Agricultural Sci. J. 50 : 3 (Suppl.) : 260-263 (2019) ว. วิทย. กษ. 50 : 3 (พิเศษ) : 260-263 (2562)

ผลของการล้างด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงร่วมกับน้ำอิเล็กโทรไลต์ต่อการกำจัดเพลี้ยอ่อนจากถั่วฝักยาวหลังการเก็บเกี่ยว

Effect of Ultrasonic Wave in Combination with Electrolyzed Water to Wash Aphid off from Yardlong Bean after Harvest

น้ำฝน อุตตมะ[1] จำนงค์ อุทัยบุตร[1,2] และกานดา หวังชัย[1,2]

Namfhon Audtama[1], Jamnong Uthaibutra[1,2] and Kanda Whangchai[1,2]

Abstract

To study the ultrasonic wave (US) washing at various frequencies of 43, 200, 500 and 1000 KHz in combined with electrolyzed oxidizing (EO) water and electrolyzed reducing (ER) water to remove insect pests contaminant in organic yardlong bean after harvest. Electrolyzed water was generated by electrolysis from 5% NaCl solution, which produced the EO water from anode was diluted to 50 mg/ L [pH 3.6 and ORP 234 mV] and ER water from cathode was diluted to 250 mg/ L [pH 11.54 and ORP -248 mV]. Then, washing aphid contaminated yardlong bean with EO and ER for 5 and 15 minutes and distilled water (control) and then the reduction percentage of aphids on the surface of yardlong bean was calculated. It was found that washing with US with frequency of 1000 KHz for 15 minutes was effective to reduce aphid by 46.51%. Moreover, when combined with ER was more effective to reduce the number of aphids by 63.89%. Whereas, the US with these frequency in combination with EO for 15 minutes reduced the number of aphids by only 42.71%. Then the yardlong bean were stored at 15 ˚C for 7 days for qualityies determination. There were no significant changes on weight loss, chlorophyll content and visual appearance in all treatments. Thus, the US with frequency of 1000 KHz in combination ER for 15 minutes was the most effective treatment to remove aphids from harvested yardlong bean.

Keyword: ultrasonic wave, electrolyzed water, yardlong bean

บทคัดย่อ

การศึกษาการล้างด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (US) ที่ความถี่ต่างๆ ได้แก่ 43, 200, 500 และ 1000 กิโลเฮิร์ตซ์ ร่วมกับน้ำอิเล็กโทรไลต์ในสภาวะออกซิไดส์ [Electrolyzed Oxidizing (EO) Water] และรีดิวซ์ [Electrolyzed Reducing (ER) Water] ในการกำจัดเพลี้ยอ่อนจากถั่วฝักยาวที่ได้จากแปลงปลูกผักอินทรีย์หลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งน้ำอิเล็กโทรไลต์เตรียมจากสารละลายเกลือแกง (NaCl) ความเข้มข้น 5% มาแยกด้วยกระแสไฟฟ้า จะได้น้ำ EO จากขั้วบวก แล้วนำมาเจือจางให้มีความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร (pH เท่ากับ 3.6 ค่า ORP เท่ากับ 234 มิลลิโวลต์) และน้ำ ER จากขั้วลบ นำมาเจือจางให้มีความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร (pH เท่ากับ 11.54 ค่า ORP เท่ากับ -248 มิลลิโวลต์) จากนั้นนำน้ำ EO และ ER มาล้างถั่วฝักยาวที่ปนเปื้อนเพลี้ยอ่อนเป็นเวลา 5 และ 15 นาที โดยใช้น้ำกลั่นเป็นชุดควบคุม และคำนวณเปอร์เซ็นต์การลดลงของเพลี้ยอ่อนบนผิวถั่วฝักยาว จากการทดลองพบว่าการล้างด้วย US ที่ความถี่ 1000 กิโลเฮิร์ตซ์ นาน 15 นาที สามารถลดจำนวนเพลี้ยอ่อนได้เท่ากับ 46.51% นอกจากนี้นำมาล้างร่วมกับน้ำ ER เป็นเวลา 15 นาที ประสิทธิภาพในการลดจำนวนเพลี้ยอ่อนเพิ่มขึ้น เป็น 63.89% ส่วนการใช้ US ที่ความถี่เดียวกัน ร่วมกับน้ำ EO เป็นเวลา 15 นาที ลดจำนวนเพลี้ยอ่อนได้เพียง 42.71% จากนั้นนำถั่วฝักยาวมาเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพ โดยไม่พบความแตกต่างทางด้านการสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณคลอโรฟิลล์ และคะแนนลักษณะปรากฏภายนอก ของทุกชุดการทดลอง ดังนั้นการล้างด้วย US ที่ความถี่ 1000 กิโลเฮิร์ตซ์ ร่วมกับน้ำ ER เป็นเวลา 15 นาที สามารถกำจัดเพลี้ยอ่อนจากถั่วฝักยาวหลังการเก็บเกี่ยวได้ดีที่สุด

