

Биодиагностика устойчивости бурых лесных почв Западного Кавказа к загрязнению тяжелыми металлами, нефтью и нефтепродуктами

С. И. КОЛЕСНИКОВ¹, К. Ш. КАЗЕЕВ¹, Р. К. ТАТЛОК², З. Р. ТЛЕХАС²,
Т. В. ДЕНИСОВА¹, Е. В. ДАДЕНКО¹

¹ Южный федеральный университет
344006, Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, 105
E-mail: kolesnikov@sfedu.ru

² Майкопский государственный технологический университет
385000, Майкоп, ул. Первомайская, 191
E-mail: jemaldin@mail.ru

Статья поступила 13.06.2013

АННОТАЦИЯ

Загрязнение бурых лесных почв Западного Кавказа тяжелыми металлами, нефтью и нефтепродуктами вызывает ухудшение их биологических свойств. По степени токсичности тяжелые металлы образуют следующую последовательность: Cr > Ni ≥ Cu = Pb, нефть и нефтепродукты располагаются следующим образом: нефть > мазут > бензин > солярка. Предложены количественные ориентиры для разработки региональных нормативов предельно допустимого содержания в бурых лесных почвах хрома, никеля, меди, свинца, нефти, мазута, бензина и дизтоплива.

Ключевые слова: загрязнение, тяжелые металлы, нефть, бурые лесные почвы, биодиагностика, устойчивость.

Развитие инфраструктуры в районе проведения олимпийских игр в г. Сочи в 2014 г. неминуемо отразится на состоянии почвенного покрова Западного Кавказа. Одним из негативных экологических последствий является химическое загрязнение почв в результате строительства и эксплуатации дорог, автозаправок, котельных и т. д. В случае реализации проекта строительства дорог к Красной поляне через Республику Адыгея или Карачаево-Черкесскую Республику, площадь негативного воздействия на окружающую среду значительно расширится.

Значительная часть почвенного покрова Кавказских гор представлена бурыми лесными почвами [Казеев и др., 2010]. Вследствие кислой реакции среды, низкого содержания гумуса, слабой оструктуренности, низкой биологической активности [Вальков и др., 2008] эти почвы не обладают высокой устойчивостью к загрязнению тяжелыми металлами, нефтью и нефтепродуктами. Однако научных исследований, посвященных этому вопросу, практически нет.

Первыми на загрязнение тяжелыми металлами, нефтью и нефтепродуктами реаги-

руют биологические свойства почвы. Изменяются общая численность микроорганизмов, структура микробоценозов, интенсивность микробиологических процессов, активность почвенных ферментов, продуктивность почв, нарушаются их экологические функции [Загрязнение..., 1978; Исмаилов, 1988; Хазиев и др., 1988; Звягинцев и др., 1989; Левин и др., 1989; Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989; Киреева и др., 1998; Трофимов и др., 2000; Пиковский и др., 2003; Колесников и др., 2006а].

Цель настоящей работы – оценить устойчивость бурых лесных почв Западного Кавказа к загрязнению тяжелыми металлами (Cr, Cu, Ni, Pb), нефтью и нефтепродуктами (мазутом, бензином, дизельным топливом) по биологическим показателям в условиях модельного эксперимента.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В качестве объекта исследования использовалась бурая лесная кислая почва. Место отбора – окрестности пос. Никель, Республика Адыгея (Северо-Западный Кавказ, ландшафт листовенный (буково-грабовый лес), трансэлювиальный средне-низкогорный гидрокарбонатно-кальциевого класса водной миграции на терригенных четвертичных горных породах). Исследуемая почва характеризуется невысоким содержанием гумуса в верхнем горизонте – 2,7 %, кислой реакцией – pH 5,4, среднесуглинистым гранулометрическим составом, низкой биологической активностью.

Почва для модельных экспериментов бралась из верхнего слоя 0–20 см. Именно в этом слое накапливается основное количество загрязняющих веществ и проявляется их основное негативное воздействие на почву. Содержание в отобранной почве Cr составляет 94 мг/кг, Cu – 51, Ni – 47, Pb – 32 мг/кг.

