Agricultural Sci. J. 45 : 3/1 (Suppl.) : 393-396 (2014) ว. วิทย. กษ. 45 : 3/1 (พิเศษ) : 393-396 (2557)

การอบแห้งข้าวเปลือกโดยรังสีอินฟราเรดและแก๊สร้อนปล่อยทิ้งจากหัวเผาอินฟราเรด

Paddy Drying Using Infrared Ray and Exhausted Gas from Gas-Fired Infrared Burner

ทิวานัถ แก้วสอนดี[1] สุพรรณ ยั่งยืน[2]และ จักรมาส เลาหวณิช[2]

Tiwanat Gaewsondee[1], Suphan Yangyuen[2]and Juckamas Laohavanich[2]

Abstract

The objectives of this research were to study the changes in moisture content and temperature of paddy in two-stage drying. The drying with infrared which used gas as energy source was used in the initial drying. Then, exhausted gas from first stage was used for the next step of drying. The tester consisted of drying chamber connected with infrared burner on the top and zigzag rail in four boxed which was connected with drying chamber and drying with exhausted hot air. Paddy with the initial moisture contents of 20.32, 25.89 and 31.60 % wet basis was used for testing with the infrared wavelengths of 3.14, 2.83 and 2.58 μm (temperature of 650 750 and 850 °C, respectively). The results found that infrared wavelength shade the effects on the moisture reduction in each initial moisture content level. The moisture reduction could be reduced in both infrared drying and hot air drying. In addition, the temperatures of paddy and hot air increased with the decreased in infrared wavelength and number of boxes. The results showed that the drying at the infrared wavelength of 2.58 μm could reduce the moisture content of paddy until down to 15.39, 19.23 and 24.15 % wet basis from the initial moisture content of 20.32, 25.89 and 31.60 % wet basis, respectively.

Keywords: drying, paddy, Infrared

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงความชื้นและอุณหภูมิของเมล็ดข้าวเปลือกในการอบแห้งแบบสองขั้นตอน โดยเริ่มจากการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดซึ่งใช้แก๊สเป็นแหล่งพลังงาน จากนั้นจึงเอาลมร้อนปล่อยทิ้งจากขั้นตอนแรกมาอบแห้งข้าวเปลือกในขั้นตอนถัดไป ชุดทดสอบมีสองส่วนหลัก คือ ห้องอบแห้งที่ติดตั้งหัวเผาอินฟราเรดอยู่ด้านบน และรางอบแห้งที่ติดตั้งในกล่องจำนวน 4 กล่องที่เชื่อมต่อกับห้องอบและเป็นส่วนของการอบแห้งด้วยลมร้อนปล่อยทิ้ง การทดสอบจะใช้ข้าวเปลือกที่ความชื้นเริ่มต้น 20.32, 25.89 และ 31.60 % wb. ความยาวคลื่นรังสีอินฟราเรด 3.14 , 2.83 และ 2.58 μm (อุณหภูมิ 650 750 และ 850°C ตามลำดับ) ผลการศึกษาพบว่าความยาวคลื่นอินฟราเรดมีอิทธิพลต่อการลดความชื้นข้าวเปลือกในทุกระดับความชื้นเริ่มต้น โดยความชื้นข้าวเปลือกสามารถลดลงได้ทั้งในช่วงของการอบแห้งด้วยอินฟราเรดและการอบแห้งด้วยลมร้อน ส่วนอุณหภูมิของข้าวเปลือกและอุณหภูมิของอากาศร้อนมีค่าเพิ่มขึ้นตามความยาวคลื่นอินฟราเรดที่ลดลงและลดลงตามจำนวนของกล่อง ผลการทดลองพบว่าที่ความยาวคลื่นอินฟราเรด 2.58 μm สามารถลดความชื้นข้าวเปลือกจนเหลือความชื้นสุดท้าย 15.39, 19.23 และ 24.15 % wb. ที่ความชื้นเริ่มต้น 20.32, 25.89 และ 31.60 % wb. ตามลำดับ

คำสำคัญ: การอบแห้ง ข้าวเปลือก อินฟราเรด

คำนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทยและมีการส่งออกเป็นอันดับต้นๆของโลกที่มูลค่าการส่งออกถึง 1.33 แสนล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556) ปัจจุบันเกษตรกรมีการปลูกข้าวปีละ 2 ครั้ง คือ ข้าวนาปี และข้าวนาปรัง ซึ่งในช่วงการเก็บเกี่ยวเกษตรกรยังประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงานในการเก็บเกี่ยวข้าวทำให้เกษตรกรหันมาใช้เครื่องเก็บเกี่ยวนวดข้าวเพิ่มมากขึ้นเพราะสามารถทำงานได้มากกว่าแรงงานคนหลายเท่าทำให้ข้าวเปลือกที่มีความชื้นสูงออกสู่ตลาดใน

