

เตาพลังงานทดแทนจากน้ำมันพืชใช้แล้วในครัวเรือน

Alternative Energy in Household Using Used Vegetable Oil

จิราพร คงเกษม¹, นรินทร์ บุญदानนท์^{2*}, สุวรรณภา บุญदानนท์³

¹บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล, นครปฐม, 73170

²คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, นครปฐม, 73170

³ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, นครปฐม, 73170

*Corresponding author: Tel: +66-8-51851537, E-mail: ennarin@gmail.com

บทคัดย่อ

เตาหุงต้มที่ใช้เชื้อเพลิงจากน้ำมันพืชใช้แล้วเป็นพลังงานทดแทนแก๊สหุงต้ม (LPG) ได้ใช้หลักการเผาไหม้แบบ Wick combustion โดยการออกแบบและสร้างเตาที่มีประสิทธิภาพ เพิ่มการเติมอากาศในหัวเผาและการดันเชื้อเพลิงเพื่อให้เกิดการเผาไหม้ อย่างสมบูรณ์ การทดสอบหาค่าปริมาณความร้อนของเตาเปรียบเทียบกับเตาแก๊สหุงต้ม (LPG) ด้วยการต้มน้ำให้ถึงอุณหภูมิ 90 °C โดยใช้ระดับความร้อนของเตาสูงสุด ปานกลาง และต่ำสุด พบว่าเวลาที่ใช้ในการต้มน้ำเดือดในระดับต่างๆ ของเตาหุงต้มที่ใช้เชื้อเพลิงจาก น้ำมันพืชใช้แล้วและเตาแก๊สหุงต้ม (LPG) มีค่าใกล้เคียงกัน โดยนำข้อมูลผ่านการวิเคราะห์ผลทางสถิติ (t-test) แล้ว พบว่าผลการ ทดสอบของเตาทั้งสองชนิดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสามารถใช้ทดแทนกันได้ และจากการทดสอบหาค่าประสิทธิภาพเชิง ความร้อนของเตาหุงต้มเชื้อเพลิงจากน้ำมันพืชใช้แล้วด้วยวิธี water boiling test (WBT) พบว่า มีค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อน 41.68% และจุดคืนทุนของเตาหุงต้มเชื้อเพลิงจากน้ำมันพืชใช้แล้วภายใน 8 เดือน จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของพลังงานทดแทนและ การแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในระดับชุมชน

คำสำคัญ: wick combustion, water boiling test (WBT), ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อน, เตาหุงต้ม

Abstract

The innovative stove using used vegetable oil as fuel with the Wick combustion principle had been designed for reduce the economic and environmental effect. This research aimed to design an efficient furnace and a system such as the aerator and oil pressurization. The pilot test compare to LPG gas stove by water heated the til 90 °C with 3 levels, highest, medium and lowest heating. The time to heated water of used vegetable oil stove and LPG gas stove was similar with no significantly different (T-Test). Furthermore, the thermal efficiency of the used vegetable oil stove was about as 41.68% using water boiling test (WBT) method. And the payback period is about 8 months. Thus, these is an optional idea for alternative energy and problem sorry about the community environment as well.

Keywords: wick combustion, water boiling test (WBT), thermal efficiency, stove

1. บทนำ

1.1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

พลังงานเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ การเพิ่มขึ้นของประชากรโลกอย่างต่อเนื่อง ประกอบกับการ พัฒนาทางด้านวิทยาการและเทคโนโลยี การขยายตัวของ เศรษฐกิจ และอุตสาหกรรมต่างๆ ทำให้ความต้องการใช้พลังงาน เพิ่มขึ้นจนก่อให้เกิดปัญหาวิกฤตทางด้านพลังงาน แต่อย่างไรก็ ตามความต้องการใช้พลังงานก็ยังมีอยู่อย่างต่อเนื่องในทุกพื้นที่ทั่วโลก ประเทศไทยเองก็มีทรัพยากรด้านพลังงานอย่างจำกัด จำเป็นต้องพึ่งพาพลังงานจากภายนอกโดยการนำเข้าพลังงาน

จากต่างประเทศ ดังนั้นการพัฒนาพลังงานจากแหล่งพลังงาน หมุนเวียนเพื่อทดแทนการใช้พลังงานในรูปแบบเดิม จึงมีความ จำเป็นอย่างเร่งด่วนที่สุดที่ทุกภาคส่วนจะต้องร่วมมือกัน

น้ำมันพืชเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อทุกครัวเรือนที่ต้องใช้อย่างปฏิเสธ ไม่ได้ มีการคาดการณ์ว่า ตลาดน้ำมันพืชมีแนวโน้มขยายตัวตาม การฟื้นตัวของภาวะเศรษฐกิจ ควบคู่ไปกับการปรับกลยุทธ์การ แข่งขันของผู้ประกอบการ ซึ่งเน้นการแข่งขันทางด้านคุณภาพ เพื่อการขยายฐานผู้บริโภคให้กว้าง (นิตยสารผู้จัดการ 360 องศา, 2552) ซึ่งเป็นผลที่อาจก่อให้เกิดปัญหาการใช้น้ำมันพืชซ้ำ น้ำมัน ที่ผ่านการทอดอาหารซ้ำนานเกินไปนั้นจะมีคุณค่าทางโภชนาการ

