

เตาชีวมวลผลิตเชื้อเพลิงแก๊สให้กับเตาเผาเซรามิกส์

กฤษฎางค์ ศุภระมูล¹ อุษา โพธิ์สุวรรณ¹ กฤตยชญ์ คำมิ่ง^{2*} กิตติโชติ ศุภกานีต³

Received : February 11, 2019

Revised : May 9, 2019

Accepted : August 1, 2019

บทคัดย่อ

พลังงานชีวมวลเป็นหนึ่งในพลังงานทางเลือกที่ช่วยลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลมีความน่าสนใจที่สามารถนำวัสดุที่เหลือทิ้งจากการเกษตรมาใช้เป็นเชื้อเพลิงชีวมวลได้ ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม มีเชื้อเพลิงจากชีวมวลเป็นจำนวนมากจึงเหมาะสมที่จะศึกษาการนำชีวมวลมาใช้ให้มีประสิทธิภาพต่อไป เตาผลิตก๊าซชีวมวลชนิดไหลขึ้นที่ออกแบบขึ้นนี้มีห้องเผาไหม้เป็นทรงกระบอก ก๊าซชีวมวลที่ได้จากการเผาในเตาชีวมวลได้แก่ ก๊าซไฮโดรเจน และคาร์บอนมอนนอกไซด์ ถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงในการเผาชิ้นงานในเตาเผาเซรามิกส์ โดยมีขนาดห้องเผา กว้าง 0.77 เมตร ยาว 0.8 เมตร สูง 0.78 เมตร ทำการเผาผลิตภัณฑ์เม็ดมะยมดินเผาจำนวน 100 กิโลกรัม/วัน ความจุของถังเชื้อเพลิงชีวมวลเท่ากับ 0.086 ลูกบาศก์เมตร ความจุของถังเติมเชื้อเพลิงชีวมวลทรงสี่เหลี่ยมคางหมูเท่ากับ 0.287 ลูกบาศก์เมตร จากการศึกษาการผลิตโปรตีนเคปส์แก๊สจากเตาชีวมวลแบบไหลขึ้นโดยใช้ซังข้าวโพดเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรของชุมชนเม็ดมะยมดินเผา อ.ท่ามะกา จ.กาญจนบุรี มาใช้ให้เกิดประโยชน์ การทดลองหาค่าความร้อนด้วยบอมบ์แคลอรีมิเตอร์พบว่า ซังข้าวโพดมีค่าความร้อนสูงที่สุดคือ 9,013.958 kJ/kg ดังนั้นชุมชนเม็ดมะยมดินเผา อ.ท่ามะกา จ.กาญจนบุรี ควรเลือกใช้เชื้อเพลิงชีวมวลประเภทซังข้าวโพดสำหรับเตาเผาเซรามิกส์ในชุมชนเพื่อทดแทนการใช้ก๊าซแอล พี จี การเผาผลิตภัณฑ์เม็ดมะยมดินเผา หลังการเผาเตาสามารถเก็บความร้อนได้ดีและช่วยประหยัดพลังงาน ผลิตภัณฑ์เม็ดมะยมดินเผาที่มีสีที่สม่ำเสมอ ลักษณะของสีของผลิตภัณฑ์เป็นสีส้มอมแดง ใช้เวลาในการเผา 6 ชั่วโมง เผาด้วยบรรยากาศแบบออกซิเดชัน ที่อุณหภูมิ 850 องศาเซลเซียส

คำสำคัญ : เตาเผาชีวมวล, ชีวมวล, เตาเผาเซรามิก

¹ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ อ.คลองหลวง

จ.ปทุมธานี 13180 e-mail; krissadangs@gmail.com

² คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ อ.คลองหลวง

จ.ปทุมธานี 13180 e-mail: kk.090422@gmail.com

³ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมชุมชน เลขที่ 86/6 หมู่ 5 ซอยตรีมิตร แขวงพระโขนง เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร 10110

BIOMASS GASIFIER PRODUCES PRODUCER GAS FOR CERAMICS KILN

Krissadang Sookramoon¹ Aucha Phosuwat¹ Kridtayot Comming^{2*}
Kittichote Supakumnerd³

