

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

การวิเคราะห์สมบัติด้านเชื้อเพลิงของถ่านเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อให้เราสามารถประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของถ่านอัดแท่ง โดยเฉพาะเมื่อใช้ถ่านอัดแท่งเป็นแหล่งพลังงานนั้น การวิเคราะห์ค่าความร้อนจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพของถ่านอัดแท่งในการสร้างพลังงาน ดังนั้นในงานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยจึงทำการศึกษาและตรวจวิเคราะห์ค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งที่ทำมาจากเศษไม้เงาะและไม้มังคุดอัดแท่ง และถ่านไม้เงาะ/ถ่านไม้มังคุดอัดแท่งผสมอนุภาคคาร์บอนแบล็ค ตามมาตรฐาน ASTM 5865 ด้วยเครื่องบอมบ์แคลอรีมิเตอร์ ยี่ห้อ ika รุ่น C2000 นอกจากนี้แล้ว คณะผู้วิจัยยังได้ทำการวิเคราะห์ถึงผลของคาร์บอนแบล็คต่อปริมาณร้อยละความชื้นและปริมาณเถ้าของถ่านอัดแท่งด้วย เนื่องจากปริมาณความชื้นและปริมาณเถ้าเป็นปริมาณที่บ่งบอกถึงคุณภาพของถ่านอัดแท่งด้วยเช่นกัน ทั้งนี้การวิเคราะห์สมบัติต่าง ๆ ดังกล่าว จะช่วยให้เข้าใจและปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพของถ่านอัดแท่งให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพที่สูง

#### 4.1 ผลวิเคราะห์สมบัติด้านเชื้อเพลิงของถ่านไม้เงาะอัดแท่งผสมคาร์บอนแบล็ค

การวิเคราะห์สมบัติด้านเชื้อเพลิงของถ่านไม้เงาะอัดแท่งผสมคาร์บอนแบล็ค พบว่า เมื่อปริมาณคาร์บอนแบล็คเพิ่มจะส่งผลให้ปริมาณความร้อนของถ่านอัดแท่ง มีค่าเพิ่มขึ้น โดยมีค่าความร้อนอยู่ระหว่าง  $25,203 \pm 223$  -  $25,576 \pm 107$  กิโลจูลต่อกิโลกรัม ในขณะที่ปริมาณความชื้นและปริมาณเถ้ามีค่าลดลง โดยมีค่าร้อยละ  $11.3 \pm 0.69$  -  $8.00 \pm 0.38$  และ  $9.33 \pm 0.56$  -  $3.90 \pm 0.32$  ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.1 นั้นหมายความว่าถ้าต้องการเพิ่มประสิทธิภาพในการเผาไหม้และสร้างพลังงานให้ถ่านอัดแท่งให้มีค่าสูงขึ้น เราต้องเพิ่มปริมาณคาร์บอนแบล็คในถ่านไม้เงาะอัดแท่ง

ตารางที่ 4.1 ค่าความร้อน ปริมาณความชื้นและเถ้าของถ่านไม้เงาะอัดแท่งผสมคาร์บอนแบล็ค

ปริมาณคาร์บอนแบล็ค (กรัม)	ค่าความร้อน (กิโลจูลต่อกิโลกรัม)	ร้อยละความชื้น	ร้อยละปริมาณเถ้า
0	$25,203 \pm 223$	$11.3 \pm 0.69$	$9.33 \pm 0.56$
20.0	$25,385 \pm 115$	$10.0 \pm 0.25$	$7.44 \pm 0.37$
30.0	$25,457 \pm 67$	$9.33 \pm 0.21$	$5.89 \pm 0.43$
40.0	$25,576 \pm 107$	$8.00 \pm 0.38$	$3.90 \pm 0.32$

ผลการศึกษาค่าความร้อนของถ่านไม้เงาะอัดแท่งและถ่านไม้เงาะอัดแท่งผสมคาร์บอนแบล็คพบว่า ถ่านไม้เงาะอัดแท่งมีค่าปริมาณความร้อน  $25,203 \pm 223$  กิโลจูลต่อกิโลกรัม และถ่านไม้เงาะอัดแท่งผสมคาร์บอนแบล็คปริมาณ 20.0 30.0 และ 40.0 กรัม มีค่าปริมาณความร้อนสูงกว่าถ่านไม้เงาะอัดแท่ง โดยมีค่า  $25,385 \pm 115$   $25,457 \pm 67$  และ  $25,576 \pm 107$  กิโลจูลต่อกิโลกรัมตามลำดับ ดังนั้น เราจึงสามารถสรุปได้ว่า คาร์บอนแบล็คมีผลต่อค่าปริมาณความร้อนของถ่านไม้เงาะอัดแท่ง โดยผลการศึกษาพบว่าค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งจะเพิ่มขึ้นเฉลี่ยประมาณ 90.0 กิโลจูลต่อ การเพิ่มปริมาณคาร์บอนแบล็ค 10.0 กรัม

