

- content/Events/Conference/RM/2019/RM19/pages/Articles/40504.pdf/
(Дата обращения: 20.05.2019г.).
2. Нозирзода Ш.С. Перспективы развития гидроабразивной обработки / Современные материалы и технологии новых поколений: сборник научных трудов II Международного молодежного конгресса / под ред. А.Н. Яковлева; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – С.339-341.
 3. Применение гидроабразивной резки при обработке сложнопрофильных поверхностей деталей к.т.н. Моргунов Ю.А., Федотов А.А., Швычков Д.В. МГТУ «МАМИ».
 4. Барсуков Г.В. Повышение эффективности гидроабразивного резания на основе дискретного регулирования состояний технологической системы. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Орел, 2006, 411с.
 5. Гидротехнические сооружения. Часть 1. Учебник для вузов. - Москва: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2008. - 576 с.

Нурила Сапар (Казахстан)

Томский политехнический университет, Томск

Научный руководитель: Годымчук Анна Юрьевна,
к.т.н., доцент отделения материаловедения ИШНПТ НИ ТПУ;
ведущий эксперт кафедры функциональных наносистем
и высокотемпературных материалов НИТУ «МИСиС»

БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРОМЫШЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ НАНОЧАСТИЦ

Введение

Поведение наночастиц оксида железа в окружающей среде вызывает большой интерес ученых, потому что они имеют большие перспективы применения в сельском хозяйстве и растениеводстве [1]. В результате большого спроса происходит рост производства наночастиц, и как следствие, увеличение числа источников выделения наночастиц в окружающую среду [2]. Несмотря на то, что сами оксиды железа повсеместно распространены в природе и входят в состав почв, отложений и минералов [3-4], в наноразмерной форме оксиды железа обладают благодаря развитой поверхности имеют высокую скорость растворения [5] и могут вызывать как положительное [6] так и отрицательное [7] воздей-

ствие на растения. Поэтому изучение биологических свойств наночастиц оксида железа по отношению к растениям актуально.

Для определения фитотоксичности в эксперименте наночастицы традиционно добавляют в водную среду, в которой частицы склонны к агрегации [8], благодаря чему в тест-среде частицы образуют крупные агрегаты, что сильно влияет на биологические свойства тест-объекта. При этом агрегация зависит от многих факторов, включая pH раствора, ионную силу, присутствие органического вещества и внешнего воздействия [9-10]. Не смотря на то, что есть данные о влиянии абиотических факторов на агрегацию, в настоящий момент в литературе отсутствуют данные о влиянии предварительной ультразвуковой (УЗ) обработки на биологические свойства наночастиц. Поэтому целью данной работы являлось определение влияния УЗ обработки суспензий наночастиц оксида железа на морфометрические свойства проростков пшеницы.

Экспериментальная часть

В качестве объектов исследования выбраны нанопорошки оксида железа (α - Fe_2O_3) со средним размером 600 (ТУ 6-09-5346-87) и 80 нм (Передовые порошковые технологии, Россия) и наночастицы γ - Fe_2O_3 с размерами 18 и 38 нм (Nanografi, Турция). Согласно данным производителя среднеарифметический размер частиц составляет 600, 80, 38 и 18 нм, и образцы были обозначены в работе, соответственно, Fe_2O_3 -600, Fe_2O_3 -80, Fe_2O_3 -38 и Fe_2O_3 -18.

В эксперименте готовили суспензии на основе дистиллированной воды (pH=6,8) с концентрацией железа 100 мг/л без и с последующей обработкой в УЗ ванне в течение 30 мин (40 Вт, 40 кГц). Для исследования биологических свойств оценивали длину проросшего корня зерна пшеницы сорта «Ирень» урожая 2017 г. (Томская область). На дно стеклянной чашки Петри помещали фильтровальную бумагу, смоченную 7 мл суспензии, сверху равноудаленно размещали 25 семян. Закрытые чашки Петри выдерживали при 25°C в течение 48 ч. После чего фотографировали все вынутые из чашки семена на темном фоне. Длину корней проросших семян измеряли линейкой. По полученным данным определяли всхожесть как долю взошедших семян в %. Затем проростки культивировали при искусственном освещении 5 дней при 25±2°C. После этого измеряли длину стебля побега, сырую и высушенную при 40±2°C в течение 24 ч биомассы. Отношение суховоздушной массы корня к массе побега определяли как корневой индекс. Исследования проводили в двух повторностях.

