รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ศักยภาพด้านพลังงานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด

Potential Energy of The Fuel Briquettes From Mangosteen Shell

สังเวย เสวกวิหารี

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณประจำปี พ.ศ. 2555
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ศักยภาพด้านพลังงานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด

Potential Energy of The Fuel Briquettes From Mangosteen Shell

สังเวย เสวกวิหารี

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณประจำปี พ.ศ. 2555

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่องานวิจัย : ศักยภาพด้านพลังงานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด

ผู้วิจัย : สังเวย เสวกวิหารี

พ.ศ. : 2555

บทคัดย่อ

การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อ นำเปลือกมังคุดที่เป็นของเหลือทิ้งจากภาคครัวเรือน มาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง เชื้อเพลิงนี้ใช้เป็นพลังงานทดแทน ซึ่งแทนการใช้ฟืนและถ่านไม้จากป่าธรรมชาติ โดยมีกาวแป้งเปียกเป็นตัวประสาน ผ่านกระบวนการอัดแท่งด้วยเครื่องอัดมือ พบว่าเปลือกมังคุดสามารถนำมาเผาได้ถ่านเปลือกมังคุด มีสีดำ น้ำหนักเบา นำมาบดให้ละเอียดจนเป็นผงถ่าน ผสมผงถ่านเปลือกมังคุดกับกาวแป้งเปียก คลุกเคล้าให้เข้ากัน นำมาอัดให้เป็นแท่งเชื้อเพลิง ได้แท่งเชื้อเพลิงคงรูปไม่แตกหัก เมื่อนำไปตากแดดจนแห้ง ผลการทดสอบศักยภาพด้านพลังงาน พบว่า มีค่าความร้อนเท่ากับ 5920 แคลอรีต่อกรัม มีอัตราการเผาไหม้ 11.80 กรัมต่อนาที ปริมาณคาร์บอนเสถียรร้อยละ 61.7 ปริมาณเถ้าร้อยละ 7 สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงพบว่า เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด สามารถใช้งานหุงต้มได้ดี ไม่มีการแตกปะทุ ติดไฟได้ดี ให้มีเขม่า ไม่มีควัน และไม่มีกลิ่นรบกวนขณะใช้งาน แท่งเชื้อเพลิงนี้จึงเหมาะสำหรับการผลิตเป็นเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในครัวเรือน ชุมชน หรือผลิตเพื่อการค้า และในอุตสาหกรรม ด้วยอรรถประโยชน์เหล่านี้ เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุดมีความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้ แทนการใช้เชื้อเพลิงจากฟืน และถ่านไม้จากป่าธรรมชาติ ซึ่งเป็นการช่วยลดภาวะโลกร้อนได้อีกทางหนึ่งด้วย

Research Title : Potential Energy of The Fuel Briquettes From Mangosteen Shell

Researcher : SANGWOEI SAWEKWIHAREE

Year : 2012

ABSTRACT

The objective of this research is to use mangosteen shell that from household wastes for produce the fuel briquette. This fuel is used in terms of renewable energy which instead of firewood and charcoal from natural forest. We used the adhesive paste as a binder and briquette with hand pack filler. The results showed that the mangosteen shell can be burned to charcoal black and lightweight. By grinding mangosteen charcoal into small size, these charcoals were mixing with the paste. We have to compress the mixing charcoal molded into fuel briquettes. These briquettes are performed the stable and non-broken products. After sun drying, the results of potential energy testing showed that the calorific value 5920 *cal/g*, combustion rate 11.8 g/min, fixed carbon content 61.7%, and ash content 7%. For the combustion efficiency testing, our fuel briquette could be performed cooking as well, non-explosion, high combustible, non-soot, non-smoke and non-odors during used. These fuel briquettes are suitable for fuel products in household, community, or commercial production and industrial. Due to these advantages, our briquettes are possibly to instead of firewood and charcoal from natural forest which can be reduced the global warming by another way.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้ทุนในการทำวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้การสนับสนุนการใช้ห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ จนงานวิจัยสำเร็จตามระยะเวลาที่กำหนด ขอขอบคุณ ผู้เข้ารับการอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยี ที่สนใจ อำนวยความสะดวก และให้ความร่วมมือในการถ่ายทอดผลงานวิจัย และขอขอบคุณทุกกำลังใจ ทุกคำแนะนำ และทุกความช่วยเหลือที่ให้กับผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา

ผู้วิจัย

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		**I**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		**II**
กิตติกรรมประกาศ		**III**
สารบัญ		**IV**
สารบัญตาราง		**VI**
สารบัญภาพประกอบ		**VII**
บทที่ 1	**บทนำ**	**1**
	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
	ขอบเขตของการวิจัย	1
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
	นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย	2
บทที่ 2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	**3**
	แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
บทที่ 3	**วิธีดำเนินการวิจัย**	**44**
	เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย	45
	วิธีดำเนินการวิจัย	46
บทที่ 4	**ผลการวิเคราะห์ข้อมูล**	**58**
	ผลการศึกษา	58
บทที่ 5	**สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ**	**63**
	สรุปผลการวิจัย	63
	ข้อเสนอแนะ	63

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

เอกสารอ้างอิง **64**

ภาคผนวก **66**

1. รูปกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด 66
2. ประวัติหัวหน้าโครงการวิจัย 78

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด	61
2	ค่าประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิงจากถ่านไม้	62

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่ **หน้า**

1. มังคุดสด 44
2 เปลือกมังคุดสด 44
3. เปลือกมังคุดตากแดดวันที่1 44
4. เปลือกมังคุดตากแดดวันที่2 44
5. เปลือกมังคุดตากแดดวันที่3 44
6. เปลือกมังคุดตากแดดวันที่4 44
7. เปลือกมังคุดตากแดดวันที่5 45
8. เปลือกมังคุดตากแดดวันที่6 45
9. ตะแกรงลวดใส่เปลือกมังคุด 46
10. จุดเชื้อไฟเผาเปลือกมังคุดในตะแกรง 46
11. นำตะแกรงลวดใส่เตาเผา 46
12. เผาเปลือกมังคุดในเตาเผา 46
13. ปิดฝาเตา 47
14. ปิดหน้าเตาและปล่องควัน 47
15. เปิดฝาเตา 47
16. ถ่านเปลือกมังคุด 47
17. ถ่านเปลือกมังคุดในเครื่องบด 48
18. บดถ่านให้เป็นผงละเอียด 48
19. ถ่านเปลือกมังคุดบดละเอียด 48
20. ผงถ่านเปลือกมังคุด 48
21. ชั่งผงถ่านเปลือกมังคุด 48
22. ชั่งแป้งมัน 48
23. คนแป้งมันจนเป็นกาวแป้งเปียก 49
24. ผสมกาวแป้งเปียกลงในผงถ่าน 49
25. ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน 49
26. นวดผงถ่านกับกาวแป้งเปียก 49
27. อัดเป็นแท่งด้วยมือ 49

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
28.	อัดเป็นแท่งเชื้อเพลิง	49
29.	เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด	50
30.	นำเชื้อเพลิงอัดแท่งตากแดด	50
31.	เชื้อเพลิงอัดแท่งตากแดดจนแห้ง	50
32.	เชื้อเพลิงอัดแท่งตากแดดจนแห้งสนิท	50
33.	ส่งตัวอย่างเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุดตรวจวิเคราะห์ที่กรมวิทยาศาสตร์บริการ	50
34.	ทดสอบประสิทธิภาพเชื้อเพลิงอัดแท่ง	51
35.	ต้มน้ำในหม้ออลูมิเนียม	51
36.	วัดอุณหภูมิของน้ำ	51
37.	วัดอุณหภูมิของน้ำเดือด	51
38.	อุณหภูมิน้ำเดือด96 องศาเซลเซียส	52
39.	ปล่อยเชื้อเพลิงดับเป็นเถ้า	52
ภาคผนวก		
40.	สถานที่ถ่ายทอดเทคโนโลยีงานวิจัย	66
41.	แจ้งวัตถุประสงค์และขั้นตอนการทำเชื้อเพลิงอัดแท่ง	66
42.	อธิบายขั้นตอนและวิธีการทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด	67
43.	แบ่งกลุ่มปฏิบัติ	67
44.	บดถ่านเปลือกมังคุดให้เป็นผงละเอียด	67
45.	ชั่งผงถ่านเปลือกมังคุดตามกลุ่ม	68
46	ชั่งผงถ่านเปลือกมังคุด	68
47.	ชั่งผงถ่านเปลือกมังคุด	68
48.	เตรียมกาวแป้งเปียก	69
49.	ผสมผงถ่านกับกาวแป้งเปียกตามอัตราส่วน	69
50.	ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน	69
51.	ผสมอัตราส่วนให้เข้ากัน	70
52.	กลุ่มนี้เพิ่งบดถ่านให้เป็นผงละเอียด	70
53.	บดถ่านให้เป็นผงละเอียด	70

สารบัญภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

54. บดถ่านให้เป็นผงละเอียด 71
55. ทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด 71
56. แบ่งกลุ่มปฏิบัติ 71
57. แบ่งกลุ่มปฏิบัติ 72
58. ทดลองอัดแท่งเชื้อเพลิง 72
59. อัดแท่งเชื้อเพลิง 72
60. นำเชื้อเพลิงอัดแท่งไปตากแดด 73
61. ปฏิบัติการตามกลุ่ม 73
62. ลงชื่อแบ่งกลุ่ม 73
63. ปฏิบัติการตามกลุ่ม 74
64. ปฏิบัติการตามกลุ่ม 74
65. ปฏิบัติการตามกลุ่ม 74
66. รับประทานอาหาร 75
67. รับประทานอาหาร 75
68. รับประทานอาหาร 75
69. รับประทานอาหาร 76
70. รับประทานอาหาร 76
71. สมาชิกกลุ่ม 76
72. สมาชิกกลุ่ม 77
73. สมาชิกกลุ่ม 77
74. สมาชิกกลุ่ม 77

บทที่ 1
บทนำ

ศักยภาพด้านพลังงานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด

Potential Energy of The Fuel Briquettes From Mangosteen Shell

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันสภาวะการณ์ด้านพลังงาน เป็นปัญหาที่วิกฤตต่อภาวะเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศ เป็นอย่างมาก ทุกหน่วยงานจึงพยายามหามาตราการลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากน้ำมัน จึงมีการสนับสนุนให้ใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากก๊าซธรรมชาติ และการหาแหล่งพลังงานทดแทน เนื่องจากประเทศไทยของเราเป็นประเทศเกษตรกรรม มีศักยภาพในการผลิตพืชผลทางการเกษตรที่สามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานทดแทนได้ แต่หลักใหญ่ของผลผลิตทางการเกษตร เพื่อใช้เป็นแหล่งอาหารของโลก ถ้านำผลผลิตเหล่านี้มาใช้ผลิตเป็นพลังงานเชื้อเพลิงก็จะทำให้แหล่งอาหารของโลกเกิดภาวะขาดแคลน และจะส่งผลกระทบต่อการดำรงอยู่ของมวลมนุษย์ชาติได้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดในการนำเปลือกมังคุดที่เหลือทิ้งเป็นขยะมาทำให้เกิดประโยชน์ โดยการนำมาผลิตเป็นพลังงานเชื้อเพลิงอัดแท่ง ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยลดปัญหาขยะเหลือทิ้ง ลดปัญหามลภาวะ ลดปัญหาการขาดแคลนพลังงาน ลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากน้ำมัน ลดปัญหาการใช้ฟืนและถ่านไม้จากป่าธรรมชาติ และลดการนำผลิตผลทางการเกษตรที่เป็นแหล่งอาหารของโลกมาผลิตเป็นพลังงานทดแทน การศึกษาศักยภาพทางด้านพลังงานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุดจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการใช้ประโยชน์จากขยะเหลือทิ้งมาทำให้เกิดมูลค่าเพิ่ม โดยนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง เพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน แทนการใช้เชื้อเพลิงจากไม้และฟืนจากป่าธรรมชาติ และเป็นแหล่งพลังงานทดแทนที่ยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อนำขยะเหลือทิ้ง เปลือกมังคุดมาผลิตเป็นพลังงานเชื้อเพลิงอัดแท่ง
2. เพื่อศึกษาค่าพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด
3. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด

ขอบเขตของการวิจัย

1. สถานที่ทดลอง ห้องปฏิบัติการเคมี (9406) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2. เปลือกมังคุด ตากแดดให้แห้ง แล้วผ่านกระบวนการเผาไหม้ บดให้เป็นผงแล้ว นำมาอัดให้เป็นแท่งเชื้อเพลิง

3. ประเมินคุณภาพและคุณสมบัติของเชื้อเพลิง โดยใช้องค์ประกอบที่สำคัญของเชื้อเพลิงเป็นหลักในการประกันคุณภาพ คือ คาร์บอนเสถียร (คาร์บอนคงตัว) ปริมาณเถ้า ความชื้น และค่าความร้อน โดยถือว่าค่าเชื้อเพลิงที่ให้ความร้อนสูงแสดงว่าเป็นเชื้อเพลิงที่ดี

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ลดปัญหาการขาดแคลนพลังงานเชื้อเพลิง
2. ลดปัญหามลภาวะจากขยะเหลือทิ้ง
3. นำขยะเหลือทิ้งมาสร้างมูลค่าเพิ่ม และผลิตเป็นพลังงานทดแทน แทนการใช้ฟืนและถ่านไม้จากป่าธรรมชาติ

นิยามศัพท์เฉพาะ

ศักยภาพด้านพลังงาน (potention energy) หมายถึง ค่าพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงที่ให้ความร้อนสูงถือว่าเป็นเชื้อเพลิงที่ดีมีศักยภาพสามารถนำมาใช้ประโยชน์ทดแทนแหล่ง พลังงาน ซึ่งมีการสะสมตามธรรมชาติและใช้หมดไป เช่น น้ำมัน ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ

เชื้อเพลิงอัดแท่ง (fuel briquette) หมายถึง การนำเอาวัตถุดิบธรรมชาติ เช่น ไม้ กะลามะพร้าว กะลาปาล์ม ซังข้าวโพด เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ เปลือกมังคุด และขยะเหลือทิ้งต่างๆ มาเผาจนเป็นถ่าน และบดจนเป็นผง แล้วอัดเป็นแท่งตามรูปทรงที่ต้องการ

เปลือกมังคุด (mangosteen shell) มังคุด มีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ Garcinia mangostana . Linn. จัดอยู่ในวงศ์ Guttiferae เป็นไม้ยืนต้น ลำต้นสูง7 – 25 เมตร ทุกส่วนมียางสีเหลือง ใบเดี่ยวรูปรี ดอกออกเป็นคู่ที่ซอกใบ ใกล้ปลายกิ่ง ผลแก่เต็มที่มีสีม่วงแดง กลีบเลี้ยงสีเขียวอมเหลืองติดอยู่จนเป็นผล ผลมีเปลือกนอกค่อนข้างแข็ง เนื้อในมีสีขาว ฉ่ำน้ำ อาจมีเมล็ดอยู่ในเนื้อผลได้ขึ้นอยู่กับขนาด และอายุของผล จำนวนกลีบของเนื้อในจะเท่ากับจำนวนกลีบดอกที่อยู่ด้านล่างของเปลือก ในมังคุด 1 ผลนั้น จะมีเนื้อในที่รับประทานได้30 % ของผล ส่วนอีก 70 % เป็นเปลือกที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ เช่นการนำผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง เป็นต้น

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

มังคุด (Mangosteen) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Garcinia mangostana* L. วงศ์ GUTTIFERAE ลักษณะทางพฤกษาศาสตร์ ราก เป็นระบบรากแก้ว มีจำนวนรากแขนงไม่มาก และที่บริเวณปลายรากมีขนรากน้อย ลำต้นตรง เปลือกภายนอกมีสีน้ำตาลเข้มจนถึงดำ ภาคในเปลือกประกอบไปด้วยท่อน้ำยางมีลักษณะสีเหลือง ใบมีรูปยาวรี มีความยาวประมาณ 9-25 ซม. กว้างประมาณ 4.5-10 ซม. ด้านบนมีลักษณะเป็นมันสีเขียวเข้ม ส่วนด้านล่างสีเขียวปนเหลือง แผ่นใบโค้งเล็กน้อย มีตาข้างอยู่บริเวณซอกใบ และมีตายอดอยู่บริเวณซอกใบคู่สุดท้าย ดอก เป็นแบบเดี่ยวและบางสภาพอาจเป็นดอกกลุ่ม ซึ่งดอกจะปรากฏที่บริเวณปลายยอดของกิ่งแขนง ที่มีช่อดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกันดอกจัดเป็นดอกสมบูรณ์เพศแต่เกสรตัวผู้จะเป็นหมัน ดอกมังคุดประกอบด้วยกลีบเลี้ยง 4 กลีบ มีกลีบดอกค่อนข้างหนา 4 กลีบดอก เกสรอยู่ที่ฐานรอบๆ ของรังไข่ผล เป็นแบบเบอรี่ มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.4-7.5 ซม. มีเปลือกหนา 6-10 ซม. เนื้อสีขาวขุ่นลักษณะของผลอ่อนเปลือกนอกจะมีสีเขียวปนเหลือง มียางสีเหลืองอยู่ภายใน ผลหนึ่งๆ จะมีเมล็ดอยู่ประมาณ 1-6 เมล็ด เมล็ดมีความยาวประมาณ 2.5 ซม. และกว้างประมาณ 1.6 ซม.แหล่งปลูก นครศรีธรรมราช, สุราษฎร์ธานี, ชุมพร, ปราจีนบุรี, ตราด และจันทบุรี ผลผลิตเฉลี่ย 877 กิโลกรัม / ไร่

ในบรรดาผลไม้ไทยทั้งหลาย "มังคุด" ได้รับการยกย่องให้เป็น ราชินีแห่งผลไม้ด้วยลักษณะภายนอกของผล ที่มีกลีบเลี้ยงติดอยู่ที่หัวขั้วของผลคล้ายมงกุฎของพระราชินี ส่วนเนื้อในก็มีสีขาวสะอาด รสชาดอร่อย อย่างยากที่จะหาผลไม้อื่นมาเทียบได้ มังคุด จัดเป็นไม้ผลเมืองร้อน แต่ชอบฝนชุ่มฉ่ำ จึงปลูกมากทางภาคใต้ของประเทศไทย เป็นไม้ยืนต้น ต้นตั้งตรงสูง 10 - 25 เมตร ใบสีเขียวเข้มทรงพุ่มแน่นกลม ดูงามสง่า และทุกส่วนจะมียางสีเหลืองมีใบเดี่ยวรูปไข่เนื้อ ใบหนา ค่อนข้างเหนียวคล้ายหนัง สีเขียวเข้มเป็นมัน ออกดอกเป็นดอกเดี่ยวหรือดอกคู่ที่ซอกใบใกล้ปลายกิ่ง กลีบเลี้ยงสีเขียวอมเหลือง กลีบดอกสีแดงฉ่ำน้ำ เนื้อในของผลมังคุดสีขาวห่อหุ้มด้วยเปลือกหนาสีม่วงอมแดง หรือม่วงอมน้ำตาลอันมีกระจุกของกลีบเลี้ยงของดอกติดอยู่ที่ขั้วของผลอันเป็นเอกลักษณ์ของมังคุด มังคุดจัดเป็นไม้ผลชนิดดียวที่ไม่มีการกลายพันธุ์ จึงมีลักษณะดั้งเดิมเหมือนสมัย 100 ปีที่ผ่านมา มังคุดเป็นผลไม้ยอดนิยมที่สุดชนิดหนึ่งของคนไทย จะมีออกมาให้เราบริโภคเพียงปีละครั้ง คือช่วงย่างเข้าฤดูฝน การบริโภคมังคุด จะให้พลังงานต่ำ เหมาะเป็นผลไม้สำหรับผู้ที่ต้องการลดน้ำหนัก กากใยในเนื้อของมังคุดช่วยในการขับถ่าย และยังได้สารอาหาร วิตามินและเกลือแร่อื่นๆ อีกหลายชนิด เช่น น้ำตาล กรดอินทรีย์ แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็กเคล็ดลับในการรักษามังคุดให้สดนานที่สุด คือ เก็บไว้ใน

ตู้เย็นที่อุณหภูมิ2 องศาเซลเซียส โดยบรรจุในถุงพลาสติกไม่เจาะรู ปิดปากถุงให้แน่น และเลือกมังคุดที่ยังเป็นสีชมพู วิธีนี้จะรักษามังคุดไว้ได้นานราว49 วัน ประโยชน์ของมังคุดมิได้มีอยู่แค่เนื้อในของมังคุดที่เราใช้เป็นอาหารเท่านั้น เปลือกของมังคุดยังมีประโยชน์มากมายที่สามารถนำมาใช้เป็นยารักษาโรคอย่างได้ผล คนไทยรู้จักการใช้ประโยชน์จากเปลือกมังคุดมาเป็นยารักษาโรคมานานแล้ว เพราะคนไทยสมัยโบราณค้นพบว่าเปลือกมังคุดรสฝาดสมาน จึงนำเปลือกมังคุดมาใช้เป็นยาแก้ท้องเสีย แก้ท้องร่วงเรื้อรัง ถ่ายเป็นมูกเลือด โดยการใช้เปลือกสดหรือเปลือกแห้งฝนกับน้ำรับประทาน หรือจะใช้เปลือกแห้งต้มกับน้ำรับประทานก็ได้ผลเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ เปลือกมังคุดยังมีสรรพคุณในการสมานแผล ช่วยให้แผลหาเร็ว เช่นใช้รักษาบาดแผลผุพอง แผลเน่าเปื่อย แผลเป็นหนอง โดยการใช้เปลือกมังคุดฝนกับน้ำปูนใสทาบริเวณแผล น้ำต้มเปลือกมังคุดหรือต้มน้ำล้างแผลใช้แทนน้ำยาล้างแผลหรือด่างทับทิมได้ด้วย สรรพคุณที่โดดเด่นทางด้านผิวหนังก็ คือ มีการใช้เปลือกมังคุดรักษาโรคผิวหนัง เช่น กลากเกลื้อน บรรเทาอาการผดผื่นทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ได้เป็นอย่างดี โดยใช้เปลือกมังคุดแห้งต้มน้ำอาบ หรือใช้น้ำต้มเปลือกมังคุดทาบริเวณที่มีอาการผื่นคันทั้งหลาย โดยผลที่ได้นี้ ได้รับการพิสูจน์และยืนยันจากการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบว่า รสฝาดในเปลือกมังคุดนี้มีสารแทนนิน (Tannin) และสารแซนโทน (Xanthone) ที่มีชื่อเรียกเฉพาะชื่อเดียวกับมังคุดว่า สารแมงโกสติน (mangostin) สารแทนนินมีฤทธิ์สมานแผลช่วยให้แผลหายเร็วขึ้น สารแมงโกสตินมีฤทธิ์ช่วยลดอาการอักเสบ และต้านเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดหนอง สารแซนโทนในเปลือกมังคุดยังมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคผิวหนังและกลากได้ ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ได้ช่วยยืนยันและช่วยรื้อฟื้นให้ภูมิปัญญาพื้นบ้านให้กลับมาเข้ายุคเข้าสมัยได้อีกครั้งหนึ่ง ปัจจุบันวงการเครื่องสำอางและ ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดได้ให้ความสนใจนำสารสกัดจากเปลือกมังคุดไปใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น สบู่เปลือกมังคุด ที่ช่วยดับกลิ่นเต่าช่วยบรรเทาโรคผิวหนัง รักษาสิวฝ้า ซึ่งใช้ได้ผลดีและเป็นที่นิยมของผู้บริโภค

