

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КАШТАНОПЕСКОВ

¹Колесников С. И., ¹Никитенко К. С., ¹Казеев К. Ш., ¹Петрова Н. А., ¹Бубнова А. А.,
¹Капралова О. А., ¹Тищенко С. А.

¹ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет», Ростов-на-Дону, Россия (344006, Ростов-на-Дону, ул.Б.Садовая, 105), e-mail: kolesnikov@sfedu.ru

Дана оценка устойчивости каштановых песчаных почв к загрязнению нефтью и тяжелыми металлами (Cr, Cu, Ni, Pb) по биологическим показателям. При загрязнении, как правило, наблюдалось достоверное снижение активности каталазы и дегидрогеназы, целлюлозолитической активности, обилия бактерий рода *Azotobacter*, фитотоксических свойства почвы. Степень снижения зависела от природы загрязняющего вещества и его концентрации в почве. В большинстве случаев наблюдалась прямая зависимость между концентрацией загрязняющего вещества и степенью ухудшения исследуемых свойств почвы. По степени ингибирующего действия на биологические свойства каштановой песчаной почвы оксиды ТМ располагаются следующим образом: CrO₃ > CuO > NiO > PbO. Устойчивость биологических свойств каштановой песчаной почвы значительно меньше, чем зональных, а также дерново-карбонатных и засоленных почв юга России также ниже, чем у песчаных черноземов, но выше чем у песчаных бурых полупустынных почв.

Ключевые слова: каштановые песчаные почвы (каштанопески), загрязнение, тяжелые металлы, нефть, биологические свойства почв, устойчивость.

CHEMICAL POLLUTION INFLUENCE KASHTANOPESKY BIOLOGICAL PROPRETIS

¹Kolesnikov S. I., ¹Nikitenko K. S., ¹Kazeev K. S., ¹Petrova N. A., ¹Shabanova A. A.,
¹Kapralova O. A., ¹Tischenko S. A.

¹Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia (344006, Rostov-on-Don, B.Sadovaya st., 105), e-mail: kolesnikov@sfedu.ru

The stability of brown sandy soil to oil pollution and heavy metals (Cr, Cu, Ni, Pb) in the biological indicators was estimated. When pollution a significant decrease in the activity of catalase and dehydrogenase activity of cellulolytic, the abundance of bacteria of the genus *Azotobacter*, phytotoxic properties of the soil are generally ware observed. The degree of reduction was dependent on the nature of the pollutant and its concentration in the soil. In the majority of cases there was a direct correlation between the concentration of the pollutant and the degree of deterioration of the properties of the soil. According to the degree of inhibitory effect on the biological properties of chestnut sandy soil TM oxides are as follows: CrO₃> CuO> NiO> PbO. Stability of the biological properties of chestnut sandy soil is much less than the zone, as well as calcareous and saline soils of southern Russia is also lower than that of sandy black soil, but higher than in sandy brown semidesert soils.

Keywords: brown sandy soil (kashtanopeski), pollution, heavy metals, oil and biological properties of soils, stability.

Введение

В научной литературе накоплено достаточно много сведений о последствиях химического загрязнения разных почв. Однако песчаные почвы не часто попадали в поле зрения исследователей. Это связано с малым значением этих почв для сельского хозяйства и отсутствием значительных очагов загрязнения в районах их распространения. Однако песчаные почвы занимают существенные территории, в том числе на юге России, и выполняют важные экологические функции, в частности по поддержанию биоразнообразия и устойчивости природных экосистем [1]. Таким образом, исследование устойчивости песчаных почв юга Рос-

сии с целью прогнозирования изменения их состояния в результате химического загрязнения представляется весьма актуальным.

Ранее было исследовано влияние химического загрязнения на песчаные черноземы (серопески) зоны настоящих степей [2, 3] и песчаные бурые полупустынные почвы (буропески) зоны полупустынь [4, 5].

В настоящей работе представлены результаты исследования изменения биологических свойств песчаных каштановых почв (каштанопесков) зоны сухих степей при загрязнении нефтью и тяжелыми металлами (Cr, Cu, Ni, Pb).

Объекты и методы исследования

В качестве объекта исследования была использована песчаная каштановая почва зоны сухих степей (Республика Дагестан, Кумторкалинский район, п. Новая Урада), содержание гумуса в слое 0–20 см – 0.81 %, pH – 7,2. Почва для модельных экспериментов была отобрана из верхнего слоя (0–20 см), где накапливается основное количество загрязняющих почву веществ.

