การออกแบบและสร้างเตาเผาแกลบความร้อนสูงแบบมีระบบปิดฝาเตาอัตโนมัติ
The Design and Build Husk Furnance Heat Automatic Shut-Off

กริช มารุยาม่า* ทศพร คิดรังสรรค์ และ เพลิน จันทร์สุยะ
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
99 หมู่10 ตำบลทรายขาว อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย 57120
Krit Maruyama*, Tossapron Kidrangsan and Phiearn Jansuya
Department Electrical Engineering Faculty of Engineering Rajamengaia University of Technology Lanna.
99 Village No.10, Sai Khao ,Phan ,Chiang Rai , Thailand, 57120
*ผู้รับผิดชอบบทความ : krit1987@windowslive.com

บทคัดย่อ
บทความนี้ เป็นการศึกษาและวิจัยเพื่อการออกแบบและสร้างเตาเผาแกลบคุณภาพสูงด้วยเตาความร้อนสูงแบบมีระบบปิดฝาเตาอัตโนมัติ เพื่อเป็นการปรับปรุงกระบวนการออกแบบและสร้างในส่วนฝาปิดของเตาเผาแกลบคุณภาพสูงด้วยเตาความร้อนสูง ในการออกแบบได้คำนึงถึงราคาต้นทุนต่ำ สะดวกในการใช้งาน ในการเคลื่อนย้ายและการแก้ไขปัญหาในเรื่อง การประหยัดเวลาในการเฝ้าดูแลระยะการเผาไหม้ของเตาเผาแกลบดำ จากการเผาแบบแรกโดยจะทำการเผาตามปกติหลังจากนั้นจะให้ ผู้ทดลองทำการปิดเตาที่เวลา 5 ชั่วโมง แกลบดิบที่ใส่เข้าไปเท่ากับ 18 กิโลกรัม แกลบดำที่ได้เท่ากับ 7.5 กิโลกรัม หรือร้อยละ 41.67 ทำการทดลอง อีกครั้งโดยออกแบบและสร้างระบบปิดอัตโนมัติและชุดแหล่งจ่ายจากไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ทดลองโดยการเผาแบบปกติและเซตค่าอุณหภูมิที่ 280 องศาเซลเซียส เมื่อการเผาไหม้ลงมาถึงด้านล่างถังอุณหภูมิ ถึง 280 องศาเซลเซียส เซ็นเซอร์สั่งการให้กลไกของระบบปิดอัตโนมัติปิดลงทันที แกลบดิบที่ทดลองเท่ากับ 18 กิโลกรัม และ ได้แกลบดำเท่ากับ 8.3 กิโลกรัม หรือร้อยละ.46.12 ซึ่งมากกว่าตอนแรกที่ทำการทดลองโดยใช้การเผาแบบคนเฝ้าคอยปิดและยังประหยัดเวลาในการดูแลเฝ้าเตาอีกด้วย จากการเผาแกลบ ได้เผาแกลบที่มีคุณภาพสูง แกลบที่มีคุณภาพสูงนั้นต้องมีองค์ประกอบของขี้เถ้าแกลบน้อยที่สุดไม่เกินประมาณ 10% ของแกลบดำทั้งหมด และจะต้องได้ประมาณแกลบดำมากจากแกลบดิบ ในการเผาแกลบได้ใช้เตาเผาแกลบ โดยออกแบบและสร้างระบบปิดอัตโนมัติและชุดแหล่งจ่ายจากไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ทดลองโดยการเผาแบบปกติ ได้ใส่แกลบดิบเข้าไปเท่ากับ18 กิโลกรัม แกลบดำที่ได้เท่ากับ 8.3 กิโลกรัม หรือร้อยละ 46.12 และได้ขี้เถ้าแกลบจากการเผาแกลบได้ประมาณ 5% จึงทำให้เตาเผาแกลบมีคุณภาพ ด้วยเตาความร้อนสูงแบบมีระบบปิดอัตโนมัติขึ้นมา
คำสำคัญ เตาเผาแกลบ ระบบปิดฝาเตาอัตโนมัติ