Результаты и их обсуждение

Согласно полученным результатам, влияние на морфометрические показатели проростков зависит на обработки суспензии УЗ.

Установлено, что стимулирующее действие наночастиц на прорастание семян не зависит от УЗ обработки: длина корня проростка увеличивается в рамках ошибки эксперимента (на 1,45... 1,78 см, рис.1). Одновременно видно, что с увеличением размера частиц длина корня увеличивается. Например, в ряду частиц с размером 18...38...80...600 нм средняя длина корня составляет 1,45..1,63...1,30..1,71 см (рис.1).

По полученным данным можно сделать вывод о том, что УЗ обработка суспензии способствует увеличению длины стебля. Например, с увеличением размера частиц от 18 до 600 нм длина стебля увеличивается от 9,46 до 11,07 см, что на 6-19% больше по сравнению с контролем (8,93 см, рис.2). Без УЗ обработки с уменьшением размера наночастиц средняя длина стебля уменьшается с 10,38 (самое длинная 38нм) до 8,71(короткая длина 600нм) см.

Показано, что УЗ обработка неоднозначно влияет на всхожесть частиц с размером менее 38 нм: обработка уменьшает или не влияет на всхожесть. Хотя, для частиц с размером 80...600 нм обработка приводит к уменьшению всхожести: например, для частиц Fe₂O₃-80 после УЗ обработки всхожесть составляет 85% по сравнению с 95% без УЗ (рис.3). Также видно, что в суспензиях без УЗ с увеличением размера частиц от 38 до 600 нм всхожесть семян – уменьшается от 85 до 80%. В суспензиях после УЗ обработки такая же зависимость, исключая наночастицы с размером 80 нм (рис.3).

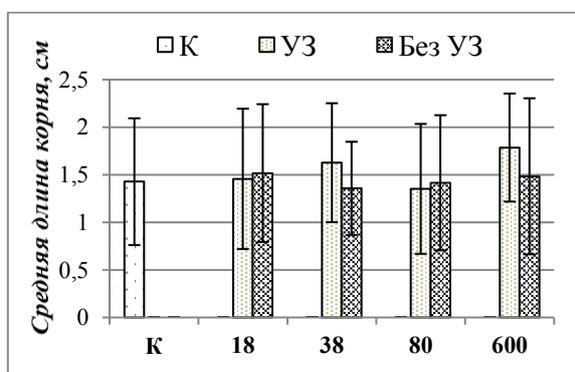


Рис. 1. Влияние концентрации наночастиц Fe₂O₃ на длину корня.

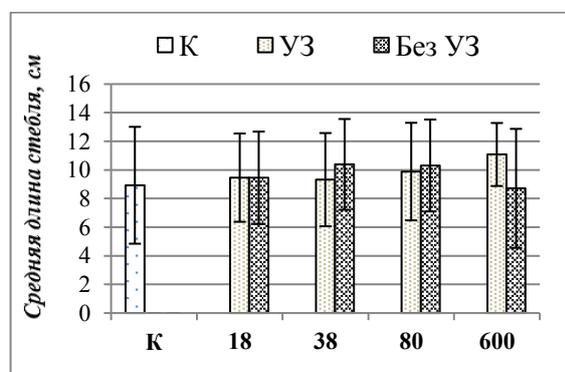


Рис. 2. Влияние концентрации наночастиц Fe₂O₃ на среднюю длину стебля.

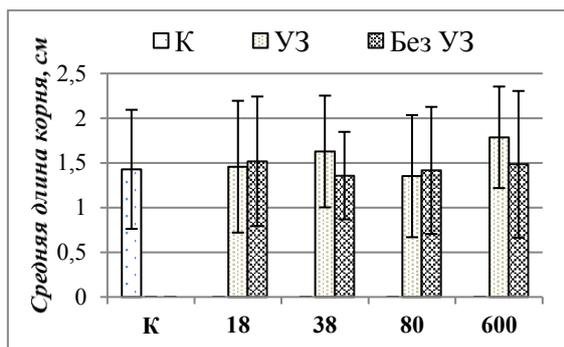


Рис. 1. Влияние концентрации наночастиц Fe_2O_3 на длину корня.

