



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 14
The 14th STOU National Research Conference

การพัฒนากระบวนการอบแห้งข้าวเกรียบปลาด้วยตู้อบแห้งเชื้อเพลิงชีวมวล : การทดลองอบแห้ง
ด้วยเทคนิคอุ่นและไม่อุ่นตู้อบแห้งกับสลับและไม่สลับตะแกรง

Development of Fish Cracker Drying Process Using a Biomass-Fueled Drying Oven: Experimental
Study on Preheating and Non-preheating Techniques with Tray Rotation and Non-rotation

กิตติพงษ์ ศิริพร (Kittipong Siriporn)¹ นิโอะ ปูซู (Ni-oh Puzu)²

บทคัดย่อ

วิสาหกิจชุมชนส่วนใหญ่ใช้วิธีการตากแดดให้แห้งเพื่อผลิตข้าวเกรียบปลาในจังหวัดนราธิวาส แต่มีข้อจำกัดด้วยฝนตกหนักในช่วงเดือนตุลาคม-ธันวาคม ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอผลของวิธีการอบแห้งข้าวเกรียบปลาโดยใช้ตู้อบแห้งที่ใช้ความร้อนจากเชื้อเพลิงชีวมวล ซึ่งการทดลองนี้ทำขึ้นเพื่อเปรียบเทียบการอบแห้งข้าวเกรียบปลาแผ่นบางที่มีปริมาณความชื้นเริ่มต้นเฉลี่ย 42 %wb โดยพิจารณาพารามิเตอร์หลัก 2 ประการ ได้แก่ 1. การอุ่นและไม่อุ่นตู้อบแห้งแบบไม่สลับตะแกรง 2. การอุ่นตู้อบแห้งแบบสลับและไม่สลับตะแกรง กระบวนการนี้ใช้เวลา 240 นาที และควบคุมอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งให้อยู่ในช่วงระหว่าง 70-90 องศาเซลเซียส การศึกษานี้ พบว่า การอุ่นตู้อบแห้งก่อนการอบแห้งช่วยประหยัดเชื้อเพลิงและเวลาได้มากกว่าการไม่อุ่นตู้อบแห้ง และการสลับตะแกรงช่วยให้ข้าวเกรียบปลาในตู้อบแห้งมีลักษณะทางกายภาพที่ใกล้เคียงกันทุกตะแกรง และใกล้เคียงกับวิธีดั้งเดิม เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนข้าวเกรียบ โดยมีปริมาณความชื้นสุดท้ายอยู่ระหว่าง 6-12 %wb สรุปได้ว่าการอบแห้งด้วยตู้อบแห้งชีวมวลดีกว่าวิธีดั้งเดิม และเป็นทางเลือกอื่นที่มีศักยภาพแทนวิธีดั้งเดิมในช่วงเดือนตุลาคม-ธันวาคม

คำสำคัญ ข้าวเกรียบปลา ตู้อบแห้ง เตาชีวมวล

¹ นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ 6591203010@pnu.ac.th

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ nioh.p@pnu.ac.th



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 14

The 14th STOU National Research Conference

Abstract

Most community enterprises use the sun drying to produce fish crackers in Narathiwat Province, however, this is constrained by heavy rain from October to December. Therefore, this research presents the results of a fish cracker drying method using a dryer that uses heat from biomass fuel. The experiment was conducted to compare the drying of thin-sheet fish crackers with an average initial moisture content of 42 %wb. The two major parameters considered were 1. Preheating and not preheating the dryer without tray rotation, 2. Preheating the dryer with and without tray rotation. The process took 240 minutes and the temperature inside the dryer was maintained between 70-90 degrees Celsius. This study found that preheating the dryer before drying saves more fuel and time. Not preheating the dryer and tray rotation help fish crackers in the dryer have similar physical characteristics on all tray and are close to the traditional method. In accordance with the community product standard of fish crackers, with a final moisture content between 6-12 %wb. In conclusion, drying with the biomass dryer compared favorably to traditional method and offers a potential alternative to conventional methods in October through December.

Keywords: Fish cracker, Drying chamber, Biomass instead



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 14 The 14th STOU National Research Conference

บทนำ

ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลา เป็นผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับทานเล่นที่ได้รับความนิยมทั้งในประเทศและต่างประเทศ เช่น อินโดนีเซีย มาเลเซีย เป็นต้น ซึ่งมีชื่อเรียกข้าวเกรียบปลาแต่ละพื้นที่แตกต่างกัน เช่น ในประเทศมาเลเซียเรียกว่า Keropok ประเทศอินโดนีเซียเรียกว่า Krapuk (วิภาดา มุรินทร์พมาศ และ ภารดี พลไชย, 2554) ด้วยเหตุนี้ การผลิตข้าวเกรียบปลา จึงมีตลาดรองรับทั้งในและต่างประเทศ โดยในจังหวัดนราธิวาสมีวิสาหกิจที่ผลิตข้าวเกรียบปลาหลายพื้นที่ ส่วนใหญ่จะเป็นแบบวิสาหกิจชุมชนขนาดเล็ก ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาของจังหวัดนราธิวาสถือเป็นสินค้าที่มีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักโดยทั่วไป ทั้งในพื้นที่จังหวัดและต่างจังหวัด เป็นสินค้าชนิดหนึ่งที่นักท่องเที่ยวมักซื้อกลับไปเป็นของฝาก ทำให้ช่วยสร้างรายได้และขับเคลื่อนเศรษฐกิจระดับชุมชน

ผู้ผลิตข้าวเกรียบปลาที่เป็นวิสาหกิจชุมชนขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดนราธิวาสจะผลิตข้าวเกรียบปลาที่เป็นแบบแท่งกลมและแบบแผ่นบาง เฉลี่ยวันละประมาณ 100-200 kg โดยมีขั้นตอนการผลิตได้แก่ 1. เตรียมแป้งมันสำปะหลัง แป้งสาชู เนื้อปลาบดละเอียด 2. นำมาผสมและนวดให้เข้ากัน 3. นำมาปั้นเป็นแท่งกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7-10 cm ยาว 40 cm 4. นำมาต้มให้สุกแล้วนำขึ้นมาผึ่งให้แห้ง เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 5. นำมาหั่นเป็นแผ่นบางหนาประมาณ 1-1.75 mm 6. นำไปตากแดดให้แห้ง และ 7. นำมาบรรจุถุงพร้อมขาย ซึ่งขั้นตอนการตากแห้งถือเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญเพราะส่งผลต่อคุณภาพของข้าวเกรียบปลา แต่เนื่องจากระหว่างเดือนตุลาคม - ธันวาคม ของทุกปีจะเป็นช่วงฤดูฝน (กรมอุตุฯ, 2565) ทำให้ไม่สามารถตากแห้งข้าวเกรียบปลาด้วยแดดธรรมชาติได้ ดังนั้นวิสาหกิจชุมชนจึงต้องหยุดผลิตข้าวเกรียบปลา วิธีแก้ปัญหาในปัจจุบันคือการผลิตขึ้นสำหรับจำหน่ายในช่วงฤดูฝน แต่ก็ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ทั้งหมดเนื่องจากการเกิดเชื้อราเมื่อต้นสินค้าเป็นระยะเวลานาน วิธีแก้ปัญหาที่ใช้กันโดยแพร่หลายคือใช้ตู้อบลมร้อนในการอบแห้ง แต่เนื่องจากตู้อบแห้งซึ่งใช้พลังงานไฟฟ้าอาจส่งผลทำให้มีต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ดังนั้นการเลือกใช้เชื้อเพลิงชีวมวลเป็นแหล่งความร้อน ซึ่งวิสาหกิจชุมชนใช้อยู่แล้ว จึงเหมาะสมที่นำมาเป็นโจทย์ในการวิจัยพัฒนากระบวนการอบแห้งได้

