

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЭКОСИСТЕМ

NATURE MANAGEMENT AND ECOSYSTEM SAFETY

Научная статья
УДК 504.5
<https://doi.org/10.24143/1812-9498-2026-1-56-62>
EDN AWGAXV

Эколого-токсикологическая оценка нефтезагрязненных почв

Ирина Викторовна Мельник[✉],
Ольга Валентиновна Обухова, Екатерина Геннадьевна Васильева

*Астраханский государственный технический университет,
Астрахань, Россия, irina_1melnik@mail.ru*[✉]

*Филиал ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»
в Ташкентской области Республики Узбекистан*

Аннотация. Активизация экономического роста в современное время способствует интенсивному развитию нефтяной отрасли, что приводит к накоплению большого количества отходов, оказывающих негативное воздействие на фитоценозы: замедляется рост, отмечается хлороз и тенденция к обезвоживанию, нарушаются функции фотосинтеза и дыхания, снижается флористическое разнообразие и биомасса. Загрязненность окружающей среды нефтепродуктами, в т. ч. и в Астраханской области, возрастает в силу длительной истории развития нефтяной отрасли. Особенно экологически опасными являются объекты накопленного экологического ущерба от прошлой хозяйственной деятельности. К ним относятся Ильинские нефтяные месторождения, представляющие серьезную угрозу населению близлежащего поселка и гидросистеме р. Волги. В статье проведена оценка загрязненности и токсичности почв Ильинских нефтяных месторождений методом фитотестирования культурой двудольного растения кресс-салат (*Lepidium sativum*) по показателям раннего развития семян, использовались методики ГОСТ Р ИСО 18763–2019 и ГОСТ Р ИСО 22030–2009. Тестирование проб почвы осуществлялось по трем мониторинговым площадкам: начало, середина и конец нефтяных месторождений, в качестве контроля была применена почва с территории, незагрязненной нефтепродуктами, со схожими характеристиками. Результаты исследования свидетельствуют о высокой токсичности и загрязненности почвы на отдельных мониторинговых площадках (в конце нефтяных месторождений) по минимальным показателям раннего развития семян кресс-салата: всхожесть, высота стебля и длина корня проростков, где наблюдается гербицидное действие нефтешламов на растение. Также отмечена территория (начало нефтяных месторождений) с минимальной токсичностью почв и низкой загрязненностью нефтепродуктами, которые оказали стимулирующее действие на растение. Наиболее чувствительными к нефтяному загрязнению стали показатели всхожести семян и высоты надземной части тест-объекта кресс-салата на ранней стадии развития.

Ключевые слова: Ильинские нефтяные месторождения, фитотестирование, фитотоксичность, почва, тест-объект, кресс-салат, всхожесть, высота проростков, длина корня

Для цитирования: Мельник И. В., Обухова О. В., Васильева В. Г. Эколого-токсикологическая оценка нефтезагрязненных почв // Нефтегазовые технологии и экологическая безопасность. 2026. № 1. С. 56–62. <https://doi.org/10.24143/1812-9498-2026-1-56-62>. EDN AWGAXV.

Original article

Ecological and toxicological assessment of oil-contaminated soils

Irina V. Melnik[✉], *Olga V. Obuchova*, *Ekaterina G. Vasileva*

*Astrakhan State Technical University,
Astrakhan, Russia, irina_1melnik@mail.ru*[✉]

*Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Astrakhan State Technical University” in the Tashkent region of the Republic of Uzbekistan*

