พลังงานทดแทนชุมชนจากเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งไมยราบยักษ์
Community-Based Renewable Energy from *Mimosa Pigra L.* Charcoal Briquettes

บัญจรัตน์ โจลานันท์ (Banjarata Jolanun) [1]* *อาทิตย์ พุทธรักชาติ (Athit Phutharukchat)*[2]
จันสุดา คำตุ้ย (Chansuda Khamtui)[3]

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มุ่งพัฒนาเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งและรูปแบบการจัดการไมยราบยักษ์ด้านพลังงานทดแทน ของชุมชน พบว่ากระบวนการคาร์บอนไนเซชันให้ปริมาณถ่านไมยราบยักษ์ประมาณร้อยละ 20 โดยมวล และการแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งส่งผลให้ค่าพลังงานความร้อนเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 15-36 ค่ากำมะถัน เถ้า ความชื้น สารระเหยได้ และคาร์บอนคงตัวของเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งไมยราบยักษ์ที่ทดสอบอยู่ในช่วงร้อยละ 0.17-0.20±0.01, 6.8-20.1±0.61-1.01, 7.0-8.6±0.52-0.84, 27.3-32.8±0.71-1.21, และ 44.5-53.5±0.82-1.27 ตามลำดับ เชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งไมยราบยักษ์ผสมแป้งมันที่ร้อยละ 6 เป็นเงื่อนไขที่เหมาะสมของการศึกษานี้โดยให้ค่าพลังงานความร้อนสูงสุด (5,432±101.5 แคลอรี่/กรัม) และประสิทธิผลการใช้งานเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด (มผช. 238/2547) การศึกษาพบว่าอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนและระยะเวลาคืนทุนของการผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งไมยราบยักษ์เท่ากับ 5.5 และ 1.2 ปี นอกจากกระบวนการจัดการไมยราบยักษ์ด้านพลังงานทดแทนที่ได้นำเสนอ ชุมชนยังให้ความตระหนักต่อมาตรการควบคุมมลพิษและมาตรการคืนกำไรสู่ชุมชนในรูปแบบกองทุน

Abstract

This study aimed to develop charcoal briquettes and community-based management of *Mimosa Pigra L.* residues as a renewable energy source. Results show that the carbonized char was obtained at about 20% by mass and the heating value was increased to 15-36% after carbonizing the biomass and converting the char into briquette. All briquettes (*Mimosa Pigra L.*) tested were 0.17-0.20±0.01%, 6.8-20.1±0.61-1.01%, 7.0-8.6±0.52-0.84%, 27.3-32.8±0.71-1.21%, and 44.5-53.5±0.82-1.27% for the sulfur, ash, moisture, volatile matter (VM), and fixed carbon content (FC), respectively. The *Mimosa Pigra L.* briquette with mixed starch binder at 6% was an appropriate condition, under which the maximum heating value (5,432±101.5 cal/g) was achieved, satisfying the Thai Community

[1] *ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา*
[1] *เจ้าหน้าที่สาธารณสุขชุมชน กองสาธารณสุข เทศบาลตำบลป่าแดด*
[1] *เจ้าหน้าที่สาธารณสุขชุมชน กองสาธารณสุข เทศบาลตำบลหนองผึ้ง*
**corresponding author, e-mail: banjarata@yahoo.com*

Product Standard (238/2547). It was found that the benefit-cost ratio and cost-return period was 5.5 and 1.2 years for manufacturing *Mimosa Pigra L.* briquettes. An entire process of community-based management of renewable energy from *Mimosa Pigra L.* was proposed and awareness of pollution control and social benefits through a social fund were also promoted.

คำสำคัญ: พลังงานทางเลือก เชื้อเพลิงแข็งอัดแท่ง ไมยราบยักษ์

Keywords: Alternative energy, charcoal briquette, *Mimosa Pigra L.*

บทนำ

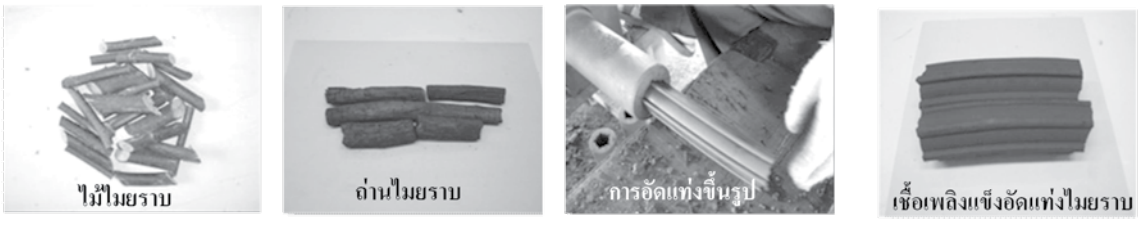
ไมยราบยักษ์หรือชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Mimosa pigra L.* จัดเป็นพืชรุกรานชนิดพันธุ์ต่างถิ่น (Invasive alien species) ที่สหพันธ์เพื่อการอนุรักษ์แห่งโลก (IUCN) ได้ทำบัญชีรายชื่อไว้ว่าเป็นหนึ่งในร้อยชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่ร้ายแรงของโลก สำหรับประเทศไทยนั้น วัชพืชไมยราบยักษ์ได้ถูกจัดอยู่ในบัญชีรายชื่อชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่รุกรานไว้ด้วยเช่นกัน (สำนักความหลากหลายทางชีวภาพ, 2553) การแพร่ระบาดของไมยราบยักษ์ไม่เพียงแต่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อสภาพแวดล้อมและเศรษฐกิจอย่างมาก ทั้งในด้านเกษตรกรรม คมนาคม และชลประทาน (สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร, 2521) ยังพบว่าการแพร่ระบาดของไมยราบยักษ์ มีส่วนเกี่ยวข้องกับปัญหาและผลกระทบจากมลพิษทางอากาศของท้องถิ่นภาคเหนืออย่างมีนัยสำคัญ บัญจรัตน์ และคณะ (2550) ได้รายงานสาเหตุสำคัญประการหนึ่งของการเผาไหม้ชีวมวลภายในชุมชนบ้านป่าแดดใต้ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ คือ การเผาไหม้ป่าไมยราบยักษ์ในที่ดินว่างเปล่า ที่ผู้ถือครองกรรมสิทธิ์ได้ปล่อยให้รกร้างเพื่อปรับสภาพที่ดินสูงถึงร้อยละ 89.47 (17 แห่ง) จากการสำรวจที่ดินว่างเปล่าทั้งหมด 19 แห่ง และคิดเป็นร้อยละ 61.29 ของกิจกรรมการเผาไหม้ทั้งหมดในชุมชน กรณีการควบคุมปัญหาการเผาไหม้ในที่ดินว่างเปล่าของชุมชนป่าแดด ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่ชุมชนได้ร่วมกันกำหนดมาตรการการใช้ประโยชน์จากไมยราบยักษ์ในการจัดการปัญหาร่วมกันอย่างเหมาะสม สำหรับทางเลือกการใช้ประโยชน์ด้านพลังงานเชื้อเพลิงจากไม้โตเร็ว แม้ว่าผลการวิจัยส่วนใหญ่บ่งชี้ถึงศักยภาพการใช้เป็นพืชพลังงานทดแทนของไม้โตเร็ววงศ์กระถินและยูคาลิปตัส อย่างไรก็ตามเนื่องจากไม้พลังงานไม่ต้องการขนาดของลำต้นที่ใหญ่มากซึ่งจะทำให้สิ้นเปลืองพลังงานในการลดขนาด ดังนั้นไมยราบยักษ์เป็นพืชที่มีลำต้นแข็งในขนาดประมาณ 2-3 นิ้ว มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบในปริมาณสูงจึงมีศักยภาพสูงในการนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านพลังงานชีวมวลประเภทหนึ่ง นอกจากช่วยลดปัญหาการเผาไหม้ชีวมวลภายในชุมชนแล้ว ยังให้ผลตอบแทนและเป็นการเพิ่มมูลค่าวัชพืชไมยราบยักษ์ได้เป็นอย่างดี

เชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการปรับปรุงลักษณะสมบัติทางกายภาพ และเพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงานความร้อนให้สูงขึ้น จึงสามารถใช้ทดแทนถ่านไม้ธรรมชาติได้อย่างคุ้มค่า นอกจากนี้ข้อมูลโดยกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม (2551) ได้รายงานมูลค่าการส่งออกเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งของไทยไปยังตลาดโลกในช่วงปี 2544โดยรวมประมาณ 50 ล้านบาทต่อปี และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งและรูปแบบการจัดการไมยราบยักษ์ด้านพลังงานทดแทนของชุมชน ผลที่ได้นอกจากเป็นการจัดการปัญหาการเผาไหม้ชีวมวลและสร้างโอกาสด้านพลังงานทดแทนให้แก่ชุมชนท้องถิ่นแบบมีส่วนร่วม ขณะเดียวกันถือเป็นการช่วยเสริมความมั่นคงด้านวัตถุดิบและลดความเสียเปรียบด้านราคาให้แก่อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งของไทยได้อีกแนวทางหนึ่ง

วิธีการวิจัย

การพัฒนาเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งไมยราบยักษ์

วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการพัฒนาเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งจะประกอบด้วยไมยราบยักษ์ (ลำต้น) ที่รวบรวมจากพื้นที่เทศบาลตำบลป่าแดด อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ โดยถูกนำมาตัดลดขนาดให้เล็กลงเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่ง และตัวประสานได้แก่ แป้งมันและเศษดินขาวเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมเซรามิก เพื่อเพิ่มการยึดเกาะของส่วนผสมในกระบวนการอัดขึ้นรูป (รูปที่ 1) ถ่านไม้ไมยราบยักษ์ที่ผ่านกระบวนการคาร์บอนไนเซชันจะผ่านขั้นตอนการบดเป็นผงถ่าน เพื่อทำการอัดเป็นแท่งเชื้อเพลิงแข็งภายใต้การศึกษาปัจจัยชนิดและอัตราส่วนผสมของตัวประสานที่แตกต่างกัน โดยศึกษาเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งกะลามะพร้าวของผู้ประกอบการที่ร่วมดำเนินการวิจัย (ตารางที่ 1)



รูปที่ 1. การผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งไมยราบยักษ์

ตารางที่ 1. แผนการทดลอง

ชีวมวล	ตัวประสาน (%, ฐานเปียก)		การวิเคราะห์
	เศษดินขาว	แป้งมัน	
ไมยราบยักษ์	6%	-	ความชื้น (ASTM D 3173-03)
ไมยราบยักษ์	10%	-	ค่าความร้อน (ASTM D 5865-07a)
ไมยราบยักษ์	15%	-	เถ้า (ASTM D 3174-04)
ไมยราบยักษ์	20%	-	สารที่ระเหยได้ (ASTM D 3175-07)
ไมยราบยักษ์	-	6%	คาร์บอนคงตัว (ASTM D 3172-07a)
กะลา (ควบคุม)	-	6%*	กำมะถัน (ASTM D 3177-02)

-*เงื่อนไขที่เหมาะสมในการผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่ง (กะลา) ของผู้ประกอบการในปัจจุบัน

-ศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (ถ่านอัดแท่ง) มผช.238/2547

การทดสอบประสิทธิผลการใช้งานเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งไมยราบยักษ์

ตัวอย่างทดสอบเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งทุกเงื่อนไข (ประมาณ 1 กิโลกรัม) รวมทั้งถ่านไมยราบยักษ์ที่ไม่ผ่านการอัดแท่งจะถูกนำมาติดไฟทดสอบในสภาวะการใช้งานจริง เพื่อประเมินระยะเวลาการติดไฟจนเป็นเถ้า รวมทั้งกำหนดค่าระดับเกณฑ์การให้น้ำหนักคะแนนและการประเมินปริมาณควัน สะเก็ดไฟ และกลิ่น จากผู้ทดสอบจำนวน 10 ราย ดังนี้

ไม่เกิดขึ้น ให้คะแนน 0 คะแนน (0.00-0.80= ไม่เกิดขึ้น)

