การพัฒนาและส่งเสริมการใช้ประโยชน์พลังงานชีวมวล ตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียง

Promotion and Development of Self–Sufficient Economy Biomass Energy Utilization

นฤมล ภานุนำภา (NARUMOL PANUNUMPA[1])

สิริลักษณ์ ตาตะยานนท์ (SIRILUK TATAYANON[2])

จิระพงษ์ คูหากาญจน์ (CHIRAPONG KUHAKANCHANA[3])

ลักษมี สุทธิวิไลรัตน์ (LUKSAMEE SUTTHIWILAIRAT[4])

ทินกร พิริยโยธา (TINNAKORN PIRIYAYOTHA[5])

บทคัดย่อ

การพัฒนาและส่งเสริมการใช้ประโยชน์พลังงานชีวมวล ตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียง เป็นชุดโครงการวิจัยที่ประกอบด้วยโครงการวิจัย 5 โครงการ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทดลองการผลิตและการใช้ชีวมวลในรูปแบบถ่าน เชื้อเพลิงอัดแท่งและถ่านกัมมันต์ ให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด การจัดการแปลงไม้โตเร็วเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงาน ได้แก่ การเผาถ่านให้ได้ผลผลิตถ่านและน้ำส้มควันไม้ที่มีคุณภาพ รวมถึงการออกแบบเครื่องมืออัดแท่งสำหรับเชื้อเพลิงจากเศษวัสดุชีวมวล ผลงานวิจัยทั้ง 5 โครงการนี้จะเป็นประโยชน์แก่ประชาชนผู้ใช้เชื้อเพลิงจากไม้และวัสดุการเกษตร ช่วยลดการใช้ไม้และชะลอการตัดไม้ทำลายป่า การดำเนินงานวิจัยเริ่มจากปี พ.ศ. 2551 ถึง พ.ศ. 2554 ใช้ห้องปฏิบัติการงานพัฒนาพลังงานจากไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรุงเทพฯ ศูนย์วิจัยพลังงานจากไม้ จังหวัดสระบุรี ศูนย์ส่งเสริมพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์ไม้ขนาดเล็กและของป่า จังหวัดขอนแก่น และแปลงไม้ยูคาลิปตัส จังหวัดอุบลราชธานี เป็นสถานที่ปฏิบัติการ ผลการดำเนินงานสรุปในแต่ละโครงการได้ดังนี้

1) โครงการการจัดการแปลงไม้โตเร็วเพื่อการพลังงานอย่างยั่งยืน ได้ข้อมูลการเจริญเติบโตของไม้ยูคาลิปตัสที่ปลูกปี พ.ศ. 2548 จำนวน 64 ต้น มีความสูงเฉลี่ย 5.98 เมตร ความโตระดับเพียงอก 24.8 เซนติเมตร น้ำหนักสด 21.58 กิโลกรัม/ต้น ผลิตถ่านได้ 230 กิโลกรัม/เตา ผลผลิตถ่านเฉลี่ย 31% เก็บน้ำส้มควันไม้ดิบเฉลี่ย 47 ลิตร/เตา

2) โครงการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเศษวัสดุชีวมวล ทดลองนำเปลือกกล้วยน้ำหว้ามาเผาเป็นถ่านด้วยเตาถังเดี่ยว และอัดเป็นแท่งถ่านโดยใช้กาวแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน ได้ถ่านอัดแท่งจากเปลือกกล้วยที่มีค่างาน 1.85 ประสิทธิภาพการใช้งาน 24.76% อัตราการเผาไหม้ 6.64 กรัม/นาที มีค่าพลังงานความร้อนเฉลี่ย 5,718 แคลอรีต่อกรัม

[1-5] นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ

3) โครงการศึกษาคุณสมบัติถ่านและน้ำส้มควันไม้จากสะเดา ยูคาลิปตัส ทะลายจาก และไผ่สีสุก จากเตาเผาถ่าน 3 ชนิด พบว่า เตาถังนอนให้ค่าเปอร์เซ็นต์ผลผลิตถ่านของไม้สะเดาสูงที่สุด รองลงมาคือ ยูคาลิปตัส ไผ่สีสุก และทะลายจากตามลำดับ เตาอิฐก่อกรมป่าไม้ให้ค่าเปอร์เซ็นต์ผลผลิตถ่านของไม้ยูคาลิปตัสสูงที่สุด รองลงมา คือสะเดา ไผ่สีสุก และทะลายจากตามลำดับ และเตาอิวาเตะให้ค่าเปอร์เซ็นต์ผลผลิตถ่านของไม้ไผ่สีสุกสูงที่สุด รองลงมาคือ ทะลายจาก สะเดา และยูคาลิปตัสตามลำดับ น้ำส้มควันไม้จากเตาถังนอน เตาอิฐก่อกรมป่าไม้และเตาอิวาเตะเฉลี่ยมีค่า 2.18, 42.25 และ 42.75 ลิตร ตามลำดับ ค่าความร้อนเฉลี่ยของถ่านไม้สะเดา ยูคาลิปตัส ทะลายจาก และไผ่สีสุก มีค่า 7,676 7,603 5,369 และ 6,407 แคลอรีต่อกรัม ตามลำดับ

4) โครงการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านกัมมันต์อย่างง่ายจากชีวมวล พบว่า ความเข้มข้นของน้ำเกลือที่เหมาะสมในการเตรียมถ่านกัมมันต์อย่างง่ายจากะลามะพร้าว คือ ระดับความเข้มข้น 20% กระตุ้นที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส ส่วนการเตรียมถ่านกัมมันต์อย่างง่ายจากซังข้าวโพดใช้ระดับความเข้มข้นน้ำเกลือ 0% คือ ไม่ใส่น้ำเกลือแต่นำถ่านไปกระตุ้นต่อที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จะทำให้ถ่านกัมมันต์มีค่าไอโอดีนสูงสุดเท่ากับ 367 และ 374 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ เมื่อนำถ่านกัมมันต์ทั้ง 2 ชนิดไปทดสอบกับน้ำทิ้งจากร้านอาหารในกรุงเทพฯ และน้ำทิ้งจากนิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน จังหวัดอยุธยา พบว่าทำให้น้ำทิ้งใสขึ้นและมีกลิ่นเหม็นลดลง

5) โครงการออกแบบเครื่องมืออัดแท่งสำหรับเชื้อเพลิงจากเศษวัสดุชีวมวล ผลการศึกษาพบว่าเครื่องมืออัดแท่งแบบเกลียวสกรูเป็นเครื่องมือที่มีความเหมาะสมกับการใช้งานอัดแท่งถ่านป่นมากที่สุด โดยสามารถออกแบบเครื่องอัดให้มีลักษณะการใช้งานได้ 3 แบบ ภายในเครื่องเดียว คือ เครื่องอัดแท่งแบบสกรูโดยใช้แรงคนแบบมือหมุน แบบจักรยานปั่น และเครื่องอัดแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า โดยสามารถผลิตถ่านอัดแท่งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร ยาว 1 เมตรในเวลา 2 นาที เมื่อนำเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงที่ได้มาทดลองอัดด้วยอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบต่างๆ สามารถผลิตแท่งเชื้อเพลิงได้ทั้งสามแบบ ส่วนผสมที่นำมาผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งที่เหมาะสม คือ ผงถ่านป่น: แป้งมัน เท่ากับ 10:1 ผสมน้ำ 700 ซี.ซี. และเมื่อนำเชื้อเพลิงอัดแท่งมาทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานต้มน้ำกับเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง พบว่า เชื้อเพลิงอัดแท่ง ต้มน้ำให้มีอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ในเวลา 35 นาที

คำหลัก: ไม้ยูคาลิปตัส ทะลายจาก ไผ่สีสุก สะเดา น้ำส้มควันไม้ เชื้อเพลิงอัดแท่ง เปลือกกล้วย ถ่านกัมมันต์ ค่าไอโอดีน เครื่องอัดแท่ง เศษวัสดุชีวมวล

Abstract

Promotion and Development of Self-sufficient Economy Biomass Energy Utilization is mainly composes of 5 projects. The objectives are to study and to experiment on the production and utilization of biomass in form of charcoal, briquette and activated carbon. Fast growing tree management for sustainable energy usage and design of briquetting machine for biomass residues fuel are also included in

this project. People who use wood fuel and agri–residues could gain benefits from the results of the project. Moreover, the project can help reduce fuel wood usage and illegal forest cutting. The project was lunched and continued during the period 2008–2011 at laboratory of wood energy development section in Bangkok, wood energy research center in Saraburi province, the extension and development utilization of small timber and non–wood forest product center in Khon Khan province, and the Eucalyptus plantation in Ubonratchathani province. The results of 5 projects are found as follow:

1. Fast Growing Trees Management for Sustainable Energy Usage: The result was demonstrated that Eucalyptus 64 trees have the average height of 5.98 meter, the average girth at 1.30 m, and the average fresh weight of 21.58 kilogram per tree. The output of charcoal production was 230 kilogram per kiln and can get raw wood vinegar 47 liter/kiln. The percentage of charcoal production was 31.

2. Fuel briquetting from biomass residue: A study on energy potential of banana peel was conducted by making charcoal, fuel briquetting and charcoal briquetting: The result was shown that charcoal briquette made with fine charcoal and 10 percent tapioca starch glue was the finest over all results, providing a work done value of 1.85, a heat utilization efficiency of 24.76 percent, a burning rate value of 6.64 g/min and an average calorific value of 5,718.25 cal/g.

3. A Study on the properties of charcoal and vinegar from *Azadirachta indica*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Nypa fruticans*, and *Bambusa blumeana* using three different types of kilns: The result was found that horizontal drum kiln has high percentage of charcoal production in *Azadirachta indica*, Brick beehive kiln has high personage of charcoal production in *Eucalyptus camaldulensis* and Japanese kiln (Iwate kiln) has high percentage of charcoal production in *Bambusa blumeana*. Average Wood vinegar from horizontal drum kiln, Brick beehive kiln and Japanese kiln (Iwate kiln) were 2.18, 42.25 and 42.75 liters and Average heating value from *Azadirachta indica*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Nypa fruticans*, and *Bambusa blumeana* were 7,676.5 , 7,603 , 5,369 and 6,407 cal/g.

4. Feasibility Study on the Simple Production of Activated Carbon from Biomass: The process started with making charcoal with single drum kiln and then taking the charcoal to activated carbon by activated with salt solution at 4 concentration levels (0, 20 40 and 60% by mass/weight at 500–800 ˚C) for 1 hour and take activated carbon to test with waste water from household and industry.

The result was showed that activated carbon from coconut shell with 20% salt solution at 500˚C had the highest average iodine value of 367 mg/g and activated carbon from corncob with 0% salt solution at 800˚C had the highest average iodine value of 374 mg/g. The utilization of activated carbon from coconut shell and corncob with waste water showed that use activated carbon amount 1–5 g with 20 ml of waste water for 24 hours make waste water to bright (no color) water and had little smell or no smell.

5. The Design of Briquetting Machine for Biomass Residues Fuel: The result was indicated that screw machine was suitable for fine charcoal briquette. This machine can be used as 3 in 1 for example using screw, hand machine using bicycle, and electrical machine by motor. The machine can produce charcoal briquette with diameter 7 cm. and 1 meter length in 2 minutes. Charcoal briquettes made from this machine with the proportion mixture of fine charcoal, tapioca starch, and water ; 1000 gm: 100 gm: 700 ml, respectively using with boiling standard test can make water boil within 35 minutes.

Key words : *Eucalyptus camaldulensis*, *Nypha fruticans, Bambusa blumeana, Azadirachta indica,* Wood vinegar, Fuel briquette, Banana peel, Activated carbon, Iodine value, Briquetting machine, Biomass residues

คำนำ

ผลจากการพัฒนาประเทศไทยภายใต้แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติมาตั้งแต่ฉบับที่หนึ่งปี พ.ศ. 2504 จนถึงปัจจุบันเริ่มใช้แผนพัฒนาฯฉบับที่ 11 ประเทศไทยได้พัฒนาจากที่เคยอยู่ในกลุ่มประเทศด้อยพัฒนามาเป็นประเทศกำลังพัฒนา ประชาชนมีคุณภาพชีวิตและรายได้ดีขึ้น มีอายุยืนยาวขึ้นมีการศึกษาโดยเฉลี่ยสูงขึ้น โดยเฉพาะการพัฒนาภายใต้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและการส่งเสริมนโยบายด้านพลังงานทดแทนตั้งแต่แผนพิจารณาฯ ฉบับที่ 8 มาจนถึงฉบับที่ 10 ได้สร้างภูมิคุ้มกันให้เกิดขึ้นในสังคมหลายด้านจนทำให้ประเทศสามารถรอดพ้นจากวิกฤติการณ์ทางเศรษฐกิจและสังคมได้มาจนถึงปัจจุบัน

โครงการวิจัยการพัฒนาและส่งเสริมการใช้ประโยชน์พลังงานชีวมวลตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียงได้น้อมนำปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงตามแนวพระราชดำริมาปรับใช้ในกลยุทธ์ของการวิจัย แม้งบประมาณที่ได้รับจะไม่มาก แต่โครงการวิจัยก็สามารถดำเนินการให้สำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายของโครงการได้ภายในเวลา 4 ปี โดยใช้แนวทางจากยุทธศาสตร์การพัฒนาพลังงานทดแทนที่กำหนดเป้าหมายให้เพิ่มสัดส่วนพลังงานทดแทน

พลังงานชีวมวล (Biomass energy) เป็นพลังงานทดแทนชนิดหนึ่งที่เกิดจากสสารที่พืชและสัตว์สร้างขึ้น มีพื้นฐานจากการสังเคราะห์แสง เป็นการเก็บรวบรวมพลังงานจากดวงอาทิตย์เอาไว้ในพืช และเป็นพลังงานที่สามารถใช้ได้อย่างไม่มีวันหมด โครงการวิจัยชุดการพัฒนาและส่งเสริมการใช้ประโยชน์พลังงาน

ชีวมวลตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียง จึงกำหนดให้มีการศึกษาวิจัยงานในมิติต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานในชีวิตประจำวันโดยมีกรอบแนวความคิดด้านการพึ่งตนเองตามแนวพระราชดำริเศรษฐกิจพอเพียง มุ่งเน้นการพึ่งตนเอง การดำเนินการได้ด้วยตนเอง โดยมีหน่วยงานราชการคอยให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด มีแนวคิดด้านการบริหารจัดการแปลงไม้โตเร็วระบบหมุนเวียนระยะสั้น ที่มีชนิดไม้และระยะปลูกไม้ สัมพันธ์กับปริมาณไม้โตเร็วที่ชุมชนต้องการใช้ในแต่ละปี การออกแบบเครื่องมืออัดเชื้อเพลิงแท่งอย่างง่าย การผลิตถ่านอัดแท่งและถ่านกัมมันต์จากเศษวัสดุชีวมวลเพื่อทดแทนการใช้ไม้ฟืนโดยตรงและเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไม้เพื่อพลังงาน

วิธีการศึกษา

1. โครงการการจัดการแปลงไม้โตเร็วเพื่อการพลังงานอย่างยั่งยืน

ทำการวัดขนาดความโตของไม้ยูคาลิปตัส และทดลองเผาถ่านและเก็บน้ำส้มควันไม้ด้วยเตาอิฐก่อกรมป่าไม้ ขนาด 2.0 ลูกบาศก์เมตร และทดลองแจกถ่านที่ผลิตได้ให้แก่เกษตรกรในจังหวัดอุบลราชธานี ทดลองใช้กับเตาประสิทธิภาพสูงกรมป่าไม้ ปม.1 จำนวน 100 ราย เพื่อประเมินความพึงพอใจ

2. โครงการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเศษวัสดุชีวมวล

ทดลองผลิตถ่านจากเปลือกกล้วยน้ำหว้าแล้วนำมาบดอัดเป็นถ่านอัดแท่งด้วยสูตรประสานต่างกัน และทดลองผลิตฟืนอัดแท่งจากเปลือกกล้วยสด จากนั้นนำตัวอย่างทดลองมาหาค่าความร้อนและทดสอบการต้มน้ำเพื่อหาค่าประสิทธิภาพการใช้งานด้วยเตาประสิทธิภาพสูงกรมป่าไม้ ปม.1

3. โครงการศึกษาคุณสมบัติถ่านและน้ำส้มควันไม้จากสะเดา ยูคาลิปตัส ทะลาจาก และไผ่สีสุก จากเตาเผาถ่าน 3 ชนิด

ทำการเผาไม้ทดลอง 4 ชนิดด้วยเตาถังเดี่ยวแบบนอน ขนาดความจุ 0.2 ลูกบาศก์เมตร เตาอิฐก่อกรมป่าไม้ และเตาอิวาเตะ ขนาด 2.0 ลูกบาศก์เมตร เพื่อหาผลผลิตและคุณภาพของถ่านรวมถึงปริมาณน้ำส้มควันไม้จากทั้ง 3 เตา

4. โครงการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านกัมมันต์อย่างง่ายจากชีวมวล

เผาถ่านกะลามะพร้าวและซังข้าวโพดด้วยเตาถังน้ำมัน 200 ลิตร แล้วนำมาสับให้ได้ขนาด 0.5 × 0.5 เซนติเมตร นำน้ำเกลือความเข้มข้นระดับต่างๆ ใส่ลงกระป๋องที่บรรจุถ่านแต่ละชนิด ปิดฝาแล้วนำไปเผากระตุ้นอีกครั้งด้วยเตาถังน้ำมัน 200 ลิตร และเตาอิฐก่อขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร โดยกะลามะพร้าวเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส และซังข้าวโพดเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส จากนั้นนำตัวอย่างถ่านที่เผาแล้วไปล้างด้วยน้ำร้อนหลายๆครั้งจนน้ำมีค่า pH คงที่ นำไปผึ่งให้แห้ง แล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าไอโอดีน รวมถึงการนำถ่านกัมมันต์ที่ได้มาศึกษาการใช้ประโยชน์กับน้ำทิ้งจากชุมชนหรือโรงงานอุตสาหกรรม

5. โครงการออกแบบเครื่องมืออัดแท่ง สำหรับเชื้อเพลิงจากเศษวัสดุชีวมวล

ออกแบบเครื่องมืออัดแท่งต้นแบบไม่ซับซ้อน ขนาดกะทัดรัด เคลื่อนย้ายสะดวก ซ่อมแซมบำรุงรักษาง่ายและปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน นำมาทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องและการอัดกับเชื้อเพลิง 2 สูตร คือ ผงถ่านกับมันสำปะหลัง ด้วยอัตราส่วนโดยน้ำหนัก ผงถ่าน 1 กิโลกรัม ต่อ แป้งมัน 100 กรัม และ ผงถ่าน 1 กิโลกรัม ต่อ แป้งมัน 200 กรัม ตามลำดับ แล้วนำเชื้อเพลิงที่อัดแท่งที่ได้มาทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานกับเตาประสิทธิภาพสูงกรมป่าไม้ ปม.1

ผลและวิจารณ์ผล

1. โครงการการจัดการแปลงไม้โตเร็วเพื่อการพลังงานอย่างยั่งยืน

ผลการศึกษาการจัดการแปลงไม้โตเร็วเพื่อการพลังงานอย่างยางยืน ดำเนินการในท้องที่จังหวัดอุบลราชธานีเป็นดังนี้

1.1 ไม้ยูคาลิปตัสมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด เท่ากับ 21.58 กิโลกรัมต่อต้น

1.2 ประมาณผลผลิตเนื้อไม้ยูคาลิปตัส คิดเป็น 8,632 กิโลกรัม/ไร่ (ที่ระยะปลูก 2×2 เมตร หรือ 400 ต้น/ไร่)

1.3 ที่เปอร์เซ็นต์ผลผลิตถ่านเฉลี่ย 31.01 เปอร์เซ็นต์ จะสามารถแปรรูปไม้ยูคาลิปตัสเป็นถ่านได้ 1,224.9 กิโลกรัม/ไร่ คิดเป็นมูลค่า 6,124.50 บาท/ไร่/4 ปี (ถ่านไม้ราคา 5 บาท/กิโลกรัม และรอบตัดฟันไม้ 4 ปี)

1.3 น้ำส้มควันไม้ยูคาลิปตัสเฉลี่ย คิดเป็น 47 ลิตร/เตา หรือคิดเป็นมูลค่า 2,350 บาท (น้ำส้มควันไม้ลิตรละ 50 บาท)

1.4 ประมาณการพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัส จำนวน 10 ไร่ จะสามารถผลิตเป็นถ่านได้ 12,249 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่าถ่านไม้ 61,250 บาท/10 ไร่/4 ปี

1.5 เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง มีความประหยัดอยู่ในเกณฑ์ดีมาก แต่การหาซื้อค่อนข้างหาซื้อยาก และราคาค่อนข้างสูง ร้านค้าไม่นิยมนำมาจำหน่าย

ภาพที่ 1 แปลงไม้ยูคาลิปตัส เตาอิฐก่อกรมป่าไม้ และผลผลิตถ่านไม้ยูคาลิปตัส

ข้อเสนอแนะ

1. ควรบริหารจัดการแปลงไม้โตเร็วโดยใช้ระบบรอบหมุนเวียน เช่น ยูคาลิปตัสมีรอบตัดฟันไม้ไม้ 4 ปี ควรมีพื้นที่ 4 แปลง สำหรับ ตัดฟันมาใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

2. ส่งเสริมเกษตรกรรวมกลุ่มในรูปสหกรณ์หรือกลุ่มเพื่อร่วมกันผลิตไม้โตเร็ว สำหรับเป็นวัตถุดิบผลิตถ่าน และน้ำส้มควันไม้ อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

3. พัฒนารูปแบบเตาเผาถ่านให้สามารถผลิตถ่านให้ได้ผลผลิตถ่านสูงขึ้น และพัฒนาทำเตาเผาถ่านแบบถอดประกอบได้ (knockdown) เพื่อความสะดวกในการใช้งาน

4. พัฒนารูปแบบเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงให้เกษตรกรสามารถผลิตใช้เองได้ในชุมชน เช่น การจัดทำแม่พิมพ์เตา การอบรมวิธีการทำเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงอย่างง่ายเพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาอาชีพต่อไป

2. โครงการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเศษวัสดุชีวมวล ผลการศึกษาเป็นดังนี้

2.1 เปลือกกล้วยสามารถนำมาเผาให้เป็นถ่านได้ โดยมีผลผลิตถ่านเฉลี่ย 17.13 เปอร์เซ็นต์ และมีพลังงานความร้อนเฉลี่ย 6,771.16 แคลอรีต่อกรัม ซึ่งมากกว่าพลังงานความร้อนเฉลี่ยของเปลือกกล้วยที่ยังไม่ได้เผาเป็นถ่านโดยมีพลังงานความร้อนเฉลี่ยเท่ากับ 4,426.89 แคลอรีต่อกรัม แต่ถ่านเปลือกกล้วยก็ยังอยู่ในรูปแบบที่ไม่เหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน

2.2 การนำเปลือกกล้วยมาทำเป็นฟืนอัดแท่ง ส่วนผสมที่มีอัตราส่วนระหว่างเปลือกกล้วยสับ 2,000 กรัมกับแป้งมันสำปะหลัง 50 กรัม ไม่สามารถอัดออกมาเป็นแท่งได้ สำหรับส่วนผสมที่มีอัตราส่วนระหว่างเปลือกกล้วยสับกับแป้งมันสำปะหลัง 100, 200 และ 300 กรัม สามารถอัดเป็นแท่งฟืนได้ แต่แท่งฟืนที่ได้มีความหนาแน่นน้อย เมื่อปล่อยทิ้งให้แห้งแท่งฟืนจะหลุดออกจากกัน ไม่สามารถนำไปใช้งานได้จึงเป็นส่วนผสมที่ยังไม่เหมาะต่อการผลิตฟืนอัดแท่งจากเปลือกกล้วย

ภาพที่ 2 เปลือกกล้วยน้ำหว้า เตาถังเดี่ยวสำหรับเผาเปลือกกล้วย และถ่านอัดแท่งจากเปลือกกล้วย

2.3 การนำถ่านเปลือกกล้วยมาทำเป็นถ่านอัดแท่ง เมื่อใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน ทุกส่วนผสมสามารถอัดเป็นแท่งถ่านได้ แต่ถ่านอัดแท่งที่ได้มีความหนาแน่นน้อย และเมื่อปล่อยทิ้งให้แห้ง แท่งเชื้อเพลิงจะหลุดออกจากกัน แต่เมื่อใช้กาวแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน สามารถอัดเป็นแท่งถ่านได้ดีกว่าและมีความแน่นมากกว่า ส่วนผสมที่มีอัตราส่วนระหว่างถ่านเปลือกกล้วยบด 2,000 กรัม กับกาวแป้งมันสำปะหลัง 3 เปอร์เซ็นต์ จะให้ความยาวของแท่งถ่านมากที่สุดและมีอัตราการผลิตสูงที่สุด แต่ยังไม่สามารถนำไปใช้งานได้เนื่องจากเมื่อนำแท่งถ่านไปผึ่งให้แห้ง แท่งถ่านจะหลุดออกจากกัน ส่วนผสมที่น่าจะเหมาะสมที่สุดสำหรับการทดลองนี้คือ ส่วนผสมที่มีอัตราส่วนระหว่างถ่านเปลือกกล้วยบด 2,000 กรัม กับกาวแป้งมันสำปะหลัง 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่างานที่ได้สูงที่สุดเท่ากับ 1.85 ประสิทธิภาพการใช้งานสูงที่สุดเท่ากับ 24.76 เปอร์เซ็นต์ อัตราการเผาไหม้ต่ำที่สุดเท่ากับ 6.64 กรัมต่อนาที และแม้จะมีค่าพลังงานความร้อนเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 5,718.25 แคลอรีต่อกรัม แต่ก็ถือได้ว่ามีคุณสมบัติดีกว่าถ่านอัดแท่งจากส่วนผสมอัตราส่วนอื่น ๆ

3. โครงการศึกษาคุณสมบัติถ่านและน้ำส้มควันไม้จากสะเดา ยูคาลิปตัส ทะลาจาก และไผ่สีสุก จากเตาเผาถ่าน 3 ชนิด

ผลการศึกษาคุณสมบัติถ่านและน้ำส้มควันไม้จากสะเดา ยูคาลิปตัส ทะลายจาก และไผ่สีสุก จากเตาเผาถ่าน 3 ชนิด เป็นดังนี้

3.1 สะเดา ยูคาลิปตัส ทะลายจาก และไผ่สีสุก สามารถนำมาผลิตเป็นถ่าน และเก็บน้ำส้มควันไม้ได้ ซึ่งถ่านไม้ที่ได้มีคุณสมบัติอยู่ในเกณฑ์ดี เหมาะสมสำหรับใช้เป็นพลังงานในครัวเรือน

ภาพที่ 3 สะเดาและผลผลิตถ่านจากสะเดา ทะลายจากและผลผลิตถ่านจากทะลายจาก และน้ำส้มควันไม้

3.2 น้ำส้มควันไม้ที่เก็บได้จากเตาอิฐก่อและเตาอิวาเตะมีปริมาณมาก และปล่องสำหรับเก็บน้ำส้มควันไม้ตลอดจนตัวเตาเผาถ่านทำขึ้นจากอิฐ, ดินทราย ซึ่งมีความปลอดภัยไม่มีสารโลหะที่จะปะปนมากับการเก็บน้ำส้มควันไม้ ซึ่งแตกต่างจากเตาถังเดี่ยวแบบนอน ซึ่งตัวเตาทำจากโลหะ

กระบวนการเกิดถ่าน และน้ำส้มควันไม้จะทำให้เตาเผาถ่านซึ่งเป็นโลหะผุกร่อนและมีสารประกอบโลหะปะปนมากับน้ำส้มควันไม้ ซึ่งอาจเป็นอันตรายหากนำน้ำส้มควันไม้ไปใช้ในวัตถุประสงค์ด้านการบริโภค

3.3 เตาถังนอนซึ่งเป็นโลหะอาจพัฒนารูปแบบวัสดุทำเตามาเป็นดินเหนียวโดยการใช้ถังน้ำมัน 200 ลิตร เป็นแบบ และใช้ดินเหนียวปั้นขึ้นรูปจะได้เตาถังแบบนอน สร้างจากดินเหนียว มีความปลอดภัยสูงเหมาะสำหรับการผลิตถ่านและน้ำส้มควันไม้ในทุกวัตถุประสงค์การใช้งาน

3.4 เตาอิฐก่อและเตาอิวาเตะ เป็นเตาเผาถ่านที่มีประสิทธิภาพ ผลิตถ่านที่มีคุณภาพดี แต่การสร้างเตาเผาถ่านจำเป็นต้องใช้ช่างปั้นเตาที่มีประสบการณ์ในการสร้าง ศูนย์วิจัยพลังงานจากไม้ จังหวัดสระบุรี อยู่ระหว่างการพัฒนาวิธีการปั้นเตาเผาถ่านแบบเตาอิฐก่อกรมป่าไม้และเตาอิวาเตะโดยใช้ระบบสำเร็จรูป (knock down) โดยการใช้แบบพิมพ์ตัวเตาเผาถ่านและนำไปประกอบในพื้นที่ ซึ่งจะทำให้ระยะเวลาในการปั้นเตาสั้นลงและสะดวกในการใช้งานยิ่งขึ้น

4. โครงการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านกัมมันต์อย่างง่ายจากชีวมวล ผลการศึกษาเป็นดังนี้

4.1 การเตรียมถ่านกัมมันต์อย่างง่ายจากกะลามะพร้าวและซังข้าวโพด

จากการศึกษาการเตรียมถ่านกัมมันต์อย่างง่ายจากกะลามะพร้าวและซังข้าวโพด สามารถทำได้โดยการนำกะลามะพร้าวและซังข้าวโพดมาเผาที่อุณหภูมิต่ำจนเป็นถ่าน จากนั้นทำการเลือกขนาดที่เหมาะสม ถ่านกะลามะพร้าวจำนวน 300 กรัม และถ่านซังข้าวโพดจำนวน 200 กรัม แล้วนำไปกระตุ้นด้วยน้ำเกลือที่ระดับความเข้มข้นที่ต่างกัน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 20, 40 และ 60 ปริมาตร 1,500 มิลลิลิตร และนำไปเผาในเตาถังน้ำมัน 200 ลิตร แบบนอนและเตาอิฐก่อขนาด 1 ลูกบาศก์เมตรที่อุณหภูมิ 500 – 800 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง พบว่า ถ่านกะลามะพร้าวที่ผ่านการกระตุ้นโดยใช้น้ำเกลือที่ความเข้มข้นร้อยละ 20 ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส มีค่าไอโอดีนเฉลี่ยสูงสุด คือ 367 มิลลิกรัมต่อกรัม และถ่านซังข้าวโพดที่ผ่านการกระตุ้นโดยไม่มีน้ำเกลือ (0%) ที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียสมีค่าไอโอดีนสูงสุดเท่ากับ 374 มิลลิกรัมต่อกรัม

ภาพที่ 4 ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว ถ่านกัมมันต์จากซังข้าวโพด และการทดสอบการดูดซับสี และกลิ่นของน้ำทิ้ง

4.2 การศึกษาการใช้ประโยชน์ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวและซังข้าวโพด

จากการศึกษาการใช้ประโยชน์ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวและซังข้าวโพด สามารถเตรียมถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวและซังข้าวโพดเพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์ได้ตามขั้นตอนในข้อ 4.1 และเมื่อนำถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวและซังข้าวโพดที่ได้ไปทดสอบกับน้ำทิ้ง 4 แหล่ง คือ น้ำทิ้งจากร้านอาหารในเขตจอมทอง น้ำทิ้งจากชุมชนในซอยอยู่เย็น รามอินทรา กม.5 กรุงเทพมหานคร น้ำทิ้งจากคลองจระเข้ถนอมมิตร และน้ำทิ้งจากนิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน พบว่า ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวและซังข้าวโพดสามารถดูดซับกลิ่น และสีของน้ำทิ้งได้ทั้ง 4 แหล่ง ทำให้น้ำทิ้งใสขึ้นและมีกลิ่นลดลง จนถึงไม่มีกลิ่น

ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาการใช้ประโยชน์ถ่านกัมมันต์ควรเพิ่มปริมาณถ่านกัมมันต์ในการศึกษาให้มีหลายระดับมากขึ้นจนถึงปริมาณที่ทำให้น้ำทิ้งใสไม่มีสี และไม่มีกลิ่น

5. โครงการออกแบบเครื่องมืออัดแท่ง สำหรับเชื้อเพลิงจากเศษวัสดุชีวมวล ผลการศึกษาเป็นดังนี้

5.1 เศษไม้ปลายไม้เมื่อเผาให้เป็นถ่านแล้วนำมาอัด โดยใช้เครื่องมือกลแรงดันต่ำช่วยเพิ่มความหนาแน่น สามารถทำให้เป็นเป็นแท่งเชื้อเพลิงได้ แต่ปัญหาสำคัญสำหรับการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง คือ เครื่องมือที่ใช้อัดมีราคาแพง ใช้กำลังไฟฟ้าสูง ดังนั้นการพัฒนาให้มีการออกแบบเครื่องมืออัดเชื้อเพลิงแท่งอย่างง่ายและราคาไม่แพง จะช่วยให้ชาวบ้านมีศักยภาพในการทำเชื้อเพลิงอัดแท่งใช้เองได้ โดยวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยนี้คือ เพื่อออกแบบเครื่องมืออัดเชื้อเพลิงจากเศษวัสดุชีวมวลโดยใช้แรงอัดต่ำ ให้ได้เชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีคุณภาพและให้ความร้อนสูง เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มแก่เศษวัสดุทางการเกษตรซึ่งเป็นแหล่งพลังงานทดแทนฟืนและถ่าน

5.2 ผลการศึกษาพบว่าเครื่องมืออัดแท่งแบบเกลียวสกรูเป็นเครื่องมือที่มีความเหมาะสมกับการใช้งานอัดแท่งถ่านป่นมากที่สุด โดยสามารถออกแบบเครื่องอัดให้มีลักษณะการใช้งานได้ 3 แบบ ภายในเครื่องเดียว คือ เครื่องอัดแท่งแบบสกรูโดยใช้แรงคนแบบมือหมุน แบบจักรยานปั่น และเครื่องอัดแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า โดยสามารถผลิตถ่านอัดแท่งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร ยาว 1 เมตรในเวลา 2 นาที

5.3 เครื่องอัดที่ออกแบบได้ สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์และปริมาณวัตถุดิบ คือการทำงานแบบ ใช้มือหมุนและแบบจักรยานนั้น เหมาะสมกับการผลิตเชื้อเพลิงใช้ภายในครัวเรือน เนื่องจากมีกำลังผลิตต่ำส่วนการอัดแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าความเหมาะสมในการดำเนินงานเชิงพาณิชย์ เนื่องจากสะดวกต่อการใช้งาน

ภาพที่ 5 เครื่องมืออัดแท่ง เชื้อเพลิงอัดแท่ง การทดสอบประสิทธิภาพการงาน และการประชาสัมพันธ์เครื่องมืออัดแท่ง

5.4 เมื่อนำเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงที่ได้มาทดลองอัดด้วยอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบต่างๆพบว่าเครื่องสามารถผลิตแท่งเชื้อเพลิงได้ทั้งสามแบบ ส่วนผสมที่นำมาผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งที่เหมาะสม คือ ผงถ่านปน: แป้งมัน เท่ากับ 10 : 1 ผสมน้ำ 700 ซี.ซี. และเมื่อนำเชื้อเพลิงอัดแท่งมาทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานต้มน้ำกับเตาประสิทธิภาพสูงกรมป่าไม้ ปม.1 พบว่า เชื้อเพลิงอัดแท่ง ต้มน้ำให้มีอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ในเวลา 35 นาที ประสิทธิภาพการใช้งานความร้อนมีค่า 25.80 %

5.5 สำหรับการนำไปขยายผลเพื่อส่งเสริมใช้งานจริง สามารถสรุปได้ว่า เครื่องอัดที่ทำงานด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าจะมีความเหมาะสมในการดำเนินงานผลิตที่ต้องการการผลิตแบบต่อเนื่อง และสะดวกต่อการใช้งานแก่ประชาชนทั่วไป ทั้งนี้เนื่องจากปัจจุบันพลังงานไฟฟ้าขยายไปสู่หมู่บ้านต่างๆ ทั่วประเทศ แต่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น จากค่ากระแสไฟฟ้า และค่าอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องนำมาติดตั้ง คือ มอเตอร์ไฟฟ้า ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสรุปเป็นความเห็นว่าการใช้งานผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยการต่อพ่วงแบบจักรยานปั่นจึงเป็นสิ่งที่สะดวกต่อผู้ใช้งานระดับครัวเรือนและชุมชนมากกว่า ทั้งยังสามารถผลิตใช้ได้ทุกที่ทุกเวลา และเป็นการออกกำลังไปในตัวด้วย สำหรับการอัดแบบใช้มือหมุนนั้นไม่เหมาะสมกับการผลิต เนื่องจากมีกำลังผลิตต่ำ แต่สามารถใช้ประกอบเครื่องเวลามีปัญหาวัสดุติดขัดที่เกลียวเครื่องอัดได้

ข้อเสนอแนะ

1. สำหรับผู้ที่ต้องการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งเชิงพาณิชย์ จำเป็นต้องศึกษาและพิจารณาปัจจัยอื่นๆ ประกอบการตัดสินใจด้วย เช่น การลงทุนสร้างเครื่องอัดแท่ง ค่าแรงงาน ปริมาณวัตถุดิบ รวมถึงเทคนิควิธีการควบคุมกระบวนการผลิต ค่าความชื้นของวัสดุ เป็นต้น เพื่อจะได้แท่งเชื้อเพลิงที่ได้มีคุณภาพตรงตามวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน และเพื่อการค้าต่อไป

2. เครื่องอัดแท่งมีศักยภาพที่จะทำเชื้อเพลิงที่มีกลิ่นหอมได้ ถ้าเลือกใช้พืช เช่น ใบเตย ผสมทำเป็นเชื้อเพลิง และควรศึกษาพัฒนาส่วนผสมจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอื่นมาผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งต่อไป

3. ผู้ปลูกสร้างสวนป่า และเกษตรกรมีทางเลือกในการเพิ่มรายได้ โดยสามารถผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีคุณภาพ และขนาดให้มีความเหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ในแต่ละประเภทได้อย่างถูกต้อง ไม่ต้องตัดไม้ทำลายป่ามาทำเป็นฟืนและเผาถ่าน ทำให้มีโอกาสได้ช่วยสงวนป่าไม้ของชาติไว้ให้ลูกหลาน

สรุปผล

1. โครงการการจัดการแปลงไม้โตเร็วเพื่อการพลังงานอย่างยั่งยืน

การศึกษาการจัดการแปลงไม้โตเร็วเพื่อการพลังงานอย่างยั่งยืน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลของการเจริญเติบโตของไม้โตเร็วที่เหมาะสมสำหรับใช้ผลิตเป็นพลังงานทดแทน โดยศึกษาการเจริญเติบโตของไม้ยูคาลิปตัสในท้องที่ หมู่ 5 ตำบลทรายมูล อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งคัดเลือกแปลงไม้ยูคาลิปตัสของประชาชนในพื้นที่ แปลงที่ศึกษาเป็นแปลงไม้ที่ปลูกในปี พ.ศ. 2548, ศึกษาการผลิตถ่านและน้ำส้มควันไม้จากเตาเผาถ่านชนิดเตาอิฐก่อกรมป่าไม้ ขนาด 2.0 ลูกบาศก์เมตร และศึกษาการใช้เตาหุงต้ม

ประสิทธิภาพสูงกรมป่าไม้(เตาถ่าน) จากการศึกษาดังกล่าวพบว่า ไม้ยูคาลิปตัส จำนวน 64 ต้น มีความสูงเฉลี่ย 5.98 เมตร มีความโตที่ระดับ 1.30 เมตร เฉลี่ย 24.78 เซนติเมตร และมีน้ำหนักสดเฉลี่ย 21.58 กิโลกรัม/ต้น, สามารถผลิตถ่านได้เฉลี่ย 230 กิโลกรัม/เตา คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ผลผลิตถ่านเฉลี่ย 31.01% เก็บน้ำส้มควันไม้ดิบเฉลี่ย 47 ลิตร/เตา และศึกษาความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ใช้เตาประสิทธิภาพสูงกรมป่าไม้ ปม.10 มีความประหยัดอยู่ในเกณฑ์ดีมาก แต่การหาซื้อค่อนข้างหาซื้อยากและราคาค่อนข้างสูง ร้านค้าไม่นิยมนำมาจำหน่าย

2. โครงการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเศษวัสดุชีวมวล

การทดลองนำเศษวัสดุชีวมวล คือ เปลือกกล้วยน้ำว้ามาใช้ประโยชน์ทางด้านพลังงานโดยนำมาเผาเป็นถ่าน ทำฟืนอัดแท่ง และทำถ่านอัดแท่ง พบว่า เปลือกกล้วยเมื่อนำมาเผาเป็นถ่านด้วยเตาถังเดี่ยวมีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตถ่านเฉลี่ย 17.13 เปอร์เซ็นต์ และมีพลังงานความร้อนเฉลี่ย 6,771.16 แคลอรีต่อกรัม แต่ถ่านที่ได้มีลักษณะเป็นแผ่นบางไม่สะดวกต่อการนำไปใช้งาน การทำฟืนอัดแท่งจากเปลือกกล้วย โดยใช้เปลือกกล้วยสับ 2,000 กรัม ผสมกับแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วน 50, 100, 200 และ 300 กรัม สามารถอัดเป็นแท่งเชื้อเพลิงได้ แต่แท่งเชื้อเพลิงที่ได้มีความหนาแน่นน้อย เมื่อแห้งไม่เกาะติดกัน จึงยังไม่เหมาะต่อการนำไปใช้งานเช่นกัน การทำถ่านอัดแท่งจากเปลือกกล้วย โดยใช้ถ่านเปลือกกล้วยบด 2,000 กรัม ผสมกับกาวแป้งมันสำปะหลังที่มีความเข้มข้นของแป้งต่อน้ำโดยน้ำหนักเท่ากับ 3, 5, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ พบว่าทุกระดับความเข้มข้นของกาวสามารถอัดเป็นแท่งถ่านได้ อัตราส่วนที่ให้ ถ่านอัดแท่งที่มีคุณสมบัติดีที่สุด คืออัตราส่วนที่มีส่วนผสมระหว่างถ่านเปลือกกล้วยบด 2,000 กรัม กับกาวแป้งมันสำปะหลัง 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถ่านอัดแท่งมีค่างานที่ได้ 1.85 ประสิทธิภาพการใช้งาน 24.76 เปอร์เซ็นต์ อัตราการเผาไหม้ 6.64 กรัมต่อนาที และพลังงานความร้อนเฉลี่ย 5,718.25 แคลอรีต่อกรัม

3. โครงการศึกษาคุณสมบัติถ่านและน้ำส้มควันไม้จากสะเดา ยูคาลิปตัส ทะลาจาก และไผ่สีสุก จากเตาเผาถ่าน 3 ชนิด

ผลการศึกษาพบว่า เตาถังนอนให้ค่าเปอร์เซ็นต์ผลผลิตถ่านของไม้สะเดาสูงที่สุดตามด้วยยูคาลิปตัส ไผ่สีสุกและทะลายจกตามลำดับ เตาอิฐก่อกรมป่าไม้ให้ค่าเปอร์เซ็นต์ผลผลิตถ่านของไม้ยูคาลิปตัสสูงที่สุดตามด้วย สะเดา ไผ่สีสุก และทะลายจากตามลำดับ และเตาอิวาเตะให้ค่าเปอร์เซ็นต์ผลผลิตถ่านของไม้ไผ่สีสุกสูงที่สุดตามด้วย ทะลายจาก สะเดาและยูคาลิปตัสตามลำดับ น้ำส้มควันไม้จากเตาถังนอน เตาอิฐก่อกรมป่าไม้และเตาอิวาเตะเฉลี่ยมีค่า 2.18 42.25 และ 42.75 ลิตรตามลำดับค่าความร้อนเฉลี่ยของถ่านไม้สะเดา ยูคาลิปตัส ทะลายจาก และไผ่สีสุก มีค่า 7,676.5 7,603 5,369 และ 6,407 แคลอรีต่อกรัม ตามลำดับ

4. โครงการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านกัมมันต์อย่างง่ายจากชีวมวล

ผลการศึกษาพบว่า ความเข้มข้นของน้ำเกลือที่เหมาะสมในการเตรียมถ่านกัมมันต์อย่างง่ายจากกะลามะพร้าว คือ ระดับความเข้มข้น 20% (กระตุ้นที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส) ส่วนการเตรียมถ่านกัมมันต์อย่างง่ายจากซังข้าวโพดใช้ระดับความเข้มข้นน้ำเกลือ 0% คือ ไม่ใส่น้ำเกลือแต่นำถ่านไปกระตุ้นต่อที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จะทำให้ถ่านกัมมันต์มีค่าไอโอดีนสูงสุดเท่ากับ 367 และ

374 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ สำหรับถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว และซังข้าวโพดเมื่อนำไปทดสอบกับน้ำทิ้งจากร้านอาหารในกรุงเทพฯและจากนิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน จังหวัดอยุธยา ควรใช้ถ่านกัมมันต์ในปริมาณ 1-5 กรัมต่อน้ำทิ้ง 20 มิลลิลิตร และตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จะทำให้น้ำทิ้งใสขึ้น และมีกลิ่นลดลง ส่วนถ่านกัมมันต์จากซังข้าวโพดเมื่อนำไปทดสอบกับน้ำทิ้งจากชุมชนในกรุงเทพฯ และนิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน จังหวัดอยุธยา ควรใช้ถ่านกัมมันต์ในปริมาณ 0.5-2.0 กรัมต่อน้ำทิ้ง 20 มิลลิลิตร และตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงจะทำให้น้ำทิ้งใสขึ้น และมีกลิ่นเพียงเล็กน้อย หรือไม่มีกลิ่น

5. โครงการออกแบบเครื่องมืออัดแท่ง สำหรับเชื้อเพลิงจากเศษวัสดุชีวมวล

ผลการศึกษาพบว่าเครื่องมืออัดแท่งแบบเกลียวสกรูเป็นเครื่องมือที่มีความเหมาะสมกับการใช้งานอัดแท่งถ่านป่นมากที่สุด โดยสามารถออกแบบเครื่องอัดให้มีลักษณะการใช้งานได้ 3 แบบ ภายในเครื่องเดียว คือ เครื่องอัดแท่งแบบสกรูโดยใช้แรงคนแบบมือหมุน แบบจักรยานปั่น และเครื่องอัดแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า โดยสามารถผลิตถ่านอัดแท่งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร ยาว 1 เมตรในเวลา 2 นาที

เมื่อนำเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงที่ได้มาทดลองอัดด้วยอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบต่างๆพบว่า เครื่องสามารถผลิตแท่งเชื้อเพลิงได้ทั้งสามแบบ ส่วนผสมที่นำมาผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งที่เหมาะสม คือ ผงถ่านป่น: แป้งมัน เท่ากับ 10:1 ผสมน้ำ 700 ซี.ซี. และเมื่อนำเชื้อเพลิงอัดแท่งมาทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานต้มน้ำกับเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง พบว่า เชื้อเพลิงอัดแท่ง ต้มน้ำให้มีอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ในเวลา 35 นาที เครื่องอัดที่ออกแบบได้ สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์และปริมาณวัตถุดิบ คือ การทำงานแบบใช้มือหมุนและแบบจักรยานนั้น เหมาะสมกับการผลิตเชื้อเพลิงใช้ภายในครัวเรือน เนื่องจากมีกำลังผลิตต่ำ ส่วนการอัดแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเหมาะสำหรับการผลิตเชิงพาณิชย์ เนื่องจากสะดวกต่อการใช้งาน แต่หากผู้ใช้ต้องการผลิตเครื่องอัดแท่งเชิงพาณิชย์ จำเป็นต้องศึกษาและพิจารณาปัจจัยอื่นๆ ประกอบการตัดสินใจด้วย เช่น การลงทุนสร้างเครื่องอัดแท่ง ค่าแรงงาน ปริมาณวัตถุดิบ ค่าความชื้นของวัสดุ เป็นต้น เพื่อจะได้แท่งเชื้อเพลิงที่ได้มีคุณภาพตรงตามวัตถุประสงค์การนำไปใช้งาน และเพื่อความคุ้มทุนด้านการค้าต่อไป

บรรณานุกรม

กองวิจัยผลิตผลป่าไม้. 2526 . พลังงานจากไม้. (เอกสารเผยแพร่). กรมป่าไม้

คณิตา วัฒนะกิจ, ฉัตรชัย คงเดชอุดมกุล และ ฏาญิน มงคลขจรศิลป์. 2540. การดูดซับโลหะหนักโดยใช้ถ่านกัมมันต์จากกากเมล็ดกาแฟ. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ. 62 น.

จิระพงษ์ คูหากาญจน์. 2543. ศักยภาพทางด้านพลังงานของถ่านกะลามะพร้าว. กลุ่มพัฒนาพลังงานจากไม้ ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ. 19 น.

จิระพงษ์ และคณะ. 2546. ศักยภาพทางด้านพลังงานของถ่านตอรากยูคาลิปตัส. เอกสารทางวิชาการของกลุ่มพลังงานจากไม้ สำนักวิจัยเศรษฐกิจและผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ. 19 น.

จิราภรณ์ ธรรมศรี. 2545-46. การผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวโดยใช้โซเดียมคลอไรด์.

สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

บุญชัย ตระกูลมหาชัย. 2544. ถ่านกัมมันต์. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จ.ปทุมธานี

ประเทือง พุฒซ้อน. 2532. ผลกระทบของอัตราการเพิ่มพูนของอุณหภูมิและปริมาณความชื้นที่มีต่อการสูญเสียมวลและสมบัติของถ่านจากปฏิกิริยาไพโรไลซิสของไม้ยูคาลิปตัส. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท คณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 106 น.

ประลอง ดำรงค์ไทย. 2542. รายงานศึกษาวิจัย โครงการวิจัยเพื่อปรับปรุงและส่งเสริมการใช้แท่ง เชื้อเพลิงเขียว. กลุ่มพัฒนาพลังงานจากไม้ ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ . 122 น.

พงศธร โคว์คชาภรณ์. 2537. ถ่านกัมมันต์จากซังข้าวโพด. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. วิศวกรรมศาสตร์ (วิศวกรรมเคมี). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

พงศ์พันธุ์ กาญจนการุณ. 2553. การเพิ่มมูลค่าเศษเหลือจากซังข้าวโพด ถั่วลิสง เป็นถ่านกำจัดสนิม. สาขาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดเชียงราย.

พงศ์ศักดิ์ โอชารส. 2539. การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านกัมมันต์จากซังข้าวโพดโดยใช้เกลือแกงเป็นตัวกระตุ้น. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพฯ

มาลี ภานุนำภา. 2532. การทดสอบคุณภาพและประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านไม้ 11 ชนิด. การประชุมวิชาการป่าไม้ ประจำปี 2532 สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางไม้. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. หน้า 243 – 250.

รายงานการประชุมวิชาการป่าไม้ประจำปี. 2537. “การปลูกป่าเพื่อพัฒนาสิ่งแวดล้อม”. กรมป่าไม้, หน้า 55–65.

ลักษมี สุทธิวิไลรัตน์. 2545. ศักยภาพทางด้านพลังงานของเปลือกไม้เสม็ด. เอกสารทางวิชาการ. กลุ่มพัฒนาพลังงานจากไม้, ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้, กรมป่าไม้. 22 หน้า.

วัฒนา เสถียรสวัสดิ์และคณะ. 2530.รายงานวิจัยโครงการแท่งเชื้อเพลิงแข็ง. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 134 น.

วิชัย ธรรมสาธิต และ เกษม ฉัตรมณีฤกษ์. 2534. การผลิตถ่านกัมมันต์โดยการกระตุ้นด้วยเกลือโซเดียมคลอไรด์. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

วินัย ปัญญาธัญญะ. 2541. เทคโนโลยีการผลิตถ่านสำหรับชนบท. เอกสารทางวิชาการ เลขที่ ร 523 กลุ่มพัฒนาพลังงานจากไม้ ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 70 น.

วิวัฒน์ ผกานนทวิวัฒน์ และปัญญา จันทรขจรรัตน์. 2538. การทำถ่านกัมมันต์จากต้นธูปฤาษี. สถาบันพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ. 52 น.

ศิลปชัย อรัญยะนาค, เพิ่มสุข มาทะ และจิตต์ ศรีวรรณวิทย์ . 2531. การผลิตถ่านกัมมันต์จากดินพรุในห้องปฏิบัติการ. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 4 ฉบับที่ 3. หน้า 50-86.

สำนักพัฒนาธุรกิจอุตสาหกรรม. 2546. การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการผลิตถ่านกัมมันต์. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของถ่านอัดแท่ง. มผช.238/2547

สาวิตรี จันทรานุรักษ์. 2543. การผลิตถ่านอัดก้อนที่มีคุณภาพสูงจากวัสดุเหลือใช้โดยใช้เครื่องอัดแท่งชนิดเกลียว. รายการผลการวิจัยประจำปี,รายงานประจำปี. 19 น.

สิริลักษณ์ ตาตะยานนท์, มาลี ภานุนำภา, วิจิตร อ่องสมหวัง, ลักษมี เสชนะ และ วินัย ปัญญาธัญญะ. 2538. การศึกษาคุณภาพและประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านไม้ Acacias จำนวน 17 ชนิด. หน้า 55-65 ใน รายงานประชุมวิชาการป่าไม้ ประจำปี 2537. กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ.

สิริลักษณ์ ตาตะยานนท์ , ทินกร พิริยโยธา , มนัสสุดา นันทสิริพร , ฐิติภรณ์ บุญแย้ม และ ประภัสสร ภาคอรรถ. 2550. ความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านกัมมันต์จากไม้ *Acacia crassicarpa* . สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

อภิสิทธิ์ เจริญกูล และนิพนธ์ พงษ์คำ. 2533. การผลิตถ่านกัมมันต์โดยการกระตุ้นด้วยเกลือโซเดียมคลอไรด์. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้. 2547. Ligno-Cellulosic Economy, เศรษฐกิจบนพื้นฐานของทรัพยากรป่าไม้. เอกสารเผยแพร่ 2 น.

เอกสารเผยแพร่ ส่วนปลูกป่าภาคเอกชน. 2539. สะเดา Azadirachta indica A.Juss. var Siamensis Valeton. สำนักส่งเสริมการปลูกป่า กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ.

เอกสารเผยแพร่ ส่วนปลูกป่าภาคเอกชน. 2548. ยูคาลิปตัส ผลตอบแทนที่คุ้มค่า ตุ้มเวลาที่ลงทุน. สำนักส่งเสริมการปลูกป่า กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