ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว
Postharvest Technology Innovation Center

Postharvest Newsletter

ปีที่ 18 ฉบับที่ 2 เมษายน - มิถุนายน 2562

www.phtnet.org

ในฉบับ

เรื่องเต็มงานวิจัย 1 - 4
สารจากบรรณาธิการ 2
งานวิจัยของศูนย์ฯ 4
นานาสาระ 5 - 7
ผลสัมฤทธิ์งานวิจัยศูนย์ฯ ปกหลัง

เรื่องเต็มงานวิจัย

ความสัมพันธ์ระหว่างรากับการหลุดร่วงหลังการเก็บเกี่ยวของผลิตผลลองกอง

The Relation between Fungi and Postharvest Fruit Abscission in Longkong Commodity

นวลวรรณ ฟ้ารุ่งสาง[1,2] อุดม ฟ้ารุ่งสาง[2,3] จริงแท้ ศิริพานิช[2,4] และ ญาณี มั่นอ้น[1]

บทคัดย่อ

ผลหลุดร่วงและโรคผลเน่าหลังการเก็บเกี่ยวเป็นอุปสรรคต่ออายุการเก็บรักษารวมทั้งการส่งออกผลิตผลลองกองไปยังที่ห่างไกล ไม่นานมานี้ มีหลักฐานการวิจัยทางด้านโรคหลังการเก็บเกี่ยวที่แสดงให้เห็นว่า ราน่าจะเป็นสาเหตุของปัญหาเหล่านี้ ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการปลูกเชื้อที่รอยแผลตัดใหม่ ที่โคนช่อผลลองกองแก่ ด้วยสายพันธุ์ของราในสกุลที่ต้องสงสัยว่าเป็นสาเหตุของปัญหา ได้แก่ *Colletotrichum* (*gloeosporioides* complex), *Fusarium*, *Lasiodiplodia* และ *Phomopsis* หลังจากนั้นทำการบันทึกการหลุดร่วงของผล รวมทั้งการทำลายโดยราที่บริเวณขั้วและกลีบเลี้ยงของผลที่หลุดร่วง การหลุดร่วงของผลปรากฏชัดเจนหลังการปลูกเชื้อ 4 วัน ช่อผลที่ได้รับการปลูกเชื้อด้วยรา *Lasiodiplodia* sp. มีการหลุดร่วงของผลอย่างรุนแรง (สูงกว่า 50%) ตรงข้ามกับช่อผลที่ได้รับการปลูกเชื้อด้วยรา *Phomopsis* sp. ที่มีการหลุดร่วงเพียงเล็กน้อย (15%) ในวิธีการที่มีการหลุดร่วงของผลอย่างรุนแรงมีการตรวจพบการเข้าทำลายโดยรา *Lasiodiplodia* sp. สูงมากที่บริเวณขั้วและกลีบเลี้ยง แตกต่างจากการตรวจพบรา *Phomopsis* sp. ในส่วนเดียวกันของผลที่เก็บตัวอย่างจากวิธีการที่ก้านช่อผลได้รับการปลูกเชื้อด้วยรา *Phomopsis* sp. ที่ไม่แตกต่างจากวิธีการที่ไม่มีการปลูกเชื้อราใน วิธีการที่ได้รับการปลูกเชื้อด้วยรา *Colletotrichum* sp. หรือ *Fusarium* sp. มีการหลุดร่วงของผลใกล้เคียงกับวิธีการที่ไม่มีการปลูกเชื้อรา ในขณะที่มีร้อยละของการตรวจพบรา *Lasiodiplodia* sp. สูงขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับวิธีการที่ไม่มีการปลูกเชื้อรา

คำสำคัญ

ผลหลุดร่วง ลองกอง โรคหลังเก็บเกี่ยว

(อ่านต่อหน้า 2)

[1] ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140
[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กทม. 10400
[3] ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140
[4] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

สาร... จากบรรณาธิการ

สวัสดีครับ

สำหรับ Postharvest Newsletter ฉบับนี้ ในส่วนของเรื่องเต็มงานวิจัย เรานำเสนอผลงานเรื่อง "ความสัมพันธ์ระหว่างรากับการหลุดร่วงหลังการเก็บเกี่ยวของผลิตผลลองกอง" จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และนานาสาระ นำเสนอบทความเรื่อง "การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำชักนำกลิ่นผิดปกติผ่านทางวิถี LOX ในผลมะพร้าวอ่อน" โดย เกรียงไกร มีถาวร และจริงแท้ ศิริพานิช จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์งานวิจัย นำเสนอบทความเรื่อง "การลดการสูญเสียและยืดอายุการเก็บรักษาไม้ตัดดอกเศรษฐกิจโดยใช้บรรจุภัณฑ์แบบดัดแปลงบรรยากาศร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโตและสารยับยั้งการทำงานของเอทิลีน" โดย ผศ.ดร.มัณฑนา บัวหนอง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และใกล้มาแล้ว สำหรับการประชุมวิชาการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 17 ที่จะจัดขึ้นระหว่างวันที่ 11-12 กรกฎาคม 2562 นี้ สำหรับท่านที่ยังไม่ได้ลงทะเบียนเข้าร่วมงาน สามารถลงทะเบียนได้ที่ npht.phtnet.org แล้วพบกันในงานนะครับ

คำนำ

ลองกองเป็นไม้ผลประจำถิ่นของไทยที่มีศักยภาพด้านการส่งออกสูง การหลุดร่วงของผลและโรคผลเน่าเป็นปัญหาหลังการเก็บเกี่ยวที่สำคัญและเป็นอุปสรรคอย่างยิ่งต่อการเก็บรักษาผลิตผลตลอดจนการส่งออกลองกองไปยังปลายทางที่ห่างไกล แม้ว่ามีการตรวจพบราหลายสกุลในช่อผลลองกองรวมทั้งมีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงแนวโน้มว่า "รา" น่าจะเป็นสาเหตุของการหลุดร่วง แต่ยังไม่สามารถพิสูจน์ได้แน่ชัดว่าราสกุลใดเป็นสาเหตุที่สำคัญของโรครวมทั้งยังไม่มีวิธีลดปัญหาการหลุดร่วงได้เป็นที่พอใจ (นวลวรรณ และคณะ, 2557; อรวรรณ และ จริงแท้, 2556; อรวรรณ, 2558) ในช่วง 3-4 ปีที่ผ่านมามีการวิจัยด้านโรคหลังเก็บเกี่ยวของลองกองอย่างจริงจังเพื่อพิสูจน์สมมุติฐานรวมทั้งวินิจฉัยสกุลของราที่เป็นสาเหตุของการหลุดร่วง และรายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยดังกล่าว

อุปกรณ์และวิธีการ

ผลิตผลที่ใช้ในการวิจัย: ช่อผลลองกองแก่อายุประมาณ 13 สัปดาห์หลังดอกบาน จากแหล่งปลูก ต. ฉมัน อ. มะขาม จ. จันทบุรี

ราที่ใช้ในการวิจัย: เชื้อบริสุทธิ์บนอาหาร potato carrot agar ของราสกุล *Colletotrichum* (*gloeosporioides* complex), *Fusarium*, *Lasiodiplodia* และ *Phomopsis* สกุลละ 3 สายพันธุ์ จากแหล่งที่แตกต่างกัน