เกิดขึ้นน้อย ให้คะแนน 1 คะแนน (0.81-1.61= เกิดขึ้น-เกิดขึ้นน้อย)

เกิดขึ้นปานกลาง ให้คะแนน 2 คะแนน (1.62-2.41= เกิดขึ้นน้อย-เกิดขึ้นปานกลาง)

เกิดขึ้นมาก ให้คะแนน 3 คะแนน (2.42-3.21= เกิดขึ้นปานกลาง-เกิดขึ้นมาก)

เกิดขึ้นมากที่สุด ให้คะแนน 4คะแนน (3.22-4.00= เกิดขึ้นมาก-เกิดขึ้นมากที่สุด)

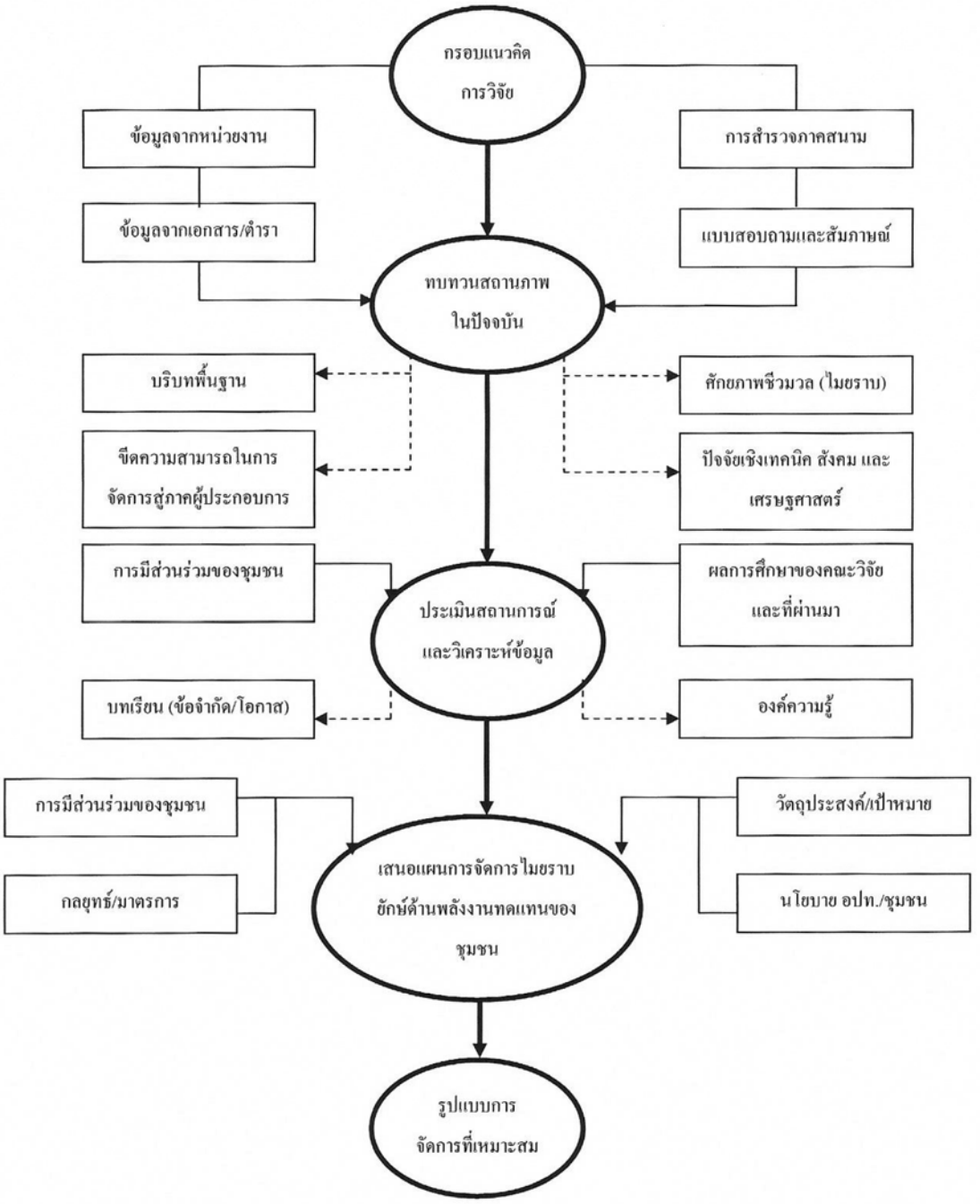
การพัฒนารูปแบบการจัดการไมยราบยักษ์ด้านพลังงานทดแทนของชุมชน

กรอบแนวคิดการพัฒนารูปแบบการจัดการไมยราบยักษ์ด้านพลังงานทดแทนของชุมชนโดยเน้นการมีส่วนร่วมในการจัดการ ได้ใช้วิธีการวิจัยแบบผสมผสานทั้งการวิจัยเชิงสำรวจโดยการเก็บข้อมูลปฐมภูมิในภาคสนามและการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมในการดำเนินการ (รูปที่ 2) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เช่น การสำรวจพื้นที่ การใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์และการสังเกต การสนทนากลุ่ม เวทีระดมความคิดเห็นและเวทีถอดบทเรียนร่วมกับชุมชน เป็นต้น ในการสำรวจข้อมูลจากแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ ได้สุ่มประชากรชุมชนเทศบาลตำบลป่าแดด จำนวน 100 ตัวอย่าง เพื่อศึกษาสถานภาพและการใช้พลังงานที่มีอยู่ในชุมชน สำหรับการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลทางสถิติ ข้อมูลปฐมภูมิจากแบบสอบถาม การสัมภาษณ์ และการระดมความคิดเห็น จะถูกวิเคราะห์ให้เกิดความรู้ที่ชุมชนท้องถิ่นสามารถนำไปสู่การวางแผนเพื่อจัดทำโครงการและมาตรการต่างๆในลำดับต่อไป ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณที่ได้จะถูกนำเสนอในรูปของการเขียนเชิงพรรณา โดยมีข้อมูลรูปภาพรวมทั้งแผนภูมิต่างๆ ประกอบการอธิบาย นอกจากนี้การนำเสนอข้อมูลเชิงปริมาณใช้การวิเคราะห์โดยระบบคอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูป Statistical Package for the Social Sciences (SPSS for Windows)

