

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ШЛАМОВ
МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ
ЦВЕТочно-ДЕКОРАТИВНЫХ ОДНОЛЕТНИКОВ

В условиях современного промышленного производства образуется большое количество разнообразных отходов. К их числу относятся и неорганические шламы металлообрабатывающих производств, в состав которых входят многие микроэлементы, необходимые для нормального развития растений. Изыскание способов и форм применения шламов в качестве удобрений и микродобавок на несельскохозяйственных землях явилось бы решением ряда проблем, важных в плане охраны и восстановления растительного покрова. Это, во-первых, дало бы возможность устранить дефицит необходимых растениям микроэлементов на площадях с нарушенным, сильно эродированным почвенным покровом. Во-вторых, было бы достигнуто снижение степени загрязнения окружающей среды шламами за счет их утилизации.

Изучавшиеся нами шламы представляли собой сильно обводненную тонкодисперсную смесь гидроокисей металлов (*Al, Cr, Cu, Fe, Zn*) и соединений *Ca* и *Mg*, обладающую высокой адсорбционной способностью.

Первым этапом в поиске путей возможного применения шламов должно было, по нашему мнению, стать решение вопроса о возможной их токсичности. Нами было установлено, что высокие дозы минеральных шламов, при исключении влияния почвенного субстрата, практически не угнетают прорастания семян, но повышают частоту проявления морфологических аномалий на ранних стадиях развития проростков (утолщенный короткий корень, спирально извитой корень, "перехват" на кончиках корней). Отрицательное действие высоких доз шламов на растения на стадии прорастания семян не приводит к летальным результатам, то есть не исключает возможного применения определенных малых доз шламов в качестве источника микроэлементов на эродированных почвах.

С учетом полученных результатов были проведены опыты по изучению воздействия различных доз шламов на рост и развитие декоративных однолетников.

Объектом исследования служил широко применяемый в озеленении цветочно-декоративный однолетник - бархатцы (*Tagetes patula* L.).

Для изучения влияния шламов применялся метод песчаной культуры, позволяющий оценить непосредственное влияние элементов минерального питания на растения без опосредующего участия почвы. Семена бархатцев высевали в ящики с песком, куда добавляли питательную смесь Прянишникова и, в зависимости от варианта опыта, известное количество шлама или отдельно — окиси хрома, поскольку она предположительно является наиболее токсичным элементом шлама. Используемые в эксперименте дозы окиси хрома соответствуют ее содержанию в шламе в вариантах опыта с наиболее высокими дозами шлама. В контроле в песок добавляли только питательную смесь Прянишникова. В ходе эксперимента регулярно проводили фенологические наблюдения, измеряли длину стеблевой и корневой частей растений, длину первого междоузлия и диаметр стебля, а также определяли содержание сухого вещества и количества пигментов. Все цифровые материалы обрабатывали статистически с использованием микроЭВМ "Электроника БЗ-21 и по специальной программе. Достоверность различий между контрольными и опытными показателями определяли по критерию Стьюдента при уровне значимости 0,01.

Во всех вариантах опыта было отмечено дружное, как и в контроле появление всходов. Даже в высоких дозах шламы практически не влияли на прорастание семян, то же можно сказать и о действии окиси хрома. В ходе дальнейшего развития растений отмечалось сильное ингибирование роста в варианте с внесением самой большой дозы шламов (10 г на 1 кг песка). В этом случае происходило усыхание семядольных листьев, сильно запаздывало образование настоящих листьев, появлялись бурные пятна и общая сизая окраска растений, фаза бутонизации у растений этого варианта не наступала.

Во всех остальных вариантах опыта растения развивались гораздо лучше, но в варианте с внесением 1 г шлама на 1 кг песка еще отмечалась задержка разветвления настоящих листьев и появления побегов второго порядка. Внесение в песок окиси хрома даже в количестве, соответствующем ее содержанию в самой большой дозе шлама, не только не угнетало развития опытных растений, но ускоряло его по сравнению с другими вариантами опыта.

Внесение шлама и окиси хрома во всех вариантах вызывало ингибирование роста стеблей бархатцев в начальных стадиях развития. При использовании высоких доз шламов это ингибирование становилось все более значительным и к концу эксперимента достигало высокой степени достоверности. Соответствующие дозы окиси хрома оказывали сходное воздействие на растения, но в меньшей степени. Таким образом,

угнетающее действие больших доз шлама не ограничивается влиянием входящей в его состав окиси хрома, а является результатом действия всего комплекса соединений в шламах.