В качестве основных загрязнителей выбрали тяжелые металлы (ТМ) [Дьяченко, 1994], нефть и нефтепродукты. Использовали значения ПДК, разработанные в Германии (100 мг/кг почвы для всех четырех элементов) [Касьяненко, 1992], потому что, во-первых, ПДК валового содержания в почве меди и никеля в России отсутствуют. Во-вто-

рых, “русская” ПДК свинца зачастую не может быть использована, так как содержание этого элемента во многих почвах меньше. Изучали действие разных концентраций ТМ в почве – 1, 10, 100 ПДК (100, 1000 и 10000 мг/кг соответственно). ТМ вносили в почву в форме оксидов. Загрязнение почвы ТМ на 70–90 % происходит в форме оксидов [Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989].

В исследовании предпринята попытка проанализировать весь диапазон концентраций ТМ в почве, встречающийся в настоящее время в окружающей среде, с целью прогноза максимально негативных последствий. Содержание ТМ в почве до 100 ПДК и более нередко встречается в районе предприятий металлургической и топливной промышленности. Загрязнение почвы до 10 ПДК, помимо названных источников, обычно вызвано автотранспортом (этилированный бензин) и/или сельскохозяйственными мероприятиями (минеральные удобрения, пестициды, протравители семян) [Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989].

Также исследовали загрязнение почвы нефтью, мазутом, бензином и дизельным топливом (соляжкой). Использовали нефть средней плотности, со средним содержанием серы и хлористых солей, низким содержанием механических примесей; топочный мазут 40, IV вида, со средним содержанием серы, средней зольности, температурой застывания – –15 °С; бензин автомобильный неэтилированный Регуляр-92, экологический класс 2; топливо дизельное марки Л (летнее), экологический класс 2. Для выражения концентрации нефтепродуктов в почве использовали процентное содержание. Изучали действие разных концентраций нефти, мазута, бензина и соляжки – 1, 5 и 10 % от массы почвы. При разливах нефтепродуктов в почве наблюдаются такие и даже большие их концентрации. Нефть и нефтепродукты вносили во влажную почву.

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

Биологические параметры состояния почв определяли через 30 сут после загрязнения. При оценке химического воздействия на по-

чву этот срок является наиболее информативным [Колесников и др., 2006а].

Через указанный срок всю массу почвы извлекали из вегетационного сосуда и перемешивали, тем самым получали “средний образец”, из которого отбирали пробы на определение биологических показателей – по 3 из каждого сосуда.

Лабораторно-аналитические исследования выполнены с использованием общепринятых в биологии и экологии почв методов [Методы..., 1991; Казеев, Колесников, 2012]. Определяли обилие бактерий рода *Azotobacter*, активность каталазы и дегидрогеназы, целлюлозолитическую активность, фитотоксические свойства почв и другие показатели. Обилие бактерий рода *Azotobacter* учитывали методом комочков обрастания на среде Эшби. Целлюлозолитическую способность определяли по степени разложения хлопчатобумажного полотна, экспонированного в почве в течение 30 дней. Активность каталазы измеряли по методике Галстяна, дегидрогеназы – по методике Галстяна в модификации Хазиева. О фитотоксичности почв судили по интенсивности начального роста проростков (длина корней). В качестве тест-объекта использовали редис (*Raphanus sativus* L. convar. *Radicula*), сорт Корунд.

Для расчета ИПБС почвы [Казеев, Колесников, 2012] значение каждого из пяти указанных выше показателей в контроле (в незагрязненной почве) принимали за 100 % и по отношению к нему выражали в процентах значения в остальных вариантах опыта (в загрязненной почве). Затем определяли среднее значение пяти выбранных показателей для каждого варианта. Используемая методика позволяет интегрировать (объединить) относительные значения разных показателей, абсолютные значения которых не могут быть суммированы, так как имеют разные единицы измерения.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием дисперсионного анализа с последующим определением наименьшей существенной разности (НСР), корреляционного и регрессионного анализов. Для проведения математической обработки результатов исследования использовали компьютерную программу Statistica 6.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Загрязнение ТМ, нефтью и нефтепродуктами бурых лесных почв Западного Кавказа вызвало ухудшение их биологических свойств. В большинстве случаев наблюдалось достоверное снижение всех исследованных биологических показателей (табл. 1, 2). Степень снижения зависела от природы загрязняющего вещества и его концентрации в почве.

Причины негативного действия ТМ на биологические свойства почв определяются их способностью связываться с сульфгидрильными группами белков, в результате чего, с одной стороны, подавляется синтез белков, в том числе и ферментов, с другой, нарушается проницаемость биологических мембран. И то, и другое, в конечном счете, приводит к нарушению обмена веществ [Торшин и др., 1990].

