Agricultural Sci. J. 42 : 3 (Suppl.) : 597-600 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 3 (พิเศษ) : 597-600 (2554)

ออกแบบและทดสอบเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกสำหรับโรงสีข้าวชุมชน

Design and test padder dryer for the community mill rice

ภิญโญ ชุมมณี[1] วีระชาติ จริตงาม[2] ธนรัตน์ ศรีรุ่งเรือง[2] และ วัชระ ชัยสงคราม[2]

Pinyo Chummanee[1], Weerachat Jaritngam[2], Tanarat Srirungruang[2] and Watchara Chaisongkram[2]

Abstract

The objective of this paper was to design and test a continuous rotary dryer using hot air circulation with motor padder for high-moist paddy at community mill rice. A prototype rotary hot air circulation dryer with a capacity of 200kg/h was designed and fabricated for community mill rice. Padder quality after drying also has been taken into consideration. The mechanism system of the dryer is comprised to adjust the temperature LPG gas burner for heat supply, circulating drying padder tube and conveying padder system. Experimental results show that the continuous rotary hot air circulation motor padder dryer reduced initial moisture content of padder from 30% dry-basis to final moisture content of padder 16% dry-basis. Residence time of padder was approximately 30 minutes. Drying air temperature was 80-100°C; air speed of 1m/s; electric power of 375W and average amount of LPG gas 1.7kg/h. Padder drying cost was 0.41 baht/kg, fixed cost for produced dryer 0.05 baht/kg for padder dryer 5 years-used and operating cost 0.36 baht/kg when used dryer 8 h/day.

Keywords: padder, dryer, community mill rice

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อออกแบบและทดสอบเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกช่วงเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงสำหรับโรงสีข้าวชุมชน โดยใช้เทคนิคโรตารี่หมุนต่อเนื่องชนิดอากาศร้อนไหลตาม โดยได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกที่มีกำลังผลิต 200 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และต้องคำนึงถึงคุณภาพของข้าวเปลือกหลังการอบแห้งโดยใช้เทคนิคโรตารี่ให้อยู่ในเกณฑ์ดีเพื่อต้องการให้เป็นต้นแบบสำหรับโรงสีข้าวชุมชน ซึ่งมีข้อดีและข้อได้เปรียบพอที่จะแนะนำให้โรงสีข้าวชุมชนสามารถออกแบบสร้างและดำเนินการทดลองใช้งานได้จริง พบว่า การอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเทคนิคโรตารี่หมุนต่อเนื่องชนิดอากาศร้อนไหลตามสามารถลดความชื้นของข้าวเปลือกเริ่มต้นจาก 30 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้งให้เหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 16 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง โดยกำหนดให้ข้าวเปลือกอยู่ในห้องอบแห้งนานประมาณ 30 นาทีใช้อุณหภูมิในการอบแห้งข้าวเปลือกอยู่ในช่วงประมาณ 80-100 องศาเซลเซียส ความเร็วของกระแสอากาศร้อนในห้องอบแห้งข้าวเปลือกประมาณ 1 เมตรต่อวินาที อัตราใช้กำลังไฟฟ้า 375 วัตต์ ใช้เชื้อเพลิงก๊าซหุงต้มเฉลี่ย 1.7 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หากมีการใช้งาน 8 ชั่วโมงต่อวันจะมีค่าใช้จ่ายในการอบแห้งข้าวเปลือกเป็น 0.41 บาทต่อกิโลกรัม แยกเป็นค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องอบแห้ง 0.05 บาทต่อกิโลกรัม คิดอายุการใช้งานของเครื่องอบแห้ง 5 ปี และเป็นค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ 0.36 บาทต่อกิโลกรัม

คำสำคัญ : ข้าวเปลือก, อบแห้ง, โรงสีชุมชน

คำนำ

ข้าวเปลือกเป็นผลิตผลหลักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย โดยเกษตรกรส่วนใหญ่จะทำนาปีละ 2 ครั้งคือข้าวนาปรังและข้าวนาปี ข้าวนาปรังจะปลูกในนอกฤดูฝน ส่วนข้าวนาปีจะทำนาในฤดูฝนและจะเก็บราวเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายน ทำให้เกิดปัญหาความชื้นในเมล็ดข้าวเปลือกสูงถึง 30 เปอร์เซ็นต์ โดยทั่วไปเกษตรกรจะทำการขายข้าวเปลือกให้โรงสีข้าวในท้องถิ่นทันทีหลังจากการเก็บเกี่ยว ซึ่งทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่ขายข้าวเปลือกได้ในราคาที่ต่ำกว่ามาตรฐาน เพราะโรงสีข้าวมีข้อกำหนดในการรับซื้อข้าวเปลือกที่ระดับความชื้น 13 เปอร์เซ็นต์ ถึง 15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นความชื้นที่เหมาะสมต่อการแปรรูปและเก็บรักษาต่อไป ดังนั้นความชื้นข้าวเปลือกมีบทบาทสำคัญในการกำหนดราคาข้าว ซึ่งข้าวเปลือก

