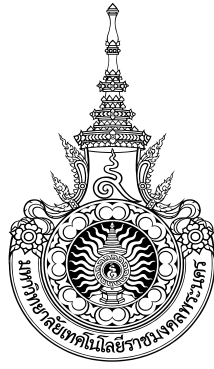




การวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากของเหลือทิ้งทางการเกษตร; แกลบและฟางข้าว
Research and development of value added products from agricultural
waste; husk and straw from rice

สังเวย เสวกวิหารี
ธนาพร บุญชู

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร



การวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากของเหลือทิ้งทางการเกษตร; แกลบและฟางข้าว
Research and development of value added products from agricultural
waste; husk and straw from rice

สังเวย เสวกวิหารี
ธนาพร บุญชู

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้ทุนในการทำวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้การสนับสนุนการทำวิจัย การใช้ห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ ขอขอบคุณผู้เข้าร่วมอบรมถ่ายทอดผลงานวิจัยทุกท่าน จนนงานวิจัยสำเร็จตามระยะเวลาที่กำหนด และขอขอบคุณทุกกำลังใจ ทุกคำแนะนำ และทุกความช่วยเหลือ ที่ให้กับผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา

คณะผู้วิจัย

ชื่องานวิจัย : การวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากของเหลือทิ้งทางการเกษตร ; แกลบ และ ฟางข้าว
ผู้วิจัย : สียงเวทย์ เสวกวิหारी , ธนาพร บุญชู
พ.ศ. : 2564

บทคัดย่อ

การนำของเหลือทิ้งทางการเกษตร แกลบ และฟางข้าวมาใช้ประโยชน์ โดยนำแกลบผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง เพื่อใช้เป็นพลังงานเชื้อเพลิง แทนการใช้เชื้อเพลิงจากฟืนและถ่านไม้จากป่าธรรมชาติ โดยมีกาวแป้งเปียกเป็นตัวประสาน ผ่านกระบวนการอัดแท่งด้วยเครื่องอัดมือ ได้ผลิตภัณฑ์เป็นแท่งเชื้อเพลิงสีดำ คงรูป ไม่แตกหัก ทดสอบประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากแกลบ มีอัตราการเผาไหม้เฉลี่ย 10.32 กรัมต่อนาที สามารถใช้งานหุงต้มได้ดี ไม่แตกปะทุ ติดไฟได้ดี มีควันเล็กน้อย ไม่มีเขม่าและไม่มีกลิ่นรบกวนขณะใช้งาน ฟางข้าวสามารถนำมาทำผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้แบบต่างๆได้ดี โดยผสมกับปูนซีเมนต์ในอัตราส่วน 1 : 2 ได้ผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว 10.5 นิ้ว 8 นิ้ว 4.5 นิ้ว และ 2.5 นิ้ว ปลูกต้นไม้ชนิดต่างๆ ทั้งแบบไม้ในร่มและไม้กลางแจ้ง ผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้ทุกขนาด มีความคงทน ไม่แตกหัก ไม่มีน้ำรั่วซึม ต้นไม้เจริญเติบโตดี ผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้จากฟางข้าว จึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่นำของเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์ และเพิ่มมูลค่า ช่วยลดปัญหาหมอกควันจากการเผาฟางข้าว และช่วยลดปัญหามลพิษฝุ่น PM 2.5 ด้วยการปลูกต้นไม้ เพิ่มพื้นที่สีเขียวให้ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และยังช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อนได้อีกทางหนึ่งด้วย

Research Title : Research and development of value added products from
agricultural waste ; husk and straw from rice

Researcher : SANGWOEI SAWEKWIHAREE , THANAPORN BOONCHOO

Year : 2021

ABSTRACT

This research aims to add the value of agricultural waste by modifying husked rice to be a briquette fuel. The developed brick fuel can be used as a fuel source instead of nature firewood or charcoal. The final black rigid modified product was resilient. The combustion efficiency was found to be at 10.32 grams per minute. The flammable husked brick can be used as a power source for cooking without smut, eruption, or odor but slight smoking was found while burning. While husked rice was modified to be cooking fuel, rice straw was developed to be a plant pot by mixing with cement in the ratio of 1:2. The final products were 12, 10.5, 8, and 4 inches in diameter. The developed plant containers were used to grow different kinds of the plant both indoor and outdoor. All sizes of the developed pot were rigid, not fragile. None of the water leakings was found. The plant grows very nicely in the developed pots. This development can add value to the waste product. The smog problems from getting rid of the rice straw by burning can be reduced also PM 2.5 was also diminished. This can also reduce the global warming problem.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อภาษาไทย	II
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	V
สารบัญตาราง	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
ขอบเขตของการวิจัย	1
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	41
วิธีการดำเนินการวิจัย, แกลบ	41
วิธีการดำเนินการวิจัย, ฟางข้าว	48
บทที่ 4 ผลการวิจัย	55
ผลการศึกษาวิจัย	55
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	60
สรุปผลการวิจัย	60
ข้อเสนอแนะ	60

สารบัญ

	หน้า
บรรณานุกรม	61
ภาคผนวก	63
1. ภาคผนวก (ก) ประวัตินักวิจัย	63
2. ภาคผนวก (ข) รูปการทดสอบ ผลิตภัณฑ์	66
3. ภาคผนวก (ค) รูปกิจกรรมการอบรม /ถ่ายทอดผลงานวิจัย	69

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1. ปีบเจาะรูรอบด้านสำหรับเผาเกลือ	41
2. จุดเชื้อไฟสำหรับเผาเกลือ	41
3. นำเกลือหมกล้อมรอบปีบ	41
4. หมกเกลือจนคลุมปีบ	41
5. เเผาเกลือ 2 ชั่วโมง	42
6. เเผาเกลือ 4 ชั่วโมง	42
7. เเผาเกลือ 4 ชั่วโมง	42
8. เเผาเกลือ 6 ชั่วโมง	42
9. เเผาเกลือ 8 ชั่วโมง	42
10. แยกเกลือสุกสีดำออกจากเตาเผา	42
11. พรมน้ำให้ทั่วเกลือสุกสีดำ	43
12. ตากแดดเกลือสุกสีดำให้แห้ง	43
13. เครื่องบดเกลือสุกให้ละเอียด	43
14. ครกตำเกลือสุกให้ละเอียด	43
15. กาวแป้งเปียก	44
16. ผงถ่านบดละเอียด 1 กิโลกรัม	44
17. ผสมกาวแป้งเปียก กับผงถ่าน	44
18. คลุกเคล้าให้เข้ากัน	44
19. เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง	44
20. กดเครื่องอัดแท่งด้วยมือ	44
21. ได้แท่งเชื้อเพลิงเปียกสีดำ	45
22. เชื้อเพลิงอัดแท่งตากแดดให้แห้ง	45
23. ทดสอบเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเกลือ	45
24. หม้อต้มน้ำอะลูมิเนียมเบอร์ 20	45
25. วัตถุดิบหมักขมิ้นน้ำเดือด	46
26. เปิดฝาหม้อ	46
27. เก็บฟางข้าวหลังขาวนาเกี่ยวข้าว	48
28. วัตถุดิบฟางข้าว	48
29. รถขนวัตถุดิบฟางข้าวจำนวนมาก	48
30. กองวัตถุดิบฟางข้าว	48
31. หั่นฟางข้าวเป็นชิ้นๆ	49
32. แช่น้ำ 48 ชั่วโมง	49
33. อัตราส่วนฟางข้าว	49
34. อัตราส่วนปูนซีเมนต์	49

สารบัญรูปต่อ

รูปที่	หน้า
35. ผสมฟางข้าวกับปูนซีเมนต์	50
36. ใส่น้ำเป็นตัวประสาน	50
37. เตรียมแม่พิมพ์และแม่แบบกระทำกระถาง	50
38. ทาน้ำมันให้ทั่วแม่พิมพ์และแม่แบบ	50
39. ตักส่วนผสมใส่แม่พิมพ์กระถางต้นไม้	51
40. เทส่วนผสมใส่แม่แบบกระถางต้นไม้	51
41. นำออกตากแดดนาน 4 ชั่วโมง	51
42. เอาแกนกลางออกจากแม่แบบ	51
43. ผลิตภัณฑ์กระถางจากฟางข้าว	52
44. เจาะรูที่ก้นกระถางตากแดดให้แห้ง	52
45. ทาสีรองพื้น	52
46 ทาสีให้สวยงาม	52
47. ผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้กลางแจ้ง	52
48. ผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้ในร่ม	52
49. ปลูกต้นไม้ลงกระถางเพื่อทดสอบ	53
50. ปลูกต้นบอนสี ทดสอบผลิตภัณฑ์	53
51. ปลูกต้นกระบองเพชรแนวตั้ง	53
52. ปลูกต้นกระบองเพชรกลม	53
53. กระถางปลูกต้นไม้แบบปลูกในร่ม	54
54. ปลูกต้นกระบองเพชรแบบในร่ม	54
55. กระถางปลูกต้นกระบองเพชรในร่ม	54
56. กระถางปลูกต้นพลูด่างแบบในร่ม	54

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1. ประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากแกลบ	55
4.2. อัตราส่วนผสมฟางข้าวต่อปูนซีเมนต์	56
4.3. ผลการทดสอบผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้	58

บทที่ 1

บทนำ

การวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากของเหลือทิ้งทางการเกษตร ; แกลบ และฟางข้าว
Research and development of value added products from agricultural waste ;
husk and straw from rice

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจของไทยที่มีมูลค่าการส่งออกสูง และเป็นพืชอาหารหลักที่สำคัญ ปัจจุบันประเทศไทยเป็นผู้ผลิตข้าวเป็นอันดับต้น ๆ ของโลก โดยพื้นที่ปลูกข้าวส่วนใหญ่ของประเทศสามารถปลูกข้าวได้ต่อเนื่อง ปีละ 2 ครั้ง ซึ่งภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวด้วยรถเกี่ยวหวด (Combine harvester) จะเหลือฟางข้าวที่ปล่อยทิ้งไว้ในแปลงนา ฟางข้าวเหล่านี้ไม่สามารถย่อยสลายตามธรรมชาติได้ทันก่อนฤดูเพาะปลูกใหม่ เกษตรกรส่วนใหญ่จึงนิยมกำจัดฟางข้าวด้วยการเผา ปัญหาหมอกควันจากการเผาฟางข้าวของเกษตรกรชาวนา เพื่อต้องการทำนาในครั้งต่อไป ทำให้เกิดปัญหามลพิษ PM 2.5 ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญระดับประเทศ ที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชากรในประเทศ ส่วนของเหลือทิ้งทางการเกษตร : แกลบ ทำผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงอัดแท่ง เพื่อทดแทนการใช้เชื้อเพลิงจากฟืน และถ่านไม้จากป่าธรรมชาติ จะเห็นได้ว่าโครงการวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากของเหลือทิ้งทางการเกษตร เป็นโครงการที่ช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว และยังเป็นการเพิ่มมูลค่าของเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้อีกทางหนึ่งด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อนำของเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์และเพิ่มมูลค่า
2. เพื่อลดปัญหาหมอกควันจากการเผาฟางข้าว
3. เพื่อลดปัญหามลพิษ PM 2.5

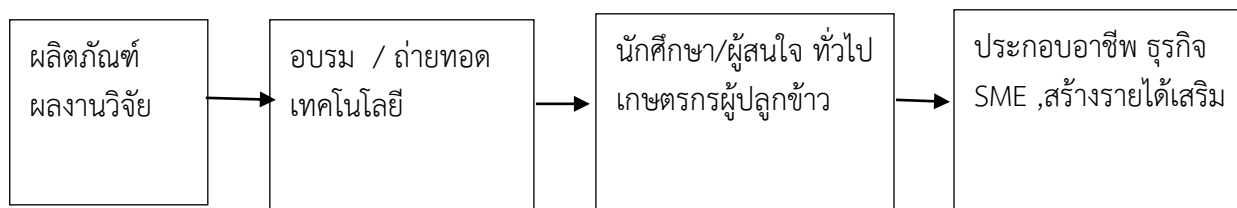
ขอบเขตของการวิจัย

ของเหลือทิ้งทางการเกษตร (ฟางข้าว) ทำผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้แบบต่างๆ เช่นกระถางปลูกต้นไม้ในร่ม เพื่อมอบเป็นของขวัญของแต่งบ้าน ทำให้ภายในอาคาร ที่อยู่อาศัย มีสภาพอากาศที่ดี น่าอยู่อาศัย กระถางปลูกต้นไม้กลางแจ้ง ช่วยเพิ่มพื้นที่สีเขียว ช่วยเพิ่มออกซิเจน ช่วยลดปัญหามลพิษ PM 2.5

ของเหลือทิ้งทางการเกษตร (แกลบ) ทำผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงอัดแท่ง เพื่อทดแทนการใช้เชื้อเพลิงจากฟืน และถ่านไม้จากป่าธรรมชาติ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

กระบวนการดำเนินงานต่อเนื่องของผู้ใช้ประโยชน์จากงานวิจัยเมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น



นิยามศัพท์เฉพาะ

ฟางข้าว (rice straw) เป็นของเหลือทิ้งทางการเกษตร ที่เกิดจากการทำนาปลูกข้าว ซึ่งข้าวจัดเป็นพืชเศรษฐกิจของไทยที่มีพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุดเป็นอันดับต้นๆของโลกในปีหนึ่งๆประเทศไทยปลูกข้าวประมาณ 61 ล้านไร่ มีฟางข้าวรวมทั้งส่วนที่เป็นตอซึ่งไม่น้อยกว่า 40 ล้านตัน นาในแต่ละไร่จะให้ฟางข้าวมากน้อยแตกต่างกันไป

แกลบ (Rice husk) เป็นของเหลือทิ้งทางการเกษตร ที่ได้จากกระบวนการสีข้าว ในปีหนึ่งๆ มีปริมาณแกลบประมาณ 5,878.14 พันตัน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ของเหลือทิ้งทางการเกษตร แกลบ และฟางข้าว มาจากข้าว ซึ่งข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจของไทยที่มีมูลค่าการส่งออกสูง และเป็นพืชอาหารหลักที่สำคัญ ปัจจุบันประเทศไทยเป็นผู้ผลิตข้าวเป็นอันดับต้นๆของโลก โดยพื้นที่ปลูกข้าวส่วนใหญ่ของประเทศสามารถปลูกข้าวได้ต่อเนื่อง ปีละ 2 ครั้ง ซึ่งภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวด้วยรถเกี่ยวรวม (Combine harvester) จะเหลือฟางข้าวที่ปล่อยทิ้งไว้ในแปลงนา ฟางข้าวเหล่านี้ไม่สามารถย่อยสลายตามธรรมชาติได้ทันก่อนฤดูเพาะปลูกใหม่ เกษตรกรส่วนใหญ่จึงนิยมกำจัดฟางข้าวด้วยการเผา ปัญหาหมอกควันจากการเผาฟางข้าวของเกษตรกรชาวนา เพื่อต้องการทำนาในครั้งต่อไป ทำให้เกิดปัญหามลพิษ PM 2.5 ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญระดับประเทศ ที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชากรในประเทศ ส่วนของเหลือทิ้งทางการเกษตร : แกลบ ทำผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงอัดแท่ง เพื่อทดแทนการใช้เชื้อเพลิงจากฟืน และถ่านไม้จากป่าธรรมชาติ จะเห็นได้ว่าโครงการวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากของเหลือทิ้งทางการเกษตร เป็นโครงการที่ช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว และยังเป็นการเพิ่มมูลค่าของเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้อีกทางหนึ่งด้วย

แกลบ (Rice husk) เป็นของเหลือทิ้งทางการเกษตร ที่ได้จากระบวนการสีข้าว ในปีหนึ่งๆ มีปริมาณแกลบประมาณ 5,878.14 พันตัน จากการสำรวจ โดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ถ้ามีการสีข้าว 1 ตัน จะมีแกลบออกมาประมาณ 220 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 22 ซึ่งประเทศไทยมีผลการประเมินในแต่ละปี จะมีปริมาณแกลบจากการสีข้าว ประมาณ 4.4 ถึง 4.6 ล้านตัน (สมศักดิ์, 2554) ของเหลือทิ้งเหล่านี้บางส่วน ถูกนำไปใช้ประโยชน์เป็นปุ๋ย วัสดุรองนอนในโรงเรือนเลี้ยงเป็ด เลี้ยงไก่ และในยุคปัจจุบันที่ประเทศไทยมีความต้องการพลังงานสูง การนำแกลบมาทำผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงอัดแท่ง เพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน แทนการใช้ฟืน และถ่านไม้จากป่าธรรมชาติ

ฟางข้าว (rice straw) เป็นของเหลือทิ้งทางการเกษตร ที่เกิดจากการทำนาปลูกข้าว ซึ่งข้าวจัดเป็นพืชเศรษฐกิจของไทยที่มีพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุดเป็นอันดับต้นๆของโลก ในปีหนึ่งๆประเทศไทยปลูกข้าวประมาณ 61 ล้านไร่ มีฟางข้าวรวมทั้งส่วนที่เป็นตอซึ่งไม่น้อยกว่า 40 ล้านตัน นาในแต่ละไร่จะให้ฟางข้าวมากน้อยแตกต่างกันไป (นิตยาและคณะ, 2551) โดยทั่วไปนาหนึ่งไร่จะมีฟางข้าวประมาณ 0.32-1.6 ตันต่อ 1 ฤดูปลูก สำหรับองค์ประกอบของธาตุอาหารในฟางข้าวจะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดิน น้ำ ปริมาณปุ๋ยที่ใส่ รวมทั้งพันธุ์ และฤดูกาล แต่โดยเฉลี่ยฟางข้าวจะมีไนโตรเจน 0.75% ฟอสฟอรัส 0.15% โปแตสเซียม 0.25% ซิลิกา 11.0% แมกนีเซียม 0.25% และกำมะถัน 0.80% เมื่อเผาฟางข้าวจะทำให้เกิดสารระเหย 74.4% ถ่านคงตัว 18.3% เถ้า 7.3% และค่าความร้อน 4,300 kCal/kg ซึ่งการเผาฟางข้าวเป็นปัญหาที่สำคัญมากปัญหาหนึ่ง ที่ก่อให้เกิดปัญหาหมอกควัน ปัญหามลพิษ PM 2.5 และส่งผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนในปัจจุบัน หน่วยงานภาครัฐได้รณรงค์ให้มีการลด เลิกการเผาฟางข้าว พร้อมทั้งได้แนะนำส่งเสริมให้มีการนำฟางข้าวไปใช้ประโยชน์เพิ่มมากขึ้น โดยกิตติศักดิ์ (2544) ได้ศึกษาการกระบวนการผลิตแผ่นฉนวนความร้อนที่ใช้ฟางข้าวเป็น

วัตถุดิบและใช้กาวยสังเคราะห์ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ เรซิน เกรด EU-617 ทำหน้าที่เป็นสารยึดติด ซึ่งพบว่าแผ่นฉนวนความร้อนจัดเป็นฉนวนความร้อนที่ดีประเภทหนึ่ง พิจารณาจากค่าการนำความร้อนที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.0564 และ 0.0957 w/m.k ปัจจุบันประเทศไทยเกิดปัญหาหมอกควันจากการเผาของเหลือทิ้งทางการเกษตร ดังนั้น การนำฟางข้าวมาใช้ประโยชน์ในการทำผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้ในแบบต่างๆ จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งของการนำฟางข้าวมาใช้ประโยชน์

กระถางปลูกต้นไม้ กระถาง ตามพจนานุกรมฉบับบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 ได้ให้ความหมายของ กระถางไว้ว่า กระถาง หมายถึง ภาชนะปากกว้าง มีรูปร่างต่าง ๆ สำหรับปลูกต้นไม้และอื่น ๆ ตรงกับ คำในภาษาอังกฤษว่า Pot ซึ่งให้คำจำกัดความไว้ว่าภาชนะทำด้วยดิน (Clay) หรือพลาสติกแข็ง (Hard Plastic) มีรูที่ก้น เพื่อระบายน้ำส่วนเกินออกไป ใช้สำหรับปลูกต้นไม้ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตามความเหมาะสมของต้นไม้ที่ปลูก ส่วนความสูง ขึ้นอยู่กับขนาดของปากกระถาง อาจมีความสูง เท่ากับความกว้างของปากกระถาง หรือมีสัดส่วนแตกต่างกันไปตามความเหมาะสม และความสูงของ พืชที่ปลูก กระถางจากวัสดุธรรมชาติปัจจุบันการดูแลสิ่งแวดล้อมและการลดภาวะโลกร้อนเป็นสิ่งที่ทุกหน่วยงานเห็นความสำคัญ รวมไปถึงการนำวัสดุเหลือใช้มาทำให้เกิดประโยชน์ทั้ง ภาคเกษตร และภาคอุตสาหกรรม ในกระบวนการผลิตกระถางซึ่งได้รับความสนใจไม่น้อยในการ เลือกรสรวัดวัตถุดิบเหลือใช้จากธรรมชาติมาเป็นการอัดขึ้นรูปเป็นกระถาง เนื่องจากสามารถย่อยสลายได้ เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ในปัจจุบันมีการวิจัยและนำวัสดุธรรมชาติมาผลิตกระถางกันมากขึ้น กระถางต้นไม้ที่ทำจากวัสดุธรรมชาติ คือ กระถางที่ประดิษฐ์สร้างสรรค์มาจากวัสดุธรรมชาติที่หาได้ ง่าย และวิธีทำไม่ยากจนเกินไป จึงสามารถนำมาคิดค้นเพื่อนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ กระถางเพาะชำ ย่อยสลายได้ที่ทำจากวัสดุธรรมชาติทำให้มีความสวยงาม ดึงดูดความสนใจ น่ามอง กระถางที่ทำจาก วัสดุธรรมชาติ เมื่อไม่ต้องการใช้ ก็สามารถนำมาใช้เป็นปุ๋ยได้ วิธีกำจัดก็ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม และธรรมชาติ ลดความเป็นพิษในอากาศ เมื่อประดิษฐ์กระถางต้นไม้จากธรรมชาติ เมื่อประดิษฐ์เสร็จแล้ว ให้ความสวยงามกว่ากระถางต้นไม้พลาสติก วัสดุจากธรรมชาติที่สามารถนำมาประดิษฐ์เป็นกระถาง ต้นไม้ได้ดี เช่น กากมะพร้าว หญ้าแห้ง ฟาง และกากกาแฟ เป็นต้น เมื่อทำเสร็จแล้วต้องนำมาหา ความหนาแน่นรวม (กรัมต่อมิลลิกรัม) ค่าความเป็นกรด ต่าง ค่าการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต่อ เซนติเมตร) ปริมาณธาตุอาหาร (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ซึ่เฉลี่ยสด 0.290 5.64 6.18 0.24 0.20 0.45 ซึ่เฉลี่ยที่ผ่าน การเพาะเห็ด 0.418 8.89 9.40 0.64 0.27 0.56 ซึ่เฉลี่ยที่ผ่าน การเพาะเห็ด แล้วหมัก 0.499 7.97 12.85 1.15 0.41 0.58 16 ทดลองใช้ก่อนที่จะใช้จริง เพราะว่าถ้านำไปใช้จริงอาจจะเกิดปัญหาตามมาได้ เช่น กระถางต้นไม้ที่ ประดิษฐ์ขึ้นมานั้นมีความคงทนถาวร และสามารถอุ้มน้ำได้มากน้อยแตกต่างกัน กระถางอาจจะไม่ คงรูป กระถางมีความคงทนมากน้อยแตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของวัสดุที่ทำขึ้น เมื่อปลูกต้นไม้และมี การรดน้ำก่อนที่จะนำมาใช้หรือนำไปจ าหน่าย ต้องมีการ ทดลองการใช้งานก่อนเพื่อให้ทราบว่า กระถางต้นไม้ที่ทำจากวัสดุชนิดนั้นมีความคงทน มีความสามารถในการอุ้มน้ำ มีความเหมาะสมกับ ต้นไม้หรือพืชระดับชนิดนั้น ๆ จนมีความเหมาะสมและสวยงามตามที่เรากำลังต้องการ (พงศธร และคณะ , 2551) ลักษณะสำคัญของกระถาง ภาชนะที่เรานำมาใส่ดินเพื่อใช้ปลูกพันธุ์ไม้ลงไป ซึ่งเป็นภาชนะขนาดเล็กที่สามารถยกย้ายเคลื่อนที่ได้สะดวก หรือเป็นภาชนะใหญ่โตที่ติดอยู่กับที่ ไม่ยกเคลื่อนย้ายไปไหน โดยเฉพาะสิ่งเหล่านี้จะถือว่าเป็นกระถางทั้งสิ้นเพราะมีหลักส าคัญอยู่ 3 ประการ ด้วยกัน คือ 1) เป็นภาชนะที่มีปริมาตรจำกัด

คือ มีด้านต่าง ๆ โดยรอบแต่มีด้านหนึ่งเปิด เพื่อใช้ปลูกต้นไม้ในด้านหรือส่วนนั้น ภายในมีพื้นที่เพื่อบรรจุดิน หรือเครื่องปลูกต้นไม้ 2) เป็นภาชนะที่มีที่ระบายน้ำออกจากภาชนะนั้น อาจจะเป็นรูที่มีอยู่ทาง ส่วนล่าง เพื่อให้ น้ำที่ ไร่รดต้นไม้ลงไป ในภาชนะนั้นไม่ตกค้างขังอยู่ในภาชนะนั้นได้ การระบายน้ำออก จากภาชนะนั้นจะต้องมีปริมาณพอสมควรกับขนาด และปริมาตรของภาชนะนั้น ๆ ด้วย 3) เป็นภาชนะที่สามารถทนทานต่อความชื้นและมีอายุคงทนถาวรพอสมควร ไม่เป็นภาชนะที่สร้างขึ้นจากวัสดุที่ไม่คงทนถาวรอยู่ได้นานพอสมควร และเป็นภาชนะที่สามารถ ดูแลรักษาได้ง่ายด้วย เช่น การเปลี่ยนเครื่องปลูก หรือเปลี่ยนดินการให้น้ำพันธุ์ไม้ในภาชนะสะดวก (พงศธร และคณะ, 2551) คุณสมบัติที่กระถางต้นไม้จากวัสดุเหลือใช้ทางเกษตร มีคุณสมบัติสามารถ ระบายความร้อนได้ดีและสามารถอุ้มน้ำได้ ทำให้ผู้ที่ใช้กระถางจากวัสดุเหลือใช้ปลูกต้นไม้ ไม่ต้องรดน้ำต้นไม้บ่อย ๆ เวลาที่เอาต้นไม้ลงดินก็ไม่ต้องเอากระถางออกเพราะกระถางต้นไม้จากวัสดุเหลือใช้ ทางเกษตรทำมาจาก กากตะกอนปาล์ม น้ำมันและก้อนเชื้อเห็ดเก่าที่สามารถย่อยสลายได้เองยังเป็น ปุ๋ยชั้นดีให้กับต้นไม้ อีกด้วย และที่สำคัญ คือสามารถลดมลพิษจากการใช้ถุงพลาสติกที่เป็นสาเหตุให้ เกิดภาวะโลกร้อน (ยุพาวรรณ, 2558)

เชื้อเพลิงอัดแท่ง หลายปีก่อนคนเรารู้จักและคุ้นเคยกับถ่านไม้เท่านั้น ซึ่งได้จากการนำแท่ง ฝืนไม้มาเผา เป็นถ่าน แต่ด้วยพระอัจฉริยภาพอันยาวไกลของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว พระองค์ทรงเล็งเห็นเกี่ยวกับการขาดแคลนไม้ในอนาคต รวมทั้งการขาดแคลนพลังงานในด้านต่าง ๆ พระองค์ทรงมีพระราชดำริให้วิจัยและพัฒนาพลังงานทดแทน ตั้งแต่น้ำมันยังราคาถูก ๆ จึงเกิดโครงการ ในพระราชดำริต่าง ๆ มากมายในปัจจุบัน เช่น ในด้านการผลิตถ่าน พระองค์ทรงมีพระราชดำริในการ นำวัสดุเหลือใช้ เช่น ผักตบชวา มาอัดเป็นแท่งเชื้อเพลิง ซึ่งเรียกว่า เชื้อเพลิงเขียว

วัสดุที่ใช้ในการผลิตถ่านอัดแท่งมีหลายชนิด เช่น ชังข้าวโพด กะลามะพร้าว แกลบ ชีเส้อย ฝางข้าวโพด กะลาปาล์ม กากทานตะวัน ผักตบชวา ขานอ้อย เหง้ามันสำปะหลัง และเปลือก ทุเรียน เป็นต้น

คุณสมบัติของถ่านอัดแท่ง

- ให้ความร้อนสูง เนื่องจากเป็นถ่านที่ได้รับการเผาไหม้เต็มที่
- ปลอดภัยไม่มีสารตกค้างและไม่ทำลายสุขภาพ เพราะถ่านได้ถูกเผาไหม้ด้วยอุณหภูมิเกิน 800 องศา
- ทนนาน สามารถใช้ได้ยาวนานกว่าถ่านไม้ธรรมดาถึง 2.5 - 3 เท่า
- ประหยัด เพราะใช้ได้ยาวนาน ไม่แตก และไม่ดับเมื่อติดแล้ว
- ไม่แตกประทุ อย่างถ่านไม้ทั่วไป
- ไม่มีควัน เนื่องจากความชื้นน้อยมาก
- ไม่มีกลิ่น เพราะผลิตจากวัสดุธรรมชาติ 100 % ไม่ผสมสารเคมีใด ๆ
- ไม่ดับกลางคัน แม้ว่าจะใช้ในในที่ที่อากาศถ่ายเทน้อยทำให้ไม่ต้องเปลี่ยนถ่านบ่อย ๆ
- ให้ความร้อนสูงสม่ำเสมอ ไม่วูบวาบเนื่องจากความหนาแน่นของถ่านเท่ากันทุกส่วน

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ มก. – ๖.ก.ส.