По степени токсичности в бурых лесных почвах Западного Кавказа ТМ образовали следующую последовательность (ряд усреднен по дозам загрязняющего вещества): $Cr > Ni \geq Cu = Pb$ (см. рисунок, а). Схожая закономерность получена в исследованиях, проведенных по той же методике, с другими почвами юга России: черноземами выщелоченными, типичными, южными и др. [Колесников и др., 2013], каштановыми, бурыми полупустынными, солонцами, солончаками, песчаными [Колесников и др., 2011]. Однако такая последовательность ТМ по их экологической опасности для почв не всегда совпадает с ранее полученными данными на других типах почв [Водяницкий, 2012; Van de Plassche, De Bruijn, 1992; Crommentuijn et al., 1997]. Этот вопрос требует дальнейших специальных исследований.

Нефть и нефтепродукты образовали следующий ряд токсичности по отношению к бурым лесным почвам Кавказа (ряд усреднен по дозам загрязняющего вещества): нефть > мазут > бензин > солярка (см. рисунок, б). Нефть и мазут оказали более сильное угнетающее действие на большинство биологических показателей, чем бензин и солярка. Вероятно, это связано с тем, что бензин и солярка представлены более легкими углеводородными фракциями и частично испаряются из почвы. Кроме того, они легче

Т а б л и ц а 1

Влияние загрязнения ТМ на биологические свойства бурой лесной почвы

Элемент	Доза загрязняющего вещества				
	Контроль	1 %	5 %	10 %	НСР _{0,5}
Активность каталазы, мл O ₂ на 1 г почвы за 1 мин					
Cr	3,2	2,7	1,9	1,2	0,2
Cu	3,2	3,1	2,4	1,9	0,2
Ni	3,2	3,0	2,5	1,6	0,2
Pb	3,2	3,3	3,0	2,0	0,3
НСР _{0,5}		0,3	0,3	0,2	
Активность дегидрогеназы, мг ТФФ на 10 г почвы за 24 ч					
Cr	5,3	2,8	1,0	0,3	0,3
Cu	5,3	3,2	1,7	1,8	0,4
Ni	5,3	3,3	2,7	1,2	0,4
Pb	5,3	3,0	1,3	1,6	0,4
НСР _{0,5}		0,4	0,3	0,2	
Целлюлозолитическая активность, % от контроля					
Cr	100	59	21	3	8
Cu	100	58	41	15	10
Ni	100	59	49	20	10
Pb	100	60	38	5	9
НСР _{0,5}		7	5	9	
Обилие бактерий рода <i>Azotobacter</i> , % комочков обрастания					
Cr	8	4	2	0	1
Cu	8	6	3	0	1
Ni	8	5	3	0	1
Pb	8	6	3	1	1
НСР _{0,5}		1	1	0	
Длина корней редиса (фитотоксичность), % от контроля					
Cr	100	55	22	0	12
Cu	100	74	49	27	11
Ni	100	66	55	2	10
Pb	100	68	52	31	11
НСР _{0,5}		8	9	12	

разлагаются микроорганизмами, так как имеют более короткие углеводородные цепи. Схожая закономерность установлена на черноземах обыкновенных [Колесников и др., 2006б; Колесников и др., 2007].

Негативное действие нефти и нефтепродуктов на биологические процессы в почве объясняют обволакиванием нефтяными угле-

водородами почвенных частиц, значительным увеличением соотношения С : N, содержанием в нефти тяжелых металлов, ароматических углеводородов, фенолов, накоплением в почве продуктов окисления углеводородов, таких как гексадециловый спирт, пальмитиновая, бензойная, салициловая кислоты и др. [Киреева и др., 1998].