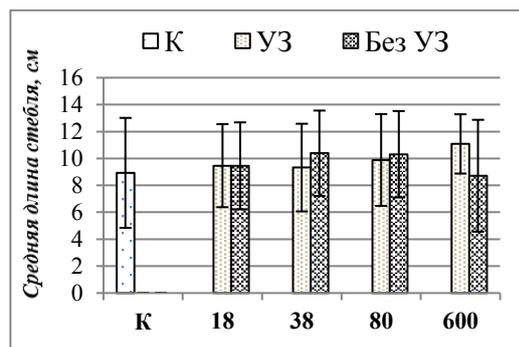


Рис. 2. Влияние концентрации наночастиц Fe_2O_3 на среднюю длину стебля.

В то же время видно, что наночастицы в выбранных условиях не оказывают большого влияния на адаптационные свойства растений, которые отражает рассчитанный корневой индекс. Относительно влияния УЗ обработки можно сказать, что после обработки корневой индекс меняется неоднозначно. Например, в суспензии Fe_2O_3 -18 и Fe_2O_3 -600 корневой индекс составляет 1,06, а для остальных частиц – 1,24 (рис.4).

Заключение

Таким образом, на примере наночастиц оксида железа (Fe_2O_3) со средним размером частиц 18...600 нм и семян пшеницы показано, что предварительная ультразвуковая обработка водных суспензий наночастиц с концентрацией 100 мг/л в течение 30 минут при мощности источника в 40 Вт оказывает слабое стимулирующее воздействие на рост корней, длину стебля, всхожесть и корневой индекс. Однако, применение УЗ обработки суспензий позволило установить, что при уменьшении размера наночастиц значительно увеличивается всхожесть семян, уменьшается средняя длина корня проростка и не меняются длина стебля побега и корневой индекс. Полученные данные являются актуальными для разработки методик определения фитотоксичности наночастиц.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zia-ur-Rehman M., Naeem A., Hinnan K., Rizwan M., Shafaqat A., Muhammad A. Responses of Plants to Iron Oxide Nanoparticles // Journals & Books. Nanomaterials in Plants, Algae, and Microorganisms. – 2018. – V.1. – P. 221-238.
2. Quadros M.E., Marr L.C. Environmental and human health risks of aerosolized silver nanoparticles // Journal of the Air & Waste Management Association. – 2010. – V.60. – № 7. – P.770-81.

3. Cornell R. M., and Schwertmann U. The iron oxides: structure, properties, reactions, occurrences, and uses, Wiley-VCH, 2nd edn. – 2003. – P.664.
4. Hochella, M. F., Lower, S. K., Maurice, P. A., Penn, R. L., Sahai, N., Sparks D. L., and Twining B. S. Nanominerals, mineral nanoparticles, and Earth systems // *Science*. – 2018. – V.139. – P.1631-1635.
5. Guo H., and Barnard A. Naturally occurring iron oxide nanoparticles: morphology, surface chemistry and environmental stability // *Journal of Materials Chemistry A*. – 2013. – V.1. – P. 27- 42.
6. Scott N., Chen H. Nanoscale science and engineering for agriculture and food systems // *Industrial Biotechnology*. – 2012. – V.8. – №6. – P. 340-343.
7. Bombin S., Lefebvre M., Sherwood J., Xu Y., Bao Y., Ramonell K.M. Developmental and reproductive effects of iron oxide nanoparticles in *Arabidopsis thaliana* (резуховидка талія) // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2015. – V. 16. – №10.– P.24174-24193.
8. Lin C.L., Lee C.F., Chiu W.Y. Preparation and properties of poly (acrylic acid) oligomer stabilized superparamagnetic ferrofluid // *Journal of Colloid and Interface Science*. – 2005. – V. 291. – №2.– P. 411-420.
9. Ponder S.M., Darab J.G., et al. Remediation of Cr(VI) and Pb(II) aqueous solutions using supported, nanoscale zero-valent iron // *Environmental Science and Technology*. – 2000. – V. 34. – № 12. – P. 2564-2569.
10. Saleh N., Phenrat T. Adsorbed triblock copolymers deliver reactive iron nanoparticles to the oil/water interface // *Nano Letters*. – 2005. – V.5. – P. 2489-2494. – № 12.

Подойников Данил Андреевич (Россия)

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), Новосибирск

Научный руководитель: Чашин Олег Николаевич, к.ф.-м.н., доцент

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ГРАВИРАЗВЕДКИ ДЛЯ ПАРЫ ТЕЛ С ИЗБЫТОЧНОЙ ПЛОТНОСТЬЮ

При разведке месторождений полезных ископаемых, мониторинге разрабатываемых месторождений, а также для практических задач инженерной геологии актуальна обратная задача качественной и количе-