Abstract. The intensification of economic growth in modern times contributes to the intensive development of the oil industry, which leads to the accumulation of large amounts of waste that have a negative impact on phytocenoses: growth slows down, chlorosis and a tendency to dehydration are noted, photosynthesis and respiration functions are disrupted, floral diversity and biomass decrease. Environmental pollution with petroleum products, including in the Astrakhan region, is increasing due to the long history of the development of the oil industry. The objects of accumulated environmental damage from past economic activity are particularly environmentally hazardous. These include the Ilyinsky oil fields, which pose a serious threat to the population of the nearby village and the Volga River hydraulic system. The article evaluates the contamination and toxicity of the soils of the Ilyinsky oil fields by phytotesting with the culture of the dicotyledonous cress plant (*Lepidium sativum*) according to the indicators of early seed development. The methods used were ISS R ISO 18763-2019 and ISS R ISO 22030-2009. Soil samples were tested at three monitoring sites: the beginning, middle and end of the oil fields, and soil from an area uncontaminated with petroleum products with similar characteristics was used as a control. The results of the study indicate high toxicity and contamination of the soil at individual monitoring sites (at the end of the oilfield) according to the minimum indicators of early development of watercress seeds: germination, stem height and root length of seedlings, where the herbicidal effect of oil sludge on the plant is observed. The territory (the beginning of the oil fields) with minimal soil toxicity and low contamination with petroleum products, which had a stimulating effect on the plant, was also noted. The indicators of seed germination and the height of the above-ground part of the watercress test facility at an early stage of development became the most sensitive to oil pollution.

Keywords: Ilyinsky oil pits, phytotesting, phytotoxicity, soil, test object, watercress, germination, seedling height, root length

For citation: Melnik I. V., Obuchova O. V., Vasileva E. G. Ecological and toxicological assessment of oil-contaminated soils. *Oil and gas technologies and environmental safety. 2026;1:56-62.* (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/1812-9498-2026-1-56-62>. EDN AWGAXV.

Введение

Высокие темпы развития нефтяной отрасли привели к образованию большого количества отходов, которые накапливаются там, где осуществляется эксплуатация месторождений, транспортировка и переработка нефти. В таких отходах содержится значительное количество токсичных элементов и соединений, в т. ч. канцерогенные полициклические ароматические углеводороды и тяжелые металлы, представляющие высокий риск состоянию здоровья человека, окружающей среде и биоразнообразию территорий [1].

Максимальное воздействие нефтяных загрязнителей и сопутствующих поллютантов испытывает прежде всего почвенный покров, в результате чего появляются гидрофобные структуры, увеличивается липкость, на поверхности образовывается толстая корка. Изменения сказываются на физических свойствах почвы, нарушается водный режим, миграция питательных веществ, газообмен с атмосферой, что наряду с морфологической деградацией приводит к угнетению роста растительных сообществ [2]. В связи с чем именно растительные организмы считаются одними из наиболее чувствительных и легко разрушаемых компонентов экосистем, и их состояние может служить наиболее информативным индикатором антропогенного воздействия.

Высокие концентрации нефти оказывают ингибирующее воздействие на рост и развитие растений: замедляется рост, отмечается хлороз и тенденция к обезвоживанию, нарушаются функции фотосинтеза и дыхания, изменяется структура хлоропластов, снижается флористическое разнообразие и биомасса. В итоге наблюдается изменения качественных и количественных характеристик популяций, уменьшается число экземпляров растений, сокращается период вегетации, происходит формирование аномалий в морфологии растений [3].

Для Астраханской области проблема загрязнения окружающей среды нефтепродуктами является крайне актуальной, т. к. нефтяная отрасль в регионе имеет свою давнюю историю, которая формировалась в течение последних 120–130 лет от транспортировки и очистки бакинской нефти в конце XIX – начале XX вв. и до добычи и переработки собственных ресурсов в современное время. Результатом такой деятельности стало образование на территории большого количества мест складирования нефтешламов, в т. ч. и относящихся к объектам накопленного экологического ущерба от прошлой хозяйственной деятельности. К таким объектам прежде всего относятся Ильинские нефтяные ямы, которые располагаются в непосредственной близости

сти от поселка Ильинка в водоохранной зоне р. Волги и представляют экологическую опасность для населения и гидросистемы водоема высшей рыбохозяйственной категории [4].

Серьезная озабоченность по поводу данного объекта вызвана тем, что нефтяные ямы занимают

значительную площадь более 103 га и включают 19 земляных резервуаров открытого типа, заполненных нефтеотходами различного происхождения: мазуты, нефтешламы, продукты очистки танков нефтеналивных судов, буровые растворы и др. (рис. 1).



Рис. 1. Ильинские нефтяные ямы

Fig. 1. Ilyinsky oil pits

Кроме этого, вблизи нефтяем находится водозабор для хозяйственно-питьевого водоснабжения поселка Ильинки. В период паводка существует угроза размыва водоградительного вала и попадания нефтепродуктов в р. Волгу.

