O-ES05

การเปรียบเทียบการใช้เชื้อเพลิงก๊าซแอลพีจีของตู้อบแห้งด้วยรังสีอินฟาเรดระยะไกลกับเตาอบเดิม

Comparison between a dryer integrated with Far Infrared Radiation and a conventional ovenin LPG consumption

เสาวลักษณ์ ยอดวิญญูวงศ์[1*],พิสิษฏ์ มณีโชติ[2], วิกานต์ วันสูงเนิน[3], ภาคิณ มณีโชติ[4]

[1] โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร 62000

[2]หน่วยวิจัยพลังงานชุมชน วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร 65000

โทร 055-706555 E-mail: saowalak@kpru.ac.th, poo.sert@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการใช้เชื้อเพลิงแอลพีจี (LPG) ของตู้อบแห้งด้วยรังสีอินฟาเรดระยะไกลกับเตาอบแบบเดิม ในการอบผลิตภัณฑ์แปรรูปอาหารของวิสาหกิจชุมชนบ้านสร้อยสุวรรณ ตำบลนาบ่อคำ อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชรผลิตภัณฑ์ที่นำมาทดลองอบได้แก่ ขนมคุกกี้แปรรูปจากข้าวไรซ์เบอรี่ ในการทดลองได้อบขนมคุกกี้แบบต่อเนื่องจำนวน 5 ครั้ง ในแต่ละครั้งปริมาณของคุกกี้ที่ใช้อบจำนวน 500 กรัม ในการอบขนมคุกกี้นอกจากอบให้สุกแล้วสีของขนมต้องเป็นสีน้ำตาลอ่อนดูน่ารับประทาน จากการทดลองพบว่า การใช้เตาอบแบบเดิมอบขนมคุกกี้ใช้ระยะเวลาในการอบแต่ละครั้งเฉลี่ย20.8นาที อบขนมที่อุณหภูมิเฉลี่ย 159องศาเซลเซียส ใช้ปริมาณเชื้อเพลิง LPG ทั้งสิ้นจำนวน 457กรัม ส่วนตู้อบแห้งด้วยรังสีอินฟาเรดระยะไกลใช้ระยะเวลาในการอบแต่ละครั้งเฉลี่ย 18นาทีอบขนมที่อุณหภูมิเฉลี่ย156.8องศาเซลเซียส ใช้เชื้อเพลิง LPG ในการอบทั้งสิ้นจำนวน 240กรัมหลังจากการทดลองพบว่าตู้อบแห้งด้วยรังสีอินฟาเรดระยะไกลสามารถลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิง LPG ร้อยละ 47.48 ทั้งนี้จากการสอบถามความพึงพอใจคุณลักษณะของขนมคุกกี้ที่อบด้วยตู้อบแห้งด้วยรังสีอินฟาเรดระยะไกล จากสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ จำนวน 14 คน พบว่า มีความพึงพอใจทางด้านรสชาติมากที่สุดร้อยละ 100 ถัดมามีความพึงพอใจทางด้านกลิ่นหอม ความกรอบและสีสวยน่ารับประทานร้อยละ 92.86, 85.71, 87.14 ตามลำดับ

คำสำคัญ: ตู้อบแห้ง, เชื้อเพลิงแอลพีจี, การแปรรูปผลิตภัณฑ์, รังสีอินฟาเรดระยะไกล

ที่มาและความสำคัญ

พลังงานเป็นปัจจัยที่สำคัญสำหรับการพัฒนาทางเศรษฐกิจและนำมาซึ่งความเจริญของประเทศโดยส่วนรวม การใช้พลังงานทุกรูปแบบให้ได้ประโยชน์สูงสุดเป็นการลดค่าใช้จ่าย ลดต้นทุนในการผลิต ลดการนำเข้าพลังงาน ลดการขาดดุลการค้าของประเทศ และเป็นการสงวนทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างจำกัดให้มีใช้ได้นานที่สุด

