

УДК 631.46; 574.41.5:539.163

UDC 631.46; 574.41.5:539.163

03.00.00 Биологические науки

Biological sciences

ВЛИЯНИЕ СОВМЕСТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЕРЕМЕННЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ 50 ГЦ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ НИКЕЛЕМ НА ФЕРМЕНТАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ И ФИТОТОКСИЧНОСТЬ ЧЕРНОЗЕМА ЮЖНОГО КЕРЧЕНСКОГО ПОЛУОСТРОВА

INFLUENCE OF JOINT INFLUENCE OF VARIATION MAGNETIC FIELDS OF THE INDUSTRIAL FREQUENCY OF 50 HZ AND CONTAMINATION BY NICKEL ON ENZYME ACTIVITY AND PHYTOTOXICITY OF THE CHERNOZEM OF THE SOUTHERN OF THE HALF-ISLAND OF KERCH'

Минникова Татьяна Владимировна
аспирант, лаборант
РИНЦ SPIN code=6275-1519

Minnikova Tatiana Vladimirovna
Postgraduate student, laboratory assistant
RSCI SPIN code=6275-1519

Денисова Татьяна Викторовна
д.б.н., профессор
РИНЦ Author ID=127012
Scopus Author ID: 8684221800

Denisova Tatiana Viktorovna
Dr.Sci.Biol., professor
RSCI Author ID=127012
Scopus Author ID: 8684221800

Колесников Сергей Ильич
д.с.-х.н., профессор
РИНЦ Author ID=86019
Scopus Author ID: 7101992493

Kolesnikov Sergei Ilich
Dr.Sci.Agr., professor
RSCI Author ID=86019
Scopus Author ID:7101992493

Южный федеральный университет, Россия

South Federal University, Russia

Было исследовано влияние загрязнения оксидом никеля в количестве 100, 1000 мг/кг почвы (1, 10 ПДК) совместно с воздействием переменного магнитного поля индукций 50, 100 и 650 мкТл промышленной частоты 50 Гц на ферментативную активность и фитотоксичность чернозема южного. Установлено достоверное уменьшение активности каталазы и длины корней под действием переменных магнитных полей. Загрязнение никелем как самостоятельным фактором вызвало стимулирование активности дегидрогеназы и длины корней. Наибольшее ингибирование активности всех показателей наблюдали при совместном воздействии магнитных полей и загрязнения никелем предельно допустимой концентрации (1 ПДК). Активность дегидрогеназы была достоверно простимулирована ($p < 0,01$). Никель в концентрации 1000 мг/кг (10 ПДК) при совместном с магнитными полями воздействии вызывали угнетение активности каталазы и длины корней для вариантов 10 ПДК+50 мкТл, 10 ПДК+650 мкТл достоверным отличием ($p < 0,05$). Активность дегидрогеназы достоверно не отличалась с изменением индукции. Наиболее чувствительным к действию магнитных полей является активность каталазы и длины корней, к загрязнению только никелем – активности каталазы. Совместное воздействие переменных магнитных полей и загрязнения никелем оказало достоверное снижение активности каталазы и длины корней редиса

We have investigated the influence of nickel oxide in the amount 100, 1000 mg/kg of the soil (1, 10 MPC), combined with the influence of variation magnetic field with induction of 50, 100 and 650 μ T power frequency of 50 Hz on the enzyme activity and phytotoxicity of the southern chernozem. We have established significant reduction of enzyme activity of catalase and length of roots after the influence of the variation of magnetic fields. Pollution by nickel as an independent factor caused stimulation of enzyme activity of a dehydrogenase and length of roots of radish. The greatest inhibition of the activity of all indicators was observed at joint influence of magnetic fields and pollution by nickel of concentration of 1 maximum permissible concentration (1 MPC). Enzyme activity of dehydrogenase was significantly stimulated ($p < 0,01$). Nickel in concentration of 1000 mg/kg (10 MPC) at influence, joint with magnetic fields, was caused by suppression of activity of a catalase and length of roots for options 10 MPC+50 μ T, 10 MPC+650 μ T significant difference ($p < 0,05$). Enzyme activity of a dehydrogenase did not differ significantly with the change of induction. The most sensitive to the action of variable magnetic fields was the enzyme activity of catalase and length of roots, to pollution by nickel only – the enzyme activity of catalase. Joint influence of variation magnetic fields and pollution by nickel rendered reliable decrease of the enzyme activity of catalase and length of roots of a garden radish

Ключевые слова: ПЕРЕМЕННЫЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ, ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКСИДОМ НИКЕЛЯ, СОЧЕТАННЫЙ ЭФФЕКТ, АКТИВНОСТЬ ДЕГИДРОГЕНАЗЫ И КАТАЛАЗЫ, ЧЕРНОЗЕМ ЮЖНЫЙ

Keywords: VARIATION MAGNETIC FIELDS, CONTAMINATION OF NICKEL, COMBINED EFFECT, DEHYDROGENASE AND CATALASE ACTIVITIES OF SOIL, SOIL PHYTOTOXICITY, SOUTHERN CHERNOZEM

ВВЕДЕНИЕ

Керченский полуостров – это восточная часть полуострова Крым, граничащая с Азовским морем на севере, Черным – на юге, Керченским проливом – на востоке и заливом Сиваш - на западе. Несмотря на небольшую протяженность (с запада на восток около 90 км, с севера на юг от 17 до 50 км) и площадь (2700—3000 км²), Керченский полуостров обладает уникальным рельефом, сочетающим равнинную и холмистую части [7, 8, 19].

Керченский полуостров характеризуется сочетанием самых различных вариантов степей (пустынных, петрофитных, типичных, луговых) и галофитных лугов. Каждая часть Керченского полуострова характеризуется районами распространения определенного вида растительности. Юго-западный район представлен галофитными лугами и пустынными степями, северный – ковыльно-типчаковыми степями, частично петрофитными и псаммофитными степями, встречаются галофитные луга.

Почвенный покров Керченского полуострова в основном представлен зональными почвами – черноземами. Подтип чернозема - солонцеватые слитые остаточно-засоленные глинистые сформировался на глинах майкопских и сарматских. На площади более чем 240 тыс. га распространены черноземы карбонатные слабогумусированные тяжелосуглинистые и легкоглинистые в разной степени щебнистые и галечниковые.

В северо-восточной части Керченского полуострова широко распространены черноземы карбонатные слабогумусированные тяжелосуглинистые и легкоглинистые в разной степени щебнистые и галечниковые на продуктах выветривания карбонатных и окарбончатенных пород. Они распространены на площади свыше 240 тыс.га. Наиболее типичные для данного рельефа и климата Керченского полуострова почвы это чернозёмы южные южно-европейской фации и тёмно-каштановые почвы.

Каштановые почвы сформировались под полынно-типчаково-ковыльными сухостепными сообществами на плоских междуречных пространствах. Эти почвы и их подтипы занимают около 235 тыс. га площади. На Керченском полуострове также распространены солонцы и солончаки. Солонцы часто формируются в результате рассоления солончаков. Солонцовые почвы неблагоприятны для выращивания сельскохозяйственных культур.

Техногенная нагрузка на почвенный покров Крыма с каждым годом возрастает и еще мало изучена, необходимо определение действия химических (тяжелых металлов) и физических (электромагнитных полей) факторов как в отдельности так и в комбинации друг с другом [9, 10, 11]. В связи с этим была сформулирована:

Цель настоящего исследования – изучить влияние совместного воздействия переменных магнитных полей промышленной частоты 50 Гц и никеля на ферментативную активность и фитотоксичность чернозема южного Керченского полуострова.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования был чернозем южный мицелярно-карбонатный южно-европейской фации. Почву для экспериментов отбирали из пахотного слоя (0-25 см) недалеко от пос. Чистополье в окрестностях г. Керчи. Возделываемый на пашне злак – пшеница.

