

ประสิทธิภาพของแสงยูวีและกรดอินทรีย์ต่อการควบคุมโคลิฟอร์มในต้นอ่อนทานตะวัน
Efficacy of UV-light and Organic Acids for Controlling Coliforms
on Sunflower Sprouts

บุษกร ทองใบ^{1*} และ มนัชญา สังข์ศรีอินทรีย์¹

Bussagon Thongbai^{1*} and Manatchaya Sungsrin¹

¹ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม 44150

¹Department of Food Technology and Nutrition, Faculty of Technology, Mahasarakham University, 44150, Thailand

*Corresponding author: ningbussagon@gmail.com

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของแสงยูวีและกรดอินทรีย์ต่อการควบคุมโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนต้นอ่อนทานตะวันที่เก็บรักษาที่ 5–7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 วัน โดยต้นอ่อนทานตะวันที่นำมาทดสอบมีปริมาณโคลิฟอร์มปนเปื้อนเริ่มต้น 4.66 log CFU/g เมื่อนำต้นอ่อนทานตะวันมาล้างด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ (ชุดควบคุม) (T1) ฉายแสงยูวีตามด้วยกรดแลคติก (0.5% v/v) (T2) ฉายแสงยูวีตามด้วยกรดฟูมาริก (0.5% w/v) (T3) และฉายแสงยูวีตามด้วยกรดแลคติกร่วมกับกรดฟูมาริก (1:1) (T4) เป็นเวลา 5 นาที พบว่าปริมาณโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนต้นอ่อนทานตะวันลดลงเป็น 4.01, 3.62, 3.61 และ 3.65 log CFU/g ตามลำดับ ($p < 0.05$) ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนต้นอ่อนทานตะวันในระหว่างการเก็บรักษาที่ 5–7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 วัน พบว่ามีปริมาณโคลิฟอร์มในต้นอ่อนทานตะวันมีแนวโน้มลดลงอยู่ในช่วง 4.01–3.76 log CFU/g (T1), 3.62–3.13 log CFU/g (T2), 3.61–3.14 log CFU/g (T3) และ 3.65–3.10 log CFU/g (T4) โดยลักษณะทางกายภาพของต้นอ่อนทานตะวันที่ผ่านการฉายแสงยูวีตามด้วยกรดอินทรีย์มีลักษณะที่ยอมรับได้ (ลำต้นเต่งตึง ใบสีเขียว) และเก็บรักษาได้นาน 6 วัน ผลการศึกษาแสดงถึงประสิทธิภาพของแสงยูวีร่วมกับกรดอินทรีย์ในการควบคุมปริมาณโคลิฟอร์มในต้นอ่อนทานตะวันไม่ทำให้เพิ่มขึ้นช่วยเพิ่มความปลอดภัยด้านจุลชีววิทยาของต้นอ่อนทานตะวันสดได้

คำสำคัญ: แสงยูวี, กรดแลคติก, กรดฟูมาริก, ต้นอ่อนทานตะวัน, โคลิฟอร์ม

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the efficacy of UV-light, lactic acid and fumaric acid for controlling coliforms on sunflower sprouts stored at 5–7°C for 9 days. The initial coliforms of unwashed sunflower sprouts were 4.66 log CFU/g. Fresh sunflower sprout were washed with sterile distilled water (T1) as control, UV-light exposure and 0.5% lactic acid (T2), UV-light exposure and 0.5% fumaric acid (T3) and UV-light exposure and combination of lactic acid and fumaric acid (1:1) for 5 min. The results revealed that coliforms count of sunflower sprouts were reduced to 4.01, 3.62, 3.61 and 3.65 log CFU/g, respectively, ($p < 0.05$). Furthermore, coliforms populations of treated sunflower sprouts during storage (5–7°C, 9 days) were determined. Coliforms counts of treated sunflower sprouts were decreased in range as follows: 4.01–3.76 log CFU/g (T1), 3.62–3.13 log CFU/g (T2), 3.61–3.14 log CFU/g (T3) and 3.65–3.10 log CFU/g (T4).

