

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОГО ЛАЗЕРНОГО СПОСОБА ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ АГРОКУЛЬТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛАЗЕРНО-СИНТЕЗИРОВАННЫХ КОЛЛОИДОВ

Фоминов Д. Э.¹

Научный руководитель – ассистент, м.н.с. Карлагина Ю. Ю.¹

¹Университет ИТМО

jujukarlagina@itmo.ru

Работа выполнена в рамках НИР магистров и аспирантов Университета ИТМО №624128 "Перспективные лазерные технологии для науки, промышленности и биомедицины".

Введение

В настоящее время наночастицы (НЧ) широко применяются во многих отраслях сельского хозяйства. Они получили популярность благодаря своим физико-химическим свойствам, особенностям воздействия на живые организмы. За счет малых размеров НЧ легко проникают через биологические мембраны, накапливаются во внутренней среде и ускоряют скорость метаболических процессов в клетках. Так, НЧ используются в качестве нанодобровений для сбалансированного питания сельскохозяйственных культур и стимуляции их роста, наногербицидов для борьбы с сорняками, наноинсектицидов для защиты растений от насекомых-вредителей [1]. Также они используются для внекорневого и прикорневого опрыскивания растений и раннего выявления их заболеваний. Для подобных целей в основном используются НЧ в порошковом виде, созданные химическими или биологическими методами [2]. Такие методы синтеза наночастиц имеют ряд недостатков: загрязнение продукта органическими стабилизаторами, сложность контроля размера и морфологии частиц, высокая стоимость. Импульсная лазерная абляция в жидкости (ИЛА) позволяет получать чистые коллоидные растворы наночастиц с управляемыми параметрами.

В работе предлагается использовать наночастицы спектра металлов, которые стимулируют рост растений и обладают бактерицидными свойствами [3], тем самым оптимизируя посевные характеристики культур. Дополнительный эффект стимуляции роста агрокультур может быть достигнут путем комбинации лазерно-синтезированных коллоидных наночастиц с лазерной перфорацией семян. Так, создавая микропоры в семенной оболочке, можно ускорить прорастание семян, усилив проникновение коллоидов и других питательных элементов (из почвы после посадки семян).

Таким образом, цель настоящего исследования – разработка комплексного лазерного способа улучшения параметров всхожести семян зерновых культур при их предпосевной обработке, включающий в себя перфорацию семян и последующее их замачивание в коллоидных растворах наночастиц металлов, синтезированных методом ИЛА в жидкости.

Основная часть

В качестве источника лазерного излучения для перфорации семян и генерации наночастиц использовался лазерный комплекс на базе Yb-волоконного лазера ($\lambda = 1,06$ мкм). Коллоиды создавались методом импульсной лазерной абляции следующих металлов: серебро (99,9%, 999 проба), цинк (99,97%), золото (999 проба), железо (99,9%), титан ВТ1-0 (99,2-99,7%), селен (99,9%). В качестве аблируемой среды использовалась дистиллированная вода. Эксперименты по оценке параметров всхожести, а именно скорости всхожести и энергии прорастания, проводились на семенах пшеницы сорта "Челяба-75" и ячменя сорта "Орда". Семена выкладывались на

фильтровальную бумагу. Проращивание семян проводилось при температуре $22 \pm 2^\circ\text{C}$ в чашках Петри на увлажненной фильтровальной бумаге по ГОСТ 12038-84.

Выводы

Проведены экспериментальные исследования по оценке влияния наносекундного лазерного излучения ближнего инфракрасного диапазона на семена пшеницы сорта “Челяба-75” и ячменя сорта “Орда” при их предпосевной обработке. Оценивались параметры всхожести, такие как скорость всхожести и энергия прорастания. Также проведена оценка влияния НЧ металлов, таких как Ti, Ag, Au, Zn, Fe, Se, синтезированных импульсной лазерной абляцией в жидкой среде, на параметры всхожести исследуемых зерновых культур с предварительной перфорацией их семян и без нее. Показано количественное и качественное сравнение процессов такой предпосевной обработки.

Литература

1. Paramo L. A. et al. Nanoparticles in agroindustry: Applications, toxicity, challenges, and trends //Nanomaterials. – 2020. – Т. 10. – №. 9. – С. 1654.
2. Singh N., Bhuker A., Jeevanadam J. Effects of metal nanoparticle-mediated treatment on seed quality parameters of different crops //Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology. – 2021. – Т. 394. – №. 6. – С. 1067-1089.
3. Li Y. et al. Advances, challenges, and prospects for surgical suture materials //Acta Biomaterialia. – 2023.