Abstract

Biomass energy, one of the alternative energy which reduces fossil fuels is interesting, can be used to biomass fuel and dispose agricultural materials. Thailand is an agricultural country, there is a lot of biomass fuel, so it is appropriate to study the usage of biomass. Up-draft gasifier was designed in cylindrical combustion chamber. Producer gas obtained from burning in a biomass gasifier is hydrogen and carbon monoxide. It is used as fuel to burn clay products in ceramics kiln. The size of the combustion chamber is 0.77 meters wide, 0.8 meters long and 0.78 meters high, burned the clay products in the amount of 100 kilograms/day. The capacity of the biomass fuel tank is 0.086 cubic meter. From the study of the production of producers gas from the updraft gasifier using corncob, straw and bagasse as fuel, which are the agricultural waste of the community, Tha Maka district, Kanchanaburi province. To find out the heating value by using a bomb calorimeter indicated that the corn cob has the highest heating value of 9,013.958 kJ/kg. The community, Tha Maka district, Kanchanaburi province had a better choice to use corn cobs as fuel for ceramics kiln in the community to replace LPG. Burning clay products during the burning process the kiln can store heat well and save energy. The products have a uniform color. The color of the product is reddish orange. Burn with oxidation atmosphere at 850 degrees Celsius, the burning period was 6 hours.

Keywords : Biomass Gasifier, Biomass, Ceramic Kiln

¹ Faculty of industrial Technology Valaya Alongkorn Rajabhat University Under the Royal Partronage, Klongluang District, Pathumthani 13180, Thailand. E-mail; krissadangs@gmail.com.

² Faculty of Humanities and Social Sciences Valaya Alongkorn Rajabhat University Under the Royal Partronage, Klongluang District, Pathumthani 13180, Thailand. E-mail; kk.090422@gmail.com.

³ Department of Industrial Promotion Community Industrial Development Bureau, 86/6 Moo 5, Soi Trimit, Phra Khanong Subdistrict, Khlong Toei District, Bangkok 10110.

บทนำ

พลังงานชีวมวลเป็นพลังงานทางเลือกอีกชนิดหนึ่งที่ช่วยลดการใช้น้ำมันปิโตรเลียมหรือแก๊สจากแหล่งธรรมชาติ ซึ่งมีการศึกษาวิจัยกันอย่างแพร่หลาย โดยพลังงานชีวมวลเป็นพลังงานที่ได้จากสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์รวมไปถึงกากของเสียอื่น ๆ ที่เหลือใช้ เช่น เศษไม้ มูลสัตว์ และขยะชุมชน ของเสียจากการแปรรูปทางเกษตรกรรม หรือกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรม รูปแบบการใช้ชีวมวลแบ่งเป็น 3 ลักษณะ 1)ชีวมวลแบบของแข็ง (Solid Biomass) เช่น เศษไม้ เศษกระดาก รวมไปถึงเปลือกเมล็ดพืชต่าง ๆ 2)ชีวมวลของเหลว (Liquid Biomass) คือ เชื้อเพลิงเหลวที่ผลิตจากชีวมวลของแข็ง เช่น เอทานอล เมทานอล น้ำมันไบโอดีเซล และ 3)คือ ก๊าซธรรมชาติ (Biomass) เช่น เชื้อเพลิงที่มีสถานะเป็นก๊าซที่ผลิตได้จากกระบวนการที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความดัน

หัตถกรรมเครื่องปั้นดินเผาเป็นวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (Small and Medium Enterprises = SMEs) เป็นธุรกิจที่มีจำนวนมากในประเทศไทย ผู้ประกอบการส่วนมากเป็นบุคคลธรรมดา ซึ่งจะประกอบธุรกิจขายสินค้า ผลิตสินค้า หรือให้บริการหน่วยงานต่าง ๆ ในประเทศไทยมักจะใช้กำหนดลักษณะตามกฎหมายกระทรวงอุตสาหกรรมกำหนดจำนวนการจ้างงานและมูลค่าสินทรัพย์ของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม พ.ศ.2545 ที่สำคัญ SMEs สามารถสร้างรายได้ให้กับประเทศเป็นอย่างมาก อีกทั้งภาครัฐยังให้การสนับสนุนองค์ความรู้ต่าง ๆ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน การเผาชิ้นงานหัตถกรรมในปัจจุบันต้องใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากก๊าซแอลพีจี (LPG) ซึ่งมีราคาค่อนข้างแพงทำให้ผู้ประกอบการต้องหาทางเลือกด้านพลังงานเพื่อลดต้นทุนการผลิต ในขณะเดียวกันของเสียจากภาคการเกษตรมีการเหลือทิ้งในปริมาณมากพอที่จะนำไปแปรรูปเป็นพลังงานทางเลือกได้อย่างมากมาย ปัจจุบันมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาด้านพลังงานชีวมวล โดยการใช้กากของเสียจากการแปรรูปทางการเกษตรหรือเศษวัสดุที่เหลือใช้ เช่น วัสดุ ภาชนะดินเผา ศึกษาวิจัยเรื่อง ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและผลตอบแทนทางสังคมของการใช้พลังงานชีวมวลในระดับชุมชนและระดับครอบครัว เช่นเดียวกับธนาพล ต้นดีสัตยกุล และคณะ ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง พลังงานทดแทนชุมชนจากเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากทางมะพร้าว เป็นต้น แต่ยังไม่มีการใช้ก๊าซชีวมวลในรูปแบบของการผลิตหัตถกรรมเครื่องปั้นดินเผา

จากการศึกษาข้อมูลของจังหวัดกาญจนบุรีมีการปลูกพืชเศรษฐกิจ คือ ข้าวนาปี ข้าวนาปรัง อ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดฝักอ่อน ข้าวโพดหวาน หน่อไม้ฝรั่ง สับปะรด และยางพารา โดยในปี 2554 มีพื้นที่การเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจเพิ่มขึ้นจากปี 2553 อยู่ 95,507.25 ไร่ และปี 2555 มีพื้นที่การเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจเพิ่มขึ้นจากปี 2554 อยู่ 20,50.15 ไร่ พืชที่มีจำนวนไร่ต่อการเพาะปลูกมาก ได้แก่ อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวนาปี

ตารางที่ 1 แสดงพื้นที่ปลูกพืชเศรษฐกิจของจังหวัดกาญจนบุรี

พื้นที่การปลูกพืชเศรษฐกิจ (ไร่)	ปี 2553	ปี 2554	ปี 2555
ข้าวนาปี	516,855	484,425	501,993
ข้าวนาปรัง	248,451	245,286	247,828
อ้อย	749,301	821,590	816,425
มันสำปะหลัง	603,187	648,575	657,613
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	134,852	118,044	123,728
ข้าวโพดหวาน	24,788	27,481	18,429
ข้าวโพดฝักอ่อน	105,175	130,091	115,656
หน่อไม้ฝรั่ง	3,846	3,666	3,514
สับปะรด	40,438	34,145	41,339
ยางพารา	133,340	142,436	149,716
รวม	2,560,233	2,655,741	2,676,242

ที่มา : สำนักงานเกษตรจังหวัดกาญจนบุรี, 4 ตุลาคม 2556

กลุ่มชุมชนมะยม เม็ดดินเผาได้รับเกียรติคุณและประกาศนียบัตรการคัดสรรผลิตภัณฑ์ ตามโครงการคัดสรรสุดยอดหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ โดยกรมการพัฒนาชุมชน กระทรวงมหาดไทย ได้รับรองเป็นสินค้าขึ้นทะเบียน OTOP ของ จังหวัดกาญจนบุรี วุฒิบัตรผลิตภัณฑ์ตำบลดีเด่นรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม เลขที่ 20440-138/46 ตามลำดับ จากแนวคิดของประธานชุมชนที่ต้องการพลิกดินให้เป็นเงิน นับเป็นนวัตกรรมใหม่ เพื่อการดูแลต้นไม้และช่วยเก็บรักษาความชุ่มชื้นให้หน้าดิน จากคุณสมบัติของ " มะยมเม็ดดินเผา " ทำให้การดูแลต้นไม้ง่ายขึ้น สะดวกขึ้น ด้วยคุณสมบัติของการอุ้มน้ำได้ดี แลมีปุ๋ยอยู่ในเนื้อดินเผา หากไม่ได้รดน้ำหลายวันต้นไม้สามารถที่จะดูดน้ำที่ซึมอยู่ในเม็ดดินเผามาใช้ได้ วิธีใช้ก็ง่ายมาก เพียงนำเม็ดดินเผาไปแช่น้ำแล้วโรยปิดหน้าดินที่ปลูกต้นไม้อยู่ มันจะช่วยคลุมดิน ให้ดูสวยงาม ป้องกันฝนตกชะล้างหน้าดิน ช่วยอุ้มน้ำและมีปุ๋ยให้ต้นไม้ใช้ได้อีกนาน สร้างความชุ่มชื้นได้สม่ำเสมอ เพียงแค่เติมน้ำเล็กน้อย ให้เม็ดดินดูดซับน้ำเข้าไป ก็จะช่วยเหลือเลี้ยงต้นไม้ที่สำคัญ คือ เนื้อดินมีช่องระบายอากาศ ถ่ายเทความร้อนได้ดี และไม่กักเก็บความร้อน ตลอดจนสามารถย่อยสลายเป็นปุ๋ย ซึ่งช่วยรักษาสภาพแวดล้อมได้อีกด้วย