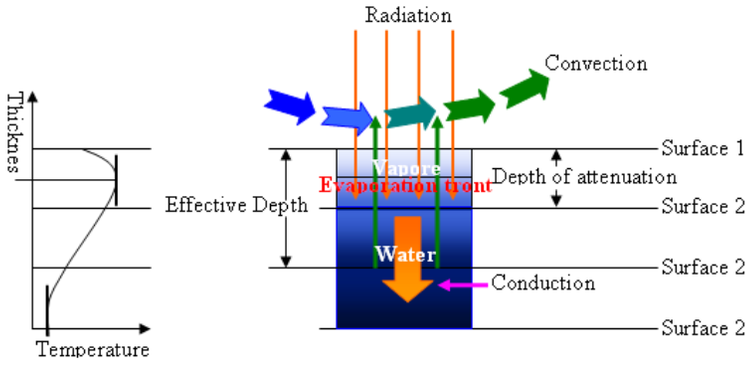
คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ มีมติเมื่อวันที่ 16 กรกฎาคม 2556 เห็นชอบให้ทยอยปรับขึ้นราคาก๊าซแอลพีจี (LiquefiedPetroleumGas: LPG) ภาคครัวเรือนเดือนละ 0.50 บาท/กิโลกรัม ตั้งแต่ 1 กันยายนเป็นต้นไป เพื่อให้ราคาก๊าซแอลพีจีภาคครัวเรือนจากเดิมซึ่งอยู่ที่ 18.13 บาท/กิโลกรัม ปรับเพิ่มขึ้นไปอยู่ที่ราคา 24.82 บาท/กิโลกรัม เพิ่มขึ้น 6.69 บาท/กิโลกรัม หรือประมาณ 100 บาท/ถังขนาด 15 กิโลกรัม ซึ่งเป็นระดับราคาเทียบเท่าต้นทุนราคา ณ โรงแยกก๊าซ (550 ดอลลาร์สหรัฐฯ/ตัน) โดยคาดว่าหากเป็นไปตามแผนการปรับราคาจะเป็นไปโดยสมบูรณ์ในช่วงประมาณเดือนตุลาคม 2557 ซึ่งมาตรการดังกล่าวจะทำให้กองทุนน้ำมันเชื้อเพลิง ลดเงินอุดหนุนราคาก๊าซ LPG ที่ต้องใช้สูงถึงปีละหลายหมื่นล้านบาท ในขณะเดียวกัน ก็ช่วยลดปัญหาการลักลอบส่งออกก๊าซ LPG ไปยังประเทศเพื่อนบ้าน ที่มีราคาจำหน่ายสูงกว่าไทยกว่าเท่าตัว การปรับราคาดังกล่าวมีผลกระทบต่อภาคส่วนต่างๆ โดยเฉพาะผู้ประกอบการที่ต้องใช้ก๊าซ LPG ในกิจกรรมธุรกิจ ทั้งร้านอาหารและภาคอุตสาหกรรมที่ใช้ LPG เป็นเชื้อเพลิง อาทิ อุตสาหกรรมเซรามิก และอุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร [1] กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปผลิตภัณฑ์ข้าวบ้านสร้อยสุวรรณ ตำบลนาบ่อคำ อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร ได้แปรรูปขนมคุกกี้จากข้าวไรซ์เบอรี่ ซึ่งใช้ก๊าซแอลพีจีในกระบวนการอบขนม ทำให้ได้รับผลกระทบจากการขึ้นราคาของก๊าซอย่างมาก ทั้งนี้ยังประสบปัญหาการผลิตขนมคุกกี้ไม่เพียงพอต่อการจำหน่าย เนื่องจากเตาอบสามารถอบขนมคุกกี้ได้เพียงครั้งละ 2 ถาด และหลังจากการอบขนมบางส่วนมีรอยไหม้เกรียมเกิดความเสียหายเนื่องจากเตาอบไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้

จากปัญหาดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการเปรียบเทียบการใช้เชื้อเพลิงแอลพีจีของตู้อบแห้งด้วยรังสีอินฟาเรดระยะไกลกับเตาอบเดิม เพื่อช่วยลดต้นทุนในการผลิตขนมคุกกี้ และเพิ่มปริมาณการผลิตให้เพียงพอต่อการจำหน่าย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นการประหยัดการใช้พลังงานแอลพีจีในกระบวนการอบคุกกี้ที่แปรรูปจากข้าวไรซ์เบอรี่และเพิ่มผลผลิตให้เพียงพอต่อการจำหน่ายจากการค้นคว้าพบว่าการอบแห้งด้วยการแผ่รังสีอินฟราเรดระยะไกล (FarInfraredRadiation : FIR) มีศักยภาพที่ดีมากในการพัฒนาสู่การใช้

