อิทธิพลของคลื่นความถี่วิทยุต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวเมล็ดกาแฟอะราบิกา

Influence of Radio Frequency on Postharvest Quality Change of Arabica Coffee Bean

ณัฏฐวัฒณ์ หมื่นมาณี[1,2] อรอุมา เรืองวงษ์[1,3], อังสนา อัครพิศาล[1,3] และ เยาวลักษณ์ จันทร์บาง[1,2,3]

Nadthawat muenmanee[1,2], On-Uma Ruangwong[1,3], Angsana Akarapisan[1,3] and Yaowaluk Chanbang[1,2,3]

Abstract

Changes of post harvest quality between untreated and treated Arabica coffee bean with radio frequency 27.12 MHz were studied. By heating the RF power of 300 watts until coffee bean temperatures were 50, 60 and 70 °C for 90 seconds. Then, 400 grams of coffee beans were packed in Teflon cylinder container with a thickness of 0.5 centimeters, diameter 16 centimeters and height 5 centimeters. The container is closed aluminum plate. Then, container is placed in the center of electrode plate of radio frequency equipment. The temperature measurement was used fiber optical probe to measure sample temperature in the middle of the container. The changes in quality of Arabica coffee beans were studied: moisture content, carbohydrate, protein, sugar and caffeine content. It was found that coffee beans were treated with radio frequency at each temperature tended to decrease the moisture content and caffeine content compared to untreated coffee beans. The moisture content and caffeine content were between 9.85-11.25 percent wet basis and 0.97-1.23 percent, respectively. While the carbohydrate, protein and sugar contents of the radio frequency treated coffee bean at all temperatures were similar to those of untreated coffee beans.

Keywords: heat treatment, arabica coffee, radio frequency, postharvest quality

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวเมล็ดกาแฟอะราบิกาที่ไม่ผ่านและผ่านคลื่นความถี่วิทยุที่ความถี่ 27.12 เมกะเฮิรตซ์ โดยให้ความร้อนพลังงาน 300 วัตต์ จนได้อุณหภูมิเมล็ด 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 90 วินาที โดยบรรจุเมล็ดกาแฟ 400 กรัมลงในภาชนะบรรจุชนิดเทฟล่อนหนา 0.5 เซ็นติเมตร รูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 เซนติเมตร และสูง 5 เซนติเมตร ที่ปิดสนิทด้วยแผ่นอลูมิเนียมโดยวางบรรจุภัณฑ์ในตำแหน่งกึ่งกลางของแผ่นอิเล็คโทรด โดยใช้ไฟเบอร์ออฟติคในการวัดอุณหภูมิของตัวอย่างในตำแหน่งตรงกลางของบรรจุภัณฑ์หลังจากนั้นจึงทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเมล็ดกาแฟอะราบิกา ได้แก่ ปริมาณความชื้น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ปริมาณน้ำตาล และคาเฟอีน พบว่า เมล็ดกาแฟที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุในแต่ละอุณหภูมิมีแนวโน้มของปริมาณความชื้นและสารคาเฟอีนที่ลดลงเมื่อเทียบกับเมล็ดกาแฟที่ไม่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ โดยมีค่าปริมาณความชื้นและสารคาเฟอีนระหว่าง 9.85-11.25 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก และ 0.97-1.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ คาโบไฮเดรต โปรตีน และปริมาณน้ำตาลของเมล็ดที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุในทุกอุณหภูมิมีค่าใกล้เคียงกับเมล็ดกาแฟที่ไม่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ

คำสำคัญ: การใช้ความร้อน กาแฟอะราบิกา คลื่นความถี่วิทยุ คุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว

บทนำ

กาแฟเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญในภาคเหนือของประเทศไทยโดยเฉพาะกาแฟอะราบิกา และมีแนวโน้มความต้องการใช้เมล็ดกาแฟเพิ่มมากขึ้นในทุกๆ ปี เมล็ดกาแฟที่ดีต้องมีคุณภาพตาม ข้อกำหนด คือ ไม่มีกลิ่นผิดปกติ เช่น กลิ่นเหม็นเปรี้ยว กลิ่นหมักบูด กลิ่นรา หรือกลิ่นแปลกปลอม มีสีตรงตามมาตรฐานการผลิตของเมล็ดกาแฟ มีความชื้นไม่เกิน 12.5% (สำนักงานมาตรฐาน สินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2561) และไม่พบร่องรอยการเข้าทำลายของด้วงเมล็ดกาแฟ ดังนั้นเพื่อ