Влияние загрязнения нефтью и нефтепродуктами на биологические свойства бурой лесной почвы

Элемент	Доза загрязняющего вещества				
	Контроль	1 %	5 %	10 %	НСР _{0,5}
Активность каталазы, мл O ₂ на 1 г почвы за 1 мин					
Нефть	2,1	1,7	1,5	1,1	0,1
Мазут	2,1	1,6	1,4	1,3	0,1
Бензин	2,1	1,9	1,7	1,5	0,2
Солярка	2,1	1,9	1,6	1,2	0,2
НСР _{0,5}		0,1	0,1	0,1	
Активность дегидрогеназы, мг ТФФ на 10 г почвы за 24 ч					
Нефть	9,7	8,4	7,1	5,0	1,0
Мазут	9,7	7,2	6,9	4,7	1,0
Бензин	9,7	8,4	8,2	6,7	1,1
Солярка	9,7	8,7	8,9	7,8	1,2
НСР _{0,5}		0,7	0,8	0,8	
Целлюлозолитическая активность, % от контроля					
Нефть	100	14	6	0	5
Мазут	100	59	21	14	8
Бензин	100	17	5	0	5
Солярка	100	18	8	6	5
НСР _{0,5}		8	7	4	
Обилие бактерий рода <i>Azotobacter</i> , % комочков обрастания					
Нефть	19	14	9	6	2
Мазут	19	15	10	4	2
Бензин	19	16	12	7	2
Солярка	19	16	14	7	2
НСР _{0,5}		1	1	1	
Длина корней редиса (фитотоксичность), % от контроля					
Нефть	100	29	31	24	8
Мазут	100	42	33	21	8
Бензин	100	51	37	31	9
Солярка	100	72	57	51	12
НСР _{0,5}		5	5	12	

Статистически достоверных случаев стимулирующего действия ТМ, нефти и нефтепродуктов на биологические свойства почвы не зафиксировано.

Из исследованных биологических показателей более чувствительными к загрязнению почвы как металлами, так и углеводородами проявили себя длина корней редиса (фитотоксичность) и целлюлозолитическая способность, менее чувствительными оказались

активность каталазы и дегидрогеназы (см. табл. 1, 2). Бактерии рода *Azotobacter* более чувствительны к загрязнению почвы ТМ.

Как видно из результатов исследования, бурые лесные почвы обладают незначительной устойчивостью к химическому загрязнению. Это объясняется тем, что для них характерны среднесуглинистый гранулометрический состав, кислая реакция среды, низкое содержание гумуса, и, как следствие,

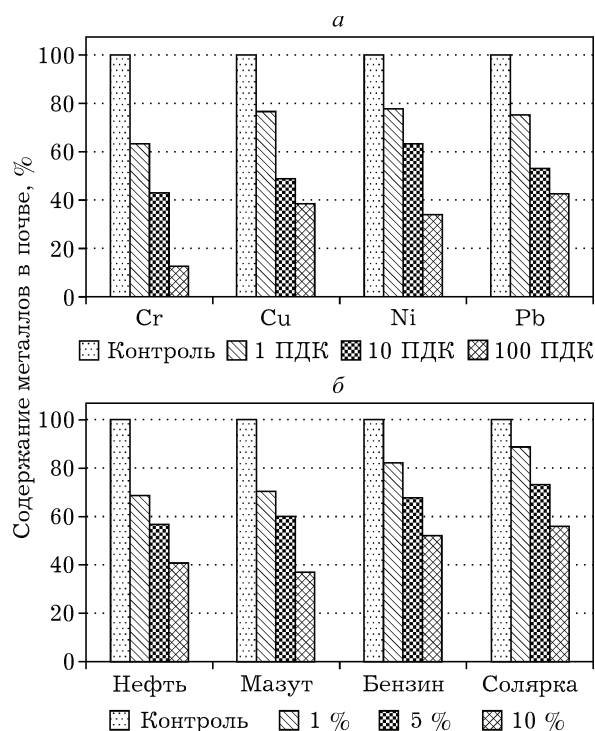


Рис. Изменение интегрального показателя биологического состояния (ИПБС) бурой лесной почвы Западного Кавказа при загрязнении ТМ (а), нефтью и нефтепродуктами (б), % от контроля

высокая подвижность ТМ, слабая оструктуренность, низкая окислительная способность и биологическая активность, а следовательно, медленное разложение нефти и нефтепродуктов.

Проведенное исследование позволило предложить региональные нормативы содержания Cr, Cu, Ni, Pb, нефти, мазута, бензина и дизтоплива в бурых лесных почвах. Ранее [Колесников и др., 2002] установлено, что если значения ИПБС уменьшились менее чем на 5 %, то почва выполняет свои экологические функции нормально, при снижении значений ИПБС на 5–10 % происходит нарушение информационных экوفункций, на 10–25 % – биохимических, физико-химических, химических и целостных, более чем на 25 % – физических [Добровольский, Никитин, 1990].

По результатам проведенных исследований определены уравнения регрессии, отражающие зависимость снижения значений ИПБС от содержания в почве того или иного загрязняющего вещества. По этим уравнениям рассчитаны концентрации загрязняющих веществ, при которых происходит нарушение

Т а б л и ц а 3

Региональная схема экологического нормирования загрязнения бурых лесных почв Западного Кавказа ТМ, нефтью и нефтепродуктами по степени нарушения экوفункций

	Почвы			
	не загрязненные	слабозагрязненные	среднезагрязненные	сильнозагрязненные
Степень снижения интегрального показателя	< 5 %	5–10 %	10–25 %	> 25 %
Нарушаемые экологические функции	–	Информационные	Химические, физико-химические, биохимические; целостные	Физические
Элемент	Содержание ТМ в почве, мг/кг			
Cr	< 110	110–115	115–150	> 150
Cu	< 55	55–70	70–150	> 150
Ni	< 55	55–75	75–150	> 150
Pb	< 50	50–65	65–150	> 150
Вещество	Содержание загрязняющего вещества в почве, %			
Нефть	< 0,10	0,10–0,15	0,15–0,45	> 0,45
Мазут	< 0,15	0,15–0,20	0,20–0,60	> 0,60
Бензин	< 0,15	0,15–0,20	0,20–0,70	> 0,70
Солярка	< 0,15	0,15–0,25	0,25–0,90	> 0,90

тех или иных групп экологических функций почвы. Предложена региональная схема экологического нормирования загрязнения бурых лесных почв Западного Кавказа Cr, Cu, Ni, Pb, нефти, мазута, бензина и дизтоплива по степени нарушения экофункций (табл. 3).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Загрязнение бурых лесных почв Западного Кавказа ТМ, нефтью и нефтепродуктами вызывает ухудшение их биологических свойств. Как правило, степень снижения значений биологических показателей находится в прямой зависимости от концентрации в почве загрязняющего вещества.

По степени токсичности к бурым лесным почвам Западного Кавказа ТМ образуют следующую последовательность: Cr > Ni ≥ Cu = Pb; нефть и нефтепродукты располагаются таким образом: нефть > мазут > бензин > солярка.

Предложены количественные ориентиры для разработки региональных нормативов предельно допустимого содержания в бурых лесных почвах хрома, никеля, меди, свинца, нефти, мазута, бензина и дизтоплива.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (гранты 07-04-00690-а, 07-04-10132-к, 08-04-10080-к), ФЦП “Научные и научно-педагогические кадры инновационной России” на 2009–2013 гг. (16.740.11.0528, 14.A18.21.0187, 14.A18.21.1269), государственной поддержке ведущей научной школы РФ (НШ-5316.2010.4, НШ-2449.2014.4) и в рамках реализации Программы развития Южного федерального университета до 2021 г.