ในกระบวนการการอบแห้ง เนื่องจาก FIR สามารถส่งผ่านคลื่นเข้าไปสู่ภายในเนื้อวัสดุอบแห้งและสร้างความร้อนจากภายในเนื้อวัสดุ ทำให้ความชื้นเกิดการระเหยจากภายในสู่ภายนอก ซึ่งส่งผลให้อัตราการอบแห้งมีค่าสูงมากดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1:ผลกระทบของ FIR ต่อความชื้นในวัสดุ

กล่าวคือ เมื่อให้ความร้อนแก่เซรามิก จะทำให้เกิดกระบวนการถ่ายเทความร้อนในช่วงความยาวคลื่นที่เรียกว่า FIR ขึ้น ซึ่งกระบวนการดังกล่าว จะสามารถแพร่รังสีอินฟราเรด ย่านความถี่ 3 – 1,000 μm. [2] ไปยังโมเลกุลของวัสดุที่ต้องการอบแห้งได้ โดยจะส่งผลให้ความชื้นของวัสดุนั้นระเหยออกไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งการอบแห้งด้วยกระบวนดังกล่าวสามารถอบแห้งได้ตลอดเวลาไม่ว่าจะมีแสงแดดหรือไม่ก็ตาม เนื่องจากความร้อนที่ให้แก่เซรามิก ได้จากเชื้อเพลิงก๊าซแอลพีจี

แผ่นเซรามิกที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ เป็นสารประกอบในสถานะของแข็งที่ประกอบไปด้วยคาร์บอนร้อยละ 50 และซิลิกอนร้อยละ 50 วัสดุชนิดนี้เป็นทั้งเซรามิกและสารกึ่งตัวนำซึ่งมีคุณสมบัติที่ดีเยี่ยม เช่น ความแข็งซึ่งเกือบเทียบเท่าเพชร มีความทนทานต่ออุณหภูมิสูงมากกว่า 1000 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ ยังมีค่าสภาพนำความร้อนที่สูง ซึ่งทำให้สามารถถ่ายเทความร้อนได้เช่นเดียวกับโลหะ[3]

กิ่งกานต์ พันธุวาณิชย์ การศึกษาการแผ่รังสีอินฟาเรดระยะไกลของเซรามิกโดยใช้แก๊สชีวมวลเพื่อใช้ในการอบแห้งจากการศึกษางานวิจัยนี้พบว่า พลังงานความร้อนจากการแผ่รังสีที่ส่งออกมาจากแผ่นเซรามิกจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิ และเมื่อเปรียบเทียบการอบแห้งแบบมีแผ่นเซรามิกกับไม่มีแผ่นเซรามิกเป็นตัวกำเนิดคลื่นความร้อน โดยพิจารณาระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง ความสิ้นเปลืองพลังงานที่ใช้ในการอบแห้ง และสีของผลิตภัณฑ์ พบว่า การอบแห้งแบบมีแผ่นเซรามิกสามารถลดความชื้นผลิตภัณฑ์ให้ถึงระดับที่ต้องการ ใช้ระยะเวลาในการอบและความสิ้นเปลืองพลังงานน้อยกว่าการอบแห้งแบบไม่มีแผ่นเซรามิก[4]

