Agricultural Sci. J. 48 : 3 (Suppl.) : 125-128 (2017) ว. วิทย. กษ. 48 : 3 (พิเศษ) : 125-128 (2560)

ประสิทธิภาพของแสงอัลตราไวโอเลตและกรดอินทรีย์ต่อ *Staphylococcus aureus* ในต้นอ่อนทานตะวัน

Efficacy of Ultraviolet light and Organic acids against *Staphylococcus aureus* on Sunflower Sprouts

บุษกร ทองใบ[1] สุวินัน โทหล้า[1] และรังสิญา ชื่นดอนกลอย[1]

Bussagon Thongbai[1], Suwinan Thola[1] and Rangsiya Chuendonkloi[1]

Abstract

The purpose of this work was to evaluate the efficacy of ultraviolet light (UV-light) and organic acids against *Staphylococcus aureus* which was artificially contaminated into sunflower sprouts. The initial *S. aureus* of sunflower sprouts was 5.26 log CFU/g. Inoculated sunflower sprouts were washed with sterile distilled water (SDW; control), ultraviolet light (UV), 0.5% lactic acid (LA), 0.5% fumaric acid (FA), lactic acid with fumaric acid (1:1) (LF) and combination of UV and lactic acid (UV-L), UV and fumaric acid (UV-F) and UV and lactic acid with fumaric acid (UV-LF) for 5 min. The results showed that *S. aureus* count of sunflower sprouts were reduced to 4.23, 4.11, 3.63, 3.38, 3.39, 3.71, 3.40 and 3.25 log CFU/g, respectively, ($p<0.05$). In addition, FA, LF, UV-L and UV-LF showed high effective on reduction of *S. aureus* contaminated sunflower sprouts ($p>0.05$). The combination of UV and lactic acid with fumaric acid was an appropriate treatment in reducing *S. aureus* by 2.01 log CFU/g. This result revealed that combined treatment of UV and lactic acid with fumaric acid as an alternative treatment for decreasing microbes and enhancing microbiological safety of fresh sunflower sprouts.

Keywords: Ultraviolet light, Fumaric acid, Sunflower sprout

บทคัดย่อ

ศึกษาประสิทธิภาพของแสงอัลตราไวโอเลตหรือแสงยูวี และกรดอินทรีย์ต่อการลดปริมาณ *Staphylococcus aureus* ในต้นอ่อนทานตะวัน โดยต้นอ่อนทานตะวันถูกสร้างสภาพปนเปื้อนด้วยเชื้อ *S. aureus* นำต้นอ่อนทานตะวันที่มี *S. aureus* ปนเปื้อนเริ่มต้น 5.26 log CFU/g มาทดสอบด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ (SDW) เป็นชุดควบคุม แสงยูวี (UV) กรดแลคติก (0.5% v/v) (LA) กรดฟูมาริก (0.5% w/v) (FA) กรดแลคติกร่วมกับกรดฟูมาริก (1:1) (LF) แสงยูวีตามด้วยกรดแลคติก (UV-L) แสงยูวีตามด้วยกรดฟูมาริก (UV-F) และแสงยูวีตามด้วยกรดแลคติกร่วมกับกรดฟูมาริก (UV-LF) เป็นเวลา 5 นาที พบว่าปริมาณ *S. aureus* ที่ปนเปื้อนต้นอ่อนทานตะวันลดลงเป็น 4.23, 4.11, 3.63, 3.38, 3.39, 3.71, 3.40 และ 3.25 log CFU/g ตามลำดับ ($p<0.05$) โดย FA, LF, UV-F และ UV-LF มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณ *S. aureus* ในต้นอ่อนทานตะวันได้สูงไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) โดย UV-LF เป็นชุดทดสอบที่เหมาะสมสามารถลดปริมาณ *S. aureus* ได้สูงถึง 2.01 log CFU/g ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการฉายแสงยูวีร่วมกับกรดแลคติกและกรดฟูมาริกใช้เป็นวิธีทางเลือกสำหรับลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนและเพิ่มความปลอดภัยในการบริโภคต้นอ่อนทานตะวันสดได้