[1] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม, กรุงเทพฯ 10400

[1] Postharvest Technology Innovation Center, Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation, Bangkok 10400

[2] ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[2] Postharvest Technology Research Center, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

[3] ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

[3] Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

รักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษา จึงได้มีการนำเทคโนโลยีการให้ความร้อนโดยวิธีการต่างๆ มาใช้ในการควบคุมคุณภาพ ลดปัญหาเรื่องโรคและแมลงหลังการเก็บเกี่ยว การใช้คลื่นความถี่วิทยุเป็นการให้ความร้อนวิธีการทางเลือกหนึ่ง ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพในการให้ความร้อนได้อย่างสม่ำเสมอ รวดเร็ว และสามารถควบคุมโรคและแมลงหลังการเก็บเกี่ยวได้ (ชัชพงษ์ และคณะ, 2557; Wangspa *et al.*, 2015) อย่างไรก็ตาม ความร้อนที่ได้จากคลื่นความถี่วิทยุนั้นอาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของเมล็ดกาแฟอะราบิกาทั้งในด้านกายภาพและองค์ประกอบทางเคมี ซึ่งยังไม่มีข้อมูลผลของความร้อนที่ได้จากคลื่นความถี่วิทยุต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดกาแฟ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมที่ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวเมล็ดกาแฟอะราบิกาก่อนและหลังการให้ความร้อนด้วยคลื่นความถี่วิทยุ

วิธีการทดลอง

นำตัวอย่างเมล็ดกาแฟอะราบิกาที่ได้จากกระบวนการผลิตแบบเปียก (wet processing) จากแปลงเดียวกันของเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟตำบลเทพเสด็จ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ มาใช้ในการทดลอง ทำการสุ่มตัวอย่างเมล็ดกาแฟแล้ววัดความชื้นเริ่มต้นก่อนทำการทดลอง นำตัวอย่างเมล็ดกาแฟอะราบิกาน้ำหนักรวม 400 กรัม บรรจุลงในภาชนะบรรจุชนิดเทฟล่อนรูปทรงกระบอกหนา 5 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 เซนติเมตร สูง 5 เซนติเมตร ที่มีฝาอลูมิเนียมปิดสนิททั้งด้านบนและด้านล่าง นำตัวอย่างมาผ่านคลื่นความถี่วิทยุที่ความถี่ 27.12 เมกะเฮิรตซ์ โดยให้พลังงาน 300 วัตต์ (Figure 1A) เพื่อให้เมล็ดกาแฟเกิดความร้อนจนได้อุณหภูมิตามกรรมวิธีที่กำหนด โดยให้อุณหภูมิคงที่นาน 90 วินาที ด้วยการใช้เครื่องวัดอุณหภูมิแบบสายไฟเบอร์ออฟติค เพื่อวัดอุณหภูมิภายในบรรจุภัณฑ์ผ่านระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ (Figure 1B) ทำการวัดอุณหภูมิอย่างต่อเนื่อง จนสิ้นสุดการทดลอง โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลอง ได้แก่

ชุดที่ 1 ชุดควบคุม (เมล็ดกาแฟที่ไม่ผ่าน คลื่นความถี่วิทยุ)

ชุดที่ 2 ชุดเมล็ดกาแฟที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุจนได้อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส แล้วให้ความร้อนคงที่ นาน 90 วินาที

ชุดที่ 3 ชุดเมล็ดกาแฟที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุจนได้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แล้วให้ความร้อนคงที่ นาน 90 วินาที

ชุดที่ 4 ชุดเมล็ดกาแฟที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุจนได้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส แล้วให้ความร้อนคงที่ นาน 90 วินาที

ทำการทดลองซ้ำชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ แล้วนำตัวอย่างเมล็ดกาแฟไปวิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ความชื้น โดยการวัดความชื้นมาตรฐานเปียกตามวิธีมาตรฐาน (AOAC, 2005) และวิเคราะห์คาร์โบไฮเดรต โปรตีน น้ำตาล และคาเฟอีน ตามวิธีมาตรฐาน (AOAC, 2005)

(A) (B)

Figure 1 (A) Radio frequency application (B) sample preparation for radio frequency treatment

