

специалиста ($R^2 \approx 0,85$), и имеется возможность повышения точности анализа изображений.

Динамика суточного роста листьев томата и перца

Коломиец О.О., Глушен С.В.*

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

*Email: sglush@mail.ru

Процесс роста растений представляет собой необратимое увеличение размеров растения в ходе таких процессов как деление, растяжение и дифференцировка клеток. Закономерности роста растения зависят от его видовой принадлежности, стадии развития и условий произрастания. Темпы роста на различных уровнях организации растения отражают возможности его функционирования в условиях постоянных флуктуаций факторов внешней среды. В частности, отобранные по темпам роста генотипы, могут давать максимальный конечный урожай в таких неоптимальных условиях как засуха, засоленность и низкие температуры. У двудольных растений имеются два типа суточного роста. Для первого характерен максимальный рост листьев рано утром. К нему, в частности, относятся такие виды как клещевина, табак и арабидопсис. Ко второму типу принадлежат растения с максимальным ростом листьев в конце дня или начале ночи, например, тополь дельтовидный, кипарисовик и соя. Цель данной работы заключалась в исследовании суточного роста таких широко распространенных овощных культур как томаты и сладкий перец. Суточный мониторинг роста растений проводили методом DISP (digital image sequence processing). Культивируемые в лабораторных условиях растения фотографировали с помощью фотокамеры Nikon D40 под управлением программы, которая обеспечивает получение снимков каждые 3 минуты в течение суток. Установлено, что у перца пик прироста наблюдается в начале ночи (0-2 часа). У томатов максимум прироста приходится на вторую половину ночи и раннее утро (3-8 часов). Таким образом, томат относится к первому типу суточного роста двудольных растений, тогда как сладкий перец – ко второму типу. Четкие кривые прироста листьев получены при режиме «день-ночь» 12:12. При круглосуточном освещении отмечена высокая вариабельность кривых прироста. Это свидетельствует, что режим освещения играет, вероятно, ведущую роль в синхронизации процессов пролиферации и дифференцировки клеток мезофилла листа. В целом можно заключить, что применение метода DISP открывает новые возможности в изучении влияния на рост и развитие растений генетических, физиологических и экологических факторов.

Синтез наночастиц серебра на основе технологий «зеленого» наносинтеза и анализ их фунгицидной активности

Лукашевич В.А., Лещенко Ю.В., Ветошкин А.А., Пржевальская Д.А.,

Соколик А.И., Демидчик В.В.*

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

*Email: dzemidchuk@bsu.by

Наночастицы находят широкое применение в различных сферах жизни человека, от микроэлектроники до медицины и гигиены, в связи с чем производство наночастиц постоянно растет. Возникает проблема необходимости введения наночастиц в биологические системы, что требует промышленного получения биосовместимых,

экологически безопасных частиц, обладающих широким спектром биологических активностей. Подобное производство возможно обеспечить развитием техники «зеленого» наносинтеза, суть которого заключается в использовании растительных экстрактов в качестве системы восстановления и стабилизации металлических наночастиц. Стабилизирующая оболочка органического происхождения, получаемая в ходе так-называемого «зеленого» наносинтеза, придает наночастицам специфические свойства, связанные с уникальным биохимическим составом растительного экстракта и режимом проведения реакции наносинтеза. Целью настоящей работы являлось создание методики «зеленого» синтеза серебряных наночастиц, обладающих высокой бицидной активностью. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: 1) подобрать условия наносинтеза, апробировать различные растительные экстракты в качестве систем восстановления и стабилизации наносеребра и методы первичной спектрофотометрической детекции наночастиц; 2) разработать подходы анализа физических параметров серебряных наночастиц, полученных методом «зеленого» наносинтеза, на основе атомно-силовой и электронной микроскопии; 3) установить характер воздействия наночастиц серебра, полученных методами «зеленого» наносинтеза, на развитие инфекций *Septoria nodorum* и *Fusarium culmorum*; сравнить их бицидную активность с ионами серебра. В работе использовалась стандартная техника холодного наносинтеза. Протоколы получения и введение экстрактов в растворы с ионами серебра подбирались опытным путем в результате рутинного тестирования спектрофотометрических показателей полученных суспензий. Появление пика соответствующего характеристического пика поглощения в 400 нм являлось маркером синтеза наночастиц. Проводилась оценка экстрактов четырех видов растений (ели европейской, хвои сосны обыкновенной, корнеплода моркови посевной и клубня картофеля посевного). В дальнейшем после верификации наносинтеза суспензии наночастиц проходили детальное тестирование с использованием атомно-силовой (АСМ) и сканирующей электронной микроскопии. Бицидная активность тестировалась путем протравливания зараженных семян или обработки зараженных листьев яровой пшеницы (*Triticum aestivum*); источником инфекции служили плесневые грибы *Fusarium culmorum* и *Septoria nodorum*. В результате проведенных опытов было показано наличие наночастиц в полученных на основе четырех растительных экстрактов суспензиях серебряных наночастиц, о чем свидетельствовало появление пика поглощения в области 400 нм. Результаты тестов с использованием АСМ-микроскопии продемонстрировали наличие в растительных экстрактах большого числа наночастиц органического происхождения; устранение данной фракции возможно при помощи центрифугирования экстракта до соединения его с ионами серебра. При заражении семян *Septoria nodorum* высокие показатели всхожести отмечались для проростков, полученных из семян, протравленных суспензией серебряных наночастиц, полученных на основе экстракта хвои (ели европейской). В случае заражения семян *Fusarium culmorum* наночастицы серебра, синтезированные на основе экстрактов моркови посевной и ели европейской, повышали всхожесть на 97% и 89%, соответственно, относительно контрольных образцов (без протравливания); по данным бицидным показателям «зеленые» наночастицы превосходили ионы серебра и наночастицы серебра, синтезированные химическим путем. Бензимидазольный тест показал высокую эффективность наночастиц, синтезированных при помощи техники

