

Раннее прогнозирование потерь плодовой продукции при холодильном хранении

С.В. Мурашев, А.Ю. Белова, В.Г. Вержук

Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий, Санкт-Петербург, Россия

ГНУ ГНЦ ВНИИР им. Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия

e-mail: verzhuk @ yandex.ru

Раннее за 1 – 2 месяца до сбора урожая прогнозирование потерь растительной продукции во время холодильного хранения возможно на основе исследования отражающей способности листьев растений. Наиболее значимым с точки зрения прогнозирования в спектрах отражения листьев является диапазон 500 – 570 нм, в котором дополнительную светособирающую функцию по отношению к хлорофиллу выполняют каротиноиды. Одновременно они выполняют защитную функцию, что в совокупности, по-видимому, обеспечивает формирование растительной продукции с более низкими потерями при холодильном хранении.

Ключевые слова: холодильное хранение, прогнозирование потерь, плодовые и ягодные культуры.

Существующие в настоящее время методы прогнозирования способности плодовой продукции к длительному хранению основаны на диагностике созревшего и уже готового к закладке на хранение сырья. Главный недостаток такого подхода заключается в отсутствие резерва времени, необходимого для переработки или реализации растительного материала в случае его непригодности к длительному хранению. Поэтому необходимы методы раннего прогнозирования, позволяющие заблаговременно получать информацию о свойствах и качестве плодовой продукции, а также осуществлять необходимую корректировку роста и развития плодоносящих частей растений.

Раннее прогнозирование может быть основано на исследовании такой функционально значимой части растения как лист. Данный вариант прогнозирования возможен по той причине, что растение представляет собой единый организм, и процессы, происходящие в листьях, влияют на формирование плодов и их свойства, необходимые для длительного хранения. Значение листьев для растений определяется тем, что в них сосредоточен аппарат фотосинтеза, с которого берет начало образование всего комплекса веществ, необходимых для формирования плодов и их естественных защитных механизмов.

В значительной степени синтетический и антиокислительный потенциал листьев связан с каротиноидами. Для оксигенных фототрофов значение каротиноидов

определяется их ролью как вспомогательных светособирающих пигментов. Как фотопротекторных агентов и как стабилизаторов липидной фазы мембран [1].

Окрашенные каротиноиды препятствуют образованию синглетного кислорода. Этим они защищают растение от окислительного стресса, что, вероятно, способствует формированию высококачественной плодовой продукции способной к длительному хранению с минимальными потерями.

Объекты и методы исследования

Для исследований использовались следующие культуры: яблоня (с. Белый налив), груша (с. Чижовская), айва японская (хеномелес). Листья с растений собирались с внешней, наиболее освещаемой солнечным светом, части кроны. Исследования листьев осуществлялись в конце июня, т.е. приблизительно за два месяца до сбора урожая. К этому времени успевала сформироваться завязь плодов.

С листьев снимались спектры отражения на спектрофотометре СФ-18 в диапазоне 400 – 750 нм. Собранные созревшие плоды семечковых культур закладывались на холодильное хранение при температуре 2 ± 1 °С. Во время хранения весовым методом определялась естественная убыль массы плодов. По окончании хранения строились корреляционные зависимости убыли массы плодов от спектральных свойств листьев в отраженном свете.

Результаты и их обсуждение

При анализе спектров отражения листьев яблони, груши и айвы было выявлено, что наиболее значительные отличия в спектрах отражения, не зависимо от вида растения, наблюдаются в диапазоне 500 – 570 нм, в связи с чем, для раннего прогнозирования потерь растительной продукции при хранении использовалась длина волны 550 нм. Поглощение солнечного света листьями в этой области связано с каротиноидами.

Зависимости естественной убыли плодов во время холодильного хранения от величины оптической плотности листьев представлены на рис.1. Они позволили выявить, что с ростом оптической плотности листьев при длине волны 550 нм уменьшается убыль массы плодов при хранении. Данная тенденция прослеживается для всех видов плодов, выбранных для исследований. В связи с этим, можно говорить о пригодности использования данной зависимости для раннего прогнозирования потерь плодового сырья при холодильном хранении [2].

Прогнозирование сохранности плодового сырья во время холодильного хранения по листьям растений, возможно по той причине, что происходящие в них процессы влияют на формирование плодов и их свойства. Кроме того, с функционированием фотосинтеза связан процесс образования активных форм кислорода, которые существенно влияют на состояние растения и, следовательно, на формирование плодовой продукции и её свойства, необходимые для длительного хранения.

Интенсивный солнечный свет вызывает фотоповреждение листьев растений, если скорость деградации фотосинтетического аппарата превышает скорость его репарации. Фотоповреждения окислительного стресса возникают вследствие несбалансированности поглощения и использования солнечной энергии. Использованию энергии препятствует недостаток CO_2 , так как в темновой фазе фотосинтеза при ассимиляции CO_2 используются энергетические эквиваленты (НАДФН и АТФ), произведенные в световой фазе.

Вследствие преобладания поглощения солнечной энергии над ее использованием в хлоропластах листьев растений происходит накопление восстановленных энергетических эквивалентов фотосинтеза и восстановленных промежуточных участников фотосинтетического процесса (восстановленные хиноны, восстановленный ферредоксин), что создает условия для возникновения окислительного стресса, разрушающего фотосинтетический аппарат. Это происходит вследствие того, что накопление восстановленных участников фотосинтеза замедляет электронный транспорт.

Возбужденный синглетный хлорофилл P_{680} способен к переходу в долгоживущее триплетное состояние. Этот запрещенный переход становится возможным вследствие замедления электронного транспорта и увеличения количества молекул хлорофилла находящихся в первом возбужденном синглетном состоянии. В свою очередь возбужденный триплетный P_{680} генерирует синглетный кислород. Последний вызывает разнообразные окислительные повреждения реакционного центра.

Синглетный кислород может окислять любые компоненты фотосинтетического аппарата (белки, хлорофилл, липиды мембран). Каротиноиды способны воспрепятствовать образованию синглетного кислорода и рассеивать избыточную энергию в виде тепла. Эту функцию эффективно выполняет ксантофилловый (виолаксантиновый – зеаксантиновый) цикл.

При недостаточной эффективности других защитных механизмов каротиноиды сами становятся мишенью для атаки синглетного кислорода, выступая в качестве антиоксидантов. Образующиеся при этом ксантофиллы далее ферментативно восстанавливаются [1]. Кроме того, зеаксантин уменьшает текучесть двойного липидного

слоя мембран, что препятствует поступлению внутрь тилакоидов активных форм кислорода [1].

Таким образом, каротиноиды не только служат дополнительными светособирающими пигментами в области (450 – 570 нм), где плохо поглощает хлорофилл, но и являются фотопротекторами множественного действия. Эти причины обеспечивают рост продуктивности растений и формирование плодовой продукции с усиленными естественными защитными механизмами, обеспечивающими ее более длительное хранение при сокращении потерь.

В силу выше сказанного, прогнозирование пригодности плодовой продукции к длительному хранению может быть основано на исследовании оптических свойств такой функционально значимой части растений как лист.

Выводы

Предложен метод прогнозирования, основанный на определении оптических свойств листьев, позволяющий судить о качестве урожая и потерях во время холодильного хранения за 1 – 2 месяца до сбора урожая. Это значительное преимущество, так как открывается возможность корректирования агротехнических приемов возделывания культур в период вегетации с целью получения стабильно высоких урожаев качественной растительной продукции.

