Agricultural Sci. J. 50 : 3 (Suppl.) : 328-331 (2019) ว. วิทย. กษ. 50 : 3 (พิเศษ) : 328-331 (2562)

การประเมินความสามารถในการล้างผักของเครื่องล้างอัลตราโซนิกส์ด้วยวิธีประมวลภาพถ่าย

Evaluation of Vegetable Washing Ability of an Ultrasonic Washer with Image Processing Method

เทวรัตน์ ตรีอำนรรค[1*] กระวี ตรีอำนรรค[2] ทิวา สายประดิษฐ์[2] กัญญ์กุลนัช อุ่นแก้ว[2] นันทิตา ติดตารัมย์[2] และ สุวิตา ติดตารัมย์[2]

Tawarat Treeamnuk[1*], KraweeTreeamnuk[2],Tiwa Saipradit[2], Kankulanuth Unkeaw[2], Nantita Tidtaram[2] and Suwita Tidtaram[2]

Abstract

The objective of this research was to apply the image processing method for evaluating the physical cleanliness of vegetables by an ultrasonic washer. Chinese kale sample of 1 kg/treatment that it was dyed with red solution and washed by the non-agitator ultrasonic washer at 3 levels frequency of 28.9, 40.3 and 120.3 kHz for 5, 10 and 15 minutes in 15 liters of water. The samples were taken a photograph before and after washing. Then the area of red color was calculated using the Image J program to evaluate the ability of cleanliness. The results showed that washing Chinese kale at 120.3 kHz for 15 minutes can remove red dye color more than 99% from the leaves.

Keywords: Ultrasonic washer, vegetable, image processing

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์วิธีการประมวลภาพมาใช้ในการประเมินความสะอาดทางกายภาพในการล้างผักด้วยเครื่องล้างอัลตราโซนิกส์ ทำการทดสอบล้างผักคะน้าย้อมผงสีแดงจำนวน 1 kg ด้วยเครื่องล้างอัลตราโซนิกส์แบบไม่มีระบบกวน ที่ 3 ระดับความถี่ คือ 28.9 40.3 และ 120.3 kHz เป็นเวลา 5 10 และ 15 นาที ในน้ำ 15 ลิตรในแต่ละการทดลอง ทำการถ่ายภาพตัวอย่างของคะน้าย้อมสีซึ่งผึ่งไว้ในแห้งเป็นเวลา10 นาทีก่อนล้างและหลังล้างจากนั้นนำไปคำนวณหาพื้นที่ด้วยโปรแกรม Image J แล้ววิเคราะห์เป็นความสามารถในการทำสะอาด ผลการศึกษาพบว่าการล้างผักด้วยเครื่องล้างอัลตราโซนิกส์ที่ความถี่ 120.3 kHz เป็นเวลา 15 นาที สามารถล้างสีแดงออกจากใบคะน้าได้มากกว่า 99 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: เครื่องล้างอัลตาโซนิกส์ ผัก การประมวลผลภาพ