การปลูกเชื้อรา: ใช้กรรไกรตัดกิ่งที่ฆ่าเชื้อด้วย ethanol 70% ตัดโคนก้านช่อผล (fruit catkin rachis) นำ agar plug ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร ที่มีปลายเส้นใยของราวางบนรอยตัดใหม่ของโคนก้านช่อผล วางช่อผลลองกองในตะกร้าและคลุมด้วยถุงพลาสติกในสภาพอุณหภูมิ 26-28°C โดยใช้ช่อผลลองกอง 20 ช่อ ต่อรา 1 สายพันธุ์ (รวมช่อผลลองกองที่ใช้ 60 ช่อต่อรา 1 สกุล) และ 20 ช่อสำหรับการทดลองเปรียบเทียบ (รวมช่อผลลองกองที่ใช้ในการวิจัย 260 ช่อ)

การหลุดร่วงของผลลองกอง: หลังจากการปลูกเชื้อ 2 วัน บันทึกจำนวนผลที่หลุดร่วงทุกวัน

ราบริเวณหลุดร่วง: สุ่มตัวอย่าง ขั้วผล (fruit stem) และกลีบเลี้ยง (fruit calyx) ของผลลองกองที่หลุดร่วงช่อละ 1 ผล (รวมจำนวนขั้วผลและกลีบเลี้ยงที่สุ่มมาทั้งหมด 520 ชิ้น) มาแยกราโดย tissue transplanting technique โดยการนำขั้วผลและกลีบเลี้ยงมาผ่านการฆ่าเชื้อที่ผิวโดยการแช่ใน ethanol 95% เป็นเวลา 30 วินาที หลังจากนั้นเขย่าใน NaOCl 1% โดยใช้ความเร็ว 130 rpm ด้วยเครื่อง Orbital Shaker, OS-20, Boeco, Germany เป็นเวลา 15 นาที ล้าง 2 ครั้งด้วยน้ำที่ฆ่าเชื้อแล้ว หลังจากนั้นนำส่วนของพืชแต่ละชิ้นวางบนอาหาร potato carrot agar ที่เติม amoxicillin 300 ppm ใน Petri dish ขนาด 60x15 mm^2 incubate ในสภาพอุณหภูมิ 26-28 °C และให้แสงด้วย near ultraviolet lamp ร่วมกับ fluorescent lamp เป็นเวลา 12 ชั่วโมง/วัน ติดตามการพัฒนาและจำแนกสกุลของราโดยใช้ colonial characteristic ร่วมกับ fruiting structures ของราที่ศึกษาด้วย stereo microscope และ compound microscope

ผล

การหลุดร่วงของผลลองกองเริ่มสังเกตได้ในวันที่ 2 การหลุดร่วงพร้อมกันเกิดขึ้นชัดเจนในวันที่ 4 หลังการปลูกเชื้อ โดยวิธีการที่ได้รับการปลูกเชื้อด้วยรา *Lasiodiplodia* sp. มีการร่วงของผลสูงกว่า 50% ขณะที่วิธีการที่ปลูกเชื้อด้วยรา *Phomopsis* sp. มีการหลุดร่วงของผลประมาณ 15% ส่วนวิธีการที่ปลูกเชื้อด้วยรา *Colletotrichum* (*gloeosporioides* compley) และ *Fusarium* sp. มีการหลุดร่วงไม่แตกต่างกันคือประมาณ 4% (Fig 1)

การตรวจหาราในเนื้อเยื่อของขั้วผลและกลีบเลี้ยงแสดงให้เห็นว่าทุกวิธีการที่ได้รับการปลูกเชื้อรามีความถี่ของการตรวจพบรา *Lasiodiplodia* sp. สูงขึ้นและสูงกว่าวิธีการที่ไม่มีการปลูกเชื้อราอย่างมีนัยสำคัญ (Fig 2 และ 3) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวิธีการที่ปลูกเชื้อด้วยรา *Lasiodiplodia* sp. มีการตรวจพบรา *Lasiodiplodia* sp. 86 และ 78% ที่ขั้วและกลีบเลี้ยงของผล ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าการตรวจพบราสกุลนี้ ในทุกวิธีการอย่างชัดเจน สำหรับร้อยละของการตรวจพบรา *Phomopsis* sp. ในวิธีการที่ปลูกเชื้อด้วยราสกุล *Phomopsis* ใกล้เคียงกับวิธีการที่ไม่มีการปลูกเชื้อราในทั้งขั้วและกลีบเลี้ยงของผล

เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง treatment ที่โคนก้านช่อผลได้รับการปลูกเชื้อด้วยรา *Lasiodiplodia* sp. กับวิธีการที่ได้รับการปลูกเชื้อด้วยรา *Phomopsis* sp. วิธีการที่ปลูกเชื้อด้วยรา *Lasiodiplodia* sp. มีการตรวจพบราสกุล *Lasiodiplodia* สูงมากในขณะที่การตรวจพบราสกุล *Phomopsis* ลดลงเมื่อเทียบกับวิธีการที่ไม่ได้รับการปลูกเชื้อและวิธีการที่ปลูกเชื้อด้วยรา *Colletotrichum* sp. และ *Fusarium* sp. ส่วนวิธีการที่ปลูกเชื้อด้วยรา *Phomopsis* sp. มีการตรวจพบราสกุล *Lasiodiplodia* ลดลงอย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับวิธีการที่ปลูกเชื้อด้วยรา *Colletotrichum* sp. และ *Fusarium* sp. ในขณะที่การตรวจพบราสกุล *Phomopsis* ไม่มีความแตกต่างที่เด่นชัด

การตรวจพบราสกุล *Phomopsis* ในวิธีการที่โคนก้านช่อผลได้รับการปลูกเชื้อด้วยราสกุล *Colletotrichum* และ *Fusarium* ไม่แตกต่างกันกับที่ขั้วผล ในขณะที่มีความแตกต่างเล็กน้อยที่กลีบเลี้ยงเมื่อเทียบกับวิธีการที่ปลูกเชื้อด้วยรา *Phomopsis* sp. และวิธีการที่ไม่มีการปลูกเชื้อ

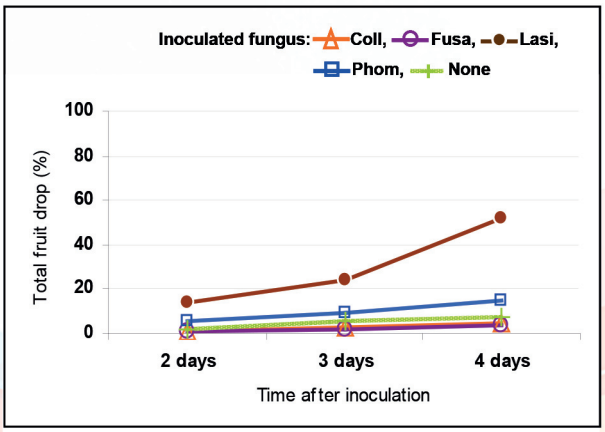


Fig 1 Fruit senescence over time of longkongs whose their peduncles were inoculated with fungi isolated in association with longkong fruit bunch.