ลดลงและมีสารปนเปื้อนที่อาจก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพตามมา นอกจากนั้นปัญหาการกำจัดน้ำมันพืชทิ้งอย่างไม่ถูกวิธียังก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งหากทิ้งลงสู่พื้นดินก็ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสัตว์หน้าดินได้ น้ำมันพืชอาจจะไปเคลือบสัตว์หน้าดินและแหล่งที่อยู่อาศัยและทำให้เกิดภาวะขาดอากาศหายใจ หรือหากน้ำมันพืชเข้าสู่ระบบทางเดินอาหารของสัตว์หน้าดินในปริมาณมากก็จะเกิดอันตรายต่อชีวิตนั้น หรือกำจัดทิ้งลงในแหล่งน้ำ ท่อระบายน้ำต่างๆ น้ำมันจะลอยอยู่บนผิวน้ำและขัดขวางการแลกเปลี่ยนออกซิเจนระหว่างอากาศและน้ำ เนื่องจากคุณสมบัติของน้ำมันไม่ว่าจะเป็นน้ำมันปิโตรเลียมหรือน้ำมันพืชมีความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) ต่ำกว่าน้ำ ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการหายใจของสัตว์น้ำ นอกจากนี้ น้ำมันยังปิดกั้นแสงสว่างที่ส่องลงสู่ผิวน้ำทำให้มีผลกระทบต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชใต้น้ำด้วย และน้ำมันพืชโดยเฉพาะน้ำมันปาล์มมีอัตราการย่อยสลายตัวช้า ปริมาณออกซิเจนในน้ำบริเวณที่มีการปนเปื้อนจะต่ำลง เนื่องจากถูกแบคทีเรียใช้ในขบวนการย่อยสลายน้ำมันดังกล่าว โดยสิ่งที่ตามมาคือกลิ่นเหม็นจากขบวนการการย่อยสลาย ซึ่งทำให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2557)

น้ำมันพืชใช้แล้วนับเป็นสิ่งที่น่าสนใจอีกแหล่งหนึ่งที่จะนำกลับมาใช้ใหม่เพื่อเป็นพลังงานทดแทนโดยเฉพาะในกลุ่มของเชื้อเพลิงชีวภาพ เนื่องจากเป็นของเหลือใช้ในครัวเรือนหรือร้านค้าที่ประกอบอาหารประเภทที่ใช้ไขมันจำนวนมากรวมไปถึงอุตสาหกรรมบางประเภท โดยข้อมูลจากมูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อมปี 2550 ระบุว่าประเทศไทยมีน้ำมันที่เหลือจากการใช้น้ำมันทั้งหมดปีละประมาณ 74.5 ล้านลิตร โดยมาจากกลุ่มครัวเรือนถึง 47.2 ล้านลิตร งานวิจัยชิ้นนี้จึงเป็นงานที่ศึกษากระบวนการสร้างเตาที่ใช้ไขมันพืชที่ใช้แล้วมาเป็นพลังงานเชื้อเพลิงแทนเตาที่ใช้แก๊สหุงต้ม (LPG) โดยนำหลักการเผาไหม้แบบ Wick combustion มาใช้ ซึ่งหลักการทำงานนี้แตกต่างจากงานวิจัยอื่นที่เคยมีเกี่ยวกับการสร้างเตาที่ใช้ไขมันพืชใช้แล้วในเป็นเชื้อเพลิง คือจะช่วยลดปัญหาการอุดตันของหัวเผาในเตา ซึ่งเป็นปัญหาหลักที่พบในเตาเผาไขมันพืชทั่วไป ไม่ต้องใช้แก๊สหุงต้มรวมด้วยในกระบวนการทำงานของเตา และกระบวนการสร้างเตาที่ไม่ซับซ้อนสามารถผลิตใช้เองได้ในทุกครัวเรือน การนำมาทำเป็นเชื้อเพลิงประกอบอาหารนี้ก็เพื่อต้องการลดโอกาสการบริโภคน้ำมันทอดซ้ำของผู้บริโภคอาหารทอด ลดปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการกำจัดทิ้งน้ำมันพืชใช้แล้วอย่างไม่ถูกวิธี และยังช่วยลดค่าครองชีพที่สูงขึ้นทุกวัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะช่วยลดต้นทุนในการใช้ทรัพยากรและประหยัดค่าใช้จ่ายในบางส่วนลง เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานได้อีกหนึ่งทาง ที่สำคัญนับว่าเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงนอกเหนือจากการขายต่อเพื่อทำไบโอดีเซล จึงนับว่าเป็นการแก้ปัญหาที่แหล่งกำเนิด ด้วยการนำของเสียที่ยังมีศักยภาพอยู่กลับมาใช้ใหม่เป็นพลังงานหมุนเวียนทดแทน เปลี่ยนน้ำมันพืชที่ใช้แล้วให้เป็นพลังงานความร้อนที่ให้ประโยชน์โดยตรง ดีกว่าที่จะปล่อยทิ้งไปและก่อให้เกิดปัญหาอื่นตามมาดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อออกแบบสร้างเตาที่ประสิทธิภาพและมียุทธศาสตร์การทำงานที่ใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว

1.2.2 เพื่อทดสอบหาค่าปริมาณความร้อนของเตาที่ใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากน้ำมันพืชใช้แล้วให้มีค่าปริมาณความร้อนใกล้เคียงเตาแก๊สแอลพีจี

1.3 ค่าความร้อนน้ำมันพืชใช้แล้ว

จากงานวิจัยของจารุวัตร เจริญสุขและสุรัชย์ จิงจตุพรชัย (2545) ได้นำน้ำมันปาล์มที่ผ่านการใช้งานมาแล้วมาทดสอบหาค่าความร้อน ซึ่งได้จากแหล่งน้ำมันที่เหลือใช้จากการทอดปาท่องโก๋ในตลาดโดยเป็นน้ำมันปาล์มที่ผ่านการใช้งานมาแล้ว 3-4 วัน โดยน้ำมันที่เหลือใช้นี้จะทำการกรองเอาสิ่งสกปรกที่ปะปนมากับ น้ำมันออกก่อนนำไปทำการทดสอบ ซึ่งจะหาค่าความร้อนจากการเผาไหม้อยู่ที่ 38,999 kJ/kg โดยผ่านการทดสอบจากการใช้ Bomb Calorimeter และงานวิจัยของเกษมศิลป์ อ่อนทอง (2552) ได้แสดงผลการเปรียบเทียบค่าคุณสมบัติต่างๆ ของน้ำมันปาล์มที่ผ่านการใช้งานและไม่ผ่านการใช้งานดังตารางนี้

Table 1 The properties of used palm oil

Palm oil	Fresh	Used	Unit
lower heating value (LHV)	36893.01	36355.02	kJ/kg
Viscosity	0.0489	0.0543	Ns/m ²
Suiphur	0.01	0.01	%(mass)
Carbon	76.4	75.6	%(mass)
Hydrogen	11.4	11.3	%(mass)
Nitrogen	0.19	0.19	%(mass)
Oxygen	12	12.9	%(mass)
Ash	0.006	0.005	%(mass)

1.4 การคำนวณที่เกี่ยวข้อง

1.4.1 การวัดประสิทธิภาพเชิงความร้อน

การทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนในงานวิจัยนี้ อ้างอิงการทดสอบตามมาตรฐาน DIN EN 203-2 German Standards and Technical Rule (1997) การวัดประสิทธิภาพเชิงความร้อนนี้จะหาค่าได้จากค่าความร้อนสัมผัสที่น้ำได้รับ โดยการต้มน้ำจากอุณหภูมิห้องจนใกล้จุดเดือดของน้ำ (ประมาณ 90 °C) แล้ววัดค่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปเทียบกับปริมาณความร้อนที่ได้จากการ

เผาไหม้เชื้อเพลิง ซึ่งหาได้จากเวลาที่ใช้ในการต้มน้ำและอัตราการไหลของแก๊สเชื้อเพลิงแล้วนำมาคำนวณหาประสิทธิภาพเชิงความร้อน วิธีการทดสอบนี้เป็นวิธีการทดสอบมาตรฐานแบบวิธีการต้มเดือด (Water Boiling Test, WBT) ตาม สมการที่ 1 - 3

$$\eta = \frac{Q_u}{Q_{fuel}} \times 100\% \quad (1)$$

เมื่อ η ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตา, %
 Q_{fuel} ปริมาณความร้อนที่ได้จากเชื้อเพลิง, kJ
 Q_u ปริมาณความร้อนที่ใช้ประโยชน์, kJ

ปริมาณความร้อนที่นำไปใช้ประโยชน์ หาได้จากความร้อนที่ใช้ในการอุ่นและระเหยน้ำ ดังแสดงในสมการที่ 2

$$Q_u = [m_{w,1} C_{p,w} (T_{w,b} - T_{w,i})] + [m_{w,2} h_{fg}] \quad (2)$$

เมื่อ $m_{w,1}$ มวลน้ำเริ่มต้น, kg
 $m_{w,2}$ มวลน้ำที่ระเหย, kg
 $C_{p,w}$ ค่าความร้อนจำเพาะของน้ำมีค่า 4.186 kJ/kg °C
 h_{fg} ค่าความร้อนแฝงของการระเหยน้ำ 2,257 kJ/kg

