УДК 574:631.41:631.618(470.630)
DOI: 10.31279/2222-9345-2018-7-32-113-117

И. О. Лысенко, О. Ю. Гудиев, С. В. Окрут, Е. Е. Степаненко, Т. Г. Зеленская

Lysenko I. O., Gudiev O. Yu., Okrut S. V., Stepanenko E. E., Zelenskaya T. G.

ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА БИОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ НЕФТЕКУМСКОГО РАЙОНА СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF BIOCHEMICAL PROPERTIES OF SOILS IN THE NEFTEKUMSK DISTRICT OF STAVROPOL REGION

Приведены результаты модельного эксперимента, оценки влияния сырой нефти на биотические показатели светло-каштановых среднесолонцеватых почв Нефтекумского района Ставропольского края. Нефть вносили на поверхность образцов в концентрациях, соответствующих 0; 1; 2; 3; 4; 5 г/кг нефти в почвах. Максимальная концентрация соответствует принятым нормативам ДОСНП для земель сельскохозяйственного использования Ставропольского края. Полив образцов соответствовал среднемесячной норме осадков исследуемой зоны для июля – августа.

В эксперименте оценивали отклик сообщества почвенной биоты на присутствие загрязняющего вещества по показателям ферментативной активности дегидрогеназы, уреазы, фосфатазы, эмиссии углекислого газа из почв. Вышеуказанные показатели оценивали на 1, 2, 3, 7, 10 и 15 суток с момента внесения нефти по шкале Д. С. Звягинцева. Полученные данные сравнивали со значениями, полученными в контрольном образце, не обработанном нефтепродуктами.

Результаты исследований показали, что нефть в максимальной концентрации, соответствующей ДОСНП, не препятствует функционированию почвенной биоты. Значения измеренных биотических показателей не отличались от контроля, тенденции незначительных изменений активностей ферментов во времени объяснялись естественными причинами и не зависели от концентрации нефти.

Ключевые слова: дегидрогеназа, уреазы, фосфатаза, нефть, рекультивация, ферментативная активность почв.

The article presents the results of a model experiment, an assessment of the impact of crude oil on the biotic indicators of light chestnut medium-salty soils of the Neftekumsky district of the Stavropol region. Oil was applied to the surface of the samples at concentrations corresponding to 0; one; 2; 3; four; 5 g/kg oil in soils. The maximum concentration corresponds to the accepted standards of DOSNP for lands of agricultural use of Stavropol Territory. Watering of the samples corresponded to the average monthly norm of precipitation of the investigated zone for July – August.

In the experiment, the response of the community of soil biota to the presence of a pollutant was evaluated by indicators of the enzymatic activity of dehydrogenase, urease, phosphatase, and carbon dioxide emissions from the soil. The above indicators were estimated at 1, 2, 3, 7, 10, and 15 days from the time the oil was applied on the D. S. Zvyagintsev scale. The obtained data were compared with the values obtained in the control sample, not treated with petroleum products.

The research results showed that oil at the maximum concentration of the corresponding DUOC does not interfere with the functioning of the soil biota. The values of the measured biotic indices did not differ from the control, the tendencies of insignificant changes in enzyme activities over time were explained by natural causes, and did not depend on the concentration of oil.

Key words: dehydrogenase, urease, phosphatase, oil, re-cultivation, enzymatic activity of soils.

Лысенко Изольда Олеговна –

доктор биологических наук, доцент
кафедры экологии и ландшафтного строительства
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
г. Ставрополь
Тел.: 8-905-497-45-07
E-mail: lysenkostav@yandex.ru

Гудиев Олег Юрьевич –

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
кафедры экологии и ландшафтного строительства
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
г. Ставрополь
Тел.: 8-905-448-43-86
E-mail: gudief@list.ru

Окрут Светлана Васильевна –

кандидат биологических наук, доцент кафедры
экологии и ландшафтного строительства
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
г. Ставрополь
Тел.: 8-928-264-93-89
E-mail: s0kr@yandex.ru

Lysenko Isolda Olegovna –

Doctor of Biological Sciences, Associate Professor
of the Department of Ecology and Landscape
Construction
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
Tel.: 8-905-497-45-07
E-mail: lysenkostav@yandex.ru

Gudiev Oleg Yurievich –

Ph.D of Agricultural Sciences, Associate Professor
of the Department of Ecology and Landscape
Construction
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
Tel.: 8-905-448-43-86
E-mail: gudief@list.ru

Okрут Svetlana Vasilyevna –

Ph.D of Biological Sciences, Associate Professor
of the Department of Ecology and Landscape
Construction
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
Tel.: 8-928-264-93-89
E-mail: s0kr@yandex.ru

Степаненко Елена Евгеньевна –

кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и ландшафтного строительства
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»
г. Ставрополь
Тел.: 8-905-463-03-86
E-mail: elenapstepanenko@yandex.ru

Зеленская Тамара Георгиевна –

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры экологии и ландшафтного строительства
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»
г. Ставрополь
Тел.: 8-903-446-71-51
E-mail: tamara.zelenskaya2016@yandex.ru

