การพัฒนาประสิทธิภาพเตาเผาถ่านกัมมันต์ จากกะลามะพร้าว
Development of Activated Charcoal from a Coconut Shell Kiln

อนุสรณ์ สินสะอาด[1*]
[1*]คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
398 หมู่ 9 ถนนสวรรค์วิถี ตำบลนครสวรรค์ตก อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ 60000
โทรศัพท์ 056-219-100 ต่อ 2311 โทรสาร 056-882-523e-mail : anu_bird@hotmail.com

บทคัดย่อ

โครงงานการวิจัยนี้เป็นการการพัฒนาประสิทธิภาพเตาเผาถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวที่มีอยู่ในชุมชน จากกระบวนการสร้างและพัฒนาประสิทธิภาพเตาเผาถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว ลักษณะเด่นของเตาจะเป็นแนวนอน สามารถกระจายความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพทำให้กระบวนการเผาไหม้เป็นไปตามที่กำหนดส่วนประกอบของเตามีดังนี้ ส่วนมอเตอร์ไฟฟ้า ส่วนเทอร์โมมิเตอร์ ส่วนเทอร์โมคัปเปิล ตัวถังและฝาเปิดปิดสำหลับใส่วัสดุที่นำมาเผา ควบคุมการทำงานด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับการนำกะลาที่เหลือใช้กลับมาใช้ประโยชน์อีกครั้ง โดยการนำมาเผา การทำงานของเตาเผาถ่านกัมมันต์นั้นในแต่ละครั้งได้คุณภาพถ่านแตกต่างกันไป การเผาถ่านกัมมันต์ที่ดีคือเผาในช่วงอุณหภูมิ 700 - 900 องศาเซลเซียส การเผาในช่วงอุณหภูมินี้ จะเป็นการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ กะลาจะกลายเป็นคาร์บอนมีรูพรุนหนาแน่นสามารถนำไฟฟ้าและฟอกอากาศได้ ช่วยลดระยะเวลาในการเผาจากเตาเผาแบบเดิมใช้เวลา 15 - 20 ชั่วโมง ลดระยะเวลาเหลือ 8 - 10 ชั่วโมง อุณหภูมิในการเผาจะขึ้นอยู่กับความชื้นของวัสดุที่นำมาเผา และยังลดต้นทุนในการเผาและได้นำตัวอย่างถ่านส่งทดสอบจาก กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทดสอบโดยใช้สารเคมีตามกระบวนการของผู้เชี่ยวชาญได้ค่าไอโอดีนนัมเบอร์ของถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว เท่ากับ 390 มิลลิกรัมต่อกรัม ได้ประสิทธิภาพที่ดีขึ้นกว่าการเผาแบบเดิมถึงร้อยละ 70 ซึ่งจากการศึกษาค่าไอโอดีนนัมเบอร์นี้ ถ่านกัมมันต์นำไปใช้ประโยชน์ในด้านดูดกลิ่นอับชื้นในตู้เย็นหรือตู้กับข้าว พลังงานความร้อนสูงขึ้นและยาวนาน กรองน้ำในระบบเครื่องกรองน้ำต่าง ๆ เนื่องจากถ่านกะลาจะมีรูพรุนหนาแน่นอยู่เต็มพื้นที่มีรูพรุนขนาดใหญ่ประโยชน์ที่ได้จากเตาเผาถ่านกัมมันต์สามารถนำไปพัฒนาต่อในงานอุตสาหกรรมชุมชนต่าง ๆ และทำให้สามารถเกิดอาชีพใหม่ ๆ ได้

คำสำคัญ: ถ่านกัมมันต์, การพัฒนาประสิทธิภาพ, กะลามะพร้าว

Abstract

This research project focuses on the development in the efficiency of producing activated charcoal from within pre-existing coconut shell kilns from within the local community. The kiln is composed of an electric motor, a thermometer, and a thermocouple within the main body as well as a lid used for feeding substances to the kiln. The operation of the kiln is controlled by an electronic circuit.The kiln is

used to recycle the waste from coconut shells. Each time it is used, the kiln produces results of differing quality. The best operational temperature is between 700 – 900 degrees Celsius. At this temperature the kiln efficiently turns all the coconut shells into charcoal which is then capable of being electric conductors. The kiln period is 8 – 10hours with the kiln temperature depending on the humidity of the substances inside the kiln. The sample products are sent to be tested at the Department of Science and Technology Services at The Ministry of Science and Technology which are performed using chemical agents in accordance with specialist procedures. The iodine number value of the activated charcoal is 390 milligrams per gram. From the study results of the iodine number value, the activated charcoal can be used to absorb household odors that are found in refrigerators or in cupboards as well as to act as a water filter as the surface area of the activated charcoal is extremely porous. The kilns can be developed for the industrial purposes of the local community and to help promote new job creations.
Keywords: Activated Charcoal, Efficiency Development, Coconut shells

1. บทนำ

ปัจจุบันกลุ่มอาชีพของเกษตรกรในจังหวัดนครสวรรค์ มีมากมายหลายสาขาอาชีพ ซึ่งเป็นไปตามภูมิศาสตร์ของจังหวัด ทั้งภาคเกษตรกรรม อุตสาหกรรมการค้าและบริการการท่องเที่ยว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นเครื่องมือที่สำคัญอย่างยิ่ง ทั้งในด้านการเพิ่มผลผลิตที่มากขึ้น คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐาน เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และที่สำคัญทำให้การขยายตัวทางเศรษฐกิจของจังหวัดนครสวรรค์มีการจ้างงานเพิ่มขึ้นการกระจายรายได้ลงไปในเขตชุมชนมากขึ้นมีการสร้างความเข้มแข็งของชุมชนและภูมิปัญญาท้องถิ่นการผลิตถ่านไม้เป็นภูมิปัญญาของคนในท้องถิ่นมาช้านาน มีรูปแบบการเผาที่แตกต่างมากมาย ถ่านไม้ที่ได้ก็มีประสิทธิภาพที่แตกต่างกันไปตามความสามารถของการเผา รูปแบบของเตา และทักษะ ภูมิปัญญาของแต่ละที่ การผลิตถ่านกัมมันต์ เป็นอีกอาชีพหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจ และมีผู้ที่พยายามผลิตด้วยวิธีใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น (Sunpetch, B.,2000)