Собственниками Ильинских нефтяем в разное время были государство (Главное управление по транспорту и снабжению нефтью и нефтепродуктами (Главнефлеснаб) при Совете Министров РСФСР), ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефтепродукт», ООО «Чистый Мир Логистик» и ООО «Петрокрафт-Терминал» до 2013 г. В настоящее время они являются «бесхозными» и требуют неотложного и пристального внимания природоохранных органов.

Целью исследования являлась эколого-токсиколо-

гическая оценка почв Ильинских нефтяем методом фитотестирования, основанного на чувствительности растений к экзогенному химическому воздействию, что отражается на морфологических и ростовых их характеристиках.

Материалы и методы

Для оценки потенциального экологического риска от загрязнения почвы нефтеотходами Ильинских ям было проведено экотоксикологическое тестирование проб почвы по трем мониторинговым площадкам: начало, середина и конец нефтяем (рис. 2) методом фитоиндикации с использованием семян двудольного растения кресс-салата (*Lepidium sativum*) [5].



Рис. 2. Расположение мониторинговых площадок на территории Ильинских нефтяем

Fig. 2. Location of monitoring sites on the territory of Ilyinsky oil pits

Эффективность применения семян кресс-салата показана в работах многих зарубежных и отечественных исследователей, в которых тест-культура была наиболее информативной при загрязнении исследуемых объектов поллютантами различных типов (углеводородами, тяжелыми металлами, радиоактивными веществами и др.) [6].

Данный метод основан на сравнении всхожести и раннего роста растений в исследуемой почве с контрольной пробой [7]. Отбор проб почвы на мониторинговых площадках исследуемой территории проводился в марте 2025 г. согласно ГОСТ 17.4.3.01 [8]. В качестве контроля использовалась почва с незагрязненной нефтепродуктами территории со схожими характеристиками. Биотестирование осуществлялось в лаборатории «Агроэкология» кафедры «Гидробиология и общая экология» ФГОБУ ВО «Астраханский государственный технический университет». Опыты проводились в трехкратной повторности.

Результаты исследования и их обсуждение

Фитотоксичность почвы – свойство почвы нега-

тивно воздействовать на растения из-за содержания в ней токсичных веществ, таких как органических загрязнителей, тяжелых металлов, пестицидов и др. Токсичные эффекты загрязнения нефтепродуктами проявляются в быстром повреждении и разрушении, а затем и отмирании всех живых, активно функционирующих тканей растений. При этом нефть оказывает негативное влияние прежде всего на рост, метаболизм и развитие растений, а также молодые проростки, подавляет рост надземных и подземных частей растений [9].

О реакции тест-объекта в лабораторном фитотестировании судят по таким параметрам, как всхожесть, длина корней и высота проростков. При этом под всхожестью понимают способность семян давать за установленный срок нормальные проростки при определенных условиях проращивания. На рис. 3 показана динамика всхожести семян кресс-салата на различных опытных образцах почвы в течение 10 дней.

