O-CF09

การวิเคราะห์คุณภาพถ่านด้วยเทคนิคจุลทรรศ์อิเล็กตรอน
The Charcoal Quality by EDX Spectrometer Analysis

วุฒิศาสตร์ โชคเกื้อ [1*] ฐิติชญาน์ สิงห์แก้ว [1] และ ณัฐธิดา สมพงศ์ [2]

[1]หน่วยวิจัยพลังงาน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 44150
[2]สำนักงานรัฐมนตรี กระทรวงพลังงาน 10900
[*]E-mail : wutthisat.c@msu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพถ่านด้วยเทคนิคจุลทรรศ์อิเล็กตรอน(SEM: Scanning Electron Microscope) ด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณธาตุและเชิงคุณภาพของถ่าน โดยตัวอย่างถ่านที่นำมาวิเคราะห์ผลิตจากไม้ยูคาลิปตัสคามาลดู-เลนซิส จากเตาเผาถ่าน 3 ประเภท ที่มีการใช้งานแพร่หลายทั่วไปคือ เตาเผาถ่านแบบถัง 200 ลิตร เตาเผาถ่านแบบอิฐก่อ และเตาเผาถ่านอิวาเตะ ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ตัวอย่างถ่านจะถูกนำมาวิเคราะห์ปริมาณธาตุด้วยกล้องจุลทรรศ์อิเล็กตรอนร่วมกับการวิเคราะห์หาค่าความร้อนของเชื้อเพลิงด้วยบอมม์แคลอริมิเตอร์ ผลการศึกษาด้วยเทคนิคจุลทรรศ์อิเล็กตรอนในการวิเคราะห์เชิงปริมาณธาตุพบว่า ถ่านที่ผลิตด้วยเตาเผาถ่านอิวาเตะ มีปริมาณเปอร์เซ็นต์คาร์บอน(C)สูงสุดมีค่า 89.40 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือถ่านที่ผลิตจากเตาเผาถ่านอิฐก่อและเตาเผาถ่านแบบถัง 200 ลิตร โดยมีปริมาณเปอร์เซ็นต์คาร์บอน(C) 81.09 และ 76.88 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในส่วนของปริมาณออกซิเจนมีพบมากที่สุดในถ่านจากเตาเผา 200 ลิตรมีปริมาณ 22.93 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณแคลเซียม(Ca)พบมากในถ่านจากเตาอิวาเตะมีปริมาณ 0.28 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไนโตรเจน(N) พบในถ่านจากเตาอิฐก่อมีค่า 6.65 เปอร์เซ็นต์ ส่วนถ่านที่ได้จากเตาเผาถ่านแบบถัง 200 ลิตรและเตาอิวาเตะไม่พบปริมาณไนโตรเจน ปริมาณโพแทสเซียม(K)พบมากในถ่านจากเตาอิฐก่อมีค่า เผาถ่านแบบถัง 200 ลิตรมีค่าสูงสุด 0.65 เปอร์เซ็นต์ สำหรับถ่านจากเตาอิวาเตะและเตาอิฐก่อมีค่าเท่ากันคือ 0.28 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนของการวิเคราะห์หาค่าความร้อนของเชื้อเพลิงด้วยบอมบ์แคลอริมิเตอร์พบว่า ถ่านจากเตาอิวาเตะมีค่าความร้อนของเชื้อเพลิงสูงสุดมีค่า 67.11 กิโลแคลอรีต่อกรัม รองลงมาคือถ่านจากเตาแบบอิฐก่อและเตาเผาถ่านแบบถัง 200 ลิตรมีค่า 62.40 และ 47.57 กิโลแคลอรีต่อกรัมตามลำดับ แสดงให้เห็นค่ามีความสอดคลองระหว่างปริมาณคาร์บอน(C)กับค่าความร้อนของเชื้อเพลิง การวิเคราะห์ถ่านด้วยเทคนิคจุลทรรศ์อิเล็กตรอนจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการวิเคราะห์ถ่านเพื่อเพิ่มมูลค่าของถ่านจากเงื่อนไขขององค์ประกอบของปริมาณธาตุและการผลิตที่แตกต่างกัน