Coll *Colletotrichum* sp.
Fusa *Fusarium* spp.
Lasi *Lasiodiplodia* sp.
Phom *Phomopsis* spp.
None un-inoculated

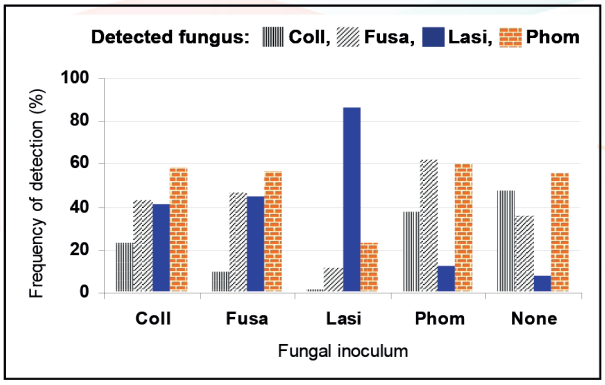


Fig 2 Fungi detected in fruit stems of dropped longkongs whose their peduncles were inoculated with fungi isolated in association with longkong fruit bunch.

Coll *Colletotrichum* sp.
Fusa *Fusarium* spp.
Lasi *Lasiodiplodia* sp.
Phom *Phomopsis* spp.
None un-inoculated

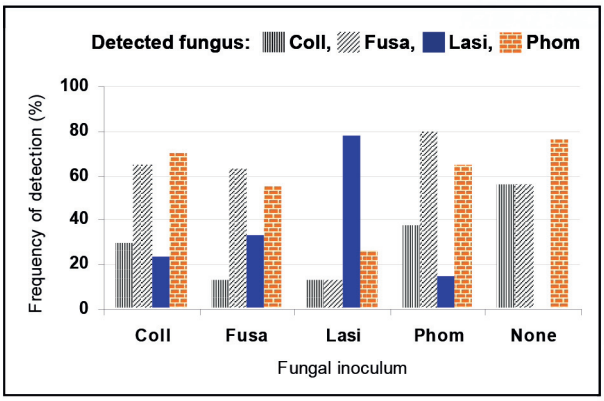


Fig 3 Fungi detected in fruit calyxs of dropped longkongs whose their peduncles were inoculated with fungi isolated in association with longkong fruit bunch.

Coll *Colletotrichum* sp.
Fusa *Fusarium* spp.
Lasi *Lasiodiplodia* sp.
Phom *Phomopsis* spp.
None un-inoculated

วิจารณ์ผล

ผลการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นการมีอยู่ตามธรรมชาติของราสกุล *Colletotrichum, Fusarium, Lasiodiplodia,* และ *Phomopsis* ภายในช่อผลลองกอง (endophytic colonization) ในทุกวิธีการที่โคนก้านช่อผลได้รับการปลูกเชื้อมีการพัฒนาของราสกุล *Lasiodiplodia* เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิธีการที่ปลูกเชื้อด้วยรา *Lasiodiplodia* sp.

วิธีการที่ปลูกเชื้อด้วยรา *Lasiodiplodia* sp. มีการหลุดร่วงของผลอย่างรุนแรง รวมทั้งมีร้อยละของการตรวจพบราสกุล *Lasiodiplodia* ที่ขั้วและกลีบเลี้ยงของผลที่หลุดร่วงสูงมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งสูงกว่าการตรวจพบราสกุล *Phomopsis* ในวิธีการเดียวกัน เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการที่ปลูกเชื้อด้วยราสกุลอื่นแม้ว่ามีการปรากฏของราสกุล *Lasiodiplodia* ที่ขั้วและกลีบเลี้ยงของผลที่หลุดร่วงมากขึ้น แต่มีการหลุดร่วงของผลน้อยหรือไม่แตกต่างจากวิธีการที่ไม่ได้รับการปลูกเชื้อ ซึ่งร้อยละของการปรากฏของราสกุล *Lasiodiplodia* นี้ต่ำกว่าการปรากฏของราสกุล *Phomopsis* ในวิธีการเดียวกันเสมอ ผลการวิจัยเหล่านี้ควรเป็นหลักฐานทางวิชาการที่สนับสนุนบทบาทของราสกุล *Lasiodiplodia* ในการเป็นสาเหตุการหลุดร่วงอย่างรุนแรงของลองกองหลังการเก็บเกี่ยว อย่างไรก็ตาม ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าครา *Lasiodiplodia* sp. ที่ทำให้ผลลองกองหลุดร่วงในการทดลองนี้เป็นราที่มีอยู่ตามธรรมชาติในช่อผลลองกอง (endophytic colonization) หรือรา *Lasiodiplodia* sp. ที่ปลูกเชื้อ หรือทั้งสองกรณีร่วมกัน

ความโดดเด่นของการตรวจพบสกุล *Lasiodiplodia* ที่ขั้วและกลีบเลี้ยงของผลที่หลุดร่วงในการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Zhao *et al.* (2016) ที่รายงานการตรวจพบราสกุลนี้เพิ่มสูงขึ้นที่บริเวณเดียวกันของผลส้มแก่ที่หลุดร่วงด้วยแรงเขย่าต้นเมื่อเทียบกับผลจากต้นเดียวกันที่ไม่หลุดร่วง ในขณะที่การปรากฏของโรคพืชที่เกิดจากราสกุล *Lasiodiplodia* ที่เป็น endophyte ภายในพืชมักเกิดจากการกระตุ้นโดย abiotic stress เป็นทฤษฎีที่เคยมีการอธิบายไว้ (Blodgett and Stanosz, 1995; Schoeneweiss, 1981; Swart and Wingfield, 1991; Coakley *et al.*, 1999) ความกดดันอันเนื่องมาจากเชื้อโรคและศัตรูพืชอื่นๆ ล้วนเป็นองค์ประกอบที่อาจเอื้อประโยชน์ต่อการพัฒนาของโรคที่เกิดจากราใน Family Botryosphaeriaceae (Desprez-Loustau *et al.*, 2006) ผลการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการก่อให้เกิดโรคในผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวโดยราสกุลนี้เกิดจาก biotic pressure โดยราที่นำไปปลูกเชื้อ ซึ่งเป็นการจำลองการเข้าทำลายโดยราสกุล *Lasiodiplodia* จากภายนอกทางบาดแผลบริเวณโคนก้านช่อผลที่เกิดจากการเก็บเกี่ยว

การปรากฏของราสกุล *Lasiodiplodia* และ *Phomopsis* ใน treatment ที่ได้รับการปลูกเชื้อด้วยราทั้งสองสกุลยังแสดงให้เห็นการแข่งขันของราทั้งสองสกุลนี้ สอดคล้องกับผลการวิจัยที่ได้เคยรายงานไว้ (นวลวรรณ และคณะ 2560)

สรุป

การหลุดร่วงอย่างรุนแรงร่วมกับการตรวจพบรา *Lasiodiplodia sp.* ด้วยความถี่สูงมากที่ขั้วและกลีบเลี้ยงซึ่งเป็นส่วนของผลที่เกี่ยวข้องกับการหลุดร่วงเป็นหลักฐานที่สนับสนุนบทบาทของราสกุล *Lasiodiplodia* ในการเป็นสาเหตุของการหลุดร่วงอย่างรุนแรงของผลลองกองหลังการเก็บเกี่ยว

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กทม. ผู้ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

นวลวรรณ ฟ้ารุ่งสาง, อุดม ฟ้ารุ่งสาง, จริงแท้ ศิริพานิช และ ญาณี มั่นอ้น. 2560. ความเกี่ยวข้องของราในการแข่งขันเพื่อก่อโรคบนผลลองกองหลังการเก็บเกี่ยว. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 48(3 พิเศษ):245-248.