คำนำ

ผักและผลไม้เป็นผลิตผลทางการเกษตรที่มีโอกาสปนเปื้อนทางกายภาพและเคมี จากแหล่งผลิตสู่ผู้บริโภคได้ ก่อนการบริโภคจึงจำเป็นต้องมีการล้างทำความสะอาดเพื่อขจัดสิ่งปนเปื้อนเหล่านี้ให้ลดน้อยลง อย่างไรก็ตามการล้างทำความสะอาดด้วยน้ำธรรมดาอาจใช้น้ำในปริมาณมากและใช้เวลาในการล้างนาน ในปัจจุบันเครื่องล้างผักผลไม้แบบอัลตราโซนิกส์ได้ถูกนำมาใช้ในการล้างผักและผลไม้ เนื่องจากคลื่นอัลตราโซนิกส์มีระดับความถี่ 15-400 kHz ที่ถูกสร้างโดย transducer ซึ่งมีอุปกรณ์อิเลคโทรนิคส์ภายในเป็น crystal ความถี่ที่ใช้ขึ้นอยู่กับชนิดของอุปกรณ์ที่ต้องการทำความสะอาด มีหลักการทำงานคือ ส่งคลื่นความถี่สูงลงสู่สารละลายที่ใช้ชะล้าง การส่งคลื่นความถี่สูงลงไปในของเหลว ส่งผลให้โมเลกุลของของเหลวเกิดการบีบอัดและคลายตัวเป็นจังหวะ เป็นผลให้มีฟองอากาศเล็ก ๆ จำนวนมากผุดขึ้น (cavitation) ฟองอากาศดังกล่าวมีพลังงานจลน์อยู่ ซึ่งสามารถชะล้างคราบหรือสิ่งแฝงที่อยู่บนผิวผลิตภัณฑ์ได้โดยไม่ทำลาย ยิ่งความถี่ในการสั่นสะเทือนสูงมากขึ้นจะทำให้ได้ฟองขนาดเล็กมากและมีพลังงานจลน์มาก สามารถเข้าซอกซอนในทุกซอกมุมเล็ก ๆ ได้ มักใช้ร่วมกับสารลดแรงตึงผิวของน้ำในการทำความสะอาด โดยในปัจจุบันมีการนำเครื่องล้างอัลตราโซนิกส์มาใช้ในการล้างชิ้นส่วนในอุตสาหกรรมอย่างหลากหลายเช่น แผ่นสเตนซิล (นิวัติ, 2553) ล้างใบเลื่อยลันดา (เอกรัฐ, 2558) และ ฮาร์ดดิสก์ (สมเกียรติและคณะ, 2558) เป็นต้น สำหรับการล้างผักและผลไม้ด้วยเครื่องล้างอัลตราโซนิกส์นั้นพบว่าได้รับความสนใจมากขึ้นในปัจจุบันโดย ปิยลัคน์ (2557) รายงานว่าการล้างผักและผลไม้ด้วยเครื่องล้างอัลตราโซนิกส์สามารถลดการปนเปื้อนในผักและผลไม้ทั้งจากเคมี กายภาพ และชีวภาพ โดยไม่ทำให้รสชาติของผักและผลไม้เปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับวิธีการลดการปนเปื้อนที่ใช้กันในปัจจุบัน

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา 30000
School of Agricultural Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima 30000
[2]สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา 30000
School of Mechanical Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima 30000
* Corresponding author: tawarat@sut.ac.th

นอกจากนี้การล้างด้วยเครื่องล้างอัลตราโซนิกส์ยังใช้น้ำในปริมาณที่ต่ำกว่าวิธีการล้างผ่านน้ำถึง 50 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งการประยุกต์ใช้คลื่นอัลตราโซนิกส์ค่อนข้างปลอดภัย ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะ และมีราคาถูก (ชูชาติ, 2544) อย่างไรก็ตามงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้คลื่นอัลตราโซนิกส์ที่มาใช้ในการล้างผักและผลไม้มีจำนวนน้อยและไม่พบวิธีการประเมินความสามารถในการล้างผักที่ชัดเจน ทางคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำการวิเคราะห์ภาพถ่ายด้วยโปรแกรม Image J มาใช้ในการประเมินความสามารถในการล้างผักด้วยเครื่องล้างผักอัลตราโซนิกส์ที่พัฒนาขึ้นเนื่องจากพบว่าโปรแกรม Image J ซึ่งเป็นซอฟแวร์ที่พัฒนามาโดย National Institutes of Health (NIH) ประเทศสหรัฐอเมริกา มี source code ฟรีที่เปิดให้ดาวโหลดออกมาใช้เพื่อใช้วิเคราะห์ขนาด พื้นที่ และค่าสีของวัตถุบนภาพถ่าย จึงสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในได้หลากหลายโดย ธีรวัฒน์และคณะ (2560) ได้ใช้โปรแกรม Image J มาหาความสุก-แก่ของผลทุเรียนโดยวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าสีซึ่งผลที่ได้มีความถูกต้องใกล้เคียงกับการใช้ spectrophotometer ในการวิเคราะห์ แต่ต้นทุนในการวิเคราะห์แตกต่างกันมาก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ประยุกต์วิธีการวิเคราะห์ภาพถ่ายมาใช้เพื่อประเมินความสามารถในการล้างผักด้วยเครื่องล้างอัลตราโซนิกส์