คำสำคัญ: แสงอัลตราไวโอเลต กรดฟูมาริก ต้นอ่อนทานตะวัน

คำนำ

ต้นอ่อนทานตะวัน (sunflower sprout) เป็นพืชงอกที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีโปรตีนสูงกว่าถั่วเหลือง มีวิตามินเอและอีสูง บำรุงสายตา ผิวพรรณและชะลอความชรา มีวิตามินบี 1 และ 6 โอเมก้า 3, 6 และ 9 บำรุงเซลล์สมอง ป้องกันโรคสมองเสื่อม และยังมีธาตุเหล็กสูง (องอาจ, 2553) แต่การรับประทานพืชงอกสดอาจเสี่ยงต่อการได้รับอันตรายจากจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในพืชงอกซึ่งมักปนเปื้อนมาได้จากขั้นตอนในการเพาะให้งอก การล้างพืชงอกที่มีจุลินทรีย์ปนเปื้อนด้วยน้ำประปาเพียงอย่างเดียวอาจทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ลดลงได้ไม่มากนักและอาจกลับทำให้มีการปนเปื้อนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นด้วย นอกจากนี้ถ้ามีการบริโภคพืชงอกสดที่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหารได้แก่ *Salmonella, Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* เป็นต้น ก็จะทำให้มีอาการของโรคอาหารเป็นพิษ (food poisoning) คลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง อุจจาระร่วง และอาจรุนแรงจนทำให้เสียชีวิตได้ (นิธิยา และ พิมพ์เพ็ญ, 2560) ดังนั้น เพื่อความปลอดภัยในการบริโภคผักและพืชงอกสดจึง

[1] ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม 44150

[1] Department of Food Technology and Nutrition, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Maha Sarakham 44150

ควรพยายามลดปริมาณที่จุลินทรีย์ปนเปื้อนในผักและพืชงอกให้ได้มากที่สุด โดยวิธีการที่นิยมใช้เพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ในผักสดในอุตสาหกรรมอาหารคือ การล้างผักสดด้วยสารประกอบคลอรีน (200 ppm) แต่ปัจจุบันก็มีการรายงานถึงอันตรายที่เกิดจากการตกค้างของสารประกอบคลอรีนในอาหารเพิ่มมากขึ้น โดยอันตรายที่สำคัญจากการใช้สารประกอบคลอรีนคืออันตรายที่เกิดจากสารคลอรามีนและไตรฮาโลมีเธน ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งที่อาจตกค้างอยู่ในอาหารได้ (มัลลิกา และ ผ่องศรี, 2550) นอกจากนี้ผักและพืชงอกที่ล้างด้วยสารประกอบคลอรีนอาจมีกลิ่นคลอรีนหลงเหลือและตกค้างอยู่ในผัก ซึ่งเป็นกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์และไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค อีกทั้งในปัจจุบันนี้ผู้บริโภคส่วนใหญ่ใส่ใจหันมาดูแลรักษาสุขภาพของตนเองและคนในครอบครัวเพิ่มมากขึ้น จึงพยายามเลี่ยงการบริโภคอาหารที่มีเติมสารเคมีหรือสารกันเสียเข้าไป ดังนั้นการลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอาหารด้วยการใช้สารจากธรรมชาติที่มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์เช่น สารสกัดจากพืชสมุนไพรหรือกรดอินทรีย์จึงเป็นวิธีทางเลือกที่กำลังได้รับความสนใจและมีการศึกษาวิจัยเพิ่มขึ้น กรดอินทรีย์ เป็นสารที่ได้รับการยอมรับจากองค์การอนามัยโลกให้เติมเข้าไปในอาหารได้ เนื่องจากพบว่ากรดอินทรีย์ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคและยังมีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหารได้ โดยกานต์ และ อรอินทร์ (2554) ได้รายงานผลของการใช้กรดอินทรีย์และกรดอินทรีย์ผสมในการลดปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรค 3 ชนิด (*Escherichia coli* ATCC 25922, *Salmonella typhimurium* ATCC 13311 และ *Staphylococcus aureus* ATCC 25923) ในกะหล่ำปลีหั่นฝอย พบว่าการใช้กรดอินทรีย์ผสมของกรดแลกติกกับ กรดซิตริกในอัตราส่วน 0.75% : 0.75% (น้ำหนักต่อปริมาตร) สามารถลด ปริมาณ *E. coli* ATCC 25922, *Sal. typhimurium* ATCC 13311 และ *S. aureus* ATCC 25923 ได้สูงทั้ง 3 ชนิดจุลินทรีย์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นอกจากนี้แสงอัลตราไวโอเลตหรือแสงยูวี (UV-light) ซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีฤทธิ์ในการทำลายจุลินทรีย์ได้ โดยแสงยูวีทำปฏิกิริยากับ DNA ภายในเซลล์ของจุลินทรีย์ มีผลทำให้จุลินทรีย์ตาย (แสวง, 2560) ซึ่งมีรายงานฤทธิ์ของแสงยูวีในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ พบว่าแสงยูวีสามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ทั้งแบคทีเรียแกรมลบและแกรมบวก และยังสามารถทำลายสปอร์ของเชื้อราได้ด้วย (Rowan *et al*., 1999) โดยหทัยทิพย์ และ สุภัทรชา (2557) ได้รายงานผลการศึกษาผลของการใช้รังสี UV-C ต่อจุลินทรีย์และคุณภาพของแก้วมังกรตัดแต่งพร้อมบริโภค พบว่าการฉายรังสี UV-C ที่ระดับ 3.2 kJ/m^2 สามารถทำให้แก้วมังกรตัดแต่งพร้อมบริโภคมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด โคลิฟอร์ม ยีสต์และราต่ำที่สุดในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 วัน *($p<0.05$)* โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อของแก้วมังกรตัดแต่ง ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาประสิทธิภาพของแสงอัลตราไวโอเลตหรือแสงยูวีและกรดอินทรีย์ (กรดแลคติกและกรดฟูมาริก) ต่อ *S. aureus* ในต้นอ่อนทานตะวัน เพื่อเพิ่มความปลอดภัยด้านจุลชีววิทยาของการบริโภคพืชงอกสด

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมต้นอ่อนทานตะวันและสร้างสภาพการปนเปื้อน *Staphylococcus aureus* ในต้นอ่อนทานตะวัน

ต้นอ่อนทานตะวันเก็บเกี่ยวมาใหม่จากร้านค้าที่เพาะส่งจำหน่ายในจังหวัดมหาสารคาม ล้างด้วยน้ำประปาไหลผ่าน 2-3 นาที และล้างอีกครั้งด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อเป็นเวลา 10 วินาที เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกออกไป สร้างสภาพปนเปื้อน *S. aureus* ในต้นอ่อนทานตะวัน โดยการแช่ต้นอ่อนทานตะวันในเซลล์แขวนลอยของ *S. aureus* (10^6 CFU/ml) เป็นเวลา 5 นาที วางให้สะเด็ดน้ำบนตะแกรงปลอดเชื้อในตู้ปลอดเชื้อเป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อให้เซลล์ของ *S. aureus* เกาะติดแน่นกับต้นอ่อนทานตะวัน และสุ่มตัวอย่างต้นอ่อนทานตะวันหลังสร้างสภาพปนเปื้อน (Artificial contamination) แล้วมาตรวจวิเคราะห์ปริมาณ *S. aureus* ปนเปื้อนเริ่มต้น (Initial *S. aureus*) รายงานปริมาณจุลินทรีย์เป็น log CFU/g

ศึกษาประสิทธิภาพของแสงอัลตราไวโอเลตและกรดอินทรีย์ต่อ *S. aureus* ในต้นอ่อนทานตะวัน