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย

การพัฒนาเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งไมยราบยักษ์

การเปรียบเทียบสมบัติแบบประมาณของชีวมวลชนิดต่างๆ รวมทั้งชีวมวลไมยราบยักษ์ พบว่าค่าความชื้น ปริมาณเถ้า ปริมาณสารระเหยได้ ปริมาณคาร์บอนคงตัว อยู่ในช่วงร้อยละ 0.6-9, 1-7, 66-81, และ 14-20 ตามลำดับ



รูปที่ 2. กรอบแนวคิดการศึกษารูปแบบการจัดการไมยราบยักษ์ด้านพลังงาน

สำหรับค่าพลังงานความร้อนพบว่าอยู่ในช่วง 3,900-5,500 แคลอรี/กรัม ดังนั้นชีวมวลเหล่านี้สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้เป็นอย่างดี สำหรับการเปรียบเทียบสมบัติแบบแยกธาตุ พบว่าชีวมวลทุกชนิดที่รายงานมีปริมาณค่าคาร์บอน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน และซัลเฟอร์ อยู่ในช่วงร้อยละ 46-65, 2-10, 0.3-0.8, และ 0.01-0.17 ตามลำดับ โดยชีวมวลจากฟางข้าวมีค่ากำมะถันในองค์ประกอบสูงสุด อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงจากฟอสซิลถือว่ามีค่าค่อนข้างต่ำ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2. สมบัติทางกายภาพและสมบัติแบบแยกธาตุของชีวมวล

Properties	ไมยราบยักษ์	กระถินยักษ์[2]	ยูคาลิปตัส[2]	ยางพารา[2]	แกลบ[3]	ฟางข้าว[3]	ชานอ้อย[3]
Proximate Value							
%MC	**9.06**	0.63	1.14	2.36	-	-	-
%Ash	**6.30**[1]	1.78	2.64	1.83	-	-	-
%VM	**66.02**[1]	81.00	79.00	81.00	-	-	-
%FC	**19.65**[1]	16.59	17.22	14.78	-	-	-
Heating value (cal/g)	**3,994**	4,485	4,432	4,475	4,401	5,105	5,407
Ultimate Value							
%C	**46.10**	47.55	48.93	55.96	35.9	49.4	65.3
%H	**6.80**	6.55	8.05	9.68	2.36	3.43	3.53
%N	**0.74**	0.38	0.52	0.78	0.41	0.77	0.35
%S	**0.13**	0.01	0.02	0.07	0.08	0.17	0.13

หมายเหตุ: [1] รัชกาญจน์ และคณะ (2552)

[2] วีระชัย และคณะ (2551)

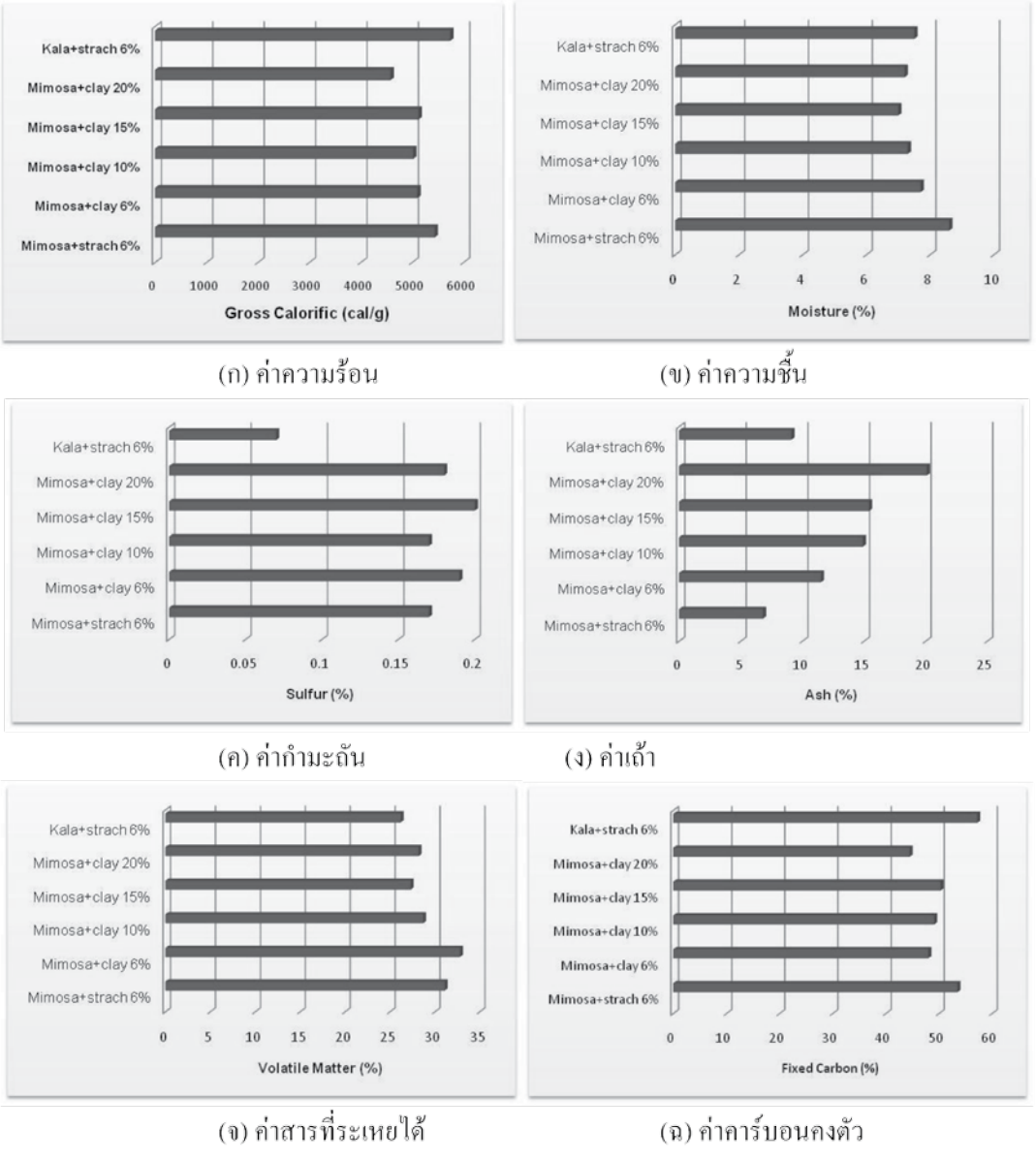
[3] Jamradloedluk and Wiriyaumpaiwong (2007)