ในการอบแห้งข้าวเกรียบปลาและผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรได้มีผู้วิจัยได้ทำการศึกษาไว้ดังนี้ (ดวงใจ ทิระบาล และ นงนุช รักสกุลไทย, 2533 อ้างถึงใน พิชราภรณ์ ยาบา, 2558) ได้ศึกษาปัจจัยบางประการที่มีผลต่อคุณภาพข้าวเกรียบปลา เกี่ยวกับระยะเวลาในการอบแห้งที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นของข้าวเกรียบปลา โดยกำหนดอัตราส่วนของแป้งต่อปลา เท่ากับ 65:35 และทำการนึ่งด้วยไอน้ำเป็นเวลา 60 นาที จากนั้นนำมาอบแห้งที่เวลา 120, 150, 180, 210 และ 240 นาที โดยใช้อุณหภูมิ 50-65 องศาเซลเซียส ผลปรากฏว่า ระยะเวลาในการอบแห้งที่นานขึ้นส่งผลให้ข้าวเกรียบปลามีความชื้นลดลง และข้าวเกรียบปลาที่ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งที่ 180 นาที ทำให้ข้าวเกรียบปลาที่มีความชื้นร้อยละ 12 (สมเกียรติ สุทธิยาพิพัฒน์, 2558) ได้ทำการทดลองอบแห้งข้าวเกรียบปลาจำนวน 2 กิโลกรัม ด้วยเครื่องอบแห้งให้ความร้อนในการอบด้วยฮีตเตอร์ อินฟราเรดขนาด 500 วัตต์ จากความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 50 เหลือความชื้นสุดท้ายร้อยละ 15.7 ใช้เวลาในการอบแห้ง 33.7 นาที ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส (สุรัชย์ ณรัฐ จันทรศรี, 2560) ได้ทำการทดลองอบแห้งพริกจำนวน 2 กิโลกรัม ด้วยเครื่องอบแห้งที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเชื้อเพลิงชีวมวล ภายใต้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส พริกมีความชื้นเริ่มต้น 66.4 %wb โดยในช่วงแรกเป็นการอบแห้งพริกด้วยลมร้อนที่ผ่านการแลกเปลี่ยนความร้อนด้วยแผงรับรังสีดวงอาทิตย์ที่ความเร็วลม 7.27 เมตรต่อวินาที เป็นเวลา 9 ชั่วโมง และช่วงที่สองเป็นการอบแห้งพริกด้วยลมร้อนที่ผ่านการแลกเปลี่ยนความร้อนด้วยชุดแลกเปลี่ยนความร้อนจากเตาชีวมวลในระดับครัวเรือน ที่ความเร็วลม 7.63 เมตร/วินาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ผลปรากฏว่า



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 14

The 14th STOU National Research Conference

พริกที่ผ่านการแห้งด้วยเครื่องอบแห้งมีน้ำหนักคงเหลือ 0.6 กิโลกรัม มีความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะอยู่ที่ 1.25 และ 1.44 กิโลกรัมต่อกิโลกรัมน้ำ ตามลำดับ พริกมีความชื้นเฉลี่ย 5.47 %wb ซึ่งไม่เกิน 13.5 %wb ตามที่ต้องการ (Yahya, 2016) ได้ทำการทดลองอบแห้งพริกแดงสดที่มีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 4.26 %wb โดยใช้เครื่องอบแห้งด้วยปั๊มความร้อนที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวล จำนวน 22 กิโลกรัม ผลปรากฏว่า เครื่องอบแห้งสามารถอบแห้งจนเหลือความชื้น 0.08 %wb โดยใช้เวลา 11 ชั่วโมง ในขณะที่การตากแดดธรรมชาติใช้เวลาถึง 62 ชั่วโมง โดยห้องอบแห้งมีอุณหภูมิเฉลี่ย 70.5 องศาเซลเซียส เครื่องอบแห้งมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 9.03% อัตราการอบแห้งอยู่ที่ 1.57 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และอัตราการอบแห้งจำเพาะอยู่ที่ 0.14 กิโลกรัมต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมง (สมชัย วัชร, 2557) ได้ทำการทดลองอบแห้งต้นกกแบบผ่าลำต้นและไม่ผ่าลำต้น โดยใช้พลังงานความร้อนจากเตาชีวมวล ด้วยวิธีพาความร้อนแบบอิมเมอร์ ที่อุณหภูมิ 70,80,90 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับการตากแดดธรรมชาติ เปรียบเทียบปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ วิเคราะห์ค่าทางเศรษฐศาสตร์ ผลปรากฏว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งต้นกก คือ 80 องศาเซลเซียส สามารถลดระยะเวลาตากแห้งต้นกกแบบผ่าลำต้น จากการตากแดด 30 ชั่วโมง เหลือเพียง 8 ชั่วโมง โดยใช้เชื้อเพลิงถ่านไม้ 1,600 กรัม และสามารถลดระยะเวลาตากแห้งต้นกกแบบไม่ผ่าลำต้น จาก 42 ชั่วโมง เหลือเพียง 10 ชั่วโมง โดยใช้เชื้อเพลิงถ่านไม้ 2,200 กรัม สำหรับการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนของตู้อบแห้งจะสามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 1.47 ปี (สุปราณี วุ่นศรี และคณะ, 2563) ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาด้วยวิธีต้มน้ำเดือด จากนั้นทดลองต้มหอยตลับจำนวน 200 กิโลกรัม ด้วยเตาชีวมวลประหยัดพลังงานที่พัฒนาขึ้นจากเตาชีวมวลพื้นบ้าน ผลปรากฏว่า เตาชีวมวลที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนเฉลี่ย 31.98% และใช้เวลาในการต้มหอย 95±21 นาที ใช้ไม้ฟืน 107.50±3.54 กิโลกรัม

จากผลสรุปการศึกษางานวิจัยที่ได้กล่าวข้างต้น บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาการอบแห้งข้าวเกรียบปลาของวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดนครราชสีมาที่ออกแบบและสร้างขึ้น โดยตู้อบแห้งจะรับความร้อนจากเตาชีวมวลซึ่งใช้ไม้ย่างพาราเป็นเชื้อเพลิง ลมร้อนในตู้จะไหลแบบอิมเมอร์ ดังนั้นการทำงานของตู้อบแห้งไม่จำเป็นต้องใช้ไฟฟ้า เงื่อนไขการทดลองมี 3 กรณี ได้แก่ แบบไม่อุ่นตู้อบแห้งและไม่สลับตะแกรง แบบอุ่นตู้อบแห้งและไม่สลับตะแกรง และแบบอุ่นตู้อบแห้งและสลับตะแกรง อุณหภูมิลมร้อนภายในตู้อบแห้งอยู่ในช่วง 70-90 องศาเซลเซียส ผลการทดลองเพื่อวิเคราะห์การทำงานของตู้อบแห้ง ได้แก่ การกระจายตัวของอุณหภูมิภายในตู้อบแห้ง พฤติกรรมและลักษณะทางกายภาพของข้าวเกรียบที่ได้ ระยะเวลาในการอบแห้ง และปริมาณเชื้อเพลิงไม้ย่างพาราที่ใช้เพื่อคำนวณเป็นต้นทุน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของการอบแห้งด้วยตู้อบแห้งเชื้อเพลิงชีวมวลด้วยเทคนิคอุ่นและไม่อุ่นตู้อบแห้งกับสลับและไม่สลับตะแกรง
2. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการแห้งและลักษณะทางกายภาพของข้าวเกรียบปลา
3. เพื่อศึกษาผลการประเมินต้นทุนเชื้อเพลิงชีวมวลไม้ย่างพารา

