

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ДЛИН ВОЛН ВИДИМОГО СПЕКТРА ДЛЯ АНАЛИЗА ЗРЕЛОСТИ ЯБЛОК

Родиков С. А.,

д.т.н., профессор кафедры
Агроинженерии и электроэнергетики

Инженерного института

ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ,

г. Мичуринск, РФ.

rsa_rih@mail.ru

Баженов В. В.,

Магистрант, гр. ИЗМЗ1аэл

Инженерного института

ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ,

г. Мичуринск, РФ.

agregatgd@mail.ru

Аннотация. Одним из неразрушающих способов оценки зрелости яблок является измерение содержания хлорофилла в их кожице. Содержание определяется методом измерения коэффициентов отражения.

Показано, для проведения измерений предпочтительнее проводить их на теневой стороне яблока.

Ключевые слова: яблоки, спектрофотометр с приставкой, коэффициенты отражения поверхности яблок, созревание, оптимальный срок съема.

В чём состоит важность и необходимость измерения содержания хлорофилла в кожице яблок? Ранее было установлено, что плоды раннего срока съема в саду подвержены большому побурению поверхности во время хранения, чем плоды, снятые в более позднее время [1, 2]. Поэтому очень

важно определить такой срок съема яблок в саду, при котором во время хранения развивался минимальное побурение кожицы.

Известно, что в качестве поглощающих свет пигментов служат хлорофилл и каротиноиды, но основным пигментом является хлорофилл, который в процессе созревания разрушается [3]. На рисунке показано, что поглощение хлорофилла определяется провалом в области длин 630 – 700 нм, с максимумом поглощения 678 нм. Поглощение в синей области спектра (485 нм) определяется поглощением хлорофилла и каротиноидов.

Если взять первую производную спектров отражения поверхности яблок, то можно определить несколько реперных точек: на длине волны 485 нм, где поглощают хлорофиллы и каротиноиды, на длине волны 520 нм, где минимальное поглощение пигментами, в области поглощения хлорофилла 678 и 700 нм и 750 нм, не хлорофилл не поглощает, а отражение определяется структурой ткани плода.

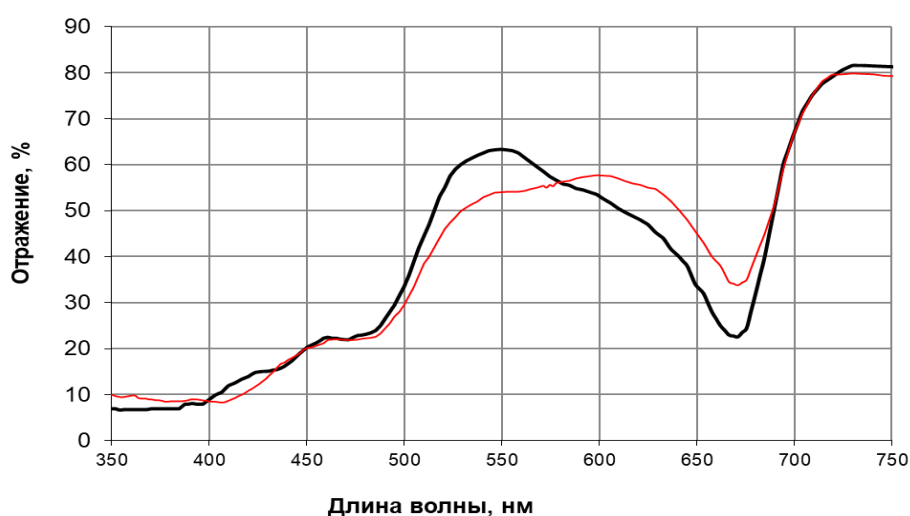


Рисунок 1 – Спектры отражения поверхности яблок в видимой области.

Проведя несколько измерений коэффициентов отражения нескольких (10 штук) яблок, можно рассчитать

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(x_i - \bar{x} \right)^2}$$

Показано, что стандартное отклонение на длине волны 678 нм составляет 6 %, а на длинах более 700 нм – менее 2 %.