В качестве загрязняющих веществ были выбраны тяжелые металлы (ТМ) и нефть. Эти вещества значительно различаются по своим свойствам. Из ТМ исследовали Cr, Cu, Ni, Pb, так как именно ими в значительной степени загрязнены почвы на Юге России. Кроме того, выбранные ТМ интересны для сравнения – их ПДК составляют 100 мг/кг почвы. Используются значения ПДК, разработанные в Германии. Во-первых, потому, что ПДК в почве общего (валового) содержания меди и никеля в России отсутствуют. Во-вторых, «российская» ПДК свинца зачастую не может быть использована, так как меньше содержания этого элемента во многих почвах.

Также не разработана ПДК в почве нефти, поэтому ее содержание в почве выражали в процентах.

Изучали действие разных количеств загрязняющих веществ в почве: ТМ – 1, 10, 100 ПДК (100, 1000 и 10000 мг/кг соответственно), нефть – 1, 5, 10 % от массы почвы.

ТМ вносили в почву в форме оксидов: CrO₃, CuO, NiO, PbO. Во-первых, значительная доля ТМ поступает в почву именно в форме оксидов. Во-вторых, использование оксидов ТМ позволяет исключить воздействие на свойства почвы сопутствующих анионов, как это происходит при внесении солей металлов.

Почву инкубировали в вегетационных сосудах при комнатной температуре (20–22 °С) и оптимальном увлажнении (60 % от полевой влагоемкости) в трехкратной повторности.

Состояние почв определяли через 30 суток после загрязнения. При оценке химического воздействия на почву этот срок является наиболее информативным [2].

Лабораторно-аналитические исследования выполнены с использованием общепринятых в экологии, биологии и почвоведении методов [6]. Определяли обилие бактерий рода *Azotobacter*, активность каталазы и дегидрогеназы, целлюлозолитическую активность, фитотоксические свойства почв и другие показатели.

Для объединения большого количества показателей была разработана методика определения интегрального показателя биологического состояния почвы (ИПБС) [6]. Данная методика позволяет оценить совокупность биологических показателей.

Результаты исследования

В результате проведенного исследования было установлено, что загрязнение Cr, Cu, Ni, Pb и нефтью приводит к значительному снижению значений биологических свойств песчаной каштановой почвы. Наблюдалось достоверное снижение активности каталазы (рис. 1) и дегидрогеназы (рис. 2), целлюлозолитической активности (рис. 3), обилия бактерий рода *Azotobacter* (рис. 4), длины корней редиса (рис. 5).

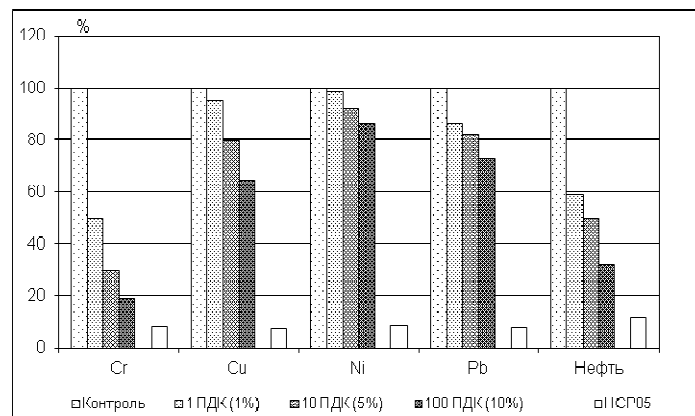


Рис. 1. Влияние химического загрязнения песчаной каштановой почвы на активность каталазы, % от контроля (ПДК — для ТМ, % — для нефти)

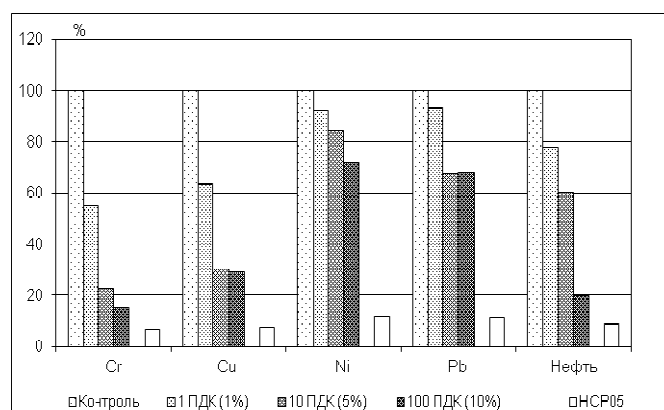


Рис. 2. Влияние химического загрязнения песчаной каштановой почвы
на активность дегидрогеназы, % от контроля
(ПДК — для ТМ, % — для нефти)

