Agricultural Sci. J. 49 : 4 (Suppl.) : 363-366 (2018) ว. วิทย. กษ. 49 : 4 (พิเศษ) : 363-366 (2561)

อิทธิพลของความชื้น กำลังไฟฟ้าและระยะห่างระหว่างวัสดุกับแผ่นอิเลคโทรดในการให้ความร้อนข้าวเปลือกด้วยคลื่นวิทยุแบบต่อเนื่อง

Influence of Moisture Content, Electricity Power and Clearance Between Material and Electrode Plate on Continuous Radio Frequency Heating of Paddy

ธวัชชัย ธรรมขันแก้ว[1,2,3] วิบูลย์ ช่างเรือ[1,2,3] เยาวลักษณ์ จันทร์บาง[2,3] ณัฐศักดิ์ กฤติกาเมษ[2,3] และ ณัฏฐวัฒณ์ หมื่นมาณี[2,3]

Thawatchai Thamkunkeaw[1,2,3], Viboon Changrue[1,2,3], Yauwaluck Janbang[2,3], Nattasak Krittigamas[2,3] and Nadthawat Muenmanee[2,3]

Abstract

It has been proved that radio frequency heating in paddy is able to eliminate postharvest insects. However, the continuous process required moving of paddy on the belt. The moving paddy also required clearance between paddy and electrode plate. Too big clearance may decreases radio frequency energy which caused low heat generation in paddy. This study aimed to study the influence of input power (w/g), paddy moisture content (w.b.), clearance between paddy and electrode plate on heat generation performance. The 3 levels of moisture content were 18.8%, 17.7% and 14.2% (w.b.). The clearance between paddy and electrode plate were set to 4 levels of 0, 5, 10 and 15 mm.; and 3 levels of input power were 3.33, 6.66 and 10 w/g. The results revealed that increasing of moisture content and electricity power tended to consume less time to heat paddy reach 60°C. The clearance between paddy and electrode plate not more than 5 mm was suitable for all conditions of studies.

Keywords: Radio wave, Heating, Paddy

บทคัดย่อ

การใช้คลื่นวิทยุในการให้ความร้อนกับข้าวเปลือก ได้รับการศึกษาว่าสามารถกำจัดแมลงหลังการเก็บเกี่ยวได้ แต่กระบวนการทำงานแบบต่อเนื่องจะดำเนินการโดยให้ข้าวเคลื่อนที่บนสายพานผ่านแผ่นอิเลคโทรด ซึ่งจำเป็นต้องมีช่องว่างระหว่างข้าวเปลือกและแผ่นอิเลคโทรด ช่องว่างนี้ถ้าห่างเกินไปก็จะทำให้มีการสูญเสียพลังงานจากคลื่นวิทยุจนทำให้ไม่เกิดความร้อนในข้าวเปลือก งานศึกษานี้จึงทำการศึกษาผลของ กำลังไฟฟ้า (วัตต์ต่อกรัม) ความชื้นข้าวเปลือก (มาตรฐานเปียก) ระยะช่องว่างระหว่างข้าวเปลือกกับแผ่นอิเลคโทรด ที่มีต่อการเกิดความร้อนในเมล็ดข้าวเปลือก ใช้ความชื้นข้าวเปลือก 3 ระดับ คือความชื้นข้าวเปลือกจากแปลงนา 18.8% และที่ลดเหลือ 17.7% และ 14.2% ตามลำดับ ระยะห่างระหว่างข้าวเปลือกและแผ่นอิเลคโทรดกำหนดไว้ 4 ระดับคือ 0 5 10 และ 15 มิลลิเมตร และกำลังไฟฟ้ากำหนดไว้ 3 ระดับคือ 3.33, 6.66 และ 10 วัตต์ต่อกรัม ผลการศึกษาพบว่า ความชื้นและกำลังไฟฟ้าที่มากขึ้น มีแนวโน้มที่จะใช้เวลาในการให้ความร้อนลดลงในการให้ความร้อนข้าวเปลือกถึง 60 องศาเซลเซียส และระยะห่างระหว่างข้าวเปลือกกับแผ่นอิเลคโทรดไม่เกิน 5 มม. มีความเหมาะสมที่จะใช้ได้กับทุกเงื่อนไขการทดลอง

