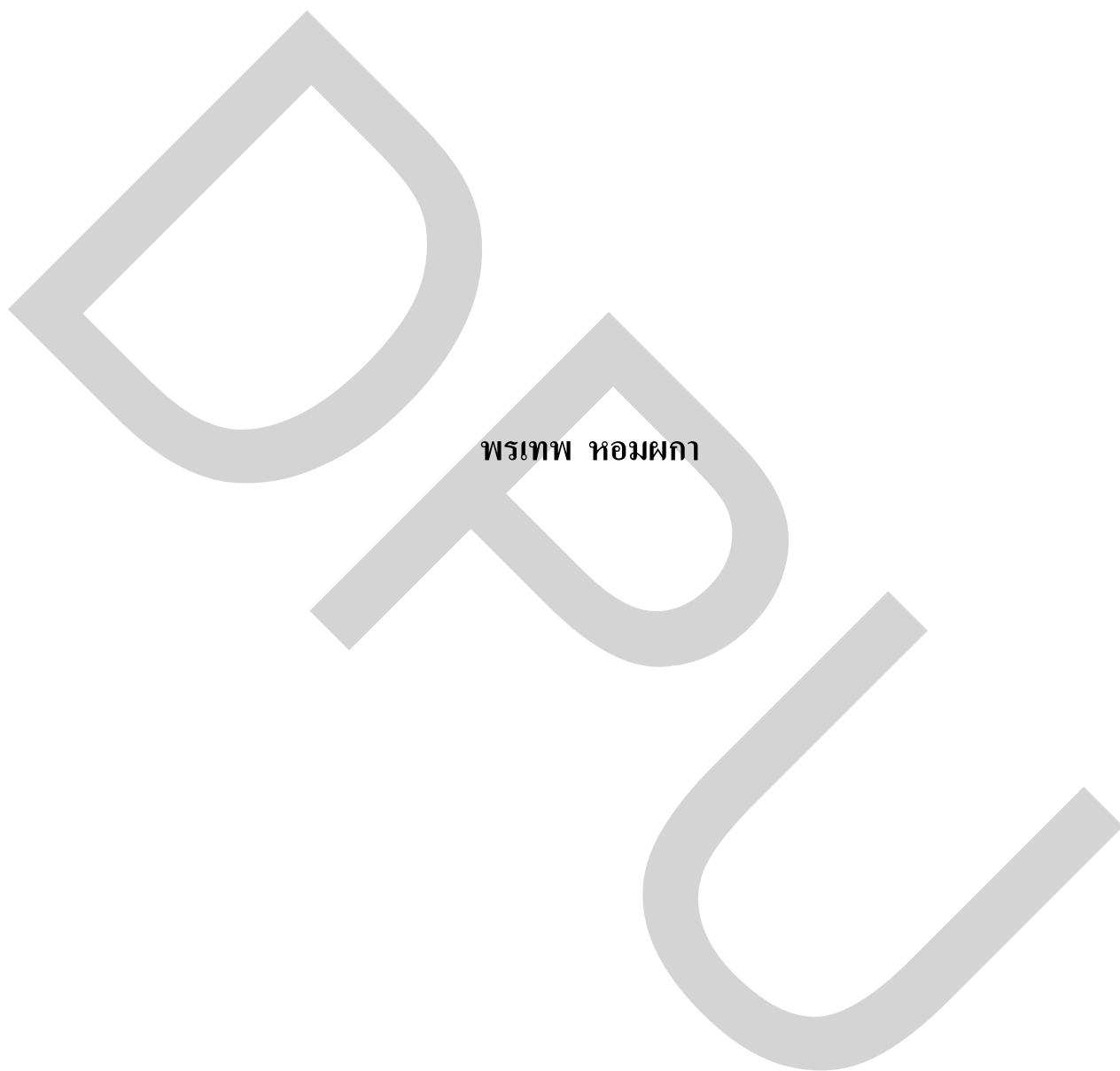


การพัฒนาอ่านอัตโนมัติจากกระดาษสำนักงานและมวล์ชีวภาพ



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาการจัดการเทคโนโลยีอาคาร คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
พ.ศ. 2555

**Development of Compressed Coal Bars from Recycled
Office Paper and Biomass**



Pornthep Hompaka

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Building Technology Management

Faculty of Engineering, Dhurakij Pundit University

2012

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาถ่านอัดแท่งจากกระดาษสำนักงานและมวลชีวภาพ
ชื่อผู้เขียน	พรเทพ หอมผกา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ติกะ บุญนาค
สาขาวิชา	การจัดการเทคโนโลยีอาคาร
ปีการศึกษา	2555

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะผลิตพลังงานทดแทนจากขยะชีวะมวลในสำนักงาน ที่สามารถนำมาใช้ในครัวเรือน อีกทั้งต้องการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตถ่านจากเศษกระดาษและวัชพืชภายในอาคารสำนักงานและศึกษาประสิทธิภาพของถ่านเชื้อเพลิงสำหรับนำไปใช้ในครัวเรือน

การพัฒนาได้ใช้ถ่านอัดแท่งจากกระดาษสำนักงานและมวลชีวภาพโดยอาศัยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันแบบอัดรีดเย็นและใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน ทำให้จากการนำกระดาษและเศษวัชพืชมาอัดร่วมกับแป้งมันสำปะหลัง แล้วผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยมีสัดส่วนการผสมที่ 40:60 20:80 50:50 60:40 80:20 ตามลำดับ

จากการศึกษาภายหลังจากทดสอบเพื่อหาคุณสมบัติทางเคมี ฟิสิกส์ รวมถึงการทดสอบทางกล ในแต่ละอัตราส่วนและเมื่อทำการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชุมชนแล้วพบว่าถ่านที่อัตราส่วน 40:60 สามารถให้ค่าความร้อนดีที่สุดในที่ 5,350 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม โดยมีความชื้นไม่เกิน 8% ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชุมชน อีกทั้งค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงอยู่ที่ 1.54 MPa มีค่าสูงกว่าค่าที่ยอมรับได้ในเชิงพาณิชย์และมีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 2.54 บาทต่อกิโลกรัม ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์นี้สามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลาประมาณ 6 เดือนสำหรับกำลังการผลิตที่ 400 กิโลกรัมต่อวัน

คำสำคัญ: เชื้อเพลิงอัดแท่ง/ กระดาษ /มวลชีวภาพ /เอ็กซ์ทรูชัน

Thesis Title	Development of Compressed Coal Bars from Recycled Office Paper and Biomass
Author	Pornthep Hompaka
Thesis Advisor	Assistant Professor Tika Bunnag, Ph.D.
Department	Building Management Technology
Academic Year	2012

ABSTRACT

This research aims to produce an alternative energy, which made from office garbage, for supplying in house holding including with studying the optimum ratio for generating cinder by mixture between office paper and weed. Moreover, the research will also study the efficiency of compressed coal bars in residential utilization as well.

The development has been using the cold extrusion process as the fundamental technique by using tapioca starch as the binder. This generated coal has been composed of office paper and weed by compressing with many ratios at 40:60, 20:80, 50:50, 60:40, and 80:20 by ranking.

After chemical, physical and mechanical testing with many ratios, the satisfied result after compared with the local quality standard found that the coal at ratio 40:60 can give the best heat value at 5,350 kilocalories per kilogram with humidity not over eight percent, which is higher than local quality standard. For the product hardness can give the best result at 1.54 MPa, which is also higher than trading standard. Finally, the cost of this generated coal is at 2.54 baht per kilogram and the payback period is approximately within six months which is against the speed of production at 400 kilograms per day.

Keywords: compressed coal, paper, biomass, extrusion

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์เป็นอย่างยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ตีเกะ บุนนาค อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและคำปรึกษาตลอดจนตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ ประชานและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมถึงเจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัยทุกท่านที่ช่วยประสานงานให้คำแนะนำ และช่วยเหลือทางด้านต่างๆ ในการจัดทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จด้วยดี และผู้เขียนขอขอบพระคุณอาจารย์ผู้สอนทุกท่านที่ช่วยประสาทวิชาความรู้ต่างๆ ให้กับผู้เขียน

ขอกราบขอบพระคุณ บริษัทบริการเชื้อเพลิงการบินกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) ที่ให้ทุนการศึกษาระดับปริญญาโท บริษัทไทยซูมิ จำกัด ที่ให้คำปรึกษาอัตราส่วนผสม คุณรุ่ง ทรัพย์ประเสริฐ ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องอัดเชื้อเพลิง อาจารย์อภิรักษ์ สวัสดิ์กิจ และอาจารย์ชัยวัตร พุกสุข จากมหาวิทยาลัยศรีปทุมที่เอื้อเฟื้อเครื่องมือในการทดสอบหาค่าความแข็งของเชื้อเพลิง

ขอขอบพระคุณบิดามารดา รวมทั้งพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ที่ทำงานที่คอยช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมวัตถุดิบในการทำวิจัยในครั้งนี้ด้วยดีเสมอมา

ท้ายสุดนี้ ผู้วิจัยขอมอบความดีทั้งหมดของผลงานวิจัยนี้ แก่ บิดา มารดา ผู้เป็นที่รักตลอดจนอาจารย์ทุกท่านที่กล่าวมาข้างต้นและทุกท่านที่ให้การสนับสนุนทุกๆ รวมทั้งกำลังใจที่สนับสนุนอยู่เบื้องหลังความสำเร็จนี้

พรเทพ หอมผกา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ฅ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ซ
สารบัญภาพ.....	ฅ
รายการสัญลักษณ์.....	ฉ
ประมวลศัพท์และคำย่อ.....	ฉ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	5
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	5
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
1.5 ระยะเวลาการดำเนินการศึกษา.....	7
2. แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
2.1 สิ่งของที่เหลือใช้อยู่ในรูปของขยะ.....	8
2.2 ขยะในสำนักงาน.....	12
2.3 พลังงานชีวมวล.....	23
2.4 กระบวนการในการผลิตถ่านอัดแท่ง.....	31
2.5 สมรรถนะและมลภาวะของถ่านอัดแท่ง.....	33
2.6 การประเมินคุณภาพและสมบัติทางเชื้อเพลิง.....	37
2.7 มาตรฐานเกี่ยวกับคุณสมบัติจากสมาคม.....	38
2.8 การจัดแบ่งมาตรฐาน ASTM.....	39
2.9 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.).....	40

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2.10 การผลิตถ่าน.....	40
2.11 ถ่านที่มีคุณภาพ.....	43
2.12 การทดสอบคุณภาพถ่าน.....	44
2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	46
3. ระเบียบวิธีวิจัย.....	49
3.1 วัสดุและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทดลอง.....	49
3.2 สถานที่ทำการทดลอง.....	51
3.3 ระยะเวลาในการทดลอง.....	51
3.4 การวางแผนการทดลอง.....	51
3.5 การดำเนินการผลิตถ่านอัดแท่ง.....	53
3.6 ต้นทุนการผลิต.....	60
3.7 เกณฑ์ในการตัดสินใจ.....	60
3.8 การคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตถ่าน.....	61
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	63
4.1 วิเคราะห์คุณสมบัติวัตถุดิบแต่ละชนิด.....	63
4.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติวัตถุ 2 ชนิด รวมตัวกันตามอัตราส่วน.....	70
4.3 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตต่อหน่วย.....	75
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	78
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	78
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	79
บรรณานุกรม.....	80
ประวัติผู้เขียน.....	85

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ข้อมูลการนำเข้าพลังงานภายในประเทศ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548-2552.....	2
1.2 การเก็บขนมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2550-2551.....	3
1.3 แผนการดำเนินงานในการวิจัย.....	7
2.1 คุณสมบัติของกระดาษ.....	17
2.2 ปริมาณการใช้กระดาษเฉลี่ยต่อคนของกลุ่มประเทศอาเซียน (พ.ศ. 2521).....	19
2.3 ปริมาณการผลิตเยื่อกระดาษจากวัตถุดิบเส้นใยชนิดต่างๆ ในแต่ละภูมิภาคเฉลี่ยของปีพ.ศ. 2542-2545.....	20
2.4 ตัวอย่างกระดาษที่นำมารีไซเคิล.....	21
2.5 คุณสมบัติพลังงานชีวมวลที่เกิดขึ้น.....	24
2.6 ผลของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และควันหรือฝุ่นละอองต่อมนุษย์.....	36
2.7 แสดงการเปรียบเทียบคุณลักษณะด้านเชื้อเพลิงระหว่างแกลบกับไม้.....	40
3.1 การวางแผนการทดลอง.....	52
3.2 อัตราส่วนผสมที่อยู่ภายในถ่านอัดแท่งกรณีส่วนผสม กระดาษเศษวัชพืช และแป้งเปียก.....	56
3.3 อัตราส่วนผสมที่อยู่ภายในถ่านอัดแท่งกรณีส่วนผสมกระดาษและแป้งเปียก.....	56
3.4 อัตราการรับซึ่ของขยะตามมาตรฐาน.....	61
3.5 พิจารณาอัตราค่าความร้อนเทียบกับราคา.....	62
3.6 เปรียบเทียบระหว่างการขายกระดาษ A-4 กับการนำไปผลิตถ่านอัดแท่ง.....	62
4.1 ค่าทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของเศษกระดาษและเศษวัชพืช.....	65
4.2 ค่าความร้อนของวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิดที่ทำการทดสอบ.....	66
4.3 ปริมาณค่าความชื้น (%) ของแต่ละวัตถุดิบ.....	67
4.4 ปริมาณเถ้า (%) ของแต่ละวัตถุดิบ.....	67
4.5 ค่าทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเศษกระดาษและเศษวัชพืช.....	68
4.6 ค่าทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของเศษกระดาษและเศษวัชพืช จากการผสมรวมกัน.....	71

สารบัญตาราง (ต่อ)

4.7 ค่าทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของถ่านอัดแท่ง	
จากเศษกระดาษและเศษวัชพืช.....	72
4.8 รายการราคาต้นทุนของเครื่องผลิตถ่านอัดแท่งเศษกระดาษและวัชพืช.....	75
4.9 รายการราคาต้นทุนของการผลิตถ่านอัดแท่ง.....	75
4.10 ต้นทุนรวมของแต่ละและอัตราส่วนผสม.....	77

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 ปริมาณการผลิตและการใช้น้ำมันของโลก.....	1
2.1 ปริมาณขยะที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี.....	8
2.2 ขยะทั่วไปตามสถานที่ชุมชน.....	9
2.3 ขยะอันตรายตามสถานที่ชุมชน.....	10
2.4 สถานที่แต่ละที่มีปริมาณขยะขึ้นอยู่กับการใช้งาน.....	11
2.5 กระดาษ A4 และหนังสือพิมพ์ที่ผ่านการใช้งานมาแล้ว.....	12
2.6 สถานที่เก็บเอกสารที่ใช้งานแล้วของทางบริษัท.....	13
2.7 อัตราส่วนกระดาษเอกสารที่ใช้งานแล้วของทางบริษัท.....	13
2.8 ถังขยะแสดงสีเพื่อให้ง่ายต่อการตัดสินใจ.....	14
2.9 อัตราส่วนขยะที่แบ่งตามเกณฑ์.....	15
2.10 อัตราส่วนกระดาษเอกสารที่ใช้งานแล้วของทางบริษัท.....	15
2.11 การผลิตเป็นโต๊ะและเก้าอี้และอื่นๆ ที่ทำมาจากกล่องกระดาษและกระดาษ.....	22
2.12 กระดาษรีไซเคิล	22
2.13 วัชพืช Imperta cylindrical Beauv	25
2.14 การหมักขยะทำปุ๋ย	27
2.15 การนำขยะไปทิ้งไว้ตามธรรมชาติ	28
2.16 การเผาขยะตามชุมชน	30
2.17 การเผาขยะแบบควบคุมมลพิษ	31
2.18 (ก) ถ่านกรรมวิธีการผลิตอัดร้อน (ข) กรรมวิธีการผลิตอัดเย็นรีไซเคิล.....	41
3.1 ภาพรวมเครื่องบดย่อยได้ทั้งกระดาษและเศษวัชพืช.....	50
3.2 ภาพรวมภายในเครื่องบดย่อย.....	50
3.3 ภาพรวมเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการผลิตถ่านอัดแท่ง.....	50
3.4 ขั้นตอนกระบวนการผลิตถ่านอัดแท่ง.....	53
3.5 ข้อมูลปริมาณขยะรวมภายในบริษัท.....	54

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.6	54
3.7	55
3.8	57
3.9	57
4.1	64
4.2	64
4.3	68
4.4	69
4.5	69
4.6	70
4.7	73
4.8	74
4.9	74

รายการสัญลักษณ์

m	มวลของถ่านอัดแท่ง	g
v	ปริมาตรของถ่านอัดแท่ง	cm^3
V_{Ash}	ร้อยละของปริมาณเถ้า	
V_{mois}	ร้อยละของปริมาณความชื้น	
V_{vol}	ร้อยละของปริมาณสารระเหย	
W_1	น้ำหนักถ้วยCrucibleและตัวอย่างก่อนอบ	
W_2	น้ำหนักถ้วยCrucibleและตัวอย่างหลังอบ	g
W_3	น้ำหนักถ้วยCrucibleและเถ้าของตัวอย่างหลังเผา	g
W_4	น้ำหนักถ้วยCrucible	g
W_5	น้ำหนักของ Crucible + ฝา + ตัวอย่างก่อนเผา	g
W_6	น้ำหนักของ Crucible + ฝา + ตัวอย่างหลังเผา	g
W_{after}	น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ	g
W_{before}	น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ	g
ρ	ความหนาแน่นของถ่านอัดแท่ง	g/cm^3
C_0	ร้อยละของคาร์บอนคงตัว	

ประมวลศัพท์และคำย่อ

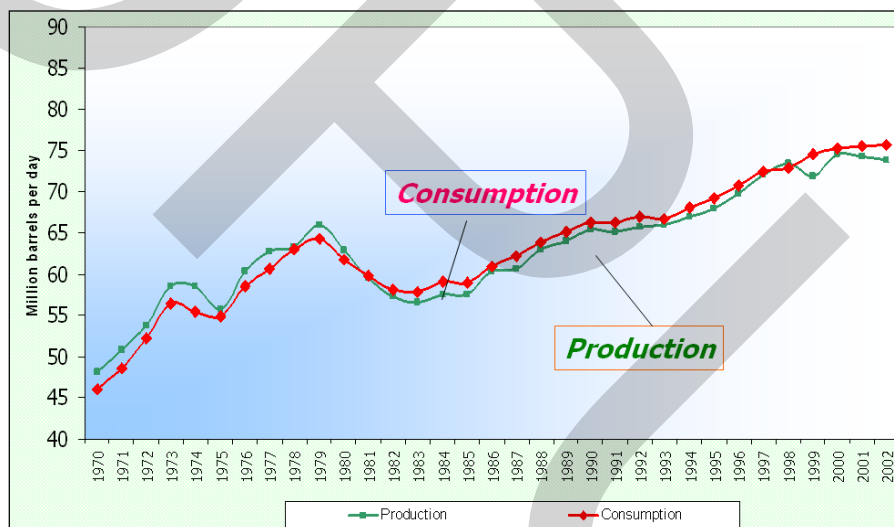
Te	ต้นทุนรวม (Total Cost)	บาท
Fe	ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost)	บาท
Ve	ต้นทุนแปรผัน (Total Variable Cost)	บาท
V	ต้นทุนแปรผันต่อหน่วย (Variable Cost/unit)	บาท
N	จำนวนน้ำหนักของเชื้อเพลิงแห้งที่จุดคุ้มทุน	kg
R	รายรับ (Revenue)	บาท
P	ราคาขายต่อ	บาท/kg
V0	ปริมาณถ่านที่ผลิตได้	kg
De	วันรวมในการผลิต 260	วัน/ปี
Tr1	รายรับรวมในการผลิต 1 ปี	ปี
TR	รายรับสุทธิ	บาท/ปี
Tc	ต้นทุนวัตถุดิบการผลิต	บาท/ปี
Pb	ระยะเวลาคืนทุน	ปี

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

พลังงานเป็นปัจจัยที่สำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและความมั่นคงของประเทศ ไม่ว่าจะเป็นภาครัฐหรือเอกชนที่ต้องใช้พลังงาน โดยภาคธุรกิจอุตสาหกรรมและภาคครัวเรือน ซึ่งต้องอาศัยพลังงานเป็นปัจจัยหลักในการดำเนินการ จากสถานการณ์ปริมาณแนวโน้มการใช้น้ำมันของโลก และการนำเข้าของพลังงานเชื้อเพลิงในรูปของน้ำมันดิบ



ภาพที่ 1.1 ปริมาณการผลิตและการใช้น้ำมันของโลก

ที่มา: BP Energy Review 2003

การใช้พลังงานในภาพที่ 1.1 ซึ่งเส้นสีเขียวแสดงให้เห็นการใช้พลังงานจริงของการใช้น้ำมันดิบบนโลก โดยมีการปรับตัวเพิ่มขึ้น ส่วนรูปที่ 2 คือ ปริมาณการนำเข้าของพลังงานในรูปแบบต่างๆ ภายในประเทศไทย ที่มีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นในทุกๆ ปีแสดงให้เห็นว่าในทิศทางบวกอุตสาหกรรมและธุรกิจต่างภายในประเทศมีการเจริญเติบโตขึ้นโดยวัดจากการใช้พลังงานเชื้อเพลิงในรูปแบบต่างๆ

ตารางที่ 1.1 ข้อมูลการนำเข้าพลังงานภายในประเทศ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548-2552

ชนิด	2548	2549	2550	2551	2552	อัตราการเปลี่ยนแปลง		
						2550	2551	2552
น้ำมันดิบ	644,933	753,783	715,789	1,002,667	623,024	-0.5	40.1	-37.9
น้ำมัน	55,680	62,350	48,317	26,745	13,079	-22.5	-44.6	-51.1
สำเร็จรูป	62,827	77,843	78,901	90,506	84,208	1.4	14.7	-7.0
ก๊าซธรรมชาติ	15,422	18,896	29,656	36,456	36,935	56.9	22.9	1.3
ถ่านหิน	7,114	8,294	7,414	4,540	3,740	-10.6	-38.8	-17.6
ไฟฟ้า								
รวม	785,976	921,166	880,077	1,160,914	760,986	-4.5	31.9	-34.4

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (2552) สถานการณ์พลังงาน สืบค้นเมื่อ 13 เมษายน พ.ศ. 2554 จาก http://www.eppo.go.th/info/2010/energyforecast2009_12.html

ดังนั้นในทิศทางลบพลังงานจากธรรมชาติมีแนวโน้มที่จะลดลง ถึงแม้ว่าจะมีพลังงานทดแทนที่นำมาใช้ในปัจจุบันก็ยังมีปริมาณที่ไม่มากนักจึงต้องมีการค้นคว้าและวิจัยเกี่ยวกับพลังงานทดแทนเพิ่มขึ้นและให้มีความหลากหลายๆ รูปแบบเพื่อให้เกิดความยั่งยืน ที่อยู่ภายใต้ปัจจัยของวัตถุดิบจากธรรมชาติและวัตถุดิบจากการสังเคราะห์จากมนุษย์หรือเปลี่ยนรูปวัตถุดิบ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อนำเอาวัตถุดิบที่ได้จากธรรมชาติ ได้แก่ วัตถุดิบมวลชีวภาพจากเศษหญ้าแห้ง ใบไม้แห้ง ฯลฯ และผลิตวัตถุดิบที่ได้จากสังเคราะห์จากมนุษย์โดยผ่านกระบวนการผลิต ได้แก่ หนังสือพิมพ์ นิตยสาร ก่อกระดาษ กระดาษไอน้ำ สมุดจด ฯลฯ ที่อยู่ในรูปของขยะในสำนักงานโดยปกติเศษกระดาษเหล่านี้จะถูกเก็บรวบรวมไว้ขายให้กับคนรับซื้อของเก่าเพื่อนำกระดาษบางส่วนไปรีไซเคิล นอกจากทิ้งเป็นขยะแล้วจึงเกิดความคิดที่จะนำกระดาษเหล่านี้มาใช้ประโยชน์โดยการนำมาย่อยและผสมกับวัตถุดิบมวลชีวภาพจากเศษหญ้าแห้ง ใบไม้แห้ง แล้วทำการขึ้นรูปเป็นถ่าน โดยจะใช้หลักการบดอัด โดยอาศัยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันแบบอัดรีดเย็นและมีแป้งมันเป็นตัวประสานเพื่อให้เกิดการยึดเกาะของสารผสมก่อนอัดเป็นแท่งเชื้อเพลิง จากนั้นจึงนำมาลดความชื้นให้แห้งโดยการตากแดดและทดสอบคุณสมบัติทางกลและทางฟิสิกส์เพื่อดูศักยภาพในการนำไปใช้งานและเปรียบเทียบกับมาตรฐานของของผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกัน

จากข้อมูลผลิตวัตถุดิบที่ได้จากสังเคราะห์จากมนุษย์หรือขยะ พิจารณาทางสถิติพบว่าคนไทยใช้กระดาษเฉลี่ย 34 kg/คน/ปี และมีแนวโน้มว่ามีอัตราการใช้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทำให้

ส่งผลกระทบต่อปัญหาทางด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมเพราะการผลิตกระดาษเป็นอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการก่อมลภาวะและทำลายป่าในการผลิตกระดาษจากเยื่อบริสุทธิ์ 1 ตัน ต้องใช้ไม้ยูคาลิปตัสอายุ 5 ปีจำนวน 17 ตัน ใช้ไฟฟ้า 4,100 kWh ใช้น้ำ 31,500 ลิตร และปล่อยคลอรีนเป็นของเสียสู่สิ่งแวดล้อมประมาณ 7 kg แต่ถ้านำเศษกระดาษที่ใช้แล้วมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งก็จะมีศักยภาพในการลดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมข้างต้นได้ นอกจากนี้ยังเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับกระดาษใช้แล้ว นอกจากนี้ยังเป็นพลังงานทางเลือกอีกทางหนึ่งในการลดต้นทุนการผลิต

ข้อมูลของปริมาณของขยะที่แสดงในตารางที่ 1.2 แสดงให้เห็นว่ามีปริมาณของขยะกระดาษมีประมาณมหาศาลจึงไม่ต้องวิตกเรื่องวัตถุดิบที่ได้จากสังเคราะห์จากมนุษย์ในรูปของขยะ

ตารางที่ 1.2 การเก็บขนมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2550-2551

การเก็บขยะมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2550-2551 เรียงตามปริมาณขยะมูลฝอย 2551				
เขต	2550		2551	
	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน)	เฉลี่ย (ตัน/วัน)	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน)	เฉลี่ย (ตัน/วัน)
จตุจักร	112,125.33	307.19	116,645.42	318.73
คลองเตย	107,357.15	294.13	107,875.36	294.74
บางกะปิ	105,607.78	259.34	105,965.38	289.52
บางแค	94,313.59	258.39	91,510.86	260.03
ดินแดง	87,450.88	239.58	87,557.53	239.23
ปทุมวัน	85,783.48	235.02	85,592.34	233.86
บางเขน	80,843.66	221.49	84,222.44	230.12
บางขุนเทียน	80,978.21	221.88	83,952.21	229.38
วัฒนา	82,106.71	224.95	79,340.39	216.78
ประเวศ	79,842.14	218.75	77,775.65	212.50
สวนหลวง	72,151.88	197.68	72,591.34	198.34
พระนคร	72,538.85	218.75	71,878.33	196.39
ลาดกระบัง	69,666.93	190.87	71,872.58	196.37
จอมทอง	71,925.66	197.06	71,214.45	194.58
บางนา	71,800.41	196.71	71,120.20	194.32
วังทองหลาง	65,872.53	180.47	69,055.35	188.68

ตารางที่ 1.2 (ต่อ)

การเก็บขยะมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2550-2551 เรียงตามปริมาณขยะมูลฝอย 2551				
เขต	2550		2551	
	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน)	เฉลี่ย (ตัน/วัน)	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน)	เฉลี่ย (ตัน/วัน)
บางบอน	67,685.74	185.44	67,738.39	185.06
บางกอกน้อย	64,360.69	176.33	65,655.04	179.39
ราชเทวี	62,075.67	170.07	63,029.51	172.21
ธนบุรี	62,656.47	171.66	62,770.93	171.62
ดุสิต	61,716.08	169.09	61,757.96	171.61
มีนบุรี	62,938.69	172.43	61,323.55	168.74
ยานนาวา	62,049.11	170.00	59,161.14	167.55
บางซื่อ	60,154.87	164.81	58,934.41	161.64
สายไหม	56,537.51	154.90	58,661.44	161.02
ห้วยขวาง	57,659.16	157.97	58,322.70	160.28
สาทร	57,704.02	158.09	57,486.56	169.35
บางรัก	57,901.15	158.63	57,058.73	167.07
ดอนเมือง	54,960.04	150.58	56,190.56	165.89
ภาษีเจริญ	56,046.28	153.55	55,573.34	163.53
หนองแขม	56,040.35	153.54	54,873.69	151.84
บึงกุ่ม	54,103.92	148.23	53,064.23	149.93
พญาไท	53,905.83	147.69	52,518.28	144.98
บางพลัด	51,421.86	144.18	52,180.33	143.49
พระโขนง	52,624.79	140.88	52,176.11	142.57
ลาดพร้าว	47,734.45	130.78	50,084.65	142.57
หลักสี่	48,736.33	133.52	48,849.87	142.56
บางคลองแหลม	45,739.29	125.31	46,155.76	136.84
คลองสาน	46,492.61	127.38	44,559.30	133.47
ราษฎร์บูรณะ	45,446.05	124.51	41,313.04	126.11

ตารางที่ 1.2 (ต่อ)

การเก็บขยะมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2550-2551 เรียงตามปริมาณขยะมูลฝอย 2551				
เขต	2550		2551	
	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน)	เฉลี่ย (ตัน/วัน)	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน)	เฉลี่ย (ตัน/วัน)
ทุ่งครุ	41,495.99	113.69	44,559.30	112.88
คลองสามวา	36,796.08	100.82	41,313.04	109.69
ตลิ่งชัน	37,616.68	103.06	40,145.57	108.08
คันนาวา	28,805.09	78.92	39,556.01	96.14
สะพานสูง	30,825.67	84.45	34,144.97	93.29
บาวกอกใหญ่	34,542.87	94.84	32,882.79	89.84
ป้อมปราบศัตรูพ่าย	32,859.80	90.03	32,568.82	88.99
หนองจอก	29,415.85	80.59	31,344.76	85.64
ทวีวัฒนา	29,838.91	81.75	30,776.86	84.09
สัมพันธวงศ์	21,784.68	59.68	21,776.47	59.50
อื่นๆ	171,313.70	469.35	164,779.86	450.22
รวม	3,182,353.67	8,718.79	3,213,592.88	8,780.35

ที่มา: กองนโยบายและแผนงาน สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อผลิตพลังงานทดแทนสำหรับนำมาใช้ในครัวเรือนจากขยะมูลฝอยชีวภาพในสำนักงาน
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของถ่านเชื้อเพลิงสำหรับนำไปใช้ในครัวเรือน
3. เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของการผลิตถ่านจากเศษกระดาษและวัชพืชในอาคาร

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. การผลิตถ่านอัดแท่งจากเศษกระดาษกับเศษวัชพืช กำหนดไว้ 2 รูปแบบ ได้แก่
 - 1.1 แบบที่ 1 ส่วนผสมระหว่างเศษกระดาษ + แป้งมันในอัตราส่วน 10:1

1.2 แบบที่ 2 ส่วนผสมระหว่างเศษกระดาษ + เศษวัชพืช ในอัตราส่วน 40:60, 20:80, 50:50, 60:40 และ 80:20 โดยมีแป้งมันเป็นตัวประสาน

2. ถ่านที่ผลิตจะมีลักษณะเป็นแท่งทรงกระบอกกลวงมี 5 ครีบนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 5 cm ภายใน 1.5 cm และยาว 10 cm

3. ทำการทดสอบหาสมบัติต่างๆของถ่านที่ผลิตได้ ตามมาตรฐาน Proximate Analysis ASTM D 3172, Heating Value ASTM D 2015, Suffer ASTM D3177 โดยมีดัชนีที่เกี่ยวข้องได้แก่

ค่าความร้อน

คาร์บอนคงตัว

ปริมาณหลังการเผาไหม้

ค่าความชื้น

ปริมาณกำมะถัน

อัตราการเผาไหม้

การแตกตัวของประกายไฟ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. สามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีและวิธีในการผลิตถ่านอัดแท่งจากเศษกระดาษและมวลชีวภาพในอาคารสำนักงานได้

2. เป็นการใช้ประโยชน์จากการรีไซเคิลกระดาษและมวลชีวภาพในอาคารสำนักงานเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือน

3. อนุรักษ์พลังงานในอาคาร ในรูปแบบของการรีไซเคิลขยะ

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยแยกเป็นหัวข้อ นำเสนอดังนี้

2.1 สิ่งของที่เหลือใช้อยู่ในรูปของขยะ

ปัจจุบันโลกที่มนุษย์ได้อยู่อาศัยมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งอยู่ภายใต้ของการแข่งขันทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคมและคุณภาพชีวิตของประชากรภายในประเทศ ภาพรวมทั้งหมดนี้ อยู่ภายใต้ที่ชื่อว่า “ประเทศที่กำลังพัฒนาและประเทศพัฒนาแล้ว” แต่สิ่งที่ให้ความสำคัญในประเด็นวิจัยนี้ ได้แก่ ปริมาณบรรจุภัณฑ์ที่อยู่ในรูปของกระดาษ หรือ ขยะ (Reuse) ดังแสดงดังรูปที่

2.1



ภาพที่ 2.1 ปริมาณขยะที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี

ขยะ (Reuse) หรือขยะที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ใหม่แต่ผู้ใช้กลับทิ้งเป็นขยะโดยละเลยไม่นำมาใช้ประโยชน์สูงสุดซึ่งเหตุสำคัญประการหนึ่งที่เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมและมีผลต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ ขยะในปัจจุบันมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นทุกปี เพราะสาเหตุจากการเพิ่มของประชากรและขาดการจัดการที่ดีในเรื่องเกี่ยวกับขยะ นับเป็นปัญหาที่สำคัญของประชากร ซึ่งต้องจัดการและแก้ไข ปริมาณกากของเสียและสารอันตราย ได้แก่ ขยะมูลฝอยสิ่งปฏิกูล และสารพิษที่ปนเปื้อนอยู่ในแหล่งน้ำ ดิน และอากาศ ตลอดจนบางส่วนตกค้างอยู่ในอาหาร ทำให้ประชาชนทั่วไปเสี่ยงต่ออันตรายจากการเป็นโรคต่างๆ เช่น โรคมะเร็งและโรคผิดปกติทางพันธุกรรม เป็นต้น โดยข้อมูลที่เกี่ยวข้องจะขอก้าวในหัวข้อถัดไป

1. ความหมายของขยะ และการแบ่งประเภท

พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน ได้ให้คำจำกัดความของคำว่า “ขยะมูลฝอย” หมายถึง เศษสิ่งของที่ทิ้งแล้ว หยาก เยื่อ และคำว่า ขยะ หมายถึง หยาก เยื่อมูลฝอย จะเห็นว่าคำทั้งความหมายเหมือนกันใช้แทนกันได้ พระราชบัญญัติสาธารณสุข พ.ศ. 2484 แก้ไขเพิ่มเติม ฉบับที่ 3 พ.ศ. 2497 ได้ให้คำจำกัดความและความหมายของคำว่า “มูลฝอย” หมายถึง เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า ถ้ำ มูลสัตว์และซากสัตว์ รวมถึงวัตถุอื่นใด ซึ่งเก็บกวาดจากถนน ตลาดที่เลี้ยงสัตว์ หรือที่อื่นๆ

2. ความหมายของขยะมูลฝอยในเชิงวิชาการ

ขยะหรือขยะมูลฝอย (Refuse or Solid Waste) หมายถึง ของเสียที่อยู่ในรูปของแข็ง ซึ่งอาจจะมีปริมาณขึ้นปะปนมาด้วยจำนวนหนึ่งขยะที่เกิดขึ้นจากอาคารที่พักอาศัย สถานที่ทำการ โรงงานอุตสาหกรรม หรือตลาดสดก็ตามจะมีปริมาณและลักษณะแตกต่างกันออกไป โดยปกติแล้ว วัตถุต่างๆ ที่ถูกทิ้งมาในรูปของขะนั้นจะมีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ สารวัตถุต่างๆ เหล่านี้บางชนิดก็สามารถย่อยสลายได้ด้วยจุลินทรีย์ในเวลาอันรวดเร็ว โดยเฉพาะพวกเศษอาหาร เศษพืชผัก แต่บางชนิดก็ไม่อาจจะย่อยสลายได้เลย เช่น พลาสติก เศษแก้ว เป็นต้น

3. ประเภทของขยะมูลฝอย

จำแนกตามพิษภัยที่เกิดขึ้นกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มี 2 ประเภท คือ

3.1 ขยะทั่วไป (General waste) หมายถึง ขยะมูลฝอยที่มีอันตรายน้อย ได้แก่ พวกเศษอาหาร เศษกระดาษ เศษผ้า พลาสติก เศษหญ้า และใบไม้ ฯลฯ



ภาพที่ 2.2 ขยะทั่วไปตามสถานที่ชุมชน

ที่มา: เครือข่ายวิทยุร่วมด้วยช่วยกัน (2552) ขยะอันตรายตามสถานที่ชุมชน สืบค้นเมื่อ 13 เมษายน

พ.ศ. 2554 จาก <http://www.rd1677.com/branch.php?id=70500>

3.2 ขยะอันตราย (Hazardous waste) เป็นขยะที่มีภัยต่อคนและสิ่งแวดล้อม อาจมีสารพิษ ติดไฟหรือระเบิดง่าย ปนเปื้อนเชื้อโรค เช่น ไฟแช็กแก๊ส กระป๋องสเปรย์ ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ หรืออาจเป็นพวกสารเคมีและผ้าพันแผลจากสถานพยาบาลที่มีเชื้อโรค



ภาพที่ 2.3 ขยะอันตรายตามสถานที่ชุมชน

ที่มา: เครือข่ายวิทยุร่วมด้วยช่วยกัน (2552) ขยะอันตรายตามสถานที่ชุมชน สืบค้นเมื่อ 13 เมษายน พ.ศ. 2554 จาก <http://www.rd1677.com/branch.php?id=70500>

การจำแนกตามลักษณะของขยะ มี 2 ประเภท คือ

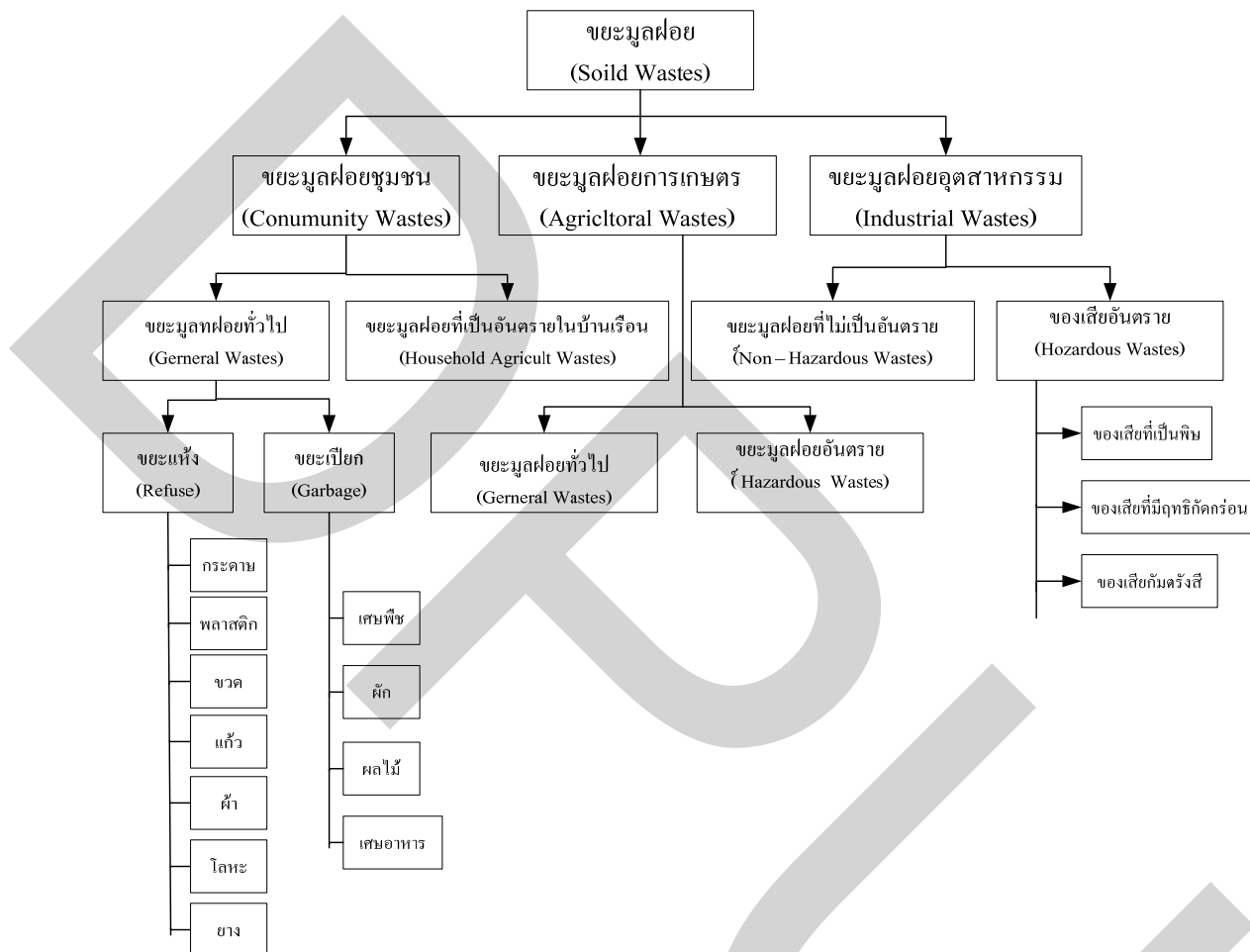
1. ขยะเปียกหรือขยะสด (Garbage) มีความชื้นปนอยู่มากกว่าร้อยละ 50 จึงติดไฟได้ยาก ส่วนใหญ่ได้แก่ เศษอาหาร เศษเนื้อ เศษผัก และผักผลไม้จากบ้านเรือน ร้านจำหน่ายอาหารและตลาดสด รวมทั้งซากพืชและสัตว์ที่ยังไม่เน่าเปื่อย ขยะประเภทนี้จะทำให้เกิดกลิ่นเน่าเหม็นเนื่องจากมีแบคทีเรียย่อยสลายอินทรีย์สาร นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคโดยติดไปกับแมลง หนู และสัตว์อื่นๆ ที่มาตอมหรือกินเป็นอาหาร

2. ขยะแห้ง (Rubbish) คือ สิ่งเหลือใช้ที่มีความชื้นอยู่น้อยจึงไม่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น จำแนกได้ 2 ชนิด คือ

ขยะที่เป็นเชื้อเพลิง เป็นพวกที่ติดไฟได้ เช่น เศษผ้า เศษกระดาษ หญ้า ใบไม้ กิ่งไม้แห้ง
ขยะที่ไม่เป็นเชื้อเพลิง ได้แก่ เศษโลหะ เศษแก้ว และเศษก้อนอิฐ

3. แหล่งกำเนิดขยะมูลฝอย

แหล่งกำเนิดและประเภทขยะมูลฝอยจากกิจกรรมต่างๆ



ภาพที่ 2.4 สถานที่แต่ละที่มีปริมาณขยะขึ้นอยู่กับการใช้งาน

ที่มา: มหาวิทยาลัยศิลปากร (2551) แหล่งกำเนิดและประเภทขยะมูลฝอย สืบค้นเมื่อ 13 พฤษภาคม

พ.ศ. 2554 จาก <http://www.management.su.ac.th>

ขยะเป็นสิ่งที่เหลือใช้หรือสิ่งที่ไม่ต้องการอีกต่อไป สามารถแบ่งตามแหล่งกำเนิดได้ดังนี้

1. ของเสียจากอุตสาหกรรม ของเสียอันตรายทั่วประเทศไทย 73% มาจากระบบอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่ยังไม่มีการจัดการที่เหมาะสมโดยทิ้งกระจายอยู่ตามสิ่งแวดล้อมและทิ้งรวมกับมูลฝอย รัฐบาลได้ก่อตั้งศูนย์กำจัดกากอุตสาหกรรมขึ้นแห่งแรกที่แขวงแสมดำ เขตบางขุนเทียน เริ่มเปิดบริการตั้งแต่ 2531 ซึ่งก็เพียงสามารถกำจัดของเสียได้บางส่วน

2. ของเสียจากโรงพยาบาลและสถานที่ศึกษาวิจัย ของเสียจากโรงพยาบาลเป็นของเสียอันตรายอย่างยิ่ง เช่น ขยะติดเชื้อ เศษอวัยวะจากผู้ป่วย และการรักษาพยาบาล รวมทั้งของเสียที่ปนเปื้อนสารกัมมันตรังสีสารเคมีได้ทิ้งสู่สิ่งแวดล้อมโดยปะปนกับมูลฝอย สิ่งปฏิกูลเป็นการเพิ่มความเสี่ยงในการแพร่กระจายของเชื้อโรคและสารอันตราย

3. ของเสียจากภาคเกษตรกรรม เช่น ยาฆ่าแมลง ปุ๋ย มูลสัตว์น้ำทิ้งจากการทำปศุสัตว์ ฯลฯ

4. ของเสียจากบ้านเรือนแหล่งชุมชน เช่น หลอดไฟ ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ แก้ว เศษอาหาร พลาสติก โลหะ หิน ไม้ กระเบื้อง ผนัง ยาง ฯลฯ

5. ของเสียจากสถานประกอบการในเมือง เช่น ภัตตาคาร ตลาดสด วัด สถานเริงรมย์ ภาพรวมข้อมูลขยะจากสถานที่ต่างๆ ภายในประเทศซึ่งมีปริมาณมากขึ้นขึ้นอยู่กับการใช้งาน แต่สำหรับงานวิจัยนี้เน้นไปที่ขยะในสำนักงาน ได้แก่ ขยะอยู่ในรูปกระดาษ หนังสือ พิมพ์ ก่อ่งกระดาษ เป็นต้น โดยจะอธิบายแยกย่อยตามลำดับของเนื้อหาต่อไป

2.2 ขยะในสำนักงาน

การทำงานในทุกๆบริษัท ห้างร้าน สถานศึกษา บ้านพักอาศัย ล้วนแล้วสิ่งที่ไม่ได้ในการทำบันทึกเอกสารหรือใบแจ้งซื้อ ใบแจ้งซ่อม ทุกแผนกจำเป็นต้องใช้กระดาษแต่ไม่ได้หมายถึงเฉพาะกระดาษที่จัดบันทึกเท่านั้น ยังมีแก้วน้ำที่ทำจากกระดาษ เป็นต้น ซึ่งในแต่ละวันมีปริมาณที่เยอะมากดังภาพที่ 2.5



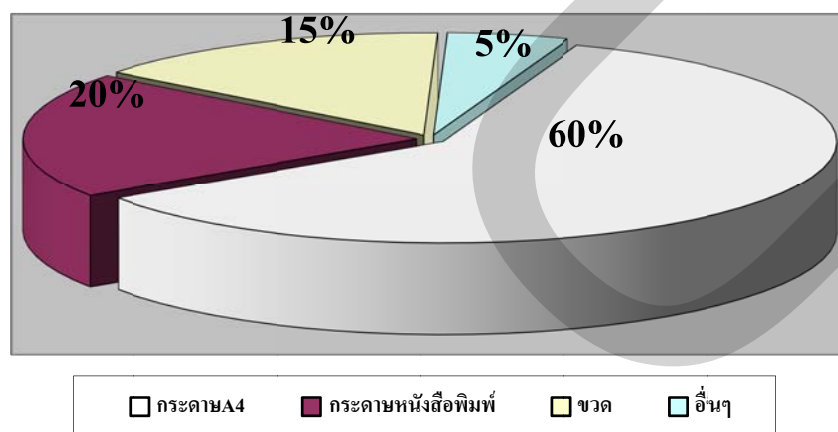
ภาพที่ 2.5 กระดาษ A4 และหนังสือพิมพ์ที่ผ่านการใช้งานมาแล้ว

จากการเก็บข้อมูลภายในสำนักงานของแผนกซ่อมบำรุงสำนักงาน พบว่ามีอัตราส่วนของปริมาณของขยะดังแสดงได้ดังนี้



ภาพที่ 2.6 สถานที่เก็บเอกสารที่ใช้งานแล้วของบริษัทบริการเชื้อเพลิงการบินกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) ปี 2553

ที่มา: แผนกซ่อมบำรุงสำนักงาน



ภาพที่ 2.7 อัตราส่วนกระดาษเอกสารที่ใช้งานแล้วของบริษัทบริการเชื้อเพลิงการบินกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) ปี 2553

ที่มา: แผนกซ่อมบำรุงสำนักงาน

1. การคัดแยกขยะ

ในแต่ละวันมีขยะเกิดขึ้นจากกิจกรรมประจำวันของเราแต่ละคน มากน้อยต่างกันตามอายุ เพศ สภาพเศรษฐกิจ รายได้ สถานที่ กิจกรรม ค่านิยม ฯลฯ ขยะที่เราทิ้งมีตั้งแต่เศษอาหาร กระดาษชำระ เศษกระดาษ ถึงพลาสติก ขวดแก้ว ขวดพลาสติก กระเบื้อง อะลูมิเนียม นมกล่อง ถ่านไฟฉาย หลอดไฟใช้แล้ว ฯลฯ จากปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน มีประมาณ 0.5-1 kg/คน/วัน เป็นขยะจากคนในเมืองเฉลี่ย 1 kg/คน/วัน ส่วนในสังคมชนบทปริมาณขยะจะน้อยกว่าคือ เฉลี่ย ประมาณ 0.5 kg/คน/วัน การคัดแยกขยะทำให้เรารู้ว่าควรจัดการกำจัดขยะแต่ละประเภทอย่างไร จึงจะเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและงบประมาณ หรือขยะ เช่น ใดบ้างที่ควรนำกลับมาหมุนเวียน ใช้ใหม่ เนื่องจากขยะของสังคมเมืองมีปริมาณมาก หากไม่คัดแยก ค่าใช้จ่ายในการจัดการขยะทั้ง ด้านงบประมาณ คน สถานที่ฝังกลบ การเก็บขน ข่อมต้องสูงตามไปด้วย การคัดแยกขยะเพื่อให้ สะดวกแก่การนำไปกำจัด หรือนำไปใช้ประโยชน์ได้ใหม่ โดยทั่วไปแสดงภาชนะที่จำแนกชนิด ของขยะได้ดังนี้

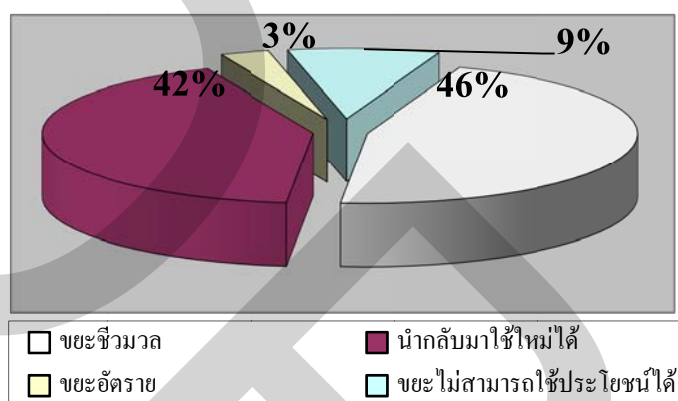


ภาพที่ 2.8 ถังขยะแสดงสีเพื่อให้ง่ายต่อการตัดสินใจ

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ

2. การนำขยะกลับมาใช้งาน

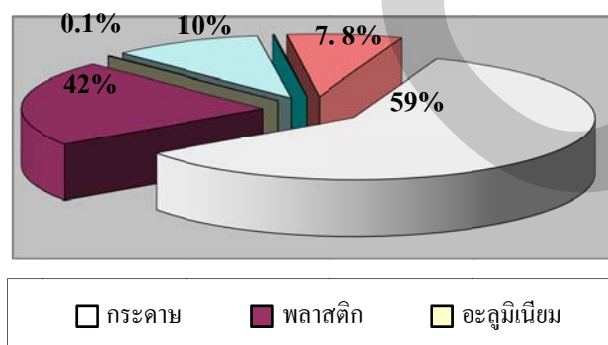
จากที่ทุกท่านทราบกันดีเกี่ยวกับ ขยะยังใช้ได้หรือขยะรีไซเคิล ขยะประเภทนี้บางส่วนสามารถแยกนำมาแปรรูปกลับมาใช้ใหม่ได้ เป็นการประหยัดพลังงานและทรัพยากร ได้แก่ แก้วพลาสติก กระดาษ กระป๋องอะลูมิเนียม กระป๋องเหล็ก เศษผ้า ฯลฯ แต่ในงานวิจัยให้ความสำคัญในกระดาษโดยจากการเก็บข้อมูลจากสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 4 จังหวัดนนทบุรี ทราบว่าปริมาณขยะรวมของปี 2551 อยู่ที่ปริมาณ 120 ล้านตันโดยแบ่งอัตราส่วนออกได้ดังนี้



ภาพที่ 2.9 อัตราส่วนขยะที่แบ่งตามเกณฑ์

ที่มา: สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 4 จังหวัดนนทบุรี

การจำแนกขยะที่มากับมาใช้ใหม่ได้รีไซเคิลขยะจากข้อมูลปี 2551 จากแหล่งข้อมูลสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 4 จังหวัดนนทบุรี ดังรูป



ภาพที่ 2.10 อัตราส่วนกระดาษเอกสารที่ใช้งานแล้วของทางบริษัท

ที่มา: สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 4 จังหวัดนนทบุรี

3. คุณสมบัติเบื้องต้นของกระดาษ

การผลิตกระดาษในระดับโรงงาน เริ่มมีในเมืองไทยเมื่อหลังสงครามโลกครั้งที่หนึ่งคือราวๆ พ.ศ. 2460 ในขณะนั้นกระดาษจากต่างประเทศ มีเข้ามาจำหน่ายน้อยและราคาแพงมาก ดังนั้นเจ้ากรมแผนที่ทหารบก พลตรีพระยาภักดีภูธร (ชื่น ภักดีกุล) จึงได้เริ่มให้กรมแผนที่ทำกระดาษขึ้น เพื่อใช้ในราชการกระทรวงกลาโหม โดยใช้เปลือกข่อยเป็นวัตถุดิบเป็นส่วนใหญ่ โรงงานนี้สามารถผลิตกระดาษเขียน กระดาษพิมพ์ และกระดาษหีบ โดยกรรมวิธีการผลิตด้วยการผลิตได้ดำเนินมาถึงปี พ.ศ. 2466 ผลิตกระดาษได้หนัก 16 ตัน กิตถ์เฉลี่ยได้ปีละ 2.8 ตัน เนื่องจากแรงงานด้านคนซึ่งเปลืองและได้ผลน้อยในระยะต่อมาจึงได้เปลี่ยนเป็นการผลิตกระดาษด้วยเครื่องจักร โดยได้จัดสร้างโรงงานที่ใช้เครื่องจักรผลิตกระดาษขึ้นที่ ตำบลสามเสน จังหวัดพระนคร กำลังผลิตประมาณวันละ 1 ตัน วัตถุดิบที่ใช้คือเศษกระดาษตามสถานที่ทำการรัฐบาลและซื้อจากโรงพิมพ์ของเอกชน นี่เป็นเพียงข้อมูลคร่าวๆของที่มาแต่ไม่ใช่ประเด็นในการศึกษาและวิจัยกระดาษเป็นวัสดุที่ย่อยสลายง่ายที่สุด เพราะผลิตจากเยื่อไม้ธรรมชาติโดยปกติกระดาษจะมีระยะเวลาย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ ประมาณ 2-5 เดือน แต่ถ้าถูกทับถมอยู่ในกองขยะในกองขยะแน่น ไม่มีแสงแดดอากาศและความชื้น สำหรับจุลินทรีย์ในการย่อยสลาย ก็อาจต้องใช้เวลาดังถึง 50 ปี ในการย่อยสลายดังนั้นเราจึงควรแยกที่เป็นเศษกระดาษเหล่านี้ออกจากขยะชนิดอื่นๆ เพื่อความสะดวกในการจัดเก็บและไปรีไซเคิลเป็นกระดาษนำกลับมาใช้ใหม่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

กระดาษเป็นแผ่นวัสดุซึ่งมีได้มีเนื้อเดียวกัน และมีความสม่ำเสมอของเนื้อกระดาษไม่เท่ากันตลอดทั้งแผ่นทั้งนี้เพราะ โครงสร้างของกระดาษประกอบขึ้นจากการสานตัวของเส้นใยและมีการเติมแต่งอุดช่องระหว่างเส้นใยลักษณะทางโครงสร้างของกระดาษจึงเป็นตัวบ่งชี้การจัดเรียงตัวขององค์ประกอบต่างๆ ภายในเนื้อกระดาษ เช่น การกระจายตัวของเส้นใย ทิศทางการเรียงตัวในแนวขนานเครื่องของเส้นใย ซึ่งจะมีผลต่อสมบัติอื่นๆ ของกระดาษด้วย

4. สมบัติทางโครงสร้างของกระดาษ (Structural Properties) น้ำหนักของกระดาษต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่เก็บในสถานะอุณหภูมิและความชื้นที่ได้มีการควบคุมตามมาตรฐานกำหนด น้ำหนักมาตรฐานของกระดาษจะเป็นประโยชน์ในด้านการควบคุมการผลิตกระดาษ โดยจะควบคุมปริมาณเนื้อกระดาษที่ใช้หน่วยที่ใช้วัดน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษจะเป็น กรัมต่อตารางเมตรตามระบบสากลทั่วไป แต่บางประเทศจะมีการใช้เป็นหน่วยปอนด์ต่อตารางฟุต หรือปอนด์ต่อ 3,000 ตารางฟุต ในปัจจุบันมาตรฐาน ISO และ Tapir ซึ่งเป็นมาตรฐานในการทดสอบกระดาษให้ใช้คำว่า “แกรมเมจ” (gram mage) แทนน้ำหนักมาตรฐาน น้ำหนักมาตรฐานของกระดาษนอกจากใช้เป็นเกณฑ์ในการซื้อขายกระดาษแล้ว ยังสามารถเปรียบเทียบสมบัติอื่นๆ ของกระดาษได้ด้วยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกระดาษประเภทเดียวกันที่ผ่านกระบวนการผลิตด้วยสถานะต่างๆ

เหมือนกัน กระดาษที่มีน้ำหนักมาตรฐานมากกว่าจะมีความแข็งแรง ความหนาและความทึบแสงมากกว่ากระดาษที่มีน้ำหนักมาตรฐานต่ำกว่า

5. ความหนา (caliper) หมายถึง ระยะห่างที่ตั้งฉากระหว่างผิวด้านบนและผิวด้านล่างของกระดาษภายใต้สภาพะการทดสอบที่กำหนด หน่วยที่ใช้ในสหรัฐอเมริกาจะระบุเป็นนิ้ว (inches) หรือมิลลิเมตร (millimeter) ในระบบ SI จะวัดเป็นหน่วยไมโครเมตร (micrometer) แต่ส่วนใหญ่จะวัดเป็นมิลลิเมตร (millimeter) ความหนาของกระดาษจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับน้ำหนักมาตรฐาน แรงกดของลูกขณะเดินแผ่น การบดเชื้อและชนิดของเชื้อที่ใช้ความหนาแน่นปกติได้จากความสัมพันธ์ระหว่างมวลต่อปริมาตร สำหรับในวงการกระดาษจะหาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาและน้ำหนักมาตรฐานได้เป็นความหนาแน่นเสมือน (apparent density) ซึ่งจะเป็นการเทียบหาความหนาแน่นของกระดาษที่ระดับน้ำหนักมาตรฐานเดียวกัน อาจมีความหนาไม่เท่ากัน ซึ่งสามารถหาได้ดังนี้

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของกระดาษ

การเทียบหาความหนาแน่นของกระดาษที่ระดับน้ำหนักมาตรฐาน		
คุณสมบัติ	น้ำหนัก	หน่วย
น้ำหนักกระดาษ	49	g/m^3
ความหนา	0.085	mm
ความหนาแน่นเสมือนหรือเท่ากับ	$49 / (8.5 \times 10^{-5})$	g/m^3

6. ความต้องการกระดาษในประเทศไทย

ก่อนที่จะกล่าวถึงความต้องการของกระดาษ ได้ขออธิบายถึงกระดาษประเภทต่างๆ ที่ใช้กันอยู่การใช้ประโยชน์และเครื่องแสดงชี้ถึงแนวโน้มการใช้กระดาษกระดาษมักแบ่งออกตามประเภทการใช้งานได้เป็นสองพวกใหญ่ คือ

Cultural Paper ได้แก่ กระดาษหนังสือพิมพ์ แมกกาซีน หนังสือและกระดาษเพื่อใช้ในการพิมพ์เขียนอื่นๆ

Industrial Paper ได้แก่ กระดาษทำถุง กระดาษห่อของ กระดาษทำกล่องและบรรจุหีบห่อรวมถึงกระดาษอนามัย กระดาษย่น และผลิตภัณฑ์จากเยื่อกระดาษอื่นที่ใช้สำหรับงานอุตสาหกรรม ในการซื้อขายยังไม่มีแบ่งประเภทกระดาษให้เป็นแบบมาตรฐานเดียวกัน แต่การแบ่งประเภทกระดาษของ Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)

เป็นที่ยอมรับของ FAO ลักษณะการแบ่งของ OECD ความต้องการและการผลิตกระดาษชนิดต่างๆ มีปริมาณไม่เท่ากันในปี 2512 การผลิตกระดาษทั่วโลกแบ่งตามชนิดกระดาษได้ดังนี้

กระดาษหนังสือพิมพ์ 17%

กระดาษพิมพ์และเขียนอื่นๆ 21%

กระดาษและกระดาษแข็งใช้ในอุตสาหกรรม 62%

ซึ่งก็ประมาณได้ว่ากระดาษใช้ในอุตสาหกรรมจะเป็นสองในสามของทั้งหมด และกระดาษหนังสือพิมพ์จะประมาณเท่ากับกระดาษพิมพ์และเขียนอื่นๆ แนวโน้มและวิวัฒนาการถึงความต้องการใช้และการผลิตกระดาษแตกต่างกันระหว่างประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศที่กำลังพัฒนา กล่าวคือ ประเทศที่กำลังพัฒนาความเจริญเติบโตจะมีมากในด้านกระดาษ เพื่ออุตสาหกรรม เมื่อประชากรมีการศึกษา และอ่านออกเขียนได้เพิ่มมากขึ้นในประเทศที่กำลังพัฒนา ความต้องการใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ กระดาษเขียนหนังสือและแมกกาซีนก็จะเพิ่มตาม และเป็นที่ยอมรับกันว่าการเพิ่มระดับประชากรที่มีการศึกษาเป็นผลจากการเพิ่ม และเสริมสร้างพัฒนา

7. การแบ่งประเภทของกระดาษตาม OECD

กระดาษหนังสือพิมพ์ (Newsprint)

กระดาษพิมพ์เขียน (Printing & Writing Paper)

ประเภทไม่เคลือบผิว (Uncoated)

มีส่วนผสมของเยื่อไม้ (Wood-containing)

กระดาษพื้นสำหรับเคลือบผิวนอกเครื่องผลิตกระดาษ (Base Stock for off-machine Coating)

เคลือบผิวบนเครื่องผลิตกระดาษ (Machine Coated)

กระดาษและกระดาษบอร์ดสำหรับงานก่อสร้าง (Construction Paper and Paper board)

กระดาษอนามัย (Household and Sanitary Paper) กระดาษบางมาก

กระดาษและกระดาษบอร์ดสำหรับการบรรจุหีบห่อ (Wrapping and Packaging Paper and Board)

กระดาษห่อผลไม้กระดาษ Grease-proof และ Glassing

กระดาษผิวกล่อง (Kraft Linerboard)

กระดาษเหนียวสำหรับทำถุง (Sack Kraft Paper)

กระดาษเหนียวสำหรับห่อของอื่นๆ Other Kraft Wrapping Paper

กระดาษซัลไฟต์สำหรับห่อของ (Sulphite Wrapping Paper)

กระดาษทำลูกฟูกที่ไม่ได้ทำจากเยื่อฟางข้าว (Fluting Paper Except Straw Paper)

ผลิตจากเยื่อที่ผลิตจากไม้

อื่นๆ

กระดาษทำกล่องพับ (Folding Boxboard)

กระดาษกล่องสำหรับบรรจุอาหาร (Special Food board)

กล่องกระดาษพับอื่นๆ

กระดาษและกระดาษบอร์ดผลิตจากฟางข้าว (Straw Paper and Paper Board)

กระดาษทำลูกฟูกกล่อง (Fluting Paper)

อื่นๆ

กระดาษห่อของและบรรจุหีบห่ออื่นๆ

กระดาษธรรมดา

กระดาษแข็ง

กระดาษและกระดาษบอร์ดประเภทอื่นๆ

กระดาษเหนียวที่ไม่ได้จัดเข้าประเภทข้างต้น

กระดาษธรรมดาที่ไม่ได้จัดเข้าประเภทข้างต้น

กระดาษบอร์ดที่ไม่ได้จัดเข้าประเภทข้างต้น

ตารางที่ 2.2 ปริมาณการใช้กระดาษเฉลี่ยต่อคนของกลุ่มประเทศอาเซียน (พ.ศ. 2521)







ประเทศ	จำนวนประชากร (ล้านคน)	Percent Consumption (kg/ปี)
อินโดนีเซีย	135.0	3.5
มาเลเซีย	10.3	30.1
ฟิลิปปินส์	45.1	11.0
สิงคโปร์	2.3	80.0
ไทย	45.1	8.5

ตารางที่ 2.3 ปริมาณการผลิตเยื่อกระดาษจากวัตถุดิบเส้นใยชนิดต่างๆ ในแต่ละภูมิภาคเฉลี่ยของปี พ.ศ. 2542-2545

ประเทศ	ผลผลิต		อัตราส่วนของเยื่อที่ผลิตได้ทั้งหมด		
	เยื่อกระดาษทั้งหมด	เยื่อจากไม้	เยื่อไม้จากไม้สน	เยื่อไม้จากไม้ผลัดใบ	เยื่อจากพืชล้มลุกและพุ่มหนามเวียน
	พันเมตริก		ร้อยละ		
ยุโรป	19,150	17,895	84	10	6
สหภาพโซเวียต	-	3,457	99	1	(น้อยกว่า)
อเมริกาเหนือ	35,207	34,776	83	16	1
แอฟริกา	217	156	16	57	27
เอเชีย-แปซิฟิก	1,195	689	58	58	42
ญี่ปุ่น	3,954	3,948	50	50	(น้อยกว่า)
จีน	2,200	683	20	11	68

ปัจจุบันการรับซื้อกระดาษของร้านรับซื้อเพื่อนำไปรีไซเคิลนั้น จะแบ่งกระดาษออกเป็นประเภท ได้แก่ กระดาษปอนด์ขาว-ดำ กระดาษแข็งสีน้ำตาล กระดาษหนังสือเล่ม กระดาษสมุด กระดาษหนังสือพิมพ์และกระดาษคอมพิวเตอร์ กระดาษแต่ละประเภทจะมีราคาซื้อขายไม่เท่ากัน ขึ้นกับชนิดและคุณภาพ โดยกระดาษคอมพิวเตอร์ กระดาษขาวดำและกระดาษสมุด จะมีราคาแพง ส่วนกระดาษกล่องสีน้ำตาล กระดาษหนังสือพิมพ์จะมีราคาถูกกว่า

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างกระดาษที่นำมารีไซเคิล

ตัวอย่างกระดาษรีไซเคิล	
 <p>กล่องกระดาษ</p>	(Hard Board) กระดาษ มีหลายชั้นแข็งแรงทำจากเยื่อไม้บดและเยื่อเก่า มีผิวขรุขระสีคล้ำ หรือจ้วบั้ง ใช้ทำใส่ในของปกหนังสือ ฐานปฏิทินตั้งโต๊ะ บรรจุภัณฑ์ต่างๆ
 <p>กระดาษสี</p>	ความงามของภาพสีน้ำจะเกิดขึ้นบนกระดาษที่มีคุณภาพ โดยทั่วไปแล้ว กระดาษสำหรับเขียนภาพสีน้ำจะมีลักษณะที่แตกต่างกัน ทั้งสองลักษณะ จะช่วยให้ภาพมีความคงทนถาวร อย่างแรกผลิตจากฝ้ายและอีกอย่างผลิตจากเส้นใยไม้ตามกระบวนการทางเคมี
 <p>กระดาษขาวดำ</p>	โดยทั่วไปแล้วกระดาษสำหรับเขียนภาพสีน้ำจะมีลักษณะที่แตกต่างกัน ทั้งสองลักษณะจะช่วยให้ภาพมีความคงทนถาวร
 <p>กระดาษสมุด</p>	กระดาษที่ได้ผ่านการใช้งานมาแล้ว
 <p>เอนไซม์สำหรับย่อย กระดาษลามิเนต</p>	กระบวนการย่อยกระดาษลามิเนต เริ่มจากนำกระดาษลามิเนตใส่ลงในบ่อ กวนที่มีเอนไซม์สำหรับย่อยกระดาษลามิเนต โดยกระดาษลามิเนตแต่ละ ชนิดจะมีสูตรของเอนไซม์และเทคนิคในการย่อยแตกต่างกันตามความเหมาะสม และใช้เอนไซม์ไม่เกิน 2 กิโลกรัม ต่อกระดาษลามิเนต 1 ตัน
 <p>ถุงปูน</p>	บรรจุปูนซีเมนต์

ที่มา: วงษ์วานิช (2553) วงษ์วานิชนิว สืบค้นเมื่อ 13 พฤษภาคม พ.ศ. 2554 จาก

<http://www.wongpanit.com/wpnew/>

8. ทำไมต้องนำกระดาษมาใช้ใหม่

การผลิตกระดาษ 1 ตันต้องตัดต้นไม้ถึง 17 ต้น และใช้พลังงานในการผลิตถึง 4,100 kW ซึ่งพอเพียงต่อการใช้กระแสไฟฟ้าในบ้านขนาดกลางถึง 6 เดือน แสดงให้เห็นว่าถ้าหากเรานำกระดาษนำกลับมาใช้ใหม่พลังงานและจำนวนต้นไม้ที่จะถูกตัดย่อมลดลง จากเป็นต้นนี้ควรส่งเสริมการกลับเข้าสู่กระบวนการรีไซเคิลให้มากที่สุด จึงได้มีการนำกระดาษกลับใช้ใหม่แสดงดังรูปด้านล่างดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2.11 การผลิตเป็น โต๊ะและเก้าอี้และอื่นๆที่ทำมาจากกล่องกระดาษและกระดาษ

Grass Roots Recycling Network ในปี 2000 ระบุว่า กระบวนการรีไซเคิลนั้นสามารถลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากกว่ากระบวนการผลิตใหม่ถึง 4-5 เท่า โดย กระดาษรีไซเคิล 1 ตัน สามารถรักษาชีวิตต้นไม้ไว้ได้ 24 ต้น ลดการใช้น้ำได้ 50 % และลดการใช้พลังงานซึ่งพอเพียงต่อการเปิดไฟในบ้านให้ส่องสว่างได้นานถึง 6 เดือนเลยทีเดียว



ภาพที่ 2.12 กระดาษรีไซเคิล

นี่เป็นข้อมูลบางอย่างที่นำกระดาษอื่นนำมารีไซเคิลเท่านั้นยังมีตัวอย่างอีกมากมายสามารถอ่านเพิ่มเติมได้จากหนังสือโดยทั่วไปหรือข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตต่อไป

2.3 พลังงานชีวมวล

Biomass เป็นการผสมคำระหว่าง Bio หมายถึง สิ่งมีชีวิต กับ mass ซึ่งหมายถึงปริมาณพลังงานที่ได้จากพืชและสัตว์โดยที่สามารถนำไปใช้ในรูปของพลังงานได้ (กรกต พิมพะวงศ์, 2546: 2) ชีวมวลเป็นพลังงานที่ได้จากพืชและสัตว์โดยกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีโดยใช้ความร้อนหรือกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีโดยอาศัยจุลินทรีย์ (เสรีวัฒน์ สมินทร์ปัญญา, 2539: 112)

ชีวมวล คือ สารอินทรีย์ที่เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานธรรมชาติและสามารถนำมาใช้ผลิตพลังงานได้ เช่น วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร หรือกากจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมการเกษตร (วารสารนโยบายพลังงาน ฉบับที่ 59 มกราคม-มีนาคม 2546 หน้า 11)

ชีวมวล คือ สารทุกรูปแบบที่ได้จากสิ่งมีชีวิต (นอกจากที่ได้กลายเป็นเชื้อเพลิงประเภทฟอสซิลไปแล้ว) ซึ่งรวมถึงการผลิตจากการเกษตรและป่าไม้ ของเสียจากสัตว์ เช่น มูลสัตว์ และของเสียจากโรงงานแปรรูปทางการเกษตร ขยะ และน้ำเสียจาก (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน 2552 สถานการณ์พลังงาน. สืบค้นเมื่อ 13 เมษายน พ.ศ. 2554)

พลังงานชีวมวล หมายถึง พลังงานที่ได้มาจากชีวมวลโดยอาศัยกระบวนการ ที่ทำให้เกิดการแตกตัวของอินทรีย์สารที่อยู่ในชีวมวลและผลิตพลังงานออกมา (สุธรรม ปทุมสวัสดิ์ “พลังงานชีวมวล” ตุลาคม ธันวาคม 2546). สรุปได้ว่าพลังงานชีวมวล หมายถึง พลังงานที่ได้จากพืชและซากสัตว์หรืออินทรีย์สารต่างๆโดยที่สามารถนำไปใช้ในรูปของพลังงานได้ พลังงานที่ได้มาจากชีวมวลจะอาศัยกระบวนการ ที่ทำให้เกิดการแตกตัวของอินทรีย์สารที่อยู่ในชีวมวลและผลิตพลังงานออกมา

จากปัญหาความร่อยหรอของทรัพยากรประเภทใช้แล้วหมดไป เช่น น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติและถ่านหิน ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้กันมาก ประกอบกับการเกิดวิกฤตการณ์พลังงาน ทำให้มนุษย์หาทางประหยัดการใช้พลังงาน และพัฒนาพลังงานรูปอื่นขึ้นมาทดแทน โดยเฉพาะประเภทที่ไม่มีวันหมดสิ้นไปหรือเรียกว่า พลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานจากแหล่งน้ำ พลังงานลม และพลังงานจากชีวมวล เป็นต้น (เสรีวัฒน์ สมินทร์ปัญญา, 2539: 112)

1. ศักยภาพชีวมวลในประเทศไทย

ประเมินศักยภาพพลังงานชีวมวลที่เกิดขึ้นในแต่ละปี โดยอ้างอิงจากผลผลิตทางการเกษตรเฉลี่ยในแต่ละปี อัตราส่วนชีวมวลต่อผลผลิตโดยเฉลี่ย และค่าความร้อนที่ได้จากการวัดในสภาพสด หรือที่ระดับความชื้นที่ระบุไว้

ตารางที่ 2.5 คุณสมบัติพลังงานชีวมวลที่เกิดขึ้น

ลำดับ	ชีวมวล	ความชื้น%	ค่าความร้อน ต่ำเมกะจูล/ กก.	อัตราส่วนชีวมวล/ ต่อผลผลิต% ต้น ไร่	ปริมาณ ล้านตัน	พลังงาน/กิกะ จูล x 10 ⁶
1	แกลบ	12.00	13.52	21.00	5.25	70.96
2	ฟางข้าว	10.00	12.33	49.00	12.25	151.04
3	ชานอ้อย	50.73	7.37	28.00	14.00	103.15
4	ใบและยอดอ้อย	9.20	15.48	17.00	8.50	131.57
5	ขี้เลื่อย	55.00	6.57	3	0.75	4.93
6	ปึกไม้	55.00	6.57	12	3.00	19.71
7	ปลายไม้	55.00	6.57	12	3.00	19.71
8	รากไม้	55.00	6.57	5	1.25	8.21
9	ใยปาล์ม	38.50	11.40	19.00	0.95	10.83
10	กะลาปาล์ม	12.00	16.90	4	0.20	3.38
11	ทะลายเปล่าปาล์ม	58.60	7.24	32.00	1.60	11.58
12	ทางปาล์ม	78.00	1.76	141.00	7.05	12.41
13	ลำต้นปาล์ม	48.40	7.54	10	0.1	0.75
14	เหง้ามันสำปะหลัง	59.40	5.49	20.00	3.40	18.68
15	ซังข้าวโพด	40.00	9.62	24.00	1.20	11.54
16	ซังข้างโพด	42.00	9.83	82.00	4.10	40.30
17	เปลือกไม้ยูคาลิปตัส	63.00	4.92	3	1.80	8.85
รวม					633	
เทียบเท่า						
น้ำมันดิบ					15,000	

ที่มา: ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล (2549) ชีวมวล มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม หน้า 56

2. ข้อดีและข้อเสียของชีวมวล

ชีวมวลเป็นพลังงานที่มาจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่ไม่มีวันหมดไป เพราะวงจรการผลิตชีวมวลคือวงจรของพืชที่มีระยะเวลาสั้น ต่างจากน้ำมันหรือถ่านหินที่ต้องอาศัยการทับถมกันเป็นเวลาหลายล้านปีนอกจากนี้ ชีวมวลสามารถผลิตได้ภายในประเทศ เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นจากการจำหน่ายชีวมวลสู่ผู้ใช้และยังช่วยลดการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศได้อีกด้วย

ข้อดีที่สำคัญทางสิ่งแวดล้อมคือ การใช้ชีวมวลในการผลิตความร้อนหรือไฟฟ้าจะไม่เพิ่มปริมาณสุทธิของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศโลก ในกรณีที่เรามีการผลิตชีวมวลขึ้น มาเพื่อทดแทนชีวมวลที่ได้ใช้ไปเพราะจะทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถูกหมุนเวียนมาใช้ในชีวมวลที่ผลิตใหม่เท่ากับปริมาณก๊าซที่ถูกผลิตจากการเผาไหม้ชีวมวลนั้นๆ เนื่องจากพืชต้องหายใจเพื่อเอาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปใช้ในการเจริญเติบโต อีกทั้งชีวมวลยังมีปริมาณกำมะถันต่ำกว่าเชื้อเพลิงฟอสซิลมาก นั่นหมายถึง การใช้ชีวมวลจะลดโอกาสในการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect) ซึ่งตรงข้ามกับการใช้น้ำมันในภาคขนส่ง หรือถ่านหินในโรงไฟฟ้าแต่เมื่อมีข้อดี ชีวมวลก็ย่อมมีข้อเสีย ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า ชีวมวลมีการเก็บรักษาและการขนส่งที่ยาก และมีความเสี่ยงสูงในการจัดหาหรือรวบรวมปริมาณชีวมวลที่ต้องการใช้ให้คงที่ตลอดปีเพราะชีวมวลบางประเภท เช่น กากอ้อยมีจำกัดเพียงบางเดือน อีกทั้งชีวมวลทุกประเภทต่างต้องการพื้นที่ในการเก็บรักษาขนาดใหญ่กว่าเชื้อเพลิงฟอสซิล

3. คุณสมบัติเบื้องต้นของวัชพืช

คงไม่มีใครไม่รู้จักวัชพืชที่มีชื่อเรียกว่า หญ้า (ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Imperta cylindrical Beauv*) หญ้า นับว่าเป็นวัชพืชศัตรูร้ายที่อยู่คู่กับเกษตรกรไทยมาช้านาน สามารถแพร่พันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว และยังเป็นพืชที่กำจัดได้ยาก ก่อให้เกิดความรำคาญแก่เกษตรกรยิ่งนัก



ภาพที่ 2.13 วัชพืช *Imperta cylindrical Beauv*

ที่มา: สำนักเมล็ดพันธุ์ข้าวกรมการข้าว. (2553). วัชพืช สืบค้นเมื่อ 13 พฤษภาคม พ.ศ. 2554 จาก

http://cbr-rsc.ricethailand.go.th/weed_ir.ht

4. การกำจัดกระดาษและวัชพืช

วิธีการกำจัดขยะ (Method of Refuse Disposal) มีหลายวิธีด้วยกันเป็นวิธีที่ดีถูกสุขลักษณะบ้างไม่ถูกสุขลักษณะบ้าง เช่น นำไปกองไว้บนพื้นดิน นำไปทิ้งทะเล นำไปฝังกลบ ใช้ปรับปรุงพื้นที่ เหม ทำปุ๋ย ใช้เลี้ยงสัตว์ ฯลฯ การจัดการและการกำจัดขยะ แต่ละวิธีต่างมีข้อดีข้อเสียต่างกัน การพิจารณาว่าจะเลือกใช้วิธีใดต้องอาศัยองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องต่างๆ ที่สำคัญ คือ ปริมาณของขยะที่เกิดขึ้น รูปแบบการบริหารของท้องถิ่น งบประมาณ ชนิด ลักษณะสมบัติของขยะ มูลฝอย ขนาด สภาพภูมิประเทศของพื้นที่ที่จะใช้กำจัดขยะมูลฝอย เครื่องมือเครื่องใช้ อาคารสถานที่ ความร่วมมือของประชาชน ประโยชน์ที่ควรจะได้รับ คุณสมบัติของขยะ เช่น ปริมาณของอินทรีย์ อนินทรีย์สาร การปนเปื้อนของสารเคมีที่มีพิษและเชื้อโรค ปริมาณของแข็งชนิดต่างๆ ความหนาแน่น ความชื้น การจัดการและกำจัดขยะมูลฝอยที่ใช้กันอยู่มีวิธีต่างๆ

5. การนำขยะไปหมักทำปุ๋ย (Composting Method)

โดยแยกขยะอันตราย ขยะติดเชื้อออกไปกำจัดเป็นพิเศษเสียก่อน ส่วนขยะพวกสารอินทรีย์ย่อยสลายได้ง่าย พวกผักผลไม้ไม่ต้องการ เมื่อปล่อยให้ทิ้งไว้จะเกิดการเน่าเปื่อย สามารถนำขยะที่ผ่านการย่อยสลายนั้นมาปรับปรุงคุณภาพดินได้ นำขยะไปทำเป็นปุ๋ยสำหรับใช้บำรุงดินเพื่อการเกษตรการย่อยสลายตามการกระบวนการธรรมชาติ (Composting) เป็นการนำขยะประเภทอินทรีย์วัตถุไปรวมกันไว้ แล้วปล่อยให้ขยะถูกย่อยสลายไปเองตามธรรมชาติหรือโดยวิธีช่วยกระตุ้นให้ขยะถูกย่อยสลายเร็วขึ้น การกำจัดขยะโดยวิธีนี้ใช้กันทั่วไปในยุโรปและเอเชีย ในประเทศไทยเองโดยเฉพาะกรุงเทพมหานครก็ใช้วิธีนี้คือ การนำขยะไปรวมกันไว้ในแหล่งรวมขยะ เช่นที่ รามอินทรา แขวงท่าแร้ง หนองแขม และชอยอ่อนนุช จนขยะเหล่านั้นเปลี่ยนแปลงสภาพไป นอกจากนี้กรุงเทพมหานครยังใช้หลักการกำจัดขยะดังกล่าว โดยการนำขยะประเภทอินทรีย์วัตถุไปผลิตเป็นปุ๋ยจำหน่ายแก่ประชากรทั่วไป

ข้อดีของการกำจัดขยะมูลฝอยแบบหมักทำปุ๋ย

- 1) ได้ปุ๋ยไปใช้ประโยชน์
- 2) ตั้งโรงงานกำจัดในเขตชุมชนได้ ถ้าหากมีมาตรการป้องกันความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม และเหตุรำคาญ ประหยัดค่าขนส่ง
- 3) การแยกขยะมูลฝอย ก่อนหมักทำปุ๋ย จะได้เศษโลหะแก้ว กลับไปทำประโยชน์ได้อีก

ข้อเสียของการกำจัดขยะมูลฝอยแบบหมักทำปุ๋ย

- 1) ถ้าดำเนินการไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการจะเกิดปัญหากลิ่นเหม็น เนื่องจากการย่อยสลายไม่สมบูรณ์
- 2) ลิ่นเปลืองค่าใช้จ่ายในการแยกขยะมูลฝอยที่ย่อยสลายไม่ได้ เพื่อนำไปทำลาย



ภาพที่ 2.14 การหมักขยะทำปุ๋ย

6. การนำขยะไปเทกองกลางแจ้ง หรือการนำขยะไปทิ้งไว้ตามธรรมชาติ (Open Dump)

เทศบาล สุขาภิบาล ในประเทศไทย มีให้เห็นกันอยู่ทั่วไป เนื่องจากไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการฝังกลบ วิธีนี้มีปัญหา เรื่องกลิ่นรบกวนรุนแรง เป็นการรบกวนผู้ที่อาศัยใกล้เคียงก่อปัญหาเกี่ยวกับทัศนียภาพ การแพร่กระจายของเชื้อโรค สัตว์แมลงต่างๆ เช่น แมลงวัน แมลงหวี่ และยังพบปัญหาน้ำชะจากกองขยะ เกิดความเน่าเสียแก่น้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน การจัดการกับขยะวิธีนี้เป็นวิธีเก่าแก่ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมานานแล้ว เป็นวิธีที่นำขยะไปกองทิ้งไว้ในที่ดินกว้างๆ เฉยๆ แล้วปล่อยให้ย่อยสลายตามธรรมชาติเป็นการกำจัดขยะที่ง่ายและลงทุนน้อย แต่ในปัจจุบันที่ดินแพงมาก ที่สาธารณะ หรือที่รกร้างว่างเปล่าก็เกือบไม่หลงเหลืออยู่เลย วิธีนี้ต้องใช้พื้นที่มากด้วยและชุมชนเมืองยิ่งขยายตัวมากขึ้น การนำขยะไปกองทิ้งไว้ในพื้นที่กว้างขวางเช่นนี้จึงไม่เหมาะสม เศษวัสดุบางอย่างในกองขยะใช้เวลานานกว่าจะย่อยสลาย เช่น โฟม ไม่ย่อยสลาย กระป๋องดีบุก 1,000 ปี กระป๋องอลูมิเนียม 200 – 500 ปี ถุงพลาสติก 450 ปี ก้นบุหรี่ 12 ปี ถุงเท้าขนแกะ 1 ปี กระดาษ 2 – 3 ปี ผ้าฝ้าย 1-5 เดือน

ข้อดีการนำขยะไปเทกองกลางแจ้ง หรือการนำขยะไปทิ้งไว้ตามธรรมชาติ

การกำจัดขยะโดยนำไปกองไว้กลางแจ้งแทบไม่มีเลย เป็นวิธีที่เร็วที่สุด เป็นวิธีที่ง่ายที่สุด แทบไม่ต้องลงทุนอะไรเลย ถ้ามีที่ดินอยู่แล้ว

ข้อเสียการนำขยะไปเทกองกลางแจ้ง หรือการนำขยะไปทิ้งไว้ตามธรรมชาติ

- 1) รบกวนผู้ที่อยู่ใกล้เคียง
- 2) แพร่กระจายเชื้อโรค
- 3) ก่อเกิดปัญหามลพิษทางน้ำ ดิน อากาศ ทัศนียภาพ
- 4) ใช้พื้นที่มาก

วิธีการกองไว้ให้น่าเบื่อ แต่วิธีนี้ใช้ได้ผลดีต่อเมื่อชุมชนมีผู้ผลิตขยะน้อยเท่านั้น นอกจากนี้แล้ว ขยะต้องเป็นวัตถุที่นำไปตามธรรมชาติได้ง่าย เช่น ใบตอง เศษอาหาร เชือกกล้วย แต่ส่วนใหญ่ในเมืองไทยยังใช้วิธีจัดขยะด้วยวิธีนี้แทบทุกแห่ง ซึ่งทำให้เกิดปัญหาทางด้านกลิ่น รบกวน



ภาพที่ 2.15 การนำขยะไปทิ้งไว้ตามธรรมชาติ

ที่มา : สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ 2554 จาก http://www.tungsong.com/Environment/Garbage_n/garbage_09.html

7. การเผาด้วยความร้อนสูง หรือการจัดโดยใช้เตาเผาหรือการสร้างโรงงานเผาขยะ (Incineration)

การจัดขยะโดยการเผาด้วยเตาเผาขยะ (Incinerator) ไม่รวมถึงการกองแล้วเผา กลางแจ้ง ทั้งนี้เพราะการเผากลางแจ้งจะอยู่ในอุณหภูมิไม่พอที่จะทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ได้ จึงมักเกิดปัญหาภาวะมลพิษในอากาศ (air pollution) และก่อให้เกิดความรำคาญเนื่องจากกลิ่น คับ และละอองเขม่า การเผาด้วยเตาเผาขยะควรมีความร้อนระหว่าง $676-1,100^{\circ}\text{C}$ ความร้อนตั้งแต่ 676°C ขึ้นไปจะช่วยทำให้ก๊าซเผาไหม้ได้อย่างสมบูรณ์ ถ้าความร้อนเกินกว่า 760°C จะช่วยทำให้ ไม่มีกลิ่นรบกวนการเผาไหม้จะสมบูรณ์มากที่สุดเมื่อมีอุณหภูมิ $1,100^{\circ}\text{C}$ ดังนั้น ถ้ามีขยะสดหรือ

ขยะเปียกปนอยู่มาก ขยะมีความชื้นสูงจะต้องใช้เชื้อเพลิงช่วยในการเผาไหม้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของขยะกับปริมาณของขยะแห้งที่เผาไหม้ได้ปะปนอยู่ด้วยมากน้อยเพียงใด โดยปกติแล้วเตาเผาขยะที่ดีจะไม่ก่อให้เกิดสภาวะมลพิษในอากาศการเผาขยะด้วยเตาเผาขยะเหมาะสมมากที่จะใช้ในการกำจัดขยะพิเศษบางชนิด เช่นขยะที่มีการ ปนเปื้อนของเชื้อโรค และขยะที่มีส่วนที่เผาไหม้ได้ปนอยู่ด้วยมาก ข้อดีของการเผาขยะในเตาเผา คือ ใช้พื้นที่น้อย สามารถสร้างเตาเผาไว้ในชุมชนซึ่งจะช่วยลดค่าขนส่งขยะ อีกทั้งหากที่เหลือจากการเผาไหม้จะปราศจากอินทรีย์สารที่ย่อยสลายได้อีกต่อไป หนึ่ง เตาเผาขยะสามารถใช้เผาขยะได้แทบทุกชนิด แม้บางชนิดไม่ไหม้ไฟจะยุบตัวลง และสภาพของดินฟ้าอากาศไม่เป็นปัญหาในการกำจัด สามารถปรับระยะเวลาในการทำงานได้ ข้อเสียของการใช้เตาเผาขยะ คือ เตาเผาขยะมีราคาแพงทั้งยังมีการสร้างที่ตั้งเตาเผาลำบากเนื่องจากการไม่ยอมรับของคนในชุมชนที่รังเกียจและมองว่าเป็นความรำคาญและภาวะมลพิษในอากาศได้ การกำจัดขยะโดยใช้เตาเผาในต่างประเทศนิยมใช้มาก เนื่องจากสามารถลดปริมาณขยะมูลฝอยได้สูงถึงร้อยละ 75-95 ใช้พื้นที่น้อย สามารถนำพลังงานความร้อนที่ได้ใช้ประโยชน์หลายอย่าง เช่น นำไปต้มน้ำเพื่อนำเอาไอน้ำไปให้ความร้อนแก่อาคารประเภทต่างๆ ตลอดจนนำไปใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยได้มีโครงการสร้างไฟฟ้าจากขยะมูลฝอยอยู่แล้ว 4 โครงการด้วยกัน

- 1) โครงการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
- 2) โครงการของเทศบาลจังหวัดสมุทรปราการ
- 3) โครงการของกรุงเทพมหานคร และ
- 4) โครงการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จังหวัดเชียงใหม่

เตาเผาขยะนี้ยังเหมาะสำหรับการกำจัดขยะมูลฝอยติดเชื้อจากโรงพยาบาลต่างๆ อีกด้วย ขยะมูลฝอยที่เหมาะสมสำหรับการกำจัดโดยวิธีเผาต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้ ความชื้นไม่เกิน 50% มีสารที่เผาไหม้ได้อย่างน้อย 25% และมีสารที่เผาไหม้ไม่ได้ไม่เกิน 60% ในกรณีที่ขยะมูลฝอยไม่มีลักษณะดังกล่าวข้างต้น เตาเผาขยะจะต้องออกแบบให้นำเชื้อเพลิงอย่างอื่นเข้ามาช่วยในการเผาไหม้ เนื่องจากตัวขยะมูลฝอยเองไม่สามารถให้ความร้อนได้เพียงพอ นอกจากนี้แล้วจะต้องมีการออกแบบหรือใช้เทคโนโลยีที่จะป้องกัน ควบคุมมิให้กระบวนการเผาไหม้ อนุภาคควัน ผุ่นละออง ไอเสีย ฝุ่น ฯลฯ เกิดปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งมลพิษทางอากาศ

ข้อดีการกำจัดโดยใช้เตาเผา

- 1) ใช้พื้นที่น้อย เมื่อเทียบกับวิธีการฝังกลบขยะมูลฝอย
- 2) กำจัดขยะมูลฝอยได้เกือบทุกชนิด และจีเส้าที่เหลือจากการเผามีน้อยไม่มีปัญหาในการกำจัดขั้นต่อไป
- 3) หากเป็นเตาเผาขนาดใหญ่ ไม่จำเป็นต้องอาศัยเชื้อเพลิงอย่างอื่นเข้ามาช่วย

4) สามารถก่อสร้างเตาเผาไว้ใกล้เคียงกับแหล่งกำเนิดของขยะมูลฝอยได้ ทำให้ประหยัดค่าขนส่ง

5) สามารถนำพลังงานความร้อนมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น นำมาผลิตกระแสไฟฟ้า
ข้อเสียการกำจัดโดยใช้เตาเผา

1) ค่าลงทุนในการก่อสร้างสูงมาก โดยเฉพาะเตาเผาขนาดใหญ่
2) ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมบำรุงรักษาค่อนข้างสูง รวมทั้งมีความร้อนสูง
3) เตาเผาขนาดใหญ่ไม่เหมาะสมสำหรับการกำจัดขยะมูลฝอยที่มีปริมาณน้อยกว่า 1 ตันต่อวัน

4) เตาเผาขนาดเล็กมักพบปัญหาเกี่ยวกับกลิ่นและควันที่เกิดจากการเผาไหม้

5) การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมมลพิษจากการเผาขยะ จะทำให้มีค่าใช้จ่ายสูง

วิธีการเผา ขยะที่นำมาเผาต้องผ่านการคัดเลือก คือ ของที่ไหม้ไฟได้ ซึ่งเศษวัสดุบางอย่างเมื่อถูก ความร้อนก็ยังปล่อยก๊าซที่เป็นพิษออกมาเช่น พลาสติกบางประเภท พวกนี้ต้องแยกออกต่างหาก ในเมืองใหญ่ถ้าเทศบาลต้องแยกเองก็ต้องเพิ่มต้นทุนลงไป ในขบวน การสูงมาก นอกจากนี้ขยะในเมืองไทยนั้นค่อนข้างและ การระบายขยะประเภทนี้อาจต้องใช้พลังงานช่วย ซึ่งก็ยิ่งสิ้นเปลืองขึ้นไปใหญ่ แต่เมืองใหญ่ของกรุงเทพฯ นั้นดูเหมือนไม่มีทางเลือก เพราะใช้วิธีอื่นไม่ได้ผล เหตุนี้รัฐบาลจึงมีความคิดในเรื่องการตั้งโรงงานเผาขยะขนาดใหญ่ๆ กันขึ้น ซึ่งมีราคาแพงมาก



ภาพที่ 2.16 การเผาขยะตามชุมชน

ที่มา: วัดอิสานคอตคอม (2553) การเผาขยะตามชุมชน สืบค้นเมื่อ 13 กันยายน พ.ศ. 2554 จาก

<http://www.watisan.com/showdetail.asp?boardid=212>



ภาพที่ 2.17 การเผาขยะแบบควบคุมมลพิษ

ที่มา: คุณกริเสง เพชรวิสิทธิ์. (2553). เตาเผาขยะ ปลอดมลพิษ. สืบค้นเมื่อ 13 กันยายน พ.ศ. 2554
จาก <http://www.lunggee.com/>

2.4 กระบวนการในการผลิตถ่านอัดแท่ง

กระบวนการในการผลิตถ่านอัดแท่งเริ่มตั้งแต่การผลิตถ่าน การบดข่อย การผสม การอัดเป็นแท่งและการทำให้แห้ง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การผลิตถ่านคือ ไม้ที่ได้จากการเผาไหม้ภายในบริเวณที่มีอากาศอยู่เบาบาง หรือกระบวนการแยกสารอินทรีย์ภายในไม้ในสภาวะที่มีอากาศอยู่น้อยมาก เมื่อมีการให้ความร้อนระหว่างกระบวนการจะช่วยกำจัดน้ำ น้ำมันดิน และสารประกอบอื่นๆออกจากไม้ ซึ่งถ่านที่ได้หลังการผลิตจะมีปริมาณของคาร์บอนสูงและไม่มีความชื้นทำให้ปริมาณพลังงานในถ่านสูง โดยมีค่าเป็นสองเท่าของปริมาณพลังงานในไม้แห้ง สำหรับกระบวนการที่ทำให้สารอินทรีย์ในเนื้อไม้เปลี่ยนรูปเป็นถ่านเรียกว่า “Carbonization” ซึ่งสามารถแยกกระบวนการดังกล่าวออกได้เป็น 4 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกคือ การเผาไหม้ (Combustion) เป็นกระบวนการที่ต้องการปริมาณออกซิเจนจำนวนมากระหว่างการเกิดคาร์บอนไนเซชัน โดยให้ความร้อนกับวัสดุภายในเตาเผาถ่าน ในขั้นตอนที่ 2 จะเป็นปฏิกิริยาประเภทคายความร้อน เพื่อไล่ความชื้นออกจากเนื้อวัสดุ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะใช้อุณหภูมิจนถึง 270°C ความชื้นจะค่อยๆ ลดลงจนกระทั่งหมดไปซึ่งสังเกตได้จากปริมาณไอน้ำสีขาวที่เกิดขึ้นจนหนาที่บส่วนในขั้นตอนที่ 3 ของกระบวนการจะเป็นปฏิกิริยาประเภทคายความร้อนโดยเกิดขึ้นในช่วงอุณหภูมิ 250 – 300°C ในระหว่างปฏิกิริยาคายความร้อนจะเกิดก๊าซต่างๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นก๊าซ

คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) นอกจากนี้ยังเกิดกรดอะซิติก เมทิล แอลกอฮอล์ และสารพวกน้ำมันดินในขั้นตอนนี้องค์ประกอบที่ระเหยได้ที่ยังคงอยู่ในกระบวนการจะถูกขับออกไป ซึ่งจะทำให้ปริมาณคาร์บอนของถ่านเพิ่มขึ้นสำหรับในขั้นตอนที่ 4 เป็นการนำผลิตภัณฑ์ถ่านมาทำให้เย็น ซึ่งจะใช้เวลาหลายชั่วโมงขึ้นอยู่กับชนิดของเตาเผาที่ใช้ในการผลิตคุณภาพของถ่านที่ผู้ใช้อยู่รับได้ คือ ต้องมีปริมาณคาร์บอน 70% สารระเหยได้ต้องน้อยกว่า 25% จี๊เจ้าประมาณ 5% และความหนาแน่นประมาณ 0.25 – 0.30 g/cm³ ซึ่งถ่านจะมีคุณสมบัติเปราะปานกลาง (ประเทือง อุษาบริสุทธิ์ และ ธารินี มหายศนันท์. (2548 สิงหาคม-พฤศจิกายน) “การศึกษาการอัดแท่งถ่านหุงต้มสำหรับใช้เครื่องอัดถ่านแบบแม่แรงไฮดรอลิก”)

2. การบดย่อย

วิธีการบดย่อยสามารถทำได้หลายวิธีไม่ว่าจะเป็นการใช้เครื่องบด เครื่องสับและเครื่องปั่นวัสดุ หรือวิธีที่ง่ายที่สุดก็คือการบดด้วยมือโดยอาจใช้ครกและสากเป็นอุปกรณ์ซึ่งวิธีนี้ต้องการแรงงานมากและใช้เวลานาน ซึ่งจากการอัดขึ้นรูป

3. การผสม

การผสมอัตราส่วนผสมของถ่านอัดแท่งจากเศษกระดาษและเศษหญ้าหรือวัชพืชวัสดุที่ถูกบดย่อยแล้วกับสารที่จะช่วยประสานวัสดุให้ติดกันง่ายขึ้นลักษณะของตัวประสานที่คั้น นอกจากจะต้องมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคสูงแล้ว ที่อุณหภูมิใช้งานยังต้องเปียกและสามารถปกคลุมพื้นที่ผิวของถ่านได้ทั่วถึง ในการทำถ่านอัดแท่งจากลิกไนท์อบ พบว่าลิกไนท์เมื่อผ่านกรรมวิธีอบแล้วจะขาดคุณสมบัติในการจับตัวเมื่อได้รับแรงกด ดังนั้นจึงต้องมีตัวประสานช่วย ซึ่งในต่างประเทศใช้ Coal tars มาผสม สำหรับประเทศไทยได้ทดลองใช้ผลผลิตทางการเกษตรเป็นตัวประสาน พบว่ากากน้ำตาลและแป้งเปียกเป็นตัวประสานที่ดี ถ่านอัดแท่งที่ใช้กากน้ำตาลเป็นตัวเชื่อมประสานนั้นมีค่าความร้อนสูงกว่า และมีปริมาณเถ้าต่ำกว่าถ่านอัดแท่งที่ใช้แป้งเปียกเป็นตัวเชื่อมประสาน แต่ข้อเสียของการใช้กากน้ำตาลคือ ต้องใช้ปริมาณมากกว่าและเมื่อทิ้งไว้ในอากาศชื้นๆ จะดูดความชื้นจากในอากาศเข้าไปทำให้อ่อนตัวลงอย่างไรก็ตามยังมีวัสดุอีกมากมายสามารถนำมาใช้เป็นตัวประสานได้ซึ่งในแต่ละท้องถิ่นก็จะมีการใช้วัสดุที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นในการที่จะเลือกวัสดุใดเป็นตัวประสานนั้นก็ควรพิจารณาถึงคุณสมบัติดังต่อไปนี้ คือ ราคาถูก มีแรงยึดเกาะที่ดี ไม่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นขณะเผาไหม้ และสามารถหาได้ง่ายสำหรับเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ไม่ได้ใช้ตัวเชื่อมประสานใดๆ เมื่ออัดเสร็จแล้วต้องนำไปใช้เลยเพราะมีความเปราะมาก ทำให้หักเป็นท่อนๆ และปนกระจายได้ง่าย จึงไม่สามารถเก็บรักษาไว้นานๆ

4. การอัดเป็นแท่ง ตามรูปทรงที่กำหนด

ขั้นตอนในการอัดส่วนผสมเป็นแท่งนี้เป็นขั้นตอนในการกำหนดรูปร่างและความแน่นของเนื้อถ่านอัดแท่ง โดยกำหนด รูปทรงถ่านอัดแท่งที่มีทั้งด้านกว้าง ด้านยาว และด้านลึก เป็นภาพที่มีด้าน 3 ด้านหรือเรียกว่า 3 มิติเป็นส่วนที่แสดงความลึกและมีรายละเอียดต่างๆ ประกอบภาพอีกด้วยเพื่อให้ดูเหมือนจริงเป็นไปตามรูปทรงของถ่านอัดแท่งที่กำหนดไว้ โดยถ่านอัดแท่งรูปทรงกระบอกมีครีบริบ 5 ครีบริบรอบด้าน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 cm รูปทรงมีลักษณะรูกลวงระบายอากาศตลอด 40 แท่งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางรูกลวงขนาด 1.5 cm ความยาว ขนาด 10 cm ทั้งนี้ ขนาดและรูปร่างนั้นจะขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ในการใช้งาน และความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งวิธีที่ง่ายที่สุดก็คือการใช้มือปั้นและอัดส่วนผสมให้เป็นแท่ง แม้ว่าแรงอัดด้วยวิธีนี้จะมีไม่มากนัก จะเห็นได้ว่าเชื้อเพลิงที่มีความหนาแน่นเหมาะสม จะช่วยให้เกิดการลุกไหม้ ให้ความร้อนได้นาน ส่วนเชื้อเพลิงที่มีความหนาแน่นน้อยเกินไปจะทำให้เกิดการลุกไหม้และมอดเร็วไม่สะดวกต่อการใช้งานเพราะต้องเติมเชื้อเพลิงบ่อยๆ แต่ข้อด้อยของเชื้อเพลิงที่มีความหนาแน่นมากเกินไปจะทำให้การลุกไหม้เกิดไม่สะดวกและบางครั้งอาจทำให้เชื้อเพลิงดับอีกด้วย

5. การทำให้แห้ง

เนื่องจากเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้ยังมีปริมาณความชื้นอยู่สูง จึงต้องนำไปตากให้แห้งเพื่อเป็นการลดความชื้นตามมาตรฐานให้ไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก และเพื่อทำให้เชื้อเพลิงแข็งตัวเกาะกันแน่น ซึ่งวิธีที่ง่ายและถูกที่สุด สำหรับการทำให้แห้งก็คือการนำไปผึ่งแดดจนกว่าถ่านจะแห้งสนิท

2.5 สมรรถนะและมลภาวะของถ่านอัดแท่ง

1. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านอัดแท่ง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547 ก: 1-3 สืบค้นเมื่อวันที่ 25 กรกฎาคม 2554)

2. ขอบข่าย มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะถ่านอัดแท่งที่ทำจากถ่านผงหรือถ่านเม็ดมาเป็นแท่ง หรือทำจากวัสดุธรรมชาติมาอัดเป็นแท่งแล้วเผาจนเป็นถ่าน

3. บทนิยาม ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังนี้

ถ่านอัดแท่งหมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำวัสดุธรรมชาติ เช่น กะลามะพร้าว กะลาปาล์ม ชังข้าวโพดมาเผาจนเป็นถ่าน อาจนำมาบดเป็นผงหรือเม็ดแล้วอัดเป็นแท่งตามรูปทรงที่ต้องการ หรือนำวัสดุธรรมชาติ เช่น แกลบ จี่เลื้อย มาอัดเป็นรูปทรงที่ต้องการ หรือนำวัสดุธรรมชาติ เช่น แกลบ จี่เลื้อย มาอัดเป็นแท่งตามรูปทรงที่ต้องการแล้วจึงมาเผาเป็นถ่าน

ค่าความร้อน หมายถึง พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาถ่านหนัก 1 g มีหน่วยเป็น kcal/kg โดยมีคุณลักษณะที่ต้องการ

1) ลักษณะทั่วไป ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีรูปทรงเดียวกัน ขนาดใกล้เคียงกันมีสี คำสม่าเสมอ ไม่เปราะ อาจแตกหักได้บ้าง

2) การใช้งานเมื่อติดไฟต้องไม่มีสะเก็ดไฟกระเด็น ไม่มีควันและกลิ่น

3) ความชื้น ต้องไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก

4) ค่าความร้อนต้องไม่น้อยกว่า 5,000 kcal/kg

การบรรจุ

1) หากมีการบรรจุ ให้บรรจุถ่านอัดแท่งในภาชนะบรรจุที่สะอาด แห้ง และสามารถ ป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับถ่านอัดแท่งได้

2) น้ำหนักสุทธิของถ่านอัดแท่งในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก เครื่องหมายและฉลาก

1) ที่ฉลากหรือภาชนะบรรจุถ่านอัดแท่งทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือ เครื่องหมายรายละเอียดต่อไปนี้อย่างชัดเจน

ชื่อผลิตภัณฑ์

ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำ

น้ำหนักสุทธิ

เดือน ปีที่ทำ

ข้อเสนอแนะในการใช้

ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน รุ่นในที่นี่ หมายถึง ถ่านอัดแท่งที่ทำโดยกรรมวิธี เดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน การชักตัวอย่างและการยอมรับให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

การทดสอบ

1) การทดสอบลักษณะทั่วไป ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายฉลากให้ตรวจพินิจ

2) การทดสอบการใช้งานให้ทดสอบโดยการจุดตัวอย่างถ่านอัดแท่ง และตรวจพินิจ

3) การทดสอบความชื้นให้ใช้วิธีทดสอบตาม ASTM D 3173

4) การทดสอบค่าความร้อนให้ใช้วิธีทดสอบตาม ASTM D 5865

5) การทดสอบน้ำหนักสุทธิให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

6) มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านไม้หุงต้ม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 2547 ข : 1-3)

7) เถ้า (ash) หมายถึง ร้อยละของปริมาณสารที่เหลือจากการเผาถ่านจนมีน้ำหนักคงที่ ที่อุณหภูมิ 700°C ถึง 750°C

8) สารระเหย (volatile matter) หมายถึง ร้อยละของปริมาณสารระเหยที่ได้จากการเผา ถ่านที่อุณหภูมิ 950°C โดยใช้เวลา 7 min

คุณลักษณะที่ต้องการ

- 1) ลักษณะทั่วไป ต้องมีสีดำสม่ำเสมอไม่มีเศษดินและไม้ที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ปนอยู่
- 2) ความชื้น ต้องไม่เกินร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก
- 3) ค่าความร้อนต้องไม่น้อยกว่า 6,000 kcal/kg
- 4) เถ้า ต้องไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก
- 5) สารระเหย ต้องไม่เกินร้อยละ 25 โดยน้ำหนัก
- 6) การใช้งาน เมื่อติดไฟต้องไม่มีสะเก็ดไฟกระเด็น มีควันได้เล็กน้อย

มลภาวะ แหล่งกำเนิดมลภาวะทางอากาศการเผาไหม้เชื้อเพลิงของกิจกรรมต่างๆ ได้แก่ รถยนต์การเผาขยะมูลฝอย การผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง เป็นต้น ซึ่งทำให้เกิด ก๊าซต่างๆ เช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ จีเอ็ม และออกไซด์ของโลหะ เป็นต้น

ตารางที่ 2.6 ผลของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และควันหรือฝุ่นละอองต่อมนุษย์

ค่าเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร(ส่วนในล้านส่วน)	ควันหรือฝุ่นละออง (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	ผลที่เกิดขึ้น	เอกสารอ้างอิง
1500 (0.52) (ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) เท่ากับหรือมากกว่า 715 (0.25) (ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง)	เท่ากับหรือ มากกว่า 6	เพิ่มอันตราย	MC Carroll and Bradley (1996)
500 (0.19) (ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง)	750	อาจเพิ่มอันตรายต่อวัน	Lawther (1963)
300 – 500 (0.11-0.19) (ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง)	ต่ำ	อาจเพิ่มอัตราการตาย	Brass และ คณะ (1966)
715 (0.25) (ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง)	ต่ำ	เพิ่มอัตราป่วย เข้ารับการรักษาใน โรงพยาบาลด้วยโรค ทางเดินหายใจ เพิ่มอัตรา การขาดงาน อัตราการ ป่วยของผู้มีอายุเกิน 54 ปี	Brass และคณะ (1966)
600 (0.21) (ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง)	มี	เพิ่มขึ้นโดยฉับพลัน	Carnow และคณะ (1968)
	300	ผู้ป่วยด้วยโรคปอดเรื้อรัง อาจมีอาการรุนแรง	Lawther (1958)

ที่มา: USHEW. (1962). Division of Air Pollution, Washington.

ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NOx) ออกไซด์ของไนโตรเจนประกอบด้วย ไนตริกออกไซด์ (N2O) ไนตริกออกไซด์ (NO) ไดไนโตรเจนไดรอกไซด์ (N2O3) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO2) ไดไนโตรเจนไดออกไซด์ (N2O2) ไดไนโตรเจนเตตราออกไซด์ (N2O4) และ ไดไนโตรเจนเพนต็อกไซด์ (N2O5) ซึ่งส่วนหนึ่งเกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงต่างๆ เช่น ก๊าซ ถ่านหิน ฟืน เป็นต้น อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของออกไซด์ของไนโตรเจนซับซ้อนมาก และขึ้นอยู่กับสารมลพิษอื่นๆ เช่น ไฮโดรคาร์บอน โอโซนสารประกอบซัลเฟอร์ เป็นต้น รวมทั้งสภาวะทางธรรมชาติ เช่น แสงอาทิตย์ ก็เป็นองค์ประกอบตัวหนึ่งเช่นกัน ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะไนตริกออกไซด์ (NO) และไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO2) ไนตริกออกไซด์เป็นก๊าซไม่มีสีและกลิ่น ซึ่งส่วนมากเมื่อทำปฏิกิริยาทางเคมีกับออกซิเจนในอากาศจะเปลี่ยนเป็นไนโตรเจนไดออกไซด์ และมีผลต่อมนุษย์ ดังแสดงในตาราง ซึ่งพบว่าค่าต่ำสุดที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ป่วยโรคหืด คือ 190 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (0.1 ส่วนในล้านส่วน) ในระยะเวลา 1 ชั่วโมงต่อวันที่หายใจเอาก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์เข้าไป อย่างไรก็ตาม จากการประชุมขององค์การอนามัยโลก พ.ศ. 2515 ที่กรุงโตเกียว ได้สรุปว่า ถึงแม้จะมีการทดลองกับผู้ป่วยโรคหืดและพบว่าก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ที่ระดับ 190 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในระยะ 1 ชั่วโมง

2.6 การประเมินคุณภาพและสมบัติทางเชื้อเพลิง

ในการประเมินคุณภาพของเชื้อเพลิงจะใช้องค์ประกอบที่สำคัญของเชื้อเพลิงเป็นหลัก ในการประเมินคุณภาพ วิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM (American Society for Testing and Materials) มีดังนี้

1. ค่าความร้อน (Heating value)
2. ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ (Volatile matters)
3. ปริมาณคาร์บอนคงตัว (Fixed carbon)
4. ปริมาณเถ้า (Ash content)
5. ปริมาณความชื้น (Moisture content)

2.6.1 ประสิทธิภาพด้านความร้อน

ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงก็เป็นตัวชี้สมบัติของเชื้อเพลิงอย่างหนึ่ง เชื้อเพลิงที่มีค่าความร้อนสูงถือว่าเป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพดี เช่น ถ่านที่มีค่าความร้อนสูงถือว่าเป็นถ่านที่มีคุณภาพดี แต่สำหรับการใช้ถ่านในการหุงต้มในครัวเรือนนั้น ถ่านที่ถือว่ามีคุณภาพดีที่สุดนั้นไม่จำเป็นต้องเป็นถ่านที่มีค่าความร้อนสูงสุด แต่ต้องมีสมบัติที่ดีของถ่านทางด้านอื่นๆ ด้วยคือ (กองวิจัยผลิตผลป่าไม้, 2526) ถ่านอัดแท่งที่มีคุณภาพและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมีดังนี้

1. การแตกปะทุขณะติดไฟ ถ่านที่แตกปะทุขณะติดไฟจะเป็นที่รังเกียจของผู้ใช้อันดับหนึ่ง ดังนั้นถ่านที่มีคุณภาพดีจะไม่มีแตกปะทุเล็กน้อยในช่วงเวลาที่ติดไฟ
2. น้ำหนักถ่าน ถ่านหนักจะลุกไหม้ให้ความร้อนแรงได้นาน
3. ควัน ถ่านที่มีคุณภาพดีไม่ควรจะมีควัน และกลิ่นฉุนในขณะที่ลุกไหม้
4. ความแข็งแรง ถ่านที่มีความแข็งแรงสูงจะช่วยลดการแตกหักหรือป่นเป็นผง ทำให้สะดวกต่อการใช้ การขนส่งและการเก็บรักษา

2.6.2 ข้อดีของแท่งเชื้อเพลิงเมื่อเปรียบเทียบกับฟืนและถ่าน

1. มีสมบัติทางกายภาพและความร้อนสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือนได้
2. ไม่ต้องสิ้นเปลืองทรัพยากรธรรมชาติ จากการตัดไม้ทำลายป่า เพียงแต่ใช้เศษเหลือจากการเกษตรและโรงงานอุตสาหกรรมเกษตรมาประยุกต์
3. มีรูปร่างและขนาดเป็นแบบเดียวกัน สามารถใช้ป้อนเชื้อเพลิงในทางอุตสาหกรรมได้อย่างต่อเนื่องและสะดวกในการใช้งาน
4. มีประสิทธิภาพในการเผาไหม้
5. สะดวกในการเก็บรักษา
6. เนื่องจากการนำของเหลือทิ้งจากเกษตรและโรงงานมาใช้ จึงเป็นการประหยัดพลังงานในการทำลายเศษเหลือเหล่านี้อีกด้วย (บุญมา ป่านประดิษฐ์; และคณะ. ม.ป.ป.)

จากวิธีการดังกล่าวมาเป็นการกำจัดขยะในแต่ละแบบ แต่สำหรับที่คนส่วนใหญ่จะใช้วิธีเผาทำลาย เพราะง่าย และลดปริมาณพื้นที่ของกองขยะ ดังนั้นเราจึงควรนำขยะดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ให้มากที่สุดโดยการนำมาแปรรูปเพื่อเพิ่มคุณค่าให้กับขยะ โดยการนำมาทำเป็นถ่านอัดแท่งซึ่งมีส่วนประกอบของกระดาษที่ใช้งานแล้วกับเศษวัชพืช เช่น หญ้า เศษใบไม้ ฯลฯ สิ่งที่สำคัญอีกประการหนึ่งของงานวิจัยและแนวโน้มของการสร้างเครื่องจักรและการผลิตด้วยการแปรรูปผลิตภัณฑ์ จำเป็นต้องให้ความสำคัญถึงคุณค่าของผลิตภัณฑ์ จุดคุ้มทุน และผลกระทบที่ตามมา

2.7 มาตรฐานเกี่ยวกับคุณสมบัติจากสมาคม

คุณสมบัติต่างๆ ได้นำมาจากแหล่งข้อมูลทั้งในไทยและต่างประเทศ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ใกล้เคียงความถูกต้องมากที่สุด

ASTM (American Society for Testing and Materials) นับได้ว่าเป็น สมาคมวิชาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่กำหนด และจัดทำมาตรฐาน ซึ่งเป็นที่นิยมใช้ และเป็นที่ยอมรับทั่วโลก สมาคม ASTM จัดตั้งขึ้นในสหรัฐอเมริกา เมื่อปี ค.ศ. 1918 ทำหน้าที่ส่งเสริมสนับสนุนทางด้านวิชาการ เพื่อเป็นการช่วยเหลืออุตสาหกรรม หน่วยงานของรัฐ และสาธารณชน

ทั่วไป โดยการพัฒนามาตรฐาน ที่เกี่ยวข้องกับ ลักษณะและการทำงาน ของวัสดุ ผลิตภัณฑ์ การบริการ ระบบการใช้งาน ASTM ถือได้ว่าเป็นสมาคมที่ใหญ่ที่สุดในโลก ในด้านของระบบการพัฒนามาตรฐาน ที่ใช้ด้วยความสมัครใจ มาตรฐาน ASTM จัดขึ้น โดยมติของกรรมการวิชาการ เฉพาะสาขาวิชาต่างๆ ถึง 132 คณะและมีการจัดพิมพ์มาตรฐานมากกว่า 9,800 เรื่อง ในแต่ละปี โดยมีสมาชิกที่ทรงคุณวุฒิ ทางวิชาการถึง 35,000 คน ประกอบด้วย ตัวแทนกลุ่มผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้สนใจทั่วไป รวมทั้งองค์กรที่เกี่ยวข้องต่างๆ ทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ทำให้เชื่อได้ว่า มาตรฐาน ASTM นี้ ครอบคลุมวิชาการต่างๆ มากมายและมีความละเอียด ลึกซึ้ง นอกจากนี้ มาตรฐาน ASTM ยังได้รับการพิจารณา ทบทวนปรับปรุง และแก้ไขเพิ่มเติมอยู่ตลอดเวลา ทำให้ทันสมัยอยู่

2.8 การจัดแบ่งมาตรฐาน ASTM

มาตรฐาน ASTM ที่ผ่านการรับรองของสมาคมฯ และประกาศใช้เป็นมาตรฐานสามารถแบ่งตามเนื้อหา ออกได้เป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

2.8.1 Classification เป็นมาตรฐานของ ระบบการจัดการ และการจัดแบ่ง วัสดุผลิตภัณฑ์ การบริการ ระบบ หรือการใช้งาน ออกเป็นกลุ่มๆ โดยอาศัยคุณลักษณะที่เหมือนกัน เช่น แหล่งกำเนิด ส่วนประกอบ คุณสมบัติหรือประโยชน์ใช้สอย

2.8.2 Specification เป็นข้อกำหนดที่ระบุแน่นอน ถึงคุณลักษณะและสมบัติต่างๆ ที่ต้องการของวัสดุ ผลิตภัณฑ์ ระบบหรือการใช้งาน ข้อกำหนดเหล่านี้ มักจะแสดงค่าเป็นตัวเลข และมีข้อกำหนดกำหนดไว้ พร้อมทั้งวิธีหาค่าเหล่านั้นด้วย

2.8.3 Terminology เป็นเอกสารมาตรฐานที่กำหนดคำนิยาม คุณลักษณะ คำอธิบายของศัพท์ต่างๆ เครื่องหมาย ตัวย่อ คำย่อที่ใช้ในมาตรฐานต่างๆ

2.8.4 Test method เป็นมาตรฐานเกี่ยวกับกรรมวิธีที่กำหนด ใช้ในการตรวจสอบ พิสูจน์วัด และปริมาณคุณภาพ คุณลักษณะ คุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างของวัสดุ ระบบหรือการใช้งาน ซึ่งมีผลการทดสอบ ที่สามารถนำไปใช้ ในการประเมินค่าตามข้อกำหนด

2.8.5 Guide เป็นคำแนะนำ หรือทางเลือก ให้ผู้ใช้เลือกใช้เทคนิคต่างๆ ที่มีอยู่รวมทั้งสิ่ง ที่จะได้จากการประเมิน และการมาตรฐานที่ใช้นั้นๆ ด้วย

2.8.6 Practice เป็นวิธีการปฏิบัติเฉพาะ สำหรับงานเฉพาะอย่าง ได้แก่ การเขียนรายงาน การสุ่มตัวอย่าง ความแม่นยำ ความละเอียด การเลือก การเตรียม การประยุกต์ การตรวจสอบ ข้อควรระวังในการใช้ การกำจัดทิ้ง การติดตั้ง การบำรุงรักษา ตลอดจนการใช้เครื่องมือทดสอบ

2.9 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) เป็นรัฐวิสาหกิจประเภทที่จัดตั้งขึ้นเพื่อดำเนินการตามนโยบายพิเศษ ของรัฐในสังกัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วท.) เดิมมีชื่อว่าวิจัยสถาบันวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย (สวป.) ซึ่งตั้งขึ้นตามพระราชบัญญัติสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์ แห่งประเทศไทย พ.ศ. 2506 และได้เปลี่ยนมาใช้พระราชบัญญัติ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2522 สืบเนื่องจากการจัดตั้งกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมตั้งแต่วันที่ 23 มีนาคม 2522 จนถึงปัจจุบัน จากตารางด้านล่างและผลการทดสอบการเปรียบเทียบคุณลักษณะด้านเชื้อเพลิงระหว่าง แกลบกับไม้ จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ตารางที่ 2.7 แสดงการเปรียบเทียบคุณลักษณะด้านเชื้อเพลิงระหว่างแกลบกับไม้

คุณลักษณะ	แกลบ	ไม้
ความชื้น (Moisture, %)	8.12 – 11.54	5.91 – 8.01
คาร์บอน (Fixed Carbon, %)	19.20 – 20.67	22.25 – 22.82
ขี้เถ้า (Ash, %)	16.42 – 18.34	1.27 – 3.87
สารระเหย (Volatile Matter, %)	61.10 – 64.37	73.31 – 76.04
ค่าความร้อน (Heating Value, kcal/kg)	3,790 – 4,006	4,389 – 4,590
กำมะถัน (Sulfur, %)	0.11 – 0.21	0.14 – 0.30
ความหนาแน่น (Density, gm/cm ³)	0.107 – 0.109	0.6425 – 0.8341
ลิกนิน (Lignin)	21.40 – 46.97	-
คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate)	15.00	-
เซลลูโลส (Cellulose)	34.34 – 43.80	-
จุดที่ทำให้ขี้เถ้าอ่อนตัว (Softening Point of Ash, °C)	650 - 725	-

ที่มา: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

2.10 การผลิตถ่าน

ผลิตถ่านมี 2 กรรมวิธีด้วยกัน ได้แก่ กรรมวิธีการผลิตอัดร้อน และกรรมวิธีการผลิตอัดเย็น คือ ไม่มีวัสดุอื่นผสมเพื่อผลิตถ่าน เช่นแป้งมันโดยกรรมวิธีการผลิตอัดร้อน เราจะใช้ความร้อนเป็นตัวประสานเนื้อวัสดุ (ขี้เลื่อย) ให้ติดกันเป็นแท่ง จากนั้นนำไป เข้าเตาเผาที่มีคุณภาพสูง จึงได้ผลผลิตที่มีคุณภาพเพื่อส่งมอบให้ลูกค้าและแนะนำกระบวนการผลิตให้กับลูกค้ารับทราบเพื่อเป็นการเพิ่มความมั่นใจในสินค้าที่ผลิตขึ้นอย่างพิถีพิถันทุกขั้นตอนในการผลิต



(ก)



(ข)

ภาพที่ 2.18 (ก) ถ่านกรรมวิธีการผลิตอัดร้อน (ข) กรรมวิธีการผลิตอัดเย็น

2.10.1 การบดย่อยกระดาษและเศษวัชพืช

กระดาษและเศษวัชพืชที่นำมาใช้ส่วนมากมาจากสำนักงานหรือบริเวณอาคารจะถูกทำลายโดยวิธีการบดย่อย ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธีไม่ว่าจะเป็นการใช้เครื่องบด เครื่องสับ และเครื่องป่นวัสดุ สับ หรือวิธีที่ง่ายที่สุดก็คือการบดด้วยมือโดยอาจใช้ครกและสากเป็นอุปกรณ์ซึ่งวิธีนี้ต้องการแรงงานมากและใช้เวลานาน ซึ่งจากการอัดขึ้นรูปถ่านขนาดต่างๆ พบว่าในปริมาณตัวประสานที่เท่ากันกระดาษและวัชพืชที่ข่อยมีขนาดเล็กมีแนวโน้มในการขึ้นรูปได้ดีกว่าและสามารถรับน้ำหนักที่ทำให้ถ่านอัดแท่งแตกหักได้ดีกว่าการบดย่อยสลายกระดาษและวัชพืชที่มีขนาดใหญ่ในการที่จะนำเศษกระดาษและวัชพืชจะต้องนำมาบดย่อยสลายละเอียดพอที่จะนำไปขึ้นรูปได้

2.10.2 การอัดเป็นก้อน

กระบวนการอัดก้อนหรือการทำให้เป็นก้อน เป็นเทคโนโลยีของการอัดโดยอาศัยกรรมวิธีต่างๆ เพื่อที่จะเพิ่มค่าความหนาแน่นของสาร วัสดุเมื่อถูกอัดให้เป็นผลิตภัณฑ์จะมีค่าความ

หนาแน่นสูงขึ้นมีปริมาณของความชื้นลดลง และมีขนาดรูปร่างและคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกัน ซึ่ง
 อย่างที่เคยกล่าวมาแล้วว่าการอัดเป็นก้อนนี้สามารถทำได้โดยใช้ตัวประสานหรือไม่ใช้ก็ได้

การที่วัสดุสามารถเกาะเข้าด้วยกันได้ดีในขณะที่อัด โดยที่เมื่อนำออกจากแบบอัดแล้ว
 วัสดุจะต้องไม่แตกออกไปอีก สามารถทำได้ 2 วิธี แรกสุด คือ ใช้ตัวประสานทำหน้าที่ยึดเกาะวัสดุ
 ให้ติดกันและแบบที่สองคือ การใช้อุณหภูมิและความดันที่สูงพอที่จะให้ตัววัสดุเองทำหน้าที่เป็นตัว
 ประสานได้ เศษไม้หรือขี้เลื่อย เมื่อก่อนนำมาอัดภายใต้สภาวะอุณหภูมิและความดัน สารลิกนินจะทำ
 หน้าที่เหมือนตัวประสานทำให้ขี้เลื่อยนั้นยึดติดกัน โดยไม่จำเป็นต้องใช้ตัวประสานเลย ใน
 กระบวนการอัดเป็นก้อนจะประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. เก็บสะสมวัตถุดิบที่จะนำมาอัดเป็นก้อน
2. ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ
3. การอัด
4. การนำออกจากแบบ การอบแห้งและการเก็บ

เก็บสะสมวัตถุดิบที่จะนำมาอัดเป็นก้อน วัตถุดิบที่นำมาใช้อัดเป็นก้อนมีอยู่มากมาย
 หลายชนิดได้แก่ เศษไม้ที่เกิดจากอุตสาหกรรมการผลิต ไม้ เปลือกถั่ว แกลบข้าว กากอ้อย เศษ
 กระดาษ ปอ ป่าน ของเหลือใช้จากอุตสาหกรรมอาหาร เปลือกกาแฟ เศษขยะ ถ่านไม้ที่มีขนาด
 เล็กเลียด ถ่านหินขนาดเล็กของเหลือใช้จากอุตสาหกรรมกระดาษ เป็นต้น และเนื่องจากวัตถุดิบ
 ต่างๆ เหล่านี้จะมีค่าความหนาแน่นต่ำ จึงต้องมีการเก็บสะสมในปริมาณที่มากพอและควรเก็บไว้ใน
 ที่แห้ง

ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ วัตถุดิบที่ถูกเก็บสะสมก่อนที่จะนำไปอัดก้อนมักต้องนำมา
 ผ่านขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบก่อนเสมอ ซึ่งวิธีการเตรียมวัตถุดิบมักขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่จะ
 นำมาใช้อัดก้อน แต่โดยทั่วไปขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบจะประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. การลดขนาดวัตถุดิบที่จะนำไปอัดก้อนจะต้องถูกนำมาบดเพื่อลดขนาดก่อน ซึ่งอาจ
 ทำได้โดยอาศัยเครื่องลดขนาดแบบต่างๆ ได้แก่ เครื่องบดแบบค้อน เครื่องบดแบบหยาบ เครื่องบด
 แบบละเอียด หรือเครื่องตัดวัตถุดิบจะถูกบดจนกระทั่งมันสามารถไหลผ่านตะแกรงตามขนาดที่
 ต้องการ เพื่อให้มีขนาดเล็กเหมาะสมในการอัดก้อน และมีขนาดที่ใกล้เคียงกัน แต่เนื่องจาก
 กระบวนการลดขนาดจะต้องมีการใช้พลังงาน ดังนั้นขั้นตอนนี้ควรที่จะใช้เวลาให้สั้นที่สุดเท่าที่จะ
 ทำได้ แต่สำหรับวัตถุดิบบางชนิดอาจไม่จำเป็นต้องผ่านขั้นตอนการลดขนาดเลย

2. การอบแห้ง วัตถุดิบบางชนิดที่นำมาผ่านกระบวนการอัดก้อนจะมีลักษณะเปียกเกิน
 ดังนั้นก่อนที่จะนำมาผสมกับตัวประสานจึงจำเป็นต้องอบแห้งก่อน การอบแห้งสามารถทำได้การ

ตากแดด การใช้ขลวดความร้อนหรือการใช้ความร้อน ซึ่งสามารถกระทำได้ในถังหมุน บางครั้งจะสามารถทำการอบแห้งวัสดุก่อนที่จะนำมาลดขนาดได้

3. การผสมกับตัวประสาน วิธีการผสมวัสดุกับตัวประสานสามารถทำได้หลายวิธี โดยอาจใช้วิธีง่ายๆ หรืออาจใช้ตัวผสมปูนซีเมนต์ แต่สำหรับในทางอุตสาหกรรมส่วนใหญ่นิยมการผสมในเครื่องผสมแบบ Ribbon

การอัดเป็นก้อน วิธีการอัดวัสดุให้เป็นก้อนสามารถทำได้หลายวิธีทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการออกแบบโดยทั่วไปการอัดก้อนสามารถทำได้โดยการใส่วัสดุลงในภาชนะ จากนั้นภาชนะจะถูกปิดทางตอนบนด้วยฝาปิดที่สามารถสวมเข้ากับภาชนะได้พอดี จากนั้นให้ความดันเพื่อกดวัสดุให้เป็นแน่น ค่าความดันอาจมีค่าตั้งแต่ 0.5 - 1,200 kg/cm² ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกระบวนการที่ใช้ ในบางกรณีวัสดุจะถูกให้ความร้อนเพื่อช่วยให้ตัวประสานทำงานได้ดี

การนำออกจากแบบ การอบแห้ง การเก็บ เมื่อวัสดุถูกอัดให้เป็นก้อนและนำออกจากแบบแล้ว จะต้องนำไปทำให้แห้งก่อนเพื่อลดปริมาณความชื้นในก้อน และเพื่อให้ตัวประสานเกิดการแข็งตัวและยึดถ่วงให้คงรูปร่างเดิมไว้เมื่อถ่วงแห้งดีแล้วจึงค่อยนำไปเก็บต่อไป

2.10.3 ตัวประสาน

ตัวประสานที่ใช้ในการอัดก้อนมีอยู่หลายชนิด แต่สามารถแยกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. ตัวประสานที่สามารถเผาไหม้ได้ ได้แก่ ทาร์ แป้ง สาหร่าย มูลสัตว์ เรซินตามธรรมชาติ และเรซินสังเคราะห์

2. ตัวประสานที่เผาไหม้ไม่ได้ ได้แก่ ดินขาว โคลน ซีเมนต์ เป็นต้น

ราคาของตัวประสานอาจก่อให้เกิดปัญหาทางเศรษฐกิจแก่กระบวนการผลิตถ่วงจากแบบได้ ดังนั้น ปริมาณของตัวประสานที่ใช้ควรมีค่าน้อยที่สุด แต่ยังคงสามารถอัดเป็นก้อนได้ การผสมตัวประสานแบบเผาไหม้ไม่ได้จะไม่ช่วยให้พลังงานออกมา แต่ตัวประสานนี้อาจช่วยทำให้ระยะเวลาการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงอัดก้อนนานขึ้นได้ ค่าอัตราส่วนระหว่างวัสดุกับตัวประสาน ควรทำการวิเคราะห์ โดยวิธีการลองผิดลองถูกในห้องปฏิบัติการก่อนที่จะนำมาผลิตในขั้นอุตสาหกรรม ค่าอัตราส่วนที่เหมาะสมนี้จะต้องให้คุณสมบัติในการเผาไหม้ของถ่วงได้ดี ตลอดจนต้องมีค่าความแข็งแรงเชิงกลสูงด้วยเพื่อสะดวกในการขนส่ง

2.11 ถ่านที่มีคุณภาพ

2.11.1 น้ำหนักถ่าน ถ่าน 1 กระสอบ ควรมีน้ำหนักมากกว่า 40 kg เพราะถ่านที่มีน้ำหนักมาก จะให้ความร้อนได้นาน ส่วนถ่านที่มีน้ำหนักเบา มีโพรงอากาศมากจะลุกไหม้และสูญเสียความร้อน ไปอย่างรวดเร็ว ทำให้ต้องใช้ถ่านมากในการหุงต้มแต่ละครั้ง

2.11.2 ความแข็งแรง ถ่านที่มีความแข็งแรงมากนอกจากจะทำให้ความร้อนสูงแล้วยัง สะดวกในการขนส่ง เพราะไม่ค่อยแตกหัก เราสามารถทดสอบความแข็งแรงของถ่านได้ โดยการใช้ไม้ เกลาะเบา ๆ หรือใช้มือบีบที่ก้อนถ่าน ถ้าแตกหักง่ายแสดงว่าถ่านคุณภาพไม่ดีจะมีการแตกป่นมาก ระหว่างขนส่ง

2.11.3 การแตกระเบิดเมื่อติดไฟหรือปะทุไฟถ่านที่ปะทุไฟจะทำความรำคาญและความ เสียหายกับผู้ใช้น้ำมาก เพราะเนื่องจากจะเป็นอันตรายต่อผิวหนังแล้ว ยังอาจทำให้เสื้อผ้า ของใช้ เสียหายเนื่องจากไฟไหม้ และทำให้บ้านเรือนสกปรกด้วย ถ่านที่ผ่านการทดสอบแล้ว ไม่มีการปะทุ ถือว่าเป็นถ่านที่มีคุณภาพดีมากเหมาะในการนำมาใช้หุงต้มในครัวเรือน ถ่านที่มีการปะทุเล็กน้อย ในช่วงแรกที่ติดไฟยังถือว่าเป็นถ่านที่มีคุณภาพดี ถ้ามีการปะทุไฟนาน 2-3 min แสดงว่าเป็นถ่าน คุณภาพปานกลาง แต่ถ้ามีการปะทุไฟมากและนานจนกระทั่งลุกแดงทั้งก้อน แสดงว่าเป็นถ่านที่มี คุณภาพต่ำ ไม่เหมาะที่จะนำมาหุงต้มในครัวเรือน

2.11.4 ควัน ถ่านที่ดีไม่ควรมีความชื้นและกลิ่นฉุน ถ้ามีก็เพียงเล็กน้อย ถ่านที่มีควันดำ แสดง ว่าเป็นถ่านที่มีน้ำดินผสมอยู่ หรือเป็นถ่านที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์

2.12 การทดสอบคุณภาพถ่าน

การทดสอบคุณภาพถ่าน เป็นการตรวจสอบว่าถ่านนั้นมีคุณสมบัติเป็นอย่างไร สามารถ นำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ดีหรือไม่ หรือนำไปใช้ประโยชน์อื่นตามคุณภาพของถ่าน การทดสอบ คุณภาพตามข้อกำหนดของผู้ใช้ในด้านต่างๆ จะทำให้ทราบถึงคุณภาพของถ่าน

การทดสอบคุณภาพถ่าน มีการวิเคราะห์หาค่าต่างๆ ดังนี้

1. Proximate analysis ได้แก่การหาปริมาณความชื้น เถ้า สารระเหย และคาร์บอนคง ตัว

2. Ultimate analysis ได้แก่การหาปริมาณ คาร์บอน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน ออกซิเจน กำมะถัน

3. วิเคราะห์หาค่าความร้อน (Calorific value) การวิเคราะห์ทดสอบเรื่องถ่านจะมีวิธี ทดสอบตามมาตรฐาน เช่น ASTM (American Society for Testing and Material) มาตรฐาน ASTM นี้จะมีการปรับปรุงหรือเพิ่มวิธีใหม่ๆ อยู่เสมอ โดยมีการจัดพิมพ์ใหม่ทุกปี ในมาตรฐานจะกำหนด

เรื่องเครื่องมือ การเตรียมตัวอย่าง สารเคมี วิธีวิเคราะห์ทดสอบ และการคำนวณไว้อย่างละเอียด นอกจากนี้มาตรฐานยังมีการกำหนดเกณฑ์ที่ยอมรับได้ของผลการวิเคราะห์ทดสอบ กรณีที่ทดสอบโดยห้องปฏิบัติการเดียวกัน หรือต่างห้องปฏิบัติการไว้เป็น 2 แบบ ดังนี้

2.12.1 Repeatability เป็นค่ากำหนดของความแตกต่างที่เกิดขึ้นเมื่อการทดลองซ้ำสองครั้ง โดยใช้ตัวอย่างเดียวกัน เครื่องมือเดียวกัน โดยบุคคลเดียวกัน

2.12.2 Reproducibility เป็นค่ากำหนดของความแตกต่างที่เกิดขึ้นเมื่อทำการทดลองซ้ำสองครั้ง โดยใช้ตัวอย่างเดียวกันแต่ใช้เครื่องมือ ห้องปฏิบัติการและบุคคลที่ทดสอบต่างกัน

ในการบ่งชี้คุณภาพของถ่านหิน จะต้องมีการวิเคราะห์คุณภาพในรายการต่างๆ มาประกอบกัน การวิเคราะห์เพียงบางรายการบางครั้งก็ไม่สามารถบ่งชี้คุณภาพได้ นอกจากนี้ในการรายงานผลจำเป็นต้องกำหนดสภาพตัวอย่างของถ่านหินวิเคราะห์ทดสอบด้วย และการเปรียบเทียบคุณภาพจำเป็นต้องเปรียบเทียบผลจากการทดสอบในสภาพตัวอย่างที่เหมือนกัน

ตาม ASTM D 3180 ได้กำหนดสภาพของตัวอย่างพร้อมวิธีการคำนวณโดยรายงานค่าตามสภาพต่างๆ ดังนี้

1. As – Received basis เป็นค่าที่คำนวณจากตัวอย่างที่มีความชื้นตามสภาพของตัวอย่างที่ห้องปฏิบัติการได้รับ โดยไม่ผ่านขบวนการเตรียมตัวอย่างหรือขบวนการอื่น

2. As – Determined basis เป็นค่าที่คำนวณจากการวิเคราะห์ตัวอย่างที่ผ่านการเตรียมตัวอย่างและมีความชื้นเหลืออยู่เท่ากับขณะที่ทดสอบ

3. Dry basis เป็นค่าที่คำนวณจากตัวอย่างที่ปราศจากความชื้น โดยการนำค่าความชื้นที่วิเคราะห์ตาม ASTM D 3173 มาแปลงค่าจาก as – determined basis ไปเป็น dry basis

4. Dry, ash – Free basis เป็นค่าที่คำนวณจากตัวอย่างที่ปราศจากความชื้นและขี้เถ้า โดยการนำค่าความชื้นที่วิเคราะห์ตาม ASTM D 3173 และเถ้าตาม ASTM D 3174 มาแปลงค่าจาก As – Determined basis ไปเป็นสภาพ dry, ash – free basis

Proximate Analysis เป็นการหาปริมาณของความชื้น เถ้า สารระเหย และคาร์บอนคงตัวค่าที่ได้สามารถนำไปใช้ในการจัดกลุ่มของถ่าน โดยอาศัยอัตราส่วนของสารที่เผาไหม้ได้กับสารที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ ซึ่งเป็นข้อมูลที่น่าพิจารณาในการซื้อขายและประเมินคุณภาพของถ่าน

ความชื้น (ASTM D 3173) ค่าความชื้นของถ่านวิเคราะห์ตาม ASTM D 3173 โดยให้ความร้อนกับถ่าน 1g ที่อุณหภูมิ 105-110° C และคำนวณเป็นร้อยละของน้ำหนักที่หายไป ค่านี้อาจสำคัญมาก โดยเฉพาะในการซื้อขาย เพราะส่วนใหญ่จะทำการซื้อขายโดยเปรียบเทียบคุณภาพจากถ่านหินที่แห้ง ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องใช้ค่าความชื้นนี้ไปคำนวณหาค่าอื่นๆ ของถ่านให้อยู่ในสภาพตัวอย่างที่แห้ง

เถ้า (ASTM D 3174) เถ้าเป็นปริมาณสารอนินทรีย์ที่คงเหลืออยู่หลังจากการเผาไหม้ถ่านหิน แต่เถ้าที่ได้นี้จะต่างจากองค์ประกอบของสารอนินทรีย์ที่ปรากฏอยู่ในสารตั้งต้น ซึ่งมีสาเหตุมาจากการเปลี่ยนแปลงสารเคมีที่เกิดขึ้นภายในตัวแร่ธาตุ ได้แก่ การสูญเสียน้ำเนื่องจากการเกิดผลึกของแร่ธาตุที่มีน้ำอยู่ในองค์ประกอบ การสูญเสียคาร์บอนไดออกไซด์จากคาร์บอนเนต การเกิดออกซิเดชันของไพไรต์ (FeS_2) เป็นเหล็กออกไซด์ (Ferric oxide) ปริมาณเถ้ามีความสำคัญเนื่องจากมีผลในการลดค่าความร้อนของถ่านหิน และยังเกี่ยวข้องกับค่าการเผาไหม้ของถ่านหินอีกด้วย วิธีวิเคราะห์ปริมาณเถ้าตาม ASTM D 3174 ทำโดยการเผาตัวอย่างถ่านหิน 1 g ที่อุณหภูมิ 750°C และคำนวณหาร้อยละของน้ำหนักที่ยังคงเหลืออยู่

สารระเหย (ASTM D 3175) สารระเหยเป็นองค์ประกอบของถ่านหินที่มีสถานะเป็นก๊าซเมื่อนำถ่านมาเผาที่อุณหภูมิ 950°C เป็นเวลา 6-7 min (ขึ้นอยู่กับลักษณะของถ่าน) และคำนวณร้อยละของน้ำหนักที่หายไปลบด้วยความชื้น สารระเหยที่ถูกปลดปล่อยออกมา โดยมากจะเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไฮโดรเจน น้ำ และสารระเหยจากทาร์ (Tar) ซึ่งขึ้นกับโครงสร้างทางอินทรีย์ของถ่านหิน

คาร์บอนคงตัว (ASTM D 3172) เป็นค่าแสดงถึงส่วนที่เผาไหม้ได้ของถ่านหลังจากที่กำจัดความชื้น สารระเหย และเถ้าออกแล้ว ซึ่งหาได้โดยนำปริมาณความชื้น เถ้า สารระเหย ลบออกจาก 100 และทุกค่าต้องอยู่ในสภาวะความชื้นเดียวกัน ปริมาณคาร์บอนคงตัวนี้มีความสำคัญมากต่อการแบ่งระดับชั้นของถ่านถ้ามีค่ามากขึ้นความเป็นถ่านก็จะเพิ่มขึ้นด้วย

Ultimate Analysis เป็นการหาปริมาณ คาร์บอน ไฮโดรเจน กำมะถัน ไนโตรเจน ออกซิเจนและเถ้า โดยปริมาณของออกซิเจนคำนวณได้จากการนำค่าคาร์บอน ไฮโดรเจน กำมะถัน ไนโตรเจนและเถ้าลบออกจาก 100

กำมะถัน (ASTM D3177) กำมะถันเป็นธาตุที่น่าสนใจเพราะสามารถใช้ประเมินคุณภาพของถ่าน และปริมาณสารประกอบกำมะถันที่จะปลดปล่อยออกมาจากการเผาไหม้ถ่านซึ่งมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การหาปริมาณกำมะถันโดยวิธี ASTM D 3177 มี 2 แบบคือ Escheat method โดยนำส่วนผสมของถ่านและ Eschka's mixture ไปเผาไหม้หลอมละลายแล้วนำไปต้มให้ละลาย กรอง นำสารละลายที่ได้ไปตกตะกอนเป็น Barium sulphate กรองตะกอนที่ได้ เฝ้า ชั่งน้ำหนักแล้วคำนวณเป็นร้อยละของกำมะถันที่ได้ วิธี Bomb washing method ทำ โดยนำสารละลายที่ได้จาก oxygen bomb calorimeter ไปตกตะกอนเป็น Barium sulphate เช่นเดียวกับวิธีแรก

2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ฐานิตย์ เมธิยานนท์ (2549) ได้ทำการศึกษาการผลิตผงถ่านหินแอนทาไซท์อัดแท่งด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชัน โดยใช้โมลาสเป็นตัวประสานในสัดส่วนการผสมต่าง ๆ จากการศึกษาถึงผลของสัดส่วนการผสม โมลาสที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของแท่งเชื้อเพลิงพบว่า การเพิ่มสัดส่วนโมลาสส่งผลให้อัตราการผลิตและการต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงมีค่าเพิ่มขึ้นแต่จะส่งผลให้การใช้พลังงานในการผลิต ความหนาแน่นและค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงลดลง โดยอัตราการผลิตแท่งเชื้อเพลิงซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 50 mm มีค่าอยู่ในช่วง 3.2-5.6 kg/min ความหนาแน่นมีค่า 1148-1372 kg/m³ และพบว่าค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้มีค่ามากกว่าค่าต่ำสุดที่ยอมรับได้ในเชิงพาณิชย์

ประสาน สถิตเรืองศักดิ์ (2549) ได้ศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากถ่านไม้ยางพาราผสมกับถ่านกะลาปาล์มและถ่านไม้ยางพาราผสมกับถ่านกะลามะพร้าวด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันแบบอัดรีดเย็น โดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน โดยมีสัดส่วนการผสมถ่านไม้ยางพาราต่อถ่านกะลามะพร้าวหรือถ่านกะลาปาล์มที่ 70:30 60:40 และ 50:50 ส่วนอัตราส่วนผสมของแป้งเปียกต่อน้ำหนักวัตถุดิบคือ 10:100 สำหรับตัวแปรที่จะศึกษาในงานวิจัยนี้คือ อัตราการผลิต กำลังงานที่ใช้ในการผลิตจำเพาะ และศึกษาอิทธิพลของสัดส่วนการผสมถ่านไม้ยางพาราและถ่านกะลาทั้งสองชนิดที่มีผลต่อสมบัติทางกายภาพของแท่งเชื้อเพลิงคือ ความต้านทานแรงกด ความหนาแน่น ค่าความร้อน โดยผลการทดลองผลิตแท่งเชื้อเพลิงจากถ่านไม้ยางพาราผสมกับกะลาทั้งสองชนิดพบว่า ค่าความต้านทานแรงกด ค่าความหนาแน่นและค่าความร้อนจะแปรผันตามการเพิ่มขึ้นของอัตราส่วนผสมถ่านกะลาทั้งสองชนิด โดยในการผลิตแท่งเชื้อเพลิงด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันซึ่งใช้ความเร็วรอบของสกรูเท่ากับ 400 rpm. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งเชื้อเพลิงเท่ากับ 42 mm. จะได้อัตราการผลิตแท่งเชื้อเพลิงที่ระดับความชื้น 10% d.b. มีค่าอยู่ในช่วง 6-10 kg/min โดยมีค่าความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ค่าอยู่ในช่วง 650-750 kg/m³ ส่วนค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงนั้นอยู่ในช่วง 1.1-1.8 MPa ซึ่งค่าความต้านทานแรงกดของแท่งเชื้อเพลิงที่ได้จากงานวิจัยนี้มีค่าสูงกว่าค่าต่ำสุดที่ยอมรับได้ในเชิงพาณิชย์ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.375 MPa นอกจากนี้ค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงกรณีใช้ถ่านไม้ยางพาราผสมกะลามะพร้าวจะมีค่าสูงกว่ากรณีผสมถ่านกะลาปาล์มเล็กน้อยโดยมีค่าในช่วง 25.4-28.0 MJ/kg ส่วนกำลังงานจำเพาะที่ใช้ในการผลิตมีค่าน้อยมากทั้งสองกรณีจะอยู่ในช่วง 0.006-0.009 kWh/kg

อภิรักษ์ สวัสดิ์กิจ และคณะ (2551) ได้ทำการศึกษาถึงการผลิตเชื้อเพลิงถ่านอัดแท่งจากชีวมวล โดยอาศัยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันแบบอัดรีดเย็น โดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการศึกษาได้แก่จี้เถ้าแกลบที่ได้จากการเผาแกลบในกระบวนการอบข้าวเปลือกในโรงสีข้าว

ซึ่งถือเป็นของเสียในอุตสาหกรรมกระดาษ โดยการนำมาผสมกับผงถ่านซังข้าวโพดและผงถ่านกะลามะพร้าว โดยมีสัดส่วนการผสมอยู่ที่ 30:70 40:60 และ 50:50 ตามลำดับ ส่วนแป้งมันจะมีสัดส่วนการผสมต่อน้ำหนักวัตถุดิบเท่ากับ 1:10 จากการศึกษาพบว่าค่าความหนาแน่น ความต้านทานแรงกด จะแปรผันตามสัดส่วนการผสมของผงซังข้าวโพดและผงกะลามะพร้าวแต่จะแตกต่างกันไม่มากนัก และจากการทดสอบค่าความร้อนเชื้อเพลิงตามมาตรฐาน D 5865 พบว่าโดยเฉลี่ยมีค่ามากกว่า 5,000 kcal/kg หรือมีค่าอยู่ระหว่าง 6,048 – 6,943 kcal/kg ซึ่งสูงกว่าค่าต่ำสุดในค่ามาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชุมชน อัตราการผลิตแห้งเชื้อเพลิงที่มีอยู่ในช่วง 2.5 – 3.2 kg/min ความหนาแน่นอยู่ในช่วง 800-833 kg/m³ ค่าความต้านทานแรงกดของแห้งเชื้อเพลิงจะอยู่ในช่วง 1.07-1.23 MPa ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าที่ยอมรับได้ในเชิงพาณิชย์ จุดคุ้มทุนของการผลิตถ่านเชื้อเพลิงประมาณ 9,448 kg จากการศึกษาพบว่า มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ในครัวเรือนหรือผลิตและจำหน่ายในเชิงพาณิชย์

พัญญากรณ์ เจริญรอย (2551) การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำแห้งเชื้อเพลิงจากฟางข้าวและแกลบ โดยใช้ฝักตบชวาเป็นตัวเชื่อมประสาน พร้อมทั้งศึกษาหาค่าความร้อน อัตราการให้ค่าความร้อน และก๊าซเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ของแห้งเชื้อเพลิง ในการศึกษาได้นำวัสดุเหลือใช้มาอัดให้เป็นแท่งด้วยวิธีการอัดแบบเปียกโดยใช้เครื่องอัดไฮดรอลิกและแม่แรงอย่างง่ายในอัตราส่วน 1:1 1:3 และ 1:4 โดยน้ำหนักจากการศึกษาพบว่าอัตราส่วนฟางข้าว: ฝักตบชวา และแกลบ: ฝักตบชวา ในอัตราส่วน 1:3 โดยน้ำหนักทำให้แห้งเชื้อเพลิงอยู่ตัวไม่แตกเปราะสามารถยัดเกาะได้ดีและให้ค่าความร้อน 3,956 kcal/kg และ 2,358 kcal/kg ตามลำดับ อัตราส่วนของฟางข้าว: ฝักตบชวา ที่อัตราส่วน 1:1 1:3 และ 1:4 ใช้เวลาดัมน้ำจนเดือดที่ 7 และ 8 min ตามลำดับ แกลบ: ฝักตบชวา ในทุกอัตราส่วนใช้เวลาดัมน้ำจนเดือดที่ 7 min เท่ากัน ปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ของแห้งเชื้อเพลิงจากฟางข้าวและแกลบ มีปริมาณ CO 2 2.27% CO 0.37% SO 2 0.00% และ CO 2 1.82% CO 0.38% SO 2 0.0013% ตามลำดับ

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

การพัฒนาการผลิตถ่านอัดแท่งที่ผลิตจากเศษกระดาษสำนักงานและเศษมวลชีวภาพ มีรายละเอียดเกี่ยวกับการดำเนินการวิจัย ดังนี้

- 3.1 วัสดุและเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
- 3.2 สถานที่ทำการทดลอง
- 3.3 ระยะเวลาในการทดลอง
- 3.4 การวางแผนการทดลอง
- 3.5 การดำเนินการผลิตถ่านอัดแท่ง
- 3.6 ต้นทุนการผลิต
- 3.7 เกณฑ์ในการตัดสินใจ
- 3.8 การคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตถ่าน
- 3.9 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Break-even Analysis)

3.1 วัสดุและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วัสดุและเครื่องมือ ดังนี้

3.1.1 วัสดุ

กระดาษสำนักงาน ได้จากทางบริษัท

เศษวัชพืช ได้แก่ เศษหญ้า

แป้งมันสำปะหลัง

น้ำ

3.1.2 อุปกรณ์เครื่องย่อยกระดาษและเศษวัชพืช

เครื่องบดขนาด มอเตอร์ 2 Hp. ความเร็วรอบ 1,450 rpm ไฟฟ้า 220/380 Volt 3 กระแส 13.0/7.8 Amp กำลังผลิตใน 1 กระบวนการประมาณ 50 kg/h โดยดั่งภาพที่ 3.1 คือภาพรวมเครื่องบดย่อยได้ทั้งกระดาษและเศษวัชพืช ส่วนภาพที่ 3.2 ภาพรวมภายในเครื่องบดย่อย



ภาพที่ 3.1 ส่วนประกอบภายนอกเครื่องบดย่อย ภาพที่ 3.2 ส่วนประกอบภายในเครื่องบดย่อย

3.1.3 อุปกรณ์ในการทดลองที่ใช้แปรรูปวัตถุดิบการผลิตถ่านอัดแท่งประกอบด้วย

อุปกรณ์ชั่ง ตวง วัด ประกอบด้วย เครื่องชั่ง ตะแกรง

ผสมด้วยมือ (Mixer) ภาชนะผสมเป็นถังใช้สำหรับผสมส่วนประกอบทั้ง 2 ให้เข้ากัน
โดยใช้มือผสม

ภาชนะผสมและภาชนะที่สามารถใส่น้ำต้มได้ เช่น หม้อต้มน้ำ

เตาถ่านใช้สำหรับใช้ต้มน้ำ

เครื่องอัดใช้การอัดเป็นเกลียวหรืออัดสกรู (Screw Extrusion) รุ่น TS-01 เพราะมีความสะดวกหลายประการและเป็นที่ยอมรับในระดับอุตสาหกรรม มอเตอร์ขนาด 7 Hp. 3 Ø ตัวเครื่องทำด้วยเหล็กหล่อ ครอบอัดทำด้วยเหล็กแข็งพิเศษมี 5 ครีบ กำลังการผลิต 150 kg/h ครอบอัดซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 cm และถูกดันออกมาทางที่รองรับไว้ที่ปลายครอบอัดอีกข้างหนึ่ง



เครื่องชั่ง



ตะแกรงคอก



ถังผสม



ภาชนะต้มน้ำ



เตาถ่าน



เครื่องอัดถ่าน

ภาพที่ 3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตถ่านอัดแท่ง

3.2 สถานที่ทำการทดลอง

บริษัท THAI SUMI CO., LTD สถานที่ตั้ง 21/3 หมู่ 3 ต.คลองจิก อ.บางปะอิน จ.อยุธยา 13160

3.3 ระยะเวลาในการทดลอง

ในการทดลองจะมีกระบวนการตั้งแต่การบดการอัดและการทดสอบสมรรถนะและสมบัติ ต่างๆ เริ่มการทดลองตั้งแต่เดือน สิงหาคม 2554 สิ้นสุดการทดลองในเดือน มีนาคม 2555

3.4 การวางแผนการทดลอง

ในการวิจัยได้มีการวางแผนและลำดับขั้นตอนการทดลองพร้อมทั้งระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล เตรียมวัตถุดิบ เพื่อเป็นการง่ายต่อการดำเนินงาน ซึ่งในการวางแผนการทดลอง ควร มีปัจจัยทั้งหมดให้อยู่ในสภาพพร้อมการใช้งาน ได้แก่ กระดาษ เศษวัชพืช ตัวประสาน เครื่องอัด ถ่าน เป็นต้น โดยถ้าขาดอย่างใดอย่างหนึ่งซึ่งจะส่งผลต่อการขั้นตอนการผลิตถ่านอัดแท่ง ลำดับ ต่อมาจะแสดงแหล่งที่มาของวัตถุดิบ ที่นำมาใช้ในการอัดถ่านได้ดังนี้

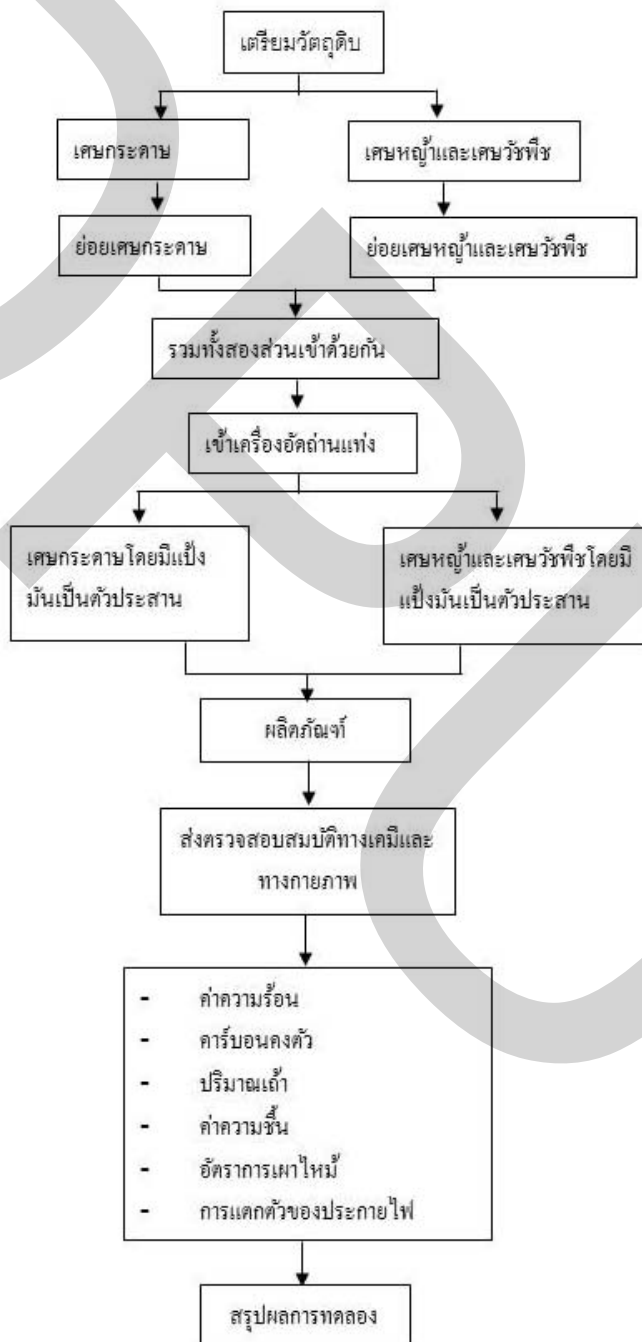
1. แหล่งที่มาของกระดาษ คือ แผนกจำหน่ายเอกสาร บริษัท บริการเชื้อเพลิงการบินกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) สถานที่ตั้ง 171/2 หมู่ 2 แขวงและเขตดอนเมือง กรุงเทพฯ
2. แหล่งที่มาของเศษวัชพืช คือ ลานเก็บเศษของเหลือใช้รื้อทำลาย บริษัท บริการเชื้อเพลิงการบินกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) สถานที่ตั้ง 171/2 หมู่ 2 แขวงและเขตดอนเมือง กรุงเทพฯ
3. ตัวประสาน คือ แป้งมันสำปะหลังและน้ำ โดยได้กำหนดอัตราส่วนตามที่ได้กำหนดกรณี ในงานวิจัยไว้ในตารางที่ 3.1
4. เครื่องอัดถ่าน แบบเครื่องอัดใช้การอัดเกลียวหรืออัดสกรู จากบริษัท THAI SUMI CO., LTD

ตารางที่ 3.1 การวางแผนการทดลอง

ลำดับขั้นตอน	ระยะเวลาในการดำเนินงาน
1. เตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือพร้อมทั้งสถานที่ในการทดลอง	ใช้เวลา 30 วัน
2. นำกระดาษและเศษวัชพืช นำมาคัดแยกเศษวัสดุที่ไม่จำเป็นออกแล้ว	ใช้เวลา 2 วัน
3. บดย่อยกระดาษด้วยเครื่องบด น้ำหนัก 50 kg	1 ชั่วโมง
4. บดย่อยเศษวัชพืชด้วยเครื่องบด น้ำหนัก 50 kg	1 ชั่วโมง
5. ทำการตั้งน้ำให้ร้อนจากนั้นใส่แป้งใส่เพื่อผสมส่วนผสมทั้งสอง	15 นาที
6. นำส่วนผสมทั้ง 2 ไปผสมกัน โดยมีแป้งมันเป็นตัวประสาน แบ่งอัตราส่วนดังนี้	
6.1 กระดาษ + เศษวัชพืช (80 : 20)	} 2 วัน
6.2 กระดาษ + เศษวัชพืช (50 : 50)	
6.3 กระดาษ + เศษวัชพืช (60 : 40)	
6.4 กระดาษ + เศษวัชพืช (20 : 80)	
6.5 กระดาษ + เศษวัชพืช (40 : 60)	
7. นำกระดาษมาย่อยและผสมแป้งมัน	
7.1 กระดาษ	1 วัน
8. นำส่วนผสมที่ผสมแล้วเข้าเครื่องอัดแท่ง	อัดจำนวน 10 แท่งความยาวแท่งละ 10 cm
9. นำถ่านที่อัดแท่งแล้วไปตากแดดให้แห้งสนิท มีความชื้นไม่เกิน 8%	ตามอุณหภูมิและสภาพภูมิอากาศ
10. นำถ่านที่ได้ไปทดลองหาสมรรถนะและมลภาวะ (วัดจากการส่งผลไปยังห้องปฏิบัติการ)	ขึ้นอยู่กับสถาบันทดสอบ
11. วิเคราะห์และสรุปผล	5 วัน

3.5 การดำเนินการผลิตถ่านอัดแท่ง

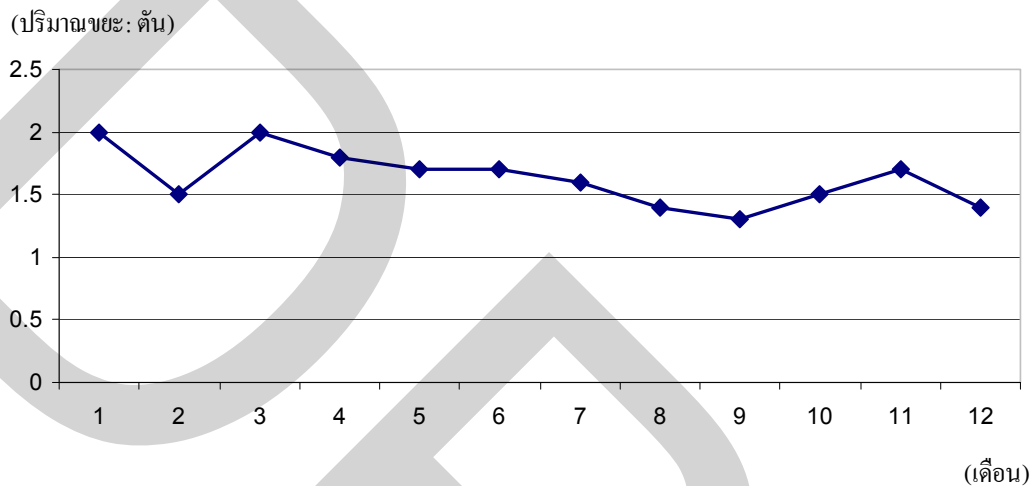
ผลิตภัณฑ์ถ่านอัดแท่งมีส่วนประกอบต่างๆ ที่ได้มีการนำเสนอไปในบทที่ผ่านและหัวข้อที่ผ่านมาแล้วบางส่วน แต่สำหรับหัวข้อนี้จะเข้าสู่กระบวนการผลิต โดยแจกแจงตั้งแต่กระบวนการแรกจนถึงกระบวนการสุดท้ายดัง แสดงในภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนกระบวนการผลิตถ่านอัดแท่ง

3.5.1 กระบวนการเตรียมวัตถุดิบ

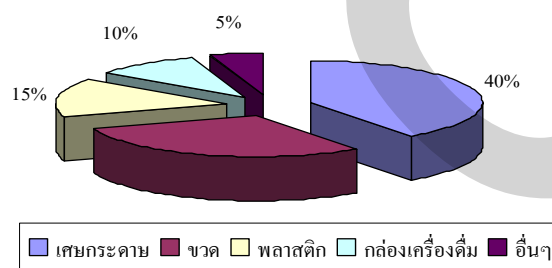
เมื่อพิจารณาปริมาณขยะรวมที่ใช้ในแต่ละเดือนของทางบริษัท มีค่าเฉลี่ยแล้วมีปริมาณขยะในแต่ละเดือนไม่เท่ากัน ขึ้นต่ำอยู่ที่ 2 ตันต่อเดือน โดยอ้างอิงข้อมูลปริมาณขยะของทางบริษัทในปี 2553 ตั้งแต่เดือนมกราคม-ธันวาคม 2553 ดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 ข้อมูลปริมาณขยะภายในบริษัทบริการเชื้อเพลิงการบินกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) ปี 2553

ที่มา: บริษัท บริการเชื้อเพลิงการบินกรุงเทพ จำกัด (มหาชน)

หลังจากนั้นได้จำแนกขยะตามปริมาณขอตรงรวมทั้งหมดภายในปี 2553 ออกมาเป็นแผนภูมิวงกลมปริมาณขยะได้ดังนี้



ภาพที่ 3.6 การจำแนกขยะในบริษัท บริการเชื้อเพลิงการบินกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) ปี 2553

ที่มา: แผนกจำหน่ายเอกสาร บริษัท บริการเชื้อเพลิงการบินกรุงเทพ จำกัด (มหาชน)

จากข้อมูลที่ได้เห็นว่าปริมาณกระดาษที่นำมาเป็นวัตถุดิบในส่วนประกอบการทำถ่านอัดแท่งมีปริมาณเพียงพอกับงานวิจัยในครั้งนี้ และยังเป็นวัตถุดิบที่เพียงพอต่อการขยายตัวอยู่ในเชิงพาณิชย์ได้อีกด้วย แต่สิ่งที่ต้องการมากที่สุดในงานวิจัยนี้ คือ นำสิ่งของวัสดุที่เหลือกลับมาใช้เป็นพลังงานทางเลือกหรือพลังงานทดแทนต่อไปภายในอนาคต

3.5.2 กระบวนการย่อยกระดาษ

จากข้อมูลปริมาณกระดาษที่ได้ นำมาย่อยให้มีขนาดเล็ก โดยย่อยกระดาษให้มีปริมาณเพียงพอที่ใช้ในการทดลอง หลังจากผ่านกระบวนการย่อยแล้วทำการแบ่งกระดาษที่ย่อยออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ กระดาษที่แห้งและกระดาษที่แช่น้ำทิ้งไว้ เพราะคุณสมบัติหลังจากการแช่น้ำของกระดาษพื้นฐานที่เปลี่ยนไป คือ กระดาษจากแข็งจะนุ่มและยุ่ยลง ซึ่งนำมาเปรียบเทียบหลังจากการอัดเป็นถ่านแล้ว ว่าวัตถุดิบแบบใดมีการจับยึดตัวได้ดีกว่ากัน

3.5.3 กระบวนการเตรียมเศษวัชพืช

ในแต่ละเดือนมีปริมาณเศษวัชพืชเพียงพอต่อการทดลองและเพียงพอกับอนาคตที่จะจัดทำถ่านอัดแท่งเชิงพาณิชย์ วัตถุดิบจากเศษหญ้าที่ตัดภายในบริษัทในแต่ละเดือน



ภาพที่ 3.7 ตัวอย่างปริมาณเศษวัชพืชที่จำหน่ายทิ้ง

ที่มา: แผนกจัดการสถานที่ บริษัท บริการเชื้อเพลิงการบินกรุงเทพ จำกัด (มหาชน)

3.5.4 กระบวนการย่อยเศษวัชพืช

นำมาย่อยให้มีขนาดเล็ก โดยย่อยให้มีปริมาณเพียงพอที่ใช้ในการทดลอง หลังจากผ่านกระบวนการย่อยแล้วทำการแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ แห้งและนำแช่น้ำทิ้งไว้ เพราะคุณสมบัติหลังจากการแช่น้ำอาจมีผลต่อการจับยึดตัวได้ดีต่างกัน

3.5.5 การเข้าสู่กระบวนการอัด

รวมทั้งสองเข้าด้วยกันและการเข้าสู่กระบวนการอัด โดยได้แสดงกรณีศึกษาในงานวิจัยที่มีอัตราส่วนต่างกันดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 อัตราส่วนผสมที่อยู่ภายในถ่านอัดแท่งกรณีส่วนผสมกระดาษ เศษวัชพืช และแป้งมัน

ส่วนผสมที่อยู่ภายในถ่านอัดแท่ง	ปริมาณวัตถุดิบ
กระดาษ + เศษวัชพืช	80 : 20
กระดาษ + เศษวัชพืช	50 : 50
กระดาษ + เศษวัชพืช	60 : 40
กระดาษ + เศษวัชพืช	20 : 80
กระดาษ + เศษวัชพืช	40 : 60

ตารางที่ 3.3 อัตราส่วนผสมที่อยู่ภายในถ่านอัดแท่งกรณีส่วนผสมกระดาษและแป้งมัน

ส่วนผสมที่อยู่ภายในถ่านอัดแท่ง	ปริมาณวัตถุดิบ
กระดาษ + แป้งมัน	20 kg + 0.5 kg

3.5.6 ผลิตภัณฑ์และการตรวจสอบ

หลังจากเข้าสู่กระบวนการอัดถ่านจากกระดาษและเศษวัชพืชแล้ว จึงนำมาตากให้แห้ง เพื่อลดความชื้นขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ โดยจะเปลี่ยนสถานะจากกิ่งของเหลวกับของแข็งให้เป็นของแข็ง แล้วนำไปหาค่าสมรรถนะของถ่านอัดแท่งและสิ่งสำคัญอีกประการ คือ มลพิษที่จะเกิดขึ้น โดยได้แบ่งหัวข้อที่วิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงตามมาตรฐาน ASTM ได้ดังนี้

1. การหาค่าความร้อน (Heating Value) ASTM D 5865

1.1 การวิเคราะห์หาค่าความร้อน โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Bomb Calorimeter ภายใต้บรรยากาศของออกซิเจน จะเกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ เป็นเครื่องของ PARR รุ่น 6300 ชื่อ Bomb calorimeter ประเทศอเมริกา



ภาพที่ 3.8 Bomb Calorimeter

ที่มา: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.2 เครื่องทดสอบในการอ่านค่าความร้อน (Heating Value) เป็นเครื่องมือใช้สำหรับการอ่านค่าความร้อนของเชื้อเพลิงที่ทำกรวิเคราะห์



ภาพที่ 3.9 เครื่องทดสอบในการอ่านค่าความร้อน (Heating Value)

ที่มา: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. สารเคมี

- Methyl Orange Indicator
- สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 0.0709 N

3. การวิเคราะห์คุณสมบัติเชิงกลของถ่านอัดแท่ง

ในงานวิจัยถ่านอัดแท่งจากกระดาษสำนักงานและมวลชีวภาพนี้ เมื่อได้ข้อมูลดิบตามที่กำหนดเรียบร้อยแล้ว ก็จะเข้าสู่กระบวนการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของถ่านอัดแท่ง ดังสมการ (3.1)

การทดสอบค่าความหนาแน่น (Density)

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (3.1)$$

เมื่อ ρ = ความหนาแน่นของถ่านอัดแท่ง (g/cm^3)

m = มวลของถ่านอัด (g)

v = ปริมาตรของถ่านอัดแท่ง (cm^3)

4. การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (Moisture) ASTM D 3173

ในการหาปริมาณความชื้นของถ่านอัดแท่งสามารถหาได้ดังสมการ (3.2)

$$V_{\text{mois}} = \left[\frac{W_1 - W_2}{W} \right] \times 100 \quad (3.2)$$

เมื่อ V_{Mois} = ร้อยละของปริมาณความชื้น

W_1 = น้ำหนักถ้วยและตัวอย่างก่อนอบ (g)

W_2 = น้ำหนักถ้วยและตัวอย่างหลังอบ (g)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (g)

5. การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า (Ash) ASTM D 3174

ในการหาปริมาณเถ้าของถ่านอัดแท่งสามารถหาได้ดังสมการ (3.3)

$$V_{\text{Ash}} = \left[\frac{W_3 - W_4}{W} \right] \times 100 \quad (3.3)$$

เมื่อ	V_{Ash}	=	ร้อยละของปริมาณเถ้า
	W_3	=	น้ำหนักถ้วยและเถ้าของตัวอย่างหลังเผา (g)
	W_4	=	น้ำหนักถ้วย (g)
	W	=	น้ำหนักตัวอย่าง (g)

6. การวิเคราะห์หาปริมาณสารระเหย (Volatile matter) ASTM D 3175

ในการหาปริมาณสารระเหยของถ่านอัดแท่งสามารถหาได้ดังสมการ (3.4)

$$V_{\text{Volat}} = \left[\left(\frac{W_5 - W_6}{W} \right) \times 100 \right] - M \quad (3.4)$$

เมื่อ	V_{Vola}	=	ร้อยละของปริมาณสารระเหย
	M	=	ร้อยละของปริมาณความชื้น
	W_5	=	น้ำหนักของ Crucible พร้อมฝาและตัวอย่างก่อนเผา
	W_6	=	น้ำหนักตัวอย่าง (g)
	W	=	น้ำหนักตัวอย่าง (g)

7. การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนคงตัว (Fixed carbon) ASTM D 3172

ในการหาปริมาณคาร์บอนคงตัวของถ่านอัดแท่งสามารถหาได้ดังสมการ (3.5)

$$C = 100 - V_{\text{Mois}} - V_{\text{Volat}} - M_2 \quad (3.5)$$

เมื่อ	C	=	ร้อยละของคาร์บอนคงตัว
	M2	=	ร้อยละของปริมาณเถ้า
	VMois	=	ร้อยละของปริมาณความชื้น
	VVolat	=	ร้อยละของปริมาณสารระเหย

ผลที่ได้ค่าต่างๆ ที่มีผลต่อการใช้งาน ได้แก่

1. ค่าความร้อน (Heating Value) ASTM D 5865
2. การหาปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ (Volatile Matter), ASTM D 3175
3. การหาปริมาณคาร์บอนคงตัว (Fixed Carbon), ASTM D 3172
4. การหาปริมาณเถ้า (Ash), ASTM D 3174
5. การหาปริมาณความชื้น (Moisture), ASTM D 317

3.6 ต้นทุนการผลิต

ต้นทุนเป็นสิ่งที่สำคัญโดยพิจารณาผลิตภัณฑ์ต่อหน่วย (Cost of Production) ในการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการผลิตถ่านอัดแท่ง คือ การวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยในการผลิตถ่านอัดแท่ง แม้จะมีการลงทุนสูงแต่การอัดเย็นจะมีต้นทุนเครื่องจักรต่ำกว่าการอัดแบบร้อนมาก แต่การอัดแบบเย็นจะมีเครื่องจักรและอุปกรณ์ในการผลิตที่มากกว่า ได้แก่ เครื่องย่อย เครื่องอัดแท่งในครั้งแรกจะมีราคาต้นทุนสูงซึ่งจะประกอบไปด้วย

ต้นทุนในการผลิตถ่านอัดแท่ง ได้แก่

เครื่องบด

เครื่องอัดแท่ง

อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ผลิตถ่านพร้อมกับค่าใช้จ่ายอื่นๆ ดังนี้

กระดาษ - เศษวัชพืช - แป้งมันสำปะหลัง - แรงงาน - ค่าไฟ - ค่าน้ำ - อื่นๆ

3.7 เกณฑ์ในการตัดสินใจ

จากหัวข้อในการวิจัยเป็นการพิจารณาการหาทางเลือกของพลังงานทดแทน โดยนำสิ่งที่เหลือใช้น่ากลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด ซึ่งจะยังคงไม่คำนึงถึงทางการค้าเชิงพาณิชย์ ผลจากการทดลองจะเป็นตัวตัดสินใจในการเลือกที่จะนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปหรือไม่ สิ่งที่คำนึงค่าความร้อน (Heating Value) ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ (Volatile Matter) ปริมาณคาร์บอนคงตัว (Fixed Carbon) ปริมาณเถ้า (Ash) และปริมาณความชื้น (Moisture) เท่านั้น

3.8 การคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตถ่าน

ปัจจุบันกระดาษจะถูกจำหน่ายโดยขายให้กับตัวแทนรับซื้อกระดาษ ซึ่งมีอัตราการรับซื้อตามมาตรฐานดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.4 อัตราการรับซื้อขยะตามมาตรฐาน(ราคาซื้อโรงใหญ่)

ชนิดขยะ	ราคาคิดตามน้ำหนัก (kg/บาท)
กระดาษขาว-ดำ (A4)	4
กระดาษหนังสือพิมพ์	3.5
หนังสือ/นิตยสาร	4
พลาสติกขุ่น (ทุกประเภท)	8
พลาสติก (ใส/ขวดน้ำดื่ม/ขวดโค้ก)	16

ที่มา: วงษ์วานิช. (2553). วงษ์วานิชนิว สืบค้นเมื่อ 13 พฤษภาคม พ.ศ. 2554 จาก

<http://www.wongpanit.com/wpnnew/index.php>

รายรับจากการขายขยะจำพวกกระดาษ

สำหรับข้อมูลดังกล่าวจะแสดงเฉพาะ กระดาษสำนักงาน A4 เท่านั้น(ราคาซื้อที่บริษัท)

ปริมาณกระดาษสำนักงาน A4 เฉลี่ย = 1,000 kg/เดือน

ราคาจำหน่ายคิดตามน้ำหนัก = 4 บาท/kg

รายรับค่ากระดาษ A4 = (1,000) (4)

= 4,000 บาท/เดือน

= 48,000 บาท/ปี

สำหรับการพิจารณาราคาผลผลิตนั้น ควรทราบข้อมูลค่าความร้อนที่ผลิตได้จากผลิตภัณฑ์เพื่อจะประเมินราคา ยกตัวอย่างค่าประมาณจากการเทียบค่าความร้อนจากผลิตภัณฑ์ถ่านอัดแท่ง

ตารางที่ 3.5 อัตราค่าความร้อนกับราคาของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทำถ่าน

ผลิตภัณฑ์	ค่าความร้อน (Kcal/kg)	ราคาจำหน่าย (บาท / kg)
ถ่านกะลามะพร้าวอัดแท่ง	7,100 -7,300	15
ถ่านขี้เถ้าแกลบและถ่านซางข้าวโพด	6,090	6
ผงถ่าน ไม้เบญจพรรณ	4000-6700	7

ที่มา: <http://www.charcoal.snmcenter.com/charcoalthai/property1.php>

เมื่อพิจารณานำกระดาศ 1,000 kg และมวลชีวภาพ 400 kg มาผลิตถ่านอัดแท่งจากกระดาศสำนักงานและมวลชีวภาพปริมาณที่ผลิตได้รวม 1,400 kg ราคา 7 บาท/kg (พิจารณาค่าความร้อนต่ำและคุณสมบัติต่างๆ) เพราะฉะนั้นจะสามารถขายถ่านอัดแท่งได้ในราคาดังนี้

ปริมาณที่ผลิตได้คิดตามน้ำหนักรวม	=	1,400 kg
ราคาเฉลี่ย	=	7 บาท
รายรับเมื่อจำหน่ายถ่านเฉลี่ย	=	117,600 บาท /ปี

ตารางที่ 3.6 เปรียบเทียบระหว่างการขายกระดาศ A-4 กับการนำไปผลิตถ่านอัดแท่ง

รายรับจากการขายกระดาศ A-4 (บาท/ปี)	รายรับจากการนำกระดาศ A-4 มาผลิตถ่านอัดแท่ง (บาท / ปี)
48,000	117,600
<u>หมายเหตุ</u> เศษกระดาศ 1000 kg	<u>หมายเหตุ</u> นำเศษกระดาศ 1000 kg มาผสมเศษ วัชพืช 400 kg

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาและการพัฒนาถ่านอัดแท่งจากกระดาษสำนักงานผสมชีวภาพได้ ดำเนินการพัฒนาถ่านอัดแท่งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 cm รูกลวง 1.5 cm ความยาว 10 cm และถ่านอัดแท่งรูปทรงกระบอกมี 5 ครีบ โดยใช้เครื่องวัดที่มีคุณภาพมาตรฐานและดำเนินการทดสอบคุณสมบัติของถ่านอัดแท่งจากเศษกระดาษและวัชพืช จากทดสอบเก็บข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลวิเคราะห์ โดยทำการกำหนดการวิเคราะห์ในการทดสอบได้ดังนี้

- 4.1 วิเคราะห์คุณสมบัติวัตุถุคิบแต่ละชนิด
- 4.2 วิเคราะห์คุณสมบัติวัตุถุคิบ 3 ชนิด ผสมกันตามอัตราส่วน
- 4.3 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตต่อหน่วย

4.1 วิเคราะห์คุณสมบัติวัตุถุคิบแต่ละชนิด

สำหรับการทดสอบค่าคุณสมบัติวัตุถุคิบแต่ละชนิด สามารถแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วนที่เกี่ยวข้องผลการทดสอบ ได้แก่

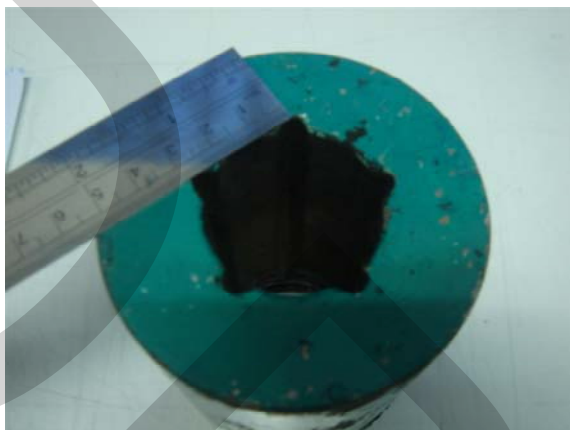
- 4.1.1 คุณสมบัติทางกายภาพ
- 4.1.2 คุณสมบัติทางเคมี

4.1.1 คุณสมบัติทางกายภาพ เป็นการจัดเรียงตัวเกาะกลุ่มในโครงสร้างของถ่านอัดแท่ง ที่ประกอบไปด้วยค่าความแข็ง (Hardness) ความสามารถของถ่านอัดแท่งในการต้านทานต่อการกด โดยค่าต้านทานต่อการกดมีความสำคัญต่อระยะเวลาในการมอดลง พร้อมทั้งช่วยลดปัญหาการเสียหายในขณะขนส่งและเก็บรักษาในการใช้งาน

ดังนั้นการทดสอบจึงจำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องมือทดสอบที่ได้มาตรฐาน จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ที่เกี่ยวกับทางทดสอบคุณสมบัติทางเคมี ส่วนทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ใช้การทดสอบกดชิ้นงานส่วนระยะเวลาในการมอดดับ โดยมีการจับเวลาและวัดค่าความร้อนในช่วงการเผาไหม้ของถ่านอัดแท่ง วัตุถุคิบแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ เศษกระดาษ เศษวัชพืชและแป้งมันสำปะหลัง

เมื่อทราบมาตรฐาน จากสถาบันวิจัยทดสอบคุณสมบัติทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพ เข้าสู่ขั้นตอนการอัดถ่านจากเศษกระดาษ และเศษวัชพืช โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การเตรียมวัตถุดิบในการทดสอบ ได้แก่ เศษกระดาษ เศษวัชพืชและแป้งมันสำปะหลัง แล้วนำมาอัดเป็นแท่งแยกกันเพื่อที่จะหาคุณสมบัติทางกายภาพของวัตถุดิบทั้ง 3 ถ่านอัดแท่ง หลังจากการแปรรูปแล้ว มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 cm รุกดวง 1.5 cm ความยาว 10 cm และถ่านอัดแท่ง รูปทรงกระบอกมีกริบบ 5 กรีบ รอบด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดังภาพที่ 4.1 และภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูกดวง 1.5 cm. ของบล็อคอัดแท่ง



ภาพที่ 4.2 ถ่านอัดแท่งมีส่วนผสมระหว่างกระดาษเศษวัชพืชและตัวประสานแป้งมันสำปะหลัง

4.1.2 คุณสมบัติทางเคมี แสดงค่าลักษณะเบื้องต้นของวัตถุดิบที่นำมาทำถ่านอัดแท่ง ได้แก่ ค่าความร้อน (Heating Value) ปริมาณค่าความชื้น (%) และปริมาณเถ้า (%) ค่าที่ได้ถูกกำหนดขึ้นจากมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่งและทำการทดสอบ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม .2547 ก:1-3) การทดสอบคุณสมบัติทางเคมี โดยใช้เครื่องมือวัด Oxygen Bomb

Calorimeter สารระเหย การหาปริมาณเถ้า (Ash) การหาปริมาณความชื้น (Moisture) การมอดดับผล การทดสอบจะเทียบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่งและทำการทดสอบ (สำนักงาน มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม .2547 ก:1-3) แสดงผลการทดสอบในตารางที่ 4.1 แสดงความ สัมพันธ์ระหว่างวัตถุดิบ ค่าความร้อนความชื้นและปริมาณเถ้า ต่อจากนั้นได้ทำการทดสอบด้าน มลภาวะที่เกิดจากการเผาไหม้ของถ่านอัดแท่ง จากห้องปฏิบัติการ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

ตารางที่ 4.1 ค่าทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของเศษกระดาษอัดแท่งและเศษวัชพืชอัดแท่ง

อัตราส่วน รายละเอียด	เศษกระดาษอัดแท่ง	เศษวัชพืชอัดแท่ง	หน่วย
ค่าความร้อน	100 %	100 %	
ปริมาณค่าความชื้น	5,260	5,380	kcal/kg
สารระเหย	-	-	%
ถ่านคงตัว	33.0	31.9	%
เถ้า	48.7	51.0	%
	18.3	17.1	%

ที่มา: รายงานผลการทดสอบและวิเคราะห์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

หลังจากที่เราทราบค่าต่างๆ ที่ผ่านการทดสอบแล้วจึงได้ทำการสรุปออกอยู่ที่รูปของตาราง ที่ 4.1 แต่สำหรับการทดสอบการตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่งและทำการทดสอบ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม .2547 ก:1-3) มีข้อกำหนดที่สำคัญดังนี้

1. ค่าทางความร้อน (Heating Value)

จากการทดสอบและวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการสำหรับวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด ซึ่งใช้เป็น องค์ประกอบของถ่านอัดแท่ง ได้แก่ เศษกระดาษอัดแท่ง วัชพืชอัดแท่ง และแป้งมันสำปะหลัง ตาม มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) ถ่านอัดแท่งจะต้องมีค่าความร้อนไม่ต่ำกว่า 5,000 kcal/kg ผลการ ทดสอบที่เกิดขึ้นสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 4.2 ค่าความร้อนของวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิดที่ทำการทดสอบ

ชนิดของวัตถุดิบ	ค่าความร้อน (kcal/kg)
เศษกระดาษอัดแท่ง	5,260
เศษวัชพืชอัดแท่ง	5,380
แป้งมันสำปะหลัง	3,724

ที่มา: รายงานผลการทดสอบและวิเคราะห์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติค่าความร้อน (Heating Value) วัตถุดิบแต่ละชนิดใช้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) ซึ่งถ่านอัดแท่งจะต้องมีค่าความร้อนต้องไม่ต่ำกว่า 5,000 kcal/kg พบว่าค่าทางความร้อนของเศษวัชพืชมีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนด ทั้งส่วนเศษกระดาษอัดแท่งและเศษวัชพืชอัดแท่ง สำหรับแป้งมันสำปะหลังอัดแท่งไม่ผ่านมาตรฐาน โดยได้นำข้อมูลงานวิจัยของ รุ่งโรจน์ พุทธิกุล: 2553 มาอ้างอิงในงานวิจัย แต่สำหรับงานวิจัยนี้จะทำการรวมทั้ง 2 วัตถุดิบเข้าด้วยกัน เพื่อพิจารณาค่าความร้อนที่เกิดขึ้น โดยมีข้อกำหนดเกี่ยวกับอัตราส่วนของการผสมวัตถุดิบทั้ง 2 ซึ่งจะแสดงรายละเอียดในหัวข้อการวิเคราะห์คุณสมบัติค่าความร้อน ในกรณีวัตถุดิบ 2 ชนิดรวมตัวกันตามอัตราส่วน

2. ปริมาณค่าความชื้น (%)

ผลจากการทดสอบปริมาณเถ้าตามมาตรฐาน (มผช.) ต้องไม่เกินร้อยละ 10 โดยน้ำหนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านไม้หุงต้ม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม .2547 ข: 1-3) โดยมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนความชื้นตามมาตรฐาน (มผช.238/2547) ต้องไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก สรุปค่าได้ดังนี้

เมื่อพิจารณาในด้านความชื้นของถ่านอัดแท่ง 3 ประเภทพบว่าถ่านชนิดกระดาษอัดแท่งและถ่านอัดแท่งจากเศษวัชพืชจะมีค่าความชื้นต่ำมากในขณะที่ถ่านอัดแท่งจากแป้งมันสำปะหลังจะมีค่าความชื้นอยู่ที่ 0.9% ทั้งนี้เนื่องจากในมันสำปะหลังจะมีน้ำค้างค้างในขณะอัดให้ความร้อนไม่สามารถระเหยน้ำที่อยู่ในแป้งมันสำปะหลังออกให้หมดดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ปริมาณค่าความชื้น (%) ของแต่ละวัตถุดิบ

ชนิดของวัตถุดิบ	ค่าความชื้น (%)
เศษกระดาษอัดแท่ง	0
เศษวัชพืชอัดแท่ง	0
แป้งมันสำปะหลัง	0.9

ที่มา : รายงานผลการทดสอบและวิเคราะห์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. ปริมาณเถ้า (%)

จากการทดสอบปริมาณเถ้าตามมาตรฐาน (มผช.) ด้วยการใช้เครื่องมือทดสอบที่เรียกว่า บอร์มพารามิเตอร์ของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งมีปริมาณเถ้าเหลือจากการเผาต้องไม่เกินร้อยละ 10 โดยนำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านไม้หุงต้ม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม .2547 ข: 1-3) โดยมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนสรุปค่าได้ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ปริมาณเถ้า (%) ของแต่ละวัตถุดิบ

ชนิดของวัตถุดิบ	ปริมาณเถ้า (%)
เศษกระดาษอัดแท่ง	18.3
เศษวัชพืชอัดแท่ง	17.1
แป้งมันสำปะหลัง	0.05

ที่มา: รายงานผลการทดสอบและวิเคราะห์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จากการทดสอบตามมาตรฐานในถ่านอัดแท่งทั้ง 3 ชนิดพบว่าถ่านอัดแท่งจากกระดาษสำนักงานและถ่านอัดแท่งจากเศษวัชพืชมีปริมาณของเถ้าถ่านเกินกว่าที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกำหนดเนื่องจากในเศษกระดาษและเศษวัชพืชที่นำมาอัดแท่งนั้นเป็นวัตถุดิบที่นำมาบดย่อยให้ละเอียดแล้วนำมาเข้าเครื่องอัดเลยในขณะที่ถ่านอัดแท่งจากแป้งมันสำปะหลังมีความหนาแน่นดีกว่าจึงทำให้มีเถ้าถ่านที่น้อยกว่า

ตารางที่ 4.5 ค่าทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเศษกระดาษอัดแท่งและเศษวัชพืชอัดแท่ง

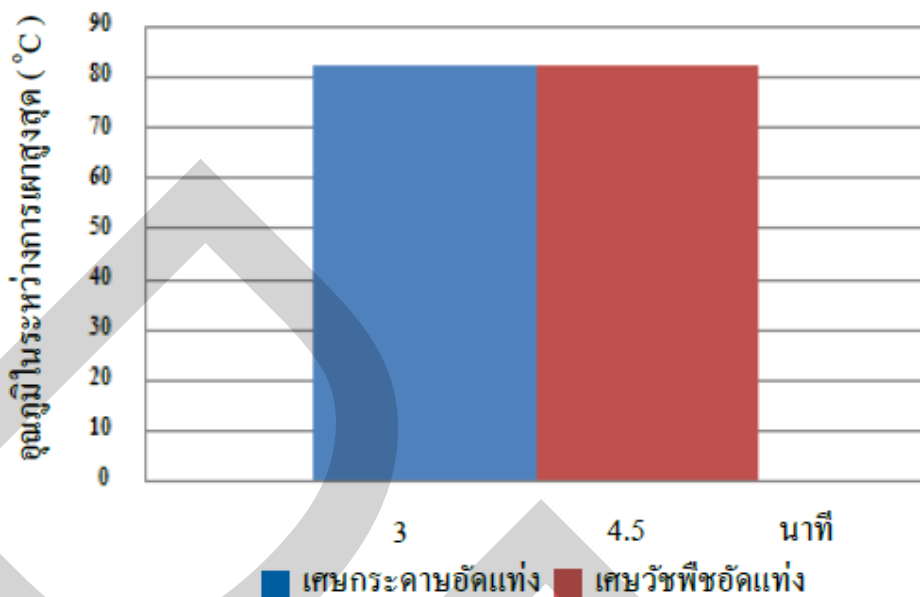
อัตราส่วน	เศษกระดาษอัดแท่ง	เศษวัชพืชอัดแท่ง	หน่วย
รายละเอียด	100 %	100 %	
ค่าความแข็ง Hardness	1.34	1.11	MPa
ระยะเวลาในการต้ม น้ำ 1 ลิตร	4.5	3	min
อุณหภูมิในระหว่างเผาสูงสุด	82	82	°C
อุณหภูมิในระหว่างเผาต่ำสุด	38	38	°C

เมื่อวิเคราะห์คุณสมบัติวัสดุดิบแต่ละชนิดของถ่าน 2 ชนิด พบว่าค่าทดสอบผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่งและทำการทดสอบ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม .2547 ก:1-3) ในส่วนของค่าความร้อนกับค่าความชื้น สำหรับหลังจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงถ่านอัดแท่งจะมีปริมาณเถ้าเกินกว่ากำหนดไว้จึงควรมีการปรับเพิ่มอุปกรณ์เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายสู่บรรยากาศต่อไป

ทางด้านคุณสมบัติทางกายภาพได้ทำการทดสอบโดยการกำหนดเชื้อเพลิงถ่านอัดแท่ง 300 g ให้ความร้อนแก่น้ำ 1 ลิตร ทำการจับเวลาในขณะที่เผาถ่านจนมอดดับ พร้อมทั้งวัดอุณหภูมิ น้ำที่กำลังให้ความร้อนทำการเปรียบเทียบกับเวลาที่ทดสอบดังภาพที่ 4.3 และภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.3 การวัดอุณหภูมิในขณะที่ให้ความร้อน



ภาพที่ 4.4 ค่าอุณหภูมิในระหว่างเผาสูงสุดเทียบกับเวลาของถ่านอัดแท่งแต่ละชนิด

เมื่อวิเคราะห์คุณสมบัติของถ่านอัดแท่ง 2 ชนิดพบว่าระยะเวลาในการทดสอบการต้มน้ำในปริมาณ 1 ลิตร เท่ากันถ่านอัดแท่งจากเศษวิชพีชจะใช้เวลาทำให้น้ำเดือดได้ภายในเวลา 3 min ในขณะที่ถ่านอัดแท่งจากกระดาษสำนักงานใช้เวลา 4.5 min เนื่องจากค่าความร้อนของกระดาษน้อยกว่าเศษวิชพีช

ในการทดสอบแรงกดจะเป็นตัวบ่งบอกถึงค่าความแข็งแรงและแสดงถึงว่าถ่านชนิดไหนที่จะลุกไหม้ได้นานกว่ากัน โดยในการทดสอบโดยใช้เครื่อง Universal Testing Machine (UTM) ดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 ทดสอบความแข็งของถ่านอัดแท่ง

การทดสอบแรงกดของถ่านอัดแท่งทั้ง 2 ชนิดพบว่าถ่านที่อัดด้วยเศษกระดาษสำนักงาน มีค่าความแข็งมากกว่าถ่านอัดแท่งจากเศษวัชพืชเนื่องจากการอัดขึ้นรูปด้วยความร้อนทำให้การจับตัวของกระดาษมีความหนาแน่นกว่า

การทดสอบการเผาไหม้ของถ่านอัดแท่งในอัตราส่วนผสมต่างๆ พบว่าถ่านอัดแท่งจากกระดาษสำนักงานผสมกับเศษวัชพืชในอัตราส่วนร้อยละ 40:60 มีค่าความร้อนที่ 5,350 kcal/kg ซึ่งมากกว่าส่วนผสมอื่นๆ ดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 ทำการเผาถ่านอัดแท่ง

4.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติวัตุถุคิบ 2 ชนิดรวมตัวกันตามอัตราส่วน

ในการวิเคราะห์ค่าสมรรถนะความร้อนที่ได้จากกระบวนการอัดถ่านจากเศษกระดาษ เศษวัชพืช เพื่อทดสอบค่าต่างๆ แบบเดียวกับหัวข้อ 4.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติของวัตุถุคิบทั้ง 2 ชนิดในอัตราส่วนผสมที่แตกต่างกันไป พบว่าถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมของเศษกระดาษสำนักงาน c และเศษวัชพืชในอัตราส่วนร้อยละ 40:60 มีค่าความร้อนที่ 5,350 kcal/kg มากที่สุด ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ค่าทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของเศษกระดาดและเศษวัชพืชจากการผสมรวมกัน

อัตราส่วน รายละเอียด	ค่าความร้อน (kcal/kg)	ปริมาณค่าความชื้น (%)	สารระเหย (%)	เถ้า (%)
เศษกระดาดอัดเศษวัชพืชอัดแห้ง 80:20	5,190	-	37.8	16.7
เศษกระดาดอัดเศษวัชพืชอัดแห้ง 60:40	5,150	-	38.5	15.7
เศษกระดาดอัดเศษวัชพืชอัดแห้ง 50:50	5,170	-	34.3	17.4
เศษกระดาดอัดเศษวัชพืชอัดแห้ง 40:60	5,350	-	32.0	17.4
เศษกระดาดอัดเศษวัชพืชอัดแห้ง 20:80	5,150	-	36.3	16.5
เศษกระดาดผสมแป้งมัน 10:1	5,260	-	33.0	18.3

4.2.1 ค่าความร้อน (kcal/kg)

ในการหาค่าความร้อนของถ่านอัดแห้งของวัตถุดิบ 2 ชนิดในอัตราส่วนผสมที่แตกต่างกันนั้นต้องใช้เครื่องมือทดสอบที่ได้ มาตรฐาน โดยให้สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นผู้ทดสอบ

การวิเคราะห์คุณสมบัติค่าความร้อนของวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิดในอัตราส่วนผสมที่แตกต่างกันไป พบว่าถ่านอัดแห้งที่มีส่วนผสมของเศษกระดาดสำนักงานกับเศษวัชพืชในอัตราส่วนร้อยละ 40:60 มีค่าความร้อนที่ 5,350 kcal/kg มากที่สุด

4.2.2 ปริมาณค่าความชื้น (%)

การวิเคราะห์ค่าสมรรถนะค่าความชื้น ที่ได้จากระบวนการอัดถ่านจากเศษกระดาดและเศษวัชพืช พบว่าไม่มีค่าความชื้นจากถ่านอัดจากทั้งเศษกระดาด และเศษวัชพืช เนื่องจากมีการตากแดดเป็นระยะเวลา 2- 3 วัน โดยตากช่วงเช้าเวลา 9.00 น-16.00 น หลังจากนั้นจึงเก็บภายในที่ร่ม เนื่องจากช่วงกลางวันหรือกลางคืนจะมีอากาศเย็นหรือน้ำค้าง อาจส่งผลต่อการสะสมความชื้นในช่วงกลางคืน

4.2.3 ปริมาณเถ้า (%)

ในการหาปริมาณเถ้าของถ่านอัดแห้งของวัตถุดิบ 2 ชนิดในอัตราส่วนผสมที่แตกต่างกันนั้นต้องใช้เครื่องมือทดสอบที่ได้ มาตรฐาน ซึ่งทดสอบโดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

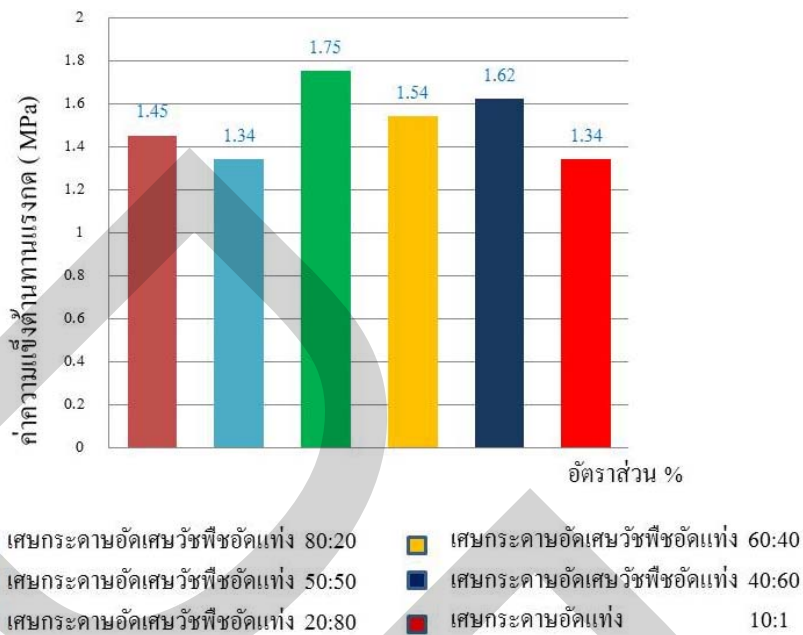
การวิเคราะห์คุณสมบัติปริมาณแก้วของวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิดในอัตราส่วนผสมที่แตกต่างกันไป พบว่าถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมของเศษกระดาษสำนักงานกับเศษวัชพืชในอัตราส่วนร้อยละ 60:40 มีปริมาณแก้วน้อยที่สุด 15.7% ในขณะที่ถ่านอัดแท่งที่มีอัตราส่วนผสมของกระดาษสำนักงานและเศษวัชพืชที่ 40:60 มีปริมาณแก้วมากถึง 17.4% แต่ให้ค่าความร้อนสูงสุดในการทดสอบในครั้งนี้

ในด้านคุณสมบัติทางกายภาพได้ทำการทดสอบโดยการกำหนดเชื้อเพลิงถ่านอัดแท่ง 300 g ให้ความร้อนแก่น้ำ 1 ลิตร ทำการจับเวลาในขณะที่เผาถ่านจนมอดดับ พร้อมทั้งวัดอุณหภูมิน้ำที่กำลังให้ความร้อนทำการเปรียบเทียบกับเวลาที่ทดสอบดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ค่าทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของถ่านอัดแท่งจากเศษกระดาษและเศษวัชพืช

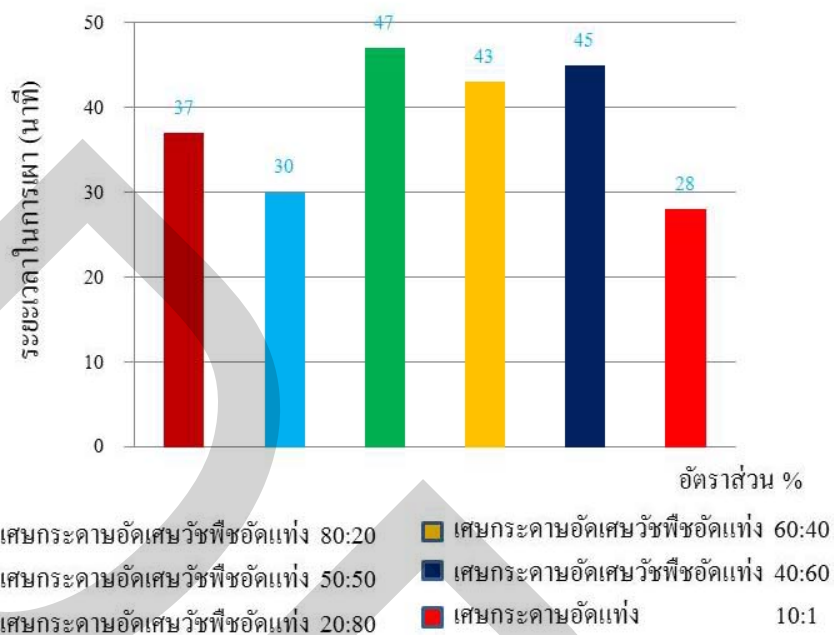
รายละเอียด	อัตราส่วน	ค่าความแข็ง Hardness (MPa)	ระยะเวลาใน การมอด (min)	อุณหภูมิในระหว่าง เผาสูงสุด (°C)
	เศษกระดาษอัดเศษวัชพืชอัดแท่ง 80:20	1.45	37	82
	เศษกระดาษอัดเศษวัชพืชอัดแท่ง 60:40	1.34	30	82
	เศษกระดาษอัดเศษวัชพืชอัดแท่ง 50:50	1.75	47	83
	เศษกระดาษอัดเศษวัชพืชอัดแท่ง 40:60	1.54	43	83
	เศษกระดาษอัดเศษวัชพืชอัดแท่ง 20:80	1.62	45	83
	เศษกระดาษผสมเป้งมัน 10:1	1.34	28	83

ในการทดสอบแรงกดจะเป็นตัวบ่งบอกถึงค่าความแข็งแรงและแสดงถึงว่าถ่านชนิดไหนที่จะถูกไหม้ได้นานกว่ากัน และง่ายในการขนส่งเพราะถ่านที่มีความแข็งแรงมากการคงตัวของถ่านก็ดีขึ้นไปด้วยโดยในการทดสอบเราได้ใช้เครื่อง Universal Testing Machine (UTM) ซึ่งได้ค่าออกมาดังตารางที่ 4.7

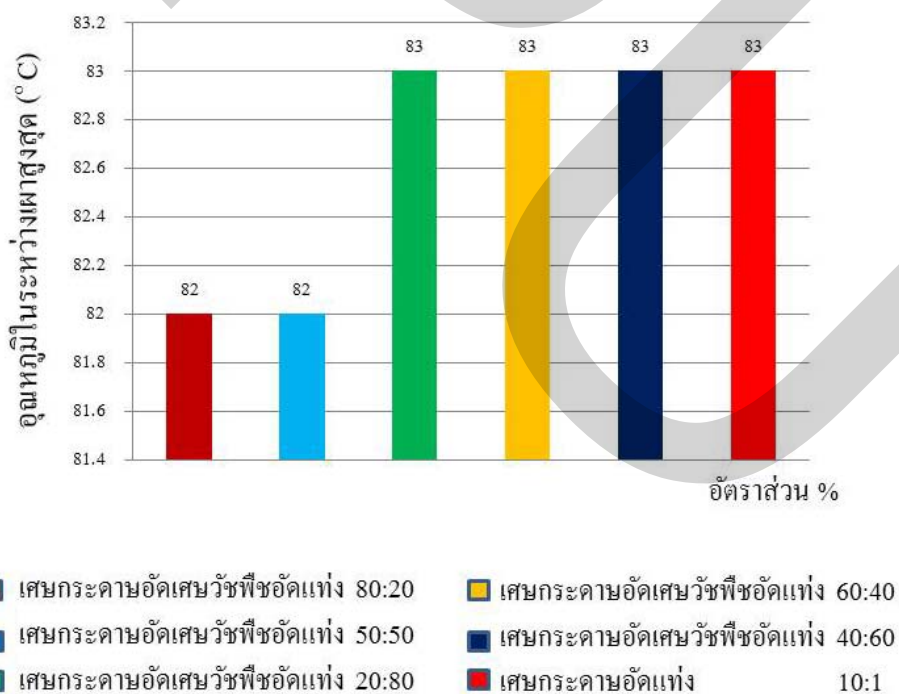


ภาพที่ 4.7 เปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพตามสัดส่วนการผสม

ในการวิเคราะห์ค่าความแข็งแรง (Hardness) ของถ่านอัดแท่งตามอัตราส่วนต่างๆพบว่าค่าความแข็งแรงของถ่านอัดแท่งจากเศษกระดาษผสมกับเศษวัชพืชที่อัตราส่วนผสมที่ 50:50 มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดและถ่านอัดแท่งจากเศษกระดาษผสมกับเศษวัชพืชที่อัตราส่วนผสม 60:40 มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดเนื่องจากในขั้นตอนการอัดขึ้นรูปเศษกระดาษและเศษวัชพืชมีการผสมผสานกันได้ยากจึงทำให้ค่าความแข็งแรงที่ออกมาได้น้อย ซึ่งส่งผลให้ระยะเวลาในการเผาไหม้ของถ่านนี้ขึ้นอยู่กับค่าความแข็งแรงของถ่านแต่ละอัตราส่วนด้วย และได้มีการจุดไฟถ่านจับเวลาในขณะที่ถ่านติดแดงทุกก้อนจนกระทั่งไฟมอดดับเทียบกับอุณหภูมิเริ่มต้นจนถึงอุณหภูมิน้ำเดือด ดังภาพที่ 4.8 และ 4.9



ภาพที่ 4.8 ระยะเวลาในการเผาของถ่านอัดแท่งตามอัตราส่วน



ภาพที่ 4.9 อุณหภูมิในระหว่างเผาสูงสุดของถ่านอัดแท่งตามอัตราส่วน

ในการวิเคราะห์ระยะเวลาในการเผาไหม้ ระยะเวลาที่น้ำเดือด เทียบกับอุณหภูมิเริ่มต้น จนถึงอุณหภูมิที่น้ำเดือด ของถ่านแต่ละอัตราส่วนนั้นพบว่าถ่านอัดแท่งจากเศษกระดาษผสมกับเศษ วัชพืชที่อัตราส่วนผสม 40:60 มีระยะเวลาในการเผาไหม้ได้นานกว่าในอัตราส่วนผสมอื่นเนื่องจาก มีค่าความร้อนสูงกว่าชนิดอื่นจึงทำให้ใช้ระยะเวลาในการต้มน้ำปริมาณ 1 ลิตรเดือดได้เร็วกว่าถ่าน อัดแท่งในอัตราส่วนผสมอื่นๆ

4.3 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตต่อหน่วย (Cost of Production)

สำหรับงานวิจัยถ่านอัดแท่งจากเศษกระดาษและวัชพืชมีผลลัพท์ที่เกินมาตรฐานของ ผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่งและทำการทดสอบ(สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม .2547 ก:1-3) จนสามารถนำมาพิจารณาเชิงพาณิชย์ แต่ควรพิจารณาวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยที่ ประกอบไปด้วยต้นทุน โดยแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 รายการราคาต้นทุนของเครื่องผลิตถ่านอัดแท่งเศษกระดาษและวัชพืช

รายการเครื่องจักรและอุปกรณ์	ราคา (บาท)
1. เครื่องบด อัตราการผลิตจำนวน 1 เครื่อง	17,000
2. เครื่องอัดถ่านแบบเกลียว จำนวน 1 เครื่อง	60,000
3. อุปกรณ์ผสมวัตถุดิบและอื่นๆ	5,000
รวม	82,000

ตารางที่ 4.9 รายการราคาต้นทุนของการผลิตถ่านอัดแท่ง

รายการเครื่องจักรและอุปกรณ์	หน่วย	ราคา (บาท)
1. กระดาษขาว-ดำ (A4)	kg	3
2. วัชพืช	kg	-
3. แป้งมัน	kg	10
4. ถ่านน้ำ	ลิตร	0.012
5. ค่าไฟฟ้า	Unit	3.5
6. ค่าแรงงาน	วัน	280

ในการวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยของถ่านในอัตราส่วนผสมที่ 80:20 โดยกำหนดกำลังการผลิต วันละ 400 kg/วัน 1 ปี ทำงาน 260 วัน ต้นทุนในการผลิต 3.58 บาท/kg จำนวนต้นทุน (3.58 บาท x 400 kg x 260 วัน) รวมได้ 372,320 บาท /ปี

จากการเปรียบเทียบกลุ่มราคาถ่านอัดแท่งจากตารางที่ 3.5 อัตราค่าความร้อนเทียบกับราคา จากข้อมูล <http://www.charcoal.snmcenter.com/charcoalthai/property1.php> โดยค่าความร้อนอยู่ในกลุ่มเทียบเท่าผงถ่านไม้เบญจพรรณ ซึ่งมีราคา 7 บาท/kg ดังสมการ (4.1)

$$Tr_1 = V_0 \times V \times De \quad (4.1)$$

$$= (400) \times (7) \times (260)$$

$$= 728,000 \text{ บาท /ปี}$$

$$Pb = Te / Tr$$

$$= 372,320 + 82,000 / 728,000$$

$$= 6.2 \text{ เดือน}$$

เมื่อ

$$Tr_1 = \text{รายรับรวมในการผลิต 1 ปี}$$

$$V_0 = \text{ปริมาณถ่านที่ผลิตได้}$$

$$V = \text{ต้นทุนแปรผันต่อหน่วย}$$

$$De = \text{วันรวมในการผลิต 260}$$

$$Te = \text{ต้นทุนรวม}$$

$$Pb = \text{ระยะเวลาคืนทุน}$$

สำหรับการเพิ่มมูลค่าของกระดาษและเศษวัชพืชชิ้นนั้น ได้นำมาทำเป็นถ่านอัดแท่งที่สามารถนำไปใช้งานได้เทียบเท่ากับถ่านอัดแท่งจากตารางที่ 3.5 ซึ่งอยู่ในกลุ่มของผงถ่านไม้เบญจพรรณที่ประกอบไปด้วย ค่าความร้อนและค่าความชื้น เป็นต้น ภายในการเปรียบเทียบมูลค่าที่ได้รับจากการลงทุนผลิตถ่านอัดแท่ง (เฉพาะวัตถุดิบ) กับผลผลิตที่ได้รับเปรียบกันไว้ ดังตารางที่ 4.7

$$TR = Tr_1 - Tc \quad (4.2)$$

$$= 728,000 - 372,320$$

$$= 355,680 \text{ บาท /ปี}$$

เมื่อ

TR = รายรับสุทธิ (บาท/ปี)

Tr1 = รายรับรวมในการผลิต1ปี

Tc = ต้นทุนวัตถุดิบการผลิต (บาท/ปี)

ตารางที่ 4.10 ต้นทุนรวมของแต่ละอัตราส่วนผสม

อัตราส่วนผสม	ค่าใช้จ่าย บาท/kg	ระยะเวลาคืนทุน
1. เศษกระดาษอัดเศษวัชพืชอัดแห้ง 80:20	3.58	6.2 เดือน
2. เศษกระดาษอัดเศษวัชพืชอัดแห้ง 60:40	3.43	6 เดือน
3. เศษกระดาษอัดเศษวัชพืชอัดแห้ง 50:50	2.89	5.2 เดือน
4. เศษกระดาษอัดเศษวัชพืชอัดแห้ง 40:60	2.54	4.7 เดือน
5. เศษกระดาษอัดเศษวัชพืชอัดแห้ง 20:80	1.92	3.8 เดือน

ดังนั้นจากการทดสอบถ่านอัดแห้งในอัตราส่วนผสมทั้งหมดและพิจารณาคุณสมบัติทางด้านเคมีและทางด้านกายภาพรวมถึงการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตของถ่านอัดแห้งในอัตราส่วนผสมของเศษกระดาษจากสำนักงานและเศษวัชพืช ที่ 40:60 เป็นส่วนผสมที่น่าสนใจเพราะมีค่าความร้อนและความหนาแน่นมากที่สุดสามารถนำมาใช้งานได้เป็นอย่างดี

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การผลิตถ่านอัดแท่งจากเศษกระดาษสำนักงานและมวลชีวภาพ โดยใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน จากผลการวิเคราะห์สมรรถนะทางความร้อนของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตถ่านอัดแท่งที่วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการสำหรับวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด ซึ่งใช้เป็นองค์ประกอบของถ่านอัดแท่ง ได้แก่ เศษกระดาษอัดแท่ง วัชพืชอัดแท่ง และแป้งมันสำปะหลัง ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) ถ่านอัดแท่งจะต้องมีค่าความร้อนไม่ต่ำกว่า 5,000 kcal/kg ปริมาณความชื้นไม่เกิน 10 % ผลการทดสอบที่เกิดขึ้นสรุปได้ดังนี้

ค่าทางความร้อน (Heating Value) ของเศษกระดาษอัดแท่ง มีค่าความร้อน 5,260 kcal/kg ความชื้นไม่เกิน 0 % ค่าทางความร้อน (Heating Value) ของเศษวัชพืชอัดแท่ง มีค่าความร้อน 5,380 kcal/kg ความชื้นไม่เกิน 0 % เพราะทั้งวัตถุดิบ 2 ชนิด ตากแดดเป็นระยะเวลา 2-3 วัน โดยตากช่วงเช้าเวลา 9.00 น – 16.00 น หลังจากนั้นจึงเก็บภายในที่ร่ม เนื่องจากช่วงเวลาเย็นหรือกลางคืนจะมีอากาศเย็นหรือน้ำค้าง อาจส่งผลต่อการสะสมความชื้นในช่วงกลางคืน

แต่สำหรับงานวิจัยนี้จะทำการรวมวัตถุดิบทั้ง 2 วัตถุดิบเข้าด้วยกัน เพื่อทำการพิจารณาค่าความร้อนที่เกิดขึ้น โดยมีข้อกำหนดเกี่ยวกับอัตราส่วนของการผสมวัตถุดิบทั้ง 2 ในกรณีวัตถุดิบ 2 ชนิดรวมตัวกันตามอัตราส่วน โดยค่าความร้อนเกินมาตรฐานอยู่ที่เศษกระดาษสำนักงานผสมเศษวัชพืชที่ 40:60 มีค่าเฉลี่ย 5,350 kcal/kg และค่าความชื้นไม่เกินที่กำหนดไว้ จึงเป็นสัดส่วนที่ดีที่สุดในอัตราส่วนที่ทำการศึกษา ตลอดจนอุณหภูมิในระหว่างการเผาไหม้สูงสุดอยู่ที่ประมาณ 83° C ระยะเวลาในการมอดดับ 43min ที่น้ำหนักของถ่าน 300 g สิ่งที่ต้องปรับปรุงเกี่ยวกับเปอร์เซ็นต์ปริมาณเถ้าที่สูงเกินมาตรฐาน สำหรับในการพิจารณาการใช้งานถ่านอัดแท่งจากเศษกระดาษและมวลชีวภาพ จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาควบคุมการกระจายตัวของปริมาณเถ้าสู่ชั้นบรรยากาศหรืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสถานะจากผงบเป็นของเหลวหรือของแข็งเพื่อให้ง่ายต่อการดูแลต่อไป

ในการทดลองถ่านอัดแท่งจากเศษกระดาษสำนักงานและมวลชีวภาพ พบปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งจากการเตรียมวัตถุดิบ ขั้นตอนการทำส่วนผสมและขั้นตอนการอัดเป็นถ่านอัดแท่ง

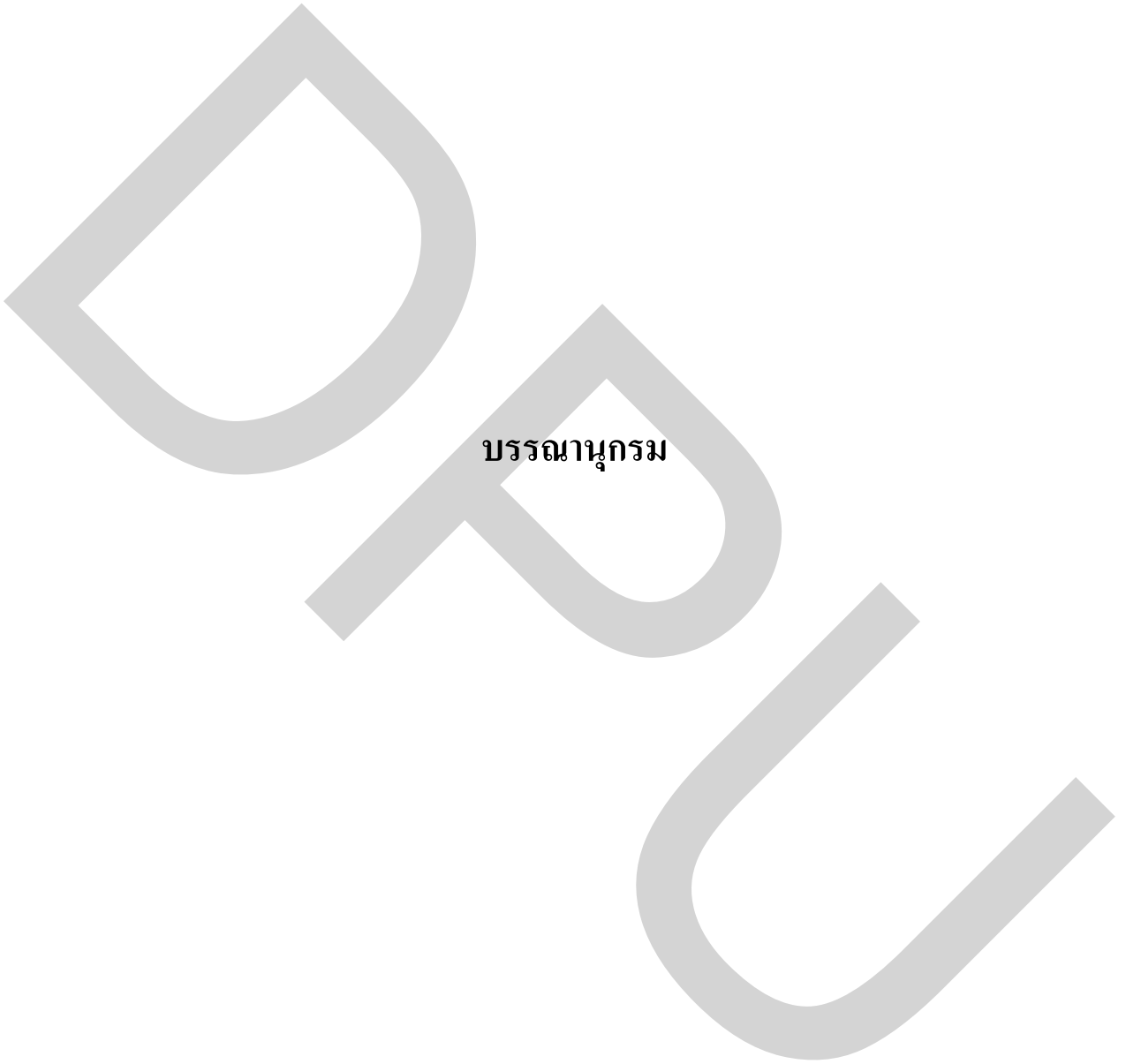
1. ในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบนั้น จะต้องทำการบดให้ละเอียดก่อนทุกครั้งเพื่อที่จะให้ส่วนผสมเข้ากันได้เป็นอย่างดีในขั้นตอนที่จะต้องนำวัตถุดิบมาผสมรวมกัน ซึ่งใช้เวลาค่อนข้างนาน อันจะส่งผลกระทบต่ออัตราการผลิตที่ไม่เพียงพอในเชิงพาณิชย์
2. ในการทำส่วนผสมจำเป็นจะต้องมีแป้งมันสำปะหลังเป็นส่วนประกอบ เพื่อที่จะเป็นตัวประสานวัตถุดิบให้ยึดติดกันเป็นก้อน แต่ถ้าหากใส่แป้งมันสำปะหลังมากเกินไปจะมีผลทำให้เกิดควันมากในขณะที่นำไปใช้งานหรือใช้หุงต้ม
3. ในการเติมน้ำลงไป ในขั้นตอนการผสมวัตถุดิบจะต้องเติมตามอัตราส่วน โดยใช้ภาชนะตักตวงใส่เพื่อบันทึกค่าเก็บไว้ เพราะถ้าใส่น้ำลงไปมากในทีเดียวจะมีผลให้ถ่านที่อัดออกมาไม่จับตัวกันเป็นก้อน และจะต้องคอยสังเกตความชื้นของวัตถุดิบถ้าหากวัตถุดิบมีความชื้นมากจึงทำให้ต้องเติมน้ำลดลงจากเดิม แต่ถ้าหากเติมน้ำน้อยเกินไปจะมีผลให้เกิดการติดขัดในขณะอัดแท่ง
4. หลังจากที่ได้ถ่านอัดแท่งจะต้องนำไปตากแดดที่แดดค่อนข้างแรงเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 2-3 วัน ไม่เช่นนั้นก็จะยังคงมีความชื้นอยู่ในถ่านจะทำให้ถ่านลดประสิทธิภาพลงไป

5.2 ข้อเสนอแนะ

สำหรับผู้สนใจจะทำการศึกษาหรือนำไปประกอบธุรกิจ ถ่านอัดแท่งจากเศษกระดาษสำนักงานผสมเศษวัชพืช ซึ่งจะมีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าวัตถุดิบชนิดอื่น อีกทั้งยังลงทุนน้อยแต่ให้ผลตอบแทนค่อนข้างสูง ค่าความร้อนที่ได้เหมาะกับการนำไปใช้งาน

ซึ่งในการพัฒนาด้านเชื้อเพลิงชีวภาพจากขยะในอาคารสำนักงานสามารถพัฒนาต่อเนื่องได้ดังนี้

1. การพัฒนารูปแบบทางด้านเคมีโดยการเปลี่ยนตัวประสานจากแป้งมันเป็นกากน้ำตาลแทน หรือใช้ผงถ่านจากกะลามะพร้าว ถ่านจากกระลาปาล์มเป็นส่วนผสมด้วย
2. การพัฒนารูปแบบขนาดของถ่านอัดแท่งให้มีเส้นผ่าศูนย์กลางของรูที่ใหญ่ขึ้นเพื่อให้ง่ายต่อการติดไฟ
3. การพัฒนาในเรื่องของกลิ่นของถ่านอาจผสมผสานกลิ่นสมุนไพรให้หอมน่าใช้ยิ่งขึ้นเป็นการเพิ่มคุณค่าของถ่าน
4. ควรหาค่าเซลล์ลูโลสของกระดาษ A-4 เพื่อนำค่ามาเปรียบเทียบกับคุณลักษณะด้านเชื้อเพลิงกับวัตถุดิบชนิดอื่น



บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

- ฐานิตย์ เมธิยานนท์, เมธิ ไบงาม และสมชาติ โสภณรณฤทธิ. (2546). การผลิตเชื้อเพลิงแก๊สแข็งจากขี้เลื่อยโดยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชัน (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.). (2547). ประกาศมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง. กรุงเทพฯ: สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.
- ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล. (2549). ชีวมวล (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม.

วิทยานิพนธ์

- ฐานิตย์ เมธิยานนท์. (2549). การศึกษาการผลิตผงถ่านหินแอนทราไซต์อัดแท่งด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันโดยใช้โมลาสเป็นตัวประสาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ประสาน สติตเรืองศักดิ์. (2549). ศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากถ่านไม้ยางพาราผสมกับถ่านกะลาปาล์มและถ่านไม้ยางพาราผสมกับถ่านกะลามะพร้าวด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันแบบอัดรีดเย็น โดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- พัชฎาภรณ์ เจริญรอย. (2551). การทำแท่งเชื้อเพลิงจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

วารสารวิชาการ

กรกต พิมทวงศ์. (2546, สิงหาคม-2547 มกราคม). “พลังงานชีวมวลกับการพัฒนาที่ยั่งยืน.”

วารสารวิชาการสถาบันราชภัฏอุดรดิตถ์, 11, 3. หน้า 2.

สุธรรม ปทุมสวัสดิ์. (2546, ตุลาคม-ธันวาคม). “พลังงานชีวมวล” พัฒนาเทคนิคศึกษา, 16, 48 หน้า 37-41.

ประเทือง อุษาบริสุทธิ์ และ ธาณี มหายศนันท์. (2548, สิงหาคม-พฤศจิกายน). “การศึกษาการอัดแท่งถ่านห้ำมันสำปะหลังโดยใช้เครื่องอัดถ่านแบบแม่แรงไฮดรอลิก” วิศวกรรมสาร มก., 19, 56. หน้า 32-40.

รายงานการประชุมวิชาการ

การผลิตเชื้อเพลิงแข็งอัดแท่งจากกะลามะพร้าวด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันโดยใช้โมลาสเป็นตัวประสาน. (2547). รายงานการประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 18, 18-20 ตุลาคม 2547. ขอนแก่น: เครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย.

การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากถ่านไม้ยางพาราผสมกะลามะพร้าวและกะลาปาล์มด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน. (2550). รายงานการประชุมเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 21, 17-19 ตุลาคม 2550. ชลบุรี: เครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย.

การศึกษาถึงการผลิตเชื้อเพลิงถ่านอัดแท่งจากชีวมวล โดยอาศัยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันแบบอัดรีดเย็นโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน. (2551). การประชุมวิชาการเครือข่ายวิจัยของสถาบันอุดมศึกษา 17-19 มกราคม 2551. กรุงเทพฯ: เครือข่ายวิจัยของสถาบันอุดมศึกษา.

สารสนเทศจากอินเทอร์เน็ต

- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2547: ก). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน: ถ่านอัดแท่ง. สืบค้นเมื่อ 25 สิงหาคม 2554, จาก http://www.tisi.go.th/otop/pdf_file/tcps238_47.pdf.
- สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2552). สถานการณ์พลังงาน. สืบค้นเมื่อ 13 เมษายน 2554, จาก http://www.eppo.go.th/info/2010/energyforecast2009_12.html.
- สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2548-2552). การนำเข้าพลังงานภายในประเทศ. สืบค้นเมื่อ 13 เมษายน 2554, จาก http://www.eppo.go.th/info/2010/energyforecast2009_12.html
- เครือข่ายวิทยุร่วมด้วยช่วยกัน. (2552). ขยะอันตรายตามสถานที่ชุมชน. สืบค้นเมื่อ 13 เมษายน 2554, จาก <http://www.rd1677.com/branch.php?id=70500>
- มหาวิทยาลัยศิลปากร. (2551). แหล่งกำเนิดและประเภทขยะมูลฝอย. สืบค้นเมื่อ 13 พฤษภาคม 2554, จาก <http://www.management.su.ac.th>
- วงษ์วานิช. (2553). วงษ์วานิชนิว. สืบค้นเมื่อ 13 พฤษภาคม 2554, จาก <http://www.wongpanit.com/wpnew/>
- สำนักเมล็ดพันธุ์ข้าวกรมการข้าว. (2553). วัชพืช. สืบค้นเมื่อ 13 พฤษภาคม 2554, จาก http://cbr-rsc.ricethailand.go.th/weed_ir.ht
- สำนักการจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ. (2554). การกำจัดขยะมูลฝอย. สืบค้นเมื่อ 13 กันยายน 2554, จาก http://www.tungsong.com/Environment/Garbage_n/garbage_09.html
- วัดอีสานคอตคอม. (2553). การเผาขยะตามชุมชน. สืบค้นเมื่อ 13 กันยายน 2554, จาก <http://www.watisan.com/showdetail.asp?boardid=212>
- คุณกรีเฮง เพชรวิสิทธิ์. (2553). เตาเผาขยะ ปลอดมลพิษ. สืบค้นเมื่อ 13 กันยายน 2554, จาก <http://www.lunggee.com/>

ภาษาต่างประเทศ

BOOKS

Husain, Z., Zainac Z. and Abdullah, M.Z. (2000). Briquetting of palm fiber and shell from the processing of palm nuts to palm oil, *B Bioenergy*, 22(10) : 505-509.

S. R. Richards. (1990). "Physical testing of fuel briquettes." *Fuel Processing Technology*, Vol 25, Issue 2 pp. 89-100.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล

พรเทพ หอมผกา

วัน เดือน ปีเกิด

31 มีนาคม 2519

สถานที่เกิด

จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เป็นลูกคนที่ 10 ในจำนวน 12 คน

วุฒิการศึกษา

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่โรงเรียนทับสะแกวิทยา
ปริญญาตรีอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาเครื่องกล
จากมหาวิทยาลัยศรีปทุม เมื่อปี การศึกษา 2545

ตำแหน่งหน้าที่และการงานปัจจุบัน

ปี พ.ศ. 2540 ได้เริ่มเข้าทำงานที่บริษัท บริการเชื้อเพลิงการ
บินกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) ในตำแหน่งหัวหน้าแผนกซ่อม
บำรุงสำนักงาน
ปัจจุบันทำงานในตำแหน่งหัวหน้าแผนกซ่อมบำรุง
สำนักงานและชุมชนสัมพันธ์