O-CT12

การถ่ายเทความร้อนของรังผึ้งชนิดรูเกลียวของเตาอั้งโล่

Heat Transfer of Spiral Hole Woven Hive for the Cooking Stove

สุดารัตน์ บรรพลา[1] อรพรรณ เหมะธุลิน[1] และสุรจิตร์ พระเมือง[2*]

[1]สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย อ.เมือง จ.เลย 42000

[2]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย อ.เมือง จ.เลย 42000

Email: pumsudarat1992@gmail.com, youki_a09@hotmail.com, Surajitr@lru.ac.th

บทคัดย่อ

เตาอั้งโล่เป็นเตาหุงต้มที่ใช้ในครัวเรือนโดยใช้ฟืนหรือถ่านไม้เป็นเชื้อเพลิงซึ่งมีราคาถูกกว่าเตาประหยัดพลังงานซุปเปอร์อั้งโล่ที่ได้รับการส่งเสริมจากกระทรวงพลังงาน จึงมีการใช้อย่างแพร่หลาย รังผึ้งของเตาเป็นส่วนประกอบสำคัญในการถ่ายเทอากาศและพลังงานความร้อนภายในเตา การวิจัยนี้ได้ออกแบบรังผึ้งของเตาอั้งโล่เป็นชนิดรูเกลียว โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร หนา 4 เซนติเมตร เปรียบเทียบกับชนิดรูตรงที่ใช้ทั่วไป ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร หนา 2.5 เซนติเมตร ด้วยการต้มน้ำและวัดอุณหภูมิจากการแผ่รังสีความร้อน

ผลการวิจัยพบว่า รังผึ้งชนิดรูเกลียว ใช้เวลาต้มน้ำจนเดือดนาน 20 นาที ในขณะที่รังผึ้งชนิดรูตรงใช้เวลา 29 นาที ส่งผลให้ประหยัดถ่านไม้มากกว่า 27.6% อุณหภูมิภายในเตาของรังผึ้งชนิดรูเกลียวจะสูงกว่ารังผึ้งชนิดรูตรงประมาณ 3.8% ในขณะอุณหภูมิภายนอกเตาที่ระยะห่างจากขอบเตา 10 เซนติเมตร มีค่าใกล้เคียงกัน แต่อุณหภูมิอากาศเหนือเตาในแนวดิ่งของรังผึ้งชนิดรูเกลียว จะถ่ายเทความร้อนขึ้นไปได้สูง 60 เซนติเมตร ในขณะที่รังผึ้งชนิดรูตรงสูง 50 เซนติเมตร สรุปได้ว่ารังผึ้งชนิดรูเกลียวที่ใช้ในเตาอั้งโล่ มีความเหมาะสมในการส่งเสริมนำไปใช้ควบคู่กับเตาประหยัดพลังงานซุปเปอร์อั้งโล่ต่อไป

