11. Islam K.M.S., Schuhmacher A., Gropp J. M. Humic acid substances in animal agriculture. Pakistan J. Nutr., 2005. 4:126–134.

12. Karaoglu M., Macit M., Esenbuga N., Durdag H., Turgut L., Bilgin O.C. Effect of supplemental humate at different levels on the growth performance, slaughter and carcass traits of broilers. International Journal of Poultry Science, 2004, Vol. 3, P. 406–410.

13. Shermer C.L., Maciorowski K.G., Bailey C.A., Byers F.M., Ricke S. Caecal metabolites and microbial populations in chickens consuming diets containing a mined humate compound. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1998, 77: 479–86.

Васильев Алексей Алексеевич, д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой «Кормление, зоогигиена и аквакультура», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Коробов Александр Петрович, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Кормление, зоогигиена и аквакультура», Саратов-

ский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Москаленко Сергей Петрович, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Кормление, зоогигиена и аквакультура», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Сивохина Любовь Александровна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Кормление, зоогигиена и аквакультура», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Кузнецов Максим Юрьевич, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Кормление, зоогигиена и аквакультура», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410005, г. Саратов, ул. Соколова, 335.

Тел.: (8452) 69-23-46.

Ключевые слова: гуминовые кислоты; кормление сельскохозяйственных животных и птицы; продуктивность; качество продукции; здоровье.

VALUE, THEORY AND PRACTICE USE OF HUMIC ACIDS IN ANIMAL HUSBANDRY

Vasiliev Alexei Alexeevich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the chair "Feeding, Zoohygiene and Aquaculture", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Korobov Alexander Petrovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Feeding, Zoohygiene and Aquaculture", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Moskalenko Sergey Petrovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Feeding, Zoohygiene and Aquaculture", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Sivokhina Lyubov Aleksandrovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the chair "Feeding, Zoohy-

giene and Aquaculture", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Kuznetsov Maxim Yurievich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the chair "Feeding, Zoohygiene and Aquaculture", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Keywords: humic acid; feeding of agricultural animals and poultry; the impact on productivity; product quality; health.

Science research conducted by many authors have shown productive action, therapeutic value and economic feasibility of a new feed additive with humic acids in the diets of farm animals and poultry.

УДК 502.63

БИОАДСОРБЕНТЫ И БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В БИОТЕХНОЛОГИЯХ РЕАБИЛИТАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ И ВОДОЕМОВ АПШЕРОНСКОГО ПОЛУОСТРОВА

ГАСЫМОВА Айгюн Самед кызы, Институт Микробиологии НАН Азербайджана
ИСМАИЛОВ Нариман Мамед оглы, Институт Микробиологии НАН Азербайджана
ПАНАХОВА Айтекин Акпер кызы, Институт Микробиологии НАН Азербайджана

В статье рассматриваются проблемы загрязнения нефтью и нефтепродуктами территории Апшеронского полуострова, очистки экосистем и повышения их эффективного плодородия. Изучена возможность получения нефтесорбентов на основе биогуруса – продукта переработки органических отходов дождевыми червями, а также цеолитов. Для улучшения экологической обстановки предлагается разработка биопрепаратов с использованием биогуруса и цеолита.

Введение. Очистка ландшафтов Апшеронского полуострова от загрязнения нефтью и нефтепродуктами очень важна. Достаточно отметить, что в регионе более 20 тыс. га почв и более 100 водоемов загрязнены нефтяными углеводородами [2, 3].

Для очистки нефтезагрязненных компонентов ландшафтов используются нефтяные сорбенты.

Нефтяные сорбенты – материалы, способные впитывать в больших количествах нефтепродукты, препятствуя тем самым их миграции в окружающей среде [1, 5–9].

Для производства нефтяных сорбентов применяют самое разнообразное сырье [5, 10]. Например, гуминовый сорбент под торговым названием «Гумигель», который способен активизировать

деятельность почвенных микроорганизмов, тем самым ускоряя процесс очистки почв от нефтяного загрязнения [4]. Внесение его в больших дозах приводит к адсорбции на нем нефти и нефтепродуктов. Для очистки поверхности вод одним из эффективных сорбентов является природный цеолит [9], характеризующийся высокой емкостью поглощения. Для очистки почв и водоемов от нефти и нефтепродуктов нами были выбраны цеолит, биогумус, а также ряд органических веществ и микроорганизмы.

Цель наших исследований – разработка биопрепаратов для очистки нефтезагрязненных водоемов, а также почв Апшеронского полуострова от загрязнения нефтью и нефтепродуктами и повышения их эффективного плодородия.

Методика исследований. Учитывая наличие в регионе естественных органических веществ с богатым химическим составом, нами проведены лабораторные исследования с целью разработки оптимальной технологии получения биоадсорбентов на основе цеолита и биогумуса, модифицированных сырыми осадками первичных отстойников (СОПО), образующимися в ходе очистки бытовых сточных вод и соапстоками (отходы при переработке растительных масел). Использовали цеолит Айдагского месторождения (Азербайджан, район Товуз). В лабораторных условиях нами был получен биогумус с использованием красных калифорнийских червей при переработке навоза крупного рогатого скота.

Цеолит и биогумус модифицировали путем смешивания их с соапстоком (3 %) и сырыми осадками первичных отстойников (3 %). В испытаниях по адсорбции использовали сырую нефть из месторождения Баил, дизельное топливо (ДТ) и моторное масло (ММ). Измерения проводили при разном времени сорбции: 5, 10, 30 мин. Остаточную концентрацию нефти и нефтепродуктов в фильтрате определяли ИК-фотометрическим методом.

Для изучения эффективности биопрепаратов на основе цеолита и биогумуса использовали модифицированные биопрепараты с иммобилизованным микробиоценозом, способным к деградации нефтяных углеводородов. В качестве нефтедеструкторов использовали активный ил (АИ), отобранный на Гоусанинской аэрационной станции г. Баку. К активному илу добавляли смешанную биомассу нефтеокисляющих культур родов *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp., *Cellulomonas* sp., *Mycobacterium* sp., *Rhodococcus* sp., которые были выделены из нефтезагрязненных серо-бурых почв Апшеронского полуострова и хранятся в музее культур Института Микробиологии.

Культуры нефтеокисляющих микроорганизмов предварительно выращивали на жидкой минеральной среде Раймонда в присутствии н-гексадекана в пробирках в течение 5 дней, центрифугировали и вносили в активный ил. Для иммобилизации активный ил перемешивали с помощью мешалки в те-

чение 1 ч с 10 г сорбентов – биогумусом, цеолитом, их модификацией с СОПО и соапстоком. Затем сорбенты выдерживали в суспензии без перемешивания в течение 1 ч. После иммобилизации суспензию пропускали через сито с размером ячеек 0,5 мм для отделения сорбентов от жидкой среды. Сорбенты высушили под инфракрасной лампой в течение 6 ч. Численность иммобилизованных на сорбенте бактериальных клеток определяли методом посева на плотную питательную среду – МПА.

Полученные таким образом различные варианты биопрепаратов использовали для оценки их деструктивной активности по нефти методом лабораторного моделирования в керамических сосудах объемом в 500 г. Чистая почва загрязнялась сырой нефтью – степень загрязнения 3 %. Биопрепараты вносили в загрязненную нефтью почву в количестве 10 об.%. Затем почву в сосудах помещали в термостат при температуре 25 °С. Время культивирования почв – 60 дней. В течение этого времени влажность почвы поддерживали на уровне 50–60 % от полной полевой влагоемкости и перемешивали один раз в 10 дней. Через три месяца в почве определяли остаточное содержание нефти гравиметрическим методом.

Результаты исследований. Исследования показали, что адсорбционная способность по сырой нефти цеолита и биогумуса, обработанных соапстоком и СОПО значительно выше, чем исходных материалов (табл. 1). Это связано в первую очередь с тем, что обработка этими материалами значительно повышает их гидрофобность. Адсорбционная емкость адсорбентов повышается с увеличением времени контакта, что связано с медленным проникновением в гранулы поглощаемой жидкости и ее распределением в ней. Полное насыщение гранул наблюдается спустя 30 мин.

По данным табл. 1, адсорбенты на основе цеолита и биогумуса насыщаются нефтью и нефтепродуктами в течение всего периода обработки. Величина адсорбционной емкости по дизельному топливу меньше аналогичного показателя по моторному маслу и нефти. Это связано с различием в вязкости и поверхностном натяжении нефтепродуктов.

