

УДК 57.044; 504.05; 631.46

UDC 57.044; 504.05; 631.46

**ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ К ХИМИЧЕСКОМУ ЗАГРЯЗНЕНИЮ КОРИЧНЕВОЙ ТИПИЧНОЙ ПОЧВЫ ЗАПОВЕДНИКА «УТРИШ»\***

**ASSESSMENT OF RESISTANCE OF THE BROWN TYPICAL SOIL OF THE UTRISH NATIONAL RESERVE TO CHEMICAL POLLUTION**

Моспаненко Анна Федоровна  
аспирант

Mospanenko Anna Fiodorovna  
postgraduate student

Колесников Сергей Ильич  
д.с.-х.н, профессор

Kolesnikov Sergey Ilich  
Dr.Sci.Agr., professor

Казеев Камиль Шагидуллоевич  
д.г.н, профессор

Kazeev Kamil Shagidulloevich  
Dr.Sci.Geogr., professor

Вернигорова Наталья Александровна  
студент

Vernigorova Natalya Aleksandrovna  
student

Акименко Юлия Викторовна  
ассистент

Akimenko Yuliya Viktorovna  
assistant

Козунь Юлия Сергеевна  
ассистент

Kozun Yuliya Sergeevna  
assistant

Мясникова Маргарита Алексеевна  
ассистент

Myasnikova Margarita Alekseevna  
assistant

Налета Екатерина Васильевна  
аспирант

Naleta Ekaterina Vasilyevna  
postgraduate student

Янкина Ксения Олеговна  
студент  
*Южный федеральный университет*

Yankina Ksenia Olegovna  
student  
*Southern Federal University*

Дана оценка устойчивости коричневой типичной почвы заповедника «Утриш» к загрязнению тяжелыми металлами (Cr, Cu, Ni, Pb) и нефтью по биологическим показателям

The article gives an assessment of resistance of the brown typical soil of the Utrish national reserve to pollution with heavy metals (Cr, Cu, Ni, Pb) and oil on biological indicators

Ключевые слова: ЗАГРЯЗНЕНИЕ, ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ, НЕФТЬ, БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, КОРИЧНЕВАЯ ТИПИЧНАЯ ПОЧВА

Keywords: POLLUTION, HEAVY METALS, OIL, BIOLOGICAL PROPERTIES, BROWN TYPICAL SOIL

## ВВЕДЕНИЕ

Коричневые почвы относятся к почвам сухих субтропиков. В нашей стране они достаточно редки – встречаются только на Северном Кавказе (Краснодарский край, Крым, Дагестан, Чечня) [1, 2].

\* Исследование выполнено в рамках проектной части государственного задания в сфере научной деятельности Министерства образования и науки РФ № 6.345.2014/К и при государственной поддержке ведущей научной школы Российской Федерации (НШ-2449.2014.4).

На сегодняшний день коричневые почвы остаются малоизученными, в том числе в плане их устойчивости к химическому загрязнению. Это объясняется их удаленностью от крупных источников загрязнения, малой распространенностью и незначительным использованием в области сельского хозяйства.

Исходя из вышесказанного, цель настоящей работы — оценить устойчивость коричневой типичной почвы к загрязнению тяжелыми металлами (Cr, Cu, Ni, Pb) и нефтью по биологическим показателям.

В соответствии с целью были поставлены следующие задачи:

1. Исследовать закономерности изменения биологических свойств коричневой типичной почвы в зависимости от природы и содержания загрязняющих веществ.
2. Оценить устойчивость коричневой типичной почвы к химическому загрязнению.
3. Определить возможность и целесообразность использования тех или иных эколого-биологических показателей в целях мониторинга, диагностики и нормирования коричневой почв.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для реализации поставленных задач был заложен ряд модельных опытов. Объектом исследования явилась коричневая типичная почва (Краснодарский край, Анапский район, ФГБУ «Государственный природный заповедник «Утриш»).

Для модельных экспериментов был отобран верхний слой почвы — 0–0,25 м, так как именно в этом слое накапливается основное количество загрязняющих почву веществ [3].

