TFE-11

การพัฒนาตู้อบสำหรับกระบวนการอบข้าวแต๋นโดยการใช้หัวเผาก๊าซอินฟราเรด

*นิลวรรณ ไชยทนุ[1], อัจฉรา จันทร์ผง[1] และ ทวีศักดิ์ มหาวรรณ[2]

[1]*สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตรและชีวภาพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ เชียงใหม่*

[2]*สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ เชียงใหม่*

128 ถนนห้วยแก้ว ตำบลช้างเผือกอำเภอเมืองจังหวัดเชียงใหม่50300

ผู้เขียนติดต่อ: นิลวรรณ ไชยทนุ E-mail: ninlawan_ch@hotmail.co.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระบวนการอบแห้งข้าวแต๋นให้มีประสิทธิภาพของผู้ประกอบการกลุ่มข้าวแต๋นน้ำแตงโมอบแห้ง ชุมชนบ้านทุ่งม้านเหนือ จังหวัดลำปาง ทำการออกแบบและสร้างตู้อบโดยการใช้หัวเผาก๊าซชนิดอินฟราเรด ซึ่งมีขนาดห้องอบ 1.41 x1.33 x 1.69 mใช้ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงในการให้ความร้อนแก่อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนและใช้โบลเวอร์ไหลตามแกนขนาด 0.5 hp เพื่อหมุนเวียนอากาศ ห้องอบสามารถอบข้าวแต๋นได้ ครั้งละประมาณ 45 kg ความชื้นเริ่มต้น 400%d.b. โดยอบข้าวแต๋นให้มีความชื้นสุดท้าย51.5 – 66.7%d.b. โดยทำการทดลองทั้งหมด 6 สภาวะ คือที่อุณหภูมิ 50°C และ 60 °C ความเร็วรอบของมอเตอร์โบลเวอร์ 987, 1234 และ 1480 rpmนอกจากนี้ยังได้ศึกษาคุณภาพของข้าวแต๋นภายหลังกระบวนการอบที่สภาวะต่างๆ ในด้าน ความชื้นและสีและศึกษาอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานในกระบวนการอบ พบว่า การอบที่อุณหภูมิ 50°Cโดยใช้ความเร็วรอบของมอเตอร์โบลเวอร์ 1480 rpm มีประสิทธิภาพลดความชื้นสูงที่สุดถึง 53.95% การลดความชื้นเป็นแบบต่อเนื่อง ใช้เวลาในการอบ 330 นาทีทำให้ความชื้นเหลือเพียง 66.3%d.b. มีค่าความแตกต่างของสี 2.22อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 2.2 kWh/time และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 2.4 kg/time ซึ่งประหยัดกว่าตู้เดิม 8 เท่า และจากการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ตู้อบข้าวแต๋นที่สร้างขึ้นนี้สามารถคืนทุนภายในระยะเวลา 3 เดือนทำให้ชาวบ้านมีรายได้เดือนละ 29,164 บาท คิดเป็น 349,968 baths/yearหรือมากกว่าเดิม 7 เท่า