ผลวิเคราะห์อ้างอิงตัวอย่างที่ทดสอบเท่านั้น ซึ่งอาจมีค่าแตกต่างตามสายพันธ์และพื้นที่

ปริมาณถ่านไมยราบยักษ์ที่ได้จากกระบวนการคาร์บอนไนเซชันเท่ากับประมาณร้อยละ 20 โดยมวล ผลการเปรียบเทียบลักษณะสมบัติทางกายภาพ เคมี และพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งไมยราบยักษ์ที่พัฒนาขึ้น ภายใต้เงื่อนไขการทดลองกับเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งกะลาของผู้ประกอบการที่ร่วมโครงการ พบว่าเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งกะลาให้ค่าพลังงานความร้อนสูงสุด คือ 5,739±101.7 แคลอรี/กรัม รองลงมาคือ การทดลองชุดเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งไมยราบยักษ์ผสมแป้งมันที่ร้อยละ 6 ให้ค่าพลังงานความร้อนเท่ากับ 5,432±101.5 แคลอรี/กรัม และการทดลองชุดเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งไมยราบยักษ์ผสมเศษดินขาว (ร้อยละ6-20) ให้ค่าพลังงานความร้อนอยู่ในช่วง 4,500-5,200 แคลอรี/กรัม ตามลำดับ (รูปที่ 3) นอกจากนี้ค่าความชื้น ปริมาณกำมะถัน เถ้า สารระเหยได้ (VM) และคาร์บอนคงตัว (FC) ของเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งทุกเงื่อนไขที่ทดสอบพบว่าอยู่ในช่วงร้อยละ 7-9, 0.07-0.20, 6-21, 26-33, และ 44-58 ตามลำดับ

การแปรรูปไมยราบยักษ์เป็นเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่ง ส่งผลให้ศักยภาพด้านพลังงานความร้อนของไม้ไมยราบ (3,994 แคลอรี/กรัม) เพิ่มสูงขึ้นจากเดิมถึงร้อยละ 15-36 (4,575-5,432±89.3-104.1 แคลอรี/กรัม) โดยเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งไมยราบยักษ์ให้ค่าสมบัติความร้อน (Gross calorific) เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด (มผช.

238/2547) คือ ไม่น้อยกว่า 5,000 แคลอรี/กรัม ยกเว้นเงื่อนไขที่ผสมเศษดินขาวในปริมาณสูงสุด (ร้อยละ20) ที่ให้ค่าพลังงานความร้อนต่ำกว่าค่ามาตรฐาน (4,575±89.3 แคลอรี/กรัม)



(ก) ค่าความร้อน (ข) ค่าความชื้น

(ค) ค่ากำมะถัน (ง) ค่าเถ้า

(จ) ค่าสารที่ระเหยได้ (ฉ) ค่าคาร์บอนคงตัว

รูปที่ 3. ลักษณะสมบัติทางกายภาพ เคมี และพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่ง

นอกจากนี้การใช้แป้งมันเป็นตัวประสาน พบว่าค่าพลังงานความร้อนเพิ่มสูงขึ้นกว่าการใช้เศษดินขาวเป็นตัวประสานถึงประมาณร้อยละ 6-19 และให้ปริมาณเถ้า (ร้อยละ 6.8) ที่ต่ำลง การใช้แป้งมันเป็นตัวประสานให้ค่าความร้อนสูงกว่าการใช้เศษดินขาวเป็นตัวประสาน บ่งชี้ว่าแป้งมันทำหน้าที่ยึดเกาะวัสดุเป็นเนื้อเดียวและเพิ่มสมบัติทางกายภาพได้ดีกว่า (สุวิทย์และคณะ, 2549) ขณะที่การใช้เศษดินขาวเป็นตัวประสาน พบว่าค่าพลังงานความร้อนจะลดลง และแปรผกผันกับปริมาณเศษดินขาวที่ผสม อย่างไรก็ตามค่ากำมะถันของเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งเมื่อใช้ตัวประสานทั้งสองชนิดภายใต้ทุกเงื่อนไขที่ทดสอบพบว่ามีค่าไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 0.17-0.20±0.01) สำหรับประสิทธิผลการใช้งานโดยใช้ตัวอย่างทดสอบประมาณ 1 กิโลกรัม พบว่าจุดเด่นของเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งไมยราบยักษ์ผสมแป้งมัน (ร้อยละ 6) คือ ไม่พบปัญหาเรื่อง ควัน สะเก็ดไฟ และกลิ่น โดยมีค่าระดับคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.2 1.3 และ 1.3 ตามลำดับ ที่สภาวะการใช้งานนานถึง 88 นาที/กิโลกรัม ซึ่งให้ระยะเวลาการติดไฟนานกว่าถ่านไมยราบยักษ์ที่ไม่อัดแท่งประมาณ 3.1 เท่า

