

Postharvest Newsletter

ปีที่ 19 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม - กันยายน 2563



เรื่องเต็มงานวิจัย

การตรวจสอบคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของเมล็ดกาแฟ โดยใช้เนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี

Postharvest Quality Assessment of Green Coffee Bean Using Near Infrared Spectroscopy

ณัฐวัฒน์ หมีนมานะ^{1,2} ศุภลักษณ์ ชิตารกุล^{1,2} สุรัสวดี ทิฆัมณีย์^{1,2} และ ปาริชาติ เกียนจุมพล^{1,2}

บทคัดย่อ

การตรวจสอบคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของเมล็ดกาแฟโดยใช้เนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี โดยนำเมล็ดกาแฟที่ผลิตในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย ได้แก่ เชียงใหม่ ลำปาง และแม่ฮ่องสอน มาทำการคัดขนาดสิ่งเจือปน และเมล็ดที่มีข้อบกพร่องออกก่อน จำนวน 240 ตัวอย่าง (80 ตัวอย่าง x 3 พื้นที่) นำมาวัดสเปกตรัมโดยใช้เครื่อง NIRSystem 6500 ในช่วงความยาวคลื่น 1100-2500 นาโนเมตร แล้วแปลงข้อมูลด้วยวิธี moving average smoothing (segment size 11) ร่วมกับ multiplicative scatter correction (MSC) และ Norris gap second derivative (gap size 11) แล้ววิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี principal component analysis (PCA) โดยใช้โปรแกรม The Unscrambler ® version 9.8 พบว่า สามารถจำแนกสเปกตรัมออกเป็น 3 กลุ่มตามระดับของเยื่อหุ้มเมล็ดที่ปนเปื้อนด้วย PC1 และ PC2 คือ เมล็ดที่ไม่มีเยื่อหุ้มเมล็ด (0% พื้นที่ผิว) เมล็ดที่มีเยื่อหุ้มติดอยู่ปานกลาง (<50%พื้นที่ผิว) และเมล็ดที่มีเยื่อหุ้มติดอยู่มาก (>50% พื้นที่ผิว) ซึ่งเยื่อหุ้มเมล็ด (silver skin) ที่ติดอยู่บนเมล็ดกาแฟสามารถบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพของกระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่ใช้เพื่อเตรียมเมล็ดกาแฟ ดังนั้นเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปีสามารถใช้ตรวจสอบคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของเมล็ดกาแฟได้ อย่างไรก็ตามต้องพิจารณาร่วมกับสมบัติอื่นของเมล็ดกาแฟด้วย

คำสำคัญ: เนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี คุณภาพ เมล็ดกาแฟ

¹ ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

² ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400

สวัสดีครับท่านผู้อ่าน Postharvest Newsletter สำหรับฉบับนี้ เรานำเสนอเรื่องเต็มงานวิจัยเรื่อง **การตรวจสอบคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของเมล็ดกาแฟโดยใช้เนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี** โดยคณะนักวิจัยจากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และยังมีงานวิจัยของศูนย์ฯ อีก 2 เรื่อง และนิตยสารจะนำเสนอบทความเรื่อง **การควบคุมคุณภาพของผลิตผลในห่วงโซ่อุปทาน** โดย รศ. ดร.พิชญา พูลลาภ สาขาวิศวกรรมอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และในส่วนของผลสัมฤทธิ์งานวิจัยศูนย์ฯ นำเสนอเรื่อง **การเก็บรักษาเนื้อมะพร้าวตัดแต่งพร้อมบริโภค** โดย ผศ.ดร.เฉลิมชัย วงษ์อารี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

เรื่องเต็มงานวิจัย

(ต่อจากหน้า 1)

คำนำ

เมล็ดกาแฟ (green coffee) เรียกทั่วไปว่าเมล็ดกาแฟดิบหรือกาแฟสาร์ ซึ่งเมล็ดกาแฟที่ดีต้องมีคุณภาพตามข้อกำหนด คือ ไม่มีกลิ่นผิดปกติ เช่น กลิ่นเหม็นเปรี้ยว กลิ่นหมักบูด กลิ่นรา หรือกลิ่นแปลกปลอม มีสีตรงตามกระบวนการผลิตของเมล็ดกาแฟ มีความชื้นไม่เกิน 12.5% และไม่พบร่องรอยการเข้าทำลายของด้วงเมล็ดกาแฟ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2561) เมล็ดกาแฟดิบที่มีคุณภาพดี เมื่อนำมาคั่วแล้วจะทำให้ได้เมล็ดกาแฟคั่วที่มีคุณภาพดีด้วย ดังนั้นกระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว หรือกระบวนการเตรียมเมล็ดกาแฟจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะการเตรียมด้วยวิธีเปียก (wet method) ในขั้นตอนการหมัก (fermenting) การลอกเมือก (demucilaging) และการกะเทาะกะลา (hulling) เพื่อแยกกะลากาแฟ (parchment) ออกจากเมล็ด (Folmer *et al.*, 2017) ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อปริมาณเยื่อหุ้มเมล็ด (silver skin) ที่ติดอยู่ หากเกษตรกรมีกระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่มีประสิทธิภาพจะทำให้เยื่อหุ้มเมล็ด (silver skin) ติดไปน้อย ซึ่งจะได้เมล็ดกาแฟที่มีคุณภาพดีตรงตามมาตรฐานและความต้องการของผู้บริโภค เนื่องจากปริมาณเยื่อหุ้มเมล็ดที่ติดไปกับเมล็ดกาแฟ จะส่งผลต่อคุณภาพในขั้นตอนการคั่ว หากมีปริมาณที่มากเกินไปจะทำให้เกิดการไหม้ของเยื่อหุ้มเมล็ดซึ่งส่งผลโดยตรงกับกลิ่นและรสชาติของกาแฟหลังการคั่ว งานวิจัยนี้จึงได้นำเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปีมาประยุกต์เพื่อตรวจสอบคุณภาพเมล็ดกาแฟในขั้นต้น