นวลวรรณ ฟ้ารุ่งสาง, อุดม ฟ้ารุ่งสาง, อรวรรณ ปลื้มจิตร์, ญาณี มั่นอ้น และ ศันสนีย์ ศิลปสุนทร. 2557. ราที่ตรวจพบบนผลลองกองที่หลุดร่วงจากพวงหลังการเก็บเกี่ยว: ตัวอย่างจากจันทบุรี. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 45(3/1 พิเศษ): 261-264.

อรวรรณ ปลื้มจิตร์. 2558. ผลของสารป้องกันกำจัดเชื้อราต่อการผลิตเอทิลีนและการหลุดร่วงของผลลองกองหลังการเก็บเกี่ยว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อรวรรณ ปลื้มจิตร์ และ จริงแท้ ศิริพานิช. 2556. การหลุดร่วงของผลลองกองหลังการเก็บเกี่ยวมีสาเหตุจากเอทิลีนที่ลองกองผลิตขึ้นจากการกระตุ้นของเชื้อรา. หน้า 5. ใน สาระสำคัญการประชุมวิชาการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 11. 22-23 สิงหาคม 2556, จ. เพชรบุรี.

Blodgett, J.T. and G.R. Stanosz. 1995. *Sphaeropsis sapinea* and hot water stress in a red pine plantation in central Wisconsin. Phytopathol. 85:1044.

Coakley, S.M., H. Scherm and S Chakraborty. 1999. Climate change and plant disease management. Ann. Rev. Phytopathol. 37:399-426.

Desprez-Loustau, M.L., B. Marcais, L.M. Nageleisen, D. Piou and A. Vannini. 2006. Interaction effects of drought and pathogens in forest trees. Ann. Forest Science 63:597-612.

Schoeneweiss, D.F. 1981. The role of environmental stress in diseases of woody plants. Plant Dis. 65:308-314.

Swart, W.J. and M.J. Wingfield. 1991. Biology and control of *Sphaeropsis sapinea* on *Pinus* species in South Africa. Plant Dis. 75:761-766.

Zhao, W., T. Gottwal, J. Bai, G. McCollum, M. Irey and A. Plotto. 2016. Correlation of *Diplodia (Lasiodiplodia theobromae)* infection, huanglongbing, ethylene production, fruit removal force and pre-harvest fruit drop. Scientia Hort. 212:162-170.

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการลดอุณหภูมิสำหรับพืชผักของมูลนิธิโครงการหลวง

ปรัศนีย์ กองวงค์[1] วริศรา วนากมล[1] ดนัย บุณยเกียรติ[2,3] และพิชญา พูลลาภ[1,3]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราเร็วในการลดอุณหภูมิ ของพืชผัก 3 ชนิด ได้แก่ ปวยเล้ง บรอคโคลี และคะน้าฮ่องกง โดยการใช้เทคโนโลยีการลดอุณหภูมิของมูลนิธิโครงการหลวง ได้แก่ การลดอุณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศ การลดอุณหภูมิด้วยน้ำแข็ง และการลดอุณหภูมิโดยการผ่านอากาศเย็นแบบบังคับ โดยศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการลดอุณหภูมิแบบต่างๆกับผลิตผลทั้ง 3 ชนิดให้มีอุณหภูมิสุดท้ายเท่ากับ 4±1 °C จากผลการทดลองพบว่า สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการลดอุณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศของปวยเล้งที่มีอุณหภูมิเริ่มต้น 23.0±1.1 °C คือ การกำหนดความดันสุดท้ายเท่ากับ 6.5 มิลลิบาร์ และระยะเวลาที่ผลิตผลอยู่ภายใต้ความดันที่กำหนดเท่ากับ 15 นาที สำหรับบรอคโคลีที่มีอุณหภูมิเริ่มต้น 20.13±0.12 °C สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการลดอุณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศ คือ การกำหนดความดันสุดท้าย 6.0 มิลลิบาร์ และระยะเวลาที่ผลิตผลอยู่ภายใต้ความดันที่กำหนดเท่ากับ 30 นาที และสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการลดอุณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศของคะน้าฮ่องกงที่มีอุณหภูมิเริ่มต้น 19.63±0.32 °C คือ การกำหนดความดันสุดท้าย 6.5 มิลลิบาร์ และระยะเวลาที่ผลิตผลอยู่ภายใต้ความดันที่กำหนดเท่ากับ 20 นาที นอกจากนี้ จากการศึกษาการลดอุณหภูมิด้วยน้ำแข็งที่เหมาะสมกับบรอคโคลี และคะน้าฮ่องกงคือ การใช้น้ำแข็งในอัตราส่วน 1:1 (ผลิตผล:น้ำแข็ง) มีอัตราเร็วในการลดอุณหภูมิสูงที่สุด ซึ่งสูงกว่าการลดอุณหภูมิด้วยน้ำแข็งในอัตราส่วน 2:1 และ 3:1 สำหรับการลดอุณหภูมิด้วยการผ่านอากาศเย็นแบบบังคับที่มีอุณหภูมิอากาศเย็นเท่ากับ 2-4 °C และมีความเร็วลมเท่ากับ 1.5 เมตรต่อวินาที สามารถลดอุณหภูมิปวยเล้งที่มีอุณหภูมิเริ่มต้น 21.27±0.55°C จนถึงอุณหภูมิสุดท้าย 3.68 ±0.51 °C ภายในระยะเวลา 35 นาที

คำสำคัญ : เทคโนโลยีการลดอุณหภูมิ พืชผัก เวลาในการลดอุณหภูมิ

[1] คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200
[2] คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200
[3] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400

การใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นกรดเพื่อลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนในโหระพาหลังการเก็บเกี่ยว

จุฑารัตน์ สวาทนุช[1] จำนงค์ อุทัยบุตร[1,2] และกานดา หวังชัย[1,2]