เตาเผา นับว่าเป็นหัวใจที่สำคัญของการผลิตหัตถกรรมเครื่องปั้นดินเผา จากการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการเผาเตาของกลุ่มชุมชนมะยมเม็ดดินเผา พบว่า

1. กลุ่มชุมชนมะยม เม็ดดินเผาไม่มีเตาเผาเป็นของตนเองเวลาเผาจะใช้วิธีการฝากเผารวมกับการเผาอิฐก่อสร้างซึ่งจะใช้เวลานานประมาณ 5-7 วัน กว่าจะนำชิ้นงานมาจำหน่ายได้ ซึ่งทำให้เสียโอกาสทางธุรกิจ
2. กลุ่มชุมชนไม่มีงบประมาณมากพอในการสร้างเตาเผาเพราะเตาเผาไม่ว่าจะเป็นเตาแก๊ส หรือเตาไฟฟ้าจะต้องใช้งบประมาณในการสร้างค่อนข้างสูง

3. ชี้นงานไม่มีคุณภาพ การเผาพร้อมกับอิฐก่อสร้าง จะทำให้ชี้นงานมีลักษณะของสีที่ไม่สม่ำเสมอ ความแข็งแรงของชี้นงานไม่ได้ตามมาตรฐาน



ภาพที่ 1 ลักษณะของการเผาอิฐที่ใช้ในการก่อสร้าง
ที่มา: <http://brickpatch.blogspot.com>.

คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะออกแบบและพัฒนาเตาเผาชีวมวลเพื่อใช้ในการหัตถกรรมเครื่องปั้นดินเผา โดยใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่นหรือวัตถุดิบที่เหลือจากการแปรรูปทางการเกษตร นำมาเป็นเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาชี้นงานหัตถกรรม โดยลักษณะของเตาเผาหัตถกรรม เป็นเตาเผาแบบไม่ต่อเนื่อง (Un-continuous) จะดำเนินโครงการร่วมกับกลุ่มมะยมเม็ดดินเผา ซึ่งการวิจัยนี้จะช่วยลดต้นทุนในการผลิตประหยัดเวลา ประหยัดเชื้อเพลิงในการเผา อันจะเป็นการช่วยยกระดับฐานะทางเศรษฐกิจชุมชน และความสามารถในการพึ่งพาตนเองได้อย่างยั่งยืนตามสถานการณ์ ภายใต้หลักเศรษฐกิจพอเพียงของกลุ่มชุมชน

ดังนั้น คณะผู้วิจัยจะนำผลการวิจัยและพัฒนาเตาเผาชีวมวลและถ่ายทอดกระบวนการในการเผาเตา โดยใช้ก๊าซชีวมวลสู่กลุ่มชุมชนมะยม เม็ดดินเผา จังหวัดกาญจนบุรี ตลอดจนผู้ที่มีความสนใจหรือชุมชนอื่น ๆ ที่ประกอบอาชีพการทำเครื่องปั้นดินเผาโดยการถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ชุมชนสามารถแบ่งออกได้ 2 ประการ คือ ประการแรก คือ การถ่ายทอดในกระบวนการออกแบบและพัฒนาเตาหัตถกรรมเครื่องปั้นดินเผาโดยใช้ก๊าซชีวมวล และประการที่สอง คือ การถ่ายทอดองค์ความรู้ในการเผาเตาโดยใช้ก๊าซชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาเตาหัตถกรรมเครื่องปั้นดินเผา โดยใช้พลังงานชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง
2. เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพในการใช้งานของเตาเผาที่ใช้ก๊าซชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง
3. เพื่อใช้เป็นต้นแบบในการสร้างเตาเผาที่ใช้เชื้อเพลิงชีวมวลให้กับกลุ่มชุมชนอื่น ๆ ที่มีความสนใจ