ปริมาณความร้อนที่ได้จากเชื้อเพลิง หาได้ตามสมการที่ 3

$$Q_{fuel} = m_{fuel} \times LHV \quad (3)$$

เมื่อ m_{fuel} มวลของเชื้อเพลิงที่ใช้ทั้งหมด, kg
 LHV ค่าความร้อนต่ำของเชื้อเพลิง (kJ/kg)

2. อุปกรณ์และวิธีการ

รายละเอียดของขั้นตอนการดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตอนการออกแบบเตา 2) ขั้นตอนทำการทดสอบประสิทธิภาพ โดยแผนการวิจัยนั้นได้แสดงดังนี้



2.1 ขั้นตอนที่ 1 การออกแบบเตา

ใช้หลักการทำงานเหมือนตะเกียงน้ำมันพืช โดยมีการดัดแปลงเพิ่มจำนวนจุดหัวเผาของเปลวไฟให้มากขึ้น และมีการเติมอากาศในทุกหัวเผา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการเผาไหม้และเพิ่มแรงดันที่ถึงเชื้อเพลิงเพื่อป้อนน้ำมันพืชขึ้นในระบบเผาไหม้ได้อย่างสม่ำเสมอ เกิดการเผาไหม้สมบูรณ์ลดการเกิดเขม่าสุดท้ายออกแบบชุดควบคุมเปลวไฟเพื่อใช้ในจุดไฟและการเร่งหรือรีไฟเหมือนเตาแก๊สที่ใช้ในครัวเรือน

2.1.1 ศึกษาหลักการการทำงานและวัสดุต่างๆของตะเกียงน้ำมันพืช

ตะเกียงน้ำมันพืชเป็นสิ่งที่ทุกคนสามารถเห็นได้ทั่วไปสามารถจุดติดไฟใช้ได้ตลอดเวลาโดยมีไส้เทียนที่ทำจากผ้าฝ้ายนั้นคอยเป็นตัวดูดซับน้ำมันพืชขึ้นไปเพื่อเป็นเชื้อเพลิงเผาไหม้ จากการสังเกตกลไกการทำงานตะเกียงน้ำมันพืชแล้ว ผู้จัดทำได้นำปรับใช้เป็นต้นแบบความคิดกับเตาพลังงานทดแทนจากน้ำมันพืชใช้แล้วในครัวเรือนนี้ และมีการคิดค้นหัววัสดุตั้งน้ำมันพืชชนิดอื่นที่เวลาเผาไหม้ตัววัสดุไม่ถูกเผาไปด้วยเหมือนเชือกผ้าฝ้าย

2.1.2 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเปลวไฟ

ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเปลวไฟคือ อากาศและเชื้อเพลิง เปลวไฟเป็นบริเวณ การเผาไหม้ (Combustion Zone) ที่เคลื่อนที่เข้าหาส่วนผสมระหว่างแก๊สเชื้อเพลิงและอากาศ การที่จะเกิดเปลวไฟขึ้นได้นั้นเริ่มจากส่วนผสมที่เหมาะสม ถ้าเริ่มจากเชื้อเพลิงอย่างเดียวการเผาไหม้จะเกิดขึ้นไม่ได้ ถ้าเริ่มจากอากาศหรือสารออกซิไดซ์อย่างเดียวการเผาไหม้ก็จะเกิดขึ้นไม่ได้เช่นกัน ดังนั้นจึงมีช่วงผสมที่เหมาะสมที่จะเกิดเปลวไฟขึ้นได้ อยู่ระหว่างส่วนผสมที่เชื้อเพลิงเจือจางที่สุดที่จะเกิดเปลวไฟขึ้นได้ การผสมระหว่างอากาศกับเชื้อเพลิงก่อนการเผาไหม้นี้มีส่วนสำคัญในการเผาไหม้เนื่องจากการผสมระหว่างอากาศกับเชื้อเพลิงที่ดีจะช่วยลด

การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 19 วันที่ 26-27 เมษายน 2561

การเกิดเขม่าและควันจากการเผาไหม้ได้ ซึ่งทำให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างสมบูรณ์และยังเพิ่มประสิทธิภาพด้านอุณหภูมิ ความเสถียรของเปลวไฟขณะทำการเผาไหม้ (อรณพ ผาบุบผา, 2546)

2.1.3 ออกแบบวัสดุและเตาที่สามารถใช้น้ำมันพืชเป็นเชื้อเพลิง

รวมทั้งเพิ่มหลักการการเติมอากาศโดยเพิ่มการการเติมอากาศเข้าในระบบการทำงานของเตา

2.2 ระยะที่ 2 การศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของเตา

6.2 2.2.1 ทดสอบประสิทธิภาพวัสดุตั้งน้ำมันขึ้นมาเผาไหม้

อุปกรณ์

- | | |
|----------------------|--------------------|
| - เชือกผ้าฝ้าย 100 % | - น้ำมันพืชใช้แล้ว |
| - ผ้าคาร์บอน | - ปืนไฟ |
| - เชือกใยแก้ว | - สายวัด |
| - ภาชนะใส่น้ำมัน | - เครื่องชั่งมวล |
| - เครื่องวัดอุณหภูมิ | - นาฬิกาจับเวลา |

