7. ความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านกัมมันต์จากไม้ *Acacia crassicarpa* [1]

FEASIBILITY STUDY ON PRODUCTION OF ACTIVATED CARBON FROM *ACACIA CRASSICARPA*

บทคัดย่อ

ความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านกัมมันต์จากไม้ *Acacia crassicarpa* ได้ดำเนินงานในปีงบประมาณ 2550 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเศษไม้ *Acacia crassicarpa* จากสถานีวิจัยสะแกราช จ.นครราชสีมา อายุ 4 ปี 2 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ 5 และสายพันธุ์ 47 มาผลิตเป็นถ่านกัมมันต์อย่างง่าย โดยนำตัวอย่างไม้มาเผาเป็นถ่านในเตาถังน้ำมัน แล้วนำถ่านไปบดให้มีขนาดประมาณ 0.2 – 2.0 เซนติเมตร แล้วนำถ่านที่ได้ไปผลิตเป็นถ่านกัมมันต์อย่างง่ายโดยมีวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน 3 วิธี คือ 1) ถ่านขนาด 1.1 – 2.0 เซนติเมตร นำไปเผาในเตาเผาถ่านกัมมันต์ ที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 2) ถ่านขนาด 0.2 – 1.0 เซนติเมตร นำไปเผากับโซเดียมคลอไรด์ที่อัตราส่วนต่างกันในเตาเผาอุณหภูมิสูง ที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 3) ถ่านขนาด 0.2–1.0 เซนติเมตร นำไปเผากับโซเดียมคลอไรด์ที่อัตราส่วนต่างกัน ในหม้อดินที่ให้ความร้อนโดยเตาเผาถ่านประสิทธิภาพสูงเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำถ่านกัมมันต์ที่ได้มาวิเคราะห์ค่าไอโอดีน พบว่า เศษไม้ *Acacia crassicarpa* สามารถนำมาผลิตเป็นถ่านกัมมันต์ได้ และถ่านกัมมันต์จากไม้ *Acacia crassicarpa* ทั้ง 2 สายพันธุ์ ที่ผลิตจากการเผาถ่านกับโซเดียมคลอไรด์ อัตราส่วน 1 : 3 ในเตาเผาอุณหภูมิสูง ที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง จะได้ถ่านกัมมันต์ที่มีค่าไอโอดีนสูงสุด เท่ากับ 414 มิลลิกรัม/กรัม เท่ากัน โดยมีค่าไอโอดีนเพิ่มขึ้นประมาณ 2 เท่า เมื่อเทียบกับค่าไอโอดีนของถ่าน *Acacia crassicarpa*

คำหลัก : ถ่านกัมมันต์ ค่าไอโอดีน ไม้อะเคเซีย คราสซิคาร์ปา

[1] สิริลักษณ์ ตาตะยานนท์ ทินกร พิริยโยธา มนัสสุดา นันทสิริพร ฐิติภรณ์ บุญแย้ม และประภัสสร ภาคอรรถ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

คำนำ

ปัจจุบันมีการปลูกสร้างสวนป่าไม้สกุลอะคาเซียเป็นจำนวนมาก ซึ่งต้องมีการตัดสางขยายระยะ ไม้สกุลอะคาเซียที่มีขนาดเล็กออก และไม้สกุลอะคาเซียที่มีขนาดใหญ่ก็นำไปแปรรูป ทำให้มีเศษไม้ กิ่งไม้ หรือไม้ขนาดเล็กที่ได้จากการตัดสางขยายระยะ และมีเศษไม้ขนาดใหญ่ที่เหลือจากอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์และอุตสาหกรรมอบไม้ เช่น ปีกไม้ ปลายไม้ เศษไม้บาง ขี้กบ ขี้เลื่อย เศษชิ้นไม้สับ ไม้ตำหนิ ขอบไม้ และเศษไม้ระแนง ซึ่งเศษไม้ที่เหลือจากการใช้ประโยชน์ดังกล่าวนี้ส่วนใหญ่จะทิ้งไม่นำมาใช้ประโยชน์ แต่เราสามารถนำเศษเหลือต่าง ๆ นี้ มาเพิ่มมูลค่าโดยการนำมาทำเป็นถ่านกัมมันต์ได้