Stepanenko Elena Evgenievna –

Ph.D of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Ecology and Landscape Construction
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
Tel.: 8-905-463-03-86
E-mail: elenapstepanenko@yandex.ru

Zelenskaya Tamara Georgievna –

Ph.D of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Ecology and Landscape Construction
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
Tel.: 8-903-446-71-51
E-mail: tamara.zelenskaya2016@yandex.ru

Загрязнение окружающей среды нефтью и продуктами её переработки является одной из актуальнейших проблем в нефтедобывающих регионах, в том числе и в Ставропольском крае [1]. Исследованиями показано превышение допустимой концентрации углеводородов в водных объектах [2] и почвах Нефтекумского района [3]. При этом возникает необходимость проведения восстановительных мероприятий на землях сельскохозяйственного производства. Для оценки качества почв после рекультивации важным критерием является активность почвенных ферментов. Исследованиями показано, что ферменты играют важную роль в выполнении почвой трофической функции [4]. Для уточнения влияния концентрации загрязнителя на биохимические свойства почв Нефтекумского района Ставропольского края был поставлен эксперимент, который базировался на принципе физического моделирования почвенных процессов при загрязнении нефтью на почвенных колонках (монолитах) ненарушенного строения, взятых из почвенного разреза согласно ГОСТ 17.4.4.02–84 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализа» [5]. Монолиты были отобраны с площадки, почвенный покров которой был представлен светло-каштановыми среднесолонцеватыми почвами.

Нефть вносили на поверхность монолитов в концентрациях, соответствующих 0; 1; 2; 3; 4; 5 г/кг нефти в почвах. Максимальная концентрация соответствует принятым нормативам ДОСНП для земель сельскохозяйственного использования Ставропольского края [6]. Полив образцов соответствовал среднемесячной норме осадков исследуемой зоны для июля – августа.

Оценивали отклик сообщества почвенной биоты на присутствие загрязняющего вещества по показателям ферментативной активности дегидрогеназы, уреазы, фосфатазы, эмиссии углекислого газа из почв. Вышеуказанные показатели оценивали на 1, 2, 3, 7, 10 и 15 суток с момента внесения нефти по шкале Д. С. Звя-

гинцева [7]. Полученные данные сравнивали со значениями, полученными в контрольном образце, не обработанном нефтепродуктами.

Эксперимент показал, что активность уреазы в контрольном и загрязненных образцах не отличалась, абсолютные значения изменялись нелинейно (рис. 1). Флуктуация средних значений может объясняться естественными факторами: природными циклами роста микроорганизмов, изменением в увлажнении образцов. По шкале Д. С. Звягинцева активность уреазы в образцах классифицируется как достаточно высокая.

Полученные значения свидетельствуют о том, что внесение нефти в концентрации до 5 г/кг не препятствует протеканию цикла усвоения азота микроорганизмами. В целях выявления возможных негативных изменений сравним значения активности уреазы в контрольных почвах и почвах, содержащих максимальное значение нефти – 5 г/кг (рис. 2).

Результаты эксперимента показывают, что значения активности уреазы в образцах, содержащих 5 г/кг НП, не отличались от контрольных значений в течение всего срока наблюдения.

Результаты испытаний показывают, что значения активности дегидрогеназы в образцах характеризуются как «слабая» по шкале Д. С. Звягинцева. Выявлена общая тенденция незначительного снижения активности почвенной дегидрогеназы. Тем не менее следует признать, что активность этого фермента не зависела от концентрации нефтепродуктов в почве (рис. 3).

Изменение активности дегидрогеназы в период проведения исследования в различных вариантах опыта может быть связано с различной динамикой общей биологической активности почвенных образцов, что в целом характерно для почв, не подвергнутых загрязнению.

В целях выявления возможных негативных изменений сравнивали значения активности дегидрогеназы в контрольных почвах и почвах, содержащих максимальное значение нефти – 5 г/кг (рис. 4).

Результаты эксперимента показывают, что значения активности дегидрогеназы в образцах, содержащих 5 г/кг НП, достоверно не отличались от контрольных значений в течение всего срока наблюдения.

Рисунок 1 – Активность уреазы в образцах, обработанных нефтью и контроле

Рисунок 2 – Динамика активности уреазы в почвах, содержащих 5 г/кг НП и 0 г/кг

Рисунок 3 – Динамика активности дегидрогеназы в почвенных образцах

Рисунок 4 – Динамика активности дегидрогеназы в почвах, содержащих 5 г/кг НП и 0 г/кг

Результаты испытаний активности фосфатазы показывают, что ее значения в образцах характеризуются как «высокая» по шкале Д. С. Звягинцева (1978). Активность фосфатазы практически не изменялась во времени и не зависела от концентрации нефтепродуктов в почве (рис. 5, 6).

Рассматривая динамику активности фосфатазы в светло-каштановой среднесолонцеватой почве, подвергнутой загрязнению сырой нефтью, мы установили отсутствие ее ингибирующего действия как сразу после загрязнения, так и через 15 суток.

Результаты эксперимента показывают, что значения активности фосфатазы в образцах, содержащих 5 г/кг НП, достоверно не отличались от контрольных значений в течение всего срока наблюдения.

Таким образом, экспериментальная оценка влияния сырой нефти, в концентрации от 0 до 5 г/кг, на такие биотические показатели светло-каштановых среднесолонцеватых почв Нефтекумского района Ставропольского края, как активность уреазы, каталазы и дегидрогеназы, показала, что нефть в максимальной концентрации, соответствующей ДОСНП, не препятствует функционированию почвенной биоты.

Рисунок 5 – Динамика активности фосфатазы в почвенных образцах

Рисунок 6 – Динамика активности фосфатазы в почвах, содержащих 5 г/кг НП и 0 г/кг

Значения измеренных биотических показателей не отличались от контроля, тенденции незначительных изменений активностей фер-

ментов во времени объяснялись естественными причинами, и не зависели от концентрации нефти.

Литература

1. Оценка почв, загрязнённых нефтью / С. В. Окрут, О. А. Поспелова, Е. Е. Степаненко [и др.] // Эволюция и деградация почвенного покрова : сб. науч. тр. по материалам V Междунар. науч. конф. (Ставрополь, 19–22 сентября 2017 г.) / СтГАУ. Ставрополь, 2017. С. 180–181.
2. Гудиев О. Ю., Гончаров А. В. Определение содержания нефтепродуктов в водных объектах Невтекумского района Ставропольского края // Химия. Биотехнология. Защита растений: сб. науч. тр. Ставрополь / СтГАУ. Ставрополь, 2009. С. 50–53.
3. Гудиев О. Ю., Зеленская Т. Г., Поспелова О. А. Определение содержания нефтепродуктов в почвах Невтекумского района Ставропольского края // Инновации аграрной науки и производства : состояние, проблемы и пути решения : сб. науч. тр. / СтГАУ. Ставрополь, 2008. С. 28–32.
4. Гордеев А. А., Лысенко И. О., Кабельчук Б. В. Влияние содержания нефтепродуктов и основных элементов питания растений на изменение ферментативной активности почв // Вестник Тамбовского университета. Сер.: Естественные и технические науки. 2014. Т. 19, № 5. С. 1492–1495.
5. ГОСТ 17.4.4.02–84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализа. Введ. 1984-12-19. М. : Стандартинформ, 2008. 7 с.

References

1. Assessment of soil contaminated by oil / S. V. Okrut, O. A. Pospelova, E. E. Stepanenko [et al.] // Evolution and degradation of soil cover: collection of proceedings on the materials of the V International scientific conference (Stavropol, 19–22 September 2017) / StSAU. Stavropol, 2017. P. 180–181.
2. Gudiev O. Yu., Goncharov A. V. Determination of the content of petroleum products in water bodies of the Neftekumsky region of the Stavropol Territory // Chemistry. Biotechnology. Plant protection: collection of proceedings. Stavropol / StSAU. Stavropol, 2009. P. 50–53.
3. Gudiev O. Yu., Zelenskaya T. G., Pospelova O. A. Determination of the content of petroleum products in the soils of the Neftekumsky district of the Stavropol Territory // Innovations of Agrarian Science and Production: condition, problems and way of solution : collection of proceedings / StSAU. Stavropol, 2008. P. 28–32.
4. Gordeev A. A., Lysenko I. O., Kabelchuk B. V. Influence of the content of oil products and basic elements of plant nutrition on changes in the enzymatic activity of soils // Bulletin Tambov University. Series: Natural and technical sciences. 2014. Vol. 19, № 5. P. 1492–1495.
5. GOST 17.4.4.02–84. Protection of Nature. The soil. Methods of sampling and sample preparation for chemical, bacteriological and

6. Ставропольский край. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды. Об утверждении краевого норматива «Допустимое остаточное содержание нефти и продуктов ее трансформации в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ на территории Ставропольского края» (с изменениями на 16.01.2017) : приказ Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Ставропольского края от 16.12.2013 № 427, от 02.03.2015 № 50, от 16.01.2017 № 13) [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации справочных систем «Кодекс» и «Техэксперт». URL: <http://docs.cntd.ru/document/461504394> (дата обращения: 14.11.2018).
7. Звягинцев Д. Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей // Почвоведение. 1978. № 6. С. 48–54.
- helminthological analysis. Enter 1984-12-19. М. : Standardinform, 2008. 7 p.
6. Stavropol region. Ministry of Natural Resources and Environmental Protection. On approval of the regional standard «Permissible residual content of oil and products of its transformation in soils after carrying out restoration and other restoration work on the territory of the Stavropol Territory» (as amended on 16.01.2017) : order of the Ministry of Natural Resources and Environmental Protection of the Stavropol region of 16.12.2013 № 427, from 02.03.2015 № 50, from 16.01.2017 № 13) [Electronic resource] // Electronic fund of legal and regulatory and technical documentation of the «Codex» and «TechExpert» reference systems. URL: <http://docs.cntd.ru/document/461504394> (date of access: 14.11.2018).
7. Zvyagintsev D. G. Biological activity of soils and scales for assessment of some of its indicators // Edaphology. 1978. № 6. P. 48–54.