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีในการดำเนินการแบ่งออกได้ 2 ส่วน ดังนี้

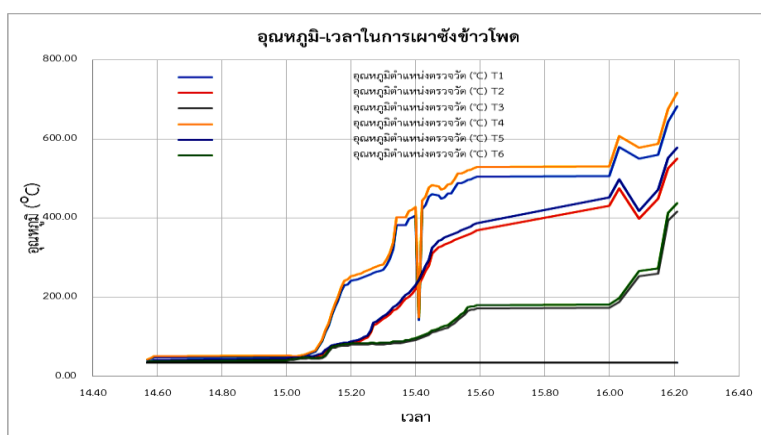
ส่วนที่ 1 การออกแบบและพัฒนาเตาเผาชีวมวลเพื่อใช้ในการเผาหัตถกรรมเครื่องปั้นดินเผา

ส่วนที่ 2 ทดสอบวิเคราะห์ และสังเคราะห์ค่าพลังงานเชื้อเพลิงที่ได้จากข้าวโพด ชานอ้อย และเปลือกข้าว

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การทดลองเตาผลิตแก๊สซิฟิเคชันโดยใช้ขี้ข้าวโพดเป็นเชื้อเพลิง

ทำการทดลองในวันที่ 21-23 กันยายน 2561 ในการทดสอบครั้งที่ควบคุมอัตราการไหลของอากาศเข้าสู่ combustion zone เท่ากับ $0.304 \text{ m}^3/\text{s}$ และใส่ขี้ข้าวโพด 4.7 kg ระยะเวลาในการทดสอบ 1 ชั่วโมง 24 นาที ก็ปิดเตาหยุดการทดสอบ การทดสอบนี้จะทำการวัดอุณหภูมิในตัวเตาในแต่ละโซนของการเผาไหม้โดยเก็บค่าอุณหภูมิในห้องเผาไหม้ (Combustion zone) อุณหภูมิอบแห้ง (Reduction zone) และอุณหภูมิไพโรไลซิส โดยใช้ เทอร์โมคัปเปิลชนิด K แสดงเป็น T_1, T_2 และ T_3 สำหรับการเก็บข้อมูลแสดงที่จอแสดงผลที่ตู้คอนโทรลของตัวเตา และ T_4, T_5 และ T_6 ใช้ใช้ เทอร์โมคัปเปิลชนิด K ในการวัดค่าและเก็บค่าลงในอุปกรณ์เก็บข้อมูลแบบดาตาล็อกเกอร์



ภาพที่ 2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเผาไหม้ขี้ข้าวโพดในระหว่างวันที่ 21-23 กันยายน 2561

จากกราฟที่ได้พบว่าอุณหภูมิสูงสุดของเตาขณะเผาไหม้มีค่าเป็น 716.1 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมง 24 นาที และอุณหภูมิที่เริ่มเกิดแก๊สคือ 260.4 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 20 นาที

การเผาผลิธิภัณฑ์เม็ดมะยมดินเผา

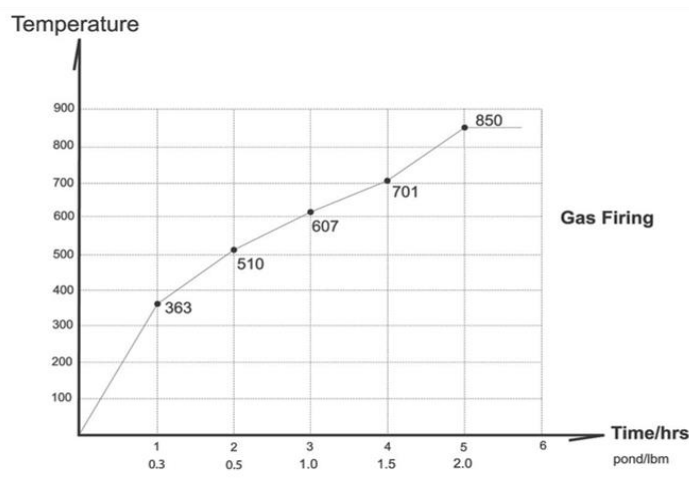
หลังการเผาเตาสามารถเก็บความร้อนได้ดีและประหยัดพลังงาน ผลิตภัณฑ์เม็ดมะยมดินเผาจะมีสีที่สม่ำเสมอ ลักษณะของสีผลิตภัณฑ์เป็นสีส้มอมแดง ใช้เวลาในการเผา 6 ชั่วโมง เผาด้วยบรรยากาศแบบออกซิเดชัน (Oxidation) ที่อุณหภูมิ 850 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 3 ลักษณะของสื่อน้ำดินชั้นบน



ภาพที่ 4 ลักษณะของสื่อน้ำดินชั้นล่าง



ภาพที่ 5 กราฟการเผาเตาหัตถกรรมเมืงมัยมดินเผา



ภาพที่ 6 การจัดเรียงชิ้นงานเข้าเตาเผา

สรุป

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบ สร้างและทดสอบเตาผลิตก๊าซชีววมวลชนิดไหลขึ้น ก๊าซชีววมวลที่ผลิตได้ประกอบด้วยก๊าซไฮโดรเจน และคาร์บอนมอนนอกไซด์เป็นแหล่งให้พลังงานความร้อนทดแทนก๊าซแอล พี จี โดยการนำก๊าซร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในการติดเตาเผาเซรามิกส์ขนาดห้องเผา 0.77 เมตร X 0.8 เมตร X 0.78 เมตร เพื่อใช้เผาผลิตภัณฑ์เม็ดมะยมดินเผา จำนวน 100 กิโลกรัม/วัน ความจุของถังเชื้อเพลิงชีววมวลเท่ากับ 0.086 ลูกบาศก์เมตร ความจุของถังเดิมเชื้อเพลิงชีววมวลทรงสี่เหลี่ยมคางหมูเท่ากับ 0.287 ลูกบาศก์เมตร ในการทดสอบเตา กำหนดให้อัตราการไหลของอากาศที่ป้อนให้กับระบบ $0.009528 \text{ m}^3/\text{s}$ จากการศึกษาการผลิตโปรตีนเคอร์แก๊สจากเตาแบบไหลขึ้นโดยใช้ขี้ขี้วัวโพด ฟาง และขานอ้อยเป็นเชื้อเพลิง พบว่าเตาชีววมวลสามารถผลิตโปรตีนเคอร์แก๊สหรือแก๊สชีววมวลได้โดยกระบวนการแก๊สซิฟิเคชัน เป็นการเผาไหม้เชื้อเพลิงด้วยการจำกัดอากาศหรือออกซิเจนให้เหมาะสมให้กลายเป็นแก๊สที่สามารถติดไฟได้ซึ่งแก๊สเชื้อเพลิงที่ผลิตได้นี้เรียกว่า โปรตีนเคอร์แก๊ส เตาแก๊สซิไฟเออร์ที่สร้างขึ้นมีลักษณะห้องเผาไหม้เป็นทรงกระบอก เดิมอากาศเข้าห้องเผาไหม้ด้วยพัดลมจากด้านล่าง จุดติดเชื้อเพลิงจากด้านบนตามลักษณะกระบวนการเผาไหม้แบบไหลขึ้นใช้ชีววมวลเป็นเชื้อเพลิงซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรของชุมชนเม็ดมะยมดินเผา อ.ท่ามะกา จ.กาญจนบุรี มาใช้ให้เกิดประโยชน์ ผลการทดลองเผาขี้ขี้วัวโพด วันที่ 21-23 กันยายน 2561 พบว่าที่อัตราการไหลของอากาศ $0.009528 \text{ m}^3/\text{s}$ อุณหภูมิสูงสุดของเตาขณะเผาไหม้มีค่าเป็น 716.1 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมง 24 นาที และอุณหภูมิที่เริ่มเกิดแก๊สคือ 260.4 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 20 นาที ปรับอัตราการไหลของอากาศเข้าเตา 100 % เนื่องจากเป็นอัตราการไหลของอากาศสูงสุดทำให้มีปริมาณออกซิเจนที่ช่วยในการเผาไหม้เชื้อเพลิงได้เร็วที่สุด สำหรับการเผาฟางผลการทดลองเมื่อวันที่ 28-30 กันยายน 2561 พบว่าที่อัตราการไหลของอากาศ $0.009528 \text{ m}^3/\text{s}$ พบว่าอุณหภูมิสูงสุดของเตาขณะเผาไหม้มีค่าเป็น 528.15 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 53 นาที และ อุณหภูมิที่เริ่มเกิดแก๊สคือ 159.6 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 26 นาที การเผาขานอ้อย ผลการทดลองเมื่อวันที่ 5-7 ตุลาคม 2561 พบว่าอุณหภูมิสูงสุดของเตาขณะเผาไหม้มีค่าเป็น 520.8

องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 65 นาที และ อุณหภูมิที่เริ่มเกิดแก๊สคือ 199.5 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 19 นาทีขณะทดลองมีการสูญเสียของก๊าซความร้อนที่ผลิตได้สูงมาก สังเกตได้จากมีไฟติดตลอดเวลาบริเวณช่องใส่เชื้อเพลิงด้านบน การใช้ก๊าซแอล พี จี เป็นเชื้อเพลิงจะให้ค่าความร้อนสูงกว่าการใช้ซังข้าวโพด ฟางและขานอ้อยเป็นเชื้อเพลิง การเผาซังข้าวโพดก่อให้เกิดควันน้อยกว่าการใช้ฟางและขานอ้อยเป็นเชื้อเพลิง ซังข้าวโพดให้ความร้อนสูงกว่าฟางและขานอ้อยแต่ก่อให้เกิดน้ำมันดินปริมาณมากกว่า ซังข้าวโพดและฟางสามารถนำมาใช้เดินเตาเซรามิกส์ที่สร้างขึ้นได้แต่ควรเพิ่มอุปกรณ์กรองแก๊สเพื่อความสะดวกของหัวเบอร์เนออร์ที่ใช้เผาเม็ดมะยมดินเผา สำหรับขานอ้อยให้ค่าความร้อนค่อนข้างต่ำและในการนำมาใช้ต้องสับเพื่อลดขนาดจึงยังไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเตาเผาชีวมวลนี้

การทดลองหาค่าความร้อนด้วยบอมบ์แคลอรีมิเตอร์พบว่า ซังข้าวโพดมีค่าความร้อนสูงที่สุดคือ 9,013.958 kJ/kg รองลงมาคือ ฟางมีค่าความร้อน 8,003.433 kJ/kg และ ขานอ้อยมีค่าความร้อนต่ำที่สุดคือ 6,673.630 kJ/kg ดังนั้นชุมชนเม็ดมะยมดินเผา อ.ท่ามะกา จ.กาญจนบุรี ควรเลือกใช้ชีวมวลประเภท ซังข้าวโพด และฟางสำหรับเตาเผาเซรามิกส์ในชุมชนเพื่อทดแทนการใช้ก๊าซแอล พี จี

การเผาผลิตถ่านที่เม็ดมะยมดินเผา หลังการเผาเตาสามารถเก็บความร้อนได้ดีและประหยัดพลังงาน ผลิตภัณฑ์เม็ดมะยมดินเผาจะมีสีที่สม่ำเสมอ ลักษณะของสีผลิตภัณฑ์เป็นสีส้มอมแดง ใช้เวลาในการเผา 6 ชั่วโมงเผาด้วยบรรยากาศแบบออกซิเดชัน (Oxidation) ที่อุณหภูมิ 850 องศาเซลเซียส