เปลือกมังคุด(pericarp) ด้วยเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าในปัจจุบัน กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถทำการศึกษาถึงประโยชน์จากสารสำคัญที่มีอยู่ในเปลือกมังคุด คือ แทนนินและแซนโทน สารแซนโทนมีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidants) จึงมีการศึกษาที่ชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ของสารแซนโทนที่มีในเปลือกมังคุด แซนโทนเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่แรง (potent antioxidants) พบได้มากในเปลือกมังคุด และมีผลของการศึกษาฤทธิ์ในการจับอนุมูลอิสระโดยวิธี ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) Brunswick Laboratories ทำการเปรียบเทียบระหว่างน้ำผลไม้อื่นๆและมังคุด พบว่า มังคุดมีฤทธิ์ในการจับอนุมูลอิสระมากกว่า แครอท ราสเบอรี่ บลูเบอรี่ ทับทิม อนุมูลอิสระ (free radicals) เป็นโมเลกุลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการลูกโซ่ (chain reaction) ของปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) ที่เกิดขึ้นภายในร่างกาย ดังนั้นร่างกายจึงต้องหาทางป้องกันการโดนทำลายจากอนุมูลอิสระ โดยสิ่งที่ร่างกายสร้างขึ้นเพื่อป้องกันตนเอง คือระบบแอนติออกซิแดนท์ (antioxidants) อย่างไรก็ตามภาวะที่ปริมาณอนุมูลอิสระมีมากเกินกว่าระบบแอนติออก

ซิแดนท์จะจัดการได้ จะเกิดภาวะเครียดขึ้น (oxidative stress) ก่อให้เกิดผลเสียต่อเซลล์ และการทำลายเซลล์ ซึ่งเป็นสาเหตุ ของการแก่(aging) และรุนแรงไปถึงการเกิดโรคภัยไข้เจ็บต่างๆ เช่นการกระตุ้นให้เกิดไขมันสะสมในหลอดเลือดนำไปสู่ภาวะเส้นเลือดตีบ โรคเกี่ยวกับภูมิคุ้มกัน (autoimmune disease) รวมไปถึงโรคมะเร็ง (cancer) เป็นต้น สารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidants) ทำลายฤทธิ์ของอนุมูลอิสระโดยป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในส่วนต่างๆ ของร่างกาย นอกจากร่างกายสามารถสร้างสารต้านอนุมูลอิสระได้เองตามที่กล่าวข้างต้นแล้ว ในวิตามิน แร่ธาตุ และสารจากผักและผลไม้ก็พบสารต้านอนุมูลอิสระอยู่ด้วย แซนโทนเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่แรง (potent antioxidants) พบได้มากในเปลือกมังคุด ปัจจุบันมีการศึกษาถึงประโยชน์ของสารแซนโทนจากเปลือกมังคุดในเรื่องต่างๆดังนี้ ผลจากฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารแซนโทน จึงป้องกันการเกิดออกซิเดชันของ LDL ซึ่งเป็นคลอเลสเตอรอลตัวร้าย จึงช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ (cardiovascular disease) ภาวะไขมันอุดตันหลอดเลือดหัวใจ อีกทั้งยังลดการทำลายเซลล์ อันเป็นผลจากปฏิกิริยาลูกโซ่ จึงช่วยลดความเสี่ยงและชะลอการแก่ (aging) ด้วย ผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งต่างๆรวมถึงการตายของเซลล์มะเร็งในการศึกษาระดับห้องปฏิบัติการ เช่น เซลล์มะเร็งเต้านม, เซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาว, เซลล์มะเร็งตับ กระเพาะอาหาร และเซลล์มะเร็งปอด การกลายพันธุ์ของเซลมะเร็งผลดีต่อระบบภูมิคุ้มกัน และยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราและแบคทีเรียบางชนิด เช่น เชื้อวัณโรค (Mycobacterium tuberculosis) , เชื้อ S. Enteritidis และเชื้อ HIV ฤทธิ์ในการช่วยขยายตัวของหลอดเลือด (vasorelaxing activities) ดังนั้นจึงมีประโยชน์ในการลดความดันโลหิต(antihypertensive) การยับยั้งการหลั่งสารฮิสตามีน (histamine) ฤทธิ์ต้านซิโรโทนิน ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการป้องกันโรคภูมิแพ้ (allergies) อาการแพ้ การยับยั้งการสังเคราะห์สารพลอสตาแกลนดินอีทู(PGE2) ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดกระบวนการอักเสบต่างๆ เช่น การปวดอักเสบ กล้ามเนื้อ และข้อสารแซนโทนสามารถทำให้ปริมาณน้ำตาลในกระแสเลือดของผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่II(ผู้ใหญ่) ลดลง ซึ่งอาจจะเป็นกลไกที่แซนโทนทำให้การทำงานของอินซูลินดีขึ้น จึงสามารถนำน้ำตาลเข้าสู่เซลล์ได้เร็วขึ้นการอักเสบของส่วนต่างๆ แผลภาวะแทรกซ้อนจากเบาหวาน มังคุดจึงไม่ใช่เพียงผลไม้ที่มีรสชาติอร่อย แต่ยังมีคุณประโยชน์ต่อร่างกาย ทั้งคุณค่าทางโภชนาการและการนำมาใช้เป็นยารักษาโรคได้อีกด้วย "มังคุด" จึงเป็นของขวัญล้ำค่าที่ธรรมชาติได้มอบให้กับมวลมนุษยชาติอย่างแท้จริง เหตุผลดังกล่าว มีการใช้สารสกัดจากมังคุดต้านอาการเมื่อยล้า(เพิ่มพลังอาหาร) ป้องกันการระคายเคือง อักเสบ ลดการเจ็บปวดต้านการเกิดแผลในปาก ระงับอาการกดประสาท (ลดความเครียด) ลดอาการกังวล ลดภาวะสมองเสื่อม ช่วยป้องกันความผิดปกติของสมองป้องกันการเกิดเนื้องอกและมะเร็ง เพิ่มภูมิคุ้มกันโรคชะลอความชรา ต้านอนุมูลอิสระ ต้านเชื้อไวรัส ต้านเชื้อแบคทีเรีย ต้านเชื้อรา ต้านการขับไขมันจากต่อมไขมันใต้ผิวหนังมากเกินไป(ต้านการทำงานของผิวหนังผิดปกติ) ลดไขมันที่ไม่ดีในเส้นเลือด (ลด L.D.L.) ป้องกันเส้นเลือดแดงแข็งตัว ป้องกันโรคหัวใจ ป้องกันความ

ดันต่ำ ป้องกันอาการน้ำตาลในเลือดต่ำ ป้องกันโรคอ้วน (ช่วยลดน้ำหนัก) ป้องกันโรคข้อเสื่อม ป้องกันโรคกระดูกผุป้องกันโรคภูมิแพ้ ป้องกันการเกิดโรคนิ่วในไตป้องกันอาการไข้(ไข้ระดับต่ำ) ป้องกันโรคพาร์กินสัน(โรคเกี่ยวกับระบบประสาทที่ทำให้สั่น) ป้องกันอาการท้องร่วง ป้องกันอาการปวดในระบบประสาทป้องกันอาการเวียนศีรษะเป็นต้น

ถ่านอัดแท่ง

หลายปีก่อนคนเรารู้จักและคุ้นเคยกับถ่านไม้เท่านั้น ซึ่งได้จากการนำแท่งฟืนไม้มาเผาเป็นถ่าน แต่ด้วยพระอัจฉริยภาพอันยาวไกลของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว พระองค์ทรงเล็งเห็นเกี่ยวกับการขาดแคลนไม้ในอนาคต รวมทั้งการขาดแคลนพลังงานในด้านต่าง ๆ พระองค์ทรงมีพระราชดำริให้วิจัยและพัฒนาพลังงานทดแทน ตั้งแต่น้ำมันยังราคาถูก ๆ จึงเกิดโครงการในพระราชดำริต่าง ๆ มากมายในปัจจุบัน เช่น ในด้านการผลิตถ่าน พระองค์ทรงมีพระราชดำริในการนำวัสดุเหลือใช้ เช่น ผักตบชวามาอัดเป็นแท่งเชื้อเพลิง ซึ่งเรียกว่า เชื้อเพลิงเขียว

วัสดุที่ใช้ในการผลิตถ่านอัดแท่งมีหลายชนิด เช่น ซังข้าวโพด กะลามะพร้าว แกลบ ขี้เลื่อย ฟางข้าวโพด กะลาปาล์ม กากทานตะวัน ผักตบชวา ชานอ้อย เหง้ามันสำปะหลัง และเปลือกทุเรียน เป็นต้น

คุณสมบัติของถ่านอัดแท่ง

- ให้ความร้อนสูง เนื่องจากเป็นถ่านที่ได้รับการเผาไหม้เต็มที่
- ปลอดภัยไม่มีสารตกค้างและไม่ทำลายสุขภาพเพราะถ่านได้ถูกเผาไหม้ด้วยอุณหภูมิเกิน 800 องศา
- ทนนาน สามารถใช้ได้นานกว่าถ่านไม้ธรรมดาถึง2.5 - 3 เท่า
- ประหยัดเพราะใช้ได้นาน ไม่แตก และไม่ดับเมื่อติดแล้ว
- ไม่แตกประทุอย่างถ่านไม้ทั่วไป
- ไม่มีควันเนื่องจากความชื้นน้อยมาก
- ไม่มีกลิ่นเพราะผลิตจากวัสดุธรรมชาติ100 % ไม่ผสมสารเคมีใด ๆ
- ไม่ดับกลางคันแม้ว่าจะใช้ในที่ที่อากาศถ่ายเทน้อยทำให้ไม่ต้องเปลี่ยนถ่านบ่อย ๆ
- ให้ความร้อนสูงสม่ำเสมอไม่วูบวาบเนื่องจากความหนาแน่นของถ่านเท่ากันทุกส่วน

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ มก. – ธ.ก.ส.
ถ่านอัดแท่ง

๑. ขอบข่าย

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

๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มก. – ธ.ก.ส. มีดังต่อไปนี้

๒.๑ ถ่านอัดแท่ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำวัตถุดิบธรรมชาติ เช่น ไม้กะลามะพร้าว กะลาปาล์ม ซังข้าวโพด มาเผาจนเป็นถ่าน อาจนำมาบดเป็นผงหรือเม็ดแล้วอัดเป็นแท่งตามรูปทรงที่ต้องการ หรือนำวัตถุดิบธรรมชาติ เช่น แกลบ ขี้เลื่อย มาอัดเป็นแท่งตามรูปทรงที่ต้องการแล้วจึงนำมาเผาเป็นถ่าน

๒.๒ ค่าความร้อน หมายถึง พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาถ่านหนัก๑ กรัม มีหน่วยเป็นแคลอรีต่อกรัม

๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

๓.๑ ลักษณะทั่วไป

ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีรูปทรงเดียวกัน ขนาดใกล้เคียงกัน มีสีดำสม่ำเสมอ ไม่เปราะ อาจแตกหักได้บ้าง

๓.๒ การใช้งาน

เมื่อติดไฟต้องไม่มีสะเก็ดไฟกระเด็น ไม่มีควันและกลิ่น

๓.๓ ความชื้น

ต้องไม่เกินร้อยละ ๗ โดยน้ำหนัก

๓.๔ ค่าความร้อน

ต้องไม่น้อยกว่า๕,๕๐๐ แคลอรีต่อกรัม

การผลิตถ่านอัดแท่งจากแกลบ

แกลบที่จะนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งจากแกลบได้ต้องเป็นแกลบที่แห้งสนิท ไม่มีความชื้น (ความชื้นไม่เกิน 10%) แกลบส่วนใหญ่ที่นำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง จะนำมาจากไซโลเก็บแกลบ ซึ่งจะแห้งและมีความชื้นต่ำสามารถนำมาใช้อัดได้ในทันทีส่วนที่ตากไว้ตามลานปูนนั้นไม่สามารถนำมาใช้ผลิตถ่านอัดแท่งได้ เพราะจะโดนทั้งฝนและน้ำค้างซึ่งทำให้แกลบนั้นมีความชื้นสูงไม่มีคุณสมบัติพอที่จะนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งได้ เนื่องจากเครื่องอัดด้วยกระบวนการอัดร้อนจะไม่สามารถใช้อัดให้เป็นแท่งได้ หากจะนำแกลบที่ตากไว้ตามลานมาใช้เป็นวัตถุดิบ จำต้องนำแกลบไปอบไล่ความชื้นใหม่ อาจใช้วิธีเดียวกันกับการอบข้าวหรือว่านำไปอบด้วยเตาโรตารี่ก็ได้ เพื่อให้ได้แกลบที่มีความชื้นไม่เกิน 10% เหมือนที่ออกมาจากไซโลเก็บแกลบ สำหรับแกลบที่นำออกมาจากไซโลเก็บแกลบนั้น สามารถนำไปเข้าเครื่องอัดแกลบ แล้วอัดออกมาเป็นแท่งฟืนจากแกลบได้เลย โดยไม่ต้องนำไปอบไล่ความชื้นก่อน เพราะแกลบที่ออกมาจากกระบวนการสีข้าว จะไม่มีความชื้นและไม่ต้องร่อนคัดขนาดเหมือนขี้เลื่อยเพราะขนาดของแกลบเท่ากันหรือว่าใกล้เคียงกันทุกเม็ด

การผลิตถ่านอัดแท่งจากแกลบจะมีการลงทุนที่ถูกกว่าการผลิตถ่านอัดแท่งจากขี้เลื่อย เนื่องจากอุปกรณ์การผลิตถ่านอัดแท่งจากแกลบ จะมีน้อยกว่าการผลิตถ่านอัดแท่งจากขี้เลื่อย เพียงแค่มีเครื่องอัดแกลบเครื่องเดียวก็สามารถผลิตงานได้โดยไม่ต้องมีเตาอบไล่ความชื้นก็ได้ จะอัดออกมาเป็นสินค้าแท่งฟืนจากแกลบ หรือว่านำไปเผาต่อเป็นถ่านอัดแท่งจากแกลบเลยก็ได้เช่นกัน เนื่องจากแกลบมีอุปทานพอเพียงในการผลิตเป็นเชื้อเพลิงแข็งเพื่อใช้ทดแทนฟืนและไม้ แต่อาจแปรผันตามฤดูการเก็บเกี่ยวข้าว สำหรับราคาแกลบไม่น่าจะมีปัญหาและถ้าหากจำเป็นต้องกักตุนแกลบไว้เพื่อการผลิตฟืนแกลบเป็นการค้าเงินทุนหมุนที่ต้องใช้ในการซื้อแกลบไม่สูงมากนัก เนื่องจากแกลบที่อัดแล้วไม่สามารถรักษาสภาพให้เป็นแท่งอยู่ได้ เมื่อถูกน้ำหรือน้ำฝนจะแปรสภาพเป็นแกลบบดเช่นเดิม แต่เมื่อนำแกลบที่อัดแล้วไปเผาให้เป็นถ่าน จะสามารถคงสภาพตามรูปที่อัดได้ ดังนั้นทางผู้ผลิตจึงต้องอัดแกลบก่อนนำไปเผาเป็นถ่านอัดแท่ง เมื่อเทียบกับถ่านจากกะลามะพร้าวและถ่านจากขี้เลื่อยแล้ว จะได้ความแข็งแรงความทนทาน ความหนาแน่นของถ่านใกล้เคียงกัน

วิธีการเผาแกลบอัดแท่งให้เป็นถ่าน

การนำแท่งฟืนไปเผาเป็นถ่านอัดแท่งจากแกลบ มีหลากหลายวิธีการเผามาก ไม่ว่าจะเป็นการเผาด้วยวิธี เผาด้วยถัง 200 ลิตร เผาด้วยเตาอิฐก่อของกรมป่าไม้ หรือเตาหลุมได้ทั้งหมด จะเลือกใช้วิธีไหนก็ได้ทั้งนั้นขั้นตอนการเผาก็เหมือนกับการเผาไม้

สรุป กระบวนการผลิตถ่านอัดแท่งจากแกลบ

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

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

ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงเหมือนถ่านไม้ทั่วไป

- แกลบที่นำมาเผาเป็นถ่านแล้วพบว่าน้ำหนักแกลบอัดจะหายไป 70% ถ่านที่ได้จากแกลบมีค่าพลังงานความร้อนพอสมควรแต่ความร้อนน้อยกว่าถ่านที่ทำจากไม้
- การอัดแกลบชนิดแน่นและไม่แน่น เมื่อนำไปเผาถ่านผลวิเคราะห์ค่าความร้อนทั้งสองชนิดเท่ากัน ความหนาแน่นไม่เท่ากันทำให้ระยะเวลาในการใช้งานไม่เท่ากันถ่านที่ทำจากแกลบอัดชนิดแน่นจะใช้ได้นานกว่า
- ให้ความร้อนพอประมาณ เนื่องจากเป็นถ่านที่ได้รับการเผาไหม้เต็มที่
- ปลอดภัยไม่มีสารตกค้างและไม่ทำลายสุขภาพ เพราะถ่านได้ถูกเผาไหม้ด้วยอุณหภูมิเกิน 800 องศาทำให้ไม่มีสารก่อมะเร็ง(สามารถทดสอบกับถ่านทั่วไปได้โดยการนำไปต้มน้ำร้อนหากก้นหม้อเป็นเขม่าสีดำแสดงว่าถ่านที่ใช้ถูกเผามาไม่สุกและมีสารก่อมะเร็ง)
- ทนนาน สามารถใช้ได้นานกว่าถ่านไม้ธรรมดาถึง2.5 - 3 เท่า
- ประหยัด เพราะใช้ได้นาน ไม่แตกง่าย
- ไม่แตกประทุ อย่างถ่านไม้ทั่วไป
- ไม่มีควัน เนื่องจากความชื้นน้อยมาก
- ไม่มีกลิ่น เพราะผลิตจากวัสดุธรรมชาติ100 % ไม่ผสมสารเคมีใด ๆ
- ไม่ดับกลางคัน แม้ว่าจะใช้ในที่ที่อากาศถ่ายเทน้อยทำให้ไม่ต้องเปลี่ยนถ่านบ่อย ๆ
- ให้ความร้อนสูงสม่ำเสมอไม่วูบวาบเนื่องจากความหนาแน่นของถ่านเท่ากันทุกส่วน

ถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพด

ในพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์มีการปลูกข้าวโพดมากแต่ละฤดูกาลมีซังข้าวโพดถูกทิ้งเป็นจำนวนไม่น้อย ประกอบกับปัจจุบันมีการตัดต้นไม้ทำลายป่า เพื่อนำไม้มาทำฟืนเผาถ่านกันมากขึ้นการส่งเสริมให้เกษตรกรนำซังข้าวโพดมาทำถ่านอัดแท่ง นอกจากจะเป็นการสร้างรายได้จากวัสดุเหลือใช้แล้ว ยังลดปัญหาการสร้างมลภาวะทางอากาศ ลดการตัดไม้เพื่อนำมาทำฟืน อันเป็นการทำลายทรัพยากรป่าไม้ของประเทศ

ถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพดให้ปริมาณความร้อนในระดับสูง คือ 6,300 แคลอรี ต่อกรัม และใช้เวลาในการเผาไหม้จนถึงเป็นเถ้า 1.30 ชั่วโมง ในขณะที่ถ่านที่ได้จากไม้ ให้ความร้อนที่ 7,400 แคลอรีต่อกรัม และใช้เวลาในการเผาไหม้จนถึงเป็นเถ้าเพียง 1 ชั่วโมง และที่น่าสนใจคือ ถ่านจากซังข้าวโพดแทบไม่มีควันเลย

แนวทางการส่งเสริมให้เกษตรกรผลิตถ่านนั้น ศูนย์พัฒนาสังคมฯสนับสนุนในรูปตัวเงินเพื่อนำไปซื้อเครื่องจักร เกษตรกรสมาชิกอาจลงหุ้นกันเพื่อให้การผลิตมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การที่ชาวบ้านภายในชุมชนหันมาสนใจทำถ่านอัดแท่งมากขึ้นจะช่วยสร้างงานสร้างเงินขึ้นภายในชุมชน

ถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพดนอกจากใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้มอาหารแล้วยังใช้เป็นวัสดุปลูกไม้ดอกไม้ประดับ เช่น หน้าวัว และกล้วยไม้ได้อีกด้วย

นอกจากการผลิตถ่านจากซังข้าวโพดยังมีผลพลอยได้อีกอย่างจากการทำถ่านซังข้าวโพด นั่นคือหลังจากการเผาถ่าน แล้วจะมีน้ำระเหยออกมามีลักษณะสีดำเรียกว่าน้ำคาร์บอนเมื่อน้ำชนิดนี้หยดลงต้นหญ้าหญ้าจะตายหมดภายใน 15 นาที จึงสามารถนำมาใช้เป็นยาฆ่าหญ้าได้ แต่ทั้งนี้ยังต้องรอผลการศึกษาวิจัยอย่างจริงจังเพื่อศึกษาและให้ความรู้กับชาวบ้านอย่างถูกต้องและแน่นอน

ถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพดให้ไฟแรงสูงอยู่ได้นาน และไม่มีควันจึงทำให้ท้องถิ่นนิยมใช้ถ่านจากซังข้าวโพดมาก เช่น ร้านก๋วยเตี๋ยว ไก่ย่าง ร้านอาหารต่าง ๆ ปัจจุบันชาวบ้านส่วนใหญ่ยังไม่มีโอกาสได้ใช้ถ่านจากซังข้าวโพด เพราะยังมีการผลิตน้อย ถ้ามีการรวมกลุ่มกันเพื่อทำการผลิตเพิ่มก็ควรให้การส่งเสริมสนับสนุนต่อไป เพราะถ่านเป็นเชื้อเพลิงที่ใช้แล้วหมดไป การส่งเสริมให้มีผู้ผลิตในแต่ละท้องที่ยังมีโอกาสได้รับส่วนแบ่งทางการตลาด สำหรับการส่งเสริมทางด้านการตลาดนั้น อาจให้มีการตั้งสหกรณ์กลุ่มผู้ผลิตถ่านอัดแท่งในกรณีที่มีการส่งเสริมจนมีผู้ผลิตจำนวนมากรายการส่งเสริมให้มีการตั้งสหกรณ์จึงอาจสามารถช่วยให้กลุ่มเข้มแข็งได้ ในขณะเดียวกันเกษตรกรในชุมชนก็สามารถนำซังข้าวโพดที่ตนเองมี รวบรวมเพื่อนำไปขายให้กับผู้ผลิตถ่านอัดแท่งได้เป็นการสร้างรายได้อีกทางหนึ่งของเกษตรกร อาจทำโดยการตั้งสหกรณ์รับซื้อซังข้าวโพดชุมชนให้ชาวบ้านในชุมชนนำซังข้าวโพดไปขายเพื่อให้ได้ราคาที่ได้มาตรฐาน

การผลิตถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพด ส่วนที่เรานำมาเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตถ่านอัดแท่งก็คือ ซังข้าวโพด หรือแกนข้าวโพด ส่วนเปลือกข้าวโพด ต้นข้าวโพด ก็นำไปเป็นอาหารสัตว์ หรือใช้ในการอุตสาหกรรม ถึงจะนำมาเผาเป็นถ่านได้แต่คุณภาพยังไม่ดีเท่ากับซังข้าวโพดซังข้าวโพดต้องเผาให้เป็นถ่านก่อน จึงจะนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพดได้ขั้นตอนและวิธีการเผาซังข้าวโพดให้เป็นถ่านซังข้าวโพด

นำถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร โดยเจาะรูข้างถัง 3 รู ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้วเรียงกันลงมาในแนวดิ่ง ให้รูทั้งสามข้างเท่า ๆ กันและอยู่ห่างจากปากถังและก้นถัง วิธีเผา หันถังให้ช่องลมตรงทางลม แล้วจึงเริ่มจุดไฟในถังด้วยเศษไม้เล็ก ๆ ก่อนเมื่อไฟลุกดีแล้วจึงค่อย ๆ เติมซังข้าวโพดลงไป 1 ส่วน (ซังข้าวโพดที่จะเผาให้เป็น 3 ส่วน) จนซังข้าวโพดไหม้หมดสังเกตได้จากเปลวไฟขึ้นรอบ ๆ ถังไม่มีควันไฟ แล้วจึงเติมซังข้าวโพดส่วนต่อไปจนเต็มถัง เมื่อซังข้าวโพดมีปริมาณถึงรูก็อุดรูนั้น จากนั้นก็ปิดฝาถัง แล้วค่ำลงบนดิน หรือทรายทิ้งไว้ทั้งคืน วันรุ่งขึ้นเมื่อถังเย็นดีแล้วจึงเทถ่านออกมา แต่ต้องระวังถ้าถ่านยังร้อนอยู่ เมื่อเทออกจากถังถ่านจะเผาไหม้ต่อได้ ส่วนผลผลิตถ่านที่ได้ซังข้าวโพด 100 กิโลกรัม จะเผาเป็นเนื้อถ่านได้ 30-40 กิโลกรัม เราจะได้ถ่านซังข้าวโพดพร้อมนำไปอัดเป็นถ่านอัดแท่ง

สิ่งที่ผู้ผลิตถ่านซังข้าวโพดควรให้ความสำคัญมากที่สุด คือ ซังข้าวโพดต้องเผาไหม้เป็นถ่านที่สมบูรณ์ ต้องเป็นถ่านทั้งแท่ง ไม่ใช่ครึ่งสุกครึ่งดิบ เพราะจะทำให้ถ่านหลังจากที่เรานำมาอัด

แท่งแล้วมีควัน เนื่องจากเยื่อซังข้าวโพดที่ยังเผาไหม้ไม่สมบูรณ์จะเป็นเชื้อทำให้ถ่านอัดแท่งเกิดควัน (ทำให้คุณภาพของถ่านอัดแท่งที่ผลิตมีคุณภาพต่ำลง)และอีกประการที่สำคัญถ่านซังข้าวโพดที่ออกจากเตาแล้วควรร่อนเอาเฉพาะชิ้นถ่านเท่านั้นจะได้มีคุณภาพของวัตถุดิบถ่านซังข้าวโพดคุณภาพดี

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยมังคุด

เนื่องจากมังคุดเป็นผลไม้ที่มีรสชาติถูกใจผู้บริโภคในต่างประเทศและมังคุดเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประเทศไทยจึงเป็นประเทศที่ส่งออกมังคุดคิดเป็น 80 % ของตลาดโลก มาเลเซีย 17 % อินโดนีเซีย 1.6% ฟิลิปินส์ 1.4% ในปี 2550 การส่งออกมังคุดคิดเป็น 10.17% ของการส่งออกผลไม้ จากจันทบุรี 32% ชุมพร 26% โดยการส่งออกในรูปของผลสด 94.62% และแช่แข็ง 5.38% โดยส่งไปยังประเทศจีน 34% ญี่ปุ่น 28% สหรัฐอเมริกา 3% และยุโรป 1.5% (สถาบันอาหาร, 2550) การสร้างมูลค่าเพิ่มด้วยการเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์และการใช้ประโยชน์จากส่วนต่างๆของมังคุดจึงเป็นที่สนใจของนักวิจัยตามแนวโน้มความต้องการของตลาดในปัจจุบัน แนวโน้มการวิจัยทาง Functional food ของเทคโนโลยีอาหารได้รับความสนใจในระดับนานาชาติในการใช้ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติต่างๆเพื่อเป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ
มังคุดจัดได้ว่าเป็นแหล่งอุดมด้วยวิตามิน เกลือแร่ และส่วนที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ อันได้แก่สารเยื่อใย วิตามินซี วิตามินเอ ฟอเลท แคลเซียม โปแตสเซียมและแมกนีเซียมและยังพบว่ามังคุดมีสรรพคุณในการรักษาโรคเนื่องจากมีสารประกอบที่สำคัญ ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ สารประกอบแซนโทนในมังคุด (Garcinia mangostana) ซึ่งเป็นโครงสร้างแกนหลักของสาร Mangostin มีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื่อแบคทีเรีย (Anti-bacterial), ลดการอักเสบ (Anti-inflammatory), และ ต่อต้านมะเร็ง (Anti-cancer activities) นักวิจัยได้รายงานสารประกอบแซนโทนว่ามีโครงสร้างใกล้เคียงกับMitoxantrone ซึ่งเป็นยารักษาโรคมะเร็ง สารแซนโทนนี้มีอยู่มากในส่วนของHull, bark, และ dried latex ของพืช Guttiferaeous ได้แก่ *Garcinia mangostana* L. ส่วนที่สกัดได้จาก Pericarb ของผลสุกมีฤทธิ์ immunomodulating, anti-bacterial, anti-mutagenic, anti-cancer, และยังมีฤทธิ์ทางยาอื่นๆอีก ได้มีรายงานการสกัด Hull ใน Garcinia mangostana L. ด้วยการอบให้แห้งที่ 60 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นใช้ตัวอย่างแห้ง 3 กิโลกรัมสกัดด้วยสารแอทธานอล 25 ลิตรที่ อุณหภูมิ 50ºC เป็นเวลา 16 ชั่วโมง พบว่ามีสารประกอบแซนโทนจำนวน 6 ชนิด ได้แก่ 8desoxygartanin, gartanin, garcinone E, tyvophyllin A, α-mangostin และ r-mangostin และได้ทดสอบสาร garcinone E ว่ามีผลต่อ tumor cell line และสามารถใช้ treatment เซลล์มะเร็งได้ มีผลการวิจัยทางการแพทย์รายงานว่า สารในกลุ่น Alpha- and beta-mangostins and garcinone B มีผลในการยับยั้งต่อเชื้อMycobacterium tuberculosis (TB) และมีรายงานเกี่ยวกับคุณสมบัติการเป็นสารแอนตี้ออกซิเดนซ์หรือคุณสมบัติในการกำจัด

อนุมูลอิสระ ของสารประกอบกลุ่มแซนโทนโดยมีค่า ORAC (Oxygen radical absorbance capacity) สูงถึง 17,000 ถึง 24,000 ในขณะที่ ลูกพรุนมีค่า ORAC เพียง 7,000 ต่อออนซ์

อย่างไรก็ตามงานวิจัยเบื้องต้นจำเป็นต้องศึกษาสารประกอบที่มีประโยชน์ดังกล่าวต่อการสูญเสียเมื่อผ่านขบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากมังคุดแต่ละชนิดมีขั้นตอนในขบวนการแปรรูปที่แตกต่างกัน ได้แก่ขบวนการแช่แข็ง การแช่แข็งอบแห้ง (Freeze dry) พลาสเจอร์ไรซ์ และ/หรือสเตอริไรซ์ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มซึ่งมีขบวนการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่ต่างกันเช่น ผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้น หรือการให้ความร้อนด้วยการทำผงโดยการฉีดพ่นฝอยด้วยเครื่อง Spray dry หรือการให้ความร้อนด้วยการอบแห้ง หรือการผ่านขบวนการหมักด้วยเชื้อยีสต์หรือ lactic acid bacteria หรือแม้แต่การใช้ปฏิกิริยาเอนไซม์ในการตกตะกอนและเพิ่มเปอร์เซนต์ผลผลิตในการสกัด ขบวนการต่างๆเหล่านี้อาจส่งผลต่อปริมาณสารประกอบแซนโทนที่มีคุณค่าในมังคุด ปัจจุบันได้มีรายงานการวิจัยสารประกอบแซนโทนในทางการแพทย์และเภสัชถึงการสกัดสารประกอบแซนโทนแต่ละชนิดซึ่งมีคุณค่าที่แตกต่างกัน หากแต่ไม่มีรายงานการวิจัยปริมาณสารประกอบแซนโทนต่อการสูญเสียเมื่อผ่านกระบวนการแปรรูปอาหารแต่อย่างใด จึงคาดได้ว่าผลงานวิจัยมีประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมการแปรรูปมังคุดอย่างมากในอนาคต งานวิจัยนี้จึงเป็นการวิจัยเพื่อศึกษาปริมาณสารประกอบแซนโทนในมังคุดก่อนและหลังขบวนการแปรรูป เพื่อมีผลงานวิจัยตีพิมพ์ทั้งในระดับประเทศและต่างประเทศอันก่อให้เกิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์การแปรรูปมังคุดเพื่อสุขภาพอย่างยั่งยืนต่อการใช้ประโยชน์จากสารธรรมชาติที่มีคุณค่าในมังคุดตามความต้องการของคลาดต่างประเทศอย่างมากในปัจจุบัน อันจะเป็นผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภคและเป็นการขยายผลการจำหน่ายผลิตภัณฑ์จากมังคุดเป็นการช่วยลดการสูญเสียและยังช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับมังคุดและแก้ไขปัญหาล้นตลาดอย่างถาวรยั่งยืนอีกด้วย

งานวิจัยเปลือกมังคุด

นักวิจัย มช. ทำสเปรย์แก้เจ็บคอราคาประหยัดจากสารสกัดเปลือกมังคุด

"มังคุด" ได้รับการยกย่องว่าเป็นราชินีแห่งผลไม้ ด้วยรสชาติหวานอมเปรี้ยวนิดๆ ที่ใครๆก็ต้องมนต์สะกดเข้าอย่างจัง และเป็นพระนางเข้าคู่กับราชาแห่งผลไม้คือทุเรียนได้พอดิบพอดี ทว่ามังคุดก็เป็นผลไม้ที่กินแล้วเย็น คือกินแล้วไม่ทำให้ร้อนในอย่างทุเรียน นอกจากนั้นภายในเปลือกมังคุดยังอุดมไปด้วยสารแมงโกสติน (Mangostin) ซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียได้ดีอีกด้วย รศ.ดร.ญานี พงษ์ไพบูลย์ จากสาขาวิชาวิทยาศาสตร์เภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และคณะจึงเล็งเห็นประโยชน์ดังกล่าว และเริ่มทำโครงการพัฒนาสเปรย์รักษาคออักเสบจากสารสกัดเปลือกมังคุดขึ้น โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากแผนงานวิจัยบูรณาการทางด้านยา เคมีภัณฑ์ และวัสดุอุปกรณ์ทางการแพทย์ ประจำปีงบประมาณ 2548 จากสำนักคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) เพื่อใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งอย่างเปลือกมังคุดให้เกิด

มูลค่าเพิ่มสูงสุด โดยได้สเปรย์รักษาคออักเสบที่มีประสิทธิภาพเป็นที่ยอมรับของแพทย์และทันตแพทย์ มีราคาถูก และทดแทนการนำเข้าผลิตภัณฑ์ที่คล้ายคลึงกันจากต่างประเทศ

รศ.ดร.ญานี เล่าว่า ในอดีต ยาสมุนไพรที่ใช้รักษาอาการเจ็บคอที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดหนองมีหลายชนิด ได้แก่ บัวบก ฟ้าทลายโจร และจันทร์ครึ่งซีก ซึ่งรักษาอาการเจ็บป่วยได้ผลดี แต่มีกรรมวิธีการนำไปใช้ยุ่งยาก ไม่สะดวก อีกทั้งยังรสชาติและกลิ่นของสมุนไพรเองก็อาจทำให้ดูไม่น่าใช้ส่วนเปลือกมังคุดก้ถูกใช้เป็นสมุนไพรรักษาโรคต่างๆ ได้หลายชนิดเช่นกัน อาทิ โรคท้องเสียเรื้อรัง บิด แผลหนอง แผลพุพอง และน้ำกัดเท้า โดยปัจจุบันได้มีการนำสารสกัดจากเปลือกมังคุดไปใช้ทำยาใช้ภายนอกเพื่อรักษาสิวและแผลเรื้อรังด้วย แต่ก็ยังไม่มีรายงานการใช้สารสกัดจากเปลือกมังคุดเพื่อใช้เป็นยารักษาอาการอักเสบในช่องปากและลำคอ ซึ่งมีแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุสำคัญ อาทิ เอส.ไพโอจีเนส (Streptococcus pyogenes) และเอส.ออเรียส (Streptococcus aureus) แต่อย่างใด

ทั้งนี้ด้านการวิจัยและพัฒนา ทีมวิจัยได้ทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งและฆ่าเชื้อแบคทีเรียทั้ง 2 ชนิดข้างต้นด้วยสารแมงโกสตินแล้ว พบว่า สารแมงโกสตินสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตและสามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้ดี ส่วนการทดสอบความเป็นพิษกับหนูทดลองพบว่าสารแมงโกสตินไม่มีพิษต่อหนูทดลองทั้งแบบเฉียบพลันและกึ่งเรื้อรัง ซึ่งขณะนี้ ทางทีมวิจัยได้ผลิตต้นแบบผลิตภัณฑ์เสร็จเป็นที่เรียบร้อยปล้ว โดยเป็นสเปรย์น้ำค่อนข้างใส แต่งรสหวานด้วยโซเดียมซัคคารีน และแต่งกลิ่นด้วยเปปเปอร์มิ้นออยล์ ซึ่งจะช่วยระงับกลิ่นปากได้ด้วย งานวิจัยที่เหลือจึงได้แก่ การหาค่าความเข้มข้นของสารแมงโกสตินที่เหมาะสมแก่การใช้งานมากที่สุด การทดสอบความคงสภาพของสาร การทดสอบประสิทธิภาพการรักษาอาการเจ็บคอและแผลในปาก รวมถึงการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้ คาดว่าขั้นตอนเหล่านี้จะแล้วเสร็จภายใน 1 ปี และสามารถนำสเปรย์รักษาคออักเสบออกวางจำหน่ายได้ในเวลาไล่เลี่ยกัน โดยบรรจุในกระป๋องโลหะ ซึ่งน่าจะทำให้ราคาถูกลงกว่าของที่นำเข้านับสิบเท่า จากที่ต้องนำเข้า 160 บาทต่อสเปรย์น้ำ 15 ซี.ซี. แต่ต้นทุนที่ผลิตเองกลับมีราคา ซี.ซี.ละไม่ถึง 1 บาท“สเปรย์รักษาคออักเสบจากการสกัดเปลือกมังคุด” จึงเป็นงานวิจัยที่น่าสนใจอีกชิ้นหนึ่ง โดยนอกจากจะลดหารพึ่งพาต่างชาติแล้ว ยังเป็นการนำของเหลือทิ้งอย่างเปลือกมังคุดมาใช้ประโยชน์และเพิ่มคุณค่าให้แก่ราชินีผลไม้อีกทางหนึ่งด้วย

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 เชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟผสมเศษมันสำปะหลังที่อัตราส่วนเดียวกันกับใช้ผักตบชวาหมักเป็นตัวประสาน จำนวน 5 ตัวอย่าง และเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟผสมแป้งเปียกที่อัตราส่วน 7:3 8:2 9:1 จำนวน 3 ตัวอย่าง

โดยเปรียบเทียบกับการทดลองผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟล้วน1 ตัวอย่าง พร้อมทั้งวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านกายภาพ ด้านเชื้อเพลิง และศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการผลิตโดยใช้สถิติ Analysis of Variance และ Duncan'sMultiple Range Tests ในการวิเคราะห์ข้อมูล จากผลการทดลองพบว่ากากกาแฟมีค่าความร้อน 6,038 Kcal/kg (25.28 Mj/kg) :ซึ่งมีค่าสูงกว่าฟืน (4,436 Kcal/kg) แต่ต่ำกว่าถ่านไม้เบญจพรรณ (6,552 Kcal/kg) เมื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งโดยผสมผักตบชวาหมัก เศษมันสำปะหลัง หรือแป้งเปียกจะมีค่าความร้อนลดลงเหลือ4,700-5,700 Kcal/kg ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวประสานและมีค่าความหนาแน่นอยู่ระหว่าง0.5 -0.9 g/cm('3) ซึ่งจะมีค่าลดลงเมื่อตัวประสานที่ใช้ลดลง ค่าดัชนีแตกร่วนอยู่ระหว่าง0.82-0.99 ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงความสามารถของเชื้อเพลิงในการทนต่อแรงกระแทกในการขนส่งได้ และมีค่าสัมประสิทธิ์การใช้งานของความร้อนร้อยละ 13.3 - 23.4 ซึ่งใกล้เคียงกับฟืนไม้เบญจพรรณ เมื่อพิจารณาด้านความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยใช้ข้อมูลของวัตถุดิบในปี พ.ศ.2543พบว่า เมื่อขายเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากาแฟที่ราคาขายต่ำสุดคือกิโลกรัมละ1 บาท และที่ราคาขายกิโลกรัมละ 1.25 บาท ค่า Net Present Value ของราคาขายทั้ง2 กรณีมีค่าเป็นบวก และค่า Internal Rate of Return มีค่ามากกว่า Minimum Attractive Rate of Return ที่ตั้งไว้ที่ร้อยละ15 แสดงว่าโครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุน เมื่อพิจารณาด้านการนำมาใช้ประโยชน์ของกากกาแฟ (4,700-5,700 Kcal/kg หรือ 19.68-23.86 Mj/kg) พบว่า เมื่อคิดเชิงเปรียบเทียบโดยนำกากกาแฟดิบที่ผ่านการลดความชื้นมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทันทีจะมีค่าความร้อนรวมเทียบได้กับน้ำมันเตาที่มีค่าความร้อน39.23 MJ/lราคา 7 บาท/ลิตร คิดเป็นมูลค่า 18.0433 ล้านบาท/ปี (ประมาณ 4,510 บาท/ตัน) ที่สามารถประหยัดได้ ทั้งนี้หากนำกากกาแฟมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งซึ่งมีความสะดวกในการใช้งานมากกว่าการใช้กากกาแฟดิบเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง โดยคิดเทียบน้ำมันเตาจะสามารถประหยัดเงินได้ถึง 14.9414 ล้านบาทต่อปี ดังนั้นเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟจึงมีความเหมาะสมในการผลิตเพื่อใช้งานโดยเฉพาะใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนในกระบวนการอุตสาหกรรมตลอดจนการใช้งานในระดับครัวเรือน นอกจากนี้การนำกากกาแฟมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งยังเป็นการลดปริมาณกากกาแฟซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนอุตสาหกรรมที่เป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม

การศึกษาวิจัยพลังงานเชื้อเพลิงจากเปลือกทุเรียนในรูปของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

การศึกษาวิจัยพลังงานเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกทุเรียน เป็นการศึกษาทดลองการอัดแท่งเชื้อเพลิงทั้งแบบชนิดอัดร้อน(Hot Press Process) และอัดเย็น(Cold Press Process) ของเปลือกทุเรียนที่มีปริมาณมากจากสองสายพันธุ์ คือ พันธุ์ชะนีและพันธุ์หมอนทอง การศึกษาโดยการนำเปลือกทุเรียนที่เหลือทิ้งมาสับด้วยเครื่องหั่นย่อยซากพืชให้มีขนาดประมาณ8 มิลลิเมตร นำไปตากแดดให้มีความชื้นพอเหมาะต่อการอัดแท่งทั้งสองแบบ แล้วนำไปอัดแท่งเชื้อเพลิงทั้งชนิดแบบอัดร้อนและอัดเย็น นำแท่งเชื้อเพลิงแข็งดังกล่าวมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงโดยการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี (Chemical Component Analysis) รวมทั้งค่าความร้อน(Heating Value) ทดสอบ

ความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิง (Density) หาค่าความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระหว่างการอัด (Energy Consumption) หาค่าพลังงานดุลต่อชั่วโมง (Hour Energy Balance) และหาประสิทธิภาพการใช้งานของความร้อน (Heat Utilization Efficiency) ผลการวิเคราะห์หาค่าองค์ประกอบทางเคมีของเปลือกทุเรียนจากการอัดแท่งทั้งชนิดอัดร้อนและอัดเย็นของทุเรียนทั้งสองสายพันธุ์ปรากฏว่าจะมีปริมาณขี้เถ้า(Ash Content) และสารละเหย (Volatile Matters) ใกล้เคียงกัน คือร้อยละ 5.5 – 8.0 และ 72.4 – 81.1 ตามลำดับ สำหรับค่าคาร์บอนเสถียร (Fixed Carbon) ของเชื้อเพลิงอัดแท่งแบบอัดร้อน มีค่าเท่ากับร้อยละ 10.2 และ 7.2 สำหรับเปลือกทุเรียนของสายพันธุ์ชะนีและหมอนทอง ตามลำดับ ซึ่งจะสูงกว่าค่าคาร์บอนเสถียรของการอัดเย็นที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง ร้อยละ4.3 – 7.6 ในด้านค่าความร้อนของเปลือกทุเรียนอัดแท่งทั้งแบบอัดร้อนและอัดเย็น อยู่ระหว่าง3,609 - 3,844 แคลอรี/กรัม โดยแท่งเชื้อเพลิงแบบอัดร้อนจะให้ค่าความร้อนสูงกว่าแบบอัดเย็นเล็กน้อย ค่าความหนาแน่นของเปลือกทุเรียนอัดแท่งแบบอัดร้อนจะมีค่า2.9 และ 3.2 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร สำหรับทุเรียนพันธุ์ชะนีและพันธุ์หมอนทอง ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าแท่งเชื้อเพลิงแบบอัดเย็นที่มีค่าระหว่าง 1.6 ถึง 2.8 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ทั้งนี้ในการทดสอบความหนาแน่นของเปลือกทุเรียนอัดแท่งโดยการหาค่าการทนแรงอัด (Compressive Strength) นั้น ผลปรากฏว่า เปลือกทุเรียนอัดแท่งแบบอัดร้อนพันธุ์หมอนทองมีค่าทนแรงอัดสูงที่สุด คือ เท่ากับ 60.2 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ส่วนแบบอัดเย็นทั้งสองสายพันธุ์มีค่าการทนแรงอัดต่ำ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง9.5 – 12.2 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ค่าการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าที่ใช้พบว่าการอัดร้อนจะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าสูง คือมีค่าระหว่าง 0.440 – 0.456 กิโลวัตต์/กิโลกรัม ในขณะที่การอัดเย็นจะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเพียง0.050 ถึง 0.069 กิโลวัตต์/กิโลกรัม ของทั้งสองสายพันธุ์ สำหรับการหาพลังงานดุลย์ต่อชั่วโมงหรือพลังงานจากเชื้อเพลิงอัดแท่งของการอัดทั้งสองแบบปรากฏว่า วิธีการอัดแบบอัดร้อนจะให้พลังงานจากเชื้อเพลิงอัดแท่งมากกว่าการอัดแบบอัดเย็นถึง8 เท่า ส่วนผลการทดสอบหาประสิทธิภาพการใช้งานของความร้อน จะพบว่าเปลือกทุเรียนอัดแท่งแบบอัดร้อนของพันธุ์หมอนทองจะให้ค่าประสิทธิภาพการใช้งานของความร้อนสูงที่สุดถึงร้อยละ 27.7 ผลจากการศึกษาคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงและค่าความร้อนรวมทั้งประสิทธิภาพการใช้งานของความร้อนของเปลือกทุเรียนอัดแท่งดังกล่าวเมื่อเปรียบเทียบกับฟืนและถ่านไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส แล้วปรากฏว่าเปลือกทุเรียนอัดแท่งมีคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงใกล้เคียงกับฟืนและถ่าน ส่วนค่าความร้อนจะต่ำกว่าถ่านประมาณ 1 เท่า สำหรับประสิทธิภาพการใช้งานของความร้อน พบว่า เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกทุเรียนทั้งแบบอัดร้อนและอัดเย็นมีค่าใกล้เคียงทั้งฟืนและถ่านไม้ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า จากการนำเปลือกทุเรียนทั้งสองสายพันธุ์ซึ่งมีปริมาณผลผลิตรวมกันกว่าร้อยละ 80 ของทุเรียนทั้งหมดมาอัดเป็นแท่งเชื้อเพลิงแล้วได้เชื้อเพลิงที่มีคุณภาพดีและไม่แตกต่างกัน นั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า โดยทั่วไปเปลือกทุเรียนจะสามารถนำมาผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิงเพื่อใช้เป็นพลังงานความร้อนในครัวเรือนแทนฟืนและถ่านจากไม้ได้

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตถ่านเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ของยางพารา

เชื้อเพลิงเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในชีวิต ในปัจจุบันความต้องการใช้เชื้อเพลิงมากขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้เชื้อเพลิงขาดแคลนและมีราคาสูง (อนุชิต กิจสวัสดิ์, 2548) ในการทำสวนยางพารา พบว่า ไม้ยางพาราและเปลือกนอกของเมล็ดยางพารามีปริมาณมาก และวัสดุดังกล่าวไม่ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ นอกแหนือจากปล่อยให้ย่อยสลายเองตามธรรมชาติ งานวิจัยนี้ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตถ่านอัดแท่งจากไม้ยางพาราและเปลือกนอกของเมล็ดยางพาราที่ให้ค่าพลังงานเชื้อเพลิงมากที่สุด ทำการทดลองโดยนำถ่านจากไม้ยางพารามาผสมกับถ่านจากเปลือกนอกของเมล็ดยางพาราในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน โดยใช้ตัวประสาน 2 ชนิด คือ ถ่านที่ใช้น้ำแป้งสุกเป็นตัวประสาน (A1 – A11) และถ่านที่ใช้ดินเหนียวละลายน้ำเป็นตัวประสาน (B1 – B11) เมื่อนำไปหาค่าพลังงานความร้อนด้วยเครื่องบอมบ์แคลอรีมิเตอร์พบว่า ถ่านสูตร A1 (ไม้ยางพารา) และถ่านสูตร B11 (เปลือกนอกของเมล็ดยางพารา) มีค่าพลังงานความร้อนมากที่สุดและน้อยที่สุด คือ 4666.66 และ 3119.12 cal/g ตามลำดับ

การใช้ประโยชน์ชานอ้อยจากโรงงานน้ำตาลเพื่อผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

(USE BAGASSE FROM SUGAR CANE INDUSTRY FOR POWER)

1. บทนำ

ประเทศไทยมีการส่งออกน้ำตาลในแต่ละปีมีปริมาณที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่น ๆ ที่ส่งออกน้ำตาลเช่นเดียวกัน สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทรายได้ทำการสำรวจในปี 2542 พบว่าประเทศไทยใช้อ้อยเป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำตาลประมาณ 50 ล้านตัน ในการผลิตน้ำตาลนี้จะทำให้เกิดผลพลอยได้ (by product) เป็นจำนวนมาก เช่น กากน้ำตาล กากตะกอน และสิ่งที่มีปริมาณสูงสุดที่เกิดขึ้นจากกระบวนการดังกล่าวคือ ชานอ้อย (bagasse) ในปัจจุบันพบว่าความต้องการน้ำตาลมีอัตราเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้ปริมาณชานอ้อยมีเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน ปัญหาที่พบอยู่ประจำซึ่งมีสาเหตุมาจากชานอ้อย ได้แก่ การส่งกลิ่นรบกวน นอกจากนี้ชานอ้อยยังเป็นต้นเหตุที่สำคัญในการเกิดเพลิงไหม้โดยเฉพาะในฤดูแล้ง หรือในฤดูฝน น้ำฝนจะชะล้างและพัดเอาเศษชานอ้อยไปสู่พื้นที่การเกษตรบริเวณใกล้เคียง ทำให้เกิดความเสียหายและควบคุมได้ลำบาก

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

ชานอ้อยเป็นผลพลอยได้จากโรงงานผลิตน้ำตาลที่มีความไวไฟสูง เนื่องจากชานอ้อยประกอบด้วย น้ำตาล ความชื้นและจุลินทรีย์ทำให้เกิดการหมัก ได้แอลกอฮอล์ กรดอะซิติกและกรดอื่น ๆ นอกจากนี้ยังได้ความร้อนและคาร์บอนไดออกไซด์จำนวนมากด้วย ปัจจุบันได้มีการใช้ประโยชน์จากชานอ้อยในหลายรูปแบบเช่น การนำกลับไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าใช้ในโรงงานน้ำตาล การนำไปผสมเป็นอาหารสัตว์ การนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตฟอฟูรัส การนำไปผลิตเป็นวัสดุก่อสร้างและเฟอร์นิเจอร์

2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาศักยภาพในการนำชานอ้อยจากอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาลไปใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

3. อุปกรณ์และวิธีการ

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

1. ออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดแท่งชานอ้อย โดยการออกแบบเป็นการออกแบบให้อัดโดยไม่ใช้ความร้อน ซึ่งใช้เกลียวอัดและมอเตอร์ขนาด 220 โวลต์ เป็นต้นกำลัง

2. ทำการวิเคราะห์ชานอ้อยทางฟิสิกส์ โดยการหาค่าความหนาแน่นและทดสอบความแข็งแรง ในการหาค่าความหนาแน่นนั้นหาโดยการนำชานอ้อยมาตวงด้วยภาชนะตวง ยกภาชนะตวงสูงจากพื้นประมาณ 10 เซนติเมตร แล้วปล่อยให้กระแทกกับพื้น 3 ครั้ง หากปริมาณชานอ้อยในถังตวงลดลงต่ำลงกว่าระดับที่ใช้วัดปริมาณ ให้เติมชานอ้อยลงไปจนได้ระดับ นำภาชนะตวงที่บรรจุชานอ้อยดังกล่าวชั่งน้ำหนัก เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหาค่าความหนาแน่น ทดลองหาค่าความหนาแน่นหลาย ๆ ครั้งแล้วนำค่าที่ได้มาเฉลี่ยเป็นค่าความหนาแน่นชานอ้อย ส่วนการทดสอบความแข็งแรงโดยการนำแท่งตัวอย่างมาวางที่แท่นรองรับ จากนั้นทำการกดโดยใช้เครื่อง Strain gauge ทำงานที่ 50 มิลลิเมตรต่อนาที

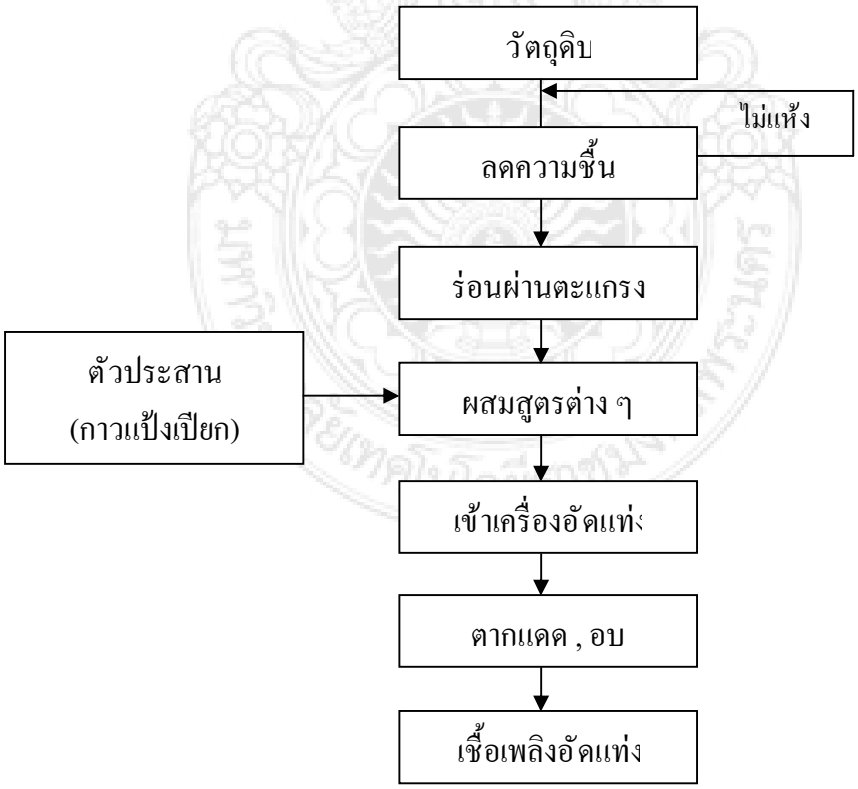
3. ทำการวิเคราะห์ชานอ้อยทางเคมี โดยมีการหาความชื้น ปริมาณของแข็งรวม ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ ปริมาณเถ้า และการหาค่าความร้อนของเชื้อเพลิงในการหาค่าความชื้นทำโดยการนำชานอ้อยประมาณ 50 ลิตร ใส่ถาดอลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้วนำไปอบในตู้ที่อุณหภูมิ

ประมาณ 75-100 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 3-4 วัน จนกระทั่งตัวอย่างชานอ้อยแห้งสนิท ส่วนการหาปริมาณสารที่เผาไหม้ได้และปริมาณเถ้านั้นทำโดยการนำตัวอย่างชานอ้อยที่แห้งสนิทบดด้วยเครื่องบดมีขนาด 1.0 มิลลิเมตร นำไปอบในตู้อบประมาณ 2 ชั่วโมง แล้วปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นใน desiccators จากนั้นสุ่มตัวอย่างชานอ้อยดังกล่าว (ประมาณ3-5 กรัม) ใส่ใน porcelain crucible ที่ทราบน้ำหนักแน่นอนนำไปชั่งน้ำหนักรวมอีกครั้งก่อนที่จะนำไปเผาใน muffle furnannce ที่อุณหภูมิ 600-650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นจนสามารถนำออกมาไว้ใน desiccators ได้ ทิ้งไว้ใน desiccators ประมาณ 1-2 ชั่วโมง นำ porcelain crucible นำมาชั่งน้ำหนักอีกครั้งหนึ่ง ส่วนการหาค่าความร้อนของเชื้อเพลิงนั้นโดยใช้เครื่องบอมบ์แคลอรีมิเตอร์เป็นตัววัดค่าความร้อน

4. คำนวณค่าใช้จ่ายในส่วนของเครื่องจักรโดยมีหลักเกณฑ์ในการพิจารณา ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ค่าใช้จ่ายคงที่และค่าใช้จ่ายแปรผัน

4. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดแท่งชานอ้อย ซึ่งเป็นการอัดแบบไม่ใช้ความร้อนโดยใช้เกลียวอัดและมีมอเตอร์ขนาด 220 โวลต์ เป็นต้นกำลังนั้น ได้นำมาทดลองผลิตชานอ้อยโดยมีกระบวนการผลิตชานอ้อยเป็นดังนี้



กระบวนการผลิตชานอ้อยอัดแท่ง

จากผลการวิเคราะห์ทางฟิสิกส์ของแท่งตัวอย่างพบว่าค่าความหนาแน่นมีค่าอยู่ระหว่าง 0.39-0.61 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร โดยสูตรที่ผสมแกลบเผามีความหนาแน่นสูงสุด ที่ 0.61 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และสูตรที่ผสมขี้เลื่อยมีความหนาแน่นต่ำสุด ที่ 0.39 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร สำหรับในส่วนของแรงกดที่รับได้ต่อเซนติเมตรมีค่าอยู่ระหว่าง 33.05-119.83 กิโลนิวตัน ซึ่งสูตรที่เป็นชานอ้อยเพียงอย่างเดียวมีค่าสูงสุดที่ 119.83 กิโลนิวตัน และสูตรที่เป็นชานอ้อยผสมกับขุยมะพร้าวมีค่าต่ำสุดที่ 33.05 กิโลนิวตัน ส่วนค่าความชื้นของแท่งตัวอย่างหลังการอบมีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากเป็นการกำหนดอัตราส่วนของปริมาณน้ำในการผสมที่แน่นอนซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 31.53-41.7 เปอร์เซนต์

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

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

5. สรุปผลการศึกษา

จากการออกแบบพัฒนาและทดสอบเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงจากชานอ้อยผสมกับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรชนิดอื่น ๆ เช่น ขี้เลื่อย เปลือกมะพร้าว แกลบ โดยมีกาวแป้งเปียกเป็นตัวประสานซึ่งใช้เทคนิคการอัดแบบเกลียวอัดและไม่ใช้ขดลวดความร้อน สามารถอัดแท่งได้ดีทุกสูตรยกเว้นสูตรที่มีชานอ้อยเพียงอย่างเดียว ซึ่งจำเป็นจะต้องเปลี่ยนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของทางออกให้มีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าที่ออกแบบไว้ครั้งแรก เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าพลังงานความร้อนของแท่งเชื้อเพลิง พบว่ามีเฉพาะสูตรที่มีชานอ้อยเพียงอย่างเดียวเท่านั้นที่มีค่าพลังงานความร้อนใกล้เคียงกับถ่านไม้ในท้องถิ่น นอกนั้นก็ให้ค่าพลังงานที่มีค่าน้อยลงไปตามลำดับ

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากชานอ้อยด้วยเครื่องที่ออกแบบมาเพื่อเป็นการทดแทนพลังงานจากถ่านไม้มีต้นทุนเฉลี่ย 0.02 บาทต่อกิโลกรัมของวัตถุดิบ

การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากขี้เถ้าแกลบผสมซังข้าวโพดและกะลามะพร้าวด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชั่นโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน

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

1. บทนำ

ปัจจุบันพลังงานเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจ และความมั่นคงของประเทศ โดยเฉพาะภาคธุรกิจ อุตสาหกรรมและภาคครัวเรือนซึ่งต้องอาศัยพลังงานเป็นปัจจัยหลักในการดำเนินการ ดังนั้นการลดใช้พลังงานหรือเปลี่ยนมาใช้พลังงานทดแทนในรูปแบบอื่นๆ จะช่วยทำให้เกิดผลดีต่อภาพรวมของประเทศเป็นอย่างมาก และปัจจุบันได้มีการค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับพลังงานทดแทนในหลายรูปแบบเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ซึ่งจะทำให้เกิดเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่เหมาะสม และเป็นการลดใช้พลังงานของประเทศลงได้

โครงการวิจัยนี้ เป็นการนำขี้เถ้าแกลบที่เป็นของเสียจากการเผาแกลบเพื่อนำไอความร้อนไปใช้สำหรับอบข้าวเปลือกสด ซึ่งเป็นขั้นตอนหนึ่งในการลดความชื้นให้ข้าวเปลือกก่อนที่จะนำไปเข้ากระบวนการสีเป็นข้าวสาร ขั้นตอนการผลิตแท่งเชื้อเพลิงจะคำนึงถึงความเป็นไปได้ในการผลิตที่ไม่ยุ่งยากซุบซ้อนจนเกินไป และวัตถุดิบที่เป็นส่วนผสมที่หาง่ายราคาถูก เพื่อให้ต้นทุนการผลิตต่ำ ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัยนี้นอกจากเป็นการเพิ่มพูนมูลค่าให้กับขี้เถ้าแกลบแล้วยังเป็นการส่งเสริมให้มีการผลิตถ่านจากขี้เถ้าแกลบ หรือจากวัตถุดิบอื่นๆ เพื่อใช้ในครัวเรือนหรืออาจขยายผลไปในเชิงพาณิชย์ และยังเป็นการประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงที่ใช้ในครัวเรือน ผลของการศึกษานี้สามารถนำไปใช้กับกลุ่มอุตสาหกรรมหรือเกษตรกรรม ที่มีของเสียจากกระบวนการผลิตในลักษณะใกล้เคียงกันได้อีกด้วย

2. วัตถุประสงค์การศึกษา

1. เพิ่มมูลค่าให้กับขี้เถ้าแกลบ

2. ศึกษากรรมวิธีที่เหมาะสมของการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้ส่วนผสมจากขี้เถ้าแกลบเป็นหลัก

3. ศึกษาและผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งให้เป็นไปตามมาตรฐานสำหรับนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์และในครัวเรือน

4.ส่งเสริมให้มีการนำขี้เถ้าแกลบกลับมาใช้ประโยชน์

3. วัตถุดิบและอุปกรณ์การศึกษา

ในการศึกษาจะใช้วัตถุดิบและอุปกรณ์หลัก สำหรับการผลิตแท่งเชื้อเพลิงดังนี้

3.1 ขี้เถ้าแกลบ

ด้วยโครงสร้างของแกลบที่มีสารประกอบซิลิเกต (Silicates : SiO_2) อยู่มากทำให้มีภาระในด้านการกำจัดขี้เถ้า แต่ก็มีการนำเอาขี้เถ้าแกลบไปทำประโยชน์อื่นๆ เช่น เป็นส่วนผสมของวัสดุก่อสร้าง ทำผงขัดทำความสะอาด ฯลฯ ซึ่งจากการทดสอบคุณสมบัติของขี้เถ้าแกลงตามมาตรฐาน

ASTM D3172 D3177 และ D5865 ซึ่งได้ผลทดสอบแสดงในตารางที่ 1 พบว่าขี้เถ้าแกลบยังมีค่าความร้อนเชื้อเพลิงอยู่ (Heating Value) ที่สูงอยู่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของวัตถุดิบที่ใช้ศึกษา (ข้อมูลจาก วว.)

