การพัฒนาเครื่องอบแห้งข้าวด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับฮีตเตอร์

Development of a rice drying machine using solar energy combined with a heater

พีรวัจน์ มีสุข[1*] สถิต ช้างจันทร์[2]

Peerawat Meesuk[1*] Sathit Changjan[2]

[1*]ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและระบบควบคุมอัตโนมัติ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

[1*] Department of Engineering, Electrical Engineering and Automation Control System Program, Faculty of Engineering and Industrial Technology, BansomdejChaopraya Rajabhat University

[2]ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าเครื่องกลการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

[2] Department of Engineering, Electromechanics Manufacturing Engineering Program, Faculty of Engineering and Industrial Technology, BansomdejChaopraya Rajabhat University

[*]Corresponding author email: peerawat.me@bsru.ac.th

Received 20 Aug 2021 Revised 28 Oct 2021 Accepted 15 Nov 2021

บทคัดย่อ

บทความนนี้นำเสนอการพัฒนาเครื่องอบแห้งข้าวเพื่อลดความชื้นของข้าวเปลือกจากการอบแห้งด้วยวิธีดั้งเดิม เป็นการอบแห้งด้วยเครื่องที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และอบแห้งด้วยเครื่องที่ใช้พลังงานแสงอาทิตร่วมกับฮีตเตอร์ มีการควบคุมอุณหภูมิที่ 45 องศาเซลเซียส ใช้ฮีตเตอร์ขนาด 12 โวลต์ 150 วัตต์ แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 50 แอมแปร์ แผงโซล่าเซลล์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ขนาด 80 วัตต์ ทำการทดสอบอบแห้งข้าวจำนวน 2 กิโลกรัม ใช้เวลาครั้งละ 90 นาที มีการบันทึกผลทุก ๆ 30 นาที โดยการทดสอบทั้งหมด 3 การทดสอบ คือ การทดสอบโดยวิธีดั้งเดิมความชื้นลดลง 10.38 %Rh การทดสอบโดยเครื่องอบแห้งที่สร้างขึ้นร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ความชื้นลดลง 9.52 %Rh และการทดสอบโดยเครื่องอบแห้งที่สร้างขึ้นร่วมกับฮีตเตอร์และพลังงานแสงอาทิตย์ลดความชื้นได้มากที่สุดโดยความชื้นลดลง 16.24 %Rh โดยลงทุน 23,360 บาทและคุ้มทุนเมื่อใช้อบแห้งข้าวเปลือกจำนวน 14,157 กิโลกรัม

คำสำคัญ: การลดความชื้น พลังงานแสงอาทิตย์ ฮีตเตอร์

Abstract

This article presents the development of a rice dryer to reduce the moisture content of paddy from traditional drying methods. It is drying with a machine that uses solar energy and dried with a machine that uses solar energy with a heater. The temperature was controlled at 45 ^{o}C. It used a 12V 150W heater, 12V 50A battery, 80W polycrystalline solar panel. That was conducted 2 kg of rice for 90 minutes, results were recorded every 30 minutes. In all three tests, the original test was reduced humidity of 10.38 %Rh, the test by a dryer built with solar energy decreased by 9.52 %Rh. And addition testing by a dryer built in conjunction with a heater and solar energy, the dehumidification was the greatest, with a humidity reduction of 16.24%Rh with an investment of 23,360 baht and break-even when using 14,157 kg of paddy drying.