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการปรับปรุงขนาดของห้องเผาไหม้ให้ใหญ่ขึ้นเพื่อเผาไหม้เชื้อเพลิงได้มากจะได้ก๊าซเพิ่มขึ้น
2. ควรมีการวัดอุณหภูมิภายในเตาผลิตก๊าซชีวมวลให้ครบทั้ง 4 โซนการเผาไหม้เพื่อให้ทราบถึงอุณหภูมิในตำแหน่งของ ทุก ๆ Gasification Zone
3. ควรเพิ่มอุปกรณ์การเติมเชื้อเพลิงชีวมวลแบบอัตโนมัติแทนการใช้การป้อนด้วยแรงงานคน
4. ควรเพิ่มอุปกรณ์กรองแก๊สเพื่อให้ได้แก๊สที่มีคุณภาพดีขึ้น
5. ควรเลือกใช้ชนิดของเชื้อเพลิงชีวมวลที่เหมาะสมกับชุมชน ชุมชนใดมีเชื้อเพลิงชนิดใดมากเป็นพิเศษ ควรนำชีวมวลนั้นมาใช้ อาจประชาสัมพันธ์ออกไปยังชุมชนอื่น ๆ
6. ควรศึกษาเชื้อเพลิงชนิดใหม่ ๆ เลือกใช้แหล่งพลังงานทางเลือกให้หลากหลาย นำไปประยุกต์ใช้ต่อยอดเช่น การนำไปสร้างกระแสไฟฟ้าใช้ในครัวเรือน และชุมชนต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ทางคณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ทนอดหนุนการวิจัยจาก วช. งบประมาณปี 2561 สัญญาเลขที่ วช 004/2561

เอกสารอ้างอิง

- วิรัตน์ เจริญบุญ. (2560). เตาชีวมวลกลบพลังงานเพื่อเกษตรกรไทย, ว.วิทย. มช. 45(1) (2560) หน้า163-174.
- วรารณณ์ ทุมชาติ. (2557). การผลิตโปรตีนเคอร์แก๊สจากเตาแบบ Inverted Downdraft โดยใช้กลบเป็นเชื้อเพลิง, วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ปีที่ 7 ฉบับที่ 1 มกราคม 2557 – มิถุนายน 2557 หน้า 26-39.

- วีระชัย ออาจหาญ, นิวัฒน์ คงกระพี้, กฤษกร รับสมบัติ, ปภัส ชนะโรค และทิพย์สุภินทร์ หินชุย. (2550). การศึกษาต้นแบบโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กสำหรับชุมชน, รายงานการประชุมวิชาการเรื่อง **โรงไฟฟ้าต้นแบบชีวมวลขนาดเล็กสำหรับชุมชนครบวงจร**, สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี: วันที่ 19-20 กรกฎาคม 2550 ณ. โรงแรมราชพฤกษ์แกรนด์ โฮเทล จังหวัดนครราชสีมา. หน้า 103 - 163.
- สมมาส แก้วล้วน, ดำรงค์ศักดิ์ จันทสิทธิ์, สุรชัย จันทสิทธิ์ และ เวคิน ปิยรัตน์. (2556). การทดสอบสมรรถนะเตาชีวมวลขนาด 20 kW. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – มิถุนายน พ.ศ.2556. หน้า 24-33.
- เยาว์ธีร อัจฉกุล. (2555, เมษายน. 19). เทคโนโลยีพลังงานจากชีวมวลแบบ Three Stage Gasifier, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา http://www.dede.go.th/dede/images/stories/KM_boer/three_stage.pdf.
- EnggCyclopedia. (2018). **Updraft Gasifier**. [Online], Available: <http://www.enggcyclopedia.com/2012/01/types-gasifier/>. (2018, 4 July).
- POTCLAYSTUDIO. (2018). **POTCLAYS THOR NGK240 GAS KILN. CAPACITY 23.8CF**. [Online], Available: <https://www.potclays.co.uk/studio/products/5390/potclays-thor-ngk240-gas-kiln-capacity-238cf> 30 มิ.ย.61.
- Sanook. (2552). **มะยม เม็ดดินเผา**. [ออนไลน์], เข้าถึงได้จาก: <https://www.sanook.com/travel/575921/>. (2561, 7 กรกฎาคม). <http://www.mayom.net> 30 มิ.ย. 61.