วิธีวิจัย

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

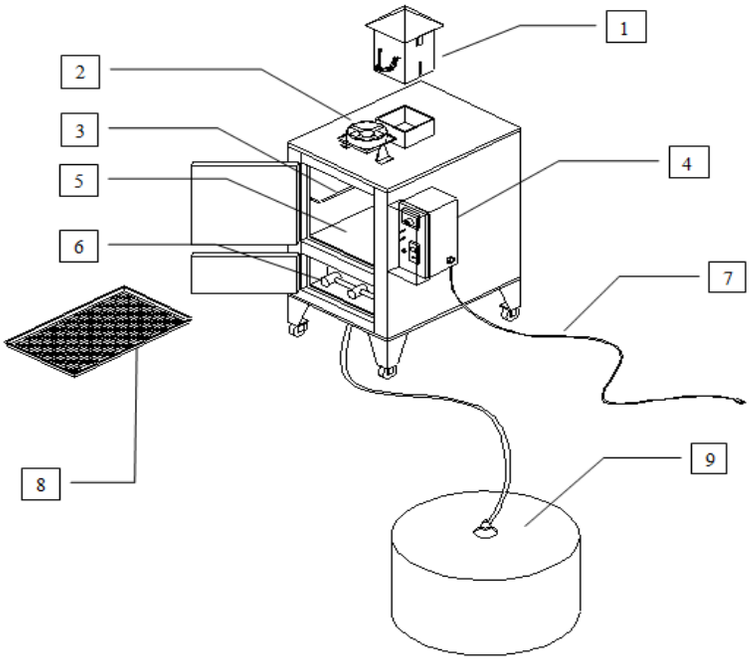
1. เตาอบแบบเดิม

เตาอบแก๊สที่ใช้ในการทดลอง เป็นเตาอบตัวเดิมที่ทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปผลิตภัณฑ์ข้าวบ้านสร้อยสุวรรณ ใช้ในการอบขนมคุกกี้ ใช้เชื้อเพลิงก๊าซแอลพีจี มีลักษณะทางกายภาพ คือ มีความกว้างขนาด 80 เซนติเมตร ความยาว 50 เซนติเมตรและความสูง 120 เซนติเมตร มีประตูอยู่ด้านหน้า ภายในเตาอบมี 2 ชั้น สามารถวางถาดที่มีความกว้างขนาด 40 เซนติเมตรและความยาว 60 เซนติเมตร ได้ชั้นละ 1 ถาด หลักการทำงาน คือ เมื่อทำการจุดเตา เปลวไฟที่ทำหน้าที่ให้ความร้อนภายในเตาอบจะอยู่บริเวณรอบๆ เตาทั้งสามด้าน ยกเว้นด้านหน้า และมีมิเตอร์วัดอุณหภูมิภายในเตา แต่ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ดังรูปที่ 2

รูปที่ 2:เตาอบแบบเดิมที่ใช้ในการทดลอง

2. ตู้อบแห้งด้วยรังสีอินฟาเรดระยะไกล

ตู้อบแห้งฯ ใช้เชื้อเพลิงแอลพีจีเช่นเดียวกันกับเตาอบแบบเดิม หลักการทำงาน คือ เมื่อให้ความร้อนแก่แผ่นเซรามิกจะทำให้เกิดกระบวนการถ่ายเทความร้อนในช่วงความยาวคลื่นที่เรียกว่า FIR ขึ้น ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะสามารถแพร่รังสีอินฟราเรดไปยังโมเลกุลของวัสดุที่ต้องการอบแห้งได้ โดยจะส่งผลให้ความชื้นของวัสดุนั้นระเหยออกไปอย่างรวดเร็ว มีลักษณะทางกายภาพ คือ มีความกว้างขนาด 90 เซนติเมตร ความยาว 70 เซนติเมตรและความสูง 150 เซนติเมตร มีประตูอยู่ด้านหน้า ภายในเตาอบมี 4ชั้น สามารถวางถาดที่มีความกว้างขนาด 40 เซนติเมตรและความยาว 60 เซนติเมตร ได้ชั้นละ 2ถาด ดังรูปที่ 3



1 = ช่องระบายอากาศ 2 = พัดลมดูดอากาศ 3 = ชั้นวางถาดบรรจุผลิตภัณฑ์ 4 = กล่องควบคุม
5 = แผ่นเซรามิก 6 = หัวแก๊ส 7 = ปลั๊กไฟ 8 = ถาดวางผลิตภัณฑ์ 9 = แหล่งเชื้อเพลิง(แก๊สแอลพีจี)

รูปที่ 3:ตู้อบแห้งด้วยรังสีอินฟาเรดระยะไกล

เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลการทดลองงานวิจัยครั้งนี้ มีรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1:เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลการทดลอง

ที่	ชื่อเครื่องมือ	หน้าที่	ลักษณะ
1	เครื่องบันทึกข้อมูล	ใช้ในการบันทึกอุณหภูมิภายในของเตาอบแบบเดิมกับตู้อบแห้งด้วยรังสีอินฟาเรดระยะไกล	
2	สายเทอร์โมคัพเปิ้ล	ใช้ร่วมกับเครื่องบันทึกข้อมูลในการเก็บข้อมูลอุณหภูมิ	
3	เครื่องชั่งน้ำหนัก	ใช้ในการชั่งน้ำหนักของขนมคุกกี้ในทำการทดลองกับเตาอบแบบเดิมและตู้อบฯ	
4	เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล	ใช้ในการชั่งน้ำหนักของถังก๊าซแอลพีจีในทำการทดลองกับเตาอบแบบเดิมและตู้อบ	

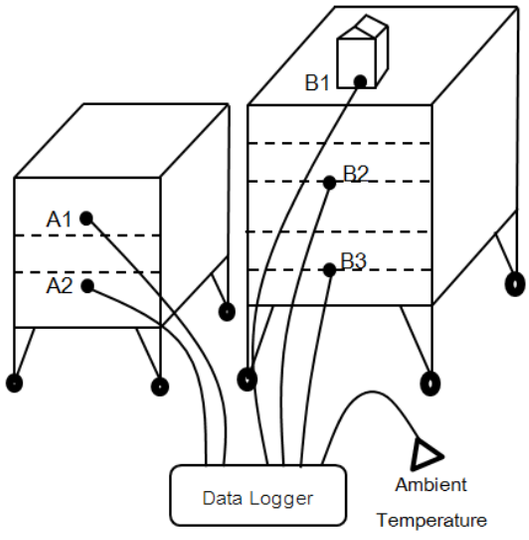
วิธีการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการเปรียบเทียบการใช้เชื้อเพลิงแอลพีจีของตู้อบแห้งด้วยรังสีอินฟาเรดระยะไกลกับเตาอบเดิม และความพึงพอใจคุณลักษณะของขนมคุกกี้ที่อบด้วยตู้อบแห้งด้วยรังสีอินฟาเรดระยะไกล ซึ่งมีขั้นตอนการทดลองดังต่อไปนี้

1.การเปรียบเทียบการใช้เชื้อเพลิงแอลพีจีของตู้อบแห้งด้วยรังสีอินฟาเรดระยะไกลกับเตาอบเดิม

ในการทดลองได้ทำการอบขนมคุกกี้แบบต่อเนื่องจำนวน 5 ครั้ง มีขั้นตอนการทดลองดังต่อไปนี้

1.1.เตรียมเตาอบแบบเดิมและตู้อบฯ ให้พร้อมใช้งาน จากนั้นทำการติดตั้งสายเทอร์โมคัพเปิล กับเตาอบแบบเดิมและตู้อบฯ เข้ากับเครื่องบันทึกข้อมูล และบันทึกค่า ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4: แสดงแผนผังการวางตำแหน่งการทดสอบอุณหภูมิภายในเตาอบแบบเดิมและตู้อบฯ

จากรูป A1 กับ A2 เป็นการวัดอุณหภูมิภายในเตาอบแบบเดิม ส่วน B1, B2 และ B3 เป็นการวัดอุณหภูมิภายในตู้อบฯเทียบกับอุณหภูมิโดยรอบ

1.2.นำแป้งคุกกี้ที่ผ่านการนวดพร้อมอบมาชั่งน้ำหนักจำนวน 10 ตัวอย่างๆ ละ 500 กรัม บันทึกค่าการช่างน้ำหนัก แล้วนำมาบีบด้วยแม่พิมพ์ใส่ถาดที่เตรียมไว้ ดังรูปที่ 5

รูปที่ 5: แสดงการช่างน้ำหนักและการบีบขนมคุกกี้ก่อนอบในเตาแบบเดิมและตู้อบฯ

1.3. ช่างน้ำหนักก๊าซแอลพีจี ก่อนอบและหลังอบทั้งสองถัง บันทึกค่าทั้ง 5 ครั้ง

1.4. นำผลที่ได้มาวิเคราะห์การลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแอลพีจี โดยใช้สูตรการคำนวณเทียบร้อยละ ดังนี้

$$\frac{\text{ปริมาณการใช้ก๊าซน้อย}}{\text{ปริมาณการใช้ก๊าซมาก}} \quad X\ 100$$

2. การวิเคราะห์ความพึงพอใจคุณลักษณะของขนมคุกกี้

นอกจากได้ทำการทดลองเปรียบเทียบปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของเตาอบแบบเดิมและตู้อบฯ แล้วนั้น คณะผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความพึงพอใจของสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ จำนวน 14 คน ที่ใช้ตู้อบแห้งด้วยรังสีอินฟาเรดระยะไกลในการอบขนมคุกกี้ ด้วยแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจทางด้านรสชาติ กลิ่นหอม ความกรอบและสีสวยน่ารับประทาน บันทึกค่าและวิเคราะห์ความพึงพอใจ

ผลการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาศักยภาพการลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงก๊าซแอลพีจี ระหว่างเตาอบแบบเดิมและตู้อบฯ รวมถึงวิเคราะห์ความพึงพอใจคุณลักษณะทางกายภาพของขนมคุกกี้ที่อบด้วยตู้อบฯ คณะผู้วิจัยนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1.การเปรียบเทียบการใช้เชื้อเพลิงแอลพีจีของตู้อบแห้งด้วยรังสีอินฟาเรดระยะไกลกับเตาอบเดิม

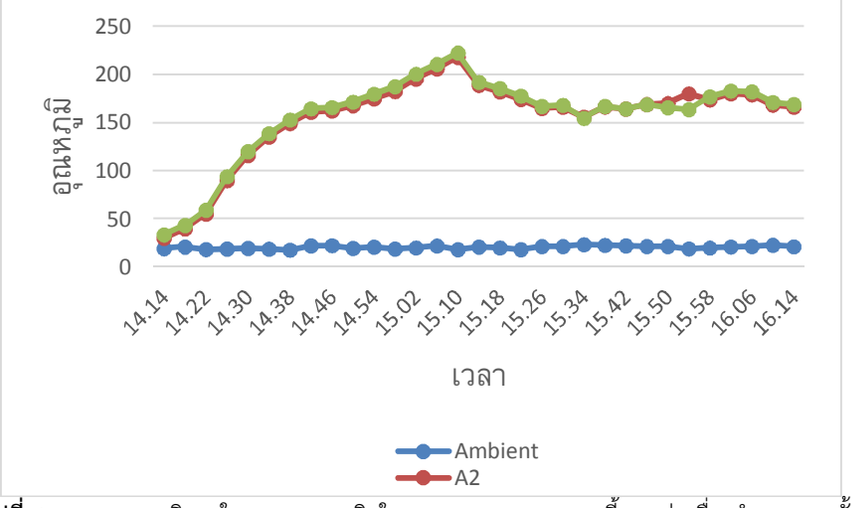
จากการทดลองอบขนมคุกกี้ด้วยเตาอบแบบเดิมและตู้อบฯ ในปริมาณ 500 กรัมที่เท่ากันอบแบบต่อเนื่องจำนวน 5 ครั้ง พบว่าเวลาที่ใช้ในการอบมีความแตกต่างกัน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: แสดงเวลาที่ใช้ในการอบขนมคุกกี้ด้วยเตาอบแบบเดิมและตู้อบฯ

ครั้งที่	เตาอบแบบเดิม		ตู้อบแห้งด้วยรังสีอินฟาเรดระยะไกล	
	ทดสอบในช่วงเวลา	จำนวน(นาที)	ทดสอบในช่วงเวลา	จำนวน(นาที)
1	14.14-14.50 น.	36	14.14-14.42 น.	28
2	14.54-15.10 น.	16	14.44-15.00 น.	16
3	15.14-15.30 น.	16	15.08-15.22 น.	14
4	15.34-15.54 น.	20	15.24-15.40 น.	16
5	15.58-16.14 น.	16	15.42-16.58 น.	16

1.1. อุณหภูมิภายในเตาอบแบบเดิม

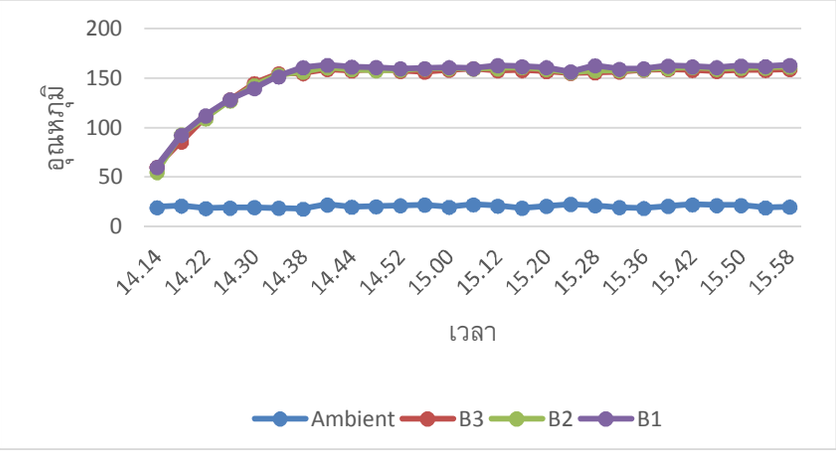
จากการทดลองวัดอุณหภูมิภายในเตาอบแบบเดิม พบว่า อุณหภูมิภายในไม่คงที่ เนื่องจากลักษณะของเปลวไฟที่อยู่รอบๆ ติดไม่สม่ำเสมอ ขณะอบจึงต้องเปิดเตาอบบ่อยๆ เพื่อสังเกต ทั้งนี้ใช้เวลาในการอบขนมคุกกี้แบบต่อเนื่อง จำนวน 104 นาที แสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 6: แสดงอุณหภูมิภายในเตาอบแบบเดิมในการทดสอบอบขนมคุกกี้แบบต่อเนื่องจำนวน 5 ครั้ง

1.2. อุณหภูมิภายในตู้อบแห้งด้วยรังสีอินฟาเรดระยะไกล

จากการทดลองวัดอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งด้วยรังสีอินฟาเรดระยะไกล พบว่าอุณหภูมิภายในเตาคงที่ เนื่องจากมีระบบควบคุมอุณหภูมิและระบบควบคุมการเปิดปิดแก๊ส ทั้งนี้ใช้เวลาในการอบขนมคุกกี้แบบต่อเนื่องจำนวน 90นาที แสดงดังรูปที่ 7



รูปที่ 7: แสดงอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งด้วยรังสีอินฟาเรดระยะไกล ในการทดสอบอบขนมคุกกี้แบบต่อเนื่องจำนวน 5 ครั้ง

1.3. ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของเตาอบแบบเดิมและตู้อบฯ

จากการทดลองได้นำก๊าซแอลพีจี ช่างน้ำหนักก่อนอบและหลังอบทั้งสองถัง พบว่าเตาอบแบบเดิมใช้ก๊าซแอลพีจีจำนวน 457กรัม และตู้อบแห้งด้วยรังสีอินฟาเรดระยะไกลใช้ก๊าซแอลพีจีจำนวน 240กรัม ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแอลพีจีของเตาอบแบบเดิมกับตู้อบแห้งด้วยรังสีอินฟาเรดระยะไกล

ครั้งที่	ชนิดของเตาอบ(kg)	น้ำหนักก๊าซก่อนอบ (kg)	น้ำหนักก๊าซหลังอบ (kg)	น้ำหนักก๊าซที่ใช้ไป (kg)
1	ตู้อบแห้งด้วยรังสีอินฟาเรดฯ	31.240	31.100	0.140
	ตู้อบเดิม	29.600	29.428	0.172
2	ตู้อบแห้งด้วยรังสีอินฟาเรดฯ	31.100	31.075	0.025
	ตู้อบเดิม	29.428	29.357	0.071
3	ตู้อบแห้งด้วยรังสีอินฟาเรดฯ	31.075	31.050	0.025
	ตู้อบเดิม	29.357	29.286	0.071
4	ตู้อบแห้งด้วยรังสีอินฟาเรดฯ	31.050	31.025	0.025
	ตู้อบเดิม	29.286	29.214	0.072
5	ตู้อบแห้งด้วยรังสีอินฟาเรดฯ	31.025	31.00	0.025
	ตู้อบเดิม	29.214	29.143	0.071

จากตารางพบว่า ตู้อบแห้งด้วยรังสีอินฟาเรดระยะไกลใช้เชื้อเพลิงก๊าซแอลพีจีในการอบขนมคุกกี้น้อยกว่าเตาอบแบบเดิมร้อยละ 47.48

2. การวิเคราะห์ความพึงพอใจคุณลักษณะของขนมคุกกี้

จากการใช้แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจทางด้านรสชาติ กลิ่นหอม ความกรอบและสีสวยน่ารับประทานของสมาชิกวิสาหกิจชุมชน จำนวน 14 คนพบว่า มีความพึงพอใจทางด้านรสชาติมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 100 มีความพึงพอใจทางด้านกลิ่นหอมร้อยละ 92.86 มีความพึงพอใจทางด้านความกรอบร้อยละ 85.71 และมีความพึงพอใจทางด้านสีสวยน่ารับประทานร้อยละ 87.14 ดังรูปที่ 8

(ก) แสดงการอบด้วยตู้อบแห้งรังสีอินฟาเรดระยะไกล(ข) แสดงการอบด้วยเตาอบเดิม

รูปที่ 8: แสดงขนมคุกกี้ที่ผ่านการอบ

จากรูปจะเห็นได้ว่าขนมคุกกี้ที่ผ่านการอบด้วยเตาอบเดิมจะมีลักษณะเป็นสีน้ำตาลเข้มไหม้ ส่วนขนมคุกกี้ที่ผ่านการอบด้วยตู้อบแห้งรังสีอินฟาเรดระยะไกลจะมีลักษณะเป็นสีน้ำตาลอ่อนน่ารับประทาน

สรุปผลการทดลอง

จากการเปรียบเทียบการใช้เชื้อเพลิง LPG ของตู้อบแห้งด้วยรังสีอินฟาเรดระยะไกลกับเตาอบเดิม สามารถสรุปได้ดังนี้

5.1. เมื่อทำการทดสอบอุณหภูมิภายในห้องอบ พบว่าตู้อบแห้งด้วยรังสีอินฟาเรดระยะไกล สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่กว่าเตาอบแบบเดิม

5.2. การใช้ตู้อบแห้งด้วยรังสีอินฟาเรดระยะไกลในการอบคุกกี้เทียบกับเตาอบเดิม สามารถลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแอลพีจีร้อยละ 47.48

5.3. ตู้อบแห้งด้วยรังสีอินฟาเรดระยะไกลมีปริมาณพื้นที่ในการอบขนมคุกกี้มากกว่าเตาอบเดิม ทำให้ลดต้นทุนในการผลิต และเพิ่มรายได้มากขึ้น

5.4. สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปผลิตภัณฑ์ข้าวบ้านสร้อยสุวรรณมีความพึงพอใจตู้ตู้อบแห้งด้วยรังสีอินฟาเรดระยะไกลโดยเฉลี่ยร้อยละ 91.43

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัย ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาเป็นอย่างสูงที่สนับสนุนทุนวิจัยมาให้ในครั้งนี้ นอกจากนี้ขอขอบคุณ หน่วยวิจัยพลังงานชุมชน วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้คำปรึกษาและให้โอกาสเข้าร่วมวิจัยในครั้งนี้

บรรณานุกรม

[1] ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2556, ธุรกิจ SMEs เร่งปรับตัวหลังภาครัฐปรับราคาก๊าซแอลพีจีภาคครัวเรือน, บทวิเคราะห์รายสัปดาห์ สิงหาคม 2556

[2] Sandu, C. (1986). Infrared radiative drying in food engineering: process analysis. Biotechnology Progress. 2(3)

[3] NetFISiC. 2557. Training NETwork on Functional Interfaces for SiC. (ออนไลน์). แหล่งที่มา: http://www.netfisic.eu/en/netfisic-for-all/netfisic-.html. 8 กรกฎาคม 2557

[4] กิ่งกานต์ พันธุวาณิชย์. 2553. การศึกษาการแผ่รังสีอินฟาเรดระยะไกลของเซรามิกโดยใช้แก๊สชีวมวลเพื่อใช้ในการอบแห้ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร.