

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ КОГЕРЕНТНОСТЬ СВЕТОРАССЕЯНИЯ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ МИКРОСТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ РАСТИТЕЛЬНЫХ ТКАНЕЙ

Будаговская О.Н.^{1,2}, Будаговский А.В.^{1,2}

¹Федеральный научный центр им. И.В.Мичурина, Мичуринск, Россия

²Мичуринский государственный аграрный университет, Мичуринск, Россия

В процессе жизнедеятельности и под действием различных факторов в растительных тканях происходят микроструктурные перестройки, динамика и интенсивность которых являются критериями жизнеспособности, устойчивости, развития патологий и репарационных процессов. Для их регистрации, как правило, используют препаративные анатомические методы, конфокальные микроскопы, современные технологии ядерно-магнитного резонанса и компьютерной томографии. С целью количественной неразрушающей оценки микроструктурных изменений растительных тканей разработан метод и компьютеризированное оборудование, позволяющие проводить измерения в процессе жизнедеятельности. Метод основан на представлении растительной ткани в виде фазового экрана, приводящего к изменению пространственной корреляционной функции лазерного излучения в результате рассеяния объектом. Основными фазовыми неоднородностями растительной ткани являются клеточные стенки, межклеточные и внутриклеточные воздушные пространства, клеточные органеллы, зерна крахмала, с размером от единиц до нескольких десятков микрон. На базе светосильного поляризационного интерферометра сдвига разработано компьютеризированное оптико-электронное оборудование, позволяющее в режиме реального времени снимать корреляционную функцию, оценивать степень пространственной когерентности (СПК) и радиус корреляции (R_{cor}) рассеянного излучения по заданному уровню.

Установлено, что критичное снижение интенсивности и степени когерентности лазерного пучка происходит при взаимодействии с более чем десятью клеточными слоями, что позволяет проводить измерения любых растительных тканей и органов в режиме отражения и листьев – в режиме как отражения, так и пропускания.

Использование параметра СПК при оптической диагностике плодов и овощей значительно увеличивает точность распознавания механических дефектов по сравнению со стандартными спектрофотометрическими методами. При этом величина информационного сигнала практически не зависит от помологического сорта, биохимического состояния покровных и сочных тканей плода, времени нанесения повреждений, а определяется только их микроструктурным состоянием. Когерентность отраженного излучения от неповрежденной поверхности большинства фруктов, овощей и корнеплодов в 2,4-4,6 раз выше, чем в зоне механических повреждений типа сдира, прокола, сетки и т.п. Выявлено, что значения СПК и R_{cor} лазерного пучка, отраженного от экваториальной зоны груш, томата и абрикоса коррелируют ($r > 0,92$) с их твердостью, измеренной с помощью пенетromетра. Эти показатели также использованы для анализа зрелости плодов яблони и их качества при длительном хранении и степени регенерации тканей в процессе заживления механических повреждений.

Разработанный метод эффективен для экспресс-оценки реакции листьев растений на токсичные вещества (соединения тяжелых металлов и хлоридное засоление); динамики развития грибной и вирусной инфекции и возможности ее выявления уже в латентной фазе; регистрации дефицита микро- или макроэлементного питания; генетической специфичности растений и связанных с ней хозяйственно-ценных признаков, таких как скороспелость растений фейхоа и потенциальная (конституционная) устойчивость сортов озимой пшеницы, крыжовника и черной смородины к мучнистой росе.