อุปกรณ์และวิธีการ

นำเมล็ดกาแฟสายพันธุ์อะราบิกาที่ผลิตในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย ได้แก่ เชียงใหม่ ลำปาง และ แม่ฮ่องสอน อย่างละ 80 ตัวอย่าง มาทำการคัดขนาด โดยใช้ตะแกรงเบอร์ 15 ซึ่งมีขนาดของรูตะแกรงเท่ากับ 6.1 มิลลิเมตร คัดสิ่งเจือปน เช่น เศษหิน ดิน เศษไม้ รวมทั้งเปลือก กะลา และเมล็ดที่มีข้อบกพร่องออก ได้แก่ เมล็ดดำ เมล็ดขึ้นรา เมล็ดแตก เมล็ดถูกแมลงทำลาย และผลกาแฟแห้ง เป็นต้น จำนวน 240 ตัวอย่างบรรจุเมล็ดกาแฟแต่ละตัวอย่างน้ำหนัก 150 กรัม ลงในเซลล์บรรจุตัวอย่างชนิด coarse sample cell แล้วนำมาวัดสเปกตรัมโดยใช้เครื่อง NIRSystem 6500 (Figure 1) ในช่วงความยาวคลื่น 1100-2500 นาโนเมตร แบบวัดการสะท้อนกลับของแสง (reflectance) เพื่อตรวจสอบคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของเมล็ดกาแฟ แล้ววิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี principal component analysis (PCA) โดยใช้โปรแกรม The Unscrambler ® version 9.8



Figure 1 Green coffee bean packing in coarse sample cell (A) for NIR spectra measurement by NIRSystem 6500 (B)

ผล

สเปกตรัมของเมล็ดกาแฟที่วัดด้วยเครื่อง NIRSystem 6500 ในช่วงความยาวคลื่น 1100-2500 นาโนเมตร พบแถบการดูดกลืนแสงชัดเจนที่ความยาวคลื่น 1208, 1468, 1730 และ 1934 นาโนเมตร และเมื่อแปลงข้อมูลสเปกตรัมด้วยวิธี moving average smoothing ร่วมกับวิธี multiplicative scatter correction (MSC) และ วิธี Norris gap second derivative พบพีกหวักลับชัดเจนที่ความยาวคลื่น 1206, 1430, 1718 และ 1914 นาโนเมตร (Figure 2) และเมื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี principal component analysis (PCA) เพื่อศึกษาการกระจายของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า สเปกตรัมที่แปลงข้อมูลด้วย moving average smoothing (segment size 11) ร่วมกับ multiplicative scatter correction (MSC) และ Norris gap second derivative (gap size 11) ให้ผลที่ดีที่สุด โดยสามารถจำแนกเมล็ดกาแฟออกเป็น 3 กลุ่ม ด้วย PC1 (72%) และ PC2 (14%) ตามระดับของเชื้อหุ้มเมล็ดที่ปนเปื้อน (Figure 3) คือ เมล็ดที่ไม่มีเชื้อหุ้มเมล็ด (0% พื้นที่ผิว) เมล็ดที่มีเชื้อหุ้มติดอยู่ปานกลาง (<50% พื้นที่ผิว) และเมล็ดที่มีเชื้อหุ้มติดอยู่มาก (>50% พื้นที่ผิว) (Figure 4) ในการทดลองนี้มีจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 240 ตัวอย่าง สามารถจำแนกเป็นเมล็ดที่ไม่มีเชื้อหุ้มเมล็ดจำนวน 27 ตัวอย่าง เมล็ดที่มีเชื้อหุ้มติดอยู่ปานกลางจำนวน 96 ตัวอย่าง และเมล็ดที่มีเชื้อหุ้มติดอยู่มากมีจำนวน 117 ตัวอย่าง

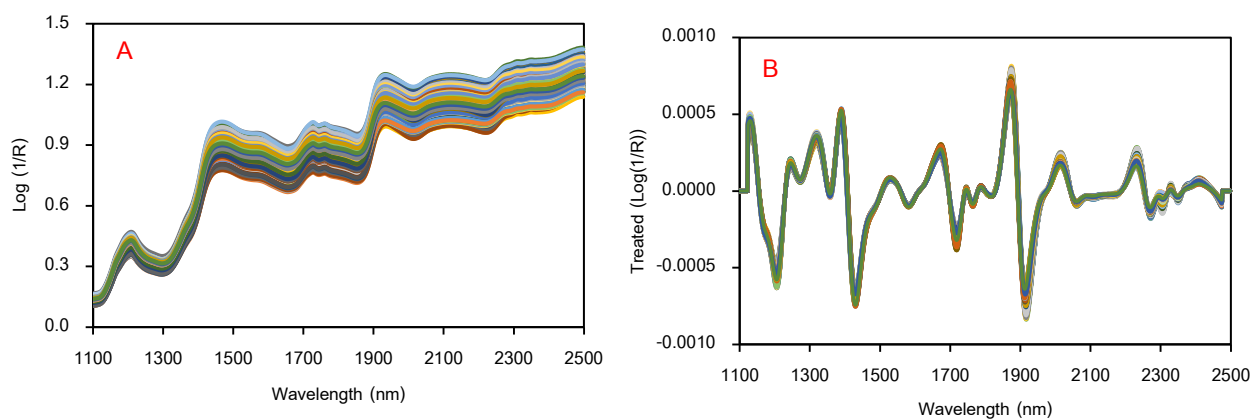


Figure 2 Original NIR spectra (A) and treated spectra (B) of green coffee bean measured by NIRSystem 6500.