[1] สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ นครสวรรค์ 6000

[1] Division of Energy Engineering, Faculty of Agricultural and Industrial Technology, Nakhon Sawan Rajabhat University, Nakhon Sawan, 60000

[2] สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า เครื่องกล การผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ นครสวรรค์ 6000

[2] Division of Electromechanic Manufacturing Engineering, Faculty of Agricultural and Industrial Technology, Nakhon Sawan Rajabhat University, Nakhon Sawan, 60000

ที่เก็บเกี่ยวในระยะที่เหมาะสมและลดความชื้นได้อย่างเหมาะสม จะมีราคาสูงกว่าข้าวเปลือกที่อยู่ในช่วงเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูง เนื่องจากข้าวเปลือกที่มีความชื้นเหมาะสมสามารถนำมาสีให้ได้ปริมาณข้าวต้นสูง โดยไม่ต้องนำข้าวเปลือกมาลดความชื้นอีก แต่หากรับซื้อข้าวที่มีความชื้นสูงต้องเสียค่าใช้จ่ายในการลดความชื้นและสูญเสียน้ำหนักข้าวหลังการลดความชื้น

การอบแห้งข้าวเปลือกในช่วงเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูง เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตผลได้ มีบทบาทสำคัญในการแปรรูปข้าวเปลือก การเลือกใช้เครื่องอบแห้งข้าวเปลือกช่วงเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงโดยใช้เทคนิคโรตารี่หมุนต่อเนื่องชนิดอากาศร้อนไหลตามที่เหมาะสม ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสีข้าวและการเก็บรักษาข้าวเปลือกหลังการเก็บเกี่ยวให้สูงมากขึ้น นอกจากนี้ในปัจจุบันเกษตรกรมีความใส่ใจในเรื่องการอบแห้งข้าวเปลือกก่อนส่งขายให้กับโรงสีข้าวมากขึ้น ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและทดสอบเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกในช่วงเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงสำหรับโรงสีข้าวชุมชน โดยใช้เทคนิคโรตารี่หมุนต่อเนื่องชนิดอากาศร้อนไหลตาม

อุปกรณ์และวิธีการ

ข้าวเปลือกเก็บเกี่ยวจากนาข้าวเกษตรกรในพื้นตำบลท่าตะโก อำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาแบ่งเป็นพันธุ์ข้าวเปลือก 2 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ข้าวเปลือกสุพรรณบุรี 3 และพันธุ์ข้าวเปลือกปทุมธานี 80 โดยนำพันธุ์ข้าวเปลือกมาชั่งน้ำหนักให้ได้ชุดทดลองอย่างละ 200 กิโลกรัม จากนั้นทำการเตรียมพันธุ์ข้าวเปลือกที่ใช้ในการทดสอบงานวิจัย โดยเตรียมพันธุ์ข้าวเปลือกให้มีค่าความชื้นในเมล็ดก่อนเข้าเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกเท่ากับ 30 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง แล้วทำการอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกในช่วงเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงสำหรับโรงสีข้าวชุมชนโดยใช้เทคนิคโรตารี่หมุนต่อเนื่องชนิดอากาศร้อนไหลตามที่ได้ออกแบบและสร้างเอาไว้ จากนั้นนำพันธุ์ข้าวเปลือกที่ออกจากเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกมาตรวจวัดค่าความชื้น โดยบันทึกค่าความชื้นข้าวเปลือกด้วยเครื่องวัดความชื้นและบันทึกอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงแก๊สหุงต้มที่ใช้ในการอบแห้งข้าวเปลือกในแต่ละการทดสอบ เพื่อเปรียบเทียบค่าความชื้นข้าวเปลือกและอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงแก๊สหุงต้มระหว่างก่อน-หลังการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกในช่วงเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงสำหรับโรงสีข้าวชุมชนโดยใช้เทคนิคโรตารี่หมุนต่อเนื่องชนิดอากาศร้อนไหลตามต่อไป

ผล

การออกแบบและทดสอบเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกในช่วงเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงสำหรับโรงสีข้าวชุมชน โดยใช้เทคนิคโรตารี่หมุนต่อเนื่องชนิดอากาศร้อนไหลตาม ซึ่งได้ออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกที่มีกำลังผลิต 200 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เพื่อใช้ในการอบแห้งกับกลุ่มตัวอย่างพันธุ์ข้าวเปลือก 2 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ข้าวเปลือกสุพรรณบุรี 3 และพันธุ์ข้าวเปลือกปทุมธานี 80 พบว่า สามารถอบแห้งข้าวเปลือกที่กำลังผลิต 200 กิโลกรัมต่อชั่วโมงได้อย่างต่อเนื่องจากกลุ่มตัวอย่างที่ได้ทดสอบพันธุ์ข้าวเปลือกทั้งหมด 2 สายพันธุ์ (Figure 1) และการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกในช่วงเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงสำหรับโรงสีข้าวชุมชนนั้นได้คุณภาพของข้าวเปลือกหลังการอบแห้งโดยใช้เทคนิคโรตารี่อยู่ในเกณฑ์ดี

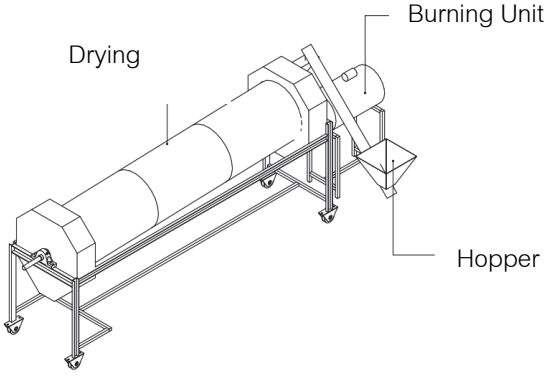

Figure 1 Rotating paddle type concurrent flow hot air paddy dryer for community level.

การเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นในเมล็ดข้าวเปลือก ซึ่งพิจารณาจากการตรวจวัดค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นเมล็ดข้าวเปลือกก่อนเข้าเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกในทุกการทดสอบของพันธุ์ข้าวเปลือกที่มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงจากค่าความชื้น 30 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้งให้เหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 16 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง (Figure 2) โดยกำหนดให้ข้าวเปลือกอยู่ในท่อ

อบแห้งนานประมาณ 30 นาทีต่อรอบ โดยใช้ความเร็วของกระแสอากาศร้อนในท่ออบแห้งข้าวเปลือกประมาณ 1 เมตรต่อวินาที สำหรับอุณหภูมิอากาศร้อนที่ใช้ในการอบแห้งพันธุ์ข้าวเปลือกทั้งหมด 2 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ข้าวเปลือกสุพรรณบุรี 3 และพันธุ์ข้าวเปลือกปทุมธานี 80 อยู่ในช่วงประมาณ 80-100 องศาเซลเซียส พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ 1 การอบแห้งข้าวเปลือกสุพรรณบุรี 3 ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีค่าความชื้นลดลงร้อยละ 33.46 มีอัตราการลดลงของความชื้นต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับที่การอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส มีค่าความชื้นลดลงร้อยละ 37.35 กลุ่มตัวอย่างที่ 2 การอบแห้งพันธุ์ข้าวเปลือกปทุมธานี 80 ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีค่าความชื้นลดลงร้อยละ 30.53 มีอัตราการลดลงของความชื้นต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับที่การอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส มีค่าความชื้นลดลงร้อยละ 40.70 โดยภายหลังจากทำการอบแห้งแล้วจะต้องมีระยะเวลาพกตัวของเมล็ดข้าว ซึ่งจะมีผลต่อปริมาณเปอร์เซ็นต์ของข้าวต้น เมื่อเพิ่มระยะเวลาพกตัวจะทำให้ปริมาณเปอร์เซ็นต์ของข้าวต้นมีค่าเพิ่มขึ้น แต่จะมีผลในช่วงระยะเวลาพกตัวไม่เกิน 20 นาที ตามลำดับ

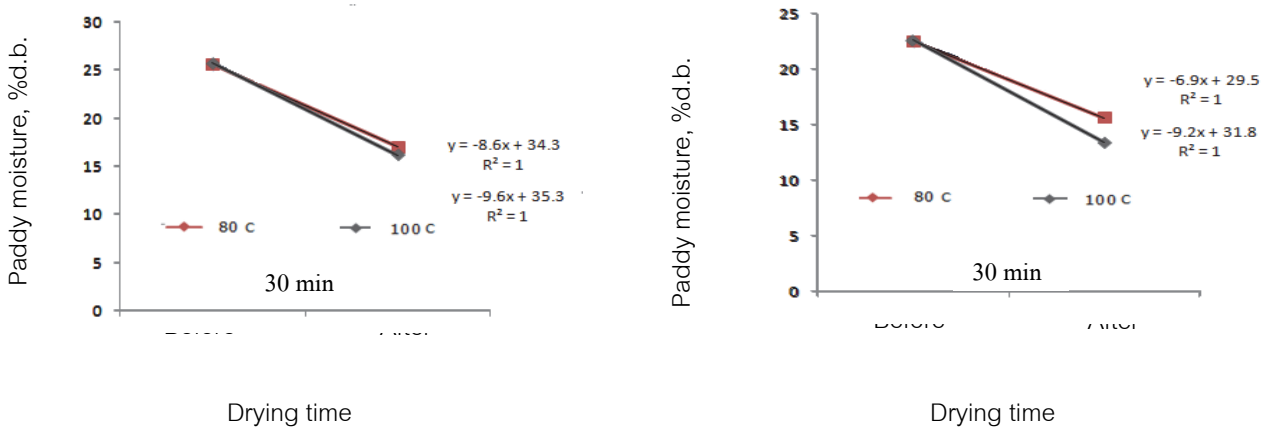

Figure 2 Change in paddy moisture during drying in paddle type concurrent flow hot air.

อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง พบว่า การใช้แก๊สหุงต้มจะมีค่าสูงขึ้นในทุกระดับจากการปรับค่าอุณหภูมิการเป่าอากาศร้อนขึ้นดังต่อไปนี้ ส่วนที่หนึ่งการอบแห้งข้าวเปลือกที่เป่าอากาศร้อนด้วยอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงแก๊สหุงต้มมีค่าเท่ากับ 3.75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ส่วนที่การอบแห้งข้าวเปลือกที่เป่าอากาศร้อนด้วยอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส มีค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงแก๊สหุงต้มมีค่าเท่ากับ 4.55 กิโลกรัมต่อชั่วโมง (Figure 3)

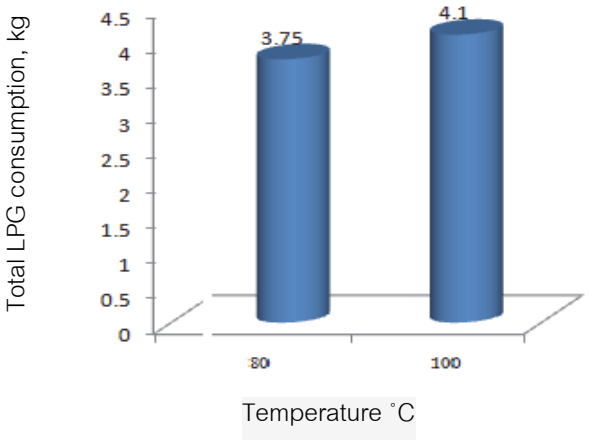

Figure 3 LPG consumption for drying paddy at various temperatures.

วิจารณ์ผล

การออกแบบและทดสอบเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกในช่วงเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงสำหรับโรงสีข้าวชุมชน โดยใช้เทคนิคโรตารี่หมุนต่อเนื่องชนิดอากาศร้อนไหลตาม โดยได้ออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกที่มีกำลังผลิต 200 กิโลกรัมต่อ

ชั่วโมง พบว่า สามารถอบแห้งข้าวเปลือกที่กำลังผลิต 200 กิโลกรัมต่อชั่วโมงได้อย่างต่อเนื่อง (Figure 1) และคุณภาพของข้าวเปลือกหลังการอบแห้งโดยใช้เทคนิคโรตารี่ให้อยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งมีข้อดีและข้อได้เปรียบพอที่จะแนะนำให้โรงสีข้าวชุมชนสามารถทำการออกแบบ สร้างและดำเนินการทดลองใช้งานได้จริง

การเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นในเมล็ดข้าวเปลือก ซึ่งพิจารณาจากการตรวจวัดค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นเมล็ดข้าวเปลือกก่อนเข้าเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกในทุกการทดสอบของพันธุ์ข้าวเปลือกที่มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงจากค่าความชื้น 30 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้งให้เหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 16 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง (Figure 2) โดยกำหนดให้ข้าวเปลือกอยู่ในท่ออบแห้งนานประมาณ 30 นาทีต่อรอบ โดยใช้ความเร็วของกระแสอากาศร้อนในท่อออบแห้งข้าวเปลือกประมาณ 1 เมตรต่อวินาที สำหรับอุณหภูมิอากาศร้อนที่ใช้ในการอบแห้งข้าวเปลือกอยู่ในช่วงประมาณ 80-100 องศาเซลเซียส พบว่า การอบแห้งข้าวเปลือกทั้งหมด 2 ชนิดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นลดลงในเกณฑ์ดีและคุณภาพของข้าวเปลือกหลังการสีข้าวมีประสิทธิภาพสูง โดยภายหลังจากทำการอบแห้งแล้วจะต้องมีระยะเวลาพกตัวของเมล็ดข้าว ซึ่งจะมีผลต่อปริมาณเปอร์เซ็นต์ของข้าวต้นเพิ่มสูงขึ้น

อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง พบว่า การใช้แก๊สหุงต้มจะมีค่าสูงขึ้นในทุกระดับจากการปรับค่าอุณหภูมิการเป่าอากาศร้อนขึ้นดังต่อไปนี้ ส่วนที่หนึ่งการอบแห้งข้าวเปลือกที่เป่าอากาศร้อนด้วยอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงแก๊สหุงต้มมีค่าเท่ากับ 3.75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ส่วนที่การอบแห้งข้าวเปลือกที่เป่าอากาศร้อนด้วยอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส มีค่าอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงแก๊สหุงต้มมีค่าเท่ากับ 4.55 กิโลกรัมต่อชั่วโมง (Figure 3) ซึ่งการที่อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานปฐมภูมิจำเพาะมีค่าสูงนั้นพิจารณาได้ว่ามาจากสาเหตุ 2 ประการคือ เปอร์เซ็นต์ความชื้นเริ่มต้นข้าวเปลือกมีค่าต่ำ จึงต้องใช้พลังงานสูงในการอบแห้ง และการหมุนเวียนข้าวเปลือกในบริเวณห้องอบแห้งนั้นไม่สม่ำเสมอ สำหรับการปรับอัตราในการป้อนข้าวเปลือกจะต้องทำการปรับให้มีความเหมาะสมกับระยะเวลาการอบแห้งในท่ออบแห้งด้วย เพื่อให้การอบแห้งเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

สรุป

การอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเทคนิคโรตารี่หมุนต่อเนื่องชนิดอากาศร้อนไหลตามสามารถลดความชื้นของข้าวเปลือกเริ่มต้นจาก 30 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้งให้เหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 16 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง โดยกำหนดให้ข้าวเปลือกอยู่ในห้องอบแห้งนานประมาณ 30 นาทีใช้อุณหภูมิในการอบแห้งข้าวเปลือกอยู่ในช่วงประมาณ 80-100 องศาเซลเซียส ความเร็วของกระแสอากาศร้อนในห้องอบแห้งข้าวเปลือกประมาณ 1 เมตรต่อวินาที อัตราใช้กำลังไฟฟ้า 375 วัตต์ ใช้เชื้อเพลิงก๊าซหุงต้มเฉลี่ย 1.7 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หากมีการใช้งาน 8 ชั่วโมงต่อวันจะมีค่าใช้จ่ายในการอบแห้งข้าวเปลือกเป็น 0.41 บาทต่อกิโลกรัม แยกเป็นค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องอบแห้ง 0.05 บาทต่อกิโลกรัม คิดอายุการใช้งานของเครื่องอบแห้ง 5 ปี และเป็นค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ 0.36 บาทต่อกิโลกรัม

คำขอบคุณ

ผู้ดำเนินการวิจัยใคร่ ขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณดำเนินการจนโครงการประสบความสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

เกรียงไกร เพ็ชรน้ำเขียว. 2549. เครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบข้าวหล่ออิสระอย่างรวดเร็วและประหยัดพลังงาน. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 2.

จุฑาทิพย์ ทองเดชาสามารถ. 2545. การอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเทคนิคฟลูอิดไดเซชันแบบใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ใจทิพย์ วานิชชัง. 2538. การศึกษาวิธีการลดความชื้นและความชื้นก่อนสีข้าวเปลือกที่มีต่อคุณภาพการสีข้าว. รายงานการวิจัย. สภาวิจัยแห่งชาติ.

ทวิช จิตรสมบูรณ์. 2549. ผลกระทบของลมหมุนวนต่อประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบข้าวหล่ออิสระ. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 20.