Abstract
This article aims to study and research the design of a high quality rice husk furnace built with a high temperature furnace and an automatic-lid. In order to improve the design and construction process of the furnace lid, the design concept was based on lower costs, user-friendliness, movability and a solution to the time consumption in checking the combustion process of black rice husk ash. In the first experiment, 18 kilograms of raw rice husks were burned in the original furnace for 5 hours. The amount of black rice husk gathered from the burning was 7.5 kilograms or 41.67%. Then the process was redone using the re-designed rice husk furnace, which has an automatic-lid and was operated by a set of solar power generators. The temperature of the burning was set at 280°c. The experiment was tested by burning 18 kilograms raw rice husks until the heat reached the bottom of the tank at 280°c. The furnace was automatically shut off by a sensor. The collection of black rice husk was 8.3 kilograms or 46.12%. The results showed an increased number of black rice husk compared to the first method, with a decrease in the amount of time needed to check the burning process. In addition, the results found that the quality of the black rice husks greatly improved, which can be measured by the percentage of the ash. In general, the percentage of good quality black rice husks can be indicated by the amount of ash, which should not exceed more than 10%. Likewise, the results showed that there was only 5% of the ash from using the redesigned rice husk furnace.
Keywords; rice husk furnace, automatic shut-off

1 บทนำ

บทความนี้ เป็นการศึกษาและวิจัยเพื่อการออกแบบและสร้างเตาเผาแกลบคุณภาพสูงด้วยเตาความร้อนสูงแบบมีระบบปิดฝาเตาอัตโนมัติ การเผาถ่านในอดีตมีการเผาถ่านในรูปแบบรูปการเผาถ่านด้วยหลุม เรายังไม่สามารถเก็บน้ำส้มควันไม้ได้อีกในรูปแบบเตาเผาแบบนี้ และต่อมามีการสร้างเตาเผาถ่านด้วยถัง 200 ลิตร ขึ้นมาใช้ แต่ได้สร้างแบบแนวนอนปัญหาของเตาชนิดนี้ คือ ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ ต่อมามีการสร้างเตาเผาถ่านด้วยถัง 200 ลิตร แบบแนวตั้ง จึงได้นำเตาเผาถ่านไม้มาประยุกต์ใช้กับเตาเผาถ่านแกลบความร้อนสูงแบบมีระบบปิดฝาเตาอัตโนมัติ ดังนั้นเพื่อที่จะแก้ไขปัญหาดังกล่าวผู้จัดทำได้ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลและศึกษาเทคโนโลยีต่างๆ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเตาเผาแกลบคุณภาพสูงด้วยเตาความร้อนสูงแบบมีระบบปิดฝาเตาอัตโนมัติ ได้ทำจากถัง 200 ลิตร แต่ทำแบบแนวตั้ง เพื่อสะดวกในการใส่และจัดเก็บผลผลิต แล้วยังสามารถเคลื่อนย้ายไปไหนมาไหนได้อย่างสะดวก และยังได้นำเอาอุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่ได้เรียนหรือศึกษามาประยุกต์เข้าใช้กับตัวเตาเผาแกลบคุณภาพสูงด้วยเตาความร้อนสูงแบบมีระบบปิดฝาเตาอัตโนมัติ ได้นำเอาเซ็นเซอร์มาวัดอุณหภูมิแล้วแสดงผลและไปสั่งให้โซลินอยด์ทำงานในการปิดฝาเตาอัตโนมัติแล้วยังการแสดงอุณหภูมิความร้อนภายในเตาเผาเมื่อแกลบเผามาถึงด้านล่าง เพื่อให้สะดวกสบายรวดเร็วในการเผาถ่านแกลบและช่วยให้ผู้ประกอบอาชีพในด้านนี้มีผลผลิตที่เพิ่มขึ้นในด้านการประหยัดเวลาในการเผาถ่านแกลบที่ต่ำลง แต่มีถ่านที่มีประสิทธิภาพสูงและคุณภาพที่ดี สามารถเผาถ่านแกลบดำได้ปริมาณที่มากขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้เตาเผาแบบเดิมๆ เวลายังน้อยกว่าแบบเดิมอีกด้วยทำให้สามารถเพิ่มยอดการผลิตของถ่านให้ทันต่อความต้องการของตลาดหรือลูกค้าที่มีความต้องการเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีผู้ประกอบอาชีพมีผลตอบแทนหรือรายได้เพิ่มมากยิ่งขึ้นและยังเป็นการลดต้นทุนทางด้านแรงงานคน ดังนั้นจึงเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการออกแบบและจัดสร้างเตาเผาถ่านด้วยความร้อนสูงเพื่อให้ผู้ประกอบอาชีพมีผลผลิตที่มากยิ่งขึ้น อุณหภูมิสูงสุดของเตาเผาแกลบอยู่ที่ 350 องศาเซลเซียส อุณหภูมิในการเผาแกลบจะน้อยกว่าอุณหภูมิในการเผาถ่านไม้ และระยะเวลาในการเผาแกลบด้วยรวมอยู่ที่ 6 ถึง 7 ชั่วโมง โดยประมาณ แต่เตาเผาแกลบคุณภาพสูงด้วยเตาความร้อนสูงแบบมีระบบปิดฝาเตาอัตโนมัติ นี้จะใช้เวลารวมอยู่ที่ 5 ชั่วโมงโดยประมาณ จะเห็นได้ชัดเจนว่าทำให้ลดระยะเวลาในการเผา [1,2]