คำสำคัญ: คลื่นวิทยุ, ความร้อน, ข้าวเปลือก

คำนำ

ปัญหาการพบแมลงในการจัดเก็บข้าว เป็นปัญหาใหญ่ของการเก็บรักษาข้าว ในปัจจุบัน สารเคมีที่ใช้ในการควบคุมแมลงที่ได้รับอนุญาตให้ใช้เหลือน้อยลงมาก (บุษรา, 2547) ทำให้มีการศึกษาวิจัยทางเลือกอื่นในการกำจัดแมลง เช่นคลื่นวิทยุ (Wang *et al*., 2003) ซึ่งจะสร้างความร้อนอย่างรวดเร็วและเกิดพร้อมกันทั้งปริมาตรของวัสดุ (Volumetric heating) Janhang *et al*. (2005) พบว่าคลื่นความถี่วิทยุ 27.12 MHz สามารถกำจัดมอดหัวป้อมได้ผลอย่างดียิ่ง และกรรณิการ์ (2552) ทดสอบการใช้คลื่นความถี่วิทยุความถี่ 27.12 MHz ในการกำจัดมอดแป้งทุกระยะการเจริญเติบโตให้ตายอย่างสมบูรณ์ ส่วนประกอบ

[1] ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่, 50200

[1]Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai, Thailand, 50200

[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400

[2] Postharvest Technology Innovation Center, Commission on Higher Education, Bangkok 10400

[3] ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

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

สำคัญในการสร้างคลื่นวิทยุ 2 อย่างคือ อุปกรณ์การเพิ่มความถี่ของไฟฟ้าจาก 50 Hz เป็น 27.12 MHz และอุปกรณ์การเพิ่มกำลังไฟฟ้าจาก 220 V เป็น 8 kV (Figure 1) วัตถุที่ต้องการให้ความร้อนจะอยู่ระหว่างแผ่นอิเลคโทรด และถ้ากระบวนการทำงานแบบต่อเนื่อง การมีช่องว่างระหว่างวัตถุกับแผ่นอิเลคโทรด (Figure 2) ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพของการให้ความร้อนลดลง ดังนั้นในงานศึกษานี้จึงมุ่งที่จะศึกษาผลของพารามิเตอร์ที่ประกอบด้วย ระยะห่างระหว่างวัสดุกับแผ่นอิเลคโทรด ค่าความชื้นของวัสดุและกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการให้ความร้อนด้วยคลื่นวิทยุว่ามีผลต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของวัสดุอย่างไร

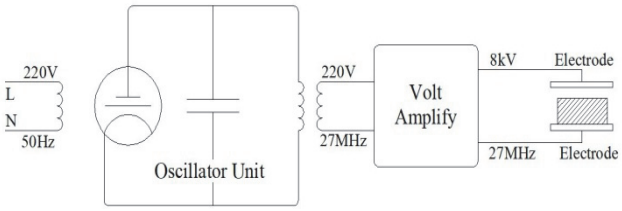

Figure 1 Diagram of Radio Frequency Generator

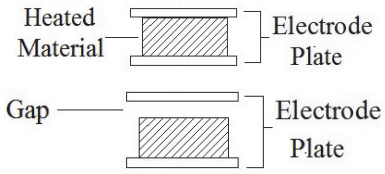

Figure 2 Gap Between Electrode Plate and Material

อุปกรณ์และวิธีการ

1. คัดเลือกเมล็ดข้าวเปลือกที่ใช้ในการทดลองในห้องปฏิบัติการ ทำการคัดแยกตามระดับความชื้น

ใช้ข้าวเปลือกที่ผ่านขั้นตอนการลดความชื้นจากแปลงนาข้าวของเกษตรกร ทำการคัดเลือกตามเงื่อนไขด้านความชื้นที่กำหนดเพื่อนำมาใช้เป็นวัสดุในการทดสอบ ทำการคัดแยกข้าวเปลือกออกเป็น 3 ระดับโดยใช้เครื่องวัดความชื้นชนิดถ้วยตวงยี่ห้อ Kett รุ่น PM-600 (Figure 3) คัดเลือกข้าวเปลือกที่มีความชื้น 14.2% 17.7% และ18.8% (w.b.) เท่ากันทุกการทดสอบในการทดลองจะนำข้าวเปลือกน้ำหนัก 300g โดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักระบบดิจิตอลยี่ห้อ Mettles-Toledo รุ่น PB3002-s (Figure 4) ใส่ในภาชนะบรรจุสำหรับนำเข้าห้องอบด้วยคลื่นวิทยุ RF

