

УДК 634.11:631.547.6:581.1.043

ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЕ ТКАНИ ЯБЛОК ВО ВРЕМЯ СОЗРЕВАНИЯ

Сергей Афанасьевич Родиков

доктор технических наук, профессор

rsa_rih@mail.ru

Денис Олегович Болдырев

аспирант

Zarech-tata@mail.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. Статья посвящена анализу электросопротивления ткани яблок во время созревания. Для измерения электрических характеристик ткани яблок используют приборы с мостовой схемой. Электроды датчика вводят в ткань яблока для измерений на частотах 1 и 10 кГц, напряжением 100 мВ и подбирают сопротивление и ёмкость соответствующих плеч моста по минимальному сигналу осциллографа, служащего индикатором балансировки моста. Установлено, что электросопротивление ткани яблок на обеих частотах на солнечной и теневой сторонах изменяется по периодическим законам.

Ключевые слова: электросопротивление, яблоки, электроды, мост, созревание.

Одним из наиболее быстрых способов получить информацию о состоянии физиологического состояния растений являются электрические показатели, получаемые при воздействии на них электромагнитных полей. В частности, при пропускании через ткань яблока переменного электрического тока, возникают явления сопротивления и емкости, характеризующие свойства клеточного, внутриклеточного и межклеточного пространства ткани.

Объекты и методы исследований. Для измерения электрических характеристик ткани яблок используют приборы с мостовой схемой, в частности универсальный мост Е7-4. Электроды датчика вводят в ткань яблока для измерений на частотах 1 и 10 кГц, напряжением 100 мВ и подбирают сопротивление и ёмкость соответствующих плеч моста по минимальному сигналу осциллографа, служащего индикатором балансировки моста. При измерениях электроды поочередно вводят в ткань солнечной и теневой сторон яблока на глубину 5 мм. Расстояние между электродами 5 мм. В качестве показателя качества яблока определяют отношение электрических сопротивлений двух частот $K=R1/R10$, где $R1$ – электрическое сопротивление на частоте 1 кГц, Ом, $R10$ – электрическое сопротивление на частоте 10 кГц, Ом [1].

Результаты и обсуждение. При анализе влияния качества плодов на электросопротивление их ткани следует рассмотреть некоторые особенности строения клеток и ткани плода. Так “поверхностная ткань яблока состоит из кутикулы, эпидермиса и колленхимы, где кутикула представляет собой безклеточную плёнку, например, у яблок сорта Антоновка обыкновенная толщина кутикулы 11,4 мкм, из них 2,9 мкм приходится на поверхностный воск, эпидермис является первичной тканью и состоит из одного слоя клеток, стенки целлюлозные, колленхима – это живые многоугольные клетки с неравномерно утолщёнными не одревесневшими оболочками. При созревании плода происходит увеличение объема клеток, изменяется биохимическое взаимодействие среды межклеточного вещества с клеткой” [2]. Во время хранения после некоторого периода происходит изменение структуры мембран

клеток, потери плодом влаги снижает электролитные свойства межклеточной и клеточной жидкости, что также влияет на электросопротивление. Воздействие температуры и избыточного давления раствора солей кальция или атмосферного разряжения на плод при последующей обработке растворами солей кальция или антиоксидантов перед хранением также влияет на сохранение клеток, мембран ткани яблока, что, в конечном счете, повлияет и на их электрическую проводимость.

Проведены измерения электросопротивления ткани яблок во время созревания в саду. Для этого яблоки утром с 8:30 до 9:00 срывали с дерева в саду и приносили в лабораторию, где проводили измерения. На рисунках 1 и 2 показано изменение электросопротивления ткани яблока на частоте 1 и 10 кГц во время их созревания в саду. Из рисунка видно, что данное изменение происходит по периодическим законам. Период колебаний составляет примерно 7 дней как на солнечной стороне яблока, так и на теневой. Данные периодические изменения с одной стороны характерны для плодов, с другой стороны являются следствием влияния минерального состава плодов, содержанием воды и внутритканевых газов в ткани плодов. Также не в последнюю очередь оказывают влияние метеорологические условия вегетационного периода.