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตภัณฑ์สมุนไพรและถ่านแปรรูปตั้งอยู่เลขที่ 33/1 ม.2 ต.วัดไทร อ.เมือง จ.นครสวรรค์ โดยมี นางสำอาง วัชฎาศรี เป็นประธานกลุ่ม ซึ่งมีความสนใจเกี่ยวกับวิธีการสร้างเตาเผาถ่านปัจจุบันกลุ่มได้ใช้ถัง 200 ลิตร ทำเป็นตัวเตา และใช้กะลามะพร้าวเป็นวัตถุดิบในการเผาซึ่งมีอยู่จำนวนมากภายในกลุ่มวิสาหกิจนั้นมีการคิดค้นศึกษาหาวิธีการต่าง ๆ ในการเผาถ่านให้ออกมาเป็นถ่านกัมมันต์หรือถ่านคาร์บอน แต่ก็ยังไม่ประสบผลสำเร็จ วิธีการเผายังมีความบกพร่องหลายอย่างที่ต้องแก้ไข

ดังนั้นการพัฒนาประสิทธิภาพเตาเผาถ่านกัมมันต์ จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร จึงเป็นแนวคิดของคณะผู้วิจัยที่จะพัฒนาการเผาถ่านกัมมันต์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพและยังสามารถที่จะควบคุมมาตรฐานผลิตภัณฑ์ให้เป็นไปตามความต้องการได้ หลักการซึ่งสามารถ

สร้างเป็นมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์ และสร้างกลุ่มอาชีพ เพื่อพัฒนาศักยภาพของคนในชุมชน และสามารถนำไปพัฒนาต่อในงานอุตสาหกรรม ชุมชนต่าง ๆ และทำให้สามารถเกิดอาชีพใหม่ ๆ ได้ตามแนวยุทธศาสตร์ของจังหวัดอีกทางหนึ่ง

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างเตาเผาถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของเตาเผาถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว

3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและวิธีการทดลอง

การเผาถ่านในยุคแรก ๆ กว่า 10,000 ปีมาแล้ว จะนำท่อนไม้มาเรียงทับกันแล้วจุดไฟ จากนั้นจึงกลบด้วยดิน เตาเผาถ่านในลักษณะนี้จึงเรียกกว่า เตากลบ หรือเตาหลุม (เหมือนกับการฝังศพคน) แต่วิธีการดังกล่าวให้ผลผลิตในปริมาณและคุณภาพต่ำ เนื่องจากอากาศสามารถไหลผ่านดินที่กลบไว้ได้ทำให้ไม่สามารถควบคุมอากาศภายในได้ตามต้องการ ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเตาผลิตถ่านไม้อย่างต่อเนื่องจนได้เป็นเตาผลิตถ่านที่ผนึกแน่นสามารถควบคุมอากาศได้ตามต้องการทำให้สามารถผลิตถ่านไม้ได้ผลผลิตและคุณภาพดีขึ้น เช่น เตาเผาถ่าน 200 ลิตร เป็นต้น

3.1 รูปแบบของเตาเผาถ่าน

1) เตาหลุมหรือเตากลบ

เป็นเตาชนิดแรกของโลกที่ยังคงใช้อยู่จนถึงปัจจุบัน มีรูปร่าง ขนาด และวัสดุที่ใช้กลบแตกต่างกันไปแต่ละภูมิภาคของเตา เช่น เตากลม เตาเหลี่ยม เตาโดม ซึ่งกลบด้วยดิน แกลบ ขี้เลื่อย จุดเด่นของเตาแบบนี้คือ ก่อสร้างง่าย ราคาถูก มีข้อเสีย คือ ผลผลิตและคุณภาพต่ำเนื่องจากมีอากาศเข้าไปข้างในเตาปริมาณที่มากในขณะเผาถ่าน ดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 เตาหลุมหรือเตากลบ

2) เตาเผาถ่านแบบ 200 ลิตร

การเผาถ่านในอดีตจะทำโดยวิธีการที่เรียกว่าเตาหลุมผีหรือเตาแกลบโดยจะขุดดินให้เป็นหลุมลึกประมาณจากนั้นก็เอาไม้ไปกองไว้อย่างเป็นระเบียบแล้วก็เอา ดิน ฟางข้าวใบไม้หรือแกลบ คลุมกลบแล้วเผาวัสดุเหล่านี้ทางด้านบน จากนั้นก็ใช้น้ำดับถ่านไม้ที่ได้ จึงมีคุณภาพต่ำได้ปริมาณของถ่านน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณไม้ที่ใช้ และที่สำคัญ คือเตาประเภทนี้ สามารถเผากิ่งไม้ขนาดเล็กได้ 30 เซนติเมตร เตาเผาถ่าน 200 ลิตร เป็นเตาเผาถ่านที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเตาเผา

ถ่านแบบดั้งเดิม โดยใช้ถังขนาด 200 ลิตรเป็นตัวเตา เตาประเภทนี้ อาศัยความร้อนจากควันไฟไล่ความชื้นในเนื้อไม้ทำให้ไม้กลายเป็นถ่าน หรือที่เรียกว่า "อากาศ" จึงไม่มีการลุกติดไฟของเนื้อไม้ ผลผลิตที่ได้จึงเป็น ถ่านที่มีคุณภาพ ขี้เถ้าน้อยดังภาพที่ 2

ภาพที่ 2 เตาเผาถ่าน 200 ลิตร

3.2 ขั้นตอนของการเผาถ่าน

1) การกลายเป็นถ่าน หรือคาร์บอนไนเซชั่น

เกิดจากการเผาไหม้ภายในบริเวณที่มีอากาศอยู่เบาบาง หรืออาจจะกล่าวในทางเทคนิค ก็คือกระบวนการแยกสารอินทรีย์ภายในไม้ในสภาวะที่มีอากาศอยู่น้อยมาก เมื่อมีการให้ความร้อนระหว่างการเผาถ่านจะช่วยกำจัดน้ำ น้ำมันดินและสารประกอบอื่น ๆ ออกจากไม้ฟืน ผลผลิตที่ได้จากกระบวนการ คือสารต่าง ๆ ประกอบด้วย คาร์บอนร้อยละ 80 นอกจากนั้นจะเป็นสารประกอบ ไฮโดรคาร์บอนร้อยละ 10 – 20 และแร่ธาตุต่าง ๆ เช่น กำมะถันและฟอสฟอรัส ถ่านที่ได้หลังจากกระบวนการผลิตจะมีประมาณของคาร์บอนสูงและไม่มีความชื้น ทำให้ปริมาณพลังงานในถ่านสูง โดยมีค่าเป็นสองเท่าของปริมาณพลังงานในไม้แห้ง เพื่อความเข้าใจในวิธีการที่ทำให้ไม้กลายเป็นถ่านนั้น มีขั้นตอนต่าง ๆ ประกอบไปด้วย ขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน คือการไล่ความชื้น การเปลี่ยนจากไม้เป็นถ่านการทำถ่านให้บริสุทธิ์และการทำให้เย็นลง

2) การไล่ความชื้น

อุณหภูมิ 20 – 270 องศาเซลเซียส ขั้นตอนนี้จำเป็นต้องใช้ความร้อนจากภายนอก เพื่อให้ไม้ฟืนเกิดปฏิกิริยาดูดความร้อน (Endothermic Reaction) จะสะสมไว้ให้ได้มากพอที่จะเกิดปฏิกิริยา คายความร้อน (Endothermic Reaction) ในขั้นตอนต่อไป

3) การเปลี่ยนจากไม้เป็นถ่าน

อุณหภูมิระหว่าง 270 – 400 องศาเซลเซียส จะแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงอุณหภูมิอยู่ที่ระหว่าง 270 – 300 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิระหว่าง 300 – 400 องศาเซลเซียส

(1) อุณหภูมิระหว่าง 270 – 300 องศาเซลเซียส

ช่วงนี้ไม้ในเตาเผาจะสะสมความร้อนไว้มากพอที่จะเกิดปฏิกิริยาคายความร้อน (Endothermic Reaction) โดยไม่ต้องเติมฟืนหน้าเตาอีก ไม้ฟืนจะลุกไหม้และสลายตัวโดยความร้อนที่สะสมไว้ในตัวเอง เซลลูโลสจะเริ่มสลายตัวที่อุณหภูมิ 270 องศาเซลเซียส การสลายตัวจะเป็นไป

อย่างรวดเร็ว ควันที่ออกมาจากปล่องจะมีสีขาวปนเหลืองมีกลิ่นฉุนจัด ผู้ผลิตถ่านในประเทศไทยเรียกควันนี้ว่า ควันบ้าหลังจากควันบ้ามีปริมาณน้อยลงและเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเทาแล้วจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องควบคุมอุณหภูมิไว้ให้คงที่เป็นเวลานานพอสมควร เพื่อให้ขั้นตอนนี้เป็นไปอย่างช้า ๆ และสม่ำเสมอความร้อนจากม้านบนหน้าเตาจะต้องค่อย ๆ ถ่ายเทความร้อนไปยังจุดต่าง ๆ ทั่วทั้งเตาอย่างช้า ๆ หากปล่อยให้อุณหภูมิขึ้นสูงเร็วเกินไปจะทำให้ไม้ที่สะสมความร้อนไว้มากกว่ากลายเป็นขี้เถ้าเสียก่อน และถ้ากรณีที่เปลวไฟแลบออกมาทางหน้าเตา ไม้ส่วนด้านล่างของเตาอาจจะเป็นถ่านไม่สุก ทำให้ปริมาณผลผลิตต่ำ การควบคุมอุณหภูมิสามารถทำได้โดยการควบคุมอากาศที่หน้าเตาควบคู่กับการใช้เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer) แต่การวัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมมิเตอร์เพียงอย่างเดียว อาจผิดพลาดได้ โดยเฉพาะเมื่อมีการเติมฟืนหน้าเตามากและเร็วเกินไป ดังนั้นการดูสีควันและการนำกระเบื้องเคลือบสีขาวมาอังที่ปล่องควันเพื่อดูสีของควันที่กลั่นตัวติดกระเบื้องเคลือบเป็นการตรวจสอบซ้ำ

(2) อุณหภูมิระหว่าง 300 – 400 องศาเซลเซียส

ช่วงนี้เซลลูโลสยังสลายตัวอยู่อย่างต่อเนื่อง และลิกนินจะเริ่มสลายตัวที่อุณหภูมิ 310 องศาเซลเซียส การสลายตัวทั้งหมดจะเสร็จสิ้นสมบูรณ์ที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ขั้นตอนการจากเปลี่ยนไม้เป็นถ่านนี้ ควันที่ออกมาจะประกอบด้วยสารต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นใหม่มากมายหลายชนิดจากการสลายตัวของไม้ด้วยความร้อน (Pyrolysis) และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน

4) การทำถ่านให้บริสุทธิ์

ถึงแม้ว่าขั้นตอนการเปลี่ยนไม้กลายเป็นถ่าน จะเสร็จสิ้นสมบูรณ์แล้ว ที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส แต่ยังมีปริมารคาร์บอนเสถียร (Fixed Carbon) ต่ำ และยังคงมีน้ำมันดินเป็นส่วนประกอบในปริมาณที่สูงมาก หากนำไปใช้จะได้ถ่านคุณภาพต่ำและถ้านำไปประกอบอาหารปิ้งย่าง น้ำมันดินที่ยังคงค้างอยู่ในถ่านเมื่อถูกเผาไหม้ที่ อุณหภูมิสูงกว่า 425 องศาเซลเซียส โดยปกติเตาหุงต้มมีอุณหภูมิประมาณ 500 – 600 องศาเซลเซียส จะเกิดเป็นสารประกอบใหม่ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง ดังนั้นจึงต้องเพิ่มอุณหภูมิให้มีความสูงขึ้นโดยการปรับออกซิเจนไหลเข้ามากขึ้น อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จาก 400 องศาเซลเซียส เป็น 500 องศาเซลเซียส แต่เนื่องจากอุณหภูมิเตาด้านบนจะสูงกว่าอุณหภูมิที่ พื้นเตา ดังนั้นต้องใช้เวลาพอสมควรในการที่จะทำให้อุณหภูมิเท่ากันหมดทั้งเตา ดังนั้นหากเร่งให้อากาศเข้าเร็วเกินไปเพื่อเพิ่มอุณหภูมิ กว่าอุณหภูมิที่พื้นเตาสูงถึง 500 องศาเซลเซียส เพื่อไล่น้ำมันดินออกจากถ่าน อุณหภูมิด้านบนเตาถึง 700 องศาเซลเซียส ในเวลาที่เร็วเกินไปจะทำให้ไม้ด้านบนกลายเป็นขี้เถ้าเสียก่อน จึงควรควบคุมอุณหภูมิด้วยความระมัดระวังอย่างยิ่ง ในทางปฏิบัติเมื่ออุณหภูมิด้านบนของเตาสูงถึง 700 องศาเซลเซียส อาจสังเกตได้จากสีของควันที่เริ่มใส ผู้ควบคุมการผลิตถ่านจะเปิดช่องอากาศเข้า แล้วรอให้ความร้อนถ่ายเทจากด้านบนของเตาลงมาที่พื้นเตา อุณหภูมิในเตาจะใกล้เคียงกันทุกจุดประมาณ 500 องศาเซลเซียส ซึ่งในขณะนั้นจะไม่มีควันเหลืออยู่อีกแล้ว จึงปิดปล่องควัน ขั้นตอนการทำให้ถ่านบริสุทธิ์นี้ ควันที่ออกมาจะมีสารก่อมะเร็งปนออกมาด้วยเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 425 องศาเซลเซียส ดังนั้นจึงไม่ควรเก็บน้ำส้มควันไม้ในช่วงนี้เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ใด ๆ ควรนำไปบำบัดทิ้งหรือนำไปเป็นเชื้อเพลิง

5) การทำให้เย็นลง

หลังจากปิดปล่องเตาแล้ว ต้องปล่อยให้เตาเย็นลง จึงจะนำถ่านไม้ออกมาใช้งานได้ ก่อนจะเปิดเตาต้องให้อุณหภูมิในภายในเตาต่ำลงเพราะว่าถ่านไม้อุณหภูมิสูงสามารถลุกติดไฟเองได้ ถ้าได้รับออกซิเจนจากอากาศ ดังนั้นการเปิดเตาต้องเริ่มเปิดที่ปล่องควันก่อนเพื่อระบายความร้อนและแก๊สที่ยังคงค้างอยู่ในเตาให้หมด หลังจากนั้นจึงเปิดหน้าเตา

4. ผลการดำเนินงาน

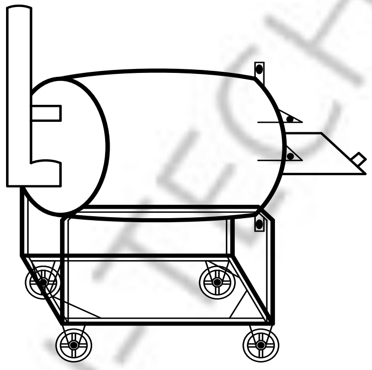
4.1 ผลของการสร้างและพัฒนาเตาเผาถ่านถ่านกัมมันต์

การออกแบบชิ้นส่วนต่างๆของเตาเผาถ่านกัมมันต์เป็นสิ่งสำคัญมากเนื่องจากชิ้นส่วนอุปกรณ์ต้องมีความเหมาะสมกับการใช้งานได้ดีมีประสิทธิภาพ และมีความแข็งแรง โดยมีส่วนประกอบดังนี้

1) ส่วนของโครงสร้าง ใช้ถัง 200 ลิตร เป็นโครงสร้างของเตาเผาถ่านกัมมันต์และหุ้มฉนวนเหล็กและใยหินหรือใยแก้วเพื่อให้สามารถทนกับอุณหภูมิที่สูงได้การนำเหล็กมาห่อหุ้มเป็นฉนวนเมื่อทำการเจาะเสร็จแล้วต่อไปก็จะทำการหุ้มเหล็กเข้าไปในการหุ้มนั้นจะใช้เหล็กแผ่นขนาด 0.3 เซนติเมตร มาม้วนรอบตัวถัง 200 ลิตร โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 77 เซนติเมตร ยาว 98 เซนติเมตร ภายในพร้อมไปด้วยการหุ้มฉนวนใยแก้วกันความร้อนในอุณหภูมิที่สูงมากขึ้น และยังเป็นการซับความร้อนในเตาได้ดี

2) ส่วนของการระบายความร้อนปล่องควันของเตาเผาถ่านกัมมันต์ขนาดกว้าง 8.5 เซนติเมตร สูง 110 เซนติเมตร มีไว้เพื่อช่วยระบายออกซิเจนและควันภายในเตาให้ออกไปยังภายนอกเพื่อช่วยทำให้อุณหภูมิสูงหรือคงที่ และยังทำให้ออกซิเจนภายในเตาสามารถหมุนเวียนได้ดี

3) การควบคุมอุณหภูมิภายในเตาช่องเติมเชื้อเพลิงเป็นช่องที่ช่วยปรับหรือควบคุมอุณหภูมิภายในเตา จะใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง ใช้พัดลมในการเติมออกซิเจน ทำให้เผาได้ในความร้อนสูงสุด 800 - 900 องศาเซลเซียส จึงทำให้ถ่านกัมมันต์ที่ได้มีคุณภาพสูง ทำด้วยเหล็กหนา 0.12 เซนติเมตรทำเป็นสี่เหลี่ยม ยาว 38 เซนติเมตร สูง 16เซนติเมตร กว้าง 21 เซนติเมตร



(ก)

(ข)

ภาพที่ 3 เตาเผาถ่านกัมมันต์ (ก) การออกแบบเตาเผาถ่านกัมมันต์ (ข) เตาเผาถ่านกัมมันต์ที่เสร็จสมบูรณ์

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเตาเผาถ่านกัมมันต์ในช่วงอุณหภูมิต่าง ๆ และปริมาณถ่านกัมมันต์

ผลการทดสอบเตาเผาถ่านกัมมันต์ในช่วงอุณหภูมิต่าง ๆ โดยการทดสอบทั้งหมด 5 ครั้ง และทำการเก็บผลในช่วงเวลาต่างๆเพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมและดีที่สุดในการเผาถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวผลการวิจัยพบว่าช่วงอุณหภูมิ 700 - 900 องศาเซลเซียส เป็นช่วงเวลาที่ดีที่สุดในการเผาถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวเพื่อจะได้ถ่านกัมมันต์ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด

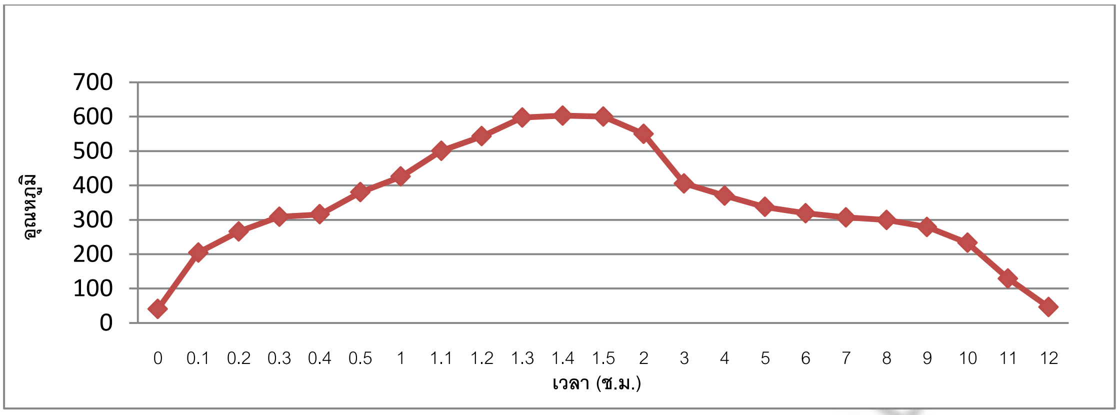
4.3 ผลการทดสอบความร้อนถ่านกัมมันต์เปรียบเทียบกับถ่านทั่วไป

ผลการทดสอบความร้อนถ่านกัมมันต์เปรียบเทียบกับถ่านทั่วไปโดยการเปรียบเทียบในช่วงเวลาในการใช้ต่าง ๆ ผลการทดลองพบว่าถ่านกัมมันต์สามารถให้ความร้อนดีกว่าถ่านทั่วไปในช่วงเวลาการใช้ที่เท่ากันโดยการให้อุณภูมิที่สูงที่สุดเวลาหลังจากถูกเผาแล้ว 15 นาที คือ 450 องศาเซลเซียส และ 350 องศาเซลเซียส สำหรับถ่านกัมมันต์และถ่านทั่วไป

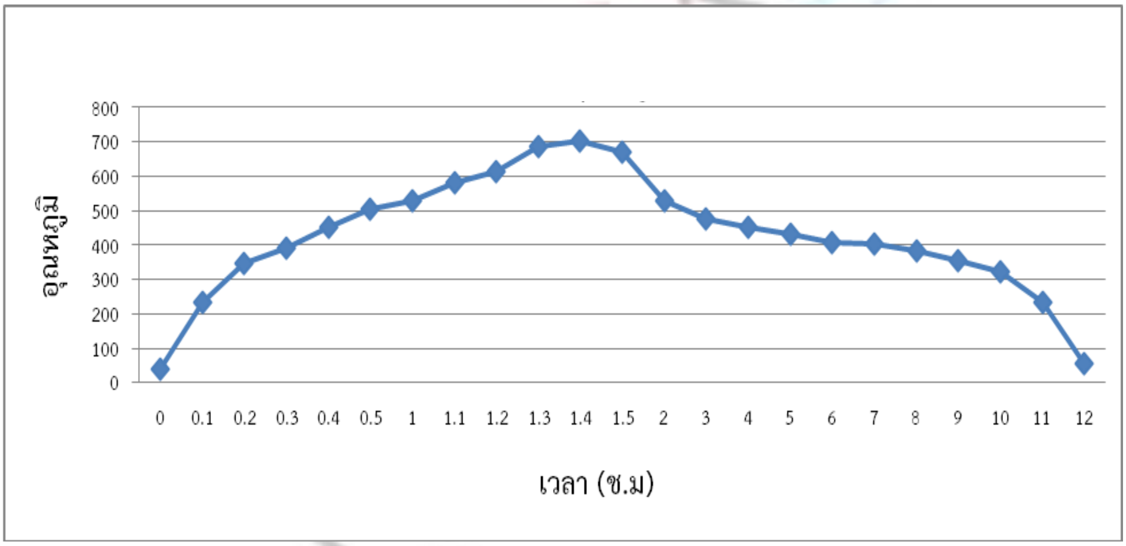
4.4 ผลการทดสอบค่ากรด-เบส ของถ่านกัมมันต์เปรียบเทียบกับถ่านทั่วไป

จากงานวิจัย (Wongnate, T.,and Panya, P. 2011) การทดสอบกรด-เบส จะบอกได้ถึงคุณภาพของถ่าน ถ่านกัมมันต์ที่เผาในอุณหภูมิ 800 - 1000 องศาเซลเซียส จะมีค่าเป็นเบส (ด่าง) และถ่านที่เผาที่อุณหภูมิ 400 - 500 องศาเซลเซียส จะมีค่าเป็นกรด ซึ่งคณะผู้จัดทำได้ทดสอบถ่านกัมมันต์ตามงานวิจัย โดยใช้กระดาษลิตมัสในการทดสอบ ถ่านกัมมันต์ที่เผาอุณหภูมิ 800 - 1000 องศาเซลเซียส กระดาษลิตมัสจะเปลี่ยนสีจากสีแดงเป็นสีน้ำเงินจึงมีค่าเป็นเบส และถ่านทั่วไปกระดาษลิตมัสสีแดงจะไม่เปลี่ยนสีมีค่าเป็นกรด

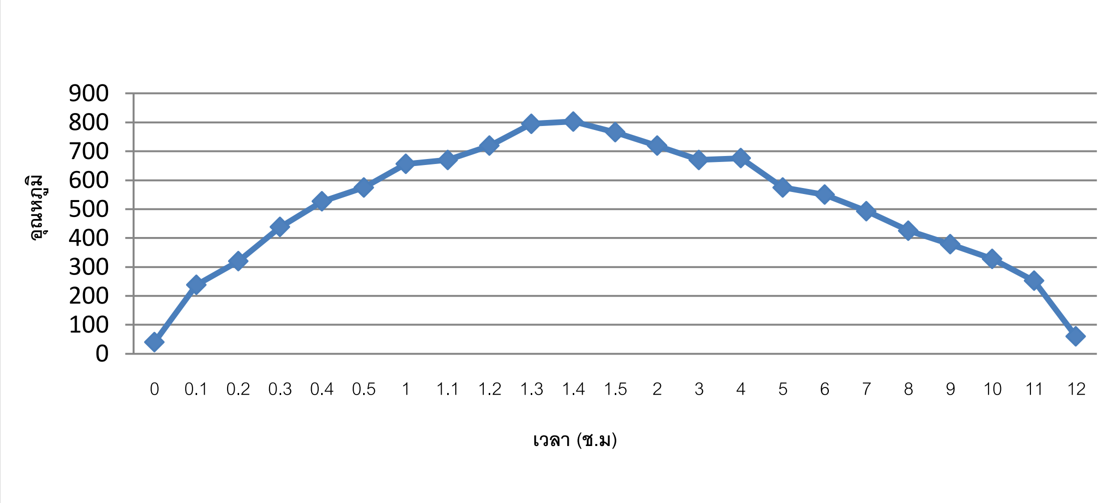
ภาพที่ 4 การทดสอบถ่านกัมมันต์โดยการวัดค่ากรด-เบส



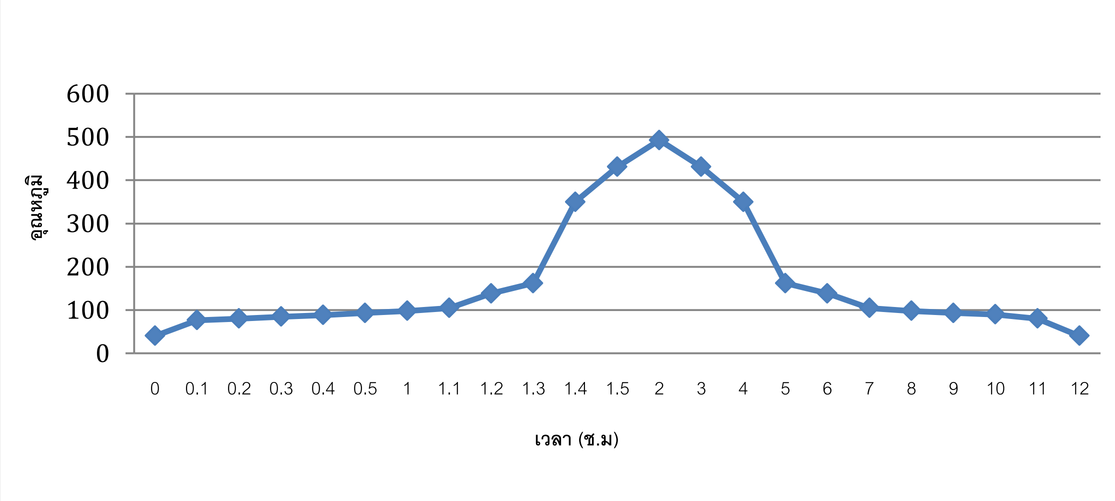
ภาพที่ 5 แสดงอุณหภูมิในเตาเผาถ่านกัมมันต์ที่ได้รับการพัฒนา เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาการเผาผ่านไปเป็นเวลา 1.30 ชั่วโมง เป็นช่วงที่อุณหภูมิสูงสุดจนถึงเวลา 1.50 ชั่วโมง ความร้อนจึงเริ่มลดลงรวมเวลาแล้วช่วงที่อุณหภูมิสูงที่สุด คือ 20 นาที ค่าไอโอดีนนัมเบอร์ที่ได้แตกต่างกัน



ภาพที่ 6 แสดงอุณหภูมิในเตาเผาถ่านกัมมันต์ที่ได้พัฒนาแล้ว เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาการเผาผ่านไปเป็นเวลา 1.40 ชั่วโมง เป็นช่วงที่อุณหภูมิสูงสุดจึงเริ่มลดลง ค่าไอโอดีนนัมเบอร์และถ่านแตกต่างกัน

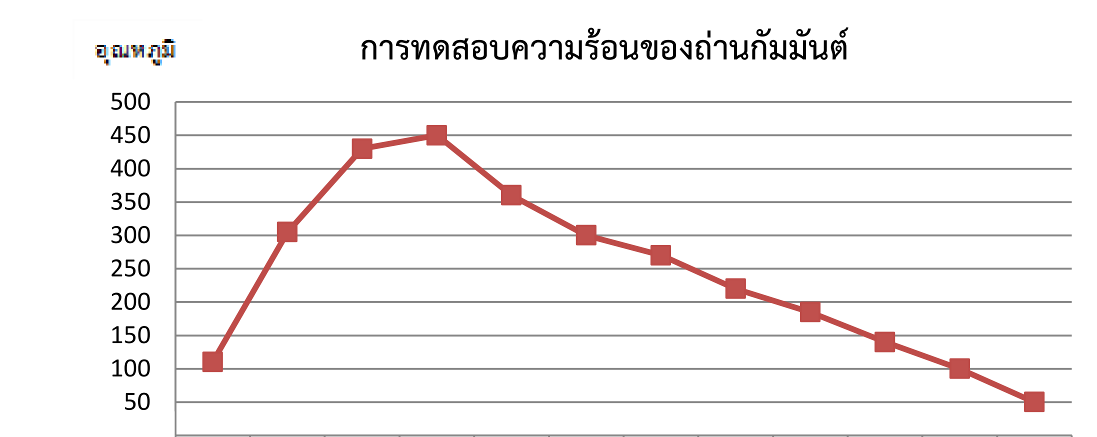


ภาพที่ 7 แสดงอุณหภูมิในเตาเผาถ่านกัมมันต์ที่ได้พัฒนาแล้ว เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาการเผาผ่านไปเป็นเวลา 1:30 ชั่วโมง เป็นช่วงที่อุณหภูมิสูงสุดจนถึงเวลา 1:40 ชั่วโมง ความร้อนจึงเริ่มลดลงรวมเวลาแล้วช่วงที่อุณหภูมิสูงที่สุด 10 นาที ค่าไอโอดีนนัมเบอร์และถ่านที่ได้แตกต่างกัน



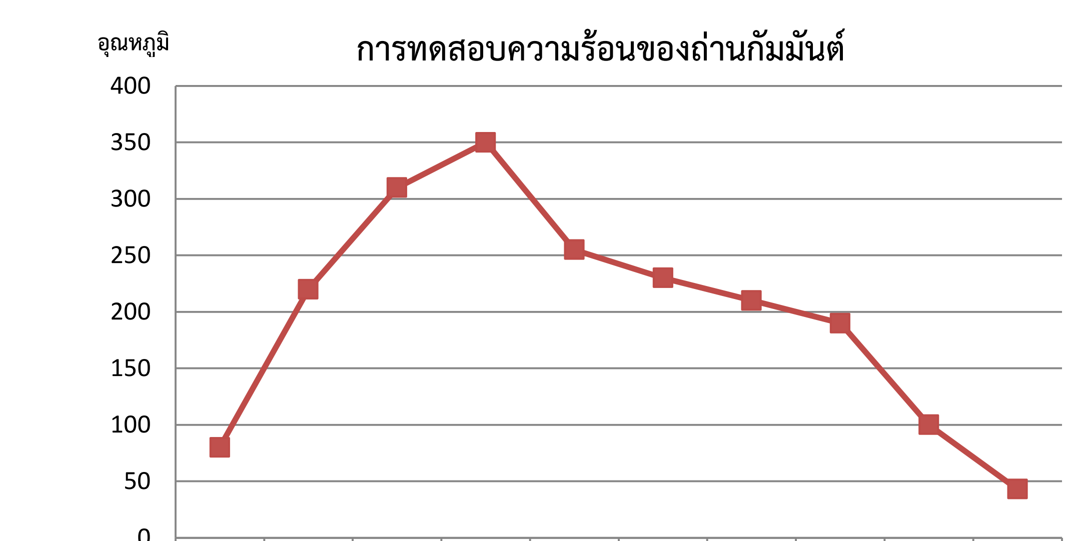
ภาพที่ 8 แสดงอุณหภูมิในเตาเผาถ่านแบบดั้งเดิมผลการทดลองระหว่าง ช่วงให้ความร้อน และช่วงคายความร้อน ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนสมุนไพรและการแปรรูป ในอุณหภูมิอยู่ 300 – 500 องศาเซลเซียส

จากภาพที่ 5 - 7 ซึ่งเป็นการเผาในเตาเผาถ่านกัมมันต์ที่ได้พัฒนาแล้วจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิต่างกันอย่างชัดเจนค่าไอโอดีนนัมเบอร์จะแตกต่างกัน คุณภาพของถ่านที่ได้แตกต่างกัน



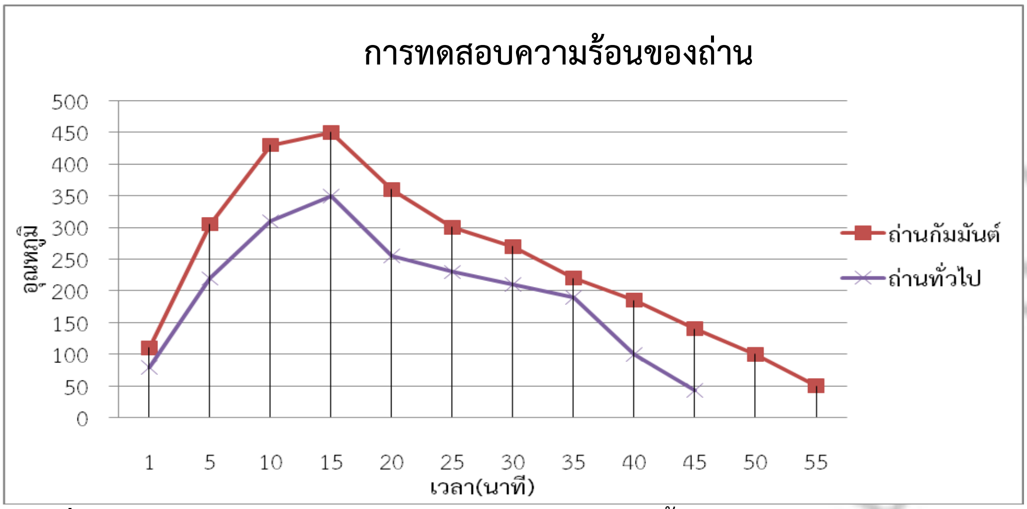
เวลา	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
อุณหภูมิ	110	305	430	450	360	300	270	220	185	140	100	50

ภาพที่ 9 แสดงผลกราฟการทดสอบความร้อนของถ่านกัมมันต์ที่ได้จากเตาเผาถ่านที่พัฒนาแล้วจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 450 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการเผาไหม้ 55 นาที



เวลา	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45
อุณหภูมิ	80	220	310	350	255	230	210	190	100	43

ภาพที่ 10 แสดงผลกราฟการทดสอบความร้อนของถ่านทั่วไปจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิสูงที่สุดอยู่ที่ 350 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 11 แสดงผลกราฟการทดสอบความร้อนของถ่านทั้ง 2 ประเภทระหว่าง ถ่านกัมมันต์และถ่านธรรมดาทั่วไปจะเห็นว่า1 นาที แรก ความร้อนอยู่ที่ 100 องศาเซลเซียส ระหว่าง 1 นาที ถึง 5 นาที ความร้อนอยู่ที่ 300 องศาเซลเซียส ระหว่าง 5 นาที ถึง 10 นาที ความร้อนอยู่ที่ 445 องศาเซลเซียส ให้อ่านไปเรื่อย ๆ จนถึง 55 นาที สุดท้ายสังเกตเวลาจาก 1 นาที ถึง 15 นาที ช่วงนี้ความร้อนจะสูงเพราะเราต้องทำการกระตุ้นให้วัตถุดิบที่เราเผานั้นมีความสมบูรณ์ และทำให้เกิดจากถ่านธรรมดา กลายเป็นถ่านกัมมันต์หลัง 20 นาที ถึง 55 นาที ความร้อนก็จะเริ่มลดลงไปเรื่อย ๆ จนไฟดับสนิท

5. สรุปผลและการอภิปรายผล

จากการทดลองทดสอบประสิทธิภาพเตาเผาถ่านกัมมันต์ที่ออกแบบขึ้นโดยการศึกษาอุณหภูมิในการเผาสมบัติทางความร้อนและสมบัติทางเคมีของถ่านกัมมันต์ที่ส่งผลต่อปริมาณ ถ่านกัมมันต์ที่เกิดขึ้นผลการทดสอบเตาเผาถ่านกัมมันต์ในช่วงอุณหภูมิต่าง ๆ โดยการทดสอบทั้งหมด 5 ครั้งและทำการเก็บผลในช่วงเวลาต่าง ๆ เพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมและดีที่สุดในการเผาถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวผลการวิจัยพบว่าช่วงอุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส เป็นช่วงเวลาที่ดีที่สุดในการเผาถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวและนำมาเปรียบเทียบกับถ่านทั่วไป ผลการทดสอบความร้อนถ่านกัมมันต์เปรียบเทียบกับถ่านทั่วไปโดยการเปรียบเทียบในช่วงเวลาในการใช้ต่าง ๆ ผลการทดลองพบว่าถ่านกัมมันต์สามารถให้ความร้อนดีกว่าถ่านทั่วไปในช่วงเวลาการใช้ที่เท่ากันโดยการให้อุณภูมิที่สูงที่สุดเวลาหลังจากถูกเผาแล้ว 15 นาที คือ 450 องศา ผลการทดสอบค่ากรด-เบส ของถ่านกัมมันต์เปรียบเทียบกับถ่านทั่วไปจะบอกได้ถึงคุณภาพของถ่าน ซึ่งคณะผู้จัดทำได้ทำการทดสอบถ่านกัมมันต์ตามงานวิจัย โดยการใช้กระดาษลิตมัสในการทดสอบ ถ่านกัมมันต์ที่เผาอุณหภูมิ 800 - 1000 องศาเซลเซียส กระดาษลิตมัสจะเปลี่ยนสีจากสีแดงเป็นสีน้ำเงินจึงมีค่าเป็นเบส และถ่านทั่วไปกระดาษลิตมัสสีแดงจะไม่เปลี่ยนสีมีค่าเป็นกรด

ผลการวิจัยเผาถ่านกัมมันต์โดยเผาในช่วงอุณหภูมิต่าง ๆ พบว่าการเผาถ่านในแต่ละครั้งได้คุณภาพถ่านแตกต่างกันไป การเผาถ่านกัมมันต์ที่ดีคือเผาในช่วงอุณหภูมิ 700 - 900 องศาเซลเซียส การเผาในช่วงอุณหภูมินี้ จะเป็นการเผาไหม้ที่สมบูรณ์เปรียบเทียบระหว่าง เตาเผาถ่านกัมมันต์และเตาเผาถ่านแบบดั้งเดิม เนื่องจากเตาเผาถ่านกัมมันต์ได้มีการออกแบบเพื่อใช้เผาในระยะเวลา

ที่สั้นลงกว่าเตาแบบดั้งเดิม โดยการเปรียบเทียบนั้น เตาเผาถ่านกัมมันต์มีระยะเวลาในการเผา 8 - 10 ชั่วโมง อุณหภูมิ ในการเผาที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 700 - 900 องศาเซลเซียส จากการสอบถามกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตภัณฑ์สมุนไพรและถ่านแปรรูปตั้งอยู่เลขที่ 33/1 ม.2 ต.วัดไทร อ.เมือง จ.นครสวรรค์ โดยมี นาง สำอาง วัชฎาศรี เป็นประธานกลุ่มเตาเผาถ่านแบบนั้นดั้งเดิมจะใช้เวลาในการเผาอยู่ที่ 25 - 35 ชั่วโมง อุณหภูมิในการเผาในช่วง 300 - 500 องศาเซลเซียส หากนำเตาทั้ง 2 ประเภทมาเปรียบเทียบกันนั้น จะสังเกตได้ว่าเตาเผาถ่านกัมมันต์จะใช้เวลาในการเผาน้อยกว่าเตาแบบดั้งเดิม 17 - 25 ชั่วโมง ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับความชื้นของวัสดุที่นำมาเผา