Keywords : dehumidification solar power heater

บทนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยเป็นประเทศในกลุ่มเกษตรกรรมที่มีความสำคัญประเทศหนึ่งในโลกโดยการแบ่งกลุ่มจากประเทศผู้ผลิตและผู้ส่งออกข้าวในอาเซียนประเทศไทยอยู่ในกลุ่มผลิตข้าวได้มากและส่งออก (กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์, 2564.) ซึ่งการปลูกข้าวในประเทศไทยจะมีการขายข้าวเปลือกที่ชาวนาเก็บเกี่ยวเป็นข้าวที่มีความชื้นสูงทำให้ราคาในการขายตกลงซึ่งจะทำให้รายได้ของชาวนาขาดทุนและลดลง ในการตากข้าวเปลือกแบบที่ชาวนาใช้กันนั้นจะมีการนำข้าวเปลือกที่มีความชื้นมาตากไว้บนถนน ซึ่งวิธีนี้จะเกิดปัญหาต่าง ๆ นานา เช่น ข้าวเปลือกแห้งไม่ทั่วถึง มีนกหรือแมลง มากินข้าวเปลือกหรืออาจมีมูลสัตว์หรือสิ่งสกปรกมาทำให้ข้าวเปลือกปนเปื้อน อีกทั้งปัจจุบันยังมีข้อจำกัดทางด้านกฎหมาย โดยพ.ร.บ.ทางหลวง 2535 มาตรา 39 และมาตรา 72 ห้ามนำสิ่งใดมาวางขวางหรือวางบนทางหลวง หรือกระทำด้วยประการใด ๆ บนทางหลวง ในลักษณะที่อาจเกิดอันตรายหรือเสียหายแก่ยานพาหนะหรือบุคคล หากฝ่าฝืนต้องระวางโทษจาคุกไม่เกิน 3 ปี หรือ ปรับไม่เกิน 6 หมื่นบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ เป็นต้น การแก้ปัญหาความชื้นในข้าวโดยการสร้างเครื่องอบแห้งข้าวด้วยกระบวนการต่าง ๆ เช่น (โศรฎา แข็งการ, 2557) การอบแห้งข้าวเปลือกแบบหล่นเป็นการทดลองอบข้าวเปลือกเบื้องต้นโดยมีการใช้แรงคนปล่อยข้าวเปลือกลงมาและต้องทำซ้ำ จนกว่าจะได้ความชื้นตามต้องการ (อนิรุทธิ์ ต่ายขาว และ คณะ, 2556) เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบการพาความร้อนแบบธรรมชาติ ซึ่งมีลักษณะเป็นเครื่องอบแห้งที่ไม่ใช้พัดลมเพื่อการระบายอากาศ การระบายอากาศภายในเครื่องอบแห้งอาศัยหลักการ ของความหนาแน่นของอากาศ (จารุวัฒน์ เจริญจิต และคณะ, 2554) ตู้อบแห้งและกลั่นความชื้นรังสีอาทิตย์แบบเทอร์โมไซฟอน พบว่า การอบแห้งด้วยตู้อบรังสีอาทิตย์จะใช้ระยะเวลาการ อบแห้งที่สั้นหรืออัตราการอบแห้งสูงกว่าการตากแห้งตามธรรมชาติเพียงอย่างเดียว

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีความคิดสร้างเครื่องอบแห้งข้าวต้นแบบด้วยระบบไฟฟ้าที่รับพลังงานมาจากแสงอาทิตย์และระบบความร้อนจากรังสีอาทิตย์ ซึ่งช่วยให้ลดระยะเวลาในการอบแห้งข้าวได้อีกด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งข้าวแบบฮีตเตอร์และพลังงานแสงอาทิตย์

2. เพื่อลดความชื้นของข้าวเปลือกโดยการใช้เครื่องอบแห้งข้าวที่สร้างขึ้น

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. ข้าว

ข้าวที่ปลูกและซื้อขายกันในตลาดโลกเกือบทั้งหมดจะเป็นข้าวจากทวีปเอเชีย ซึ่งแบ่งเป็น 3 กลุ่มตามลักษณะและพื้นที่ปลูกได้ดังนี้

1.1 ข้าวอินดิกา (Indica) หรือข้าวเจ้า เป็นข้าวที่มีลักษณะเม็ดเรียวยาวรีลำต้นสูงตั้งชื่อมาจากแหล่งที่ค้นพบครั้งแรกในประเทศอินเดียเป็นข้าวที่นิยมเพาะปลูกในทวีปเอเชียเขตมรสุม ตั้งแต่จีน เวียดนาม ฟิลิปปินส์ ไทย อินโดนีเซีย ไปจนถึงอินเดียและศรีลังกา โดยลักษณะข้าวอินดิกาแสดงได้ดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 ข้าวอินดิกา (Indica)
ที่มา : https://anusornlove.wordpress.com/