Исходя из этого, были предложены ряд индексов, позволяющих оценить зрелость яблок. Это отношения:

$$K_1 = (R_{520} - R_{678}) / R_{750} ;$$

$$K_2 = (R_{678} - R_{500}) / R_{750} ;$$

$$K_3 = (R_{678} - R_{485}) / R_{750} ;$$

$$K_4 = R_{750} / R_{700} .$$

Экспериментально установлено, что наиболее понятное и информативное значение имеет изменение последних двух индексов.

Процесс созревания начинается, когда кривые преодолевают нулевую линию. Причём, видно, что на солнечной стороне яблока процесс созревания начинается раньше, чем на теневой.

Показано, что процесс созревания начинается, когда кривые приближаются к оси абсцисс, причём, также видно, что на солнечной стороне яблока процесс созревания начинается раньше, чем на теневой. Полное созревание яблок достигается при достижении значения индекса, равного единице.

Таким образом, мы считаем, что наиболее информативными индексами зрелости яблок являются следующие индексы:

$$K = (R_{678} - R_{485}) / R_{750}$$

$$K = R_{750} / R_{700}$$

Следует также учесть, что для экономии времени, достаточно пользоваться последним индексом, основанным на отношении двух длин волн. А для ещё большей экономии, достаточно проводить измерения на

теневого яблока, учитывая, что побурение яблок происходит исключительно на теневой стороне, что ещё в 1989 году выявил Родиков С.А.

Выводы.

1. Установлено, что коэффициенты отражения теневой стороны яблока связаны в основном с содержанием в кожице хлорофилла и каротиноидов. Учитывая, что хлорофиллы разрушаются при созревании яблок, применение коэффициентов позволяет контролировать процесс созревания яблок неразрушающим методом.

2. Показано, что стандартное отклонение на длине волны 678 нм составляет 6 %, а на длинах более 700 нм – менее 2 %.

3. Установлены индексы:

$$K = (R_{678} - R_{485}) / R_{750}$$

и

$$K = R_{750} / R_{700}$$

, с помощью которых можно контролировать процесс созревания яблок.

4. Показано, что по изменению индекса зрелости яблок в процессе созревания можно определять оптимальный срок съема яблок в саду.

Список использованных источников

1. Родиков, С.А. Экспресс-диагностика зрелости яблок / С.А. Родиков // Садоводство и виноградарство. № 1, 2001. с. 9–12.

2. Родиков, С.А. Явление избирательного воздействия солнечного излучения на развитие побурения поверхностной ткани яблока // Родиков С.А. Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2012. № 1–1. С. 217–221.

3. Мерзляк, М.Н. Спектры отражения листьев и плодов при нормальном развитии, старении и стрессе / М.Н. Мерзляк, А.А. Гительсон, С.И. Погосян, О.Б. Чивкунова, Л. Лехимена, М. Гарсон, Н.П. Бузулукова,

В.В. Шевырёва, В.Б. Румянцева // Физиология растений. – 1997. – Т.44.
№ 5. – С. 707–716.

JUSTIFICATION OF THE SELECTION OF WAVE LENGTHS OF THE VISIBLE SPECTRUM FOR ANALYSIS OF MATURITY OF APPLES

Rodikov S. A.,

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department
Agricultural Engineering and Electricity

Engineering Institute of

Michurinsk State Agrarian University,

Michurinsk, RF.

rsa_rih@mail.ru

Bazhenov V. V.,

Master's student, gr. IZM31ael

Engineering Institute

Michurinsk State Agrarian University,

Michurinsk, RF.

agregatgd@mail.ru

Annotation. One of the non-destructive methods for assessing the maturity of apples is to measure the content of chlorophyll in their skin. The content is determined by the reflection coefficient measurement method.

It is shown that for measurements it is preferable to hold them on the shadow side of an apple.

Keywords: apples, spectrophotometer with a prefix, coefficients of reflection of the surface of apples, ripening, optimal time for removal.