

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

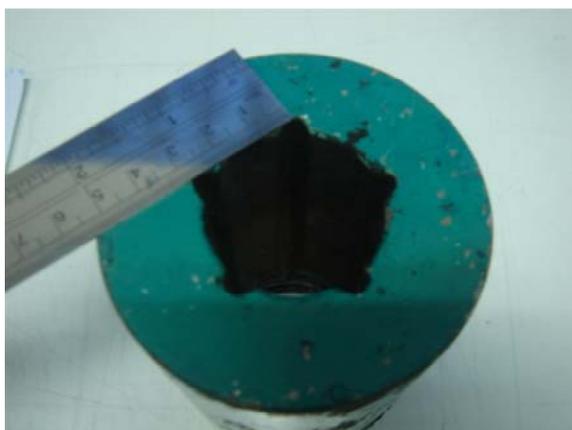
- 4.1.1 คุณสมบัติทางกายภาพ
- 4.1.2 คุณสมบัติทางเคมี

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 รูปทรงกระบอกมีครีบริบ 5 ครีบริบ 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 100 %	เศษวัชพืชอัดแท่ง 100 %	หน่วย
ค่าความร้อน	5,260	5,380	kcal/kg
ปริมาณค่าความชื้น	-	-	%
สารระเหย	33.0	31.9	%
ถ่านคงตัว	48.7	51.0	%
เถ้า	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 โดยน้ำหนัก มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 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 โดยนำหน้ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 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

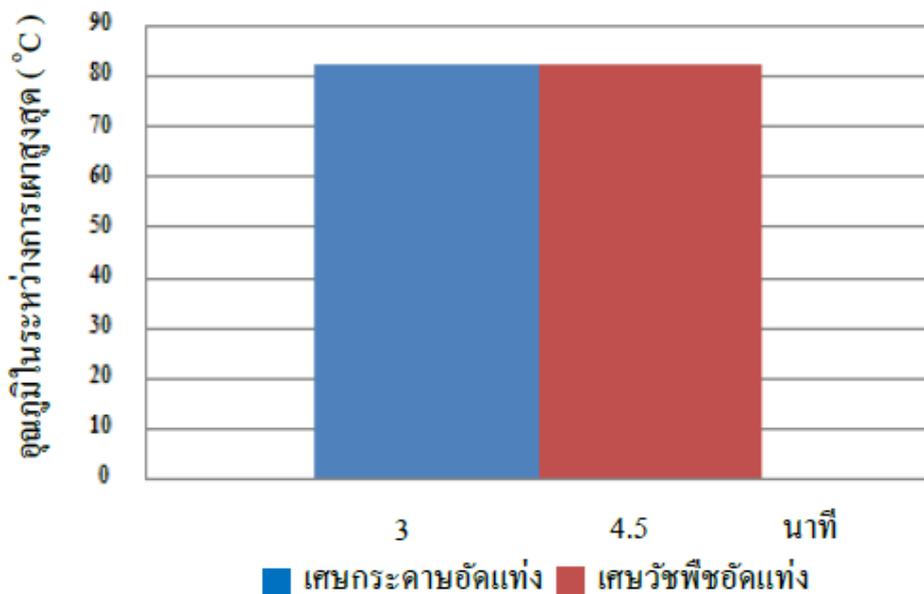
อัตราส่วน รายละเอียด	เศษกระดาษอัดแท่ง 100 %	เศษวัชพืชอัดแท่ง 100 %	หน่วย
ค่าความแข็ง Hardness	1.34	1.11	MPa
ระยะเวลาในการต้มน้ำ 1 ลิตร	4.5	3	min
อุณหภูมิในระหว่างเผาสูงสุด	82	82	°C
อุณหภูมิในระหว่างเผาต่ำสุด	38	38	°C

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

ทางด้านคุณสมบัติทางกายภาพได้ทำการทดสอบโดยการกำหนดเชื้อเพลิงถ่านอัดแท่ง 300 g ให้ความร้อนแก่น้ำ 1 ลิตร ทำการจับเวลาในขณะที่เผาถ่านจนมอดดับ พร้อมทั้งวัดอุณหภูมิน้ำที่กำลังให้ความร้อนทำการเปรียบเทียบกับเวลาที่ทดสอบดังภาพที่ 4.3 และภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.3 การวัดอุณหภูมิในขณะที่ให้ความร้อน