วัตถุดิบ / คุณสมบัติ	ขี้เถ้าแกลบ	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 ถือว่าเป็นวัตถุดิบรองที่นำมาใช้ผสมกับขี้เถ้าแกลบ เมื่อนำมาทดสอบคุณสมบัติจะได้ผลแสดงในตาราง

3.2 เครื่องผลิตแท่งเชื้อเพลิง

ในการผลิตแท่งเชื้อเพลิงจะใช้เครื่องอัดรีดด้วยกระบวนการเอ็กซ์ทรูชั่นแบบรีดเย็น ซึ่งจากการที่ได้มีการศึกษาที่ผ่านมา พบว่ากระบวนการเอ็กซ์ทรูชั่นแบบรีดเย็นจะใช้พลังงานจำเพาะต่ำคงเพราะไม่ต้องการความร้อนในระหว่างการอัด แต่ต้องใช้ตัวประสานเพื่อทำหน้าที่ยึดเกาะวัตถุดิบให้คงรูปขณะขึ้นแท่งเชื้อเพลิง นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยอีกมากมายที่ใช้กระบวนการอัดรีดเย็นผลิตแท่งเชื้อเพลิงจากวัตถุดิบชนิดต่างๆ เช่น กะปาร์ม ไม่ยาพาราผสมกับกะลามะพร้าวและกะปาร์ม เครื่องผลิตแท่งเชื้อเพลิงจะมีลักษณะเป็นสกรูหมุนอัดอาศัยต้นกำลังจากมอเตอร์ 3 เฟส ขนาด 10 แรงม้า สกรูหมุนด้วยความเร็วประมาณ 140 รอบต่อวินาที แท่งเชื้อเพลิงที่ผ่านการอัดรีดจะมีลักษณะทรงกระบอกกลวง มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกและภายในประมาณ 15mm และ 40 mm ตามลำดับ สำหรับความยาวสามารถตัดได้ตามความต้องการ

4. ขั้นตอนการศึกษา

4.1 การกำหนดสัดส่วนของแท่งเชื้อเพลิง

ในการผลิตแท่งเชื้อเพลิงจะกำหนดไว้สองกรณีคือ กรณีที่หนึ่งเป็นการผสมขี้เถ้าแกลบร่วมกับผงถ่านซังข้าวโพด กรณีที่สองคือผงขี้เถ้าแกลบกับถ่านกะลามะพร้าว จะใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน สัดส่วนการผสมแป้งมันสำปะหลังต่อน้ำหนักวัตถุดิบประมาณ 110 โดยกำหนดให้ใช้ความเร็วรอบเครื่องรีดประมาณ 140 รอบต่อนาที อัตราส่วนผสมของผงวัตถุดิบเป็นดังนี้

1) สัดส่วนการผสมผงขี้เถ้าแกลบกับผงขี้เถ้าซังข้าวโพด 30:70

2) สัดส่วนการผสมผงขี้เถ้าแกลบกับผงถ่านซังข้าวโพด 40:60

3) สัดส่วนการผสมผงขี้เถ้าแกลบกับผงถ่านซังข้าวโพด 50:50

4) สัดส่วนการผสมผงขี้เถ้าแกลบกับผงขี้เถ้ากะลามะพร้าว 30:70

5) สัดส่วนการผสมผงขี้เถ้าแกลบกับผงขี้เถ้ากะลามะพร้าว 40:60

6) สัดส่วนการผสมผงขี้เถ้าแกลบกับผงขี้เถ้ากะลามะพร้าว 50:50

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

4.2 การทดสอบแรงกด

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

4.3 การทดสอบค่าความร้อนเชื้อเพลิง

การทดสอบหาค่าความร้อนเชื้อเพลิง โดยใช้อุปกรณ์ oxygen bomb calorimeter โดยการนำค่าอุณหภูมิที่ได้จากการทดลองมาคำนวณหาค่าความร้อนเชื้อเพลิงโดยอาศัยสมการที่ 1 ดังนี้

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

โดยที่ $Q_{เชื้อเพลิง}$ คือ ปริมาณความร้อนจากเชื้อเพลิง m_w คือ มวลของน้ำในbucket m_{eq} คือ water equivalent ของ bomb calorimeter C_p คือค่าจำเพาะของน้ำ ΔT คือ อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง Q_1 คือ ความร้อนที่เกิดจากกรดซัลฟูริกในทางปฏิบัติค่า Q_2 และ Q_3 จะมีค่าน้อยมากดังนั้นสมมติให้เท่ากับศูนย์และเพื่อให้อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง (ΔT) มีค่าความถูกต้องมากขึ้นจึงหาค่า ΔT จากสมการที่ 2 ดังนี้

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

โดยที่ a คือ เวลาที่ใช้มนการเผาไหม้ b คือ เวลาตั้งแต่อุณหภูมิเริ่มสูงขึ้นจนถึง 60% ของอุณหภูมิทั้งหมด c คือ เวลาตั้งแต่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจนกระทั่งคงที่ (สูงสุดต่ำสุด) T_a คือ อุณหภูมิที่เริ่มการเผาไหม้ T_c คือ อุณหภูมิที่จุดองศาเซลเซียส r_1 คือ อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงก่อนการเผาไหม้ r_2 คือ อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงหลังการจุดบอมบ์

4.4 จุดคุ้มทุน

เป็นระดับการผลิตหรือการขายระดับใดระดับหนึ่ง ที่ก่อให้เกิดรายได้นวม(Total revenues) เท่ากับ ต้นทุนรวม (total cost) นั่นคือ จุดที่ไม่มีกำไรหรือขาดทุนจากการดำเนินการ ประมินจากสมการที่ 3 ดังนี้

$$C = F\text{-}VN \qquad (3)$$

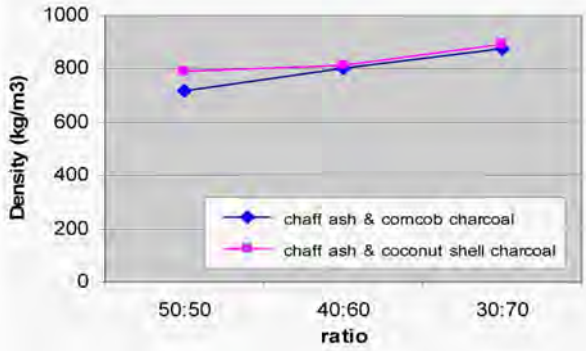
โดยที่ C คือค่าใช้จ่ายในการผลิต F คือ ต้นทุนคงที่ V คือ ต้นทุนแปรผันต่างๆที่เกิดขึ้นจากการผลิต เช่น ค่าแรง ค่าไฟฟ้า เป็นต้น N คือ จำนวนผลผลิต รายได้จากการขายแท่งเชื้อเพลิงคำนวณจากสมการที่ 4 ดังนี้

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

โดยที่ R คือรายได้จากการขายแท่งเชื้อเพลิงI คือ ราคาขายต่อกิโลกรัม จุดคุ้มทุนจะเกิดขึ้นเมื่อสมการที่ 3 เท่ากับสมการที่ 4 และ N ที่ได้จะเป็นปริมาณการผลิตที่ทำให้เกิดจุดคุ้มทุน

5. ผลการทดลอง

5.1 ความหนาแน่น



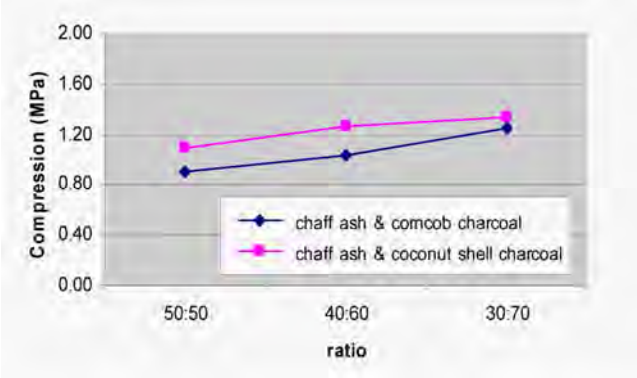
รูปที่ 1 ความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิง

จากรูปที่ 1 แสดงให้เห็นถึงความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงในอัตราผสมต่างๆ กันและพบว่าส่วนผสมของถ่านกะลามะพร้าวเมื่อผสมลงในขี้เถ้าแกลบจะให้ค่าความหนาแน่นสูงกว่าซังข้าวโพดในทุกๆอัตราส่วนผสมแต่จะต่างกันไม่มากนัก สาเหตุอาจเป็นเพราะความหนาแน่นปรากฏ (bulk density) ของผงกะลามะพร้าวมีค่ามากกว่าผงถ่านซังข้าวโพด

5.2 ความต้านทานแรงกด

หลังการผลิตแท่งเชื้อเพลิงตามอัตราส่วนผสมต่างๆ และได้นำมาทดสอบแรงกดจนได้ ผลการทดสอบอัตราส่วนต่างๆแสดงในรูปที่ 2 ตากรูปความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงที่ ผสมถ่านกะลาจะมีค่ามากกว่าซังข้าวโพดเป็นเพราะผงถ่านกะลามะพร้าวจะมีอนุภาคใหญ่และแข็งแรงกว่าซังข้าวโพด สำหรับขี้เถ้าแกลบจะมีผลต่อแรงกดน้อยมากเพราะค่าถ่านคงตัว(fixed carbon) ในตัว

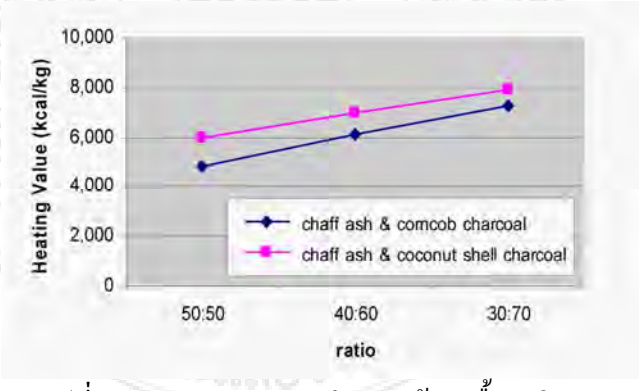
ขี้เถ้าแกลบมีค่าน้อยจึงทำให้รับแรงกดทับได้น้อย แต่จากการทดลอง พบว่า ทุกอัตราส่วนจะมีค่าสูงกว่าค่าที่ยอมรับได้ในเชิงพาณิชย์



รูปที่ 2 ผลการทดสอบแรงกดของแท่งเชื้อเพลิง

5.3 ค่าความร้อนเชื้อเพลิง

การทดสอบค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงโดย oxygen bomb calorimeter พบว่าค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงนั้นจะมีค่าเปลี่ยนไปตามสัดส่วนการผสมถ่านซังข้าวโพดและผงถ่านกะลามะพร้าวที่เพิ่มขึ้นเพราะค่าความร้อนของผงถ่านซังโพดและผงถ่านกะลามะพร้าวจะมีค่าสูงกว่าขี้เถ้าแกลบและการทดลองทำให้เห็นว่าทุกๆ อัตราส่วนของแท่งเชื้อเพลิงมีค่าความร้อนสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (5,000 kcal/kg) มีเพียงอัตราส่วนผสมของขี้เถ้าแกลบกับซังข้าวโพดในอัตราส่วน 50:50 ที่ได้ค่าความร้อนต่ำกว่ามาตรฐานรูปที่ 3 แสดงค่าความร้อนเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้นตามสัดส่วนการผสมของซังข้าวโพดและถ่านกะลามะพร้าว



รูปที่ 3 ผลการทดสอบหาค่าความร้อนเชื้อเพลิง

5.4 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนประกอบด้วย ราคาเครื่องรีดแท่งเชื้อเพลิง(ราคาเครื่องเก่า 30,000 บาท กำลังการผลิตที่ 150kg/ชม. ราคาแท่งเชื้อเพลิง 7 บาท/ kg ค่าไฟฟ้าในการผลิตแท่งเชื้อเพลิง0.173 บาท / kg ต้นทุนวัตถุดิบ 3.5บาท/kg ชั่วโมงการผลิต 8ชม./วันค่าแรงคนงานขั้นต่ำ 175 บาท/วัน ค่าแรงในการผลิต 0.15บาท/kg จากข้อมูลประกอบข้างต้น ซึ่งเป็นส่วนผสมของของขี้เถ้า

แกลบกับถ่านกะลามะพร้าวอัตราส่วน 50:50 สามารถวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนโดยอาศัยสมการที่ 3 และ 4 จะได้ปริมาณการผลิตที่คุ้มทุนที่ 9,448kg สำหรับอัตราส่วนผสมอื่นๆจะแตกต่างกันมามากนัก

6. สรุปผล

การศึกษาถึงการผลิตเชื้อเพลิงถ่านอัดแท่งจากชีวมวล โดยอาศัยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันแบบอัดรัดเย็นโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานวัตถุดิบหลักที่ใช้ได้แก่ ขี้เถ้าแกลบ ได้จากการเผากลบในกระบวนการอบข้าวเปลือกในโรงสีข้าว โดยการนำมาบดผสมกับผงถ่านซังข้าวโพดและผงถ่านกะลามะพร้าวมีอัตราส่วนผสมอยู่ที่ 50:50 40:60 และ 30:70 โดยน้ำหนัก ส่วนแป้งมันจะนำไปผสมกับน้ำร้อนที่อุณหภูมิ80-85°C โดยมรสัดส่วนการผสมต่อน้ำหนักวัตถุดิบกับ1:10 จากการศึกษาพบว่าค่าความหนาแน่น ความต้านทานแรงกด จะแปรผันตามสัดส่วนการผสมของผงซังข้าวโพดและผลกะลามะพร้าวที่เปลี่ยนแปลงแต่จะแตกต่างกันไม่มากนก พบว่ามีค่าความร้อนเชื้อเพลิงเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 6,048-6,943 kcal/kg ค่าความชื้นอยู่ระหว่าง 5.7-5.83% (ข้อมูลการทดสอบจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย) ซึ่งมีค่าอยู่ในมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชุมชน อัตราการผลิตแท่งเชื้อเพลิงเฉลี่ย 205 kg/min ที่ความเร็วรอบ 140 RPM ความหนาแน่นอยู่ในช่วง 800-833 kg/m^3 ค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงอยู่ที่ 9,448kg อัตราการติดไฟของถ่านอยู่ที่ 1.5-2.5 ชม. จากข้อมูลสรุปข้างต้นพบว่ามีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ในครัวเรือนหรือผลิตและจำหน่ายในเชิงพาณิชย์

การผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งจากถ่านไม้ยางพาราด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน

(Solid Fuel Producing From Rubber Wood Char by Extrusion Technique Using Paste as Binder)

1. บทนำ

ในสถานการณ์ปัจจุบันสภาพการใช้พลังงานของประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นต่อเนื่องทุกปี ทั้งนี้เนื่องมาจากการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรม โดยเฉพาะการใช้พลังงานปฐมภูมิ (Primary energy) หรือพลังงานความร้อนซึ่งส่วนใหญ่เป็นพลังงานที่ได้มากจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล จำพวกน้ำมันเตาหรือน้ำมันดีเซล ซึ่งมีราคาสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องทำให้ต้องหาแหล่งเชื้อเพลิงมีราคาถูกกว่ามาทดแทนเชื้อเพลิงจำพวกน้ำมัน เมื่อพิจารณาถึงการใช้พลังงานของโรงงานอุตสาหกรรมในภาคใต้ของประเทศไทยซึ่งมักนิยมใช้ไม้ยางพาราเป็นเชื้อเพลิงเพราะมีมากในท้องถิ่นและมีราคาถูก แต่ทั้งนี้ในการใช้ไม้ยางพาราเป็นเชื้อเพลิงในหม้อไอน้ำจะเหลือเศษถ่านจากการนำไปเผาไหม้ขนาดประมาณ 15 mm. อยู่ใต้บริเวณตะแกรงเป็นจำนวนมากประมาณ 15-20 ตันต่อวัน โดยเศษถ่านเหล่านี้ยังมีศักยภาพที่จะทำการรวมก้อนเศษถ่านเหล่านั้นให้เป็นแท่งเชื้อเพลิงที่จะสะดวก

ต่อการนำไปใช้งานและการขนส่ง สำหรับวิธีการขึ้นรูปแท่งเชื้อเพลิงที่ได้รับการนิยมมีด้วยกันสองวิธี คือการอัดด้วยเทคนิคเอกซ์ทรูชัน และการอัดด้วยไฮดรอลิก ซึ่งในกระบวนการอัดรีดด้วยกระบวนการเอกซ์ทรูชันจะสามารถอัดได้อย่างต่อเนื่อง และสามารถทำได้สะดวกกว่าการอัดด้วยไฮดรอลิก สำหรับกระบวนการเอกซ์ทรูชัน สามารถแบ่งออกได้ 2 แบบ คือ กระบวนการอัดรีดร้อนและกระบวนการอัดรีดเย็น โดยกระบวนการอัดรีดร้อนจะใช้กับวัตถุดิบที่มีลิกนินเป็นส่วนประกอบ เช่น ขี้เลื่อย แกลบ เป็นต้น ซึ่งในการให้ความร้อนระหว่างกระบวนการอัดรีดจะทำให้ลิกนินที่มีอยู่ในวัตถุดิบละลายออกมา และยึดเกาะวัตถุดิบให้คงรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิง แต่ในกระบวนการอัดรีดเย็นนั้นไม่ต้องการความร้อนในระหว่างการอัด แต่จะต้องใช้ตัวประสานเพื่อทำหน้าที่ยึดเกาะวัตถุดิบให้คงรูปในขณะขึ้นรูปแท่งเชื้อเพลิง โดยจากการทดลองที่ผ่านมาของฐานิตย์และคณะ ซึ่งทำการทดลองผลิตเชื้อเพลิงแท่งแข็งจากขี้เลื่อยด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันแบบรีดร้อนโดยใช้ขดลวดความร้อนเป็นตัวให้ความร้อน ซึ่งพบว่าอัตราการผลิตแท่งเชื้อเพลิงต่ำและใช้พลังงานจำเพาะสูงรวมถึงมีขั้นตอนที่ยุ่งยากนอกจากนี้ยังมีงานวิจัยจำนวนมากใช้กระบวนการอัดรีดเย็นในการผลิตแท่งเชื้อเพลิงจากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ เช่น กะลามะพร้าว ถ่านหินแอนทราไซท์ กะลาปาล์ม สำหรับตัวประสานที่มีการใช้ในกระบวนการอัดรีดเย็นมีด้วยกันหลายชนิด เช่น โมลาส ฟางข้าวหมัก แป้งเปียก แอสฟัลต์ เป็นต้น ซึ่งตัวประสานแต่ละชนิดจะให้คุณสมบัติในการใช้งานที่แตกต่างกัน โดยโมลาสจะให้ความแข็งแรงกับแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้เป็นอย่างดีและไม่มีควันเมื่อนำไปเผาไหม้ แต่มีราคาสูง ในขณะที่แป้งเปียกสามารถให้ความแข็งแรงได้ในระดับที่ยอมรับได้และมีราคาถูก ค่าความแข็งแรงต่ำสุดของแท่งเชื้อเพลิงที่ยอมรับในเชิงพาณิชย์คือ 0.375MPa

จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงนำมาสู่วัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ การศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งจากผงถ่านไม้ยางพาราโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน โดยจะศึกษาถึงผลของประมาณสัดส่วนตัวประสานที่ส่งผลต่อการผลิตแท่งเชื้อเพลิงและสมบัติทางกายภาพของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ เช่น ความหนาแน่น การต้านทางแรงกด และค่าความร้อน

2. วัตถุดิบในการทดลองและการทดลอง

2.1 วัตถุดิบในการทดลอง

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองคือผงถ่านไม้ยางพาราซึ่งได้จากการนำเศษถ่านไม้ยางพาราที่เหลือจากการเผาฟืนในหม้อไอน้ำไปทำการบดให้เป็นผงโดยใช้เครื่องบด (Hammer mill) ซึ่งผงถ่านไม้ยางพาราที่ผ่านการบดมีลักษณะละเอียด และเมื่อนำไปหาการกระจายขนาดด้วยวิธีการ sieve analysis พบว่าค่าในช่วง 0.075-0.85 mm. ส่วนแป้งเปียกที่ใช้เป็นตัวประสานมาจากการนำแป้งมันสำปะหลังไปละลายในน้ำร้อน ซึ่งสัดส่วนการผสมแป้งเปียกจะขึ้นกับเงื่อนไขที่ทำการทดลอง

2.2 การทดลอง

2.2.1 อุปกรณ์การทดลอง

ในการทดลองการอัดแท่งเชื้อเพลิงจากผงถ่านไม้ยางพาราที่เงื่อนไขต่าง ๆ จะมีอุปกรณ์ในการทดลองดังนี้

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

2.2.2 เงื่อนไขการทดลอง

เงื่อนไขการทดลองผลิตแท่งเชื้อเพลิงจะใช้ผงถ่านไม้ยางพาราเป็นวัตถุดิบและใช้ความเร็วรอบของสกูอัดแท่งเชื้อเพลิงที่ 400 รอบต่อนาที โดยขนาดของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้คือ 40 mm. ซึ่งในการทดลองจะเปลี่ยนสัดส่วนการผสมแป้งเปียกต่อน้ำหนักของวัตถุดิบเพื่อศึกษาถึงผลกระทบที่มีต่อการผลิตและสมบัติทางกายภาพของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ โดยเงื่อนไขการทดลองมีดังนี้

1. สัดส่วนการผสมแป้งเปียกต่อน้ำหนักของวัตถุดิบ 8:100
2. สัดส่วนการผสมแป้งเปียกต่อน้ำหนักของวัตถุดิบ 10:100
3. สัดส่วนการผสมแป้งเปียกต่อน้ำหนักของวัตถุดิบ 12:100

2.2.3 วิธีการทดลอง

เครื่องอัดรีดเชื้อเพลิงโดยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันที่ใช้ในการทดลองมีมอเตอร์ขนาด 10 แรงม้าเป็นต้นกำลังขับสกู วิธีการทดลองเริ่มต้น ให้นำผงถ่านไม้ยางพารามาผสมกับแป้งมันสำปะหลังที่ละลายในน้ำร้อนซึ่งมีปริมาณสัดส่วนน้ำเมื่อเทียบกับผงถ่านไม้ยางพาราที่ 8:100 เมื่อผสมวัตถุดิบและตัวประสานแล้วทำการคลุกเคล้าส่วนผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องปั่นกวนเชิงกลเป็นเวลา 15 นาที หลังจากผสมวัตถุดิบเสร็จแล้วนำวัตถุดิบมาอัดเป็นแท่งเชื้อเพลิงโดยเดินเครื่องผลิตแท่งเชื้อเพลิงโดยทำการป้อนวัตถุดิบลงในเครื่องผลิตแท่งเชื้อเพลิงซึ่งในระหว่างทำการผลิตแท่งเชื้อเพลิงจะต้องทำการวัดปริมาณกระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้ในการอัดแท่งเชื้อเพลิงและวัดอัตราการผลิตแท่งเชื้อเพลิงของแต่ละเงื่อนไขเพื่อนำไปหาค่าพลังงานที่ใช้ในการอัดจำเพาะ เมื่อผลิตแท่งเชื้อเพลิงได้จะนำแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้บางส่วนมาทำการบดเพื่อที่จะนำไปหาค่าความชื้นเริ่มต้นของเชื้อเพลิงแต่ละเงื่อนไขที่ทำการทดลองเมื่อทราบค่าความชื้นเริ่มต้นแล้วนำแท่งเชื้อเพลิงที่อัดได้ที่เหลือจากการหาค่า

ความชื้นเริ่มต้นมาทำการอบให้เหลือความชื้นประมาณ 10% d.b. (มาตรฐานแห้ง) ซึ่งใกล้เคียงกับค่าความชื้นสมดุลของแท่งเชื้อเพลิง จากนั้นนำแท่งเชื้อเพลิงหลังการอบแล้วไปทำการตัดเป็นชิ้นงานเพื่อทดสอบสมบัติการต้านทานแรงกด ค่าความหนาแน่น ค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิง

3. ผลการทดลอง

จากการทดลองผลิตแท่งเชื้อเพลิงจากถ่านผงไม้ยางพาราโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานในงานวิจัยจะมีลักษณะของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ ซึ่งแท่งเชื้อเพลิงที่ผ่านการอบจนได้ความชื้นตามที่ต้องการแล้วจะนำมาตัดเพื่อให้ได้ขนาดเพื่อทดสอบการต้านทานแรงกดด้วยเครื่อง UTM ซึ่งมีลักษณะของการวางชิ้นงานทดสอบ โดยจะสร้างตัวรองรับน้ำหนักกดเพื่อกระจายแรงกดให้ทั่วพื้นที่ผิวแท่งเชื้อเพลิงสำหรับผลการทดลองต่าง ๆ คืออัตราการผลิต พลังงานที่ใช้ในการผลิต ความหนาแน่น ค่าการต้านทางแรงกดและค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิง นอกจากนี้แท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ในงานวิจัยนี้ได้นำไปทดสอบการเผาไหม้จริงภายในเตาซึ่งพบว่าเชื้อเพลิงสามารถคงลักษณะการเป็นแท่งเชื้อเพลิงได้ตลอดการเผาไหม้และใช้ระยะเวลาในการเผาไหม้มีค่าประมาณ 1.5-2 ชั่วโมง