คำสำคัญ: คุณภาพถ่าน, จุลทรรศ์อิเล็กตรอน, EDX

1. บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีการเปลี่ยนชีวมวลเป็นพลังงานชีวมวลมีอยู่ด้วยกันหลายเทคโนโลยี แต่ละเทคโนโลยีรูปแบบการนำไปใช้ประโยชน์ก็แตกต่างกัน ถ่านถือว่าเป็นภูมิปัญญาตั้งแต่อดีต ซึ่งในอดีตเราไม่ได้คำนึงถึงประสิทธิภาพของถ่านและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อร่างกายและสิ่งแวดล้อมแต่อย่างใด เพียงรู้ว่าถ่านมีค่าความร้อนสูงมากกว่าฟืนเมื่อเทียบกับน้ำหนักหรือปริมาตรที่เท่ากันส่งผลให้ค่าพลังงานที่ต้องได้จากเชื้อเพลิงประเภทนี้มีค่าน้อยและมีกลิ่นของถ่านบางชนิดติดมากับอาหารอีกด้วย ในปัจจุบันมีเทคโนโลยีการผลิตถ่านให้มีประสิทธิภาพสูง ไม่ว่าจะเป็น เตาเผาถ่านที่ใช้ระยะเวลาในการเผาน้อยลง ถ่านอัดแท่งที่ติดไฟง่ายและให้ค่าพลังงานเพิ่มมากขึ้น [1]

ถ่านประกอบได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ซัลเฟอร์ และ โพแทสเซียม โดยธาตุหลักๆ ของถ่านที่ให้ค่าพลังงานสูงคือ คาร์บอน และ ไฮโดรเจน ส่วนธาตุอื่นๆ มีผลทำให้เกิดกลิ่นและปริมาณเถ้า กลิ่นและปริมาณเถ้าที่มากเกิดจากองค์ประกอบของปริมาณ ไนโตรเจน ซัลเฟอร์ และ โพแทสเซียม ปนอยู่มาก คุณภาพของถ่านเกิดจากปัจจัยหลายด้านตั้งแต่วัตถุดิบ เทคโนโลยีเตาเผาถ่านที่ใช้ อุณหภูมิภายในเตาเผาถ่าน และเวลาที่ใช้ในการเผา ถ่านที่ได้จึงมีคุณภาพแตกต่างกันตามเงื่อนไขดังกล่าว การประกันคุณภาพถ่านในปัจจุบันใช้เพียงความรู้สึก การมองดูด้วยตาเปล่าจากการเผาไหม้และควันที่เกิดขึ้น การตรวจวิเคราะห์คุณภาพของถ่านสามารถทำได้ ด้วยการตรวจสอบองค์ประกอบของถ่านด้วยกล้องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Transmission electron microscope: TEM) ผ่านวิธีการ Energy Dispersive Spectroscopy (EDS/EDX)[4] ค่าที่ได้สามารถบ่งชี้ถึงร้อยละองค์ประกอบของธาตุในถ่าน ควบคู่กับการตรวจสอบค่าความร้อนของถ่านโดยใช้ Bomb Calorimeter ซึ่งค่าที่ได้สามารถนำมาใช้ในการประกันคุณภาพของถ่านที่ได้

2. คุณภาพของถ่าน [2-3]

ถ่านไม้จะมีคุณภาพดีมากน้อยเพียงใดจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลักๆ 2 ปัจจัย คือ

ชนิดของไม้ที่ใช้ในการผลิตถ่าน โดยทั่วไปไม้เนื้อแข็งจะกลายเป็นถ่านไม้ที่มีคุณภาพดี ส่วนไม้เนื้ออ่อนก็จะมีคุณภาพรองลงมา

กรรมวิธีการผลิต หมายถึงระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตถ่านและอุณหภูมิภายในเตาถ่าน ถ้าใช้เวลาในการเผาถ่านเร็ว คือโหมเร่งไฟหน้าเตามาก ความร้อนจะเข้าไปในเตาเร็วและมากทำให้ไม้ฟืนในตัวเตาลุกติดไฟและเผาไหม้อย่างรวดเร็ว ผลผลิตถ่านก็จะได้น้อยและคุณภาพไม่ดี จะมีปริมาณก๊าซจากเนื้อไม้มาก ถ่านจึงไม่แกร่ง แต่ถ้าควบคุมอากาศและไฟหน้าเตาให้ค่อยเป็นค่อยไป ปริมาณก๊าซจากไม้ฟืนในเตาจะน้อยและทำให้ถ่านมีคุณภาพดี