ภาพที่ 4.4 ค่าอุณหภูมิในระหว่างเผาสูงสุดเทียบกับเวลาของถ่านอัดแท่งแต่ละชนิด

เมื่อวิเคราะห์คุณสมบัติของถ่านอัดแท่ง 2 ชนิดพบว่าระยะเวลาในการทดสอบการต้มน้ำในปริมาณ 1 ลิตร เท่ากันถ่านอัดแท่งจากเศษวัชพืชจะใช้เวลาทำให้น้ำเดือดได้ภายในเวลา 3 min ในขณะที่ถ่านอัดแท่งจากกระดาษสำนักงานใช้เวลา 4.5 min เนื่องจากค่าความร้อนของกระดาษน้อยกว่าเศษวัชพืช

ในการทดสอบแรงกดจะเป็นตัวบ่งบอกถึงค่าความแข็งแรงและแสดงถึงว่าถ่านชนิดไหนที่จะลุกไหม้ได้นานกว่ากัน โดยในการทดสอบโดยใช้เครื่อง Universal Testing Machine (UTM) ดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 ทดสอบความแข็งของถ่านอัดแท่ง

การทดสอบแรงกดของถ่านอัดแท่งทั้ง 2 ชนิดพบว่าถ่านที่อัดด้วยเศษกระดาษสำนักงานมีค่าความแข็งมากกว่าถ่านอัดแท่งจากเศษวัชพืชเนื่องจากการอัดขึ้นรูปด้วยความร้อนทำให้การจับตัวของกระดาษมีความหนาแน่นกว่า

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



ภาพที่ 4.6 ทำการเผาถ่านอัดแท่ง

4.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติวัตุถุคิบ 2 ชนิดรวมตัวกันตามอัตราส่วน

ในการวิเคราะห์ค่าสมรรถนะความร้อนที่ได้จากกระบวนการอัดถ่านจากเศษกระดาษเศษวัชพืช 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 ชนิดในอัตราส่วนผสมที่แตกต่างกัน 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 เนื่องจากช่วงเวลานั้นหรือกลางคืนจะมีอากาศเย็นหรือน้ำค้าง อาจส่งผลต่อการสะสมความชื้นในช่วงกลางคืน

4.2.3 ปริมาณเถ้า (%)

ในการหาปริมาณเถ้าของถ่านอัดแห้งของวัตถุดิบ 2 ชนิดในอัตราส่วนผสมที่แตกต่างกันนั้นต้องใช้เครื่องมือทดสอบที่ได้ มาตรฐาน ซึ่งทดสอบโดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

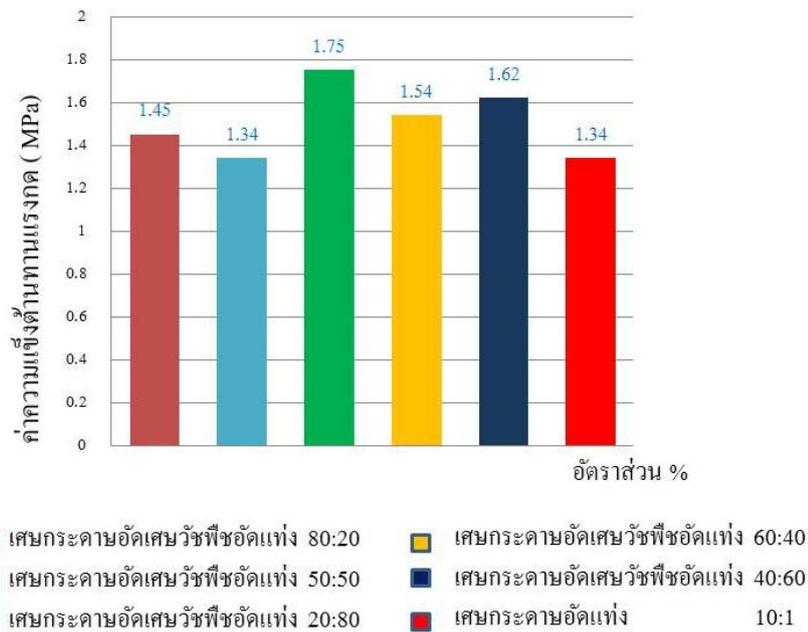
การวิเคราะห์คุณสมบัติปริมาณแก้วของวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิดในอัตราส่วนผสมที่แตกต่างกันไป พบว่าถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมของเศษกระดาษสำนักงานกับเศษวัชพืชในอัตราส่วนร้อยละ 60:40 มีปริมาณแก้วน้อยที่สุด 15.7% ในขณะที่ถ่านอัดแท่งที่มีอัตราส่วนผสมของกระดาษสำนักงานและเศษวัชพืชที่ 40:60 มีปริมาณแก้วมากถึง 17.4% แต่ให้ค่าความร้อนสูงสุดในการทดสอบในครั้งนี้