คำสำคัญ: คลื่นเสียงความถี่สูง น้ำอิเล็กโทรไลต์ ถั่วฝักยาว

---

[1] ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่เชียงใหม่ 50200

[1] Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

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

[2] Postharvest Technology Research Center, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200 / Postharvest Technology Innovation Center, Office of the Higher Education Commission, Bangkok, 10400

คำนำ

ถั่วฝักยาว (*Vigna unguiculata* subsp. *sesquipedalis*) ถือเป็นผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย เนื่องจากเป็นผักที่นิยมรับประทานของผู้บริโภค และเพาะปลูกกันอย่างแพร่หลาย นอกจากนี้ยังมีการส่งออกไปยังสหราช-อาณาจักรและสหภาพยุโรปเป็นจำนวนมาก ในรูปแบบผักสด และผัดสดแช่แข็ง แต่อย่างไรก็ตามสินค้าผักสดจากประเทศไทยได้รับการแจ้งเตือนเรื่องปัญหาความปลอดภัยอาหารด้านพืชจากสหภาพยุโรปผ่านระบบเตือนภัยเร่งด่วน (Rapid Alert System for Food and Feed; RASFF) โดยปัญหาหลักที่มีการตรวจพบและแจ้งเตือน ได้แก่ สารเคมีตกค้าง และการปนเปื้อนของวัตถุแปลกปลอม เช่น หนอน แมลง และจุลินทรีย์ในผัก (กรมวิชาการเกษตร, 2554)

ดังนั้นขั้นตอนในการล้างทำความสะอาดจึงเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญในการผลิตผักสด โดยเฉพาะการล้างผักสดที่มีหนอน และแมลงติดมาจำนวนมาก ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะพัฒนาเทคนิคการล้างให้มีประสิทธิภาพเพื่อลดหนอนและแมลงที่ติดบนผิวถั่วฝักยาว นั่นคือการล้างด้วยน้ำอิเล็กโทรไลต์ โดยมีหลักการ คือ การใช้เกลือแกงละลายในน้ำมาแยกสารขั้วไฟฟ้าบวกและลบ ร่วมกับคลื่นเสียงความถี่สูง (US) ซึ่งเป็นการส่งคลื่นเสียงผ่านตัวกลางที่เป็นของเหลวทำให้เกิดจุดความร้อน (hotspot) และไมโครเจ็ทที่สามารถชนอนุภาคของแข็งจึงมีทำให้อนุภาคของเชื้อจุลินทรีย์ที่ติดแน่นที่ผิวของผลผลิตหลุดกระจายออกได้ง่าย รวมทั้งหนอน แมลงหรือไข่แมลงสามารถหลุดออกได้ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงได้มีความสนใจนำเทคโนโลยีทั้งสองมาใช้ร่วมกันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการล้างถั่วฝักยาวเพื่อกำจัดเพลี้ยอ่อนที่ปนเปื้อนหลังการเก็บเกี่ยวได้