ปัจจุบันถ่านไม้ที่ผลิตได้แบ่งเป็นออกได้ 2 ประเภท คือ

ถ่านดำ (Black of Soft Charcoal) โดยทั่วไปแล้วถ่านสีดำจะนุ่มและมีเปลือกไม้ติดอยู่ ถ่านสีดำติดไฟง่ายและมีพลังงานความร้อนในการเผาผลาญพอที่จะหลอมละลายโลหะและเหล็กได้ ถ่านเกือบทั้งหมดที่มีการผลิตทั่วโลกจะมีความคล้ายคลึงกันกับถ่านนี้ โดยที่อุณหภูมิของเตาเผาอยู่ระหว่าง 500 ถึง 700 องศาเซลเซียส

ถ่านขาว (White of Hard Charcoal) หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าถ่านแข็ง การแข็งของถ่านเกิดจากกระบวนการผลิตในขั้นตอนสุดท้ายในการผลิตถ่านจะเปิดปากเตาเพื่อให้อากาศเข้าเตาจำนวนมาก ทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างรุนแรงส่งผลต่ออุณหภูมิภายในเตาสูงถึง 1,000 องศาเซลเซียสหรือกว่านั้น ขณะเดียวกันก็จะนำถ่านที่กำลังลุกไหม้อยู่นั้นออกจากเตาทันทีเพื่อนำมาดับด้วยขี้เถ้าผสมกับเศษดิน และน้ำประมาณ 10-20% มาโรยทับถ่านที่นำออกจากเตา ผงฝุ่นที่ใช้ดับถ่านจะจับตัวที่ผิวของถ่านไม้เห็นเป็นสีเทาหรือขาวเรียกถ่านนี้ว่า ถ่านขาว ผงฝุ่นที่จับอยู่ที่ผิวของถ่านจะเป็นตัวช่วยให้จุดติดไฟได้ง่าย โดยปกติแล้วถ่านขาวจะจุดติดไฟยาก แต่เมื่อติดแล้วจะอยู่ได้นาน และระหว่างการติดไฟถ้ามีการโหมไฟช่วยอาจทำให้อุณหภูมิของการเผาไหม้สูงถึง 1,000 องศาเซลเซียส เมื่อหยุดการโหมไฟจะลดลงอยู่ที่ประมาณ 400-500 องศาเซลเซียส เนื้อของถ่านขาวจะแกร่ง โดยทุกส่วนของถ่านจะผ่านขั้นตอนกลายเป็นถ่านเท่าๆ กันอย่างสม่ำเสมอเมื่อทดลองหักถ่านดู จะเห็นผิวหน้าที่เรียบและแข็ง ถ้านำถ่านนี้ไปเคาะดูจะได้ยินเสียงกังวานเหมือนโลหะ

คุณสมบัติที่ดีของถ่านไม้ เนื่องจากถ่านไม้คือผลผลิตที่ได้หลังจากไม้ถูกสลายตัวด้วยความร้อน และมีคุณสมบัติแตกต่างกันไปตามลักษณะเฉพาะตัวของไม้แต่ละชนิด และกระบวนการผลิตถ่าน ถ่านไม้ที่ดีควรมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

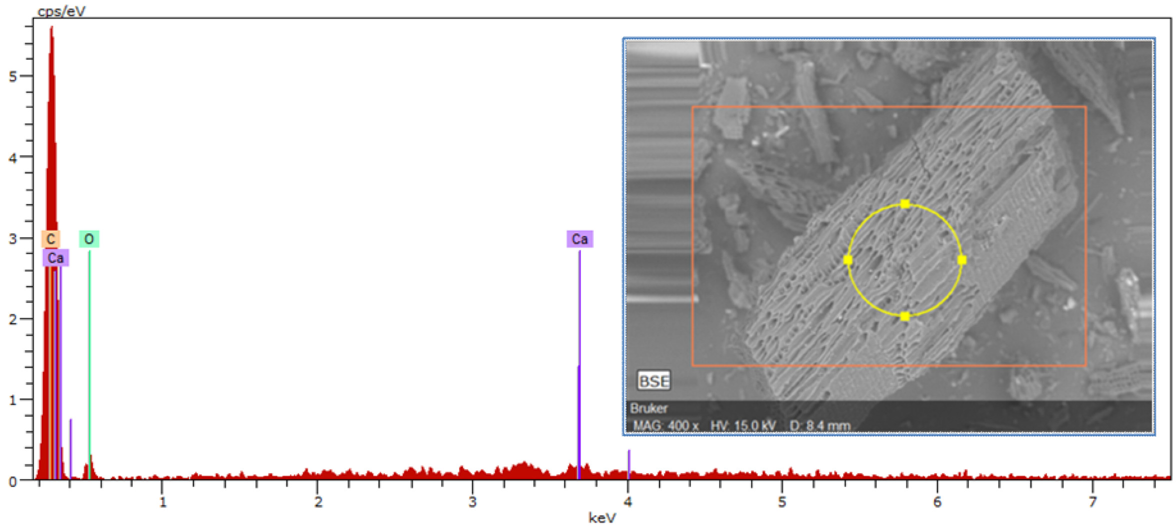
คาร์บอนเสถียร (Fixed Carbon)	ไม่น้อยกว่า	75	%
มีสารระเหยได้ (Volatile)	ไม่เกิน	25	%
มีขี้เถ้า(Ash)	ไม่เกิน	4	%
มีถ่านป่น(Fine)	ไม่เกิน	10	%
มีความชื้น (Moisture)	ไม่เกิน	10	%
มีค่าความร้อน (Heating Value)	ไม่เกิน	7,000	กิโลแคลอรี/กิโลกรัม
มีค่าความแข็ง (Hardness)	ไม่น้อยกว่าระดับ	5 %	
ต้องมีความพรุน (Porosity)	มีพื้นที่ผิวไม่น้อยกว่า 200 ตารางเมตร/กรัม		
มีความต้านทานไฟฟ้า	ต่ำ		
มีความเป็นด่างสูง pH	ประมาณ	8 - 9	