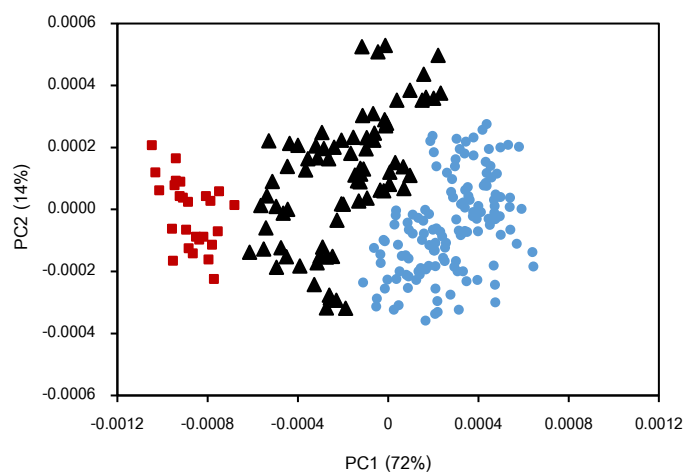


Figure 3 PCA score plot of green coffee bean spectra at three levels of silver skin contaminated; no silver skin (0% of grain surface area)(■), moderate silver skin (<50% of grain surface area)(▲) and high silver skin (>50% of grain surface area)(●)



Figure 4 Three levels of silver skin contaminated on green coffee bean; no silver skin (0% of grain surface area) (A), moderate silver skin (<50% of grain surface area)(B) and high silver skin (>50% of grain surface area)(C)

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองสเปกตรัมของเมล็ดกาแฟซึ่งพบแถบการดูดกลืนแสงที่ชัดเจนที่มีความยาวคลื่น 1208 และ 1730 นาโนเมตร ซึ่งเกิดจากการดูดกลืนแสงของพันธะ C-H ที่เป็นองค์ประกอบหลักในโมเลกุลของคาร์โบไฮเดรต (Osborne *et al.*, 1993) และที่ความยาวคลื่น 1468 และ 1934 นาโนเมตร คือ แถบการดูดกลืนแสงของน้ำ (กุลริศา และคณะ, 2555) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของเมล็ดกาแฟที่มีประมาณ 10-13 เปอร์เซ็นต์ (Chakraverty *et al.*, 2003) และจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลสเปกตรัมด้วย PCA สามารถจำแนกกลุ่มตัวอย่างเมล็ดกาแฟได้เป็น 3 กลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับระดับของเยื่อหุ้มเมล็ดที่ปนเปื้อนบนเมล็ดกาแฟ ซึ่งเป็นผลมาจากวิธีการเตรียมกาแฟที่นิยมปฏิบัติ คือ วิธีเปียก (wet process) ทำให้มีการปนเปื้อนของเยื่อหุ้มเมล็ดที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับความปรารถนาของเกษตรกรแต่ละราย (พัชนี, 2549) ทั้งนี้ เยื่อหุ้มเมล็ดที่ปนเปื้อนบนเมล็ดกาแฟในระดับต่างกันเมื่อให้แสง NIR กับตัวอย่างจะทำให้เกิดการกระเจิงของแสง (scattering) ต่างกัน ส่งผลต่อค่าการดูดกลืนแสงแล้วทำให้มีสเปกตรัมที่ต่างกัน (Kawano, 2002) กล่าวได้ว่าหากใช้กระบวนการเตรียมเมล็ดกาแฟที่ดีมีประสิทธิภาพ ตั้งแต่กระบวนการหมักโดยใช้ระยะเวลาที่เหมาะสมจะทำให้เอ็นไซม์เพคตินเอส (pectinase) ที่อยู่ในเนื้อผลเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายสารประเภทเพคตินได้ดีส่งผลให้เมือกที่ติดเมล็ดกาแฟหลุดออกได้ง่าย การลอกเมือกให้สะอาดนั้นจะแช่ในน้ำสะอาดทิ้งไว้ประมาณ 12-24 ชั่วโมง แล้วล้างออกด้วยน้ำสะอาดอีกครั้งก่อนนำไปตากแห้งจนได้กาแฟกะลาที่มีคุณภาพตรงตามที่ต้องการ (พัชนี, 2549) เมื่อนำกาแฟกะลาไปกะเทาะก็จะสามารถเอากะลาและเยื่อหุ้มเมล็ดออกได้หมด ทำให้ได้เมล็ดกาแฟที่ไม่มีเยื่อหุ้มเมล็ดปนเปื้อนและมีคุณภาพดีตรงตามที่ต้องการ โดยสามารถนำมาใช้เป็นกระบวนการต้นแบบในการเตรียมเมล็ดกาแฟสำหรับการคั่วที่มีคุณภาพดีได้



สรุป

เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปีสามารถใช้คัดแยกและตรวจสอบคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของเมล็ดกาแฟได้ โดยสามารถคัดแยกเมล็ดกาแฟที่มีการปนของเยื่อหุ้มเมล็ดกาแฟได้อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามต้องพิจารณาร่วมกับสมบัติอื่นของเมล็ดกาแฟด้วยเพื่อให้สามารถคัดแยกคุณภาพกาแฟได้อย่างแม่นยำ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา สำหรับสถานที่ เครื่องมือต่างๆ และทุนสนับสนุนการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กุลริศา เกตุนาถ, ปาริชาติ เทียนจุมพล และวิบูลย์ ช่างเรือ. 2555. การหาปริมาณความชื้นในกาแฟเมล็ดพันธุ์อะราบิกาด้วยเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 43(3 พิเศษ): 131-134.
- พัชนี สุวรรณวิศกรกิจ. 2549. สรรสาระกาแฟ. โรงพิมพ์นันทพันธ์. เชียงใหม่. 120 หน้า
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2561. มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 5701-2561 (เมล็ดกาแฟอะราบิกา). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.acfs.go.th/standard/download/Arabica_coffee_bean_2561.pdf. (24 มิถุนายน 2562).
- Chakraverty, A., A.S. Mujumdar, G.S.V. Raghavan and H.S. Ramaswamy. 2003. Handbook of Postharvest Technology Cereals, Fruit, Vegetables, Tea and Spices. Marcel Dekker. Inc., New York, USA. 884 p.
- Folmer, B., I. Blank, A. Farah, P. Giuliano, D. Sander and C. Wille. 2017. The Craft and Science of Coffee. Elsevier Inc., London, UK. 529 p.
- Kawano, S. 2002. Application to agricultural products and foodstuffs. pp. 269-287. In: H.W. Siesler, Y. Ozaki, S. Kawata and H.M. Heise (eds.). Near infrared Spectroscopy: Principle, Instrument, Application. WILEY-VCH Verlag GmbH. Germany.
- Osborne, B.G., T. Fearn and P.H. Hindle. 1993. Practical NIR Spectroscopy with Applications in Food and Beverage Analysis. Longman Group UK Limited 1986, United Kingdom. 227 p.



ประสิทธิภาพของสารเคมีกำจัดเชื้อราที่ใช้ทั่วไปในสวนทุเรียน และสารเคมีกำจัดเชื้อราอื่นๆ ต่อการเจริญของเชื้อรา *Phomopsis* spp. สาเหตุโรคมลเน่าและโรคใบจุดทุเรียน

■ พรศิริ บุญพุ่ม^{1,2} สมศิริ แสงโชติ^{1,2} และ เนตรนภิส เขียวขำ^{1,2}

บทคัดย่อ

โรคมลเน่าทุเรียนส่งผลกระทบต่อตลาดการส่งออกทุเรียนผลสดของประเทศไทย โดยมีสาเหตุจากเชื้อรา *Phomopsis* spp. เป็นเชื้อที่สำคัญก่อให้เกิดทั้งโรคมลเน่าและโรคใบจุด จึงได้มีการศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมีในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Phomopsis* spp. ด้วยวิธี microtiter plate method โดยสุ่มเก็บตัวอย่างโรคจากใบและผลทุเรียนจาก 12 จังหวัดที่เป็นแหล่งปลูกทุเรียน จำนวน 109 ไอโซเลท เมื่อทดสอบกับสารเคมีที่ใช้ฉีดพ่นทางใบในสวนทุเรียนโดยทั่วไป 3 ชนิด ประกอบด้วย mancozeb, carbendazim และ pyraclostrobin และสารเคมีกลุ่มอื่นๆที่นำมาทดสอบ 3 ชนิด ประกอบด้วย propineb, difenoconazole และ hexaconazole ที่ความเข้มข้น ลดลงครึ่งหนึ่งของอัตราแนะนำ อัตราแนะนำ และเพิ่มขึ้นครึ่งหนึ่งของอัตราแนะนำ พบว่าสารเคมี 5 ชนิดที่ใช้ในการทดสอบสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Phomopsis* spp. ได้ทุกไอโซเลท ในขณะที่สาร carbendazim ที่ความเข้มข้น ลดลงครึ่งหนึ่งของอัตราแนะนำ อัตราแนะนำ และเพิ่มขึ้นครึ่งหนึ่งของอัตราแนะนำ สามารถควบคุมเชื้อรา *Phomopsis* spp. ได้บางส่วนเท่านั้น โดยมีจำนวนที่ดื้อต่อสารเคมี คิดเป็น 18.34 %, 14.68 % และ 8.26 % ตามลำดับ ซึ่งสาร carbendazim เป็นสารเคมีที่พบการใช้มากในการฉีดพ่นในสวนทุเรียน

คำสำคัญ: การต้านทานสารเคมี โรคมลเน่าทุเรียน โรคใบจุดทุเรียน

¹ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กรุงเทพฯ 10900

²ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กทม. 10400



การควบคุมโรคหลังเก็บเกี่ยวด้วยน้ำร้อนวิธีการใหม่ – LP555 เพื่อควบคุมการ หลุดร่วงของผลผลิตผลองกองที่เกิดจากรา *Lasiodiplodia*