Обнаружено усыхание кончиков главных и слабое развитие боковых корней в варианте с внесением в песок максимальной дозы шлама (10 г на 1 кг песка). Внесение высоких доз шлама вызывало достоверное возрастание содержания сухого вещества. В варианте с внесением минимальной дозы окиси хрома (0,035 г на 1 кг песка) отмечено достоверное ингибирование образования сухой массы в течение всего периода исследований.

Таблица I

Динамика ростовых процессов у бархатцев под влиянием минерального шлама и окиси хрома в условиях песчаной культуры

№ проб	Шлам на 1 кг песка			Окись хрома на 1 кг песка		Контроль
	10г	1г	0,1г	0,35г	0,035г	
		Длина стебля, мм				
1	21,5±0,8	22,3±0,56	-	21,0±0,5*	17,9±0,58*	24,5±1,02
2	-	-	36,2±1,86	-	-	35,9±2,85
3	37,1±1,2*	32,4±1,65	-	37,1±1,1*	39,4±0,6	42,6±1,6
4	34,2±1,6*	37,9±1,2*	-	43,6±1,7	37,6±0,7*	47,8±3,7
5	-	-	54,33±2,8	-	-	58,7±3,6

Примечание. В случаях со звездочкой (*) различия достоверны при уровне значимости 0,01.

Содержание ведущих пигментов (хлорофилл А, В, каротиноиды) в растениях под влиянием больших доз шлама сначала уменьшалось, а к концу опыта приближалось к контрольным значениям или даже превышало их (табл. I, 2).

Очевидно, что внесение высоких доз шлама в субстрат в условиях песчаной культуры вызывало у растений сильный минеральный стресс. Уровни вносимых металлов в этом случае были избыточны, тем более, что в песчаной культуре отсутствовало взаимодействие металлов с органическими веществами почвы, которое в значительной мере предохраняло растения от негативного воздействия избытка микроэлементов. Отклонения от нормального развития растений (отставание в росте, повреждение главного корня, появление сизой окраски) это характерные признаки внешнего проявления минерального стресса.

са (Гюу С.Д. , 1983), с которым связано и ускоренное "старение" растений в вариантах с высокими дозами шламов. Об этом свидетельствует повышенное накопление растениями сухого вещества. Повышение содержания пигментов в этих условиях свидетельствовало об активизации синтетических процессов в растениях, но степень воздействия избыточного количества микроэлементов была столь высока, что отмеченная активизация биохимических процессов не могла нормализовать состояние растений.

Таблица 2

Изменение некоторых биохимических показателей у бархатцев под влиянием шлама и окиси хрома в условиях песчаной культуры

№ про- бы	Шлам на 1 кг песка		Окись хрома на 1кг песка		Контроль
	10 г	1 г	0,35 г	0,035	
Содержание сухого вещества, %					
1	10,1±0,23*	9,07±0,42*	8,13±0,12*	7,57±0,03	7,33±0,12
2	14,2±0,27*	9,7±0,1*	7,55±0,15*	6,9±0,09*	8,33±0,1
3	13,7±0,42*	12,2±0,23*	11,7±0,15*	7,83±0,54*	10,7±0,34
Содержание хлорофилла А, мг/г					
1	6,13±0,19	6,9±0,29	6,32±0,21	7,23±0,96	6,4±0,19
2	3,15±0,35	4,29±0,17	5,96±0,26	5,8±0,36	5,16±0,5
3	-	5,29±0,25*	5,09±0,21	4,31±0,4	4,3±0,14
Содержание хлорофилла Б, мг/г					
1	3,5±0,2	5,3±0,42	4,9±0,12	4,99±0,26	4,27±0,31
2	2,33±0,05*	1,93±0,04*	2,69±0,58	3,5±0,25	5,06±0,56
3	-	3,26±0,16	2,75±0,38	3,13±0,38	3,41±0,34
Содержание каротиноидов, мг/г					
1	1,29±0,03	1,24±0,01	1,14±0,1	1,09±0,16	0,75±0,16
2	0,55±0,11	0,71±0,01	0,32±0,1	1,05±0,19	1,3±0,3
3	-	0,18±0,07	0,17±0,11	0,96±0,03	1,07±0,14

Примечание. В случаях со звездочкой (*) различия достоверны при уровне значимости 0,01.

Малые дозы шламов практически не угнетали рост растений и также вызвали повышение содержания пигментов. В этом случае активизация синтетических процессов позволяла растениям не только нормализовать свое состояние в условиях слабого минерального стресса, но и повысить устойчивость растений в целом.

Итак, проведенные вами опыты позволяют предположить возможность использования малых доз шламов как источника микроэлементов, в том числе при восстановлении плодородия нарушенных земель.

Л и т е р а т у р а

Foy C. D. The Physiology of Plant Adaptation to mineral stress. - Iowa State Journal of Research. May 1983, Vol. 57, No 4., p. 355-391