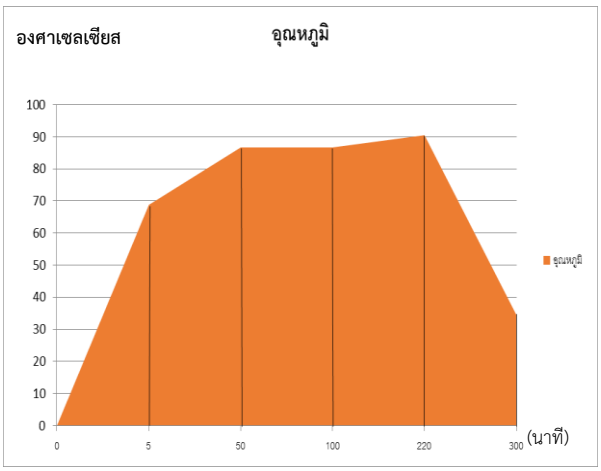
2.ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1ถ่านไม้และถ่านจากแกลบดำ

ถ่านไม้คือ ไม้ที่ได้นำผ่านกระบวนการให้ความร้อนโดยอาศัยความร้อนจากเปลวไฟ ในสภาวะที่ปราศจากก๊าซ ออกซิเจนที่เป็นตัวทำให้เกิดการเผาไหม้ การลุกติดไฟไม้ที่ได้รับความร้อนจนความชื้นระเหยแห้ง และสลายตัวออกไปจากเนื้อไม้ ซึ่งจะเหลือแต่ส่วนที่เป็นคาร์บอนไม้จึงเปลี่ยนเป็นสีดำ ซึ่งเก็บไว้ใช้ได้นานไม่มีปัญหาจากปลวกและมอดมากินไม้ เนื่องจากอาหารของปลวกถูกสลายไปสามารถใช้งานเป็นเชื้อเพลิงในด้านต่างๆ รวมทั้งมีคุณสมบัติพิเศษในการใช้งานอื่นๆ โดยปกติก็จะทำการเผาให้อยู่ในช่วงอุณหภูมิด้านล่างเตาที่ 450 องศาเซลเซียส และด้านบนเตา 700 องศาเซลเซียส ก็จะแน่ใจได้ว่า น้ำมันดิน (TAR) จะถูกขจัด ออกจากถ่านที่ทำการเผาจนหมดถ่านจากแกลบดำซึ่งปัจจุบันมีการนำแกลบมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในหลายด้านด้วยกันขี้เถ้าแกลบเทา เป็นขี้เถ้าแกลบที่มีลักษณะสีเทา เนื้อขี้เถ้าแกลบแข็ง และคงรูปมากกว่าแกลบชนิดอื่นแต่จะแตกละเอียดหากได้รับแรงกดบีบ เป็นแกลบที่ได้จากการเผาที่อุณหภูมิไม่เกิน 600 องศาเซลเซียส ในสภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ขณะเผาไหม้จะไม่เกิดเปลวไฟหลังจากนั้นถ่านจะกลายเป็นขี้เถ้าซึ่งไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

(ก) แกลบดิบ (ข) ถ่านแกลบดำ

รูปที่ 1 ลักษณะแกลบดีและถ่านแกลบดำ



รูปที่ 2 แสดงระยะการทำงานจากเครื่องภาพถ่ายความร้อน

จากรูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการทำงานกับอุณหภูมิ จะเห็นได้ว่าในช่วงเวลาที่ 0 ถึง 50 นาที อุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 76.1 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 68.1 องศาเซลเซียส คือช่วงเวลาที่แกลบกำลังลุกไหม้หรือแกลบกำลังติดไฟอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นแต่เพิ่มขึ้นที่ละนิดต่อมาในช่วงเวลาที่ 50 ถึง 100 นาทีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 86.7 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 76.1 องศาเซลเซียสคือช่วงเวลาที่แกลบติดไฟแล้ว อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ต่อมาในช่วงเวลาที่ 100 ถึง 220 นาที อุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 90.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 63.9 องศาเซลเซียส คือช่วงที่แกลบกลายเป็นถ่าน หรือ แกลบเริ่มสุก จะเห็นว่าในช่วงนี้อุณหภูมิของแกลบจะสูงมากที่สุด ต่อมาในช่วงเวลาที่ 220 ถึง 300 นาที อุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 63.9 องศาเซลเซียสอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 34.5 องศาเซลเซียส คือช่วงเวลาที่ปิดเตาเผา จะเห็นได้ชัดเจนว่าอุณหภูมิลดลงอย่างรวดเร็วจนถึงอุณหภูมิที่อยู่ภายนอกของเตาเผา