The treated sprouts showed good appearances (green leaves without decay) for 6 days of storage. Hence, this result indicated the efficiency of combination of UV–light and organic acids for controlling coliforms counts and improving microbiological safety of fresh sunflower sprouts.

Keywords: UV–light, lactic acid, fumaric acid, sunflower sprout, coliforms

บทนำ

ต้นอ่อนทานตะวัน (sunflower sprout) เป็นพืชงอกที่มีโปรตีนสูง มีโอเมก้า 3, 6 และ 9 มีวิตามินเอและอีสูง มีวิตามินบี1 และ บี6 และมีธาตุเหล็กสูง (Tontawanich, 2010) แต่การบริโภคพืชงอกสดอาจเสี่ยงต่ออันตรายจากจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในพืชงอกที่อาจมีการปนเปื้อนในระหว่างขั้นตอนการเพาะให้งอก โดยการล้างพืชงอกที่มีจุลินทรีย์ปนเปื้อนด้วยน้ำประปาเพียงอย่างเดียวอาจลดปริมาณจุลินทรีย์ในพืชงอกได้เพียงเล็กน้อยและถ้าปฏิบัติไม่ถูกสุขลักษณะก็อาจเป็นขั้นตอนที่ทำให้มีการปนเปื้อนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นอีกด้วย วิธีการที่นิยมใช้เพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ในผักผลไม้สดในอุตสาหกรรมอาหาร คือ การล้างด้วยสารประกอบคลอรีน (200 ppm) แต่เนื่องจากรายงานถึงอันตรายที่เกิดจากการตกค้างของสารประกอบคลอรีน ในอาหารเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน อันตรายที่สำคัญจากการใช้สารประกอบคลอรีนมีสาเหตุมาจากสารคลอรามินและไตรฮาโลมีเทนซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งที่เกิดขึ้นและจะตกค้างอยู่ในผักผลไม้สดได้ (Panyakapo and Powpooree, 2006) นอกจากนี้อาจมีปัญหาของกลิ่นคลอรีนที่จะหลงเหลือและตกค้างในผักและพืชงอกซึ่งเป็นกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์และไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค นอกจากนี้ปัจจุบันผู้บริโภคใส่ใจดูแลสุขภาพของตนเองและคนในครอบครัวเพิ่มมากขึ้นจึงพยายามเลี่ยงการบริโภคอาหารที่มีสารเคมีตกค้าง ดังนั้นการลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอาหารด้วยสารจากธรรมชาติที่มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้ เช่น สารสกัดจากพืชหรือสมุนไพรและกรดอินทรีย์จึงเป็นวิธีทางเลือกที่น่าสนใจและมีการศึกษาวิจัยเพิ่มมากขึ้น กรดอินทรีย์เป็นสารที่องค์การอนามัยโลกยอมรับให้เติมในอาหารได้ เพราะกรดอินทรีย์ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค และมีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหารได้ มีรายงานผลการใช้กรดอินทรีย์และกรดอินทรีย์ผสมในการลดปริมาณแบคทีเรียก่อโรค 3 ชนิด (*Escherichia coli* ATCC 25922, *Salmonella typhimurium* ATCC 13311 และ *Staphylococcus aureus* ATCC 25923) ในกะหล่ำปลีหั่นฝอย พบว่าการใช้กรดอินทรีย์ผสมของกรดแลกติกกับกรดซิตริก ในอัตราส่วน 0.75% : 0.75% (น้ำหนักต่อปริมาตร) สามารถลดปริมาณ *E. coli*, *Sal. typhimurium* และ *S. aureus* ได้สูง ทั้ง 3 ชนิดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (Yaempongsa and Prachaiyo, 2011) ในขณะที่แสงยูวี (UV–light) คือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีฤทธิ์ในการทำลายจุลินทรีย์ มีรายงานการศึกษาผลของการใช้รังสี UV–C ต่อจุลินทรีย์และคุณภาพของแก้วมังกรตัดแต่งพร้อมบริโภค พบว่าการฉายรังสี UV–C ที่ระดับ 3.2 kJ/m² สามารถทำให้แก้วมังกรตัดแต่งพร้อมบริโภคมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด โคลิฟอร์ม ยีสต์และราต่ำที่สุดในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 9 วัน (p<0.05) โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อแก้วมังกรตัดแต่ง (Nimitkeatkai and Chaichomphu, 2014) งานวิจัยนี้ศึกษาประสิทธิภาพของแสงยูวีและกรดอินทรีย์ (กรดแลกติกและกรดฟูมาริก) ต่อการควบคุมโคลิฟอร์มในต้นอ่อนทานตะวันเพื่อเพิ่มความปลอดภัยด้านจุลชีววิทยาของการบริโภคพืชงอกสด

