

Изменение спектрального состава света с помощью фотоконверсионных покрытий на основе наночастиц улучшает рост и развитие растений в тепличных условиях

Научный руководитель – Гудков Сергей Владимирович

Пашин Марк Олегович

Аспирант

Институт общей физики им. А.М.Прохорова РАН, Москва, Россия

E-mail: pashin.mark@mail.ru

Количество и качество естественного света определяют экономику и целесообразность растениеводства в различных регионах мира. В зависимости от климатических условий выращивания фермеры затеняют или дополнительно освещают растения, а также меняют спектр света, попадающий на растения. Одним из способов изменения спектрального состава света является использование фотоконверсионных покрытий, преобразующие малоиспользуемый растениями свет в фотосинтетически активное излучение.

Нами разработаны несколько металлосодержащих и углеродсодержащих фотоконверсионных покрытий на основе наночастиц: $\text{Sr}_{0,955}\text{Yb}_{0,020}\text{Er}_{0,025}\text{F}_{2,045}$ и $\text{Sr}_{0,910}\text{Yb}_{0,075}\text{Er}_{0,015}\text{F}_{2,090}$ (1), Eu_2O_3 (2), $\text{Eu}^{3+}:\text{LaF}_3$ (3), оксид графена (4). Наночастицы были получены различными методами: соосаждением, лазерной фрагментацией и гидротермально-микроволновой обработкой. наночастицы смешивали с фторопластовым лаком и наносили методом холодного синтеза при комнатной температуре. 1 покрытие поглощает свет в ближнем инфракрасном диапазоне и флуоресцирует в зелено-красном диапазоне. Покрытия 2–4 поглощают свет в ультрафиолетовом диапазоне и флуоресцируют в красном (2), оранжевом (3), сине-красном (4) диапазонах.

Практически все полученные покрытия улучшали рост и развитие растений, но каждое несколько по-своему. Например, покрытия на основе $\text{Sr}_{0,955}\text{Yb}_{0,020}\text{Er}_{0,025}\text{F}_{2,045}$ и $\text{Sr}_{0,910}\text{Yb}_{0,075}\text{Er}_{0,015}\text{F}_{2,090}$ ускорили адаптацию растений томата к новому типу освещения, за счёт чего растения стали больше. Покрытие на основе Eu_2O_3 ускорило адаптацию фотосистем растений томата при включении света, что позволило растениям использовать больше солнечной энергии для фотосинтеза и меньше - для процессов репарации. Однако это покрытие никак не повлияло на растения огурца. Покрытие на основе $\text{Eu}^{3+}:\text{LaF}_3$ не влияло на параметры роста и развития растений, однако способствовало адаптации растений к стрессовым абиотическим факторам, в частности к высоким и положительным низким температурам. Это связано с тем, что дополнительный оранжевый свет способствует увеличению синтеза антиоксидантных ферментов, таких как супероксиддисмутаза, пероксидаза и т. д. Фотоконверсионное покрытие на основе оксида графена благодаря широкому спектру флуоресценции в диапазоне фотосинтетически активного излучения значительно увеличило рост и развитие растений томата.

Таким образом, даже небольшие изменения соотношения света разных длин волн (красного к дальнему красному, синего к красному и т.д.) могут значительно улучшить ростовые показатели растений.