

УДК 574

Экологическая безопасность применения золошлаковых материалов в сельском хозяйстве*М.А. Ли, ФГБОУ ВПО "Государственный аграрный университет Северного Зауралья", г. Тюмень**А.В. Жданов, ФГБОУ ВПО "Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина", г. Омск***АННОТАЦИЯ**

В статье приведены результаты полевых опытов по выращиванию яровой пшеницы с применением золошлаковых мелиорантов и удобрений. В зерне исследовалось содержание некоторых тяжелых металлов в зависимости от доз золошлаков. Приведены результаты математической обработки полученных данных.

Современные экологические проблемы развития нашей цивилизации включают в себя разнообразные аспекты практически всех видов человеческой деятельности, особенно это касается области промышленного производства. Официальные и неофициальные источники информации дают массу сведений об экологической обстановке в городах и стране в целом.

Данная работа посвящена изучению одного из важных вопросов в области решения экологических проблем энергетической промышленности России. Целью работы стало изучение вопроса по экологической безопасности применения золошлаковых материалов в такой специфической отрасли как сельское хозяйство.

Проведение полевых опытов с золошлаковыми материалами потребовало проведение специальных работ по гранулированию золошлаковых смесей перед их

использованием в качестве мелиоранта или удобрения. Причина в особенностях физико-химических свойств ЗШМ, которые представляю собой тонкодисперсный пылящий порошок, который практически невозможно дозировать вносить в почву с помощью сельскохозяйственных машин в сухом сыпучем виде.

Проведенные работы по грануляции ЗШМ позволили получить два вида продукции – мелиорант и удобрение на основе золошлаковых материалов. Данные продукты представляют собой цилиндрические гранулы диаметром 5-8 мм, состоящие более, чем на половину из золошлаковых материалов и вяжущего вещества (нами был использован гипс в качестве вяжущего), в составе удобрения был также введен азот в усвояемой растениями форме и при внесении золошлакового удобрения в дозе 10 т/га, количество вносимого азота было эквивалентно 30 кг д.в. азота вносимого распространенными минеральными удобрениями. В целом все работы, связанные с планированием, закладкой и проведением полевых опытов выполнялись в соответствии с принятой методикой полевых опытов [3].

Таблица 1. **Содержание некоторых тяжелых металлов в золошлаковых смесях омских ТЭЦ***

	Ртуть	Мышьяк	Свинец	Кадмий	Медь	Цинк	Никель
Содержание в ЗШМ, мг/кг	0,2	5,4	3,3	0,1	7,3	9,5	1,4
ПДК/ОДК** элемента, мг/кг	2	10	130	2	132	220	80

Примечание: * - исследовали золошлаковые смеси ТЭЦ 4 и 5 ОАО ТГК 11 г. Омска

** - нормативы приведены по ГН 2.1.7.2511-09 [2] и ГН 2.1.7.2041-06 [3]

Прежде всего, нами были изучены непосредственно золошлаковые материалы с золошлакоотвалов омских ТЭЦ 4 и 5 на содержание ряда тяжелых металлов, которые предполагается обязательно исследовать при проведении санитарно-эпидемиологической оценки грунта в соответствии с СанПиН 2.1.7.1287-03. Таким образом, было исследовано содержание в золошлаках таких элементов как: ртути, мышьяка, свинца, кадмия, меди, цинка и никеля. Цель данного вида работ – получить значения содержания указанных тяжелых металлов с помощью атомно-адсорбционного метода сопоставимые с полученными далее данными содержания этих же элементов в тканях растений, которое определялось с использованием аналогичного метода. Результаты представлены в табл. 1.

По данным табл. 1 можно сделать вывод, что в золошлаковых смесях омских ТЭЦ 4 и 5 присутствуют определенные количества тяжелых металлов, однако их количества значительно ниже установленных ПДК и ОДК, что предполагает их потенциальную безопасность при использовании в практике сельскохозяйственного производства.

Далее, после завершения уборочных работ и учета урожая зерна яровой пшеницы и корнеплодов моркови, отобранные образцы растительного материала были исследованы, как уже отмечалось, с использованием атомно-адсорбционного метода на содержание тех же элементов. Полученные данные подвергались тщательной статистической обработке. Результаты указанных видов работ приведены в табл. 2-4.

Таблица 2. **Влияние различных доз золошлакового мелиоранта на содержание некоторых тяжелых металлов в зерне яровой пшеницы**

№ п/п	Вариант опыта	Содержание элемента, мг/кг			
		Свинец	Кадмий	Медь	Цинк
1	Контроль	0,34	0,053	2,7	22,9
2	Внесение мелиоранта 5 т/га	0,33	0,050	3,1	23,5
3	Внесение мелиоранта 10 т/га	0,33	0,051	2,7	23,5
	НСР ₀₅	–	–	0,017	–

Математическая обработка полученных экспериментальных данных, представленных в табл. 2, позво-

лила определить необходимые значения показателей, с помощью которых можно выявить исследуемую зави-

симось и сделать вывод о ее характере. Так фактическое значение критерия Фишера на 5% уровне значимости составило по свинцу – 0,067, кадмию – 0,591, цинку – 0,072; при этом теоретическое значение Фишера составляет 6,94, таким образом, достоверной зависимости между количеством внесенного золошлакового мелиоранта и содержанием свинца, кадмия и цинка в зерне яровой пшеницы не выявлено.

Однако следует отметить, что по меди фактическое значение критерия Фишера составило 12,0, что превысило теоретическое значение, следовательно, между

количеством вносимого золошлакового мелиоранта и содержанием меди в зерне яровой пшеницы наблюдается достоверная зависимость. Дальнейшие расчеты показали, что показатель наименьшей существенной разности для 95% уровня достоверности составил 0,017 мг/кг. Характер выявленной зависимости нелинейный, при внесении 5 т/га, наблюдается повышение содержания элемента в тканях зерна на 0,4 мг/кг по сравнению с контрольным вариантом, однако при увеличении дозы золошлакового мелиоранта до 10 т/га, содержание меди снижается до контрольного уровня.

Таблица 3. Влияние различных доз золошлакового удобрения на содержание некоторых тяжелых металлов в зерне яровой пшеницы

№ п/п	Вариант опыта	Содержание элемента, мг/кг			
		Свинец	Кадмий	Медь	Цинк
1	Контроль	0,34	0,053	2,7	22,9
2	Внесение удобрения 5 т/га	0,36	0,049	3,0	24,1
3	Внесение удобрения 10 т/га	0,32	0,054	3,0	24,0
	НСР ₀₅	–	–	–	–

Статистическая обработка данных табл. 3 позволило рассчитать значения математических показателей, которые характеризуют исследуемую зависимость. Так фактическое значение критерия Фишера на 5% уровне значимости составило по свинцу – 1,041, кадмию – 0,981, меди – 0,548, цинку – 0,174; при этом теоретиче-

ское значение критерия Фишера составляет 6,94, таким образом, достоверной зависимости между количеством внесенного золошлакового удобрения и содержанием указанных тяжелых металлов в зерне яровой пшеницы не выявлено.

Таблица 4. Влияние различных количеств золошлаковых материалов на содержание некоторых тяжелых металлов в корнеплодах моркови

№ п/п	Вариант опыта	Содержание элемента, мг/кг			
		Свинец	Кадмий	Медь	Цинк
1	Контроль	0,15	0,020	0,703	3,303
2	Внесение 5 т/га	0,10	0,019	1,003	2,100
3	Внесение 10 т/га	0,17	0,018	0,603	2,603
4	Внесение 20 т/га	0,19	0,017	0,503	2,097
	НСР ₀₅	0,0004	–	0,008	0,034

Обработка данных табл. 4, позволяет сделать вывод о том, что отсутствует достоверная зависимость между количеством золошлаковой смеси, присутствующей в почве и содержанием кадмия в тканях корнеплодов моркови, так как фактическое значение критерия Фишера на 5% уровне значимости ниже теоретического и составляет 1,514.