Figure 3 Moisture Content Meter

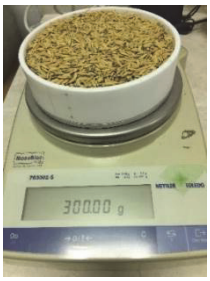

Figure 4 Digital Scale

2. เครื่องให้ความร้อนวัสดุด้วยคลื่นความถี่วิทยุย่านความถี่ 27.12 MHz

ชุดให้ความร้อนวัสดุด้วยคลื่นวิทยุความถี่ 27.12 MHz ที่ปรับระยะของแผ่นอิเลคโทรดกับวัสดุได้ 0 5 10 และ 15 มม. และปรับระดับกำลังไฟฟ้า 3.33, 6.66 และ 10 วัตต์ต่อกรัม (Figure 5) และมีอุปกรณ์การวัดอุณหภูมิแบบไฟเบอร์ออพติค (Figure 6) เพื่อวัดอุณหภูมิในสภาวะคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ ทำการทดสอบเพื่อให้อุณหภูมิข้าวเปลือกถึง 60 °C ทุกการทดลอง

Figure 5 Radio Frequency Heating Machine

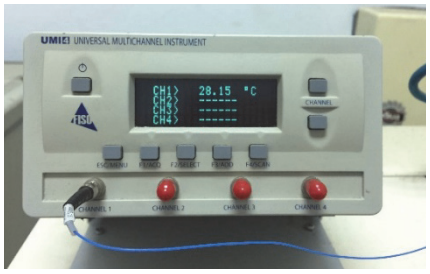

Figure 6 Fiber Optic Thermometer

3. ทดสอบการให้ความร้อนวัสดุด้วยคลื่นความถี่วิทยุตามเงื่อนไขที่กำหนด

ทดสอบให้ความร้อนกับข้าวเปลือก 3 ระดับความชื้น ซึ่งแต่ละความชื้นจะให้ความร้อนด้วยคลื่นความถี่วิทยุ RF ด้วยกำลังไฟฟ้า 3 ระดับ และระยะห่างระหว่างแผ่นอิเลคโทรดกับวัสดุ 4 ระดับ (Figure 7) ติดตั้งสายวัดอุณหภูมิแบบไฟเบอร์ออฟติคตำแหน่งตรงกลางของวัสดุ (Figure 8) การวัดผลทำโดยจับเวลาของการเพิ่มอุณหภูมิทุก ๆ 5°C จนกระทั่งอุณหภูมิถึง 60°C

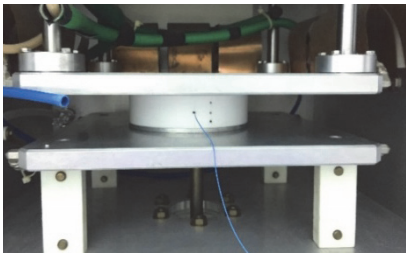

Figure 7 Material Setup Between Electrode Plate

Figure 8 Fiber Optic Measurement

ผลและวิจารณ์

จาก Figure 9 กำหนดระยะห่างแผ่นอิเลคโทรด 0 มม. ได้ผลว่าการเพิ่มของความชื้นและกำลังไฟฟ้า ทำให้เวลาที่ใช้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระยะห่าง 0 มม. กำลังไฟฟ้า10 วัตต์ต่อกรัม ใช้เวลาเฉลี่ย 47 วินาทีซึ่งน้อยที่สุด (Figure 9) จะเห็นได้ว่าค่ากำลังไฟฟ้า 6.66 และ 10 วัตต์ต่อกรัม กราฟมีแนวโน้มการใช้เวลาสัมพันธ์กัน แต่ค่ากำลังไฟฟ้า 3.33 วัตต์ต่อกรัม การใช้เวลาในการให้ความร้อนเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด สำหรับความชื้น ที่ค่าความชื้นน้อยที่สุด 14.2 % มีแนวโน้มใช้เวลามากที่สุด