Для постановки опытов использовались загрязняющие вещества, различающиеся по своим свойствам: тяжелые металлы (ТМ) и нефть. Из ТМ исследовали Cr, Cu, Ni, Pb, так как они в большей степени интересны для сравнения — их ПДК составляют 100 мг/кг почвы. Кроме того, данными

ТМ в значительной степени загрязнены почвы нашей страны [4, 5]. При производстве расчетов использовались значения ПДК, разработанные в Германии [6], в связи с тем, что ПДК в почве общего содержания меди и никеля в России отсутствуют, и из-за меньшего содержания во многих почвах свинца, «российская» ПДК данного элемента не может быть использована при постановке опытов.

Говоря о ПДК в почве нефти, необходимо отметить, что ПДК для данного загрязнителя также не разработана, в связи с чем ее содержание в почве выражалось в процентах.

В ходе постановки опытов 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: PbO, CuO, CrO<sub>3</sub>, NiO, так как значительная доля ТМ поступает в почву именно в форме оксидов [3]. Кроме того, 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°C) и оптимальном увлажнении (60% от полевой влагоемкости) в трехкратной повторности.

Установлено, что при оценке химического воздействия на почву, ее состояние необходимо определять через 30 суток после загрязнения, для получения наиболее точных данных [7].

Лабораторно-аналитические исследования выполнены с использованием общепринятых в экологии, биологии и почвоведении методов [8, 9]. Определялись целлюлозолитическую активность, обилие бактерий рода *Azotobacter*, фитотоксические свойства почв, активность каталазы и дегидрогеназы, и другие показатели.

Для объединения большого количества показателей была разработана методика определения интегрального показателя биологического состояния почвы (ИПБС) [9]. Данная методика позволяет оценить совокупность биологических показателей.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате исследования было установлено, что при загрязнении коричневой почвы ТМ и нефтью ее состояние ухудшается: наблюдалось достоверное снижение исследованных биологических показателей: целлюлозолитической активности (рис.1), обилия бактерий рода *Azotobacter* (рис. 2), длины корней редиса (рис. 3), активности каталазы и дегидрогеназы (рис. 4), (рис. 5), и интегральный показатель биологического состояния почвы (ИПБС) (рис. 6).

Исходя из того, что ПДК всех четырех исследованных ТМ одинаковы (100 мг/кг), возможно корректное сравнение их токсического действия по отношению к исследованным биологическим показателям. Полученные результаты свидетельствуют о том, что наибольшее негативное воздействие на состояние почвы оказал хром. Медь, никель и свинец проявили меньшее по силе воздействие.

Таким образом, ряд ТМ по степени негативного воздействия на коричневую почву выглядит следующим образом:  $Cr > Cu \geq Pb \geq Ni$ .

Ранее схожие закономерности были получены ранее для других почв юга России. Вне зависимости от типа почвы хром всегда оказывал более сильное негативное воздействие, чем другие ТМ. При этом Cu, Ni, Pb, проявляющие схожую степень токсичности, на разных почвах занимают разные места в ряду токсичности друг относительно друга [10-12].

