ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว
Postharvest Technology Innovation Center

Postharvest Newsletter

ปีที่ 16 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม - กันยายน 2560

www.phtnet.org

ในฉบับ

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

เรื่องเต็มงานวิจัย

ผลของการฉายรังสียูวี-ซีต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ในมะละกอสุกหั่นชิ้น พันธุ์เรดมาราดอล

Effect of Ultraviolet-C Radiation on Microbial Population Changes in Fresh-cut 'Red Maradol' Papaya

ชลิดา ฉิมวารี [1,2] พนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย[1,2] และ จุฑาทิพย์ โพธิ์อุบล[3]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลของการฉายรังสียูวี-ซีต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ในเนื้อมะละกอสุกหั่นชิ้นพันธุ์เรดมาราดอล โดยนำผลมะละกอสุกพันธุ์เรดมาราดอลที่มีระยะสุกพร้อมบริโภคมาล้างทำความสะอาดด้วยสารละลายโซเดียมไฮโพคลอไรต์ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร จากนั้นปอกเปลือกผลมะละกอและตัดเป็นชิ้นขนาด 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร บรรจุเนื้อมะละกอสุกหั่นชิ้นพันธุ์เรดมาราดอลบนถาดโฟมแล้วนำไปฉายรังสียูวี-ซีที่ปริมาณรังสี 1.2 2.4 และ 3.6 กิโลจูลต่อตารางเมตร เปรียบเทียบกับเนื้อมะละกอสุกหั่นชิ้นที่ไม่ผ่านการฉายรังสียูวี-ซี (ชุดควบคุม) หุ้มถาดโฟมด้วยฟิล์มพลาสติกพอลิไวนิลคลอไรด์ที่มีความหนา 10 ไมโครเมตร จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 วัน ตรวจวัดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด โคลิฟอร์ม แล็กทิกแอซิดแบคทีเรีย ยีสต์และราในเนื้อมะละกอหั่นชิ้นทุก ๆ 2 วัน ผลการทดลองพบว่าการฉายรังสียูวี-ซีทุกระดับช่วยชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ทุกชนิดในเนื้อมะละกอสุกหั่นชิ้นได้ โดยการฉายรังสียูวี-ซีที่ปริมาณรังสี 3.6 กิโลจูลต่อตารางเมตร สามารถชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ทุกชนิดได้ดีที่สุด โดยในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา พบว่าการฉายรังสียูวี-ซีที่ปริมาณรังสี 3.6 กิโลจูลต่อตารางเมตร ช่วยลดการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งหมด โคลิฟอร์ม แล็กทิกแอซิดแบคทีเรีย ยีสต์และราได้ประมาณ 1.9 1.4 0.9 และ 0.9 log CFU/g ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม จึงมีอายุการเก็บรักษานาน 6 วัน โดยไม่เกินจำนวนจุลินทรีย์ต่ำสุดที่สามารถตรวจนับได้ (Microbial detectable; 2.4 $\log_{10}$ CFU/g)

คำสำคัญ : มะละกอสุกตัดแต่งพร้อมบริโภค ยูวี-ซี จุลินทรีย์

คำนำ

มะละกอ (*Carica papaya* L.) เป็นผลไม้เขตร้อนที่สำคัญทางเศรษฐกิจ มีรสชาติอร่อยเป็นที่นิยมของผู้บริโภค ทำให้ความต้องการของตลาดเพิ่มสูงขึ้น มะละกอพันธุ์เรดมาราดอลหรือรู้จักกันในชื่อพันธุ์ปลักไม้ลาย หรือ

(อ่านต่อหน้า 2)

[1] สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (บางขุนเทียน) 49 ซอยเทียนทะเล 25 ถนนบางขุนเทียนชายทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร 10150
[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพมหานคร 10400
[3] สาขาวิชาจุลชีววิทยา ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

สาร... จากบรรณาธิการ

สวัสดีครับ

สำหรับฉบับนี้ เราขอนำเสนอเรื่องเต็มงานวิจัยเรื่อง ผลของการฉายรังสียูวี-ซีต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ในมะละกอสุกหั่นชิ้นพันธุ์เรดมาราดอล และในส่วนของนานาสาระ เรานำเสนอบทความเรื่อง การประยุกต์เทคนิคเนียรอินฟราเรดสเปกโทรสโกปีสำหรับการตรวจหาสารตกค้างในผลิตผลเกษตร โดย ดร. ปาริชาติ เทียนจุมพล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ นอกจากนั้นในส่วนของผลสัมฤทธิ์งานวิจัยศูนย์ฯ เรานำเสนอเรื่อง เทคนิคการล้างผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคเพื่อการส่งออก ด้วยระบบน้ำอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นกรดแบบฟองไมโคร

สำหรับท่านที่ต้องการชมวีดีโอการบรรยายพิเศษในงานการประชุมวิชาการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติครั้งที่ 15 ที่จังหวัดขอนแก่นที่ผ่านมา สามารถเข้าไปได้ที่ http://www.phtnet.org ครับ

แล้วพบกันฉบับหน้าครับ

เรื่องเต็มงานวิจัย

(ต่อจากหน้า 1)

พันธุ์ฮอลแลนด์ เป็นพันธุ์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ผลขนาดเล็ก ช่องว่างภายในแคบ ทนทานต่อการขนส่ง จึงเป็นที่ต้องการของตลาด เมื่อนำผลมะละกอสุกมาจำหน่ายในรูปมะละกอหั่นชิ้นพร้อมบริโภค เป็นทางเลือกหนึ่งที่ช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับผลมะละกอสุก อย่างไรก็ตามควรมีวิธีการเตรียมที่ถูกสุขลักษณะ เก็บรักษาในสภาวะที่เหมาะสม เพื่อให้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและมีอายุการวางจำหน่ายได้นาน (King and Bolin, 1989) เนื่องจากผลไม้สดตัดแต่งพร้อมบริโภคต้องผ่านขั้นตอนต่างๆ ในระหว่างการตัดแต่ง ทำให้ผลิตภัณฑ์ผลไม้หั่นชิ้นที่ได้มีความบอบบางและง่ายต่อการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสีย และก่อให้เกิดโรคซึ่งส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้บริโภค ดังนั้นมีความจำเป็นที่ต้องทำการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์เพื่อป้องกันการเจริญและลดการปนเปื้อนที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการตัดแต่งและการวางจำหน่าย การฆ่าเชื้อสามารถทำได้ทั้งทางกายภาพและทางเคมี โดยส่วนใหญ่นิยมใช้ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งจะช่วยรักษาคุณภาพและยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้