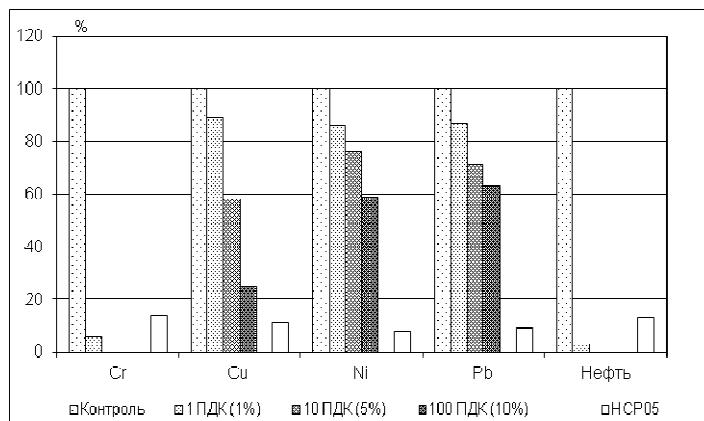


Рис. 3. Влияние химического загрязнения песчаной каштановой почвы
на целлюлозолитическую активность, % от контроля
(ПДК — для ТМ, % — для нефти)

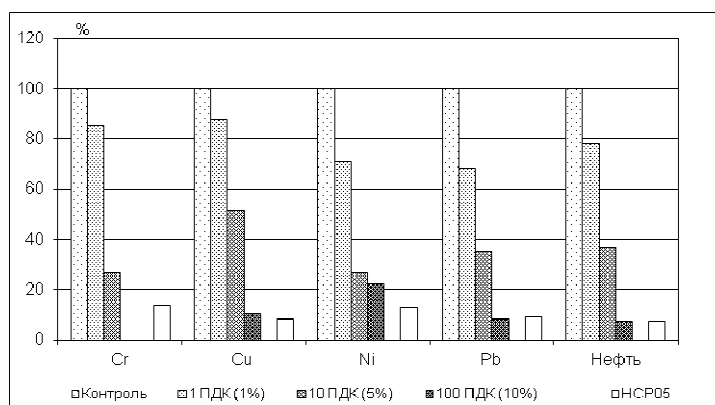


Рис. 4. Влияние химического загрязнения песчаной каштановой почвы
на обилие бактерий рода *Azotobacter*, % от контроля
(ПДК — для ТМ, % — для нефти)

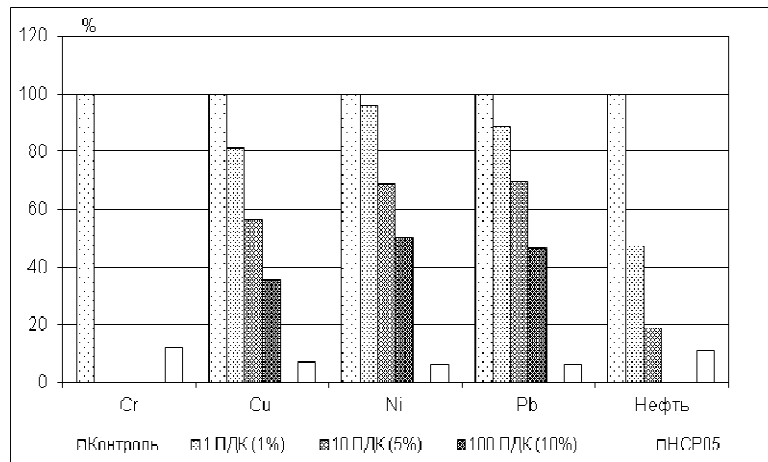


Рис. 5. Влияние химического загрязнения песчаной каштановой почвы на длину корней редиса, % от контроля (ПДК — для ТМ, % — для нефти)

Таким образом, указанные показатели целесообразно использовать в целях мониторинга, диагностики и нормирования химического загрязнения песчаных почв сухих степей юга России.

Анализ влияния химического загрязнения на биологические показатели показал, что степень снижения значений показателя зависела от природы загрязняющего вещества и его концентрации в почве.

Ряд оксидов ТМ по степени ингибирующего действия на биологические свойства для каштановой песчаной почвы выглядит следующим образом: $\text{CrO}_3 > \text{CuO} > \text{NiO} > \text{PbO}$.

Схожие закономерности были получены ранее для разных зональных и азональных (в том числе песчаных) почв юга России. Хром вне зависимости от типа почвы всегда оказывал более сильное негативное воздействие, чем медь, никель и свинец. А вот три последних элемента, проявляя в общем схожую степень токсичности, на разных почвах занимают разные места в ряду токсичности друг относительно друга [2–5, 7–10].

В большинстве случаев была зарегистрирована прямая зависимость между концентрацией в почве загрязняющего вещества и степенью ухудшения исследуемых свойств почвы.