[1]นิสิตปริญญาโท คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย มหาสารคาม ต.ขามเรียง อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150

[1]Master student, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kamraing, Kantarawichai, MahaSarakham 44150

[2]ห้องวิจัยวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามต.ขามเรียง อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150

[2]Post-Harvest and Agricultural Machinery Engineering Research Unit, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kamraing, Kantarawichai, MahaSarakham, 44150

ปริมาณมากในช่วงเวลาสั้นๆ (ศิริ, 2553) หลังการเก็บเกี่ยวจำเป็นต้องมีการลดความชื้นข้าวให้ได้ระดับความชื้นที่เหมาะสมสำหรับเก็บรักษาวิธีการลดความชื้นข้าวที่นิยมของเกษตรกรรวมไปถึงผู้ประกอบการลานรับซื้อคือการตากในลาน หรือลานนวดข้าว (จักรมาส, 2553) อย่างไรก็ตามวิธีการการดังกล่าวไม่สามารถทำได้ในสภาพอากาศที่แปรปรวนหรือมีฝนตก เกษตรกรต้องสุมข้าวไว้รอตากทั้งที่ข้าวยังมีความชื้นที่สูงอยู่ การลดความชื้นข้าวล่าช้าอาจส่งผลให้ข้าวถูกจุลินทรีเข้าทำลายเกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีภายในเมล็ดข้าว และการหายใจของเมล็ดข้าว สาเหตุเหล่านี้ทำให้เกิดความร้อนขึ้นและทำให้คุณภาพของข้าวลดลง (นิรชรา, 2539)

การใช้เครื่องอบแห้งขนาดเล็กในระดับเกษตรกรเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถแก้ไขปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นได้จากงานวิจัยที่ผ่านมา (สักกมน, 2555) มีการนำรังสีอินฟราเรดมาประยุกต์ใช้ในการอบแห้งอย่างแพร่หลายเนื่องจากเป็นรังสีที่สามารถให้ความร้อนแก่วัสดุได้โดยตรงจากการแผ่รังสีทำให้ไม่มีการสูญเสียความร้อนให้กับบรรยากาศแวดล้อมมาก ทำให้มีอัตราการอบแห้งที่สูง การอบแห้งประเภทนี้มีจุดเด่นในแง่ของการประหยัดพลังงานและให้ผลิตภัณฑ์อบแห้งที่มีคุณภาพสูง (จักรมาส, 2553) ได้พัฒนาการอบแห้งข้าวเปลือกขนาดเล็กแบบสองขั้นตอนด้วยรังสีอินฟราเรดโดยใช้หัวเผาแบบเซรามิก และนำอากาศร้อนปล่อยทิ้งจากการเผาไหม้มาใช้อบแห้งในขั้นตอนถัดมาพบว่าสามารถลดความชื้นข้าวเปลือกได้อย่างดีในช่วงระยะเวลาสั้นๆ ดังนั้นงานวิจัยการอบแห้งแบบสองขั้นตอนจึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจในการพัฒนา งานวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความชื้นรวมถึงอุณหภูมิของข้าวเปลือกระหว่างการอบแห้งแบบสองขั้นตอนสำหรับเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องอบแห้งขนาดเล็กสำหรับเกษตรกรต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

เครื่องอบแห้งที่พัฒนาจากเครื่องต้นแบบ (จักรมาส, 2553) เป็นเครื่องอบแห้งแบบสองขั้นตอนโดยเริ่มจากการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดใช้แก๊สแอลพีจีเป็นเชื้อเพลิงจากนั้นจึงเอาลมร้อนปล่อยทิ้งจากขั้นตอนแรกมาอบแห้งข้าวเปลือกในขั้นตอนการอบแห้งด้วยลมร้อนเป็นขั้นตอนที่สองเครื่องอบแห้งที่ใช้ในการทดสอบประกอบด้วย (Figure 1 A) 1)ถังป้อนข้าวทำหน้าที่ป้อนข้าวลงไปยังรางเขย่าในห้องอบ 2)ห้องอบแห้ง(เป็นส่วนของการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรด)ภายในห้องอบติดตั้งรางเขย่าทำหน้าที่ช่วยชะลอความเร็วในการเคลื่อนที่ของข้าวให้ได้รับความร้อนจากการแผ่รังสีนานขึ้น ด้านบนของรางเขย่าติดตั้งชุดหัวเผาอินฟราเรด 3)รางอบแห้ง (เป็นส่วนของการอบแห้งด้วยลมร้อน) ถูกติดตั้งในแนวเอียงภายในกล่องเหล็กที่หุ้มฉนวนป้องกันการสูญเสียความร้อนโดยรางมีความยาวรวมทั้งหมด 4 เมตร 4)ตู้ควบคุมทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของ มอเตอร์สั่นสะเทือน พัดลมดูดอากาศ และชุดหัวเผาอินฟราเรด 5)ถังบรรจุแก๊สแอลพีจีซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่ถูกนำไปใช้ในการเผาไหม้ของหัวเผาอินฟราเรด 6)มอเตอร์สั่นสะเทือนทำหน้าที่สั่นสะเทือนให้ข้าวที่ไหลผ่านเครื่องอบแห้งสามารถเคลื่อนที่และได้รับความร้อนอย่างสม่ำเสมอ 7)พัดลมดูดอากาศทำหน้าที่ดูดเอาลมร้อนจากการเผาไหม้จากหัวเผาอินฟราเรดมาใช้อบแห้งข้าวเปลือกในระหว่างที่ข้าวไหลผ่านรางอบแห้ง

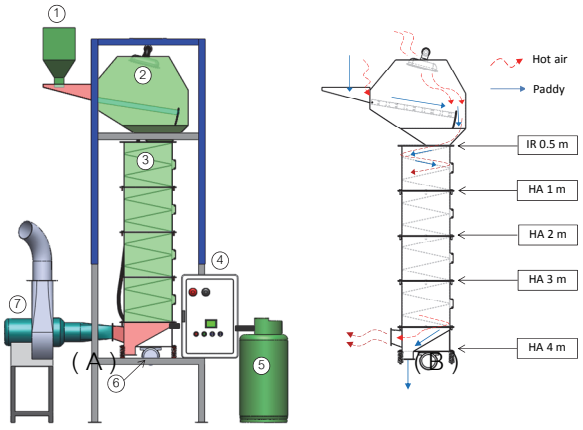

Figure 1 A-B Diagram of paddy drying machine

1. Paddy feeder 2.Infrared drying chamber 3. Hot-air drying chamber
4. Drying and vibrating control unit 5. LPG tank 6. Vibration motor 7. Blower

การทดสอบใช้ข้าวเปลือกที่ความชื้นเริ่มต้น 3 ระดับ 20.32, 25.89 และ 31.60 % wb. ใช้ความยาวคลื่น (IR) ในการอบแห้ง 3 ระดับ 2.58, 2.83 และ 3.14 µm (850, 750และ 650 องศาเซลเซียส ตามลำดับ) การทดสอบเริ่มจากป้อนข้าวเปลือกลงในถังด้านบนและถูกปล่อยลงมายังรางเขย่าภายในห้องอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรด จากนั้นข้าวจะไหลลงมายังรางอบแห้งพร้อมกับลมร้อนซึ่งในช่วงนี้เป็นช่วงของการอบแห้งด้วยลมร้อนเมื่อข้าวและลมร้อนเคลื่อนที่ลงมายังรางชั้นล่างสุดจะถูกแยกออกจากกัน โดยข้าวจะไหลลงไปที่ใต้เครื่องอบส่วนลมร้อนจะถูกปล่อยทิ้ง ในระหว่างการทดสอบนั้นจะสุ่มวัดการเปลี่ยนแปลงความชื้นและอุณหภูมิของข้าวเปลือกในตำแหน่งที่ข้าวผ่านการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดที่รางเขย่า 0.5 เมตร (IR 0.5 m) และตำแหน่งที่ข้าวผ่านการอบแห้งด้วยลมร้อนในรางอบแห้งที่ระยะ 1 2 3 และ 4 เมตร (HA 1m, HA 2m, HA 3m และ HA 4m ตามลำดับ) ดังแสดงใน (Figure 1 B)

ผลและวิจารณ์

ผลการเปลี่ยนแปลงความชื้นของข้าวที่อบแห้งที่ระดับความยาวคลื่น (IR) ต่างๆ ที่ระดับความชื้นข้าวเริ่มต้น 20.32, 25.89 และ 31.60 % wb. (Figure 2, 3 และ 4) จะเห็นว่าการลดลงของระดับความยาวคลื่น (IR) มีอิทธิต่อการลดความชื้นของข้าวได้สูงในทุกระดับความชื้นเริ่มต้น ความยาวคลื่น (IR) ต่ำสามารถความชื้นข้าวได้ดีกว่าความยาวคลื่น (IR) สูง ที่ระดับความยาวคลื่น (IR) ต่ำสุด 2.58 µm สามารถลดความชื้นข้าวจนเหลือความชื้นสุดท้าย 15.39, 19.23 และ 24.15 % wb.(ที่ความชื้นเริ่มต้น 20.32, 25.89 และ 31.60 % wb. ตามลำดับที่) ความชื้นของข้าวจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงของการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดเนื่องจากข้าวได้รับความร้อนสูงจากการแผ่รังสีประกอบกับมีความชื้นที่สูงโดยเฉพาะบริเวณที่ผิว (จักรมาส, 2553) ส่วนในช่วงของการอบแห้งด้วยลมร้อนความชื้นของข้าวจะลดลงอย่างช้าๆเนื่องจากเป็นช่วงอัตราการอบแห้งลดลงข้าวสูญเสียความชื้นที่บริเวณผิวมากในช่วงอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดทำให้ความชื้นภายในข้าวเคลื่อนที่มายังผิวช้ากว่าการพาความชื้นที่ผิวไปยังอากาศ (สมชาติ, 2540)

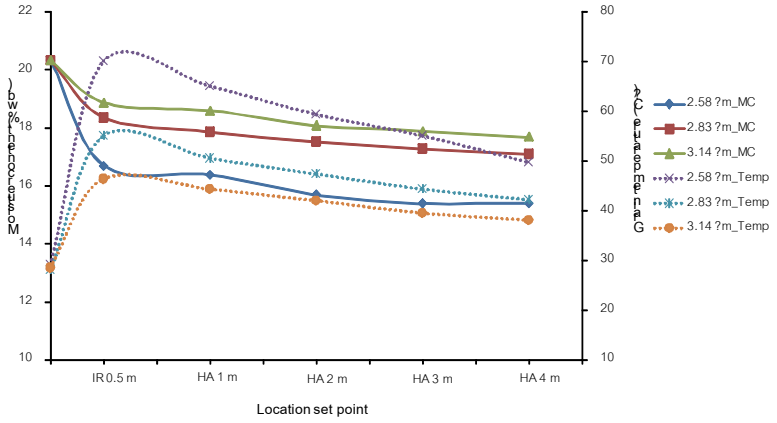

Figure 2 Drying characteristics of paddy using infrared ray at various wavelength combined with exhausted gas from gas-fired infrared burner (Moisture initial 20.32% wb.)

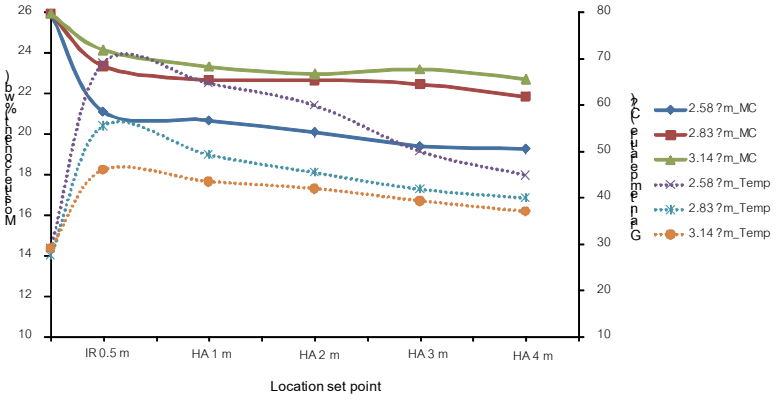

Figure 3 Drying characteristics of paddy using infrared rays at various wavelength combined with exhausted gas from gas-fired infrared burner (Moisture initial 25.89% wb.)

ส่วนการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิข้าว (Figure2, 3 และ 4) จะเห็นว่าอุณหภูมิของข้าวจะเพิ่มเมื่อระดับความยาวคลื่น(IR)ลดลง อุณหภูมิข้าวเปลือกจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงของการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรด และลดลงเรื่อยๆในช่วงของการอบแห้งด้วยลมร้อนตามความยาวของรางอบแห้งที่ระดับความยาวคลื่น (IR) เดียวกันอุณหภูมิของข้าวจะเพิ่มขึ้นเมื่อความชื้นเริ่มต้นของข้าวลดลงซึ่งสอดคล้องกับการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดและก๊าซร้อนปล่อยทิ้งจากหัวเผาอินฟราเรด (จักรมาส, 2553) เมื่อพิจารณาถึงความยาวของรางอบแห้งจะเห็นว่าที่ระยะ 4 เมตร ความชื้นและอุณหภูมิข้าวเปลือกมีการเปลี่ยนแปลงที่น้อยมากแสดงให้เห็นว่าหากเพิ่มความยาวของรางอบแห้งให้มากกว่าเดิมก็จะส่งผลต่อการอบแห้งข้าวเพียงเล็กน้อยเท่านั้นอย่างไรก็ตามเครื่องอบแห้งยังไม่สามารถอบแห้งข้าวให้เหลือความชื้นที่สามารถเก็บรักษาข้าวได้จำเป็นต้องเพิ่มขั้นตอนกระบวนการในการลดความชื้นข้าวด้วยวิธีต่างๆ รวมถึงการศึกษาคุณภาพข้าวหลังการอบแห้ง

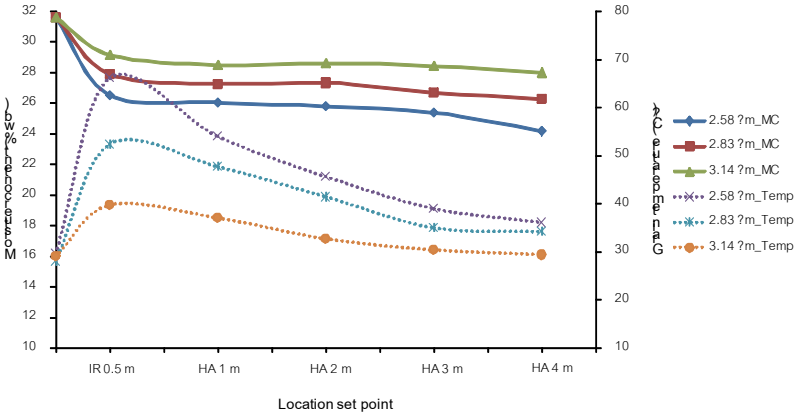

Figure 4 Drying characteristics of paddy using infrared rays at various wavelength combined with exhausted gas from gas-fired infrared burner (Moisture initial 31.60% wb.)

สรุป

ความยาวคลื่น (IR) มีอิทธิพลต่อการลดความชื้นข้าวในทุกระดับความชื้นเริ่มต้นที่ระดับความยาวคลื่นต่ำสามารถลดความชื้นได้ดีกว่าระดับความยาวคลื่นที่สูงโดยความชื้นข้าวจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงของการอบแห้งด้วยอินฟราเรดและยังสามารถลดความชื้นได้ในระดับหนึ่งในช่วงการอบแห้งด้วยลมร้อนระดับความยาวคลื่นและความชื้นเริ่มต้นที่ลดลงนั้นยังมีผลทำให้อุณหภูมิของข้าวเพิ่มขึ้น

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ และมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่สนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆในการทำงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

จักมาส เลาหวณิช. 2553.การอบแห้งข้าวเปลือกโดยรังสีอินฟราเรดและก๊าซร้อนปล่อยทิ้งจากหัวเผาอินฟราเรด. วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย 16(1): 16-22

นิรชรา ศรีสุบัติ. 2539. การศึกษาผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่มีต่ออัตราการเหลืองของข้าวเปลือกชื้น. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ. หน้า 1.

สักกมน เทพหัสดิน ณ อยุธยา. 2555. การอบแห้งอาหารและวัสดุชีวภาพ: เครื่องอบแห้งสำหรับอาหารและวัสดุชีวภาพ. บริษัท สำนักพิมพ์ท็อป จำกัด. กรุงเทพฯ. หน้า 88-89.

สมชาติ โสภณรณฤทธิ์. 2540. การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท. พิมพ์ครั้งที่ 7. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ. หน้า 101.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2556. ข้าวรวม: ปริมาณและมูลค่าการส่งออกรายเดือน. [ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/export_result.php. (1 กรกฎาคม 2557).

ศิริ ดวงพร. 2553. การอบแห้งข้าวเปลือกโดยเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนในตัวกลางแตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีพลังงาน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม. หน้า 1-2.