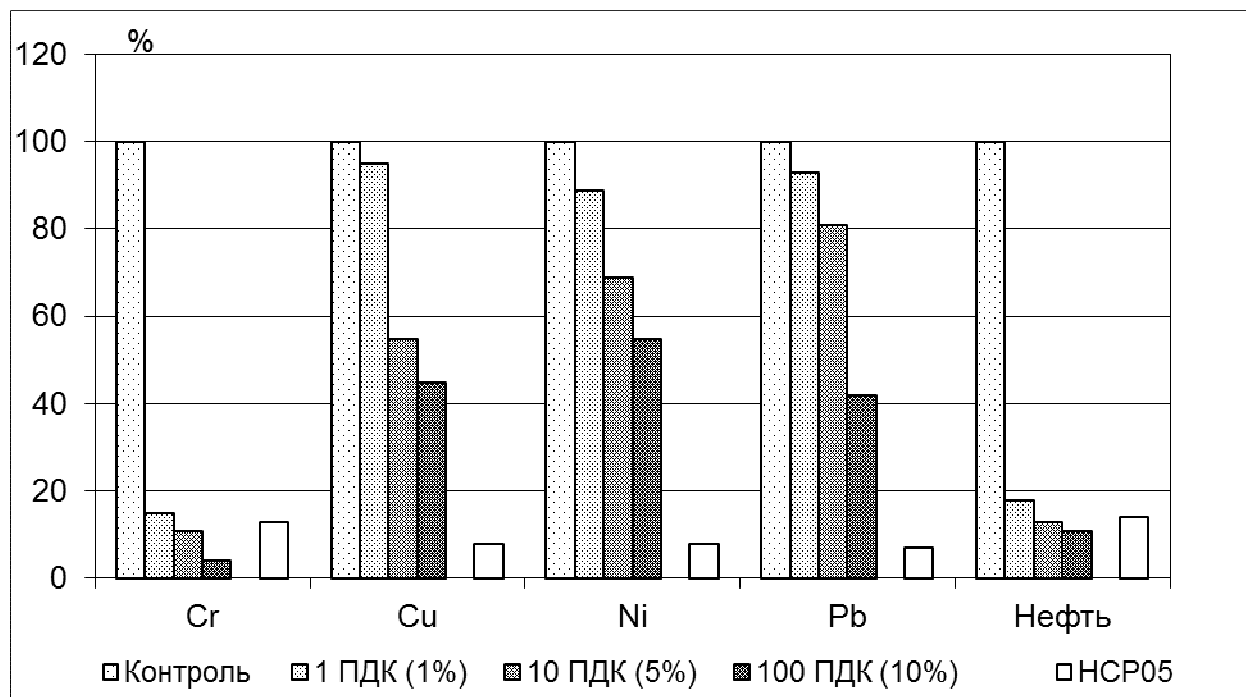


Рис. 1. Влияние химического загрязнения коричневой почвы на целлюлозолитическую активность, % от контроля (ПДК — для ТМ, % — для нефти)