คณิตาและคณะ (2540) กล่าวว่า ถ่านกัมมันต์ (Activated carbon) เป็นถ่านที่ผ่านกระบวนการทางเคมีหรือกายภาพเพื่อทำให้เกิดรูพรุนในโครงสร้างวัตถุดิบที่ใช้เป็นอินทรียวัตถุซึ่งเป็นของเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรม เช่น ไม้ ขี้เลื่อย ถ่านหิน กะลามะพร้าว กระดูก ชานอ้อย กากเมล็ดกาแฟ ถ่านกัมมันต์ต่างจากถ่านชนิดอื่น ๆ เนื่องจากมีความพรุนมากกว่า ทำให้ถ่านมีพื้นที่ผิวภายในเพิ่มขึ้น สามารถดูดซับกลิ่นและสีได้มากกว่าถ่านธรรมดา จึงสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น ฟอกสี ดูดกลิ่น แต่งรสของสารละลาย ทำก๊าซให้บริสุทธิ์และใช้ในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ คือ อุตสาหกรรมน้ำตาล อุตสาหกรรมน้ำมันและไขมัน อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ อุตสาหกรรมเคมีและยา เป็นต้น จะเห็นได้ว่าถ่านกัมมันต์ให้ประโยชน์หลายด้าน และเป็นการเพิ่มมูลค่าของเศษไม้ที่เหลือทิ้งให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์อย่างมีคุณค่า

วิชัยและคณะ (2534) ได้ศึกษาการผลิตถ่านกัมมันต์โดยการกระตุ้นด้วยเกลือโซเดียมคลอไรด์ โดยใช้ไม้ไผ่และซังข้าวโพดเป็นวัตถุดิบ พบว่า

1. ไม้ไผ่ : เวลาที่เหมาะสมในการกระตุ้นคือ 50 นาที ค่า yield สูงสุด ประมาณ 24% yield
2. ซังข้าวโพด : เวลาที่เหมาะสมในการกระตุ้น คือ 70 นาที ค่า yield สูงสุด ประมาณ 13% yield

ค่าไอโอดีนนัมเบอร์สูงสุดที่ได้ คือ 736.98 เผาเป็นเวลา 70 นาที

อภิสิทธิ์ และคณะ (2533) ได้ศึกษาการผลิตถ่านกัมมันต์โดยการกระตุ้นด้วยเกลือโซเดียมคลอไรด์ โดยใช้กะลามะพร้าวและขี้เลื่อยเป็นวัตถุดิบ พบว่า

1. กะลามะพร้าว : เวลาที่เหมาะสมในการกระตุ้น คือ 1 ชั่วโมง ค่า yield สูงสุดประมาณ 30% yield ค่าไอโอดีนนัมเบอร์สูงสุดที่ได้ คือ 525.33 เผาเป็นเวลา 1 ชั่วโมง
2. ขี้เลื่อย : เวลาที่เหมาะสมในการกระตุ้น คือ 1 ชั่วโมง ค่า yield สูงสุดประมาณ 10% yield
3. ถ่านกะลามะพร้าว : เวลาที่เหมาะสมในการกระตุ้น คือ 45 นาที

จากผลงานทั้งสองพบว่า เวลาที่เหมาะสมในการกระตุ้นวัตถุดิบทั้งหมดใกล้เคียงกัน แต่ร้อยละผลผลิตที่ได้ของกะลามะพร้าว (30%) และไม้ไผ่ (24%) มีค่าสูงกว่าร้อยละผลผลิตที่ได้จากขี้เลื่อย (10%) และซังข้าวโพด (13%) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะไม้ไผ่และกะลามะพร้าวมีลักษณะแข็ง เนื้อแน่น ทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสกับอากาศน้อยกว่าขี้เลื่อยและซังข้าวโพด เมื่อกระตุ้นให้เป็นถ่านกัมมันต์จึงมีร้อยละผลผลิตสูงกว่า