ผลการทดลอง

เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดกาแฟที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุในแต่ละอุณหภูมิมีแนวโน้มลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดกาแฟที่ไม่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ สอดคล้องกับ ชูพงศ์และคณะ (2553) พบว่า ความชื้นของมอลท์ลดลงอย่างรวดเร็วภายหลังใช้ความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส สามารถลดความชื้นจาก 44 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียกลดลงเหลือ 4.72 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก ภายใน 24 ชั่วโมง ในกระบวนการลดความชื้นของมอลท์ โดยในการทดลองนี้ความชื้นเริ่มต้นของเมล็ดกาแฟเฉลี่ย 11.2 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก เมื่อนำไปผ่านคลื่นความถี่วิทยุจนได้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 90 วินาที พบว่าเมล็ดกาแฟมีความชื้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติเหลือความชื้นประมาณเฉลี่ย 9.85 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก (Table 1)

ความชื้นที่ลดลงของเมล็ดกาแฟ เนื่องจากความร้อนที่ได้จากคลื่นความถี่วิทยุนั้นเป็นแบบไดอิเลคทริคโดยมีหลักการการเกิดความร้อนที่แตกต่างจากการให้ความร้อนโดยวิธีปกติโดยจะเกิดความร้อนจากภายในผลิตผล ซึ่งการเกิดความร้อนแบบไดอิเลคทริคพลังงานที่ได้จากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจะถูกปล่อยผ่านไปยังวัตถุทำให้เกิดการสั่นสะเทือนของโมเลกุลภายในตัววัตถุจนเกิดความร้อนขึ้น โดยเฉพาะโมเลกุลของน้ำจะเกิดความร้อนจากการสั่นสะเทือนของโมเลกุลได้อย่างรวดเร็วจึงทำให้เกิดการลดลงของความชื้น (Birla *et al*., 2004) โดยคลื่นความถี่วิทยุนั้นสามารถกระจายความร้อนผ่านวัตถุที่มีความหนาได้ดีกว่าไมโครเวฟจึงทำให้เกิดความร้อน (Nelson, 1996) ตัววัตถุที่อยู่ในสนามแม่เหล็กไฟฟ้าโดยการให้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบบสลับและความร้อนจะเกิดขึ้นเฉพาะส่วนที่ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเรียกว่า ความร้อนที่เกิดขึ้นภายใน (Internal heating) (Nelson and Walker, 1961) และเกิดการสะสมพลังงาน และทำให้อุณหภูมิในตัววัตถุเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจากการสั่นสะเทือนของโมเลกุลของน้ำภายในผลิตผล (Cwiklinski and von Hoersten, 1999) พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นนี้แปรผันตามความถี่ของคลื่นวิทยุ (Cwiklinski and von Hoersten, 2001) ทำให้โมเลกุลของน้ำที่เกิดความร้อนระเหยออกมาจากเมล็ดกาแฟสู่บรรยากาศได้อย่างรวดเร็วส่งผลให้ความชื้นลดลง

นอกจากนี้ ยังพบว่าสารคาเฟอีนของเมล็ดกาแฟที่ได้รับความร้อนจากการให้พลังงานด้วยคลื่นความถี่วิทยุในการทดลองมีแนวโน้มลดลงแต่การลดลงของสารคาเฟอีนไม่แตกต่างกันทางสถิติ สอดคล้องกับผลการทดลองของ Hečimović *et al*. (2011) ได้รายงานไว้ว่า การเปลี่ยนแปลงของสารคาเฟอีนมีปัจจัยจากอุณหภูมิความร้อนและระยะเวลาที่ได้รับความร้อนของเมล็ดกาแฟ จากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า เมล็ดกาแฟที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุมีเปอร์เซ็นต์ของคาเฟอีนอยู่ระหว่าง 0.97-1.23 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ปริมาณ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และน้ำตาลของเมล็ดกาแฟที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุมีค่าใกล้เคียงกับเมล็ดกาแฟที่ไม่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุในทุกอุณหภูมิ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 51.38±0.52, 11.33±0.57 และ 9.52± 0.49 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 1)

Table 1 Effects of radio frequency treatment on changing of coffee bean chemical compositions

