

казывают более высокие значения измеренных показателей по сравнению с требованиями к базовым образцам (см. табл. 3).

В ходе работы определен компонентный состав слома пшеницы и установлены её отличия от листовых пород древесины. Полученные результаты по прочности рекомендуют следующий режим варки: расход NaOH (в ед. Na₂O) к а.с.с. 12 %; продолжительность подъема температуры и варки 60 мин при температуре 160 °С.

Натронная целлюлоза пригодна для изготовления бумаги для гофрирования и картона для плоских слоев гофрированного картона.

Список источников

1. Материалы из нетрадиционных видов волокон: технологии получения, свойства, перспективы применения : моногр. / Е. Г. Смирнова, Е. М. Лоцманова, Н. М. Журавлева [и др.] ; под ред. А. В. Вураско. Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. 252 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/157266> (дата обращения: 23.11.2021).

2. Непенин Ю. Н. Технология целлюлозы. Очистка, сушка и отбелка целлюлозы. Прочие способы производства целлюлозы. М. : Экология. Т. 3. 1994. 592 с.

3. Азаров В. И., Буров А. В., Оболенская А. В. Химия древесины и синтетических полимеров : учебник для вузов. СПб : СПбЛТА, 1999. 628 с.

4. Практические работы по химии древесины и целлюлозы / А. В. Оболенская, В. П. Щеголев, Г. Л. Аким [и др.]; под ред. В. М. Никитина. М. : Лесн. пром-сть, 1965. 421 с.

Научная статья
УДК 504.054

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН

Никита Русланович Ширяев¹, Даниил Юрьевич Дворянкин², Татьяна Анатольевна Мельник³

^{1, 2, 3}Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹ nik02.shi@mail.ru

² daniil.dvoryankin.02@mail.ru

³ melnikta@m.usfeu.ru

Аннотация. Изучено влияние тяжелых металлов на прорастание семян редиса и рост проростков, отмечено стимулирующее и угнетающее действие элементов на ряд критериев роста растения.

Ключевые слова: загрязнение, тяжелые металлы, почва, всхожесть

Scientific article

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF HEAVY METALS FOR SEED GERMINATION

Nikita R. Shiryaev¹, **Daniil Y. Dvoryankin**², **Tatiana A. Melnik**³

Ural State Forestry Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ nik02.shi@mail.ru

² daniil.dvoryankin.02@mail.ru

³ melnikta@m.usfeu.ru

Abstract. The influence of heavy metals on the process of radish seed germination and the growth of seedlings was studied, and the stimulating and depressing effects of elements on a number of criteria for plant growth was noted.

Keywords: pollution, heavy metals, soil, germination

Вследствие антропогенного и техногенного воздействия окружающая среда, в частности почвенный покров, загрязняется различными химическими веществами. Отходы производства и потребления нередко содержат тяжелые металлы, способные снижать продуктивность растений, вызывать деструкцию ассимиляционного потенциала фитомассы, накапливаться в концентрациях, опасных для живых организмов [1]. Поведение ионов металлов в почве зависит от рН среды, содержания гумусовых веществ, сорбционной способности почвенных компонентов, механического и минералогического состава почвы.

Свердловская область – это территория с высоким уровнем промышленной активности, развитой сетью автомагистралей. В некоторых населенных пунктах области выявлено высокое содержание в почвах меди, цинка, кобальта, никеля и хрома [2].

С точки зрения воздействия на растения тяжелые металлы можно разделить на необходимые для жизнедеятельности и присутствующие в относительно постоянных концентрациях (медь, цинк, железо, кобальт, молибден и др.) и не участвующие в метаболизме растений (кадмий, свинец, ртуть и др.).

В данной работе исследовано влияние различных концентраций тяжелых металлов (медь (II), цинк (II), кадмий (II), свинец (II)) на прорастание семян редиса.

Семена редиса в количестве 20 штук помещали в чашки Петри на ложе из фильтровальной бумаги и добавляли раствор соли металла. Чашки Петри закрывали и помещали в темное место. По мере высыхания в чашки Петри добавляли порции дистиллированной воды. Для контроля семена редиса поместили в дистиллированную воду, чтобы сравнить степень прорастания семян в разных условиях в течение 7 дней. Ежедневно производился подсчет проросших семян, измерение длины проростка.

Как видно из данных табл. 1, процесс прорастания семян является устойчивым к воздействию исследуемых металлов при концентрации 10^{-4} М. Замедление процесса прорастания семян редиса наблюдается при высоких концентрациях микроэлементов (10^{-1} М).

Таблица 1

Влияние ионов металлов на техническую всхожесть семян редиса
(количество проросших семян на 7-й день эксперимента, %)

Контроль	Концентрация ионов металла, М			
	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}
Медь (II)				
95	95	95	85	10
Цинк (II)				
95	90	95	95	55
Кадмий (II)				
95	90	50	35	10
Свинец (II)				
95	85	75	65	10

Для ионов меди (II) и цинка (II) отмечена высокая всхожесть семян и при концентрации ионов металлов $10^{-2} \dots 10^{-3}$ М. Данный эффект возможно связан с физиологической ролью данных элементов для растений. Медь участвует в ферментативных процессах, метаболизме протеинов и углеводов, усиливает интенсивность дыхания, улучшает процесс выработки хлорофилла, обеспечивает устойчивость растений к различным факторам внешнего воздействия. Цинк также необходим для функционирования ферментов, стимулирует синтез белков, активизирует рост растений [3].

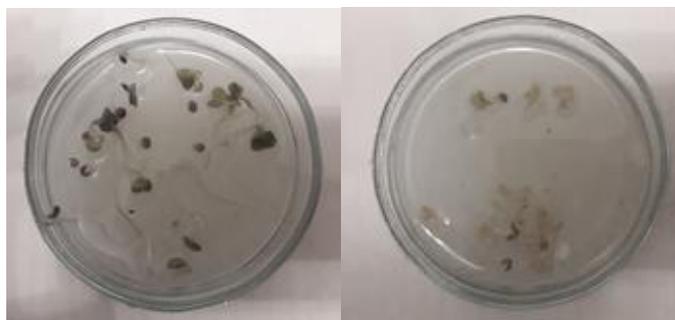
В ходе эксперимента отмечено замедление роста проростков редиса при увеличении концентрации ионов металлов (табл. 2). Наибольшее угнетающее влияние на рост корня и надземной части растения оказал кадмий (II) (рисунок).

Показателем загрязнения почвы тяжелыми металлами может выступать содержание хлорофилла в растениях [3]. Явные признаки хлороза были отмечены при воздействии на проростки редиса ионов цинка (II), кадмия (II) и свинца (II) – это изменение окраски листьев от светло-зеленого до желтого, а также появление оранжевых и красных пятен.

Таблица 2

Влияние ионов металлов на рост проростков редиса
(максимальная длина проростков на 7-й день эксперимента, см)

Контроль	Концентрация ионов металла, М			
	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}
Медь (II)				
7	4	1,5	0,4	0,1
Цинк (II)				
7	6	2	1	0,8
Кадмий (II)				
7	0,5	0,5	0,3	0,2
Свинец (II)				
7	6,5	2,2	0,5	0,3



Влияние ионов кадмия (II) на рост проростков редиса:
слева контроль, справа – концентрация ионов 10^{-4} М

В работе показано, что тяжелые металлы имеют широкий спектр биологической активности. Дефицит и избыток необходимых микроэлементов наносят вред растению, а тяжелые металлы, не участвующие в метаболизме растительной клетки, могут выступать потенциальными токсикантами.

Список источников

1. Латенков В. П., Скипин Л. Н. Основы токсикологии для безопасности жизни и деятельности: учеб. пособие. Тюмень : Изд-во Тюменского государственного университета, 2003. 164 с.
2. Государственный доклад о состоянии окружающей среды на территории Свердловской области в 2020 году. Екатеринбург : ООО «Издательство УМЦ УПИ», 2020. 329 с.
3. Медведев С. С. Физиология растений: учебник. СПб. : Изд-во Санкт-Петербургского университета, 2004. 336 с.