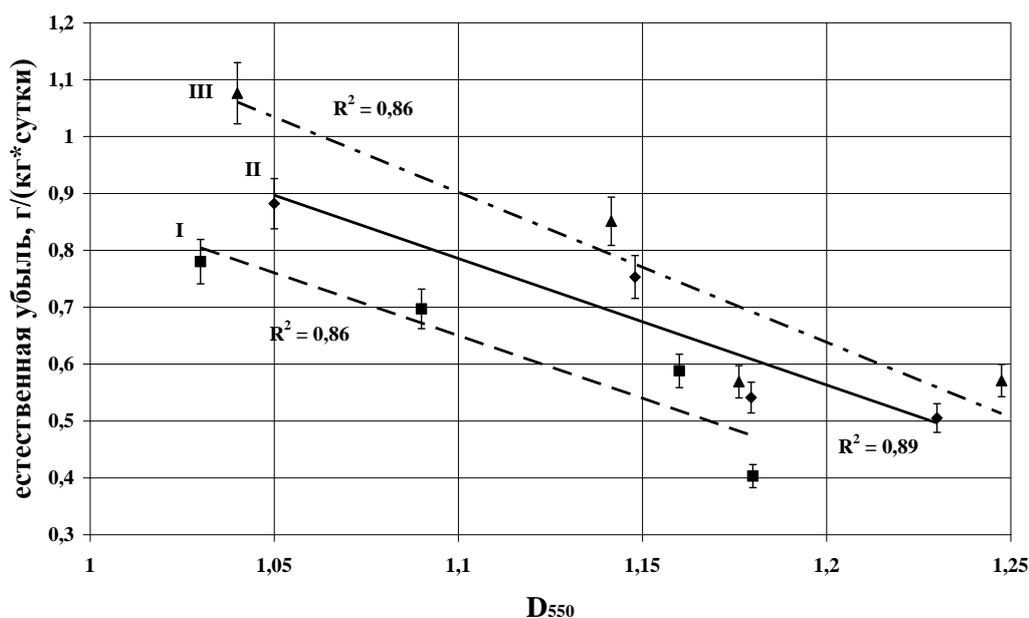


Рис. 1. Зависимость естественной убыли плодов во время холодильного хранения от величины оптического критерия D550, полученного для листьев: I – плоды груши; II – плоды айвы; III – яблоки.

Список литературы

1. Пиневич А.В., Аверина С.Г. Оксигенная фототрофия. – СПб: Изд-во СПб ун-та, 2002. – 236 с.
2. Патент РФ № 2338187. Мурашев С.В., Вержук В.Г., Белова А.Ю. Способ диагностики плодов для прогнозирования сроков хранения (варианты). Опубликовано 10.11.2008. Бюл. № 31.

Early prognostication of the losses of fruit production during the refrigeratory storage

S.V. Murashev, A.Y. Belova, V.G. Verzhuk

St. Petersburg State University of Refrigeration and Food Engineering

N.I. Vavilov Institute of Plant Industry

Earlier 1- 2 months prior to the collection of harvest the prognostication of the losses of plant production during the refrigeratory storage is possible on the basis of a study of the reflectivity of leaves of plants. Most significant from the point of view of prognostication in the reflection spectra of leaves is range 500 - 570 nm, in which the additional light-collecting function with respect to the chlorophyll carries out carotenoids. At the same time they fulfill shielding function, which in the totality, apparently, ensures the formation of plant production with the lower losses during the refrigeratory storage.

Keywords: refrigeratory storage, prognostication of losses, fruit and berry cultures.

РЕЦЕНЗИЯ на рукопись в ЭНЖ СПбГУНиПТ:

УДК 634.1.076:577.355.2 № специальности ВАК РФ 12.11.10

Название статьи: Раннее прогнозирование потерь плодовой продукции при холодильном хранении

Автор(ы): С.В. Мурашев, А.Ю. Белова, В.Г. Вержук

Рецензент: Ситников М.Н., кандидат биологических наук, genetik@mail.ru

Рецензент заполняет в таблице оценки в столбце 3 в строках 1-4 одной цифрой оценки в каждой строке и при необходимости комментирует оценки в столбце 4 Примечания.

№№ пп	Наименование оценки	Оценка. 0,1,2,3,4,5 (5 -высшая оценка)	Примечания
1	Степень соответствия содержания рукописи тематике ЭНЖ	5	Соответствует
2	Актуальность	5	Статья актуальна, заслуживает публикации в данном издании
3	Научный уровень	5	Высокий
4	Практическая ценность	5	Велика

Текст рецензии:

Настоящая работа посвящена изучению отражающей способности листьев растений, а так же ее практическому использованию для раннего прогнозирования потерь плодового сырья при холодильном хранении. Данное исследование является актуальным и важным, поскольку дает возможность не только определять свойства растительного сырья, но и проводить корректирование агротехнических приемов для получения более качественной плодовой продукции еще за 1 – 2 месяца до сбора урожая. Результаты, представленные в данной работе, а так же их анализ, представляют большое практическое значение, и доказывают, что применение предложенного метода раннего прогнозирования возможно для ряда плодовых культур.

Рецензент: Ситников М.Н.