วิวัฒน์ (2538) ได้ศึกษาการทำถ่านกัมมันต์จากต้นธูปฤาษี โดยใช้วิธีกระตุ้นด้วยซิงคลอไรด์ พบว่าสภาวะที่ดีที่สุดในการทำถ่านกัมมันต์ คือ เผาต้นธูปฤาษีด้วยอุณหภูมิ 275 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วกระตุ้นด้วยสารซิงค์คลอไรด์โดยใช้อัตราส่วนซิงคลอไรด์ต่อผลึกถ่าน 2 : 1 เผาที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ถ่านกัมมันต์ที่ได้จะมีเลขไอโอดีนอยู่ในช่วง 1,570 – 1,600 และสามารถ ดูดซับก๊าซคลอรีนได้ 410 มิลลิกรัมต่อถ่านกัมมันต์ 10 กรัม ถึงแม้ว่าถ่านกัมมันต์จากต้นธูปฤาษีที่ถูกกระตุ้นด้วยซิงคลอไรด์จะมีเลขไอโอดีน ค่าการดูดซับก๊าซคลอรีนและอายุการใช้งานมากกว่าถ่านกัมมันต์ที่มีตามท้องตลาด แต่พบว่าขณะที่ทำการทดลองจะมีปัญหาเกี่ยวกับภาชนะที่เหมาะสมที่บรรจุถ่านและสารเคมีขณะทำการหุงต้ม รวมทั้งการล้างสารเคมีที่ปนมากับถ่านกัมมันต์หลังจากผ่านขบวนการกระตุ้นด้วยสารเคมีแล้ว จึงควรมีการพัฒนาเทคนิคและขบวนการผลิตต่าง ๆ ให้ดีขึ้น

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเศษไม้อะคาเซีย มาผลิตเป็นถ่านกัมมันต์อย่างง่ายเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับไม้และเศษไม้ โดยใช้กรรมวิธีในการผลิตที่แตกต่างกัน โดยพิจารณาจากค่าไอโอดีนของถ่านกัมมันต์

วิธีการศึกษา

อุปกรณ์

1. เตาเผาถ่านกัมมันต์
2. เตาถังน้ำมัน 200 ลิตร
3. เตาเผาอุณหภูมิสูง (Furnace)
4. เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง
5. หม้อดิน
6. ไม้ *Acacia crassicarpa* สายพันธุ์ 5 และสายพันธุ์ 47
7. เลื่อยวงเดือน
8. ถ้วยกระเบื้องทนความร้อน
10. ครก
11. ตะแกรงร่อน

วิธีการ

1. เก็บตัวอย่างไม้ *Acacia crassicarpa* สายพันธุ์ 5 และ สายพันธุ์ 47 อายุ 4 ปี จากสถานีวิจัยสะแกราช จ.นครราชสีมา

2. นำตัวอย่างไม้มาตัดเป็นแว่นหนา 2 นิ้ว โดยใช้เลื่อยวงเดือน

ไม้ *Acacia crassicarpa* ที่สถานีวิจัยสะแกราช ฯ

ใช้เลื่อยวงเดือนตัดให้เป็นแว่น ขนาดหนา 2 นิ้ว

3. นำตัวอย่างแว่นไม้ไปเผาเป็นถ่านในเตาถังน้ำมัน ขนาด 200 ลิตร

การเผาไม้ *Acacia crassicarpa* ในเตาถังน้ำมัน 200 ลิตร

4. นำถ่านที่ได้มาบดในครกให้มีขนาดประมาณ 0.2 – 2.0 เซนติเมตร แล้วทำการร่อนถ่านผ่านตะแกรง เพื่อแยกถ่านออกเป็น 2 ขนาด คือ ถ่านขนาด 0.2 – 1.0 เซนติเมตร และถ่านขนาด 1.1–2.0 เซนติเมตร

การบดถ่านด้วยครก

การร่อนเพื่อคัดขนาดถ่าน

5. นำถ่านที่ได้ในข้อ 4 มาผลิตเป็นถ่านกัมมันต์ โดยวิธีต่าง ๆ ดังนี้

ก. การผลิตถ่านกัมมันต์โดยเผาในเตาเผาถ่านกัมมันต์(ที่มีเครื่องฉีดละอองน้ำอยู่ภายใน)

1) นำถ่านขนาด 1.1 – 2.0 เซนติเมตร สายพันธุ์ละ 200 กรัม วางเรียงบนตะแกรงเหล็กที่อยู่ในเตาเผาถ่านกัมมันต์ แล้วทำการเผาตัวอย่างถ่าน เมื่ออุณหภูมิที่หัวเผาภายในเตาประมาณ 400°C ทำการฉีดละอองน้ำให้ตัวอย่างถ่านภายในเตาเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

การเผาด้วยเตาเผาถ่านกัมมันต์

2) บันทึกข้อมูลลงตารางบันทึกข้อมูล ได้แก่ อุณหภูมิหัวเผา อุณหภูมิปล่องควัน อุณหภูมิเริ่มต้นระยะเวลาที่เริ่มเผาจนภายในเตามีอุณหภูมิ 400°C อุณหภูมิขณะฉีดละอองน้ำภายในเตาทุก 5 นาที จนครบ 1 ชั่วโมง