คำสำคัญ: ข้าวแต๋นอบแห้ง; ตู้อบอินฟาเรด; ตู้อบข้าวแต๋น

บทนำ

บ้านทุ่งม่านเหนือ ตำบลบ้านเป้า เป็นส่วนหนึ่งของอำเภอเมือง จังหวัดลำปาง รวมตัวกันเป็นกลุ่มเพื่อผลิตสินค้าชุมชน ซึ่งมีกลุ่มอาชีพเด่นๆ เป็นสินค้าหนึ่งตำบล หนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) คือ กลุ่มข้าวแต๋นน้ำแตงโม บ้านทุ่งม่านเหนือ เป็นหมู่บ้านที่มีการรวมกลุ่มกันเพื่อทำเป็นอาชีพเสริมเพิ่มรายได้ จำนวนหลายกลุ่ม ที่สำคัญคือการรวมกลุ่มทำข้าวแต๋นน้ำแตงโม โดยมีกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรของหมู่บ้าน 1 กลุ่ม และมีกลุ่มรายย่อยในหมู่บ้านอีก 20 กลุ่ม ซึ่งมีการนำภูมิปัญญาชาวบ้านมาพัฒนาเป็นรูปแบบทันสมัย เมื่ออดีตชาวบ้านจะนำข้าวที่เหลือจากการรับประทาน มาตากแห้งเพื่อเก็บไว้กินในวันต่อไปซึ่งใช้พื้นที่จำนวนมากและใช้เวลานาน 2-3 วัน ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ จากนั้นได้มีการพัฒนาขึ้น เปลี่ยนจากการตากแห้งซึ่งใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์มาเป็นการอบแห้งด้วยตู้อบอย่างง่ายซึ่งใช้ความร้อนจากชีวมวล (ฟืน) อีกทั้งมีการแต่งหน้าข้าวแต๋นให้มีหน้าตาที่น่ารับประทานยิ่งขึ้นด้วยน้ำตาลอ้อยและโรยงา หรือทำเป็นหน้าธัญพืช หน้าหมูหยอง ฯลฯ ซึ่งกลุ่มอาชีพดังกล่าวนี้ทำให้ชาวบ้านมีรายได้เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 50,000 บาท/คน/ปี

ปัจจุบันการแปรรูปข้าวให้เป็นผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นอบแห้งที่พร้อมนำไปทอดเพื่อบรรจุออกไปขายต่อในท้องตลาด ชาวบ้านได้ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นพัฒนาจากตู้อบอย่างง่ายมาเป็นการสร้างตู้อบจากการใช้แผ่นยิปซัมต่อเป็น

ห้องสี่เหลี่ยม ภายในมีชั้นที่สำหรับวางถาดข้าวแต๋น เปียกที่ผ่านการขึ้นรูปแล้ว ใช้ก๊าซหุงต้มหรือก๊าซ LPG เป็นตัวให้ความร้อน ซึ่งมีเตาแก๊สเพื่อให้ความร้อนอยู่ด้านล่างของตู้อบ แสดงในรูปที่ 1 และ 2 จากลักษณะของตู้อบแห้งของชาวบ้านที่มีอยู่ในปัจจุบัน พบว่า ความแห้งของแผ่นข้าวแต๋นภายในถาดจะไม่ทั่วถึง จึงต้องมีการสลับถาดในชั้นวางอยู่บ่อยครั้งเพื่อให้ข้าวแต๋นแห้งได้ทั่วถึงทั้งถาด อีกทั้งหัวเผาก๊าซแบบธรรมดามีเปลวไฟมาก ซึ่งเกิดการติดไฟกับข้าวแต๋นในถาดชั้นล่างอยู่บ่อยครั้ง มีกลิ่นเหม็นไหม้รวมกับกลิ่นของก๊าซหุงต้มติดค้างอยู่ในข้าวแต๋น ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ คุณภาพของข้าวแต๋นที่อบแห้งมีคุณภาพไม่คงที่ ในการอบแต่ละครั้งจะต้องเปิด-ปิดตู้อบบ่อยครั้งเพื่อสลับถาด ทำให้สูญเสียความร้อนออกไป ตู้มีผนังที่ไม่สามารถเก็บความร้อนได้ และใช้เวลาในการอบแต่ละครั้งนานถึง 5 ชั่วโมง ทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงในปริมาณมากซึ่งปัจจุบันราคาก๊าซหุงต้มมีราคาที่สูงขึ้น โดยในการอบแต่ละครั้งมีกำลังการผลิตที่ 32 kg หรือคิดเป็น 15 – 20 ถาด ใช้ปริมาณก๊าซหุงต้มขนาดถัง 15 kg จำนวน 1.5 ถัง เมื่อก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงที่เป็นผลพลอยได้จากการกลั่นน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาติซึ่งเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วหมดไป อีกทั้งในปัจจุบันปริมาณน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาติบนโลกก็ลดน้อยลงไปทุกที และจากงานวิจัยที่ผ่าน เช่น

นิก ตาบุญ และคณะ (2550) [1] ได้ศึกษาและสร้างเครื่องอบข้าวแต๋นโดยใช้พลังงานไฟฟ้าประกอบด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1000 W จำนวน 3 ตัว ในการทำความร้อน และใช้มอเตอร์ขนาด 0.25 hp ตัวให้กำลังในการขับชุดพัดลมเพื่อพาความร้อนไปยังห้องอบขนาด 79 x 118.5 x 64 cm พบว่าในการอบข้าวแต๋นใช้พลังงานไฟฟ้า 3.18 หน่วยต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพเครื่องอบข้าวแต๋นเท่ากับ 23.25% ซึ่งถือว่ามีประสิทธิภาพต่ำ

เสริม จันทร์ฉาย (2554) [2] ได้จัดทำโครงการการปรับปรุงประสิทธิภาพการอบแห้งข้าวแต๋นด้วยโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ โดยโรงเรือนมีขนาด 8 x 20 x 3.5 m เมื่อแสงอาทิตย์มีความเข้มสูง โรงอบแห้งจะได้รับพลังงานแสงอาทิตย์มาก อุณหภูมิของอากาศภายโรงอบจึงมีแนวโน้มที่สูงขึ้น แผงโซลาร์เซลล์ก็จะผลิตพลังงานไฟฟ้าได้มากขึ้น ทำให้พัดลมดูดอากาศซึ่งได้รับพลังงานไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ดูดอากาศให้ไหลเวียนมากขึ้น ทำให้ใช้เวลา 8 ชั่วโมง/วัน ในการอบแห้ง ซึ่งยังใช้เวลานานและระบบทำงานที่ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศเท่านั้น

สัมพันธ์ ไชยเทพ และศิริชัย สายอ้าย (2547) [3] ได้พัฒนาเครื่องอบแห้งข้าวแต๋นโดยใช้ปั๊มความร้อนลดความชื้น ห้องอบขนาด 1.22 x 1.22 x 1.22 m มีความสามารถในการอบข้าวแต๋นน้ำหนักเปียกครั้งละ 50 kg ด้วยขนาดเครื่องทำเย็น 9,000 บีทียู/ชั่วโมง พบว่ามีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 13.0 – 14.5 kWh/ครั้งการอบแห้ง ใช้เวลาระยะเวลาคืนทุนถึง 1.38 ปี จะเห็นได้ระบบนี้ใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด อีกทั้งระบบปั๊มความร้อนยากต่อการบำรุงรักษาสำหรับชาวบ้าน

ดังนั้นแนวทางการพัฒนาการแปรรูปข้าวแต๋นน้ำแตงโมอบแห้งของชาวบ้านทุ่งมานเหนือ จังหวัดลำปางนี้ จึงมุ่งเน้นที่จะพัฒนากระบวนการอบแห้งข้าวแต๋นโดยการสร้างตู้อบโดยประยุกต์ใช้หัวเผาก๊าซชนิดอินฟราเรดซึ่งจะทำให้ประหยัดเชื้อเพลิง เพิ่มอุณหภูมิได้อย่างรวดเร็วสามารถลดเวลาในกระบวนการอบ ใช้งานง่าย เคลื่อนย้ายสะดวกและลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในกระบวนการอบแห้งนี้ อันจะส่งผลให้เกิดการอยู่ร่วมกันระหว่างชุมชนกับธรรมชาติได้อย่างยั่งยืน อีกทั้งทำให้ความเป็นอยู่ของประชากรอยู่ดีมีสุขมากขึ้น สามารถพึ่งตนเองได้ตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียง

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างตู้อบข้าวแต๋นโดยใช้หัวเผาก๊าซชนิดอินฟราเรด เพื่อใช้ในการพัฒนากระบวนการอบแห้งข้าวแต๋นน้ำแตงโม สำหรับผู้ประกอบการที่บ้านทุ่งม้านเหนือ ตำบลบ้านเป้า จังหวัดลำปาง ซึ่งสามารถแก้ไขปัญหาจากตู้อบที่ใช้อยู่เดิม

