-metodom s primeneniem pribora «Biotester». Moscow, 1998. 21 p.
17. PND F 16.1:2.21–98. Kolichestvennyj khimicheskij analiz pochv. Metodika vypolneniya izmerenij massovoj doli nefteproduktov v probah pochv i gruntov fluorimetricheskim metodom s ispol'zovaniem analizatora zhidkosti "Flyuorat-02". Moscow, 1998. 26 p.

18. Pestrikov S.V., Isaeva O.U., Krasnogorskaya N.N., Kostryukova N.V. *Matematicheskaya obrabotka rezul'tatov khimicheskogo analiza* [Mathematical processing of chemical analysis results: educational-methodical manual]. Ufa, 2009. 34 p.

Получено 20.04.2016

**A. Safarov, G. Yagafarova, E. Pushkar,
I. Gabitova, V. Mikulik, G. Kuznetsova**

**INFLUENCE OF ORGANIC WASTES
FROM POULTRY FARMS ON CLEANING OF
OIL-CONTAMINATED SOILS**

Remediation of soils polluted by oil and oil products is an important issue today. Also, the environmental issue of concern is the pollution of environment by organic wastes from poultry farms. The work examines the processes of biodegradation of oil-contaminated soil samples by adding chicken manure as a biostimulant organic poultry waste. In order to intensify the cleaning of soils from oil and oil products a number of samples were treated with active destructors of oil, i.e. *Rhodococcus erythropolis* AC-1339D. The control was made using the soil contaminated with oil at the rate of 3% of the mass without biostimulator. The degree of biodegradation of oil is judged by its residual quantity, and by the growth of microorganisms, enzyme activity and change of toxicity of the soil. The samples toxicity was evaluated by phytotoxicity: monocotyledonous plant oats and dicotyledonous plants – watercress, as well as by the results of biotesting with the use of ciliate-slipper.

It is established that for effective remediation of oil-contaminated soils it is recommended to treat the soil with organic wastes (chicken manure) not more than 5 % of the mass and further introduce microorganisms-destructors of oil and oil products, such as *Rhodococcus erythropolis* AC-1339D.

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: alsaf1978@mail.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)

Пушкарь Елизавета Николаевна (Уфа, Россия) – магистрант кафедры прикладной экологии, Уфимский государственный нефтяной тех-

нический университет (450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1, e-mail: liza.pushkar.92@mail.ru).

Габитова Ильзира Ураловна (Уфа, Россия) – магистрант кафедры прикладной экологии, Уфимский государственный нефтяной технический университет (450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1, e-mail: kafedra_ecologia@mail.ru).

Микулик Вадим Викторович (Уфа, Россия) – студент, Уфимский государственный нефтяной технический университет (450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1, e-mail: kafedra_ecologia@mail.ru).

Кузнецова Гульнара Мажитовна (Уфа, Россия) – канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры прикладной экологии, Уфимский государственный нефтяной технический университет (450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, 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: alsaf1978@mail.ru).

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

Pushkar' Elizaveta (Ufa, Russian Federation) – Undergraduate Student of Applied Ecology Department, Ufa State Petroleum Technological University (450062, Ufa, Kosmonavtov str., 1, e-mail: liza.pushkar.92@mail.ru).

Gabitova Elzira (Ufa, Russian Federation) – Undergraduate Student of Applied Ecology Department, Ufa State Petroleum Technological University (450062, Ufa, Kosmonavtov str., 1, e-mail: kafedra_ecologia@mail.ru).

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

Kuznetsova Gulnara (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: kafedra_ecologia@mail.ru).