ภาพที่ 2 ข้าวจาปอนิกา (Japonica)
ที่มา: ปุริม คลิ้งทอง และคณะ, 2559

1.2 ข้าวจาปอนิกา (Japonica) มีลักษณะตามภาพที่ 2 เป็นข้าวเหนียวเมล็ดป้อมกลมรีมีแหล่งกำเนิดจากทางภาคเหนือ แล้วผ่านมาทางลุ่มแม่น้ำโขง ในสมัยก่อนพุทธศตวรรษที่ 20 หลังจากนั้นลดจำนวนลงไปแพร่หลายในเขตอบอุ่นที่ญี่ปุ่น เกาหลี รัสเซีย ยุโรป และอเมริกา

1.3 ข้าวจาวานิกา (Javanica) เป็นข้าวลักษณะเมล็ดป้อมใหญ่สันนิษฐานว่าเป็นข้าวพันธุ์ผสมระหว่างข้าวอินดิกาและจาปอนิกา นิยมเพาะปลูกใน อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ ไต้หวันหมู่เกาะริวกิว และญี่ปุ่น แต่ไม่ค่อยได้รับความนิยมนักเพราะให้ผลผลิตต่ำ ประเทศต่าง ๆ ในโลกต่างก็มีการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวใหม่ เพิ่มพื้นที่การเพาะปลูกข้าวและวิธีการปลูกข้าวให้ได้ปริมาณผลผลิต โดยลักษณะข้าวจาวานิกาแสดงได้ดังภาพที่ 3

ภาพที่ 3 ข้าวจาวานิกา (Javanica)
ที่มา : สุภาษิต ชูกลิ่น, 2563

2. การอบแห้ง

เป็นกระบวนการในการย้ายมวลประกอบด้วยการกำจัดน้ำหรือตัวทำละลายอื่นโดยการระเหยจากของแข็ง กึ่งของแข็งหรือของเหลว กระบวนการนี้มักใช้เป็นขั้นตอนการผลิตสุดท้ายก่อนขายหรือบรรจุหีบห่อผลิตภัณฑ์ การพิจารณาการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างของแข็งเปียกกับก๊าซร้อนเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง ซึ่งจะมีหลัก ๆ อยู่ 5 ประเภท ดังนี้

2.1 การอบแห้งแบบไหลเวียนผ่านผิว (Cross-Circulation drying) คือ การอบแห้งที่ความร้อนไหลขนานกับผิวของของแข็ง อาจจะไหลผ่านผิวด้านบนหรือผ่านผิวด้านล่าง หรือผ่านทั้งสองด้าน ลักษณะตามภาพที่ 4 ตัวอย่างเครื่องอบแห้งประเภทนี้ คือ เครื่องอบแห้งแบบถาด (tray dryer) ข้อควรระวังในการใช้งาน ควรเรียงวัสดุของแข็งเป็นชั้นเดียวหรือเป็นชั้น บาง ๆ

2.2 การอบแห้งแบบไหลเวียนแทรกผ่าน (Through-Circulation drying) คือ ของแข็งที่จะทำการอบแห้งถูกวางบนตะแกรงและให้ก๊าซร้อนเคลื่อนที่แทรกผ่านชั้นของแข็งความร้อนอาจเคลื่อนที่จากผิวด้านบนสู่ผิวด้านล่างของของแข็ง และผ่านตะแกรงออกไป ลักษณะเป็นไปตามภาพที่ 5 ข้อควรระวังในการใช้งาน ควรปรับความเร็วของก๊าซร้อนไม่ให้สูงเกินไป ถ้าก๊าซร้อนมีความเร็วสูง จะพัดพาของแข็งออกจากเครื่องได้

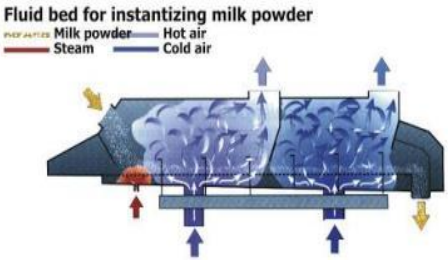
ภาพที่ 4 การอบแห้งแบบไหลเวียนผ่านผิว
ที่มา : https://www.wikiwand.com/th

ภาพที่ 5 การอบแห้งแบบไหลเวียนแทรกผ่าน
ที่มา : ตู้อบพลังแสงอาทิตย์, 2562

2.3 การอบแห้งแบบโปรย (Showering drying) คือ การอบแห้งที่ของแข็งถูกตักขึ้นและโปรยลงสู่ด้านล่าง จะมีก๊าซร้อนเคลื่อนที่ผ่านกลุ่มของแข็ง การอบแห้งลักษณะนี้แสดงได้ดังภาพที่ 6 ตัวอย่างเครื่องอบแห้ง ประเภทนี้ คือ เครื่องอบแห้งแบบหมุน (rotary dryer) ข้อควรระวังในการใช้งานวัสดุที่เป็นผงละเอียดต้องใช้ความระมัดระวังในการอบแห้ง เพราะก๊าซร้อนอาจพัดพาวัสดุออกจากเครื่องอบ ทำให้เกิดการสูญเสียของของแข็ง

2.4 การอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์ (Fluidized drying) คือ การอบแห้งที่วัสดุของแข็งถูกวางบนตะแกรงเป็นชั้นของของแข็งและมีการให้ก๊าซร้อนเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเหมาะสมผ่านตะแกรงเข้าสู่ด้านล่างของชั้นของของแข็งและออกไปทางด้านบน ส่งผลให้กลุ่มของแข็งมีลักษณะเป็นฟลูอิดไดซ์ ตามภาพที่ 7 ข้อควรระวังในการใช้งาน ควรปรับความเร็วของก๊าซร้อนให้เหมาะสม ไม่ควรต่ำเกินไป เพราะจะทำให้ของแข็งไม่เกิดเอนเทรนเมนต์ของวัสดุที่เป็นผงละเอียด

ภาพที่ 6 การอบแห้งแบบโปรย
ที่มา : https://www.wikiwand.com/th

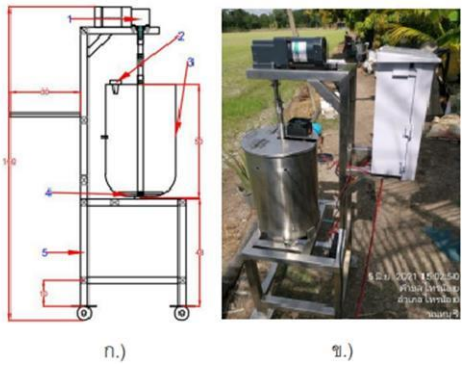


ภาพที่ 7 การอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์
ที่มา : https://www.wikiwand.com/th

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. กระบวนการทำงานของเครื่องอบแห้งข้าวเครื่องอบแห้งข้าวที่ทำการออกแบบนี้ทำการลดความชื้นโดยใช้ความร้อนจากฮีตเตอร์และความร้อนจากแสงอาทิตย์ร่วมกัน โดยกระบวนการทำการของเครื่องอบแห้งแสดงได้ดังภาพที่ 8

ภาพที่ 8 กระบวนการทำงานของเครื่องอบแห้งข้าว



ภาพที่ 9 เครื่องอบแห้งข้าว
ก.) การออกแบบเครื่องอบแห้งข้าว
ข.) เครื่องอบแห้งข้าวที่สร้างขึ้น

การออกแบบจะใช้มอเตอร์ขนาด 220 V ติดกับแกนใบพัด ขนาด 25 cm โดยมอเตอร์จะติดตั้งอยู่ด้านบนของเครื่องอบแห้งข้าวแล้วใช้เพลาขับลงมาด้านล่างและทำจุดเซ็นเตอร์เพื่อไม่ให้ใบพัดแกว่งส่งผลให้การกวนข้าวเปลือกไปในทิศทางที่ต้องการ ซึ่งพัดลมจะดูดอากาศจากภายนอกเพื่อนำความร้อนให้ไหลผ่านใบพัดและเข้าสู่ภายในเครื่องอบแห้งข้าว ซึ่งจะมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าความชื้นของข้าวเปลือกทำให้พาความชื้นจากข้าวเปลือกออกสู่ภายนอกทำให้ข้าวเปลือกที่อบไว้แห้งได้จากนั้นความร้อนจะไหลออกผ่านทางช่องระบายความร้อนที่สร้างไว้

ส่วนประกอบของเครื่องอบแห้งข้าวตามภาพที่ 9 ก.) ประกอบด้วย หมายเลข 1 คือ มอเตอร์ไฟฟ้า หมายเลข 2 คือ ฮีตเตอร์เป่าลมร้อน หมายเลข 3 คือ ถังใส่วัตถุดิบ หมายเลข 4 คือ ใบพัด และหมายเลข 5 คือ ฐานของเครื่องอบแห้งข้าว ส่วนเครื่องอบแห้งข้าวที่สร้างเสร็จแสดงได้ตามภาพที่ 9 ข.)

การทดลองการอบแห้งข้าว

1. การอบแห้งด้วยวิธีดั้งเดิม ผู้วิจัยได้จำลองพื้นที่ขนาด 83 x 114 ตารางเซนติเมตร โดยมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ชั่งน้ำหนักข้าวเปลือกโดยเป็นข้าวชนิดอินดิกาหรือข้าวเจ้าจำนวน 2 กิโลกรัมจากนั้นนำไปตากเพื่อรับแสงอาทิตย์ บนที่โล่งและวัดค่าความชื้นที่ได้

ขั้นตอนที่ 2 วิธีนี้ข้าวเปลือกส่วนบนจะมีความชื้นลดลงส่วนข้าวเปลือกส่วนล่างยังคงมีความชื้นอยู่ ดังนั้นผู้วิจัยต้องเกลี่ยเพื่อให้แสงอาทิตย์เข้าถึงทุกส่วนของข้าวเปลือก โดยสังเกตสีของข้าวเปลือกตามภาพที่ 11

ภาพที่ 10 เกลี่ยข้าวและดูสีของข้าว

ภาพที่ 11 การวัดค่าความชื้นและจดบันทึกผลการทดสอบ

ขั้นตอนที่ 3 ทำการบันทึกค่าความชื้นทุก ๆ 30 นาที จนครบเวลาในการตากข้าวเปลือก 90 นาที

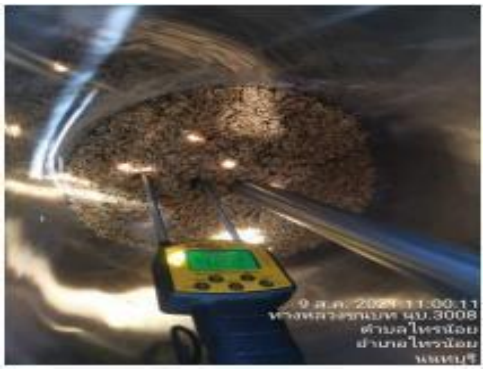
2. การอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งข้าวโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่เปิดฮีตเตอร์ ใช้เครื่องอบแห้งข้าว ที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นด้วยระบบพลังงานแสงอาทิตย์ ร่วมกับลมร้อน โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำข้าวเปลือกจำนวน 2 กิโลกรัมมาใส่เครื่องอบแห้งโดยใช้เวลา 90 นาทีทำ การวัดค่าความชื้นก่อนนำไปใส่ในเครื่องอบแห้งข้าว

ขั้นตอนที่ 2 เปิดการทำงานมอเตอร์ใบกวนข้าวเปลือกและนำเครื่องอบแห้งข้าวไปตั้งไว้ในตำแหน่งที่ที่มีแสงอาทิตย์ส่องถึง

ขั้นตอนที่ 3 ทำการบันทึกค่าความชื้นทุก ๆ 30 นาที จนครบเวลาในการตากข้าวเปลือก90 นาที

ภาพที่ 12 นำข้าวเปลือกใส่ลงในเครื่องอบแห้งข้าว



ภาพที่ 13 การวัดค่าความชื้นและจดบันทึกผลการทดสอบในเครื่องอบแห้งข้าวกรณีเปิดมอเตอร์ใบกวน

ภาพที่ 14 นำข้าวเปลือกใส่ลงในเครื่องอบแห้งข้าวโดยใช้ทั้งมอเตอร์ใบกวนและฮีตเตอร์

3. การอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งข้าวโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับฮีตเตอร์ ใช้เครื่องอบแห้งข้าวที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นด้วยระบบพลังงานแสงอาทิตย์ ร่วมกับลมร้อนจากฮีตเตอร์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำข้าวเปลือกจำนวน 2 กิโลกรัมมาใส่เครื่องอบแห้งตามภาพที่ 14 โดยจะใช้ เวลาอบแห้ง 90 นาที ทำการวัดค่าความชื้นก่อนนำไปใส่ในเครื่องอบแห้งข้าว

ขั้นตอนที่ 2 เปิดการทำงานมอเตอร์ใบกวนข้าวเปลือกและตั้งค่าอุณหภูมิที่ฮีตเตอร์สำหรับให้ฮีตเตอร์หยุดทำงานและนำเครื่องอบแห้งข้าวไปตั้งไว้ในตำแหน่งที่มีแสงอาทิตย์ส่องถึง

ขั้นตอนที่ 3 ทำการบันทึกค่าความชื้นทุก ๆ 30 นาที จนครบเวลาในการตากข้าวเปลือก 90 นาที

ภาพที่ 15 ตั้งอุณหภูมิและเริ่มการอบแห้งข้าว

ภาพที่ 16 การวัดค่าความชื้นและจดบันทึกผลการทดสอบในเครื่องอบแห้งข้าวกรณีเปิดมอเตอร์ใบกวนและฮีตเตอร์

ผลการศึกษา

1. ผลการทดสอบการอบแห้งด้วยวิธีดั้งเดิมโดยการนำข้าวไปตากเพื่อรับแสงอาทิตย์ วัดค่าและทำการเกลี่ยข้าวทุกๆ 30 นาที จนครบ 90 นาที จำนวน 5 วันและนำผลที่ได้มาเฉลี่ย ดังตารางที่ 1

2. ผลการทดสอบอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งข้าวโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่เปิดฮีตเตอร์ โดยนำข้าวไปใส่ไว้ในเครื่องอบแห้งข้าวและนำเครื่องอบแห้งไปวางรับแสงอาทิตย์ พร้อมเปิดมอเตอร์เพื่อกวนข้าวเปลือก ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ผลการอบแห้งด้วยวิธีดั้งเดิม

เวลาที่บันทึกผล	ความชื้น (%Rh)			อุณหภูมิโดยรอบ (°C)
	ก่อน	หลัง	ลดลง	
11.00	40.1	37.32	2.78	35.78
11.30	37.32	34.12	3.2	35.26
12.00	34.12	29.92	4.4	36.82
12.30	29.92	-	-	34.76
รวม	-	-	**10.38**	-

ตารางที่ 2 ผลการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งข้าวแบบไม่เปิดฮีตเตอร์

เวลาที่บันทึกผล	ความชื้น (%Rh)			อุณหภูมิภายใน (°C)	อุณหภูมิภายนอก (°C)
	ก่อน	หลัง	ลดลง		
11.00	41.08	38.82	2.26	36.1	35.7
11.30	38.82	35.28	3.54	35.66	34.46
12.00	35.28	31.56	3.72	35.86	35.22
12.30	31.56	-	-	35.84	35.02
รวม	-	-	**9.52**	-	-

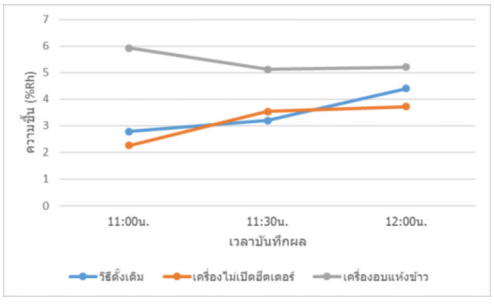
ตารางที่ 3 ผลการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งข้าว

เวลาที่บันทึกผล	ความชื้น (%Rh)			อุณหภูมิภายใน (°C)	อุณหภูมิภายนอก (°C)
	ก่อน	หลัง	ลดลง		
11.00	39.62	33.44	5.92	35.42	34.96
11.30	33.44	28.58	5.12	43.82	37.24
12.00	28.58	23.38	5.20	44.64	36.22
12.30	23.38	-	-	45.08	36.44
รวม	-	-	**16.24**	-	-

1. ผลการทดลอง การอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งข้าว โดยใช้ฮีตเตอร์ร่วมกับพลังงานจากแสงอาทิตย์ โดยนำข้าวไปใส่ไว้ในเครื่องอบแห้งข้าวและเอาไปไว้ในตำแหน่งที่แสงอาทิตย์ส่องถึง พร้อมกับ

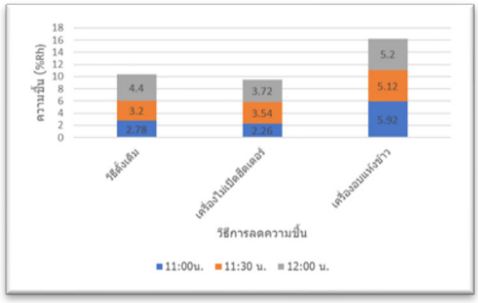
เปิดมอเตอร์กวนข้าวเปลือกและฮีตเตอร์จานวน 5 วัน จากนั้นวัดค่าและนำมาหาค่าเฉลี่ย

จากตารางที่ 1 ถึงตารางที่ 3 พบว่าการอบแห้งด้วยวิธีดั้งเดิมช่วงเวลา 12:00 น. ลดความชื้นได้สูงที่สุด ช่วงเวลา 11:00 น. ลดความชื้นได้น้อยที่สุด เช่นเดียวกับการใช้เครื่องอบแห้งที่อาศัยพลังงานแสงอาทิตย์ ส่วนการใช้เครื่องอบแห้งที่เปิดทั้งมอเตอร์ใบกวนและฮีตเตอร์ช่วงเวลา 11:00 น. ลดความชื้นได้สูงสุด ช่วงเวลา 11:30 น. ลดความชื้นได้น้อยที่สุด เมื่อพิจารณาการอบแห้งทั้ง 3 แบบ พบว่า การอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ในช่วงเวลา 11:00 น. ลดความชื้นได้น้อยที่สุด ส่วนการอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งที่เปิดทั้งมอเตอร์ใบกวนและฮีตเตอร์ลดความชื้นได้สูงที่สุด ดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 กราฟแสดงผลช่วงเวลาที่ทำการบันทึกผลแต่ละช่วงเวลากับความชื้นที่ลดได้

เมื่อพิจารณาความชื้นรวมที่วัดได้ของทั้ง 3 วิธี แสดงผลได้ตามภาพที่ 18 พบว่า การอบแห้งข้าวด้วยเครื่องอบแห้งที่สร้างขึ้นโดยเปิดการทำงานทั้งมอเตอร์ใบกวนและฮีตเตอร์สามารถลดความชื้นได้ดีที่สุด ส่วนการอบแห้งข้างด้วยเครื่องอบแห้งที่สร้างขึ้นโดยเปิดแต่มอเตอร์ใบกวนและใช้แสงอาทิตย์ได้การลดความชื้นวิธีนี้ลดความชื้นในน้อยที่สุดเนื่องจากข้าวเปลือกอยู่ได้เครื่องทำให้พื้นที่ของข้าวเปลือกที่แสงอาทิตย์ส่องถึงมีน้อยกว่าวิธีแบบดั้งเดิม



ภาพที่ 18 กราฟแสดงผลวิธีการลดความชื้นกับความชื้นที่ลดได้

อภิปรายผลการศึกษา

จากการทดสอบการอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเครื่องอบแห้งที่สร้างขึ้นก่อนทำการทดสอบข้าวเปลือกมีความชื้นประมาณ 40 %Rh ราคาขายอ้างอิง โรงสีไฟแสงไพฑูรย์ (2000) ราคาข้าวที่ความชื้น 40 %Rh อยู่ที่ 5,200 บาท/ 1,000 กิโลกรัม เท่ากับ 5.2 บาท/กิโลกรัม หลัง

ทำการทดสอบ ข้าวเปลือกมีความชื้นประมาณ 23 %Rh ราคาข้าวที่ความชื้น 23 %Rh อยู่ที่ 6,850 บาท/ 1,000 กิโลกรัม เท่ากับ 6.85 บาท/กิโลกรัม

หลังจากการลดความชื้นราคาขายที่ดีขึ้นเท่ากับ 1.65 บาท/กิโลกรัม โดยลงทุนอุปกรณ์ทั้งหมด 23,360 บาท นำคำนวณหาจุดคุ้มทุน (กมลลักษณ์ ชัยดี และคณะ, 2560) ได้ดังนี้

$$\text{จุดคุ้มทุน} = \frac{\text{ต้นทุนคงที่}}{\text{อัตรากำไรส่วนเกิน}}$$

จะได้

$$\text{จุดคุ้มทุน} = \frac{23{,}360}{1.65 \text{ บาท}/\text{กิโลกรัม}}$$

ดังนั้นต้องอบแห้งข้างเปลือกจำนวน 14,157 กิโลกรัม ถึงจะคุ้มทุน

สรุปผลการศึกษา

การอบแห้งข้าวโดยใช้เครื่องอบแห้งข้าวอบแห้งที่สร้างขึ้นทำงานร่วมกับฮีตเตอร์และพลังงานแสงอาทิตย์มีสามารถสูงสุด สามารถลดความชื้นของข้าวเปลือกได้ค่าเฉลี่ยถึง 16.24 %Rh ส่วนการใช้เครื่องอบแห้งข้าวที่มีมอเตอร์ใบกวนร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ลดความชื้นของข้าวได้น้อยที่สุด โดยลดได้ 9.52 %Rh โดยใช้ระยะเวลาอบแห้งที่เท่ากัน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ต้องขอขอบพระคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เป็นอย่างสูงที่ให้การสนับสนุน

เอกสารอ้างอิง

กมลลักษณ์ ชัยดี, ภัทราพร สมเสมอ, รัตติยากร ถิ่นแสง, วราภรณ์ เมืองหล้า และ ศุภฤกษ์ วงค์เทพ. (2560). ระบบวิเคราะห์จุดคุ้มทุนและผลตอบแทนการลงทุนในการเลี้ยงปลา กรณีศึกษา : การเลี้ยงปลาหมอ มานพฟาร์ม อ.แม่ลาว จ.เชียงราย. วารสารราชมงคลล้านนา. ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 . 77-91.

กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์.(2564). สืบค้นเมื่อ วันที่ 8 ธันวาคม 2564 จาก https://www.ditp.go.th/

จารุวัตร์ คชรินทร์ (2554). เครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ โดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมหาบัณฑิต.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

จุฑาทิพย์ ทองเดชาสามารถ. (2545). การอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเทคนิคฟลูอิดไดเซชันแบบใหม่. วิทยานิพนธมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ (2562). สืบค้นเมื่อ วันที่ 8 ธันวาคม 2564 จาก https://sites.google.com/site/*solarcelldryer/t*

ปุริม คลิ้งทอง ประภา ศรีพิจิตต์ รัตติกาน เกิดผล และ ธานี ศรีวงศ์ชัย. (2559) การถ่ายทอดลักษณะความยาวของเมล็ดในการผสมข้ามระหว่างข้าวอินดิกากับข้าวจาปอนิกา. **Thai Journal of Science and Technology, 5**(2), 144-149.

โศรฎา แข็งการ. (2557). การพัฒนาและวิจัยเพื่อปรับปรุงเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบหล่นอิสระ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สุภาษิต ชูกลิ่น. (2563). การพัฒนาขนมขบเคี้ยวจากข้าวไร่พื้นเมืองนครเสริมโปรตีนผงจิ้งหรีดด้วยเครื่องเอกซ์ทรูเดอร์สกรูคู่สู่ผลิตภัณฑ์ทางการค้า. รายงานการวิจัยคณะอุตสาหกรรมเกษตรมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

อนิรุทธิ์ ต่ายขาว และสมบัติ ทีฆทรัพย์. (2556). เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดพาความร้อนแบบธรรมชาติ และชนิดพาความร้อนแบบบังคับ. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย , ปีที่ 7 ฉบับที่ 1, 23-31

anusornlove. wordpress. (2564). สืบค้นเมื่อ วันที่ 8 ธันวาคม 2564 จาก https://anusornlove.wordpress.com/

wikiwand. (2563). สืบค้นเมื่อ วันที่ 8 ธันวาคม 2564 จากhttps://www.wikiwand.com/