นำต้นอ่อนทานตะวันที่ปนเปื้อนด้วย *S. aureus* ที่เตรียมได้ข้างต้นมาล้างด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ (SDW) เป็นชุดควบคุม แสงยูวี (UV) กรดแลคติก (0.5% v/v) (LA) กรดฟูมาริก (0.5% w/v) (FA) กรดแลคติกร่วมกับกรดฟูมาริก (1:1) (LF) แสงยูวีตามด้วยกรดแลคติก (UV-L) แสงยูวีตามด้วยกรดฟูมาริก (UV-F) และแสงยูวีตามด้วยกรดแลคติกร่วมกับกรดฟูมาริก (UV-LF) เป็นเวลา 5 นาที โดยต้นอ่อนทานตะวันหลังการล้างด้วยกรดอินทรีย์จะถูกมานำมาล้างด้วย SDW เป็นเวลา 10 วินาที (จำนวน 2 ครั้ง) เพื่อกำจัดกรดอินทรีย์ที่ตกค้างออกให้หมด จากนั้นนำไปตรวจวิเคราะห์ปริมาณ *S. aureus* ที่รอดชีวิตในต้นอ่อนทานตะวันด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ Baird-parker Medium (BPM) ที่เติม egg yolk tellurite บ่มที่ 35 - 37องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง รายงานปริมาณ *S. aureus* เป็น log CFU/g วางแผนการทดลองแบบ Completely Random Design (CRD) ทำการทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของข้อมูล (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ผลและวิจารณ์

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของแสงยูวีและกรดอินทรีย์ต่อการลดปริมาณ *S. aureus* ในต้นอ่อนทานตะวันแสดงใน Table 1 พบว่าเมื่อสร้างสภาพการปนเปื้อนด้วย *S. aureus* ในต้นอ่อนทานตะวันแล้ว ต้นอ่อนทานตะวันมีปริมาณ *S. aureus* ปนเปื้อนเริ่มต้น (initial *S. aureus*) 5.26 log CFU/g และเมื่อนำต้นอ่อนทานตะวันมาทดสอบด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ (SDW) (ชุดควบคุม) แสงยูวี (UV) กรดแลคติก (0.5 % v/v) (LA) กรดฟูมาริก (0.5 % w/v) (FA) กรดแลคติกร่วมกับกรดฟูมาริก (1 : 1) (LF) แสงยูวีแล้วตามด้วยกรดแลคติก (UV - L) แสงยูวีแล้วตามด้วยกรดฟูมาริก (UV - F) แสงยูวีและตามด้วยกรดแลคติกร่วมกับกรดฟูมาริก (UV - LF) เป็นเวลา 5 นาที พบว่ามีปริมาณ *S. aureus* ที่รอดชีวิตในต้นอ่อนทานตะวันลดลงเป็น 4.23, 4.11, 3.63, 3.38, 3.39, 3.71, 3.40 และ 3.25 log CFU/g ตามลำดับ ($P < 0.05$) จากผลการทดลองใน Table 1 แสดงให้เห็นว่า UV, LA, FA, LF, UV - L, UV - F และ UV - LF สามารถลดปริมาณ *S. aureus* ที่ปนเปื้อนต้นอ่อนทานตะวันได้เท่ากับ 0.12, 0.60, 0.85, 0.84, 0.52, 0.83 และ 0.98 log CFU/g ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม นอกจากนี้ยังพบว่า UV – LF สามารถลดปริมาณ *S. aureus* ที่ปนเปื้อนต้นอ่อนทานตะวันได้สูงที่สุดเท่ากับ 2.01 log CFU/g (Table 1) เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณ *S. aureus* ปนเปื้อนต้นอ่อนทานตะวันเริ่มต้น (5.26 log CFU/g) ดังนั้น จึงเห็นได้ว่า FA, LF และ UV - LF เป็นชุดทดสอบเหมาะสมและที่มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณ *S. aureus* ปนเปื้อนต้นอ่อนทานตะวันได้ดีที่สุด โดย FA, LF และ UV - F มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณ *S. aureus* ปนเปื้อนต้นอ่อนทานตะวันได้รองลงมาโดยให้ผลที่แตกต่างกันเล็กน้อย (1.88, 1.87 และ 1.86 log CFU/g ตามลำดับ) เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณ *S. aureus* ปนเปื้อนต้นอ่อนทานตะวันเริ่มต้น ในขณะที่ LA และ UV - L มีประสิทธิภาพรองลงมาตามลำดับ และ UV เป็นชุดทดสอบที่มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณ *S. aureus* ในต้นอ่อนทานตะวันได้ต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมและกับปริมาณ *S. aureus* ปนเปื้อนต้นอ่อนทานตะวันเริ่มต้น