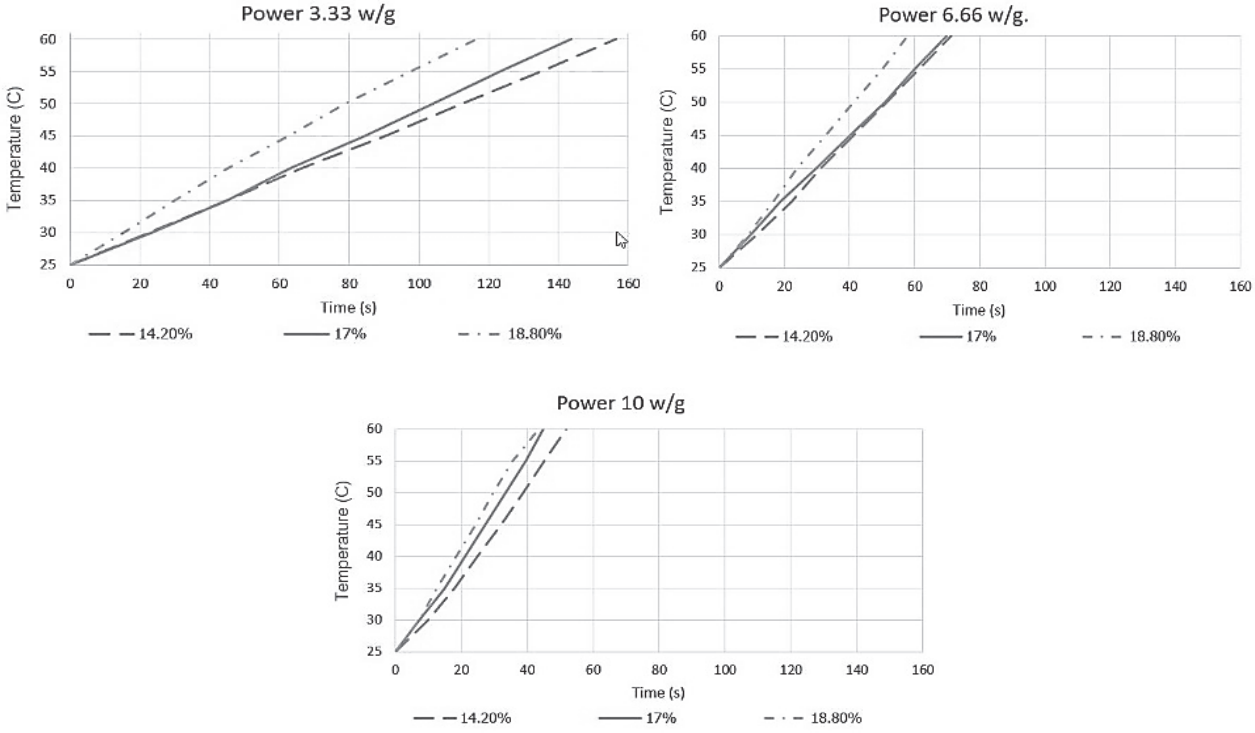

Figure 9 Temperature changing according to powers and moisture contents

เมื่อทำการศึกษาผลของค่ากำลังไฟฟ้า ระยะห่างช่องว่างระหว่างแผ่นอิเลคโทรดกับวัสดุ จาก Figure 9 จะเห็นได้ว่าค่ากำลังไฟฟ้าที่สูงขึ้นการใช้เวลาในการให้ความร้อนก็จะลดลง ที่ค่ากำลังไฟฟ้า 10 วัตต์ต่อกรัม ระยะห่างช่องว่าง 0 มม. ใช้เวลาน้อยที่สุด 43.6 วินาที และช่องว่างระยะห่าง 5 มม. ใช้เวลาในการเพิ่มอุณหภูมิวัสดุให้ถึง 60 องศาเซลเซียส อยู่ในเกณฑ์ใกล้เคียงกันกับช่องว่าง 0 มม. แต่ที่กำลังไฟฟ้า 3.33 วัตต์กรัม มีการใช้เวลาเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ใช้เวลาเฉลี่ย 160 วินาที จะเห็นได้ว่าที่ค่ากำลังไฟฟ้าที่ต่ำจะมีแนวโน้มการใช้เวลาเพิ่มขึ้นอย่างมาก (Figure 10) เมื่อพิจารณาผลต่างของเวลาที่ใช้ จากระยะห่างช่องว่าง 5 มม.เป็น 15 มม. มีการใช้เวลาเพิ่มขึ้นเฉลี่ยประมาณ 50% แต่เมื่อสังเกตเวลาในการเพิ่มอุณหภูมิกราฟกำลังไฟฟ้า 3.33 วัตต์ต่อกรัม มีการใช้เวลาสูงถึง 330 วินาที ซึ่งสูงกว่าทั้งสองค่าถึงกว่า 200 วินาที