Treatment	Moisture Content (%wb)*	Carbohydrate (%)*	Protein (%)*	Sugar content (%)*	Caffeine (%)*
Control	11.25±0.02 a	51.47±0.21 a	10.93±0.50 a	9.08±0.04 a	1.23±0.09 a
T50-90s	10.29±0.05 b	50.85±0.45 a	11.49±0.43 a	9.68±0.42 a	1.22±0.06 a
T60-90s	10.26±0.04 b	51.52±0.42 a	11.66±0.47 a	9.44±0.40 a	1.17±0.05 a
T70-90s	9.85±0.04 c	51.71±0.41 a	11.51±0.49 a	9.88±0.48 a	0.97 a
Mean	10.41±0.53	51.38±0.52	11.33±0.57	9.52±0.49	1.19±0.06

* Mean values with standard deviations

Means within the same column followed by the same letter are not significantly different at the 0.05

สรุป

ความร้อนที่เกิดขึ้นจากการให้คลื่นความถี่วิทยุกับเมล็ดกาแฟอะราบิกานั้น ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นมากที่สุดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 90 วินาที ทำให้ความชื้นเมล็ดกาแฟลดลงจาก 11.25±0.02 เหลือ 9.85±0.04 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก ในขณะที่ อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 90 วินาที นั้น ความชื้นเมล็ดกาแฟลดลงจาก 11.25±0.02 เหลือ 10.29±0.05 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก โดยทุกอุณหภูมิไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดกาแฟ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน น้ำตาล และคาเฟอีน ดังนั้น การใช้คลื่นความถี่วิทยุที่เหมาะสมส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวเมล็ดกาแฟน้อยที่สุด คือ ที่อุณหภูมิ 50-60 องศาเซลเซียส นาน 90 วินาที

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรมที่สนับสนุนทุนในการทำวิจัย ขอบคุณศูนย์วิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2561. มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 5701-2561 (เมล็ดกาแฟอะราบิกา). [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://www.acfs.go.th/standard/download/Arabica_coffee_bean_2561.pdf. (1 เมษายน 2564).

ชูพงศ์ เมฆพัฒน์, ณัฐศักดิ์ กฤติกาเมษ, Karl Eichhorn Dieter von Hoersten และสุชาดา เวียร์ศิลป์. 2553. การประยุกต์การอบแห้งมอลท์ด้วยความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุร่วมกับเครื่องอบร้อน. วารสารเกษตร 26(4): 71-78.

ชัชพงษ์ ศรีคำ, เยาวลักษณ์ จันทร์บาง, ณัฐศักดิ์ กฤติกาเมษ. 2557. การใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อควบคุมมอดฟันเลื่อยในข้าวสารพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 . วารสารเกษตร 30(3): 253-262.

AOAC. 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International. 18th ed.AOAC International. Gaithersburg, MD.

Birla, S. L., S. Wang, J. Tang and G. Hallman. 2004. Improving heating uniformity of fresh fruit in radio frequency treatments for pest control. Postharvest. Biology Technology 33: 205-217.

Cwiklinski, M. and D. von Hoersten. 1999. Thermal treatment of seeds using microwave or radio-frequency energy for eradicating seedborne fungi. Paper No. 997010. *In*: ASAE/CSAE/CSAE-SCGR-Annual Inter. Meeting, July 18-21. 1999. Toronto, Ontario, Canada. pp. 18-21.

Cwiklinski, M. and D. von Hoersten. 2001. Effect of exposure to radio-frequency electric fields on *Fusarium graminearum* in wheat seed. Paper. No. 016171. *In*: ASAE Annual Meeting. July 29 – August 1, 2001. Sacramento. CA.

Hečimović, I., A. Belščak-Cvitanović, D. Horžić and D. Komes. 2011. Comparative study of polyphenols and caffeine in different coffee varieties affected by the degree of roasting. Food Chemistry 129(3): 991-1000.

Nelson, S. O. 1996. Review and assessment of radio - frequency and microwave energy for stored-grain insect control. Transaction of the ASAE 39: 1475-1484.

Nelson ,S. O. and R.E. Walker. 1961. Effect of radio frequency electrical seed treatment. Agricultural Engineering 42(12): 688-691.

Wangspa, W., Y. Chanbang and S. Vearasilp. 2015. Radio frequency heat treatment for controlling rice weevil in rough rice cv. Khao Dawk Mali 105. Chiang Mai University Journal of Natural Sciences 14(2): 189-197.