3) หยุดกระบวนการเผาถ่านกัมมันต์โดยปิดสวิทซ์หัวเผา แล้วทำการฉีดละอองน้ำไปเรื่อย ๆ จนอุณหภูมิภายในเตาลดลงจนเหลือน้อยกว่า 100°C จึงทำการเปิดฝาเตาได้

4) นำตัวอย่างถ่านกัมมันต์ที่ได้ออกมาวางบนแผ่นพลาสติก แล้วนำไปผึ่งแดดให้แห้ง

ข. การผลิตถ่านกัมมันต์โดยเผากับโซเดียมคลอไรด์ที่อัตราส่วนต่างกัน ในเตาเผาอุณหภูมิสูง (Furnace)

1) นำถ่านขนาด 0.2 – 1.0 เซนติเมตร มาแช่ในสารละลายอิ่มตัวของโซเดียมคลอไรด์ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำไปผึ่งให้แห้ง

แช่ถ่านในสารละลายอิ่มตัวของโซเดียมคลอไรด์

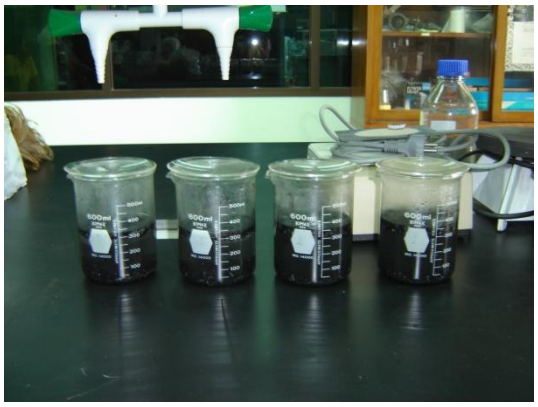
2) ซึ่งถ่านในข้อ 1) จำนวน 20 กรัม ใส่ในถ้วยเผาใบที่ 1 2 3 และ 4 แล้วเติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ เข้มข้น 1 mol จำนวน 0 20 40 และ 60 กรัม ลงในถ้วยเผาใบที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ

3) นำถ้วยเผาที่มีอัตราส่วนของถ่าน : NaCl = 1 : 0 1 : 1 1 : 2 และ 1 : 3 ไปเผาในเตาเผาอุณหภูมิสูง ที่อุณหภูมิ 700°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

ถ่าน 20 กรัม เติมสารละลาย NaCl 1 mol

เผาในเตา Furnace ที่ 700°C

ตัวอย่างถ่านกัมมันต์ที่ได้



ล้างด้วยน้ำร้อนจนค่า pH คงที่

4) นำตัวอย่างถ่านกัมมันต์ที่ได้มาล้างด้วยน้ำร้อนหลาย ๆ ครั้ง จนค่า pH คงที่ แล้วนำมาผึ่งแดดให้แห้ง

<u>ค. การผลิตถ่านกัมมันต์โดยเผากับโซเดียมคลอไรด์ที่อัตราส่วนต่างกัน ในหม้อดินที่ให้ความร้อนโดยเตาถ่านประสิทธิภาพสูง</u>

1) ชั่งถ่านในข้อ ข. (1) จำนวน 20 กรัม ใส่ในหม้อดินใบที่ 1 2 3 และ 4 แล้วเติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ เข้มข้น 1 mol จำนวน 0 20 40 และ 60 กรัม ลงในหม้อดินใบที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ

2) นำหม้อดินทั้ง 4 ใบ ที่มี ถ่าน : NaCl = 1 : 0 1 : 1 1 : 2 และ 1 : 3 ไปตั้งบนเตาถ่านประสิทธิภาพสูงที่มีถ่านที่ติดไฟจนแดงแล้วอยู่ภายในเตา เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

หลังจากเผาในหม้อดิน

การวัดอุณหภูมิทุก 15 นาที

3) บันทึกข้อมูลลงในตารางบันทึกข้อมูล ได้แก่ อุณหภูมิภายในเตา อุณหภูมิภายในหม้อดิน โดยวัดอุณหภูมิทุก 15 นาที และเติมถ่านที่ติดไฟแดงแล้วทุก 15 นาที บันทึกอุณหภูมิจนครบ 1 ชั่วโมง