รังสียูวี-ซี (UV-C) เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่างแถบสีน้ำเงินของสเปกตรัมแสงกับแถบของรังสีเอกซ์ มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 200-280 นาโนเมตร (สมบุญ, 2538) ซึ่งรังสียูวี-ซี เป็นรังสีที่ไม่ก่อให้เกิดไอออน (non-ionization) เมื่อนำมาใช้กับพืชจะซึมผ่านเพียงแค่พื้นผิวเท่านั้น (Luckey, 1980) การฉายรังสียูวี-ซี เป็นวิธีการฆ่าจุลินทรีย์ทางกายภาพ ซึ่งมีรายงานว่าการใช้รังสียูวี-ซีที่ความเข้มตั้งแต่ 0.5 กิโลจูลต่อตารางเมตร สามารถชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ได้ โดยที่ความเข้ม 1 และ 1.5 กิโลจูลต่อตารางเมตร สามารถรักษาความแน่นเนื้อของผลสตรอเบอรรี่ได้ดีกว่าที่ความเข้มต่ำกว่า 1 กิโลจูลต่อตารางเมตร (Marquenie *et al*., 2002) การฉายรังสียูวี-ซีที่ความเข้ม 4.1 กิโลจูลต่อตารางเมตรให้กับแตงโมหั่นชิ้นสามารถลดการเจริญของจุลินทรีย์ได้มากกว่า 1 log CFU/g และการใช้รังสียูวี-ซีที่ความเข้มสูงกว่านี้ไม่มีผลทำให้ปริมาณจุลินทรีย์แตกต่างกันทางสถิติ (Fonseca and Rushing, 2006) และการฉายรังสียูวี-ซีกับเนื้อแก้วมังกรหั่นชิ้นที่ความเข้ม 3.6 และ 7.2 กิโลจูลต่อตารางเมตร สามารถลดปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดได้ดีกว่าการฉายรังสียูวี-ซีก่อนการตัดแต่ง (โชคอนันต์, 2550) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฉายรังสียูวี-ซี ที่ความเข้มต่างๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ในเนื้อมะละกอสุกหั่นชิ้นพร้อมบริโภคพันธุ์เรดมาราดอล

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การแปรรูปและการฉายรังสียูวี-ซีของเนื้อมะละกอสุกหั่นชิ้นพันธุ์เรดมาราดอล

คัดเลือกผลมะละกอสุกพันธุ์เรดมาราดอลจากสวนในจังหวัดปราจีนบุรีที่ผิวมีสีเหลืองร้อยละ 75 น้ำหนักประมาณ 1,300 กรัม ไม่มีโรคและแมลงทำลาย นำมาล้างฝุ่นออกด้วยน้ำประปาและสารละลายโซเดียมไฮโพคลอไรต์ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ปล่อยให้สะเด็ดน้ำ ตัดส่วนขั้วและส่วนท้ายผลออก แล้วตัดให้เป็นชิ้นขนาด 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำมาหั่นชิ้นและฉายรังสียูวี-ซี ที่ความเข้มแสง 1.2 2.4 และ 3.6 กิโลจูลต่อตารางเมตร ตามลำดับ บรรจุเนื้อมะละกอหั่นชิ้น น้ำหนัก 120 กรัม ลงในถาดโฟมก้นลึก หุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกพอลิไวนิลคลอไรด์หนา 10 ไมโครเมตร เก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ตรวจวัดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด โคลิฟอร์ม แล็กทิกแอซิดแบคทีเรีย ยีสต์และรา ในเนื้อมะละกอสุกหั่นชิ้นทุกๆ 2 วัน วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) โดยโปรแกรม SAS 6 (Microsoft Corporation)

2. การตรวจหาจุลินทรีย์ในเนื้อมะละกอสุกหั่นชิ้นพันธุ์เรดมาราดอล

การเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ทั้งหมด โคลิฟอร์ม แล็กทิกเอซิดแบคทีเรีย ยีสต์และรา ทำโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar (PCA; Merck; Darmstadt, Germany), Deoxycholate agar (HiMedia Laboratories; Mumbai, India), de Man, Rogosa and Sharpe agar (MRS; Merck; Darmstadt, Germany) และ Potato dextrose agar (PDA; HiMedia Laboratories; Mumbai, India) ตามลำดับ โดยชั่งเนื้อมะละกอสุกหั่นชิ้นน้ำหนัก 10 กรัม ใส่ลงในถุง Stomacher ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ แล้วตีปั่นกับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 0.85 ปริมาตร 90 มิลลิลิตร โดยใช้เครื่อง stomacher (Masticator Nr2557/400, IUL instruments; Barcelona, Spain) ทำการเจือจางตัวอย่าง (dilution plate count) สำหรับตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมด โคลิฟอร์ม และแล็กติกแอซิดแบคทีเรีย โดยเทอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีอุณหภูมิประมาณ 40-45 องศาเซลเซียส ลงในจานเลี้ยงเชื้อที่มีสารละลายตัวอย่างจำนวน 1 มิลลิลิตร จากนั้นผสมให้เข้ากันโดยหมุนสลับซ้ายขวาอย่างละ 5 ครั้ง จากนั้นวางไว้ให้อาหารแข็งตัว แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง สำหรับตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมด โคลิฟอร์ม แบคทีเรีย และบ่มไว้ 72 ชั่วโมง สำหรับตรวจหาแล็กทิกเอซิดแบคทีเรีย จากนั้นเจือจางตัวอย่างต่อด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 0.85 แล้วดูดสารละลายตัวอย่างที่ได้ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร เกลี่ยให้ทั่วผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ (spread plate technique) PDA บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5-7 วัน นับจำนวนโคโลนีและรายงานผลเป็นค่า Colony Forming Unit ต่อกรัม (CFU/g)

ผลและวิจารณ์

ผลของการฉายรังสียูวี-ซีเนื้อมะละกอสุกหั่นชิ้นต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์

ในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา เนื้อมะละกอสุกหั่นชิ้นภายหลังที่ฉายรังสียูวี-ซี พบว่ามะละกอมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด โคลิฟอร์ม แล็กทิกแอซิดแบคทีเรีย ยีสต์และรา อยู่ในช่วง 1.36-2.46, 1.55-2.26, 1.13-1.91 และ 0.95-1.59 log CFU/g ตามลำดับ (**Figure 1 A-D**) ซึ่งมีค่าต่ำกว่าปริมาณจุลินทรีย์ต่ำสุดที่ตรวจวัดได้ (< 2.4 log CFU/g) โดยเนื้อมะละกอสุกหั่นชิ้นที่ฉายรังสียูวี-ซีที่ความเข้ม 3.6 กิโลจูลต่อตารางเมตร สามารถลดการเจริญของเชื้อโคลิฟอร์มและแล็กทิกแอซิดแบคทีเรียได้โดยไม่เกินจำนวนจุลินทรีย์ต่ำสุดที่สามารถตรวจนับได้ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และสามารถลดการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา โดยไม่เกินจำนวนจุลินทรีย์ต่ำสุดที่สามารถตรวจนับได้ ในช่วง 2 และ 4 วันแรกของการเก็บรักษา ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากรังสียูวี-ซี ไปมีผลทำให้ DNA และโครงสร้างของ pyrimidine dimers เกิดความเสียหาย (Mitchell *et al.*, 1992) ทำให้เกิดการแตกหักของ single และ double strand DNA (Slieman and Nicholson, 2000) และชักนำให้เกิดความผิดปกติของโครโมโซม (Cieminis *et al.*, 1987)

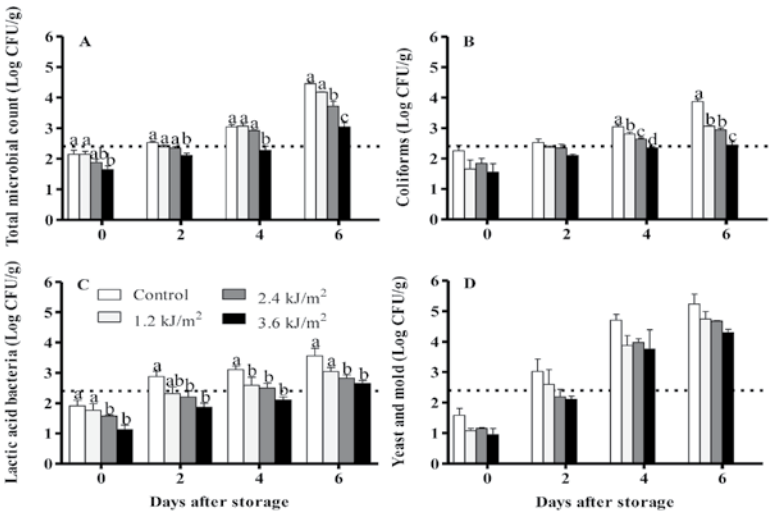


Figure 1 Total microbial **(A)**, coliforms **(B)**, lactic acid bacteria **(C)**, yeast and molds **(D)** of fresh-cut 'Red Maradol' papaya treated with 1.2, 2.4 and 3.6 kJ/m2 UV-C. Papaya cubes were packed in foam tray and wrapped with PVC films, and then stored at 7 °C for 6 days. Dotted line represents microbial counts below the detection level

ภายหลังจากที่เก็บมะละกอที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส พบว่าจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นทุกชุดการทดลองตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (**Figure 1A**) โดยเนื้อมะละกอสุกหั่นชิ้นที่ฉายรังสียูวี-ซีที่ความเข้ม 3.6 กิโลจูลต่อตารางเมตร สามารถลดการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ดีที่สุด (1.9 log CFU/g) สอดคล้องกับที่มีรายงานว่าแตงโมหั่นชิ้นที่ผ่านการฉายรังสียูวี-ซี ที่ความเข้ม 4.1 กิโลจูลต่อตารางเมตร สามารถลดการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งหมดได้มากกว่า 1 log CFU/g (Fonseca and Rushing, 2006)

และยังพบว่าเนื้อมะละกอสุกหั่นชิ้นที่ฉายรังสียูวี-ซี สามารถลดปริมาณโคลิฟอร์มได้ดีกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) (Figure 1B) โดยมะละกอที่ฉายรังสียูวี-ซี ความเข้ม 3.6 กิโลจูลต่อตารางเมตร ลดปริมาณโคลิฟอร์มได้ดีที่สุด (1.4 log CFU/g) รองลงมาคือที่ความเข้ม 2.4 และ 1.2 กิโลจูลต่อตารางเมตร การใช้รังสียูวี-ซีที่ความเข้ม 1.2 กิโลจูลต่อตารางเมตร สามารถลดปริมาณ *Escherichia coli* ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ในกลุ่มของโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนในหน่อไม้ฝรั่งได้ (Poubol *et al.*, 2015) นอกจากนี้ยังพบว่าเนื้อมะละกอสุกหั่นชิ้นที่ฉายรังสียูวี-ซี สามารถลดปริมาณแล็กทิกแอซิดแบคทีเรียได้ดีกว่าชุดควบคุมและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (**Figure 1C**) โดยที่ความเข้ม 3.6 กิโลจูลต่อตารางเมตร สามารถลดปริมาณแล็กทิกแอซิดแบคทีเรียได้ดีที่สุด (0.9 log CFU/g) รองลงมาคือที่ความเข้ม 2.4 และ 1.2 กิโลจูลต่อตารางเมตร สำหรับปริมาณยีสต์และรามีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในทุกชุดการทดลอง (**Figure 1D**) โดยเนื้อมะละกอสุกหั่นชิ้นที่ฉายรังสียูวี-ซี ความเข้ม 3.6 กิโลจูลต่อตารางเมตร มีปริมาณยีสต์และราเพิ่มขึ้นช้ากว่าชุดการทดลองอื่นๆ อย่างไรก็ตามปริมาณยีสต์และราของเนื้อมะละกอสุกหั่นชิ้นในแต่ละชุดการทดลองไม่แตกต่างทางสถิติ เช่นเดียวกับที่มีรายงานในเมล็ดทับทิมพร้อมบริโภค (Lopez-Rubira *et al.*, 2005) ประสิทธิภาพการฉายรังสียูวี-ซีต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์แตกต่างกันไปตามชนิดของผลิตผล เช่นการฉายรังสียูวี-ซี ที่ความเข้ม 1.17 กิโลจูลต่อตารางเมตร สามารถยับยั้งการเจริญของยีสต์และราในถั่วลิสงป่นได้ (จุฑาทิพย์ และคณะ, 2555)

สรุปผล

การฉายรังสียูวี-ซีที่ระดับความเข้ม 3.6 กิโลจูลต่อตารางเมตร ให้กับเนื้อมะละกอหั่นชิ้นช่วยลดการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งหมด โคลิฟอร์ม แล็กทิกแอซิดแบคทีเรีย ยีสต์และราได้ดีกว่าการฉายรังสียูวี-ซีที่ความเข้มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ เครื่องมือในการทำวิจัย และสนับสนุนการนำเสนอผลงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

จุฑาทิพย์ โพธิ์อุบล, พัทธนันท์ ยาทิพย์ และ พริมา พิริยางกูร. 2555. ผลของการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตซีต่อการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในถั่วลิสงป่น. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 43 (3 พิเศษ): 645-648.

โชคอนันต์ จันทร์สำราญกุล. 2550. ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาและการฉายรังสียูวี-ซีต่อคุณภาพของแก้วมังกรตัดแต่งพร้อมบริโภค. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สมบุญ จิรชาญชัย. 2538. What happens when you meet me? นิวเคลียร์ปริทัศน์ 10 (2): 1-9.

Cieminis, K.G.K., V.M. Ranceliene, A,J. Prijalgauskiene, N.V. Tiunaitiene, A.M. Rudzianskaite and Z.J. Janceys. 1987. Chromosome and DNA damage and their repair in higher plants irradiated with short-wave ultraviolet light. Mutat Research 181:1 9-16.

Fonseca, J.M. and J.W. Rushing. 2006. Effect of ultraviolet-C light on quality and microbial population of fresh-cut watermelon. Postharvest Biology and Technology 40: 256-261.

King, A.D. and H.R. Bolin. 1989. Physiological and microbiological storage stability of minimally processed fruit and vegetable. Food Science and Technology International 43: 132-135.

Lopez-Rubira, V., A. Conesa, A. Allende and F. Artes. 2005. Shelf life and overall quality of minimally processed pomegranate arils modified atmosphere packaged and treated with UV-C. Postharvest Biology and Technology 37: 174-185.

Luckey, T.D. 1980. Hormesis with ionizing radiation. CRD Press, Boca Roton, Florida. pp. 1-122.

Marquenie, D., C.W. Michiels, A.H. Geeraerd, A. Schenk, C. Soontjiens, J.F. Van Impe and B.M. Nicolai. 2002. Using survival analysis to investigate the effect of UV-C and heat treatment on storage rot of strawberry and sweet cherry. International Journal of Food Microbiology 73: 187-196.

Poubol, J., P. Phiriyangkul and P. Boonyaritthongchai. 2015. Combination of Chitosan Coating and Ultraviolet-C Irradiation for Reducing Escherichia coli and Salmonella sp. on Asparagus Spears. Inter national Journal of Food Engineering 1 (1): 50-54.

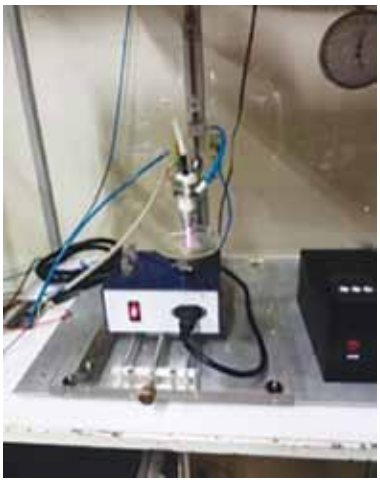
Slieman, T.A. and W.L. Nicholson. 2000. Artificial and solar UV radiation induces stand breaks and cyclobutane pyrimidine dimers in Bacillus subtilis spore DNA. Apply and Enviromental Microbiology 66:1 199-205.

ผลของแก๊สพลาสมาต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Pestalotiopsis sp.* ในสภาพห้องปฏิบัติการ

ศุภลักษณ์ ชิตวรกุล[1] วรรณวรางค์ พัฒนะโพธิ์[1,2]
ธนะชัย พันธ์เกษมสุข[1,3] ธีรวรรณ บุญญวรรณ[4]
อรอุมา เรืองวงษ์[5] และวลัยพร มูลพุ่มสาย[1]

บทคัดย่อ

Pestalotiopsis sp. เป็นเชื้อราสาเหตุโรคเน่าหลังการเก็บเกี่ยวของผลลำไย จากการศึกษาทดลองใช้แก๊สพลาสมาในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราในสภาพ in vitro โดยทำการพ่นแก๊สพลาสมาเป็นเวลา 0, 3, 5 และ 8 นาที ลงบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ก่อนที่จะนำเชื้อรามาเพาะ และพ่นลงบนเชื้อราโดยตรงเป็นเวลา 2 นาที 5 นาที และ 8 นาที แล้วนำเชื้อราไปเลี้ยงบนอาหาร PDA ใหม่ บันทึกการเจริญของเส้นใยเชื้อราหลังเพาะ 2 - 8 วัน จากนั้นนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเชื้อ ผลการทดลองพบว่า การพ่นแก๊สพลาสมาสามารถทำให้เชื้อราเจริญเติบโตได้ช้ากว่าปกติ



การพ่นแก๊สพลาสมาเป็นเวลา 5 นาที จะมีผลในการยับยั้งเชื้อราดีที่สุดคือ 40.10% รองลองมาคือ พ่นแก๊สพลาสมาเป็นเวลา 3 และ 8 นาที มีผลยับยั้ง 29.95% และ 12.27% ตามลำดับ ส่วนการพ่นพลาสมาลงบนเชื้อราโดยตรงที่ 8 นาที สามารถยับยั้งเชื้อได้ดีที่สุด 41.58% รองลงมาคือ 5 และ 2 นาที ยับยั้งเชื้อได้ 37.86% และ 28.27% ตามลำดับ ผลการทดลองครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่าแก๊สพลาสมามีศักยภาพที่จะพัฒนาเป็นแนวทางในการยืดอายุการเก็บรักษาลำไยหลังการเก็บเกี่ยวได้

คำสำคัญ : พลาสมา เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญ เชื้อรา

[1] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400
[3] ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[4] ภาควิชาฟิสิกส์-วัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[5] ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของดอกบัวหลวงสองสายพันธุ์

ปรียาภรณ์ ลี้ธิติ[1] วิภาดา แดงมา[2] เพชรรัตน์ เนตรลักษณ์[2]
และวชิรญา อิ่มสบาย[1,2,3]

บทคัดย่อ

ปัจจุบันมีการนำดอกบัวหลวงมาใช้ในพิธีการงานมงคลต่างๆ เพิ่มขึ้น ดอกบัวหลวงจึงเป็นที่นิยมมากขึ้นในตลาดไม้ตัดดอก และส่วนมากนิยมใช้ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ ปัจจุบันเกษตรกรผู้ปลูกดอกบัวหลวงพบดอกบัวหลวงพันธุ์ใหม่ที่มีลักษณะดอกคล้ายคลึงกับดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของดอกบัวหลวงพันธุ์ใหม่เปรียบเทียบกับดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์ พบว่า ดอกบัวหลวงทั้งสองสายพันธุ์มีอัตราการดูดน้ำ การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด อาการกลีบดำ อัตราการหายใจ การผลิตเอทิลีน และอายุปักแจกันไม่แตกต่างกัน โดยทั้งสองสายพันธุ์มีอายุปักแจกันเฉลี่ย 4 วัน ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์มีการหลุดร่วงของกลีบดอกมากกว่าดอกบัวหลวงพันธุ์ใหม่ ดอกบัวหลวงทั้งสองสายพันธุ์มีอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนสูงสุดที่เวลาแตกต่างกัน คือ ดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์และพันธุ์ใหม่มีอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนสูงสุดที่ 15 และ 12 ชั่วโมง ตามลำดับ จึงสรุปได้ว่าดอกบัวหลวงพันธุ์สัตตบุษย์และพันธุ์ใหม่มีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างกัน ยกเว้นอาการกลีบร่วง

คำสำคัญ : สัตตบุษย์ กลีบดำ เอทิลีน

[1] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400
[2] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140
[3] ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

การประยุกต์เทคนิคเนียรอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี สำหรับการตรวจหาสารตกค้างในผลิตผลเกษตร

ดร.ปาริชาติ เทียนจุมพล ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปัจจุบันเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี (Near Infrared Spectroscopy, NIRS) เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย เป็นเทคนิคที่ใช้คลื่นแสงซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic wave) ที่มีความยาวคลื่นระหว่าง 700 - 2500 นาโนเมตร ซึ่งอยู่ระหว่างคลื่นไมโครเวฟ (microwave) และคลื่นแสงที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (visible light, VIS) นำมาใช้ในการตรวจสอบสารประกอบหรือคุณภาพของตัวอย่างโดยไม่ทำลายตัวอย่าง (non-destructive) ใช้หลักการดูดกลืนพลังงานของโมเลกุลสารประกอบที่มีพันธะ H-O, H-N, H-C และ C=O อยู่ในโมเลกุล เป็นต้น แล้วนำค่าการดูดกลืนแสงมาหาความสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้น (linear regression) กับผลการวิเคราะห์ทางเคมีโดยวิธีการ Chemometrics เพื่อให้ได้สมการในการทำนายปริมาณสารหรือสารประกอบชนิดนั้นๆ แล้วจึงสามารถนำมาใช้ในงานวิเคราะห์ประจำวันได้ (routine analysis) เทคนิค NIRS มีข้อดีคือใช้ระยะเวลาในการตรวจสอบสั้น ประหยัดแรงงาน ลดการใช้สารเคมีในการตรวจวิเคราะห์ และลดต้นทุนการผลิต (Osborne *et al.*, 1993; Williams and Norris, 2001)

การประยุกต์เทคนิค NIRS ในการตรวจวิเคราะห์สารตกค้างในตัวอย่าง โดยเฉพาะผลิตผลเกษตรได้มีการศึกษาวิจัยของนักวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศมาระยะหนึ่งแล้ว โดย Brunet *et al.* (2009) ได้รายงานว่า NIRS เป็นเทคนิคที่ช่วยให้ประหยัดเวลาและต้นทุนในการตรวจหาปริมาณ chlordecone ซึ่งเป็นสารกำจัดแมลงในกลุ่มออร์แกโนคลอรีน (organochlorine) ที่ตกค้างในดิน นอกจากนี้ Salguero-Chaparro *et al.* (2013) ได้ใช้เทคนิค NIRS ในช่วงความยาวคลื่น 400-2500 นาโนเมตร ตรวจหาปริมาณสาร diuron ที่ตกค้างในผลมะกอก (olive) และ Sanchez *et al.* (2017) สามารถใช้เทคนิค NIRS จำแนกพริกหวาน (sweet pepper) ที่มีการปนเปื้อนสารกำจัดศัตรูพืชออกจากพริกหวานที่ไม่มีการปนเปื้อนได้ด้วย Diode-array spectrometer เช่นเดียวกับ Jamshidi *et al.* (2016) ได้ใช้เทคนิค VIS/NIRS ในช่วงความยาวคลื่นสั้น (450-1100 นาโนเมตร) ตรวจสอบปริมาณสารกำจัดศัตรูพืช diazinon ที่ตกค้างในแตงกวา (cucumber) ได้

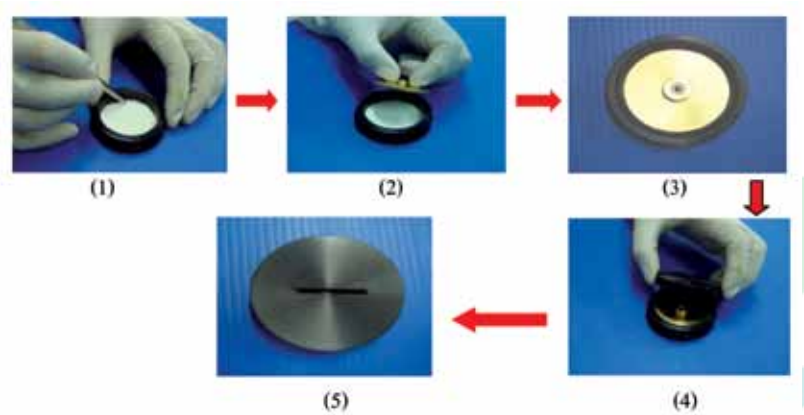
สำหรับงานวิจัยของทีมนักวิจัยของศูนย์วิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้นำเทคนิค NIRS มาใช้ในการตรวจหาสารกำจัดศัตรูพืชที่เป็นสารตกค้าง ในกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต (organophosphates) และกลุ่มไพรีทรอยด์ (pyrethroid) ทั้งในผักและผลไม้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การตรวจหาสารกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในผัก

ปัญหาเรื่องสารพิษที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตที่ตกค้างเกินกว่าปริมาณที่มาตรฐานกำหนดในผักที่วางจำหน่ายทั้งตลาดในประเทศและตลาดต่างประเทศได้ทวีความรุนแรงเพิ่มมากยิ่งขึ้น ผลการรายงานของเครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (Thailand Pesticide Alert Network, Thai-PAN) ในปี พ.ศ. 2559 พบว่าผักที่มีตรา Q มีสารตกค้างเกินมาตรฐานมากที่สุด ตรารับรองออร์แกนิคไทยแลนด์ของกระทรวงเกษตรฯ พบสารตกค้างจำนวน 1 ใน 4 ส่วนผักที่จำหน่ายในห้างสรรพสินค้าพบสารตกค้างไม่แตกต่างจากตลาดทั่วไป ดังนั้นกระทรวงเกษตรฯ จึงได้เร่งปฏิรูปการให้ตรารับรอง รวมถึงหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับการบริโภคของประชากร จึงได้เร่งดำเนินการด้านความปลอดภัยของสินค้าเกษตรและอาหาร โดยการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผักและผลไม้ที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดอย่างเร่งด่วน ดังนั้นปาริชาติ และคณะ (2554) จึงได้ศึกษาและพัฒนาเทคนิค NIRS สำหรับตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผักเพื่อทดแทนวิธีการเดิม ซึ่งประกอบด้วยการศึกษาสเปกตรัมของสารมาตรฐานสารกำจัดศัตรูพืช 2 ชนิด ได้แก่ คลอไพริฟอส (chlorpyrifos) และ ไซเปอร์เมทริน (cypermethrin) แล้วจึงตรวจหาสารกำจัดศัตรูพืชในผลผลิตเกษตร จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ กะหล่ำปลี (cabbage) ผักกาดหอม (lettuce) และพริกหวาน ซึ่งผลงานวิจัยสรุปได้ดังนี้

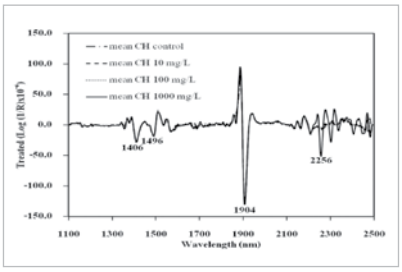
1.1 สเปกตรัมของสารมาตรฐานของสารกำจัดศัตรูพืช

ทำการเตรียมสารละลายมาตรฐานของสารกำจัดศัตรูพืชที่ระดับความเข้มข้น 0, 10, 100 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร (mg/L) นำมาหยดลงบนแผ่นกระดาษกรองผึ่งให้แห้ง แล้วบรรจุใน Standard cup with gold reflectance **(ภาพที่ 1)** ก่อนนำไปวัดสเปกตรัมด้วยเครื่อง NIRSystem 6500 ช่วงความยาวคลื่น 400-2500 นาโนเมตร

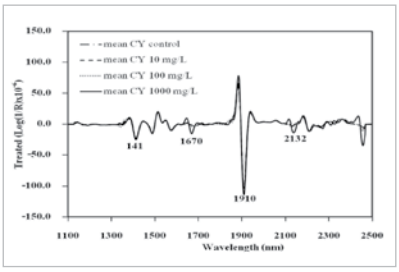


ภาพที่ 1 ขั้นตอนการบรรจุกระดาษกรองที่มีสารกำจัดศัตรูพืชลงใน Standard cup with gold reflectance

หลังจากนั้นแปลงข้อมูลสเปกตรัมด้วยเทคนิคทางคณิตศาสตร์ เพื่อลดความแปรปรวนของข้อมูลสเปกตรัม พบว่า สเปกตรัมของสารกำจัดศัตรูพืชมาตรฐาน chlorpyrifos มีพีกหัวกลับที่ความยาวคลื่น 1406, 1496, 1904 และ 2256 นาโนเมตร **(ภาพที่ 2)** ขณะที่สเปกตรัมของสารกำจัดศัตรูพืชมาตรฐาน cypermethrin ภายหลังการแปลงข้อมูลด้วยเทคนิคทางคณิตศาสตร์เช่นเดียวกับสเปกตรัมของสารชนิดแรก



ภาพที่ 2 สเปกตรัมเฉลี่ยของสารมาตรฐานสารกำจัดศัตรูพืช chlorpyrifos ที่ระดับความเข้มข้น 0, 10, 100 และ 1,000 mg/L ที่แปลงข้อมูลด้วย เทคนิคทางคณิตศาสตร์



ภาพที่ 3 สเปกตรัมเฉลี่ยของสารมาตรฐานสารกำจัดศัตรูพืช cypermethrin ที่ระดับความเข้มข้น 0, 10, 100 และ1,000 mg/L ที่แปลงข้อมูลด้วย เทคนิคทางคณิตศาสตร์

มีพีกหัวกลับที่ความยาวคลื่น 1412, 1670, 1910 และ 2132 นาโนเมตร **(ภาพที่ 3)** กล่าวได้ว่าสารกำจัดศัตรูพืชทั้งสองชนิดสามารถดูดกลืนแสงเนียร์อินฟราเรดที่ความยาวคลื่นแตกต่างกัน จึงได้นำเทคนิคและข้อมูลจากขั้นตอนนี้ไปศึกษาและพัฒนาในขั้นตอนต่อไป

1.2 การพัฒนาเทคนิคการตรวจหาสารกำจัดศัตรูพืชในผักด้วยเทคนิค NIRS จากผลการทดลองข้อ 1.1 จึงได้ศึกษาและพัฒนาเทคนิคการตรวจหาสารกำจัดศัตรูพืชด้วยเทคนิค NIRS ในผัก 3 ชนิด ได้แก่ กะหล่ำปลี ผักกาดหอม และพริกหวาน โดยการสร้างสมการเทียบมาตรฐานสำหรับทำนายปริมาณสารกำจัดศัตรูพืช นำสารมาตรฐานสารกำจัดศัตรูพืชที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มาหยดลงบนชิ้นตัวอย่างที่ตัดให้เป็นวงกลมขนาดเท่ากับ Standard sample cup นำไปผึ่งให้หมาด แล้วบรรจุลงในเซลล์บรรจุตัวอย่าง (sample cup) ก่อนนำไปวัดสเปกตรัมด้วยเครื่อง NIRSystem6500 **(ภาพที่ 4)**

ภาพที่ 4 ขั้นตอนการเตรียมชิ้นตัวอย่างที่มีสารมาตรฐานสารกำจัดศัตรูพืช บรรจุในเซลล์บรรจุตัวอย่าง

สมการเทียบมาตรฐานของ Chlorpyrifos

สร้างสมการเทียบมาตรฐานของ chlorpyrifos ในกะหล่ำปลี แปลงข้อมูลสเปกตรัมด้วยเทคนิคทางคณิตศาสตร์แล้วจึงพัฒนาสมการเทียบมาตรฐานด้วยเทคนิค PLSR พบว่าสเปกตรัมในช่วงความยาวคลื่นระหว่าง 1130 - 2370 นาโนเมตร ให้ผลของสมการเทียบมาตรฐานดีที่สุด คือ มีค่า R (multiple correlation coefficients), SEC (standard error of calibration), SEP (standard error of prediction) และ Bias (average of different between actual value and NIR value) เท่ากับ 0.94, 137.55 mg/L, 168.86 mg/L และ 3.01 mg/L ตามลำดับ สมการเทียบมาตรฐานของ chlorpyrifos ในผักกาดหอม พบว่าสเปกตรัมในช่วงความยาวคลื่นระหว่าง 1150-2450 นาโนเมตร ให้ผลของสมการเทียบมาตรฐานดีที่สุด คือ มีค่า R, SEC, SEP และ Bias เท่ากับ 0.93, 153.34 mg/L, 176.15 mg/L และ -1.61 mg/L ตามลำดับ สมการเทียบมาตรฐานของ chlorpyrifos ในพริกหวานสีเขียว พบว่าสเปกตรัมในช่วงความยาวคลื่นระหว่าง 1220-2320 นาโนเมตร ให้ผลของสมการเทียบมาตรฐานดีที่สุด คือ มีค่า R, SEC, SEP และ Bias เท่ากับ 0.63, 334.07 mg/L, 374.57 mg/L และ 25 mg/L ตามลำดับ

สมการเทียบมาตรฐานของ Cypermethrin

สมการเทียบมาตรฐานของ cypermethrin ในกะหล่ำปลี แปลงข้อมูลสเปกตรัมด้วยเทคนิคทางคณิตศาสตร์แล้วจึงพัฒนาสมการเทียบมาตรฐานด้วยเทคนิค PLSR พบว่าสเปกตรัมในช่วงความยาวคลื่นระหว่าง 1500-1900 นาโนเมตร ให้ผลของสมการเทียบมาตรฐานดีที่สุด คือ มีค่า R, SEC, SEP และ Bias เท่ากับ 0.95, 133.81 mg/L, 139.77 mg/L และ 2.20 mg/L ตามลำดับ สมการเทียบมาตรฐานของ cypermethrin ในผักกาดหอม พบว่าสเปกตรัมในช่วงความยาวคลื่นระหว่าง 1700-2468 นาโนเมตร ให้ผลของสมการเทียบมาตรฐานดีที่สุด คือ มีค่า R, SEC, SEP และ Bias เท่ากับ 0.94, 141.56 mg/L, 169.94 mg/L และ -0.04 mg/L ตามลำดับ สมการเทียบมาตรฐานของ cypermethrin ในพริกหวานสีเขียว พบว่าสเปกตรัมในช่วงความยาวคลื่นระหว่าง 1310-2310 นาโนเมตร ให้ผลของสมการเทียบมาตรฐานดีที่สุด คือ มีค่า R, SEC, SEP และ Bias เท่ากับ 0.62, 333.94 mg/L, 333.28 mg/L และ 61.17 mg/L ตามลำดับ

ผลการศึกษาด้วยเทคนิค NIRS สามารถใช้ตรวจหาปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชในผักได้ โดยมีความแม่นยำค่อนข้างสูงในกะหล่ำปลีและผักกาดหอม ยกเว้นพริกหวานที่มีความแม่นยำค่อนข้างต่ำ อาจเป็นผลจากลักษณะผิวของพริกหวานที่มีไขเคลือบค่อนข้างหนา ส่งผลต่อการดูดซับสารกำจัดศัตรูพืช (เฉพาะวิธีการเตรียมที่ใช้ในงานวิจัยนี้) และการดูดกลืนแสงเนียร์อินฟราเรด

2. การตรวจหาสารกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในผลไม้ (ส้ม)

ส้มเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมาการผลิตส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งของประเทศไทยประสบปัญหาค่อนข้างมาก ทั้งในด้านราคาตกต่ำ ปัญหาเรื่องการระบาดของโรคและแมลง โดยเฉพาะโรคกรีนนิ่งของผลส้ม (Citrus greening disease) ทำให้เกษตรกรต้องใช้สารกำจัดศัตรูพืชในปริมาณที่มากเกินไป เกิดปัญหาการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชในผลส้มปริมาณค่อนข้างสูง ทำให้เกิดความไม่มั่นใจในคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งเพิ่มมากขึ้น ซึ่ง Chalermphol and Shivakoti (2009) ได้พบว่าสารเคมีที่เกษตรกรนิยมใช้ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มที่อันตรายปานกลางถึงอันตรายมากที่สุด โดยสารเมโทมิล (methomyl) เป็นสารอันตรายมากที่สุดและมีการใช้มากถึง 87.8% เป็นสารกำจัดแมลงที่อยู่ในกลุ่มคาร์บาเมต (carbamates) รองลงมาคือสารไซเปอร์เมทรินใช้มากถึง (70.8%) เป็นสารกำจัดแมลงที่อยู่ในกลุ่มไพริทรอยด์ และสารคลอร์ไพริฟอส ใช้ประมาณ (63.1%) เป็นสารกำจัดแมลงที่อยู่ในกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต

นอกจากนี้ สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหารได้สำรวจปริมาณการตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชทั้ง 4 กลุ่ม ในผลส้มที่นำเข้าจากต่างประเทศ ส่วนใหญ่มาจากประเทศพม่าและจีน จำนวน 183 ตัวอย่าง และผลส้มจากแหล่งผลิตในประเทศ จำนวน 20 ตัวอย่าง พบว่าผลส้มที่นำเข้าจากต่างประเทศตรวจพบสารตกค้างทั้งหมดจำนวน 130 ตัวอย่าง พบสารตกค้างจำนวน 14 ชนิด ซึ่งสารที่มีความถี่ในการตรวจพบสูง คือ คลอร์ไพริฟอส อีทิออน ไซเปอร์เมทริน และเททราดิฟอน (tetradifon) ส่วนผลส้มที่ผลิตในประเทศ พบสารตกค้างทุกตัวอย่าง จำนวน 9 ชนิด

และสารที่มีความถี่สูงในการตรวจพบ คืออีทิออน และคาร์โบฟูแรน (carbofuran) (ทองสุข และคณะ, 2558)

ดังนั้นเพื่อเป็นการสร้างความมั่นใจในผลส้มสายน้ำผึ้งทั้งด้านคุณภาพและความปลอดภัย จึงได้นำเทคนิค NIRS มาใช้ในการตรวจหาสารตกค้างในผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง ทดแทนวิธีการตรวจสอบแบบเดิมที่ใช้ในปัจจุบัน ได้แก่ 1) QuEChERS method (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe method) เป็นวิธีที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์สารกำจัดแมลงทั่วโลกสนใจ และได้รับการยอมรับอย่างเป็นทางการจาก AOAC และ CEN (Committee of European Normalization) 2) Positive list method เป็นวิธีการที่ใช้ในการเตรียมตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์หาสารตกค้างในผักและผลไม้ที่ผลิตในประเทศญี่ปุ่นและสินค้าที่นำเข้า อีกทั้งยังเหมาะสมในการเตรียมตัวอย่างสำหรับการตรวจวิเคราะห์หาสารตกค้างในงานวิจัย 3) Steinwandter method วิธีนี้ได้รับความนิยมในการเตรียมตัวอย่างสารเคมีกำจัดแมลงตกค้างในผักและผลไม้ในประเทศเยอรมัน วิธีนี้มีขั้นตอนคล้ายกับวิธี Positive list แต่ไม่ได้ใช้วิธี Suction ในการทำให้บริสุทธิ์ขั้นแรกและไม่มีการแยกชั้นด้วยเทคนิคพาทิชัน (วิสุทธ, 2553) ซึ่งจากที่กล่าวมาข้างต้น วิธีการทั้งสามจะต้องทำลายผลิตผล ส่งผลให้ผลิตผลที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์เสียหาย การตรวจวิเคราะห์บางอย่างต้องใช้ระยะเวลานานและใช้สารเคมีจำนวนมาก อีกทั้งมีค่าใช้จ่ายในการตรวจวิเคราะห์ค่อนข้างสูง มีขั้นตอนและกระบวนการที่ซับซ้อน และต้องใช้ผู้ที่มีความรู้และความชำนาญในการวิเคราะห์ ดังนั้นดนัยและคณะ (2556) จึงได้ศึกษาและพัฒนาการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในส้มด้วยเทคนิค NIRS ซึ่งได้ผลการวิจัยดังนี้

2.1 การประเมินสารตกค้างในผลส้มสายน้ำผึ้งด้วยเทคนิค NIRS ในการทดลองได้นำสารละลายมาตรฐานของสารกำจัดศัตรูพืชทั้งสองชนิด (cypermethrin และchlorpyrifos) ผสมลงในน้ำคั้นของผลส้มที่ระดับความเข้มข้น 0.1, 1.0, 10 และ 50 mg/L หยดลงบนกระดาษกรอง แล้วนำไปไล่ความชื้นในตู้อบที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง บรรจุกระดาษกรองในเซลล์บรรจุตัวอย่าง **ดังภาพที่ 5**

ผลการศึกษา พบว่าสมการเทียบมาตรฐานที่สร้างจากข้อมูลสเปกตรัมของกระดาษกรองที่มีน้ำคั้นผลส้มที่ผสม cypermethrin ที่ช่วงความยาวคลื่น 1440-2468 นาโนเมตร ให้ความแม่นยำสูงที่สุด โดยมีค่า R เท่ากับ 0.99 ค่า SEC เท่ากับ 2.06 mg/L ค่า SEP เท่ากับ 2.17 mg/L และค่า Bias เท่ากับ -0.03 mg/L ส่วนสเปกตรัมของกระดาษกรองที่มีน้ำคั้นผลส้มที่ผสม chlorpyrifos ช่วงความยาวคลื่น 1700-2436 นาโนเมตร ให้ความแม่นยำของสมการเทียบมาตรฐานสูงที่สุด มีค่า R เท่ากับ 0.99, ค่า SEC เท่ากับ 2.37 mg/L ค่า SEP เท่ากับ 2.45 mg/L และค่า Bias เท่ากับ -0.74 mg/L จะเห็นว่าสมการเทียบมาตรฐานสารกำจัดศัตรูพืชทั้งสองชนิดให้ผลค่อนข้างดี โดยมีค่า R ค่อนข้างสูง ค่า SEC และ SEP ค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากโมเลกุลของสารกำจัดศัตรูพืชทั้งสองชนิดมีการตอบสนองต่อแสงเนียร์อินฟราเรดดี ส่งผลให้ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับปริมาณสาร (ความเข้มข้นของสาร) ค่อนข้างสูง

ภาพที่ 5 การเตรียมตัวอย่างโดยหยดน้ำคั้นผลส้มที่ผสมสารมาตรฐานสารกำจัดศัตรูพืช **(a)** อบไล่ความชื้น นำกระดาษกรอง บรรจุลงในเซลล์บรรจุตัวอย่าง ที่มีแผ่นทองคำสะท้อนแสง **(b)** แล้วนำไปวัดสเปกตรัมด้วยเครื่อง NIRSystem 6500 ในช่วงความยาวคลื่น 400-2500 นาโนเมตร **(c)**

จึงทำให้สมการเทียบมาตรฐานมีความแม่นยำค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองนี้เป็นเพียงบางส่วนของงานวิจัยด้านนี้เท่านั้น ซึ่งเลือกมาเฉพาะการเตรียมตัวอย่างสารกำจัดศัตรูพืชโดยหยดลงบนกระดาษกรอง ซึ่งให้ผลดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการต่างๆ ที่ได้เคยศึกษาทดลองในระยะเวลาที่ผ่านมา และจะได้ศึกษาเพิ่มเติมถึงปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อการตรวจวัดสารตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชในลำดับต่อไป เพื่อประโยชน์ในการนำไปใช้งานจริงในกระบวนการผลิตสินค้าเกษตรของไทยในอนาคต เพื่อเพิ่มศักยภาพการแข่งขันในตลาดโลก

เอกสารอ้างอิง

เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช. 2559. ความจริงอันเจ็บปวด ปัญหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักและผลไม้ปี 2559. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.thaipan.org/node/831 (27 มีนาคม 2560)

ดนัย บุณยเกียรติ พิเชษฐ์ น้อยมณี ปาริชาติ เทียนจุมพล และรุ่งนภา ไกลถิ่น. 2556. การพัฒนาเทคนิคการตรวจหาสารตกค้างในผลส้มสายน้ำผึ้งโดยเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี. รายงานฉบับสมบูรณ์. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, กรุงเทพฯ. 97 หน้า.

ทองสุข ปายะนันท์ จิตผกา สันทัดรบ วิชาดา จงมีวาสนา รัติยากร ศรีโคตร และวีรวุฒิ วิทยานันท์. 2558. การศึกษาสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผลส้ม. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ 57(4): 391-400.

ปาริชาติ เทียนจุมพล พิเชษฐ์ น้อยมณี วรรณวรางค์ พัฒนะโพธิ์ สงวนศักดิ์ ธนาพรพูนพงษ์ และวรินทร มณีวรรณ. 2554. การตรวจหาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักบางชนิดด้วยเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี. รายงานฉบับสมบูรณ์. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, กรุงเทพฯ. 53 หน้า.

วิสุทธิ เชวงศรี. 2553. การพัฒนาวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสในมังคุด. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://it.doa.go.th. (24 มีนาคม 2560)

Brunet, D., T. Woignier, M. Lesueur-Jannoyer, R. Achard, L. Rangon and B.G. Barthe. 2009. Determination of soil content in chlordecone (organochlorine pesticide) using near infrared reflectance spectroscopy (NIRS). Environmental Pollution 157: 3120-3125.

Chalermphol, J. and G.P. Shivakoti. 2009. Pesticide use and prevention practices of tangerine growers in northern Thailand. The Journal of Agricultural Education and Extension 15: 21-38.

Jamshidi, B., E. Mohajerani and J. Jamshidi. 2016. Developing a Vis/NIR spectroscopic system for fast and non-destructive pesticide residue monitoring in agricultural product. Measurement 89: 1-6.

Osborne, B.G., T. Feam and P.T. Hindle. 1993. *Practical NIR Spectroscopy with Applications in Food and Beverage Analysis.* 2nd ed. Longman Scientific & Technology, Harlow. 227 pp.

Salguero-Chaparro, L., A. J. Gaitn-Jurado, V. Ortiz-Somovilla, F. Pena-Rodrieugz. 2013. Feasibility of using NIR spectroscopy to detect herbicide residues in intact olives. Food Control 30:504-509.

Sanchez, M.T., K. Flores-Rojas, J.E. Guerrero, A. Garrido-Varo and D. Perez-Marin. 2010. Measurement of pesticide residues in peppers by near-infrard reflectance spectroscopy. Pest Management Science 66(6): 580-586.

Williams, P. and K. Norris. 2001. *Near Infrared Technology in Agricultural and Food Industries.* 2nd ed. American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, USA. 296 pp.

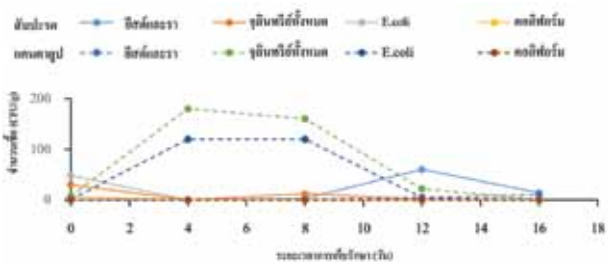
เทคนิคการล้างผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคเพื่อการส่งออก ด้วยระบบน้ำอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นกรดแบบฟองไมโคร

I ผศ.ดร.กานดา หวังชัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

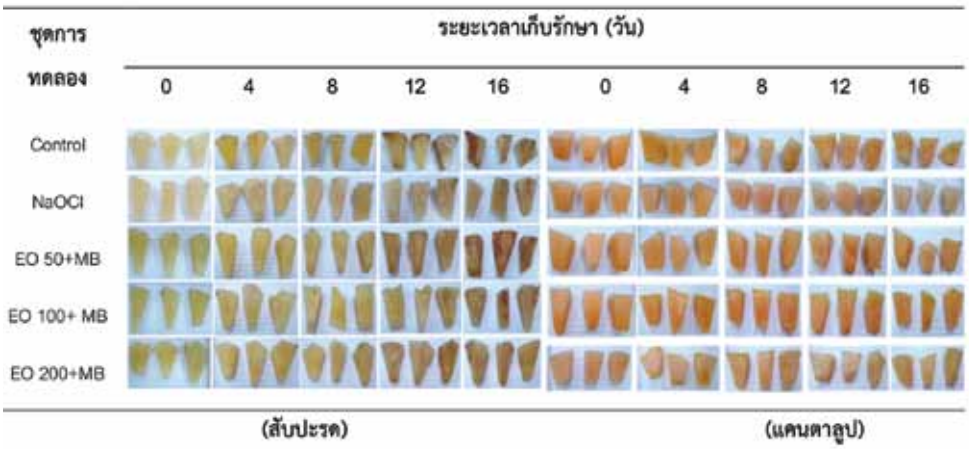
เครื่องต้นแบบล้างผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคโดยน้ำอิเล็กโทรไลต์แบบฟองไมโคร

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของน้ำอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นกรดแบบฟองไมโครต่อการลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ เพื่อการยืดอายุการเก็บรักษาและคุณภาพของผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค จากการศึกษาในสับปะรดตัดแต่งชิ้นและแคนตาลูปตัดแต่งชิ้น โดยใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นกรดแบบฟองไมโครความเข้มข้น 0, 50, 100 และ 200 mg/l มาล้างเป็นเวลา 10 นาที โดยมีชุดควบคุมคือ การล้างด้วยน้ำกลั่น และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์

ผลการทดลองพบว่าการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นกรดแบบฟองไมโครที่ความเข้มข้น 200 mg/l ให้ผลดีที่สุดในการยับยั้งการเจริญของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count: TPC) โดยในวันเริ่มต้นมีค่า 30 และ 8 logCFU/g ในขณะที่ชุดควบคุมมีค่า 159 และ 172 log CFU/g และชุดที่ล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count: TPC) เท่ากับ 102 และ 116 logCFU/g ตามลำดับ เช่นเดียวกับปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* ปริมาณเชื้อยีสต์และราและโคลิฟอร์มให้ผลเช่นเดียวกัน เมื่อนำตัดแต่งชิ้น และแคนตาลูปตัดแต่งชิ้นหลังการล้างด้วยน้ำอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นกรดแบบฟองไมโครที่ความเข้มข้น 0, 50, 100 และ 200 mg/l เป็นเวลา 10 นาที มาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 วัน พบว่าทุกชุดการทดลองมีค่าการเปลี่ยนแปลงสี (L*,chroma และ Hue) มีค่าไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้การยอมรับโดยรวมโดยผู้บริโภคโดยเฉพาะเรื่องกลิ่นพบว่าชุดที่ล้างด้วยน้ำอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นกรดแบบฟองไมโครและชุดควบคุมมีคะแนนสูงสุด ส่วนชุดที่ล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์มีค่าต่ำสุด สำหรับการเกิดสีน้ำตาลบริเวณรอยตัดของสับปะรดและแคนตาลูปทุกชุดการทดลอง พบว่าในสับปะรดมีการเกิดสีน้ำตาลตรงบริเวณรอยตัดในทุกชุดการทดลองโดยเริ่มพบการเกิดสีน้ำตาลในวันที่ 8 และมีแนวโน้มเกิดสีน้ำตาลมากขึ้นในวันที่ 12 และ 16 ตามลำดับ สำหรับในแคนตาลูปไม่พบการเกิดสีน้ำตาลตรงบริเวณรอยตัด แต่พบว่าชิ้นแคนตาลูปมีการช้ำและสูญเสียน้ำมากขึ้นทำให้ชิ้นแคนตาลูปเหี่ยวลง



ผลจากการวิจัยนี้ผู้ผลิต ผู้ประกอบการ และผู้สนใจทั่วไปสามารถนำไปเป็นแนวทางและประยุกต์ใช้เพื่อสร้างความมั่นใจให้ผู้บริโภคในด้านความปลอดภัย



แสดงการเกิดสีน้ำตาลตรงบริเวณรอยตัดของแต่ละชุดการทดลองในแคนตาลูประหว่างเก็บรักษาเป็นเวลา 16 วัน

หมายเหตุ : EB + MB คือ น้ำอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นกรดแบบฟองไมโครที่ความเข้มข้นของน้ำอิเล็กโทรไลต์ความเข้มข้นต่างๆ

Postharvest Newsletter
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 :** นางสาวจิระภา มหาวัน
สำนักงานบรรณาธิการ : PHT Newsletter 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