ในด้านคุณสมบัติทางกายภาพได้ทำการทดสอบโดยการกำหนดเชื้อเพลิงถ่านอัดแท่ง 300 g ให้ความร้อนแก่น้ำ 1 ลิตร ทำการจับเวลาในขณะที่เผาถ่านจนมอดดับ พร้อมทั้งวัดอุณหภูมิน้ำที่กำลังให้ความร้อนทำการเปรียบเทียบกับเวลาที่ทดสอบดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ค่าทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของถ่านอัดแท่งจากเศษกระดาษและเศษวัชพืช

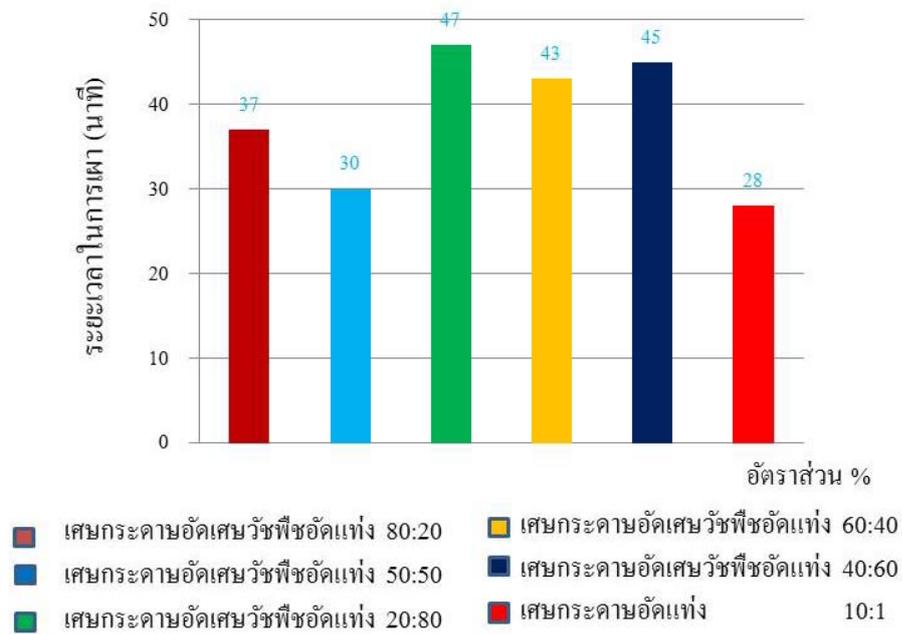
รายละเอียด	อัตราส่วน	ค่าความแข็ง Hardness (MPa)	ระยะเวลาใน การมอด (min)	อุณหภูมิในระหว่าง เผาสูงสุด (°C)
	เศษกระดาษอัดเศษวัชพืชอัดแท่ง 80:20	1.45	37	82
	เศษกระดาษอัดเศษวัชพืชอัดแท่ง 60:40	1.34	30	82
	เศษกระดาษอัดเศษวัชพืชอัดแท่ง 50:50	1.75	47	83
	เศษกระดาษอัดเศษวัชพืชอัดแท่ง 40:60	1.54	43	83
	เศษกระดาษอัดเศษวัชพืชอัดแท่ง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

ในการทดสอบแรงกดจะเป็นตัวบ่งบอกถึงค่าความแข็งแรงและแสดงถึงว่าถ่านชนิดไหนที่จะถูกไหม้ได้นานกว่ากัน และง่ายในการขนส่งเพราะถ่านที่มีความแข็งแรงมากการคงตัวของถ่านก็ดีขึ้นไปด้วย โดยในการทดสอบเราได้ใช้เครื่อง Universal Testing Machine (UTM) ซึ่งได้ค่าออกมาดังตารางที่ 4.7