เมื่อเปลี่ยนชนิดตัวประสานเป็นเศษดินขาวพบว่าถึงแม้ระยะเวลาติดไฟจะนานขึ้น (1.6 เท่า) แต่ปัญหาเรื่องของสะเก็ดไฟ (ค่าระดับคะแนนเฉลี่ย 1.8) เพิ่มสูงขึ้นขณะที่ให้ค่าพลังงานความร้อนลดลง ระยะเวลาการติดไฟที่นานขึ้นและปัญหาสะเก็ดไฟเมื่อใช้เศษดินขาวเป็นตัวประสาน อาจเป็นผลเนื่องจากองค์ประกอบหลักทางเคมีของดิน เช่น ซิลิกา ทำให้เกิดสะเก็ดไฟภายใต้ความร้อนจึงส่งผลให้ระยะเวลาติดไฟนั้นนานขึ้น สำหรับถ่านกะลาของผู้ประกอบการพบว่าให้ระยะเวลาในการติดไฟนานที่สุด (185 นาที/กิโลกรัม) แต่พบปัญหาเรื่องสะเก็ดไฟค่อนข้างมาก (ค่าระดับคะแนนเฉลี่ย 2.8) จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาตร์เบื้องต้น พบว่าการผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งไมยราบยักษ์ให้ผลตอบแทนที่ดีโดยให้อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนเท่ากับ 5.5 และระยะเวลาคืนทุน 1.2 ปี ที่ต้นทุนการผลิต เท่ากับ 1.08 บาท/กิโลกรัม และราคาจำหน่ายรวมค่าขนส่งเท่ากับ 7 บาท/กิโลกรัม

สภานภาพการใช้พลังงานภายในชุมชน

ผลสำรวจสถานภาพและความคิดเห็นด้านพลังงานของชุมชน โดยใช้แบบสอบถามปลายปิดและปลายเปิด จากข้อมูลตัวอย่างประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชนเทศบาลตำบลป่าแดด จำนวน 100 คน ที่สุ่มตัวอย่างได้ พบว่า กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศชาย ร้อยละ 51.0 และ เพศหญิง ร้อยละ 49.0 ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ระหว่าง 21 - 40 ปี คิดเป็นร้อยละ 44.0 มีการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรีคิดเป็นร้อยละ 29.3 และมีอาชีพรับจ้างคิดเป็นร้อยละ 30.3 โดยมีรายได้ต่อเดือนอยู่ระหว่าง 5,000 - 10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 53.6

ด้านการใช้พลังงานในครัวเรือนจากพลังงานทั้ง 6 ประเภท พบว่าส่วนใหญ่ใช้ไฟฟ้า (พลังงานพาณิชย์) คิดเป็นร้อยละ 100.0 รองลงมามีการใช้ LPG คิดเป็นร้อยละ 78.0 และใช้ถ่านคิดเป็นร้อยละ 77.0 และเมื่อพิจารณาถึงการใช้พลังงานแต่ละประเภทในกิจกรรมต่าง ๆ พบว่าการประกอบอาหารส่วนใหญ่ร้อยละ 72.0 ใช้ถ่าน รองลงมาร้อยละ 69.0 ใช้ LPG สำหรับพลังงานที่ใช้ในการให้แสงสว่างมากที่สุด คือ ไฟฟ้า คิดเป็นร้อยละ 100.0 พลังงานที่ใช้สำหรับอุปกรณ์ครัวเรือนส่วนใหญ่ร้อยละ 81.0 ใช้ไฟฟ้า และร้อยละ 22.0 ใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับอุตสาหกรรมครัวเรือน เมื่อพิจารณาปัจจัยลักษณะของเตาที่มีผลต่อการใช้พลังงานของภาคครัวเรือน พบว่าการใช้เตาในการหุงต้มของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ร้อยละ 92.0 ใช้เตาแก๊ส รองลงมาร้อยละ 68.0 ใช้เตาอั้งโล่ และร้อยละ 64.0 ใช้เตาไฟฟ้า พลังงานทดแทนที่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ซื้อใช้ ได้แก่ ถ่าน คิดเป็นร้อยละ 76.0 รองลงมา ฟืน คิดเป็นร้อยละ 24.0 แม้ว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ร้อยละ 54.2 มีการใช้ถ่านน้อยลง อย่างไรก็ตามพบว่าร้อยละ 38.6 มีแนวโน้มใช้เพิ่มขึ้น โดยพบว่าเหตุผลส่วนใหญ่ที่ใช้ถ่านน้อยลง คือ ไม่สะดวกในการใช้ คิดเป็นร้อยละ 15.7 และเหตุผลที่ใช้เพิ่มขึ้น คือ หาได้ง่ายและราคาถูก คิดเป็นร้อยละ 21.9

การรับรู้และความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างต่อการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศจากการเผาไหม้ชีวมวล (ไมยราบยักษ์) โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเด็น “ชีวมวลซึ่งรวมถึงไมยราบยักษ์ในชุมชนสามารถนำมา

ใช้ประโยชน์ด้านพลังงานทดแทน (เชื้อเพลิง) ได้" ประเด็น "การจัดการชีวมวลซึ่งรวมถึงไมยราบยักษ์ด้านพลังงานทดแทนสามารถสร้างรายได้ให้แก่ชุมชนและท้องถิ่นได้" และประเด็น "ชุมชนควรมีแผนทางเลือกในการจัดการชีวมวลซึ่งรวมถึงไมยราบยักษ์ทางด้านพลังงานทดแทน" พบว่าส่วนใหญ่เห็นด้วยมากกว่าร้อยละ 90.0 ขึ้นไป

ถึงแม้การใช้พลังงานภาคครัวเรือนในชุมชนจะใช้ไฟฟ้า (พลังงานพาณิชย์) คิดเป็นร้อยละ 100.0 อย่างไรก็ตามการใช้พลังงานชีวมวลโดยเฉพาะถ่านสำหรับการประกอบอาหารยังคงมีความจำเป็นเนื่องจากลักษณะการใช้เตาหุงต้มในภาคครัวเรือนประเภทเตาอั้งโล่ยังมีการใช้อยู่สูงถึงร้อยละ 68.0 นอกจากนี้แนวโน้มการใช้พลังงานชีวมวลจากถ่านอาจเพิ่มสูงขึ้นถึงร้อยละ 34.6 เนื่องจากหาได้ง่ายและราคาถูก แต่มีข้อจำกัดคือไม่สะดวกในการใช้ สำหรับประเด็นการจัดการชีวมวลไมยราบยักษ์ในชุมชนด้านพลังงานทดแทนหรือพลังงานชีวมวล พบว่าชุมชนส่วนใหญ่เห็นด้วยเนื่องจากไมยราบยักษ์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ด้านเชื้อเพลิงได้และอาจสร้างรายได้หรือลดรายจ่ายด้านพลังงานให้แก่คนในชุมชน อย่างไรก็ตามชุมชนได้ให้น้ำหนักต่อแผนการจัดการไมยราบยักษ์ด้านพลังงานที่ดี โดยเฉพาะประเด็นความอ่อนไหวด้านมลพิษ ที่อาจเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมระหว่างกระบวนการแปรรูปไม้ไมยราบยักษ์เป็นพลังงานเชื้อเพลิง ซึ่งจำเป็นต้องมีการพัฒนาถ่านไมยราบยักษ์ให้มีคุณภาพและเกิดความสะดวกในการใช้งานมากยิ่งขึ้นรวมทั้งกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