2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตถ่าน

2.2.1 อุณหภูมิ

- อุณหภูมิก็เป็นปัจจัยหลักที่มีผลกับปริมาณผลผลิตถ่านที่ได้

- ที่อุณหภูมิต่างๆให้ผลผลิตสูงแต่ปริมาณคาร์บอนน้อยโดยออกซิเจนไฮโดรเจนสูงปริมาณสารระเหยของถ่านไม้จะเป็นสัดส่วนกับปริมาณของออกซิเจนและไฮโดรเจนในผลิตภัณฑ์ถ่าน

- ถ่านที่มีปริมาณคาร์บอนสูงๆจะมีความเปราะมีปริมาณสารระเหยตามการเผาไหม้สะอาด (มีควันระหว่างการเผาไหม้น้อย) แต่ติดไฟได้ยาก

2.2.2 ชนิดของวัสดุผลผลิตถ่านที่ได้

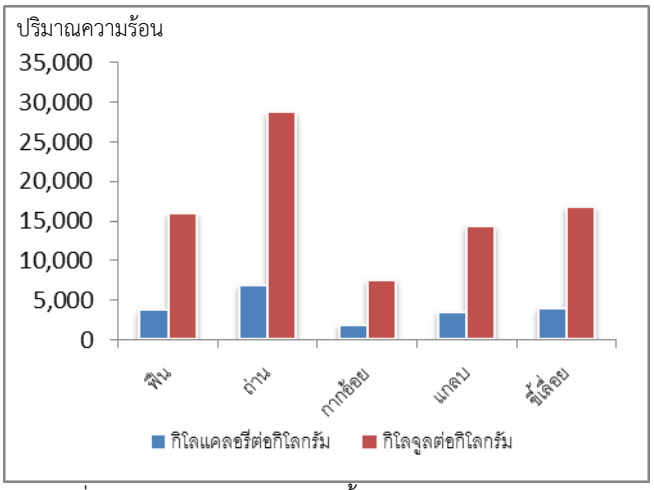
ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่นำมาเผาซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณลิกนินที่มีอยู่ในเนื้อวัสดุนั้นโดยวัสดุนั้นที่มีปริมาณของลิกนินสูงจะให้ปริมาณผลผลิตถ่านที่สูง

2.3 คุณสมบัติของเชื้อเพลิงชีวมวล

เชื้อเพลิงเชื้อเพลิงชีวมวลจะมีปริมาณความชื้นและองค์ประกอบที่แตกต่างกัน จึงทำให้มีค่าความร้อนของเชื้อเพลิงมีค่าแตกต่างกันด้วย ซึ่งค่าความร้อนของเชื้อเพลิงชีวมวลที่ได้จากการวิเคราะห์หาค่าความร้อนสูงสุดสามารถแสดงได้ตามตารางที่ 1 เมื่อนำค่าความร้อนของวัสดุแต่ละชนิดมาจัดทำในรูปแบบกราฟแท่งจะแสดงให้เห็นถึงค่าการให้ความร้อนของวัสดุชีวมวลนั้นๆได้อย่างชัดเจนตามรูปที่ 3 จากกราฟแสดงให้เห็นถึงปริมาณความร้อนของเชื้อเพลิงชีวมวลชนิดต่างๆซึ่งปริมาณของเชื้อเพลิง ที่ให้ค่าความร้อนมากที่สุดคือ ถ่าน และ รองลงมาจะเป็นไม้ฟืน

ตารางที่ 1 แสดงค่าความร้อนของเชื้อเพลิงชีวมวล

ประเภทของเชื้อเพลิงชีวมวล (กิโลกรัม)	ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง	
	กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม	กิโลจูลต่อกิโลกรัม
ฟืน	3,820	15,989
ถ่าน	6,900	28,881
กากอ้อย	1,800	7,534
แกลบ	3,440	14,398
ขี้เลื่อย	4,000	16,742



รูปที่ 3 แสดงค่าความร้อนของเชื้อเพลิงชีวมวลแต่ละชนิด

ส่วนการให้ปริมาณความร้อน ของแกลบนั้นจะอยู่ที่ประมาณ 15,000 กิโลจูลต่อกิโลกรัม การให้บริมาณความร้อนของ แกลบจะหมาะสมสำหรับนำมาทำเป็นถ่านอย่างมาก เพราะ แกลบ และ ไม้ฟืนจะให้ค่าความร้อนที่ใกล้เคียงกันมาก