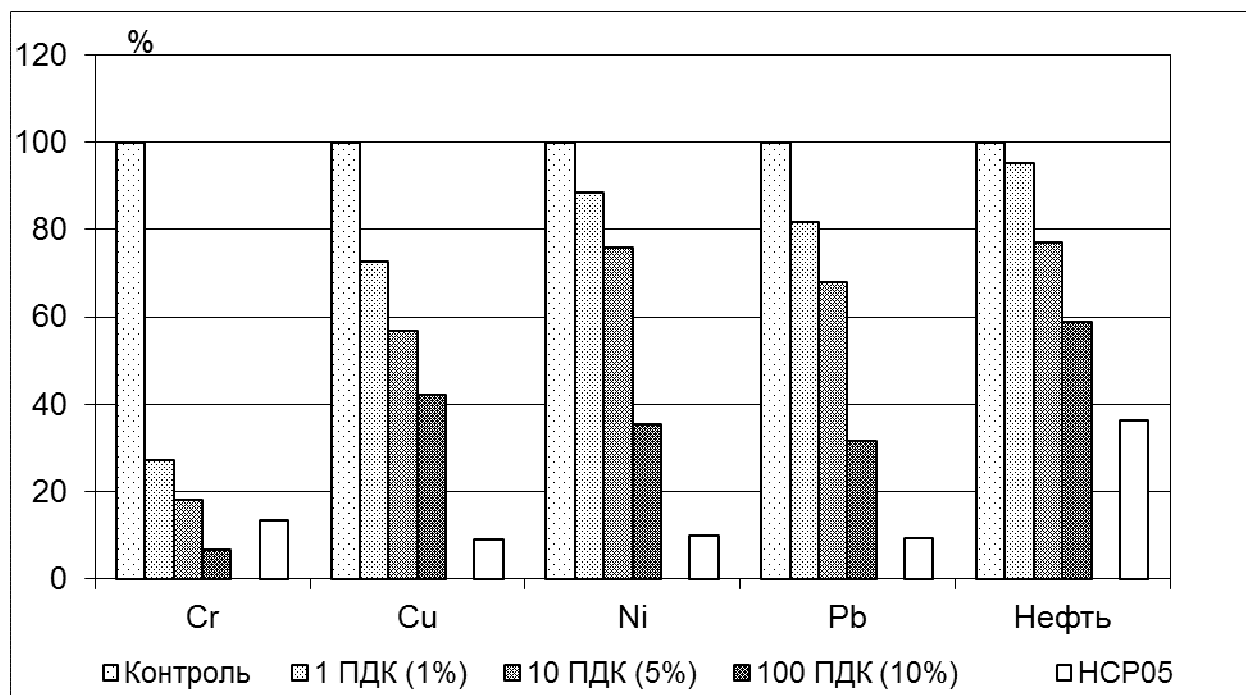


Рис. 2. Влияние химического загрязнения коричневой почвы на обилие бактерий рода *Azotobacter*, % от контроля (ПДК — для ТМ, % — для нефти)

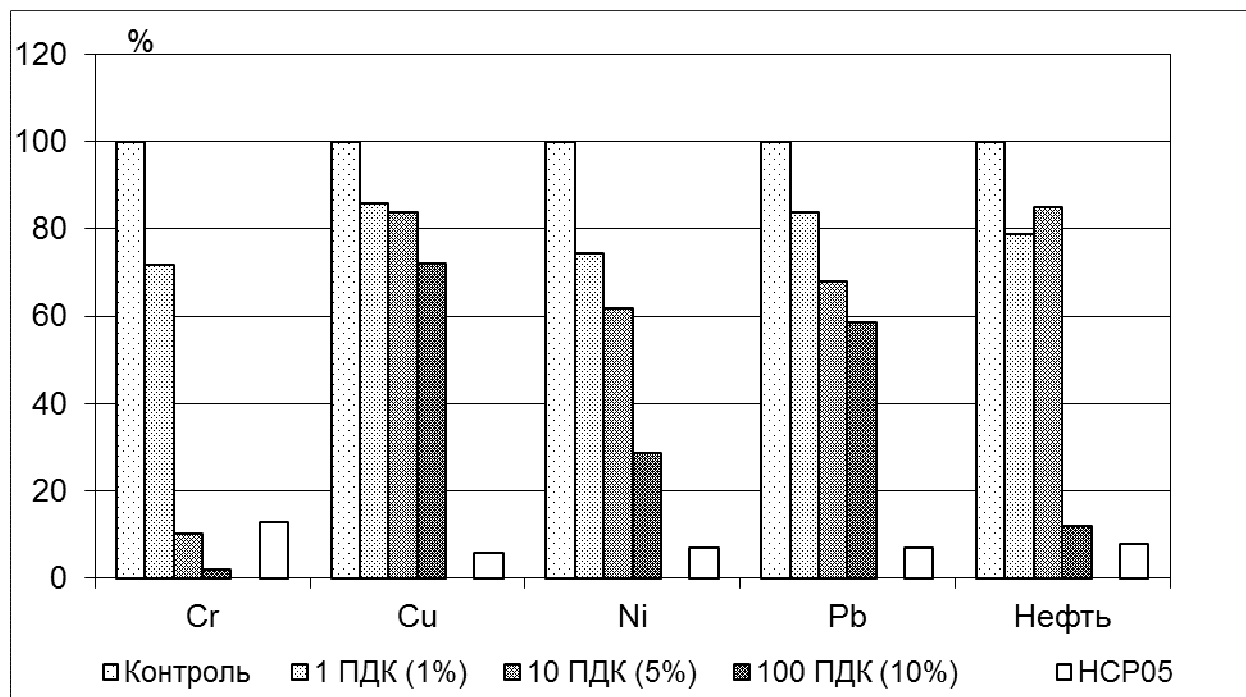


Рис. 3. Влияние химического загрязнения коричневой почвы на длину корней редиса, % от контроля (ПДК — для ТМ, % — для нефти)