ถ่านอัดแท่ง

๑. ขอบข่าย

๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ มก. – ๖.ก.ส. นี้ ครอบคลุมเฉพาะถ่านอัดแท่ง ที่ทำจากผงหรือถ่านเม็ด มาอัดเป็นแท่ง หรือทำจากวัสดุธรรมชาติมาอัดเป็นแท่งแล้วเผาจนเป็นถ่าน

๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มก. – ๖.ก.ส. มีดังต่อไปนี้

- ๒.๑ ถ่านอัดแท่ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำวัสดุธรรมชาติ เช่น ไม้กะลามะพร้าว กะลาปาล์ม ซังข้าวโพด มาเผาจนเป็นถ่าน อาจนำมาบดเป็นผงหรือเม็ดแล้วอัดเป็นแท่งตามรูปทรงที่ต้องการ หรือนำวัสดุธรรมชาติ เช่น แกลบ ชี้เลื่อย มาอัดเป็นแท่งตามรูปทรงที่ต้องการ แล้วจึงนำมาเผาเป็นถ่าน
- ๒.๒ ค่าความร้อน หมายถึง พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาถ่านหนัก ๑ กรัม มีหน่วยเป็นแคลอรีต่อกรัม

๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

๓.๑ ลักษณะทั่วไป

ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีรูปทรงเดียวกัน ขนาดใกล้เคียงกัน มีสีสม่ำเสมอ ไม่เปราะ อาจแตกหักได้บ้าง

๓.๒ การใช้งาน

เมื่อติดไฟต้องไม่มีสะเก็ดไฟกระเด็น ไม่มีควันและกลิ่น

๓.๓ ความชื้น

ต้องไม่เกินร้อยละ ๗ โดยน้ำหนัก

๓.๔ ค่าความร้อน ต้องไม่น้อยกว่า ๕,๕๐๐ แคลอรีต่อกรัม

การผลิตถ่านอัดแท่งจากแกลบ แกลบที่จะนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งจากแกลบได้ต้องเป็นแกลบที่แห้งสนิท ไม่มีความชื้น(ความชื้นไม่เกิน 10%) แกลบส่วนใหญ่ที่นำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง จะนำมาจากไซโลเก็บแกลบ ซึ่งจะแห้งและมีความชื้นต่ำ สามารถนำมาใช้อัดได้ในทันที ส่วนที่ตากไว้ตามลานปูนนั้นไม่สามารถนำมาใช้ผลิตถ่านอัดแท่งได้ เพราะจะโดนทั้งฝนและน้ำค้าง ซึ่งทำให้แกลบนั้นมีความชื้นสูง ไม่มีคุณสมบัติพอที่จะนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งได้ เนื่องจากเครื่องอัดด้วยกระบวนการอัดร้อนจะไม่สามารถใช้อัดให้เป็นแท่งได้ หากจะนำแกลบที่ตากไว้ตามลานมาใช้เป็นวัสดุดิบ จำต้องนำแกลบไปอบไล่ความชื้นใหม่ อาจใช้วิธีเดียวกันกับการอบข้าวหรือว่านำไปอบด้วยเตาโรตารีก็ได้ เพื่อให้ได้แกลบที่มีความชื้นไม่เกิน 10% เหมือนที่ออกมาจากไซโลเก็บแกลบ สำหรับแกลบที่นำออกมาจากไซโลเก็บแกลบนั้น สามารถนำไปเข้าเครื่องอัดแกลบ แล้วอัดออกมาเป็นแท่งพินจากแกลบได้เลยโดยไม่ต้องนำไปอบไล่ความชื้นก่อน เพราะแกลบที่ออกมาจากกระบวนการสีข้าว จะไม่มีความชื้นและไม่ต้องร่อน คัดขนาดเหมือนชี้เลื่อย เพราะขนาดของแกลบเท่ากันหรือใกล้เคียงกันทุกเม็ด

การผลิตถ่านอัดแท่งจากแกลบจะมีการลงทุนที่ต่ำกว่าการผลิตถ่านอัดแท่งจากชี้เลื่อย เนื่องจากอุปกรณ์การผลิตถ่านอัดแท่งจากแกลบ จะมีน้อยกว่าการผลิตถ่านอัดแท่งจากชี้เลื่อย เพียงแค่มีเครื่องอัดแกลบเครื่องเดียวก็สามารถผลิตงานได้โดยไม่ต้องมีเตาอบไล่ความชื้นก็ได้ จะอัด

ออกมาเป็นสินค้าแท่งฟืนจากแกลบ หรือว่านำไปเผาต่อเป็นถ่านอัดแท่งจากแกลบเลยก็ได้เช่นกัน เนื่องจากแกลบมีอุปทานพอเพียงในการผลิตเป็นเชื้อเพลิงแข็งเพื่อใช้ทดแทนฟืนและไม้ แต่อาจแปรผันตามฤดูกาลเก็บเกี่ยวข้าว สำหรับราคาแกลบไม่น่าจะมีปัญหาและถ้าหากจำเป็นต้องกักตุนแกลบไว้เพื่อการผลิตฟืนแกลบเป็นการค้าเงินทุนจมที่ต้องใช้ในการซื้อแกลบ ไม่สูงมากนัก เนื่องจากแกลบที่อัดแล้วไม่สามารถรักษาสภาพให้เป็นแท่งอยู่ได้ เมื่อถูกน้ำ หรือน้ำฝนจะแปรสภาพเป็นแกลบบดเช่นเดิม แต่เมื่อนำแกลบที่อัดแล้วไปเผาให้เป็นถ่าน จะสามารถคงสภาพตามรูปที่อัดได้ ดังนั้นทางผู้ผลิตจึงต้องอัดแกลบก่อนนำไปเผาเป็นถ่านอัดแท่ง เมื่อเทียบกับถ่านจากกะลามะพร้าวและถ่านจากซีเลื้อยแล้ว จะได้รับความแข็งแรง ความทนทาน ความหนาแน่นของถ่านใกล้เคียงกัน

วิธีการเผาแกลบอัดแท่งให้เป็นถ่าน

การนำแท่งฟืนไปเผาเป็นถ่านอัดแท่งจากแกลบ มีหลากหลายวิธีการเผาไหม้ ไม่ว่าจะเป็นการเผาด้วยวิธี เผาด้วยถัง 200 ลิตร เผาด้วยเตาอิฐก่อของกรมป่าไม้ หรือเตาหลุมได้ทั้งหมด จะเลือกใช้วิธีไหนก็ได้ทั้งนั้น ขั้นตอนการเผาก็เหมือนกับการเผาไม้

สรุป กระบวนการผลิตถ่านอัดแท่งจากแกลบ

1. นำแกลบที่ออกมาจากไซโลเก็บแกลบเข้าเครื่องอัดแท่งแกลบ
2. เครื่องอัดแท่งแกลบอัดแกลบออกมาเป็นแท่งฟืนจากแกลบ
3. นำแท่งฟืนไปเผาเป็นถ่านอัดแท่งจากแกลบ
4. บรรจุ เพื่อส่งจำหน่ายต่อไป

คุณสมบัติของถ่านอัดแท่งจากแกลบ : (<http://www.charcoal.snmcenter.com>)

ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงเหมือนถ่านไม้ทั่วไป

- แกลบที่นำมาเผาเป็น ถ่านแล้วพบว่าน้ำหนักแกลบอัดจะหายไป 70% ถ่านที่ได้จากแกลบ มีค่าพลังงานความร้อนพอสมควรแต่ความร้อนน้อยกว่าถ่านที่ทำจากไม้

- การอัดแกลบชนิดแน่นและไม่แน่น เมื่อนำไปเผาถ่าน ผลวิเคราะห์ค่าความร้อนทั้งสองชนิดเท่ากัน ความหนาแน่นไม่เท่ากัน ทำให้ระยะเวลาในการใช้งานไม่เท่ากัน ถ่านที่ทำจากแกลบอัดชนิดแน่น จะใช้ได้นานกว่า

- ให้ความร้อนพอประมาณ เนื่องจากเป็นถ่านที่ได้รับการเผาไหม้เต็มที่

- ปลอดภัยไม่มีสารตกค้างและไม่ทำลายสุขภาพ เพราะถ่านได้ถูกเผาไหม้ด้วยอุณหภูมิเกิน

800 องศาทำให้ไม่มีสารก่อมะเร็ง(สามารถทดสอบกับถ่านทั่วไปได้โดยการนำไปต้มน้ำร้อนหากก้นหม้อเป็นเขม่าสีดำแสดงว่าถ่านที่ใช้ถูกเผาไหม้ไม่สุกและมีสารก่อมะเร็ง)

- ทนนาน สามารถใช้ได้นานกว่าถ่านไม้ธรรมชาติถึง 2.5 - 3 เท่า

- ประหยัด เพราะใช้ได้นาน ไม่แตกง่าย

- ไม่แตกประทุ อย่างถ่านไม้ทั่วไป

- ไม่มีควัน เนื่องจากความชื้นน้อยมาก

- ไม่มีกลิ่น เพราะผลิตจากวัสดุธรรมชาติ 100 % ไม่ผสมสารเคมีใด ๆ

- ไม่ดับกลางคัน แม้ว่าจะใช้ในในที่ที่อากาศถ่ายเทน้อยทำให้ไม่ต้องเปลี่ยนถ่านบ่อย ๆ

- ให้ความร้อนสูงสม่ำเสมอ ไม่วูบวาบเนื่องจากความหนาแน่นของถ่านเท่ากันทุกส่วน

ถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพดในพื้นที่จังหวัดอุดรธานีมีการปลูกข้าวโพดมาก แต่ละฤดูกาลมีซังข้าวโพดถูกทิ้งเป็นจำนวนมาก ประกอบกับปัจจุบันมีการตัดต้นไม้ทำลายป่า เพื่อนำไม้มาทำฟืนเผาถ่านกันมากขึ้น การส่งเสริมให้เกษตรกรนำซังข้าวโพดมาทำถ่านอัดแท่ง นอกจากจะเป็นการสร้างรายได้

จากวัสดุเหลือใช้แล้ว ยังลดปัญหาการสะสมมลภาวะทางอากาศ ลดการตัดไม้เพื่อนำมาทำฟืน อันเป็นการทำลายทรัพยากรป่าไม้ของประเทศ

ถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพดให้ปริมาณความร้อนในระดับสูง คือ 6,300 แคลอรี ต่อกรัม และใช้เวลาในการเผาไหม้จนถึงเป็นเถ้า 1.30 ชั่วโมง ในขณะที่ถ่านที่ได้จากไม้ ให้ความร้อนที่ 4,300 แคลอรีต่อกรัม และใช้เวลาในการเผาไหม้จนถึงเป็นเถ้าเพียง 1 ชั่วโมง และที่น่าสนใจคือ ถ่านจากซังข้าวโพดแทบไม่มีควันเลย

แนวทางการส่งเสริมให้เกษตรกรผลิตถ่านนั้น ศูนย์พัฒนาสังคมฯ สนับสนุนในรูปแบบตัวเงิน เพื่อนำไปซื้อเครื่องจักร เกษตรกรสมาชิกอาจลงทุนกันเพื่อให้การผลิตมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การที่ชาวบ้านภายในชุมชนหันมาสนใจทำถ่านอัดแท่งมากขึ้นจะช่วยสร้างงานสร้างเงินขึ้นภายในชุมชน ถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพดนอกจากใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้มอาหารแล้ว ยังใช้เป็นวัสดุปลูกไม้ดอกไม้ประดับ เช่น หน้าวัว และกล้วยไม้ได้อีกด้วย

นอกจากการผลิตถ่านจากซังข้าวโพดยังมีผลพลอยได้อีกอย่างจากการทำถ่านซังข้าวโพด นั่นคือหลังจากการเผาถ่าน แล้วจะมีน้ำระเหยออกมา มีลักษณะสีดำ เรียกว่าน้ำคาร์บอน เมื่อน้ำชนิดนี้หยดลงต้นหญ้า หญ้าจะตายหมดภายใน 15 นาที จึงสามารถนำมาใช้เป็นยาฆ่าหญ้าได้ แต่ทั้งนี้ยังต้องรอผลการศึกษาริ้วยอย่างจริงจัง เพื่อศึกษาและให้ความรู้กับชาวบ้านอย่างถูกต้องและแน่นอน

ถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพดให้ไฟแรงสูงอยู่ได้นาน และไม่มีควันจึงทำให้ท้องถิ่นนิยมใช้ถ่านจากซังข้าวโพดมาก เช่น ร้านก๋วยเตี๋ยว ไก่ย่าง ร้านอาหารต่าง ๆ ปัจจุบันชาวบ้านส่วนใหญ่ยังไม่มีโอกาสได้ใช้ถ่านจากซังข้าวโพด เพราะยังมีการผลิตน้อย ถ้ามีการรวมกลุ่มกันเพื่อทำการผลิตเพิ่ม ก็ควรให้การส่งเสริมสนับสนุนต่อไป เพราะถ่านเป็นเชื้อเพลิงที่ใช้แล้วหมดไป การส่งเสริมให้มีผู้ผลิตในแต่ละท้องถิ่นยังมีโอกาสได้รับส่วนแบ่งทางการตลาด สำหรับการส่งเสริมทางการตลาดนั้น อาจให้มีการตั้งสหกรณ์กลุ่มผู้ผลิตถ่านอัดแท่ง ในกรณีที่มีการส่งเสริมจนมีผู้ผลิตจำนวนมากการส่งเสริมให้มีการตั้งสหกรณ์จึงอาจสามารถช่วยให้กลุ่มเข้มแข็งได้ ในขณะเดียวกันเกษตรกรในชุมชนก็สามารถนำซังข้าวโพดที่ตนเองมี รวบรวมเพื่อนำไปขายให้กับผู้ผลิตถ่านอัดแท่งได้เป็นการสร้างรายได้อีกทางหนึ่งของเกษตรกร อาจทำได้โดยการตั้งสหกรณ์รับซื้อซังข้าวโพดชุมชนให้ชาวบ้านในชุมชนนำซังข้าวโพดไปขายเพื่อให้ได้ราคาที่ได้มาตรฐาน

การผลิตถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพด ส่วนที่เรานำมาเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตถ่านอัดแท่งก็คือ ซังข้าวโพด หรือแกนข้าวโพด ส่วนเปลือกข้าวโพด ต้นข้าวโพด ก็นำไปเป็นอาหารสัตว์ หรือใช้ในการอุตสาหกรรม ถึงจะนำมาเผาเป็นถ่านได้แต่คุณภาพยังไม่ดีเท่ากับซังข้าวโพด ซังข้าวโพดต้องเผาให้เป็นถ่านก่อน จึงจะนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพดได้ขั้นตอนและวิธีการเผาซังข้าวโพดให้เป็นถ่านซังข้าวโพด

นำถ่านน้ำมันขนาด 200 ลิตร โดยเจาะรูข้างถัง 3 รู ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว เรียงกันลงมาในแนวตั้ง ให้รูทั้งสามข้างเท่า ๆ กัน และอยู่ห่างจากปากถังและกันถัง วิธีเผา หันถังให้ช่องลมตรงทางลม แล้วจึงเริ่มจุดไฟในถังด้วยเศษไม้เล็ก ๆ ก่อน เมื่อไฟลุกดีแล้วจึงค่อย ๆ เติมซังข้าวโพดลงไป 1 ส่วน (ซังข้าวโพดที่จะเผาให้เป็น 3 ส่วน) จนซังข้าวโพดไหม้หมด สังเกตได้จากเปลวไฟขึ้นรอบ ๆ ถัง ไม่มีควันไฟ แล้วจึงเติมซังข้าวโพดส่วนต่อไปจนเต็มถัง เมื่อซังข้าวโพดมีปริมาณถึงรูที่อุดรูนั้น จากนั้นก็ปิดฝาถัง แล้วค้ำลงบนดิน หรือทรายทิ้งไว้ทั้งคืน วันรุ่งขึ้นเมื่อถังเย็นดีแล้วจึงเทถ่านออกมา แต่ต้องระวัง ถ้าถ่านยังร้อนอยู่ เมื่อเทออกจากถังถ่านจะเผาไหม้ต่อได้ ส่วนผลผลิตถ่านที่ได้ ซังข้าวโพด

100 กิโลกรัม จะเผาเป็นเนื้อถ่านได้ 30-40 กิโลกรัม เราจะได้ถ่านซึ่งข้าวโพดพร้อมนำไปอัดเป็นถ่านอัดแท่ง

สิ่งที่ผู้ผลิตถ่านซึ่งข้าวโพดควรให้ความสำคัญมากที่สุด คือ ซึ่งข้าวโพดต้องเผาไหม้เป็นถ่านที่สมบูรณ์ ต้องเป็นถ่านทั้งแท่ง ไม่ใช่ครึ่งสุกครึ่งดิบ เพราะจะทำให้ถ่านหลังจากที่เรานำมาอัดแท่งแล้วมีควัน เนื่องจากเยื่อซึ่งข้าวโพดที่ยังเผาไหม้ไม่สมบูรณ์จะเป็นเชื้อทำให้ถ่านอัดแท่งเกิดควัน (ทำให้คุณภาพของถ่านอัดแท่งที่ผลิตมีคุณภาพต่ำลง) และอีกประการที่สำคัญถ่านซึ่งข้าวโพดที่ออกจากเตาแล้วควรร่อนเอาเฉพาะชิ้นถ่านเท่านั้นจะได้มีคุณภาพของวัตถุดิบถ่านซึ่งข้าวโพดคุณภาพดี

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภคินี ตีปัญญา และ สรชัช มีโค (2558) อัด กระจกผกตบขวาโดยใช้แป้ งมันสำปะหลังกับน้ำ ด้วยอัตราส่วน 200:75 กรัม และแป้ งเป็ ยก 275 กรัม ผกตบขวาแท่ง 225กรัม เคลือบผิวกระจกด้วยน้ำยาพารา โค้ท และสารเคลือบกันซึมบอสน์ซิลิโคน วอเตอร์รีเพลลันท์ ชนิดละ3 กระจก นำทรายละเอียดบรรจุใน กระจกจนเต็ม ใ้หน้า วัน ละ 1.5ลิตร ในระยะเวลา 10 วัน ผลการทดลองพบว่า กระจกที่สามารถทนน้ำได้ดีที่สุดคือ กระจกที่เคลือบด้วย โค้ท ยางพาราและบอสน์ซิลิโคน วอเตอร์รีเพลลันท์ ตามลำดับ

พงศธร หนูเล็ก จิราณวิวัฒน์ แสงมุกด์ และนายชินพันธุ์ แซ่ซิม (2541) ได้ทำ การศึกษาและจัดสร้างกระจกจากเศษวัสดุทางการเกษตรจำ นวน 5 ชนิดด้วยกัน ได้แก่ กระจกที่ทำจากแก้ว กระจกที่ทำ จากซีเถ้าแก้ว และกระจกที่ทำจากขุยมะพร้าว กระจกที่ทำจากเศษใบไม้และวัชพืช ต่างๆ ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่า กระจกที่ทำ จากขุยมะพร้าวมีความแข็งแรงและทนทานที่สุด ผลจากการนำ เอากระจกที่ทำ จากขุยมะพร้าวไปใช้งานจริง พบว่ามีความแข็งแรงและทนทานของกระจก อยู่ในระดับที่ดี มีความยืดหยุ่นสูง รากของกิ่งสามารถซ่อนไขออกจากกันของกระจกได้ดี มีความสามารถในการอุ้มน้ำ และการระบายความร้อนของกระจกอยู่ในระดับดี และเมื่อฝังกระจก ลงในดิน รากของกิ่งยังสามารถซ่อนไขออกทางด้านล่าง และด้านข้างของกระจกได้ดี อีกทั้ง กระจกที่ทำจากขุยมะพร้าวนี้ ยังสามารถย่อยสลายเองได้ตามธรรมชาติได้อีกด้วย

พิชชาพร สังข์ทอง (2561) กระจกต้นไม้จากธรรมชาติ โดยการนำสิ่งที่เป็นธรรมชาติ รอบๆตัวเรามาประดิษฐ์สร้างสรรค์ผลงานขึ้น โดยใช้กากมะพร้าวกับหญ้าแห้งมาทำ การทดลองเปรียบเทียบกัน โดยใช้กากมะพร้าวมาผสมกับแป้ งเปียกและมาเปรียบเทียบกับหญ้าแห้งที่ผสมกับ แป้ งเปียก ผลจากการทดลองนั้นพบว่า เมื่อนำ กระจกต้นไม้ที่ทำ จากกากมะพร้าวและกระจก ต้นไม้ที่ทำ จากหญ้าแห้ง ทั้ง 2 ชนิดไปทดลองปลูกต้นไม้ พบว่ากระจกต้นไม้ที่ทำ จากกากมะพร้าว สามารถอุ้มน้ำ ได้มากกว่ากระจกต้นไม้ที่ทำ จากหญ้าแห้ง และกระจกต้นไม้ที่ทำ จากหญ้ามีความ คงทนน้อยกว่ากระจกต้นไม้ที่ทำ จากกากมะพร้าว ซึ่งทำ ให้เราทราบว่า กระจกต้นไม้ที่ทำ จากกาก มะพร้าวมีความคงทนได้ดี สามารถอุ้มน้ำได้มากกว่ากระจกที่ทำ จากหญ้าแห้ง และเมื่อนำ กระจก ต้นไม้ 2 ชนิดมาทดลอง จึงสามารถทราบได้ว่ากระจกต้นไม้จากธรรมชาติที่ดีที่สุดคือ กระจก ต้นไม้ที่ทำ ด้วยกากมะพร้าว และกระจกต้นไม้ที่นำ มาทดลองนั้นก็สามารนำไปใช้ได้จริง และ จำ หน่ายเพื่อเพิ่มรายได้ในชีวิตประจำวัน วันได้

จากการประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา โดยฐานิตย์ เมธิยานนท์และคณะ ได้ศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากถ่านไม้ยางพาราด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันโดยใช้แป้ งเปียกเป็นตัวประสาน จากการศึกษา

พบว่าอัตราการผลิต และค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงจะแปรผกผันกับสัดส่วนการผสมแป้งเปียก ต่อน้ำหนักของวัตถุดิบ โดยมีอัตราการผลิตระหว่าง $6.0 - 7.7 \text{ kg / min}$ และค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงมีค่าระหว่าง $24.3 - 26.0 \text{ mJ / kg}$ เมื่อนำไปเผาในเตาพบว่า จะใช้ระยะเวลาประมาณ 1.5 – 2 ชั่วโมง

อภิรักษ์ สวัสดิกิจ และคณะได้ศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากซีเถ้าแกลบผสมขี้ข้าวโพด และกลามะพร้าว ด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับซีเถ้าแกลบโดยการนำมาผสมวัตถุดิบอื่นเพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ซีเถ้าแกลบที่ได้จากกระบวนการอบข้างเปลือกในโรงสีข้าว โดยการนำมาบดผสมกับผงถ่านขี้ข้าวโพด และผงถ่านกลามะพร้าว โดยมีสัดส่วนการผสมอยู่ที่ 30 : 70 , 40 : 60 และ 50 : 50 ตามลำดับ ส่วนแป้งมันจะมีสัดส่วนการผสมต่อน้ำหนักวัตถุดิบเท่ากับ 1 : 10 จากการศึกษาพบว่า ค่าความหนาแน่น และความต้านทานแรงกด จะแปรผันตามสัดส่วนการผสมของผลขี้ข้าวโพด และผงกลามะพร้าว แต่จะแตกต่างกันไม่มากนัก การทดสอบค่าความร้อนเชื้อเพลิงพบว่า โดยเฉลี่ยมีค่าอยู่ระหว่าง $6048 - 6943 \text{ kcal / kg}$ ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชุมชน ความชื้นอยู่ระหว่าง $5.7 - 5.83 \%$ โดยน้ำหนัก อัตราการผลิตแท่งเชื้อเพลิง 2.5 kg / min ความหนาแน่นอยู่ในช่วง $800 - 833 \text{ kg / m}^3$ ค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงจะอยู่ในช่วง $1.07 - 1.23 \text{ MPa}$ ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าที่ยอมรับได้ในเชิงพาณิชย์ จุดคุ้มทุนของการผลิตถ่านเชื้อเพลิงประมาณ 9448 kg จากการศึกษาพบว่ามีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ในครัวเรือน หรือผลิต และจำหน่ายในเชิงพาณิชย์

สังเวย เสวกวิหารี และคณะ ได้ศึกษาพลังงานเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ พบว่า เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์สามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานอัดแท่งได้ ใช้เป็นพลังงานเชื้อเพลิงในครัวเรือน ในชุมชน แทนการใช้เชื้อเพลิงจากฟืน และถ่านไม้จากธรรมชาติ และเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์สามารถใช้งานหุงต้มได้ดี ไม่แตกปะทุ ติดไฟได้ดีมาก ให้ค่าความร้อนสูง (6022 แคลอรีต่อกรัม) จึงเหมาะสำหรับการผลิตเป็นพลังงานเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในครัวเรือน ชุมชน หรือผลิตเพื่อการค้า และการอุตสาหกรรมที่ใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากถ่านไม้ และฟืน

จิราพงษ์ คูหากาญจน์ ได้ศึกษาศักยภาพด้านพลังงานของถ่านตอรากยางพารา โดยนำตอรากยางพาราจากสวนยางพาราในท้องที่ภาคใต้ (จังหวัดตรัง) มาทดสอบที่ศูนย์วิจัยพลังงานจากไม้จังหวัดสระบุรี ผลการศึกษาพบว่า ผลผลิตถ่านตอรากยางพาราที่ได้จากเตาอิฐก่อความจุ 2.0 ลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ย 26.85 % ค่าพลังงานความร้อนเฉลี่ยมีค่า 7218.95 แคลอรีต่อกรัม ถ่านตอรากยางพาราจากการเผาถ่านด้วยเตาอิฐก่อ มีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณคาร์บอนเสถียรเฉลี่ยมีค่า 67.5 % ปริมาณสารระเหยได้เฉลี่ยมีค่า 17.75 % ปริมาณเถ้าเฉลี่ยมีค่า 6.65 % ปริมาณความชื้นเฉลี่ยมีค่า 8.1 % และค่าความหนาแน่นเฉลี่ย มีค่า 0.04 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรตามลำดับ สำหรับคุณสมบัติในการใช้หุงต้มนั้น ถ่านตอรากยางพาราที่ได้จากเตาอิฐก่อมีค่างานที่ได้เฉลี่ย 2.75 ค่าอัตราการเผาไหม้เฉลี่ย 5.69 กรัมต่ออนาที และค่าประสิทธิภาพการใช้งานเฉลี่ยมีค่า 21.22 ซึ่งแสดงถึงคุณสมบัติในการใช้งานหุงต้มของถ่านตอรากยางพาราที่ได้จากการเผาถ่านด้วยเตาอิฐก่อกรมป่าไม้มีประสิทธิภาพสูงเหมาะสมสำหรับการใช้งานหุงต้มในครัวเรือน

เชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟ BRIQUETTE FUEL MADE OF COFFEE RESIDUE งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟโดยใช้เครื่องอัดเย็น

และมีตัวประสานที่ใช้ในงานวิจัย 3 ชนิดคือ ผักตบชวาหมักเศษมันสำปะหลัง และแป้งเปียก โดยทดลองผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งทั้งหมด 14 ตัวอย่างคือ เชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟผสมผักตบชวาหมักที่อัตราส่วน 5:5 6:4 7:3 8:2 9:1 จำนวน 5 ตัวอย่าง เชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟผสมเศษมันสำปะหลังที่อัตราส่วนเดียวกันกับใช้ผักตบชวาหมักเป็นตัวประสานจำนวน 5 ตัวอย่าง และเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟผสมแป้งเปียกที่อัตราส่วน 7:3 8:2 9:1 จำนวน 3 ตัวอย่าง โดยเปรียบเทียบกับ การทดลองผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟล้วน 1 ตัวอย่าง พร้อมทั้งวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านกายภาพ ด้านเชื้อเพลิง และศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการผลิตโดยใช้สถิติ Analysis of Variance และ Duncan's Multiple Range Tests ในการวิเคราะห์ข้อมูล จากผลการทดลองพบว่ากากกาแฟมีค่าความร้อน 6,038 Kcal/kg (25.28 Mj/kg) :ซึ่งมีค่าสูงกว่าฟืน (4,436 Kcal/kg) แต่ต่ำกว่าถ่านไม้เบญจพรรณ (6,552 Kcal/kg) เมื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งโดยผสมผักตบชวาหมัก เศษมันสำปะหลัง หรือแป้งเปียก จะมีค่าความร้อนลดลงเหลือ 4,700-5,700 Kcal/kg ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวประสานและมีค่าความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 0.5 -0.9 g/cm³ ซึ่งจะมีค่าลดลงเมื่อตัวประสานที่ใช้ลดลง ค่าดัชนีแตกกร่อนอยู่ระหว่าง 0.82-0.99 ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงความสามารถของเชื้อเพลิงในการทนต่อแรงกระแทกในการขนส่งได้ และมีค่าสัมประสิทธิ์การใช้งานของความร้อนร้อยละ 13.3 - 23.4 ซึ่งใกล้เคียงกับฟืนไม้เบญจพรรณ เมื่อพิจารณาถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยใช้ข้อมูลของวัตถุดิบในปี พ.ศ. 2543พบว่าเมื่อขายเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟที่ราคาขายต่ำสุดคือกิโลกรัมละ 1 บาท และที่ราคาขายกิโลกรัมละ 1.25 บาท ค่า Net Present Value ของราคาขายทั้ง 2 กรณีมีค่าเป็นบวก และค่า Internal Rate of Return มีค่ามากกว่า Minimum Attractive Rate of Return ที่ตั้งไว้ที่ร้อยละ 15 แสดงว่าโครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุน เมื่อพิจารณาด้านการนำมาใช้ประโยชน์ของกากกาแฟ (4,700-5,700 Kcal/kg หรือ 19.68-23.86 Mj/kg) พบว่า เมื่อคิดเชิงเปรียบเทียบโดยนำกากกาแฟดิบที่ผ่านการลดความชื้นมาใช้เป็นเชื้อเพลิงแทนที่จะมีค่าความร้อนรวมเทียบได้กับน้ำมันเตาที่มีค่าความร้อน 39.23 MJ/ราคา 7 บาท/ลิตร คิดเป็นมูลค่า 18.0433 ล้านบาท/ปี (ประมาณ 4,510 บาท/ตัน) ที่สามารถประหยัดได้ ทั้งนี้หากนำกากกาแฟมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง ซึ่งมีความสะดวกในการใช้งานมากกว่าการใช้กากกาแฟดิบเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง โดยคิดเทียบน้ำมันเตาจะสามารถประหยัดเงินได้ถึง 14.9414 ล้านบาทต่อปี ดังนั้นเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟจึงมีความเหมาะสมในการผลิตเพื่อใช้งานโดยเฉพาะใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนในกระบวนการอุตสาหกรรมตลอดจนการใช้งานในระดับครัวเรือน นอกจากนี้การนำกากกาแฟมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งยังเป็นการลดปริมาณกากกาแฟซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการอุตสาหกรรมที่เป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม

การศึกษาวิจัยพลังงานเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกทุเรียน เป็นการศึกษาดทดลองการอัดแท่งเชื้อเพลิงทั้งแบบชนิดอัดร้อน (Hot Press Process) และอัดเย็น (Cold Press Process) ของเปลือกทุเรียนที่มีปริมาณมากจากสองสายพันธุ์ คือ พันธุ์ชะนีและพันธุ์หมอนทอง การศึกษาโดยการนำเปลือกทุเรียนที่เหลือทิ้ง มาสับด้วยเครื่องหั่นย่อยซากพืชให้มีขนาดประมาณ 8 มิลลิเมตร นำไปตากแดดให้มีความชื้นพอเหมาะต่อการอัดแท่งทั้งสองแบบ แล้วนำไปอัดแท่งเชื้อเพลิงทั้งชนิดแบบอัดร้อนและอัดเย็น นำแท่งเชื้อเพลิงแข็งดังกล่าวมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิง โดยการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี (Chemical Component Analysis) รวมทั้งค่าความร้อน (Heating Value) ทดสอบความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิง (Density) หาค่าความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระหว่างการอัด (Energy Consumption) หาค่าพลังงานดุลต่อชั่วโมง (Hour Energy Balance) และหาประสิทธิภาพ การใช้งานของความร้อน (Heat Utilization Efficiency) ผลการวิเคราะห์หาค่า

องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกทุเรียนจากการอัดแห้งทั้งชนิดอัดร้อนและอัดเย็นของทุเรียนทั้งสองสายพันธุ์ ปรากฏว่า จะมีปริมาณขี้เถ้า (Ash Content) และสารระเหย (Volatile Matters) ใกล้เคียงกัน คือร้อยละ 5.5 – 8.0 และ 72.4 – 81.1 ตามลำดับ สำหรับค่าคาร์บอนเสถียร (Fixed Carbon) ของเชื้อเพลิงอัดแห้งแบบอัดร้อน มีค่าเท่ากับร้อยละ 10.2 และ 7.2 สำหรับเปลือกทุเรียนของสายพันธุ์ชะนีและหมอนทองตามลำดับ ซึ่งจะสูงกว่าค่าคาร์บอนเสถียรของการอัดเย็นที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง ร้อยละ 4.3 – 7.6

ในด้านค่าความร้อนของเปลือกทุเรียนอัดแห้งทั้งแบบอัดร้อนและอัดเย็น อยู่ระหว่าง 3,609 - 3,844 แคลอรี/กรัม โดยแห้งเชื้อเพลิงแบบอัดร้อนจะให้ค่าความร้อนสูงกว่าแบบอัดเย็นเล็กน้อย ค่าความหนาแน่นของเปลือกทุเรียนอัดแห้งแบบอัดร้อนจะมีค่า 2.9 และ 3.2 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร สำหรับทุเรียนพันธุ์ชะนีและพันธุ์หมอนทอง ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าแห้งเชื้อเพลิงแบบอัดเย็นที่มีค่าระหว่าง 1.6 ถึง 2.8 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ทั้งนี้ ในการทดสอบความหนาแน่นของเปลือกทุเรียนอัดแห้งโดยการหาค่าการทนแรงอัด (Compressive Strength) นั้น ผลปรากฏว่า เปลือกทุเรียนอัดแห้งแบบอัดร้อนพันธุ์หมอนทอง มีค่าทนแรงอัดสูงสุด คือ เท่ากับ 60.2 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ส่วนแบบอัดเย็นทั้งสองสายพันธุ์มีค่าการทนแรงอัดต่ำ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5.5 – 12.2 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ค่าการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าที่ใช้พบว่า การอัดร้อนจะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าสูง คือมีค่าระหว่าง 0.440 – 0.456 กิโลวัตต์/กิโลกรัม ในขณะที่การอัดเย็นจะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเพียง 0.050 ถึง 0.069 กิโลวัตต์/กิโลกรัม ของทั้งสองสายพันธุ์ สำหรับการหาพลังงานต่อชั่วโมง หรือพลังงานจากเชื้อเพลิงอัดแห้งของการอัดทั้งสองแบบปรากฏว่า วิธีการอัดแบบอัดร้อนจะให้พลังงานจากเชื้อเพลิงอัดแห้งมากกว่าการอัดแบบอัดเย็นถึง 3 เท่า ส่วนผลการทดสอบหาประสิทธิภาพการใช้งานของความร้อน จะพบว่าเปลือกทุเรียนอัดแห้งแบบอัดร้อนของพันธุ์หมอนทองจะให้ค่าประสิทธิภาพการใช้งานของความร้อนสูงที่สุดถึงร้อยละ 27.7 ผลจากการศึกษาคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงและค่าความร้อน รวมทั้งประสิทธิภาพการใช้งานของความร้อนของเปลือกทุเรียนอัดแห้งดังกล่าว เมื่อเปรียบเทียบกับฟืนและถ่านไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส แล้ว ปรากฏว่าเปลือกทุเรียนอัดแห้งมีคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงใกล้เคียงกับฟืนและถ่าน ส่วนค่าความร้อนจะต่ำกว่าถ่านประมาณ 1 เท่า สำหรับประสิทธิภาพการใช้งานของความร้อน พบว่า เชื้อเพลิงอัดแห้งจากเปลือกทุเรียนทั้งแบบอัดร้อนและอัดเย็นมีค่าใกล้เคียงทั้งฟืนและถ่านไม้ ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า จากการนำเปลือกทุเรียนทั้งสองสายพันธุ์ ซึ่งมีปริมาณผลผลิตรวมกันกว่าร้อยละ 80 ของทุเรียนทั้งหมด มาอัดเป็นแห้งเชื้อเพลิงแล้วได้เชื้อเพลิงที่มีคุณภาพดีและไม่แตกต่างกัน นั้น จึงอาจกล่าวได้ว่า โดยทั่วไปเปลือกทุเรียนจะสามารถนำมาผลิตเป็นแห้งเชื้อเพลิงเพื่อใช้เป็นพลังงานความร้อนในครัวเรือนแทนฟืนและถ่านจากไม้ได้

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตถ่านเชื้อเพลิงอัดแห้งจากวัสดุเหลือใช้ของยางพาราเชื้อเพลิงเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในชีวิต ในปัจจุบันความต้องการใช้เชื้อเพลิงมากขึ้น เรื่อย ๆ ทำให้เชื้อเพลิงขาดแคลนและมีราคาสูง (อนุชิต กิจสวัสดิ์, 2543) ในการทำสวนยางพาราพบว่า ไม้ยางพาราและเปลือกนอกของเมล็ดยางพารามีปริมาณมาก และวัสดุดังกล่าวไม่ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ นอกเหนือจากปล่อยให้ย่อยสลายเองตามธรรมชาติ งานวิจัยนี้ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตถ่านอัดแห้งจากไม้ยางพาราและเปลือกนอกของเมล็ดยางพาราที่ให้ค่าพลังงานเชื้อเพลิงมากที่สุด ทำการทดลองโดยนำถ่านจากไม้ยางพารามาผสมกับถ่านจากเปลือกนอกของเมล็ดยางพาราในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน โดยใช้ตัวประสาน 2 ชนิด คือ ถ่านที่ใช้ น้ำแข็ง เป็นตัวประสาน (A1 – A11) และถ่านที่ใช้ดินเหนียวละลายน้ำเป็นตัวประสาน (B1 – B11) เมื่อนำไปหาค่าพลังงานความร้อนด้วยเครื่องบอมบ์แคลอรีมิเตอร์พบว่า ถ่านสูตร A1 (ไม้ยางพารา) และถ่านสูตร B11 (เปลือกนอกของ

เมล็ดเตยบางพารา) มีค่าพลังงานความร้อนมากที่สุดและน้อยที่สุด คือ 4666.66 และ 3119.12 cal/g ตามลำดับ

การใช้ประโยชน์ขานอ้อยจากโรงงานน้ำตาลเพื่อผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

1. บทนำ

ประเทศไทยมีการส่งออกน้ำตาลในแต่ละปีมีปริมาณที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่น ๆ ที่ส่งออกน้ำตาลเช่นเดียวกัน สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทรายได้ทำการสำรวจในปี 2542 พบว่าประเทศไทยใช้อ้อยเป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำตาลประมาณ 50 ล้านตัน ในการผลิตน้ำตาลนี้จะทำให้เกิดผลพลอยได้ (by product) เป็นจำนวนมาก เช่น กากน้ำตาล กากตะกอน และสิ่งที่มีปริมาณสูงสุดที่เกิดขึ้นจากกระบวนการดังกล่าวคือ ขานอ้อย (bagasse) ในปัจจุบันพบว่าความต้องการน้ำตาลมีอัตราเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้ปริมาณขานอ้อยมีเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน ปัญหาที่พบอยู่ประจำซึ่งมีสาเหตุมาจากขานอ้อย ได้แก่ การส่งกลิ่นรบกวน นอกจากนี้ขานอ้อยยังเป็นต้นเหตุที่สำคัญในการเกิดเพลิงไหม้โดยเฉพาะในฤดูแล้ง หรือในฤดูฝน น้ำฝนจะชะล้างและพัดเอาเศษขานอ้อยไปสู่พื้นที่การเกษตรบริเวณใกล้เคียง ทำให้เกิดความเสียหายและควบคุมได้ลำบาก

นอกจากนี้ประเทศไทยยังมีวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอื่น ๆ เช่น แกลบ ชี้เลื่อย ฟางข้าว ต้นถั่วต่าง ๆ ชังข้าวโพด วัชพืช ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ที่อาศัยระยะเวลาในการย่อยสลาย ล้วนแล้วแต่มีค่าความร้อนที่สูงพอที่จะนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ด้านพลังงาน โดยการผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิงแข็งและแท่งเชื้อเพลิงเขียว เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนการใช้ฟืนหรือถ่าน เชื้อเพลิงแบ่งออกเป็น 3 สถานะ คือ เชื้อเพลิงแข็ง เชื้อเพลิงเขียว และเชื้อเพลิงที่เป็นก๊าซ ในที่นี้เราจะกล่าวถึงเชื้อเพลิงแข็งที่เป็นวัสดุจากการเกษตร ซึ่งองค์ประกอบที่สำคัญที่มีอยู่ในวัสดุพวกนี้ คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และความชื้น

ขานอ้อยเป็นผลพลอยได้จากโรงงานผลิตน้ำตาลที่มีความไวไฟสูง เนื่องจากขานอ้อยประกอบด้วย น้ำตาล ความชื้นและจุลินทรีย์ทำให้เกิดการหมัก ได้แอลกอฮอล์ กรดอะซิติกและกรดอื่น ๆ นอกจากนี้ยังได้ความร้อนและคาร์บอนไดออกไซด์จำนวนมากด้วย ปัจจุบันได้มีการใช้ประโยชน์จากขานอ้อยในหลายรูปแบบเช่น การนำกลับไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าใช้ในโรงงานน้ำตาล การนำไปผสมเป็นอาหารสัตว์ การนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตฟอฟูรัส การนำไปผลิตเป็นวัสดุก่อสร้างและเฟอร์นิเจอร์

2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาศักยภาพในการนำขานอ้อยจากอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาลไปใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

3. อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาการใช้ประโยชน์ขานอ้อยจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาลเพื่อการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยมีหลักการคือ ประเมินคุณภาพและคุณสมบัติของเชื้อเพลิง โดยใช้องค์ประกอบที่สำคัญของเชื้อเพลิงเป็นหลักในการประกันคุณภาพ คือ คาร์บอนเสถียร สารระเหย ปริมาณเถ้า ความชื้น และค่าความร้อน โดยถือว่าค่าเชื้อเพลิงที่ให้ความร้อนสูงแสดงว่าเป็นเชื้อเพลิงที่ดี แต่ก็ยังมีเหตุผลอื่นพิจารณาประกอบการตัดสินใจว่าเชื้อเพลิงนั้นเป็นเชื้อเพลิงที่ดีหรือไม่ เช่น การประทุของถ่าน น้ำหนักของถ่าน ปริมาณควันระหว่างการเผาไหม้ และเวลาที่ใช้ต้มน้ำให้เดือด ในการศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งขั้นตอนการศึกษาออกเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดแท่งชานอ้อย โดยการออกแบบเป็นการออกแบบให้อัดโดยไม่ใช้ความร้อน ซึ่งใช้เกลียวอัดและมอเตอร์ขนาด 220 โวลต์ เป็นต้นกำลัง

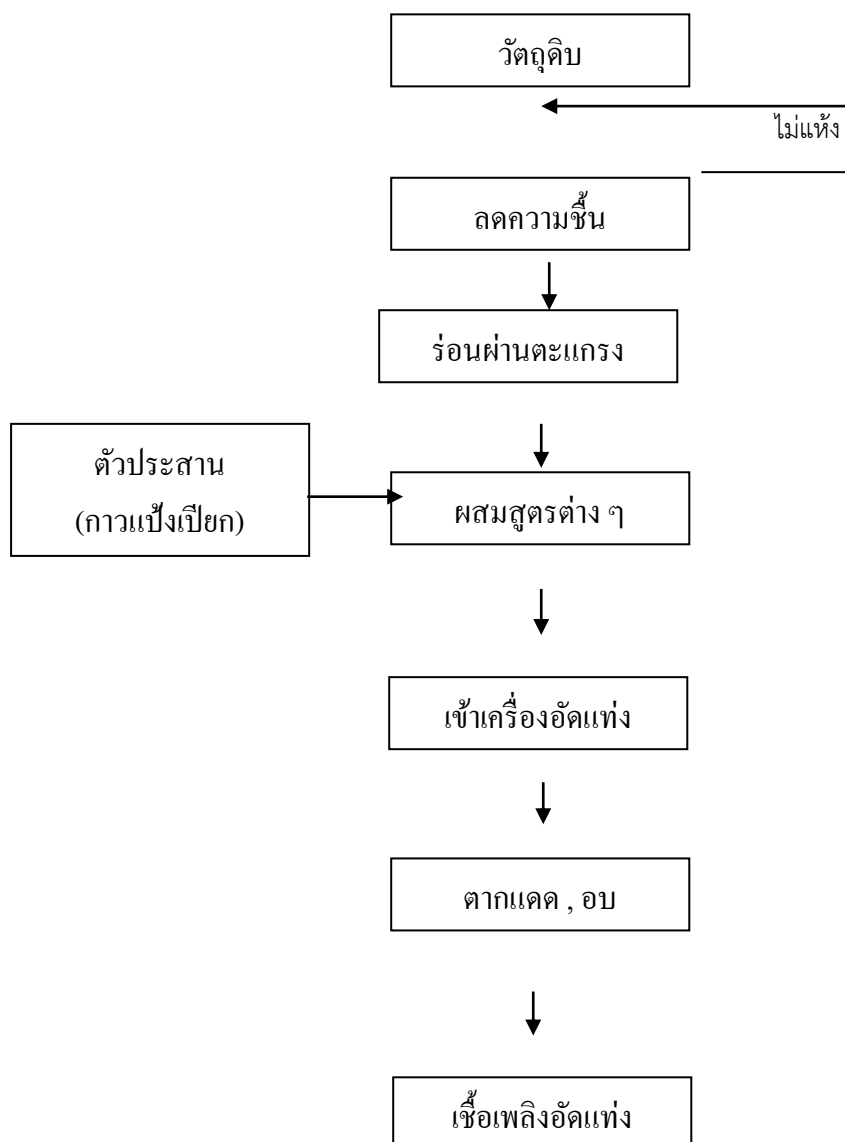
2. ทำการวิเคราะห์ชานอ้อยทางฟิสิกส์ โดยการหาค่าความหนาแน่นและทดสอบความแข็งแรง ในการหาค่าความหนาแน่นนั้นหาโดยการนำชานอ้อยมาตวงด้วยภาชนะตวง ยกภาชนะตวงสูงจากพื้น ประมาณ 10 เซนติเมตร แล้วปล่อยให้กระทบกับพื้น 3 ครั้ง หากปริมาณชานอ้อยในถังตวงลดลง ต่ำลงกว่าระดับที่ใช้วัดปริมาณ ให้เติมชานอ้อยลงไปจนได้ระดับ นำภาชนะตวงที่บรรจุชานอ้อย ดังกล่าวชั่งน้ำหนัก เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหาค่าความหนาแน่น ทดลองหาค่าความหนาแน่นหลาย ๆ ครั้งแล้วนำค่าที่ได้มาเฉลี่ยเป็นค่าความหนาแน่นชานอ้อย ส่วนการทดสอบความแข็งแรงโดยการนำ แท่งตัวอย่างมาวางที่แท่นรองรับ จากนั้นทำการกดโดยใช้เครื่อง Strain gauge ทำงานที่ 50 มิลลิเมตรต่อนาที

3. ทำการวิเคราะห์ชานอ้อยทางเคมี โดยมีการหาความชื้น ปริมาณของแข็งรวม ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ ปริมาณเถ้า และการหาค่าความร้อนของเชื้อเพลิง ในการหาค่าความชื้นทำโดยการนำ ชานอ้อยประมาณ 50 ลิตร ใส่ถาดอลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้วนำไปอบในตู้ที่อุณหภูมิ ประมาณ 75-100 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 3-4 วัน จนกระทั่งตัวอย่างชานอ้อยแห้งสนิท ส่วนการหาปริมาณสารที่เผาไหม้ได้และปริมาณเถ้า นั้นทำโดยการนำตัวอย่างชานอ้อยที่แห้งสนิทด้วย เครื่องบดมีขนาด 1.0 มิลลิเมตร นำไปอบในตู้อบประมาณ 2 ชั่วโมง แล้วปล่อยให้เย็นใน desiccators จากนั้นสุ่มตัวอย่างชานอ้อยดังกล่าว (ประมาณ 3-5 กรัม) ใส่ใน porcelain crucible ที่ทราบน้ำหนักแน่นอนนำไปชั่งน้ำหนักรวมอีกครั้งก่อนที่จะนำไปเผาใน muffle furnace ที่ อุณหภูมิ 600-650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นจนสามารถนำออกมาไว้ใน desiccators ได้ ปล่อยให้เย็นใน desiccators ประมาณ 1-2 ชั่วโมง นำ porcelain crucible นำมาชั่ง น้ำหนักอีกครั้งหนึ่ง ส่วนการหาค่าความร้อนของเชื้อเพลิงนั้นโดยใช้เครื่องบอมบ์แคลอรีมิเตอร์เป็นตัว วัดค่าความร้อน

4. คำนวณค่าใช้จ่ายในส่วนเครื่องจักรโดยมีหลักเกณฑ์ในการพิจารณา ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ค่าใช้จ่ายคงที่และค่าใช้จ่ายแปรผัน

4. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดแท่งชานอ้อย ซึ่งเป็นการอัดแบบไม่ใช้ความร้อนโดยใช้ เกลียวอัดและมีมอเตอร์ขนาด 220 โวลต์ เป็นต้นกำลังนั้น ได้นำมาทดลองผลิตชานอ้อยโดยมี กระบวนการผลิตชานอ้อยเป็นดังนี้



กระบวนการผลิตขานอ้อยอัดแท่ง

จากผลการวิเคราะห์ทางฟิสิกส์ของแท่งตัวอย่างพบว่าค่าความหนาแน่นมีค่าอยู่ระหว่าง 0.39-0.61 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร โดยสูตรที่ผสมแกลบเผามีความหนาแน่นสูงสุด ที่ 0.61 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และสูตรที่ผสมขี้เลื่อยมีความหนาแน่นต่ำสุด ที่ 0.39 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร สำหรับในส่วนของแรงกดที่รับได้ต่อเซนติเมตรมีค่าอยู่ระหว่าง 33.05-119.83 กิโลนิวตัน ซึ่งสูตรที่เป็นขานอ้อยเพียงอย่างเดียวมีค่าสูงสุดที่ 119.83 กิโลนิวตัน และสูตรที่เป็นขานอ้อยผสมกับขุยมะพร้าวมีค่าต่ำสุดที่ 33.05 กิโลนิวตัน ส่วนค่าความชื้นของแท่งตัวอย่างหลังการอบมีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากเป็นการกำหนดอัตราส่วนของปริมาณน้ำในการผสมที่แน่นอนซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 31.53-41.7 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิเคราะห์ทางเคมีแห้งตัวอย่างพบว่าค่าความร้อนที่ได้จากสูตรชานอ้อยอัตราส่วน 2:1 ซึ่งเป็นชานอ้อยเพียงอย่างเดียวมีค่าความร้อนสูงใกล้เคียงกับถ่านไม้ในท้องถิ่นซึ่งเท่ากับ 16,563 จูลต่อกรัม และ 17,542 จูลต่อกรัมตามลำดับ ส่วนสูตรที่ผสมกับแกลบมีค่าความร้อนต่ำสุดคือ 10,000 จูลต่อกรัม

ผลการหาค่าพลังงานอย่างง่ายพบว่าสูตรที่มีชานอ้อยผสมกับแกลบในอัตราส่วน 2:1 มีการเดือดเร็วที่สุดที่ 12.32 นาที ใกล้เคียงกับถ่านไม้ซึ่งใช้เวลา 10:11 นาที และสูตรชานอ้อยผสมกับแกลบไม่สามารถทำให้น้ำเดือดได้

5. สรุปผลการศึกษา

จากการออกแบบพัฒนาและทดสอบเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงจากชานอ้อยผสมกับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรชนิดอื่น ๆ เช่น ชี้เลื่อย เปลือกมะพร้าว แกลบ โดยมีแกลบเป็นตัวประสานซึ่งใช้เทคนิคการอัดแบบเกลียวอัดและไม้ใช้ขดลดความร้อน สามารถอัดแท่งได้ดีทุกสูตรยกเว้นสูตรที่มีชานอ้อยเพียงอย่างเดียว ซึ่งจำเป็นต้องเปลี่ยนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของทางออกให้มีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าที่ออกแบบไว้ครั้งแรก เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าพลังงานความร้อนของแท่งเชื้อเพลิง พบว่ามีเฉพาะสูตรที่มีชานอ้อยเพียงอย่างเดียวเท่านั้นที่มีค่าพลังงานความร้อนใกล้เคียงกับถ่านไม้ในท้องถิ่น นอกนั้นก็ให้ค่าพลังงานที่มีค่าน้อยลงไปตามลำดับ

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากชานอ้อยด้วยเครื่องที่ออกแบบมาเพื่อเป็นการทดแทนพลังงานจากถ่านไม้มีต้นทุนเฉลี่ย 0.02 บาทต่อกิโลกรัมของวัตถุดิบ

การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากชี้เถ้าแกลบผสมซังข้าวโพดและกะลามะพร้าวด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันโดยใช้แกลบเป็นตัวประสาน

(A Production of Bar-shaped fuel from Husk ashes mixed with Corn-cob and Coconut shell by Extrusion Technique Paste as a Joiner)

1. บทนำ

ปัจจุบันพลังงานเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจ และความมั่นคงของประเทศ โดยเฉพาะภาคธุรกิจ อุตสาหกรรมและภาคครัวเรือนซึ่งต้องอาศัยพลังงานเป็นปัจจัยหลักในการดำเนินการ ดังนั้นการลดใช้พลังงานหรือเปลี่ยนมาใช้พลังงานทดแทนในรูปแบบอื่นๆ จะช่วยทำให้เกิดผลดีต่อภาพรวมของประเทศเป็นอย่างมาก และปัจจุบันได้มีการค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับพลังงานทดแทนในหลายรูปแบบเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ซึ่งจะทำให้เกิดเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่เหมาะสม และเป็นการลดใช้พลังงานของประเทศลงได้

โครงการวิจัยนี้ เป็นการนำชี้เถ้าแกลบที่เป็นของเสียจากการเผาแกลบเพื่อนำไอความร้อนไปใช้สำหรับอบข้าวเปลือกสตร ซึ่งเป็นขั้นตอนหนึ่งในการลดความชื้นให้ข้าวเปลือกก่อนที่จะนำไปเข้ากระบวนการสีเป็นข้าวสาร ขั้นตอนการผลิตแท่งเชื้อเพลิงจะคำนึงถึงความเป็นไปได้ในการผลิตที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนจนเกินไป และวัตถุดิบที่เป็นส่วนผสมที่หาง่ายราคาถูก เพื่อให้ต้นทุนการผลิตต่ำประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัยนี้ นอกจากเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับชี้เถ้าแกลบแล้วยังเป็นการส่งเสริมให้มีการผลิตถ่านจากชี้เถ้าแกลบ หรือจากวัตถุดิบอื่นๆ เพื่อใช้ในครัวเรือนหรืออาจขยายผลไปในเชิงพาณิชย์ และยังเป็นการประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงที่ใช้ในครัวเรือน ผลของการศึกษานี้สามารถนำไปใช้กับกลุ่มอุตสาหกรรมหรือเกษตรกร ที่มีของเสียจากกระบวนการผลิตในลักษณะใกล้เคียงกันได้อีกด้วย

2. วัตถุประสงค์การศึกษา

1. เพิ่มมูลค่าให้กับซีเมนต์แกลบ
 2. ศึกษากรรมวิธีที่เหมาะสมของการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้ส่วนผสมจากซีเมนต์แกลบเป็นหลัก
 3. ศึกษาและผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งให้เป็นไปตามมาตรฐานสำหรับนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์และในครัวเรือน
 4. ส่งเสริมให้มีการนำซีเมนต์แกลบกลับมาใช้ประโยชน์
3. วัตถุประสงค์และอุปกรณ์การศึกษา
- ในการศึกษาจะใช้วัตถุประสงค์และอุปกรณ์หลัก สำหรับการผลิตแท่งเชื้อเพลิงดังนี้
- 3.1 ซีเมนต์แกลบ

ด้วยโครงสร้างของแกลบที่มีสารประกอบซิลิเกต (Silicates : SiO_2) อยู่มากทำให้มีภาระในด้านการกำจัดซีเมนต์ แต่ก็มีให้นำเอาซีเมนต์แกลบไปทำประโยชน์อื่นๆ เช่น เป็นส่วนผสมของวัสดุก่อสร้าง ทำผงขัดทำความสะอาด ฯลฯ ซึ่งจากการทดสอบคุณสมบัติของซีเมนต์แกลบตามมาตรฐาน ASTM D3172 D3177 และ D5865 ซึ่งได้ผลทดสอบแสดงในตารางที่ 1 พบว่าซีเมนต์แกลบยังมีค่าความร้อนเชื้อเพลิงอยู่ (Heating Value) ที่สูงอยู่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ศึกษา (ข้อมูลจาก วว.)