นอกจากค่าปริมาณความร้อนแล้ว ค่าปริมาณความชื้นและปริมาณเถ้าของถ่านอัดแท่งก็เป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงด้วยเนื่องจากปริมาณความชื้นมีผลต่อการให้ความร้อนของถ่านอัดแท่ง ทั้งนี้ถ้าถ่านอัดแท่งมีปริมาณความชื้นที่มากเกินไปก็จะไม่เหมาะในการนำมาเป็นเชื้อเพลิงเพราะจะทำให้ถ่านอัดแท่งมีค่าความร้อนลดลง อย่างไรก็ตาม ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของถ่านไม้เงาะอัดแท่งและถ่านไม้เงาะอัดแท่งผสมคาร์บอนแบล็ค ดังแสดงในตารางที่ 4.1 พบว่า ถ่านไม้เงาะอัดแท่งผสมคาร์บอนแบล็ค 40.0 กรัม มีปริมาณความชื้นร้อยละ  $8.00 \pm 0.38$  ในขณะที่ปริมาณความชื้นของถ่านไม้เงาะอัดแท่งมีปริมาณความชื้น  $11.3 \pm 0.69$  ซึ่งมีค่าสูงกว่าถ่านไม้เงาะอัดแท่งผสมคาร์บอนแบล็คปริมาณ 20.0 และ 30.0 กรัม ( $10.0 \pm 0.25$  และ  $9.33 \pm 0.21$ ) โดยมีค่าความชื้นสูงกว่าค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านไม้อัดแท่ง (มผช.238/2547) ซึ่งกำหนดไว้ไม่เกินร้อยละ 8.00

ผลการวิเคราะห์ร้อยละโดยมวลของปริมาณเถ้าของถ่านไม้เงาะอัดแท่งผสมคาร์บอนแบล็ค แสดงให้เห็นว่าปริมาณเถ้าถ่านไม้เงาะอัดแท่งมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณคาร์บอนแบล็คเพิ่มขึ้น โดยถ่านไม้เงาะอัดแท่งที่ไม่ผสมคาร์บอนแบล็คมีปริมาณเถ้าร้อยละ  $9.33 \pm 0.56$  ซึ่งเป็นค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านไม้หุงต้ม (มผช.657/2547) ที่กำหนดค่ามาตรฐานของปริมาณเถ้าไว้ไม่เกินร้อยละ 10.0 ในขณะที่ถ่านไม้เงาะอัดแท่งผสมคาร์บอนแบล็คมีปริมาณเถ้าลดลงเมื่อปริมาณคาร์บอนแบล็คเพิ่มขึ้น ปริมาณเถ้าของถ่านอัดแท่งลดลงจากร้อยละ  $9.33 \pm 0.56$  เป็น  $3.90 \pm 0.32$  ดังแสดงในตารางที่ 4.1

เนื่องมาจากคาร์บอนแบล็คเป็นวัสดุที่มีสมบัติในการดูดซับความชื้นได้ดี ดังนั้นจึงช่วยลดปริมาณความชื้นในถ่านอัดแท่งจึงทำให้ถ่านอัดแท่งมีความชื้นต่ำส่งผลให้ถ่านสามารถติดไฟได้เร็วขึ้นและเผาไหม้ได้ดีขึ้น ปริมาณจึงลดลงเมื่อปริมาณของคาร์บอนแบล็คที่ผสมในถ่านไม้เงาะอัดแท่งเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ค่าความร้อนของถ่านไม้เงาะอัดแท่งมีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณความชื้นและปริมาณเถ้ามีค่าลดลง เนื่องจากคาร์บอนแบล็คมีองค์ประกอบคาร์บอนสูง ซึ่งคาร์บอนมีสมบัติในการดูดซับความชื้นได้ดีและเป็นแหล่งพลังงานหลักในการเผาไหม้จึงทำให้ถ่านอัดแท่งผสมคาร์บอนแบล็คมีค่าความร้อนสูง เผาไหม้ได้นานขึ้นจึงทำให้ปริมาณเถ้าลดลงได้

#### 4.2 ผลวิเคราะห์สมบัติด้านเชื้อเพลิงของถ่านไม้ม้งคุดอัดแห้งผสมคาร์บอนแบล็ค

ผลการวิเคราะห์สมบัติด้านเชื้อเพลิงของถ่านไม้ม้งคุดอัดแห้งและถ่านไม้ม้งคุดอัดแห้งผสมคาร์บอนแบล็ค พบว่า เมื่อปริมาณคาร์บอนแบล็คเพิ่มขึ้น จะเห็นได้ว่า ค่าความร้อนของถ่านไม้ม้งคุดอัดแห้งมีค่าเพิ่มขึ้นจาก  $25,477 \pm 237$  กิโลจูลต่อกิโลกรัม เป็น  $25,699 \pm 124$  กิโลจูลต่อกิโลกรัม ดังแสดงในตารางที่ 4.2 นั้นหมายความว่าปริมาณคาร์บอนแบล็คมีผลต่อค่าความร้อนของถ่านไม้ม้งคุดอัดแห้ง โดยค่าความร้อนจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณคาร์บอนแบล็คที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.2 ค่าความร้อน ปริมาณความชื้นและเถ้าของถ่านไม้ม้งคุดอัดแห้งผสมคาร์บอนแบล็ค

ปริมาณคาร์บอนแบล็ค (กรัม)	ค่าความร้อน (กิโลจูลต่อกิโลกรัม)	ร้อยละความชื้น	ร้อยละปริมาณเถ้า
0	$25,477 \pm 237$	$9.44 \pm 0.86$	$9.10 \pm 0.79$
20.0	$25,502 \pm 109$	$8.65 \pm 0.28$	$7.22 \pm 0.31$
30.0	$25,560 \pm 85$	$7.58 \pm 0.11$	$5.76 \pm 0.37$
40.0	$25,699 \pm 124$	$6.94 \pm 0.31$	$3.88 \pm 0.23$

เมื่อพิจารณาปริมาณความชื้นและร้อยละโดยมวลของปริมาณเถ้าของถ่านไม้ม้งคุดอัดแห้ง พบว่า ทั้งปริมาณความชื้นและปริมาณเถ้ามีค่าลดลงเมื่อมีการผสมคาร์บอนแบล็คในถ่านอัดแห้งเพิ่มขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4.2 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ถ่านไม้ม้งคุดอัดแห้งผสมคาร์บอนแบล็คปริมาณ 40.0 กรัม มีค่าปริมาณความชื้นและปริมาณเถ้าต่ำที่สุด โดยมีค่าร้อยละ  $6.94 \pm 0.31$  และ  $3.88 \pm 0.23$  ตามลำดับ ซึ่งทั้งสองปริมาณมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านไม้อัดแห้ง (มผช.238/2547) ที่กำหนดค่าปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 8.00 และเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านไม้หุงต้ม (มผช. 657/2547) ที่กำหนดค่ามาตรฐานของปริมาณเถ้าไม่เกินร้อยละ 10.0

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า ปริมาณคาร์บอนแบล็คมีผลต่อค่าความร้อน ปริมาณความชื้น และปริมาณเถ้าของถ่านไม้ม้งคุดอัดแห้ง ในถ่านไม้ม้งคุดอัดแห้งจะทำให้ค่าความร้อนเพิ่มขึ้น ปริมาณความชื้นและปริมาณเถ้าของถ่านอัดแห้งจะลดลง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเผาไหม้และสร้างพลังงานให้ถ่านอัดแห้งมีค่าความร้อนสูงขึ้น ควรเพิ่มปริมาณคาร์บอนแบล็คในถ่านไม้ม้งคุดอัดแห้ง

ตารางที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบค่าปริมาณความร้อน ปริมาณความชื้นและปริมาณเถ้าของถ่านไม้เงาะอัดแท่งและถ่านไม้มังคุดอัดแท่งผสมคาร์บอนแบล็ค 40.0 กรัม กับถ่านอัดแท่งที่ทำจากวัสดุต่าง ๆ โดยผลการวิจัยพบว่า ถ่านไม้เงาะอัดแท่งและถ่านไม้มังคุดอัดแท่งผสมคาร์บอนแบล็ค ปริมาณ 40.0 กรัม มีค่าความร้อน  $25,576 \pm 07$  และ  $25,699 \pm 124$  กิโลจูลต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าความร้อนสูงกว่าค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง (มผช. 657/2547) ที่กำหนดค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งไว้ไม่น้อยกว่า 25,120 กิโลจูลต่อกิโลกรัม และถ่านไม้เงาะอัดแท่งผสมคาร์บอนแบล็คยังมีค่าความร้อนสูงกว่าถ่านอัดแท่งชนิดอื่น ๆ ที่มีค่าความร้อนอยู่ระหว่าง 14,633 – 25,681 กิโลจูลต่อกิโลกรัม ทั้งนี้เนื่องจากคาร์บอนแบล็คเป็นสารประกอบที่มีปริมาณคาร์บอนสูง จึงสามารถให้พลังงานความร้อนได้มาก ดังนั้น ถ่านไม้เงาะอัดแท่งและถ่านไม้มังคุดอัดแท่งผสมคาร์บอนแบล็คจึงมีค่าความร้อนสูงกว่าถ่านไม้เงาะอัดแท่ง ถ่านไม้มังคุดอัดแท่งและถ่านไม้อัดแท่งที่ทำจากวัสดุอื่น ๆ

ตารางที่ 4.3 ค่าความร้อน ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้าของถ่านอัดแท่งที่ทำจากวัสดุต่าง ๆ

ชนิดของถ่านอัดแท่ง	ค่าความร้อน (กิโลจูลต่อกิโลกรัม)	ปริมาณความชื้น	ปริมาณเถ้า
ถ่านไม้เงาะอัดแท่ง ผสมคาร์บอนแบล็ค 40 กรัม	$25,576 \pm 107$	$8.00 \pm 0.38$	$3.90 \pm 0.32$
ถ่านไม้มังคุดอัดแท่ง ผสมคาร์บอนแบล็ค 40 กรัม	$25,699 \pm 124$	$6.94 \pm 0.31$	$3.88 \pm 0.23$
ถ่านก้านติดใบสละอัดแท่ง ผสมคาร์บอนแบล็ค [5]	14,633	8.14	5.42
เศษใบไม้อัดแท่ง [4]	16,645	4.24	7.47
ถ่านอัดแท่งไม้ไผ่ [3]	24,069	6.07	10.42
ถ่านอัดแท่งเปลือกมังคุด [2]	25,681	-	6.2
มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านอัดแท่ง (มผช. 238/2547)	$\geq 20,934$	$\leq 8.00$	-
มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านไม้(มผช.657/2547)	$\geq 25,120$	$\leq 10.0$	$\leq 8.00$

[2] กานต์และคณะ [3] ธนเศและคณะ [4] วัชรภรณ์และคณะ [5] ชีวะ และคณะ

ผลการศึกษายังพบว่าถ่านไม้เงาะอัดแท่งและถ่านไม้มังคุดอัดแท่งผสมคาร์บอนแบล็ค 40.0 กรัม มีปริมาณความชื้นร้อยละ  $8.00 \pm 0.38$  และ  $6.94 \pm 0.31$  ตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของถ่านอัดแท่ง (มผช. 238/2547) และถ่านไม้ (มผช.657/2547) ที่กำหนดค่าความชื้นไว้ที่ไม่เกินร้อยละ 10.0 และ 8.00 ตามลำดับ นอกจากนี้ผลการศึกษาปริมาณเถ้าโดยมวลของถ่านอัดแท่งยังพบว่า ถ่านไม้เงาะอัดแท่งและถ่านไม้มังคุดอัดแท่งผสมคาร์บอนแบล็คปริมาณ 40.0 กรัม มีปริมาณเถ้าใกล้เคียงกันโดยมีค่าปริมาณเถ้าร้อยละ  $3.90 \pm 0.32$  และ  $3.88 \pm 0.23$  ตามลำดับ ซึ่งเป็นปริมาณเถ้าต่ำกว่าถ่านอัดแท่งที่ทำจากวัสดุอื่นๆ และมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านไม้ (มผช.657/2547) ทั้งนี้เนื่องมาจากคาร์บอนแบล็คเป็นวัสดุที่มีสมบัติในการดูดซับความชื้นได้ดี ดังนั้นจึงช่วยลดปริมาณความชื้นในถ่านอัดแท่งจึงทำให้ถ่านอัดแท่งมีความชื้นต่ำส่งผลให้ถ่านสามารถติดไฟได้เร็วขึ้นและเผาไหม้ได้ดีขึ้นจึงส่งผลให้ปริมาณเถ้าลดลง

อย่างไรก็ตาม การเติมคาร์บอนแบล็คในปริมาณมากเกินไปอาจทำให้ถ่านอัดแท่งมีเนื้อแน่นเกินไป ซึ่งส่งผลให้ถ่านอัดแท่งแตกหักง่าย ดังนั้นในอนาคตจึงควรทำการศึกษาปริมาณคาร์บอนแบล็คที่เหมาะสมในการปรับปรุงสมบัติทางความร้อนของถ่านอัดแท่งให้มีประสิทธิภาพสูง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี