

УДК 631.05

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ АГРОСИСТЕМ ПРИ ПОЧВЕННОЙ УТИЛИЗАЦИИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД И ДОЛОМИТОВОЙ ПЫЛИ

Чемерис М.С.

*ФГБОУ «Новосибирский государственный аграрный университет»,
Новосибирск, e-mail: marchem@mail.ru*

В статье приведены результаты исследования почвенной утилизации промышленных и бытовых отходов и выявления полиэлементных аномалий в почве при применении осадков сточных вод и доломитовой пыли. При почвенной утилизации осадков сточных вод и доломитовой пыли выявлено, что все показатели валового содержания тяжелых металлов как в годы внесения удобрения, так и в последующие годы были ниже ПДК. Внесение извести также не вызвало значительного увеличения концентрации тяжелых металлов. Установлено, что применение нетрадиционных удобрений различной природы в экологически обоснованных дозах не оказывает значительного пролонгированного действия на свойства пахотного горизонта серых лесных почв. Результаты свидетельствуют о возможности почвенной утилизации в качестве удобрений осадков сточных вод и доломитовой пыли при организации биогеохимического мониторинга содержания тяжелых металлов в почве при выращивании экологически безопасной продукции.

Ключевые слова: осадки сточных вод, доломитовая пыль, тяжелые металлы, коэффициент концентрации, сумма коэффициентов концентрации

THE ECOLOGICAL STATUS OF AGROSYSTEM WHEN SOIL DISPOSAL OF SEWAGE SLUDGE AND DOLOMITE DUST

Chemeris M.S.

FGBOU «Novosibirsk state agrarian University», Novosibirsk, e-mail: marchem@mail.ru

In article results of research of soil disposal of domestic and industrial wastes and identification of multi-element anomalies in the soil with the application of sewage sludge and dolomite dust. When soil disposal of sewage sludge and dolomite dust revealed that all indicators total contents of heavy metals in the years of fertilization and subsequent years were below the MPL. Application of lime also had no significant increase in the concentrations of heavy metals. It is established that the use of non-conventional fertilizers of different nature, ecologically reasonable doses, no significant prolonged action on the properties of the arable horizon of gray forest soils. The results indicate the possibility of soil utilization as fertilizer, sewage sludge and dolomite dust in the organization biogeochemical monitoring of heavy metals in the soil in the production of environmentally safe products.

Keywords: sewage sludge, dolomite dust, heavy metals, the concentration coefficient, the sum of the coefficients of concentration

Процессы урбанизации сопровождаются загрязнением биосферы токсикантами промышленного происхождения, органическими отходами животноводческих и городских очистных сооружений, утилизация и размещение которых представляют серьезную, прежде всего экологическую проблему [4]. Необходимо постоянное проведение комплексного мониторинга воды, почвы, растений, сельскохозяйственной продукции в разных географо-климатических условиях [3]. Для предотвращения возможных изменений в агросистеме важно предвидеть результат этих воздействий [4], знать предельно допустимые величины нагрузок, а также механизмы адаптации и уровни устойчивости слагаемых агросистемы к природным и антропогенным нагрузкам. Одним из таких воздействий является возможность применения осадков сточных вод и отходов промышленности в качестве удобрений [4]. Основное препятствие к утилизации отходов в качестве удобрения связано с присутствием в них ряда элементов

из группы «тяжелых металлов» (ТМ) [1, 2]. Отечественный и зарубежный опыт показывает, что экологическая опасность при использовании отходов возникает лишь тогда, когда их применяют бесконтрольно [2]. Тем не менее существует проблема поступления токсичных элементов в организм человека по пищевым цепочкам [5]. Последнее обуславливает необходимость обоснования применения промышленных и бытовых отходов в каждом конкретном случае, как в годы внесения удобрения, так и в последующие годы для выращивания экологически чистой продукции [2, 4, 6, 7].

Целью исследования являлось изучение влияния осадков сточных вод городских очистных сооружений и доломитовой пыли на содержание тяжелых металлов в почве.

Материалы и методы исследования

Лабораторные исследования. Отборы почвенных проб проводились по ГОСТ 28168-89. Собранные пробы обрабатывались в соответствии с общепринятыми методами ГОСТ 28168-89; ГОСТ 292269-91.

Валовое содержание микроэлементов и тяжёлых металлов в почвах определялось атомно-абсорбционным методом на спектрометре «Квант-2А». Атомно-абсорбционный метод определения содержания микроэлементов в почвах выполнен при минерализации образцов в герметических сосудах с помощью азотной кислоты и измерении величины атомного поглощения микроэлементов при введении полученных растворов в пламя.

Общая площадь каждой делянки 70 м², учётная – 50 м². Повторность трёхкратная. Первый вариант – контроль, второй вариант – внесение ОСВ, третий вариант – внесение известкованного ОСВ в тех же количествах. Общая площадь под опытом (с защитными полосами) 700 м², общая учётная площадь – 450 м². Осадки сточных вод вносили один раз в первый год закладки опыта 12 тонн на га (расчеты были сделаны на основании санитарно-гигиенических норм и экологических условий произрастания овощных культур). Опыт с доломитовой пылью был проведен по той же схеме. Доза рассчитывалась по гидролитической кислотности и составила на 1 га 1 тонну (0,25 Нг). Для сравнения использовали известняковую муку (ГОСТ 14050-68, нейтрализующая способность СаСО₃ – 98%) в той же дозе.

Результаты исследований и их обсуждение

Оценка полиэлементных аномалий проводилась по суммарному показателю согласно методике [3], который рассчитывали по формуле

$$Z_c = \sum KK - (n - 1),$$

где Z_c – суммарный показатель концентрации элементов; KK – коэффициент концентрации $TM > 1$; n – число химических элементов с $KK > 1$.

Выявлено, что в первый год действия применения ОСВ содержание ТМ достоверно выше контрольных показателей при $t_{\text{факт}} > t_{\text{теор}}$: Zn – на 5,68 мг/кг (НСР_{0,05} – 4,0), Cu – на 4,73 мг/кг (НСР_{0,05} – 2,0), Ni – на 2,41 мг/кг (НСР_{0,05} – 2,14). В последу-

ющие годы их концентрация значительно снижается.

При внесении осадка сточных вод в первый год отмечена тенденция к увеличению в пахотном слое ряда ТМ: цинка, меди, никеля, свинца, хрома – их значения КК составили 1,01–1,22. При этом в варианте с известкованным ОСВ величина КК этих металлов становится меньше, а хрома – ниже 1. На третий год и в последующие годы величина КК цинка, меди, никеля, свинца, хрома значительно снижалась, а в вариантах с известкованным ОСВ, кроме свинца и никеля, становилась < 1. Уровень загрязнения почв по величине КК в варианте с ОСВ соответствует минимальному уровню – $KK > 1$, но < 1,5. За нижний порог аномальности предлагается принять содержание с коэффициентом концентрации, равным 1,5 (величина превышения над фоном превосходит возможную величину ошибки приближенно-количественного спектрального определения).

Уровень загрязнения почвы по величине суммарного показателя концентрации (Z_c) по всем вариантам опыта минимальный, > 1 , но < 2. При разовом внесении осадка сточных вод уровень Z_c составил – 1,56, а на седьмой и девятый годы последствия – 1,33 и 1,20 соответственно.

При почвенной утилизации доломитовой пыли выявлено, что все показатели валового содержания тяжелых металлов в опыте были ниже ПДК. Внесение извести также не оказало значительного увеличения концентрации ТМ. В вариантах с доломитовой пылью, отмечается увеличение валового содержания ТМ: Zn на 5,31 мг/кг (НСР_{0,05} – 4,3); Ni на 2,77 мг/кг (НСР_{0,05} – 2,73); Co на 1,78 мг/кг (НСР_{0,05} – 1,45); Cr на 6,14 мг/кг (НСР_{0,05} – 3,86); по сравнению с контролем (табл. 1).