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาประสิทธิภาพของแสงยูวีและกรดอินทรีย์ต่อการควบคุมโคลิฟอร์มในต้นอ่อนทานตะวัน

ต้นอ่อนทานตะวันซื้อจากร้านที่เพาะต้นอ่อนทานตะวันส่งจำหน่ายในจังหวัดมหาสารคาม ซึ่งต้นอ่อนทานตะวันจะเก็บเกี่ยวมาไม่เกิน 5–6 ชั่วโมงและนำมาทดสอบทันที โดยสุ่มตัวอย่างต้นอ่อนทานตะวันมาตรวจวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์มปนเปื้อนเริ่มต้นในต้นอ่อนทานตะวัน (Initial coliforms) จากนั้นนำต้นอ่อนทานตะวันที่เตรียมได้มาล้างด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ

(T1) เป็นชุดควบคุม ฉายแสงยูวีตามด้วยกรดแลคติก (0.5% v/v) (T2) ฉายแสงยูวีตามด้วยกรดฟูมาริก (0.5% w/v) (T3) และฉายแสงยูวีตามด้วยกรดแลคติกร่วมกับกรดฟูมาริก (1:1) (T4) เป็นเวลา 5 นาที โดยต้นอ่อนทานตะวันหลังการล้างด้วยกรดอินทรีย์จะถูกนำมาล้างด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อเป็นเวลา 10 วินาที (จำนวน 2 ครั้ง) เพื่อกำจัดกรดอินทรีย์ที่ตกค้างออกให้หมด จากนั้นบรรจุต้นอ่อนทานตะวันที่ผ่านการทดสอบแล้วในภาชนะพลาสติกปิดด้วยฟิล์มยึดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5–7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 วัน ทำการตรวจวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์มในต้นอ่อนทานตะวันในวันที่ 0, 3, 6 และ 9 ของการเก็บรักษาด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ Violet red bile agar (VRBA) และบ่มที่ 35–37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24–48 ชั่วโมง รายงานปริมาณโคลิฟอร์มเป็น log CFU/g และประเมินการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของต้นอ่อนทานตะวันด้วยสายตา (Rahman *et al.*, 2013) วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของข้อมูล (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของแสงยูวีและกรดอินทรีย์ต่อการควบคุมโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนต้นอ่อนทานตะวันที่เก็บรักษาที่ 5–7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 วัน แสดงใน Table 1 โดยต้นอ่อนทานตะวันมีปริมาณโคลิฟอร์มปนเปื้อนเริ่มต้น 4.66 log CFU/g และเมื่อนำต้นอ่อนทานตะวันมาทดสอบด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ (T1) (ชุดควบคุม) ฉายแสงยูวีตามด้วยกรดแลคติก (0.5% v/v) (T2) ฉายแสงยูวีตามด้วยกรดฟูมาริก (0.5% w/v) (T3) และฉายแสงยูวีตามด้วยกรดแลคติกร่วมกับกรดฟูมาริก (1:1) (T4) เป็นเวลา 5 นาที พบว่าต้นอ่อนทานตะวันมีปริมาณโคลิฟอร์มลดลงเป็น 4.01, 3.62, 3.61 และ 3.65 log CFU/g ตามลำดับ ($p < 0.05$) โดย T3 สามารถลดปริมาณโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนต้นอ่อนทานตะวันได้มากที่สุดโดยลดได้ 0.40 log CFU/g เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (T1) และลดได้ 1.05 log CFU/g เมื่อเปรียบเทียบกับโคลิฟอร์มในต้นอ่อนทานตะวันที่ไม่ได้ล้าง และในระหว่างเก็บรักษาที่ 5–7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 วัน พบว่าต้นอ่อนทานตะวันที่ทดสอบด้วย T1, T2, T3 และ T4 มีปริมาณโคลิฟอร์มอยู่ในช่วง 4.01–3.76, 3.62–3.13, 3.61–3.14 และ 3.65–3.10 log CFU/g ตามลำดับ

