

**ИЗМЕНЕНИЕ ХЛОРОФИЛЛА В КОЖИЦЕ ЗЕЛЕННЫХ ПЛОДОВ  
СОРТА «АНТОНОВКА ОБЫКНОВЕННАЯ» ПО КОЭФФИЦИЕНТАМ  
ОТРАЖЕНИЯ ВО ВРЕМЯ СОЗРЕВАНИЯ В САДУ**

**Родиков Сергей Афанасьевич,**

доктор технических наук  
кафедры агроинженерии и электроэнергетики

ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ,

г. Мичуринск, РФ.

info@fnc-mich.ru

**Дмитриев Денис Олегович,**

магистрант

2 курса инженерного института

ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ,

г. Мичуринск, РФ.

ddomgb@mail.ru

**Аннотация.** Статья посвящена исследованиям закономерности изменения хлорофилла в кожице яблок во время созревания для разработки метода определения оптимального срока съема яблок в саду.

**Ключевые слова.** Оценка зрелости яблок, измерение содержания хлорофилла, коэффициент отражения, оптимальный срок съема яблок.

В настоящее время в садоводстве во всем мире существуют две основные нерешенные проблемы при уборке и хранении яблок: определение оптимального срока съема плодов в саду и развитие во время хранения “загара” у некоторых сортов яблок [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]. В связи с этим решение этих проблем является приоритетным и имеет мировой уровень. При

контроле процесса созревания яблок используются неразрушающие физические методы, такие как оптические, характеризующие фотосинтетическую активность хлорофилла в кожице яблок, транспирацию яблок, позволяющие оценить физиологическое состояние яблок [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17]. Также исследуется процесс гидролиза крахмала. При исследованиях используются яблоки сорта Антоновка обыкновенная, являющиеся осеннего срока созревания с небольшим периодом и наиболее интенсивно поражающиеся загаром во время хранения. Яблоки снимаются ежедневно примерно за десять дней до предполагаемого срока съема, чтобы в процессе получения информации о зрелости яблок определить оптимальный срок съема. При определении оптимального срока съема анализируется качество плодов во время хранения [18]. Минимизация физиологических расстройств служит критерием определения оптимального срока съема. В связи с этим выбирается значение критерия физического показателя зрелости яблока во время съема. Проводится анализ данных проблем по литературным источникам и результатам собственных исследований [13], обосновывающих нерешённость основных проблем хранения яблок и необходимость их решения.

Научная новизна исследований состоит в разработке неразрушающего метода оценки зрелости яблок по содержанию хлорофилла в кожице яблок.

Цель исследований заключается в выявлении закономерности изменения хлорофилла в кожице яблок во время созревания для разработки метода определения оптимального срока съема яблок в саду.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Метод разделения поверхности плодов при измерениях содержания хлорофилла в их кожице на солнечную и теневую стороны (Родиков С.А., 1995) [22].

2. Метод измерения коэффициентов отражения на спектрофотометре СФ-26 с помощью приставки с использованием световодов (Родиков С.А., 2001) [23].

3. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур, Орел, 1999.

Для исследований используют плоды сорта Антоновка обыкновенная в период созревания в садах учхоза-племзавода «Комсомолец» и «ФНЦ им. И.В. Мичурина». Для определения зрелости плодов используют методику по измерению содержания крахмала в ткани яблок по йодокрахмальной пробе с использованием 8-ми бальной шкалы Корнельского университета. Начало съема плодов определяют по началу преобразования крахмала в сахара, при котором зрелость оценивается в 1 балл. Яблоки с определенного квартала в количестве одного ящика закладывают на хранение. В дальнейшем с периодичностью в 1-2 дня производят последующий съем плодов в том же объеме до момента, когда содержание крахмала в плодах по йодокрахмальной пробе не достигнет 6-7 баллов. В каждом опыте по 10 повторностей.

Для анализа плоды снимают в объеме 10-15 плодов в одно и то же время с одного и того же ряда. На каждый день съема производят измерение содержания хлорофилла в кожице плодов по спектрам отражения. Анализ проводится при  $T=18-20$  С. Для закладки на хранение снимают плоды в количестве 10 кг в три срока съема.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Отступление от оптимального срока съема плодов как в раннее, так и в позднее время ведёт к ухудшению их качества и лёжкости при хранении [19]. Установлено, что процесс созревания плодов подвержен циклическому развитию, изменение компонентов, характеризующих физиологическое состояние плодов, происходит с некоторой периодичностью, особенно заметной на стадии съёмной зрелости [20, 21]. Предполагается, что в основе

развития “загара” плодов является расстройство физиологических процессов в плодах [19].

В силу того, что учёными до сих пор не разработаны надёжные и достоверные методы определения оптимального срока съема яблок в саду, агрономы в хозяйствах начинают снимать яблоки с деревьев, руководствуясь прежде всего организационными задачами, а затем примерным представлением о сроках съёма. Кроме того, производство плодов не представляет собой единый технологический и организационный процесс. Так агроном-садовод, вырастивший яблоки, которые имеют хорошее качество, сдает их агроному на фруктохранилище. После того, как через 2-4 месяца отдельные сорта яблок загорят, это не связывается с тем, что агроном-садовод убрал яблоки в саду не в оптимальный срок, который предполагает минимизацию “загара”, а то и полное его отсутствие. Агроном, отвечающий за хранение, в свою очередь не связывает “загар” яблок и со съёмом в саду и с условиями хранения.

Вегетационный период 2018 г. характеризовался теплыми условиями, превышение сумм активных температур превышало среднемноголетнее значение на 150°C (июнь) и на 315°C (август), кроме того, вегетационный период был засушливым, с 15 апреля по 10 сентября выпало 148 мм осадков. ГТК в мае не превышал 0,5, в августе он был равен нулю.

После проведения измерений коэффициентов отражения поверхности яблок сорта Антоновка обыкновенная во время созревания, было показано, что минимального значения отношение коэффициентов отражения  $R_{750}/R_{700}$  достигает 31 августа, 3, 6, 10 и 18 сентября, что может служить показателем оптимального срока съема.

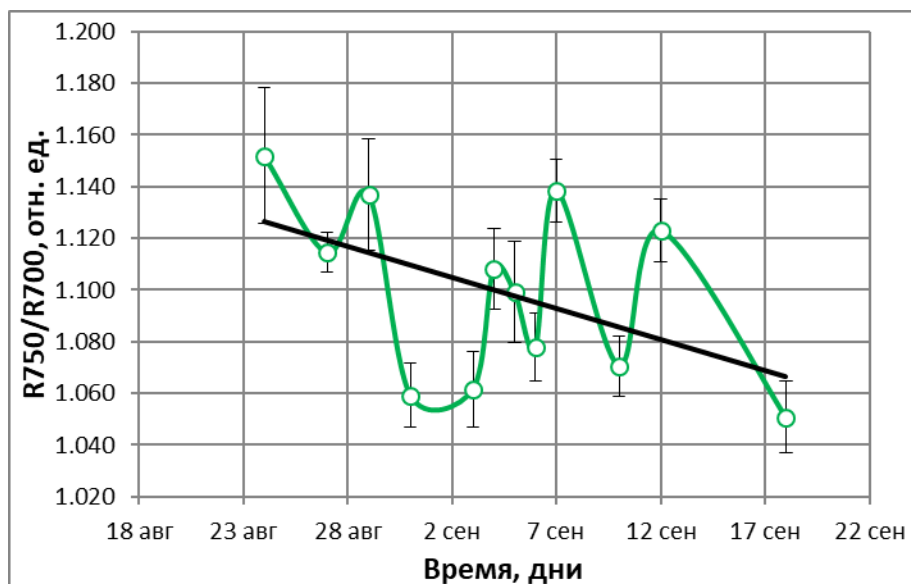


Рисунок – Изменение отношения коэффициентов отражения R750/R700 поверхности яблок сорта Антоновка обыкновенная во время созревания в саду.

Исходя из представленных материалов исследования, предполагается, что наиболее оптимальным сроком съема яблок сорта Антоновка обыкновенная для закладки на длительное хранение является период с 31 августа по 3 сентября 2018 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам исследований в 2018 г. предполагается, что наиболее оптимальным сроком съема яблок сорта Антоновка обыкновенная для закладки на длительное хранение является период с 31 августа по 3 сентября 2018 г.

## Список использованных источников

1. Воинов, В.В. Способ определения степени зрелости плодов: А.с. 1410909 СССР, МКИ А 01 G 7/00, А 01 D 33/08 / В.В. Воинов, В.В. Кругликов, И.С. Ледовский; - № 4183555/30-15; Заявл. 15.01.87; Опубл. 23.07.88; Бюл. № 27. - С. 11.
2. Воробьев, В.Ф. Способ прогнозирования сроков съема плодов яблони: заявка № 94014503, МПК 6 А 01 Н 1/04, А 01 G 1/00 /соавтор А.В. Лисина / Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства

и питомниководства; № 4907043/13; Заявл. 31.01.91; Опубл. 30.07.94, Бюл. № 14, - С. 7.

3. Huelin, F.E. Superficial Scald a Functional Disorder of Stored Apples. IV. Effect of variety, oiled wraps and diphenylamine / F.E. Huelin, J.M. Coggiola // J. Sci. Fd. Agric., 1968, 19.

4. Jager, A. Prediction of Optimum Harvest Date of Jonagold. Determination and Prediction of Optimum Harvest Date of Apples and Pears / A. Jager, F.P.M.M. Roelofs // Proceeding of a Meeting of the Working Group on Optimum Harvest Date (9-10 June 1994). – Lofthus. Norway. - P. 21-31.

5. Streif, J. Optimum Harvest Date for Different Apple Cultivars in the “Bodensee” Area. Determination and Prediction of Optimum Harvest Date of Apples and Pears. Proceeding of a Meeting of the Working Group on Optimum Harvest Date, 9-10 June 1994, Lofthus, Norway. - P. 15-20.

6. Zude, M. Optimum Harvest Date Determination for Apples Using Spectral Analysis / M. Zude, B. Herold // Gartenbauwissenschaft. -2002. -№ 65 (5). – S. 199-204.

7. Родиков, С.А. Оптимальные сроки съема яблок и побурение их поверхности – основные проблемы хранения / С.А Родиков // Плодоводство и ягодоводство России. Сб. научн. тр. Т. 28, ч. 2. Москва, 2011. - С. 184-190.

8. Родиков, С.А. Диагностика физиологического состояния листьев и плодов по спектрам отражения. Научные основы устойчивого садоводства в России / С.А. Родиков // Сборник докладов конференции 11-12 марта 1999 г. / ВНИИС им.И.В.Мичурина. - С. 112-114.

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

10. Родиков, С.А. Применение приставки в спектрофотометре СФ-26 для измерения отражения интактных растительных объектов / С.А. Родиков // Вестник МГАУ: научно-производственный журнал, серия: механизация, социально-гуманитарные и естественные науки. Т.1. № 4. – Мичуринск. 2001. – С. 78-81.

11.Родиков, С.А. Исследование взаимосвязи коэффициентов отражения света и содержания хлорофиллов и каротиноидов в кожуре яблок / С.А. Родиков // Хранение и переработка сельхозсырья. - 2006. - № 3. - С. 30-31.

12.Родиков, С.А. Определение зрелости яблок / С.А. Родиков // Хранение и переработка сельхозсырья. - 2007. - № 5. - С. 40-42.

13.Родиков, С.А. Методы и устройства анализа зрелости яблок. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 216 с.

14.Родиков, С.А. Исследование флуоресценции и отражения света поверхности яблок при анализе их качества / С.А Родиков // Достижения науки и техники АПК. №2. 2010. – С. 32-33.

15.Родиков, С.А. Флуоресценция хлорофилла поверхности яблок при созревании и хранении / С.А. Родиков // Хранение и переработка сельхозсырья. - 2009. № 8. - С. 33-34.

16.Родиков, С.А. Исследование флуоресценции хлорофилла в кожуре яблок в синей и красной областях спектра / С.А Родиков // Вестник Мичуринского аграрного университета. Научн.-производ. журнал. 2011. №.2. Часть 2. – Мичуринск-научоград РФ – С. 66 – 72.

17.Родиков, С.А. Влияние солнечного излучения на содержание антоцианов и хлорофиллов в кожуре яблок // Плодоводство и ягодоводство России. - Москва 2012- Т.33. - С. 286-292.

18.Родиков, С.А. Разработка метода определения оптимального срока съема яблок в саду. Научные труды Государственного научного учреждения Северо-Кавказского зонального научно-исследовательского института садоводства и виноградарства Российской академии сельскохозяйственных наук. 2016. Т. 10. - С. 126-129.

19.Метлицкий, Л.В. Основы биохимии плодов и овощей / Л.В. Метлицкий. - М.: Экономика, 1976. – 349 с.

20.Родиков, С.А. Открытие «Явление эндогенной периодической активности плодов растений» № А-535 от 11 ноября 2011 г.

21.Rodikov, S.A. Endogenous periodic activity of apples when ripening / S.A. Rodikov // Eco. Env. & Cons. 21 (Suppl.): 2015; pp. (AS27-AS30).

22.Родиков, С.А. Применение приставки в спектрофотометре СФ-26 для измерения отражения интактных растительных объектов / С.А. Родиков // Вестник МГАУ: научно-производственный журнал, серия: механизация, социально-гуманитарные и естественные науки. Т.1. № 4. – Мичуринск. 2001. – с.78-81.

23. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур, Орел, 1999.



**THE CHANGE OF CHLOROPHYLL IN THE SKIN OF THE GREEN  
FRUIT VARIETIES "ANTONOVKA ORDINARY" REFLECTION  
COEFFICIENTS DURING RIPENING IN THE GARDEN**

**Rodikov Sergey Afanasievich,**

doctor of technical Sciences the  
Department of Agroengineering and energy  
Michurinsk State Agrarian University,  
Michurinsk, Russia.

info@fnc-mich.ru

**Denis Dmitriev,**

master's student 2 courses of engineering Institute  
Michurinsk State Agrarian University,  
Michurinsk, Russia.

ddomgb@mail.ru

Annotation. The article is devoted to the study of the regularity of chlorophyll changes in the skin of apples during maturation to develop a method for determining the optimal period of removal of apples in the garden.

Keyword. Assessment of maturity of apples, measurement of chlorophyll content, reflection coefficient, the optimal time of removal of apples.