Черноземы южно-европейской фации распространены в Краснодарском и Ставропольском краях, в Кабардино-Балкарии, Чечне, Ингушетии, Алании и Адыгее, юго-западе Калмыкии и юго-западе Ростовской области и в Крыму [2, 12]. Черноземы южно-европейской фации сформировались вследствие, так называемого «теневого эффекта» Кавказских гор. В широтной зональности вследствие горных систем, почвенные зоны теневого эффекта формируются в условиях усиленной конденсации атмосферной влаги или ее подавления в связи с горно-континентальным перегревом воздушных масс. Такое своеобразие черноземов впервые отметил В.В. Докучаев [6]. Именно благодаря такому эффекту, на данной территории сформировались климатические условия, способствующие выращиванию зерновых культур, плодов, овощей и фруктов.

Свежевысушенные образцы почвы помещали в стеклянные сосуды, загрязняли никелем в форме оксида (NiO) в концентрации 100, 1000 мг никеля на килограмм почвы (что соответствует 1 и 10 ПДК никеля, принятых в Германии) увлажняли водой (до 60% от полной влагоемкости) и помещали в установку (соленоид) на 10 суток. Уровни индукции переменного магнитного поля составили 50, 100 и 650 мкТл промышленной частоты 50 Гц. Описание установки подробно представлено в нашей предыдущей работе [4].

Контролем служили образцы почвы, находившиеся в тех же условиях, но не подвергавшиеся воздействию магнитных полей и не загрязненные никелем.

В аналитической лаборатории кафедры экологии и природопользования были определены показатели фитотоксичности и ферментативной активности почв по общепринятым в экологии и биологии почв указаниям в современной модификации К. Ш. Казеева, С. И. Колесникова [14].

Фитотоксичность почвы определяли во влажных образцах с использованием в качестве тест-объекта редиса (*Raphanus sativus*), сорта

«Кварта». Навеску почвы (опытные и контрольные образцы) помещали в чашку Петри. Семена проращивали 5 суток при температуре 25°C и каждый день почву увлажняли равным объемом водопроводной воды. Через каждые сутки отмечали количество проросших семян. Степень токсичности почвы определяли по разнице показателей в опыте и контроле. Об изменении фитотоксичности почвы под действием магнитного поля и никеля судили по изменению показателей интенсивности длины корней [1].

В воздушно-сухих образцах почвы определяли активность почвенных ферментов (оксидоредуктаз): каталазы и дегидрогеназы, согласно общепринятым методикам [3, 14].

Каталаза ($H_2O_2:H_2O_2$ — оксидоредуктаза, КФ 1.11.1.6.) катализирует реакцию разложения перекиси водорода на воду и молекулярный кислород. Активность каталазы выражают в мл O_2 на 1 г почвы, выделившегося за 1 минуту.

Дегидрогеназа (субстрат: НАД(Ф)-оксидоредуктазы, КФ 1.1.1) катализирует окислительно-восстановительные реакции путем дегидрирования органических веществ. Активность дегидрогеназы выражают в мг ТТФ на 10 г почвы за 24 часа.

Статистическая обработка данных была выполнена с использованием статистического пакета MS Excel 2010 для Windows.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ферментативная активность. Была проанализирована активность почвенной каталазы и дегидрогеназы чернозема южного (табл. 1). Определили, что активность каталазы при воздействии переменного магнитного поля (ПеМП), как самостоятельного фактора, оказывает одинаково ингибирующее воздействие по сравнению с контролем.

Таблица 1

Влияние сочетанного загрязнения никелем и переменным магнитным полем на активность ферментов ($M \pm m$)

| № | Индукция, мкТл | Вариант опыта | Активность каталазы, мл О ₂ /г/мин | Активность дегидрогеназы, мг ТФФ/10г/24 часа |
|--|----------------|---------------|---|--|
| 1 | Без МП | Контроль | 22,7±0,75 | 17,5±3,4 |
| 2 | | 1 ПДК Ni | 19,3±0,58** | 23,5±4,3 |
| 3 | | 10 ПДК Ni | 20,4±0,43 | 27,7±0,7* |
| 4 | 50 | Без Ni | 19,9±1,14* | 36,8±1,5* |
| 5 | | 1 ПДК Ni | 19,3±0,43* | 20,2±3,3 |
| 6 | | 10 ПДК Ni | 18,6±0,72** | 23,4±1,6 |
| 7 | 100 | Без Ni | 21,1±0,38 | 22,2±4,4 |
| 8 | | 1 ПДК Ni | 21,3±1,10 | 17,3±6,9 |
| 9 | | 10 ПДК Ni | 23,4±0,78 | 21,7±2,6 |
| 10 | 650 | Без Ni | 19,0±0,64 | 26,4±3,7 |
| 11 | | 1 ПДК Ni | 15,1±2,29* | 31,3±0,9** |
| 12 | | 10 ПДК Ni | 17,8±1,71** | 24,6±4,3 |
| Достоверные отличия по отношению к контролю: *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 | | | | |

Только для индукции 50 мкТл получено достоверное отличие от контроля ($p < 0,05$). При совместном воздействии переменных МП и никеля концентрации 1 и 10 ПДК, наблюдали стимуляцию активности каталазы при индукции 100 мкТл, в то время как для остальных вариантов индукции наблюдали ингибирование. Эти результаты подтверждают исследования авторов в отношении черноземов южных карбонатных Эльбрусья, имеющих сходный генезис и почвообразующие факторы [2, 22].

Активность дегидрогеназы, как и активность каталазы под воздействием переменного магнитного поля, как самостоятельного фактора, также была ингибирована для всех вариантов, достоверное отличие от контроля обнаружено для индукции 50 мкТл.

При совместном воздействии никеля (1 ПДК) и ПемП различных индукций наблюдали стимуляцию активности дегидрогеназы: для варианта 100 мкТл+1 ПДК значение близко к контрольному, достоверных

отличий не выявлено. При индукции 650 мкТл и загрязнении почв 1 ПДК наблюдали достоверное отличие от контрольного ($p < 0,01$).

При повышении концентрации никеля до 10 ПДК наблюдали стимуляцию активности дегидрогеназы (30-60%) выше контрольного. Отличия от контрольного выявлены для варианта без загрязнения никелем ($p < 0,05$).

Ранее в модельных экспериментах были получены похожие биологические зависимости при загрязнении черноземов Северного Кавказа тяжелыми металлами [15-18, 24-25].

Фитотоксичность почв. Среди фитотоксических показателей был выбран показатель интенсивности начального роста – длина корней. Согласно нашим предыдущим работам этот показатель наиболее информативен и чувствителен при воздействии, как электромагнитных полей, так и в сочетании с загрязнением тяжелыми металлами [4, 5, 16]. При действии магнитного поля отдельно от загрязнения никелем (рис. 1а, б, в), наблюдали снижение длины корней с увеличением магнитной индукции: 100 и 650 мкТл - 29 и 66% ($p < 0,05$) ниже контроля, соответственно.

При сочетании ПемП и никеля концентрации 1 ПДК наблюдали снижение длины корней (50 мкТл+1ПДК) на 58%, с последующей стимуляцией при росте индукции – 100 мкТл+1 ПДК и 650 мкТл+1 ПДК – 48 и 28%, соответственно. При увеличении концентрации никеля до 10 ПДК наблюдали заметное ингибирование с последующей стимуляцией при росте индукции: 27, 14, 8% для 50, 100 и 650 мкТл, соответственно. Результаты настоящей работы согласуются с полученным нами ранее результатами для других подтипов черноземов Крыма [20].

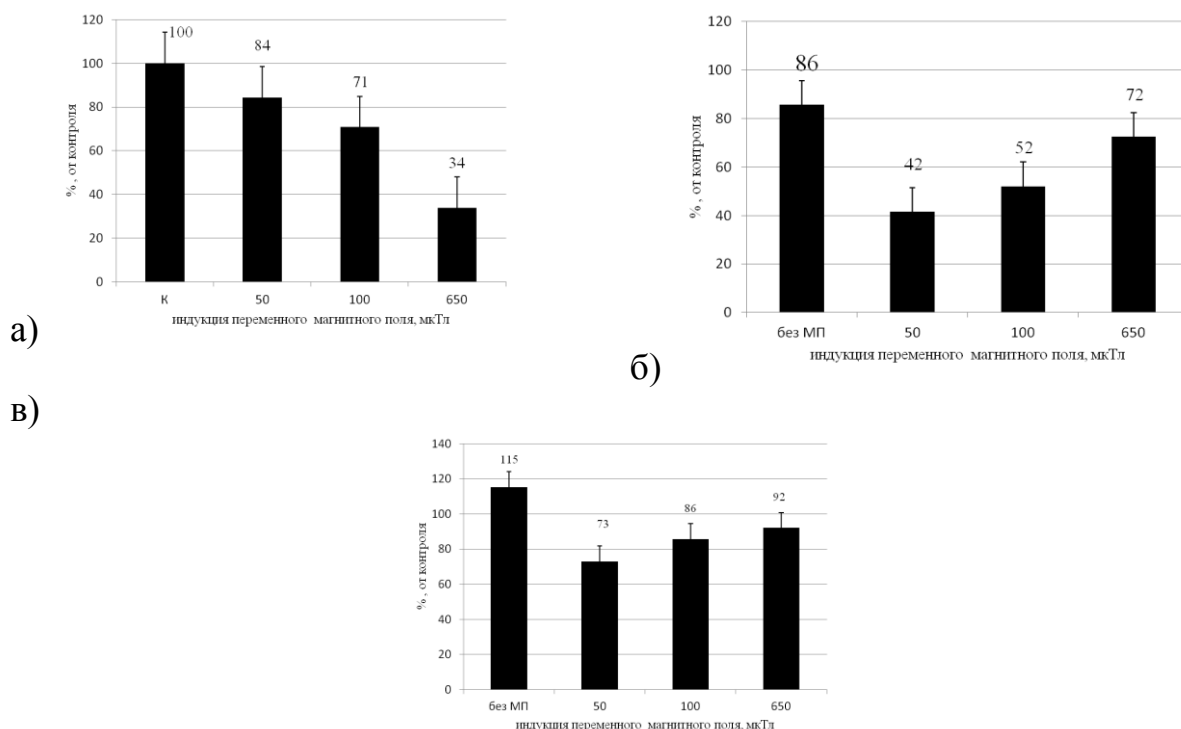


Рис. 1 – Влияние переменного магнитного поля на длину корней редиса: а) МП без никеля; б) никель 1 ПДК+МП; в) никель 10 ПДК+МП, % от контроля

ВЫВОДЫ

1. Воздействие магнитных полей с ростом индукции вызывало ингибирование активности каталазы и длины корне, стимулируя активность дегидрогеназы ($p < 0,05$);
2. Действие никеля как самостоятельного фактора показало стимуляцию длины корней редиса и активности дегидрогеназы ($p < 0,05$), вызывая угнетение активности каталазы;
3. При совместном воздействии переменных магнитных полей и никеля концентрации 100 мг/кг (1 ПДК) наблюдали ингибирование с последующей стимуляцией для всех показателей. Активность дегидрогеназы превышала контрольный показатель ($p < 0,01$);
4. Никель в концентрации 1000 мг/кг (10 ПДК) при совместном с магнитными полями воздействии вызывали угнетение каталазы и

длины корней для вариантов 10 ПДК+50 мкТл, 10 ПДК+650 мкТл достоверным отличием ($p < 0,05$). Активность дегидрогеназы достоверно не отличалась с изменением индукции.

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (6.345.2014/К) и государственной поддержке ведущей научной школы Российской Федерации (НШ-2449.2014.4).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989. 336 с.
2. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Почвы Юга России. Ростов-на-Дону: Изд-во «Эверест», 2008, 276 с.
3. Галстян А.Ш. Унификация методов определения активности ферментов почв // Почвоведение. 1978. № 2. С. 107-114.
4. Денисова Т.В., Казеев К.Ш. Влияние переменного и постоянного магнитных полей на биоту и биологическую активность чернозема обыкновенного // Радиационная биология. Радиоэкология. 2007. Т. 47. № 3. С. 345-348.
5. Денисова Т.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Изменение ферментативной активности и фитотоксических свойств почв юга России под влиянием СВЧ-излучения // Агрехимия. 2011б. № 4. С. 77-82.
6. Докучаев В.В. Избранные сочинения: В 3 т. М. Изд-во сельскохоз. литературы, 1949.
7. Драган Н.А. Почвенные ресурсы Крыма. Научная монография / Драган Н.А. – 2-е изд., доп. Симферополь: Доля, 2004. 208 с.
8. Драган Н.А. Почвы Крыма // Симферополь. СГУ им. М.В.Фрунзе. 1983. 94 с.
9. Драган Н.А. Факторы устойчивости почв Крыма к антропогенной деградации // Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского Серия «География». Том 26 (65), № 2. 2013 г. С. 26–37.
10. Драган Н.А. Факторы, механизмы, признаки деградации почв Крыма / Драган Н.А. // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана: Тематический сб. научн. Трудов / Под ред. Мишнёва Г.В., Олиферова А.Н. – Симферополь: 2005. – С. 107-116.
11. Ибрагимов Э.Э., Д. В. Баличиева, Э. Р. Алиев Экологическая и фитотоксическая оценка загрязнения сельскохозяйственных почв Крыма пестицидами и солями тяжелых металлов // Экология та ноосферология. 2006. Т. 17, № 1–2, С. 113-121.
12. Казеев К.Ш., Антонова О.Д., Колесников С.И., Вернигорова Н.А., Костенко И.В. Ферментативная активность некоторых почв Крыма // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №10(104). С. 1112 – 1123. – IDA [article ID]: 1041410083. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/83.pdf>, 0,75 у.п.л.
13. Казеев К.Ш., Вальков В.Ф., Колесников С.И. Атлас почв Юга России. Ростов-на-Дону: Изд-во «Эверест», 2010, 128 с.
14. Казеев К.Ш., Колесников С.И. Биодиагностика почв: методология и методы исследований. Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета. 2012. 260 с.