รูปแบบการจัดการไมยราบยักษ์ด้านพลังงานทดแทนของชุมชน

ในเบื้องต้นชุมชนและท้องถิ่นได้ร่วมกันให้ข้อคิดเห็นต่อแนวทางการจัดการไมยราบยักษ์ด้านพลังงานทดแทนที่เหมาะสมตลอดทั้งกระบวนการและยังให้ความสำคัญกับมาตรการควบคุมมลพิษที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตรวมทั้งมาตรการการคืนกำไรสู่ชุมชนในรูปแบบกองทุน (ตารางที่ 3) การที่ชุมชนและท้องถิ่นได้ให้ความสนใจต่อการระดมความคิดเห็นการใช้ประโยชน์ไมยราบยักษ์ด้านพลังงานทดแทนเป็นอย่างดี ทั้งนี้เนื่องจากผลกระทบของป่าไมยราบยักษ์ในที่รกร้างของชุมชนป่าแดด ไม่เพียงแต่ก่อปัญหาด้านมลพิษทางอากาศจากการเผาไหม้เท่านั้น ยังส่งผลกระทบต่อปัญหาสังคมและเศรษฐศาสตร์ของชุมชน เช่น ปัญหาเพลิงไหม้และการสิ้นเปลืองงบประมาณในการควบคุมเพลิง รวมทั้งปัญหาเป็นแหล่งมั่วสุมของเยาวชนในชุมชน

ตารางที่ 3. แนวทางและรูปแบบเบื้องต้นในการจัดการไมยราบด้านพลังงานทดแทนของชุมชน

การจัดการ	แนวทางการจัดการ	ผู้ดำเนินการ
ต้นน้ำ (ไมยราบในที่ดินรกร้าง)	-ทำประชาคมเพื่อรวบรวมและจัดตั้งสมาชิกกลุ่ม -ดำเนินการภายใต้รูปแบบของคณะกรรมการ -กำหนดแนวทางและวิธีการปฏิบัติที่ชัดเจนและเหมาะสมทั้งกรณีการจัดการในที่ดินส่วนบุคคลและที่ดินสาธารณะของชุมชน -วางแผนด้านงบประมาณ การระดมทุน และแรงงานในการดำเนินการ -จัดทำฐานข้อมูลแหล่งวัตถุดิบ -วางแผนด้านความยั่งยืนของแหล่งวัตถุดิบในอนาคต รวมทั้งพื้นที่ในการดำเนินการ	-รูปแบบสมาชิกกลุ่มของชุมชน -รูปแบบโดยท้องถิ่น
หมายเหตุ-ประเด็นความยั่งยืนของวัตถุดิบ ได้มีการเสนอทางเลือก เช่น การใช้ชีวมวลชนิดอื่นเสริม การจัดหาเพิ่มเติมจากแหล่งใกล้เคียง และ การกำหนดใช้เท่าที่มีภายในชุมชนเท่านั้น		
การจัดการ	**แนวทางการจัดการ**	**ผู้ดำเนินการ**
กลางน้ำ (การผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่ง)	-ดำเนินการภายใต้รูปแบบของคณะกรรมการ -วางแผนด้านงบประมาณ การระดมทุน แรงงาน และสถานที่ในการดำเนินการ -ศึกษาดูงานและอบรมปฏิบัติการ เพื่อเพิ่มพูนความรู้ในการดำเนินการ -วางแผนควบคุมมลพิษที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต	-รูปแบบสมาชิกกลุ่มของชุมชน -รูปแบบโดยท้องถิ่น -รูปแบบโดยผู้ประกอบการ
หมายเหตุ-กรณีดำเนินการโดยผู้ประกอบการ ทางชุมชนยินดีให้วัตถุดิบฟรี แต่ต้องทำการประสานงานกับท้องถิ่นและชุมชน รวมทั้งจัดเก็บและขนย้ายเอง		
การจัดการ	**แนวทางการจัดการ**	**ผู้ดำเนินการ**
ปลายน้ำ (การใช้ประโยชน์/จำหน่าย)	-ดำเนินการภายใต้รูปแบบของคณะกรรมการ -วางแผนและจัดการด้านการกระจายสินค้า การตลาด การบัญชี และการจัดสรรผลประโยชน์ -ส่งเสริมมาตรการคืนกำไรสู่ชุมชนป่าแดดในรูปแบบกองทุน	-รูปแบบสมาชิกกลุ่มของชุมชน -รูปแบบโดยท้องถิ่น
หมายเหตุ-แนวทางการส่งเสริมด้านการตลาด เช่น การทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มสมาชิก และการจำหน่ายแก่กลุ่มสมาชิกในราคาทุน		

ประกอบกับนโยบายการบริหารของเทศบาลตำบลป่าแดด (แผนพัฒนา พศ.2552-2554) ซึ่งกำหนดให้มาตรการส่งเสริมการประหยัดไฟฟ้าและน้ำมันเชื้อเพลิงภายในชุมชน รวมทั้งการพัฒนาอาชีพเสริมเพื่อสร้างรายได้เป็นแนวทางสำหรับการแก้ไขปัญหาความยากจนให้กับคนในชุมชน แนวนโยบายดังกล่าวจึงถือเป็นปัจจัยเอื้อต่อการใช้ประโยชน์ชีวมวลไมยราบยักษ์ด้านพลังงานทดแทนของชุมชน