ระเบียบวิธีวิจัย

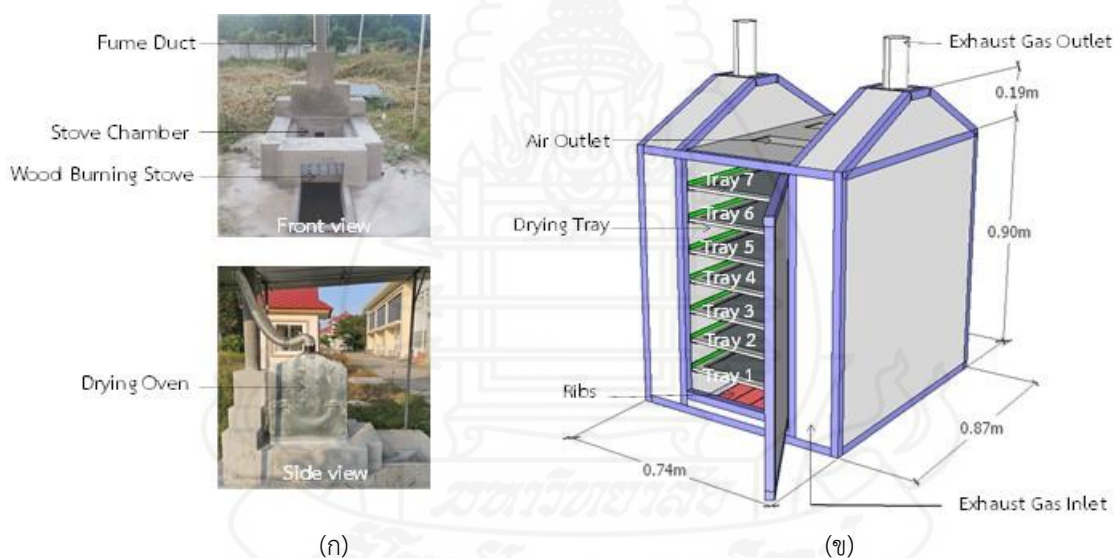
1. ลักษณะของตู้อบแห้ง



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 14
The 14th STOU National Research Conference

ห้องอบแห้งมีความจุ 0.284 ลูกบาศก์เมตร สามารถอบแห้งข้าวเกรียบปลาแบบแผ่นบางได้ครั้งละประมาณ 5 กิโลกรัม/รอบ เมื่อจัดเรียงแบบไม่ทับซ้อนกัน โครงสร้างตู้อบแห้งทำจากเหล็กกล่องเคลือบสังกะสี ขนาด 1x1 นิ้วหนา 1.2 มิลลิเมตร ผนังชั้นนอกตู้อบแห้งทำจากแผ่นเหล็กเคลือบสังกะสีหนา 1.2 มิลลิเมตร หุ้มด้วยฉนวนใยแก้วกันความร้อนหนา 2 นิ้ว ผนังชั้นในตู้อบแห้งทำจากแผ่นเหล็กเคลือบสังกะสีหนา 1.2 มิลลิเมตร ตะแกรงชั้นตากมีขนาด 0.38×0.81 เมตร² จำนวน 7 ชุด ทำจากตะแกรงเหล็กกลม ขนาดรู 5 มิลลิเมตร หนา 0.5 มิลลิเมตร ตะแกรงแต่ละชั้นห่างกัน 0.10 เมตร ส่วนล่างบริเวณด้านหลังตู้อบแห้ง มีช่องอากาศขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว จำนวน 6 ช่อง สูงจากพื้นตู้อบแห้ง 0.07 เมตร เพื่อให้อากาศภายนอกไหลเข้าภายในห้องอบแห้ง ด้านบนตู้อบแห้งมีช่องขนาด 0.10×0.24 เมตร² จำนวน 2 ช่อง เพื่อระบายความชื้นของข้าวเกรียบปลา

ตู้อบแห้งข้าวเกรียบปลาออกแบบให้สามารถใช้งานร่วมกับเตาชีวมวลของวิสาหกิจชุมชน ดังแสดงในภาพที่ 1(ก) โดยตู้อบแห้งมีขนาด $0.74 \times 0.87 \times 1.09$ เมตร³ ดังแสดงในภาพที่ 1(ข)



ภาพที่ 1 เตาชีวมวลและตู้อบแห้งข้าวเกรียบปลา

โดยการทำงานของตู้อบแห้งจะได้รับความร้อนทางด้านล่างจากเตาชีวมวลที่ใช้ไม้ยางเป็นเชื้อเพลิง ผ่านพื้นตู้อบแห้งซึ่งทำมาจากแผ่นเหล็กหนา 4 มิลลิเมตร ติดตั้งครีบก้นจำนวน 5 ครีบก้น ขนาด 0.05×0.81 เมตร² หนา 3 มิลลิเมตร เพื่อช่วยในการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างแผ่นพื้นกับอากาศภายในห้องอบแห้ง และอากาศร้อนอีกส่วนหนึ่งจะไหลผ่านช่องด้านข้างตู้อบแห้งทั้งสองข้างที่มีขนาด 0.12×0.81 เมตร² เมื่อผนังด้านข้างทั้งสองข้างได้รับความร้อนจะเกิดการส่งถ่ายความร้อนผ่านผนังไปยังห้องอบแห้ง และทำให้อากาศด้านในตู้อบสูงขึ้น ก่อนที่อากาศร้อนจะไหลออกไปยังปล่องควันทั้งสองข้าง

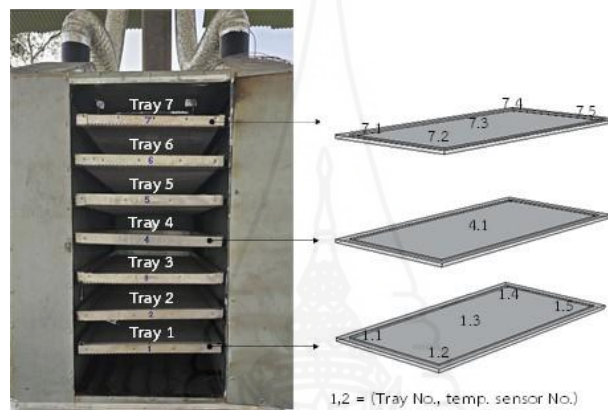


การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 14

The 14th STOU National Research Conference

2. อุณหภูมิตู้อบแห้ง

ทำการติดตั้งหัววัดอุณหภูมิ Type k ในตู้อบแห้งจำนวน 11 จุด ได้แก่ ส่วนล่างห้องอบแห้งบนตะแกรงชั้นที่ 1 จำนวน 5 จุด (ตำแหน่งที่ 1,1-1,5), กึ่งกลางห้องอบแห้งบนตะแกรงชั้นที่ 4 จำนวน 1 จุด (ตำแหน่งที่ 4,1), ส่วนบนห้องอบแห้งบนตะแกรงชั้นที่ 7 จำนวน 5 จุด (ตำแหน่งที่ 7,1-7,5) และบันทึกอุณหภูมิแต่ละตำแหน่งตลอดการทดลองโดยใช้อุปกรณ์บันทึกค่าอัตโนมัติ (Extech® SDL200) ค่าความคลาดเคลื่อน ± 0.2 องศาเซลเซียส รายละเอียดดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ตำแหน่งการติดตั้งหัววัดอุณหภูมิ Type k ในตู้อบแห้ง

3. พฤติกรรมและลักษณะการแห้งของข้าวเกรียบปลา

การทดลองอบแห้งข้าวเกรียบปลากรณีแบบไม่อุ่นตู้อบแห้งและไม่สลับตะแกรง กับแบบอุ่นตู้อบแห้งและสลับตะแกรง ใช้ข้าวเกรียบปลาจากวิสาหกิจชุมชนข้าวเกรียบปลาน้ำใหม่ ตำบลกะลุวอเหนือ อำเภอเมืองนราธิวาส จังหวัดนราธิวาส แบบแห้งดังแสดงในภาพที่ 2(ก) แบบแผ่นบาง ดังแสดงในภาพที่ 2(ข) และการทดลองแบบอุ่นตู้อบแห้งและไม่สลับตะแกรง ใช้ข้าวเกรียบปลาจากผู้ผลิตรายย่อยระดับครัวเรือนในชุมชนกาแลตาแป ตำบลบางนาค อำเภอเมืองนราธิวาส จังหวัดนราธิวาส แบบแห้งดังแสดงในภาพที่ 2(ค) แบบแผ่นบาง ดังแสดงในภาพที่ 2(ง) สำหรับข้าวเกรียบปลาแบบแผ่นบางที่ใช้ในการทดลองทั้ง 2 แหล่ง ได้ทดลองหาค่าความชื้นเริ่มต้นเฉลี่ยได้เท่ากับ 42.0 %wb



(ก)



(ข)



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 14
The 14th STOU National Research Conference



(ค)



(ง)

ภาพที่ 3 ข้าวเกรียบปลาแบบแท่งก่อนหั่น และข้าวเกรียบปลาแบบแผ่นบางหลังหั่น

การอุ่นตูบแห้งเริ่มต้นด้วยการเตรียมเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดลอง เตรียมข้าวเกรียบปลาแบบ จำนวน 5 กิโลกรัม นำมาจัดเรียงลงในตะแกรงตากทั้ง 7 ชั้น จนเต็ม จากนั้นเริ่มทำการทดลองโดยการจุดไฟในเตาชีวมวลด้วยไม้ฟืนที่เตรียมไว้ โดยจะใส่ไม้ฟืนไปเรื่อยๆ จนกว่าอุณหภูมิบริเวณกึ่งกลางห้องอบแห้ง(ตะแกรงชั้นที่ 4) จะมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 70-90 องศาเซลเซียส ทำการชั่งน้ำหนักไม้ฟืนทุกครั้งก่อนนำไปใส่เข้าไปในเตาชีวมวล และจดบันทึกปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ตลอดการทดลอง และเมื่ออุณหภูมิภายในห้องอบแห้งอยู่ในช่วงระหว่าง 70-90 องศาเซลเซียส ให้นำตะแกรงตากทั้ง 7 ชั้นไปวางภายในตูบแห้ง โดยกำหนดให้ชั้นที่ 1 อยู่ด้านล่างสุดและเรียงขึ้นไปจนครบ 7 ชั้น

การสลับตะแกรงจะทำทุก ๆ 30 นาที โดยจะนำตัวอย่างข้าวเกรียบปลาภายในตูบแห้งจากตะแกรงชั้นที่ 1, 4 และ 7 มาทำการชั่งน้ำหนักและถ่ายภาพการเปลี่ยนแปลง จากนั้นนำตะแกรงทั้ง 3 ชั้น กลับเข้าไปใส่ในตูบแห้ง โดยจะทำการสลับตะแกรงระหว่างชั้นที่ 1 สลับกับชั้นที่ 4 โดยให้ชั้นที่ 7 อยู่ในตำแหน่งเดิม ทำสลับกันไปจนครบ 240 นาที รวม 8 ครั้ง

การเก็บตัวอย่างจากตะแกรงชั้นที่ 1, 4 และ 7 ชั้นละ 5 ตัวอย่าง จากตำแหน่งด้านหน้าซ้ายและขวา ตรงกลาง ด้านหลังซ้ายและขวาของแต่ละชั้น ทุก 30 นาที มาชั่งน้ำหนัก ด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล ความละเอียด 0.001 g เพื่อคำนวณค่าความชื้นคงเหลือโดยใช้วิธีคำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้นคงเหลือฐานแห้ง (%db) ดังแสดงในสมการที่ (1)

$$M, (\%db) = \frac{w-d}{d} \times 100\% \quad (1)$$

โดยที่ w คือน้ำหนักของตัวอย่างที่เวลา 30 นาทีแรก และ d คือน้ำหนักตัวอย่างที่เวลา 30 นาทีต่อมา

งานวิจัยนี้จะนำเสนอค่าอัตราส่วนความชื้น (Moisture ratio, MR) เป็นค่าที่แสดงถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงความชื้นของข้าวเกรียบ ซึ่งค่าที่นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ยของแต่ละตะแกรงจาก 5 ตัวอย่างดังที่กล่าวมาข้างต้น สมการคำนวณดังแสดงในสมการที่ (2)

$$MR = \frac{M_t - M_{eq}}{M_0 - M_{eq}} \quad (2)$$

โดย M_0 และ M_t คือความชื้นในแต่ละครั้งของการเก็บข้อมูล (%db) ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ (1) และ M_{eq} คือความชื้นสมดุลซึ่งมีค่าน้อยมากในแต่ละครั้งของการเก็บข้อมูล ดังนั้นในการศึกษานี้จึงกำหนดค่าความชื้นสมดุลเป็นศูนย์

4. เชื้อเพลิงที่ใช้กับเตาชีวมวลและตูบแห้ง



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 14 The 14th STOU National Research Conference

เชื้อเพลิงที่ใช้ในงานวิจัยนี้เลือกใช้เป็นไม้พืนประเภทปลายไม้ยางพารา มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5-7 เซนติเมตร ยาวท่อนละประมาณ 50 เซนติเมตร มาทำการอบแห้งด้วยเตาอบไฟฟ้าตามมาตรฐาน ASTM E1358-97 เพื่อหาความชื้นที่มีอยู่ในไม้ยางพารา ได้เท่ากับ 28 %wb และมีค่าความร้อนต่ำ (LHV) 6.57 เมกะจูลต่อกิโลกรัม (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2556) วิธีการให้ความร้อนกับตู้อบแห้งเริ่มต้นด้วยการจุดไฟภายในเตาชีวมวล โดยใช้น้ำหนักไม้พืนทุกครั้งก่อนใส่ จากนั้นความร้อนจากเชื้อเพลิงชีวมวลจะลอยขึ้นไปกระทบกับพื้นตู้อบแห้งและส่วนนี้จะลอยขึ้นไปทางด้านข้างซึ่งเป็นช่องว่างให้อากาศร้อนลอยขึ้นไปก่อนจะไหลออกไปยังปล่องระบายควัน ความร้อนที่ไหลผ่านพื้นและผนังด้านข้างของตู้อบแห้งจะเกิดการถ่ายเทความร้อนไปยังห้องอบแห้งทำให้อุณหภูมิภายในห้องอบแห้งสูงขึ้น โดยควบคุมอุณหภูมิภายในห้องอบแห้ง ให้อยู่ในช่วง 70-90 องศาเซลเซียส โดยดูจากอุณหภูมิบริเวณกึ่งกลางตะแกรงชั้นที่ 4 ตำแหน่งที่ 4,1 ด้วยอุปกรณ์บันทึกค่าอัตโนมัติ (Extech® SDL200)

ผลและอภิปรายผล

ผลการทดลองที่จะนำเสนอได้แก่ 1. ผลของอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งกรณีการทดลองแบบอุ่นตู้อบแห้งกับไม่อุ่นตู้อบแห้ง 2. พฤติกรรมการแห้งของข้าวเกรียบปลากรณีอุ่นและไม่อุ่นตู้อบแห้งแบบไม่สลับตะแกรงเทียบกับกรณีอุ่นตู้อบแห้งแบบสลับตะแกรง และ 3. ลักษณะทางกายภาพของข้าวเกรียบปลากรณีอุ่นตู้อบแห้งแบบไม่สลับตะแกรงเทียบกับสลับตะแกรงตามระยะเวลาในการอบแห้ง 4. ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดลอง

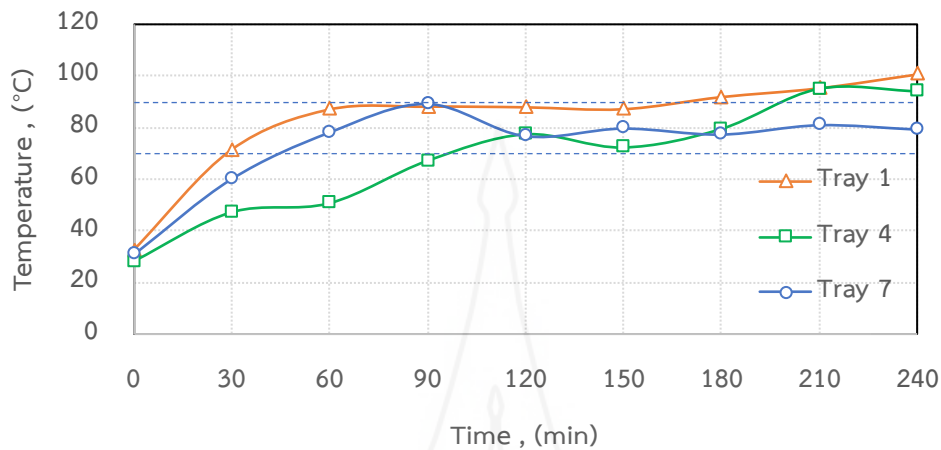
1. อุณหภูมิภายในตู้อบแห้ง

ภาพที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิตะแกรงชั้นที่ 1, 4 และ 7 กรณีไม่อุ่นตู้อบแห้งและไม่สลับตะแกรง ตั้งแต่เริ่มต้นและทุก ๆ 30 นาที จนสิ้นสุดการทดลอง เป็นเวลา 240 นาที โดยอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนกระทั่งอยู่ในช่วงระหว่าง 70-90 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิที่ทำการศึกษาในหลาย ๆ งานวิจัย เช่น งานวิจัยของ (สุรัชย์ ณรัฐ จันทศรี, 2560) , (ณิชาภัทร มุรัตน์ และคณะ, 2564) และ (เจษฎา วิเศษมณี และ สำรวม โกศลนันท์, 2565) โดยใช้เวลา 90 นาที และอุณหภูมิค่อนข้างคงที่หลังจากนั้น ตะแกรงชั้นที่ 1 ซึ่งอยู่ชั้นล่างสุดจะมีอุณหภูมิสูงที่สุดเนื่องจากความร้อนส่วนใหญ่ผ่านทางผนังและมีแผ่นครีบบัวช่วยเพิ่มการแลกเปลี่ยนความร้อนด้วย ส่วนตะแกรงชั้นที่ 4 ที่ตรงกลางห้องอบแห้งจะมีอุณหภูมิตลอดช่วง 120 นาที ต่ำสุดเนื่องจากบริเวณความร้อนจะลอยขึ้นไปสะสมที่ด้านบนซึ่งเป็นตำแหน่งของตะแกรงตากชั้นที่ 7 จากนั้นอุณหภูมิบริเวณตะแกรงชั้นที่ 4 จึงค่อยๆ เพิ่มขึ้น แต่ความแตกต่างของอุณหภูมิตะแกรงชั้นที่ 4 และ 7 ไม่มากนัก



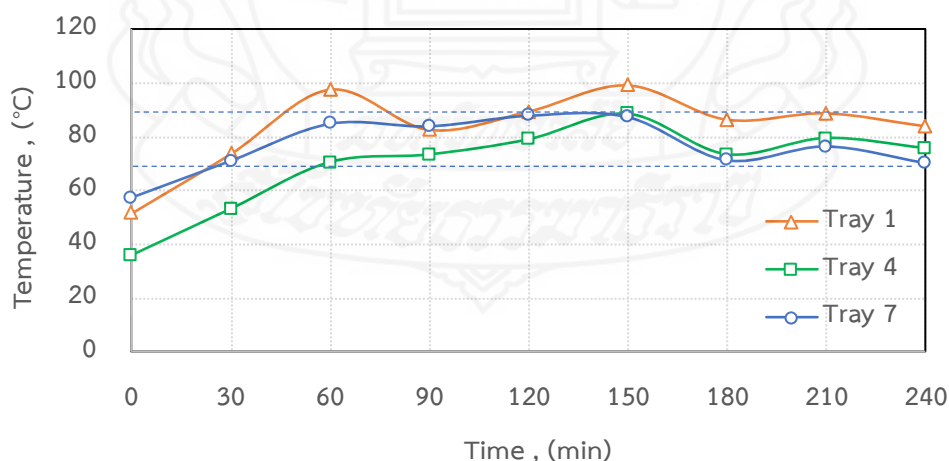
การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 14

The 14th STOU National Research Conference



ภาพที่ 4 อุณหภูมิเฉลี่ยตะแกรงชั้นที่ 1, 4 และ 7 กรณีไม่อุ่นตู้อบแห้งและไม่สลับตะแกรง

ภาพที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิตะแกรงชั้นที่ 1, 4 และ 7 กรณีอุ่นตู้อบแห้งและไม่สลับตะแกรง ตั้งแต่เริ่มต้น และทุก ๆ 30 นาที จนสิ้นสุดการทดลอง เป็นเวลา 240 นาที โดยอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนกระทั่งอยู่ในช่วงระหว่าง 70-90 องศาเซลเซียส ซึ่งใช้เวลา 60 นาที จากนั้นอุณหภูมิเริ่มคงที่ โดยตะแกรงชั้นที่ 1 ที่อยู่ชั้นล่างสุดจะมีอุณหภูมิสูงที่สุดเนื่องจากความร้อนส่วนใหญ่ผ่านทางผนังพื้นและมีแผ่นครีบช่วยเพิ่มการแลกเปลี่ยนความร้อนด้วย ส่วนตะแกรงชั้นที่ 4 มีอุณหภูมิตลอดช่วง 150 นาทีแรก ต่ำสุดเนื่องจากอยู่ตรงกลางห้องอบแห้ง โดยความร้อนจะลอยขึ้นไปสะสมที่ด้านบนซึ่งเป็นตำแหน่งของตะแกรงชั้นที่ 7 จากนั้นอุณหภูมิบริเวณตะแกรงชั้นที่ 4 จึงค่อยๆ เพิ่มขึ้น แต่ความแตกต่างของอุณหภูมิตะแกรงชั้นที่ 4 และ 7 ไม่มากนัก



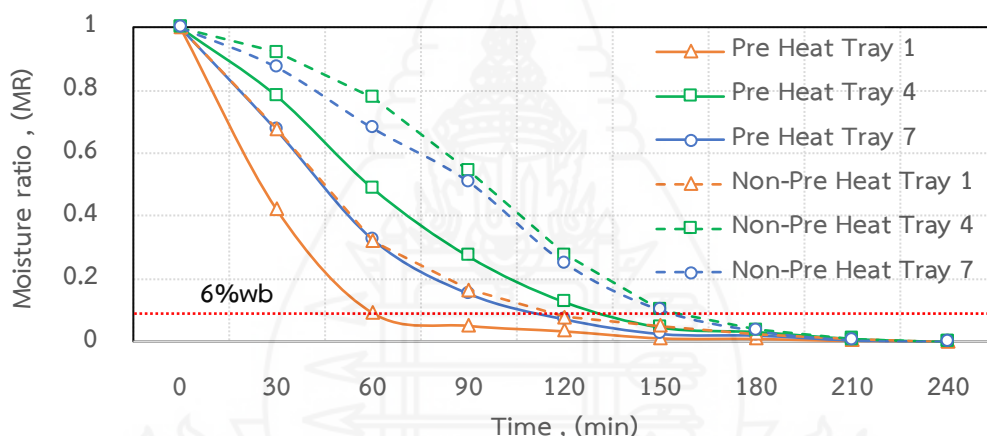
ภาพที่ 5 อุณหภูมิเฉลี่ยตะแกรงชั้นที่ 1, 4 และ 7 กรณีอุ่นตู้อบแห้งและไม่สลับตะแกรง



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 14
The 14th STOU National Research Conference

2. พฤติกรรมการแห้งของข้าวเกรียบปลา

ภาพที่ 6 แสดงพฤติกรรมการลดลงของสัดส่วนความชื้นในข้าวเกรียบปลาของตะแกรงชั้นที่ 1, 4 และ 7 เปรียบเทียบกรณีอุ่นและไม่อุ่นตูบแห้งแบบไม่สลับตะแกรง ซึ่งจะเห็นได้ว่าตะแกรงชั้นที่ 1 มีค่าสัดส่วนความชื้นลดลงเร็วที่สุด โดยกรณีอุ่นตูบแห้งมีค่าสัดส่วนความชื้นลดลงจนเหลือค่าความชื้นที่ 6%wb ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการตากแห้งด้วยแดดธรรมชาติของวิสาหกิจชุมชน โดยใช้ระยะเวลาไป 60 นาที ในขณะที่กรณีไม่อุ่นตูบแห้งใช้ระยะเวลาอยู่ที่ 120 นาที รองลงมา เป็นตะแกรงชั้นที่ 7 กรณีอุ่นตูบแห้งมีค่าสัดส่วนความชื้นลดลงเหลือค่าความชื้นที่ 6%wb ใช้ระยะเวลาไป 120 นาที ในขณะที่กรณีไม่อุ่นตูบแห้งใช้ระยะเวลาอยู่ที่ 150 นาที และสำหรับตะแกรงชั้นที่ 4 มีค่าสัดส่วนความชื้นลดลงช้าที่สุด โดยกรณีอุ่นตูบแห้งมีค่าสัดส่วนความชื้นลดลงเหลือค่าความชื้นที่ 6%wb ใช้ระยะเวลาไป 135 นาที ในขณะที่กรณีไม่อุ่นตูบแห้งใช้ระยะเวลาอยู่ที่ 150 นาที จะเห็นได้ว่าการอุ่นตูบแห้งทำให้ค่าสัดส่วนความชื้นลดลงเร็วกว่ากรณีไม่อุ่นตูบแห้ง แต่อย่างไรก็ตามหลังจากนาที่ที่ 150 เป็นต้นไป ค่าสัดส่วนความชื้นทั้ง 2 กรณี ของทั้ง 3 ตะแกรง ลดลงมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก

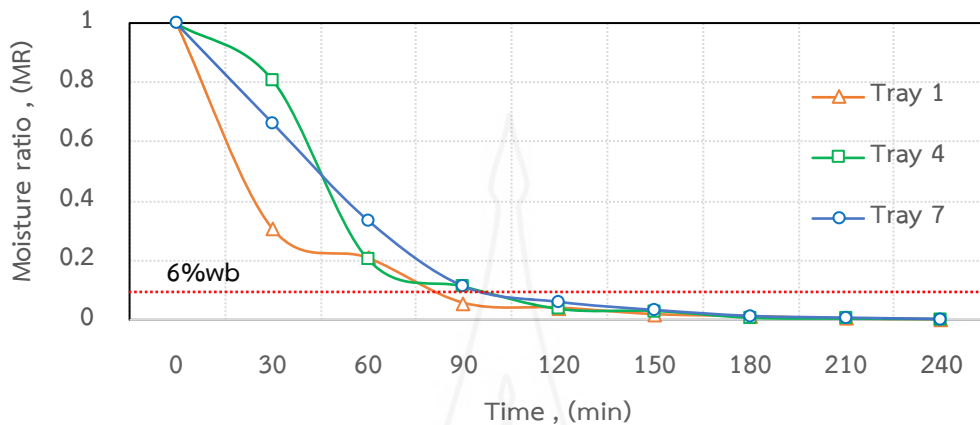


ภาพที่ 6 ค่า MR ของข้าวเกรียบตะแกรงที่ 1, 4 และ 7 กรณีอุ่นและไม่อุ่นตูบแห้งแบบไม่สลับตะแกรง

ภาพที่ 7 แสดงพฤติกรรมการลดลงของสัดส่วนความชื้นในข้าวเกรียบปลาของตะแกรงชั้นที่ 1, 4 และ 7 กรณีอุ่นตูบแห้งแบบสลับตะแกรง ซึ่งจากการทดลองกรณีอุ่นตูบแห้งแบบไม่สลับตะแกรงจะเห็นได้ว่าค่าสัดส่วนความชื้นของตะแกรงชั้นที่ 1 และ 4 แตกต่างกันค่อนข้างมาก ดังนั้นจึงได้ทำการทดลองแบบอุ่นตูบแห้งและทำการสลับตะแกรงระหว่างชั้นที่ 1 กับ 4 ทุกๆ 30 นาที ผลที่ได้ทำให้ค่าสัดส่วนความชื้นระหว่างตะแกรงชั้นที่ 1 กับ 4 ลดลงใกล้เคียงกัน โดยในนาที่ที่ 60 มีค่าสัดส่วนความชื้นลดลงเท่ากัน มีค่าเท่ากับ 0.20 หรือมีค่าความชื้นเฉลี่ยเท่ากับ 8.60 %wb และตะแกรงชั้นที่ 7 มีค่าสัดส่วนความชื้น 0.33 หรือมีค่าความชื้นเท่ากับ 13.90 %wb จากนั้นในนาที่ที่ 90 ตะแกรงชั้นที่ 1 มีค่าสัดส่วนความชื้น 0.05 หรือมีค่าความชื้นเท่ากับ 2.28 %wb และตะแกรงชั้นที่ 4 และ 7 มีค่าสัดส่วนความชื้นใกล้เคียงกันเฉลี่ยเท่ากับ 0.11 หรือมีค่าความชื้นเท่ากับ 4.63 %wb และหลังจากนาที่ที่ 90 เป็นต้นไป ค่าสัดส่วนความชื้นทั้ง 3 ตะแกรง มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 14
The 14th STOU National Research Conference



ภาพที่ 7 ค่า MR ของข้าวเกรียบตะแกรงที่ 1, 4 และ 7 กรณีอุ่นตู้อบแห้งแบบสลับตะแกรง

3. ลักษณะทางกายภาพของข้าวเกรียบปลา

สิ่งสำคัญในการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานตู้อบแห้งคือข้าวเกรียบปลาที่ผ่านการอบแห้งด้วยตู้อบแห้งจะต้องมีลักษณะทางกายภาพที่สามารถสังเกตด้วยสายตาว่าเหมือนหรือใกล้เคียงกับข้าวเกรียบปลาที่ตากแห้งด้วยแดดธรรมชาติ โดยในที่นี้ได้ทำการเปรียบเทียบลักษณะการแห้งของข้าวเกรียบปลาจากตะแกรงชั้นที่ 1, 4 และ 7 ของกรณีอุ่นตู้อบแห้งแบบไม่สลับตะแกรงซึ่งได้ใช้ข้าวเกรียบปลาจากผู้ผลิตรายย่อยระดับครัวเรือนในชุมชนกาแลตาแป ตำบลบางนาค อำเภอเมืองนราธิวาส จังหวัดนราธิวาส และกรณีอุ่นตู้อบแห้งแบบสลับตะแกรงได้ใช้ข้าวเกรียบปลาจากวิสาหกิจชุมชนข้าวเกรียบปลาบ้านใหม่ ตำบลกะลุวอเหนือ อำเภอเมืองนราธิวาส จังหวัดนราธิวาส ด้วยการถ่ายภาพการเปลี่ยนแปลงของข้าวเกรียบปลาลงในกระดาดขาว ซึ่งจะแสดงเป็นช่วงเวลาเริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการทดลอง ที่ 0, 120, 240 นาที และ 24 ชั่วโมง ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของข้าวเกรียบตะแกรงที่ 1, 4 และ 7 กรณีอุ่นตู้อบแห้งแบบสลับและไม่สลับตะแกรง

Tray	Case 1				Case 2			
	Time				Time			
	0 min	120 min	240 min	24 hour	0 min	120 min	240 min	24 hour
1								
4								
7								



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 14

The 14th STOU National Research Conference

กรณีอุ้งตุ๋บแห้งแบบไม่สลับตะแกรง ลักษณะทางกายภาพของข้าวเกรียบปลาจากตะแกรงชั้นที่ 1 เมื่อระยะเวลาในการอบแห้งเพิ่มขึ้นสีของข้าวเกรียบปลาจะมีสีที่เข้มขึ้นและข้าวเกรียบปลา มีการหดตัวเล็กน้อยและเริ่มอมมากขึ้น ส่วนข้าวเกรียบปลาจากตะแกรงชั้นที่ 4 และ 7 มีลักษณะคล้ายคลึงกันคือเมื่อระยะเวลาในการอบแห้งเพิ่มขึ้นจะมีสีที่เข้มขึ้นแต่จะอ่อนกว่าข้าวเกรียบปลาจากตะแกรงชั้นที่ 1 มีการหดตัวเล็กน้อยแต่การงอตัวจะน้อยกว่าข้าวเกรียบปลาจากตะแกรงชั้นที่ 1 และเมื่อเทียบกับกรณีอุ้งตุ๋บแห้งแบบสลับตะแกรง ลักษณะทางกายภาพของข้าวเกรียบปลาจากตะแกรงชั้นที่ 1 และ 4 จะมีสีของข้าวเกรียบปลา การหดตัวและการงอตัวมีลักษณะใกล้เคียงกันเนื่องจากมีการสลับตะแกรง ระหว่างตะแกรงชั้นที่ 1 กับ 4 สำหรับตะแกรงชั้นที่ 7 ข้าวเกรียบปลาที่ได้จะมีสีที่อ่อนกว่าข้าวเกรียบปลาจากตะแกรงชั้นที่ 1 กับ 4 แต่การหดตัวและการงอตัวเหมือนกันกับข้าวเกรียบปลาจากตะแกรงชั้นที่ 1 กับ 4 จากการเปรียบเทียบลักษณะของข้าวเกรียบปลาทั้ง 2 กรณี ทั้ง 3 ตะแกรง ที่สังเกตได้ชัดคือเมื่อระยะเวลาในการอบแห้งเพิ่มขึ้นสีจะค่อยๆเข้มขึ้นเท่าๆกัน โดยข้าวเกรียบปลา มีการหดตัวเล็กน้อยเท่าๆกัน ทั้ง 3 ตะแกรง เฉลี่ย 1-1.5 เซนติเมตร แต่ข้าวเกรียบปลาจากตะแกรงชั้นที่ 1 จะอมมากกว่าข้าวเกรียบปลาจากตะแกรงชั้นที่ 4 และ 7 และหลังจากทำการทดลองอบแห้งครบ 240 นาที ได้นำตัวอย่างข้าวเกรียบปลาไปอบด้วยเตาอบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ต่ออีก 24 ชั่วโมง ลักษณะทางกายภาพของข้าวเกรียบปลาทั้ง 2 กรณี ยังมีลักษณะทางกายภาพและสีใกล้เคียงกัน ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าความชื้นคงเหลือจากการอบแห้งสามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยไม่ส่งผลต่อลักษณะทางกายภาพ ทำให้การใช้งานจริงของอุ้งตุ๋บแห้งมีความยืดหยุ่น ใช้งานสะดวกขึ้น จากประเด็นลักษณะทางกายภาพที่พิจารณาจากสีและการงอตัวนั้นจะพบว่ามีลักษณะใกล้เคียงกับการตากแดดธรรมชาติ

4. เชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดลอง

ในการทดลองอบแห้งด้วยอุ้งตุ๋บแห้งได้ทำการควบคุมอุณหภูมิภายในอุ้งตุ๋บแห้งให้อยู่ในช่วงระหว่าง 70-90 องศาเซลเซียส โดยดูค่าอุณหภูมิด้วยอุปกรณ์บันทึกค่าอัตโนมัติ (Extech® SDL200) และทำการป้อนไม้ฟืนเป็นระยะ ๆ ตลอดการทดลอง 240 นาที ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดลองแต่ละกรณีดังแสดงในตารางที่ 2



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 14
The 14th STOU National Research Conference

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณไม้พินที่ใช้ในการทดลอง

ช่วงระยะเวลาบ่อนไม้พิน (นาทีก)	ปริมาณไม้พิน กรณีไม่อุ่นตูบแห้ง และไม่สลับตะแกรง (กิโลกรัม)	ปริมาณไม้พิน กรณีอุ่นตูบแห้ง และไม่สลับตะแกรง (กิโลกรัม)	ปริมาณไม้พิน กรณีอุ่นตูบแห้ง และสลับตะแกรง (กิโลกรัม)
0	4.0	4.0	4.0
30	-	-	-
60	-	4.0	-
90	-	-	4.0
120	4.0	3.0	-
150	-	-	-
180	4.0	-	1.5
210	-	-	-
240	-	-	-
รวม	12	11	9.5

ปริมาณไม้พินที่ใช้ในการทดลองในทุกกรณีเมื่อนำมาคำนวณต้นทุนเฉพาะปริมาณไม้พินโดยไม่คิดต้นทุนค่าแรงงานและการขนส่ง ใช้เชื้อเพลิงไม้พินเฉลี่ย 10.8 กิโลกรัม ราคาซื้อกิโลกรัมละ 1 บาท คิดเป็นต้นทุนในการอบแห้งข้าวเกรียบปลาเฉลี่ยได้เท่ากับ 10.8 บาท ตูบแห้งสามารถอบแห้งข้าวเกรียบปลาเฉลี่ยได้ 4.3 กิโลกรัม และคงเหลือน้ำหนักเฉลี่ยหลังอบแห้ง 2.5 กิโลกรัม ดังนั้นต้นทุนด้านเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้นต่อน้ำหนักข้าวเกรียบปลาแห้งเท่ากับ 4.32 บาทต่อกิโลกรัม หรือคิดเป็นต้นทุนที่เพิ่มขึ้นของราคาจำหน่าย 80 บาทต่อกิโลกรัม เท่ากับ 5.4% ซึ่งต้นทุนดังกล่าวคาดว่าจะสามารถลดลงได้ถ้าเพิ่มปริมาณการอบแห้งต่อครั้ง เช่น การขยายขนาดโดยเพิ่มความสูงของตูบแห้งหรือเพิ่มจำนวนชั้นตะแกรงหรือการจัดเรียงแผ่นข้าวเกรียบซ้อนทับกัน เป็นต้น

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาการทดลองอบแห้งข้าวเกรียบปลาแผ่นบางด้วยตูบแห้งเชื้อเพลิงชีวมวล ทั้งกรณีอุ่นกับไม่อุ่น ตูบแห้งแบบไม่สลับตะแกรง และกรณีอุ่นตูบแห้งแบบสลับกับไม่สลับตะแกรง สามารถสรุปประเด็นสำคัญได้ ดังนี้

1. ผลการทดลองกรณีไม่อุ่นตูบแห้ง เป็นการจำลองการอบแห้งพร้อมกับการให้ความร้อนตูบแห้งไปด้วย ซึ่งเกิดขึ้นตอนที่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเริ่มใช้งานตูบแห้งครั้งแรก ตูบแห้งยังไม่ได้ได้รับความร้อน อุณหภูมิภายในห้องอบแห้งต่ำ ทำให้ใช้ระยะเวลาในการลดความชื้นนานกว่ากรณีอุ่นตูบแห้งที่เริ่มต้นจากอุณหภูมิอบแห้งที่สูงกว่า สอดคล้องกับงานวิจัยของ (เกษภา วิเศษมณี และ สำรวม โกศลนันท์, 2565)



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 14
The 14th STOU National Research Conference

2. ในการใช้งานตู้อบแห้ง เพื่อให้ข้าวเกรียบปลามีคุณภาพที่ใกล้เคียงกันควรใช้วิธีการสลับตะแกรงระหว่างชั้นที่ 1 กับ 4 เพื่อลดอัตราการแห้งของตะแกรงชั้นที่ 1 และเพิ่มอัตราการแห้งของตะแกรงชั้นที่ 4 ซึ่งจะทำให้อัตราการแห้งของข้าวเกรียบปลาทั้ง 3 ตะแกรง ลดลงใกล้เคียงกัน ผลที่ได้คือลักษณะทางกายภาพของข้าวเกรียบปลามีลักษณะที่ใกล้เคียงกันทุกตะแกรง และใกล้เคียงกับวิธีตากแดดธรรมชาติ

3. การอุ่นตู้อบแห้งก่อนการอบแห้งจะทำให้ประหยัดเชื้อเพลิงและระยะเวลาในการทำงานได้ดีกว่ากรณีไม่อุ่นตู้อบแห้ง เนื่องจากอุณหภูมิสูงจะทำให้อากาศแห้งภายในห้องอบสูงขึ้น ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำลง การไหลของอากาศแห้งจึงสูงขึ้น ทำให้ความต้องการพลังงานในการอบแห้งน้อยลง สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Kuncoro, 2015)

ข้อเสนอแนะ

1. ทำการทดลองกรณีเพิ่มความสูงของตู้อบแห้งและเพิ่มจำนวนชั้นตะแกรงเพื่อดูพฤติกรรมการแห้งและลักษณะทางกายภาพของข้าวเกรียบปลาที่ได้ ว่าจะส่งผลอย่างไรต่อคุณภาพและการตัดสินใจของผู้บริโภค
2. ควรมีการนำตู้อบแห้งชีวมวลไปทดลองใช้งานกับวิสาหกิจชุมชนโดยใช้งานร่วมกับเตาชีวมวลประหยัดพลังงาน

เอกสารอ้างอิง

- Kuncoro, E. A. (2015). Desain sistem pengering kerupuk kemplang dengan uap super panas berbahan bakar biomasa. *Buana Sains* 14(2), 29-36.
- Yahya, M. (2016). Design and Performance Evaluation of a Solar Assisted Heat Pump Dryer Integrated with Biomass Furnace for Red Chilli. *Hindawi Publishing Corporation International Journal of Photoenergy*, 1-14. doi:<http://dx.doi.org/10.1155/2016/8763947>
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (25 9 2556). เข้าถึงได้จาก www.dede.go.th: http://biomass.dede.go.th/biomass_web/index.html
- กรมอุตุนิยมวิทยา. (ม.ป.ป.). เรียกใช้เมื่อ 11 ตุลาคม 2565 จาก ปริมาณฝน (มม) ค่ามาตรฐาน 30 ปี (1981-2010): https://www.tmd.go.th/province_weather_stat.php?StationNumber=48583
- เจษฎา วิเศษมณี, และสำรวม โกศลนันท์. (2565). ผลของอุณหภูมิและความเร็วลมที่มีต่อจลนพลศาสตร์การอบแห้ง เมล็ดกาแฟ ด้วยความร้อนจากชีวมวลโดยใช้เทคนิคฟลูอิดไดซ์เบด. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนวัตกรรม*, 3(3), 56-66.
- นิชาภัทร มุรธาธน, อารีย์ อัจฉริยวิริยะ, และศิวัช อัจฉริยวิริยะ (2564). การพัฒนาการทำแห้งเมล็ดกาแฟโดยใช้เครื่องอบแห้งพลังงานชีวมวลสำหรับการทำแห้งช่วงแรก. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ* 31(2), 191-200. doi:10.14416/j.kmutnb.2020.12.002
- ประพันธ์พงษ์ สมศิลา, เอกภูมิ บุญธรรม, และธนกร หอมจาปา. (2565). การพัฒนาเครื่องอบแห้งที่ใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม*, 4(1), 107-124.
- พัชรภรณ์ ยาบา. (2558). การศึกษาพารามิเตอร์สำหรับวิเคราะห์การอบแห้งกรือโป๊ะ [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 14
The 14th STOU National Research Conference

ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยบูรพา.

วิภาดา มุรินทร์พมาศ, และภารดี พลไชย. (2554). การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้านชายแดนใต้: หัวข้าวเกรียบ (ปาลอ-กรือไปะ). รายงานวิจัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

สมเกียรติ สุทธิยาพิพัฒน์. (2558). การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งข้าวเกรียบปลา.

วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์, 7(1), 71-80.

สมชัย ะชุม. (2557). การอบแห้งต้นกกโดยใช้พลังงานความร้อนจากเตาชีวมวล [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สุปราณี วุ่นศรี, นพดล โพชกำเนิด, ชุมพูนุช โสมาลัย, และโกสินทร์ ทีปักษ์พันธ์. (2563). การพัฒนาเตาชีวมวล ประหยัดพลังงานสำหรับการแปรรูปหอยดิลกโดยการมีส่วนร่วมของชุมชนลุ่มน้ำปะเหลียน จังหวัดตรัง.

วารสารเพื่อการวิจัยเชิงพื้นที่, 12(3), 223-236.

สุรัชย์ ณรัฐ จันทศรี. (2560). การศึกษาสมรรถนะเครื่องอบแห้งผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ร่วมกับเชื้อเพลิงชีวมวล. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 12(1), 1-10.