การทดสอบสมบัติทางเคมีของถ่านกัมมันต์ที่ผลิตขึ้นจากการทดสอบถ่านกัมมันต์ของคณะผู้จัดทำที่เผาในช่วงอุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส พบว่า เป็นเบส ซึ่งตรงกับงานวิจัย (Wongnate, T.,and Panya, P.,: Adsorption of Some Heavy Metal Ions UsingActivated Carbons Prepared from Cassava Root) และมีค่าไอโอดีนัมเบอร์ของถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว เท่ากับ 390 มิลลิกรัมต่อกรัม ซึ่งเหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ในการดูดกลิ่นอับ ดูดความชื้น กรองน้ำ

ตารางที่ 1 เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 900-2523) ของถ่านกัมมันต์

คุณภาพ	**ต่ำ 0-100mg/g**	**พอใช้ 101-300mg/g**	**ปานกลาง 301-400mg/g**	**ดี 401-600mg/g**	**ดีมาก 600 mg/g ขึ้นไป**
การใช้งาน	ใช้ให้ความร้อนทั่วไป	ใช้ให้ความร้อน,ดูดกลิ่นอับ	ดูดกลิ่นอับ,ดูดความชื้น, กรองน้ำ	ดูดกลิ่นอับ,ดูดความชื้น, กรองน้ำ หรือใช้ในงานอุตสาหกรรม	เหมาะสมสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ

จากตารางที่ 1 ได้นำตัวอย่างถ่านส่งทดสอบจากกรมวิทยาศาสตร์บริการ ทดสอบโดยใช้สารเคมีตามกระบวนการของผู้เชี่ยวชาญ แล้วได้ค่าไอโอดีนนัมเบอร์ของถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว เท่ากับ 390 มิลลิกรัมต่อกรัม

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 หากจะนำเตาเผาถ่านกัมมันต์ไปใช้ในงานอุตสาหกรรม ควรเพิ่มขนาดให้ใหญ่กว่าเดิม

6.2 เตาเผาถ่านกัมมันต์สามารถใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิงหรือใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงก็ได้

6.3 พัดลมจะมีความเร็วทั้งหมด 3 ระดับ ควรปรับใช้ตามความเหมาะสม

6.4 การเผาถ่านกัมมันต์ในแต่ละครั้งสามารถเก็บน้ำส้มควันไม้จากปล่องควันได้ซึ่งจะนำไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ ได้ เช่น ในการกำจัดแมลง เป็นต้น

7. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ กลุ่มผู้ประกอบการถ่านแปรรูปสมุนไพร เลขที่ 33/1 ม.2 ต.วัดไทร

อ.เมือง จ.นครสวรรค์ และนักศึกษา รวมถึงชาวบ้านที่ให้ความร่วมมือความช่วยเหลือเสมอมา ให้การสนับสนุนโครงการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีจนสามารถพัฒนาประสิทธิภาพเตาเผาถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว ให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพและราคาถูกสามารถผลิตเองได้เหมาะสมกับการใช้งานเกิดประโยชน์ต่อความมั่นคงของกลุ่มอาชีพในท้องถิ่นต่อไป

8. เอกสารอ้างอิง

Ahmed Abu Ismaiel, Mohamed Kheireddine Aroua, Rozita Yusoff, (2013). Palm shell activated carbon impregnated with task-specific ionic-liquids as a novel adsorbent for the removal of mercury from contaminated water, **Chemical Engineering Journal 225 (2013)**. 306–314.

Arash Arami-Niya, Wan Mohd Ashri Wan Daud, Farouq S. Mjalli, (2011). **Comparative study of thetextural characteristics of oil palm shell activated carbon produced by chemical and physical activation for methane adsorption**, Chemical Engineering Research and Design 8 9 (2011). 657–664.

Chaiya, C. (2009). **Production of activated carbon from rubber seed shell using steam activation** Rajamangala University of Technology. (in Thai)

Chontawan, N., **Alternating Current Motor**. Bangkok :Erawan,(1998). Thesis bachelor Program in Chemistry. Faculty of Engineering. Khon Kaen University. (in Thai)

Panyawathanakit, P. (1997). **Production of Activated Carbon from Palm Oil-Shell**: Retrieved August, 7, 2015. From. Thes is Thai. 1997, https://info.rdi.ku.ac.th/forest/ภัทรา_ปัญญูวัฒนกิจ. (in Thai)

Prajuksoot, C. (2011). **The preparation of activated carbon fromroasted coffee residues**, Retrieved August,7,2015 From Thesis bachelor Chemical Engineering Khon Kaen University https://app.enit.kku.ac.th/mis/project/project_detail.php? projectID=ChE201106&start=600&proName=&proDep=&proYear=. (in Thai)

Ruchi Malik, Manisha Mukherjee, Aditya Swami, Dilip S. Ramteke and Rajkamal Sarin., (2004). Validation of Adsorption Efficiency of Activated Carbons through Surface Characterization Using Scanning Electron Microscopy Technique. **Carbon Science**. Vol. 5, No. 2 June 2004 pp. 75-80.

Sunpetch, B. (2000). **Activated Carbon from Palm Shells**. Retrieved August ,7,2015. From http://www.thaithesis.org/detail.php?id=32801. (in Thai)

Temyarasil, P. (2008). **Preparation and Cha racterization of Activated Carbon from Dendrocalamusasper Backer and Dendrocalamus Latiflorus**. Thesis Bachelor of Science Program in Chemistry kasetsart University. (in Thai)

Thakunmahachai, B. (1993). **Production of Activated Carbon from Paitera Palm Shell inPluidized Bed**. Thesis 1994 khunying long Athakravisunthon Learning Resources Center. (in Thai)

Thumchart, W. (2014). Producer Gas Production using Rice Husk a Fuel by Inverted Downdraft Stove. **Industrial Technology Lampang Rajabhat University Journal**. 1 January-June 2016, 26-39. (in Thai)

Wongnate, T.,and Panya, P.: (2011,January – June) Adsorption of Some Heavy Metal Ions UsingActivated Carbons Prepared from Cassava Root.:**The Golden Teak: Research Journal**. 17(1), 13-20. (in Thai)

Yooman, P. (2016). Development of a Cold Production Biomass Charcoal Briquette Machine to use Waste from Coffee Bean Processing. **Industrial Technology Lampang Rajabhat University Journal**. 1 January- June 2016, 34 – 48.
(in Thai)