จากผลการทดลองใน Table 1 แสดงให้เห็นว่า T2, T3 และ T4 มีประสิทธิภาพลดปริมาณโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนต้นอ่อนทานตะวันได้ ($p > 0.05$) เป็นผลจากฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ของแสงยูวีและกรดอินทรีย์ (กรดแลคติกและกรดฟูมาริก) โดยแสงยูวีสามารถทำลายผนังเซลล์และขัดขวางการทำงานของ DNA และ RNA ของจุลินทรีย์ทำให้ไม่สามารถจำลองตัวเองได้ส่งผลในการยับยั้งจุลินทรีย์ได้ (Assatarakul, 2017; Gerdpratoom, 2017) จากนั้นเมื่อนำต้นอ่อนทานตะวันมาล้างด้วยกรดแลคติก กรดฟูมาริก และกรดผสมของกรดแลคติกและกรดฟูมาริกมีผลให้กรดอินทรีย์ที่ไม่แตกตัวจะแทรกผ่านเข้าสู่เซลล์โคลิฟอร์มที่บาดเจ็บจากแสงยูวีได้เพิ่มมากขึ้นจึงพบว่ามีปริมาณโคลิฟอร์มที่รอดชีวิตในต้นอ่อนทานตะวันลดลงใน T2, T3 และ T4 ซึ่งสอดคล้องกับ Yaempongsa and Prachaiyo (2011) ที่รายงานผลการใช้กรดอินทรีย์ผสมระหว่างกรดแลคติกและกรดซิตริก อัตราส่วน 0.5% : 1.0% และ 1.0% : 0.5% สามารถลดปริมาณ *E. coli* O157:H7 ในกะหล่ำปลีหั่นฝอยลงได้ 5.74 และ 5.71 log CFU/g ตามลำดับ นอกจากนี้ผลจากการเก็บรักษาต้นอ่อนทานตะวันที่อุณหภูมิต่ำ (5–7 องศาเซลเซียส) เพื่อรักษาความสดของต้นอ่อนทานตะวันก็เป็นอีกปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญและเพิ่มจำนวนของโคลิฟอร์ม เนื่องจากโคลิฟอร์มเป็นแบคทีเรียในกลุ่มที่ชอบเจริญที่อุณหภูมิปานกลาง (mesophilic bacteria) ในสภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำนี้จึงเป็นสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนหรือแม้แต่การฟื้นฟูเซลล์ที่บาดเจ็บ ดังนั้นจึงพบว่าปริมาณของโคลิฟอร์มในต้นอ่อนทานตะวันในทุกการทดสอบจึงมีแนวโน้มลดลงและลดลงมากที่สุดในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา โดยต้นอ่อนทานตะวันยังคงมีลักษณะทางกายภาพดี (ใบเขียว ลำต้นเต่งตึง) ในวันที่ 0–6 ของการเก็บรักษา แต่ในวันที่ 9 ของการเก็บรักษาต้นอ่อนทานตะวันเริ่มมีสีเหลืองที่ปลายใบและลำต้นเหี่ยวลงเล็กน้อยใน T2, T3 และ T4 (ไม่ได้แสดงข้อมูล) ซึ่งจากปริมาณของโคลิฟอร์มที่รอดชีวิตในต้นอ่อนทานตะวันที่มีแนวโน้มลดลงและการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของต้นอ่อน

ทานตะวันที่เก็บรักษาที่ 5–7 องศาเซลเซียส จึงสามารถสรุปได้ว่าต้นอ่อนทานตะวันที่ผ่านการฉายแสงยูวีและล้างด้วยกรดอินทรีย์สามารถเก็บรักษาได้นาน 6 วัน

สรุป

ผลจากการศึกษานี้พบว่า การฉายแสงยูวีแล้วตามด้วยการล้างด้วยกรดแลคติก กรดฟูมาริก และกรดแอสคอร์บิก ร่วมกับกรดฟูมาริก (1:1) เป็นเวลา 5 นาทีเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการลดและควบคุมปริมาณโคลิฟอร์มในต้นอ่อนทานตะวันได้ โดยสามารถเก็บรักษาต้นอ่อนทานตะวันวันที่อุณหภูมิ 5–7 องศาเซลเซียสได้นาน 6 วัน ซึ่งการฉายแสงยูวีร่วมกับกรดอินทรีย์จึงมีศักยภาพที่ใช้เป็นวิธีทางเลือกสำหรับการล้างเพื่อเพิ่มความปลอดภัยด้านจุลชีววิทยาในการบริโภคผักและพืชงอกสดได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนาศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้สถานที่และสนับสนุนอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ ในการทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Assatarakul, K. 2017. Ultraviolet radiation: An emerging technology for juice industry. Available source: <https://www.tci-thaijo.org/index.php/>, May 9, 2018. (in Thai)
- Gerdpratoom, S. 2017. Ultraviolet light. Available source: http://www.cooldeepa.com/attachments/view/?attach_id=8201, July 2, 2018. (in Thai)
- Nimitkeatkai, H. and S. Chaichomphu. 2014. UV-C irradiation on microbial control and quality of fresh-cut dragon fruit. KHON KAEN AGR. J. 42 SUPPL. 1: 583–588. (in Thai)
- Panyakapo, M. and P. Powpooree. 2006. Occurrence of trihalomethanes in chlorinated drinking water : a case study of the water supply system of Nakhon Pathom. Environ. Nat. Resour. J. 4 (1–2): 109–119. (in Thai)
- Rahman, S.M.E., J. Wang, and D.H. Oh. 2013. Synergistic effect of low concentration electrolyzed water and calcium lactate to ensure microbial safety, shelf life and sensory quality of fresh pork. Food Control. 30: 176–183
- Tontawanich, O. 2010. High nutritive value of sunflower sprout. Technologychaoban. 23 (489) 22. (in Thai)
- Yaempongsa, K. and O. Prachaiyo. 2011. Antimicrobial efficacy of organic acids to inhibited pathogenic bacteria in Salad vegetable : *Brassica oleracea* L. var. capitata L. Phetchabun Rajabhat Journal. 13 (1): 79–81. (in Thai)

Table 1 Coliforms count (log CFU/g) of UV – light and organic acids treated sunflower sprouts stored at 5 – 7°C for 9 days.

Treatments	Storage time (Day)			
	0	3	6	9
T1	4.01 ± 0.01 ^{Bc}	3.53 ± 0.15 ^{Ba}	3.74 ± 0.05 ^{Cb}	3.76 ± 0.02 ^{Bb}
T2	3.62 ± 0.05 ^{Ab}	3.16 ± 0.08 ^{Aa}	3.18 ± 0.07 ^{ABa}	3.13 ± 0.05 ^{Aa}
T3	3.61 ± 0.03 ^{Ab}	3.21 ± 0.04 ^{Aa}	3.16 ± 0.10 ^{Aa}	3.14 ± 0.03 ^{Aa}
T4	3.65 ± 0.08 ^{Ac}	3.30 ± 0.05 ^{Ab}	3.31 ± 0.07 ^{Bb}	3.10 ± 0.05 ^{Aa}

^{a-c} means in the row followed by different letters are significantly different ($p < 0.05$)

^{A-C} means in the column followed by different letters are significantly different ($p < 0.05$)

Initial coliforms on sunflower sprout: 4.66 ± 0.09 log CFU/g

T1 : Sterile distilled water (control)

T2 : UV – light exposure and 0.5% lactic acid

T3 : UV – light exposure and 0.5% fumaric acid

T4 : UV – light exposure and combination of lactic acid and fumaric acid (1:1)