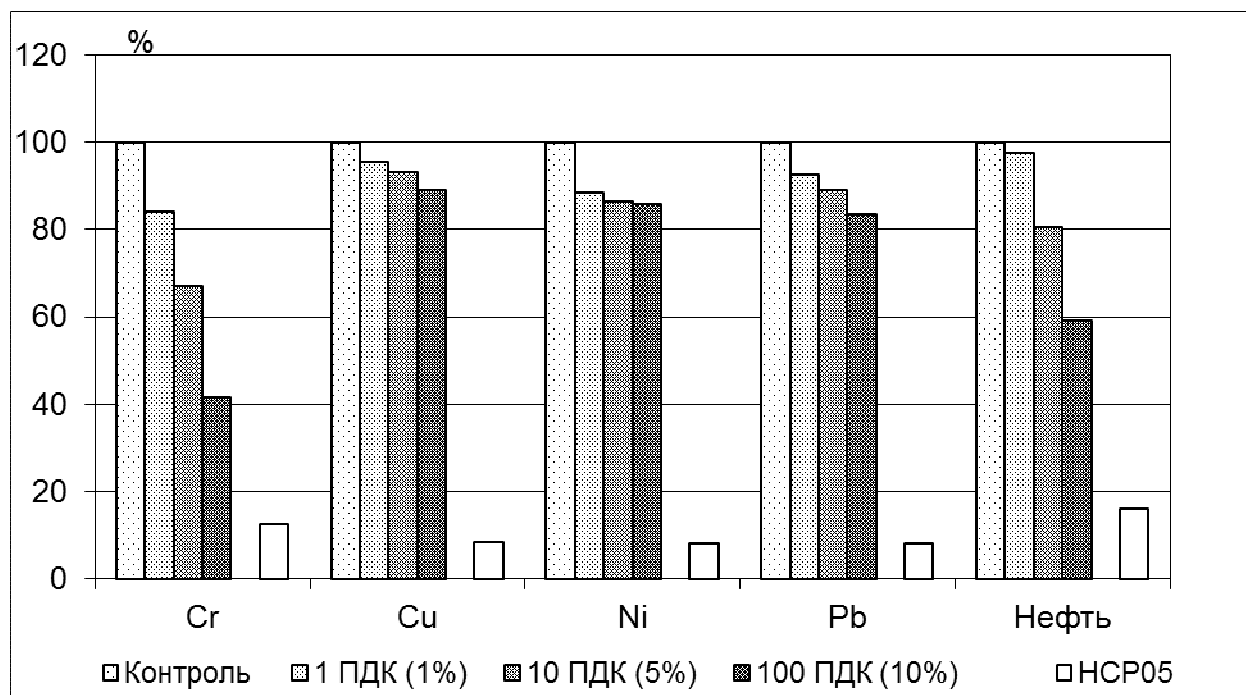


Рис. 4. Влияние химического загрязнения коричневой почвы на активность каталазы, % от контроля (ПДК — для ТМ, % — для нефти)