รูปที่ 1 ลักษณะภายนอกของตู้อบข้าวแต๋นเดิม

รูปที่ 2 ลักษณะภายในของตู้อบข้าวแต๋นเดิม

3. การออกแบบและสร้างตู้อบ

3.1 เงื่อนไขของการออกแบบ

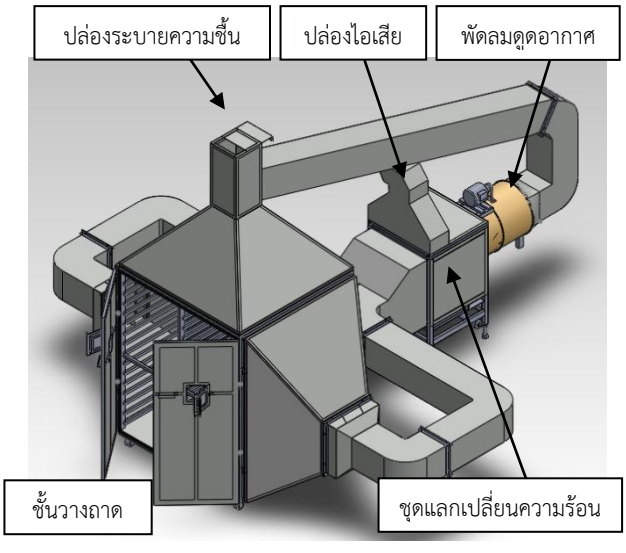
เพื่อต้องการลดระยะเวลาซึ่งควรใช้เวลาในการอบไม่เกิน 5 ชั่วโมง ง่ายต่อการปฏิบัติงานในกระบวนการอบ โดยขนาดของชั้นถาดสามารถใช้ได้กับถาดอบเดิม ประหยัดเชื้อเพลิง ได้ข้าวแต๋นอบแห้งที่มีคุณภาพดีคงที่ทั่วทั้งตู้ ไร้กลิ่นไม่พึงประสงค์ ความร้อนต้องกระจายทั่วทั้งตู้ อีกทั้งได้ผลผลิตที่มากขึ้น การสร้างลมร้อนเพื่อใช้ในการอบจึงเป็นสิ่งสำคัญ

3.2 รายละเอียดในการออกแบบตู้อบ

ดังแสดงในรูปที่ 3 โครงสร้างทำด้วยเหล็กกล่องขนาด 50.8 x 25.4 mm หนา 1.6 mm หุ้มฉนวนกันความร้อนแบบใยแก้ว และถูกปิดด้วยแผ่นเหล็กชุบสังกะสีหนา 0.28 mm ทั้งด้านในและนอกตู้อบ ซึ่งห้องอบมีขนาด 1.41 x 1.33 x 1.69 m บรรจุถาดได้ 30 ถาดหรือ 45 kg แต่ละถาดห่างกัน 60 mm ส่วนท่อทางไหลของอากาศพับขึ้นรูปด้วยแผ่นเหล็กชุบสังกะสีหนา 0.28 mm มีขนาด 300 x 300 mm โค้งตามรูปและหุ้มฉนวนกันความร้อนด้านนอกหนา 50.8 mm ตัวตู้อบเคลื่อนที่ได้ด้วยล้อยาง ใช้โบลเวอร์ 0.5 hp ในการเป่าอากาศให้ไหลเวียน ภายในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนเป็นท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50.8 mm หนา 2 mm ยาว 60 mm จำนวน 30 ท่อ ใช้นำความร้อนให้อากาศด้วยการเผาไหม้เชื้อเพลิงผ่านในท่อ หัวเผาก๊าซชนิดอินฟราเรดที่ใช้ มีขนาดความกว้าง 135 mm ยาว 570 mm ใช้ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง รุ่น A-1602 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 0.45 kg/hr และมีตู้ควบคุมการทำงานตู้อบ ได้แก่ ระบบไฟฟ้าและระบบความร้อน