คำสำคัญ รังผึ้งเตาอั้งโล่ เตาหุงต้มประหยัดพลังงาน การถ่ายเทความร้อน

1.ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันเตาอั้งโล่ที่มีวางขายตามท้องตลาดมีปั้นเตาโดยการนำดินเหนียวเป็นวัตถุดิบหลัก ผสมกับกับแกลบดำ ขึ้นรูปแล้วนำไปเผาในเตาที่มีอุณหภูมิประมาณ 500 องศาเซลเซียส ก่อนที่จะนำมาตกแต่งใส่สังกะสีและหูหิ้ว ส่วนรังผึ้งของเตาก็ใช้วัตถุดิบชนิดเดียวกัน เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร เตาอั้งโล่แบบนี้จะมีราคาถูกกว่าเตาอั้งโล่ประหยัดพลังงานที่กระทรวงพลังงานส่งเสริมที่เรียกว่าเจาซุปเปอร์อั้งโล่ จึงเป็นที่นิยมของประชาชนทั่วไป แม้ว่าประสิทธิภาพของเตาจะต่ำกว่าเตาซุปเปอร์อั้งโล่ก็ตาม ดังนั้นการพัฒนารังผึ้งเตาอั้งโล่ ที่มีลักษณะคล้ายกับเตาซุปเปอร์อั้งโล่ จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของเตาอั้งโล่ช่วยประหยัดพลังงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ผลิตและจำหน่ายเตาสามารถซื้อขายเตาในราคาเท่าเดิม ซึ่งการวิจัยนี้ ผู้ทำวิจัยได้ใช้หลักการถ่ายเทความร้อน การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีมาใช้ประกอบในการประดิษฐ์รังผึ้งของเตาอั้งโล่ เพื่อให้มีการถ่ายเทความร้อนที่ดี ประหยัดเชื้อเพลิงและที่สำคัญใช้ในการประกอบอาหารได้นานโดยที่ไม่ต้องคอยเติมเชื้อเพลิงบ่อย ๆ โดยการเลือกวัตถุดิบที่สามารถถ่ายเทความร้อนได้ดีคือแกลบ โดยผู้จัดทำวิจัยได้ประดิษฐ์รังผึ้งเตาขึ้นมาใหม่ ให้มีรูปแบบเป็นรังผึ้งรูเกลียวจากของเดิมที่เป็นรังผึ้งรูตรง และได้เปรียบเทียบระยะเวลาในการต้มน้ำ และการประหยัดถ่าน และคาดว่าจะเป็นรังผึ้งรูปแบบใหม่ที่จะวางขายในท้องตลาดต่อไป

2.การถ่ายเทความร้อนในเตาอั้งโล่

การถ่ายเทความร้อน คือ การถ่ายเทพลังงานระหว่าง 2 บริเวณที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน แบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) การนำความร้อน (Conduction) เป็นการถ่ายเทความร้อนจากโมเลกุลไปสู่อีกโมเลกุลหนึ่งซึ่งอยู่ติดกันไปเรื่อย ๆ จากอุณหภูมิสูงไปสู่อุณหภูมิต่ำ

2) การพาความร้อน (Convection) เป็นการถ่ายเทความร้อนด้วยการเคลื่อนที่ของอะตอมและโมเลกุลของสสารซึ่งมีสถานะเป็นของเหลวและก๊าซ

3) การแผ่รังสี (Radiation) เป็นการถ่ายเทความร้อนออกรอบตัวทุกทิศทุกทาง โดยมิต้องอาศัยตัวกลางในการส่งถ่ายพลังงาน

การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงหรือถ่านในเตาอั้งโล่ จะเกิดการถ่ายเทความร้อนทั้ง 3 รูปแบบ โดยการแผ่รังสีเกิดขึ้นจากบริเวณรังผึ้งไปสู่ก้นภาชนะที่วางบนเตา การนำความร้อนเกิดขึ้นจากความร้อนถ่ายเทออกไปตามผนังเตา ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการสูญเสียความร้อนทิ้ง และการพาความ

ร้อนเกิดขึ้นเมื่ออากาศ จากด้านนอกเตาไหลเข้ามาทางปากเตาแล้วผ่านรังผึ้งนำออกซิเจนไปช่วยการเผาไหม้แล้วส่งผ่านขึ้นไปด้านบน จึงเป็นรูปแบบที่เกิดขึ้นในเตาอั้งโล่มากที่สุด

สมดุลความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในเตาอั้งโล่ จะพิจารณาได้จากสมการ

ความร้อนจากการเผาไหม้ (Q_t) = ความร้อนที่นำไปใช้ประโยชน์ (Q_u) + ความร้อนที่สูญเสียออกจากเตา (Q_L)