Нефтепоглощение адсорбентов оценивали также при разной толщине нефтяного слоя 0,5–5,0 мм (табл. 2).

Как видно из данных табл. 2, обработка цеолита соапстоком и сырыми осадками первичных отстойников значительно повышало нефтеемкость адсорбента. Степень очистки достигала более 90 %. Результаты показали, что абсорбенты нефти, обработанные соапстоком и сырыми осадками первичных отстойников, являются более эффективными, чем необработанные. Наиболее эффективная адсорбционная активность была отмечена у цеолита и биогумуса, обработанных сырыми осадками первичных отстойников.

Таблица 1

Адсорбционная емкость опытных образцов нефтесорбентов

Образец	Сорбционная емкость по нефти, г/г			Сорбционная емкость по ММ, г/г			Сорбционная емкость по ДТ, г/г		
	5 мин	10 мин	30 мин	5 мин	10 мин	30 мин	5 мин	10 мин	30 мин
Цеолит	1,44	1,58	1,67	1,47	1,65	1,77	1,32	1,41	1,44
Цеолит после обработки соапстоком	4,89	4,99	5,01	4,81	4,86	4,87	4,74	4,81	4,92
Цеолит после обработки СОПО	4,89	4,93	5,03	4,81	4,86	4,95	4,74	4,81	4,92
Биогумус	1,57	1,76	1,98	1,44	1,58	1,67	1,34	1,48	1,55
Биогумус после обработки соапстоком	4,93	4,99	5,07	4,88	4,96	5,02	4,74	4,81	4,92
Биогумус после обработки СОПО	4,89	4,92	5,01	4,81	4,86	4,95	4,70	4,72	4,82

Примечание: ММ – моторное масло; ДТ – дизельное топливо.

Таблица 2

Нефтепоглощение адсорбентов при сборе нефти с поверхности воды

Показатель нефтесорбентов, %	Толщина нефтяного слоя, мм		
	0,5	3,0	5,0
Цеолит без обработки			
Нефтепоглощение	30	35	48
Цеолит, обработанный соапстоком			
Нефтепоглощение	60	77	82
Цеолит, обработанный сырыми осадками первичных отстойников			
Нефтепоглощение	75	90	93

Таблица 3

Эффективность воздействия биопрепаратов на основе цеолита и биогумуса на разложение нефти в серо-бурой почве

Вариант	Концентрация нефти, г/кг почвы		Разложение, %
	в начале опыта	через 3 месяца	
Почва (контроль)	30	28	7
Почва+цеолит	–	25	17
Почва+цеолит+соапсток	–	20	34
Почва+цеолит+СОПО	–	18	40
Почва+цеолит+соапсток+АИ	–	9	70
Почва+цеолит+СОПО+АИ	–	6	80
Почва+биогумус	–	22	29,7
Почва+биогумус+соапсток	–	11	65,1
Почва+биогумус+СОПО	–	10	66,7
Почва+биогумус+соапсток+АИ	–	3	90,0
Почва+биогумус+СОПО+АИ	–	2	93,7

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Оценка эффективности биопрепаратов на основе цеолита, биогумуса как в отдельности, так и модифицированных соапстоком, СОПО, а также комплексных биопрепаратов на основе активного ила, модифицированных углеводородокисляющими бактериями рода *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp., *Cellulomonas* sp., *Mycobacterium* sp., *Rhodococcus* sp. показала их различное воздействие на скорость разложения нефти и нефтепродуктов в почве (табл. 3).

Внесение в нефтезагрязненную почву цеолита и биогумуса способствовало значительному ускорению процесса разложения нефти (см. табл. 3). В вариантах гидрофобизации цеолита и биогумуса соапстоком и СОПО заметно повышалась скорость разложения в почве нефти. Вместе с тем внесение в нефтезагрязненную почву биогумуса, модифицированного соапстоком и СОПО, оказывало большее воздействие на скорость разложения нефти по сравнению с цеолитом, модифицированным этими веществами. Это связано с тем, что в самом биогумусе в отличие от цеолита содержатся органические соединения, в том числе биологически активные соединения, способствующие активизации функциональной деятельности нефтеокисляющих микроорганизмов.

Адгезия на поверхности модифицированных соапстоком и СОПО цеолита и биогумуса клеток микроорганизмов активного ила повышало скорость разложения нефти в почве.