«зеленого» наносинтеза на основе экстрактов сосны обыкновенной, ели европейской и моркови посевной, по отношению к распространению *Fusarium culmorum* и *Septoria nodorum*. Полученные данные указывают на целесообразность разработки препаратов на основе серебряных наночастиц, полученных методами «зеленого» наносинтеза в качестве эффективных биоцидных агентов при борьбе с *Fusarium culmorum* и *Septoria nodorum*.

**Влияние фуллеренола на фотосинтетические параметры проростков ячменя
Молчан О.В.*, Запрудская Е.В., Куделина Т.Н., Зубей Е.С.**

Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси, Минск, Беларусь

*Email: olga_molchan@mail.ru

Фуллеренол – углеродные наночастицы диаметром около 1 нм с симметрично расположенными на сфере C_{60} гидроксильными группами. Важной особенностью фуллеренолов являются фотосенсибилизирующие свойства и способность связывать свободные радикалы. Так, с одной стороны, фуллеренолы могут продуцировать активные формы кислорода при возбуждении видимым и ультрафиолетовым светом. С другой – установлена их антирадикальная активность. В работах последних лет показано, что высокая стабильность и уникальные физико-химические свойства углеродных наноматериалов потенциально позволяют использовать их для улучшения функциональных характеристик фотосинтетического аппарата растений. Не исключено, что такими свойствами могут обладать и фуллеренолы. Цель данной работы – исследование влияния фуллеренола $[C_{60}(OH)_{24-26}]$ на фотосинтетические параметры проростков ячменя. В результате проведенных исследований было установлено, что фуллеренол в концентрации 1-100 мг/л стимулирует рост проростков ячменя с более выраженным эффектом низких (1-2 мг/л) концентраций наночастиц. Такая стимуляция могла быть обусловлена, как активацией прорастания семян, так и более эффективным ростом проростка. Одним из параметров, характеризующих физиологическое состояние растения, является удельная поверхностная плотность листа (УППЛ), косвенно характеризующая толщину листа и долю в нем сухого вещества. Этот параметр обычно положительно коррелирует с интенсивностью фотосинтеза, как в генотипическом плане, так и при варьировании условий выращивания. В данной работе были обнаружены стимулирующие эффекты фуллеренола в концентрации 1-2 мг/л на величину УППЛ 7-дневного листа проростка. Важно отметить, что под действием фуллеренола во всех исследованных концентрациях не наблюдалось существенных изменений содержания фотосинтетических пигментов. При этом, фуллеренол в концентрации 1-10 мг/л вызывал снижение интенсивности флуоресценции хлорофилла и увеличение значений параметров Fv (переменная флуоресценция - разница в интенсивности флуоресценции хлорофилла при закрытых и открытых РЦ фотосистем) и Rfd (отношение переменной флуоресценции к ее максимальному значению, величина, которая хорошо коррелирует с фотосинтетической продуктивностью клеток). Таким образом, можно предположить, что под влиянием фуллеренола изменяется функционирование ССА и РЦ фотосинтеза и это непосредственно отражается на фотосинтетической продуктивности растений. Предполагается также, что наблюдаемые изменения могут быть обусловлены модификацией антиоксидантных систем под действием наночастиц фуллеренола.