4) นำถ่านกัมมันต์ที่ได้มาล้างด้วยน้ำร้อนหลาย ๆ ครั้ง จนค่า pH คงที่ แล้วนำมาผึ่งแดดให้แห้ง

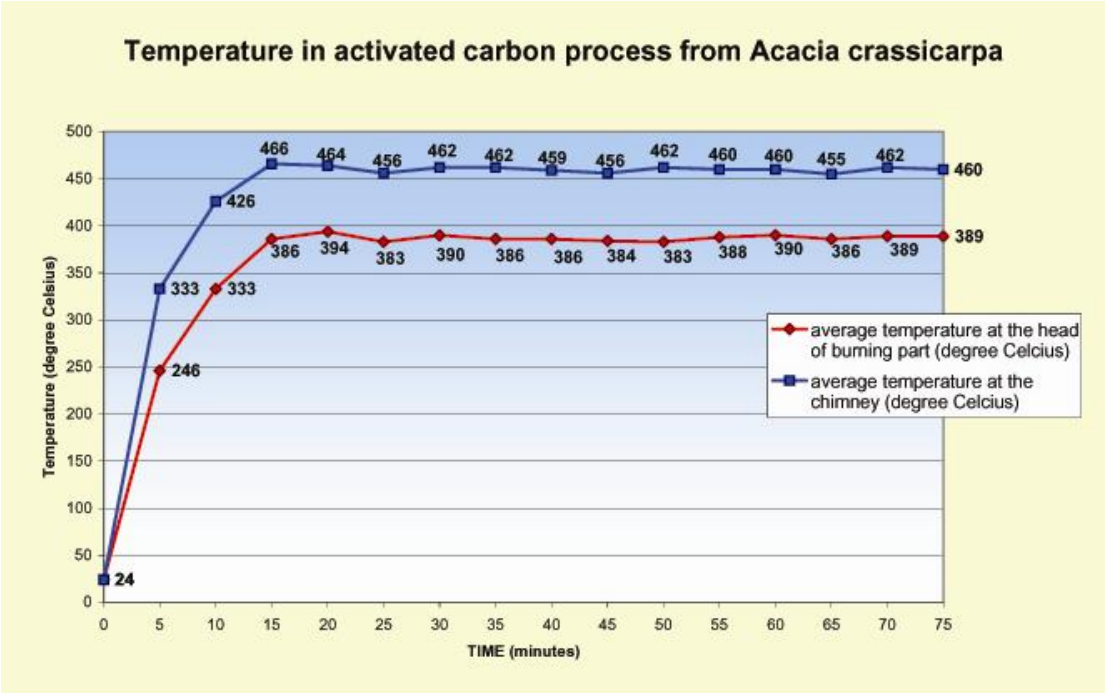
6. นำตัวอย่างถ่านกัมมันต์ที่ได้ในข้อ ก(4) ข(4) และ ค(4) ส่งวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนที่กรมวิทยาศาสตร์บริการ โดยวิเคราะห์ตาม AWWA Standard for granular activated carbon (B604-96)

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

ก. การผลิตถ่านกัมมันต์โดยเผาในเตาเผาถ่านกัมมันต์ (ที่มีเครื่องฉีดละอองน้ำอยู่ภายใน)