Table 1 Effect of ultraviolet light and organic acids on *Staphylococcus aureus* of sunflower sprouts

Treatments	Populations (log CFU/g)	
	Viable cells	Microbial load reduction
SDW	4.23 ± 0.03^{c}	-
UV	4.11 ± 0.02^{c}	0.61 ± 0.84^{b}
LA	3.63 ± 0.06^{b}	0.85 ± 0.08^{c}
FA	3.38 ± 0.08^{a}	0.84 ± 0.04^{c}
LF	3.39 ± 0.04^{a}	0.13 ± 0.01^{a}
UV-L	3.71 ± 0.02^{b}	0.52 ± 0.02^{b}
UV-F	3.40 ± 0.06^{a}	0.83 ± 0.08^{c}
UV-LF	3.25 ± 0.22^{a}	0.98 ± 0.19^{c}

[a-c] means in the column followed by different letters are significantly different ($p< 0.05$)

Initial *S. aureus* on sunflower sprout: 5.26 ± 0.03 log CFU/g

SDW: Sterile distilled water (control), UV: Ultraviolet light, LA: Lactic acid (0.5%v/v),

FA: Fumaric acid (0.5%w/v), LF: Combination of lactic acid and fumaric acid (1:1),

UV-L: Combination of ultraviolet light and lactic acid,

UV-F: Combination of ultraviolet light and fumaric acid,

UV-LF: Combination of ultraviolet light and lactic acid with fumaric acid

จากผลการทดลองใน Table 1 แสดงให้เห็นว่าแสงยูวีสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ได้ โดยแสงยูวีสามารถทำลายผนังเซลล์ของจุลินทรีย์และทำลายการทำงานของ DNA และ RNA จึงไม่สามารถเกิดกระบวนการจำลองตัวเองได้ ส่งผลให้เกิดการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ (กิติพงศ์, 2560) ส่วนกรดแลคติกและกรดฟูมาริกซึ่งเป็นกรดอินทรีย์ประเภทกรดอ่อนซึ่งมีการแตกตัวไม่หมด ซึ่งกรดที่ไม่แตกตัวสามารถแทรกผ่านเข้าสู่ภายในเซลล์ของแบคทีเรียได้ และเมื่อเข้าสู่ภายในเซลล์ของแบคทีเรียแล้วก็จะแตกตัวเป็นแอนไอออน (ประจุลบ) และโปรตอน (ประจุบวก) จึงส่งผลให้เซลล์ของแบคทีเรียถูกทำลายและเกิดการบาดเจ็บได้ นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของผนังเซลล์ (cell wall) ได้อีกด้วย ซึ่งจากการทดลองที่มีการฉายแสงยูวีแล้วตามด้วยการล้างด้วยกรดอินทรีย์ 2 ชนิดร่วมกัน (UV-LF) พบว่ามีประสิทธิภาพในการลดปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในต้นอ่อนทานตะวันได้มากขึ้น อาจเป็นเพราะแสงยูวีไปทำลายเซลล์ของแบคทีเรียให้เกิดการบาดเจ็บ และเซลล์ที่บาดเจ็บนั้นเมื่อ

มาเจอกับกรดอินทรีย์ในขั้นตอนต่อมาจึงทำให้กรดอินทรีย์ที่ไม่แตกตัวสามารถผ่านเข้าสู่ภายในเซลล์ของแบคทีเรียได้ง่ายและมากยิ่งขึ้น ทำให้มีการตายของแบคทีเรียเพิ่มมากขึ้นด้วย จึงพบว่าปริมาณ *S. aureus* ในต้นอ่อนทานตะวันมีปริมาณที่ลดลงสูงสุดในชุดทดสอบ UV – LF ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของกานต์ และ อรอินทร์ (2554) ที่รายงานการใช้กรดอินทรีย์ผสมระหว่างกรดแลคติกและกรดซิตริกอัตราส่วน 0.5% : 1.0 % และ 1.0% : 0.5% พบว่าสามารถลดปริมาณ *E. coli* O157:H7 ในกะหล่ำปลีหั่นฝอยลงได้ 5.74 และ 5.71 log CFU/g ตามลำดับ เมื่อพิจารณาลักษณะทางกายภาพของต้นอ่อนทานตะวันที่ผ่านการทดสอบทุกตัวอย่างด้วยสายตา พบว่าต้นอ่อนทานตะวันยังคงมีลักษณะทางกายภาพที่ปกติ (ใบเขียว ลำต้นแต่งตึง)

สรุป

จากผลการศึกษานี้พบว่าการฉายแสงยูวีแล้วตามด้วยการล้างด้วยกรดแลคติกร่วมกับกรดฟูมาริก (1:1) เป็นเวลา 5 นาทีเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการลดปริมาณ *S. aureus* ในต้นอ่อนทานตะวัน และยังไม่เกิดผลที่ไม่พึงประสงค์ต่อลักษณะทางกายภาพของต้นอ่อนทานตะวันด้วย ดังนั้นวิธีการฉายแสงยูวีร่วมกับกรดอินทรีย์จึงเป็นวิธีทางเลือกใหม่สำหรับการล้างพืชงอกสด เพื่อเพิ่มความปลอดภัยด้านจุลชีววิทยาในการบริโภคผักและพืชงอกสดได้

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนาศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคามที่สนับสนุนเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ และสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กานต์ แย้มพงษ์ และอรอินทร์ ประไชโย. 2554. ประสิทธิภาพของสารละลายกรดอินทรีย์ในการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในผักสลัด: กะหล่ำปลี. ราชภัฏเพชรบูรณ์สาร 13 (1): 79 – 87.

กิติพงศ์ อัศตรกุล. 2560. รังสียูวี: เทคโนโลยีใหม่สำหรับอุตสาหกรรมน้ำผลไม้. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://www.tci-thaijo.org/index.php/ (29 พฤษภาคม 2560).

นิธิยา รัตนาปนนท์ และพิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. 2560. *Escherichia coli/E. coli*. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1125/e- coli. (18 พฤษภาคม 2560).

มัลลิกา ปัญญาคะโป และผ่องศรี เผ่าภูรี. 2550. การเกิดไตรฮาโลมีเทนในน้ำประปาที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน กรณีตัวอย่างระบบประปาของเทศบาลนครปฐม. รายงานการวิจัย. สถาบันวิจัยและพัฒนา, มหาวิทยาลัยศิลปกรรม. 83 น.

แสวง เกิดประทุม. 2560. แสงอัลตราไวโอเลต. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.cooldeepa.com/attachments/view/?attach_id=8201. (25 พฤษภาคม 2560).

หทัยทิพย์ นิมิตเกียรติไกล และสุภัทรชา ไชยชมพู. 2557. การฉายรังสี UV-C ต่อการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์และคุณภาพของแก้วมังกรตัดแต่งพร้อมบริโภค. แก่นเกษตร 42 (พิเศษ 1): 583 – 588.

องอาจ ตัณฑวณิช. 2553. เมล็ดทานตะวันงอกคุณค่าอาหารสูง. เทคโนโลยีชาวบ้าน 23 (489): 22.

Rowan, N.J., S.J. MacGregor, J.G. Anderson, R.A. Fouracre, L. McIlvaney and O. Farish. 1999. Pulsed - light inactivation of food - related microorganisms. Applied and Environmental Microbiology 65: 1312 - 1315.