

Н.М.Матвеев, Н.В.Прохорова,
Л.М.Каведенова, И.А.Родионова,
Е.И. Соболева
Куйбышевский университет

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ШЛАМОВ НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СЕЯНЦЕВ ЯСЕНЯ

Изучение влияния промышленных шламов на растения вызвано тем, что, являясь побочным продуктом несовершенного технологического процесса, они накапливаются в больших количествах на свалках и широко распространяются в окружающей среде с участием грунтовых вод,

осадков и ветра. При этом неизбежен контакт шламов или их отдельных компонентов с растениями.

Влияние шламов на растения нельзя ограничивать только негативным воздействием, так как многие элементы, входящие в их состав, являются необходимыми для нормального роста и развития растений. Поэтому на почвах с дефицитом этих элементов шламы могут быть использованы в качестве удобрений.

Наша работа проводилась на протяжении полного вегетационного периода в лесопитомнике Красносамарского лесничества Куйбышевской области. Почва питомника - аллювиальная луговая насыщенная слабосолонцеватая суглинистая на аллювиальных суглинистых отложениях.

Однолетние сеянцы ясеня зеленого (*Fraxinus lanceolata* Borkh.) выращивались густыми плотными рядами. Каждый вариант опыта включал две десятиметровые строчки с растениями одинаковой высоты.

Шлам, содержащий смесь гидроокисей алюминия, хрома, железа, кальция, магния, никеля, меди, цинка, вносился равномерно в виде порошка в верхний слой почвы над корневой системой сеянцев в следующих дозах:

первый вариант - 20 г, второй вариант - 10 г, третий вариант - 3 г, четвертый вариант - 1 г шлама на 1 м посадочного ряда (строчки).

При внесении в почву высоких доз шламов (10 и 20 г на 1 м посадочного ряда) к концу вегетационного периода проявилось достоверное ингибирование линейного роста сеянцев ясеня. Малые дозы шлама не вызывали подобного эффекта (табл. I).

При развитии сеянцев ясеня из семени первые листья по форме простые, а в середине вегетационного периода появляются настоящие непарноперистосложные листья, что свидетельствует о вступлении сеянцев в новую фазу развития. Сравнивая число листьев у растений из разных вариантов опыта, мы обнаружили, что в начале вегетационного периода в вариантах с малыми дозами шлама в почве (1-3 г на 1 м посадочного ряда) преобладали растения с тремя парами простых листьев, а в контроле и в вариантах с большими дозами шлама имелось равное количество растений с двумя и тремя парами листьев. В конце вегетационного периода растения в вариантах с малыми дозами шламов имели достоверно большее число пар настоящих непарноперистосложных листьев, чем в контроле.

Таким образом, высокие дозы шлама (10-20 г/м) задерживают линейный рост ясеня обыкновенного. Малые дозы шлама достоверно не

влиять на линейный рост сеянцев, но вызывают ускорение развития растений, что проявляется в более быстром появлении настоящих непарноперистосложных листьев.

Микроанатомический анализ стеблей и корней сеянцев ясеня зеленого дал следующие результаты (табл.2).

Таблица 1

Линейный рост стеблей сеянцев ясеня зеленого
под влиянием неорганического шлама, мм

Дата	Контроль	Доза шлама, г/м			
		20,0	10,0	3,0	1,0
12.06.84	42,0±2,2	48,3±2,3	46,4±2,1	47,2±2,2	45,1±2,0
03.07.84	119,1±3,6	126,4±3,6	127,4±5,1	132,3±5,4	108,1±3,6
16.07.84	183,9±5,1	178,9±7,5	175,3±6,5	185,2±6,1	174,5±6,2
11.09.84	316,0±17,3	262,0±11,8*	273,1±14,9*	296,6±15,2	296,6±10,1

Примечание: цифры со звездочкой(*) – статистически достоверные отклонения при уровне значимости 0,05.

