

УДК: [634.11+54]:581.1.43:581.192.2

ВЛИЯНИЕ СВЧ НА СОСТОЯНИЕ КАТЕХИНОВ В ЗАМОРОЖЕННЫХ ПОБЕГАХ ЛЕЩИНЫ И ЯБЛОНИ

Попов Геннадий Дмитриевич,

к. с.-х. н.

ФГБНУ ФНЦ им И.В. Мичурина,

Мичуринск, Россия,

E-mail: dmygen@bk.ru

Аннотация. Некротические процессы в тканях растений после воздействия морозов затрагивают и катехины. Содержание катехинов в древесине побегов в замороженном состоянии остается максимальным. Воздействие максимальных низких температур вызывает разрушения флавоноидов в ксилеме. Под действием окружающей среды количество катехинов при размораживании-оттаивании резко уменьшается. При размораживании побегов яблони и лещины в микроволновой печи количество катехинов оставалось максимальным и сохранялось в последующем. После воздействия СВЧ более 60 секунд окисление катехинов приостанавливалось.

Ключевые слова: СВЧ, замораживание, яблоня, лещина, флавоноиды.

Введение

Флавоноиды являются важным элементом в тканях растений. Они оказывают неоднозначную роль в реакции растительных организмов на неблагоприятное воздействие окружающей среды. Проявляют высокую антиоксидантную активность по защите организмов от окислительного стресса.

К классу флавоноидов относятся флаванолы, в который входит группа флаван-3-олов (катехинов). Катехины используются растениями для борьбы с различными патогенами поскольку являются мощными антиоксидантами [8,9].

В плодах яблони катехинов содержится в среднем 350 мг%, а у некоторых сортов яблони количество катехинов достигает 1370 мг% [7, 3, 1]. По результатам изменения цвета органов и тканей после перенесенного стресса принято судить о последующей жизнеспособности экспериментального материала. По мнению Запрометова М.Н. (1964) катехины в организме подвергаются глубокому окислительному превращению с образованием светло-коричневых соединений с максимумом поглощения при 450 нм. Взаимодействие полифенолоксидазы и катехинов приводит к образованию коричнево окрашенных флавонолов. При определении морозостойкости яблони исследователи также ориентируются на изменение окраски тканей после воздействия низких температур, которые вызывают деструктивные процессы в растительных клетках (Нестеров, 1972; Будаговский, 1954, Тюрина, Гоголева, 1978). Прикладные исследования по морозостойкости яблони опираются и на другие критерии определения устойчивости. Состояние флавоноидов в растениях очень лабильный элемент, что характеризует их жизнеспособность и чем обусловлено направление данных исследований. Известен способ наиболее эффективного извлечения флавоноидов из растений с помощью криогенного дробления (<http://vipded.info/forum/50-99-1>), в результате которого достигается наибольший выход. В древесине побегов яблони после перенесенного низкотемпературного стресса происходит уменьшение количества катехинов, и зависит от условий содержания побегов после размораживания [6]. В замороженном состоянии количество их остается максимальным и сокращается после оттаивания.

Материалы и методика

В зимний период проводилось промораживание однолетних побегов яблони в камерах при температуре -45°C в течение 12 часов. В замороженном состоянии черенки переносили в микроволновые печи (СВЧ), где производили разогрев черенков в течение 60 секунд. После этого опытный материал ставили на оттаивание. В течение 3 дней из побегов извлекали необходимые ткани (кора, древесина) и фиксировали в 96% этаноле. Количество катехинов определяли по методике «Определение витаминов и других биологических веществ» [4].

Результаты и обсуждение

Низкие температуры вызывают в древесине однолетних побегов плодовых деревьев повреждения. Визуально они проявляются в виде побурения органов или тканей. У яблони побурение клеток ксилемы происходит, когда промораживание проводится при температурах летального уровня – ниже -40°C . В однолетних побегах различные ткани имеют неоднозначную устойчивость. В древесине предсердцевинные участки начинают повреждаться при температурах сублетального уровня, а периферийные остаются зелеными, то есть неповреждёнными [5]. Побурение связывают с окислением катехинов [2]. Определение катехинов в коре в зимний период времени показало, что количество их может достигать 1050 мг%. В коре лещины (*C.rostrata*) количество катехинов несколько ниже и составляет 866мг%. Таким образом, видовая принадлежность мало сказывается на содержании катехинов в коре. Между тем по содержанию катехинов в древесине у данных видов выявляются существенные различия – 550 у яблони и 186 у лещины. Удалось также установить, что количество катехинов в древесине значительно ниже их содержания в коре (табл.1).

Таблица 1

Содержание катехинов в тканях побегов в зависимости от условий размораживания,

мг%

Сорт	Без промораживания		Промораживание, разогрев в СВЧ		Промораживание -36°C разогрев воздух	Промораживание -45°C, разогрев воздух
Богатырь	кора	древесина	Кора	Древесина	древесина	
	960	550	1050	806	760	
C.rostrata	866	168			122	86

Промораживание при сублетальной температуре -36°C показывает, что под действием низкой температуры некротические процессы происходят при достижении их летального уровня (свыше -40°C у яблони). После промораживания при температуре -36°C, когда подмерзание составило 1 балл сокращается незначительно, что может свидетельствовать о связи степени повреждения с окислением катехинов.

В замороженных черенках количество катехинов после оттаивания на воздухе сокращается более чем в 3 раза, по сравнению количеством катехинов, которое удастся определить, если материал ксилемы фиксировать в замороженном состоянии. В таком случае обнаруживается максимальное количество катехинов. Максимальная скорость разогрева замороженных объектов достигается при действии СВЧ и составляет 0,5°C/сек. Испытания по размораживанию побегов яблони и лещины в микроволновой печи показали отсутствие действия СВЧ на побеги при экспозиции в течение 15 и 30 секунд. Происходило обычное оттаивание побегов. В таком случае в тканях побегов развивались некротические процессы, как и при размораживании на воздухе. При 60 секундной экспозиции во всех тканях сохранялась видимость отсутствия подмерзаний. Древесина оставалась зеленой. Последующее отращивание в течение 3 дней не вызывало видимых изменений. Определение количества катехинов в данном эксперименте показало, что после действия СВЧ и кратковременного отращивания количество катехинов составляло максимальное значение из всех проведенных опытов. Таким образом,

применение размораживания в микроволновой печи позволяет выявить потенциальные возможное содержание катехинов в ксилеме побегов, ввиду того, что под действием СВЧ окислительные процессы приостанавливаются. Катехины не подвергаются окислению при экспозиции СВЧ более 60 секунд.

Заключение

Оттаивание важный момент после воздействия низкотемпературного стресса. Морозы свыше -40°C вызывают гибель ксилемы ветвей яблони и лещины. Размораживание со скоростью $5^{\circ}\text{C}/\text{час}$ (или в окружающей среде с температурой $+20^{\circ}\text{C}$) приводит именно к таким повреждениям в тканях побегов. Воздействие максимальных низких температур вызывает разрушения флавоноидов в ксилеме. Определение их количества в замороженном состоянии после оттаивания показывает их сокращение в 3 раза. Таким образом, окисление катехинов происходит после оттаивания. В разогретых в микроволновой печи побегах содержание катехинов оставалось максимальным по сравнению с другими опытами. На этот показатель не оказывало влияние дальнейшее их нахождение в условиях окружающей среды.

Литература

1. Биохимический состав плодов и их пригодность для переработки/ Н.И. Савельев, В.Г. Леонченко, В.Н.Макаров, Е.В. Жбанова, Т.А.Черенкова. Мичуринск: Изд-во ВНИИГ и СПР им. И.В. Мичурина, 2004. 124 с.
2. Запрометов М.Н. Биохимия катехинов. Биосинтез, превращения и практическое использование. – Москва: Изд-во Наука, 1964. 296 с.
3. Калинина И.П. Селекция яблони на Алтае.- Барнаул, 1976. 352 с.
4. Луковникова Р.А., Ярош Н.П. Определение витаминов и других активных веществ // Методы биохимического исследования растений. Ленинград: Агропромиздат. Ленинградское отделение, 1987. С.111-119.

5. Попов Г.Д. Эколого-генетические основы селекции яблони на зимостойкость: автореф. дис к. с.-х. н.// ВНИИГ и СПР им. И.В.Мичурина. Воронеж: ВГЛТА, 2003.- 24 с.
6. Попов Г.Д. Действие низких температур на состояние катехинов в тканях побегов яблони и лещины // Приоритетные задачи и стратегии развития сельскохозяйственных наук. Тольятти: Эвенсис, 2018. Вып. 111. С. 7-9.
7. Седов Е.Н., Макаркина М.А., Янчук Т.В. Биохимический состав плодов у сортов яблони селекции ВНИИСПК // XXIV Мичуринские чтения «Частная генетика и селекция – вековой опыт в садоводстве». Мичуринск - наукоград РФ, 2018. С. 212-218.
8. Chiu S. Is green tea really good for you? //Journal of Food Science. 2006. V. 5. P. 70–71.
9. Sang S., Cheng X., Stark R. E., Rosen R. T., Yang C. S., Ho C. T. Chemical studies on antioxidant mechanism of tea catechins: analysis of radical reaction products of catechin and epicatechin with 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl// Biorg. Med. Chem. 2002. V. 10, P. 2233–2237.

UDC: [634.11+54]:581.1.43:581.192.2

**THE ULTRA-HIGH FREQUENCY EFFECT ON THE STATE OF
CATECHINS IN FROZEN SHOOTS OF HAZEL AND APPLE**

Popov G.D.,

candidate of agricultural sciences,

Michurin Federal Scientific Centre Michurinsk, Michurinsk, Russia,

E-mail: dmygen@bk.ru

Abstract. Necrotic processes in plant tissues after the effect of frost can catechins. The catechins content in the xylem of shoots is stable when the shoots live in frozen state. Under the environmental factors the catechins content is sharply decreased in the course of deforestation (thaw). When the apple and hazel shoots were defrosted in microwave, catechins content was maximal. Such event remained the same in further observations. After 60 second UNF effect the oxidation of catechins has stopped.

Keywords (Docuterm): frozen, apple, hazel, flavonoid, ultra-high frequency.