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของการล้างโหระพาด้วยน้ำอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นกรด (AEW) ต่อการลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งการผลิต AEW ทำได้โดยเตรียมสารละลายเกลือแกง (NaCl) ความเข้มข้น 5 % ในน้ำกลั่น โดยใช้เครื่องผลิตน้ำอิเล็กโทรไลต์แบบที่มีแผ่นเมมเบรน จากนั้นนำ AEW มาเจือจางด้วยน้ำกลั่นหรือน้ำประปาเพื่อให้ได้ความเข้มข้นของค่าคลอรีนอิสระเท่ากับ 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 มิลลิกรัมต่อลิตร จากนั้นนำตัวอย่างใบโหระพามาล้างด้วย AEW ที่ความเข้มข้นต่างๆ ดังข้างต้น เป็นเวลา 10 นาที แล้ววัดค่า pH ค่าความสามารถในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและรีดักชัน (oxidation reduction potential; ORP) และนับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในโหระพา จากการทดลองพบว่าการล้างโหระพาด้วย AEW ที่เจือจางด้วยน้ำประปาที่ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร (pH เท่ากับ 6.66 ค่า ORP เท่ากับ 478 mV) จากปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น 4.24 log10 CFU/g สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนได้ดีที่สุดเหลือ 3.1 log10 CFU/g (92.72%) ขณะที่ชุดการทดลองที่ล้างด้วยน้ำกลั่นและน้ำประปา (ชุดการทดลองควบคุม) สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนเหลือเพียง 4.15 log10CFU/g และ 3.85 log10CFU/g (17.89% และ 59%) ตามลำดับ ทั้งนี้ไม่พบความแตกต่างทางด้านคุณภาพ ได้แก่ การสูญเสีย น้ำหนัก สีใบ และดัชนีการเกิดสีน้ำตาลหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน

คำสำคัญ:
น้ำอิเล็กโทรไลต์ การลดเชื้อจุลินทรีย์ โหระพา

[1] ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[2] ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200 / ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, กรุงเทพ 10400

การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำชักนำกลิ่นผิดปกติผ่านทางวิถี LOX ในผลมะพร้าวอ่อน

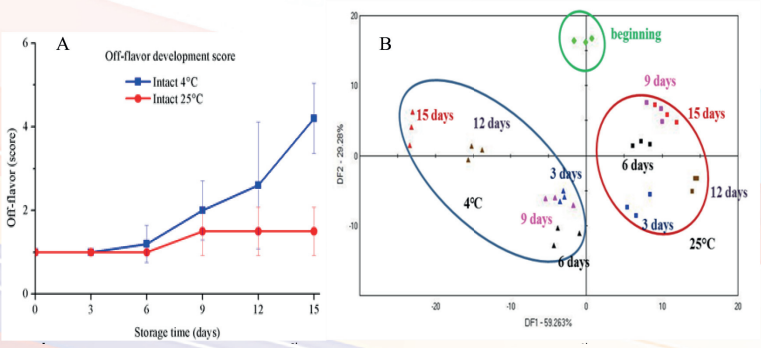
เกรียงไกร มีถาวร[1] และจริงแท้ ศิริพานิช[1,2] คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน

มะพร้าวอ่อนเป็นที่นิยมมากขึ้นในปัจจุบันเนื่องจากน้ำมะพร้าวมีคุณค่าทางอาหารและเป็นเครื่องดื่มที่อุดมด้วยน้ำตาล เกลือแร่ วิตามิน B และ C การส่งออกมะพร้าวอ่อนในรูปแบบผลควั่นของประเทศไทยมีมูลค่าเพิ่มขึ้นมากในช่วงที่ผ่านมา ในปี 2560 มะพร้าวอ่อนมีมูลค่าการส่งออกมากกว่า 1,900 ล้านบาท แต่ในระหว่างการขนส่งและการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกลิ่นหอมมักหายไปและมีกลิ่นผิดปกติปรากฏขึ้น คาดว่ากลิ่นผิดปกตินี้เป็นผลมาจาก lipid oxidationเนื่องจากเนื้อมะพร้าวมีองค์ประกอบเป็นไขมันสูงหากสามารถพิสูจน์ทราบให้เข้าใจกลไกการเกิดกลิ่นผิดปกติในระหว่างการเก็บรักษาผลมะพร้าว จะสามารถจัดการป้องกันหรือควบคุมกลิ่นผิดปกติในมะพร้าวอ่อน และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาเพื่อขยายตลาดการส่งออกไปยังตลาดที่ต้องใช้ระยะเวลาขนส่งยาวนานขึ้นได้

เก็บเกี่ยวมะพร้าวอ่อนอายุเนื้อสองชั้น (ประมาณ 7 เดือน หลังดอกบาน) แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C และที่ 4°C เก็บตัวอย่างเนื้อมะพร้าวทุก 3 วัน จนครบ 15 วันๆ ละ 5 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ผล จำนวน 100 กรัม แล้วแช่แข็งด้วยไนโตรเจนเหลว จากนั้นแบ่งตัวอย่างเป็น 2 กลุ่มเท่าๆกัน ครึ่งหนึ่งเก็บรักษาไว้ที่ –80°C เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี อีกครึ่งนำไปผ่านกระบวนการ freeze dried เพื่อวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ และการแสดงออกของยีนในกระบวนการ lipid oxidation ในเนื้อมะพร้าว

อุณหภูมิต่ำชักนำกลิ่นกลิ่นผิดปกติในผลมะพร้าวอ่อน

หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน พบว่ากลิ่นผิดปกติสูงขึ้นเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C มากกว่าที่ 25°C (ภาพที่ 1A) จากการประเมินด้วยผู้ทดสอบพบว่ากลิ่นผิดปกติมีลักษณะคล้ายกับกลิ่น fatty หรือ oily และจากการประเมินลักษณะกลิ่นของผลมะพร้าวอ่อนที่อุณหภูมิ 4 และ 25°C ในระยะเวลาเก็บรักษาตั้งแต่ก่อนการเก็บรักษาจนถึงเก็บรักษานาน 15 วันด้วย E-nose และใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย discriminant function analysis (DFA) พบความแตกต่างของกลิ่นในมะพร้าวอ่อนที่เก็บรักษาที่ 4°C ซึ่งอยู่บนพื้นที่ด้านลบของแกน x ขณะที่ผลมะพร้าวที่เก็บรักษาที่ 25°C จะอยู่บนพื้นที่ด้านบวกของแกน x (ภาพที่ 1B) จากข้อมูลเหล่านี้แสดงให้เห็นว่ากลิ่นและสารประกอบที่ให้กลิ่นในผลมะพร้าวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 25°C นั้นแตกต่างกันอย่างชัดเจน

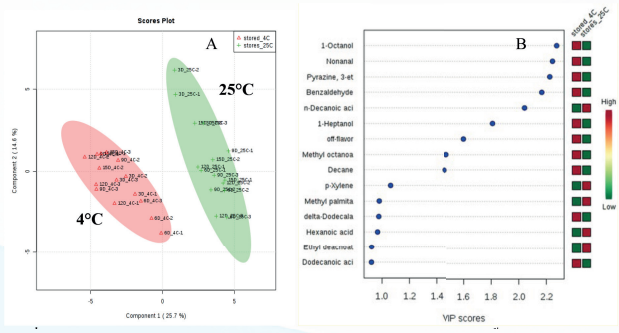


ภาพที่ 1 ลักษณะกลิ่นผิดปกติของเนื้อมะพร้าวอ่อนภายหลังการเก็บรักษาทั้งผลที่ 4 และ 25°C เป็นเวลา 15 วัน(A)และ Aroma profile ของมะพร้าวอ่อนที่วิเคราะห์ด้วย electronic node (E-nose)(B)

ชนิดสารประกอบที่เกี่ยวข้องกับกลิ่นผิดปกติจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