วิธีการทดสอบ

1. นำวัสดุใส่ทั้งสามชนิดมาตัดให้ได้ขนาดยาวประมาณ 10 cm.
2. ใส่น้ำมันพืชที่ใช้แล้วปริมาณ 20 ml.ลงในภาชนะที่เตรียม
3. นำไส้ที่เตรียมไว้บรรจุในภาชนะใส่น้ำมัน ทำการจุดไฟที่ไส้เป็นเวลา 10 นาที สังเกตทำการจดบันทึกลักษณะเปลวไฟ เขม่า วัดค่าความร้อน ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ และวัดความยาวของไส้แต่ละชนิด

2.2.2 การทดสอบหาค่าปริมาณความร้อนของเตาที่ใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากน้ำมันพืชใช้แล้วเทียบกับค่าปริมาณความร้อนของเตาแก๊สแอลพีจี

อุปกรณ์

- | | |
|--|------------------|
| - เทอร์โมมิเตอร์ | - อุปกรณ์จ่ายลม |
| - ภาชนะตักน้ำอะลูมิเนียม | - สายยาง |
| - เครื่องวัดอุณหภูมิ | - เครื่องชั่งมวล |
| - นาฬิกาจับเวลา | - อุปกรณ์จ่ายลม |
| - เครื่องวัดอัตราการไหลอากาศ (Air Flow Meter) | |
| - วัสดุตั้งน้ำมันที่มีประสิทธิภาพสูงสุดจากการทดลอง 2.2.1 | |

วิธีการทดสอบ

ทดลองที่ 1 ทดสอบค่าความร้อนจากการต้มน้ำของเตาแก๊สแอลพีจี (ไฟแรงสุด)

1. นำน้ำใส่ภาชนะปริมาณ 600 ml วัดอุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำด้วยเทอร์โมมิเตอร์
2. ทำการจุดเตาแก๊สตามระบบปกติ โดยปรับอัตราการเร่งไฟไปในระดับสูงสุด
3. นำภาชนะที่ใส่น้ำไปตั้งเตา จับเวลา จนกว่าน้ำจะเดือดได้ อุณหภูมิ 90 °C จึงหยุด
4. ทำการจดบันทึกเวลาที่ใช้ในการต้มน้ำและอุณหภูมิในเตาหมายเหตุ: ทำการทดลองชุดควบคุมผลการทดลอง โดยเตาหุงต้มจากแก๊สธรรมชาติหรือ LPG

การทดลองที่ 2 ทดสอบสัดส่วนการเติมอากาศเข้าระบบเตาที่ออกแบบ เพื่อให้ได้ความร้อนจากการต้มน้ำใกล้เคียงเตาแก๊ส (ไฟแรงสุด)

1. นำน้ำใส่ภาชนะปริมาณ 600 ml วัดอุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำด้วยเทอร์โมมิเตอร์
2. ทำการจุดเตาตามระบบปกติ โดยปรับอัตราการการไหลของอากาศที่ 10 l/min
3. นำภาชนะที่ใส่น้ำไปตั้งเตา จับเวลา X นาที เมื่อครบเวลาก็ทำการวัดอุณหภูมิ
4. ทำการจดบันทึกผลที่ได้
5. ทำการทดลองซ้ำปรับเปลี่ยนอัตราการไหลของอากาศให้ได้ค่า 20,30,40,50,60,70,80,90 , l/min จนกระทั่งได้น้ำที่ต้มได้อุณหภูมิใกล้เคียงหรือเท่ากับ 90 °C ภายในเวลา X นาที (X= เวลาที่ได้จากการทดลองต้มน้ำในการทดลองที่ 1)

*ทำการทดลองทั้งการทดลองที่ 1 และ 2 ซ้ำอีกสองครั้งเพื่อหาค่าความร้อนในไฟระดับปานกลาง และไฟอ่อน

2.2.3 ทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตา

วิธีการ

1. จัดเตรียมอุปกรณ์เตาน้ำมันพืช เครื่องมือการวัดต่างๆให้พร้อม
2. เติมน้ำลงในภาชนะหนัก 1 Kg วัดอุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำ
3. ทำการจุดเตาตามปกติ และปรับอัตราการไหลของอากาศที่ทำให้ไฟแรงสูงสุดตามต้องการ
4. นำภาชนะตั้งเตา พร้อมทั้งเริ่มจับเวลา เมื่อน้ำถึง 90 °C ทำการหยุดเวลา บันทึกปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ไป และคำนวณหาประสิทธิภาพความร้อนที่เกิดขึ้น