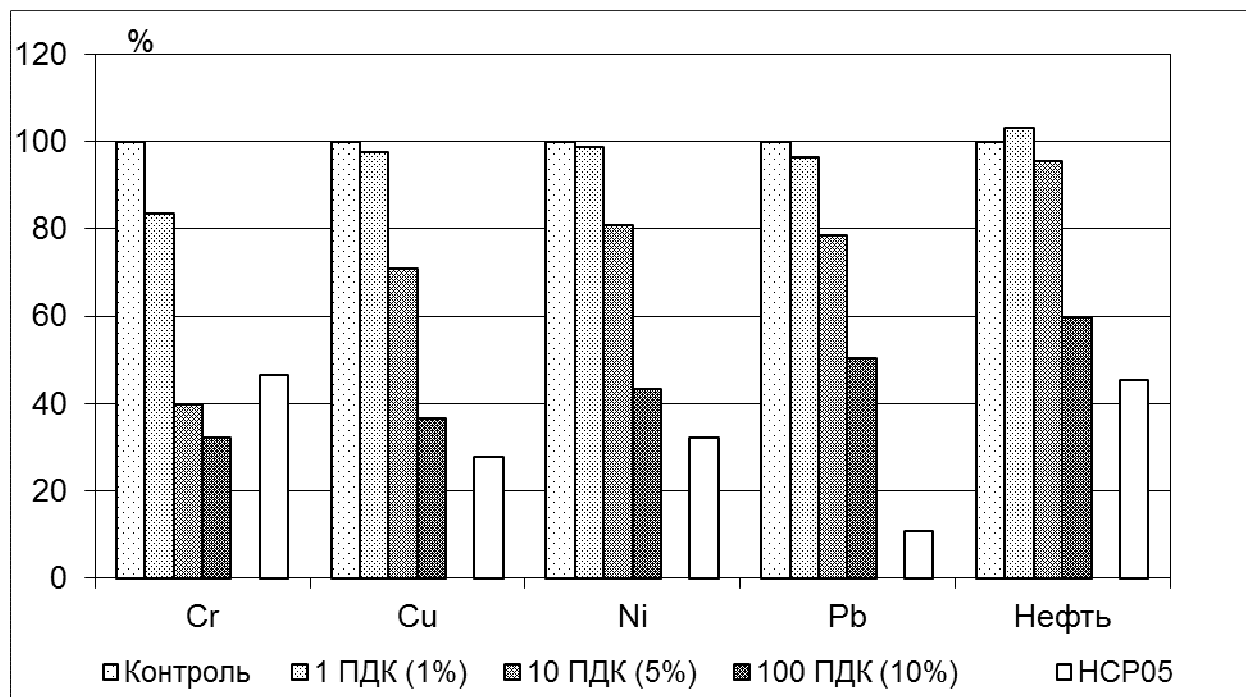


Рис. 5. Влияние химического загрязнения коричневой почвы на активность дегидрогеназы, % от контроля (ПДК — для ТМ, % — для нефти)