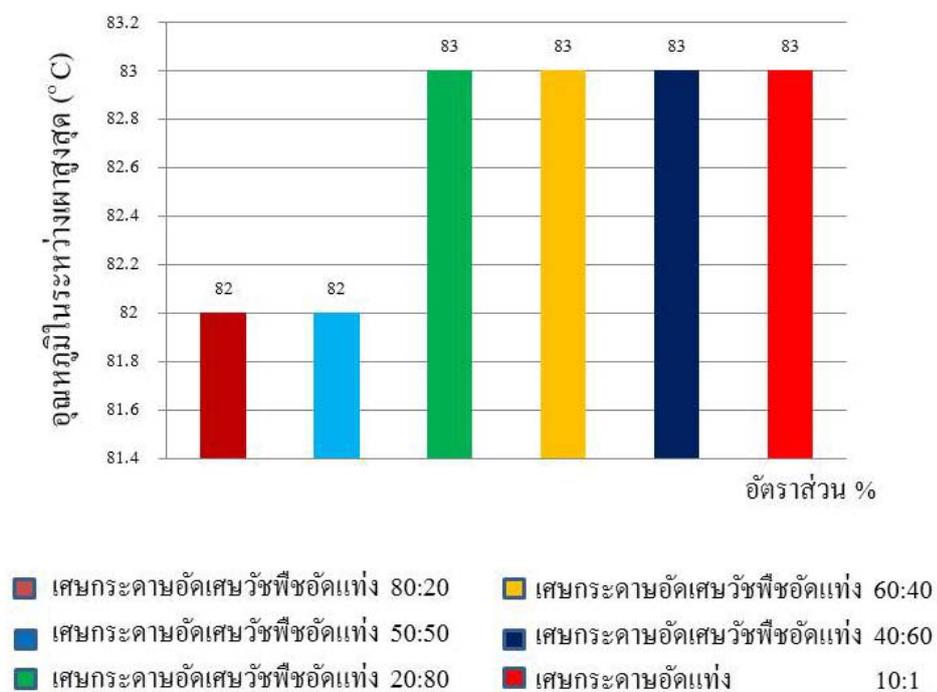


ภาพที่ 4.7 เปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพตามสัดส่วนการผสม

ในการวิเคราะห์ค่าความแข็ง(Hardness) ของถ่านอัดแท่งตามอัตราส่วนต่างๆพบว่าค่าความแข็งของถ่านอัดแท่งจากเศษกระดาษผสมกับเศษวัชพืชที่อัตราส่วนผสมที่ 50:50 มีค่าความแข็งมากที่สุดและถ่านอัดแท่งจากเศษกระดาษผสมกับเศษวัชพืชที่อัตราส่วนผสม 60:40 มีค่าความแข็งน้อยที่สุดเนื่องจากในขั้นตอนการอัดขึ้นรูปเศษกระดาษและเศษวัชพืชมีการผสมผสานกันได้ยากจึงทำให้ค่าความแข็งที่ออกมาได้น้อย ซึ่งส่งผลให้ระยะเวลาในการเผาไหม้ของถ่านนี้ขึ้นอยู่กับค่าความแข็งของถ่านแต่ละอัตราส่วนด้วย 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)

สำหรับงานวิจัยถ่านอัดแท่งจากเศษกระดาษและวัชพืชมีผลิตภัณฑ์ที่เกินมาตรฐานของ 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

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

$$V_0 = \text{ปริมาณถ่านที่ผลิตได้}$$

$$V = \text{ต้นทุนแปรผันต่อหน่วย}$$

$$De = \text{วันรวมในการผลิต 260}$$

$$Te = \text{ต้นทุนรวม}$$

$$Pb = \text{ระยะเวลาคืนทุน}$$

สำหรับการเพิ่มมูลค่าของกระดาษและเศษวัชพืชนั้น ได้นำมาทำเป็นถ่านอัดแท่งที่สามารถนำไปใช้งานได้เทียบเท่ากับถ่านอัดแท่งจากตารางที่ 3.5 ซึ่งอยู่ในกลุ่มของผงถ่านไม้เบญจพรรณที่ประกอบไปด้วย ค่าความร้อนและค่าความชื้น เป็นต้น ภายในการเปรียบเทียบมูลค่าที่ได้รับจากการลงทุนผลิตถ่านอัดแท่ง (เฉพาะวัตถุดิบ) กับผลผลิตที่ได้รับเปรียบกัน ได้ 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