พบสารประกอบที่ให้กลิ่นทั้งหมด 45 ชนิดในเนื้อมะพร้าวจากการใช้ partial least squares-discriminant analysis (PLS-DA) วิเคราะห์เพื่อแยกความแตกต่างของสารประกอบที่ให้กลิ่นของผลมะพร้าวที่ 4 และ 25°C แล้วใช้ค่า loading จาก 2 ลำดับแรกสร้าง PLS-DA score-plot model พบความแตกต่างของสารประกอบจากผลมะพร้าวที่ 4 และ 25°C (ภาพที่ 2A)

Variable importance in projection (VIP) ถูกใช้เพื่อประเมินความสำคัญของขององค์ประกอบต่างๆที่วิเคราะห์ด้วย PLS-DA เมื่อมีค่าเกิน 1 (Gao *et al.*, 2018) และในการทดลองนี้ใช้ค่า VIP เพื่อประเมินสารประกอบที่แตกต่างกันเมื่อเก็บรักษาที่ 4 และ 25°C พบสารประกอบที่ให้กลิ่นทั้งหมด 9 ชนิดที่มีค่า VIP มากกว่า 1 (ภาพที่ 2B) และ 1-octanol มีค่ามากที่สุดคือ 2.16 ในสารประกอบ 9 ชนิดนี้ 6 ชนิดมีความสัมพันธ์กับกลิ่นผิดปกติมากประกอบไปด้วย nonanal 1-octanol benzaldehyde pyrazine 3-ethyl-2,5-dimethyl decane และ 1-heptanol (ตารางที่ 1) จากสารประกอบทั้ง 6 ชนิดที่มีความสัมพันธ์กับกลิ่นผิดปกติมากนั้นมีสารประกอบ 4 ชนิดคือ nonanal 1-octanol benzaldehyde และ 1-heptanol ที่มีกลิ่นคล้ายกับกลิ่นเหม็นหืนในผลมะพร้าวอ่อนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำและมีหลักฐานที่ยืนยันได้ว่าสารประกอบเหล่านี้เกิดจากการออกซิเดชั่นของไขมันผ่านทาง lipoxygenase (LOX) pathway (RoyChowdhury *et al.*, 2016; Jeon *et al.*, 2008) ส่วน pyrazine 3-ethyl-2,5-dimethyl และ decane นั้นไม่ทราบที่มาแน่ชัดว่าเกิดขึ้นมาได้อย่างไร



ภาพที่ 2 PLS-DA score plot (A) ของคะแนนกลิ่นผิดปกติและชนิดสารประกอบทั้งหมด ในผลมะพร้าวอ่อนเก็บรักษาที่ 4°C (สามเหลี่ยมสีแดง) และ 25°C (เครื่องหมายบวกสีเขียว) ที่ระยะเวลา 3-15 วัน หลังเก็บรักษาและสารประกอบสำคัญ(B) ที่มีผลต่อกลิ่นมะพร้าวอ่อนเมื่อเก็บรักษาที่ 4°C และ 25°C (สีแดงมีความสัมพันธ์มาก สีเขียวมีความสัมพันธ์น้อย)

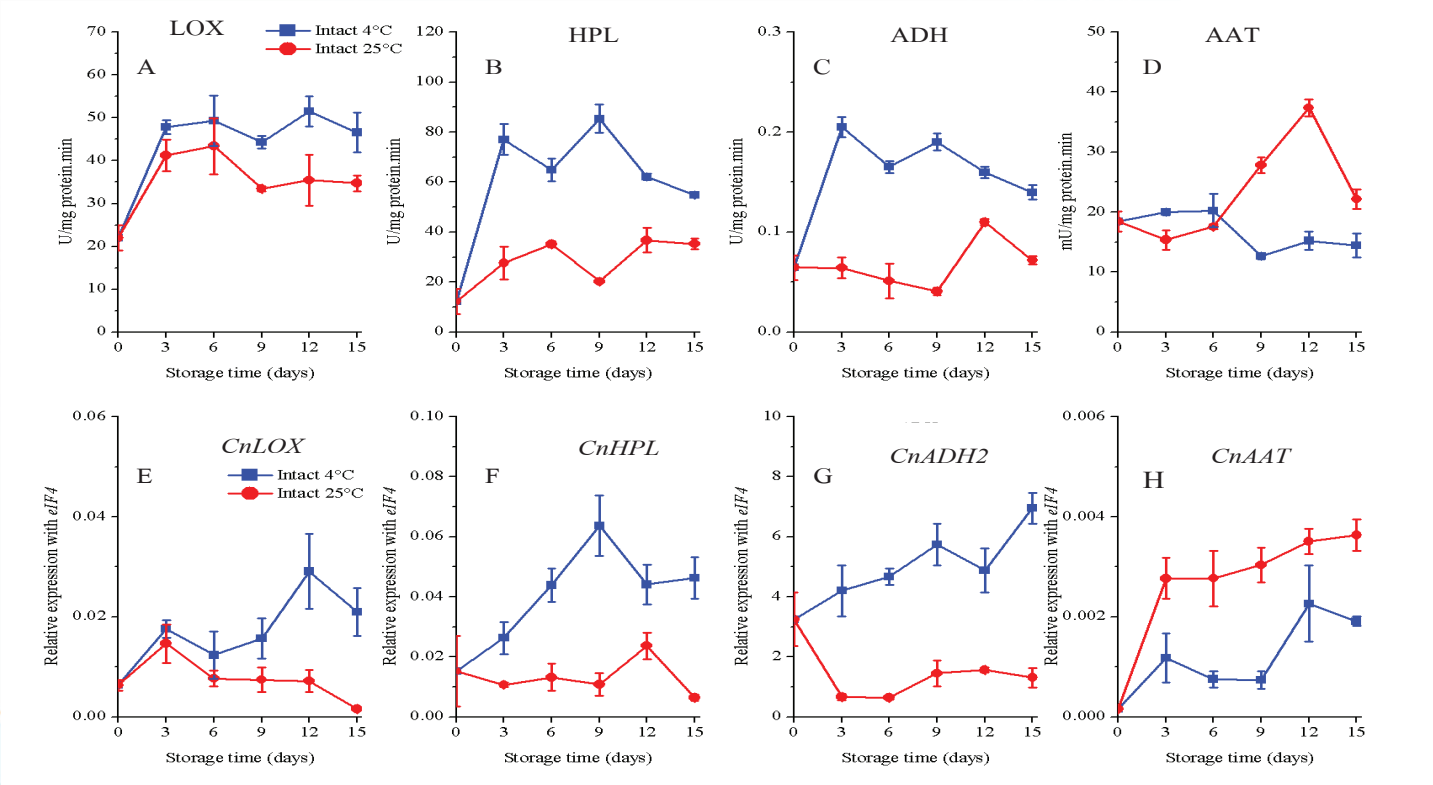
(อ่านต่อหน้า 6)

ตารางที่ 1 สารระเหยที่มีความสัมพันธ์กับกลิ่นผิดปกติโดยเรียงลำดับความสัมพันธ์ของสารประกอบกับคะแนนกลิ่นผิดปกติด้วย PatternHunter analysis ที่ p-value ≤ 0.05 สารประกอบกับคะแนนกลิ่นผิดปกติด้วย Pattern Hunter analysis ที่ p-value ≤ 0.05