Заключение. Модификация биогумуса и природного цеолита органическими веществами – соапстоком и сырыми осадками первичных отстойников – способствует повышению их нефтеемкости. Открывается возможность разработки технологии получения биоадсорбентов на основе биогумуса и цеолита и их эффективное использование.

Данные композитные материалы с адгезированным на них активным илом, обогащенным углеводородокисляющими микроорганизмами, могут быть эффективными для использования в комплексной природоохранной биотехнологии биоремедиации почв и очистки водоемов на Апшеронском полуострове, загрязненных нефтью и нефтепродуктами.

1. Каменщиков Ф.А., Богомольный Е.И. Удаление нефтепродуктов с водной поверхности и грунта. – М.; Ижевск, 2006. – 528 с.

2. Кахраманова Ш.Ш. Техногенное загрязнение почв Апшерона // Академический Вестник УралНИИпроект РААСН. – 2012. – № 1. – С. 25–30.

3. Кахраманова Ш.Н. Основные источники загрязнения озер на территории города Баку // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2012. – № 2. – С. 22–29.

4. Нечаева И.А. Биodeградация углеводородов нефти психотрофными микроорганизмами-деструкторами: автореф. дис. канд. биол. наук. – Пушкино, 2009. – 21 с.

5. Пуцыкин Ю.Г., Шаповалов А.А. Использование гуминовых сорбентов для решения экологических проблем // Транспорт и хранение нефтепродуктов. – 2003. – № 11. – С. 17–18.

6. Роев Г.А., Юфин В.А. Очистка сточных вод и вторичное использование нефтепродуктов. – М.: Недра, 1987. – 224 с.

7. Рябчиков В.Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования. – М.: ДеЛипринт, 2004. – 300 с.

8. Сергеева Е.С., Сергеева И.В. К вопросу качества и эколого-гигиенической оценки водоснабжения населения из открытых водоемов // Аграрный научный журнал. – 2014. – № 12. – С. 36–40.

9. Сироткина Е.Е., Новоселова Л.Ю. Материалы для адсорбционной очистки воды от нефти и нефтепродуктов // Химия в интересах устойчивого развития. – 2005. – № 13. – С. 359–377.

10. Kutchin A., Demin V., Shubnitsina E., Sazonov M. Protection of ground and water areas with use natural adsorbents. London: Thomas Telford, 2000, Vol. 2. 1486 p.

Гасимова Айгюн Самед кызы, канд. биол. наук, научный сотрудник, Институт Микробиологии НАН Азербайджана.

Исмаилов Нариман Мамед оглы, д-р биол. наук, проф., зав. лабораторией экологической микробиологии, Институт Микробиологии НАН Азербайджана.

Панахова Айтекин Акпер кызы, канд. биол. наук, научный сотрудник, Институт Микробиологии НАН Азербайджана. AZ1004, Азербайджан, г. Баку, ул. М. Мушвига, 103. Тел.: (+99455) 795-05-51.

Ключевые слова: нефтезагрязненные почвы; нефтяные сорбенты; биогумус.

BIOSORBENTS AND BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS IN BIOTECHNOLOGIES FOR REHABILITATION OF OIL-POLLUTED SOILS AND WATER BASINS OF APSHERON PENINSULA

Gasimova Aygyun Samed kyzy, Candidate of Biological Sciences, Researcher, Institute of Microbiology, Azerbaijan NAS. Azerbaijan.

Ismailov Nariman Mamed ogly, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of Ecological Microbiology laboratory, Institute of Microbiology, Azerbaijan NAS. Azerbaijan.

Panahova Aytekin Akper kyzy, Candidate of Biological Sciences, Researcher, Institute of Microbiology, Azerbaijan NAS. Azerbaijan.

Keywords: oil-contaminated soils; hydrocarbon-oxidizing

microorganisms; oil sorbents; vermicompost; biological product.

Proposed article considers problems of contamination in the territory of Apsheron peninsula: cleaning of gray-brown soils from contamination by oil and oil products, and in-creasing effectiveness of fertility of soils. We have studied the possibility of obtaining oil sorbent based on vermicompost - the product of organic waste by earthworms, and zeolites. To improve the ecological situation is proposed the development of biological products using zeolite and vermicompost.