

ชื่อเรื่อง	การเปลี่ยนแปลงลักษณะเฉพาะทางเคมีกายภาพ ปริมาณกรดอินทรีย์ และกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับเมแทบอลิซึมของกรดซิตริก ระหว่างการเจริญเติบโต และการเก็บรักษาของผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งและสีทอง
ผู้แต่ง	วรวัดญษ์ รุ่งเรืองศรี
ที่มา	วิทยาศาสตร์สุขภาพบัณฑิต (วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว) สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 284 หน้า. 2555.
คำสำคัญ	ส้ม; คุณภาพผล

บทคัดย่อ

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพ ปริมาณกรดอินทรีย์ กิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับเมแทบอลิซึมของกรดซิตริก ระหว่างการเจริญเติบโตและการเก็บรักษา บนต้นและหลังการเก็บเกี่ยวในผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งและสีทอง ผลการทดลองพบว่าผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งและสีทองมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพในช่วงระยะการเจริญเติบโตต่างๆ เหมือนกัน โดยน้ำหนักของผลส้มเพิ่มขึ้นตามขนาดที่เพิ่มขึ้น มีการสลายคลอโรฟิลล์และการสะสมแคโรทีนอยด์ในเปลือกตลอดระยะการพัฒนาของผลส้มทั้งสองพันธุ์ สีเปลือกจึงเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองส้ม และมีการสะสมแคโรทีนอยด์ในน้ำคั้น ทำให้สีน้ำคั้นของผลส้มเปลี่ยนจากสีเหลืองส้มเป็นสีส้มเข้ม กรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้และกรดซิตริกมีปริมาณเพิ่มขึ้นจนถึงระดับสูงสุดในระยะเริ่มต้นของการเจริญเติบโต หลังจากนั้นปริมาณลดลงอย่างรวดเร็ว และลดลงอย่างช้าๆ เมื่อผลส้มเข้าสู่ระยะการแก่ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้สัมพันธ์กับ การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในน้ำคั้นของผลส้ม กรดมาลิกและวิตามินซีมีปริมาณสูงในระยะเริ่มต้นของการเจริญเติบโตและลดลงเมื่อผลส้มเข้าสู่ระยะการแก่ กรดไอโซซิตริกมีปริมาณลดลงเมื่อผลส้มเข้าสู่ระยะการแก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ อัตราส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ น้ำตาลซูโครส ฟรักโทส และกลูโคส มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในระยะการเจริญเติบโตและเพิ่มขึ้นช้าลงในระยะการแก่ ในระยะการแก่ของผลส้ม ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ ของแข็งที่ละลายน้ำได้ กรดซิตริก วิตามินซี น้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรักโทสของผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งมีปริมาณมากกว่าผลส้มพันธุ์สีทอง แต่ปริมาณแคโรทีนอยด์ ในเปลือก ปริมาณกรดไอโซซิตริก ค่าพีเอชในน้ำคั้นของผลส้ม และอัตราส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ของผลส้มพันธุ์สีทองมีปริมาณมากกว่าผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง สีเปลือกและสีน้ำคั้นของผลส้ม ปริมาณคลอโรฟิลล์ในเปลือก ปริมาณแคโรทีนอยด์ใน น้ำคั้น และปริมาณกรดมาลิก ไม่แตกต่างกันระหว่างผลส้มทั้งสองพันธุ์

การศึกษากิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับเมแทบอลิซึมของกรดซิตริกในการควบคุมการสะสมและลดลงของกรดซิตริกที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ ในผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งและสีทอง โดยวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ซีเทรตซินเทสในส่วนของไมโทคอนเดรีย กิจกรรมของเอนไซม์อะโคนิเทสในส่วนของไมโทคอนเดรียและไซโทซอล และเอ็นเอดีพี-ไอโซ-ซีเทรตดีไฮโดรจีเนส ในส่วนของไซโทซอลพบว่า ผลส้มทั้งสองพันธุ์มีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ทั้งสามชนิดเหมือนกันตลอดระยะการ

เจริญเติบโต โดยในระยะเริ่มต้นของการเจริญเติบโต ในช่วงสัปดาห์ที่ 16-24 หลังดอกบาน เอนไซม์ซีเทรตซินเทสในไมโทคอนเดรีย มีกิจกรรมเพิ่มขึ้น เอนไซม์อะโคนิเทสในไมโทคอนเดรียมีกิจกรรมลดลง และกรดซิตริกมีปริมาณเพิ่มขึ้นจนถึงระดับสูงสุด หลังจากนั้นเอนไซม์ทั้งสองชนิดดังกล่าวในไมโทคอนเดรีย มีกิจกรรมลดลง และคงที่อยู่ในระดับต่ำต่อไปจนผลส้มเข้าสู่ขั้นตอนการแก่ ระหว่าง 28-34 สัปดาห์หลัง ดอกบาน เอนไซม์อะโคนิเทสและเอ็นเอดีพี-ไอโซซิเทรตดีไฮโดรจีเนสในไซโทซอลมีกิจกรรมเพิ่มสูงขึ้น สอดคล้องกับปริมาณกรดซิตริกที่ลดลง ระหว่างการแก่ (35-37 สัปดาห์หลังดอกบาน) เอนไซม์อะโคนิเทสและเอ็นเอดีพี-ไอโซซิเทรตดีไฮโดรจีเนสในไซโทซอล มีกิจกรรมลดลงและคงที่ในระดับต่ำ สอดคล้องกับปริมาณกรดซิตริกที่ลดลงอย่างช้าๆ ในระยะดังกล่าว ดังนั้น เอนไซม์ซีเทรตซินเทสและอะโคนิเทสในไมโทคอนเดรีย เป็นเอนไซม์ที่มีบทบาทสำคัญในการควบคุม การสะสมกรดซิตริกในระยะเริ่มต้นของการเจริญเติบโตของผลส้ม เอนไซม์อะโคนิเทสใน ไซโทซอลเป็นเอนไซม์ที่มีบทบาทสำคัญในการควบคุมการสลายกรดซิตริกระหว่างการเจริญเติบโตและแก่ของผลส้ม เอนไซม์เอ็นเอดีพี-ไอโซซิเทรตดีไฮโดรจีเนสทำงานร่วมกับเอนไซม์อะโคนิเทสในการสลายกรดซิตริกในไซโทซอล

กิจกรรมของเอนไซม์ซีเทรตซินเทสในไมโทคอนเดรียไม่แตกต่างกันระหว่างผลส้ม ทั้งสองพันธุ์ตลอดระยะการพัฒนของผลส้ม แต่ผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งมีกิจกรรมของเอนไซม์ อะโคนิเทสในไมโทคอนเดรียและไซโทซอลต่ำกว่าผลส้มพันธุ์สีทอง สอดคล้องกับปริมาณกรดซิตริกที่ผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งมีปริมาณมากกว่าผลส้มพันธุ์สีทอง ดังนั้นกิจกรรมของเอนไซม์ อะโคนิเทสที่แตกต่างกันระหว่างพันธุ์ของผลส้ม ทำให้มีปริมาณกรดซิตริกแตกต่างกัน แต่กิจกรรมของเอนไซม์ซีเทรตซินเทสไม่มีผลต่อปริมาณกรดซิตริกที่แตกต่างกัน

ผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งและสีทองที่เก็บรักษานบนต้นและที่อุณหภูมิ 25 และ 5 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมี กายภาพ และชีวเคมี เหมือนกัน ผลส้มทั้งสองพันธุ์สูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้น และมีความชื้นเปลือกลดลงเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักและความชื้นของเปลือกของผลส้มได้ และช่วยรักษาคุณภาพภายนอกได้นานกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ผลส้มทั้งสองพันธุ์สามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลา 10 วัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และ 28 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และภายหลังเก็บเกี่ยวทางการค้าผลส้มยังสามารถเก็บรักษาไว้นานขึ้นได้อีกประมาณ 15 วัน โดยยังคงมีลักษณะปรากฏที่ดี การสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณความชื้นเปลือกของผลส้ม และลักษณะปรากฏของผลส้มทั้งสองพันธุ์ไม่แตกต่างกัน

ผลส้มที่เก็บรักษานบนต้นและที่อุณหภูมิ 25 และ 5 องศาเซลเซียส เปลือกของผลส้ม มีปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลง ปริมาณแคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้น ทำให้เปลือกของผลส้มเปลี่ยนจากสีเขียวเข้มเป็นสีส้มเข้มขึ้น และเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้นกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ กรดซิตริก กรดไอโซ-ซิตริก และวิตามินซี มีปริมาณลดลง และค่าพีเอชในน้ำคั้นของผลส้มเพิ่มขึ้น กรดมาลิกมีปริมาณคงที่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ อัตราส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ และน้ำตาลซูโครส มีปริมาณเพิ่มขึ้น น้ำตาลฟรักโทสและกลูโคส มีปริมาณเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น

ผลส้มที่เก็บรักษานบนต้นมีปริมาณคลอโรฟิลล์ในเปลือก กรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ และกรดซิตริกลดลงเร็วกว่าผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แต่มีปริมาณแคโรทีนอยด์ในเปลือก ของแข็งที่ละลายน้ำ

ได้ และน้ำตาลซูโครสเพิ่มขึ้นเร็วกว่าผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการสลายคลอโรฟิลล์และการเพิ่มขึ้นของแคโรทีนอยด์ในเปลือกของผลส้มได้ ทำให้เปลือกของผลส้มเปลี่ยนสีช้าลง ทำให้ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้และกรดซิตริกลดลงอย่างช้าๆ และยังทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และน้ำตาลซูโครส มีปริมาณเพิ่มขึ้นช้าลง เมื่อเปรียบเทียบกับ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถช่วยรักษาแคโรทีนอยด์และวิตามินซีในน้ำคั้นให้คงอยู่ได้นานขึ้น สีเปลือกและสีน้ำคั้น ปริมาณคลอโรฟิลล์ในเปลือก ปริมาณแคโรทีนอยด์ในน้ำคั้นของผลส้มทั้งสองพันธุ์ไม่แตกต่างกัน ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ ของแข็งที่ละลายน้ำได้ กรดซิตริก วิตามินซี น้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรุกโทส ของผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งมีปริมาณมากกว่าผลส้มพันธุ์สีทอง แต่ผลส้มพันธุ์สีทองมีปริมาณแคโรทีนอยด์ในเปลือก กรดไอโซซิตริก ค่าพีเอชในน้ำคั้นของผลส้ม และอัตราส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้มากกว่าผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง ปริมาณกรดมาติกไม่แตกต่างกันระหว่างผลส้มทั้งสองพันธุ์

กิจกรรมของเอนไซม์ซีเทรตซินเทสในไมโทคอนเดรีย และกิจกรรมของเอนไซม์อะโค- นิเทสและเอ็นเอดีพี-ไอโซซีเทรตดีไฮโดรจีเนสในไซโทซอลของผลส้มทั้งสองพันธุ์ที่เก็บรักษา บนต้นและที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีกิจกรรมลดลงเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น ในขณะที่ผลส้ม ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีกิจกรรมของเอนไซม์ดังกล่าวลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 7 และคงที่ในปริมาณที่ต่ำตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ส่วนเอนไซม์อะโคนิเทสในไมโทคอนเดรียมีกิจกรรมลดลงเล็กน้อยเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น เอนไซม์ซีเทรตซินเทส อะโคนิเทส และเอ็นเอดีพี-ไอโซซีเทรตดีไฮโดรจีเนสในไซโทซอลของผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีกิจกรรมลดลงเร็วกว่าและมีกิจกรรมต่ำกว่าผลส้มที่เก็บรักษาบนต้น การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำมีผลต่อการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ดังกล่าว ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับเมแทบอลิซึมของ กรดซิตริกจึงทำให้ปริมาณกรดซิตริกลดลงช้าลง เมื่อเปรียบเทียบกับผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส กิจกรรมของเอนไซม์ซีเทรตซินเทส อะโคนิเทส และเอ็นเอดีพี-ไอโซซีเทรตดีไฮโดรจีเนสในไมโทคอนเดรียและในไซโทซอลของผลส้มทั้งสองพันธุ์ไม่แตกต่างกัน