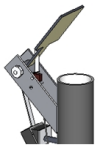
3. ผลการวิจัยและอภิปราย

ในการออกแบบและสร้างเตาเผาแกลบคุณภาพสูงด้วยเตาความร้อนสูงแบบมีระบบปิดฝาเตาอัตโนมัติ นั้นเราแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

3.1 เตาเผาแกลบและระบบปิด

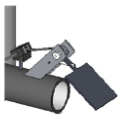
เตาเผาแกลบจะออกแบบโดยทำจากถัง 200 ลิตร ซึ่งมีขนาดที่กระทัดรัดและมีขนาดเบาเคลื่อนย้ายได้ง่าย ในระบบปิดนั้นได้ใช้โซลินอยด์แบบลิ้นชักเป็นตัวสั่งการทำงานของกลไกของระบบปิดฝาของเตาเผาแกลบแบบอัตโนมัติ

(ก) เตาเผาแกลบ

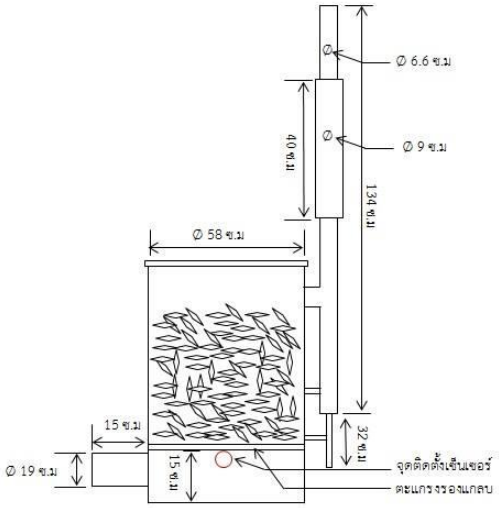


(ข) ระบบปิดด้านล่าง

(ค) ด้านในเตาเผา



(ง) ระบบปิดด้านบน



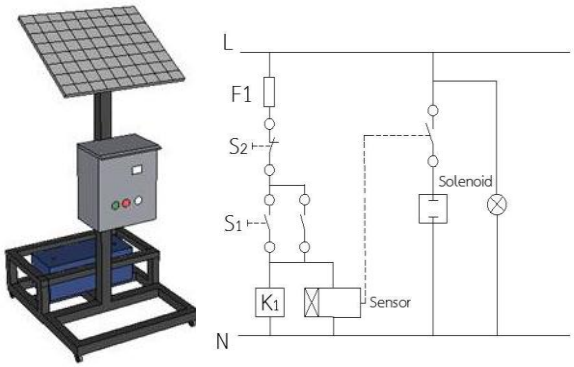
(จ) ขนาดและระยะของเตาเผาแกลบ

รูปที่ 4 เตาเผาแกลบและระบบปิด

จากรูปที่ 4 เตาเผาแกลบคุณภาพสูงด้วยเตาความร้อนสูงแบบมีระบบปิดฝาเตาอัตโนมัติ มีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้ คือ ได้ใช้ตัวถังขนาด 200 ลิตร ท่อระบายอากาศใช้ท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6.6 เซนติเมตร ยาว 134 เซนติเมตร ท่อน้ำส้มควันไม้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร ยาว 32 เซนติเมตร ฝาปิดใช้แผ่นเหล็กขนาด 2 มิลลิเมตร ด้านในติดปะเก็นหนังทนความร้อนเพื่อลดช่องว่างอากาศกล่องโซลินอยด์ อากาศจะทำฐานสูงจากท่อ 5 เซนติเมตร เพื่อลดความร้อนจากความร้อนของท่อ ส่วนตะแกรงสูงจากพื้น 15 เซนติเมตร เพื่อให้อากาศเข้าได้สะดวก ขนาดท่อเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร เพื่อใส่เทอร์โมคัปเปิล และขนาดท่อทางเข้าอากาศใช้ท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8.5 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร

3.2 ชุดควบคุมและแหล่งจ่ายจากไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

เตาเผาแกลบความร้อนสูงด้วยไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์สามารถดูรายละเอียดของ วงจร, ชุดควบคุมและแหล่งจ่ายได้ดังรูปที่ 5



(ก) โมเดลชุดควบคุมและแหล่งจ่าย (ข) วงจรควบคุม

รูปที่ 5 โมเดลชุดควบคุม, แหล่งจ่ายและวงจรควบคุม

จากรูปที่ 5 เตาเผาแกลบความร้อนสูงด้วยไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบไปด้วยตัวถังที่สร้างขึ้นมาโดยถัง 200 ลิตร ระบบปิดได้ใช้โซลินอยด์เป็นตัวปิดเฝาของเตาเผาแกลบ ส่วนชุดควบคุมได้ใช้เซ็นเซอร์เป็นตัววัดอุณหภูมิเพื่อแสดงให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของตัวเผาแกลบ เมื่ออุณหภูมถึงที่กำหมดก่อจะปิดฝาเตาเผาโดยอัตโนมัติ และแหล่งจ่ายได้จากพลังไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์เป็นแหล่งจ่ายเตาเผาแกลบความร้อนสูงด้วยไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ และหลักการทำงานของวงจรนั้น คือ เมื่อกดสวิตช์ s_1 จะทำการเริ่มต้นการทำงานของวงจร ทำให้ k_1 ทำงานและมาล็อคน้าสัมผัส k_1 เมื่อปล่อยมือหลังจากกด s_1 ทำให้วงจรทำงานได้โดยไม่ต้องกดสวิตช์ตลอดเวลา และต่อมาเซ็นเซอร์อุณหภูมิจะทำงาน (sensor) เมื่ออุณหภูมิลงถึงด้านล่างของเตาเผาแกลบอุณหภูมิของเซ็นเซอร์จะเพิ่มขึ้นจนถึงอุณหภูมิที่เหมาะสมที่ตั้งไว้เซ็นเซอร์อุณหภูมิจะสั่งให้หน้าสัมผัสทำงาน และจะสั่งให้โซลินนอยด์ทำงาน (solenoid) จะทำให้ฝาเตาเผาปิดโดยอัตโนมัติ นอกจากนี้ถ้าวงจรขัดข้อง

เรายังสามารถกดสวิตช์ S_2 เพื่อหยุดการทำงานได้ ประกอบสร้างเสร็จแล้วแสดงดังรูปที่ 6

รูปที่ 6 เตาเผาแกลบความร้อนสูงด้วยไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และชุดแหล่งจ่าย

3.3 วิธีการทดลอง

ทดลองการเผาแกลบด้วยวิธีการแบบเดิมและวิธีการแบบเตาเผาแกลบความร้อนสูงด้วยไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ เตาเผาแกลบที่ออกแบบและสร้างขึ้นมาใหม่นั้นได้นำเอาเทคโนโลยีมาใช้งานเอากับตัวเตาเผาถ่านแกลบเพื่อสะดวกสบายในการเผาถ่านแกลบในการทุกสอบจะทดสอบการเผาแกลบโดยใช้เตาที่ไม่มีระบบปิดอัตโนมัติก่อน และ ทำการเผาแกลบโดยใช้เตาเผาแกลบด้วยไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และเปรียบเทียบผลจากแกลบดำที่ออกมาจากการเผาทั้งสองแบบและความสะดวกประหยัดเวลาในการเฝ้าดูและการเผาของเตาเผาแกลบทั้งสองแบบ

3.3.1 การเผาแกลบแบบแรก

การเผาแบบปกติโดยจะใช้คนเฝ้าคอยดูตลอดระยะการเผาของเตา โดยจะสังเกตจากสีของควัน โดยควันนั้นจะไม่มีสีที่แน่นอนทำให้ผู้ทำการทดลองลำบากในการหาช่วงเวลาการปิดเตา

3.3.1 การเผาแกลบโดยใช้เตาเผาแกลบคุณภาพสูงด้วยเตาความร้อนสูงแบบมีระบบปิดฝาเตาอัตโนมัติ

โดยจะเผาแบบปกติแต่จะมีระบบปิดอัตโนมัติที่รับแหล่งจ่ายจากไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ในก้นของเตาจะมีเซ็นเซอร์อุณหภูมิอยู่เมื่อการเผาไหม้ถึงก้นเตาเซ็นเซอร์อุณหภูมิจะสั่งให้ระบบปิดเตา ปิดอัตโนมัติทันที ดังแสดงที่รูปที่ 8

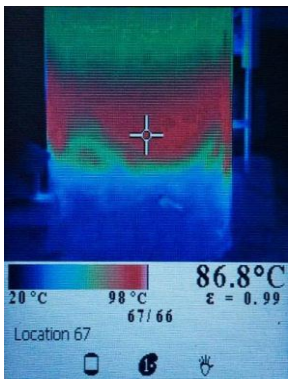
รูปที่ 7 การเผาโดยใช้เตาเผาแกลบแบบเดิม

รูปที่ 8 การทดลองการเผาเตาเผาแกลบคุณภาพสูงด้วยเตาความร้อนสูงแบบมีระบบปิดฝาเตาอัตโนมัติ