อุปกรณ์และวิธีการ

ผลิตน้ำอิเล็กโทรไลต์โดยใช้สารละลายเกลือแกง (NaCl) ความเข้มข้น 5% มาแยกด้วยกระแสไฟฟ้า โดยผ่านกระแสไฟฟ้า 8 แอมแปร์ และ 8 โวลต์ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จะได้น้ำอิเล็กโทรไลต์ในสภาพออกซิไดซ์ [Electrolyzed Oxidizing (EO) Water] จากขั้วบวก นำมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นเพื่อให้ได้ความเข้มข้นคลอรีนอิสระเท่ากับ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำอิเล็กโทรไลต์ในสภาพรีดิวซ์ [Electrolyzed Reducing (ER) Water] จากขั้วลบ นำมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นเพื่อให้ได้ความเข้มข้นโซเดียมไฮดรอกไซด์เท่ากับ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร (Figure 1) จากนั้นนำน้ำ EO และ น้ำ ER มาล้างถั่วฝักยาวที่ปนเปื้อนเพลี้ยอ่อน ล้างร่วมกับคลื่นเสียงความถี่สูง (US) ที่ความถี่ 43, 200, 500 และ 1000 กิโลเฮิร์ตซ์ เป็นเวลา 5 และ 15 นาที โดยเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ล้างด้วยน้ำกลั่น หลังจากนั้นคำนวณเปอร์เซ็นต์การลดลงของเพลี้ยอ่อนบนผิวถั่วฝักยาว และศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของถั่วฝักยาว โดยนำถั่วฝักยาวมาล้างในชุดการทดลองที่ดีที่สุดเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพ ได้แก่การสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณคลอโรฟิลล์ และคะแนนลักษณะปรากฏภายนอกโดยมีระดับความพึงพอใจ 5 ระดับ (5: มากที่สุด และ 1: น้อยที่สุด)

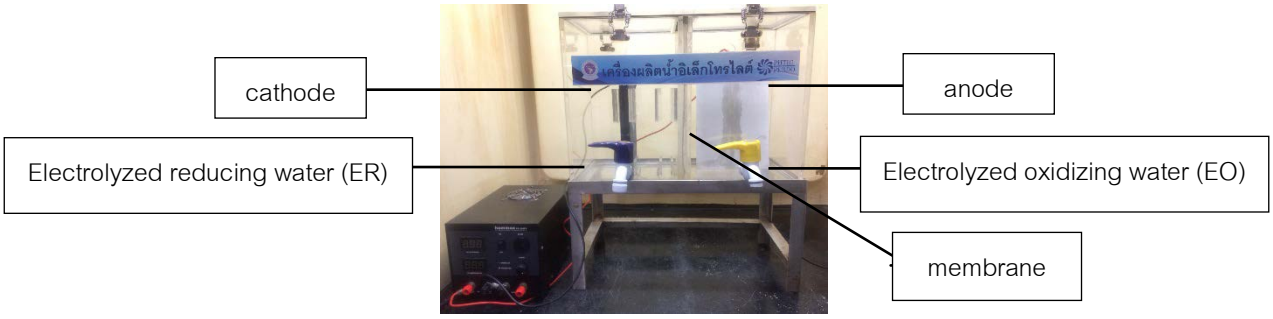

Figure 1 Schematic presentation of the electrolyzed water system.