อุปกรณ์และวิธีการ

1. เครื่องล้างอัลตราโซนิกส์

เครื่องล้างอัลตราโซนิกส์ที่ทางผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นสำหรับการทดสอบล้างผักและผลไม้ ประกอบด้วยส่วนประกอบหลักที่สำคัญ 3 ส่วนคือ 1) ถังล้างที่ออกแบบเป็นทรงเหลี่ยมมีขนาด กว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 61 cm x 61 cm x 48 cm ความจุ 175 ลิตร ผลิตด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม พร้อมติดตั้งท่อระบายน้ำด้านล่างเพื่อความสะดวกในการเปลี่ยนน้ำที่ผ่านการล้างแล้วออกจากถัง 2) ultrasonic transducer เป็นแบบหลายย่านความถี่ ติดตั้งที่บริเวณผนังด้านนอกของก้นถัง 3) ultrasonic generator ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณความถี่ป้อนให้กับ ultrasonic transducer ที่สามารถปรับตั้งค่าความถี่ที่ต้องการได้ โดยเมื่อประกอบระบบแล้วจะมีลักษณะดังแสดงใน Figure 1

Figure 1 Ultrasonic washer

Figure 2 Chinese kale sample preparation

2. การเตรียมตัวอย่างผัก

การทดสอบความสามารถในการล้างผักโดยใช้สีผงเพื่อจำลองว่าเป็นสิ่งสกปรกทางกายภาพที่ติดอยู่บนใบผัก วิธีการเตรียมตัวอย่างคือนำสีผงสีแดงจำนวน 200 กรัม ผสมน้ำ 600 มิลลิลิตร นำตัวอย่างจุ่มลงในสีให้ทั่ว จากนั้นผึ่งไว้ให้แห้งเป็นเวลา 10 นาที (Figure 2) เพื่อรอทดสอบด้วยเครื่องล้าง

3. การทดสอบล้างผักด้วยเครื่องล้างอัลตราโซนิกส์

การทดสอบล้างผักแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ การหาค่าความถี่และระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการล้างผัก โดยการทดสอบหาความถี่ที่เหมาะสมในการล้างจะทำการล้างตัวอย่างผักคะน้าย้อมสีจำนวน 1 kg ในน้ำที่มีปริมาตร 15 ลิตร ที่ระดับความถี่ 28.9 40.3 และ 120.3 kHz เป็นเวลา 300 วินาที โดยในการล้างผักต้องใช้ตะแกรงปิดด้านบน (Figure 3) เพื่อปกกันผักลอยพ้นน้ำ ก่อนการล้างทำการถ่ายภาพและในระหว่างการทดสอบล้างจะนำคะน้าตัวอย่างขึ้นมาถ่ายภาพทุก 30 วินาทีเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงปริมาณพื้นที่ของสีที่ย้อมอยู่บนใบผักตัวอย่างเมื่อได้ค่าความถี่ที่เหมาะสมต่อการล้างผักแล้วจึงใช้ความถี่นั้นมาทดสอบเพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการล้างผักโดยกำหนดเวลาล้างผักไว้ที่ 3 ระดับคือ 5 10 และ 15 นาที

Figure 3 Washing Chinese kale in ultrasonic washer

4. การวิเคราะห์พื้นที่เพื่อประเมินความสามารถในการล้าง

การวิเคราะห์เพื่อประเมินความสามารถในการล้างของเครื่องล้างอัลตราโซนิกส์นั้นทำโดยการตรวจจัดพื้นที่ที่มีสีย้อมตกค้างอยู่บนผิวใบผักคะน้าด้วยการใช้โปรแกรม Image J เมื่อได้ขนาดพื้นที่แล้วทำการคำนวณหาค่าความสามารถในการล้างด้วยค่าเปอร์เซ็นต์ความสะอาดซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ (1)

$$\text{Cleaning efficiency} = \left(2 - \frac{c}{b}\right) \times 211\% \quad (1)$$