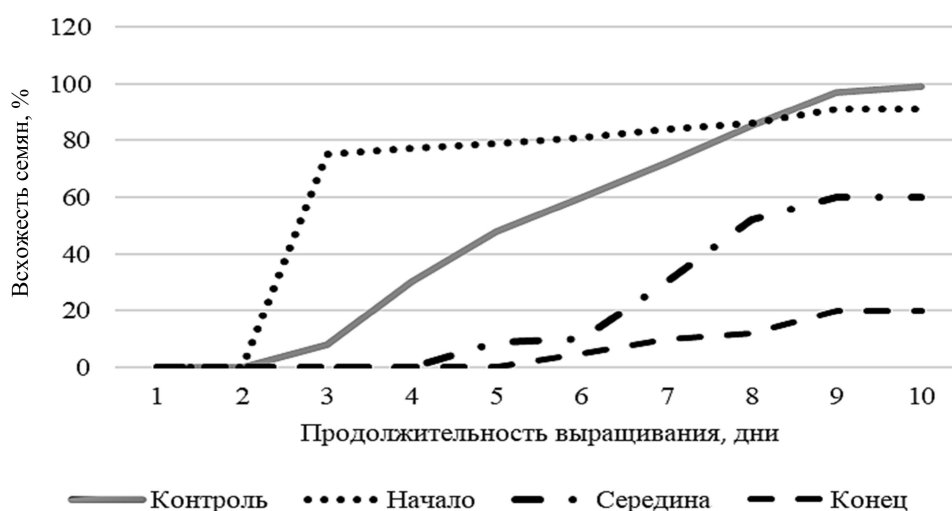


Рис. 3. Доля проросших семян кресс-салата на опытных образцах почвы

Fig. 3. The proportion of germinated cress seeds on experimental soil samples

Данные рис. 3 свидетельствуют о том, что первые ростки кресс-салата начали появляться уже на 2-е сутки на почве из начала нефтеям, в контроле – на 3-и сутки, на почве с середины нефтеям – на 4-е сутки и самый худший вариант был зафиксирован на почве в конце нефтеям. К окончанию периода выращивания максимальная всхожесть отмечалась в контрольном варианте почв и приближалась к 100 % (98,8 %). Близким к данному варианту был результат у опытного образца почвы в начале нефтеям, здесь всхожесть семян составила 97,5 %. Однако сама картина динамики показателя отличалась резким подъемом со 2-х на 3-и сутки с последующей стабилизацией до конца всего периода. Такой ре-

зультат может быть обусловлен стимулирующим действием нефтешламов, которое по данным многочисленных исследований проявляется при загрязнении почвы нефтешламами не более 1,0 г/кг [9].

Почва с середины нефтеям характеризовалась средним показателем всхожести (61,6 %), что свидетельствует о средней ее токсичности. Наихудший результат был зафиксирован на почве в конце нефтеям и составил чуть более 20 % всхожести семян (20,7 %) при самом позднем появлении проростков и постепенным нарастанием показателя на 10-е сутки. Данный факт свидетельствует о высокой токсичности почвы на данной мониторинговой площадке. Здесь имеет место гербицидное дей-

ствии нефтешламов, которое по данным некоторых исследователей наблюдается при концентрации нефтепродуктов в почве от 15 г/кг и выше [10].

Устойчивость же растений к нефтяному загрязнению очень сильно зависит от стадии их развития и биомассы. Наиболее чувствительны к токсично-

му воздействию нефтепродуктов растения, находящиеся на ранних стадиях развития. Результаты измерений высоты надземной части на ранней стадии развития тест-объекта кресс-салата представлены на рис. 4.

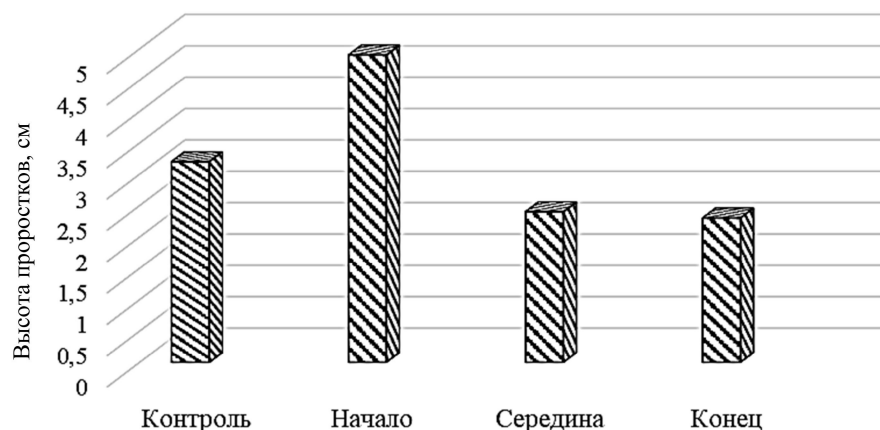


Рис. 4. Высота надземной части проростков кресс-салата на различных образцах почвы

Fig. 4. The height of the above-ground part of the cress seedlings on various soil samples