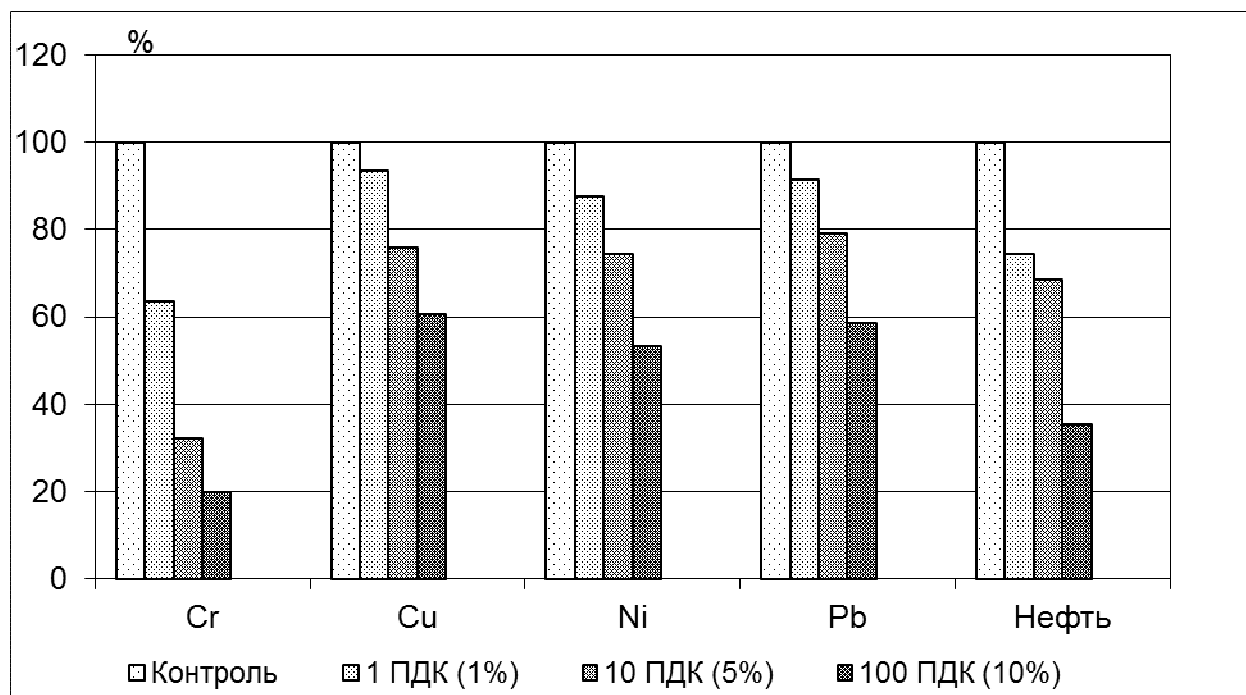


Рис. 6. Влияние химического загрязнения коричневой почвы на интегральный показатель биологического состояния (ИПБС) почвы, % от контроля. (ПДК — для ТМ, % — для нефти)

Говорить о сравнении между собой токсического действия ТМ и нефти неверно, так как невозможно корректно сопоставить их концентрации в почве.

Зарегистрирована прямая зависимость между концентрацией в почве загрязняющего вещества и степенью снижения биологических показателей.

Объяснить причины негативного воздействия на биологические свойства почв ТМ и нефтью возможно следующим образом.

При загрязнении нефтью почвы, происходит обволакивание нефтяными углеводородами почвенных частиц, содержанием в нефти тяжелых металлов, ароматических углеводородов, в частности фенолов, накоплением в почве продуктов окисления углеводородов, таких как гексадециловый спирт, пальмитиновая, бензойная, салициловая кислоты и др., значительным увеличением соотношения C:N и др. [13].

Что касается ТМ, то они связываются с сульфгидрильными группами белков, в результате чего с одной стороны подавляется синтез белков, в том числе и ферментов, с другой стороны нарушается проницаемость биологических мембран. И то, и другое, в конечном счете, приводит к нарушению обмена веществ [14].

«Средний» уровень биологической активности и оструктуренности исследованной коричневой почвы определил «средний» уровень ее устойчивости к нефтяному загрязнению.

Эксперимент показал, что использованные в работе показатели биологического состояния почв, можно рекомендовать к использованию в целях мониторинга, диагностики и нормирования химического загрязнения коричневых почв.

## ВЫВОДЫ

Загрязнение коричневой типичной почвы Cr, Cu, Ni, Pb, нефтью привело к ухудшению ее состояния: наблюдалось достоверное снижение всех исследованных биологических показателей.



Степень снижения данных показателей зависела от ряда факторов: природы загрязняющего вещества и его концентрации в почве. Во многих случаях наблюдалась прямая зависимость между концентрацией загрязняющего вещества и степенью ухудшения исследуемых свойств почвы.

Наиболее значительное негативное воздействие оказал хром:  $Cr > Cu \geq Pb \geq Ni$ . Медь, свинец и никель проявили меньшее по силе воздействие.

«Средний» уровень биологической активности и оструктуренности исследованной коричневой типичной почвы определил «средний» уровень ее устойчивости к нефтяному загрязнению.

Использованные в работе показатели биологического состояния почв, можно рекомендовать к использованию в целях мониторинга, диагностики и нормирования химического загрязнения коричневых почв.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Почвы юга России: генезис, география, классификация, использование и охрана. Ростов н/Д: Изд-во «Эверест», 2008. 276 с.
2. Казеев К.Ш., Вальков В.Ф., Колесников С.И. Атлас почв юга России. Ростов н/Д: Изд-во «Эверест», 2010. 128 с.
3. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. 1989. М.: Мир. 439 с.
4. Дьяченко В.В. Геохимия, систематика и оценка состояния ландшафтов Северного Кавказа. Ростов-на-Дону: Издательский центр «Комплекс». 2004. 268 с.
5. Шеуджен А.Х. Биогеохимия. Майкоп: ГУРИПП «Адыгея». 2003. 1028 с.
6. Касьяненко А.А. Контроль качества окружающей среды. М.: Изд-во РУДН. 1992. 136 с.
7. Колесников С.И., Казеев К.Ш., Вальков В.Ф. Влияние загрязнения тяжелыми металлами на эколого-биологические свойства чернозема обыкновенного // Экология. 2000. № 3. С. 193-201.
8. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под. ред. Д.Г. Звягинцева. М.: Изд-во МГУ. 1991. 304 с.
9. Казеев К.Ш., Колесников С.И. Биодиагностика почв: методология и методы исследований. Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета. 2012. 260 с.
10. 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.
11. 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.