เมื่อ a คือพื้นที่สีก่อนล้าง (cm^2), b คือพื้นที่สีหลังล้าง (cm^2)

ผลและวิจารณ์ผล

1. ความถี่ที่เหมาะสมต่อการล้าง

จากการศึกษาหาค่าความถี่ที่เหมาะสมในการล้างผักพบว่าปริมาณพื้นที่ย้อมสีที่เหลืออยู่มีค่าแปรผกผันกับค่าความถี่ โดยเมื่อพิจารณาที่ช่วงเวลาเดียวกันจะเห็นว่าเมื่อใช้ความถี่สูงขึ้นพื้นที่สีที่เหลืออยู่บนผิวผักจะมีค่าน้อยลงดังแสดงใน Figure 4 ซึ่งความถี่ 120.3 kHz สามารถล้างสีออกจากตัวอย่างได้ดีที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อความถี่มีค่าสูงจะทำให้เกิดฟองอากาศขนาดเล็กจำนวนมากก่อให้เกิดการระเบิดของฟองซึ่งจะทำให้เกิดแรงดันที่จะไปขจัดคราบสกปรกได้จำนวนครั้งที่มากกว่าที่ความถี่ต่ำ (ชูชาติ, 2544) อย่างไรก็ตามการใช้ความถี่ที่สูงมากเกินไปอาจส่งผลเสียต่อผักและผลไม้ซึ่งเป็นวัสดุที่มีเนื้อเยื่ออ่อน ต้านทานต่อแรงดันที่มากระทำได้น้อยกว่าวัสดุอุตสาหกรรม ทำให้เกิดรอยช้ำบนใบผักหรือผิวของผลไม้ ส่วนที่ความถี่ 120.3 kHz ไม่พบความเสียหายเกิดขึ้นกับใบผัก

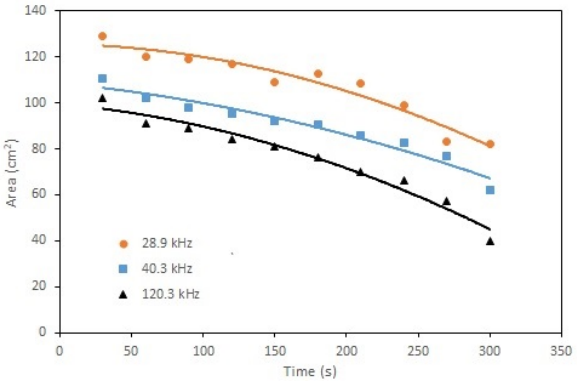

Figure 4 Relation between residue area and time at difference frequency.

2. เวลาที่เหมาะสมต่อการล้าง

เมื่อล้างผักที่ความถี่ 120.3 kHz เป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที แล้วทำการเคราะห์หาพื้นที่ของสีย้อมซึ่งจำลองว่าเป็นสิ่งสกปรกที่เหลืออยู่ด้วยโปรแกรม Image J แล้วนำไปคำนวณหาค่าความสามารถในการล้างในรูปของเปอร์เซ็นต์ความสะอาด พบว่าการล้างผักโดยใช้เวลาต่ำสุดในการทดลอง 5 นาที สามารถทำความสะอาดสิ่งสกปรก (สีย้อม) ออกจากพื้นผิวผักได้มากกว่า 90% และเมื่อทำการเพิ่มเวลาในการล้างเป็น 15 นาทีจะสามารถล้างทำความสะอาดผักสูงสุดถึง 99% ดังแสดงใน

Figure 5 ซึ่งผลการทดลองนี้ทำให้เห็นว่าการล้างผักด้วยอัลตราโซนิกส์กับสิ่งสกปรกที่มีแรงยึดเกาะบนผิวต่ำจะสามารถล้างออกได้อย่างรวดเร็วภายในเวลา 5 นาที และการเพิ่มเวลาขึ้นอีก 10 นาทีนั้นช่วยให้สิ่งสกปรกหลุดออกเพิ่ม 5 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น

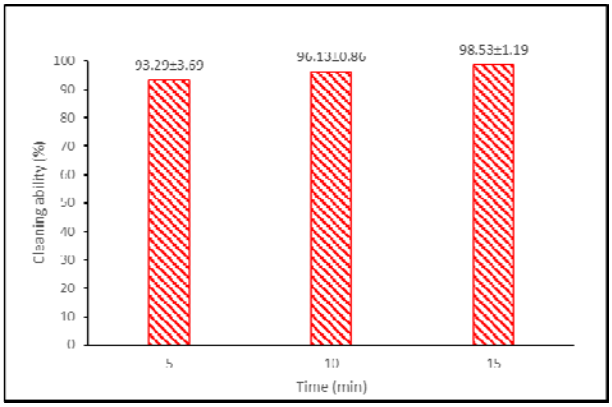

Figure 5 Cleaning ability of ultrasonic washer at difference time.

อย่างไรก็ตามในการหาพื้นที่ของสีย้อมที่ตกค้างบนใบผักด้วยวิธีวิเคราะห์ภาพถ่ายนั้น ภาพที่จะนำมาวิเคราะห์ต้องมีคุณภาพเหมาะสม มีการควบคุมแสง และพื้นที่ผิวของผักควรมีการคลี่ออกอย่างชัดเจนเพื่อให้การวิเคราะห์มีความถูกต้องแม่ยำมากขึ้น

สรุป

วิธีประมวลผลภาพถ่ายสามารถประเมินความสามารถในการล้างผักของเครื่องล้างผักอัลตราโซนิกส์ได้ โดยที่ความถี่สูงมีความสามารถในการทำความสะอาดผักได้มากกว่าที่ความถี่ต่ำ และการล้างผักด้วยคลื่นอัลตราโซนิกส์เป็นเวลา 5 นาทีมีเปอร์เซ็นต์ความสะอาดมากถึง 90 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อล้างเป็นเวลา 15 นาที ค่าเปอร์เซ็นต์ความสะอาดมีค่าสูงถึง 99 เปอร์เซ็นต์

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่สนับสนุนทุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ชูชาติ อารีจิตรานุสรณ์. 2544. เครื่องล้างอัลตราโซนิก *ใน* เครื่องมือวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 4. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา. ขอนแก่น. หน้า 197-213.

ธีรวัฒน์ ชื่นอัศดงคต, กระวี ตรีอำนรรค และเทวรัตน์ ตรีอำนรรค. 2560. การจำแนกความสุก-แก่ของทุเรียนพันธุ์หมอนทองด้วยการวิเคราะห์เชิงภาพถ่าย. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 48:3 (พิเศษ) : 303-306.

นิวัติ กิจไพศาลสกุล. 2553. เครื่องล้างแผ่นสเตนซิลระบบอัลตร้าโซนิกส์. วารสารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราภัฏลำปาง 3(1):77-83.

ปิยาลัคน์ เงินชูกลิ่น. 2557. เครื่องล้างผักและผลไม้ด้วยอัลตราโซนิกส์สำหรับอุตสาหกรรม. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://www.nstda.or.th/investorsday/2014/wp-content/uploads/2014/06/1-3_veggiavita.pdf

สมเกียรติ ตั้งจิตสิตเจริญ, ดวงตา ละเอียดดี, ปิยะชาติ อาริยโชติมา. 2558. อิทธิพลของเงื่อนไขการล้างที่มีต่อชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์บนเครื่องล้าง อัลตราโซนิคอัตโนมัติ. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) 4(8): 70-82.

เอกรัตน์ อินต๊ะวงศา. 2558. ผลของคลื่นอัลทราโซนิคส์และเวลาต่อประสิทธิภาพในการล้างใบเลื่อยลันดา. วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง 8 (2): 122-132.