■ นววรรณ ฟารุ่งแสง^{1,2} อุดม ฟารุ่งแสง^{2,3} สมนึก พรหมแดง¹ และ ญาณี มั่นอัน¹

บทคัดย่อ

ผลหลุดร่วงและโรคผลเน่าหลังการเก็บเกี่ยวเป็นอุปสรรคต่ออายุการเก็บรักษารวมทั้งการส่งออกผลผลิตผลองกอง (*Lansium domesticum*) ไปยังที่ห่างไกล ไม่นานมานี้ มีงานวิจัยที่พิสูจน์ว่าการหลุดร่วงทั้งข้อของผลผลิตผลองกองหลังการเก็บเกี่ยวมีสาเหตุจากการเข้าทำลายโดยรา *Lasiodiplodia* sp. ผ่านทางรอยตัดที่โคนก้านข้อผล เป็นเวลาหลายสิบปีแล้วที่มีการรายงานว่า hot water treatment ให้ผลดีในการลดความเสียหายที่เกิดจากโรครวมทั้งยืดอายุหลังเก็บเกี่ยวของผลไม้หลายชนิด แต่ทว่าการที่ข้อผลองกองทั้งข้อต้องจมอยู่ในน้ำร้อนตลอดระยะเวลาที่ทำการ treat ทำให้ผลผลิตได้รับความเสียหาย รายงานนี้ คณะผู้วิจัยนำเสนอ hot water treatment วิธีการใหม่ “LP555” ที่ออกแบบมาเพื่อใช้กับผลผลิตผลองกองโดยเฉพาะ โดยวิธีการนี้นำเฉพาะส่วนของโคนก้านข้อผล (ความยาว 2 cm) แช่ในน้ำร้อน ซึ่งเป็นผลจากการวิจัยอุณหภูมิของน้ำ 55, 60, 70, และ 80°C ร่วมกับเวลาที่แช่คือ 2.5 และ 5 นาที ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการแช่โคนก้านข้อผลในน้ำอุณหภูมิ 55°C เป็นเวลา 5 นาที (LP555) ให้ผลดีที่สุด สามารถลดการหลุดร่วงได้ชัดเจนมากในชุดการทดลองที่ข้อผลองกองได้รับการปลูกเชื้อด้วยรา *Lasiodiplodia* sp. เพื่อป้องกันความเสียหายระหว่างการทำ hot water treatment ตามวิธีการ LP555 ข้อผลองกองแต่ละข้อได้รับการห่อด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ 4 ชั้น และถุงพลาสติกทนร้อน (polypropylene bag) 1 ชั้น เพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนและกันน้ำ ตามลำดับ โดยมีช่องเปิดให้โคนก้านข้อยื่นออกมายาวพอสำหรับการแช่ในน้ำร้อน ประสิทธิภาพในการลดการหลุดร่วงของวิธีการ “LP555” ได้รับการยืนยันในการทดลองที่ทำซ้ำในเวลาต่อมา

คำสำคัญ: การหลุดร่วงของผล ลองกอง การแช่น้ำร้อน

¹ ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

² ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กทม. 10400

³ ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140



การควบคุมคุณภาพของผลิตผลในห่วงโซ่อุปทาน

Quality control of fresh vegetables throughout the supply chain

ศ. ดร.พิชญา พูลลาภ

สาขาวิศวกรรมอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ห่วงโซ่อุปทานสำหรับผลิตผลทางการเกษตร หมายถึงลำดับของกิจกรรมที่ดำเนินการเพื่อส่งมอบผลิตผลสดที่มีคุณภาพสูงจากแปลงปลูกจนถึงผู้บริโภค ซึ่งเป็นที่ยอมรับว่าการจำหน่ายสินค้าในเวลาและสถานที่ที่เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยลดต้นทุนการผลิต สำหรับผลิตผลสดคุณภาพที่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในห่วงโซ่อุปทาน การควบคุมอุณหภูมิในการขนส่งหรือการเก็บรักษาจึงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อรักษาคุณภาพและปริมาณของผลิตผลในปลายน้ำของห่วงโซ่อุปทานให้อยู่ในระดับที่ต้องการ ห่วงโซ่อุปทานของผลิตผลสดนั้นค่อนข้างซับซ้อน เนื่องจากผลิตผลสดมีอายุการวางจำหน่ายที่จำกัด และมีคุณภาพลดลงตามระยะเวลาที่เก็บรักษา ผลิตผลสดเมื่อถูกเก็บเกี่ยวมาแล้วมักมีการเสื่อมสภาพและบอบช้ำได้ง่ายส่งผลให้เกิดการเน่าเสียเร็วยิ่งขึ้น สภาพแวดล้อมของผลิตผลระหว่างห่วงโซ่อุปทานมีผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพของผลิตผล ผลิตผลสดควรได้รับการเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมที่ควบคุมอุณหภูมิอย่างเหมาะสมตั้งแต่กระบวนการผลิต การเก็บรักษา การขนส่ง การวางจำหน่ายจนถึงผู้บริโภค ดังนั้นการจัดการคุณภาพของผลิตผลสดให้ดีตลอดทั้งห่วงโซ่อุปทานนอกจากจะช่วยลดการสูญเสียของผลิตผลแล้วยังช่วยยืดอายุการวางจำหน่าย ทำให้ผลิตผลมีคุณภาพสูงเมื่อส่งถึงมือผู้บริโภค ให้ผู้บริโภคมีความมั่นใจในคุณภาพของสินค้า