Проводить сравнение между собой токсического действия ТМ и нефти представляется неправильным, так как невозможно корректно сопоставить их концентрации в почве.

Устойчивость биологических свойств каштановой песчаной почвы значительно меньше, чем зональных [4, 7–8], дерново-карбонатных [9] и засоленных [10] почв юга России также ниже, чем у песчаных черноземов [2, 3], но выше чем у песчаных бурых полупу-

стых почв [4, 5]. Это объясняется генетическими свойствами почв. Песчаные почвы, имея более легкий гранулометрический состав, хуже связывают ТМ, и поэтому биологические показатели при загрязнении снижаются в большей степени. Они также менее оструктурены, и поэтому при загрязнении нефтью у них сильнее нарушается окислительно-восстановительный режим. При этом каштанопески содержат больше гумуса, связывающего ТМ, и более оструктурены, чем буропески (песчаные бурые полупустынные почвы), но меньше, чем серопески (песчаные черноземы).

Выводы

1. Загрязнение Cr, Cu, Ni, Pb и нефтью приводит к значительному снижению значений биологических свойств каштановой песчаной почвы.
2. По степени ингибирующего действия на биологические свойства каштановой песчаной почвы оксиды ТМ располагаются следующим образом: $\text{CrO}_3 > \text{CuO} > \text{NiO} > \text{PbO}$.
3. В большинстве случаев наблюдалась прямая зависимость между концентрацией загрязняющего вещества и степенью ухудшения исследуемых свойств почвы.
4. Устойчивость биологических свойств каштановой песчаной почвы значительно меньше, чем зональных, дерново-карбонатных и засоленных почв юга России также ниже, чем у песчаных черноземов, но выше чем у песчаных бурых полупустынных почв.

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (соглашения 14.A18.21.0187, 14.A18.21.1269, госконтракты 16.740.11.0528, 14.740.11.1029) и в рамках реализации Программы развития Южного федерального университета.

Список литературы

1. Казеев К. Ш., Вальков В. Ф., Колесников С. И. Атлас почв юга России. Ростов н/Д: Изд-во «Эверест», 2010. 128 с.
2. Колесников С. И., Казеев К. Ш., Вальков В. Ф. Экологическое состояние и функции почв в условиях химического загрязнения. Ростов н/Д: Изд-во Ростиздат, 2006. 385 с.
3. Колесников С. И., Азнаурьян Д. К., Казеев К. Ш., Вальков В. Ф. Устойчивость биологических свойств почв Юга России к нефтяному загрязнению // Экология. 2010. № 5. С. 357–364.
4. Колесников С. И., Спивакова Н. А., Казеев К. Ш. Влияние модельного загрязнения Cr, Cu, Ni, Pb на биологические свойства почв сухих степей и полупустынь юга России // Почвоведение. 2011. № 9. С. 1094–1101.

5. Колесников С. И., Спивакова Н. А., Везденева Л. С., Кузнецова Ю. С., Казеев К. Ш. Влияния модельного загрязнения нефтью на биологические свойства почв сухих степей и полупустынь юга России // Аридные экосистемы. 2013. Vol. 19. No. 2(55). С. 70–76.
6. Казеев К. Ш., Колесников С. И. Биодиагностика почв: методология и методы исследований. Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2012. 260 с.
7. Колесников С. И., Тлехас З. Р., Казеев К. Ш., Вальков В. Ф. Изменение биологических свойств почв Адыгеи при химическом загрязнении // Почвоведение. 2009. № 12. С. 1499–1505.
8. Колесников С. И., Ярославцев М. В., Спивакова Н. А., Казеев К. Ш. Сравнительная оценка устойчивости биологических свойств разных подтипов черноземов юга России к загрязнению Cr, Cu, Ni, Pb (в модельном эксперименте) // Почвоведение. 2013. № 2. С. 195–200.
9. Колесников С. И., Тлехас З. Р., Татлок Р. К., Казеев К. Ш., Денисова Т. В., Даденко Е. В. Оценка устойчивости дерново-карбонатных почв Северного Кавказа к химическому загрязнению по биологическим показателям // Экология и промышленность России. 2010. № 12. С. 48–51.
10. Колесников С. И., Спивакова Н. А., Везденева Л. С., Казеев К. Ш., Кузнецова Ю. С. Моделирование влияния химического загрязнения на биологические свойства гидроморфных солончаков зоны сухих степей Юга России // Аридные экосистемы. 2011. № 47. С. 18–22.

Рецензенты:

Денисова Т.И., д.б.н., профессор кафедры экологии и природопользования ЮФУ, г.Ростов-на-Дону.

Минкина Т.М., д.б.н., профессор кафедры почвоведения и оценки природных ресурсов ЮФУ, г.Ростов-на-Дону.