3 ผลและวิจารณ์

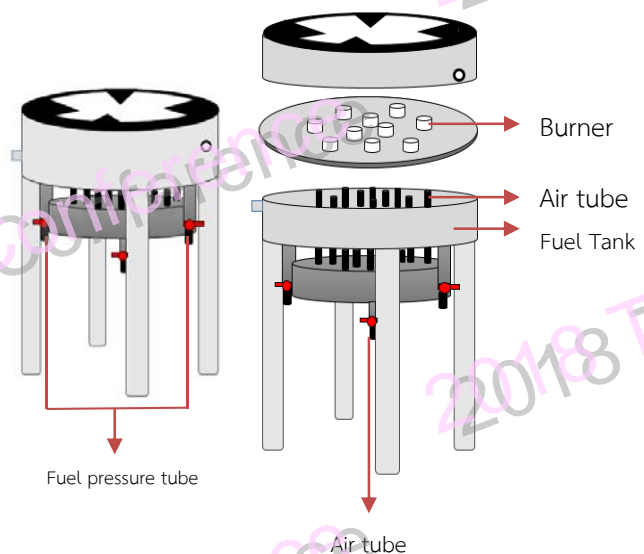


Figure 1 The invention design of used vegetable oil stove.

ดังรูป Figure 1 เป็นรูปแบบเตาที่ทำการออกแบบมาเพื่อรองรับกระบวนการใช้น้ำมันพืชที่ใช้แล้วเป็นเชื้อเพลิงด้วยหลักการเผาไหม้แบบ wick combustion เพิ่มระบบต้นเชื้อเพลิงและเพิ่มระบบการเติมอากาศเข้าสู่หัวเผาโดยการออกแบบจะคำนึงถึงทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้อง การออกแบบเตาถือว่าใช้งานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ข้อแรกที่ตั้งไว้ในงานวิจัย

จากการทดสอบประสิทธิภาพวัสดุคั้งน้ำมันขึ้นมาเผาไหม้พบว่า ผ้คาร์บอนมีประสิทธิภาพสูงสุด เนื่องจากผ้คาร์บอน เชือกฝ้าย และเชือกใยแก้ว ทั้งสามชนิด วัดค่าความร้อน อัตราการใช้เชื้อเพลิง และปฏิกิริยาการเผาไหม้การเกิดเขม่า พบว่ามีผลการทดสอบใกล้เคียงกัน แต่จุดที่แตกต่างกันคือผ้คาร์บอน หลังจากทำการจุดผ่านไปเป็นเวลา 10 นาที ผ้คาร์บอนมีความยาวของฝ้เท่าเดิม ไม่ลดลงเหมือนเชือกฝ้ายและเชือกใยแก้วสามารถใช้ได้คงทนกว่าชนิดอื่น

Table 2 Table shows the air flow rate and boiling time of used vegetable oil stove.

Level of heat	Air flow (l/min)	Time to heated water to 90 °C (minute)	Flame temperature (°C)
highest	80	3.39	601.4
medium	60	5.27	381.1
low	45	8.67	261.5

ข้อมูลจาก Table 2 ซึ่งเป็นผลจากการทดลองที่ 2 โดยการทดสอบสัดส่วนการเติมอากาศเข้าระบบเตาที่ออกแบบ เพื่อให้ได้ความร้อนจากการต้มน้ำใกล้เคียงเตาแก๊ส พบว่า ในระดับไฟแรงสูงสุด ไฟปานกลาง และไฟต่ำ ต้องใช้การเติมอากาศเข้าในระบบรวม 80, 60 และ 45 l/min ตามลำดับและใช้แรงดันเชื้อเพลิงคงที่ที่ 40 l/min เปลวไฟในหัวเผาจึงจะเสถียรมีเขม่าล้นน้อยลงจนถึงไม่มีเขม่า และต้มน้ำเดือด 90 °C ในเวลาใกล้เคียงกับเตาแก๊สทุกระดับไฟ จึงสามารถใช้อัตราการไหลของอากาศตามผลการทดลองนี้เป็นการเพิ่มความร้อนหรือลดความร้อนของเตาน้ำมันพืชใช้แล้วที่ถูกออกแบบขึ้น

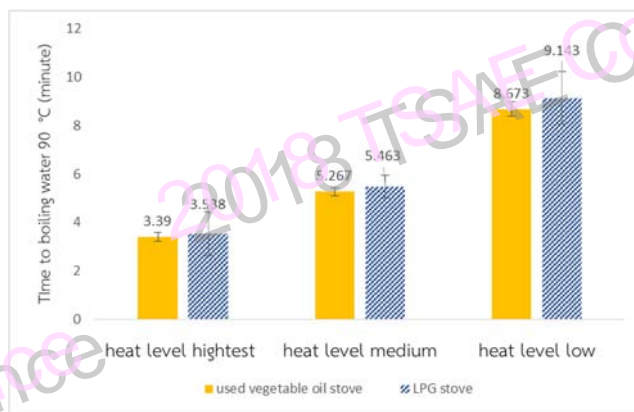


Figure 2 Comparative graph time to boil water of LPG stove and used vegetable oil stove