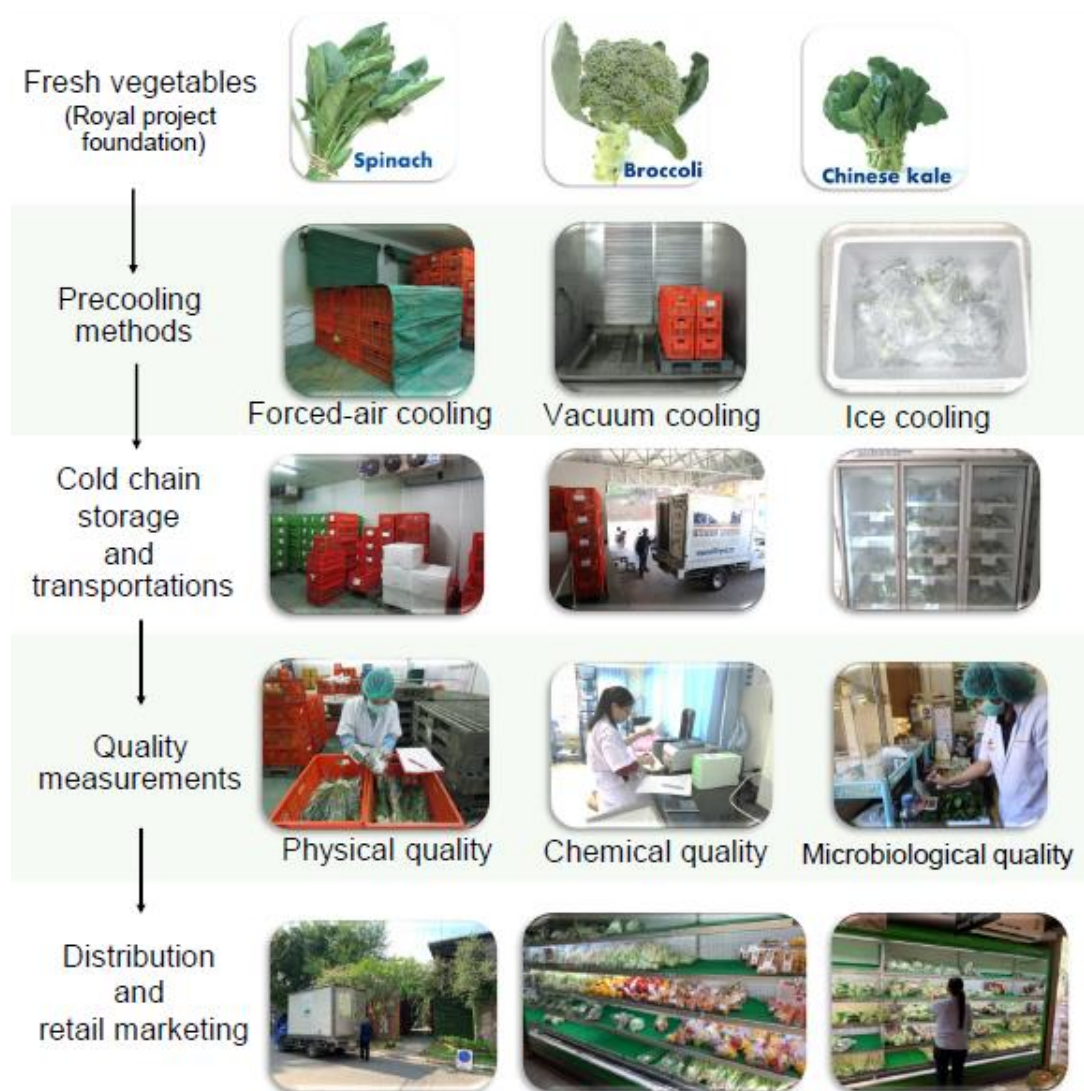
การส่งมอบสินค้าเพื่อให้มีมาตรฐานอย่างทั่วถึงไปยังร้านค้าปลีกในพื้นที่ต่างๆ เป็นโจทย์สำคัญสำหรับผู้ประกอบการในปัจจุบัน ทั้งนี้การจัดการห่วงโซ่ความเย็นซึ่งเป็นกระบวนการบริหารและขนส่งผลิตผลสดด้วยการควบคุมอุณหภูมิ และมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการลดอุณหภูมิ (precooling) ที่เหมาะสมเพื่อช่วยเพิ่มศักยภาพในการดำเนินงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นทำให้สามารถส่งมอบสินค้าที่มีคุณภาพให้ถึงมือผู้บริโภคด้วยต้นทุนรวมที่ลดลง เนื่องจากอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่มีผลต่อการรักษาคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลิตผลสด เมื่อผลิตผลอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงส่งผลให้กระบวนการเมตาบอลิซึมต่างๆ ให้สูงขึ้น เช่น อัตราการหายใจ การสูญเสียวิตามินและเกลือแร่ รวมไปถึงการสูญเสียสีเขียวของผลิตผลเนื่องจากการเสื่อมสลายของคลอโรฟิลล์ การลดอุณหภูมิเป็นการกำจัดความร้อนที่สะสมในผลิตผลจากสภาพแวดล้อม (field heat) เพื่อให้อุณหภูมิของผลิตผลลดต่ำลงโดยอาศัยตัวกลางเป็นตัวนำหรือตัวพาดึงความร้อนออกจากผลิตผลสดก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการอื่นในห่วงโซ่ความเย็นต่อไป นอกจากนี้การลดอุณหภูมียังช่วยยับยั้งการเน่าเสียและลดอัตราการสูญเสียทางด้านคุณภาพและรสชาติของผลิตผล เทคโนโลยีการลดอุณหภูมิจึงสามารถเลือกปฏิบัติได้หลายวิธี



ขึ้นอยู่กัสมบัตืทางเคมีกายของผลืตผล เช่น การลตอณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศ (vacuum cooling) การลตอณหภูมิโดยการผ่านอากาศเย็นแบบบังคับ (forced-air cooling) และการลตอณหภูมิโดยใช้น้ำแข็ง (ice cooling) หลังจากการลตอณหภูมิแล้วการรักษาคณเ็นหรือการควบคุมอณหภูมิอย่างตอเนื่องตลอดห่วงโซ่อุปทานเป็น ปัจจัยที่สำคัญในการรักษาคณภาพของผลืตผล และมีบทบาทสำคัญต่อการลตการสูญเสียในระหว่งการเก็บ รักษา อย่างไรก็ตามต้องมีการควบคุมอณหภูมิ และวิธีการที่เหมาะสมในห่วงโซ่ความเย็นเพื่อไม่ให้ผลืตผลเกิด ความเสียหายจากอณหภูมิที่ต่ำ (chilling injury) หรือสูงจนเกินไป ซึ่งการควบคุมอณหภูมิในห่วงโซ่ความเย็น นอกจากจะมีผลในการรักษาคณภาพของผลืตผลแล้วยังมีผลต่อการควบคุมการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ และ ลดการเสื่อมสภาพของผลืตผลส่งผลให้วางจำหน่ายได้นานขึ้น

