



โครงการวิจัยเรื่อง

การศึกษาความเป็นไปได้ของการอบแห้งข้าวหนึ่ง
ด้วยลมร้อนร่วมกับรังสีอินฟราเรด

**Feasibility Study of Combined Hot Air and Far Infrared
Radiation for Parboil rice Drying**

คณะผู้วิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยุทธนา ฐิระวณิชย์กุล (หัวหน้าโครงการวิจัย)

รองศาสตราจารย์ ดร. สุภวรรณ ฐิระวณิชย์กุล

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาเครื่องอบแห้งแบบตู้อย่างง่ายเพื่อใช้ศึกษาหา จลนพลศาสตร์การอบแห้งและศึกษาหาสมบัติทางกายภาพของข้าวหนึ่ง โดยเลือกใช้ข้าวเปลือก 3 สายพันธุ์ ที่มีปริมาณแอมิโลสแตกต่างกันสำหรับทำการทดลอง ได้แก่ ข้าวเปลือกพันธุ์เฉียงพัทลุง ข้าวเปลือกพันธุ์ เล็บนกปัตตานี และข้าวเปลือกพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ทำการทดลอง โดยการนำข้าวเปลือกมาทำการแช่น้ำ ร้อน จากนั้นนำไปนึ่งและสุดท้ายทำการอบแห้ง โดยใช้พลังงานความร้อนโดย การแผ่ความร้อนจากรังสี อินฟราเรด การพาความร้อนด้วยลมร้อน และการพาความร้อนจากลมร้อนร่วมกับรังสีอินฟราเรด โดยการ พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการอบแห้งข้าวหนึ่ง ที่มีความชื้นเริ่มต้นในช่วง 42.8-56.7 % มาตรฐานแห้ง ด้วยแบบจำลองแบบเอมพิริคัล 3 รูปแบบ ในงานวิจัยนี้ทำการทดลองอบแห้ง โดยใช้กำลัง ของรังสีอินฟราเรด เป็น 500, 1,000 และ 1,500 วัตต์ อุณหภูมิอบแห้งในช่วง 60-100°C ความเร็วลมที่ใช้ ในการอบแห้งในช่วง 1-1.2 เมตรต่อวินาที กลไกในการถ่ายโอนมวลของการอบแห้งข้าวหนึ่ง จะเป็นปัจจัย อันเนื่องมาจากการถ่ายโอนความชื้นภายในเมล็ดข้าวหนึ่งสัมพัทธ์และผลการจำลองจากผลการทดลอง พบว่า รูปแบบสมการของ Oswin (1946) อธิบายผลการทดลองความชื้นสมดุลของข้าวหนึ่งพันธุ์เฉียง พัทลุง และข้าวหนึ่งพันธุ์เล็บนกปัตตานีได้ดีที่สุด ส่วนข้าวหนึ่งพันธุ์สุพรรณบุรี 1 พบว่ารูปแบบสมการของ Chung & Pfof (1967) อธิบายผลการทดลองได้ดีที่สุด ตามลำดับ รวมทั้งพบว่ากำลังของรังสีอินฟราเรด ส่งผลต่ออัตราการอบแห้งข้าวหนึ่ง กรณีศึกษาพารามิเตอร์พื้นฐาน ได้แก่ ความหนาแน่นปรากฏ ความร้อน จำเพาะ สัดส่วนช่องว่างของอากาศ และความชื้นสมดุล จากผลการทดลอง พบว่า ความหนาแน่นปรากฏ และความร้อนจำเพาะมีความสัมพันธ์แบบสมการเชิงเส้นกับความชื้นเริ่มต้น สัดส่วนช่องว่างของอากาศ ของข้าวหนึ่งจะมีความสัมพันธ์ส่วนกลับแบบเชิงเส้นกับความชื้นเริ่มต้นของข้าวหนึ่ง ส่วนความชื้นสมดุลจะ เป็นฟังก์ชันกับความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ

ผลการศึกษาคูณภาพของข้าวหนึ่ง 3 สายพันธุ์ จากผลการทดลองที่สภาวะต่าง ๆ พบว่า ร้อยละข้าว เต็มเมล็ดของข้าวหนึ่งที่อบแห้งด้วยอุณหภูมิต่ำและกำลังของรังสีอินฟราเรดต่ำ จะมีค่าร้อยละเต็ม เมล็ดสูงกว่าข้าวหนึ่งที่ผ่านกระบวนการอบแห้งที่อุณหภูมิอบแห้งสูงและกำลังของรังสีอินฟราเรดสูง ขณะที่ความเหลืองของข้าวหนึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อผ่านกระบวนการอบแห้งที่อุณหภูมิสูง โดยที่ความเหลือง ของข้าวหนึ่งจะขึ้นกับอุณหภูมิต่ำและกำลังของรังสีอินฟราเรดที่ใช้ในการอบแห้ง และความเป็นท้อง ไข่ของข้าวหนึ่งหลังผ่านกระบวนการอบแห้งมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 1.5 ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่ยอมรับได้ในเชิง พาณิชย์ เมื่อพิจารณาค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะของการอบแห้งข้าวหนึ่ง พบว่าการอบแห้งข้าวหนึ่ง ด้วยลมร้อน จะมีค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะสูงกว่าการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรด และการอบแห้ง ด้วยลมร้อนร่วมกับรังสีอินฟราเรด

Keywords: สมการเอมพิริคัล/ พลังงานความร้อนร่วม/ ข้าวนึ่ง/ ความเหลือง

Abstract

A hybrid infrared-hot air cabinet dryer was developed and used for studying of drying kinetic and investigating some physical qualities of parboiled rice. Three different rice varieties (Chieng Patalung, Leb Nok Pattani and Suphanburi 1 rice) with different amylose content were prepared for this work. The fresh sample were soaked, steamed and dried by infrared irradiation and hot air convection. The mathematical drying modeling for parboiled paddy with initial moisture contents of 42.8-66.7% dry-basis was proposed based on three different empirical equations. The drying process was carried out at infrared power of 500, 1,000 and 1,500 W, drying air temperatures of 40-80°C with increment of 10°C/step and inlet drying air velocity ranging of 1.2-1.6 m/s. The mechanism of mass transfer for the parboiled paddy drying was relatively affected by an internal moisture movement inside the kernel and the simulated results modified by Oswin model were the best fitting to the experimental results of Chieng Patalung and Leb Nok Pattani rice varieties while Chung & Pfoest were the best fitting to the experimental results of Suphanburi 1 rice varieties. Consequently, the results indicated that infrared power intensity significantly accelerated the drying rate of parboiled rice. Evaluation of thermo-physical properties in terms of apparent density, specific heat capacity percentage of void fraction and equilibrium moisture content (EMC) concluded that apparent density, specific heat capacity were linear dependent on initial moisture content. In the opposite side, the percentage of void fraction was inversely related to initial moisture content and the EMC value was the logarithm function of surrounding relative humidity and temperature.

Due to determine quality of dried parboiled rice with various drying conditions, the experimental results showed that the percentage of head rice yield of dried paddy with a low temperature and low infrared intensity was higher than dried paddy at a high temperature whereas the yellowness value relatively increased with increase of drying temperature. Additionally, the percentage of white belly was also significantly affected by the drying temperature while yellowness value was dependent on drying temperature and infrared intensity. Finally, evaluation of the specific energy consumption was showed that parboiled rice drying with hot air was relative high comparing to drying with infrared irradiation and combined infrared-hot air.

Keywords: Empirical equation / Hybrid Energy/ Parboil rice/ Yellowness value