Результаты исследований показали, что наибольшей высотой обладали побеги растений, выращенных на почве в начале ям. Здесь показатель составил 4,3 см, что на 1,5 см выше контрольного варианта. Данный факт может свидетельствовать о незначительной токсичности почвы. В центральной части ям длина проростков составила 2,0 см (на 0,8 см ниже контроля), что свидетельствует о средней токсичности почвы. Наиболее слабыми и угнетенными, не превышавшими длину 1,8 см, являлись проростки кресс-салата, выращенные на почве, взятой с береговой части ямы, что свидетельствует о максимальной токсичности почв на данной мониторинговой площадке. В контрольной почве длина

проростков составила 2,8 см. Превышение показателя в начале нефтяем относительно контроля объясняется стимулирующим действием углеводов нефти на растения, что согласуется с вышеприведенными результатами по всхожести семян кресс-салата.

При определении длины корней у двудольных растений (кресс-салат) измеряют главный корень, выделяющийся толщиной и длиной среди придаточных и боковых корней. Результаты измерений длины корней проростков кресс-салата, выращенного на различных образцах почвы, представлены на рис. 5.

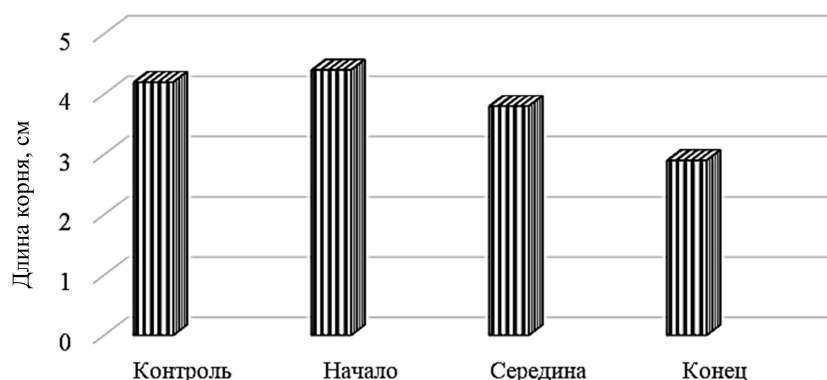


Рис. 5. Длина корневой части проростков кресс-салата на различных образцах почвы

Fig. 5. The length of the root part of the cress seedlings on various soil samples

По мнению ряда отечественных авторов, длина корней является наиболее чувствительным показателем при фитотестировании [11]. В зарубежных работах данному показателю отводится ведущая роль, такой «отклик», как длина корней проростков семян, используется практически во всех работах [12]. Результаты измерений длины корней в нашем исследовании показали схожую картину с таковой по высоте проростков, однако различия по вариантам были незначительными. Лучшие показатели были отмечены на почве в начале нефтяем, где высота корней составила 4,2 см, что подтверждает стимулирующее действие углеводородов на растении при невысоком уровне загрязнения почвы нефтешламами. По мере снижения показателя далее следует контроль (4,1 см), середина (3,4 см) и конец (2,1 см) нефтяем, где отмечается замедление роста корней, подтверждающее максимальную токсичность почвы данной территории и наличия гербицидного действия нефтяного загрязнения.

Заключение

Результаты эколого-токсикологической оценки

территории Ильинских нефтяем показали, что максимально загрязненной и экологически опасной является мониторинговая площадка в конце нефтяем, где показатели всхожести и раннего роста тест-объекта кресс-салата были минимальными относительно других площадок, обусловленные высокой токсичностью почвы. И, напротив, в начале нефтяем был зафиксирован максимальный результат, свидетельствующий о низкой токсичности почвы с минимальным ее загрязнением нефтепродуктами и их стимулирующим действием на растение.

Наиболее чувствительными к нефтяному загрязнению по результатам проведенного исследования стали показатели всхожести семян и высоты надземной части тест-объекта (кресс-салата (*Lepidium sativum*)) на ранней стадии развития.

Для повышения достоверности результатов необходимо продолжить исследование с использованием однодольного растения сорго двухцветного (*Sorghum saccharatum*) в качестве тест-объекта и добавить такие тест-показатели, как энергия и дружность прорастания.