ผลการทดลอง

ผลการศึกษาการล้างด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (US) ที่ความถี่ต่างๆ ได้แก่ 43, 200, 500 และ 1000 กิโลเฮิร์ตซ์ ร่วมกับน้ำอิเล็กโทรไลต์ในสภาวะออกซิไดส์ [Electrolyzed Oxidizing (EO) Water] ที่ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร และสภาวะรีดิวซ์ [Electrolyzed Reducing (ER) Water] ความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร ล้างเป็นเวลา 5 และ 15 นาที ในการกำจัดเพลี้ยอ่อนที่ติดบนผิวถั่วฝักยาวที่ได้จากแปลงปลูกผักอินทรีย์หลังการเก็บเกี่ยว พบว่าการล้างด้วย US ที่ความถี่ 1000 กิโล-เฮิร์ตซ์ นาน 15 นาที สามารถลดจำนวนเพลี้ยอ่อนได้เท่ากับ 46.51% (Figure 2) นอกจากนี้นำมาล้างร่วมกับน้ำ ER เป็นเวลา 15 นาที ประสิทธิภาพในการลดจำนวนเพลี้ยอ่อนเพิ่มขึ้น เป็น 63.89% (Figure 3A) ส่วนการใช้ US ที่ความถี่เดียวกันร่วมกับน้ำ EO เป็นเวลา 15 นาที ลดจำนวนเพลี้ยอ่อนได้เพียง 42.71% (Figure 3B) จากนั้นนำถั่วฝักยาวมาล้างโดยใช้ชุดการทดลองที่ดีที่สุดจากการทดลองก่อนหน้านี้ คือ การใช้ US ร่วมกับน้ำ ER เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน เพื่อดู

การเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพ โดยไม่พบความแตกต่างทางด้านการสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณคลอโรฟิลล์ และคะแนนลักษณะปรากฏภายนอกของทุกชุดการทดลอง (Table 1)

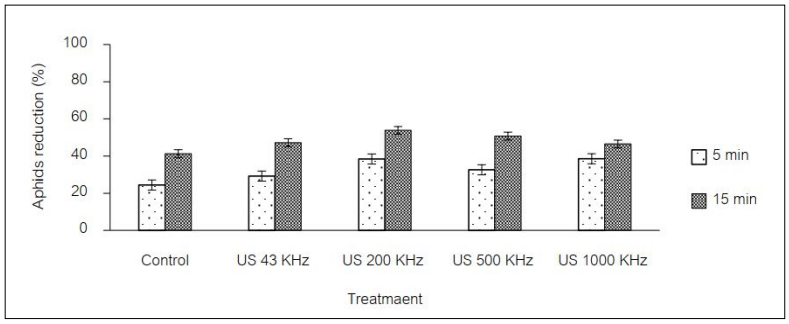

Figure 2 The reduction percentage of aphids on the surface of yardlong bean after washing with ultrasonic wave (US) washing combined with distilled water for 5 and 15 minutes.

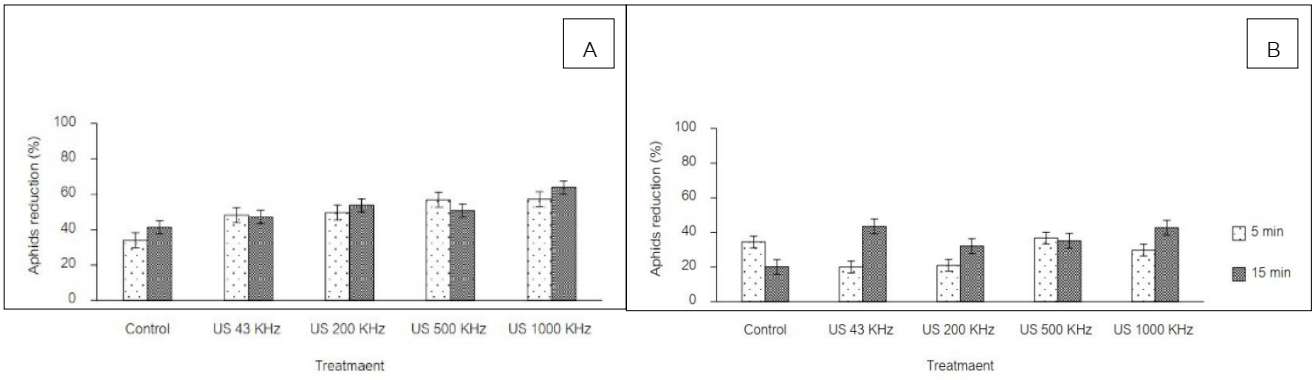

Figure 3 The reduction percentage of aphids on the surface of yardlong bean after washing with ultrasonic wave (US) washing combined with electrolyzed reducing (ER) water (A) and electrolyzed oxidizing (EO) water (B) for 5 and 15 minutes.