สรุปผลการวิจัย

การแปรรูปวัชพืชไมยราบยักษ์เป็นเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่ง นอกจากเป็นการพัฒนาศักยภาพด้านพลังงานของไมยราบยักษ์ให้สูงขึ้น และเป็นทางเลือกในการควบคุมปัญหามลพิษทางอากาศจากการเผาไหม้ชีวมวลแล้วยังเป็นการสร้างโอกาสด้านพลังงานทดแทนให้แก่ชุมชน ปริมาณถ่านไมยราบยักษ์ที่ได้จากกระบวนการคาร์บอนไนเซชันประมาณร้อยละ 20 โดยมวล เงื่อนไขที่เหมาะสมของการศึกษานี้ คือ การผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งไมยราบยักษ์ผสมแป้งมันเป็นตัวประสานที่อัตราส่วนร้อยละ 6 ที่เงื่อนไขนี้ให้ค่าพลังงานความร้อน (Gross calorific) ของเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งไมยราบยักษ์สูงสุด (5,432±101.5 แคลอรี่/กรัม) และประสิทธิผลการใช้งานที่ได้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด (มผช. 238/2547) ทั้งนี้การผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งไมยราบยักษ์ให้อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน และระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 5.5 และ 1.2 ปี การใช้พลังงานชีวมวลโดยเฉพาะถ่านพบว่ายังคงมีความจำเป็นสำหรับชุมชนและมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นถึงร้อยละ 34.6 ชุมชนและท้องถิ่นส่วนใหญ่ (มากกว่าร้อยละ 90) เห็นด้วยกับการจัดการชีวมวลไมยราบยักษ์ในชุมชนด้านพลังงานทดแทนและได้ร่วมพัฒนาแนวทางตลอดจนรูปแบบการจัดการที่เหมาะสมตลอดทั้งกระบวนการ นอกจากนี้ชุมชนได้ให้ความตระหนักต่อมาตรการการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งมาตรการคืนกำไรสู่ชุมชนในรูปแบบกองทุน

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้สำเร็จลงได้ภายใต้การสนับสนุนทุนวิจัยโดย สำนักงานสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (เครือข่ายภาคเหนือ) และความอนุเคราะห์ข้อมูลของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องรวมทั้งการสนับสนุนในพื้นที่ชุมชนเทศบาลตำบลป่าแดด จังหวัดเชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. **ถ่านอัดแท่ง.** [ออนไลน์][อ้างเมื่อ 24 ธันวาคม 2551]. เข้าถึงได้จาก: /www.library.dip.go.th.

เทศบาลตำบลป่าแดด. **แผนพัฒนาสามปี (พศ.2552-2554).** [ออนไลน์][อ้างเมื่อ 8 ธันวาคม 2552]. เข้าถึงได้จาก: /www.padad.go.th

บัญจรัตน์ โจลานันท์ และคณะ. 2550. **รูปแบบการควบคุมมลพิษทางอากาศจากเผาไหม้ชีวมวลของชุมชนป่าแดด.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาและเครือข่ายบริหารการวิจัยภาคเหนือตอนบน.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. **ถ่านอัดแท่ง.** [ออนไลน์]. [อ้างเมื่อ 24 ธันวาคม 2551]. เข้าถึงได้จาก: /www.library.tis.go.th.

รัชกาญจน์ วินิจ และคณะ. 2552. **การศึกษาสมรรถนะเชิงความร้อนของหม้อไอน้ำชีวมวลขนาดเล็ก.** เอกสารประกอบการประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23. วันที่ 4-7 พฤศจิกายน จังหวัดเชียงใหม่ (AEC-027138).

วีระชัย อาจหาญ และคณะ. 2551. **การศึกษาต้นแบบโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กสำหรับชุมชน.** เอกสารประกอบการสัมนา ร่วมแก้วิกฤตพลังงานชาติ: ด้วยงานวิจัย วช. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ 30 เมษายน ณ โรงแรมมิราเคิลแกรนด์ คอนเวนชั่น กรุงเทพฯ.

สำนักความหลากหลายทางชีวภาพ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. **ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่รุกรานประเทศไทย.** [ออนไลน์] [อ้างเมื่อ 12 มกราคม 2553]. เข้าถึงได้จาก /http://chm-thai.onep.go.th/chm/alien/issg_100_IAS_4.html.

สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร. 2521. **เอกสารวิชาการเรื่องไมยราบยักษ์.** สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้.

สุวิทย์ เพชรห้วยลึก และคณะ. 2549. **สมบัติทางกายภาพของแท่งเชื้อเพลิงจากวัสดุเหลือใช้ปาล์มน้ำมัน.** เอกสารประกอบการประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 2. วันที่ 27-29 กรกฎาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา.

ASTM Annual Book of American Society for Testing and Materials Standards. 2008. **Standard Test Method for Moisture in the Analysis Sample of Coal and Coke** ASTM D3173–03.

ASTM Annual Book of American Society for Testing and Materials Standards. 2007. **Standard Test Method for Gross Calorific Value of Coal and Coke** ASTM D5865-07.

ASTM Annual Book of American Society for Testing and Materials Standards. 2007. **Standard Test Method for Ash in the Analysis Sample of Coal and Coke** ASTM D3174-04.

ASTM Annual Book of American Society for Testing and Materials Standards. 2007. **Standard Test Method for Volatile Matter in the Analysis Sample of Coal and Coke** ASTM D3175-07.

ASTM Annual Book of American Society for Testing and Materials Standards. 2007. **Standard Test Method for Proximate Analysis of Coal and Coke** ASTM D3172-07a.

ASTM Annual Book of American Society for Testing and Materials Standards. 2007. **Standard Test Method for Total Sulfur in the Analysis Sample of Coal and Coke** ASTM D3177-02.

Jamradloedluk J. and S. Wiriyaumpaiwong. 2007. Production and Characterization of Rice Husk Based Charcoal Briquetts. **KKU Engineering Journal.** 34(4): 391-398.