Таблица 1

Влияние химических мелиорантов на содержание тяжелых металлов в почве

Год	Вариант	Содержание тяжелых металлов, мг/кг						
		Zn	Cu	Cd	Pb	Ni	Co	Cr
1 год	Известковая пыль	65,91 ± 1,32	20,95 ± 0,49	0,377 ± 0,031	3,83 ± 0,45	33,21 ± 0,87	9,12 ± 0,34	39,75 ± 1,02
	НСР _{0,05}	4,90	1,89	0,09	1,43	3,73	1,36	3,80
	Доломитовая пыль	*76,82 ± 0,89	22,63 ± 0,71	0,492 ± 0,027	4,09 ± 0,54	*36,14 ± 0,57	*10,50 ± 0,39	*46,26 ± 1,38
	НСР _{0,05}	4,30	1,92	0,09	1,34	2,73	1,45	3,86
	Контроль	71,51 ± 1,44	21,83 ± 0,67	0,413 ± 0,042	4,22 ± 0,37	33,37 ± 0,59	8,72 ± 0,51	40,12 ± 1,53
3 год	Известковая пыль	66,31 ± 0,99	21,10 ± 0,52	0,390 ± 0,028	3,97 ± 0,39	35,32 ± 0,79	9,09 ± 0,35	39,66 ± 1,13
	НСР _{0,05}	3,61	1,70	0,13	1,58	2,13	1,05	2,85
	Доломитовая пыль	76,02 ± 1,69	22,00 ± 0,59	0,446 ± 0,015	4,12 ± 0,49	35,04 ± 0,56	9,56 ± 0,34	45,45 ± 1,18
	НСР _{0,05}	4,6	1,80	0,13	1,38	1,51	1,21	2,96
	Контроль	72,29 ± 1,53	22,48 ± 0,63	0,391 ± 0,063	4,56 ± 0,57	35,54 ± 0,43	9,29 ± 0,32	45,15 ± 0,99

Таблица 2

Влияние известковых удобрений на величину коэффициента концентрации валовых форм тяжелых металлов в пахотном горизонте серых лесных почв

Год	Вариант	Коэффициенты концентрации металлов							Zc
		Zn	Cu	Cd	Pb	Ni	Co	Cr	
1 год	Известь	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	1,04	< 1	0,4
	Доломитовая пыль	1,07	1,07	1,19	< 1	1,08	1,20	1,15	1,76
3 год	Известь	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	0
	Доломитовая пыль	1,05	< 1	1,14	< 1	< 1	1,03	1,01	1,23

В третий год, хотя и осталась тенденция к увеличению – Zn на 3,73 мг/кг, Co на 0,27 мг/кг; Cr на 0,3 мг/кг, Cd на 0,055 по сравнению с контролем, но концентрация этих элементов намного снизилась. Мы предполагаем, что это связано с тем, что почва как природное тело обладает способностью к самоочищению: поступающие материалы антропогенного происхождения с течением времени рассеиваются и поглощаются почвенной биотой. При внесении доломитовой пыли в первый год коэффициенты концентрации тяжелых металлов составили от 1,07 до 1,20 (табл. 2).

На третий год – величина КК цинка, кобальта, хрома значительно снижалась, а никеля становилась < 1. Уровень загрязнения почв по величине КК в варианте с ОСВ соответствует минимальному уровню – КК > 1, но < 2.

Уровень загрязнения почвы по величине суммарного показателя концентрации (Zc) по всем вариантам опыта минимальный КК > 1, но < 2. При разовом внесении доломитовой пыли уровень Zc составил – 1,76, а на третий год последствия – 1,23. При этом происходит снижение Zc на третий год на 30,11 %, по сравнению с первым годом действия.

Таким образом, применение нетрадиционных удобрений различной природы в экологически обоснованных дозах не оказывает значительного пролонгированного действия на свойства пахотного горизонта серых лесных почв. Тем не менее для обеспечения экологической безопасности почв и сохранения их санитарного статуса необходимо строгое соблюдение норм внесения мелиорантов и организацию биогеохимического мониторинга содержания тяжелых металлов в почвах и сельскохозяйственной продукции.

Список литературы

1. Зубко И.А., Чемерис М.С. Evaluation of polyelement anomalies occurred in the soil while applying sewage sludge // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 4. – № 20. – С. 23–27.
 2. Касатиков В.А., Чемерис М.С., Яшин И.М., Пескарев А.А. Последствие внесения ОСВ и известкования на содержания подвижных форм тяжелых металлов в пахотном слое почвы и их транслокацию в растительную продукцию // Плодородие. – 2012. – № 5. – С. 45–47.
 3. Незавитин А.Г. Проблемы сельскохозяйственной экологии / А.Г. Незавитин, В.Л. Петухов, А.Н. Власенко и др. – Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 2000. – 255 с.

4. Чемерис М.С. Экологические основы утилизации осадков городских сточных вод: дис. ... д-ра биолог. наук. – Новосибирск, 2006.

5. Korotkevich O.S., Petukhov V.L., Sebezko O.I., Barinov E.Ya., Konovalova T.V. Content of 137CS and SOSR in the forages of various ecological zones of Western Siberia // Russian Agricultural Shiences. – 2014. – Т.40. – № 3. – P. 195–197.

6. Chysyma R.B., Bakhtina Y.Y., Petukhov V.L., Korotkevich O.S., Kochena M.L. Heavy metal concentration in water and soil of different ecological areas of Tyva Republic // В сборнике: Journal De Physique. IV: JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment editors C. Boutron, C. Ferrar. Grenoble, 2003. – P. 301–302.

7. Chysyma R.B., Petukhov V.L., Kyzmina E.E., Barinov E.Ya., Dukhanov Ju.J., Korotkova G.N. The content of heavy metals in feeds of Tyva Republic // В сборнике: Journal De Physique. IV: JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment editors C. Boutron, C. Ferrar. Grenoble, 2003. – P. 297–299.

References

1. Zubko I.A., Chemeris M.S. Evaluation of polyelement anomalies occurred in the soil while applying sewage sludge // Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universita. 2011. T. 4. no. 20. pp. 23–27.
 2. Kasatnikov V.A., Chemeris M.S., Jashin I.M., Peskaev A.A. Posledeystvie vneseniya OSV i izvestkovanija na sodержanija podvizhnyh form tzhzhelyh metallov v pahotnom sloe pochvy i ih translokaciju v rastitel'nuju produkciju // Plodородие. 2012. no. 5. pp. 45–47.
 3. Nezavitin A.G. Problemy sel'skohozyajstvennoj jekologii / A.G. Nezavitin, V.L. Petuhov, A.N. Vlasenko i dr. Novosibirsk: Nauka. Sibirskaja izdatel'skaja firma RAN, 2000. 255 p.
 4. Chemeris M.S. Jekologicheskie osnovy utilizacii osadkov gorodskih stochnyh vod: dis. ... d-ra biolog. nauk. Novosibirsk, 2006.
 5. Korotkevich O.S., Petukhov V.L., Sebezko O.I., Barinov E.Ya., Konovalova T.V. Content of 137CS and SOSR in the forages of various ecological zones of Western Siberia // Russian Agricultural Shiences. 2014. T.40. no. 3. pp. 195–197.
 6. Chysyma R.B., Bakhtina Y.Y., Petukhov V.L., Korotkevich O.S., Kochena M.L. Heavy metal concentration in water and soil of different ecological areas of Tyva Republic // V sbornike: Journal De Physique. IV: JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment editors C. Boutron, C. Ferrar. Grenoble, 2003, pp. 301–302.
 7. Chysyma R.B., Petukhov V.L., Kyzmina E.E., Barinov E.Ya., Dukhanov Ju.J., Korotkova G.N. The content of heavy metals in feeds of Tyva Republic // V sbornike: Journal De Physique. IV: JP XII International Conference on Heavy Metals in the Environment editors C. Boutron, C. Ferrar. Grenoble, 2003, pp. 297–299.

Рецензенты:

Наплекова Н.Н., д.б.н., профессор кафедры агроэкологии, ФГБОУ «Новосибирский государственный аграрный университет», г. Новосибирск;

Петухов В.Л., д.б.н., профессор кафедры ветеринарной генетики, ФГБОУ «Новосибирский государственный аграрный университет», г. Новосибирск.

Работа поступила в редакцию 06.03.2015.