จากการประยุกตืใช้เทคโนโลยีวิธีการลตอณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับผักของมูลนิธิโครงการ 3 ชนิด ได้แก่ ปวยเล้ง บรอกโคลี และคะน้าฮ่องกง พบว่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการลตอณหภูมิแบบสุญญากาศ คือการ กำหนดความดันสุดท้ายภายในห้องลตอณหภูมิเท่ากับ 6 มิลลิบาร์ โดยให้ผลืตผลอยู่ภายใต้ความดันที่กำหนดเป็น ระยะเวลา 25 นาที สามารถลตอณหภูมิปวยเล้งได้เร็วกว่าการลตอณหภูมิโดยการผ่านอากาศเย็นแบบบังคับที่ใช้ อณหภูมิอากาศ 4 องศาเซลเซียส และความเร็วลม 1.55 เมตรต่อวินาที เมื่อนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศา เซลเซียส พบว่าปวยเล้งที่ผ่านการลตอณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศมีปริมาณวิตามินซี และคลอโรฟิลล์สูงกว่า ปวยเล้งที่ผ่านการลตอณหภูมิโดยการผ่านอากาศเย็นแบบบังคับ และชุดควบคุม ($P \leq 0.05$) สำหรับการลต อณหภูมิบรอกโคลี พบว่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการลตอณหภูมิแบบสุญญากาศ คือการกำหนดความดัน สุดท้ายภายในห้องลตอณหภูมิเท่ากับ 6 มิลลิบาร์ โดยให้ผลืตผลอยู่ภายใต้ความดันที่กำหนดเป็นระยะเวลา 30 นาที และพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการลตอณหภูมิโดยใช้น้ำแข็งของบรอกโคลีคือการใช้อัตราส่วนบรอกโคลี ต่อ น้ำแข็งเป็น 1 : 1 โดยสามารถลดการสูญเสีย น้ำหนัก สามารถคงปริมาณคลอโรฟิลล์ ปริมาณวิตามินซี กิจกรรม ของสารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลไว้ได้ดี ส่งผลให้คะแนนทางด้านประสาทสัมผัสของ บรอกโคลีที่ผ่านการลตอณหภูมิแบบสุญญากาศและการลตอณหภูมิโดยใช้น้ำแข็งมีคะแนนทางด้านประสาท สัมผัสที่ดีกว่าบรอกโคลีชุดควบคุม จากการศึกษากระบวนการลตอณหภูมิของคะน้าฮ่องกง พบว่าพารามิเตอร์ที่ เหมาะสมในการลตอณหภูมิแบบสุญญากาศ คือการกำหนดความดันสุดท้ายภายในห้องลตอณหภูมิเท่ากับ 6.5 มิลลิบาร์ โดยให้ผลืตผลอยู่ภายใต้ความดันที่กำหนดเป็นระยะเวลา 20 นาที และพารามิเตอร์ที่เหมาะสมใน การลตอณหภูมิโดยใช้น้ำแข็งของคะน้าฮ่องกงคือการใช้อัตราส่วนคะน้าฮ่องกงต่อ น้ำแข็งเป็น 1 : 1 โดยสามารถ ลดการสูญเสีย น้ำหนัก และคงปริมาณคลอโรฟิลล์ ปริมาณวิตามินซี และปริมาณสารประกอบฟีนอลไว้ได้ดี ส่งผล ให้คะแนนทางด้านประสาทสัมผัสของคะน้าฮ่องกงที่ผ่านการลตอณหภูมิแบบสุญญากาศและการลตอณหภูมิโดย ใช้น้ำแข็งมีคะแนนทางด้านประสาทสัมผัสที่ดีกว่าคะน้าฮ่องกงชุดควบคุม

ทั้งนี้การลดอุณหภูมิแบบสุญญากาศสามารถลดอุณหภูมิได้รวดเร็วและนิยมใช้กับผลิตผลที่มีปริมาณมาก เพื่อให้เกิดความคุ้มค่ากับค่าใช้จ่ายเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการลดอุณหภูมิโดยใช้น้ำแข็งและเป็นกระบวนการที่มีต้นทุนการให้พลังงานต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับการลดอุณหภูมิด้วยวิธีอื่นๆ สำหรับการลดอุณหภูมิโดยใช้น้ำแข็งเหมาะที่จะใช้ลดอุณหภูมิในระหว่างการขนส่งผลิตผล



การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการลดอุณหภูมิในการผลิตผักมูลนิธิโครงการหลวง
ตลอดสายโซุ่ปาทานเพื่อปรับปรุงคุณภาพและความปลอดภัย