ЛИТЕРАТУРА

- Вальков В. Ф., Казеев К. Ш., Колесников С. И. Почвы юга России: генезис, география, классификация, использование и охрана. Ростов н/Д: Эверест, 2008. 276 с.
- Водяницкий Ю. Н. Нормативы содержания тяжелых металлов и металлоидов в почвах // Почвоведение. 2012. № 3. С. 368–375.
- Добровольский Г. В., Никитин Е. Д. Функции почв в биосфере и экосистемах (экологическое значение почв). М.: Наука, 1990. 261 с.
- Дьяченко В. В. Геохимия, систематика и оценка состояния ландшафтов Северного Кавказа. Ростов н/Д: Изд. центр “Комплекс”, 2004. 268 с.
- Загрязнение почв и растительности тяжелыми металлами. М.: Изд-во ВНИИТЭИСХ, 1978. 52 с.
- Звягинцев Д. Г., Гузев В. С., Левин С. В. и др. Диагностические признаки различных уровней загрязнения почв нефтью // Почвоведение. 1989. № 1. С. 72–78.
- Исмаилов Н. М. Микробиология и ферментативная активность нефтезагрязненных почв // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. М.: Наука, 1988. С. 42–56.
- Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.
- Казеев К. Ш., Вальков В. Ф., Колесников С. И. Атлас почв юга России. Ростов н/Д: Эверест, 2010. 128 с.
- Казеев К. Ш., Колесников С. И. Биодиагностика почв: методология и методы исследований. Ростов н/Д: Изд-во Южн. федер. ун-та. 2012. 260 с.
- Касьяненко А. А. Контроль качества окружающей среды. М.: Изд-во РУДН, 1992. 136 с.
- Киреева Н. А., Новоселова Е. И., Хазиев Ф. Х. Активность карбогидраз в нефтезагрязненных почвах // Почвоведение. 1998. № 12. С. 1444–1448.
- Колесников С. И., Казеев К. Ш., Вальков В. Ф. Экологические функции почв и влияние на них загрязнения тяжелыми металлами // Там же. 2002. № 12. С. 1509–1514.
- Колесников С. И., Казеев К. Ш., Вальков В. Ф. Экологическое состояние и функции почв в условиях химического загрязнения. Ростов н/Д: Ростиздат, 2006а. 385 с.
- Колесников С. И., Казеев К. Ш., Татосян М. Л., Вальков В. Ф. Влияние загрязнения нефтью и нефтепродуктами на биологическое состояние чернозема обыкновенного // Почвоведение. 2006b. № 5. С. 616–620.
- 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 // Там же. 2011. № 9. С. 1094–1101.
- Колесников С. И., Татосян М. Л., Азнаурьян Д. К. Изменение ферментативной активности чернозема обыкновенного при загрязнении нефтью и нефтепродуктами в условиях модельного эксперимента // Докл. РАСХН. 2007. № 5. С. 32–34.
- 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.
- Левин С. В., Гузев В. С., Асеева И. В., Бабьева И. П., Марфенина О. Е., Умаров М. М. Тяжелые металлы как фактор антропогенного воздействия на почвенную микробиоту // Микроорганизмы и охрана почв. М.: Изд-во МГУ, 1989. С. 5–46.
- Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д. Г. Звягинцева. М.: Изд-во МГУ, 1991. 304 с.
- Пиковский Ю. И., Геннадиев А. Н., Чернянский С. С., Сахаров Г. Н. Проблемы диагностики и нормирования загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами // Почвоведение. 2003. № 9. С. 1132–1140.
- Торшин С. П., Удельнова Т. М., Ягодин Б. А. Микроэлементы, экология и здоровье человека // Успехи совр. биологии. 1990. Т. 109, вып. 2. С. 279–292.
- Трофимов С. Я., Аммосова Я. М., Орлов Д. С. и др. Влияние нефти на почвенный покров и проблема создания нормативной базы по влиянию нефтезагряз-

- нения на почвы // Вестн. МГУ. Сер. 17. Почвоведение. 2000. № 2. С. 30–34.
- Хазиев Ф. Х., Тишкина Е. И., Киреева Н. А. Влияние нефтепродуктов на биологическую активность почв // Биол. науки. 1988. № 10. С. 93–99.
- Crommentuijn T., Polder M. D., Van de Plassche E. J. Maximum Permissible Concentrations and Negligible Concentrations for metals, taking background concentrations into account // RIVM Report 601501001. Bilthoven, 1997. 260 p.
- Van de Plassche E. J., De Bruijn J. H. M. Towards integrated environmental quality objectives for surface water, sediments and soil for nine metals // RIVM Report 679101005. Bilthoven, 1992. 130 p.

Biodiagnostics of Brown Forest Soils' Resistance to Oil Pollution and Heavy Metals Pollution in Western Caucasus

S. I. KOLESNIKOV¹, K. Sh. KAZEEV¹, R. K. TATLOK², Z. R. TLEHAS²,
T. V. DENISOVA¹, E. V. DADENKO¹

¹ *South Federal University*
344006, Rostov-na-Donu, Bol'shaya Sadovaya str., 105
E-mail: kolesnikov@sfedu.ru

² *Maikop State Technological University*
385000, Maikop, Pervomayskaya str., 191
E-mail: jemaldin@mail.ru

Pollution of brown forest soils of Western Caucasus by heavy metals, oil and oil products in most cases causes deterioration of their biological properties. Based on toxicity degree heavy metals form the following sequence: Cr > Ni > Cu > Pb. Oil and oil products settle down as follows: oil > fuel oil > gasoline > diesel fuel. Quantitative reference points for development of regional standards of the maximum permissible contents in brown forest soils of chrome, nickel, copper, plumb, oil, fuel oil, gasoline and diesel fuel were proposed.

Key words: pollution, heavy metals, oil, cambisols, biodiagnostics, resistance.