15. Колесников С.И., Евреинова А.В., Казеев К.Ш., Вальков В.Ф. Изменение эколого-биологических свойств чернозема обыкновенного при загрязнении тяжелыми металлами второго класса опасности (Mo, Co, Cr, Ni) // Почвоведение. 2009. № 8. С. 1007-1013.
16. Колесников С.И., Казеев К.Ш., Вальков В.Ф. Влияние загрязнения тяжелыми металлами на щелочно-кислотные и окислительно-восстановительные условия в черноземе обыкновенном // Агрехимия. 2001. № 9. С. 54.
17. Колесников С.И., Казеев К.Ш., Вальков В.Ф. Экологические функции почв и влияние на них загрязнения тяжелыми металлами // Почвоведение. 2002. № 12. С. 1509.
18. 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.
19. Методы почвенной микробиологии и биохимии. Под ред. Д.Г. Звягинцева. М.: Изд-во МГУ. 1991. 304 с.
20. Минникова Т.В., Денисова Т.В., Колесников С.И., Трушков А.В. Влияние сочетанного воздействия оксида никеля и переменных магнитных полей на изменение биологических свойств чернозема солонцеватого полуострова Крым (Россия) // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №10(104). – IDA [article ID]: 1041410041. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/41.pdf>, 0,813 у.п.л.
21. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. Ин-т биологии Уфим. НЦ. М.: Наука, 2005. 252 с.
22. Хежева Ф.В., Улигова Т.С., Темботов Р.Х. Ферментативная активность черноземов Эльбрусского варианта пояности Кабардино-Балкарии // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т. 13, №1(5), 2011. С. 1236-1240.
23. Экология Крыма. Справочное пособие / Под ред. Н.В. Багрова, В.А.Бокова – Симферополь: Крымское учебно-педагогическое государственное издательство, 2003. 360 с.
24. Kazeev K.S., Kutrovskii M.A., Dadenko E.V., Vezdeneeva L.S., Kolesnikov S.I., Valkov V.F. The influence of carbonates in parent rocks on the biological properties of mountain soils of the northwest Caucasus region // Eurasian Soil Science. 2012. T. 45. № 3. С. 282-289.
25. Kolesnikov S.I., Yaroslavtsev M.V., Spivakova N.A., Kazeev K.S. Comparative assessment of the biological tolerance of chernozems in the south of Russia towards contamination with Cr, Cu, Ni, And Pb In a model experiment // Eurasian Soil Science. 2013. T. 46. № 2. С. 176-181.

References

1. Bab'eva I.P., Zenova G.M. Biologija pochv. M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1989. 336 s.
2. Val'kov V.F., Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I. Pochvy Juga Rossii. Rostov-na-Donu: Izd-vo «Jeverest», 2008, 276 s.
3. Galstjan A.Sh. Unifikacija metodov opredelenija aktivnosti fermentov pochv // Pochvovedenie. 1978. № 2. S. 107-114.
4. Denisova T.V., Kazeev K.Sh. Vlijanie peremennogo i postojannogo magnitnyh polej na biotu i biologicheskiju aktivnost' chernozema obyknovennogo // Radiacionnaja biologija. Radiojekonomika. 2007. T. 47. № 3. S. 345-348.