12. Колесников С.И., Жаркова М.Г., Самохвалова Л.С., Кутузова И.В., Налета Е.В., Зубков Д.А., Казеев К.Ш. Оценка экотоксичности тяжелых металлов и нефти по биологическим показателям чернозема // Экология. 2014. № 3. С. 163-173.

13. Киреева Н.А., Новоселова Е.И., Хазиев Ф.Х. Активность карбогидраз в нефтезагрязненных почвах // Почвоведение. № 12. 1998. С. 1444-1448.

14. Торшин С.П., Удельнова Т.М., Ягодин Б.А. Микроэлементы, экология и здоровье человека // Успехи современной биологии. Т. 109. Вып. 2. 1990. С. 279-292.

#### References

1. Val'kov V.F., Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I. Pochvy juga Rossii: genezis, geografija, klassifikacija, ispol'zovanie i ohrana. Rostov n/D: Izd-vo «Jeverest», 2008. 276 s.

2. Kazeev K.Sh., Val'kov V.F., Kolesnikov S.I. Atlas pochv juga Rossii. Rostov n/D: Izd-vo «Jeverest», 2010. 128 s.

3. Kabata-Pendias A., Pendias H. Mikrojelementy v pochvah i rastenijah. 1989. M.: Mir. 439 s.

4. D'jachenko V.V. Geohimija, sistematika i ocenka sostojanija landshaftov Severnogo Kavkaza. Rostov-na-Donu: Izdatel'skij centr «Kompleks». 2004. 268 s.

5. Sheudzhen A.H. Biogeohimija. Majkop: GURIPP «Adygeja». 2003. 1028 s.

6. Kas'janenko A.A. Kontrol' kachestva okruzhajushhej sredy. M.: Izd-vo RUDN. 1992. 136 s.

7. Kolesnikov S.I., Kazeev K.Sh., Val'kov V.F. Vlijanie zagrjaznenija tjazhelymi metallami na jekologo-biologicheskie svojstva chernozema obyknovennogo // Jekologija. 2000. № 3. S. 193-201.

8. Metody pochvennoj mikrobiologii i biohimii / Pod. red. D.G. Zvjaginceva. M.: Izd-vo MGU. 1991. 304 s.

9. Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I. Biodiagnostika pochv: metodologija i metody issledovanij. Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo Juzhnogo federal'nogo universiteta. 2012. 260 s.

10. Kolesnikov S.I., Spivakova N.A., Kazeev K.Sh. Vlijanie model'nogo zagrjaznenija Cr, Cu, Ni, Pb na biologicheskie svojstva pochv suhih stepej i polupustyn' juga Rossii // Pochvovedenie. 2011. № 9. S. 1094-1101.

11. Kolesnikov S.I., Jaroslavcev M.V., Spivakova N.A., Kazeev K.Sh. Sravnitel'naja ocenka ustojchivosti biologicheskix svojstv raznyh podtipov chernozemov juga Rossii k zagrjazneniju Cr, Cu, Ni, Pb (v model'nom jeksperimente) // Pochvovedenie. 2013. № 2. S. 195-200.

12. Kolesnikov S.I., Zharkova M.G., Samohvalova L.S., Kutuzova I.V., Naleta E.V., Zubkov D.A., Kazeev K.Sh. Ocenka jekotoksichnosti tjazhelyh metallov i nefi po biologicheskim pokazateljam chernozema // Jekologija. 2014. № 3. S. 163-173.

13. Kireeva N.A., Novoselova E.I., Haziev F.H. Aktivnost' karbogidraz v neftezagrjaznennyh pochvah // Pochvovedenie. № 12. 1998. S. 1444-1448.

14. Torshin S.P., Udel'nova T.M., Jagodin B.A. Mikrojelementy, jekologija i zdorov'e cheloveka // Uspehi sovremennoj biologii. T. 109. Vyp. 2. 1990. S. 279-292.