

Радиочастотная спектроскопия растений в условиях фотосинтеза

А.С. Дзарахохова^{1,2}, О.А. Рябушкин^{1,2}, Н.С. Былинкина^{1,2}

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²ООО «НТО ИРЭ-Полюс»

Метод радиочастотной импедансной спектроскопии является одним из основных при исследовании электрических свойств полупроводников и диэлектриков, так как обеспечивает высокую точность измерений в широком диапазоне частот. Уже давно он активно применяется в лазерной физике при исследовании нелинейно-оптических кристаллов [1]. В статье [2] научно обосновывается применимость этого метода в биофизике для исследования биологических тканей контактным способом.

В этой работе впервые исследуется зависимость импеданса листьев растений от влажности и светового воздействия с помощью метода радиочастотной спектроскопии. Разработка методики измерений такого рода необходима, так как данный подход позволяет исследовать живое растение бесконтактным способом. Например, появится возможность отследить, какие физические процессы протекают в листе растения при фотосинтезе и как на это влияют внешние факторы.

В работе исследовались зависимости импеданса растений в диапазоне частот от 100 кГц до 5 МГц в зависимости от освещения и полива. Как известно, реакция фотосинтеза не может протекать без наличия воды в организме. Данный факт позволяет предположить наличие в растениях ионной проводимости, зависящей от освещенности, и диэлектрической проницаемости растения.

Блок-схема экспериментальной установки представлена на рис. 1а. В качестве исследуемого образца использовалось растение астры. Лист исследуемого растения помещался между обкладками конденсатора и контролируется освещался излучением от светодиода. Температура окружающего воздуха контролировалась термопарой, расположенной вблизи листа. Напряжение от радиочастотного (РЧ) генератора подается в цепь содержащую конденсатор и последовательно соединённое нагрузочное сопротивление, напряжение на котором измеряется синхронным детектором (СД). Для каждого значения частоты РЧ поля регистрируется амплитуда и фаза напряжения U_R на входе СД, которое прямо пропорционально переменному току, протекающему через лист

(рис. 1б). Далее из аппроксимации зависимости адмиттанса от частоты рассчитывается емкость пустого конденсатора и конденсатора с растением в условиях его освещения и полива. Было замечено, что емкость конденсатора с растением до полива увеличивалась при освещении, а после полива наоборот уменьшалась.

Из полученных данных можно сделать вывод, что изменение импеданса листа связано с изменением его диэлектрической проницаемости, зависящей от освещения и влажности. Изменение импеданса от внешних условий довольно существенно и хорошо регистрируется. Описанный выше подход является перспективным, так как позволяет исследовать растение в процессе его роста бесконтактным способом. Это даст возможность изучить влияние различных внешних факторов на жизнедеятельность растений и на процесс фотосинтеза.

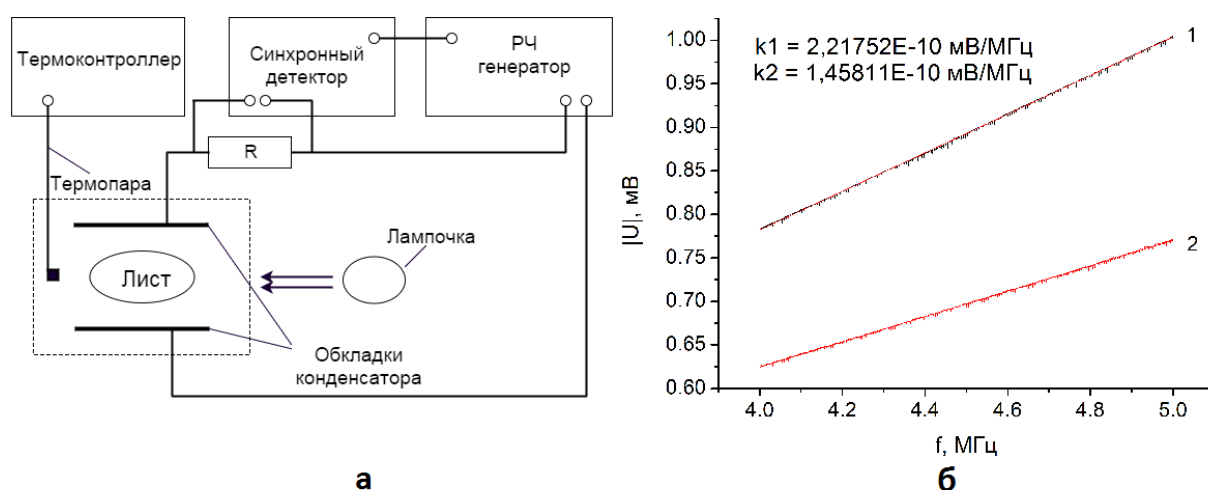


Рис.1. Упрощенная блок-схема экспериментальной установки (а); зависимость амплитуды входного сигнала синхронного детектора от частоты генератора до полива в темноте: 1 – конденсатор с растением, 2 – пустой конденсатор (б).

Литература

1. Barsoukov E., Macdonald J.R. Impedance spectroscopy, theory, experiment, and application. – 2nd edition, Wiley-Interscience, 2005. – 616 p.
2. Алейников А. Ф., Чугуй Ю. В., Гляненько В. С., Пальчикова И. Г. Применение метода импедансной спектроскопии при оценке качества мясного сырья // Материалы 5-ой международной НПК «Информационные технологии, системы и приборы в АПК» – 2012. – Т. 2. – С. 167-173.