3.4 ผลการทดลอง

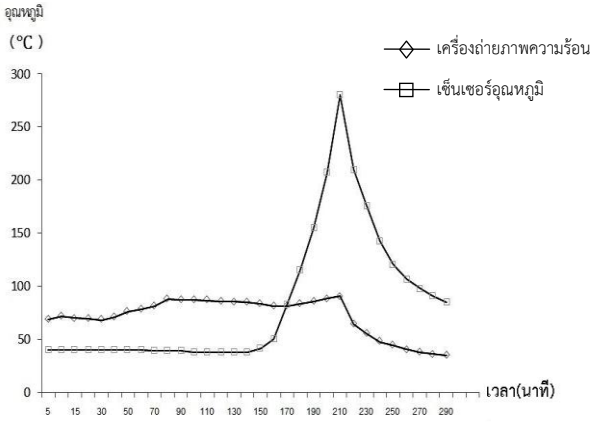
การถ่ายภาพความร้อนด้วยเครื่องเทอร์โมสแกนเพื่อดูระยะการเผาไหม้ของเตาเผาแกลบตลอดจนสิ้นสุดการเผา

(ก) เซ็นเซอร์อุณหภูมิ



(ข) ภาพถ่ายความร้อนจากเครื่องเทอร์โมสแกน

รูปที่ 9 เซ็นเซอร์อุณหภูมิและภาพถ่ายความร้อน



รูปที่ 10 แสดงค่าอุณหภูมิของเตาเผาแกลบความร้อนสูงความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของเซ็นเซอร์อุณหภูมิและเครื่องถ่ายความร้อนเทอร์โมสแกน

จากการทดลองสรุปผลการทดลองได้ว่าจากการเผาแบบแรกโดยจะทำการเผาตามปกติหลังจากนั้นจะให้ผู้ทำการทดลองเฝ้าดูแลโดยจะถ่ายภาพถ่ายความร้อนจากเครื่องเทอร์โมสแกนตั้งแต่เริ่มต้น และ ถ่ายทุกๆ 15 นาทีหลังจากการเผาผ่านไปประมาณ 4 ชั่วโมงค่าความร้อนจากภาพถ่ายพลังงานความร้อนของเครื่องเทอร์โมสแกนมาถึงก้นถัง แต้ยังมีควันบริเวณท่อระบายอากาศ ผู้ทดลองทำการปิดเตาที่เวลา 5 ชั่วโมง แกลบดิบที่ใส่เข้าไปเท่ากับ 18 กิโลกรัมแกลบดำที่ได้เท่ากับ 7.5 กิโลกรัมหรือร้อยละ 41.67 ทำการทดลองอีกครั้งโดยออกแบบและสร้างระบบปิดอัตโนมัติและชุดแหล่งจะจากไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ทดลองโดยการเผาแบบปกติ ได้ทำการถ่ายภาพพลังงานความร้อน เครื่องวัดอุณหภูมิทุกๆ 15 นาที ตั้งแต่เริ่มจน จบการทดลองและเซตค่าอุณหภูมิที่ 280 องศาเซลเซียส เมื่อการเผาไหม้ลงมาสู้ก้นถังอุณหภูมิถึง 280 องศาเซลเซียส เซ็นเซอร์สั่งการให้กลไกของระบบปิดอัตโนมัติปิดลงทันที แกลบดิบที่ทดลองเท่ากับ 18 กิโลกรัม และได้แกลบดำเท่ากับ 8.3 กิโลกรัม หรือร้อยละ 46.12 ซึ่งการกว่าตอนแรกที่ทำการทดลองโดยใช้การเผาแบบคนเฝ้าคอยปิดรวมทั้งยังประหยัดเวลาในการดูแลเฝ้าเตาอีกด้วย

จากการเผาด้วยเตาเผาแกลบคุณภาพสูงด้วยเตาความร้อนสูงแบบมีระบบปิดฝาเตาอัตโนมัติ ที่ได้ใช้อุณหภูมิที่ 280 องศาเซลเซียส เป็นตัวควบคุมในระบบปิดเตาได้มาจากการทดลองในเผาแต่ละครั้ง ในการเผาครั้งแรกได้ตั้งค่าอุณหภูมิไว้ที่ 250 องศาเซลเซียส เมื่อตอนเก็บผลผลิตพบว่ายังมีแกลบดิบเหลืออยู่ จึงได้ทำการเผาใหม่ ได้ตั้งค่าอุณหภูมิไว้ที่ 300 องศาเซลเซียส เมื่อตอนเก็บผลผลิตพบว่ามีขี้เถ้าแกลบจำนวนมาก จึงได้ทดลองอีกครั้งที่ 280 องศาเซลเซียส พบว่าแกลบดำที่ได้ไม่มีแกลบดิบ แต่ยังมีขี้เถ้าแกลบเหลือน้อยมาก จึงได้นำค่าอุณหภูมิที่ 280 องศาเซลเซียส มาใช้ในการควบคุมระบบปิดฝาเตาอัตโนมัติ เพราะแกลบที่ได้มีขี้เถ้าแกลบน้อยที่สุดและไม่มีแกลบดิบเหลืออยู่ จึงเลือกใช้อุณหภูมิที่ 280 องศาเซลเซียส

(ก) ปริมาณแกลบดำ (ข) แกลบดำจากการทดลอง

รูปที่ 10 ปริมาณแกลบดำแกลบดำจากการทดลอง

4.สรุปผล

จากการศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลต่างๆแล้วทำการออกแบบสร้างเตาเผาแกลบความร้อนสูงด้วยไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในการนำเตาเผาแกลบแบบเก่ามาประยุกต์ใช้ใหม่ โดยการใส่ระบบปิดฝาเตาโดยอัตโนมัติจะช่วยให้สะดวกสบายในการเผาถ่านแกลบดำ และยังได้แกลบดำที่มีคุณภาพจากผลการทดลองเมื่อการเผาแบบปกติโดยใช้คนเฝ้าคอยปิดเตาเผาแกลบปริมาณแกลบที่ชั่งก่อนเผาเท่ากับ 18 กิโลกรัมหลังจากทำการเผาเป็นแกลบดำเท่ากับ 7.5 กิโลกรัม หรือร้อยละ 41.67 การเผาโดยใช้ระบบปิดอัตโนมัติ (ทำการปิดที่อุณหภูมิ 280 องศาเซลเซียส) ปริมาณแกลบที่ชั่งก่อนเผาเท่ากับ 18 กิโลกรัม หลังจากทำการเผาเป็นแกลบดำเท่ากับ 8.3 กิโลกรัม หรือร้อยละ 46.12 แสดงการเผาแบบปิดอัตโนมัติจะได้ผลผลิตที่มากกว่ายังประหยัดเวลาในการเฝ้าดูแลเตาอีกด้วย

4.1 รายละเอียด ค่าใช้จ่าย (ต้นทุน) ดังนี้

- ค่าใช้จ่าย = ไม่มีค่าใช้จ่ายเพราะทำใช้ในครัวเรือน จึงทำให้ไม่มีค่าด้านแรงงาน
- ค่าไฟ = ไม่มีค่าใช้จ่ายด้านค่าไฟเพราะใช้ไฟจากแหล่งจ่ายจากพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์
- ค่าซ่อมแซม = ถัง 200 ลิตร เนื่องจากการเผาแกลบแต่ละครั้งถังจะถูกกัดกร่อนและเสื่อมสภาพไปตามการใช้งานจึงทำให้การใช้งาน ใช้งานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ จากการทดลอง ถัง 200 ลิตร มีราคา 400 บาท สามารถเผาได้ 50 ครั้ง การเผาแต่ละครั้งใช้แกลบดิบ 18 กิโลกรัม ราคาแกลบดิบที่ขายกิโลกรัมละ 1.50 บาท [3] ราคาต้นทุนการซื้อแกลบดิบเป็นเงิน 27 บาท เมื่อเผาแกลบดิบแล้วในแต่ละครั้งได้ปริมาณแกลบดำ 8.3 กิโลกรัม สามารถขายแกลบดำได้ราคากิโลกรัมละ 20 บาท [4]

เป็นเงิน 166 บาท ดังนั้นการเผาแกลบแต่ละครั้งจะได้กำไรทั้งหมด 139 บาท

5. เอกสารอ้างอิง

[1] Unmaung. D, Fungfaung. T, Noomkan. N. *Design and build husk kiln for agriculture*. Rajamangala University of Technology Lanna, Northern Campus; 2005.

[2] Chunwarin. W, Chungtarasana. T. *Charcoal making and quality of charcoal from mangrove timbers by small brick kiln kind*, vol. Thai Journal of forestry.1986;3(4):253-275.

[3] For biomass- Energy for Environment Foundation. Available from: http://www.efe.or.th/ [Accessed 6th May 2016].

[4] Price chaff. Available from: http://www. banrainarao.com/ [Accessed 6th May 2016].