Table 1 Percentage of weight loss, chlorophyll content and visual appearance in yardlong bean after washing with ultrasonic wave (US) combined with electrolyzed reducing (ER) water and distilled water (control) for 15 minutes.

Treatment		Time (Day)							
		Day0	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6	Day 7
% weight loss	Control (DW)	54.45a	53.18a	52.78a	51.82a	51.54a	51.47a	51.01a	47.74a
	US+ER	54.31a	53.46a	52.60a	52.26a	51.66a	51.45a	51.13a	48.01a
chlorophyll content	Control (DW)	0.03a	0.02a	0.02a	0.02a	0.02a	0.02a	0.02a	0.01a
(mg/100FW)	US+ER	0.03a	0.03a	0.03a	0.02a	0.02a	0.02a	0.02a	0.01a
visual appearance	Control (DW)	5.00a	5.00a	5.00a	5.00a	4.50a	4.50a	4.50a	4.25a
	US+ER	5.00a	5.00a	5.00a	5.00a	4.50a	4.50a	4.50a	4.30a

Values are the means of 3 replicated measurements the different letters indicate significant differences ($P < 0.05$) and comparison of means was performed using Duncan's multiple comparison test.

วิจารณ์ผล

ผลการวิเคราะห์การล้างด้วย US ร่วมกับน้ำอิเล็กโทรไลต์ พบว่าการล้างด้วย US ที่ความถี่สูงคือ 1000 กิโลเฮิร์ตซ์ ร่วมกับน้ำ ER เป็นเวลา 15 นาที สามารถลดจำนวนเพลี้ยอ่อนได้ดีที่สุด คือ 63.89% ดีกว่าการใช้ความถี่ที่ต่ำ ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่า US ที่ความถี่สูงสามารถรบกวนเพลี้ยอ่อนที่ติดบนถั่วฝักยาว จึงสามารถทำให้เพลี้ยอ่อนหลุดออกได้ง่าย ซึ่งแตกต่างจาก

งานวิจัยที่ใช้คลื่นความถี่สูงในการกำจัดแมลงของ Hayes *et al*. (1983) ใช้ US ที่ความถี่ 43 และ 447 กิโลเฮิร์ตซ์ สามารถลดปริมาณไข่อ่อนหรือตัวอ่อนแมลงวันทอง (*Dacus dorsalis*) และ Samira *et al*. (2016) พบว่าการใช้ US ที่ความถี่ 43-45 กิโลเฮิร์ตซ์ และรูปร่างคลื่น Sin (x) และ Cos (x) มีผลต่อพฤติกรรมหลีกเลี่ยงของผีเสื้อ (*Ephestia kuehniella*) ที่เป็นศัตรูพืชได้ นอกจากนี้ Moghaddam *et al*. (2016) พบว่าการใช้ US ที่ความถี่ 35 กิโลเฮิร์ตซ์ นาน 6 ชั่วโมง สามารถทำให้ด้วงแดง (*Tribolium castaneum Herbs*) หลบหนีออกจากห้องเก็บผลิตผลได้ดีที่สุด ซึ่งแตกต่างกับการกำจัดเพลี้ยอ่อนบนผิวถั่วฝักยาวที่ต้องใช้คลื่นความถี่สูงถึง 1000 กิโลเฮิร์ตซ์ เนื่องจากเพลี้ยอ่อนติดแน่น และมีลักษณะการเข้าทำลายโดยใช้ปากดูดน้ำเลี้ยงถั่วฝักยาว และยังใช้เวลาในการล้างนานถึง 15 นาที จึงจะมีประสิทธิภาพสูงสุดในการทำให้เพลี้ยอ่อนหลุดออกได้