วัตถุประสงค์ คุณสมบัติ	ซีเมนต์แกลบ	ถ่านซังข้าวโพด	ถ่านกะลามะพร้าว
สารระเหย (%)	35.4	76.1	15.2
ถ่านคงตัว (%)	29.9	21.8	82.4
เถ้า (%)	34.7	2.1	2.40
ค่าความร้อน (kca/kg)	3,530	7,970	7,760

สำหรับถ่านกะลามะพร้าวและถ่านซังข้าวโพด ถือว่าเป็นวัสดุบรองที่นำมาใช้ผสมกับซีเมนต์แกลบ เมื่อนำมาทดสอบคุณสมบัติจะได้ผลแสดงในตาราง

3.2 เครื่องผลิตแท่งเชื้อเพลิง

ในการผลิตแท่งเชื้อเพลิงจะใช้เครื่องอัดรีดด้วยกระบวนการเอ็กซ์ทรูชันแบบบริดเย็น ซึ่งจากการที่ได้มีการศึกษาที่ผ่านมา พบว่ากระบวนการเอ็กซ์ทรูชันแบบบริดเย็นจะใช้พลังงานจำเพาะต่ำคงเพราะไม่ต้องการความร้อนในระหว่างการอัด แต่ต้องใช้ตัวประสานเพื่อทำหน้าที่ยึดเกาะวัสดุให้คงรูปขณะขึ้นแท่งเชื้อเพลิง นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยอีกมากมายที่ใช้กระบวนการอัดรีดเย็นผลิตแท่งเชื้อเพลิงจาก

วัตถุดิบชนิดต่างๆ เช่น กะปาร์ม ไม่ยาพาราผสมกับกะลามะพร้าวและกะปาร์ม เครื่องผลิตแท่งเชื้อเพลิง จะมีลักษณะเป็นสกรูหมุนอัดอาศัยต้นกำลังจากมอเตอร์ 3 เฟส ขนาด 10 แรงม้า สกรูหมุนด้วยความเร็วประมาณ 140 รอบต่อวินาที แท่งเชื้อเพลิงที่ผ่านการอัดรีดจะมีลักษณะทรงกระบอกกลวง มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกและภายในประมาณ 15 mm และ 40 mm ตามลำดับ สำหรับความยาวสามารถตัดได้ตามความต้องการ

4. ขั้นตอน-การศึกษา

4.1 การกำหนดสัดส่วนของแท่งเชื้อเพลิง

ในการผลิตแท่งเชื้อเพลิงจะกำหนดไว้สองกรณีคือ กรณีที่หนึ่งเป็นการผสมซีเมนต์เข้ากับผงถ่านซึ่งข้าวโพด กรณีที่สองคือผงซีเมนต์เข้ากับผงถ่านซึ่งข้าวโพด จะใช้แบ่งเปียกเป็นตัวประสาน สัดส่วนการผสมแป้งมันสำปะหลังต่อน้ำหนักวัตถุดิบประมาณ 1:10 โดยกำหนดให้ใช้ความเร็วรอบเครื่องรีดประมาณ 140 รอบต่อนาที อัตราส่วนผสมของผงวัตถุดิบเป็นดังนี้

- 1) สัดส่วนการผสมผงซีเมนต์เข้ากับผงซีเมนต์ซึ่งข้าวโพด 30:70
- 2) สัดส่วนการผสมผงซีเมนต์เข้ากับผงถ่านซึ่งข้าวโพด 40:60
- 3) สัดส่วนการผสมผงซีเมนต์เข้ากับผงถ่านซึ่งข้าวโพด 50:50
- 4) สัดส่วนการผสมผงซีเมนต์เข้ากับผงซีเมนต์กะลามะพร้าว 30:70
- 5) สัดส่วนการผสมผงซีเมนต์เข้ากับผงซีเมนต์กะลามะพร้าว 40:60
- 6) สัดส่วนการผสมผงซีเมนต์เข้ากับผงซีเมนต์กะลามะพร้าว 50:50

สำหรับกรรมวิธีการผสม เริ่มจากนำวัตถุดิบในอัตราส่วนที่กำหนดข้างต้นรวมทั้งแป้งมันที่ผสมกับน้ำร้อน อุณหภูมิ 80-85 °C นำทั้งหมดมาผสมและคลุกเคล้ากัน หลังจากนั้นจึงนำเข้าเครื่องอัดรีดเป็นแท่งเชื้อเพลิงและตัดตามขนาดที่ต้องการและนำไปตากแดดประมาณ 1 วันเพื่อลดความชื้นจะได้แท่งเชื้อเพลิง

4.2 การทดสอบแรงกด

ในการทดสอบแรงกดโดย เครื่อง UTM (universal testing machine) ซึ่งเป็นการทดสอบแบบทำลาย โดยการเพิ่มแรงกดไปจนกระทั่งแท่งเชื้อเพลิงแตกหัก และประมวลผลของแรงสูงสุดจากโปรแกรมของเครื่องและนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าที่ยอมรับได้ในเชิงพาณิชย์ ซึ่งแรงกดที่ได้ก่อนแท่งเชื้อเพลิงจะแตกหักต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 0.375MPa

4.3 การทดสอบค่าความร้อนเชื้อเพลิง

การทดสอบหาค่าความร้อนเชื้อเพลิง โดยใช้อุปกรณ์ oxygen bomb calorimeter โดยการนำค่าอุณหภูมิที่ได้จากการทดลองมาคำนวณหาค่าความร้อนเชื้อเพลิงโดยอาศัยสมการที่ 1 ดังนี้

$$Q_{\text{เชื้อเพลิง}} = (m_w + m_{\text{eq}}) C_p \Delta T - Q_1 - Q_2 - Q_3 \quad (1)$$

โดยที่ $Q_{\text{เชื้อเพลิง}}$ คือ ปริมาณความร้อนจากเชื้อเพลิง m_w คือ มวลของน้ำใน bucket m_{eq} คือ water equivalent ของ bomb calorimeter C_p คือค่าจำเพาะของน้ำ ΔT คือ อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง Q_1

คือ ความร้อนที่เกิดจากกรดซัลฟูริกในทางปฏิบัติค่า Q_2 และ Q_3 จะมีค่าน้อยมากดังนั้นสมมติให้เท่ากับ ศูนย์และเพื่อให้อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง (ΔT) มีความถูกต้องมากขึ้นจึงหาค่า ΔT จากสมการที่ 2 ดังนี้

$$\Delta T = T_c - T_a - r_1(b-a) - r_2(c-b) \quad (2)$$

โดยที่ a คือ เวลาที่ใช้ในการเผาไหม้ b คือ เวลาตั้งแต่อุณหภูมิเริ่มสูงขึ้นจนถึง 60% ของอุณหภูมิทั้งหมด c คือ เวลาตั้งแต่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจนกระทั่งคงที่ (สูงสุด-ต่ำสุด) T_a คือ อุณหภูมิที่เริ่มการเผาไหม้ T_c คือ อุณหภูมิที่จุดองศาเซลเซียส r_1 คือ อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงก่อนการเผาไหม้ r_2 คือ อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงหลังการจุดบอมบ์

4.4 จุดคุ้มทุน

เป็นระดับการผลิตหรือการขายระดับใดระดับหนึ่ง ที่ก่อให้เกิดรายได้รวม (Total revenues) เท่ากับ ต้นทุนรวม (total cost) นั่นคือ จุดที่ไม่มีกำไรหรือขาดทุนจากการดำเนินการ ประเมินจากสมการที่ 3 ดังนี้

$$C = F - VN \quad (3)$$

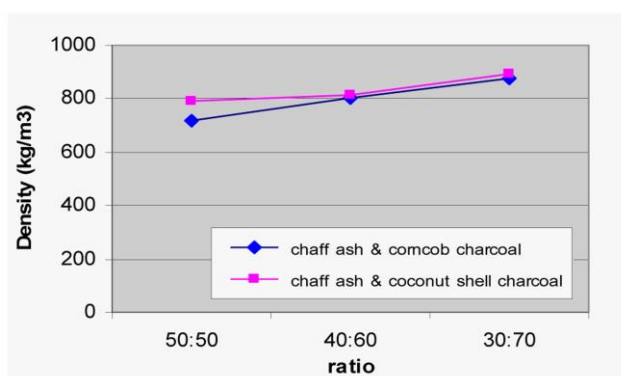
โดยที่ C คือค่าใช้จ่ายในการผลิต F คือ ต้นทุนคงที่ V คือ ต้นทุนแปรผันต่างๆที่เกิดขึ้นจากการผลิต เช่น ค่าแรง ค่าไฟฟ้า เป็นต้น N คือ จำนวนผลผลิต รายได้จากการขายแห่งเชื้อเพลิงคำนวณจากสมการที่ 4 ดังนี้

$$R = IN \quad (4)$$

โดยที่ R คือรายได้จากการขายแห่งเชื้อเพลิง I คือ ราคาขายต่อกิโลกรัม จุดคุ้มทุนจะเกิดขึ้นเมื่อสมการที่ 3 เท่ากับสมการที่ 4 และ N ที่ได้จะเป็นปริมาณการผลิตที่ทำให้เกิดจุดคุ้มทุน

5. ผลการทดลอง

5.1 ความหนาแน่น

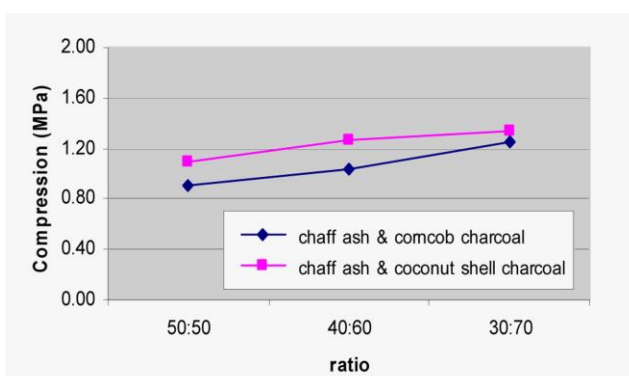


รูปที่ 1 ความหนาแน่นของแห่งเชื้อเพลิง

จากรูปที่ 1 แสดงให้เห็นถึงความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงในอัตราผสมต่างๆ กันและพบว่า ส่วนผสมของถ่านกะลามะพร้าวเมื่อผสมลงในขี้เถ้าแกลบจะให้ค่าความหนาแน่นสูงกว่าซึ่งข้าวโพดในทุกๆอัตราส่วนผสมแต่จะต่างกันไม่มากนัก สาเหตุอาจเป็นเพราะความหนาแน่นปรากฏ (bulk density) ของผงกะลามะพร้าวมีค่ามากกว่าผงถ่านซึ่งข้าวโพด

5.2 ความต้านทานแรงกด

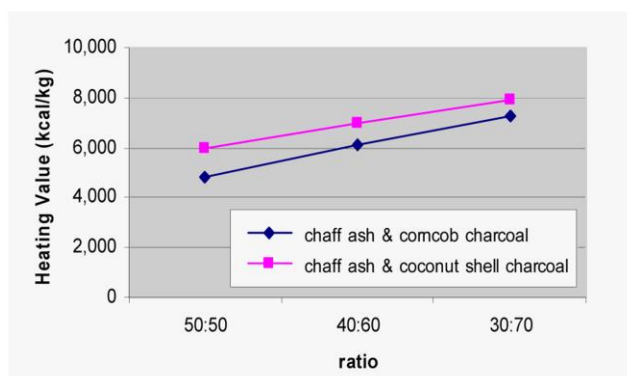
หลังการผลิตแท่งเชื้อเพลิงตามอัตราส่วนผสมต่างๆ และได้นำมาทดสอบแรงกดจนได้ ผลการทดสอบอัตราส่วนต่างๆแสดงในรูปที่ 2 ตามรูปความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงที่ ผสมถ่านกะลาจะมีค่ามากกว่าซึ่งข้าวโพดเป็นเพราะผงถ่านกะลามะพร้าวจะมีอนุภาคใหญ่และแข็งแรงกว่าซึ่งข้าวโพด สำหรับขี้เถ้าแกลบจะมีผลต่อแรงกดน้อยมากเพราะค่าถ่านคงตัว (fixed carbon) ในตัวขี้เถ้าแกลบมีค่าน้อยจึงทำให้รับแรงกดทับได้น้อย แต่จากการทดลอง พบว่า ทุกอัตราส่วนจะมีค่าสูงกว่าค่าที่ยอมรับได้ในเชิงพาณิชย์



รูปที่ 2 ผลการทดสอบแรงกดของแท่งเชื้อเพลิง

5.3 ค่าความร้อนเชื้อเพลิง

การทดสอบค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงโดย oxygen bomb calorimeter พบว่าค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงนั้นจะมีค่าเปลี่ยนไปตามสัดส่วนการผสมถ่านซึ่งข้าวโพด และผงถ่านกะลามะพร้าวที่เพิ่มขึ้นเพราะค่าความร้อนของผงถ่านซึ่งโพดและผงถ่านกะลามะพร้าวจะมีค่าสูงกว่าขี้เถ้าแกลบและการทดลองทำให้เห็นว่าทุกๆ อัตราส่วนของแท่งเชื้อเพลิงมีค่าความร้อนสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (5,000 kcal/kg) มีเพียงอัตราส่วนผสมของขี้เถ้าแกลบกับซึ่งข้าวโพดในอัตราส่วน 50:50 ที่ได้ค่าความร้อนต่ำกว่ามาตรฐานรูปที่ 3 แสดงค่าความร้อนเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้นตามสัดส่วนการผสมของซึ่งข้าวโพดและถ่านกะลามะพร้าว



รูปที่ 3 ผลการทดสอบหาค่าความร้อนเชื้อเพลิง

5.4 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนประกอบด้วย ราคาเครื่องรีดแห้งเชื้อเพลิง(ราคาเครื่องเก่า 30,000 บาท กำลังการผลิตที่ 150 kg/ชม. ราคาแห้งเชื้อเพลิง 7 บาท/ kg ค่าไฟฟ้าในการผลิตแห้งเชื้อเพลิง 0.173 บาท / kg ต้นทุนวัตถุดิบ 3.5บาท/kg ชั่วโมงการผลิต 8ชม./วัน ค่าแรงคนงานขั้นต่ำ 175 บาท/วัน ค่าแรงในการผลิต 0.15บาท/kg จากข้อมูลประกอบข้างต้น ซึ่งเป็นส่วนผสมของของซีเถ้า แกลบกับถ่านกะลามะพร้าวอัตราส่วน 50:50 สามารถวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนโดยอาศัยสมการที่ 3 และ 4 จะได้ปริมาณการผลิตที่คุ้มทุนที่ 9,448 kg สำหรับอัตราส่วนผสมอื่นๆจะแตกต่างกันมามากนัก

6. สรุปผล

การศึกษาถึงการผลิตเชื้อเพลิงถ่านอัดแห้งจากชีวมวล โดยอาศัยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันแบบอัดรัดเย็นโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานวัตถุดิบหลักที่ใช้ได้แก่ ซีเถ้าแกลบ ได้จากการเผาถ่านในกระบวนการอบข้าวเปลือกในโรตารีข้าว โดยการนำมาผสมกับผงถ่านซังข้าวโพดและผงถ่านกะลามะพร้าวอัตราส่วนผสมอยู่ที่ 50:50 40:60 และ 30:70 โดยน้ำหนัก ส่วนแป้งมันจะนำไปผสมกับน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80-85°C โดยมรสัดส่วนการผสมต่อน้ำหนักวัตถุดิบกับ 1:10 จากการศึกษาพบว่าค่าความหนาแน่น ความต้านทานแรงกด จะแปรผันตามสัดส่วนการผสมของผงซังข้าวโพดและผลกะลามะพร้าวที่เปลี่ยนแปลงแต่จะแตกต่างกันไม่มากนัก พบว่ามีค่าความร้อนเชื้อเพลิงเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 6,048-6,943 kcal/kg ค่าความชื้นอยู่ระหว่าง 5.7-5.83% (ข้อมูลการทดสอบจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย) ซึ่งมีค่าอยู่ในมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชุมชน อัตราการผลิตแห้งเชื้อเพลิงเฉลี่ย 205 kg/min ที่ความเร็วรอบ 140 RPM ความหนาแน่นอยู่ในช่วง 800-833 kg/m³ ค่าความต้านทานแรงกดของแห้งเชื้อเพลิงอยู่ที่ 9,448 kg อัตราการตีไฟของถ่านอยู่ที่ 1.5-2.5 ซม. จากข้อมูลสรุปข้างต้นพบว่ามีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ในครัวเรือนหรือผลิตและจำหน่ายในเชิงพาณิชย์

การผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดแห้งจากถ่านไม้ยางพาราด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน

1. บทนำ

ในสถานการณ์ปัจจุบันสภาพการใช้พลังงานของประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นต่อเนื่องทุกปี ทั้งนี้เนื่องมาจากการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรม โดยเฉพาะการใช้พลังงานปฐมภูมิ (Primary energy) หรือพลังงานความร้อนซึ่งส่วนใหญ่เป็นพลังงานที่ได้มาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล จำพวกน้ำมันเตาหรือน้ำมันดีเซล ซึ่งมีราคาสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องทำให้ต้องหาแหล่งเชื้อเพลิงที่มีราคาถูกกว่ามาทดแทนเชื้อเพลิงจำพวกน้ำมัน เมื่อพิจารณาถึงการใช้พลังงานของโรงงานอุตสาหกรรมในภาคใต้ของประเทศไทยซึ่งมักนิยมใช้ไม้ยางพาราเป็นเชื้อเพลิงเพราะมีมากในท้องถิ่นและมีราคาถูก แต่ทั้งนี้ในการใช้ไม้ยางพาราเป็นเชื้อเพลิงในหม้อไอน้ำจะเหลือเศษถ่านจากการนำไปเผาไหม้ขนาดประมาณ 15 mm. อยู่ใต้บริเวณตะแกรงเป็นจำนวนมากประมาณ 15-20 ตันต่อวัน โดยเศษถ่านเหล่านี้ยังมีศักยภาพที่จะทำการรวมก้อนเศษถ่านเหล่านั้นให้เป็นแท่งเชื้อเพลิงที่จะสะดวกต่อการนำไปใช้งานและการขนส่ง สำหรับวิธีการขึ้นรูปแท่งเชื้อเพลิงที่ได้รับการนิยมนั้นมีด้วยกันสองวิธีคือการอัดด้วยเทคนิคเอกซ์ทรูชัน และการอัดด้วยไฮดรอลิก ซึ่งในกระบวนการอัดรีดด้วยกระบวนการเอกซ์ทรูชันจะสามารถอัดได้อย่างต่อเนื่อง และสามารถทำได้สะดวกกว่าการอัดด้วย ไฮดรอลิก สำหรับกระบวนการเอกซ์ทรูชันสามารถแบ่งออกได้ 2 แบบ คือ กระบวนการอัดรีดร้อนและกระบวนการอัดรีดเย็น โดยกระบวนการอัดรีดร้อนจะใช้กบฏดิวทิลที่มีลิกนินเป็นส่วนประกอบ เช่น ซีลื้อย แกลบ เป็นต้น ซึ่งในการให้ความร้อนระหว่างกระบวนการอัดรีดจะทำให้ลิกนินที่มีอยู่ในวัตถุดิบละลายออกมา และยึดเกาะวัตถุดิบให้คงรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิง แต่ในกระบวนการอัดรีดเย็นนั้นไม่ต้องการความร้อนในระหว่างการอัด แต่จะต้องใช้ตัวประสานเพื่อทำหน้าที่ยึดเกาะวัตถุดิบให้คงรูปในขณะที่ขึ้นรูปแท่งเชื้อเพลิง โดยจากการทดลองที่ผ่านมาของฐานิตย์และคณะ ซึ่งทำการทดลองผลิตเชื้อเพลิงแท่งแข็งจากซีลื้อยด้วยเทคนิคเอกซ์ทรูชันแบบรีดร้อน โดยใช้ขดลวดความร้อนเป็นตัวให้ความร้อน ซึ่งพบว่าอัตราการผลิตแท่งเชื้อเพลิงต่ำ และใช้พลังงานจำเพาะสูงรวมถึงมีขั้นตอนที่ยุ่งยากนอกจากนี้ยังมีงานวิจัยจำนวนมากใช้กระบวนการอัดรีดเย็นในการผลิตแท่งเชื้อเพลิงจากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ เช่น กะลามะพร้าว ถ่านหินแอนทราไซต์ กะลาปาล์ม สำหรับตัวประสานที่มีการใช้ในกระบวนการอัดรีดเย็นมีด้วยกันหลายชนิด เช่น โมลาส ฟางข้าวหมัก แป้งเปียก แอสฟัลต์ เป็นต้น ซึ่งตัวประสานแต่ละชนิดจะให้คุณสมบัติในการใช้งานที่แตกต่างกัน โดยโมลาสจะให้ความแข็งแรงกับแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้เป็นอย่างดีและไม่มีควันเมื่อนำไปเผาไหม้ แต่มีราคาสูง ในขณะที่แป้งเปียกสามารถให้ความแข็งแรงได้ในระดับที่ยอมรับได้และมีราคาถูก ค่าความแข็งแรงต่ำสุดของแท่งเชื้อเพลิงที่ยอมรับในเชิงพาณิชย์คือ 0.375 MPa

จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงนำมาสู่วัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ การศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งจากผงถ่านไม้ยางพาราโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน โดยจะศึกษาถึงผลของปริมาณสัดส่วนตัวประสานที่ส่งผลต่อการผลิตแท่งเชื้อเพลิงและสมบัติทางกายภาพของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ เช่น ความหนาแน่น การต้านทานแรงกด และค่าความร้อน

2. วัตถุดิบในการทดลองและการทดลอง

2.1 วัตถุดิบในการทดลอง

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองคือผงถ่านไม้ยางพาราซึ่งได้จากการนำเศษถ่านไม้ยางพาราที่เหลือจากการเผาฟืนในหม้อไอน้ำไปทำการบดให้เป็นผงโดยใช้เครื่องบด (hammer mill) ซึ่งผงถ่านไม้ยางพาราที่ผ่านการบดมีลักษณะละเอียด และเมื่อนำไปทำการกระจายขนาดด้วยวิธีการ sieve

analysis พบว่าค่าในช่วง 0.075-0.85 mm. ส่วนแบ่งเปียกที่ใช้เป็นตัวประสานมาจากการนำแบ่งมันสำปะหลังไปละลายในน้ำร้อน ซึ่งสัดส่วนการผสมแบ่งเปียกจะขึ้นกับเงื่อนไขที่ทำการทดลอง

2.2 การทดลอง

2.2.1 อุปกรณ์การทดลอง

ในการทดลองการอัดแท่งเชื้อเพลิงจากผงถ่านไม้ยางพาราที่เงื่อนไขต่าง ๆ จะมีอุปกรณ์ในการทดลองดังนี้

1. เครื่องอัดรีดแท่งเชื้อเพลิงแข็ง
2. นาฬิกาจับเวลา
3. เครื่องชั่งน้ำหนักความละเอียด ± 20 g
4. แคลมป์มิเตอร์ซึ่งมีความแม่นยำ ± 20 แอมเปอร์
5. เวอร์เนียคาลิปเปอร์
6. เครื่องบดย่อยวัตถุดิบ
7. เครื่องทดสอบค่าการต้านแรงกด (UTM)
8. เครื่องทดสอบค่าความร้อน (Bomp Calorimeter)
9. สารละลายที่ใช้ทดสอบค่าความหนาแน่น

2.2.2 เงื่อนไขการทดลอง

เงื่อนไขการทดลองผลิตแท่งเชื้อเพลิงจะใช้ผงถ่านไม้ยางพาราเป็นวัตถุดิบและใช้ความเร็วรอบของสกรูอัดแท่งเชื้อเพลิงที่ 400 รอบต่อนาที โดยขนาดของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้คือ 40 mm. ซึ่งในการทดลองจะเปลี่ยนสัดส่วนการผสมแบ่งเปียกต่อน้ำหนักของวัตถุดิบเพื่อศึกษาถึงผลกระทบที่มีต่อการผลิตและสมบัติทางกายภาพของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ โดยเงื่อนไขการทดลองมีดังนี้

1. สัดส่วนการผสมแบ่งเปียกต่อน้ำหนักของวัตถุดิบ 8:100
2. สัดส่วนการผสมแบ่งเปียกต่อน้ำหนักของวัตถุดิบ 10:100
3. สัดส่วนการผสมแบ่งเปียกต่อน้ำหนักของวัตถุดิบ 12:100
- 4.

2.2.3 วิธีการทดลอง

เครื่องอัดรีดเชื้อเพลิงโดยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันที่ใช้ในการทดลองมีมอเตอร์ขนาด 10 แรงม้าเป็นต้นกำลังขับเคลื่อน วิธีการทดลองเริ่มต้นให้นำผงถ่านไม้ยางพารามาผสมกับแบ่งมันสำปะหลังที่ละลายในน้ำร้อนซึ่งมีปริมาณสัดส่วนน้ำเมื่อเทียบกับผงถ่านไม้ยางพาราที่ 80:100 เมื่อผสมวัตถุดิบและตัวประสานแล้วทำการคลุกเคล้าส่วนผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องปั่นกวนเชิงกลเป็นเวลา 15 นาที หลังจากผสมวัตถุดิบเสร็จแล้วนำวัตถุดิบมาอัดเป็นแท่งเชื้อเพลิงโดยเดินเครื่องผลิตแท่งเชื้อเพลิง โดยทำการป้อนวัตถุดิบลงในเครื่องผลิตแท่งเชื้อเพลิงซึ่งในระหว่างทำการผลิตแท่งเชื้อเพลิงจะต้องทำการวัดปริมาณกระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้ในการอัดแท่งเชื้อเพลิงและวัดอัตราการผลิตแท่งเชื้อเพลิงของแต่ละเงื่อนไขเพื่อนำไปหาค่าพลังงานที่ใช้ในการอัดจำเพาะ เมื่อผลิตแท่งเชื้อเพลิงได้จะนำแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้บางส่วนมาทำการบดเพื่อที่จะนำไปหาค่าความชื้นเริ่มต้นของเชื้อเพลิงแต่ละเงื่อนไขที่ทำการทดลอง เมื่อทราบค่าความชื้นเริ่มต้นแล้วนำแท่งเชื้อเพลิงที่อัดได้ที่เหลือจากการหาค่าความชื้นเริ่มต้นมาทำการอบให้เหลือความชื้นประมาณ 10% d.b. (มาตรฐานแห้ง) ซึ่งใกล้เคียงกับค่าความชื้นสมดุลของแท่ง

เชื้อเพลิง จากนั้นนำแท่งเชื้อเพลิงหลังการอบแล้วไปทำการตัดเป็นชิ้นงานเพื่อทดสอบสมบัติการต้านทานแรงกด ค่าความหนาแน่น ค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิง

3. ผลการทดลอง

จากการทดลองผลิตแท่งเชื้อเพลิงจากถ่านผงไม้ยางพาราโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานในงานวิจัยจะมีลักษณะของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ ซึ่งแท่งเชื้อเพลิงที่ผ่านการอบจนได้ความชื้นตามที่ต้องการแล้วจะนำมาตัดเพื่อให้ได้ขนาดเพื่อทดสอบการต้านทานแรงกดด้วยเครื่อง UTM ซึ่งมีลักษณะของการวางชิ้นงานทดสอบ โดยจะสร้างตัวรองรับน้ำหนักกดเพื่อกระจายแรงกดให้ทั่วพื้นที่ผิวของแท่งเชื้อเพลิงสำหรับผลการทดลองต่าง ๆ คืออัตราการผลิต พลังงานที่ใช้ในการผลิต ความหนาแน่น ค่าการต้านทานแรงกดและค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิง นอกจากนี้แท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ในงานวิจัยนี้ได้นำไปทดสอบการเผาไหม้จริงภายในเตาซึ่งพบว่าเชื้อเพลิงสามารถคงลักษณะการเป็นแท่งเชื้อเพลิงได้ตลอดการเผาไหม้และใช้ระยะเวลาในการเผาไหม้มีค่าประมาณ 1.5-2 ชั่วโมง

4. สรุปผลการทดลอง

ในการศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งจากถ่านผงไม้ยางพาราโดยกระบวนการเอ็กซ์ทรูชันแบบอัดรีดเย็นซึ่งใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานโดยปรับเปลี่ยนสัดส่วนต่อน้ำหนักของวัตถุดิบจาก 8:100 เป็น 10:100 และ 12:100 ตามลำดับ โดยจากการทดลองที่ความเร็วรอบของสกรูอัดแท่งเชื้อเพลิงที่ 400 รอบต่อนาทีพบว่าอัตราการผลิตและค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงจะแปรผกผันกับสัดส่วนการผสมแป้งเปียกต่อน้ำหนักของวัตถุดิบโดยมีอัตราการผลิตระหว่าง 6.0-7.7 kg/min และค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงมีค่าระหว่าง 24.3-26.0 MJ/kg สำหรับพลังงานจำเพาะที่ใช้ในการผลิต ความหนาแน่นและการต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงจะแปรผกผันกับสัดส่วนการผสมแป้งเปียกต่อน้ำหนักของวัตถุดิบ โดยพลังงานที่ใช้ในการอัดรีดจำเพาะมีค่าระหว่าง 0.0046-0.0070 kWh/kg ความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงมีค่าระหว่าง 675-830 kg/m³ ซึ่งความหนาแน่นมีค่าต่ำสุดที่สัดส่วนการผสมแป้งเปียกต่อน้ำหนักวัตถุดิบที่ 8:100 ส่วนการต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงอยู่ในช่วง 0.69-1.35 MPa ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าต่ำสุดที่สามารถยอมรับได้ในเชิงพาณิชย์ที่ 0.375 MPa เมื่อนำไปเผาในเตาพบว่าจะใช้ระยะเวลาประมาณ 1.5-2 ชั่วโมง

สมบัติทางกายภาพของแท่งเชื้อเพลิงจากวัสดุเหลือใช้ปาล์มน้ำมัน

1. บทนำ

ปัจจุบันปาล์มน้ำมันมีพื้นที่ปลูกทางภาคใต้ประมาณ 1,050,000 ไร่ เมื่อนำมาแปรรูปเพื่อผลิตน้ำมันปาล์ม พบว่าจะมีวัสดุหรือส่วนที่เหลือใช้จากสวนหรือไร่ปาล์มน้ำมัน คือ ทางใบ (ก้านทางใบและใบย่อย) มีประมาณ 3,500,000 ตันต่อปี ซ่อดอกตัวผู้ (ทะลายตัวผู้) มีประมาณ 320,000 ตันต่อปี และวัสดุหรือส่วนที่เหลือใช้จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม ได้แก่ ทะลายปาล์มเปล่า มีประมาณ 810,000 ตันต่อปี กากใบปาล์ม มีประมาณ 280,000 ตันต่อปี กะลาปาล์ม มีประมาณ 100,000 ตันต่อปี กากเมล็ดใน มีประมาณ 200,000 ตันต่อปี กากปาล์ม (ประกอบด้วยกากใบปาล์ม กะลาปาล์ม และกากเมล็ดปาล์ม) ประมาณ 120,000 ตันต่อปี เศษวัสดุอื่น (น้ำ ตะกอน ไขมัน เศษสิ่งสกปรกของปาล์ม) ประมาณ 610,000 ตันต่อปี

ในการศึกษาการผลิตแ่งเชื้อเพลิง ได้มีการผลิตจากวัสดุเหลือใช้มาแล้วหลายชนิด เช่น ผักตบชวาให้ค่าความร้อนประมาณ 2,800-3,000 kcal/kg [1] จากขี้เลื่อยจากถุงเพาะเห็ดภายหลังจากที่เก็บดอกเห็ดมีค่าความร้อนประมาณ 3,500 kcal/kg [2] นอกจากนี้ยังมีการนำเปลือกทุเรียนที่ระดับความชื้น 45% อัดแ่งแบบเย็นโดยไม่ใช้ตัวประสาน ใช้แ่งเปียกประสาน และใช้โมลาสประสาน จะให้ค่าความร้อน 3,670 , 3,700 และ 3,630 kcal/kg ตามลำดับ [3] เช่นเดียวกับที่ประลอง ดำรงค์ไทย [4] ได้ศึกษาแ่งเชื้อเพลิงที่อัดแ่งแบบอัดร้อนและเย็นของเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองและชะนี พบว่าจะมีขี้เถ้าอยู่ในช่วง 5.5-8.0 % ขณะที่สารระเหย (Volatile Matters) มีค่าอยู่ในช่วง 72.4-81.1 % ส่วนคาร์บอนเสถียร (fixed Carbon) มีค่าอยู่ในช่วง 4.3-10.2 % ในด้านค่าความร้อนของการอัดแ่งทั้งสองแบบมีค่าอยู่ระหว่าง 3,610 – 3,840 kcal/kg ขณะที่ค่าความหนาแน่นของแ่งเชื้อเพลิงจากเปลือกทุเรียนพันธุ์ชะนีและหมอนทองจากการอัดร้อนจะเท่ากับ 2.9 และ 3.2 g/m² ตามลำดับ และอัดเย็นมีค่าระหว่าง 1.6-2.8 g/m³ สำหรับค่าทนแรงอัด (Compressive Strength) ของการอัดแ่งแบบร้อนมีค่าประมาณ 60 kg/cm³ และแบบอัดเย็นมีค่าระหว่าง 5.5-12.2 kg/cm³ สำหรับค่าการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าที่ใช้แบบอัดร้อนมีค่าระหว่าง 0.44-0.46 kW/kg และแบบอัดเย็นมีค่าระหว่าง 0.05-0.07 kW/kg โดยที่ค่าพลังงานตลอดชั่วโมงที่ได้จากแ่งเชื้อเพลิงแบบอัดร้อนจะให้พลังงานมากกว่าแบบอัดเย็นประมาณ 3 เท่า และค่าประสิทธิภาพการใช้งานความร้อนของเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่อัดแ่งแบบร้อนให้ค่าสูงสุดคือเท่ากับ 27.7 % ซึ่งจากคุณสมบัติดังกล่าวเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับฟืนและถ่านที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัสพบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน

ส่วนแ่งเชื้อเพลิงที่ผลิตจากกากของเสียจากอุตสาหกรรมการผลิตเยื่อกระดาษมาใช้โดยวิธีอัดเย็นด้วยเครื่องอัดแบบสกรู พบว่ากากของเสียที่ให้คุณสมบัติเชื้อเพลิงที่ดีที่สุดต้องอัดที่ความชื้น 50% โดยให้ค่าความร้อน 2,336 kcal/kg และราคาต้นทุนในการผลิตแ่งเชื้อเพลิงที่ 4 บาท/kg จะมีความเหมาะสมในการลงทุนผลิตเชื้อเพลิงแ่งนี้ Husain et al [5] ได้ศึกษาการผลิตแ่งเชื้อเพลิงจากกากปาล์มและกะลาปาล์มในประเทศมาเลเซีย พบว่า แ่งเชื้อเพลิงมีค่าความหนาแน่น 1,100 – 1,200 kg/m³ สามารถให้ความร้อนได้ประมาณ 16.4 MJ/kg โดยมมีขี้เถ้าประมาณ 6% ขณะที่ Yaman et al. [6] ได้รายงานการศึกษาแ่งเชื้อเพลิงจากกากมะกอกและเศษเหลือจากการผลิตกระดาษพบว่า แ่งเชื้อเพลิงจากกากมะกอกให้พลังงานสูงกว่าและมีขี้เถ้าเหลือน้อยกว่า ซึ่งกากมะกอกและเศษเหลือจากการผลิตกระดาษให้พลังงานความร้อนเท่ากับ 21.4 และ 13.0 MJ/kg และมีขี้เถ้าเท่ากับ 5.0 และ 15.5 % ตามลำดับ

ดังนั้นวัสดุที่เหลือใช้จากปาล์มน้ำมันที่มีปริมาณมาก ก็สามารถนำมาพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์ให้มากขึ้นกว่านี้ได้ การทำเชื้อเพลิงแ่งจากเศษปาล์มน้ำมันก็เป็นแนวคิดหนึ่งที่สามารถทำได้เช่นเดียวกับเชื้อเพลิงแ่งจากเศษวัสดุอื่นที่ได้มีนักวิจัยกระทำมาแล้ว ดังที่ได้กล่าวไว้

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

1. สับย่อยตัวอย่างทะลายและเส้นใยปาล์มน้ำมันให้มีขนาดประมาณ 0.3 cm และ 0.1 cm ตามลำดับ และทำการอบแห้งลดความชื้นให้อยู่ที่ระดับ 13%
2. เตรียมตัวประสานประเภทแ่งเปียกโดยใช้แ่งมันผสมน้ำในอัตราส่วน 5:100
3. ผสมตัวอย่างตามอัตราส่วนในแต่ละสูตรผสมดังนี้

A กลุ่มแห้งเชื้อเพลิงที่ไม่ใช้ตัวประสาน

- สูตรผสม A1 เป็นเส้นใย 100%
- สูตรผสม A2 เป็นเส้นใยผสมกับทะเลทรายด้วยอัตราส่วน 60:40

B กลุ่มแห้งเชื้อเพลิงที่กลุ่มประสานด้วยกาวลาเท็กซ์

- สูตรผสม B1 เป็นเส้นใยผสมกับกาวลาเท็กซ์ด้วยอัตราส่วน 80:20
- สูตรผสม B2 เป็นเส้นใยผสมกับทะเลทรายผสมกับกาวลาเท็กซ์ด้วยอัตราส่วน

50:30:20

- สูตรผสม B3 เป็นเส้นใยผสมกับทะเลทรายผสมกับแคลสและกาวลาเท็กซ์ด้วยอัตราส่วน 30:20:30:20

C กลุ่มแห้งเชื้อเพลิงที่ตัวประสานด้วยแป้งเปียก

- สูตรผสม C1 เป็นเส้นใยผสมกับแป้งเปียกด้วยอัตราส่วน 80:20
- สูตรผสม C2 เป็นเส้นใยผสมกับทะเลทรายผสมกับแป้งเปียกด้วยอัตราส่วน

50:30:20

- สูตรผสม C3 เป็นเส้นใยผสมกับทะเลทรายผสมกับแคลสและแป้งเปียกด้วยอัตราส่วน 30:20:30:20

4. นำส่วนผสมที่ได้ในแต่ละสูตรผสมตามข้อ 4 มาบรรจุลงในแม่แบบสำหรับอัดแห้ง แล้วนำไปอัดแห้งด้วยเครื่องอัดแรงดันไฮดรอลิกส์ด้วยแรงอัด 10 MPa เป็นเวลา 3 นาที โดยแต่ละสูตรผสมจะได้ 5 ตัวอย่าง

5. นำแห้งเชื้อเพลิงที่ได้ไปอบด้วยตู้อบไฟฟ้าเป็นเวลา 10 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 100 °C เพื่อลดความชื้นแล้วนำมาทดสอบสมบัติทางกายภาพ

6. วัดค่าความหนาแน่น ด้วยการวัดปริมาตรและมวล

7. วัดปริมาณความร้อนและปริมาณเถ้าด้วยบอมบ์คาลอรีมิเตอร์

3. ผลและอภิปรายผลการศึกษา

3.1 ผลการศึกษาค่าความหนาแน่น

ความหนาแน่นของแห้งเชื้อเพลิงที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ จะมีค่าอยู่ในช่วง 267 kg/m³ ถึง 546 kg/m³ โดยสูตรผสม B1 มีค่าความหนาแน่นโดยเฉลี่ยสูงสุดคือ 546.9 ± 31.2 kg/m³ และสูตรผสม C3 ให้ค่าความหนาแน่นโดยเฉลี่ยต่ำสุดคือ 267.3 ± 17.9 kg/m³ โดยที่ค่าความหนาแน่นโดยเฉลี่ยของสูตรผสม B2 ใกล้เคียงกับสูตรผสม B1 และค่าความหนาแน่นของสูตรผสม B3 ใกล้เคียงกับสูตรผสม C3 ดังตารางที่ 1 ซึ่งจะเห็นว่ากลุ่มตัวอย่างประเภท B สามารถให้ค่าความหนาแน่นสูงที่สุด ส่วนประเภท C ให้ค่าความหนาแน่นสูงกว่าประเภท A เพียงเล็กน้อย นั่นแสดงว่าตัวประสานประเภทกาวลาเท็กซ์มีผลทำให้ค่าความหนาแน่นมากกว่าแบบที่ใช้ตัวประสานประเภทแป้งเปียกและแบบที่ไม่ใช้ตัวประสาน แต่สูตรผสมแบบที่มีแคลสเป็นส่วนผสมที่มีผลทำให้ค่าความหนาแน่นลดลง นั่นแสดงว่าแคลสมีผลต่อสภาพความคงตัวของแห้งเชื้อเพลิง คือ ทำให้แห้งเชื้อเพลิงไม่มีความแข็งแรง เปราะหรือแตกได้ง่าย

3.2 ผลการศึกษาค่าความร้อน

ค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงที่ศึกษาครั้งนี้จะมีค่าอยู่ในช่วง 8.54 ± 0.36 MJ/kg ถึง 11.81 ± 0.42 MJ/kg โดยสูตรผสม C3 มีค่าความร้อนโดยเฉลี่ยสูงสุดคือ 11.81 ± 0.42 MJ/kg และสูตรผสม B1 ให้ค่าความร้อนโดยเฉลี่ยต่ำสุดคือ 8.54 ± 0.36 MJ/kg ซึ่งค่าความร้อนโดยเฉลี่ยของสูตรผสม B3,A2 และสูตรผสม A1 ใกล้เคียงกับสูตรผสม C3 และค่าความร้อนของสูตรผสม B2 ใกล้เคียงกับสูตรผสม B1 ดังตารางที่ 2 เมื่อนำกลุ่มตัวอย่าง A ไปเปรียบเทียบกับกลุ่มตัวอย่าง B และ C พบว่าเมื่อนำกาวลาเท็กซ์และแป้งเปียกมาใช้เป็นตัวประสานจะให้ค่าความร้อนมากกว่าสูตรผสมที่มีกาวลาเท็กซ์เป็นตัวประสาน ดังนั้นสูตรผสม C3 เหมาะสมที่สุดที่นำจะไปผลิตแท่งเชื้อเพลิงจากการศึกษาครั้งนี้

3.3 ผลการศึกษาปริมาณเถ้า

ปริมาณเถ้าของแท่งเชื้อเพลิงที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้จะมีค่าร้อยละโดยมวลแห่งอยู่ในช่วง 14 ถึง 60 โดยสูตรผสม B3 มีค่าปริมาณเถ้าโดยเฉลี่ยสูงสุดคือ 60.1 ± 5.5 และสูตรผสม B1 มีค่าปริมาณเถ้าโดยเฉลี่ยต่ำสุดคือ 14.0 ± 1.1 โดยปริมาณเถ้าโดยเฉลี่ยของสูตร C3 ใกล้เคียงกับสูตรผสม B3,A1,A2,B2 และ C1 สูตรผสม C2 ใกล้เคียงกับสูตรผสม B1 จะเห็นได้ว่าสูตรผสมที่มีแกลบเป็นส่วนผสมจะมีปริมาณเถ้าร้อยละโดยมวลแห่งมากกว่าสูตรผสมอื่น ๆ

3.4 ผลการศึกษาเปรียบเทียบค่าความร้อนจากวัสดุอื่น

การศึกษาเปรียบเทียบค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงที่ได้จากวัสดุอื่น โดยนำค่าความร้อนที่ศึกษาได้จากสูตรผสม C3 คือเส้นใยผสมทะเลลายผสมแกลบผสมแป้งเปียก ซึ่งให้ค่าความร้อนสูงสุดมาเปรียบเทียบ พบว่าจะมีค่าใกล้เคียงกับการใช้ผักตบชวามาผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิงเขียว ที่ศึกษาโดยโครงการส่วนพระองค์ฯ สวนจิตรดา และพบว่าการนำเปลือกทุเรียนมาผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิงเขียวจะให้ค่าความร้อนสูงสุด

ตาราง แสดงการเปรียบเทียบค่าความร้อนจากวัสดุอื่น

วัสดุที่ใช้	ความร้อน (kcal/kg)	วิธีอัดแบบ
ผักตบชวา [1]	2,800	อัดเย็น
ขี้เลื่อยจากถุงเพาะเห็ด [1]	3,500	อัดร้อน
เปลือกทุเรียน (ไม่ใช้ตัวประสาน) [2]	3,671	อัดร้อน
เปลือกทุเรียน (แป้งเปียกประสาน) [2]	3,699	อัดร้อน
เปลือกทุเรียน (โมลาสประสาน) [2]	3,625	อัดร้อน
เปลือกทุเรียน (พันธ์หมอนทองและชะนี) [6]	3,609-3,844	อัดร้อน
ขाय้อ่อนเน่าเปื่อยผสมขุยมะพร้าว [5]	3,000	อัดเย็น
กากของเสียจากอุตสาหกรรมการผลิตเยื่อกระดาษ [8]	2,336	อัดเย็น
ขाय้อ่อนเน่าเปื่อยผสมขุยมะพร้าว [7]	3,000	อัดเย็น
เส้นใยผสมทะเลลายแกลบผสมแป้งเปียก (จากการศึกษาครั้งนี้)	2,818	อัดเย็น

3.5 ผลการศึกษาศักยภาพพลังงานความร้อนจากวัสดุปาล์มในภาคใต้

ปัจจุบันปาล์มน้ำมันที่ปลูกทางภาคใต้ 1,050,000 ไร่ เมื่อนำมาแปรรูปเพื่อผลิตน้ำมันปาล์ม พบว่าจะมีวัสดุหรือส่วนที่เหลือใช้จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม ได้แก่ ทะลายปาล์มเปล่า มีประมาณ 810,000 ตันต่อปี เส้นใยปาล์ม มีประมาณ 280,000 ตันต่อปี จากการศึกษาศักยภาพพลังงานความร้อนจากวัสดุปาล์มในภาคใต้ โดยเมื่อนำค่าความร้อนสูงสุดที่ได้จากสูตรผสม C3 มาคำนวณหาค่าศักยภาพพลังงานความร้อนพบว่ามามีค่าประมาณ 411.8 MW

4. สรุป

1. ค่าความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงที่ได้โดยสูตรผสม B1 มีค่าความหนาแน่นโดยเฉลี่ยสูงสุดคือ $546.9 \pm 31.2 \text{ kg/m}^3$ และสูตรผสม C3 ให้ค่าความหนาแน่นเฉลี่ยต่ำสุดคือ $267.3 \pm 17.9 \text{ kg/m}^3$ โดยที่การผสมกลับทำให้ความหนาแน่นลดลง

2. ความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงโดยสูตรผสม C3 มีค่าความร้อนโดยเฉลี่ยสูงสุด $11.81 \pm 0.42 \text{ MJ/kg}$ และสูตรผสม B1 ให้ค่าความร้อนโดยเฉลี่ยต่ำสุดคือ $8.54 \pm 0.36 \text{ MJ/kg}$ โดยที่การผสมกลับจะช่วยให้ค่าความร้อนสูงขึ้น

3. ปริมาณเถ้าของแท่งเชื้อเพลิงที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้จะมีค่าร้อยละโดยมวลแห่งอยู่ในช่วง 14 ถึง 60 โดยสูตรผสม B3 มีค่าร้อยละโดยมวลแห่งโดยเฉลี่ยสูงสุดคือ 60.1 ± 5.5 และสูตรผสม B1 มีค่าร้อยละโดยมวลแห่งโดยเฉลี่ยต่ำสุดคือ 14.0 ± 1.1

4. จากการศึกษาเปรียบเทียบค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงที่ได้จากวัสดุอื่น โดยนำค่าความร้อนที่ศึกษาได้จากสูตรผสม C3 คือ เส้นใยผสมทะลายผสมกลับผสมแบ่งเปียกค่าความร้อนที่ได้ $11.81 \pm 0.42 \text{ MJ/kg}$ หรือ $2,818 \pm 103 \text{ kcal/kg}$ ซึ่งเป็นค่าความร้อนสูงสุดที่นำมาเปรียบเทียบ พบว่าจะมีค่าใกล้เคียงกับการใช้ผักตบชวาผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิงเขียว ซึ่งให้ค่าความร้อน $2,800 \text{ kcal/kg}$ ที่ศึกษาโดยโครงการส่วนพระองค์ฯ สวนจิตรดา และพบว่าในการนำเปลือกทุเรียนมาผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิงเขียวจะให้ค่าความร้อนสูงสุด คือ $3,609 - 3,844 \text{ kcal/kg}$

5. การศึกษาศักยภาพพลังงานความร้อนจากวัสดุปาล์มในภาคใต้ที่มีทะลายปาล์มและเส้นใยประมาณ 1,090,000 ตันต่อปี มาคำนวณด้วยค่าความร้อนจากสูตรผสม C3 จะได้ค่าศักยภาพพลังงานความร้อนประมาณ $3.045 \times 10^{12} \text{ kcal}$ ต่อปี หรือ 411.8 MW

6. การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเบื้องต้นเท่านั้น ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาที่ใช้สูตรผสมหลากหลายและมีการวัดตัวแปรให้เป็นไปตามมาตรฐานยิ่งขึ้น ทั้งทดสอบ compression strength และการวิเคราะห์ proximate analysis ในโอกาสต่อไป

ศักยภาพทางด้านพลังงานของถ่านตอรากยางพารา

คำนำ

ไม้ยางพารา (*Hevea brasiliensis*) มีถิ่นกำเนิดแถบที่ราบสูง ลึกเข้าไปในกลุ่มน้ำอะเมซอน ประเทศบราซิล ทวีปอเมริกาใต้ ต่อมา มีผู้นำมาปลูกในทวีปเอเชียและเจริญงอกงามดีและกลายเป็นแหล่งผลิตยางธรรมชาติมากที่สุดในโลก

ประเทศไทยเป็นประเทศที่ผลิตยางพาราได้มากเป็นอันดับที่ 3 ของโลกรองมาจากมาเลเซียและอินโดนีเซีย โดยไทยผลิตยางพาราได้ปีละกว่า 300,000 ตัน ซึ่งแต่เดิมไทยผลิตยางพาราได้เพียงปีละ 150,000 ตันเท่านั้น สาเหตุที่ผลิตยางพาราได้ผลผลิตมากขึ้น เนื่องจากการปรับปรุง

พันธุ์ยางพาราอย่างมีประสิทธิภาพและเชื่อกันว่าประเทศไทยจะมีปริมาณการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้น ในปี พ.ศ. 2546 มีพื้นที่ปลูกยางพาราทั่วประเทศ 12,618,792 ไร่ เป็นพื้นที่กรีดยางได้แล้ว 10,010,885 ไร่ ให้ผลผลิตยาง 2.86 ล้านตัน คิดเป็นผลผลิตเฉลี่ย 286 กิโลกรัม/ไร่/ปี (www.rubberthai.com ค้นเมื่อ 7 สิงหาคม 2550)

ต้นยางพารามีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของไทยเป็นอย่างมาก แต่เดิมนั้นมีการปลูกยางพาราเฉพาะในท้องที่ภาคใต้ของประเทศ แต่ปัจจุบันมีการนำยางพาราไปปลูกในท้องที่ต่าง ๆ ทั่วประเทศ ซึ่งมีการเจริญเติบโตเป็นที่น่าพอใจ มีการนำไม้ยางพาราที่ได้จากการตัดไม้ออกไปใช้ประโยชน์ต่าง ๆ กันอย่างแพร่หลาย เช่น ทำเฟอร์นิเจอร์ เพื่อการก่อสร้าง ทำเยื่อกระดาษ ทำแผ่นใยไม้อัดแข็ง ทำแผ่นขึ้นไม้อัด ฯลฯ สำหรับการปลูกยางพาราเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมผลิตน้ำยางพารานั้นเมื่อไม้ยางพารามีอายุครบ 25 ปีขึ้นไป หรือยางพาราสวนนั้น ๆ ให้ผลผลิตน้ำยางพาราลดลงจะมีการตัดฟันเพื่อขายเนื้อไม้ ส่วนตอรากยางพาราซึ่งมีมากกว่าปีละ 12 ล้านตอรากนั้นมีการเผาทำลายเป็นส่วนใหญ่ คิดเป็นพื้นที่หลายหมื่นไร่ต่อปี การนำเศษไม้ปลายไม้ยางพารามาผลิตเป็นถ่านนั้นมีการผลิตเพื่อส่งออกไปยังต่างประเทศ คิดเป็นมูลค่ามหาศาลอีกด้วย

วิธีการทดสอบทำโดยการนำตอรากยางพารามาเลื่อยตากแห้งที่กะกะออก และสุมตัวอย่างขึ้นไม้เพื่อนำไปหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น จากนั้นนำตอรากยางพาราไปชั่งน้ำหนักสดและใส่ในเตาเผาถ่านจนเต็ม จากนั้นนำฟืนหน้าเตามาสุ่มหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น จุดไฟหน้าเตาและเลี้ยงไฟหน้าเตาตลอดเวลา โดยในระยะแรกหน้าเตาจะมีขนาดประมาณ 500 ตารางเซนติเมตร ทำการวัดอุณหภูมิที่บริเวณกลางเตาเผาถ่านทุก ๆ ชั่วโมง เมื่อควันขาวหน้าเตาเริ่มออกจะทำการย่อหน้าเตาลงเหลือประมาณ 300 ตารางเซนติเมตร และเมื่อควันบางลงจึงทำการย่อหน้าเตาลงให้เหลือประมาณ 20 ตารางเซนติเมตร ทั้งนี้เพื่อควบคุมปริมาณอากาศให้เหมาะสม จากนั้นจะเลี้ยงฟืนหน้าเตาไปจนกระทั่งควันสีฟ้าจางลงมากจึงยุติการใส่ฟืนหน้าเตาและย่อหน้าเตาลงอีกจนเหลือประมาณ 80 เซนติเมตร ปล่อยให้การเผาถ่านดำเนินต่อไปจนกระทั่งควันใสและปล่องควันแห้งสนิทจึงปิดหน้าเตาและปิดปล่องควันจนครบทุกปล่องเป็นการยุติการเผาถ่าน การศึกษาผลผลิตถ่านตอรากยางพาราทำโดยชั่งน้ำหนักถ่านก้อน ถ่านป่น ถ่านหรือหัวถ่าน (ถ่านที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์) และขี้เถ้า

การหาค่าความชื้น ทำโดยการอบตอรากและถ่านตอรากยางพาราที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หรืออบจนกระทั่งน้ำหนักของตัวอย่างคงที่ แล้วนำมาคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นจากสูตร

$$\% \text{ ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักถ่านก่อนอบแห้ง} - \text{น้ำหนักถ่านหลังอบแห้ง}}{\text{น้ำหนักถ่านหลังอบแห้ง}} \times 100$$

การหาผลผลิตถ่าน คำนวณจากสูตร

$$\% \text{ ผลผลิตถ่าน} = \frac{\text{น้ำหนักถ่านก้อน}}{(\text{น้ำหนักไม้ฟืนแห้ง} + \text{น้ำหนักไม้ฟืนแห้งหน้าเตา}) - \text{น้ำหนักสันถ่าน}} \times 100$$

การหาผลผลิตถ่าน คำนวณจากสูตร

$$\text{อัตราการผลิตถ่าน (กก./ชม.)} = \frac{\text{น้ำหนักถ่านก้อนก่อน}}{\text{ชั่วโมงการเผาทั้งหมด}}$$

2. การวิเคราะห์หาค่าความร้อนและการหาค่าองค์ประกอบทางเคมีของถ่านตอรากยางพารา

การวิเคราะห์ค่าความร้อนของถ่านตอรากยางพาราทำได้โดยการนำตัวอย่างมาบดให้ละเอียด จากนั้นนำผงถ่านตอรากยางพารามาเผาไหม้ในบรรยากาศของออกซิเจนใน Adiabatic Oxygen bomb Calorimeter ตามกรรมวิธีของ ASTM 3287-77 บันทึกค่าที่อ่านได้ลงในตารางการทดสอบ

การวิเคราะห์หาค่าความหนาแน่นของถ่านตอรากยางพาราทำโดยการหาปริมาณของถ่านตอรากยางพาราด้วยการแทนที่ปรอท จากนั้นคำนวณหาค่าความหนาแน่นของถ่านตอรากยางพาราได้จากสูตร

$$\text{ความหนาแน่นของถ่านตอรากยางพารา (กรัม/ชม}^3\text{)} = \frac{\text{น้ำหนักถ่านตอรากยางพาราอบแห้ง (กรัม)}}{\text{ปริมาตรถ่านตอรากยางพาราอบแห้ง (cm}^3\text{)}}$$

การหาค่าองค์ประกอบทางเคมีของถ่านตอรากยางพาราทำโดยวิธี Proximate Analysis เป็นการวิเคราะห์โดยใช้วิธีมาตรฐานของ ASTM 3172-3175 ซึ่งพอจะอธิบายวิธีการหาค่าองค์ประกอบทางเคมีได้ดังนี้

ปริมาณสารระเหยได้ (Volatile matter content) คือ ส่วนของเนื้อถ่านอบแห้งที่ระเหยได้ในครุชีเบิลปิดฝาที่อุณหภูมิ 950 °C ในเตาเผาไฟฟ้า นาน 6 นาที สารระเหยได้นี้คือ สารประกอบที่มีคาร์บอนออกซิเจน และไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ

ปริมาณคาร์บอนเสถียร (Fixed carbon content) คือ ส่วนของสารอินทรีย์ที่เหลืออยู่ในครุชีเบิล หลังจากหักสารระเหยได้และซีเถ้าออกไปแล้ว คาร์บอนเสถียรนี้ประกอบด้วยธาตุคาร์บอนเป็นส่วนใหญ่

ปริมาณซีเถ้า (Ash content) คือ ส่วนของสารอินทรีย์ที่เหลือจากการสันดาปถ่านในเตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 750 °C นาน 6 ชั่วโมง (ปรีชา, 2529)

สูตรในการหาค่าองค์ประกอบทางเคมีของถ่านตอรากยางพารา มีดังนี้

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = \frac{(\text{น้ำหนักถ่านก่อนอบแห้ง} - \text{น้ำหนักถ่านอบแห้ง}) \times 100}{\text{น้ำหนักถ่านอบแห้ง}}$$

$$\text{ปริมาณสารระเหยได้ (\%)} = \frac{(\text{น้ำหนักอบแห้งของถ่าน} - \text{น้ำหนักของถ่านที่อุณหภูมิ 950 }^{\circ}\text{C}) \times 100}{\text{น้ำหนักอบแห้งของถ่าน}}$$

$$\text{ปริมาณคาร์บอนเสถียร (\%)} = 100 - \text{ปริมาณความชื้น (\%)} - \text{ปริมาณสารระเหยได้ (\%)} - \text{ปริมาณซีเถ้า}$$

$$\text{ปริมาณซีเถ้า (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักของถ่านที่อุณหภูมิ 750 }^{\circ}\text{C} \times 100}{\text{น้ำหนักอบแห้งของถ่าน}}$$

3. ประสิทธิภาพการใช้งานหุงต้มของถ่านตอรากยางพารากับเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงกรมป่าไม้ กปม. 1 (เตาถ่าน)

การหาประสิทธิภาพการใช้งานหุงต้มของถ่านตอรากยางพารา ทำโดยการทดสอบการต้มน้ำซึ่งใช้หม้อต้มน้ำลูมิเนียมเบอร์ 24 พร้อมฝา กับเตาที่ใช้ทดสอบเป็นเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงกรมป่าไม้ กปม.1 (เตาถ่าน) ใช้ น้ำ 3,700 กรัม (ปริมาตรของน้ำประมาณ $\frac{3}{4}$ ของปริมาตรความจุ ของหม้อ) และน้ำหนักของถ่านตอรากยางพาราที่ใช้ทดสอบเท่ากับ 450 กรัม ทำการทดลองในห้องที่ไม่มีลมพัด สังเกตการณ์แตกปะทุของถ่าน ปริมาณควันของถ่านขณะติดไฟ วัดอุณหภูมิของน้ำจนกระทั่งน้ำเดือด แล้วบันทึกเวลาที่ใช้ไปพร้อมทั้งเปิดฝ้าหม้อจากนั้นปล่อยให้ น้ำเดือดต่อไปอีก 30 นาที (มาลี, 2532) (นิยม และคณะ, 2527)

คำนวณค่างานที่ได้ อัตราการเผาไหม้และประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านจากสูตรงานที่ได้ = $\frac{\text{น้ำหนักของน้ำที่ระเหยไป}}{\text{น้ำหนักของถ่านที่ใช้สุทธิ}}$

อัตราการเผาไหม้ = $\frac{\text{น้ำหนักของถ่านที่ใช้สุทธิ (กรัม)}}{\text{ระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมด (นาที)}}$

Hu = $\frac{[MC_p (T_2 - T_1)] + [(M - M_1)L]}{(M_f H_1 + M_k H_2)} \times 100$

เมื่อ Hu = ประสิทธิภาพการใช้งาน (%)
 M = น้ำหนักน้ำเริ่มต้น (กรัม)
 M₁ = น้ำหนักน้ำที่เหลืออยู่ (กรัม)
 M_f = น้ำหนักเชื้อเพลิง (ถ่านตอรากยางพารา) (กรัม)
 M_k = น้ำหนักเชื้อไฟ (ไม้สนประดิพัทธ์) (กรัม)
 C_p = ความร้อนจำเพาะของน้ำ เท่ากับ 1 แคลอรี / กรัม
 T₁ = อุณหภูมิของน้ำก่อนตั้งไฟ (องศาเซลเซียส)
 T₂ = อุณหภูมิของน้ำเดือด (องศาเซลเซียส)
 L = ความร้อนแฝงของน้ำ เท่ากับ 540 แคลอรี/กรัม
 H₁ = ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (ถ่านตอรากยางพารา) (แคลอรี/กรัม)
 H₂ = ค่าความร้อนของเชื้อไฟ (สนประดิพัทธ์) ซึ่งมีค่า 4,280 แคลอรี/กรัม

ผลการศึกษา

1. นำหนักสต่อรกายงพาราที่ใช้ในการศึกษา ดังแสดงในตาราง
ตารางแสดง นำหนักสต่อรกายงพาราที่ใช้ในการศึกษา

ตอรากที่	นำหนักส (ก.ก.)	ตอรากที่	นำหนักส (ก.ก.)	ตอรากที่	นำหนักส (ก.ก.)
1	43	10	22	19	20
2	42	11	31.3	20	34
3	38	12	26.4	21	4
4	43.3	13	22	22	35.2
5	36.1	14	33	23	34.4
6	48	15	30.2	24	35
7	40	16	36.3	25	34.2
8	60	17	33		
9	44.2	18	31.2		
ค่าเฉลี่ย = 35.88					

2. ผลผลิตถ่านตอรกายงพาราจากเตาเผาถ่านชนิดเตาอิฐก่อขนาดความจุ 2.0 ลูกบาศก์เมตร

การศึกษาผลผลิตถ่านตอรกายงพาราจากเตาเผาถ่านชนิดเตาอิฐก่อขนาดความจุ 2.0 ลูกบาศก์เมตร พบว่า เปรอร์เซ็นต์ผลผลิตถ่านตอรกายงพาราเฉลี่ยที่ได้จากการเผาถ่านด้วยเตาอิฐก่อมีค่า 26.85 (ตารางที่ 2) ทั้งนี้เนื่องจากการเผาถ่านเตาอิฐก่อนั้นเป็นการทำให้ไม้กลายเป็นถ่านด้วยวิธีการอบไม้ให้เป็นถ่าน (reverse draft) ซึ่งแตกต่างกับการเผาถ่านด้วยเตาแบบชาวบ้านซึ่งเป็นการเผาไหม้ให้กลายเป็นถ่านโดยตรง (direct draft) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของปรีชา (2529) นำหนักสถ่าน (ถ่านที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์) เฉลี่ย 13.5 กิโลกรัม การที่มีสถ่านเนื่องจากการไหลเวียนของกระแสอากาศร้อนไม่ทั่วถึงตลอดทั้งเตา แต่อาจแก้ไขได้โดยการใช้ตระแกรงเหล็กหรือวัสดุที่มีความโปร่งนํามารองพื้นก่อนการเผาถ่านจะช่วยลดสถ่านลงได้ (จิระพงษ์ , 2543) ระยะเวลาเฉลี่ยในการผลิตถ่านของเตาอิฐก่อ 36.5 ชั่วโมง