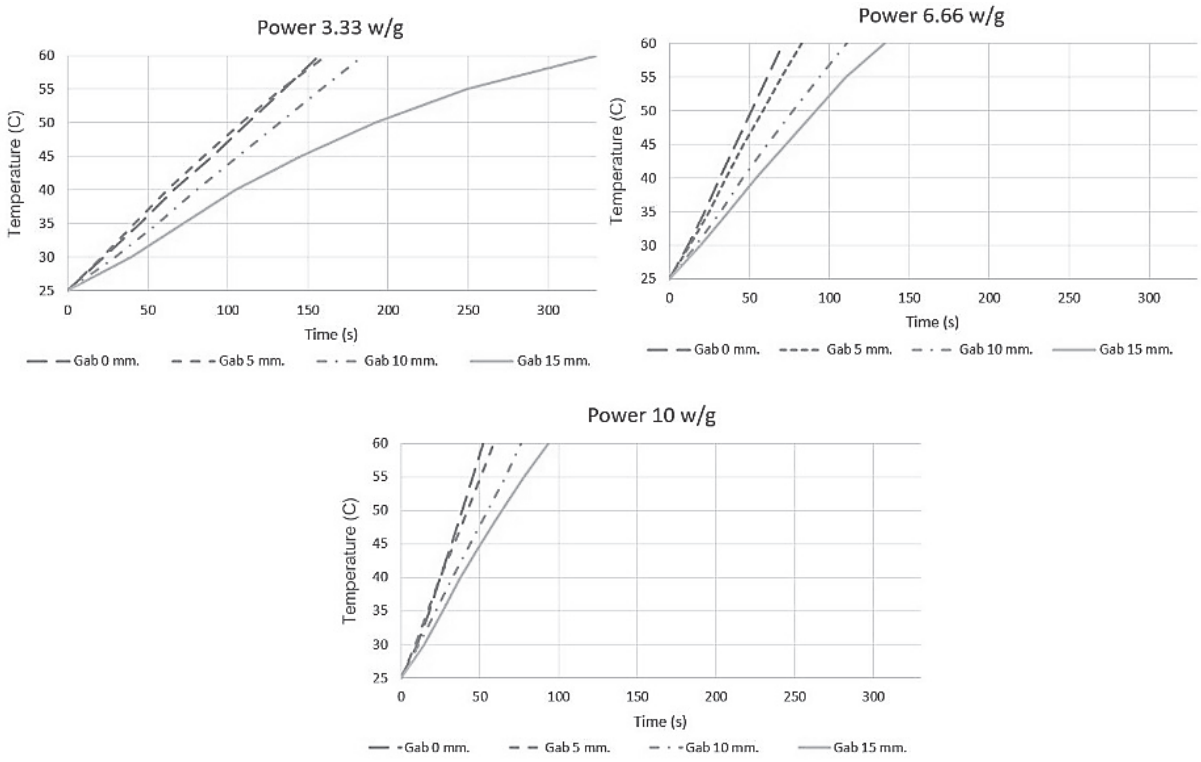

Figure 10 Temperature changing according for gab and power

สรุปผลการทดลอง

ความชื้นและกำลังไฟฟ้าที่มากขึ้น มีแนวโน้มที่จะใช้เวลาในการให้ความร้อนข้าวเปลือกถึง 60 องศาเซลเซียสลดลง และระยะห่างระหว่างข้าวเปลือกกับแผ่นอิเลคโทรดไม่เกิน 5 มม. มีความเหมาะสมที่จะใช้ได้กับทุกเงื่อนไขการทดลอง

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวในการสนับสนุนทุนในการศึกษาวิจัย ขอขอบคุณศูนย์วิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ในการสนับสนุนในเรื่องของสถานที่ อุปกรณ์ทำการวิจัยและประสานงาน

เอกสารอ้างอิง

กรรณิการ์ บัวลอย. 2552 การใช้คลื่นความถี่วิทยุในการควบคุมมอดแป้ง *Tribolium castaneum* (Herbst) ในอาหารสัตว์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

บุษรา จันทร์แก้วมณี. 2547. การจัดการแมลงศัตรูข้าวหลังการเก็บเกี่ยว. เอกสารวิชาการฉบับพิเศษ. บริษัทจิรวัฒน์เอกซ์เพลส จำกัด, กรุงเทพฯ: 17-30.

Janhang, P., N. Krittigamas, L. Wölfgang and S. Vearasilp. 2005. Using radio frequency heat treatment to control seed-borne *Trichoconis padwichii* in rice seed (*Oryza sativa* L.). Deutcher Tropentag 2005, Stuttgart-Hohenheim, Germany.

Wang, S., J. Tang, J..A. Johnson, E. Mitcham, J.D. Hansen, G. Hallman, S.R. Drake and Y. Wang. 2003. Dielectric properties of fruits and insect pets as related to radio frequency and microwave treatments. Biosystems Engineering 85(2): 201-212.