เตา 200 ลิตร

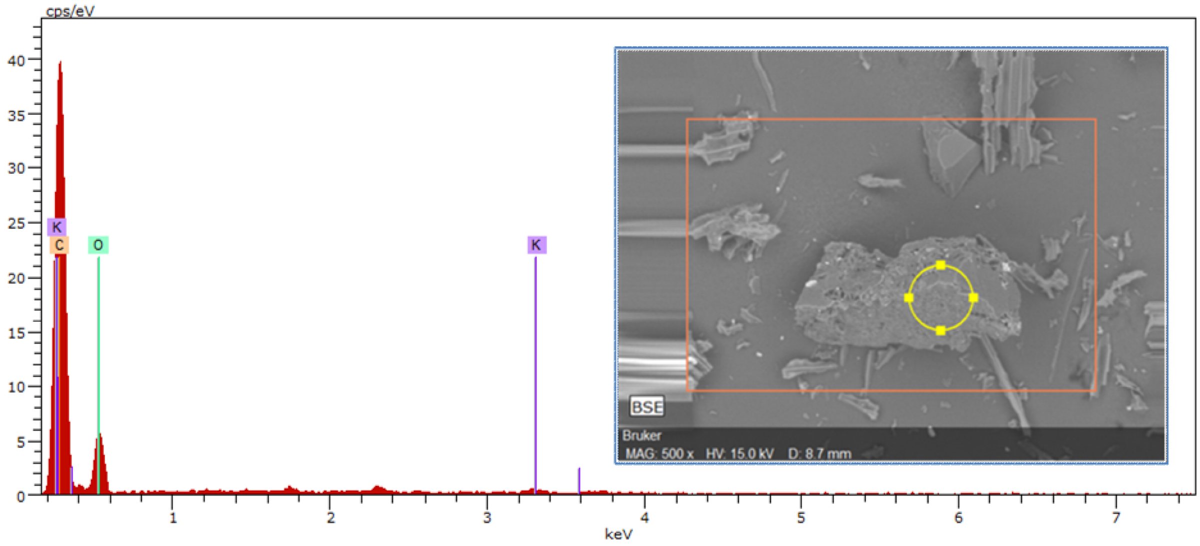
เตาอิฐก่อ

เตาอิวาเตะ

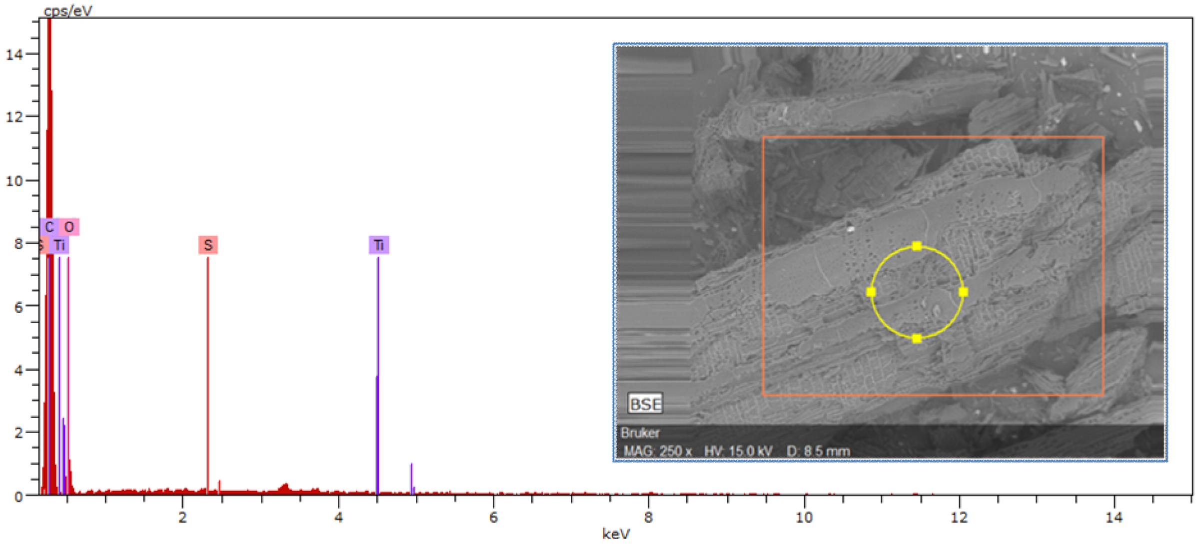
รูปที่ 1 เตาเผาถ่านประเภทต่างๆ



รูปที่ 2 ภาพถ่ายถ่านจากเตา 200 ลิตร



รูปที่ 3 ภาพถ่ายถ่านจากเตาอิฐก่อ



รูปที่ 4 ภาพถ่ายถ่านจากเตาอิวาเตะ

4. วิธีการศึกษา

การศึกษาคุณภาพถ่านจากกระบวนการผลิตถ่านด้วยเตา 3 ประเภท ประกอบด้วย เตา 200 ลิตร เตาอิฐก่อ และเตาอิวาเตะ จำนวนถ่านที่นำมาทดสอบได้จากวิธีการสุ่มตัวอย่างถ่านจากเตาเผาถ่านละ 3 ตัวอย่าง นำมาวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุและองค์ประกอบโครงสร้างจุลภาคของถ่านด้วยกล้องจุลทรรศ์อิเล็กตรอน โดยใช้เทคนิคการกระจายพลังงานของรังสีเอ็กซ์ (Energy dispersive analysis of x-rays, EDX) ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด รุ่น JSM-6460 LV ผลิตโดยบริษัท JEOL Lid, Tokyo, Japan ควบคู่กับการทดสอบค่าความร้อนของเชื้อเพลิงด้วยเครื่องบอมบ์แคลอริมิเตอร์

ตารางที่ 1 ร้อยละองค์ประกอบของธาตุและค่าความร้อนของถ่าน

ชนิดเตาเผาถ่าน	เตา 200 ลิตร	เตาอิฐก่อ	เตาอิวาเตะ
องค์ประกอบของธาตุ	เปอร์เซ็นต์		
คาร์บอน (Carbon; C)	74.22-76.88	80.16-81.09	86.19-89.40
ออกซิเจน (Oxygen; O)	21.65-22.93	13.15-19.70	6.97-10.32
แคลเซียม (Calcium; Ca)	0.00-3.47	0.00-0.14	0.00-0.28
ไนโตรเจน (Nitrogen; N)	-	0.00-5.48	0.00-6.56

ตารางที่ 1 ร้อยละองค์ประกอบของธาตุและค่าความร้อนของถ่าน (ต่อ)

ชนิดเตาเผาถ่าน	เตา 200 ลิตร	เตาอิฐก่อ	เตาอิวาเตะ
องค์ประกอบของธาตุ	เปอร์เซ็นต์		
โพแทสเซียม (Potassium; K)	0.19-0.65	0.00-0.28	0.00-0.28
ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง	กิโลแคลอรีต่อกรัม		
	46.02-49.13	60.38-64.41	63.09-70.53

5. ผลการศึกษา

ผลการศึกษาร้อยละองค์ประกอบของธาตุและค่าความร้อนของถ่านเป็นดังตารางที่ 1 พบว่าถ่านที่ผลิตด้วยเตาเผาถ่านอิวาเตะ มีปริมาณเปอร์เซ็นต์คาร์บอน(C)สูงสุดมีค่า 89.40 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือถ่านที่ผลิตจากเตาเผาถ่านอิฐก่อและเตาเผาถ่านแบบถัง 200 ลิตร โดยมีปริมาณเปอร์เซ็นต์คาร์บอน(C) 81.09 และ 76.88 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในส่วนของปริมาณแคลเซียม(Ca)พบมากในถ่านจากเตาเผาถ่านแบบถัง 200 ลิตรมีค่าสูงสุด 3.47 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือถ่านจากเตาอิวาเตะและเตาถ่านอิฐก่อมีค่า 0.28 และ 0.14 ตามลำดับ ปริมาณไนโตรเจน(N)พบในถ่านจากเตาเผาถ่านอิวาเตะและเตาอิฐก่อมีค่า 6.65 และ 5.48 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนถ่านที่ได้จากเตาเผาถ่านแบบถัง 200 ลิตรไม่พบปริมาณไนโตรเจน ปริมาณโพแทสเซียม(K)พบมากในถ่านจากเตาเผาถ่านแบบถัง 200 ลิตรมีค่าสูงสุด 0.65 เปอร์เซ็นต์ สำหรับถ่านจากเตาอิวาเตะและเตาอิฐก่อมีค่าเท่ากันคือ 0.28 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนของการวิเคราะห์หาค่าความร้อนของเชื้อเพลิงด้วยบอมบ์แคลอริมิเตอร์พบว่า ถ่านจากเตาอิวาเตะมีค่าความร้อนของเชื้อเพลิงสูงสุดมีค่า 70.53 กิโลแคลอรีต่อกรัม รองลงมาคือถ่านจากเตาแบบอิฐก่อและเตาเผาถ่านแบบถัง 200 ลิตรมีค่า 64.41 และ 49.13 กิโลแคลอรีต่อกรัมตามลำดับ

6. สรุป

การวิเคราะห์คุณภาพถ่านด้วยกล้องจุลทรรศ์อิเล็กตรอนโดยใช้เทคนิคการกระจายพลังงานของรังสีเอ็กซ์ พบว่าถ่านจากเตาเผาถ่านอิวาเตะมีปริมาณเปอร์เซ็นต์คาร์บอน(C)สูงสุด รองลงมาคือถ่านที่ผลิตจากเตาเผาถ่านอิฐก่อและเตาเผาถ่านแบบถัง 200 ลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีความสอดคลองระหว่างปริมาณคาร์บอน(C)ที่ได้จากการตรวจวัดด้วยกล้องจุลทรรศ์อิเล็กตรอนกับค่าความร้อนของเชื้อเพลิง การวิเคราะห์ถ่านด้วยเทคนิคจุลทรรศ์อิเล็กตรอนจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการวิเคราะห์ถ่านเพื่อเพิ่มมูลค่าของถ่านจากเงื่อนไขขององค์ประกอบของปริมาณธาตุและการผลิตที่แตกต่างกัน

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้ประกอบการถ่านจังหวัดมหาสารคามที่มอบถ่านไม้ตัวอย่างในการทดสอบ ศูนย์เครื่องมือกลาง คณะวิทยาศาสตร์ และห้องปฏิบัติการคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้การอนุเคราะห์เครื่องมือในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] สุพรชัย มั่งมีสิทธิ์. คู่มือการผลิตถ่านคุณภาพและน้ำส้มควันไม้เพื่อใช้ในครัวเรือน. สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปกรม. มหาวิทยาลัยศิลากร. พ.ศ. 2551.

[2] วินัย ปัญญาธัญญะ. เทคโนโลยีการผลิตถ่านสำหรับชนบท. สำนักงานวิชาการ กรมป่าไม้, กรุงเทพ, พ.ศ. 2541.

[3] นิยม จันทร์เทพา. คู่มือการก่อสร้างเตาผลิตถ่านและวิธีการผลิตถ่านตามแบบของกองวิจัยผลิตผลป่าไม้. กรมป่าไม้ ศูนย์ฝึกอบรมพลังงาน กองเศรษฐกิจการพลังงาน สำนักงานพลังงานแห่งชาติ. กรุงเทพ. พ.ศ. 25457.

[4] Graham L. Scanning Electron Microanlysis. John Wiely & Sons Ine., New York., 1987: 1-103.