โดย ความร้อนจากการเผาไหม้ ได้แก่ ความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง ซึ่งคำนวณได้จากผลคูณของมวลของเชื้อเพลิง และค่าความร้อนของเชื้อเพลิงที่ใช้ ความร้อนที่นำไปใช้ประโยชน์ ได้แก่ ความร้อนที่นำไปใช้เพื่อทำให้น้ำเดือดหรือการกลายเป็นไอ ซึ่งคำนวณได้จากผลคูณของมวลของน้ำ ค่าความจุความร้อนจำเพาะและความร้อนแฝงของน้ำ และผลต่างของอุณหภูมิเริ่มต้นและอุณหภูมิน้ำเดือด ส่วนความร้อนที่สูญเสียออกจากเตา ได้แก่ ความร้อนจากการนำความร้อนบริเวณผนังเตา การพาความร้อนของลมร้อนออกไปจากเตา และการแผ่รังสีออกไปนอกเตา ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุที่นำมาสร้างเตา ลักษณะของรังผึ้ง และสภาพแวดล้อมขณะเกิดการลุกไม้

จากการศึกษาประสิทธิภาพของเตาอั้งโล่ของ เดชอนันต์ โกมาสถิต [1] โดยทดสอบประสิทธิภาพของเตาอั้งโล่ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดแล้วเลือกชนิดและขนาดของเตาที่มีประสิทธิภาพสูงสุดมาปรับปรุง ซึ่งออกแบบไว้ 15 รูปแบบที่แตกต่างกัน เช่น ความกว้างปากเตา ขนาดและจำนวนรูของรังผึ้ง ขนาดช่องลมเข้า ระยะห่างของรังผึ้งกับปากเตา เป็นต้น ในขณะที่ กุลธร ศิลปะบรรเลง และคณะ [2] ได้ออกแบบและสร้างเครื่องปั้นเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงแบบกึ่งอัตโนมัติและเครื่องผลิตรังผึ้งเพื่อนำมาใช้ในการผลิตแทนการปั้นด้วยมือ พบว่าการควบคุมที่อุณหภูมิสูงจะมีความเบี่ยงเบนของอุณหภูมิน้อยลง และ Koopmans [3] ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเตาถ่านและเวลาที่ใช้ในการต้มน้ำเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบเตาถ่าน โดยเตาที่ใช้ทดสอบเป็นเตาอั้งโล่ที่ใช้ตามครัวเรือนทั่วไป ซึ่งตัวแปรที่นำมาศึกษาคือ ระยะห่างระหว่างรังผึ้งกับหม้อพื้นที่ของรูในรังผึ้ง ขนาดของช่องที่ไอเสียออกสู่บรรยากาศและขนาดของห้องเผาไหม้จากผลการทดลองพบว่า ระยะห่างระหว่างรังผึ้งกับหม้อต้องมีขนาดที่เหมาะสมคือ อยู่ในช่วง 9-9.5 เซนติเมตร จึงจะให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงและเวลาในการต้มน้ำให้เดือดน้อย ซึ่งพบว่าระยะห่างระหว่างรังผึ้งกับหม้อที่เหมาะสมที่สุดคือ 9.25 เซนติเมตร

3. การสร้างและทดสอบรังผึ้ง

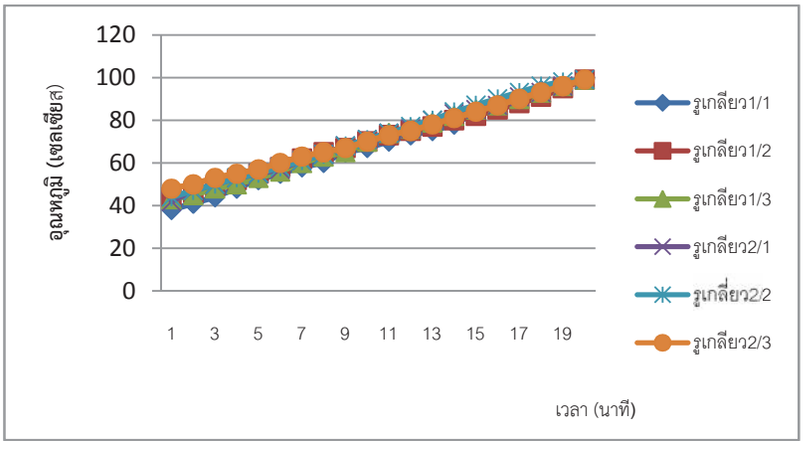
รังผึ้งที่สร่งขึ้นใช้วัสดุเป็นดินเหนียวผสมแกลบดำเช่นเดียวกับรังผึ้งที่ผลิตจำหน่ายทั่วไป โดยมี ขนาดแผ่นรังผึ้งและขนาดรูเท่ากัน แต่ความหนาแตกต่างกัน รังผึ้งชนิดรูตรงจะหนา 2.5 เซนติเมตร ส่วนรังผึ้งชนิดรูเกลียวหนา 4 เซนติเมตร การเจาะรูรังผึ้งแบบรูตรงใช้ปุ่มเจาะรูที่ช่างทำเตาใช้ แต่การเจาะรูเกลียวจะใช้น็อตที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร เจาะให้มีจำนวนรูและตำแหน่งเดียวกันกับแบบรังรังผึ้งทั่วไป ซึ่งกระบวนการผลิตจะเริ่มจากการผสมวัตถุดิบ ขึ้นรูปเป็นกลม เจาะรู ผึ่งลมให้แห้ง และนำเข้าเตาเผา จากนั้นนำรังผึ้งทั้งสองรูปแบบมาทดสอบกับเตาอั้งโล่ โดยการต้มน้ำ การวัดอุณหภูมิเหนือเตา ข้างเตา และในเตาจากการลุกไหม้ โดยใช้เทอร์โมคัปเปิ้ล ชนิดเค และชั่งมวลถ่านที่ใช้ในการลุกไหม้ ด้วยเครื่องเครื่องชั่งละเอียดจุดทศนิยม 2 ตำแหน่ง ในแต่ละครั้งจะใช้ถ่านไม้ไผ่ 250 กรัม น้ำ 1.5 ลิตรใส่ในหม้ออลูมิเนียม วัดอุณหภูมิทุก ๆ 1 นาที จนกระทั่งน้ำเดือด แล้วจึงชั่งมวลของถ่านที่ใช้ การวัดอุณหภูมิของเตาด้านข้างเตา ในเตา และเหนือเตา จะใช้ถ่านจำนวน 250 กรัมจุดไฟจนทั่วทุกก้อน ทำการวัดอุณหภูมิของถ่านขณะลุกไหม้ ในเตาที่ระยะกึ่งกลางเตา ขอบเตา ด้านข้างเตา 3 จุดแต่ละจุดห่างกัน 10 เซนติเมตรเพื่อหาการสูญเสียความร้อนจากการนำและการแผ่รังสีด้านข้างเตา การวัดอุณหภูมิของอากาศเหนือเตา จะวัดที่ระยะกึ่งกลางเตาขึ้นไปในแนวดิ่ง วัดสูงขึ้นไปจนกระทั่งอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม เพื่อหาระยะความสูงที่ความร้อนแผ่ขึ้นไปสูงสุด ข้อมูลที่วัดได้จำนำมาหาค่าเฉลี่ย เขียนกราฟเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่สนใจ โดยเปรียบเทียบระหว่างรังผึ้งชนิดรูตรงกับรังผึ้งชนิดรูเกลียว ลักษณะของรังผึ้งที่นำมาทดลองดังแสดงในรูปที่ 1

รูปที่ 1 รังผึ้งชนิดรูตรง (ซ้าย) และชนิดรูเกลียว (ขวา) ที่นำมาทดลอง

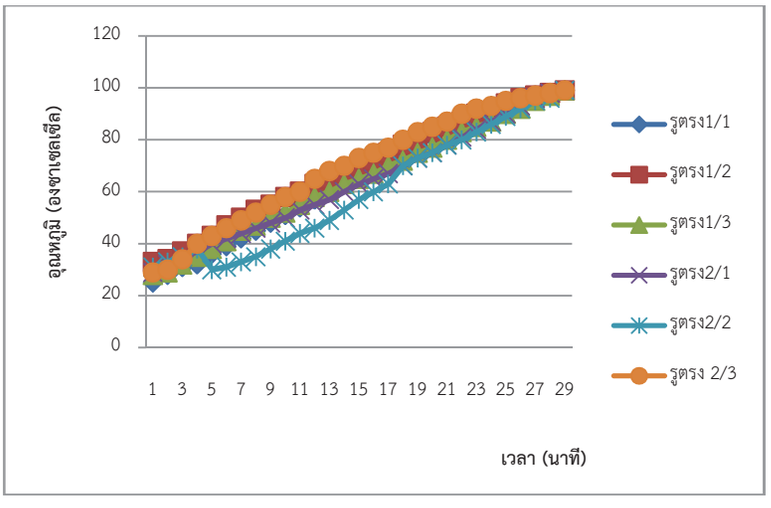
4. ผลการทอลอง

4.1 ผลการวัดอุณหภูมิน้ำ

จากการทดลองแผ่นรังผึ้งชนิดเดียวกัน 2 แผ่น ๆ ละ 3 ครั้ง จะได้อุณหภูมิของน้ำจากอุณหภูมิห้องไปจนน้ำเดือดสำหรับรังผึ้งชนิดรูเกลียว ได้ดังรูปที่ 2 และชนิดรูตรงได้ดังรูปที่ 3



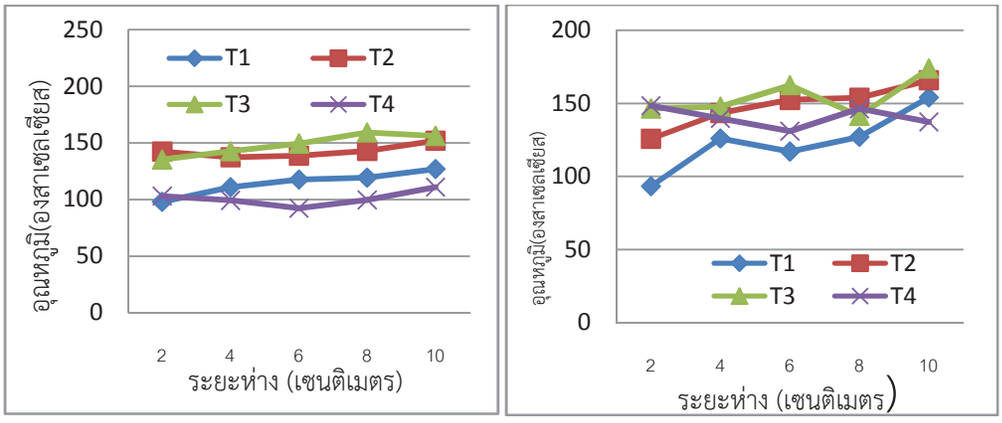
รูปที่ 2 อุณหภูมิของการต้มน้ำสำหรับรังผึ้งชนิดรูเกลียว



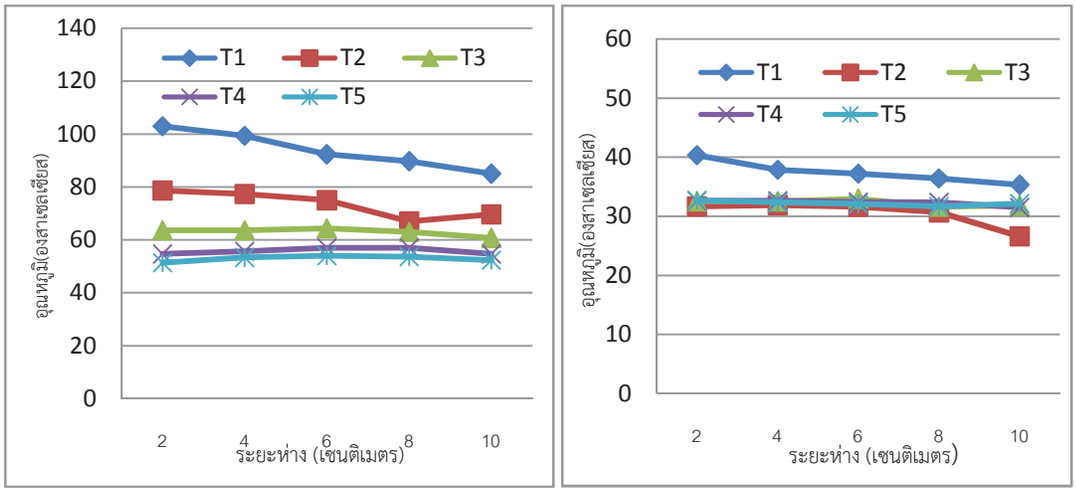
รูปที่ 3 อุณหภูมิของการต้มน้ำสำหรับรังผึ้งชนิดรูตรง

4.2 ผลการวัดอุณหภูมิของเตาและอากาศที่เกิดจากการแผ่ความร้อนของรังผึ้งชนิดรูเกลียว และรูชนิดตรง

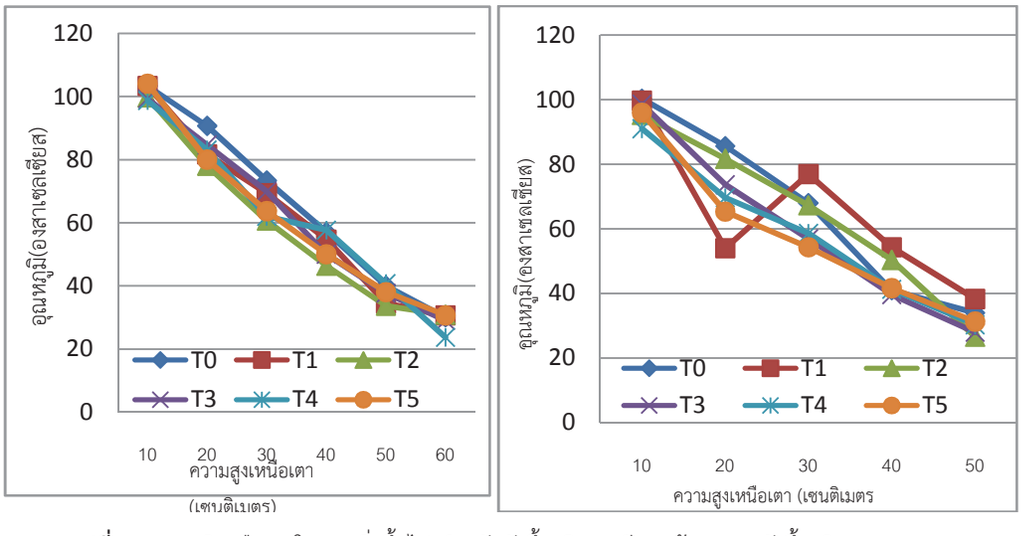
ในการทดลองจะใช้ถ่านไม้ไผ่หนัก 250 กรัม เท่ากัน เมื่อถ่านลุกไหม้ครบทุกก้อน จะทำการวัดอุณหภูมิของอากาศ ที่เกิดจากการแผ่ความร้อนภายในเตาจำนวน 4 จุด (T_1 – T_4) รอบเตาที่ระยะห่างจากจุดกึ่งกลางเตาเป็น 2 4 6 8 และ 10 เซนติเมตร ตามลำดับ ของรังผึ้งชนิดรูเกลียว ดังรูปที่ 4 ผลการวัดอุณหภูมิด้านข้างเตาจำนวน 5 จุด (T_1 – T_5) รอบเตาระยะห่างจากขอบเตา 2 4 6 8 และ 10 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังรูปที่ 5 และผลการวัดอุณหภูมิที่ความสูงเหนือเตาตามแนวดิ่งทีละ 10 เซนติเมตร จำนวน 6 จุด (T_o – T_5) จนกระทั่งอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม ได้ผลดังรูปที่ 6



รูปที่ 4 อุณหภูมิด้านในเตาที่ระยะจากกึ่งกลางเตา เมื่อใช้รังผึ้งชนิดรูเกลียว (ซ้าย) และรังผึ้งชนิดรูตรง (ขวา)



รูปที่ 5 อุณหภูมิด้านข้างเตาที่ระยะจากผนังเตา สำหรับรังผึ้งชนิดรูเกลียว (ซ้าย) และรังผึ้งชนิดรูตรง (ขวา)



รูปที่ 6 อุณหภูมิเหนือเตาในแนวดิ่งขึ้นไป สำหรับรังผึ้งชนิดรูเกลียว (ซ้าย) และรังผึ้งชนิดรูตรง (ขวา)

จากผลการวัดอุณหภูมิอากาศบริเวณด้านในเตาที่จุดต่าง ๆ เปรียบเทียบกันจะเห็นว่ามีค่าใกล้เคียงกัน แต่อุณหภูมิอากาศด้านข้างเตาตั้งโล่ที่ใช้รูเกลียวจะมีอุณหภูมิสูงกว่ามากเป็น 2 เท่า และอุณหภูมิอากาศเหนือเตาสำหรับชนิดรูเกลียว จะให้ความร้อนขึ้นไปได้สูงกว่าชนิดรูตรง

5. สรุปผลการวิจัย

รังผึ้งรูตรงใช้เวลาในการเดือดของน้ำ 29 นาที ใช้ส่วนรังผึ้งรูเกลียวใช้เวลาในการเดือดของน้ำเป็นเวลา 20 นาที และใช้ถ่านประหยัดกว่ารังผึ้งรูตรง เฉลี่ย 27.65 % การทดสอบการแผ่รังสีความร้อนภายในเตา ภายนอกเตา โดยชนิดรูเกลียวมีอุณหภูมิสูงกว่าชนิดรูตรง จะพบว่าอุณหภูมิลดลงใกล้เคียงกัน อุณหภูมิตามความสูงเหนือเตา รังผึ้งชนิดรูตรงจะแผ่ความร้อนขึ้นไปได้สูงสุดที่ระยะ 50 เซนติเมตร ส่วนรังผึ้งชนิดรูเกลียวจะแผ่ความร้อนไปได้สูงสุด ที่ระยะ 60 เซนติเมตร ในขณะที่การสูญเสียความร้อนจากเตาจากการใช้รังผึ้งทั้ง 2 แบบ มีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นรังผึ้งชนิดรูเกลียว จึงช่วยลดเวลาในการประกอบอาหาร และช่วยลดการใช้ถ่านที่ส่งผลดีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

บรรณานุกรม

[1] เดชอนันต์ โกมาสถิต การปรับปรุงรูปแบบเตาอั้งโล่ปากยื่นเดิม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งาน. รางานวิจัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 2545”

[2] กุลธร ศิลปะบรรเลง และคณะ. การศึกษาพัฒนาออกแบบระบบเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง. [online]: http://rir.nrct.go.th/drupal-ir/node/81171 พ.ศ. 2542.

[3] Koopmans การศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเตาถ่าน. [online]: http://www.teacher.ssru.ac.th/reudee_ni/file/efficiency.stove-9chapter5.pdf. พ.ศ.2546