Отметим, что анализ выявил наличие достоверных взаимосвязей между количеством золошлакового материала в почве и содержанием свинца, меди и цинка в корнеплодах моркови. Так фактическое значение критерия Фишера составило по свинцу – 11,15, меди – 20,31, цинку – 33,54; при этом теоретическое значение критерия Фишера составляет 4,76. Показатели наименьшей существенной разности для исследуемых элементов составили 0,0004, 0,008 и 0,034 мг/кг по свинцу, меди и цинку соответственно.

Характер выявленных зависимостей не одинаковый. Так, по свинцу наблюдается практически линейная зависимость, при внесении 5 т/га золошлаков наблюдается снижение содержания свинца в моркови на 0,05 мг/кг по сравнению с контрольным вариантом, дальнейшее увеличение количества вносимого золошлака до 10 и 20 т/га, приводит к постепенному увеличению содержания свинца в моркови до 0,19 мг/кг, при 0,15 мг/кг на контрольном варианте.

Зависимости по меди и цинку нелинейные. Так, при внесении 5 т/га золошлаков повышается содержание меди в моркови на 0,3 мг/кг по сравнению с контрольным вариантом, однако при дальнейшем увеличении количеств золошлаков наблюдается постепенное снижение концентрации меди на 0,5 мг/кг по сравнению с дозой в 5 т/га. По цинку характер зависимости несколько иной, так при внесении указанных доз золошлаков наблюдается сначала постепенное увеличение концентрации цинка в моркови, и при 10 т/га увеличивается на 0,5 мг/кг по сравнению с вариантом в 5 т/га, однако затем концентрация постепенно снижается и на варианте в 20 т/га уже составляет 2,097 мг/га, что на 0,6 мг/кг ниже, чем на варианте 5 т/га. Следует отметить, что на всех вариантах при внесении золошлаковых материалов содержание цинка в общем не превышало содержание на контрольном варианте, и даже было существенно ниже.

Следует отметить, что для растительных образцов из исследуемых элементов нормируются свинец и кадмий, по которым ПДК составляет 0,5 и 0,1 мг/кг соответственно. Медь и цинк в зерне и корнеплодах не нормируются. Возможно это связано с тем, что медь и цинк, являются микроэлементами питания растений и активно участвуют в процессах метаболизма. Поэтому их содержание зависит не только от их концентрации в почве, но и от физиологической стадии развития растения, текущего состояния кон-

кретного растительного организма и содержания других элементов питания в окружающей среде.

Однако, проведенные исследования носят ограниченный характер, так как проводились исключительно на энтузиазме авторов и полностью за их счет. Составление более полной картины по вопросу экологической безопасности применения золошлаковых материалов в сельском хозяйстве, которое может сыграть роль научно-методической основы во внедрении технологий применения золошлаков в этой отрасли, требует проведения более развернутых и детальных исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение золошлаковых материалов при выращивании яровой пшеницы и моркови показало, что в целом, достоверного влияния на содержания тяжелых металлов в зерне, золошлаки в дозах до 10 т/га, не оказывают. Однако выращивание моркови, показало наличие существенных зависимостей между содержанием таких элементов как свинец, медь и цинк в корнеплодах и количеством внесенного золошлака. В связи с этим, для более полного изучения данного вопроса не-

обходимо проведение более масштабных и детальных исследований.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ

1. **ГН 2.1.7.2511-09.** Почва, очистка населенных мест, отходы производства и потребления санитарная охрана почвы. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. М., 2003, 3 с.
2. **ГН 2.1.7.2041-06.** Почва, очистка населенных мест, отходы производства и потребления санитарная охрана почвы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. М., 2006, 3 с.
3. **Доспехов Б.А.** Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. **Классификация** и диагностика почв СССР / В. В. Егоров, В. М. Фридланд, Е. Н. Иванова, Н. Н. Розов [и др.] – М.: Колос, 1977. – 224 с.
5. **Официальный сайт** Открытой информационной системы «Наилучшие доступные и перспективные природоохранные технологии в энергетике России». URL.: <http://osi.ecopower.ru/ru/2010-10-18-10-54-27/item/250-371.html>
6. **СанПиН 2.1.7.1287-03.** Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. М., 2003. – 8 с.