จาก Figure 2 กราฟแสดงเวลาการต้มน้ำเดือดระหว่างเตาแก๊สทุกระดับ (LPG) และเตาน้ำมันพืชใช้แล้ว พบว่าเวลาการต้มน้ำที่ระดับไฟแรง ไฟปานกลางและไฟต่ำ มีค่าใกล้เคียงกัน และจากการนำข้อมูลไปวิเคราะห์เชิงสถิติ ด้วยวิธี t-test พบว่า เวลาในการต้มน้ำเดือด 90 °C ในระดับไฟแรง ไฟปานกลางและไฟต่ำของเตาแก๊สทุกระดับ (LPG) และเตาน้ำมันพืชใช้แล้วไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องด้วยค่าความร้อนของปฏิกิริยาการเผาไหม้ของทั้งสองเตามีค่าใกล้เคียงกัน จึงส่งผลให้ระยะเวลาในการต้มน้ำเดือด 90 °C ของเตาทั้งสองไม่แตกต่างกัน สามารถใช้ทดแทนกันได้

จากการหาค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาพลังงานทดแทนจากน้ำมันพืชใช้แล้วด้วยวิธีการทดสอบมาตรฐานแบบวิธีการต้มเดือด (Water Boiling Test, WBT) ได้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อน 41.68 % Chaichana et al. (2013) ทำการศึกษาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาทุกระดับครัวเรือนครัวเรือนในพื้นที่ชนบทประกอบด้วยเตา 6 ชนิดคือ เตาอั้งโล่ธรรมดา เตาอั้งโล่ธรรมดาขนาดเล็ก เตาอั้งโล่ประสิทธิภาพสูงเตาปากยื่น เตาดำขนาดกลาง และเตาดำขนาดเล็ก พบว่าเตาอั้งโล่ประสิทธิภาพสูงมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 30.54% รองลงมาคือ เตาดำขนาดกลาง เตาอั้งโล่ธรรมดา เตาปากยื่น เตาดำขนาดเล็ก และเตาอั้งโล่ธรรมดาขนาดเล็ก ซึ่งมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงเท่ากับ 4.29% 21.70% 19.80% 18.4% และ 16.66% ตามลำดับ วิโรจน์ ไชยสมทิพย์และคณะ (2557) ออกแบบสร้างเตาแก๊สซีไฟเออร์ควบคู่กับเตาชีวมวลระดับครัวเรือน พบว่ามีค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงสุดของเชื้อเพลิงแกลบร่วมกับถ่านไม้ได้ค่าสูงสุดประมาณ 41% งานวิจัยออกแบบพัฒนาหัวเผาน้ำมันปาล์มใช้แล้วของ เกษมศิลป์ อ่อนทอง (2552) ได้ทำการศึกษาคือผลของรูปทรงของวัสดุก่อสร้างความพรุนที่ส่งผลต่อสมรรถนะ มีประสิทธิภาพเชิงความร้อน 28 % จรินทร์ เจนจิตต์ (2552) ทดสอบค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาแก๊สทั่วไปมีค่าสูงสุด 29% และเตาแก๊สทุกระดับที่ประกอบเข้ากับฝาครอบเตาแก๊สชนิดวัสดุพรุนมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงสุด 40 % K.F.Mustafa et al. (2015) ทำการออกแบบเตาที่ใช้น้ำมันก๊าดผสมกับน้ำมันพืชใช้แล้วเป็นเชื้อเพลิงและทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนได้ 31.5 % จากงานวิจัยที่กล่าวมาจะเห็นว่าเตาพลังงานทดแทนจากน้ำมันพืชใช้แล้วในครัวเรือนที่ผู้วิจัยทำการออกแบบ มีค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนในระดับที่สูงกว่าเตาชนิดอื่นๆ จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่น่าสนใจและเป็นปัจจัยสนับสนุนในการนำเตารูปแบบนี้ไปใช้งาน

เตาพลังงานทดแทนจากน้ำมันพืชใช้แล้วมีค่าใช้จ่ายในการสร้างประมาณ 2,000 บาท และเชื้อเพลิงเป็นน้ำมันพืชใช้แล้วจึงไม่มีค่าใช้จ่าย ในส่วนของการเติมอากาศเข้าระบบการเผาไหม้ด้วยปั๊มไฟฟ้าขนาด 1/2 แรงม้า ตามอัตราค่าไฟฟ้าตามบ้านเรือนทั่วไป ตกชั่วโมงละ 1.11 บาท ในขณะที่ข้อมูลจาก วราภรณ์ ทูมชาติ (2557) พบว่าค่าเฉลี่ยเตาแก๊ส LPG ตามครัวเรือนทั่วไป 1 ถัง (15 กิโลกรัม) ใช้ได้เฉลี่ย 41 วัน ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยวันละ 8.66

การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 19 วันที่ 26-27 เมษายน 2561

บาท ดังนั้นจุดคืนทุนของเตาพลังงานเชื้อเพลิงจากน้ำมันพืชใช้แล้ว จะคุ้มทุนภายใน 8 เดือน จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการประหยัดค่าใช้จ่ายในครัวเรือนและลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมไปในตัว

4. สรุป

เตาหุงต้มเชื้อเพลิงจากน้ำมันพืชใช้แล้ว โดยออกแบบเตาให้สอดคล้องกับหลักการเผาไหม้แบบ wick combustion โดยเพิ่มชุดเติมอากาศและชุดแรงดันเชื้อเพลิงภายในเตา จนทำให้สามารถปรับระดับความร้อนของเตาได้ทั้งในระดับไฟแรง ปานกลาง และต่ำเหมือนเตาแก๊สหุงต้มทั่วไป (LPG) เพื่อที่จะเหมาะแก่การใช้ประกอบอาหารในชีวิตประจำวัน และจากผลการทดสอบและวิเคราะห์ทางสถิติแล้วก็พบว่าเตาพลังงานเชื้อเพลิงจากน้ำมันพืชใช้แล้วไม่มีประสิทธิภาพสามารถใช้ทดแทนเตาแก๊สหุงต้ม (LPG) ได้ และมีค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อน 41.68 % มีจุดคุ้มทุนภายใน 8 เดือน จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการแก้ไขและป้องกันปัญหาด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมได้ โดยเฉพาะในระดับครัวเรือนและชุมชน

5 กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล ศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีด้านนวัตกรรมเพื่อสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล และสมาคมศิษย์เก่าบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้

6 เอกสารอ้างอิง

- 6.1 บทความวารสารวิชาการ
- จารุวัตร เจริญสุข และสุรชัย จิงจตุพรชัย. 2545. การเปรียบเทียบสมรรถนะของหัวเผาน้ำมันพืชเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ในครัวเรือน. วิศวกรรมลาดกระบัง, 19(2), 82-88.
- วารสาร ทมชาติ. 2557. การผลิตโปรตีนเคอร์แก๊สจากเตาแบบ Inverted Downdraft โดยใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิง. วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง, 7(1), 26-39.
- Chaichana et al. 2013. The Study of Thermal Efficiency of Household Cooking Stove. Journal of Science and Technology Mahasarakham University, 32(5), 626-630.
- German Standards and Technical Rules, 1997, DIN EN 203-2: Gas-heated catering Equipment, p.17.
- K.F.Mustafa et al. 2015. Experimental analysis of a porous burner operating on kerosene-vegetable cooking oil blends for thermophotovoltaic power generation. Energy Conversion and Management. 96. 544-560.

เกษมศิลป์ อ่อนทอง, ทีวี เทคโนโลยี และ จารุวัตร เจริญสุข. 2552. อิทธิพลรูปทรงของวัสดุสร้างความพรุนที่ส่งผลต่อสมรรถนะหัวเผา น้ำมันปาล์มใช้แล้ว. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23, 4-7 พฤศจิกายน 2552. เชียงใหม่

จรินทร์ เจนจิตต์ และอนิรุตต์ มัทธูจักร์. 2552. การเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือนโดยฝาครอบเตาแก๊สชนิดวัสดุพรุน. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23, 4-7 พฤศจิกายน 2552. เชียงใหม่

6.1 6.2. วิทยานิพนธ์

วีโรจน์ ไชยสมทิพย์ และคณะ. 2557. การสร้างเตาแก๊สซีไฟเออร์ควบคู่กับเตาชีวมวลระดับครัวเรือน. ปริญญาโท วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

อรธณพ ผาบุเพ็ง. 2546. การศึกษาเชิงจำลองของหัวเผาแบบพรุนเผาไหม้น้ำมันพืช, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

6.2 6.3. แหล่งข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2557. การรั่วไหลของน้ำมัน, แหล่งข้อมูล:

http://www.pcd.go.th/info_serv/water_marine.html. เข้าถึงเมื่อ 15 สิงหาคม 2558.

นิตยสารผู้จัดการ 360 องศา. 2552. โอกาสของน้ำมันพืช, แหล่งข้อมูล: <http://info.gotomanager.com/news/printnews.aspx?id=83262>. เข้าถึงเมื่อ 10 สิงหาคม 2558.

มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม. 2550. ทิศทาง กิจการไฟฟ้า (ประเด็นที่2ควรจับตามอง), แหล่งข้อมูล: <http://learners.in.tlv/blog/biodiesel>. เข้าถึงเมื่อ 20 สิงหาคม 2558.