3. ค่าความร้อนของถ่านตอราที่ยางพาราที่เผาด้วยเตาอิฐก่อ

ค่าความร้อนเฉลี่ยของถ่านตอราที่ยางพาราที่เผาด้วยเตาอิฐก่อมีค่า 7,218.95 แคลอรี/กรัม (ตารางที่ 2) ซึ่งค่าความร้อนของถ่านตอราที่ยางพาราจะมีค่าผันแปรโดยตรงกับอุณหภูมิที่ใช้ในการเผา ถ่านและอายุของตอราที่ยางพารา ตลอดจนวิธีการที่ใช้ในการเผาถ่าน ดังนั้นหากต้องการให้ถ่านตอราที่ยางพารามีค่าความร้อนสูงขึ้น สามารถทำได้โดยใช้วิธี “Refining technique” ซึ่งมีวิธีการคือ การเติมอากาศเพื่อให้แก๊สออกซิเจนไปปลดปล่อยสารแทรกในเนื้อถ่าน วิธีการนี้จะได้ถ่านที่บริสุทธิ์มากขึ้น มีค่าความร้อนสูงขึ้นแต่ผลผลิตถ่านจะลดลง

ตารางแสดงค่าความร้อนของถ่านตอราที่ยางพาราที่เผาด้วยเตาอิฐก่อ

ตัวอย่างที่ (หน่วย : แคลอรีต่อกรัม)		
1	2	เฉลี่ย
7,582.0	6,855.90	7,218.95

4. องค์ประกอบทางเคมีและค่าความหนาแน่นของถ่านตอราที่ยางพารา

ปริมาณคาร์บอนเสถียรเฉลี่ยที่ได้จากการเผาถ่านด้วยอิฐก่อมีค่า 67.5 % (ตารางที่ 3) จะเห็นว่าเตาอิฐก่อจะผลิตถ่านที่มีปริมาณคาร์บอนเสถียรสูงพอควร ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการผลิตถ่านด้วยเตาอิฐก่อเป็นวิธีการเผาถ่านโดยการอบไม้ให้เป็นถ่าน (reverse draft) ถ่านที่ผลิตได้จะมีค่าคาร์บอนเสถียรสูงกว่าการผลิตถ่านด้วยเตาหลุมผีแบบชาวบ้าน ซึ่งเป็นการเผาไหม้เป็นถ่านโดยตรง (direct draft) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของจิระพงษ์ (2535) ที่ศึกษาศักยภาพทางด้านพลังงานของถ่านกะลามะพร้าว และในทำนองเดียวกับการศึกษาของจิระพงษ์ และคณะ (2546) ที่ศึกษาศักยภาพทางด้านพลังงานของถ่านตอราขลุ่ยคาลิปต์ส

ปริมาณสารระเหยได้เฉลี่ย 17.75 % ปริมาณความชื้นเฉลี่ยของถ่านตอราที่ยางพารา 8.1 % ซึ่งปริมาณความชื้นในถ่านนี้จะมีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพการใช้งานหุงต้ม กล่าวคือหากมีปริมาณความชื้นในเนื้อถ่านมากจะทำให้ประสิทธิภาพในการใช้งานและความสามารถในการจุดติดไฟน้อยลง

ตารางแสดง องค์ประกอบทางเคมี และค่าความหนาแน่นของถ่านตอราที่ยางพาราที่ได้จากเตาอิฐก่อ

องค์ประกอบทางเคมีและค่าความหนาแน่น ของถ่านตอราที่ยางพารา	เตาอิฐก่อ		
	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	เฉลี่ย
คาร์บอนเสถียร (%)	71.2	63.80	67.50
ปริมาณสารระเหยได้ (%)	16.4	19.10	17.75
เถ้า (%)	4.60	8.70	6.65
ปริมาณความชื้น (%)	7.80	8.40	8.10
ความหนาแน่น (g/cm ³)	0.42	0.38	0.40

5. ประสิทธิภาพการใช้งานหุงต้มของถ่านตอรากยางพารา

ถ่านตอรากยางพาราที่ได้จากการเผาด้วยเตาอิฐก่อสามารถทำให้น้ำ 3,700 กรัมเดือดในเวลาเฉลี่ย 21.5 นาที (ตารางที่ 4) โดยมีอัตราการเผาไหม้เฉลี่ย 5.69 กรัม/นาที สำหรับค่าประสิทธิภาพการใช้งานเฉลี่ยของถ่านตอรากยางพารามีค่า 21.22 %

ถ่านตอรากยางพาราที่ได้จากการเผาด้วยเตาอิฐก่อไม่มีการแตกปะทุของถ่าน มีการติดไฟดี ไม่มีควันขณะใช้งาน จัดว่าถ่านตอรากยางพารามีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับใช้งานหุงต้มในครัวเรือน ดังแสดงในตาราง

ตารางแสดง ค่าประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านตอรากยางพาราที่ได้จากเตาอิฐก่อ

ค่าที่ใช้ในการคำนวณและผลรับที่ได้	ถ่านตอรากยางพารา			
	หน่วย	เตาอิฐก่อ		
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
น้ำหนักของน้ำที่ระเหยไป	กรัม	790	905	847.50
น้ำหนักน้ำที่เหลืออยู่	กรัม	2,910	2,795	2,852.50
น้ำหนักถ่านที่ใช้สุทธิ	กรัม	295	320	307.5
ระยะเวลาที่ใช้จนน้ำเดือด	นาที	20	23	21.50
ระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมด	นาที	52	56	54
อุณหภูมิของน้ำก่อนตั้งไฟ	°C	30°	30°	30°
ค่าความร้อนจากการสันดาปของเชื้อเพลิง งานที่ทำได้	แคลอรี/กรัม	4,280	4,280	4,280
อัตราการเผาไหม้	กรัม/นาที	2.68	2.82	2.75
ค่าประสิทธิภาพการใช้งาน	%	5.67	5.71	5.69
		22.14	20.30	21.22
การแตกปะทุของถ่าน		ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
การติดไฟ		ดี	ดี	ดี
ควัน / เหม่า		ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี

สรุปผล

การศึกษาศักยภาพทางด้านพลังงานของถ่านตอรากยางพารา ทำการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางการใช้ประโยชน์จากตอรากไม้จากสวนยางพารา โดยการนำมาทดลองผลิตเป็นถ่าน ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. ผลผลิตถ่านตอรากยางพาราที่ได้จากเตาเผาถ่านชนิดเตาอิฐก่อมีค่าระหว่าง 31.18-33.99 % ซึ่งจัดว่าเตาชนิดนี้ ให้ผลผลิตค่อนข้างสูง เหมาะสมสำหรับผลิตถ่านเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือน หรือสำหรับชุมชนขนาดเล็กในยุคเศรษฐกิจพอเพียง

2. ค่าความร้อนของถ่านตอรากยางพารามีค่าระหว่าง 6,855.90-7,582.0 แคลอรีต่อกรัม ซึ่งค่าความร้อนของถ่านตอรากยางพารามีค่าใกล้เคียงกับถ่านไม้โกงกางซึ่งมีค่า 7,500 แคลอรีต่อกรัม จัดได้ว่าถ่านตอรากยางพาราเหมาะสมสำหรับใช้งานหุงต้มในครัวเรือน

3. องค์ประกอบทางเคมีและค่าความหนาแน่นของถ่านตอรากยางพารามีค่าอยู่ในเกณฑ์ดีและสูงกว่าค่าของถ่านไม้ยางพารา ทั้งนี้เนื่องจากถ่านตอรากยางพาราที่มีการนำไปใช้ประโยชน์ จะมีอายุระหว่าง 20-25 ปี ขึ้นไป

4. ประสิทธิภาพการใช้งานหุงต้มของถ่านตอรากยางพาราสามารถใช้งานหุงต้มในครัวเรือนได้เป็นอย่างดี เนื่องจากไม่มีการแตกปะทุของถ่าน มีการติดไฟดี และไม่มีเขม่าควันรบกวนในระหว่างการใช้งาน

5. เกิดการสร้างงานสร้างรายได้และแหล่งพลังงานจากไม้ โดยประมาณการว่าตอรากไม้ยางพาราต่อไร่ (70-80 ตอราก / ไร่) มีน้ำหนักสดของตอรากเฉลี่ย 35.88 กิโลกรัม/ตอราก หรือ 2,511.6-2,870.4 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งหากมีการนำมาผลิตเป็นถ่านด้วยเตาอิฐก่อจะให้ผลผลิตเฉลี่ย 26.85 % (ที่ความชื้นของตอราก 20.95 %) จะผลิตถ่านได้ประมาณ 533.08-609.24 กิโลกรัมต่อไร่ หรือ คิดเป็นมูลค่า 2,665.40-3,046.20 บาทต่อไร่ (ค่าเฉลี่ยราคาถ่านกิโลกรัมละ 5 บาท)

*ประมาณการตอรากยางพาราในแต่ละปี 12,000,000 ตอราก หากนำมาผลิตจะได้ผลผลิตถ่านประมาณ 91,386.04 ตัน/ปี คิดเป็นมูลค่า 456.93 ล้านบาท/ปี

การเลือกกระถางให้ต้นไม้

สิ่งสำคัญอันดับแรกในการ เลือกกระถาง ต้นไม้ คือ ควรมีขนาดเหมาะสมกับต้นไม้ กระถางขนาดใหญ่เกินไปจะทำให้เกิดความชื้นส่วนเกินในดิน ขณะที่กระถางขนาดเล็กเกินไปจะจำกัดการเจริญเติบโตของพืช โดยทั่วไปแล้วพืชสามารถอยู่ในกระถางเดิมได้นานประมาณ 2-3 ปี หากไม่ต้องการเปลี่ยนกระถางใหม่ควรหมั่นเติมวัสดุปลูกใหม่ ๆ และใส่ปุ๋ยลงไปเพื่อชดเชยธาตุอาหารธาตุอาหารที่เสียไป คอยตัดแต่งทรงพุ่มให้เข้าที่และถอดกระถางเดิมรากเก่า ๆ ออกบ้าง กระถางหรือภาชนะปลูกต้นไม้ที่ดีควรมีรูระบายให้น้ำไหลออกได้สะดวก กระถางใบใหญ่ควรรองก้นกระถางด้วยหินภูเขาไฟหรืออิฐมอญทุบ หนาประมาณ 1 – 2 นิ้ว จะช่วยไม่ให้รากจมน้ำอยู่ตลอดเวลาจนทำให้รากเน่าและส่งกลิ่นเหม็น

กระถางดินเผา ดูเป็นธรรมชาติ สบาย ๆ และผ่อนคลาย เหมาะกับต้นไม้ทุกรูปแบบ ดินเผาช่วยเก็บความชื้นได้ดี ขณะเดียวกันก็มีความพรุนของเนื้อกระถางทำให้ระบายน้ำและอากาศได้ดีเช่นกัน

กระถางไม้และตะกร้าสาน ให้ความรู้สึกเป็นธรรมชาติ ข้อเสียคือไม่ทนน้ำ และขึ้นราง่าย จึงไม่ควรวางบนผ้า พื้นไม้ และเฟอร์นิเจอร์ไม้ โดยตรง อาจจะปลูกต้นไม้ลงกระถางพลาสติกและมีจานรองกระถางและซ้อนไว้ด้านบนอีกชั้น

กระถางโลหะ เช่น เหล็ก สังกะสี ดีบุก บรอนซ์ มีความหลากหลายของรูปทรง ทั้งแบบโมเดิร์น วินเทจ หรืออินดัสเทรียล กระถางสังกะสีและดีบุก มีน้ำหนักเบาสะดวกต่อการเคลื่อนย้าย ขณะที่กระถางเหล็กมีน้ำหนักมากกว่า กระถางโลหะมักเกิดสนิมได้ง่ายหากมีน้ำขังเป็นเวลานาน และไม่ควรวางในบริเวณที่มีแดดส่องตลอดเวลาเพราะอาจทำให้กระถางร้อนจนเป็นอันตรายต่อรากพืชได้

กระถางพลาสติก ปัจจุบันยังมีรูปแบบสวย ๆ ให้เลือกใช้ ข้อดีคือ ราคาถูก น้ำหนักเบา ทนน้ำ มีสีให้เลือกใช้หลากหลาย การใช้งานภายในบ้านที่ไม่โดนแดดโดยตรง ยังมีอายุใช้งานนานกว่ากลางแจ้ง

นอกจากนี้ยังมีกระถางวัสดุสังเคราะห์อื่น ๆ เช่น ไฟเบอร์กลาส เรซิน รูปแบบหลากหลายสวยงาม และน้ำหนักเบามาทดแทนกระถางพลาสติก

การปลูกและดูแลไม้กระถาง

การปลูกไม้กระถางควรมีจากรองเพื่อไม่ให้พื้นและเฟอร์นิเจอร์สกปรกหรือเสียหายยารดน้ำสัดส่วนของขนาดกระถางและต้นไม้ ไม่มีข้อกำหนดตายตัว แต่ให้ดูตามความเหมาะสม อาจจะลองคิดคร่าว ๆ สำหรับไม้ประเภททรงสูง ความกว้างของกระถาง ควรอยู่ที่ประมาณ 2 : 3 ของความสูงของต้นไม้ เช่น ถ้าต้นไม้สูง 15 นิ้ว ความกว้างของกระถางควรประมาณ 10 นิ้ว ส่วนความกว้างของต้นไม้จะมีสัดส่วนของทรงพุ่มวัดระยะจากกิ่งที่กว้างที่สุดกับกระถาง อยู่ที่ประมาณ 3 : 2 เช่นหากทรงพุ่มกว้าง 18 นิ้ว กระถางก็ควรมีความกว้าง 12-20 นิ้ว เป็นต้น อย่างไรก็ตามการเลือกกระถางกับต้นไม้ไม่มีสูตรตายตัว ควรดูรูปทรงต้นไม้ประกอบกันด้วย ถ้าเป็นไม้ทรงสูง โปรง กิ่งก้านยื่นออกไปไม่ยาวนักก็ควรใช้ความสูงของต้นไม้เป็นหลัก แต่ถ้าเป็นไม้ทรงเตี้ย มีการแผ่กิ่งก้านออกไปกว้างควรใช้ความยาวของกิ่งก้านเป็นหลัก เนื่องจากกิ่งนี้มักจะเป็นกิ่งที่แผ่ออกกว้างที่สุด กระถางที่มีน้ำหนักเบา เช่น กระถางพลาสติก ดินเผา สังกะสี ช่วยเคลื่อนย้ายต้นไม้ง่าย ขณะที่กระถางที่มีน้ำหนักมาก เช่น ปูนซีเมนต์ เหมาะสำหรับต้นไม้ที่มีทรงสูง เพื่อให้พยางต้นไม้ไม่ให้โคลนล้ม หากใช้กระถางขนาดใหญ่ไม่ควรใส่วัสดุปลูกลงไปจนเต็ม เพราะจะทำให้กระถางหนักเกินไปและ เคลื่อนย้ายลำบาก และให้นำกระถางหรือตะกร้าพลาสติกคว่ำไว้ด้านในเพื่อลดพื้นที่ใส่เครื่องปลูก และช่วยให้กระถางโปร่งระบายน้ำได้ดี ไม่ควรใส่เครื่องปลูกจนเต็มแต่ให้เหลือพื้นที่จากปากกระถางลงมา 1 นิ้ว และไม่ควรรดดินให้แน่น รดน้ำต้นไม้อย่างน้อย 1 ชั่วโมงก่อนย้ายปลูกต้นไม้ลงกระถางใหม่ ช่วยให้เครื่องปลูกเกาะตัวกันไม่แตกร่วนง่ายจนทำให้รากขาด และทำให้ต้นไม้ฟื้นตัวเร็วขึ้น(ศิริวิทย์ รุ่งบำรุง และจตุรงค์ ขุนกอง Little Tree สืบค้นเมื่อ 19 พค 64 สำนักพิมพ์บ้านและสวน 5 เม.ย. 2021)

กระถาง

กระถาง ตามพจนานุกรมฉบับบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 ได้ให้ความหมายของ กระถางไว้ว่า กระถาง หมายถึงภาชนะปากกว้าง มีรูปร่างต่าง ๆ ส าหรับปลูกต้นไม้และอื่น ๆ ตรงกับ คำในภาษาอังกฤษว่า Pot ซึ่งให้ค วามไว้ว่าภาชนะท าด้วยดิน (Clay) หรือพลาสติกแข็ง (Hard Plastic) มีรูที่ก้นเพื่อระบายน้ำ ส่วนเกินออกไป ใช้ส าหรับปลูกต้นไม้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ตามความเหมาะสมของต้นไม้ที่ปลูก ส่วนความสูงนั้นขึ้นอยู่กับขนาดของปากกระถาง อาจมีความสูง เท่ากับความกว้างของปากกระถาง หรือมีสัดส่วนแตกต่างกันไปตามความเหมาะสมและความสูงของ พืชที่ปลูก 2.6.1 กระถางจากวัสดุธรรมชาติปัจจุบันการดูแลสิ่งแวดล้อมและการลดภาวะโลกร้อนเป็นสิ่งที่ทุกหน่วยงานเห็นความส าคัญ รวมไปถึงการน าวาสดุเหลือใช้มาท าให้เกิดประโยชน์ ทั้ง ภาคเกษตรและภาคอุตสาหกรรม ในกระบวนการผลิตกระถางซึ่งได้รับความสนใจไม่น้อยในการ เลือกระถางวัสดุดิบเหลือใช้จากธรรมชาติมาเป็นการอัดขึ้นรูปเป็นกระถาง เนื่องจากสามารถย่อยสลาย ได้ เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ในปัจจุบันมีการวิจัยและน าวาสดุธรรมชาติมาผลิตกระถางกันมากขึ้น กระถางต้นไม้ที่ท าดจากวัสดุธรรมชาติ คือกระถางที่ประดิษฐ์สร้างสรรค์มาจากวัสดุธรรมชาติที่หาได้ง่าย และ วิธีท าดไม่ยากจนเกินไป จึงสามารถน ามาคิดค้นเพื่อน ามาใช้ให้เกิดประโยชน์ กระถางเพาะชำ ย่อยสลายได้ที่ท าดจากวัสดุธรรมชาติท าดให้มีความสวยงาม ดึงดูดความสนใจ นำมาอง กระถางที่ท

จาก วัสดุธรรมชาติเมื่อไม่ต้องการใช้ ก็สามารถ มาใช้เป็นปุ๋ยได้ วิธีก็ไม่ต้องเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม และ ธรรมชาติลดความเป็นพิษในอากาศ เมื่อประดิษฐ์กระถางต้นไม้จากธรรมชาติ เมื่อประดิษฐ์เสร็จแล้ว ท าให้ดูสวยงามกว่ากระถางต้นไม้พลาสติก วัสดุจากธรรมชาติที่สามารถ มาประดิษฐ์เป็นกระถาง ต้นไม้ได้ดี เช่น กากมะพร้าว หญ้าแห้ง ฟาง และกากกาแฟ เป็นต้น เมื่อท าสเสร็จแล้วต้องนำมา วัสดุ ความหนาแน่นรวม (กรัมต่อมิลลิกรัม) ค่าความ เป็นกรด ต่าง ค่าการน าไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต่อ เซนติเมตร) ปริมาณธาตุอาหาร (เปอร์เซ็นต์โดยน้ าหนัก) ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ซีลีเนียม 0.290 5.64 6.18 0.24 0.20 0.45 ซีลีเนียมผ่าน การเพาะเห็ด 0.418 8.89 9.40 0.64 0.27 0.56 ซีลีเนียมผ่าน การเพาะเห็ด แล้วหมัก 0.499 7.97 12.85 1.15 0.41 0.58 16 ทดลองใช้ก่อนที่จะใช้จริง เพราะว่าถ้าน ำไปใช้จริงอาจจะเกิดปัญหาตามมาได้ เช่น กระถางต้นไม้ที่ ประดิษฐ์ขึ้นมา นั้นมีความคงทนถาวร และสามารถอุ้มน้ ำได้มากน้อยแตกต่างกัน กระถางอาจจะไม่ คงรูป กระถางมีความคงทนมากน้อยแตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของวัสดุที่ท ำขึ้นเมื่อปลูกต้นไม้และมี การรดน้ ำก่อนที่จะน ำมาใช้หรือน ำไปจ ำหน่าย ต้องมีการทดลองการใช้งานก่อนเพื่อให้ทราบว่า กระถางต้นไม้ที่ท ำจากวัสดุชนิดนั้นมีความคงทน มีความสามารถในการอุ้มน้ ำ มีความเหมาะสมกับ ต้นไม้หรือพืชประดับชนิดนั้น ๆ จนมีความเหมาะสมและสวยงามตามที่เร าต้องการ (พงศธร และคณะ , 2551) 2.6.2 ลักษณะส ำคัญของกระถาง ภาชนะที่เร ำน ำมาใส่ดินเพื่อใช้ปลูกพันธุ์ไม้ลงไป ซึ่งเป็นภาชนะขนาดเล็กที่สามารถยกย้าย เคลื่อนที่ได้สะดวกหรือเป็นภาชนะใหญ่โตที่ติดอยู่กับที่ยก เคลื่อนย้ายไปไหน โดยเฉพาะสิ่งเหล่านี้จะถือว่าเป็นกระถางทั้งสิ้นเพราะมีหลักส ำคัญอยู่ 3 ประการ ด้วยกัน คือ 1) เป็นภาชนะที่มีปริมาตรจ ำกัดคือ มีด้านต่าง ๆ โดยรอบแต่มีด้านหนึ่งเปิด เพื่อใช้ปลูกต้นไม้ในด้านหรือส่วนนั้น ภายในมีพื้นที่เพื่อบรรจุดินหรือเครื่องปลูกต้นไม้ 2) เป็นภาชนะที่มีที่ระบายน้ ำ ออกจากภาชนะนั้น อาจจะเป็นรูที่มีอยู่ทางส่วนล่าง เพื่อให้ น้ ำที่ซ้ ำรดต้นไม้ลงไปใ้ในภาชนะนั้นไม่ตกค้างซึ่งอยู่ในภาชนะนั้นได้ การระบายน้ ำ ออกจากภาชนะนั้นจะต้องมีปริมาณพอสมควรกับขนาด และปริมาตรของภาชนะนั้น ๆ ด้วย 3) เป็นภาชนะที่สามารถทนทานต่อความชื้นและมีอายุคงทนถาวรพอสมควร ไม่เป็นภาชนะที่สร้างขึ้นจากวัสดุที่ไม่คงทนถาวรอยู่ได้นานพอสมควร และเป็นภาชนะที่สามารถ ดูแลรักษาได้ง่ายด้วย เช่น การเปลี่ยนเครื่องปลูกหรือเปลี่ยนดินการให้ น้ ำพันธุ์ไม้ในภาชนะสะดวก (พงศธร และคณะ, 2551) 2.6.3 คุณสมบัติกระถางต้นไม้จากวัสดุเหลือใช้ทางเกษตร มีคุณสมบัติสามารถ ระบายความร้อนได้ดีและสามารถอุ้มน้ ำได้ ท ำให้ผู้ที่ใช้กระถางจากวัสดุเหลือใช้ปลูกต้นไม้ ไม่ต้องรด น้ ำต้นไม้บ่อย ๆ เวลาที่เอาต้นไม้ลงดินก็ไม่ต้องเอากระถางออกเพราะกระถางต้นไม้จากวัสดุเหลือใช้ ทางเกษตรท ำมาจากกากตะกอนปาล์ม น้ ำมันและก้อนเชื้อเห็ดเก่าที่สามารถย่อยสลายได้เองยังเป็น ปุ๋ยชั้นดีให้กับต้นไม้อีกด้วยและที่ส ำคัญ คือสามารถลดมลพิษจากการใช้ถุงพลาสติกที่เป็นสาเหตุท ำให้ เกิดภาวะโลกร้อน (ยุพาวรรณ, 2558)

7 ตัวประสานที่ใช้ในงานวิจัย ตัวประสานที่ใช้กาวเป็นวัสดุที่ใช้เชื่อมติดวัสดุ 2 ชิ้น เข้าด้วยกัน แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ กาวแป้งเปียก และกาวนี้ ้ ำตาล ซึ่งเป็นตัวประสานจากธรรมชาติ แต่จะมีคุณภาพของตัว ประสาน และการน ำไปใช้ที่แตกต่างกัน ดังนี้ 17 2.7.1 กาวแป้งเปียก เป็นการน ำมาผสมขึ้นรูปในการอัดกระถางเป็นกาวที่ท ำจาก ธรรมชาติล้วน ๆ มาใช้กับงานเปเปอร์มาเช่ได้ เนื่องจากงานเปเปอร์มาเช่เป็นงานการขึ้นรูปจากเศษ หนังสือพิมพ์ที่ไร้ค่ามารังสรรค์ปั้นแต่ง เป็นชิ้นงานที่มีราคา แถมขั้นตอนการท ำไม่ยุ่งยากลงทุนไม่มาก ซึ่งมีความสอดคล้องกับการอัดขึ้นรูปกระถางเพาะช ำย่อยสลายได้จากกากกาแฟ งานเปเปอร์มาเช่เป็น งานที่สามารถสร้างสรรค์ได้ตามจินตนาการท ำให้งานนี้สามารถพัฒนารูปแบบไปได้โดยไม่รู้จบ กาวที่ ใช้ในงานเปเปอร์มาเช่ มีหลายสูตร สูตรหนึ่งจากผู้ที่

อาชีพ ทากระปุกออมสินกระดาษขยเมื่อมี เหริยอยู่ภายในการยึดเกาะของกาวจึงต้องมีความแข็งแรงพอ (อ นานา, 2554) 1) สมบัติความเหน็ดของกาวแป้งเปียก แป้งเปียกที่ผ่านการย่อยในน้ำ ามีความ เหน็ดสูงกว่าแป้งที่ผ่านการย่อยในเอทานอลที่ระยะการย่อย เดียวกัน 2-5 เท่า เมื่อพิจารณาความเหน็ด ของ แป้งที่ผ่านการย่อยด้วยกรดที่วิเคราะห์ได้ พบว่าสามารถเตรียมแป้งดัดแปรที่มีความเหน็ดขณะ ร้อนใน ระดับสูง (ค่าความเหน็ด เท่ากับ 400-500) ปานกลาง (ค่าความเหน็ด เท่ากับ 150-200) และต่ำ (ค่า ความเหน็ด น้อยกว่า 20) ได้จากการย่อยด้วยแป้งด้วยกรดในน้ำ านเป็นเวลา 8 12 และ 24 ชั่วโมง และการย่อยแป้งด้วยกรดในเอทานอลเป็นเวลา 1 4 และ 16 ชั่วโมง ตามล าดับ (ปฐมมา และคณะ, 2558) 2) ความใสของกาวแป้งเปียก (Paste Clarity) แป้งเปียกจากแป้งที่ผ่านการ ย่อยมีความใสมากกว่าแป้ง เปียกจากแป้งดิบ โดยแป้งเปียกจากแป้งที่ผ่านการย่อยด้วยกรดในน้ำ านและ เอทานอลเป็นระยะเวลา เท่ากัน มีความใสใกล้เคียงกัน (ค่าร้อยละการส่องผ่านแสงมากกว่า 76.00 และ 78.00 ตามล าดับ) ในขณะที่แป้งดิบมีค่าร้อยละการส่องผ่านแสงเพียงร้อยละ 56.00 และหลัง การเก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน ความใสของแป้งเปียกที่ย่อยด้วยกรดในน้ำ านและเอทานอลมีค่าลดลงอย่าง ชัดเจน แป้งย่อยด้วยกรดในน้ำ ามีค่าความใสน้อยกว่าแป้งย่อยด้วยกรดในเอทานอล ระยะเวลากการย่อย เดียวกันอาจเนื่องมาจากสายโซ่ โมเลกุลที่เป็นองค์ประกอบของแป้งที่ผ่านการการย่อยด้วยกรดในน้ำ ามี ขนาดโมเลกุลใหญ่กว่า จึง สามารถจัดเรียงตัวกันใหม่เกิดเป็นโครงสร้างที่ทึบแสงได้มากกว่าแป้งที่ ผ่านการย่อยด้วยกรดในเอทานอล (ปฐมมา และคณะ, 2558)