Таблица 2

Относительная доля элементов на поперечном срезе
стебля и корня сеянцев ясеня зеленого, %

Вариант	Центральный цилиндр			Кора
	сердцевина	проводящая система	суммарно	
Стебель				
Контроль	21,3±0,54	48,4±0,79	69,7±0,45	30,3±0,44
Шлам:				
- 20,0г/м	17,2±0,83	58,3±0,96	75,5±0,41	24,5±0,30
- 10,0г/м	17,9±0,71	57,0±0,90	74,9±0,70	25,1±0,79
- 3,0г/м	18,9±0,79	56,5±0,84	75,4±1,06	24,6±1,04
- 1,0г/м	21,7±1,19*	52,4±1,01*	74,1±0,62	25,9±0,49
Корень				
Контроль	19,9±0,61	55,3±1,72	75,2±1,22	24,8±1,35
Шлам:				
- 10,0г/м	17,2±0,53*	60,6±1,07	77,8±0,65*	22,2±0,15*
- 3,0г/м	5,9±0,30	74,4±0,66	80,3±0,39	19,7±0,40
- 1,0г/м	16,8±1,17*	53,7±1,56*	70,5±0,44	29,5±0,44

Примечание: цифры со звездочкой * – статистически недостоверные отклонения при уровне значимости 0,05.

Во всех вариантах опыта по сравнению с контролем отмечено увеличение объема центрального цилиндра и уменьшение объема коры в стеблях сеянцев ясеня. При этом в центральном цилиндре снижалась доля сердцевины и увеличивалась доля проводящей системы (ксилемы). Все дозы пламов изменяли анатомическое строение сеянцев ясеня сходным образом (табл.2).

Анатомическая структура корней сеянцев ясеня также изменялась под действием пламов. Объем центрального цилиндра оставался на уровне контроля, но изменялось соотношение тканей в центральном цилиндре, что особенно проявилось в вариантах с малыми дозами пламов: значительно снизился объем сердцевины и увеличился объем проводящей системы (ксилемы).

Таким образом, исследованные нами промышленные пламы в условиях аллювиальной луговой насыщенной слабосолонцеватой суглинистой почве на аллювиальных суглинистых отложениях в малых дозах (I и 3 г на I м посадочного ряда) оказывают положительное влияние на ростовые процессы у сеянцев ясеня. За счет незначительного ингибирования осевого роста стеблей энергетический материал организма перераспределяется на ускорение развития настоящих листьев. При этом стимулируется также развитие проводящей системы в корнях и стеблях растений.

В условиях резко засушливого климата степного Поволжья ускоренное развитие сеянцев древесных пород имеет огромное положительное значение, так как повышает их устойчивость к засухам и другим неблагоприятным факторам.

Показатели, которые использовались нами для контроля за состоянием обменных процессов у сеянцев ясеня, целесообразнее рассматривать в динамике. Здесь, в отличие от приведенных выше данных, итоговые показатели приобретают смысл при сопоставлении с предшествовавшим ранее уровнем.

Характер изменений доли сухого вещества (неводного компонента растительной ткани) дает упрощенную картину соотношения процессов синтеза и распада веществ, которую можно сопоставить с внешними проявлениями процессов роста и развития. Так, возрастание процента сухих веществ в растительной пробе свидетельствует об определенном преобладании синтетических процессов.

В ходе вегетации у однолетних сеянцев ясеня происходило повышение содержания сухого вещества, что можно отчасти связать с на-

чалом формирования древесины. В опытных вариантах внесение высоких доз шлама (20 и 10 г/м) в начале опыта стимулировало накопление сухого вещества. Позднее во всех вариантах опыта данный показатель приближался к контролю, а в конце вегетационного периода вновь проявилась тенденция к повышению доли сухого вещества по сравнению с контролем. В этом случае мы отметили достоверное возрастание этого показателя в варианте с внесением 3 г/м шлама (рис. I).