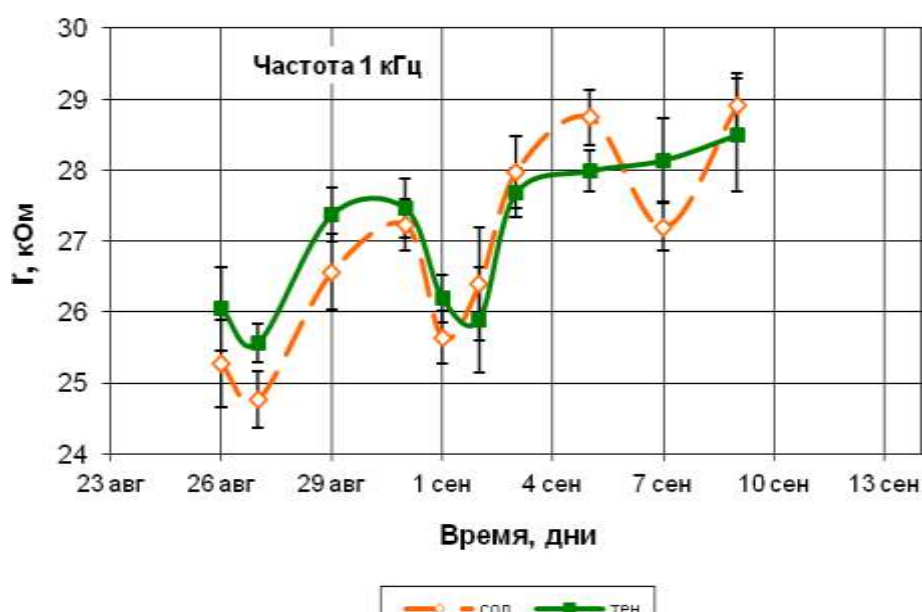


Рисунок 1 – Изменение электросопротивления ткани яблока на частоте 1 кГц во время их созревания в

саду

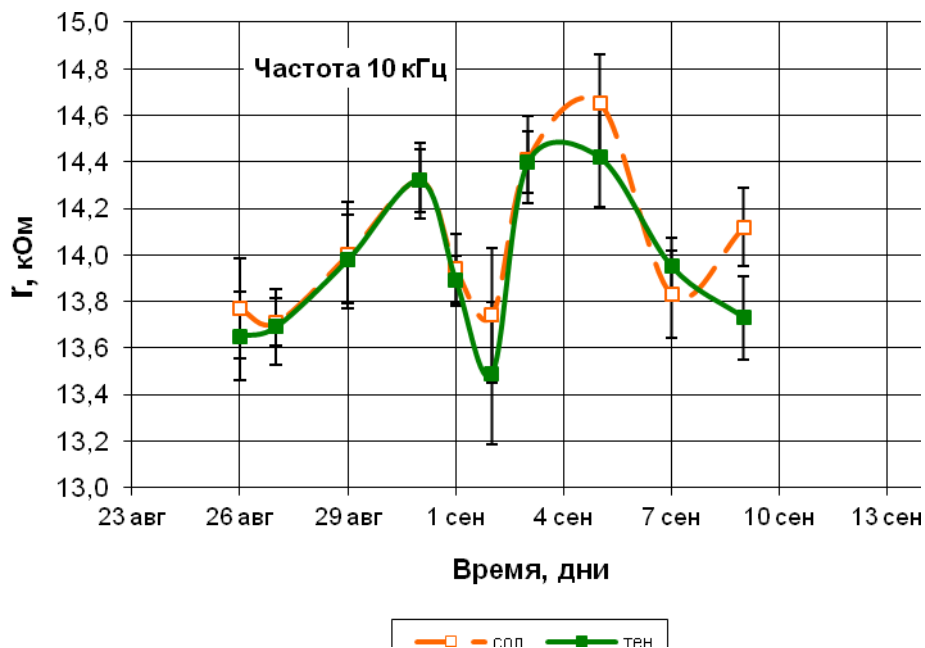


Рисунок 2 – Изменение электросопротивления ткани яблока на частоте 10 кГц во время их созревания в саду

На рисунке 3 показано изменение отношения электросопротивлений $r1/r10$ ткани яблока во время их созревания в саду. Видно, что меньшее значение отношения электросопротивлений имеет ткань яблока на его солнечной стороне.

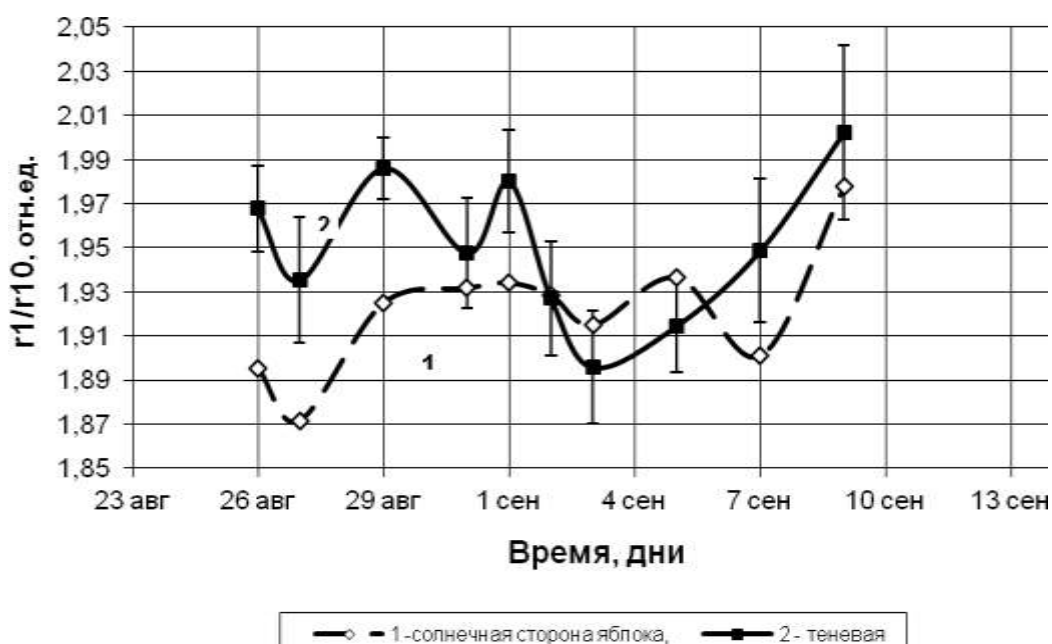


Рисунок 3 – Изменение отношения электросопротивлений $r1/r10$ ткани яблока во время их созревания в саду

Выводы. В результате измерений электросопротивления ткани яблок во время созревания, выявлены периодические изменения электросопротивления с периодом, примерно 7 дней. Показано, что меньшее значение отношения электросопротивлений имеет ткань яблока на его солнечной стороне.

Список литературы:

1. Родиков, С.А. Применение переменного электрического тока для контроля качества яблок // Достижения науки и техники АПК. №2. 2009. С. 68-70.
2. Метлицкий Л.В. Основы биохимии плодов и овощей. М.: Экономика. 1976. 349 с.

UDC 634.11:631.547.6:581.1.043

ELECTRICAL RESISTANCE OF APPLE TISSUE DURING RIPENING

Sergey A. Rodikov

Doctor of Technical Sciences, Professor

rsa_rih@mail.ru

Denis O. Boldyrev

postgraduate student

Zarech-tata@mail.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. The article is devoted to the analysis of the electrical resistance of apple tissue during ripening. To measure the electrical characteristics of apple tissue, devices with a bridge circuit are used. The sensor electrodes are inserted into the apple tissue for measurements at frequencies of 1, 10 kHz, voltage of 100 mV and the resistance and capacitance of the corresponding bridge arms are selected according to

the minimum signal of the oscilloscope, which serves as an indicator of the bridge balancing. It has been established that the electrical resistance of the tissue of apples at both frequencies on the sunny and shadow sides varies according to periodic laws.

Keywords: Electrical resistance, apples, electrodes, bridge, ripening.

Статья поступила в редакцию 10.05.2023; одобрена после рецензирования 15.06.2022; принята к публикации 30.06.2023.

The article was submitted 10.05.2023; approved after reviewing 15.06.2022; accepted for publication 30.06.2023.