

ВЛИЯНИЕ УГЛЕРОДНЫХ И КРЕМНЕЗОЛЬНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ К ЗАБОЛЕВАНИЮ КОРНЕВЫМИ ГНИЛЯМИ

Г. Г. Панова¹, К. Н. Семенов², О. А. Шилова^{3,4}, Д. Л. Корнюхин⁵, А. М. Шпанев¹, Л. М. Аникина¹,
Т. В. Хамова³, А. М. Артемьева⁵, Е. В. Канаш¹, Н. А. Чарыков², О. Р. Удалова¹, А. С. Галушко¹,
А. С. Журавлева¹, П. С. Филиппова¹, Д. В. Кудрявцев¹, С. Ю. Блохина¹

¹ ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»,
Гражданский пр., д. 14, Санкт-Петербург, 195220,
E-mail: gaiane@inbox.ru;

² ФГБОУ ВПО СПбГУ, Университетская наб., д. 7-9, Санкт-Петербург, 199034
E-mail: semenov1986@yandex.ru

³ ФГБНУ ИХС, наб. Макарова, д. 2, Санкт-Петербург, 199034

⁴ СПбГЭТУ «ЛЭТИ», ул. Профессора Попова, д. 5, Санкт-Петербург, 197376
E-mail: olgashilova@bk.ru; ltp@rambler.ru

⁵ ФГБНУ ФИЦ ВИР, ул. Большая Морская, 42-44, Санкт-Петербург, 190000
E-mail: akme11@yandex.ru

Поступила в редакцию 20 августа 2018 г., принята к печати 28 августа 2018 г

Выявлено влияние наноматериалов – углеродных и кремнезольных наноструктур и их производных – на устойчивость ярового ячменя к заболеванию корневыми гнилями. Установлено, что усовершенствование состава кремнезольных наноматериалов на основе 1 масс.% и 20 масс.% тетраэтоксисилана (ТЭОС) (рН 2–3 и 7–8) с макро- и микроэлементами (М) путем введения диоксида титана (TiO₂) в форме анатаза, детонационного наноалмаза (ДНА) или его шихты, легированной бором (АШ с В), а также глицерина обеспечивало повышение их фитопротекторных свойств и существенно повышало устойчивость ярового ячменя к поражению возбудителем корневой гнили *Cochliobolus sativus* (S. Ito & Kurib.) после обработки семян. При этом положительное влияние на выживаемость растений и их дальнейшее развитие оказывали варианты кремнезольных наноматериалов: 20 масс.% ТЭОС (рН 7–8) с М, 2,5 масс.% ДНА; 1 масс.% ТЭОС (рН 2–3) с М и добавками отдельно или совместно 0,1 масс.% TiO₂ и глицерина. Микробиологические исследования поверхности семян ячменя позволили предположить возможную связь повышения устойчивости растений к фитопатогенам с регулирующим воздействием кремнезольных наноматериалов на численный состав эпифитных микроорганизмов и соотношение их таксономических и функциональных групп. Выявлено положительное влияние обработки семян производными фуллерена C₆₀ с метионином и фуллереном C₆₀ с треонином, а также его наносоставами на устойчивость растений к поражению возбудителем корневой гнили *Cochliobolus sativus* (S. Ito & Kurib.). При этом механизм их положительного влияния не связан с регулированием численности микроорганизмов на поверхности семян, а, по всей видимости, обусловлен способностью активизировать метаболизм и антиоксидантные способности растений.

Ключевые слова: наноматериалы, аминокислотные производные фуллерена C₆₀ кремнезоли, ТЭОС, детонационный наноалмаз, диоксид титана, семена, яровой ячмень, продукционный процесс, устойчивость, эпифитные микроорганизмы, фитопатогены