3.3 หลักการทำงานของตู้อบ

ตู้อบข้าวแต๋นนี้ทำงานโดยการใช้ความร้อนจากหัวเผาก๊าซชนิดอินฟราเรดผ่านเข้าท่อเหล็กในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนและไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้จะถูกปล่อยออกที่ปล่องไอเสีย เมื่อเปิดสวิตซ์โบลเวอร์ทำงาน อากาศจะไหลผ่านท่อเหล็กนำความร้อนที่ได้เข้าไปยังตู้อบทางด้านข้างทั้ง 2 ด้าน ซึ่งครอบคลุมทุกชั้นถาด ลมร้อนที่ดึงความชื้นออกจากข้าวแต๋นจะถูกปล่อยทิ้งออกทางด้านบน ซึ่งบางส่วนจะถูกดูดกลับมาใช้ซ้ำพร้อมอากาศใหม่ด้วยโบลเวอร์ อุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการอบจะถูกควบคุมแบบอัตโนมัติด้วยเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิภายในตู้อบ (ตำแหน่งที่ 7 ดังรูปที่ 4) ซึ่งเป็นตัวสั่งการทำงานของโซลินอย วาล์วเปิดปิดการจ่ายก๊าซให้กับหัวเผา เมื่อต้องการทำความร้อนภายในตู้อบให้ได้อุณหภูมิที่ต้องการ เซ็นเซอร์จะสั่งให้โซลินอยวาล์วเปิดเพื่อจ่ายก๊าซไปยังหัวเผา พร้อมกันนั้นจากหัวจุดก๊าซสปาร์คไฟเพื่อจุดก๊าซที่หัวเผา เมื่อได้อุณหภูมิที่ต้องการเซ็นเซอร์จะสั่งตัดการทำงานของโซลินอยวาล์วเพื่อหยุดการทำงานของชุดก๊าซ



รูปที่ 3 ลักษณะตู้อบข้าวแต๋นที่ออกแบบและสร้างขึ้น

4. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

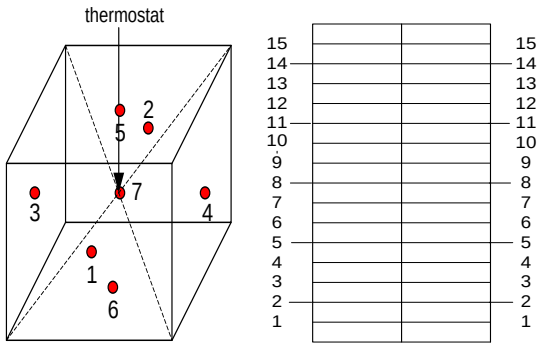
1. เตรียมวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งในการทดลองใช้ข้าวแต๋นน้ำแตงโมจากผู้ผลิตกลุ่มสุมาลี บ้านทุ่งม่านเหนือ อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง นำมาวางบนถาดอบกดขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ ซึ่งมีความชื้นเริ่มต้น 400%d.b.

2. เปิดระบบการทำงานของตู้อบทั้งหมด นำถาดอบเข้าตู้โดยการทดลองแบ่งเป็น 6 การทดลอง คือ ที่อุณหภูมิ 50 ºC กับ 60 ºC และ ที่ความเร็วรอบมอเตอร์ของพัดลมดูดอากาศ 987 ,1234 ,1480 rpm (ด้วยการปรับเปลี่ยนมูเล่ย์ขนาด 50.8 mm ,63.5 mm และ 76.2 มิลลิเมตร)

3. ทำการจับเวลาในทุกๆ การทดลอง ระหว่างการทดลองทำการวัดค่าอุณหภูมิที่ทางเข้า-ออกของห้องอบ (หลัง-หน้าอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน) และวัดอุณหภูมิภายในห้องอบ 5 จุด และทำการสุ่มถาดชั้นที่ 2,5,8,11 และ 14 ทั้ง 2 ด้านรวม 10 ถาด ดังรูปที่ 4.ก และ 4.ข ตามลำดับมาชั่งน้ำหนักหาค่าความชื้น จนได้ความชื้นที่ต้องการประมาณ 51.5 – 66.7%d.b. ทุก ๆ 15 นาที หลังเสร็จสิ้นการทดลองจะบันทึกค่าปริมาณไฟฟ้าและปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้

4. นำข้าวแต๋นอบแห้งมาวัดหาค่าสีด้วยเครื่องวัดสียี่ห้อ ColorFlex รุ่น PRD002 ด้วยระบบ CIE Lab scale [4] เพื่อวิเคราะห์ค่าความแตกต่างสีจากข้าวแต๋นที่อบจากตู้เดิม ถือเป็นการบอกถึงคุณสมบัติของข้าวแต๋นอีกทางหนึ่ง [5]

5. จากผลการทดลองที่ได้จะนำไปวิเคราะห์ประสิทธิภาพของตู้อบและวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ต่อไป เพื่อเลือกค่าอุณหภูมิและความเร็วลมที่เหมาะสมในการอบข้าวแต๋นน้ำแตงโมด้วยตู้อบที่สร้างขึ้นมาใหม่

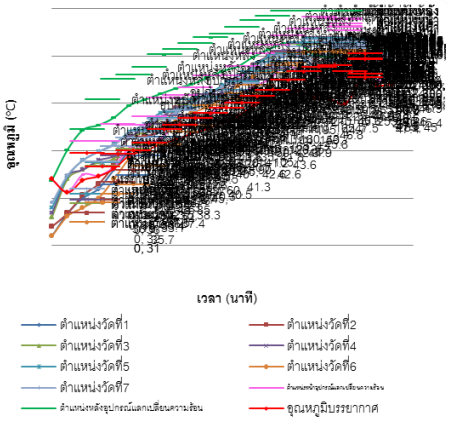


(ก) (ข)

รูปที่ 4 (ก) ตำแหน่งวัดค่าอุณหภูมิ และ (ข) ตำแหน่งชั้นถาดที่นำมาชั่งน้ำหนักจากภาพด้านหน้าตู้อบ

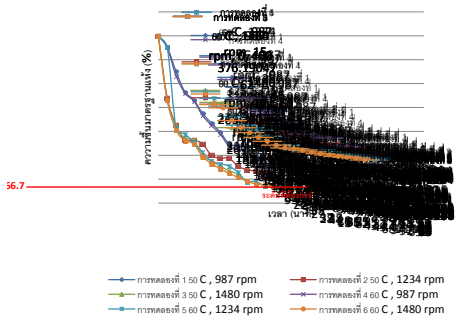
4. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

จากการออกแบบและสร้างตู้อบโดยใช้หัวเผาก๊าซชนิดอินฟราเรดเผาไหม้ให้เกิดความร้อนที่อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน แล้วส่งผ่านลมร้อนเข้าห้องอบทั้ง 2 ด้านนั้น จากการวัดอุณหภูมิภายในห้องอบ 5 ตำแหน่ง จากรูปที่ 5 พบว่าการกระจายความร้อนภายในห้องอบเป็นไปในแนวทางเดียวกันและทั่วถึงทั้งห้องอบ ซึ่งทำให้ไม่ต้องเปิดตู้อบบ่อย ๆ เพื่อสลับถาด อีกทั้งอุณหภูมิภายในห้องอบที่เกิดขึ้นนั้นมีค่าที่ใกล้เคียง 50 ºC ตามที่ต้องการ

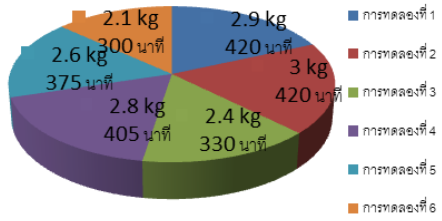


รูปที่ 5 การกระจายความร้อนภายในตู้อบที่การทดลองอุณหภูมิ 50 ºC ความเร็วรอบมอเตอร์โบลเวอร์ 1480 rpm

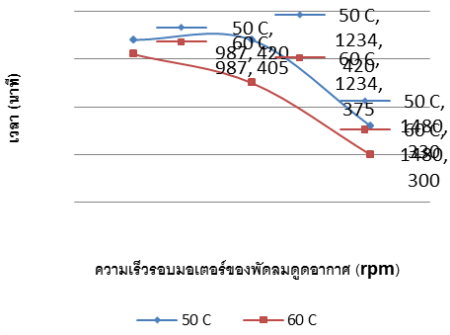
จากรูปที่ 6 ลักษณะของกระบวนการลดความชื้นดำเนินเป็นไปตามทฤษฎีคือ เป็นช่วงอัตราการอบแห้งลดลง เนื่องจากวัสดุอาหารส่วนใหญ่จะมีพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของน้ำจากภายในวัสดุมายังผิวช้ากว่าการพาความชื้นจากผิวไปยังอากาศ ทำให้อัตราการอบแห้งลดลง [6] และเห็นได้ว่าการทดลองที่ 6 มีความสามารถในการลดความชื้นให้อยู่ในระดับที่ต้องการคือ 65%d.b. โดยใช้เวลาเพียง 300 นาที รองลองมาคือการทดลองที่ 3 ที่ใช้เวลาใกล้เคียงกันที่ 330 นาที ซึ่งแตกต่างจากการทดลองอื่นที่ต้องใช้เวลามากกว่า ทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมากกว่าดังแสดงในรูปที่ 7 ทั้งนี้ค่าอุณหภูมิและความเร็วลมเป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการอบแห้ง โดยจากรูปที่ 8 แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับความเร็วรอบของโบลเวอร์คือ ที่ช่วงอุณหภูมิกับความเร็วรอบของโบลเวอร์ต่ำจะใช้เวลาในการลดความชื้นมากกว่า ช่วงอุณหภูมิกับความเร็วรอบของโบลเวอร์สูง เมื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของตู้อบ ซึ่งอัตราการใช้เชื้อเพลิงนั้นมีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องลดความชื้นโดยตรง [6] ดังแสดงในรูปที่ 9 โดยการทดลองที่ 6 มีค่าประสิทธิภาพสูงที่สุดคือ 58.68%



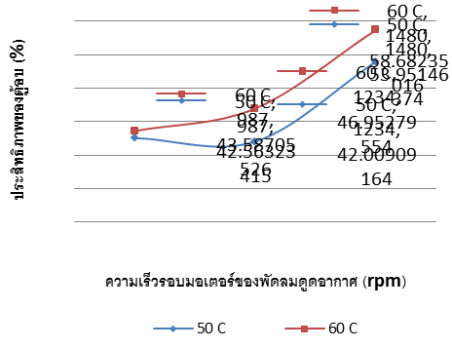
รูปที่ 6 ลักษณะของความชื้นที่ลดลง ณ เวลาใดๆ ของแต่ละการทดลอง



รูปที่ 7 ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้

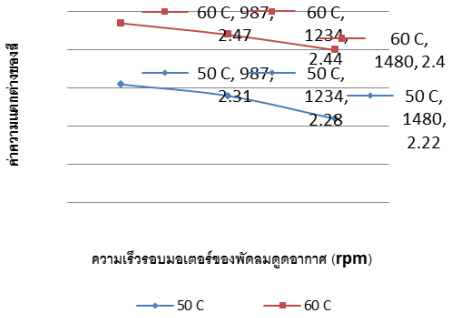


รูปที่ 8 ค่าความเร็วรอบและอุณหภูมิที่ส่งผลต่อเวลาที่ใช้ในกระบวนการอบ



รูปที่ 9 ค่าประสิทธิภาพของตู้อบที่สร้างขึ้นในแต่ละการทดลอง

และในการวิจัยนี้มีการวิเคราะห์คุณสมบัติของข้าวแต๋นอบแห้งด้วยการเปรียบเทียบความแตกต่างของสีจากตู้อบเดิม นอกเหนือจากการวัดความชื้นนั้น ดังแสดงในรูปที่ 9 จะเห็นได้ว่าการอบที่อุณหภูมิสูง (การทดลองที่ 6) จะใช้เวลาน้อยกว่าและประหยัดกว่าก็จริง แต่สีของวัสดุที่ออกมานั้น มีสีที่เข้มกว่าที่ต้องการจากเดิมมาก โดยการทดลองที่ 3 อุณหภูมิ 50 ºC ความเร็วรอบ 1480 rpm มีความแตกต่างของสีเพียง 2.22 ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากค่าอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการอบ คือถ้าอุณหภูมิสูงและเวลานานข้าวแต๋นจะมีสีเข้มหรือไหม้ แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำและเวลาน้อยข้าวแต๋นจะมีสีอ่อนกว่า



รูปที่ 10 ค่าความแตกต่างของสีที่คิดเทียบจากตู้อบเดิมในแต่ละการทดลอง

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการออกแบบและสร้างตู้อบข้าวแต๋นน้ำแตงโมด้วยการใช้หัวเผาก๊าซชนิดอินฟราเรดนี้สรุปได้ว่า การผลิตข้าวแต๋นน้ำแตงโมด้วยตู้อบกระบวนการอบไม่ขึ้นกับสภาพแวดล้อม และใช้งานง่าย เหมาะที่จะใช้ค่าอุณหภูมิ 50 ºC ความเร็วรอบของมอเตอร์โบลเวอร์ 1480 rpm ในกระบวนการอบมากที่สุด เนื่องจากต้องมองถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นสำคัญ ซึ่งการทดลองนี้มีค่าความแตกต่างของสีเพียง 2.22 และมีประสิทธิภาพการอบถึง 53.95% ใช้เวลาในกระบวนการ 330 นาที ทำให้ความชื้นเหลือ 66.3%d.b. และใช้เชื้อเพลิงเพียง 2.4 kg ประหยัดเป็นอันดับ 2 ซึ่งประหยัดกว่าตู้เดิม 8 เท่า อีกทั้งเมื่อเทียบกับตู้อบข้าวแต๋นแบบใช้ความร้อนด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้า [1] พบว่า ตู้อบที่สร้างขึ้นนี้มีประสิทธิภาพที่มากกว่าถึง 30.7% และเมื่อนำมาเทียบกับ **โรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์** [2] พบว่า ตู้อบที่สร้างขึ้นนี้สร้างใช้เวลาในกระบวนการลดความชื้นได้เร็วกว่าถึง 3 ชั่วโมง

จากการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เมื่อทำการอบเพียงวันละ 1 ครั้ง และทำงาน 20 วันใน 1 เดือน

พบว่า ตู้อบข้าวแต๋นที่สร้างขึ้นนี้สามารถคืนทุนภายในระยะเวลา 3 เดือน ทำให้ชาวบ้านมีรายได้เดือนละ 29,164 บาท คิดเป็น 349,968 บาท/ปี หรือมากกว่าเดิม 7 เท่า เนื่องจากมีกำลังการผลิตที่มากขึ้นกว่าเดิมถึง 15 kg แต่ใช้เวลาและคนทำงานน้อยลง

6. กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเนื่องจาก ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักบริหารโครงการวิจัยในอุดมศึกษา และพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ภายใต้โครงการ “การพัฒนาศักยภาพงานวิจัยของนักศึกษา มทร.ล้านนา ผ่านกระบวนการเรียนรู้เชิงบูรณาการการเรียนกับการทำงาน” ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2554 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

ขอขอบพระคุณ คุณนิยม อินทิยศ ผู้ผลิตกลุ่มสุมาลี บ้านทุ่งม่านเหนือ อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง กลุ่มผู้ผลิตข้าวแต๋นน้ำแตงโม ที่อนุเคราะห์ข้าวแต๋นที่ผ่านการกดบนแม่พิมพ์พร้อมถาดวางสำหรับใช้ในการทดสอบ

ขอขอบคุณ คุณณัฐกิตติ์ ณ ลำปาง คุณสรายุทธ บุญเลา และคุณปิยะ ปัญญา นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ร่วมกันสร้างตู้อบข้าวแต๋นโดยใช้หัวเผาก๊าซอินฟาเรดและศึกษากระบวนการของการอบข้าวแต๋นเพื่อให้ชุมชนสามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

[1] นิก ตาบุญ, ธนวัฒน์ จาดเนือง, พลากร พิริยะไพศาลศรี (2550). เครื่องอบข้าวแต๋นโดยใช้พลังงานไฟฟ้าด้วยฮีตเตอร์, ภาควิชาเครื่องกล คณะครุศาสตร์เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

[2] เสริม จันทร์ฉาย (2554), โครงการการปรับปรุงประสิทธิภาพการอบแห้งข้าวแต๋นด้วยโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ของข้าวแต๋นแม่บัวจันทร์, โครงการสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมไทย (iTAP) ในสังกัดศูนย์บริหารจัดการเทคโนโลยี สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.).

[3] สัมพันธ์ ไชยเทพ และศิริชัย สายอ้าย (2547), การพัฒนาเครื่องอบแห้งข้าวแต๋นโดยใช้ปั๊มความร้อนลดความชื้น, ภาควิชาวิศกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[4] Minolta. 1997. A User Manual: Spectro photometer CM508c. Minolta Corporation. New Jersey. USA.

[5] อัมพวัน ตั๊นสกุล. สมบัติทางวิศวกรรมของอาหารและวัสดุชีวภาพ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

[6] ณัฐวุฒิ ดุษฎี (2546). เอกสารประกอบการสอน พร. 409 การอบแห้งผลิตภัณฑ์เกษตรด้วยพลังงานทดแทน. มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่.