Compounds	correlation	p-value
Nonanal	0.7911	<0.0001
1-Octanol	0.6103	0.0003
Benzaldehyde	0.6020	0.0004
Pyrazine, 3-ethyl-2,5-dimethyl	0.5979	0.0005
Decane	0.5791	0.0008
1-Heptanol	0.4988	0.0058
Octadecanoic acid	0.3765	0.0403
delta-Dodecalactone	0.3747	0.0413

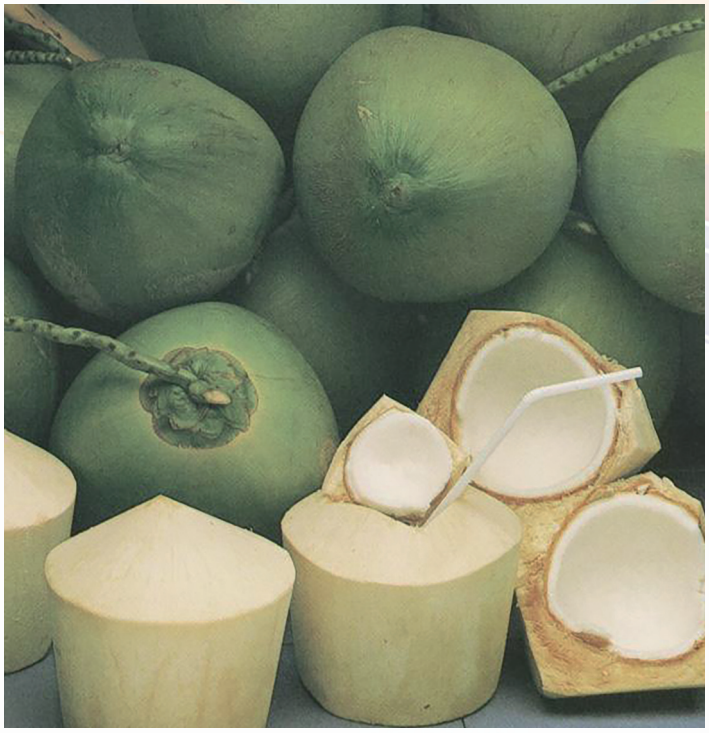
กิจกรรมของเอ็นไซม์ lipoxygenase (LOX) ที่ทำหน้าที่ออกซิไดซ์กรดไขมันไม่อิ่มตัวให้เป็นสารประกอบ peroxide พบว่าผลมะพร้าวระหว่างเก็บรักษาที่ 4°C มีค่าสูงกว่าผลมะพร้าวที่ 25°C ประมาณ 20-25% (ภาพที่ 3A) สอดคล้องกับการแสดงออกของยีน CnLOX1 ที่แสดงออกมากในผลที่เก็บรักษาที่ 4°C เช่นเดียวกัน (ภาพที่ 3E) สำหรับกิจกรรมของเอ็นไซม์ hydroperoxide lyase (HPL) ที่ทำหน้าที่ตัดสารประกอบ peroxide แล้วเปลี่ยนเป็นสารประกอบ aldehyde นั้นมีกิจกรรมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังเก็บรักษาที่ 4°C เป็นเวลา 3 วันแล้วคงที่ถึงวันที่ 9 จากนั้นลดลงจนถึงวันที่ 15 กิจกรรมของ HPL ของผลมะพร้าวที่ 4°C นี้มีกิจกรรมมากกว่ามะพร้าวที่ 25°C ประมาณ 4 เท่า (ภาพที่ 3B) คล้ายกับการแสดงออกของยีน CnHPL1 (ภาพที่ 3F) สำหรับกิจกรรมของเอ็นไซม์ alcohol dehydrogenase (ADH) ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสารประกอบ aldehyde เป็นสารประกอบ alcohol นั้นมีกิจกรรมมากขึ้นกว่าที่ 25°C ประมาณ 4-5 เท่า (ภาพที่ 3C) การแสดงออกของยีน CnADH2 เพิ่มมากขึ้นในผลที่เก็บรักษาที่ 4°C มากกว่าที่ 25°C (ภาพที่ 3G) ส่วนกิจกรรมของเอ็นไซม์ alcohol acyl transferase (AAT) ที่เปลี่ยนสารประกอบ alcohol เป็นสารประกอบ ester (ภาพที่ 3D) พบว่าใน 6 วันแรกของการเก็บรักษาที่ 4°C มีกิจกรรมสูงกว่าที่ 25°C เล็กน้อยแต่หลังจากนั้นมีกิจกรรมของเอ็นไซม์น้อยกว่าที่ 25°C ประมาณ 1.5-2 เท่า ขณะที่การแสดงออกของยีน CnAAT (ภาพที่ 3F) ของผลมะพร้าวที่เก็บรักษาที่ 4°C มีน้อยกว่าที่ 25°C ประมาณ 1.5-2 เท่าตลอดการเก็บรักษา

ผลการทดลองเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าผลมะพร้าวที่เก็บรักษาที่ 4°C มีกิจกรรมของเอ็นไซม์และการแสดงออกของยีน CnLOX1 CnHPL1 และ CnADH2 เพิ่มมากขึ้นและสอดคล้องกับการพัฒนากลิ่นผิดปกติ ขณะที่กิจกรรมและการแสดงออกของยีน CnAATที่เก็บรักษาที่4°C มีน้อยกว่าที่ 25°C และไม่สัมพันธ์กับการพัฒนากลิ่นผิดปกติ ดังนั้นกิจกรรมของเอ็นไซม์และการแสดงออกของยีน CnLOX1 CnHPL1 และ CnADH2 น่าจะเป็นสาเหตุหลักของการออกซิไดซ์ไขมันจนนำไปสู่การเกิดกลิ่นผิดปกติ



ภาพที่ 3 กิจกรรมของเอ็นไซม์ LOX (A) HPL (B) ADH (C) และ AAT (D) และการแสดงออกของยีน CnLOX1 (E) CnHPL1 (F) CnADH2 (G) และ CnAAT (H) ของผลมะพร้าวอ่อนเก็บรักษา ที่ 4 และ 25°C เป็นเวลา 15 วัน

ผลการทดลองในครั้งนี้ทำให้เห็นแนวทางในการลดการพัฒนากลิ่นผิดปกติในผลมะพร้าวอ่อนได้โดย การลดความเข้มข้นของออกซิเจนในระหว่างการเก็บรักษาผลมะพร้าวอ่อนที่อุณหภูมิต่ำ เช่นการดัดแปลงสภาพบรรยากาศด้วยการใช้ฟิล์มหรือพลาสติกที่มีค่าการซึมผ่านของออกซิเจนน้อยกว่าการใช้ฟิล์มยืดชนิด poly vinyl chloride (PVC) ที่ใช้ในปัจจุบัน แต่ต้องไม่น้อยเกินไปจนอาจก่อให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน และทำให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์อื่นตามมา



การศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C สามารถชักนำให้เกิดกลิ่นผิดปกติในผลมะพร้าวอ่อน โดยเกี่ยวข้องกับการสะสมสารประกอบ heptanol octanol nonanal และ benzaldehyde ที่มี sensory description เฉพาะคือ fatty oily และ waxy ตามลำดับ สารประกอบเหล่านี้ได้มาจากกระบวนการ lipid oxidation เช่น LOX-dependent pathway เนื่องจากการแสดงออกของยีน CnLOX1 CnHPL1 และ CnADH2 และกิจกรรมของเอนไซม์ทั้ง 3 ชนิดนี้มีกิจกรรมสูงขึ้นระหว่างการเก็บรักษาผลมะพร้าวอ่อนที่ 4°C

เอกสารอ้างอิง

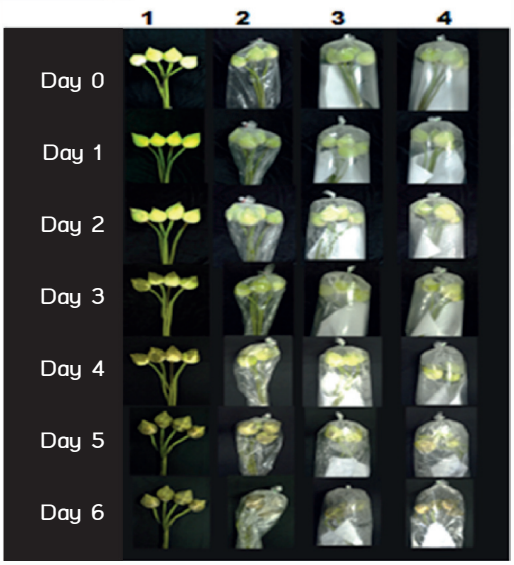
Gao, J., Wu, B.P., Gao, L.X., Liu, H.R., Zhang, B., Sun, C.D. and Chen, K.S. 2018. Glycosidically bound volatiles as affected by ripening stages of Satsuma mandarin fruit.Food Chem. 240: 1097–1105.

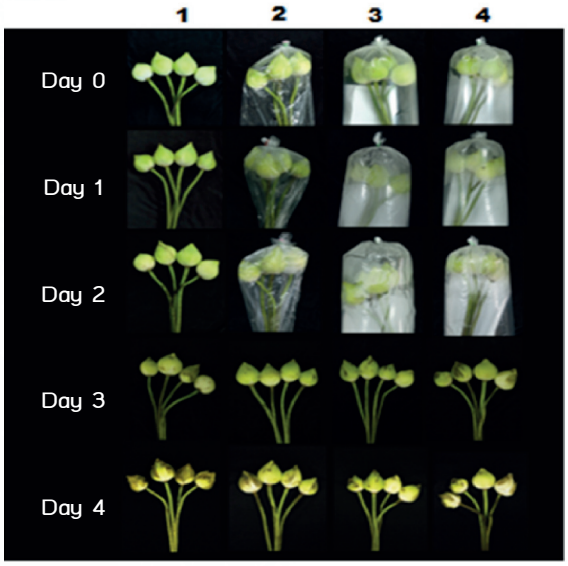
Jeon,J.Y., Jiunn,Fong, C.N.J., Riyanti, I.E., Neilan A.B., Rogers L.P. and Svenson, J.C. 2008. Heterologous expression of the alcohol dehydrogenase (adhI) gene from Geobacillus thermoglucosidasius strain M10EXG. J. Biol. 135, 127-133.

RoyChowdhury, M., Li, X., Qi, H., Li, W., Sun, J., Huang, J. and Wu, D. 2016. Functional characterization of 9-/13-LOXs in rice and silencing their expressions to improve grain qualities. BioMed Research International. 2016, 1-8.

การลดการสูญเสียและยืดอายุการเก็บรักษาไม้ตัดดอกเศรษฐกิจโดยใช้บรรจุภัณฑ์แบบดัดแปลงบรรยากาศร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโตและสารยับยั้งการทำงานของเอทิลีน

ผศ.ดร.มัณฑนา บัวหนอง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี





2 days in 13 C (transport)

in package at ambient temperature

Treatments
1. Control
2. Perforated bag
3. Sealed bag
4. Bag with active MA

2 days in 13 C (transport)

Unpacked at ambient temperature

Treatments
1. Control
2. Perforated bag
3. Sealed bag
4. Bag with active MA

การห่อดอกบัวหลวงตัดดอกพันธุ์สัตตบุษย์ในถุงพลาสติก PE ที่มีความหนา 50 ไมครอน ปิดผนึก ไม่เจาะรู แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ทำให้ความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนภายในถุงลดลง (ต่ำกว่าร้อยละ 5) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุงเพิ่มสูงขึ้น (ร้อยละ 6-10) สามารถชะลอการเปลี่ยนสีของกลีบดอกบัวหลวงได้นานถึง 10 วัน ดีกว่าการเก็บรักษาแบบอื่นๆ ที่มีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 6 วัน อย่างไรก็ตามการเก็บรักษาดอกบัวในถุงพลาสติก PE ชนิดหนา 50 ไมครอน ที่ไม่เจาะรู ก็มีการสะสม เอทิลีนภายในบรรจุภัณฑ์สูงขึ้นด้วย ซึ่งจะมีการศึกษาผลของการสะสมเอทิลีนภายในบรรจุภัณฑ์ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของบัวหลวงตัดดอกต่อไป นอกจากนี้กลีบดอกบัวหลวงมีปากใบจำนวนมากทำให้มีการสูญเสียน้ำอย่างรวดเร็วหลังการตัดดอก โดยลักษณะของปากใบเปิดทั้งหมด ตั้งแต่วันที่ 0 และปากใบเปิดมากขึ้นเมื่อเก็บรักษาไปได้ 5 วัน

ลักษณะปรากฏของดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ ไม่ได้บรรจุในถุงพลาสติก (ชุดควบคุม) บรรจุในถุงพลาสติก PE ชนิดบาง 30 ไมครอน เจาะรู 6 รู ปิดผนึก บรรจุในถุงพลาสติก PE ชนิดบาง 30 ไมครอน ปิดผนึก และบรรจุในถุงพลาสติก PE ชนิดบาง 30 ไมครอน ที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 และออกซิเจนร้อยละ 10 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน แล้วนำมาแกะออกจากถุงพลาสติก และไม่แกะถุงพลาสติกวางไว้ที่อุณหภูมิห้องจนสิ้นสุดอายุการรักษา

ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว
Postharvest Newsletter
Postharvest Technology Innovation Center

ผู้อำนวยการศูนย์ฯ : ศาสตราจารย์ ดร.ดนัย บุณยเกียรติ
คณะบรรณาธิการ : ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.นิธิยา รัตนาปนนท์ ดร.เยาวลักษณ์ จันทร์บาง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษาวดี ชนสุต นางจุฑานันท์ ไชยเรืองศรี
ผู้ช่วยบรรณาธิการ : นายบัณฑิต ชุมภูลัย นางปุณิกา จินดาสุ่น นางสาวปิยภรณ์ จันจรมานิตย์ นางละอองดาว วานิชสุขสมบัติ ฝ่ายจัดพิมพ์ : นางสาวรัชกร ยาลังกาญจน์
สำนักงานบรรณาธิการ : PHT Newsletter ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
239 ถนนห้วยแก้ว ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200 โทรศัพท์ +66(0)5394-1448 โทรสาร +66(0)5394-1447 www.phtnet.org E-mail : phtic@phtnet.org