

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ШЛАМА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ПО ВИТАЛЬНЫМ И МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ПРОРОСТКОВ СЕМЯН МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

Кондаков С.Э.¹, Кузнецов Д.В.¹, Чурилов Г.И.², Чурилов Д.Г.³, Колесников Е.А.¹, Чупрунов К.О.¹, Лёвина В.В.¹

¹ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МИСиС», Москва, Россия (119991, г. Москва, Ленинский проспект, д. 4), e-mail: dk@misis.ru

²ГБОУ ВПО «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова», Рязань, Россия (390026, г. Рязань, ул. Высоковольтная, д. 9)

³ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева», Рязань, Россия (390044, г. Рязань, ул. Костычева, д. 1)

Исследовано влияние высокодисперсных отходов в виде металлургического шлама газоочистки доменных цехов на проростки семян масличных культур (подсолнечника и рапса). Обнаружен эффект высокой биологической активности металлургического шлама при внесении в среду обитания растений. Исследуемые концентрации показали различный эффект по воздействию на семена и проростки подсолнечника и рапса по витальным, морфологическим и физиологическим показателям. Установлено, что наиболее эффективными и оптимальными являются концентрации водных растворов шлама от 1 до 10%. Полученные результаты могут быть использованы при разработке микроэлементных удобрений на основе металлургических шламов, а также при проведении мероприятий по фиторемедиации металлургических отходов.

Ключевые слова: семена, подсолнечник, рапс, металлургические отходы, шлам, фиторемедиация, фитостимулирующий эффект.

DETERMINATION OF OPTIMAL CONCENTRATIONS OF SLUDGE METAL PRODUCTION ON THE VITAL AND MORPHOPHYSIOLOGICAL INDICATORS OF SEEDLINGS OILSEEDS

Kondakov S.E.¹, Kuznetsov D.V.¹, Churylov G.I.², Churylov D.G.³, Kolesnikov E.A.¹, Chuprunov K.O.¹, Levina V.V.¹, Leybo D.V.¹

¹National University of Science and Technology "MISIS", Moscow, Russia (119049, Moscow, Leninskiy prospekt 4), e-mail: dk@misis.ru

²Ryazan State Medical University, Ryazan, Russia (390026, Ryazan, Vysokovoltnaya str., 9)

³Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia (390044, Ryazan, Kostychev Str., 1)

The impact of fine metallurgical sludge on seedlings of oilseeds was studied. The effect of high biological activity of metallurgical sludge was found, if they introduced into the habitat of plants. The test concentrations showed a different effect on influence on seeds and seedlings of sunflower and rapeseed by vital, morphological and physiological indicators. Found that the most efficient and optimum concentration are aqueous solutions of sludge from 1% to 10%. The results can be used in the development of microelement fertilizers based metallurgical sludge, and during activities phytoremediation metallurgical waste.

Keywords: seeds, sunflower, rapeseed, metallurgical waste, phytoremediation, phytostimulating effect.

Введение

Сельскохозяйственные растения, помимо макроэлементов, вносимых в почву в качестве удобрений (минеральные соли, селитра и т.д.), нуждаются в микроэлементах, а также различного рода стимуляторах роста [4; 5]. В настоящее время в сельском хозяйстве широко применяются стимуляторы роста и микроудобрения, насыщенные микроэлементами в свободной форме. Микроэлементы играют огромную роль в развитии растительного

организма. Они являются неотъемлемой частью ферментных систем, а также выступают в качестве катализаторов окислительно-восстановительных процессов в клетках растений [1-3]. Источниками микроэлементов для растений, помимо почвы, могут служить различного рода биопрепараты. Современные биопрепараты производятся на основе различных природных веществ, таких как гуминовые кислоты, хелатные комплексы металлов, а также органические кислоты, выделенные из растительного сырья.

Металлургический шлак является побочным продуктом металлургического производства. Он насыщен различными микроэлементами и металлами, которые необходимы для нормального роста и развития растений. Проводимые испытания металлургического шлака направлены на изучение потенциальной возможности его использования в качестве источника микроэлементов для сельскохозяйственных растений.

Целью проведенной работы стал поиск оптимальной концентрации металлургического шлака при обработке семян масличных культур: рапса и подсолнечника, на основе анализа витальных и морфофизиологических показателей семян и проростков.

Экспериментальная часть

Лабораторные исследования проводились в соответствии с ГОСТ 12038-84. Методика определения воздействия шлака на растительные объекты пищевого и кормового назначения основана на оценке изменений витальных и морфофизиологических показателей проростков растений, в частности: энергии прорастания; всхожести; длины 7-дневных надземных и подземных ростков; массы 7-дневных надземных и подземных ростков.

Культивационную среду с равномерно распределенным в ней металлургическим шлаком помещали в чашку Петри для масличных – в объеме 1,5-2 мл. Повторность опыта для каждого варианта четырехкратная.

Схема проведения исследований:

1. Контроль – жидкая культивационная среда на основе дистиллированной воды без добавления шлака.
2. Раствор шлака металлургического производства с концентрацией вещества 0,001%.
3. Раствор шлака металлургического производства с концентрацией вещества 0,01%.
4. Раствор шлака металлургического производства с концентрацией вещества 0,1%.
5. Раствор шлака металлургического производства с концентрацией вещества 1,0%.
6. Раствор шлака металлургического производства с концентрацией вещества 10,0%.

Результаты и обсуждения

Исследование биологической активности шлака металлургического производства было проведено в лабораторных условиях на 2 видах растений: подсолнечник, рапс. Были изучены витальные (энергия прорастания, всхожесть), морфологические (длина вегетативной

и корневой частей проростков) и физиологические (масса вегетативной и корневой частей проростков) показатели.

Результаты исследований по влиянию шлама на семена и проростки подсолнечника представлены в таблицах 1-3.

Таблица 1 - Энергия прорастания и всхожесть подсолнечника при взаимодействии со шламом металлургического производства

Варианты	Подсолнечник			
	Энергия прорастания, %	Отношение к контролю, %	Всхожесть, %	Отношение к контролю, %
Контроль	97	-	97	-
Шлам 0,001%	98	-1%	99	+2
Шлам 0,01%	94	-3%	97	-
Шлам 0,1%	95	-2%	98	+1
Шлам 1,0%	91	-6%	99	+2
Шлам 10%	96	-1%	99	+2

Увеличение концентрации металлургического шлама в жидкой культивационной среде способствовало снижению энергии прорастания семян подсолнечника при всех концентрациях шлама, при этом всхожесть семян подсолнечника, напротив, превышала контроль (на 1-2%). Визуально проростки опытных семян подсолнечника были более плотные и жизнеспособные, чем контрольные (рис. 1, 2).

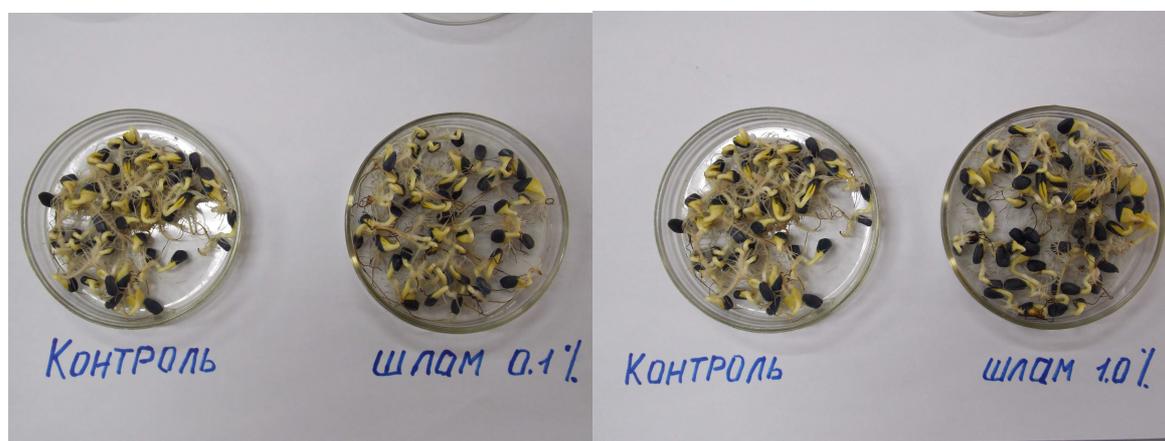


Рисунок 1 - Проростки семян подсолнечника (шлам 0,1 и 1,0%)



Рисунок 2 - Проростки семян подсолнечника (шлам 10,0%)

Таблица 2 - Масса вегетативной и корневой частей проростков подсолнечника при взаимодействии со шламом металлургического производства

Варианты	Подсолнечник			
	Масса вегетативной части, г	Отношение к контролю, %	Масса корневой части, г	Отношение к контролю, %
Контроль	0,0290	-	0,0885	-
Шлам 0,001%	0,0202	-30,3	0,0811	-8,4
Шлам 0,01%	0,0272	-6,2	0,0846	-4,4
Шлам 0,1%	0,0292	+0,7	0,1061	+19,9
Шлам 1,0%	0,0299	+3,1	0,0743	-16,0
Шлам 10%	0,0342	+17,9	0,0784	-11,4

Масса 7-дневного вегетативной части проростка подсолнечника при низких концентрациях была значительно ниже контроля, но при высоких дозах шлама превышала контроль, максимально при содержании шлама в питательной среде 10,0% на 17,9%.

Весовые показатели корневой части проростка подсолнечника при всех концентрациях шлама металлургического производства были ниже контроля на 8-16%.

Таблица 3 - Длина вегетативной и корневой частей проростков подсолнечника при взаимодействии со шламом металлургического производства

Варианты	Подсолнечник			
	Длина вегетативной части, мм	Отношение к контролю, %	Длина корневой части, мм	Отношение к контролю, %
Контроль	20,6	-	14,6	-
Шлам 0,001%	21,0	+1,9	12,5	-14,4
Шлам 0,01%	19,7	-4,4	12,2	-16,4
Шлам 0,1%	23,5	+14,1	11,7	-19,8
Шлам 1,0%	22,2	+7,8	12,0	-17,8
Шлам 10%	24,7	+19,9	11,6	-20,5

Под действием шлама металлургического производства длина вегетативной части проростка подсолнечника превышала контроль при концентрациях 0,1-10% от 7,8 до 19,9%

относительно контроля, но длина корневой части оставалась ниже контроля при всех концентрациях на 14-20% (таблица 3). Таким образом, шлак металлургического производства в большей степени стимулировал рост и развитие вегетативной части проростков подсолнечника.

Витальные, метрические и весовые показатели проростков рапса при взаимодействии со шлаком металлургического производства представлены в таблицах 4-6.

Таблица 4 - Энергия прорастания и всхожесть рапса при взаимодействии со шлаком металлургического производства

Варианты	Рапс			
	Энергия прорастания, %	Отношение к контролю, %	Всхожесть, %	Отношение к контролю, %
Контроль	90	-	95	-
Шлак 0,001%	92	+2	96	+1
Шлак 0,01%	93	+3	95	-
Шлак 0,1%	95	+5	95	-
Шлак 1,0%	95	+5	98	+3
Шлак 10%	96	+6	99	+4

Энергия прорастания и всхожесть семян рапса при взаимодействии со шлаком значительно превышали контрольные показатели практически во всем интервале концентраций, достигнув максимального значения при содержании шлама в питательной среде 10,0% (таблица 4).

Таблица 5 - Масса вегетативной и корневой частей проростков рапса при взаимодействии со шлаком металлургического производства

Варианты	Рапс			
	Масса вегетативной части, г	Отношение к контролю, %	Масса корневой части, г	Отношение к контролю, %
Контроль	0,0184	-	0,0040	-
Шлак 0,001%	0,0239	+29,9	0,0047	+17,5
Шлак 0,01%	0,0282	+53,3	0,0055	+37,5
Шлак 0,1%	0,0232	+26,1	0,0046	+15,0
Шлак 1,0%	0,0212	+15,2	0,0051	+27,5
Шлак 10%	0,0262	+42,4	0,0056	+40,0

Присутствие металлургического шлама стимулировало накопление массы проростков семян рапса. При использовании шлама в максимальной концентрации (10%) масса вегетативной части проростков рапса превысила контроль на 42,4%, масса корневой части проростка – на 40,0%, показав лучший результат в эксперименте (таблица 5). При этом изменился и рост проростков рапса (таблица 6).

Таблица 6 - Длина вегетативной и корневой частей проростков рапса при взаимодействии со шлаком металлургического производства

Варианты	Рапс
----------	------

	Длина вегетативной части, мм	Отношение к контролю, %	Длина корневой части, мм	Отношение к контролю, %
Контроль	12,8	-	15,0	-
Шлам 0,001%	14,0	+9,4	16,2	+8,0
Шлам 0,01%	16,5	+28,9	18,8	+25,3
Шлам 0,1%	18,6	+45,3	21,5	+43,3
Шлам 1,0%	18,8	+46,9	19,7	+31,3
Шлам 10%	19,8	+54,7	23,5	+56,7

Длины вегетативной части проростка увеличилась в среднем на 9-54%, рост корневой части также достоверно превышал контроль, максимально при концентрации шлама 10,0% на 56,7%. Следовательно, шлам металлургического способствовал росту и развитию как корневой, так и вегетативной части проростков рапса, максимально при содержании шлама в жидкой культивационной среде от 0,1 до 10%.

Заключение

Таким образом, на основе изменений витальных, морфологических и физиологических показателей семян и проростков масличных культур в лабораторных условиях можно сделать следующие выводы.

1. Шлам металлургического производства обладает высокой биологической активностью.
2. Исследуемые концентрации показали различный эффект по воздействию на семена и проростки подсолнечника и рапса. Наиболее эффективными и оптимальными являются концентрации водных растворов шлама от 1 до 10%.

Работа выполнена при поддержке ГК 14.512.12.0001 от 25.02.2013 г.

Список литературы

1. Андрухов В.Г., Иванов Н.Н. Подсолнечник в Центральной Черноземной зоне. - Воронеж, 1970. - 95 с.
2. Гущина В.А., Аганкин Е.В., Жерякев Н.Д. Многоцелевое назначение рапса // Пчеловодство. - 2007. - № 10. - С. 32-33.
3. Карпачев В.В. Научное обеспечение производства рапса в России // Земледелие. - 2009. - № 2. - С. 8-10.
4. Физиология растений / под ред. проф. И.П. Ермакова. – 2005. - С. 362-371.
5. Фирсов И.П. Технология производства продукции растениеводства. - М. : Агропромиздат, 1989.

Рецензенты:

Ховайло В.В., д.ф.-м.н., профессор кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов Национального исследовательского технологического университета «МИСиС», г.Москва.

Серов Г.В., д.т.н., профессор кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов Национального исследовательского технологического университета «МИСиС», г. Москва.