Список источников

1. Колесникова Д. С., Петухова В. С. Воздействие нефти и нефтепродуктов на свойства почв и растений // Вестн. науки. 2024. № 12 (81), Т. 3. С. 2112–2116.
2. Сулейманов Р. Р. Изменение буферности почв при загрязнении нефтью // Вестн. Оренбург. гос. ун-та. 2007. № 4 (68). С. 133–139.
3. Немерешина О. Н., Гусев Н. Ф. Влияние техногенного загрязнения на содержание флавоноидов в растениях семейства Норичниковых степного Предуралья // Вестн. Оренбург. гос. ун-та. 2004. № 10 (35). С. 123–126.
4. Мельник И. В. Экологическое состояние Ильинских нефтяем (Астраханская область) // Материалы 66-й Международ. науч. конф. Астрахан. гос. техн. ун-та, Астрахань, 25–29 апреля 2022 г. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2022. С. 74–76.
5. ГОСТ Р ИСО 18763–2019. Качество почвы. Определение токсического воздействия загрязняющих веществ на всхожесть и рост на ранних стадиях высших растений. М.: Стандартинформ, 2019. 27 с.
6. Aranda E., García-Romera I., Ocampo J. A., Carbone V., Mari A., Malorni A., Sannino F., De Martino A., Capasso R. Chemical characterization and effects on *Lepidium Sativum* of

the native bioremediated components of dry olive mill residue // Chemosphere. 2007. Vol. 69 (2). P. 229–239.

7. ГОСТ Р ИСО 22030–2009. Качество почвы. Биологические методы. Хроническая фитотоксичность в отношении высших растений. М.: Стандартинформ, 2010. 20 с.

8. ГОСТ 17.4.3.01–2017. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. М.: Стандартинформ, 2018. 8 с.

9. Зильберман М. В., Порошина Е. А., Зырянова Е. В. Биотестирование почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Пермь: ФГУ УралНИИ «Экология», 2005. 110 с.

10. Кувшинская Л. В. Влияние деятельности нефтедобывающего комплекса на почвенный и растительный покровы в условиях Пермской области: дис. ... канд. биол. наук. Пермь, 2008. 181 с.

11. Терехова В. А. Биоиндикация и биотестирование в экологическом контроле // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2007. № 1 (91). С. 88–90.

12. Michaud A, Chappelaz C., Hinsinger P. Copper phytotoxicity affects root elongation and iron nutrition in durum wheat (*Triticum turgidum durum* L.) // Plant and Soil. 2008. Vol. 310, N. 1-2. P. 151–165.

References

1. Kolesnikova D. S., Petukhova V. S. Vozdejstvie nefti i nefteproduktov na svojstva pochv i rastenij [Effects of oil and petroleum products on soil and plant properties]. *Vestnik nauki*, 2024, no. 12 (81), vol. 3, pp. 2112-2116.
2. Sulejmanov R. R. Izmenenie bufernosti pochv pri zagryaznenii neft'yu [Changes in soil buffering due to oil pollution]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2007, no. 4 (68), pp. 133-139.
3. Nemereshina O. N., Gusev N. F. Vliyanie tekhnogenogo zagryazneniya na sodержanie flavonoidov v rasteniyakh semejstva Norichnikovyx stepnogo Predural'ya

[The effect of anthropogenic pollution on the content of flavonoids in plants of the Norichnik family of the steppe Urals]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2004, no. 10 (35), pp. 123-126.

4. Mel'nik I. V. Ehkologicheskoe sostoyanie Il'inskikh nefteyam (Astrakhanskaya oblast') [Ecological status of Ilyinsky oil fields (Astrakhan region)]. *Materialy 66-j Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta, Astrakhan', 25–29 aprelya 2022 g.* Astrakhan', Izd-vo AGTU, 2022. Pp. 74-76.

5. GOST R ISO 18763–2019. *Kachestvo pochvy. Opredelenie toksicheskogo vozdeystviya zagryaznyayushchikh veshchestv na vskhozhest' i rost na rannikh stadiyakh vysshikh rastenij* [GOST R ISO 18763–2019. Soil quality. Determination of toxic effects of pollutants on germination and growth in the early stages of higher plants]. Moscow, Standartinform Publ., 2019. 27 p.

6. Aranda E., García-Romera I., Ocampo J. A., Carbone V., Mari A., Malorni A., Sannino F., De Martino A., Capasso R. Chemical characterization and effects on *Lepidium Sativum* of the native bioremediated components of dry olive mill residue. *Chemosphere*, 2007, vol. 69 (2), pp. 229-239.

7. GOST R ISO 22030–2009. *Kachestvo pochvy. Biologicheskie metody. Khronicheskaya fitotoksichnost' v otnoshenii vysshikh rastenij* [GOST R ISO 22030–2009. Soil quality. Biological methods. Chronic phytotoxicity against higher plants]. Moscow, Standartinform Publ., 2010. 20 p.

8. GOST 17.4.3.01–2017. *Okhrana prirody. Pochvy. Obshchie trebovaniya k othoru prob* [GOST 17.4.3.01–2017. Nature conservation. Soils. General sampling requirements].

Moscow, Standartinform Publ., 2018. 8 p.

9. Zil'berman M. V., Poroshina E. A., Zyryanova E. V. *Biotestirovanie pochv, zagryaznennykh nef'tyu i nef'teproduktami* [Biotesting of soils contaminated with oil and petroleum products]. Perm', FGU UraLNII «EhkologiYA», 2005. 110 p.

10. Kuvshinskaya L. V. *Vliyaniye deyatel'nosti nef'tedobnyayushchego kompleksa na pochvennyj i rastitel'nyj pokrovy v usloviyakh Permskoj oblasti: dis. ... kand. biol. nauk* [The impact of the oil production complex on soil and vegetation cover in the Perm region: dis. ... kand. biol. sciences]. Perm', 2008. 181 p.

11. Terekhova V. A. *Bioindikaciya i biotestirovanie v ehkologicheskom kontrole* [Bioindication and biotesting in environmental control]. *Ispol'zovanie i okhrana prirodnnykh resursov v Rossii*, 2007, no. 1 (91), pp. 88-90.

12. Michaud A, Chappelaz C., Hinsinger P. Copper phytotoxicity affects root elongation and iron nutrition in durum wheat (*Triticum turgidum durum L.*). *Plant and Soil*, 2008, vol. 310, no. 1-2, pp. 151-165.

Статья поступила в редакцию 12.01.2026; одобрена после рецензирования 09.02.2026; принята к публикации 13.02.2026
The article was submitted 12.01.2026; approved after reviewing 09.02.2026; accepted for publication 13.02.2026

Информация об авторах / Information about the authors

Ирина Викторовна Мельник – кандидат биологических наук, доцент; доцент кафедры гидробиологии и общей экологии; Астраханский государственный технический университет; доцент кафедры общей экологии и экономики; филиал ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет» в Ташкентской области Республики Узбекистан; irina_1melnik@mail.ru

Irina V. Melnik – Candidate of Biological Sciences, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department of Hydrobiology and General Ecology; Astrakhan State Technical University; Assistant Professor of the Department of General Ecology and Economics; Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Astrakhan State Technical University” in the Tashkent region of the Republic of Uzbekistan; irina_1melnik@mail.ru

Ольга Валентиновна Обухова – кандидат биологических наук, доцент; доцент кафедры гидробиологии и общей экологии; Астраханский государственный технический университет; доцент кафедры общей экологии и экономики; филиал ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет» в Ташкентской области Республики Узбекистан; obuhova-ov@yandex.ru

Olga V. Obuchova – Candidate of Biological Sciences, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department of Hydrobiology and General Ecology; Astrakhan State Technical University; Assistant Professor of the Department of General Ecology and Economics; Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Astrakhan State Technical University” in the Tashkent region of the Republic of Uzbekistan; obuhova-ov@yandex.ru

Екатерина Геннадьевна Васильева – кандидат биологических наук, доцент; доцент кафедры гидробиологии и общей экологии; Астраханский государственный технический университет; доцент кафедры общей экологии и экономики; филиал ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет» в Ташкентской области Республики Узбекистан; katerina.84@mail.ru

Ekaterina G. Vasileva – Candidate of Biological Sciences, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department of Hydrobiology and General Ecology; Astrakhan State Technical University; Assistant Professor of the Department of General Ecology and Economics; Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Astrakhan State Technical University” in the Tashkent region of the Republic of Uzbekistan; katerina.84@mail.ru