การอัดขึ้นรูปกระดาษ กระบวนการอัดขึ้นรูปกระดาษ ระหว่างวัตถุดิบกับตัวประสานเข้าด้วยกัน สามารถ ขึ้นรูปกระดาษ แบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบ คือ การขึ้นรูปด้วยวิธีการอัดร้อน และการขึ้นรูป ด้วยการ อัดเย็น โดยแต่ละวิธีมีการอัดแตกต่างกัน ดังนี้ 2.8.1 การขึ้นรูปด้วยวิธีการอัดร้อน เป็นเทคนิค การขึ้นรูปเทคนิคหนึ่ง แต่ก็ยังมีการ ใช้ในการแปรรูปพลาสติกอย่างกว้างขวาง ในปัจจุบันก็ยังมี การใช้ เทคนิคการอัดพลาสติกกลุ่มเทอร์ โมเซต และยาง ส่วนประกอบหลักของเครื่อง คือ แผ่นเหล็กอัด จ านวน 2 ชุด ซึ่งแผ่นหนึ่งสามารถ เคลื่อนที่ขึ้นลงได้ อีกแผ่นจะถูกยึดติดกับด้านที่ท านให้สามารถท ากการ ปิดเปิดเข้าได้เนื่องจากเข้าถูกยึด ติดกับแผ่นเหล็กทั้งสองแผ่นนี้ส่วนประกอบอื่น ๆ คือ อุปกรณ์ให้ความ ร้อนระบบไฮดรอลิก และ อุปกรณ์หล่อเย็น วิธีการขึ้นรูปท านได้โดยน าวัสตุผสมเข้าไปในเบ้า และให้ ความร้อนขณะ ทากการอัด จากนั้นใช้ระบบหล่อเย็นโดยใช้น้ำ านไหลหมุนเวียนเข้าสู่ระบบท่อใกล้ช่องว่าง ของเบ้า ความดันที่ใช้ใน การอัดเบ้าต้องใช้น้ำน้อยที่สุด แต่มากพอที่ท านให้พลาสติกไหลเต็มช่องว่างของ เบ้า แต่ไม่สูงจนท านให้ พลาสติกรั่วไหลออกจากรอยแยกเบ้าระดับความดันที่ใช้ขึ้นอยู่กับชนิดและความ หนาของชิ้นงานที่ท าน การขึ้นรูป (จันทร์จิรา, 2558) 2.8.2 การขึ้นรูปด้วยการอัดเย็น เป็นกรรมวิธีที่ ดัดแปลงมาจากกรรมวิธีการผลิต ในอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาใช้เพียงแรงอัดอย่างเดียวไม่ใช้ความ ร้อนท านให้หลอมละลายกรรมวิธีทั่วไป เหมือนกับแบบอัดร้อนแต่ท านได้เร็วกว่า เพราะไม่ต้องรอให้หลอม ละลายก่อน เมื่ออัดก้อนแล้วจึงน านไปเข้า เตาอบในปริมาณมากพร้อม ๆ กันอีกครั้ง ซึ่งขั้นตอนการผลิต มีดังนี้ 1) น านเอาส่วนผสมของพลาสติกเหลวกับวัสตุผสมอื่น 2) กดแม่แบบโดยใช้แรงอัด 13.70-27.50 เมกะปาสคาล ความเร็วที่กด แล้วแต่ชนิดของเครื่องและความสะดวกสบาย 3) น านชิ้นงานออกจาก แม่แบบ 4) น านชิ้นงานไปเข้าตบอบซึ่งมีอุณหภูมิ 232 องศาเซลเซียส ปริมาณมากหรือ น้อยขึ้นอยู่กับ ขนาดของเตา ใช้ระยะเวลาประมาณ 72 ชั่วโมง จะท านให้พลาสติกสุกและแข็งตัว 2.8.3 น านชิ้นงานที่อบ แล้วออก ส านหรับชนิดของพลาสติกเป็นพวกเทอร์โมเซตติงและ นิยมใช้เฉพาะฟีนอลิก เท่านั้นก่อนใช้น้ำ านฟีนอลิกนั้น านไปผสมกับใยหินให้มีลักษณะอ่อนตัววัสตุอื่น นอกจากพลาสติกที่ใช้ผลิตด้วยกรรมวิธีแบบนี้

มีพวกบิตูเมน กับวัสดุผสมอื่นเช่นใยหิน ส่วนชนิดของ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทำพวกอุปกรณ์ไฟฟ้าราคาถูกที่รับแรงน้อย ๆ ปุ่ม และมือจับ (จันทร์จีรา, 2558)

ปทุมทิพย์ (2550) ทำการศึกษาเรื่องการผลิตกระดาษต้นไม้จากวัสดุเหลือใช้จาก การเกษตร โดยผลิตกระดาษจากขุยมะพร้าว มีส่วนผสมดังนี้ ขุยมะพร้าว 100 กรัม ใยมะพร้าว 150 กรัม และกาว แป้งเปียก 50 กรัม นำไปอัดด้วยเครื่องอัดไฮโดรลิกด้วยแรงอัดตามขนาดของเครื่องอัด 23 และ แรงคน ผลิตกระดาษขนาดเส้นศูนย์กลางประมาณ 6 นิ้ว หลังจากนำกระดาษไปตากแดดทิ้งไว้ ประมาณ 10 นาที เมื่อกระดาษแห้งดีแล้วสามารถนำไปใช้งานได้ทันที

อดิสร (2555) ทำการศึกษาการผลิตกระดาษต้นไม้จากเศษวัสดุเหลือใช้ใน อุตสาหกรรมสกัด น้ำมันปาล์ม ได้แก่ เส้นใยปาล์มน้ำมัน และเถ้าปาล์มน้ำมัน จากการศึกษาพบว่า ปริมาณส่วนผสมที่เหมาะสม คือ เส้นใยปาล์ม 180 กรัม เถ้าปาล์มน้ำมัน 70 กรัม และกาวแป้งเปียก 150 กรัม การขึ้นรูป ง่ายได้สภาพกระดาษเป็นรูปทรงดีมาก อัตราการดูดซับน้ำของกระดาษต้นไม้ใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันเฉลี่ยมี ค่าอัตราการดูดซับน้ำมากกว่ากระดาษต้นไม้ใช้ใยปาล์มน้ำมัน และเถ้าปาล์ม น้ำมัน มีการอิมตัวของ การดูดซับที่ 35 นาที เท่ากัน อัตราการระเหยของน้ำของกระดาษต้นไม้ใช้ใยปาล์มน้ำมันเฉลี่ยมีอัตราการ ระเหยของน้ำเร็วกว่ากระดาษต้นไม้ใช้ใยปาล์มน้ำมัน และเถ้าปาล์มน้ำมัน เท่ากับ 132 ชั่วโมง และ 156 ชั่วโมง ตามลำดับ

พรเทพ และวรินทร์ (2554) ทำโครงการพัฒนากระดาษต้นไม้ จากซีลี้อย มีการขึ้นรูป กระดาษ เพาะชำ โดยทำการศึกษาปัจจัย 3 ปัจจัย ได้แก่ ปริมาณซีลี้อย 146 , 148 และ 150 กรัม กาวแป้ง เปียก 51 , 50 และ 67.50 กรัม และแรงดันในการขึ้นรูปกระดาษเพาะชำ 500 1,000 และ 1,500 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว การทดสอบใช้ค่าเฉลี่ยการย่อยสลายในดิน จากการศึกษาพบว่า อัตราส่วนที่ เหมาะสมที่สุดในการขึ้นรูปกระดาษ คือปริมาณซีลี้อย 150 กรัม ผสมกับกาวแป้งเปียก 67.50 กรัม ใช้ แรงดันในการขึ้นรูปกระดาษที่ 1,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว โดยใช้เวลาในการย่อยสลายในดิน 36 วัน

พรฤดี (2552) ทำการศึกษาเรื่องการพัฒนาบรรจุภัณฑ์กระดาษจากกากตะกอน น้ำมันปาล์ม และกากตะกอนเยื่อกระดาษจากบ่อบำบัดน้ำเสียสำหรับกล้าไม้ จากการศึกษาพบว่า กากตะกอน น้ำมันปาล์ม และกากตะกอนเยื่อกระดาษจากบ่อบำบัดน้ำเสีย สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบของบรรจุ ภัณฑ์ได้หลังการหาสัดส่วนที่เหมาะสมของวัสดุ รวมทั้งการเพิ่มธาตุอาหาร และตัวเชื่อมประสานในการ เชื่อมเกาะกันของวัสดุ โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร ค่าความเป็นกรดต่าง ค่าการนำไฟฟ้า และปริมาณอินทรีย์วัตถุ พบว่า กากตะกอนน้ำมันปาล์ม และกากตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสียเหมาะสมใน การนำมาใช้เป็นวัตถุดิบ หรือ ส่วนผสมในการผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์กระดาษที่ เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และ ยังสามารถนำไปใช้ในการปลูกพืชได้อีกด้วย

นฤมล (2551) ทำการศึกษา การประดิษฐ์กระดาษต้นไม้แก้มลิง จากการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพกระดาษต้นไม้แก้มลิง พบว่าการรดน้ำต้นไม้วัดปริมาณมากน้ำจะดูดซึมเข้าไปไว้ในส่วน ของ

แก้มลิงที่ได้ประดิษฐ์ขึ้นมา ซึ่งผลของการดูดซึมน้ำนั้นใช้ได้มีคุณภาพใกล้เคียงกัน แต่ถ้าให้ เรียงลำดับ จากคุณภาพในการดูดซึมน้ำได้ดีที่สุดไปสู่การดูดซึมน้ำน้อยที่สุด ดังนี้ ขุยมะพร้าว ชานอ้อย กาบกล้วย ผักตบชวา และ กระจ่างทั่วไป ตามลำดับ ซึ่งส่วนประกอบที่ทำให้กระจ่างต้นไม้อีกแก้มลิง สามารถซึมซับน้ำไว้ได้นานที่สุด คือการป้องกันการระเหยของน้ำอย่างรวดเร็ว และ กักเก็บน้ำ ที่รดไว้ได้นานที่สุดเมื่อ ปริมาณน้ำในกระจ่างต้นไม้อลดลงน้ำที่ถูกเก็บไว้ในบริเวณแก้มลิงก็ถูกดูดซึมมา ใช้แทนทำให้ต้นไม้คง ความสดชื่นและเจริญเติบโตได้อยู่

นงลักษณ์ (2547) ศึกษาการผลิตกระจ่างจากผักตบชวา เพื่อทำอัตราส่วนผสม ระหว่าง ผักตบชวากับดินเหนียวที่เหมาะสม พบว่า กระจ่างที่ผลิตจากผักตบชวา และ ดินเหนียว ใน อัตราส่วน 1 : 5 (โดยน้ำหนัก) เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด เป็นเนื้อเดียวกันและขึ้นรูปกระจ่างได้ง่าย มีผิวเรียบ แต่เมื่อเพิ่มปริมาณดินเหนียวในอัตราส่วน 1 : 8 และ 1 : 9 พบว่าการยึดเกาะของ กระจ่างขณะขึ้นรูปไม่ ค่อยดีทำให้กระจ่างแตกสลายได้ง่าย

เตือนใจ และคณะ (2562) การผลิตกระจ่างต้นไม้ออกจากกากตะกอนน้ำมันปาล์มร่วมกับก้อนเชื้อเห็ดเก่าโดยใช้วัสดุประสาน 2 ประเภท คือ กาวแป้งเปียก และ กากน้ำตาล ทั้งหมด 6 ชุดการทดลอง ที่ อัตราส่วนผสมกากตะกอนน้ำมันปาล์ม : ก้อนเชื้อเห็ดเก่า เท่ากับ 5:0 4:1 3:2 2:3 1:4 และ 0:5 โดย ศึกษาคุณสมบัติของวัตถุดิบ และศึกษาการขึ้นรูปของกระจ่างต้นไม้อีก ศึกษาองค์ประกอบทางกายภาพ การดูดซึมน้ำ การพองตัว ความพรุนและการเชื่อมสภาพของกระจ่างต้นไม้อีก สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้ จากการศึกษาคุณสมบัติของวัตถุดิบก่อนขึ้นรูปกระจ่างต้นไม้อีกวัตถุดิบที่ทำการศึกษา คือ กากตะกอน น้ำมันปาล์ม และ ก้อนเชื้อเห็ดเก่า พบว่าวัตถุดิบที่ผ่านการหาความชื้นของวัตถุดิบก่อนการขึ้นรูปเพื่อทำให้วัตถุดิบมีความชื้นน้อยลง มีความเป็นไปได้และเหมาะสมที่จะสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต กระจ่างต้นไม้อีก ได้ จากการศึกษาการผลิตกระจ่างต้นไม้อีก พบว่า สามารถอัดขึ้นรูปได้เมื่อใช้กาวแป้งเปียก เป็นวัสดุประสาน แต่กากน้ำตาลที่เป็นวัสดุประสาน สามารถอัดขึ้นรูปได้ชุดการทดลองที่ 1 และชุดที่ไม่ สามารถขึ้นรูปได้ ชุดการทดลองที่ 2 3 4 5 และ 7 เนื่องมาจากวัตถุดิบที่ใช้อัตราส่วนผสมมีคุณสมบัติ การไม่จับตัวกันของกากน้ำตาล เพราะก้อนเชื้อเห็ดเก่าเกิดช่องว่างระหว่างการอัดจึงทำให้กระจ่างไม่ สามารถขึ้นรูปได้ จากการศึกษาองค์ประกอบทางกายภาพ พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูปที่ ดีที่สุดได้แก่ ชุดการทดลองที่ 5 ที่มีอัตราส่วนผสมกากตะกอนน้ำมันปาล์ม : ก้อนเชื้อเห็ดเก่า ใน อัตราส่วนผสม 1:4 โดยมีค่าการดูดซึมน้ำ 91.18 ± 5.33 เปอร์เซ็นต์ ค่าการพองตัว 91.67 ± 19.11 เปอร์เซ็นต์ ค่าความพรุน 79.00 ± 4.00 เปอร์เซ็นต์ และการเชื่อมสภาพของกระจ่างต้นไม้อีกได้ค่าที่ดีที่สุด ดังนั้นการผลิตกระจ่างต้นไม้อีกจากกากตะกอนน้ำมันปาล์มร่วมกับก้อนเชื้อเห็ดเก่า เป็นการส่งเสริมในการ นำวัสดุเศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและวัสดุเศษเหลือจากการเพาะเห็ดในการนำมา พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร เป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ทดแทนการใช้บรรจุภัณฑ์ ประเภทพลาสติกได้ ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย

วิธีการดำเนินการ

1. วัตถุดิบแกลบ ของเหลือทิ้งทางการเกษตร ทำผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงอัดแท่ง ดังนี้

1.1 เก็บวัตถุดิบแกลบ นำมาตากแดดให้แห้ง เผลาให้แกลบเป็นสีดำ โดยวิธีหมกแกลบ ล้อมลอบถึงปีบ แล้วปล่อยให้แกลบสุก (ภูมิปัญญาชาวบ้าน เนื่องจากสถานการณ์โควิด-19 แพร์ะবাদไม่สามารถเข้าใช้เตาเผาอุณหภูมิสูงในห้องปฏิบัติการ ที่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ปิดทำการทุกพื้นที่) ใช้เวลาเผาแกลบ ประมาณ 6 - 8 ชั่วโมง ดังรูปที่ 1 - 12



รูปที่ 1 ปีบเจาะรูรอบด้านสำหรับเผาแกลบ



รูปที่ 2 จุดเชื่อมต่อไฟสำหรับเผาแกลบ



รูปที่ 3 นำแกลบหมกล้อมรอบปีบ



รูปที่ 4 หมกแกลบจนคลุมปีบ



รูปที่ 5 เเผาแกลบ 2 ชั่วโมง



รูปที่ 6 เเผาแกลบ 4 ชั่วโมง



รูปที่ 7 เเผาแกลบ 4 ชั่วโมง



รูปที่ 8 เเผาแกลบ 6 ชั่วโมง



รูปที่ 9 เเผาแกลบ 8 ชั่วโมง



รูปที่ 10 แยกแกลบสุกสีน้ำตาลออกจากเตาเผา



รูปที่ 11 ผสมน้ำให้ทั่วเกลบสูกีสีดำ



รูปที่ 12 ตากแดดเกลบสูกีสีดำให้แห้ง

1.2 นำเกลบสูกีสีดำที่ได้จากการเผา มาทำให้ละเอียดจนเป็นผงถ่าน ตามรูปที่ 13 - 14



รูปที่ 13 เครื่องบดเกลบสูกีสีดำให้ละเอียด



รูปที่ 14 ครกตำเกลบสูกีสีดำให้ละเอียด

1.3 ขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเกลบตามรูปที่ 15 -

1.1 นำเกลบสูกีสีดำที่ได้จากการเผาในข้อ 1.1 มาบดด้วยเครื่องบดละเอียดจนเป็นผงถ่าน

1.2 เตรียมตัวประสานกาวแป้งเปียก โดยใช้แป้งมัน 200 กรัม ผสมน้ำ 1 ลิตร ตั้งไฟ คนให้แป้งสุกเป็นกาวเหนียวสีขาวใส ดังรูปที่ 17

1.3 ผสมผงถ่านกับกาวแป้งเปียก ใช้ผงถ่านจากเกลบ 1 กิโลกรัม ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน นวดจนส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกัน บีบไม่เหนียวติดมือ อัดเป็นแท่งเชื้อเพลิงด้วยเครื่องอัดมือ ได้แท่งเชื้อเพลิงเปียกจำนวน 41 แท่ง น้ำหนักเฉลี่ยแท่งละ 40.25 กรัม ความยาวเฉลี่ยแท่งละ 4 เซนติเมตร ตากแดดให้แห้งสนิท 3 - 5 วัน เหลือน้ำหนักเฉลี่ยแท่งละ 20.30 กรัม ดังรูปที่ 15 - 22



รูปที่ 15 กาวแปงเปียก



รูปที่ 16 ผงถ่านบดละเอียด 1 กิโลกรัม



รูปที่ 17 ผสมกาวแปงเปียก กับผงถ่าน



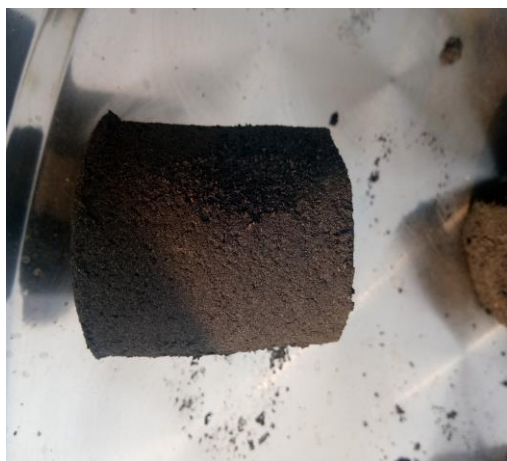
รูปที่ 18 คลุกเคล้าให้เข้ากัน



รูปที่ 19 เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง



รูปที่ 20 กดเครื่องอัดแท่งด้วยมือ



รูปที่ 21 ได้แท่งเชื้อเพลิงเป็ยกลสีดำ



รูปที่ 22 แท่งเชื้อเพลิงตากแดดให้แห้ง

1.4 ศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากแกลบ นำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากแกลบที่ตากแดดจนแห้งสนิท มาศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานหุงต้ม โดยทดสอบการต้มข้าว ซึ่งใช้หม้อต้มข้าวอะลูมิเนียมเบอร์ 20 พร้อมฝา กับเตาหุงต้มใช้น้ำ 1500 กรัม (ปริมาตรของน้ำประมาณ $\frac{3}{4}$ ของปริมาณความจุของหม้อ) และน้ำหนักเชื้อเพลิงอัดแท่งจากแกลบ 500 กรัม ทำการทดลองในห้องที่ไม่มีลมพัด สังเกตการแตกปะทุของแท่งเชื้อเพลิง ปริมาณควันของแท่งเชื้อเพลิงขณะติดไฟ วัดอุณหภูมิของน้ำจนกระทั่งน้ำเดือด แล้วบันทึกเวลาที่ใช้ไปพร้อมทั้งเปิดฝามือ่ จากนั้นปล่อยให้ น้ำเดือดต่อไปอีก 30 นาที ดังรูปที่ 23 - 26



รูปที่ 23 ทดสอบเชื้อเพลิงอัดแท่งจากแกลบ



รูปที่ 24 หม้อต้มข้าวอะลูมิเนียมเบอร์ 20



รูปที่ 25 วัดอุณหภูมิขณะน้ำเดือด



รูปที่ 26 เปิดฝาท่อ

คำนวณค่างานที่ได้ อัตราการเผาไหม้ และประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจาก แกลบ ดังนี้ (จิระพงษ์ คุณหากาญจน์)

$$\text{งานที่ได้} = \frac{\text{น้ำหนักของน้ำที่ระเหยไป}}{\text{น้ำหนักของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้สุทธิ}}$$

$$\text{อัตราการเผาไหม้} = \frac{\text{น้ำหนักของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้สุทธิ (กรัม)}}{\text{ระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมด (นาที)}}$$

ทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิงอัดแท่ง จากของเหลือทิ้งทางการเกษตร: แกลบ (ครั้งที่ 1)

$$\text{งานที่ได้} = \frac{\text{น้ำหนักของน้ำที่ระเหยไป (กรัม)}}{\text{น้ำหนักของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้สุทธิ (กรัม)}}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า} &= \frac{400.60}{500} \quad \text{กรัม} \\ &= 0.80 \quad \text{กรัม} \end{aligned}$$

$$\text{อัตราการเผาไหม้} = \frac{\text{น้ำหนักของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้สุทธิ (กรัม)}}{\text{ระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมด (นาที)}}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า} &= \frac{500 \text{ กรัม}}{50 \text{ นาที}} \\ &= 10.00 \quad \text{กรัมต่อนาที} \end{aligned}$$

ทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากของเหลือทิ้งทางการเกษตร: แกลบ (ครั้งที่ 2)

$$\text{งานที่ได้} = \frac{\text{น้ำหนักของน้ำที่ระเหยไป (กรัม)}}{\text{น้ำหนักของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้สุทธิ (กรัม)}}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า} &= \frac{480.53 \text{ กรัม}}{500 \text{ กรัม}} \\ &= 0.96 \text{ กรัม} \end{aligned}$$

$$\text{อัตราการเผาไหม้} = \frac{\text{น้ำหนักของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้สุทธิ (กรัม)}}{\text{ระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมด (นาทิต)}}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า} &= \frac{500 \text{ กรัม}}{47 \text{ นาทิต}} \\ &= 10.64 \text{ กรัมต่อนาที} \end{aligned}$$

ทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิงอัดแท่ง จากของเหลือทิ้งทางการเกษตร: แกลบ (เฉลี่ย)

$$\text{งานที่ได้} = \frac{\text{น้ำหนักของน้ำที่ระเหยไป (กรัม)}}{\text{น้ำหนักของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้สุทธิ (กรัม)}}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า} &= \frac{440.57 \text{ กรัม}}{500 \text{ กรัม}} \\ &= 0.88 \text{ กรัม} \end{aligned}$$

$$\text{อัตราการเผาไหม้} = \frac{\text{น้ำหนักของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้สุทธิ (กรัม)}}{\text{ระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมด (นาทิต)}}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า} &= \frac{500 \text{ กรัม}}{48.50 \text{ นาทิต}} \\ &= 10.31 \text{ กรัมต่อนาที} \end{aligned}$$

ประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากถ่านไม้ (ถ่านไม้ซื้อจากตลาดใส่ถุงขาย)

$$\text{งานที่ได้} = \frac{\text{น้ำหนักของน้ำที่ระเหยไป (กรัม)}}{\text{น้ำหนักของถ่านที่ใช้สุทธิ (กรัม)}}$$

$$\begin{aligned}
 \text{แทนค่า} &= \frac{824.77 \text{ กรัม}}{500 \text{ กรัม}} \\
 &= 1.65 \text{ กรัม}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{อัตราการเผาไหม้} &= \frac{\text{น้ำหนักของถ่านที่ใช้สุทธิ (กรัม)}}{\text{ระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมด (นาทีก)}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{แทนค่า} &= \frac{500 \text{ กรัม}}{50 \text{ นาที}} \\
 &= 10.00 \text{ กรัมต่อนาที}
 \end{aligned}$$

2. วัตถุดิบฟางข้าว ของเหลือทิ้งทางการเกษตร ทำผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้ ดังนี้

2.1 เก็บวัตถุดิบฟางข้าว ที่ได้หลังการเก็บเกี่ยวข้าวของชาวนา หั่น หรือสับให้เป็นชิ้นเล็กๆ หรือใช้เครื่องปั่นหรือบดให้ฟางข้าวมีขนาดเล็ก ดังรูปที่ 27 – 31



รูปที่ 27 เก็บฟางข้าวหลังชาวนาเกี่ยวข้าว



รูปที่ 28 วัตถุดิบฟางข้าว



รูปที่ 29 รถขนวัตถุดิบฟางข้าวจำนวนมาก



รูปที่ 30 กองวัตถุดิบฟางข้าว



รูปที่ 31 หั่นฟางข้าวเป็นชิ้นๆ



รูปที่ 32 แช่น้ำ 48 ชั่วโมง

2.2 นำฟางข้าวจากข้อ 2.1 มาทำให้อืดตัวด้วยน้ำ แช่น้ำประมาณ 48 ชั่วโมง เพื่อลดความกระด้างของฟางข้าว ดังรูปที่ 32

2.3 นำฟางข้าวจากข้อ 2.2 ผึ่งให้แห้ง ผสมกับปูนซีเมนต์ในอัตราส่วน ที่เหมาะสม สามารถหล่อขึ้นรูปกระถางปลูกต้นไม้ได้ดี ไม่แตกหัก คืออัตราส่วน 1 : 2 (ฟางข้าว 1 ส่วน ปูนซีเมนต์ 2 ส่วน) โดยมีน้ำเป็นตัวประสานให้ฟางข้าวและปูนซีเมนต์รวมตัวกัน ดังรูปที่ 33 - 36



รูปที่ 33 อัตราส่วนฟางข้าว



รูปที่ 34 อัตราส่วนปูนซีเมนต์



รูปที่ 35 ผสมฟางข้าวกับปูนซีเมนต์



รูปที่ 36 ใส่ น้ำเป็น ตัวประสาน

2.4 เตรียมแม่พิมพ์กระถางต้นไม้ หรือแบบทำกระถางต้นไม้ ทาน้ำมันพืชให้ทั่วแม่พิมพ์ หรือแม่แบบทั้งส่วนที่เป็นกระถาง และส่วนที่เป็นแกนกลางกระถาง ดังรูปที่ 37 -



รูปที่ 37 เตรียมแม่พิมพ์และแม่แบบกระถาง



รูปที่ 38 ทาน้ำมันให้ทั่วแม่พิมพ์และแม่แบบ

2.5 ตักส่วนผสมในข้อ 2.3 ใส่แม่พิมพ์กระถาง หรือใส่แบบทำกระถางต้นไม้ เคาะให้ ส่วนผสมในแม่พิมพ์หรือในแม่แบบกระถางต้นไม้ แน่น ไม่มีฟองอากาศ นำแม่พิมพ์ไปตากแดด ส่วน แม่แบบกระถางต้นไม้ ใส่แกนกลางที่ทาน้ำมันส่วนด้านนอก วางตรงกลางของแม่แบบ กดให้ส่วนผสมที่ เทไว้เต็มถึงขอบแม่แบบ ถ้าไม่เต็มถึงขอบให้ตักส่วนผสมจากข้อ 2.3 ใส่จนเต็ม แม่แบบ เคาะไล่ ฟองอากาศ นำออกตากแดด ดังรูปที่ 39 - 42



รูปที่ 39 ตักส่วนผสมใส่แม่พิมพ์กระถางต้นไม้



รูปที่ 40 เทส่วนผสมใส่แม่แบบกระถางต้นไม้



รูปที่ 41 นำออกตากแดดนาน 4 ชั่วโมง



รูปที่ 42 เอาแกนกลางออกจากแม่แบบ

2.6 นำแกนกลางออกจากแม่แบบกระถาง ตากแดดต่อไปจนแม่แบบกระถางแห้ง ประมาณ 4 ชั่วโมง แกะกระถางต้นไม้ออกจากแม่แบบ หรือแม่พิมพ์ เจาะรูที่ก้นกระถางตากแดดให้แห้ง 5 – 7 วัน ทาสี วาดลวดลายให้สวยงาม ตากแดดให้แห้ง 3-5 วัน ได้ผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้จากฟางข้าวแบบปลูกในร่ม และแบบปลูกกลางแจ้ง ดังรูปที่ 43 – 48



รูปที่ 43 ผลิตภัณฑ์กระถางจากฟางข้าว



รูปที่ 44 เจาะรูที่ก้นกระถางตากแดดให้แห้ง



รูปที่ 45 ทาสีลงพื้น



รูปที่ 46 ทาสีให้สวยงาม



รูปที่ 47 ผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้กลางแจ้ง



รูปที่ 48 ผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้ในร่ม

2.7 ทดสอบผลผลิตภัณฑักระถางปลุกต้นไม้จากฟางข้าว

2.7.1 นำผลผลิตภัณฑักระถางปลุกต้นไม้แบบปลุกกลางแจ้ง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว บ ขนาด 10.5 นิ้ว ขนาด 8 นิ้ว และ 4.5 นิ้ว ปลุกต้นไม้ชนิดต่างๆ บันทึกผลการทดสอบผลผลิตภัณฑั ตั้งแต่ วันที่ 1 มิถุนายน 2564 – 31 สิงหาคม 2564

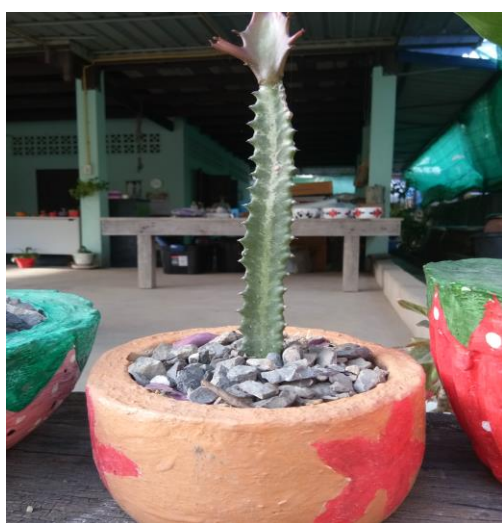
2.7.2 นำผลผลิตภัณฑักระถางปลุกต้นไม้แบบปลุกในร่ม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10.5 นิ้ว ขนาด 8 นิ้ว และขนาด 4.5 นิ้ว และ 2.5 นิ้ว ปลุกต้นไม้ชนิดต่างๆ บันทึกผลการทดสอบผลผลิตภัณฑั ตั้งแต่ วันที่ 1 มิถุนายน 2564 – 31 สิงหาคม 2564 ดังรูปที่ 49 – 56



รูปที่ 49 ปลุกต้นไม้ลงกระถางเพื่อทดสอบ



รูปที่ 50 ปลุกต้นบอนสี ทดสอบผลผลิตภัณฑั



รูปที่ 51 ปลุกต้นกระบองเพชรแนวตั้ง



รูปที่ 52 ปลุกต้นกระบองเพชร กลม



รูปที่ 53 กระถางปลุกต้นไม้แบบปลูกในร่ม



รูปที่ 54 ปลุกต้นกระบองเพชรแบบในร่ม



รูปที่ 55 กระถางปลุกต้นกระบองเพชรในร่ม



รูปที่ 56 กระถางปลุกต้นพุ่มต่างแบบในร่ม

บทที่ 4 ผลการวิจัย

ผลการศึกษาวิจัย

วัตถุประสงค์ของเหลือทิ้งทางการเกษตรทำผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงอัดแท่ง พบว่า

1. การเผาแกลบดิบโดยใช้บิ๊บบีแจ้แบบภูมิปัญญาชาวบ้าน สามารถเผาแกลบดิบ 10 กิโลกรัม เวลา 6-8 ชั่วโมง ได้แกลบสุกสีดำ 6.5 กิโลกรัม (บางส่วนยังไม่สุก บางส่วนเป็นเถ้าสีขาว)

2. การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากแกลบ โดยใช้แกลบสุกสีดำบดละเอียด 1 กิโลกรัม ผสมกาวแป้งเปียก ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน อัดเป็นแท่งเชื้อเพลิงได้ 41 แท่ง ความยาวเฉลี่ยแท่งละ 4 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ยแท่งละ 40.25 กรัม นำไปตากแดดให้แห้ง ใช้เวลา 3-5 วัน นำมาชั่งน้ำหนัก เหลือน้ำหนักเฉลี่ย แท่งละ 20.30 กรัม ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงอัดแท่งจากแกลบที่ได้ มีลักษณะ เป็นแท่งสีดำ แข็งคงรูป ไม่แตกหัก

3. ประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากแกลบ แท่งเชื้อเพลิงที่ได้ สามารถทำให้น้ำ 1500 กรัมเดือดในเวลาเฉลี่ย 18.5 นาที อัตราการเผาไหม้เฉลี่ย 10.32 กรัม/นาที ดังตาราง

ตารางที่ 4.1 ประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากของเหลือทิ้งทางการเกษตร : แกลบ

เชื้อเพลิงอัดแท่งจากของเหลือทิ้งทางการเกษตร แกลบ			
ค่าที่ใช้ในการคำนวณ / ผลที่ได้รับ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
น้ำหนักของน้ำที่ระเหยไป	400.60 g	480.53 g	440.57 g
น้ำหนักน้ำที่เหลืออยู่	1099.40 g	1019.47 g	1059.44 g
น้ำหนักเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้สุทธิ	500 g	500 g	500 g
ระยะเวลาที่ใช้จนน้ำเดือด	20 นาที	17 นาที	18.5 นาที
ระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมด	50 นาที	47 นาที	48.5 นาที
อุณหภูมิของน้ำก่อนตั้งไฟ	29 °C	30 °C	29.5 °C
งานที่ทำได้	0.80 g	0.96 g	0.88 g
อัตราการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง	10.00 g/นาที	10.64 g/นาที	10.32 g/นาที
การแตกปะทุของถ่าน	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
การติดไฟ	ดี	ดี	ดี
ควัน	มีควันเล็กน้อย	มีควันเล็กน้อย	มีควันเล็กน้อย
เขม่า	ไม่มีเขม่า	ไม่มีเขม่า	ไม่มีเขม่า
กลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น

จากตาราง ผลการทดสอบประสิทธิภาพด้านการใช้งานหุงต้มของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากแกลบ สามารถติดไฟได้ดี มีควันเล็กน้อย ไม่มีการแตกปะทุของถ่าน ไม่มีเขม่า และไม่มีกลิ่น

ผลการศึกษา

วัตถุดิบฟางข้าว ของเหลือทิ้งทางการเกษตรทำผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้แบบต่างๆ พบว่า

1. วัตถุดิบฟางข้าว สามารถนำมาทำให้เป็นชิ้นเล็กๆได้โดย การหั่น การตัด การสับ การปั่นและการบด
2. วัตถุดิบฟางข้าว เมื่อแช่น้ำเป็นเวลา 48 ชั่วโมง สามารถ ลดความหยาบกระด้างของฟางข้าวได้
3. การทำผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้จากฟางข้าว โดยผสมฟางข้าวกับปูนซีเมนต์และใช้น้ำเป็นตัวประสานให้ฟางข้าวรวมตัวกับปูนซีเมนต์ในอัตราส่วนต่างๆ แสดงผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 อัตราส่วนผสม ฟางข้าว ต่อ ปูนซีเมนต์ ในการทำผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้

อัตราส่วนผสม (ฟางข้าว : ปูนซีเมนต์)	ขนาดของผลิตภัณฑ์กระถาง (เส้นผ่านศูนย์กลาง)	ลักษณะรูปร่างของผลิตภัณฑ์
1 : 1	12 นิ้ว 10.5 นิ้ว 8 นิ้ว 4.5 นิ้ว	ไม่สามารถขึ้นรูปได้ ไม่สามารถขึ้นรูปได้ ไม่สามารถขึ้นรูปได้ ไม่สามารถขึ้นรูปได้
1 : 1.5		สามารถขึ้นรูปได้ มีรอยแตกร้าวด้านในและด้านบน ผิวขรุขระ สามารถขึ้นรูปได้ มีรอยแตกร้าวด้านในและด้านบน ผิวขรุขระ สามารถขึ้นรูปได้ดี ไม่มีรอยแตกร้าว ผิวด้านในและด้านบนขรุขระ ด้านนอกผิวเรียบเนียน สามารถขึ้นรูปได้ดี ไม่มีรอยแตกร้าว ผิวด้านในและด้านบนขรุขระ ด้านนอกผิวเรียบเนียน สามารถขึ้นรูปได้ดี ไม่มีรอยแตกร้าว ผิวด้านในและด้านบนขรุขระ ด้านนอกผิวเรียบเนียน
1 : 2	12 นิ้ว 10.5 นิ้ว 8 นิ้ว	สามารถขึ้นรูปได้ดีมาก ไม่มีรอยแตกร้าว มีความทนทาน ผิวเรียบเนียน สามารถขึ้นรูปได้ดีมาก ไม่มีรอยแตกร้าว มีความทนทาน ผิวเรียบเนียน สามารถขึ้นรูปได้ดีมาก ไม่มีรอยแตกร้าว มีความทนทาน ผิวเรียบเนียน

	4.5 นิ้ว 2.5 นิ้ว	สามารถขึ้นรูปได้ดีมาก ไม่มีรอยแตกร้าว มีความทนทาน ผิวเรียบเนียน สามารถขึ้นรูปได้ดีมาก ไม่มีรอยแตกร้าว มีความทนทาน ผิวเรียบเนียน
1 : 2.5	12 นิ้ว 10.5 นิ้ว 8 นิ้ว 4.5 นิ้ว 2.5 นิ้ว	สามารถขึ้นรูปได้ดีมาก ไม่มีรอยแตกร้าว มีความทนทาน ผิวเรียบเนียน มีน้ำหนักมาก สามารถขึ้นรูปได้ดีมาก ไม่มีรอยแตกร้าว มีความทนทาน ผิวเรียบเนียน มีน้ำหนักมาก สามารถขึ้นรูปได้ดีมาก ไม่มีรอยแตกร้าว มีความทนทาน ผิวเรียบเนียน มีน้ำหนักมาก สามารถขึ้นรูปได้ดีมาก ไม่มีรอยแตกร้าว มีความทนทาน ผิวเรียบเนียน มีน้ำหนักมาก สามารถขึ้นรูปได้ดีมาก ไม่มีรอยแตกร้าว มีความทนทาน ผิวเรียบเนียน มีน้ำหนักมาก

จากตารางพบว่า อัตราส่วนผสมฟางข้าวต่อปูนซีเมนต์ อัตราส่วน 1:1 ไม่สามารถขึ้นรูปได้ ในทุกขนาดของผลิตภัณฑ์ อัตราส่วน 1:1.5 ผลิตภัณฑ์กระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว และ 10.5 นิ้ว สามารถขึ้นรูปได้ มีรอยแตกร้าวด้านใน และด้านบนขอบกระถาง ไม่ทนทาน ผิวขรุขระ ส่วนผลิตภัณฑ์กระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว 4.5 นิ้ว และ 2.5 นิ้ว สามารถขึ้นรูปได้ดี ไม่มีรอยแตกร้าว ผิวด้านในและด้านบนขรุขระ ด้านนอกเรียบเนียน อัตราส่วน 1 : 2 ผลิตภัณฑ์กระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว 10.5 นิ้ว 8 นิ้ว 4.5 นิ้ว และ 2.5 นิ้ว สามารถขึ้นรูปได้ดีมาก ไม่มีรอยแตกร้าว มีความทนทาน ผิวเรียบเนียน อัตราส่วน 1 : 2.5 ผลิตภัณฑ์กระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว 10.5 นิ้ว 8 นิ้ว 4.5 นิ้ว และ 2.5 นิ้ว สามารถขึ้นรูปได้ดีมาก ไม่มีรอยแตกร้าว มีความทนทาน ผิวเรียบเนียน มีน้ำหนักมาก จากผลการทดลองที่ได้ จึงใช้อัตราส่วนผสมฟางข้าวต่อปูนซีเมนต์ในอัตราส่วน 1 : 2 เป็นอัตราส่วนที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้แบบต่างๆในงานวิจัยครั้งนี้

4. ผลการทดสอบผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้จากฟางข้าวแบบต่างๆ แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้ จากฟางข้าว

ผลิตภัณฑ์กระถางจากฟางข้าว (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง)	ชนิดของต้นไม้	ผลการทดสอบผลิตภัณฑ์ (มิถุนายน ,กรกฎาคม, สิงหาคม)
12 นิ้ว	ต้นแก้วกาญจนา ต้นกระบองเพชร ต้นชวนชม	กระถางลักษณะคงรูป ไม่แตกหัก ไม่มี น้ำรั่วซึม ต้นไม้เติบโตแตกใบใหม่ กระถางลักษณะคงรูป ไม่แตกหัก ไม่มี น้ำรั่วซึม ต้นไม้เติบโต แตกยอดเป็นต้น ใหม่ กระถางลักษณะคงรูป ไม่แตกหัก ไม่มี น้ำรั่วซึม ต้นไม้เติบโตแตกใบใหม่ และ มีดอก
10.5 นิ้ว	ต้นสาวน้อยปะแป้ง ต้นกระบองเพชร ต้นบอนสี	กระถางลักษณะคงรูป ไม่แตกหัก ไม่มี น้ำรั่วซึม ต้นไม้เติบโตแตกใบใหม่ กระถางลักษณะคงรูป ไม่แตกหัก ไม่มี น้ำรั่วซึม ต้นไม้เติบโตแตกต้นใหม่ กระถางลักษณะคงรูป ไม่แตกหัก ไม่มี น้ำรั่วซึม ต้นไม้เติบโตแตกใบใหม่
8 นิ้ว	ต้นกระบองเพชร ต้นบอนสี ต้นสาวน้อยปะแป้ง	กระถางลักษณะคงรูป ไม่แตกหัก ไม่มี น้ำรั่วซึม ต้นไม้เติบโตแตกต้นใหม่ กระถางลักษณะคงรูป ไม่แตกหัก ไม่มี น้ำรั่วซึม ต้นไม้เติบโตแตกใบใหม่ กระถางลักษณะคงรูป ไม่แตกหัก ไม่มี น้ำรั่วซึม ต้นไม้เติบโตแตกใบใหม่
4.5 นิ้ว	ต้นกระบองเพชร ต้นบอนสี ต้นแก้วกาญจนา	กระถางลักษณะคงรูป ไม่แตกหักไม่มีน้ำ รั่วซึม ต้นไม้เติบโตแตกต้นใหม่ กระถางลักษณะคงรูป ไม่แตกหัก ไม่มี น้ำรั่วซึม ต้นไม้เติบโตแตกใบใหม่ กระถางลักษณะคงรูป ไม่แตกหัก ไม่มี น้ำรั่วซึม ต้นไม้เติบโตแตกใบใหม่
2.5 นิ้ว	ต้นพลูด่าง ต้นกระบองเพชร	กระถางลักษณะคงรูป ไม่แตกหัก ไม่มี น้ำรั่วซึม ต้นไม้เติบโตแตกใบใหม่ กระถางลักษณะคงรูป ไม่แตกหัก ไม่มี น้ำรั่วซึม ต้นไม้เจริญเติบโต

จากตารางผลการทดสอบผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้จากฟางข้าว ช่วงเดือน มิถุนายน กรกฎาคม และ สิงหาคม เป็นเวลา 3 เดือน พบว่า ผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว ปลูกต้นแก้วกาญจนา กระบองเพชร และ ต้นชวนชม กระถางมีลักษณะคงรูป ไม่แตกหัก ไม่มีน้ำรั่วซึม ต้นไม้เจริญเติบโต แตกกิ่งและใบใหม่ ต้นมีขนาดสูงขึ้น ผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10.5 นิ้ว ปลูกต้นสาวน้อยปะแป้ง ต้นกระบองเพชรและต้นบอนสี กระถางมีลักษณะคงรูป ไม่แตกหัก ไม่มีน้ำรั่วซึม ต้นไม้เจริญเติบโต แตกกิ่งและใบใหม่ ต้นมีขนาดสูงและใหญ่ขึ้น ผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว ปลูกต้นกระบองเพชร ต้นบอนสี และต้นสาวน้อยปะแป้ง กระถางมีลักษณะคงรูป ไม่แตกหัก ไม่มีน้ำรั่วซึม ต้นไม้เจริญเติบโต แตกกิ่งและใบใหม่ ต้นมีขนาดสูงและใหญ่ขึ้น ผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.5 นิ้ว ปลูกต้นกระบองเพชร ต้นบอนสีและต้นแก้วกาญจนา กระถางมีลักษณะคงรูป ไม่แตกหัก ไม่มีน้ำรั่วซึม ต้นไม้เจริญเติบโต แตกกิ่งและใบใหม่ ผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว ปลูกต้นพลูด่าง และต้นกระบองเพชร กระถางมีลักษณะคงรูป ไม่แตกหัก ไม่มีน้ำรั่วซึม ต้นไม้เจริญเติบโตดีทุกต้น

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากของเหลือทิ้งทางการเกษตร แกลบและฟางข้าว เพื่อเป็นแนวทางการลดปัญหาหมอกควันจากการเผาฟางข้าว ลดปัญหามลพิษ PM 2.5 และเพิ่มมูลค่าของเหลือทิ้ง แกลบ ผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง แทนการใช้เชื้อเพลิงจากฟืนและถ่านไม้ ซึ่งสรุปผลได้ดังนี้

1. แกลบ ของเหลือทิ้งจากการสีข้าว หลังการเก็บเกี่ยวข้าวของชาวนา สามารถนำมาเผาได้ แกลบสีดำ มีน้ำหนักเบา นำมาบดให้เป็นผงละเอียด ผสมกับกาวแป้งเปียก อัดเป็นแท่ง ตากแดดให้แห้ง สามารถผลิตเป็นเชื้อเพลิงสำหรับใช้งานหุงต้ม ที่ต้มน้ำให้เดือดในเวลา 18.5 นาที และมีอัตราการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงอยู่ที่ 10.32 กรัมต่อนาที

2. ประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากแกลบ สามารถใช้งานหุงต้มในครัวเรือนได้ดี ไม่มีการแตกปะทุ ติดไฟได้ดี มีควันเล็กน้อย ไม่มีเขม่า และไม่มีกลิ่นรบกวนในระหว่างการใช้งาน

3. ฟางข้าว ของเหลือทิ้งทางการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยวข้าวของชาวนา ทำผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้แบบปลูกกลางแจ้ง และแบบปลูกในร่ม สรุปได้ว่า ฟางข้าวสามารถนำมาทำผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้แบบต่างๆได้ดี โดยผสมกับปูนซีเมนต์ในอัตราส่วน 1 : 2 ได้ผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว 10.5 นิ้ว 8 นิ้ว 4.5 นิ้ว และ 2.5 นิ้ว ปลูกต้นไม้ชนิดต่างๆ ทั้งแบบไม่ในร่ม และไม่กลางแจ้ง ผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้ทุกขนาด มีความคงทน ไม่แตกหัก ไม่มีน้ำรั่วซึม ต้นไม้เจริญเติบโตดี

ผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้จากฟางข้าว จึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่นำของเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์ และเพิ่มมูลค่า ช่วยลดปัญหาหมอกควันจากการเผาฟางข้าว และช่วยลดปัญหามลพิษฝุ่น PM 2.5 ด้วยการปลูกต้นไม้ เพิ่มพื้นที่สีเขียวให้ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และยังช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อนได้อีกทางหนึ่งด้วย

ข้อเสนอแนะ

เชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้ มีควันเล็กน้อย เนื่องจากการเก็บแกลบสุกสีดำที่ได้จากการเผา จะมีแกลบที่ยังไม่สุกติดปนมากับแกลบสุกด้วย แม้เพียงเล็กน้อย ก็ทำให้เกิดควันจากแกลบดิบได้

บรรณานุกรม

- จิระพงษ์ คุหากาญจน์ 2550. ศักยภาพทางด้านพลังงานของถ่านตอรากยางพารา การสัมมนาทางวัฒนวิทยา ครั้งที่ 8 เทคโนโลยีวันวิวัฒน์ เพื่อจัดความยากจน กลุ่มพัฒนาพลังงานจากไม้ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้ สำนักวิชาการ ป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ
- ฐานิตย์ เมธียนนท์ , ประสาน สถิตย์เรืองศักดิ์ และ สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ 2549 การผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งจากถ่านไม้ยางพารา ด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทราซัน โดยใช้แปงเปียกเป็นตัวประสาน “การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 2” วันที่ 27 – 29 กรกฎาคม 2549 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา
- เตือนใจ ปิยัง , กันตินาฏ สุกุลสวัสดิพันธ์และวรรณวิภา ไชยชาญ,2562 การผลิตกระถางต้นไม้จากกากตะกอนน้ำมันปาล์มร่วมกับก้อนเชื้อเห็ดเห็ดเก่า คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
- นงลักษณ์ บรรยงวิจัย,2547. การผลิตกระถางจากผักตบชวา รายงานวิจัย กรมวิทยาศาสตร์บริการ
- นฤมล หวลระลึก, 2551. การประดิษฐ์กระถางต้นไม้แก้มลิง ห้องสมุด สสวท . แหล่งที่มา : <https://library.ipst.ac.th>
- ปทุมทิพย์ ต้นทับทิมทอง, 2550. การผลิตกระถางต้นไม้ขำร่วยจากวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร คลินิก เทคโนโลยีที่พึ่งของประชาชน แหล่งที่มา : www.clinictech.rmutk.ac.th
- พงศธร หนูเล็ก ,จิราณวิวัฒน์ แสงมุกด์ และนายชินพันธุ์ แซ่ซิม, 2541. การทำ กระถางต้นไม้จากขุยมะพร้าว.วันที่สืบค้น 30พฤษภาคม 2562 , จาก <http://www.decorreport.com/a29385>.
- พรฤดี สงวนสุข,2552. การพัฒนาบรรจุภัณฑ์กระถางจากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและกากตะกอนเยื่อกระดาษ จากบ่อบำบัดน้ำเสีย สำหรับกล้าไม้ วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- พรเทพ แก้วเชื้อและวรินทร์ เกียรติกุล,2554. โครงการพัฒนากระถางต้นไม้จากซีลี้อย การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติประจำปี 2554. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- พิชชาพร สังข์ทอง, 2561. การทำกระถางต้นไม้จากธรรมชาติ. วันที่สืบค้น 25 พฤษภาคม2562, จาก <http://48125jiab.blogspot.com/>
- ภคินี ติปัญญา และ สรชัช มีโค, 2558. การอัดกระถางต้นไม้จากผักตบชวา. วันที่สืบค้น17 กรกฎาคม 2562, จาก <http://www.eng.kps.ku.ac.th/dblibv2/fileupload/project>.

- สังเวย เสวกวิหารี , วันดี มาตสธิตย์ และ นิภาพร ปัญญา 2553 พลังงานเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ “ การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 3 ” วันที่ 24 – 26 พฤศจิกายน 2553 ศูนย์ประชุมสถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ กรุงเทพฯ
- สังเวย เสวกวิหารี,2555 ศักยภาพด้านพลังงาน ของเชื้อเพลิงอัดแท่ง จากเปลือกมังคุด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.งานสัปดาห์วันวิทยาศาสตร์ “ จุดประกายความคิด พัฒนาชีวิต ด้วยวิทยาศาสตร์ ” 16 -17 สิงหาคม 2555 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพฯ ฯ
- สุภาวดี สวัสดิพรพัลลภ , กิตติพงษ์ ตันมิตร , อำนาจ สุขศรี และบรรจงศรี จีระวิบูลวรรณ 2549 การใช้ประโยชน์ขานอ้อยจากโรงงานน้ำตาล เพื่อผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง “การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงาน แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 2” วันที่ 27 – 29 กรกฎาคม 2549 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา
- สุวิทย์ เพชรห้วยลึก , ฉัตร ผลนาค , ธัญญรัตน์ อินทร์เจริญ และพิชิตา เปลาเล สมบัติทางกายภาพของแท่งเชื้อเพลิงจากวัสดุเหลือใช้ปาล์มน้ำมัน “การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงาน แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 2” วันที่ 27 – 29 กรกฎาคม 2549 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา
- อดิศร ไกรนรา, 2555. การผลิตกระถางต้นไม้จากเศษวัสดุเหลือใช้ในอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์ม การประชุมวิชาการวไลยลักษณ์วิจัย ครั้งที่ 3 มหาวิทยาลัยวไลยลักษณ์ นครศรีธรรมราช
- อภิรักษ์ สวัสดิกิจ , ทีปกร คุณาพรวิวัฒน์ , พิสุทธิ รัตนแสนวงษ์ , จักรพันธ์ กันหา วรพจน์ พันธคง การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากขี้เถ้าแกลบผสมขี้ข้าวโพด และกะลามะพร้าว ด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานการประชุมวิชาการ เครือข่ายการวิจัยของสถาบันอุดมศึกษา 17 – 19 มกราคม 2551 จังหวัดขอนแก่น
- S.R. Richards , 1990 “Physical testing of fule briquettes” Fule Processing Technology , Vol 25 , Issue 2 pp. 89 – 100

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. ประวัติคณะผู้ร่วมวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สังเวย เสวกวิหारी
Asst.Prof. Sangwoei Sawekwiharee

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน

3170300189056

3. ตำแหน่งปัจจุบัน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์

4. หน่วยงานและสถานที่อยู่

กลุ่มวิชาเคมี หมวดวิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
เลขที่ 1381 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์วงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800
e-mail address : sangwoei.s@rmutp.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	คุณวุฒิ/วิชาเอก	สถาบันอุดมศึกษา	ปีที่สำเร็จ
ปริญญาโท	ค.อ.ม. (วิชาเอกเคมี)	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง	2541
ปริญญาตรี	ค.บ. เคมี	สถาบันราชภัฏเชียงใหม่	2532

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

วิทยาศาสตร์เคมี และ เภสัช

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

ภาวะผู้นำของผู้บริหารสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตโชนดิเวซ

7.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน

1.พลังงานเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ได้รับทุนอุดหนุนจาก
งบประมาณประจำปี 2553 เผยแพร่ ในการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 3
“ การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในยุคเศรษฐกิจสร้างสรรค์ ” วันที่ 24 - 26 พฤศจิกายน
พ. ศ. 2553 ณ ศูนย์ประชุมสถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ กรุงเทพมหานคร

2.ศักยภาพด้านพลังงาน ของเชื้อเพลิงอัดแท่ง จากเปลือกมังคุดได้รับทุนอุดหนุนจาก
งบประมาณประจำปี 2555 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.เผยแพร่ในงานสัปดาห์วันวิทยา
ศาสตร์ “ จุดประกายความคิด พัฒนาชีวิตด้วยวิทยาศาสตร์ ” 16 -17 สิงหาคม 2555 คณะวิทยาศา
าสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพฯ ฯ

เผยแพร่ในหนังสือพิมพ์บ้านเมือง “ ถ่านเปลือกมังคุด เชื้อเพลิงชั้นยอด ” วันจันทร์ที่ 24
กันยายน 2555 ปีที่ 11 ฉบับที่ 3223 หน้า 13 (ล่าง) และหนังสือพิมพ์ไทยโพสต์ “ ถ่านเปลือกมังคุด

เชื้อเพลิงชั้นยอด ผลงานวิจัยคณะวิทย์ มทร.พระนคร ” วันจันทร์ที่ 24 กันยายน 2555 ปีที่ 16 ฉบับที่ 5804 หน้า 7 (บน)

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัย

1 . Sangwoei Sawekwiharee, Panakamom Deeyai, and Naphat Chathirat , “Interpretation of XPS spectra of Double Perovskites of the Y2NiMnO6 Ceramics” International Conference on Engineering and Applied Science (ICEAS-2919),Hokkaido, Japan, 22-24July, 2014, p 446-457.

2 .Sangwoei Sawekwiharee, ThanapongSareein, Naphat Chathirat . “Electrical Characterization by Impedance Spectroscopy of double perovskites of Y2NiMnO6 ceramics” , International Conference on Engineering and Applied Science (ICEAS-2921),Hokkaido, Japan, 22-24July, 2014, p 458-470.

3 .Sangwoei Sawekwiharee, Thanaporn Boonchoo , Anchana Kuttiyawong, NaphatChathirat, “Measurement of the Flavonol Glucosides and Antioxidant Activities of Shallot by Gas Chromatographs”, , International Conference on Engineering and Applied Science (ICEAS-2922),Hokkaido, Japan, 22-24July, 2014, p 590-597.

4 .Sangwoei Sawekwiharee, Thanaporn Boonchoo , Anchana Kuttiyawong, NaphatChathirat, “Performance Evaluation of Heating Energy Briquettes from Cashew Nut Shell” , , International Conference on Engineering and Applied Science (ICEAS-2923),Hokkaido, Japan, 22-24July, 2014, p 598-606.

5 . Sangwoei Sawekwiharee, Thanaporn Boonchoo, Anchana Kuttiyawong, Naphat Chathirat, “Heating Energy Briquettes from Cashew Nut Shell”, Applied Mechanics and Materials Vol. 804 (2015) pp 283-286.

6 . Sangwoei Sawekwiharee, Suejit Pechprasarn, ,Anchana Kuttiyawong,and Naphat Albutt, “Adsorption of Pb(II) from Solution by Mangosteen Peel Charcoal Powder” ,Applied Mechanics and MaterialsVol. 866 (2017), pp 116-118.

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย) นางธนาพร บุญชู
(ภาษาอังกฤษ) Ms Thanaporn Boonchoo
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 7399 00068 813
3. ตำแหน่งปัจจุบัน
อาจารย์
เวลาที่ใช้ทำวิจัย 5 ชั่วโมงต่อสัปดาห์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก
กลุ่มวิชาเคมี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เลขที่ 1381 ถนนพิบูลสงคราม เขตบางซื่อ
 กรุงเทพฯ 10800 โทรศัพท์มือถือ 0865144625 e-mail: thanaporn.b@rmutp.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	คุณวุฒิ/สาขาวิชา	สถาบันอุดมศึกษา	ปีที่สำเร็จ
ปริญญาโท	วท.ม. (เคมี)	คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2545
ปริญญาตรี	วท.บ. (เคมี)	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร	2536

Master Degree Thesis “การตรวจสอบความเป็นเบสของสารประกอบคาลิกซ์[4] – ไซเคลน – เบนโซ – คราวน์ - 6 และเสถียรภาพ ของสารประกอบเชิงซ้อนกับโลหะไอออนโดยวิธีโพเทนชิโอเมตริก”
 INVESTIGATION OF BASICITY OF CALIX[4]-CYCLEN-BENZO-CROWN-6 AND STABILITY OF ITS COMPLEXES WITH METAL IONS BY POTENTIOMETRIC METHOD” Faculty of Science, Chulalongkorn University. 2003.

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

เคมีวิเคราะห์

เคมีสิ่งแวดล้อม

เคมีวัสดุศาสตร์

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

7.1 การเผยแพร่

1. Thanaporn Boonchoo, Buncha Pulpoka, Vithaya Ruangpornvisuti. 2004. Protonation and Energetical Investigations of Calix [4]-cyclen-benzo-crown-6 and Its Complexes with Zinc and Copper. Bulletin of the Korean Chemical Society. 25(6): 819-822.
2. Thanaporn Boonchoo, Prathana Intawin, Wilaiwan Leenakul. 2016. Effect of $MnFe_2O_4$ and the heat treatment temperature on the Bioactive Glass Properties. Key Engineering Materials. 690: 137-142.

ภาคผนวก (ข)

ภาคผนวก (ข) รูปภาพผลการทดสอบผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้จากของเหลือทิ้งทางการเกษตร : ฟางข้าว ทดสอบผลิตภัณฑ์ช่วงเดือน มิถุนายน - สิงหาคม 64 (ระยะเวลา 3 เดือน)



กระถางที่ 1 เริ่มปลูกลงต้นไม้ลงกระถาง



กระถางที่ 1 ต้นไม้แตกต้นใหม่



กระถางที่ 2 เริ่มปลูกลงต้นไม้ลงกระถาง



กระถางที่ 2 ต้นไม้แตกใบใหม่



กระถางที่ 3 เริ่มปลูктันไม้ลงกระถาง



กระถางที่ 3 ต้นไม้แตกใบใหม่



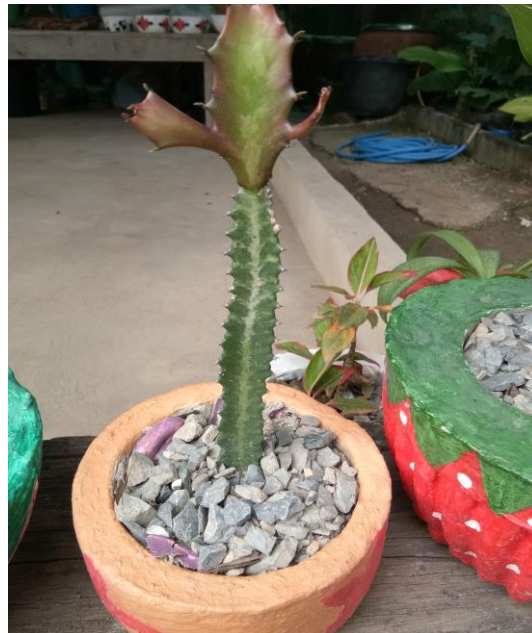
กระถางที่ 4 เริ่มปลูक्तันไม้ลงกระถาง



กระถางที่ 4 ต้นไม้แตกใบใหม่ และมีดอก



กระถางที่ 5 เริ่มปลูктันไม้ลงกระถาง



กระถางที่ 5 ต้นไม้แตกยอดใหม่



ภาคผนวก (ค)

ภาคผนวก (ค) รวบรวมกิจกรรมการอบรมถ่ายทอดงานวิจัย

รูปภาพการอบรม / ถ่ายทอดผลงานวิจัย โครงการ วิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากของเหลือทิ้งทางการเกษตร : แกลบและฟางข้าว วันที่ 4-5 กันยายน พ.ศ.2564 ณ หมู่ที่ 13 ต.ท่าข้าม อ.ค่ายบางระจัน จ.สิงห์บุรี