4. สรุปผลการทดลอง

ในการศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งจากผงถ่านไม้ยางพาราโดยกระบวนการเอ็กซ์ทรูชันแบบอัดรีดเย็นซึ่งใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานโดยปรับเปลี่ยนสัดส่วนต่อน้ำหนักของวัตถุดิบจาก 8:100 เป็น 10:100 และ 12:100 ตามลำดับ โดยจากการทดลองที่ความเร็วรอบของสกูอัดแท่งเชื้อเพลิงที่ 400 รอบต่อนาทีพบว่าอัตราการผลิตและค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงจะแปรผกผันกับสัดส่วนการผสมแป้งเปียกต่อน้ำหนักของวัตถุดิบโดยมีอัตราการผลิตระหว่าง 6.0-7.7 kg/min และค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงมีค่าระหว่าง 24.3-26.0 MJ/kg สำหรับพลังงานจำเพาะที่ใช้ในกรผลิตความหนาแน่นและการต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงจะแปรผกผันกับสัดส่วนการผสมแป้งเปียกต่อน้ำหนักของวัตถุดิบ โดยพลังงานที่ใช้ในการอัดรีดจำเพาะมีค่าระหว่าง 0.0046-0.0070 kWh/kg ความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงมีค่าระหว่าง 675-830 kg/m^3 ซึ่งความหนาแน่นมีค่าต่ำสุดที่สัดส่วนการผสมแป้งเปียกต่อน้ำหนักวัตถุดิบที่ 8:100 ส่วนการต้านแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงอยู่ในช่วง 0.69-1.35 MPa ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าต่ำสุดที่สามารถยอมรับได้ในเชิงพาณิชย์ที่ 0.375MPa เมื่อนำไปเผาในเตาพบว่าจะใช้ระยะเวลาประมาณ 1.5-2 ชั่วโมง

สมบัติทางกายภาพของแท่งเชื้อเพลิงจากวัสดุเหลือใช้ปาล์มน้ำมัน

(Physical Property of Fuel Briquette from Oil Palm Residual)

1. บทนำ

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

ในการศึกษาการผลิตแท่งเชื้อเพลิง ได้มีการผลิตจากวัสดุเหลือใช้มาแล้วหลายชนิด เช่น ผักตบชวาให้ค่าความร้อนประมาณ 2,800-3,000 kcal/kg [1] จากขี้เลื่อยจากถุงเพาะเห็ดภายหลังจากที่เก็บดอกเห็ดมีค่าความร้อนประมาณ 3,500 kcal/kg [2] นอกจากนี้ยังมีการนำเปลือกทุเรียนที่ระดับความชื้น 45% อัดแท่งแบบเย็นโดยไม่ใช้ตัวประสาน ใช้แป้งเปียกประสาน และใช้โมลาสประสาน จะให้ค่าความร้อน 3,670 , 3,700 และ 3,630 kcal/kg ตามลำดับ [3] เช่นเดียวกับที่ประลอง ดำรงค์ไทย [4] ได้ศึกษาแท่งเชื้อเพลิงที่อัดแท่งแบบอัดร้อนและเย็นของเปลือกทุเรียนพันธ์หมอนทองและชะนี พบว่าจะมีขี้เถ้าอยู่ในช่วง 5.5-8.0 % ขณะที่สารระเหย (Volatile Matters) มีค่าอยู่ในช่วง 72.4-81.1 % ส่วนคาร์บอนเสถียร (fixed Carbon) มีค่าอยู่ในช่วง 4.3-10.2 % ในด้านค่าความร้อนของการอัดแท่งทั้งสองแบบมีค่าอยู่ระหว่าง 3,610– 3,840 kcal/kg ขณะที่ค่าความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงจากเปลือกทุเรียนพันธ์ชะนีและหมอนทองจากการอัดร้อนจะที่ค่า 2.9 และ 3.2 g/m^2 ตามลำดับ และอัดเย็นมีค่าระหว่าง 1.6-2.8 g/m^3 สำหรับค่าทนแรงอัด (Compressive Strength) ของการอัดแท่งแบบร้อนมีค่าประมาณ 60 kg/cm^3 และแบบอัดเย็นมีค่าระหว่าง 5.5-12.2 kg/cm^3 สำหรับค่าการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าที่ใช้แบบอัดร้อนมีค่าระหว่าง 0.44-0.46 kW/kg และแบบอัดเย็นมีค่าระหว่าง 0.05-0.07 kW/kg โดยที่ค่าพลังงานดุลต่อชั่วโมงที่ได้จากแท่งเชื้อเพลิงแบบอัดร้อนจะให้พลังงานมากกว่าแบบอัดเย็นประมาณ 3 เท่า และค่าประสิทธิภาพการใช้งานความร้อนของเปลือกทุเรียนพันธ์หมอนทองที่อัดแท่งแบบร้อนให้ค่าสูงสุดคือเท่ากับ 27.7 % ซึ่งจากคุณสมบัติดังกล่าวเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับฟืนและถ่านที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัส พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน

ส่วนแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตจากกากของเสียจากอุตสาหกรรมการผลิตเยื่อกระดาษมาใช้โดยวิธีอัดเย็นด้วยเครื่องอัดแบบสกรู พบว่ากากของเสียที่ให้คุณสมบัติเชื้อเพลิงที่ดีที่สุดต้องอัดที่ความชื้น 50% $_{\text{wet-bulk}}$ โดยให้ค่าความร้อน 2,336 kcal/kg และราคาต้นทุนในการผลิตแท่งเชื้อเพลิงที่

4 บาท/kg จะมีความเหมาะสมในการลงทุนผลิตเชื้อเพลิงแท่งนี้ Husain et al [5] ได้ศึกษาการผลิตแท่งเชื้อเพลิงจากกากปาล์มและกะลาปาล์มในประเทศมาเลเซีย พบว่า แท่งเชื้อเพลิงมีค่าความหนาแน่น 1,100 – 1,200 kg/m^3 สามารถให้ความร้อนได้ประมาณ 16.4 MJ/kg โดยมมีขี้เถ้าประมาณ 6% ขณะที่ Yaman et al. [6] ได้รายงานการศึกษาแท่งเชื้อเพลิงจากกากมะกอกและเศษเหลือจากการผลิตกระดาษพบว่า แท่งเชื้อเพลิงจากกากมะกอกให้พลังงานสูงกว่าและมีขี้เถ้าเหลือน้อยกว่า ซึ่งกากมะกอกและเศษเหลือจากการผลิตกระดาษให้พลังงานความร้อนเท่ากับ 21.4 และ 13.0 MJ/kg และมีขี้เถ้าเท่ากับ 5.0 และ 15.5% ตามลำดับ

ดังนั้นวัสดุที่เหลือใช้จากปาล์มน้ำมันที่มีปริมาณมาก ก็สามารถนำมาพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์ให้มากขึ้นกว่านี้ได้ การทำเชื้อเพลิงแท่งจากเศษปาล์มน้ำมันก็เป็นแนวคิดหนึ่งที่สามารถทำได้เช่นเดียวกับเชื้อเพลิงแท่งจากเศษวัสดุอื่นที่ได้มีนักวิจัยกระทำมาแล้ว ดังที่ได้กล่าวไว้

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

1. สับย่อยตัวอย่างทะลายและเส้นใยปาล์มน้ำมันให้มีขนาดประมาณ 0.3 cm และ 0.1 cm ตามลำดับ และทำการอบแห้งลดความชื้นให้อยู่ที่ระดับ 12%
2. เตรียมตัวประสานประเภทแป้งเปียกโดยใช้แป้งมันผสมน้ำในอัตราส่วน 1:5
3. ผสมตัวอย่างตามอัตราส่วนในแต่ละสูตรผสมดังนี้

A กลุ่มแท่งเชื้อเพลิงที่ไม่ใช่ตัวประสาน

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

B กลุ่มแท่งเชื้อเพลิงที่กลุ่มประสานด้วยกาวลาเท็กซ์

- สูตรผสม B1 เป็นเส้นใยผสมกับกาวลาเท็กซ์ด้วยอัตราส่วน 80:20
- สูตรผสม B2 เป็นเส้นใยผสมกับทะลายผสมกับกาวลาเท็กซ์ด้วยอัตราส่วน 50:30:20
- สูตรผสม B3 เป็นเส้นใยผสมกับทะลายผสมกับแกลบและกาวลาเท็กซ์ด้วยอัตราส่วน 30:20:30:20

C กลุ่มแท่งเชื้อเพลิงที่ตัวประสานด้วยแป้งเปียก

- สูตรผสม C1 เป็นเส้นใยผสมกับแป้งเปียกด้วยอัตราส่วน 80:20
- สูตรผสม C2 เป็นเส้นใยผสมกับทะลายผสมกับแป้งเปียกด้วยอัตราส่วน 50:30:20
- สูตรผสม C3 เป็นเส้นใยผสมกับทะลายผสมกับแกลบและแป้งเปียกด้วยอัตราส่วน 30:20:30:20

4. นำส่วนผสมที่ได้ในแต่สูตรผสมตามข้อ 4 มาบรรจุลงในแม่แบบสำหรับอัดแท่ง แล้วนำไปอัดแท่งด้วยเครื่องอัดแรงดันไฮโดรลิกส์ด้วยแรงอัด 10 MPa เป็นเวลา 3 นาที โดยแต่ละสูตรผสมจะได้ 5 ตัวอย่าง

5. นำแท่งเชื้อเพลิงที่ได้ไปอบด้วยตู้อบไฟฟ้าเป็นเวลา 10 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 100^0C เพื่อลดความชื้นแล้วนำมาทดสอบสมบัติทางกายภาพ

6. วัดค่าความหนาแน่น ด้วยการวัดปริมาตรและมวล

7. วัดปริมาณความร้อนและปริมาณเถ้าด้วยบอมบ์คาลอริมิเตอร์

3. ผลและอภิปรายผลการศึกษา

3.1 ผลการศึกษาค่าความหนาแน่น

ความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ จะมีค่าอยู่ในช่วง 267kg/m^3 ถึง 546 kg/m^3 โดยสูตรผสม B1 มีค่าความหนาแน่นโดยเฉลี่ยสูงสุดคือ 546.9 ± 31.2 kg/m^3 และสูตรผสม C3 ให้ค่าความหนาแน่นโดยเฉลี่ยต่ำสุดคือ 267.3± 17.9 kg/m^3 โดยที่ค่าความหนาแน่นโดยเฉลี่ยของสูตรผสม B2 ใกล้เคียงกับสูตรผสม B1 และค่าความหนาแน่นของสูตรผสม B3 ใกล้เคียงกับสูตรผสม C3 ดังตารางที่ 1 ซึ่งจะเห็นว่ากลุ่มตัวอย่างประเภท B สามารถให้ค่าความหนาแน่นสูงที่สุด ส่วนประเภท C ให้ค่าความหนาแน่นสูงกว่าประเภท A เพียงเล็กน้อย นั่นแสดงว่าตัวประสานประเภทกาวลาเท็กซ์มีผลทำให้ค่าความหนาแน่นมากกว่าแบบที่ใช้ตัวประสานประเภทแป้งเปียกและแบบที่ไม่ใช้ตัวประสาน แต่สูตรผสมแบบที่มีแกลบเป็นส่วนผสมที่มีผลทำให้ค่าความหนาแน่นลดลง นั่นแสดงว่าแกลบมีผลต่อสภาพความคงตัวของแท่งเชื้อเพลิง คือ ทำให้แท่งเชื้อเพลิงไม่มีความแข็งแรง 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 ดังนั้นสูตรผสมC3 เหมาะสมที่สุดที่น่าจะนำไปผลิตแท่งเชื้อเพลิงจากการศึกษาครั้งนี้

3.3 ผลการศึกษาปริมาณเถ้า

ปริมาณเถ้าของแท่งเชื้อเพลิงที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้จะมีค่าร้อยละโดยมวลแห้งอยู่ในช่วง 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 จะเห็นได้ว่าสูตรผสมที่มีแกลบเป็นส่วนผสมจะมีปริมาณเถ้าร้อยละโดยมวลแห้งมากกว่าสูตรผสมอื่น ๆ

ตาราง แสดงสมบัติทางกายภาพโดยเฉลี่ยของแท่งเชื้อเพลิงจำแนกในส่วนผสมต่าง ๆ

สูตรผสม	ความหนาแน่น (kg/m^3)	ค่าความร้อน		มวลเถ้า $(\%)_{db}$
		kcal/kg	MJ/kg	
A1	400.8±29.6	2,791±282	11.66±1.27	20.1±1.9
A2	428.9±43.1	2,808±400	11.74±2.06	22.0±3.5
B1	546.9±31.2	2,041±85	8.54±0.36	14.0±1.1
B2	521.4±41.1	2,324±158	9.71±0.66	16.5±2.9
B3	303.0±34.6	2,809±498	11. 74±2.08	60.1±5.5
C1	412.3±24.5	2,541±304	10.62±1.27	18.2±0.9
C2	425.8±34.4	2,492±180	10.42±0.75	19.3±2.7
C3	267.3±17.9	2,818±103	11.81±0.42	42.6±5.7

3.4 ผลการศึกษาเปรียบเทียบค่าความร้อนจากวัสดุอื่น

การศึกษาเปรียบเทียบค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงที่ได้จากวัสดุอื่น โดยนำค่าความร้อนที่ศึกษาได้จากสูตรผสม C3 คือเส้นใยผสมทะลายผสมแกลบผสมแป้งเปียก ซึ่งให้ค่าความร้อนสูงสุดมาเปรียบเทียบ พบว่าจะมีค่าใกล้เคียงกับการใช้ผักตบชวามาผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิงเขียวที่ศึกษาโดยโครงการส่วนพระองค์ฯ สวนจิตรดา และพบว่าการนำเปลือกทุเรียนมาผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิงเขียวจะให้ค่าความร้อนสูงสูง

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
ชายอ้อนเน่าเปื่อยผสมขุยมะพร้าว[5]	3,000	อัดเย็น
กากของเสียจากอุตสาหกรรมการผลิตเยื่อกระดาษ [8]	2,336	อัดเย็น
ชายอ้อยเน่าเปื่อยผสมขุยมะพร้าว[7]	3,000	อัดเย็น
เส้นใยผสมทะลายแกลบผสมแป้งเปียก (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 มาคำนวณหาค่าศักยภาพพลังงานความร้อนพบว่ามีค่าประมาณ 411.8MW

4. สรุป

1. ค่าความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงที่ได้โดยสูตรผสม B1 มีค่าความหนาแน่นโดยเฉลี่ยสูงสุดคือ 546.9 ± 31.2 kg/m^3 และสูตรผสม C3 ให้ความหนาแน่นเฉลี่ยต่ำสุดคือ 267.3± 17.9 kg/m^3 โดยที่การผสมแกลบทำให้ความหนาแน่นลดลง

2. ความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงโดยสูตรผสม C3 มีค่าความร้อนโดยเฉลี่ยสูงสุด 11.81±0.42 MJ/kg และสูตรผสม B1 ให้ค่าความร้อนโดยเฉลี่ยต่ำสุดคือ 8.54± 0.36 MJ/kg โดยที่การผสมแกลบจะช่วยให้ค่าความร้อนสูงขึ้น

3. ปริมาณเถ้าของแท่งเชื้อเพลิงที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้จะมีค่าร้อยละโดยมวลแห้งอยู่ในช่วง 14 ถึง 60 โดยสูตรผสม B3 มีค่าร้อยละโดยมวลแห้งโดยเฉลี่ยสูงสุดคือ 60.1 ± 5.5 และสูตรผสม B1 มีค่าร้อยละโดยมวลแห้งโดยเฉลี่ยต่ำสุดคือ 14.0± 1.1

4. จากการศึกษาเปรียบเทียบค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงที่ได้จากวัสดุอื่น โดยนำค่าความร้อนที่ศึกษาได้จากสูตรผสม C3 คือ เส้นใยผสมทะลายผสมแกลบผสมแป้งเปียกค่าความร้อนที่ได้ 11.81 ± 0.42 MJ/kg หรือ $2,818 \pm 103$ kcal/kg ซึ่งเป็นค่าความร้อนสูงสุดที่นำมาเปรียบเทียบพบว่าจะมีค่าใกล้เคียงกับการใช้ผักตบชวามาผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิงเขียว ซึ่งให้ค่าความร้อน 2,800 kcal/kg ที่ศึกษาโดยโครงการส่วนประองค์ฯ สวนจิตรดา และพบว่าในการนำเปลือกทุเรียนมาผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิงเขียวจะให้ค่าความร้อนสูงสุด คือ $3,609 - 3,844$ kcal/kg

5. การศึกษาศักยภาพพลังงานความร้อนจากวัสดุปาล์มในภาคใต้ที่มีทะลายปาล์มและเส้นใย ประมาณ1,090,000 ตันต่อปี มาคำนวณด้วยค่าความร้อนจากสูตรผสม C3 จะได้ค่าศักยภาพพลังงานความร้อนประมาณ 3.045×10^{12} kcal ต่อปี หรือ 411.8 MW

6. การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเบื้องต้นเท่านั้น ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาที่ใช้สูตรผสมหลากหลายและมีการวัดตัวแปรให้เป็นไปตามมาตรฐานยิ่งขึ้น ทั้งทดสอบcompression strength และการวิเคราะห์ proximate analysis ในโอกาสต่อไป

ศักยภาพทางด้านพลังงานของถ่านตอรากยางพารา
(ENERGY POTENTIALS OF RUBBER WOOD STUMP CHARCOAL)

คำนำ

ไม้ยางพารา (Hevea brasiliensis) มีถิ่นกำเนิดเถบที่ราบสูง ลึกเข้าไปในลุ่มน้ำอะเมซอน ประเทศบราซิล ทวีปอเมริกาใต้ ต่อมามีผู้นำมาปลูกในทวีปเอเชียและเจริญงอกงามดีและกลายเป็นแหล่งผลิตยางธรรมชาติมากที่สุดของโลก

ประเทศไทยเป็นประเทศที่ผลิตยางพาราได้มากเป็นอันดับที่ 3 ของโลกรองมาจากมาเลเซียและอินโดนีเซีย โดยไทยผลิตยางพาราได้ปีละกว่า 300,000 ตัน ซึ่งแต่เดิมไทยผลิตยางพาราได้เพียงปีละ 150,000 ตันเท่านั้น สาเหตุที่ผลิตยางพาราได้ผลผลิตมากขึ้น เนื่องจากการปรับปรุงพันธ์ยางพาราอย่างมีประสิทธิภาพและเชื่อกันว่าประเทศไทยจะมีปริมาณการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้น 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 ซึ่งมีการเจริญเติมโตเป็นที่น่าพอใจ มีการนำไม้ยางพาราที่ได้จากการตัดไม้ออกไปใช้ประโยชน์ต่าง ๆ กันอย่างแพร่หลาย เช่น ทำเฟอร์นิเจอร์ เพื่อการก่อสร้าง ทำเยื่อกระดาษ ทำแผ่นใยไม้อัดแข็ง ทำแผนชิ้นไม้อัด ฯลฯ สำหรับการปลูกยางพาราเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมผลิตน้ำยางพารา

นั้นเมื่อไม้ยางพารามีอายุครบ 25 ปีขึ้นไป หรือยางพาราสวนนั้น ๆ ให้ผลผลิตน้ำยางพาราลดลงจะมีการตัดฟันเพื่อขายเนื้อไม้ ส่วนตอรากยางพาราซึ่งมีมากกว่าปีละ 12 ล้านตอรากนั้นมีการเผาทำลายเป็นส่วนใหญ่ คิดเป็นพื้นที่หลายหมื่นไรต่อปี การนำเศษไม้ปลายไม้ยางพารามาผลิตเป็นถ่านนั้นมีการผลิตเพื่อส่งออกไปยังต่างประเทศ คิดเป็นมูลค่ามหาศาลอีกด้วย

การศึกษาศักยภาพทางด้านพลังงานของถ่านตอรากยางพารา เป็นแนวทางหนึ่งในการใช้ประโยชน์ตอรากยางพาราอย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นการจัดการตอรากยางพาราเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม โดยนำมาผลิตเป็นถ่านเพื่อเป็นพลังงานทดแทนไม้จากป่าธรรมชาติ ซึ่งจะเป็นแหล่งพลังงานทดแทนที่ยั่งยืนในประเทศไทยต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาเปอร์เซ็นต์ผลผลิตถ่านตอรากยางพาราที่ผลิตจากเตาอิฐก่อขนาดความจุ 2.0 ลูกบาศก์เมตร
2. เพื่อศึกษาค่าความร้อนของถ่านตอรากยางพารา.
3. เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและค่าความหนาแน่นของถ่านตอรากยางพารา
4. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานหุงต้มของถ่านตอรากยางพารา
5. เพื่อเป็นแนวทางในการนำตอรากยางพารามาสร้างมูลค่าเพิ่ม และใช้เป็นพลังงานทดแทนฟืนและถ่านจากธรรมชาติ ต่อไป

วิธีการศึกษา

อุปกรณ์ อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษามีดังต่อไปนี้

1. เตาอิฐก่อ (brick beehive kiln) ขนาดความจุ 2.0 ลูกบาศก์เมตร
2. เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงกรมป่าไม้ กปม.1 (เตาถ่าน)
3. หม้ออลูมิเนียมเบอร์ 24 พร้อมฝา
4. Adiabatic Oxygen bomb Calorimeter
5. เทอร์โมมิเตอร์
6. ตู้อบความชื้น
7. เครื่องชั่ง
8. โถดูดความชื้น
9. เครื่องคอมพิวเตอร์

วิธีการ

1. การศึกษาการผลิตถ่านตอรากยางพารา

การศึกษาผลผลิตถ่านตอรากยางพารากับเตาเผาถ่านชนิดเตาอิฐก่อขนาดความจุ 2.0 ลูกบาศก์เมตร ทำการศึกษาที่ศูนย์วิจัยพลังงานจากไม้ ตำบลพุแค อำเภอเฉลิมพระเกียรติจังหวัดสระบุรี โดยการนำตอรากยางพาราจากท้องที่จังหวัดตรังที่ทำการขุดตอรากออกเพื่อปลูกสร้างสวนยางพาราใหม่มาทดสอบ

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

สำหรับการสุ่มตัวอย่างตอรากยางพาราและถ่านตอรากยางพารา เพื่อไปหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น ค่าความร้อน วิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี ค่าความหนาแน่น และหาประสิทธิภาพการใช้งานหุงต้มกับเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง กรมป่าไม้ กปม.1 (เตาถ่าน) นั้น ใช้วิการสุ่มตัวอย่างด้วยแผนแบบการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) โดยการกำหนดให้ตอรากยางพาราและถ่านตอรากยางพาราที่ได้จากการเผาถ่านด้วยเตาอิฐก่อขนาด 2.0 ลูกบาศก์เมตรเป็นประชากร (N) จากนั้นสุ่มตัวอย่าง (n) ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างชนิดไม่แทนที่กลับคืนจากประชากร (N) นั้น และกำหนดให้ตัวอย่างแต่ละตัวอย่างมีโอกาสที่จะถูกเลือกเท่า ๆ กัน (สุรินทร์, 2541)

การหาค่าความชื้น ทำโดยการอบตอรากและถ่านตอรากยางพาราที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หรืออบจนกระทั่งน้ำหนักของตัวอย่างคงที่ แล้วนำมาคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นจากสูตร

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

การหาผลผลิตถ่าน คำนวณจากสูตร

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

การหาผลผลิตถ่าน คำนวณจากสูตร

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

2. การวิเคราะห์หาค่าความร้อนและการหาองค์ประกอบทางเคมีของถ่านตอรากยางพารา

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

การวิเคราะห์หาค่าความหนาแน่นของถ่านตอรากยางพาราทำโดยการหาปริมาณของถ่านตอรากยางพาราด้วยการแทนที่ปรอท จากนั้นคำนวณหาค่าความหนาแน่นของถ่านตอรากยางพาราได้จากสูตร

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

การหาองค์ประกอบทางเคมีของถ่านตอรากยางพาราทำโดยวิธี Proximate Analysis เป็นการวิเคราะห์โดยใช้วิธีมาตรฐานของ ASTM 3172-3175 ซึ่งพอจะอธิบายวิธีการหาองค์ประกอบทางเคมีได้ดังนี้

ปริมาณสารระเหยได้ (Volatile matter content) คือ ส่วนของเนื้อถ่านอบแห้งที่ระเหยได้ในครูซิเบิลปิดฝาที่อุณหภูมิ 950 °C ในเตาเผาไฟฟ้านาน 6 นาที สารระเหยได้นี้คือ สารประกอบที่มีคาร์บอนออกซิเจน และไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ

ปริมาณคาร์บอนเสถียร (Fixed carbon content) คือ ส่วนของสารอินทรีย์ที่เหลืออยู่ในครูซิเบิล หลังจากหักสารระเหยได้และขี้เถ้าออกไปแล้ว คาร์บอนเสถียรนี้ประกอบด้วยธาตุคาร์บอนเป็นส่วนใหญ่

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

สูตรในการหาค่าองค์ประกอบทางเคมีของถ่านตอรากยางพารา มีดังนี้

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

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

ปริมาณคาร์บอนเสถียร (%) = 100- ปริมารความชื้น (%) – ปริมาณสารระเหยได้ (%) – ปริมาณขี้เถ้า

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

3. ประสิทธิภาพการใช้งานหุงต้มของถ่านตอรากยางพารากับเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงกรมป่าไม้ กปม. 1 (เตาถ่าน)

การหาประสิทธิภาพการใช้งานหุงต้มของถ่านตอรากยางพารา ทำโดยการทดสอบการต้มน้ำ ซึ่งใช้หม้อต้มน้ำอลูมิเนียมเบอร์ 24 พร้อมฝา กับเตาที่ใช้ทดสอบเป็นเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงกรมป่าไม้ กปม.1 (เตาถ่าน) ใช้น้ำ 3,700 กรัม (ปริมาตรของน้ำประมาณ 3/4 ของปริมาตรความจุของหม้อ) และน้ำหนักของถ่านตอรากยางพาราที่ใช้ทดสบเท่ากับ 450 กรัม ทำการทดลองในห้องที่ไม่มีลมพัด สังเกตการณ์แตกปะทุของถ่าน ปริมาณควันของถ่านขณะติดไฟ วัดอุณหภูมิของน้ำจนกระทั่งน้ำเดือด แล้วบันทึกเวลาที่ใช้ไปพร้อมทั้งเปิดฝาหม้อจากนั้นปล่อยให้น้ำเดือดต่อไปอีก 30 นาที (มาลี, 2532) (นิยม และคณะ, 2527)

คำนวณค่างานที่ได้ อัตราการเผาไหม้และประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านจากสูตร

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

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

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

เมื่อ Hu = ประสิทธิภาพการใช้งาน (%)

M = น้ำหนักน้ำเริ่มต้น (กรัม)

M_1 = น้ำหนักน้ำที่เหลืออยู่ (กรัม)

M_f = น้ำหนักเชื้อเพลิง (ถ่านตอรากยางพารา) (กรัม)

M_k = น้ำหนักเชื้อไฟ (ไม้สนประดิพัทธ์) (กรัม)

C_p = ความร้อนจำเพาะของน้ำ เท่ากับ1 แคลอรี / กรัม

T_1 = อุณหภูมิของน้ำก่อนตั้งไฟ (องศาเซลเซียส)

T_2 = อุณหภูมิของน้ำเดือด (องศาเซลเซียส)

L = ความร้อนแฝงของน้ำ เท่ากับ 540 แคลอรี/กรัม

H_1 = ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (ถ่านตอรากยางพารา) (แครอลี/กรัม)

H_2 = ค่าความร้อนของเชื้อไฟ (สนประดิพัทธ์) ซึ่งมีค่า 4,280 แคลอรี/กรัม

ผลการศึกษา

1. น้ำหนักสดตอรากยางพาราที่ใช้ในการศึกษา ดังแสดงในตาราง

ตารางแสดง น้ำหนักสดตอรากยางพาราที่ใช้ในการศึกษา

ตอรากที่	น้ำหนักสด (ก.ก.)	ตอรากที่	น้ำหนักสด (ก.ก.)	ตอรากที่	น้ำหนักสด (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. ผลผลิตถ่านตอรากยางพาราจากเตาเผาถ่านชนิดเตาอิฐก่อขนาดความจุ 2.0 ลูกบาศก์เมตร

การศึกษาผลผลิตถ่านตอรากยางพาราจากเตาเผาถ่านชนิดเตาอิฐก่อขนาดความจุ 2.0 ลูกบาศก์เมตร พบว่า เปอร์เซ็นต์ผลผลิตถ่านตอรากยางพาราเฉลี่ยที่ได้จากการเผาถ่านด้วยเตาอิฐก่อมีค่า 26.85 (ตารางที่ 2) ทั้งนี้เนื่องจากการเผาถ่านเตาอิฐก่อนั้นเป็นการทำให้ไม้กลายเป็นถ่านด้วย

วิธีการอบไม้ให้เป็นถ่าน (reverse draft) ซึ่งแตกต่างกับการเผาถ่านด้วยเตาแบบชาวบ้านซึ่งเป็นการเผาไหม้ให้กลายเป็นถ่านโดยตรง (direct draft) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของปรีชา (2529) น้ำหนักสั้นถ่าน (ถ่านที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์) เฉลี่ย 13.5 กิโลกรัม การที่มีสั้นถ่านเนื่องจากการไหลเวียนของกระแสอากาศร้อนไม่ทั่วถึงตลอดทั้งเตา แต่อาจแก้ไขได้โดยการใช้ตระแกรงเหล็กหรือวัสดุที่มีความโปร่งนำมารองพื้นก่อนการเผาถ่านจะช่วยลดสั้นถ่านลงได้ (จิระพงษ์ , 2543) ระยะเวลาเฉลี่ยในการผลิตถ่านของเตาอิฐก่อ 36.5 ชั่วโมง

3. ค่าความร้อนของถ่านตอรากยางพาราที่เผาด้วยเตาอิฐก่อ

ค่าความร้อนเฉลี่ยของถ่านตอรากยางพาราที่เผาด้วยเตาอิฐก่อมีค่า 7,218.95 แคลอรี/กรัม (ตารางที่ 2) ซึ่งค่าความร้อนของถ่านตอรากยางพาราจะมีค่าผันแปรโดยตรงกับอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาถ่านและอายุของตอรากยางพารา ตลอดจนวิธีการที่ใช้ในการเผาถ่าน ดังนั้นหากต้องการให้ถ่านตอรากยางพารามีค่าความร้อนสูงขึ้น สามารถทำได้โดยใช้วิธี “Refining technique” ซึ่งมีวิธีการคือการเติมอากาศเพื่อให้แก๊สออกซิเจนไปปลดปล่อยสารแทรกในเนื้อถ่าน วิธีการนี้จะได้ถ่านที่บริสุทธิ์มากขึ้นมีค่าความร้อนสูงขึ้นแต่ผลผลิตถ่านจะลดลง

ตารางแสดงแสดงค่าความร้อนของถ่านตอรากยางพาราที่เผาด้วยเตาอิฐก่อ

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

4. องค์ประกอบทางเคมีและค่าความหนาแน่นของถ่านตอรากยางพารา

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

ปริมาณสารระเหยได้เฉลี่ย 17.75% ปริมาณความชื้นเฉลี่ยของถ่านตอรากยางพารา 8.1% ซึ่งปริมาณความชื้นในถ่านนี้จะมีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพการใช้งานหุงต้ม กล่าวคือหากมีปริมาณความชื้นในเนื้อถ่านมากจะทำให้ประสิทธิภาพในการใช้งานและความสามารถในการจุดติดไฟน้อยลง

ตารางแสดง องค์ประกอบทางเคมี และค่าความหนาแน่นของถ่านตอรากยางพาราที่ได้จากเตาอิฐก่อ

องค์ประกอบทางเคมีและค่าความหนาแน่นของถ่านตอรากยางพารา	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
ปริมารความชื้น (%)	7.80	8.40	8.10
ความหนาแน่น (g/cm^3)	0.42	0.38	0.40

5. ประสิทธิภาพการใช้งานหุงต้มของถ่านตอรากยางพารา

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

ถ่านตอรากยางพาราที่ได้จากการเผาด้วยเตาอิฐก่อไม่มีการแตกปะทุของถ่าน มีการติดไฟดี ไม่มีควันขณะใช้งาน จัดว่าถ่านตอรากยางพารามีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับใช้งานหุงต้มในครัวเรือน ดังแสดงในตาราง

ตารางแสดง ค่าประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านตอรากยางพาราที่ได้จากเตาอิฐก่อ

ค่าที่ใช้ในการคำนวณและผลรับที่ได้	หน่วย	ถ่านตอรากยางพารา		
		เตาอิฐก่อ		
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่2	เฉลี่ย
น้ำหนักของน้ำที่ระเหยไ	กรัม	790	9.5	874.50
น้ำหนักน้ำที่เหลืออ	กรัม	2}910	2,795	2,852.50
น้ำหนักถ่านที่ใช้สุท	กรัม	295	320	307.5
ระยะเวลาที่ใช้จนน้ำเดือ	นาที	20	23	21.50
ระยะเวลาที่ใช้ทั้งหม	นาที	52	56	54
อุณหภูมิองน้ำก่อนตั้งไ	°C	30°	30°	30°
ค่าความร้อนจากการสันดาปของเชื้อเพลิง	แคลอรี/กรัม	4,280	4,280	4,280
งานที่ทำได้		2.68	2.82	2.75
อัตราการเผาไหม้	กรัม/นาที	5.67	5.71	5.69
ค่าประสิทธิภาพการใช้งาน	%	22.14	20.30	21.22
การแตกปะทุของถ่าน		ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
การติดไฟ		ดี	ดี	ดี
ควัน / เขม่า		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 ทั้งนี้เนื่องจากถ่านตอรากยางพาราที่มีการนำไปใช้ประโยชน์จะมีอายุระหว่าง 20-25 ปี ขึ้นไป

4. ประสิทธิภาพการใช้งานหุงต้มของถ่านตอรากยางพาราสามารถใช้งานหุงต้มในครัวเรือนได้เป็นอย่างดี เนื่องจากไม่มีการแตกปะทุของถ่าน มีการติดไฟดี และไม่มีเขม่าควันรบกวนในระหว่างการใช้งาน

5. เกิดการสร้างงานสร้างรายได้และแหล่งพลังงานจากไม้ โดยประมาณการว่าตอรากไม้ยางพาราต่อไร (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)

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

พลังงานเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์

การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำวัสดุเหลือทิ้ง เปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์มาผลิตเป็นพลังงานเชื้อเพลิงอัดแท่ง เพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนฟืนและถ่านไม้จากธรรมชาติ โดยมีกาวแป้งเปียกเป็นตัวประสาน ผ่านกระบวนการอัดแท่งด้วยเครื่องอัดมือ พบว่าเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานธ์สามารถนำมาเผาด้วยเตาเผาแบบอังโล่ เตาเผาแบบอุณหภูมิสูง และเตาเผาแบบแผ่นเหล็กได้ถ่านเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานธ์คงรูปร่างลักษณะเดิมนำมาเข้าเครื่องบดละเอียดได้เป็นผงถ่าน ผสมผงถ่านกับแป้งมัน ในอัตราส่วน 5 1 (โดยละลายแป้งมันในน้ำร้อน 1 ลิตร จนเป็นกาวแป้งเปียก) ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน นำมาเข้าเครื่องอัดแท่งด้วยเครื่องอัดมือ ได้แท่งเชื้อเพลิงคงรูปไม่แตกหักเมื่อนำไปตากแดดจนแห้งสนิท แล้วนำมาทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อเพลิงพบว่าเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์สามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานเชื้อเพลิงอัดแท่งได้ใช้เป็นพลังงานเชื้อเพลิงในครัวเรือน ในชุมชน แทนการใช้เชื้อเพลิงจากฟืนและถ่านไม้จากธรรมชาติ และเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์สามารถใช้งานหุงต้มได้ดี ไม่แตกปะทุ ติดไฟได้ดีมาก ให้ค่าความร้อนสูง จึงเหมาะสำหรับการผลิตเป็นพลังงานเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในครัวเรือน ชุมชน หรือผลิตเพื่อการค้า และการอุตสาหกรรมที่ใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากถ่านไม้และฟืน

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการ

1. เก็บตัวอย่างเปลือกมังคุดที่เป็นขยะเหลือทิ้งจากครัวเรือนทั่วไป นำมาตากแดดให้แห้งสนิท จนได้เปลือกมังคุดที่แห้ง และแข็ง ดังรูปที่ 1 – 8

รูปที่ 1 มังคุดสด

รูปที่ 2 เปลือกมังคุดสด

รูปที่ 3 เปลือกมังคุดตากแดดวันที่1

รูปที่ 4 เปลือกมังคุดตากแดดวันที่2

รูปที่ 5 เปลือกมังคุดตากแดดวันที่3

รูปที่ 6 เปลือกมังคุดตากแดดวันที่4

รูปที่ 7 เปลือกมังคุดตากแดดวันที่5

รูปที่ 8 เปลือกมังคุดตากแดดวันที่6

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

อุปกรณ์

1. เตาเผาเปลือกมังคุด
2. เครื่องบดละเอียด
3. เครื่องอัดแท่ง
4. เครื่องชั่ง
5. ถาดอะลูมิเนียม
6. หม้ออะลูมิเนียม
7. ตะแกรงลวด
8. ตะแกรงตากเปลือกมังคุด
9. ถังพลาสติก
10. กาลามังอะลูมิเนียม
11. บีกเกอร์
12. เตาต้มน้ำ
13. เทอร์โมมิเตอร์
14. แท่งแก้ว
15. ถุงมือกันความร้อน
16. ถุงมือยาง
17. เข่งใส่เปลือกมังคุด

วิธีการดำเนินการ

1. ศึกษาการเผาเปลือกมังคุด

1.1 ใช้เตาเผาแบบแผ่นเหล็ก เตาเผาชนิดนี้ใช้แผ่นเหล็กสร้างเป็นเตารูปสี่เหลี่ยมมีขาตั้ง มีประตูสำหรับปิดเปิด และมีท่อเป็นปล่องควันเพื่อควบคุมอากาศในเตาเผา โดยการนำเปลือกมังคุดตากแห้ง หนัก 1 กิโลกรัม ใส่ในตะแกรงลวด จุดเชื้อไฟเผาให้เปลือกมังคุดลุกไหม้ทั่วกันทั้งตะแกรง ประมาณ 15 นาที แล้วนำตะแกรงลวดใส่ในเตาเผา ปล่อยให้ไฟเผาเปลือกมังคุดอีก 10 นาที จึงปิดฝาเตา และปิดปล่องควัน ปล่อยให้เตาเผาเย็นจึงเปิดฝาเตา จะได้ถ่านเปลือกมังคุดลักษณะสีดำ และมีน้ำหนักเบา เมื่อนำมาชั่งน้ำหนักได้ถ่านเปลือกมังคุด 300 กรัม ดังรูปที่ 9 - 16

รูปที่ 9 ตะแกรงลวดใส่เปลือกมังคุด

รูปที่ 10 จุดเชื้อไฟเผาเปลือกมังคุดในตะแกรง

รูปที่ 11 นำตะแกรงลวดใส่เตาเผา

รูปที่ 12 เผาเปลือกมังคุดในเตาเผา

รูปที่ 13 ปิดฝาเตา

รูปที่ 14 ปิดหน้าเตาและปล่องควัน

รูปที่ 15 เปิดฝาเตา

รูปที่ 16 ถ่านเปลือกมังคุด

2. ศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด

2.1 นำถ่านเปลือกมังคุด ที่ได้จากการเผาในข้อ 1 มาบดด้วยเครื่องบดละเอียดจนเป็นผงถ่าน

2.2 เตรียมตัวประสานกาวแป้งเปียกโดยใช้แป้งมันผสมน้ำร้อนเป็นตัวประสาน

2.3 ผสมผงถ่านกับกาวแป้งเปียกในอัตราส่วนต่าง ๆ เพื่อหาสูตรที่เหมาะสมในการนำมาอัดเป็นแท่งเชื้อเพลิง

โดยละลายแป้งมัน 200 กรัม ในน้ำ 1850 cm^3 คนให้ละลายเข้ากันจนเป็นกาวแป้งเปียก เทกาวแป้งเปียกลงในผงถ่าน 1 กิโลกรัม ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน นำไปอัดเป็นแท่ง ด้วยเครื่องอัดมือ ได้เชื้อเพลิงอัดแท่งขนาดแท่งละประมาณ 4.5 ซม. จำนวน 42 ก้อน น้ำหนักเฉลี่ยก้อนละ 40.48 กรัม นำเชื้อเพลิงอัดแท่งไปตากแดดให้แห้งสนิทใช้เวลาประมาณ 3 – 5 วัน นำมาชั่งน้ำหนักอีกครั้งหลือน้ำหนักเชื้อเพลิงอัดแท่งเฉลี่ยก้อนละ 29.93 กรัม ดังรูปที่ 17 - 33

รูปที่ 17 ถ่านเปลือกมังคุดในเครื่องบด

รูปที่ 18 บดถ่านให้เป็นผงละเอียด

รูปที่ 19 ถ่านเปลือกมังคุดบดละเอียด

รูปที่ 20 ผงถ่านเปลือกมังคุด

รูปที่ 21 ชั่งผงถ่านเปลือกมังคุด

รูปที่ 22 ชั่งแป้งมัน

รูปที่ 23 คนแป้งมันจนเป็นกาวแป้งเปียก

รูปที่ 24 ผสมกาวแป้งเปียกลงในผงถ่าน

รูปที่ 25 ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน

รูปที่ 26 นวดผงถ่านกับกาวแป้งเปียก

รูปที่ 27 อัดเป็นแท่งด้วยมือ

รูปที่ 28 อัดเป็นแท่งเชื้อเพลิง

รูปที่ 29 เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด

รูปที่ 30 นำเชื้อเพลิงอัดแท่งตากแดด

รูปที่ 31 เชื้อเพลิงอัดแท่งตากแดดจนแห้ง

รูปที่ 32 เชื้อเพลิงอัดแท่งตากแดดจนแห้งสนิท

รูปที่ 33 ส่งตัวอย่างเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุดตรวจวิเคราะห์ที่กรมวิทยาศาสตร์บริการ

3. ประเมินคุณภาพและคุณสมบัติของเชื้อเพลิง โดยใช้การวิเคราะห์ค่าความร้อน และการหาองค์ประกอบทางเคมีของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด โดยการส่งตัวอย่างเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้ ไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนเสถียร (คาร์บอนคงตัว) ปริมาณเถ้า ปริมาณความชื้น และค่าความร้อน ส่งตรวจวิเคราะห์ที่โครงการเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้วิธีทดสอบ ASTM D 7582 - $10^{\varepsilon 1}$ และ ASTM D 5865 -11a ตามลำดับ

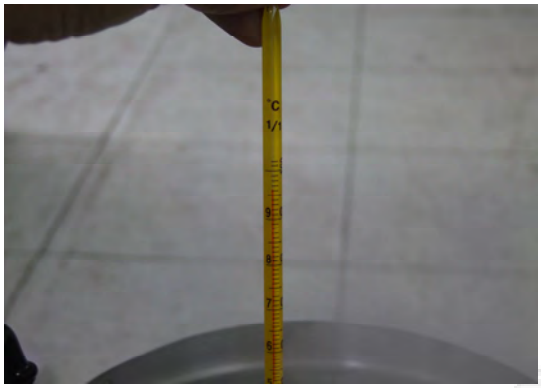
4. ศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด นำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุดที่ตากแดดจนแห้งสนิท มาศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานหุงต้ม โดยทดสอบการต้มน้ำ ซึ่งใช้หม้อต้มน้ำอะลูมิเนียมเบอร์ 20 พร้อมฝา กับเตาหุงต้มใช้น้ำ 1,500 กรัม (ปริมาตรของน้ำประมาณ ¾ ของปริมาณความจุของหม้อ) และน้ำหนักเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด 500 กรัม ทำการทดลองในห้องที่ไม่มีลมพัด สังเกตการแตกปะทุของเชื้อเพลิง ปริมาณควันของเชื้อเพลิงขณะติดไฟ วัดอุณหภูมิของน้ำจนกระทั่งน้ำเดือด แล้วบันทึกเวลาที่ใช้ไปพร้อมทั้งเปิดฝาหม้อ จากนั้นปล่อยให้น้ำเดือดต่อไปอีก 30 นาที ดังรูปที่ 34 - 39

รูปที่ 34 ทดสอบประสิทธิภาพเชื้อเพลิงอัดแท่ง

รูปที่ 35 ต้มน้ำในหม้ออลูมิเนียม

รูปที่ 36 วัดอุณหภูมิของน้ำ

รูปที่ 37 วัดอุณหภูมิของน้ำเดือด



รูปที่ 38 อุณหภูมิน้ำเดือด96 องศาเซลเซียส

รูปที่ 39 ปล่อยเชื้อเพลิงดับเป็นเถ้า

คำนวณค่างานที่ได้ อัตราการเผาไหม้ และประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด ดังนี้ (ชิระพงษ์ คูหากาญน์)

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

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

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

เมื่อ Hu = ประสิทธิภาพการใช้งาน (%)

M = น้ำหนักน้ำเริ่มต้น (กรัม)

M_1 = น้ำหนักน้ำที่เหลืออยู่ (กรัม)

M_f = น้ำหนักเชื้อเพลิง (เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด

M_k = น้ำหนักเชื้อไฟ (เศษไม้ กิ่งไม้แห้ง)

C_p = ความร้อนจำเพาะของน้ำ เท่ากับ 1 แคลอรี / กรัม

T_1 = อุณหภูมิของน้ำก่อนตั้งไฟ (องศาเซลเซียส)

T_2 = อุณหภูมิของน้ำเดือด (องศาเซลเซียส)

L = ความร้อนแฝงของน้ำ เท่ากับ 540 แคลอรี/กรัม

H_1 = ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด)

H_2 = ค่าความร้อนของเชื้อไฟซึ่งมีค่า 4280 แคลอรี/กรัม

ทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด (ครั้งที่1)

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

แทนค่า = $\frac{727.06 \text{ กรัม}}{500 \text{ กรัม}}$

= 1.45 กรัม

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

แทนค่า = $\frac{500 \text{ กรัม}}{45 \text{ นาที}}$

= 11.11 กรัมต่อนาที

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

แทนค่า = $\frac{[1500 \times 1 (96-31)] + [(1500 - 772.94) \times 540] \times 100}{(500 \times 5920 + 20 \times 4280)}$

= $\frac{[1500 \ (65)] + [727.06 \times 540] \times 100}{2960000 + 85600}$

= $\frac{[9750 + 392612.4] \times 100}{3045600}$

$$= \frac{49011240}{3045600}$$

$$= 16.09$$

ค่าประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุดครั้งที่ 1 มีค่าร้อยละ 16.09

ทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด (ครั้งที่ 2)

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

$$\text{แทนค่า} = \frac{809.31 \text{ กรัม}}{500 \text{ กรัม}}$$

$$= 1.62 \text{ กรัม}$$

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

$$\text{แทนค่า} = \frac{500 \text{ กรัม}}{40 \text{ นาที}}$$

$$= 12.5 \text{ กรัมต่อนาที}$$

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

$$\text{แทนค่า} = \frac{[1500 \times 1 (96-32)] + [(1500 - 690.69) \times 540] \times 100}{(500 \times 5920 + 20 \times 4280)}$$

$$= \frac{[1500 \times 64] + [809.31 \times 540] \times 100}{2960000 + 85600}$$

$$= \frac{[96000 + 437027.4] \times 100}{3045600}$$

$$\frac{533027.40 \times 100}{3045600}$$

$$= 17.50$$

ค่าประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด ครั้งที่ 2 มีค่าร้อยละ 17.50

ทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด (ค่าเฉลี่ย)

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

$$\text{แทนค่า} = \frac{768.19 \text{ กรัม}}{500 \text{ กรัม}}$$

$$= 1.54 \text{ กรัม}$$

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

$$\text{แทนค่า} = \frac{500 \text{ กรัม}}{42.5 \text{ นาที}}$$

$$= 11.80 \text{ กรัมต่อนาที}$$

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

$$\text{แทนค่า} = \frac{[1500 \times 1 (96-31.5)] + [(1500 - 731.82) \times 540] \times 100}{(500 \times 5920 + 20 \times 4280)}$$

$$= \frac{[1500 \times 64.5] + [768.18 \times 540] \times 100}{2960000 + 85600}$$

$$= \frac{[96750 + 414817.2] \times 100}{3045600}$$

$$\frac{533027.40 \times 100}{3045600}$$

$$= 16.80$$

ค่าประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 16.80

ทดสอบประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากถ่านไม้ (ถ่านไม้ซื้อจากตลาดใส่ถุงขาย)

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

$$\text{แทนค่า} = \frac{500 \text{ กรัม}}{50 \text{ นาที}}$$

$$= 10 \text{ กรัมต่อนาที}$$

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

$$\text{แทนค่า} = \frac{824.77 \text{ กรัม}}{500 \text{ กรัม}}$$

$$= 1.64 \text{ กรัม}$$

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

$$\text{แทนค่า} = \frac{[1525.90 \times 1 (95-33.5)] + [(1525.90 - 701.13) \times 540] \times 100}{(500 \times 7500 + 20 \times 4280)}$$

$$= \frac{[1525.90 \times 61.5] + [824.77 \times 540] \times 100}{3750000 + 85600}$$

$$= \frac{[93842.85] + [445375.8] \times 100}{3835600}$$

$$= \frac{539218.65 \times 100}{3835600}$$

$$= 14.05$$

ค่าประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านไม้ (ซื้อจากท้องตลาด) มีค่าร้อยละ 14.05

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการศึกษา

1. การเผาเปลือกมังคุดแห้งในเตาเผาแบบแผ่นเหล็ก ได้ถ่านเปลือกมังคุดมีสีดำลักษณะเป็นถ่านน้ำหนักเบา

2. การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด โดยผสมถ่านเปลือกมังคุดบดละเอียด แป้งมันและน้ำ โดยทดลองหาอัตราส่วนที่เหมาะสม จนได้สูตรที่เหมาะสมในการอัดเป็นแท่งเชื้อเพลิง คือ ใช้ผงถ่านเปลือกมังคุด 1 กิโลกรัม ผสมกับกาวแป้งเปียก (แป้งมัน200 กรัม น้ำ850 ลูกบาศก์เซนติเมตร) ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน อัดเป็นแท่งเชื้อเพลิงได้ 24 ก้อน น้ำหนักเฉลี่ยก้อนละ 64.48 กรัม นำไปตากแดดจนแห้งสนิทใช้เวลา 3-5 วัน นำมาชั่งน้ำหนักเหลือน้ำหนักก้อนละ 53.กรัม ทดลองใช้มือบีบก้อนเชื้อเพลิง พบว่า ก้อนเชื้อเพลิงแห้งสนิทแข็งคงรูป ไม่แตกหัก

3. การประเมินคุณภาพ คุณสมบัติ และศักยภาพทางด้านพลังงานของเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยการวิเคราะห์หาค่าความร้อน และการหาองค์ประกอบทางเคมีของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด คือ

1. ปริมาณคาร์บอนเสถียร (Fixed carbon content) คือส่วนของสารอินทรีย์ที่เหลืออยู่ในถ้วยเผา หลังจากหักสารระเหยได้และขี้เถ้าออกไปแล้วคาร์บอนเสถียรนี้ประกอบด้วย ธาตุคาร์บอนเป็นส่วนใหญ่ ผลการทดสอบเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด มีคาร์บอนเสถียรร้อยละ 61.7

2. ปริมาณเถ้า (Ash content) คือส่วนของสารอนินทรีย์ที่เหลือจากการสันดาปถ่านในเตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 750 °C นาน 6 ชั่วโมง (จิระพงษ์ 2546) ผลการทดสอบเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด มีปริมาณเถ้าร้อยละ7.0

3. ปริมาณความชื้น (Moisture content) คือการอบถ่านที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หรืออบจนกระทั่ง น้ำหนักของตัวอย่างคงที่ผลการทดสอบเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุดมีปริมาณความชื้น ร้อยละ 9.7 ซึ่งปริมาณความชื้นในแท่งเชื้อเพลิงจะมีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพในการใช้งาน และความสามารถในการจุดติดไฟ

4. ค่าความร้อน (Calorific value) คือปริมาณความร้อนที่ถูกปล่อยจากการเผาไหม้โดยสมบูรณ์ของสาร ผลการทดสอบเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด มีค่าความร้อน 5920 แคลอรี่ต่อกรัม ดังเอกสาร การรายงานผลการทดสอบ ต่อไปนี้

ที่ วท 0306/10006

ถึง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

กรมวิทยาศาสตร์บริการขอส่งรายงานผลการตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบตัวอย่าง ถ่านอัดแท่ง หมายเลขปฏิบัติการ L55/04276.1 จำนวน 1 ตัวอย่าง ตามคำร้องเลขรับ L55/04276 วันที่ 22 พฤษภาคม 2555

พร้อมนี้ได้แนบผลการตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ มาเพื่อทราบ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

29 มิถุนายน 2555

โครงการเคมี
โทรศัพท์ 0 2201 7211-2
โทรสาร 0 2201 7213
E-mail : chemistry@dss.go.th

แบบ วศ.1

รายงานการทดสอบ

ชื่อวัตถุตัวอย่าง	เครื่องหมาย / ตรา	หมายเลขปฏิบัติการ
ถ่านอัดแท่ง	-	L55/04276.1

ผลการทดสอบ

ความชื้น	ร้อยละ	9.7
เถ้า	ร้อยละ	7.0
สารที่ระเหยได้	ร้อยละ	21.6
คาร์บอนคงตัว	ร้อยละ	61.7
ค่าความร้อนแบบเนท (net)	แคลอรีต่อกรัม	5920

ชื่อผู้ใช้บริการ	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ที่อยู่ผู้ใช้บริการ	1381 ถนนพิบูลสงคราม แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800
ลักษณะตัวอย่าง	ของแข็งสีดำ
วันที่ทดสอบ	24 พฤษภาคม – 22 มิถุนายน 2555
วิธีทดสอบ	ASTM D 7582-10$^{\varepsilon 1}$ และ ASTM D 5865-11a
หมายเหตุ	ผลการทดสอบคำนวณจากสภาพของตัวอย่างตามที่ได้รับ

ผู้รับรอง
(นางสาวกานดา โกมลวัฒนชัย)
นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ

ผู้รายงาน
(นายวชิรพันธุ์ พันธุ์กระวี)
นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

ค่าธรรมเนียมการทดสอบ 4,300.00 บาท (สี่พันสามร้อยบาทถ้วน)

รายงานนี้รับรองเฉพาะวัตถุตัวอย่างที่ได้ทดสอบ/สอบเทียบเท่านั้น ไม่รับรองวัตถุหรือสินค้าที่ใช้รายงานนี้ในการโฆษณาหรืออ้างถึง
ห้ามคัดถ่ายใบรับรองหรือรายงานผลแต่เพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับอนุญาตจากกรมวิทยาศาสตร์บริการเป็นลายลักษณ์อักษร

4. ประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด แท่งเชื้อเพลิงที่ได้ สามารถทำให้น้ำ 500 กรัม เดือดในเวลาเฉลี่ย 12 นาที อัตราการเผาไหม้เฉลี่ย 11.80 กรัม/นาที ค่าประสิทธิภาพการใช้งานเฉลี่ย 16.80 % เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุดมีการติดไฟได้ดี ไม่มีการแตกประทุ ไม่มีเขม่า ไม่มีควันและไม่มีกลิ่น ขณะใช้งาน ดังแสดงในตารางที่ 1

5. เปรียบเทียบประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด กับถ่านเชื้อเพลิงจากไม้พบว่า ถ่านเชื้อเพลิงจากไม้สามารถทำให้น้ำ 1525.90 กรัม เดือดในเวลาเฉลี่ย 14.5 นาที อัตราการเผาไหม้เฉลี่ย 10 กรัม/นาที ค่าประสิทธิภาพการใช้งานเฉลี่ย 11.65% ถ่านเชื้อเพลิงจากไม้ มีการติดไฟดี ไม่มีเขม่า มีควันเล็กน้อย และมีการแตกประทุของถ่านขณะใช้งาน ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ค่าประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด

เชื้อเพลิงอัดแท่ง จากเปลือกมังคุด			
ค่าที่ใช้ในการคำนวณและผลที่ได้รับ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
น้ำหนักของน้ำที่ระเหยไป	727.06 g	809.31 g	768.19 g
น้ำหนักน้ำที่เหลืออยู่	772.94 g	690.69 g	731.82 g
น้ำหนักเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้สุทธิ	500 g	500 g	500 g
ระยะเวลาที่ใช้จนน้ำเดือด	14 นาที	10 นาที	12 นาที
ระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมด	45 นาที	40 นาที	42.5 นาที
อุณภูมิของน้ำก่อนตั้งไฟ	31 °C	32°C	31.5 °C
ค่าความร้อนจากการสันดาปของเชื้อเพลิง	4280 cal/g	4280 cal/g	4280 cal/g
งานที่ทำได้	1.45	1.62	1.54
อัตราการเผาไหม้	11.11 g/นาที	12.50 g/นาที	11.80 g/นาที
ค่าประสิทธิภาพการใช้งาน	16.09 %	17.50 %	16.80 %
การแตกประทุของถ่าน	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
การติดไฟ	ดี	ดี	ดี
ควัน	ไม่มีควัน	ไม่มีควัน	ไม่มีควัน
เขม่า	ไม่มีเขม่า	ไม่มีเขม่า	ไม่มีเขม่า
กลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น

ตารางที่ 2 ค่าประสิทธิภาพการใช้งานของเชื้อเพลิงจากถ่านไม้

เชื้อเพลิงจากถ่านไม้			
ค่าที่ใช้ในการคำนวณและผลที่ได้รับ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
น้ำหนักของน้ำที่ระเหยไป	836.18g	813.36 g	824.77 g
น้ำหนักน้ำที่เหลืออยู่	689.72g	712.549 g	701.13 g
น้ำหนักถ่านที่ใช้สุทธิ	500 g	500 g	500 g
ระยะเวลาที่ใช้จนน้ำเดือด	15 นาที	14 นาที	14.5 นาที
ระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมด	50 นาที	50 นาที	50 นาที
อุณภูมิของน้ำก่อนตั้งไฟ	34°C	33°C	32.5°C
ค่าความร้อนจากการสันดาปของเชื้อเพลิง	4280 cal/g	4280 cal/g	4280 cal/g
งานที่ทำได้	1.67	1.62	1.64
อัตราการเผาไหม้	10 g/นาที	10 g/นาที	10 g/นาที
ค่าประสิทธิภาพการใช้งาน	11.67 %	11.63 %	11.65 %
การแตกประทุของถ่าน	มี	มี	มี
การติดไฟ	ดี	ดี	ดี
ควัน	มีเล็กน้อย	มีเล็กน้อย	มีเล็กน้อย
เขม่า	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาศักยภาพด้านพลังงานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด เพื่อเป็นแนวทางการใช้ประโยชน์จากเปลือกมังคุด ซึ่งเป็นขยะเหลือทิ้งจากครัวเรือน มาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง แทนการใช้เชื้อเพลิงจากฟืนและถ่านไม้ ซึ่งสรุปผลได้ดังนี้

1. เปลือกมังคุด ที่เป็นขยะเหลือทิ้งจากครัวเรือน สามารถนำมาเผาให้เป็นถ่านได้ถ่านเปลือกมังคุด มีสีดำ น้ำหนักเบา นำมาบดให้เป็นผงละเอียด ผสมกับกาวแป้งเปียกในอัตราส่วน 5: 1 แล้วอัดเป็นแท่ง ตากแดดให้แห้งสนิท สามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานเชื้อเพลิงได้

2. ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด ซึ่งส่งตรวจวิเคราะห์ทดสอบโดยกรมวิทยาศาสตร์บริการ มีค่าความร้อนเท่ากับ 5920 แคลอรี่ต่อกรัม ซึ่งเป็นค่าความร้อนที่สูง เมื่อเทียบกับคุณลักษณะที่ต้องการ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มก.- ธ.ก.ส. ถ่านอัดแท่ง กำหนดค่าความร้อนต้องไม่น้อยกว่า 5,500 แคลอรี่ต่อกรัม จึงจัดได้ว่า เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุดมีศักยภาพด้านพลังงานสูง เหมาะสำหรับใช้งานหุงต้มในครัวเรือน

3. ประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด สามารถใช้งานหุงต้มในครัวเรือนได้ดีกว่าถ่านเชื้อเพลิงจากไม้ เนื่องจากไม่มีการแตกปะทุของเชื้อเพลิง มีการติดไฟดี ไม่มีเขม่า ไม่มีควัน และไม่มีกลิ่นรบกวนในระหว่างการใช้งาน

4. เปลือกมังคุด มีคุณสมบัติและคุณภาพที่ดีในการนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง เพราะมีอัตราการเผาไหม้เฉลี่ย11.80 กรัมต่อนาที ปริมาณเถ้าร้อยละ 7.0 ปริมาณคาร์บอนเสถียรร้อยละ 61.7 และมีค่าความร้อน 5920 แคลอรี่ต่อกรัม ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่สูงเมื่อเทียบตามเกณฑ์มาตรฐานของ มก.-ธ.ก.ส. (คุณภาพมาตรฐานผลิตภัณฑ์ภายใต้ความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กับธนาคารเพื่อการเกษตร และสหกรณ์การเกษตร)

ข้อเสนอแนะ

เชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้ ต้องตากแดดให้แห้งสนิท เพราะถ้าแท่งเชื้อเพลิงไม่แห้งสนิท จะทำให้ค่าความชื้นสูง ซึ่งจะส่งผลทำให้การติดไฟของเชื้อเพลิงไม่ดี(ติดไฟช้า)

เอกสารอ้างอิง

จิระพงษ์ คูหากาญจน์ 2550. ศักยภาพทางด้านพลังงานของถ่านตอรากยางพารา การสัมมนาทางวัฒนวิทยา ครั้งที่ 8 เทคโนโลยีวนวัฒน์ เพื่อขจัดความยากจน กลุ่มพัฒนาพลังงานจากไม้ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้ สำนักวิชาการ ป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพ ฯ

จุฑามาศ บุษราคัมวดี,ประเทือง อุษาบริสุทธิ์ และสุกัญญาจัตตุพรพงษ์ เชื้อเพลิงอัดแท่งจากมันสำปะหลัง ศูนย์ค้นคว้า และพัฒนาวิชาการอาหารสัตว์ สถาบันสุวรรณวาจากกสิกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ฐานิตย์ เมธิยานนท์, ประสาน สถิตย์เรืองศักดิ์ และ สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ 2549 การผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งจากถ่านไม้ยางพารา ด้วยเทคนิคเอ็กซิทรูชัน โดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน “การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 2” วันที่ 27 – 29 กรกฎาคม 2549 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา

นพพร สุดใจธรรม 2546 เชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากกาแฟ มหาวิทยาลัยมหิดล

สังเวย เสวกวิหารี, วันดี มาตสถิตย์ และ นิภาพร ปัญญา2553 พลังงานเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ “ การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่3 ” วันที่24 – 26 พฤศจิกายน 2553 ศูนย์ประชุมสถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ กรุงเทพ

สุภาวดี สวัสดิพรพัลลภ, กิตติพงษ์ ตันมิตร, อำนาจ สุขศรี และบรรจงศรี จีระวิพูลวรรณ2549 การใช้ประโยชน์ชานอ้อยจากโรงงานน้ำตาล เพื่อผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง“การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงาน แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 2” วันที่ 27 – 29 กรกฎาคม 2549 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา

สุวิทย์ เพชรห้วยลึก, ฉัตร ผลนาค, ธัญญรัตน์ อินทร์เจริญ และพชิตา เปล่าเล สมบัติทางกายภาพของแท่งเชื้อเพลิงจากวัสดุเหลือใช้ปาล์มน้ำมัน“การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงาน แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 2” วันที่ 27– 29 กรกฎาคม 2549 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา

อภิรักษ์ สวัสดิกิจ , ทีปกร คุณาพรวิวัฒน์ , พิสุทธิ์ รัตนแสนวงษ์ , จักรพันธ์ กันหา วรพจน์ พันธ์คง การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากขี้เถ้าแกลบผสมซังข้าวโพด และกะลามะพร้าว ด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชั่นโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานการประชุมวิชาการ 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

www.natres.psu.ac.th สืบค้น เมื่อวันที่ 8 / 1 / 55

www.joelookyoung.com สืบ เมื่อวันที่ 8 / 1 / 55

www.otopnetwork.com สืบค้น เมื่อวันที่ 19 / 4 / 55

www.researchers.in.th สืบค้น เมื่อวันที่ 19 / 4 / 55

www.learners.in.th สืบค้น เมื่อวันที่ 19 / 4 / 55

www.charcoal.snmcenter.com. สืบค้น เมื่อวันที่ 19 / 4 / 55

ภาคผนวก

รูปกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด ระหว่างวันที่ 22 กรกฎาคม พ.ศ. 2555 ณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

รูปที่ 40 สถานที่ถ่ายทอดเทคโนโลยีงานวิจัย

รูปที่ 41 แจ้งวัตถุประสงค์และขั้นตอนการทำเชื้อเพลิงอัดแท่ง

รูปที่ 42 อธิบายขั้นตอนและวิธีการทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด

รูปที่ 43 แบ่งกลุ่มปฏิบัติ

รูปที่ 44 บดถ่านเปลือกมังคุดให้เป็นผงละเอียด

รูปที่ 45 ชั่งผงถ่านเปลือกมังคุดตามกลุ่ม

รูปที่ 46 ชั่งผงถ่านเปลือกมังคุด

รูปที่ 47 ชั่งผงถ่านเปลือกมังคุด

รูปที่ 48 เตรียมกาวแป้งเปียก

รูปที่ 49 ผสมผงถ่านกับกาวแป้งเปียกตามอัตราส่วน

รูปที่ 50 ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน

รูปที่ 51 ผสมอัตราส่วนให้เข้ากัน

รูปที่ 52 กลุ่มนี้เพิ่งบดถ่านให้เป็นผงละเอียด

รูปที่ 53 บดถ่านให้เป็นผงละเอียด

รูปที่ 54 บดถ่านให้เป็นผงละเอียด

รูปที่ 55 ทำเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกมังคุด

รูปที่ 56 แบ่งกลุ่มปฏิบัติ

รูปที่ 57 แบ่งกลุ่มปฏิบัติ

รูปที่ 58 ทดลองอัดแท่งเชื้อเพลิง

รูปที่ 59 อัดแท่งเชื้อเพลิง

รูปที่ 60 นำเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้ไปตากแดด

รูปที่ 61 ปฏิบัติการตามกลุ่ม

รูปที่ 62 ลงชื่อแบ่งกลุ่ม

รูปที่ 63 ปฏิบัติการตามกลุ่ม

รูปที่ 64 ปฏิบัติการตามกลุ่ม

รูปที่ 65 ปฏิบัติการตามกลุ่ม

รูปที่ 66 รับประทานอาหาร

รูปที่ 67 รับประทานอาหาร

รูปที่ 68 รับประทานอาหาร

รูปที่ 69 รับประทานอาหาร

รูปที่ 70 รับประทานอาหาร

รูปที่ 71 สมาชิกกลุ่ม

รูปที่ 72 สมาชิกกลุ่ม

รูปที่ 73 สมาชิกกลุ่ม

รูปที่ 74 สมาชิกกลุ่ม

ประวัติหัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สังเวย เสวกวิหารี

Asst Prof. SANGWOEI SAWEKWIHAREE

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน

3170300189056

3. ตำแหน่งปัจจุบัน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์

4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์(e-mail)

5. ประวัติการศึกษา

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี (ครุศาสตรบัณฑิต) สาขาวิชาเคมี สถาบันราชภัฏเชียงใหม่ และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท (ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต) สาขาวิชาเคมี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

วิทยาศาสตร์เคมี และ เภสัช

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุ สถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย ชื่อแผนงานวิจัย

ไม่มี

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย: ชื่อโครงการวิจัย

ภาวะผู้นำของผู้บริหารสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตโชติเวช

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน (อาจมากกว่า 1 เรื่อง)

พลังงานเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณประจำปี 2553 เผยแพร่ ในการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่3 “ การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนคลยีในยุคเศรษฐกิจสร้างสรรค์ ” วันที่24 - 26 พฤศจิกายน พ. ศ. 2553 ณ ศูนย์ประชุมสถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ กรุงเทพมหานคร

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัย ว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

ไม่มี