และการล้างด้วยน้ำ ER มีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดจำนวนเพลี้ยอ่อน เนื่องจากคุณสมบัติของน้ำชนิดนี้จะมีความลื่นคล้ายกับสบู่ หรือน้ำยาล้างจานที่มีคุณสมบัติลดแรงตึงผิว มีคุณสมบัติจับเปียก กระจายตัวปกคลุม และปิดกั้นทำลายระบบการหายใจของตัวแมลง ทำให้เยื่อบุรูหายใจของแมลงสูญเสียสภาพการควบคุมความสมดุลของน้ำภายในตัว (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2554) นอกจากนี้หากมีการนำน้ำ ER ผสมกับน้ำยาล้างจานในปริมาณที่เหมาะสม มาล้างทำความสะอาดผักเพื่อลดการปนเปื้อนของแมลงศัตรูพืชหลังการเก็บเกี่ยว อาจช่วยในการลดจำนวนแมลงศัตรูพืชได้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Hayes *et al*. (1983) ได้ทำการล้างแอปเปิ้ล โดยใช้ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์, 117 โวลต์ เป็นเวลา 10 นาที ร่วมกับการเติมน้ำยาล้างจาน (detergent) ทำให้สามารถลดจำนวนแมลงเพลี้ยไฟไม้ดอกเหลือ 6.2 ตัว และไรแมงมุมเหลือ 1.8 ตัว เมื่อเทียบกับชุดที่ล้างด้วยน้ำเปล่าเหลือ 38.8 ตัว จากจำนวนแมลงเริ่มต้น 50 ตัวต่อซ้ำ

เมื่อเก็บรักษาถั่วฝักยาวไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพด้านการสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณคลอโรฟิลล์ และคะแนนลักษณะปรากฏภายนอกในทุกชุดการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน สอดคล้องกับ Hao *et al*. (2011) ที่ได้รายงานว่าการใช้น้ำ EO และน้ำ ER ในการล้างผักและผลไม้ไม่มีผลกระทบคุณค่าทางโภชนาการ

สรุป

การล้างถั่วฝักยาวด้วย US ที่ความถี่ 1000 กิโลเฮิร์ตซ์ ร่วมกับน้ำ ER เป็นเวลา 15 นาที สามารถลดจำนวนเพลี้ยอ่อนได้ดีที่สุด คือ 63.89% และไม่พบความแตกต่างทางด้านคุณภาพ ได้แก่ การสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณคลอโรฟิลล์ และคะแนนลักษณะปรากฏภายนอกในทุกชุดการทดลอง

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สำหรับการเอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัย และขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และทุนอุดหนุนการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติประจำปี 2563 ที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2554. การจัดการผักและผลไม้สดเพื่อส่งออกไปสหภาพยุโรป. กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 21 น.

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2554. ใช้น้ำยาล้างจาน ผงซักฟอก แชมพู "กำจัดแมลง". [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://nih.dmsc.moph.go.th/aboutus/media/book_55.pdf. (10 มิถุนายน 2562).

Hao, J., H. Wuyundalai, T. Liu, Y. Chen, Y. Zhou, Y. C. Su and L. Li. 2011. Reduction of pesticide residues on fresh vegetables with electrolyzed water treatment. Journal of Food Science 76: 520-524.

Hayes, C.F., H.T.G. Chingon, M.B. McMurdo, M.B. Ikeda, S.L. Sanderson and J. Deaver. 1983. Ultrasonic effects on *Dacus dorsalis*. Department of Physics and Astronomy, University of Hawaii, Honolulu, HI 96822, U.S.A. March–April.

Moghaddam, P.A., A. Ravanbakhsh and M.H. Komarizadeh. 2016. Evaluation of ultrasonic waves system in repellency of red beetle of flour (*Tribolium castaneum Herbs*). Majallah-ihifazat-i giyahan 30(1): 45-81.

Samira, S.S., R. Ali, R. Arash and F. Mohammad. 2016. Repellency and some biological effects of different ultrasonic waves on Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). Journal of Stored Products Research 69:14-21.