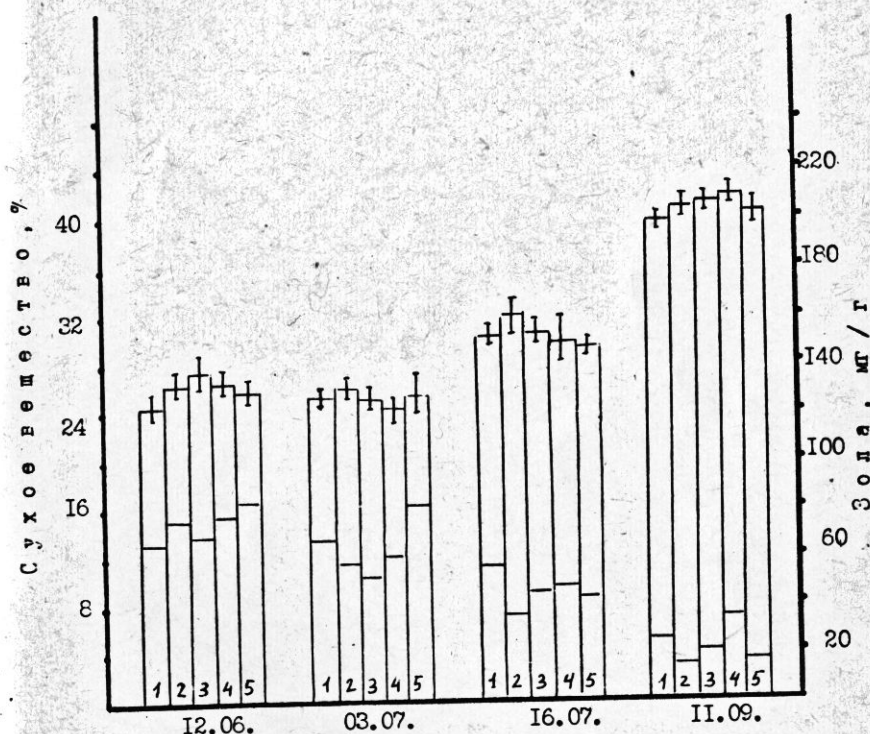


Рис. I. Динамика накопления сухого вещества и зола у однолетних сеянцев ясеня зеленого при воздействии различных доз шлама
 □ — сухое вещество, ▨ — зола.
 Доза шлама на 1 м посадочного ряда сеянцев: I — контроль (без внесения), 2 — 20г, 3 — 10г, 4 — 3 г, 5 — 1г

Итак, говоря о динамике накопления сухого вещества, следует отметить, что в вариантах с внесением в почву высоких доз шламов (20 и 10 г/м) в начале наблюдений скорость роста этого показателя превышала контрольную, что согласуется в выявленном путем морфометрии ускоренным развитием растений этих вариантов и формированием проводящей системы в стебле и корне. Кроме того, известно, что избыточные для растений количества тяжелых металлов могут обезвреживаться путем связывания их синтезированными в клетке органическими кислотами и другими соединениями (Гоу, 1983), что также может внести вклад в рост доли сухого вещества.

Содержание золы (неорганических веществ, которые остаются после сжигания растительного материала) у сеянцев ясеня в ходе вегетации снижалось. Это, в первую очередь, является результатом накопления органических веществ, преобладание которых дает видимость снижения доли неорганических веществ, хотя их абсолютное потребление растениями, вероятно, может и не снижаться. Если в начале вегетации содержание золы во всех опытных вариантах в различной степени превышало контрольный показатель, то позднее здесь быстрее, чем в контроле, происходило снижение доли золы в растительном материале, особенно при использовании высоких доз шлама. В конце периода наблюдений данный показатель во всех опытных вариантах вновь превышал контрольный уровень. Ускоренное снижение содержания золы в середине вегетации у сеянцев, подвергнутых воздействию шлама, согласуется с установленным у них ускорением развития, накопления сухого вещества, которое, видимо, в большей степени обеспечивается активизацией синтеза разнообразных органических соединений.

Содержание пигментов (Хлорофиллов а и в, суммы каротиноидов) в ходе вегетации закономерно изменялось, в контроле и опытных вариантах общий характер этих изменений был близким. Однако в начале и в середине вегетационного периода растения опытных вариантов содержали больше хлорофиллов, чем контроль, а к концу наблюдений отмеченная разница стала незначительной. Содержание каротиноидов в сеянцах ясеня при внесении шламов не возрастало (рис.2).

Водорастворимые (точнее - легкоизвлекаемые, слабо связанные с мембранами) белки включают множество ферментов. Свободные аминокислоты, с одной стороны, слагают фонд, из которого формируются белковые молекулы, с другой - это продукты гидролиза существовавших ранее белков, что не исключает иных путей образования аминокислот.

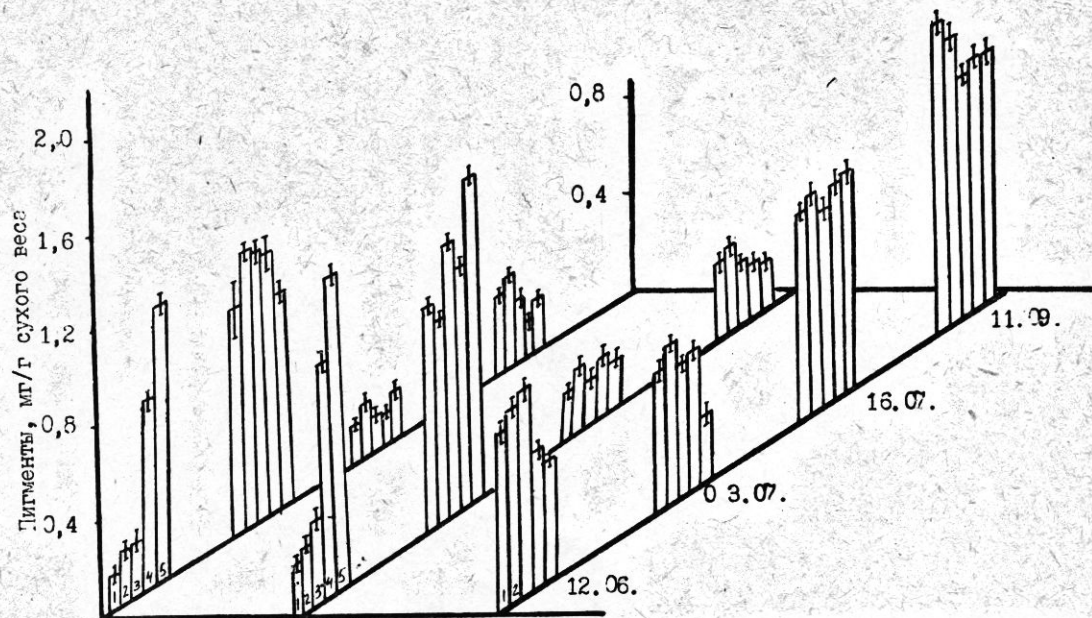


Рис.2. Динамика содержания пигментов у сеянцев ясеня при воздействии различных доз шлама. Дозы шлама на 1 м: 1 - контроль (без внесения), 2 - 20 г, 3 - 10 г, 4 - 3 г, 5 - 1 г. А - хлорофиллы "а", Б - хлорофиллы "б", В - каротиноиды

Использование этих количественных показателей интересно еще и потому, что можно предположить наличие определенной "обратной связи" между ними.

В начале опыта содержание водорастворимых белков превышало контрольные показатели, особенно в варианте с внесением 20 г/м, а свободных аминокислот обнаруживалось меньше, чем в контроле. Характерно, что в конце опыта в вариантах с внесением малых доз шлама было снижено содержание водорастворимых белков и одновременно повышено содержание свободных аминокислот. Можно предположить, что в начале вегетации имела место активизация синтеза белковых молекул при воздействии шлама, а в конце вегетации в опытных растениях по сравнению с контролем синтез белков осуществлялся менее интенсивно, причем не исключено и гидролитическое разрушение части белковых молекул.

Использованные нами простые показатели позволяют говорить о том, что при внесении различных доз шлама в почву питомника сеянцы ясеня подвергались воздействию повышенного фона тяжелых металлов, то есть слабому минеральному стрессу. Активизация обменных процессов при развитии адаптивной реакции проявилась в ускоренном накоплении сухого вещества (предположительно, большей частью за счет органических веществ), повышении уровня содержания хлорофиллов, увеличении содержания водорастворимых белков. Слабый минеральный стресс не вызывал видимых негативных последствий. Заметим также, что развитие неспецифической защитной реакции организма на данное воздействие может повышать устойчивость к прочим факторам среды. Так, в условиях засушливого и жаркого лета активизация синтетических процессов, повышенное содержание осмотически активных веществ увеличивает жаро- и засухоустойчивость растения, то есть его устойчивость в целом.

Ускорение развития, повышение устойчивости растений путем активизации их метаболизма при повышенном фоне микроэлементов можно считать положительным проявлением действия малых доз минерального шлама на однолетние сеянцы ясеня.

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.