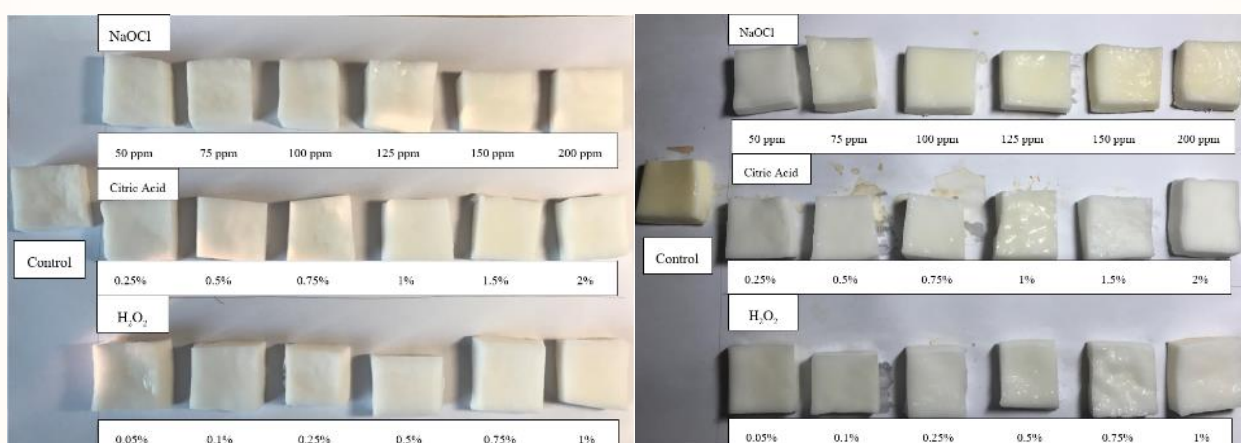


สำหรับคุณภาพทางจุลินทรีย์ ของผักทั้ง 3 ชนิด พบว่าปวยเล้งชุดควบคุมมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ Aerobic bacteria ทั้งหมด ปริมาณเชื้อ Coliform bacteria ปริมาณยีสต์ ปริมาณเชื้อรา และปริมาณเชื้อ Lactic acid bacteria สูงกว่าปวยเล้งที่ผ่านการลดอุณหภูมิโดยการผ่านอากาศเย็นแบบบังคับ และการลดอุณหภูมิแบบสุญญากาศ เช่นเดียวกับบรอกโคลีและคะน้าฮ่องกงชุดควบคุมมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์สูงกว่าบรอกโคลีและคะน้าฮ่องกงที่ผ่านการลดอุณหภูมิโดยใช้น้ำแข็ง และแบบสุญญากาศ นอกจากนี้ยังไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ *Listeria Monocytogenes* ในผักทั้ง 3 ชนิดตลอดสายโซ่อุปทาน ดังนั้นการประยุกต์ใช้กระบวนการลดอุณหภูมิที่เหมาะสมกับผลิตผลแต่ละชนิดเป็นปัจจัยที่สำคัญในการรักษาคุณภาพ และชะลอการเสื่อมสภาพของผักทั้งสามชนิดตลอดห่วงโซ่อุปทาน

การเก็บรักษาเนื้อมะพร้าวตัดแต่งพร้อมบริโภคร

ผศ.ดร.เฉลิมชัย วงษ์อารี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

การศึกษาการเก็บรักษาเนื้อมะพร้าวตัดแต่ง โดยขั้นตอนการแช่เนื้อมะพร้าวในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 100 ppm และ 150 ppm นาน 5 นาที กรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 0.75 และ 1.5 นาน 5 นาที และสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และ 1 นาน 90 วินาที เป็นความเข้มข้นของสารละลายและระยะเวลาในการแช่ที่จะใช้ในการศึกษาต่อไปโดยดัชนีคือ การเปลี่ยนสีจากขาวเป็นสีน้ำตาล การเยิ้มบริเวณผิวมะพร้าวที่เกิดจากแบคทีเรีย รวมไปถึงการเปลี่ยนแปลงอื่นๆ ที่นำไปสู่การไม่ยอมรับของผู้บริโภค เนื้อมะพร้าวยังมีอายุการเก็บรักษาสั้นมาก คือ 4 วัน เนื่องจากปัจจัยภายนอกได้แก่ ขั้นตอนการเตรียมมะพร้าว การใช้ระยะเวลานานเกินไปและการควบคุมอุณหภูมิมะพร้าวในขั้นตอนการเตรียม ส่งผลให้เกิดการเพิ่มจำนวนเชื้อแบคทีเรียซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการเสื่อมเสียในมะพร้าว หลังจากทดลองใช้ความเข้มข้นที่เหมาะสมและเพิ่มการควบคุมปัจจัยภายนอกมากขึ้น ส่งผลให้มะพร้าวมีอายุมากขึ้น สามารถเก็บได้ประมาณ 6 วัน โดยการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิระหว่างการเตรียมเนื้อมะพร้าว สถานที่ การลดเวลาการเตรียมมะพร้าว รวมไปถึงความสะดวกของอุปกรณ์เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามมะพร้าวยังคงเสื่อมเสียอย่างรวดเร็วกว่าความคาดหมาย ซึ่งเป็นผลมาจากการใช้บรรจุภัณฑ์ที่ไม่เหมาะสม ไม่มีรูระบายอากาศทำให้เกิดไอน้ำภายในบรรจุภัณฑ์ การเกิดไอน้ำในผลิตภัณฑ์ทำให้เกิดสภาวะแวดล้อมที่มีความชื้นสูงเหมาะแก่การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งจะได้ทำการปรับปรุงวิธีการทดลองเพื่อควบคุมปัญหาดังกล่าวต่อไป



เนื้อมะพร้าวตัดแต่งที่ผ่านการเตรียมขั้นต้นที่ความเข้มข้นสารเคมีแตกต่างกันในวันที่ 0 (A) และวันที่ 4 (B) หลังจากบรรจุและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



Postharvest Newsletter

ผู้อำนวยการศูนย์ฯ : ศาสตราจารย์ ดร. ถนิต บุนนเกียรติ

คณะบรรณาธิการ : ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.นิธิยา รัตนานนท์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เยาวลักษณ์ จันทน์บาง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษาวดี ชนสุต
ดร.ณัฐวิวัฒน์ หนึ่งมานะ
นางจุฑานันท์ ไชยเรืองศรี

ผู้ช่วยบรรณาธิการ : นายบัณฑิต ชุมภูลัย
นางปัทมา จันทาสุน
นางสาวปิยกรณ์ จันจรมานิตย์
นางละอองดาว วานิชสุขสมบัติ

ฝ่ายจัดพิมพ์ : นางสาวรัชกร ยาลังกาญจน์

สำนักงานบรรณาธิการ : ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
239 ถนนห้วยแก้ว ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200
โทรศัพท์ +66(0)5394-1448 โทรสาร +66(0)5394-1447
E-mail : phtic@phtnet.org



<http://www.phtnet.org>