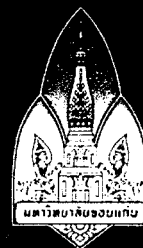


นวัตกรรมอุตสาหกรรมไทยก้าวไกลสู่ประชาคมโลก

PROCEEDINGS



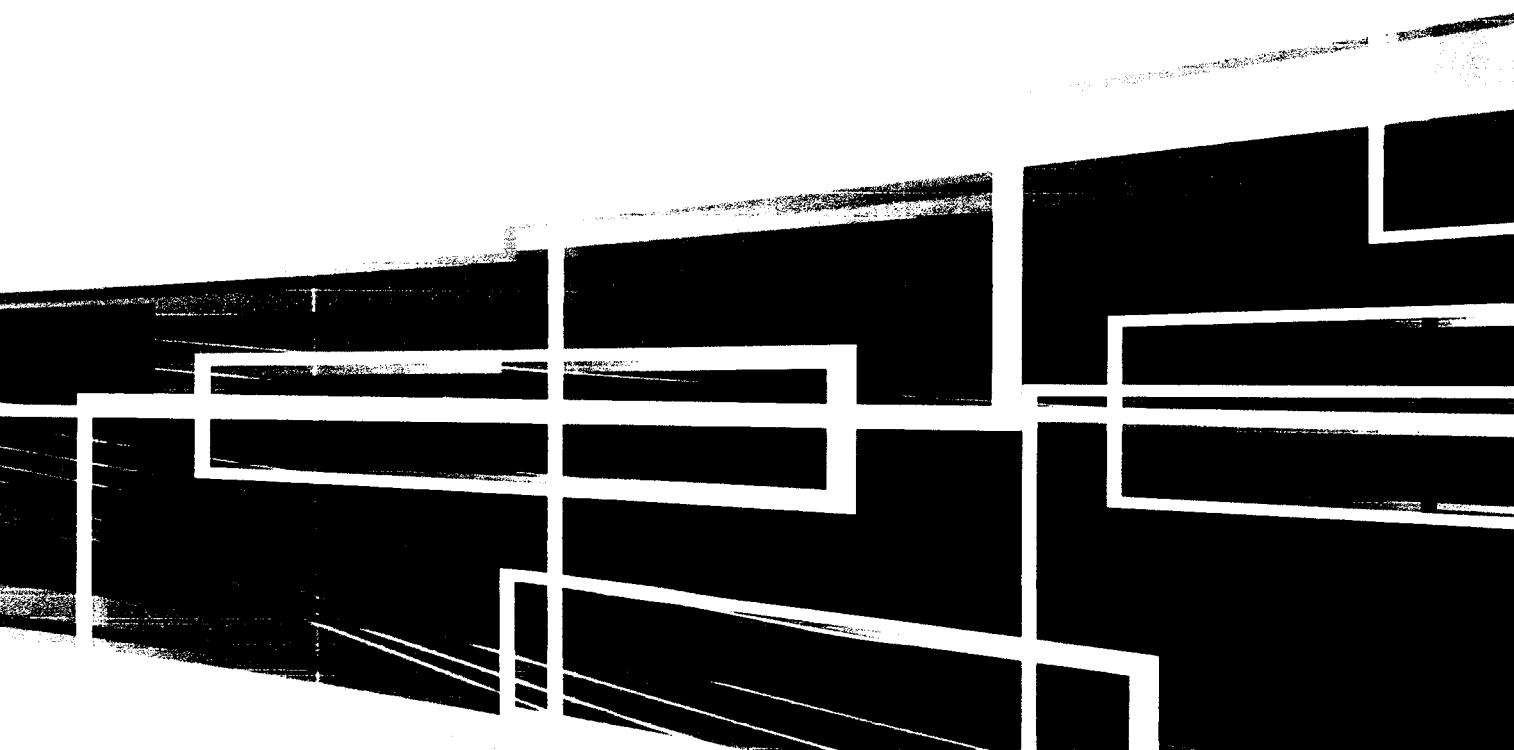
IL Network 2016

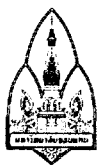
Conference

Local Industrial Innovations for Global Community

July 7-8, 2016

Kosa Hotel, Khon Kaen, Thailand





การพัฒนาเครื่องคั่วข้าวใหม่ม้งแบบแนวนอน

The Development of Horizontal Hmong Rice Roasting Machine

ธรรมณชาติ วันแต่ง^{1*} ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์² และ วิทยา ทรงศิรินันท์³

¹สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

²สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

³วิสาหกิจชุมชนกลุ่มสมุนไพรและข้าวไร่เกษตรอินทรีย์เข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

E-mail: tannachart@gmail.com*

Tannachart Wantang^{1*} Saksirichai Srisawad² and Wittaya Songsirinantakul³

¹Program in Production Engineering, Faculty of Agricultural Technology and Industrial Technology,
Phetchabun Rajabhat University

²Program in Production Technology, Faculty of Agricultural Technology and Industrial Technology,
Phetchabun Rajabhat University

³Khék Noi Herbal and Organic Hmong Rice Community Enterprise,
Khao Kor District, Phetchabun Province

E-mail: tannachart@gmail.com*

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้เพื่อพัฒนา ออกแบบ สร้าง และทดสอบเครื่องคั่วข้าวใหม่ม้งแบบแนวนอน ให้มีอัตราการผลิตรุ่งขึ้น มีประสิทธิภาพสูงกว่าแรงงานคน มีความสะดวกในการใช้งาน และทำการประเมินความพึงพอใจกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ใช้งาน โดยทำการออกแบบเครื่องให้มีขนาดใหญ่ขึ้น สดระบบกลไกที่ซับซ้อน และพัฒนาระบบรอกข้าวเพิ่มขึ้น จากการทดสอบอัตราการผลิตรุ่งขึ้นของเครื่อง ที่น้ำหนักข้าว 40, 65 และ 90 กิโลกรัม กับระยะเวลาการคั่วที่ 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150, 165 และ 180 นาที เพื่อหาอัตราการผลิตรุ่งขึ้นที่เหมาะสม ทดลองจำนวน 2 ซ้ำ พบว่า ข้าว 40 กิโลกรัม ที่เวลา 75 นาที, ข้าว 65 กิโลกรัม ที่เวลา 135 นาที และข้าว 90 กิโลกรัม ที่เวลา 150 นาที ได้ข้าวที่มีค่าความชื้นต่ำกว่า 10% มีความสุกแฉ่ง สามารถกะเทาะเปลือกได้ง่ายและไม่เกิดรอยไหม้ ด้านอัตราการผลิตรุ่งขึ้นของเครื่องเท่ากับ 36 กิโลกรัม/ชั่วโมง ซึ่งสูงกว่าแรงงานคนคั่วประมาณ 1.74 เท่า สูงกว่าเครื่องต้นแบบ 1.20 เท่า มีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 9.74 บาท/ชั่วโมง ด้านผลการประเมินความพึงพอใจในการพัฒนาเครื่องประกอบไปด้วย 4 ด้าน คือ ด้านการออกแบบเครื่อง ด้านความปลอดภัย ด้านความสะดวกในการใช้งานและด้านการผลิตรุ่งขึ้น กับกลุ่มตัวอย่างจากวิสาหกิจชุมชนกลุ่มสมุนไพรและข้าวไร่เกษตรอินทรีย์เข็กน้อย จำนวน 40 ราย พบว่าผลการประเมินเท่ากับ 4.03 ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ในระดับดี

คำหลัก เครื่องคั่ว ข้าวใหม่ม้ง วิสาหกิจชุมชน



Abstract

This research is aimed at the development, design, fabrication and testing of a horizontal Hmong rice roasting machine and to increase production, reduce working time, easy to use and evaluate the satisfaction survey of community enterprise. The machine consists is larger, reduce mechanical systems and rice filling fabrication. The tests were conducted at three weight of horizontal Hmong rice roasting machine; 40, 65 and 90 kg and roasting time; 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150, 165 and 180 minute. The testing with conducted was repeated roasting two times. The results of the optimum roasting production was at 40 kg are 75 minutes, 65 kg are 135 minutes and 90 kg are 150 minutes of rice will have a moisture content below 10%, ripe, can be easily cracked and without burning. The results of the performance tests showed the production rate at 36 kg/min. Comparison between the machine and manual roasting; the horizontal Hmong rice roasting machine capacity was more than the manual roasting about 1.74 time, more than the prototype about 1.20 time and electricity charge is 9.74 baht/hour. The satisfaction survey in design, safety, easy to use and productivity by Khek Noi herbal and organic Hmong rice community enterprise (40 person). The evaluation of overall satisfaction at level 4.03, which was good.

Keywords: Roasting machine, Hmong rice, Community enterprise.

1. บทนำ

ในช่วงที่มีกระแสรักสุขภาพทำให้หลายคนตื่นตัวหันมาปรับเปลี่ยนการรับประทานอาหารและการดำเนินชีวิตที่ดีมากขึ้น ชาวต่างประเทศหันมารับประทานข้าวไทยมากขึ้นเพราะข้าวไม่มีโปรตีนที่ทำให้เกิดอาการแพ้เหมือนข้าวสาลี มีปริมาณโคเลสเตอรอลต่ำ ไขมันต่ำ จึงพบได้ว่าผลิตภัณฑ์ข้าวที่เกี่ยวกับสุขภาพมีออกจำหน่ายสูงขึ้นในทุกปี [1] เช่น ข้าวกล้องงอกหอมมะลิ, ข้าวกล้องหอมมะลินุทราคาบาไรซ์ มีคุณค่าทางอาหารสูงกว่าข้าวกล้องทั่วไป 5 เท่า ป้องกันโรคมะเร็ง โรคเบาหวานไม่หวั่น และอัลไซเมอร์ในผู้สูงอายุ [2], ข้าวฮาง มีสารประกอบฟีนอลที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากกว่าข้าวขาวและข้าวกล้องงอก มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็ง [3], ข้าวเหนียวดำหรือข้าวไรซ์เบอรี่ มีสารกาบาสูง มีปริมาณสารแอนโทไซยานินสูงป้องกันการเกิดโรคเกี่ยวกับหลอดเลือดหัวใจและเบาหวาน [4], ข้าวไรซ์เบอร์รี่ มีธาตุเหล็กและสารต้านอนุมูลอิสระสูง ช่วยลดโอกาสการเกิดมะเร็งลำไส้ และมะเร็งเม็ดเลือดขาว [5], ข้าวใหม่มัดหรือข้าวไร่น้ำนม มีปริมาณธาตุเหล็กสูง ป้องกันโรคโลหิตจางเหมาะสำหรับเด็ก คนชรา และหญิงที่ตั้งครรภ์ [6] เป็นต้น

ดังนั้นผลิตภัณฑ์ข้าวเสริมสุขภาพเหล่านี้มีประโยชน์มากแต่ยังคงมีผลผลิตที่น้อยไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า โดยเฉพาะในข้าวใหม่มัด ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวเฉพาะพื้นที่ มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว ข้าวใหม่มัดถูกผลิตขึ้นตามภูมิปัญญาของชาวม้งเพื่อใช้ในประเพณีกินข้าวใหม่ในช่วงเดือน ก.ย.-พ.ย. ของทุกปี ซึ่งได้ใช้สำหรับเซ่นไหว้บรรพบุรุษและรับประทานร่วมกันเพื่อเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างเครือญาติ ข้าวใหม่มัดเป็นข้าวที่ปลูกบนพื้นที่สูงภูเขา เก็บเกี่ยวเมื่อข้าวเริ่มสุกประมาณ 70% ลักษณะของรวงข้าวมีสีเขียวปนเหลือง ซึ่งเรียกว่าข้าวน้ำนม เมื่อเกี่ยวเสร็จไม่มีการตากให้แห้งแต่นำมานวดให้เปลือกหลุดออกทันทีแล้วทำการคั่วทั้งเปลือกด้วยกระทะใบแบนขนาดใหญ่บนเตาอังไฟโดยใช้ผืนเป็นเชื้อเพลิง ทำการคั่วจนข้าวแห้งเมล็ดข้าวแกร่งและนำไปตำด้วยครกหรือสีแล้วจึงนำข้าวมาหุงเพื่อรับประทานหรือบรรจุถุงเพื่อจำหน่ายต่อไป ผลิตภัณฑ์ข้าวใหม่มัดที่ผ่านการคั่วนี้มีความหอม มีรสชาติอร่อยเฉพาะตัว มีคุณค่าทางโภชนาการ มีธาตุเหล็กสูงและให้พลังงานสูง [6] ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์ข้าวใหม่มัดถูกผลิตเพื่อจำหน่ายทั้งในสถานที่ท่องเที่ยวและร้านค้าทั่วไปเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของชาวม้งที่



อาศัยอยู่ทั้งในประเทศและต่างประเทศ กลุ่มนักท่องเที่ยว และกลุ่มคนรักสุขภาพ ซึ่งการเติบโตของตลาดผลิตภัณฑ์ข้าวใหม่มีแนวโน้มว่าเป็นโอกาสทองทางการตลาดเป็นอย่างยิ่ง

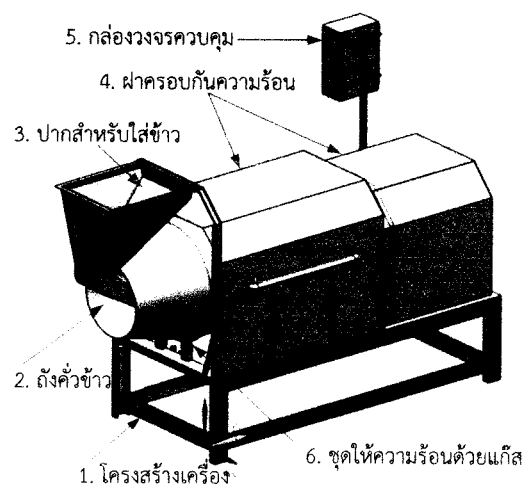
ด้านต้นแบบเครื่องคั่วข้าวใหม่มีแบบบรรยายความขึ้นด้วยลมร้อนผสมกับกลิ่นกาแฟใช้ระบบส่งกำลังแบบชุดข้อเหวี่ยงทำให้ถึงหมุนแกว่งไปมาพร้อมมีชุดกวนภายในถึง มีอัตราการผลิตที่ 30 กิโลกรัม/ชั่วโมง ปริมาณต่อถังสูงสุด 30 กิโลกรัม ใช้อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ได้ข้าวที่คั่วสุกทั่วถึงกันไม่ไหม้ เปลือกไม่แตก การผสมกลิ่นกาแฟผสมตอนที่ขึ้นข้าวสารจึงมีกลิ่นกาแฟติดอยู่ได้ดี [7] แต่จากการศึกษาพบว่าทางวิสาหกิจชุมชนที่เกี่ยวข้องต้องการเครื่องจักรที่มีอัตราการผลิตเพิ่มมากขึ้นและมีกลไกที่ไม่ซับซ้อน ไม่ต้องการการผสมกลิ่นกาแฟแต่ต้องการให้รสชาติเป็นแบบดั้งเดิม เพื่อใช้ในการผลิตเชิงการค้าตอบสนองต่อกลุ่มผู้บริโภคที่รักสุขภาพได้ ดังนั้น ทางคณะผู้วิจัยจึงได้ร่วมกันศึกษาค้นคว้าข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องคั่วที่มีอัตราการผลิตสูง [8] [9] [10] และหาแนวทางการพัฒนาเครื่องต้นแบบ โดยได้กำหนดวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่พัฒนา ออกแบบ และสร้างเครื่องคั่วเมล็ดข้าวใหม่มีแบบแนวนอน ทำการทดสอบหาสมรรถนะเครื่องในด้านต่างๆ หาประสิทธิภาพเครื่องเปรียบเทียบกับแรงงานคน ประเมินความพึงพอใจของเครื่องกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเป้าหมาย เพื่อให้เครื่องที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปผลิตสินค้าเพื่อจำหน่ายได้ต่อไป

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการดำเนินวิจัย

2.1 ส่วนประกอบของเครื่อง

ในการออกแบบเครื่องได้ทำการพัฒนาต่อยอดจากเครื่องเดิม โดยคำนึงถึงความสะดวกในการใช้งานและมีอัตราการผลิตที่สูงขึ้น ในส่วนบริเวณที่สัมผัสกับข้าวใช้วัสดุที่เป็นเหล็กกล้าไร้สนิมหรือสแตนเลสทั้งหมด ในขั้นตอนการออกแบบและเขียนแบบใช้โปรแกรม NX 8.5 เขียนภาพประกอบ ดังรูปที่ 1 และภาพแยกชิ้นต่างๆเพื่อนำไปสร้างชิ้นส่วนตามแบบงานต่อไป โดยส่วนประกอบหลักของเครื่องมีรายละเอียดดังนี้ โครงสร้างเครื่อง (หมายเลข 1) ทำหน้าที่รองรับน้ำหนักและยึดส่วนประกอบต่างๆ ใช้เหล็ก

รูปพรรณมีขนาด 100 x 225 x 175 ซม. ปรับปรุงให้มีขนาดใหญ่แต่ต่ำลงกว่าเครื่องเดิมเพื่อความสะดวกในการใช้งาน



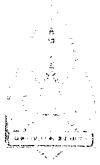
รูปที่ 1 แบบภาพประกอบเครื่องคั่วเมล็ดข้าวใหม่มีแบบแนวนอน

ถังคั่วข้าว (หมายเลข 2) ทำด้วยสแตนเลส เกรด AISI 304L ขึ้นรูปเป็นทรงกระบอกมีขนาด $\varnothing 78$ ซม. ยาว 175 ซม. หนา 0.6 ซม. บริเวณปากลดขนาดเป็นลักษณะกรวยเพื่อนำข้าวออกใส่ภาชนะได้ง่าย ภายในถังมีแถบเกลียวทำหน้าที่คนข้าวไม่ให้เกิดการไหม้ ดังรูปที่ 2 โดยเมื่อถึงหมุนตามเข็มนาฬิกาแถบเกลียวภายในถังจะเป็นตัวนำข้าวเข้าไปไว้บริเวณด้านในของถัง แต่เมื่อข้าวสุกทำการหมุนถังคั่วทวนเข็มนาฬิกาแถบเกลียวภายในถังก็หมุนนำข้าวออกมาเทลงในภาชนะที่เตรียมไว้สำหรับใส่ข้าว ดังนั้นข้าวจึงมีการเคลื่อนที่อยู่ภายในถังตลอดเวลา



รูปที่ 2 แถบเกลียวภายในถังคั่ว

ระบบต้นกำลังของเครื่องสร้างตามแบบงาน ดังรูปที่ 3 ก. โดยใช้มอเตอร์ AC ขนาด 3 แรงม้า 220 โวลต์ ส่งกำลังด้วยสายพานไปยังเกียร์ทดรอบมีขนาดพูลส์ขับ $\varnothing 2$ นิ้ว พูล์ตามขนาด $\varnothing 6$ นิ้ว ชุดเกียร์ทดรอบลงที่อัตราทด 1:10



หลังจากนั้นส่งกำลังด้วยระบบโซ่ซึ่งมีขนาดเฟืองโซ่ขับเบอร์ 60 ขนาด 13 ฟัน เฟืองโซ่ตามที่ติดอยู่กับถ่วงค้ำเบอร์ 140 ขนาด 30 ฟัน ดังรูปที่ 3 ข. ถ่วงค้ำมีความเร็วรอบประมาณ 20 รอบต่อนาที โดยจากชุดเกียร์ทดรอบไปถึงถ่วงค้ำมีอัตราทดที่ 1:2.3 มีรายละเอียดคำนวณดังนี้ [11]

$$i = \frac{d_2}{d_1} \quad (1)$$

โดยที่ i คืออัตราทด d_1 คือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางล้อขับ d_2 คือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางล้อตาม



รูปที่ 3 แบบงานและภาพถ่ายระบบส่งกำลัง

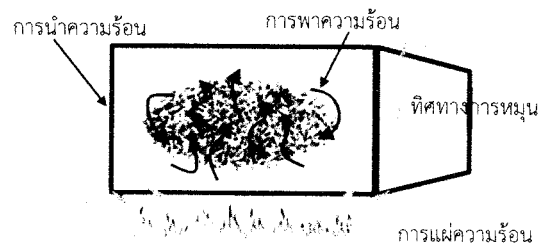
ชุดปากสำหรับใส่ข้าว (หมายเลข 3) มีขนาด 55.7 x 70 ซม.หนา 0.3 ซม. ต่อเข้ากับชุดท่อลำเรียงลงถึง รวมความสูง 95 ซม. ขอบด้านบนยึดติดกับโครงสร้างเครื่อง มีชุดฝาครอบกันความร้อน (หมายเลข 4) ทำจากสแตนเลสมี 2 ชุดคือชุดฝาครอบบริเวณถังค้ำและชุดฝาครอบปิดบริเวณชุดต้นกำลัง ในส่วนของกล่องวงจรควบคุม (หมายเลข 5) ทำหน้าที่ควบคุมระบบไฟฟ้าในการทำงานของเครื่อง ประกอบด้วย สวิตช์ปิด-เปิดแบบ 2 ทาง สำหรับให้มอเตอร์หมุนตามและหมุนทวนเข็มนาฬิกา พร้อมหลอดไฟแสดงสถานะการทำงาน มีชุดแมกเนติกคอนแทคเตอร์และฟิวส์ติดตั้งอยู่ภายในกล่องควบคุม ด้านชุดให้ความร้อน (หมายเลข 6) ใช้แก๊สปิโตรเลียมเหลวหรือแก๊สแอลพีจี ขนาดบรรจุ 15 กิโลกรัม ใช้ชุดหัวเตาแบบแนวยาว 2 แถว ติดตั้งอยู่ภายใต้ถังค้ำทำให้การส่งถ่ายความร้อนภายในถังเกิดขึ้นสูง ดังรูปที่ 4

2.2 การทดสอบเพื่อหาสมรรถนะเครื่อง

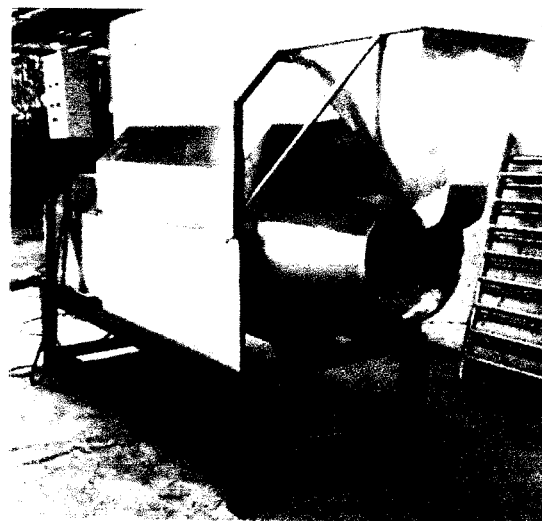
2.2.1 การทดสอบเพื่อหาอัตราการผลิตของเครื่อง

หลังจากการสร้างและประกอบชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องเสร็จ ดังรูปที่ 5 จึงทำการทดสอบการทำงานและแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น โดยในการทำงานของเครื่องใช้ผู้ปฏิบัติงาน 1 คน ทำหน้าที่เปิด-ปิดเครื่องและนำข้าวเข้า-ออกเครื่อง การทดลองเพื่อหาอัตราการผลิตของเครื่องที่ได้การสุกของข้าวที่เหมาะสมที่ระดับต่างๆ ปัจจัยที่ใช้ในการ

ทดลอง ประกอบด้วย น้ำหนักของข้าว ได้แก่ 40, 65 และ 90 กิโลกรัม และเวลาที่ใช้ในการคั่ว ได้แก่ 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150, 165 และ 180 นาที ทำการทดลองจำนวน 2 ซ้ำ ตัวแปรควบคุม ได้แก่ ข้าวใหม่มัดจากแหล่งผลิตเดียวกัน มีค่าความชื้นฐานแห้ง (Dry basis) 20-30% อุณหภูมิที่ใช้ในการคั่ว 70-80 องศาเซลเซียส ตัวแปรชี้วัดคือ ค่าความชื้นฐานแห้งของข้าวที่ผ่านการคั่วต้องมีค่าความชื้นต่ำกว่า 10% เพราะข้าวจะมีความสุกแก่สามารถกะเพาะเปลือกได้ง่าย ส่วนในด้านกายภาพข้าวต้องไม่มีการไหม้เกิดขึ้น และทำการทดสอบหาอัตราการผลิตของเครื่องพร้อมทำการตรวจวัดอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า



รูปที่ 4 แผนภาพอธิบายสถานะของการส่งถ่ายความร้อน



รูปที่ 5 เครื่องคั่วข้าวใหม่มัดแบบแนวยาว

2.2.2 การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องเปรียบเทียบกับแรงงานคน

ด้านการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องเปรียบเทียบกับแรงงานคนที่ใช้กระทะคั่วเมล็ดข้าวแบบเดิม



จำนวน 1 คน ที่ระยะเวลาทำการทดลอง 1 ชั่วโมง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ด้วยการทำงานแบบต่อเนื่องเปรียบเทียบกัน

2.3 การประเมินความพึงพอใจของเครื่อง

ด้านการประเมินความพึงพอใจของเครื่องที่ได้พัฒนาและสร้างขึ้นด้วยการตอบแบบประเมินใน 4 ด้าน คือ ด้านการออกแบบเครื่อง ด้านความปลอดภัย ด้านความสะดวกในการใช้งาน และด้านการผลิต ใช้เกณฑ์การให้คะแนนความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามใช้มาตรวัดเจตคติแบบลิเคิร์ตสเกล (Likert scale) ใช้การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive selection) กับกลุ่มตัวอย่างจากวิสาหกิจชุมชนกลุ่มสมุนไพรและข้าวไรซ์เกร็ดอินทรีย์เข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 40 ราย

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 ผลการทดลองเพื่อหาอัตราการผลิตของเครื่อง

จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าอัตราการผลิตที่เหมาะสมในแต่ละระดับที่ข้าวมีค่าความชื้นต่ำกว่า 10% มีความสูง

แกร่ง สามารถกะเทาะเปลือกได้ง่ายและไม่เกิดรอยไหม้ คือ ข้าว 40 กิโลกรัม ควรใช้เวลา 75 นาที (1 ชั่วโมง 15 นาที), ข้าว 65 กิโลกรัม ควรใช้เวลา 135 นาที (2 ชั่วโมง 15 นาที) และข้าว 90 กิโลกรัม ควรใช้เวลา 150 นาที (2 ชั่วโมง 30 นาที) ดังตารางที่ 1 ด้านอัตราการผลิตของเครื่อง ประมาณ 36 กิโลกรัม/ชั่วโมง หรือประมาณ 288 กิโลกรัม/วัน อัตราการผลิตของเครื่องสูงสุดคือ 90 กิโลกรัม/ครั้ง ส่วนด้านผลทดสอบการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าในขณะที่เครื่องทำงานโดยการตรวจวัดด้วยคลิป์แอมป์มิเตอร์และนำไปคำนวณอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า ใช้การคำนวณที่อัตราค่าไฟฟ้าในกิจการขนาดเล็กมีธุรกิจรวมกับบ้านอยู่อาศัย ขนาดมิเตอร์ 15 แอมแปร์ ที่ค่าไฟฟ้าอัตราปกติ หน่วยละ 3.9361 บาท/หน่วย พบว่าขณะเครื่องทำงานใช้กระแสไฟฟ้าเฉลี่ย 11.24 แอมแปร์ หรือ 2.48 หน่วย/ชั่วโมง มีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 9.74 บาท/ชั่วโมง ซึ่งใกล้เคียงกับเครื่องทำน้ำอุ่นขนาด 3,500 วัตต์ หรือเครื่องปรับอากาศขนาด 24,000 BTU เป็นต้น

ตารางที่ 1 ปริมาณความชื้นของข้าวที่ผ่านการคั่วที่ระดับต่างๆ

ปริมาณการคั่วข้าวต่อครั้ง (กิโลกรัม)		เวลาที่ใช้ในการคั่วข้าว (นาที)								
		60	75	90	105	120	135	150	165	180
40	ครั้งที่ 1	10.8%	L	L	L	L	×	×	×	×
	ครั้งที่ 2	L	L	L	L	L	×	×	×	×
65	ครั้งที่ 1	17.1%	14.1%	13.2%	11.4%	10.4%	L	×	×	×
	ครั้งที่ 2	12.8%	11.2%	10.1	L	L	L	×	×	×
90	ครั้งที่ 1	20.7%	19.5%	19.2%	19.5%	12.1%	10.8%	L	L	×
	ครั้งที่ 2	14.9%	14.5%	11.9%	11.5%	11.2%	L	L	L	×

L หมายถึง ข้าวที่ผ่านการคั่วมีค่าความชื้นต่ำกว่า 10%

× หมายถึง ข้าวเกิดการไหม้

3.2 ผลการทดลองประสิทธิภาพของเครื่องเปรียบเทียบกับแรงงานคน

จากผลการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องคั่วเปรียบเทียบกับแรงงานคนโดยใช้กระเทาะข้าวแบบเดิม ที่ระยะเวลา 1 ชั่วโมง ดังรูปที่ 6 พบว่าแรงงานคนคั่วมีอัตราการผลิตประมาณ 20.66 กิโลกรัม/ชั่วโมง ดังตารางที่ 3 จึงเห็นได้ว่าเครื่องคั่วข้าวใหม่มีแบบแวนนอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าแรงงานคนประมาณ 1.74 เท่า และสูง

กว่าเครื่องต้นแบบเดิมประมาณ 1.20 เท่า

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบอัตราการผลิตของแรงงานคนคั่ว

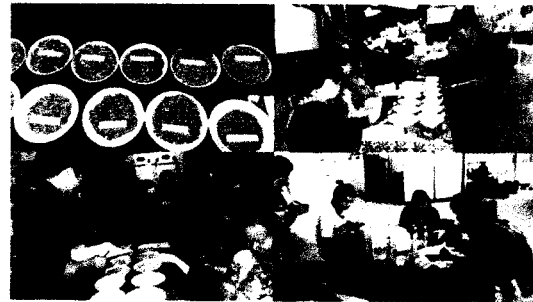
การทดสอบ	การทดสอบ ครั้งที่	อัตราการผลิต (กิโลกรัม/ชั่วโมง)	เฉลี่ย
แรงงานคน คั่ว	1	22	20.66
	2	20	
	3	20	



รูปที่ 6 การใช้แรงงานคนด้วยกระทะคั่วแบบเดิม

3.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของเครื่อง

ด้านผลการประเมินความพึงพอใจกับกลุ่มตัวอย่างจาก
วิสาหกิจชุมชนกลุ่มสมุนไพรและข้าวไรซ์เกร็ดอินทรีย์เข็ก
น้อย อำเภอนาคู จังหวัดนครราชสีมา ใน 4 ด้าน
ประกอบด้วยด้านการออกแบบเครื่อง ด้านความปลอดภัย
ด้านความสะดวกในการใช้งาน และด้านการผลิต จำนวน 40
ราย ดังรูปที่ 7 มีผลการประเมินเท่ากับ 4.17, 4.12, 3.80
และ 4.05 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับดีทุกด้าน มีผลการ



รูปที่ 7 การประเมินความพึงพอใจกับกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจกับกลุ่มตัวอย่างจากวิสาหกิจชุมชนกลุ่มสมุนไพรและข้าวไรซ์เกร็ดอินทรีย์เข็กน้อย

หัวข้อการประเมิน ความพึงพอใจ	คำถาม	ระดับคะแนนการประเมินความพึงพอใจ					$(\bar{x})$	(S.D)
		(5)	(4)	(3)	(2)	(1)		
ด้านการออกแบบ เครื่อง	ขนาดและรูปร่างของเครื่อง	13	23	2			4.25	0.62
	ระบบการส่งกำลังของเครื่อง	14	21	5			4.23	0.66
	ลักษณะของถังคั่วข้าว	11	23	6			4.13	0.65
	ความคุ้มค่าของเครื่อง	12	20	6	2		4.05	0.81
เฉลี่ย							4.16	0.68
ด้านความปลอดภัย	ระบบไฟฟ้า	15	20	5			4.25	0.67
	ระบบส่งกำลัง	12	19	9			4.08	0.73
	ระบบพลังงานความร้อนด้วยแก๊ส	10	21	9			4.03	0.70
เฉลี่ย							4.12	0.70
ด้านความสะดวก ในการใช้งาน	การนำข้าวเข้าเครื่อง	4	21	12	2	1	3.63	0.84
	การนำข้าวออกจากข้าวเครื่อง	14	23	3			4.28	0.60
	การใช้งานของสวิตช์ควบคุม	12	22	6			4.15	0.66
	การเคลื่อนย้าย		15	19	3	3	3.15	0.86
เฉลี่ย							3.80	0.74
ด้านการผลิต	ปริมาณการคั่ว	12	17	11			4.03	0.77
	คุณภาพของข้าวที่ผ่านการคั่ว	13	15	12			4.08	0.76
เฉลี่ย							4.05	0.77
เฉลี่ยรวมทุกด้าน							4.03	0.71



4 สรุป

จากการพัฒนา ออกแบบ และสร้างเครื่องคว่ำข้าวใหม่ มังแบบแนวนอน เพื่อให้มีอัตราการผลิตที่สูงขึ้น มีประสิทธิภาพสูงกว่าแรงงานคน มีความสะดวกในการใช้งาน พร้อมทำการประเมินความพึงพอใจกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน พบว่าเครื่องดังกล่าวสามารถเพิ่มอัตราการผลิตให้สูงขึ้นได้จริงตามสมมติฐานของงานวิจัย มีอัตราการผลิตของเครื่อง ประมาณ 36 กิโลกรัม/ชั่วโมง หรือประมาณ 288 กิโลกรัม/วัน อัตราการผลิตสูงสุดต่อครั้งเท่ากับ 90 กิโลกรัม มีอัตราการผลิตที่เหมาะสมในแต่ละระดับน้ำหนั คือ ข้าว 40 กิโลกรัม ควรใช้เวลา 75 นาที, ข้าว 65 กิโลกรัม ควรใช้เวลา 135 นาที และข้าว 90 กิโลกรัม ควรใช้เวลา 150 นาที ได้ ข้าวที่มีค่าความชื้นต่ำกว่า 10% มีความสุกแฉ่ง สามารถกะเทาะเปลือกได้ง่ายและไม่เกิดรอยไหม้ เครื่องที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าแรงงานคนประมาณ 1.74 เท่า และสูงกว่าเครื่องเดิมประมาณ ประมาณ 1.20 เท่า มีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 9.74 บาท/ชั่วโมง ส่วนด้านผลการประเมินความพึงพอใจในการพัฒนาเครื่องคว่ำข้าวใหม่ มังแบบแนวนอนประกอบไปด้วย 4 ด้าน คือ ด้านการออกแบบเครื่อง ด้านความปลอดภัย ด้านความสะดวกในการใช้งาน และด้านการผลิต กับกลุ่มตัวอย่างจากวิสาหกิจชุมชน กลุ่มสมุนไพรและข้าวไรซ์เกร็ดอินทรีย์เข็กน้อย จำนวน 40 ราย มีผลการประเมินเท่ากับ 4.03 ซึ่งเป็นผลความพึงพอใจที่อยู่ในระดับดี และจากผลการพัฒนาเครื่องดังกล่าวข้างต้น สามารถนำไปใช้งานในการผลิตข้าวใหม่ มังเพื่อจำหน่ายในระดับวิสาหกิจชุมชนได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.) สัญญาหมายเลข ท.11/2557

เอกสารอ้างอิง

- [1] พัชรี ตั้งตระกูล, สารอาหารมหัศจรรย์จากข้าวกล้อง, ข้อมูลจาก <http://www.healthtoday.net/thailand/nutrition/>

nutrition_88.html (วันที่สืบค้นข้อมูล 29 มีนาคม 2559)

- [2] ปราโมทย์ ป้องสุธาธาร, ข้าวกล้องงอกหอมมะลิเพื่อสุขภาพนุทราคาบาไรซ์มหัศจรรย์อาหารทรงคุณค่าชั้นเลิศเพื่อสุขภาพ, ข้อมูลจาก <http://www.most.go.th/main/index.php/organization-news/82-nutra-gaba-rice.html> (วันที่สืบค้นข้อมูล 29 มีนาคม 2559)
- [3] กรรณิการ์ ห้วยแสน, จิระพันธ์ ห้วยแสน, ชาญณรงค์ ชมนาวัง, หนูเดือน สาระบุตร และพัฒนา พึ่งพันธ์ุ, วิธีการเตรียมและการอบแห้งต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีของข้าวฮางงอกจากข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105, วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ฉบับพิเศษ การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5, 2556
- [4] ชะหน่วย มังคลารัตนศรี, การเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพข้าวฮางงอกข้าวไรซ์มัลต์เพื่อพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนอย่างยั่งยืนจังหวัดเพชรบูรณ์, รายงานวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์, 2557
- [5] ชื่นจิต สีพญา และจอย ผิวสะอาด, ไรซ์เบอร์รี่ข้าวดีมีประโยชน์, ศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558
- [6] จินตนา สนามชัยสกุล, การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวใหม่ มัง ข้าวไทยภูเขาเผ่าม้ง บ้านเข็กน้อย ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์, รายงานวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์, 2557
- [7] ธรรมณชาติ วันแดง, ทะนงศักดิ์ ครุฑจันทร์, นิमित มั่นขาว, อีรศักดิ์ ทาบุรี, วีระชัย เกตุหาร และเชิดชาย แสงคำกุล, การออกแบบและพัฒนาเครื่องคว่ำข้าวใหม่ มังแบบระบายความชื้นด้วยลมร้อนผสมกับกลิ่นกาแฟ, หนังสือรวบรวมผลงานโครงงานที่ได้รับทุนโครงการ IRPUS ประจำปี 2552, 2552
- [8] อุดลย์ พุกอินทร์, การพัฒนาเครื่องคว่ำเมล็ดกาแฟแบบแนวนอน, สักทอง:วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, ปีที่ 17 ฉบับที่ 2 พ.ศ.-ส.ศ. 2554