5. Denisova T.V., Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I., Val'kov V.F. Izmenenie fermentativnoj aktivnosti i fitotoksicheskih svojstv pochv juga Rossii pod vlijaniem SVCh-izluchenija // *Agrohimija*. 2011b. № 4. S. 77-82.
6. Dokuchaev V.V. *Izbrannye sochinenija*: V 3 t. M. Izd-vo sel'skhoz. literatury, 1949.
7. Dragan N.A. *Pochvennye resursy Kryma. Nauchnaja monografija* / Dragan N.A. – 2-e izd., dop. Simferopol': Dolja, 2004. 208 s.
8. Dragan N.A. *Pochvy Kryma* // *Simferopol'. SGU im. M.V.Frunze*. 1983. 94 s.
9. Dragan N.A. *Factory ustojchivosti pochv Kryma k antropogennoj degradacii* // *Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo Serija «Geografija»*. Tom 26 (65), № 2. 2013 g. S. 26–37.
10. Dragan N.A. *Factory, mehanizmy, priznaki degradacii pochv Kryma* / Dragan N.A. // *Jekosistemy Kryma, ih optimizacija i ohrana: Tematicheskij sb. nauchn. Trudov* / Pod red. Mishnjovala G.V., Oliferova A.N. – Simferopol': 2005. – S. 107-116.
11. Ibragimova Je.Je., D. V. Balichieva, Je. R. Aliev *Jekologicheskaja i fitotoksicheskaja ocenka zagrjaznenija sel'skhozjajstvennyh pochv Kryma pesticidami i soljami tjazhelyh metallov* // *Ekologija ta noosferologija*. 2006. T. 17, № 1–2, S. 113-121.
12. Kazeev K.Sh., Antonova O.D., Kolesnikov S.I., Vernigorova N.A., Kostenko I.V. *Fermentativnaja aktivnost' nekotoryh pochv Kryma* // *Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]*. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №10(104). S. 1112 – 1123. – IDA [article ID]: 1041410083. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/83.pdf>, 0,75 u.p.l.
13. Kazeev K.Sh., Val'kov V.F., Kolesnikov S.I. *Atlas pochv Juga Rossii*. Rostov-na-Donu: Izd-vo «Jeverest», 2010, 128 s.
14. Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I. *Biodiagnostika pochv: metodologija i metody issledovanij*. Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo Juzhnogo federal'nogo universiteta. 2012. 260 s.
15. Kolesnikov S.I., Evreinova A.V., Kazeev K.Sh., Val'kov V.F. *Izmenenie jekologo-biologicheskikh svojstv chernozema obyknovenennogo pri zagrjaznenii tjazhelymi metallami vtorogo klassa opasnosti (Mo, Co, Cr, Ni)* // *Pochvovedenie*. 2009. № 8. S. 1007-1013.
16. Kolesnikov S.I., Kazeev K.Sh., Val'kov V.F. *Vlijanie zagrjaznenija tjazhelymi metallami na shhelochno-kislotnye i okislitel'no-vosstanovitel'nye uslovija v chernozeme obyknovenom* // *Agrohimija*. 2001. № 9. S. 54.
17. Kolesnikov S.I., Kazeev K.Sh., Val'kov V.F. *Jekologicheskie funkcii pochv i vlijanie na nih zagrjaznenija tjazhelymi metallami* // *Pochvovedenie*. 2002. № 12. S. 1509.
18. Kolesnikov S.I., Spivakova N.A., Kazeev K.Sh. *Vlijanie model'nogo zagrjaznenija Cr, Cu, Ni, Pb na biologicheskie svojstva pochv suhikh stepej i polupustyn' juga Rossii* // *Pochvovedenie*. 2011. № 9. S. 1094-1101.
19. *Metody pochvennoj mikrobiologii i biohimii*. Pod red. D.G. Zvjaginceva. M.: Izd-vo MGU. 1991. 304 s.
20. Minnikova T.V., Denisova T.V., Kolesnikov S.I., Trushkov A.V. *Vlijanie sochetannogo vozdejstvija oksida nikelja i peremennyh magnitnyh polej na izmenenie biologicheskikh svojstv chernozema soloncevatogo poluostrova Krym (Rossija)* // *Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]*. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №10(104). – IDA [article ID]: 1041410041. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/41.pdf>, 0,813 u.p.l.
21. Haziev F.H. *Metody pochvennoj jenzimologii*. In-t biologii Ufim. NC. M.: Nauka, 2005. 252 s.

22. Hezheva F.V., Uligova T.S., Tembotov R.H. Fermentativnaja aktivnost' chernozemov Jel'brusskogo varianta pojasnosti Kabardino-Balkarii // Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk, t. 13, №1(5), 2011. S. 1236-1240.
23. Jekologija Kryma. Spravochnoe posobie / Pod red. N.V. Bagrova, V.A.Bokova – Simferopol': Krymskoe uchebno-pedagogicheskoe gosudarstvennoe izdatel'stvo, 2003. 360 s.
24. Kazeev K.S., Kutrovskii M.A., Dadenko E.V., Vezdeneeva L.S., Kolesnikov S.I., Valkov V.F. The influence of carbonates in parent rocks on the biological properties of mountain soils of the northwest Caucasus region // Eurasian Soil Science. 2012. T. 45. № 3. S. 282-289.
25. Kolesnikov S.I., Yaroslavtsev M.V., Spivakova N.A., Kazeev K.S. Comparative assessment of the biological tolerance of chernozems in the south of Russia towards contamination with Cr, Cu, Ni, And Pb In a model experiment // Eurasian Soil Science. 2013. T. 46. № 2. S. 176-181.