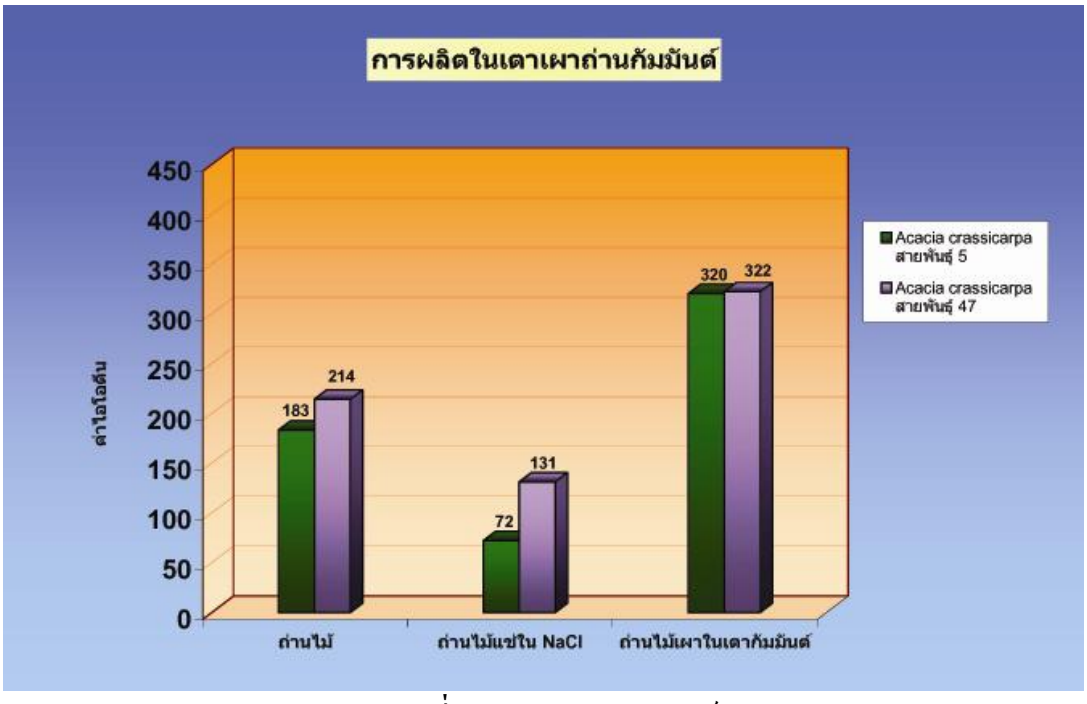
จากการศึกษาการผลิตถ่านกัมมันต์จากถ่านไม้ *Acacia crassicarpa* สายพันธุ์ 5 และสายพันธุ์ 47 อายุ 4 ปี โดยการนำถ่านไม้ *Acacia crassicarpa* มาเผาในเตาเผาถ่านกัมมันต์ที่อุณหภูมิประมาณ 400°C แล้วฉีดละอองน้ำประมาณ 1 ชั่วโมง พบว่า

1) ระยะเวลาที่ทำให้อุณหภูมิภายในเตาเผาถ่านกัมมันต์เพิ่มขึ้นจนถึง 400°C ใช้เวลาประมาณ 16 นาที (กราฟที่ 1) จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงการเริ่มกระบวนการเผาและมีอุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนถึง 400°C แล้วฉีดละอองน้ำประมาณ 1 ชั่วโมง เพื่อกระตุ้นให้โครงสร้างของถ่านมีรูพรุนมากขึ้น



กราฟที่ 1. ระยะเวลาและอุณหภูมิภายในเตาเผาถ่านกัมมันต์

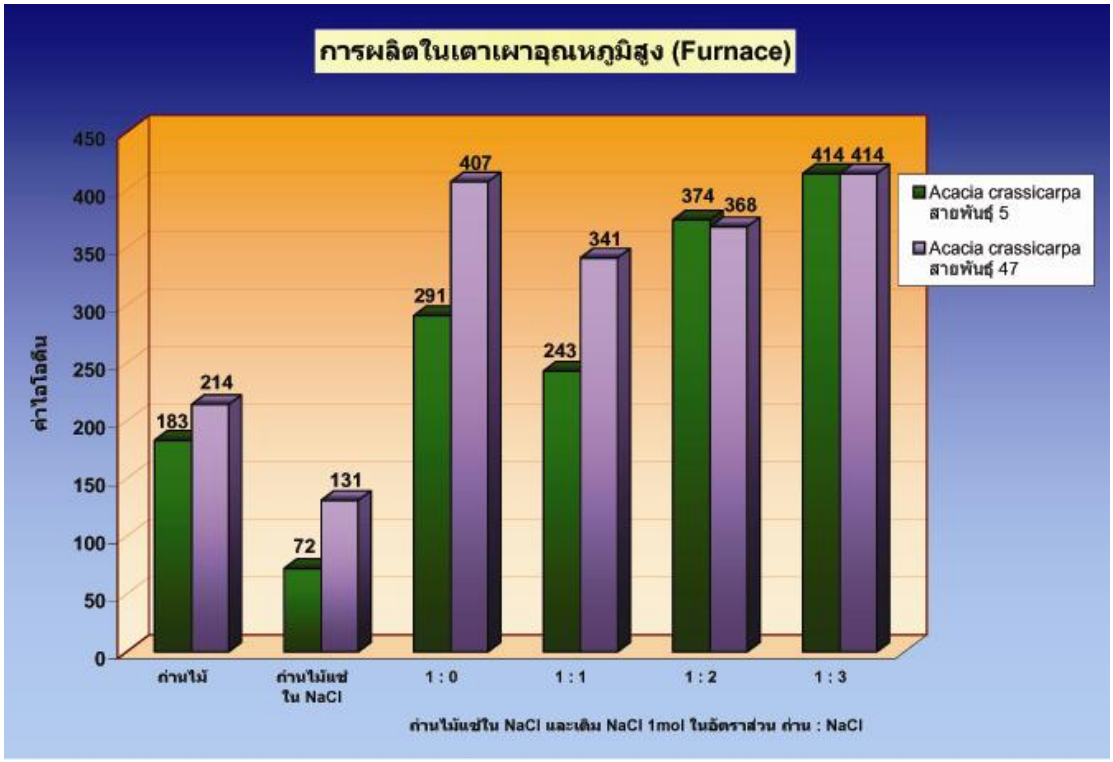
2) ค่าไอโอดีนของถ่านกัมมันต์ที่วิเคราะห์จากกรมวิทยาศาสตร์บริการพบว่า ถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากถ่านไม้ *Acacia crassicarpa* สายพันธุ์ 5 และสายพันธุ์ 47 มีค่าไอโอดีน เท่ากับ 320 และ 322 มิลลิกรัม/กรัม ตามลำดับ (กราฟที่ 2) ซึ่งมีค่าไอโอดีนน้อยกว่าถ่านกัมมันต์จากไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 7 ปี ที่มีค่าไอโอดีนเท่ากับ 436.3 มิลลิกรัม/กรัม (สิริลักษณ์ และคณะ, 2549) เมื่อนำค่าไอโอดีนของถ่านกัมมันต์สายพันธุ์ 5 และสายพันธุ์ 47 มาเปรียบเทียบกับค่าไอโอดีนของถ่านสายพันธุ์ 5 และสายพันธุ์ 47 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 183 และ 214 มิลลิกรัม/กรัม จะเห็นได้ว่าถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากถ่าน *Acacia crassicarpa* (ที่ยังมิได้กระตุ้นด้วยการฉีดละอองน้ำที่อุณหภูมิ 400°C) เกือบ 1 เท่า ซึ่งถ่านที่มีค่าไอโอดีนสูงจะมีความพรุนมากกว่าทำให้สามารถดูดซับสารต่าง ๆ ได้ดีกว่าถ่านปกติ



กราฟที่ 2. การผลิตถ่านกัมมันต์

ข. การผลิตถ่านกัมมันต์โดยเผากับโซเดียมคลอไรด์ที่อัตราส่วนต่างกัน ในเตาเผาอุณหภูมิสูง(Furnace)

จากการศึกษาการผลิตถ่านกัมมันต์จากถ่านไม้ *Acacia crassicarpa* สายพันธุ์ 5 และสายพันธุ์ 47 อายุ 4 ปี โดยการนำถ่านไม้ *Acacia crassicarpa* เผารวมกับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ที่อัตราส่วนถ่าน : NaCl เท่ากับ 1 : 0 1 : 1 1 : 2 และ 1 : 3 แล้วนำไปเผาในเตาเผาอุณหภูมิสูง ที่อุณหภูมิ 700°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง มีค่าไอโอดีน (มิลลิกรัม/กรัม) ดังกราฟที่ 3

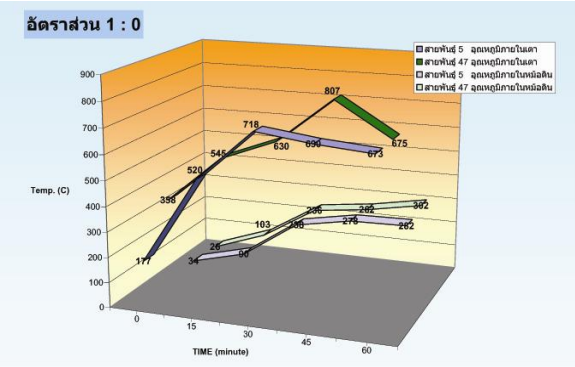


กราฟที่ 3. การผลิตถ่านกัมมันตีในเตาเผาอุณหภูมิสูง

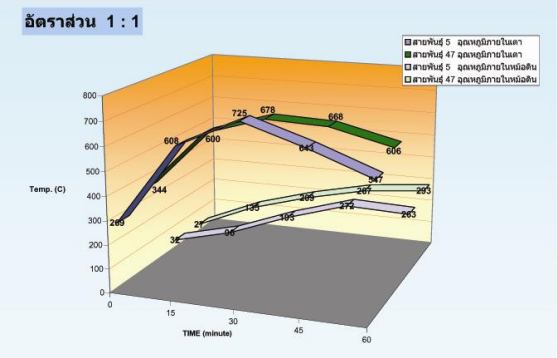
จะเห็นได้ว่าถ่านกัมมันต์จากไม้ *Acacia crassicarpa* สายพันธุ์ 5 และสายพันธุ์ 47 จะมีค่าไอโอดีนสูงที่สุด คือ 414 มิลลิกรัม/กรัม เท่ากับเมื่อเผากับโซเดียมคลอไรด์ ที่อัตราส่วน 1 : 3 และค่าไอโอดีนที่ได้มีค่าสูงกว่าค่าไอโอดีนของถ่าน *Acacia crassicarpa* ประมาณ 2 เท่า เนื่องจากการเผาถ่านกับโซเดียมคลอไรด์ที่อุณหภูมิสูงทำให้ถ่านมีรูพรุนมากขึ้น จึงสามารถดูดซับไอโอดีนได้มากขึ้น

ค. การผลิตถ่านกัมมันต์โดยเผากับโซเดียมคลอไรด์ที่อัตราส่วนต่างกัน ในหม้อดินที่ให้ความร้อนโดยเตาถ่านประสิทธิภาพสูง

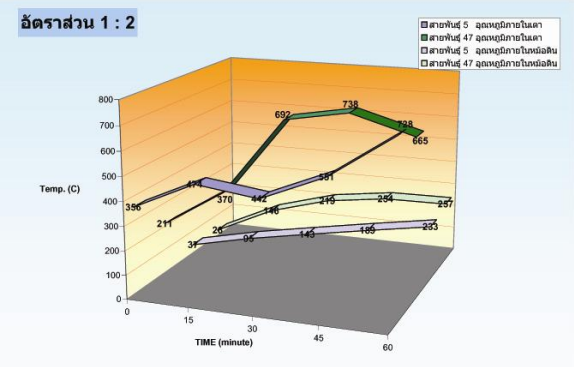
จากการศึกษาการผลิตถ่านกัมมันต์จากถ่านไม้ *Acacia crassicarpa* สายพันธุ์ 5 และสายพันธุ์ 47 อายุ 4 ปี โดยการชั่งถ่านที่ผ่านกระบวนการแช่ในสารละลายอิ่มตัวของโซเดียมคลอไรด์ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้ว จำนวน 20 กรัม ใส่ในหม้อดินใบที่ 1 2 3 และ 4 แล้วเติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ เข้มข้น 1 mol จำนวน 0 20 40 และ 60 กรัม ลงในหม้อดินใบที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ นำหม้อดินทั้ง 4 ใบ ที่มี ถ่าน : NaCl = 1 : 0 1 : 1 1 : 2 และ 1 : 3 ไปตั้งบนเตาถ่านประสิทธิภาพสูงที่มีถ่านที่ติดไฟจนแดงแล้ว อยู่ภายในเตา เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และทำการบันทึกข้อมูลลงในตารางบันทึกข้อมูล ได้แก่ อุณหภูมิภายในเตา อุณหภูมิภายในหม้อดิน โดยวัดอุณหภูมิทุก 15 นาที จนครบ 1 ชั่วโมง โดยมีอุณหภูมิที่บันทึก ในอัตราส่วนถ่าน : NaCl ต่าง ๆ ดังนี้ (กราฟที่ 4 – 7)



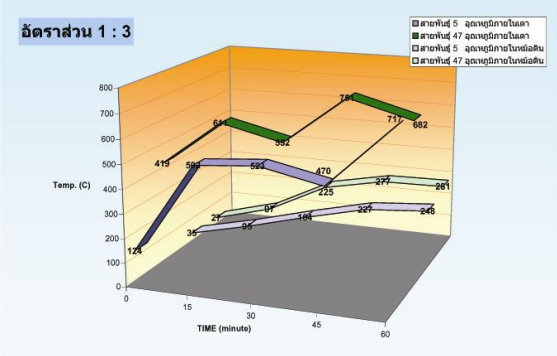
กราฟที่ 4.



กราฟที่ 5.



กราฟที่ 6.



กราฟที่ 7.

กราฟที่ 4 – 7. การผลิตถ่านกัมมันต์โดยเผากับโซเดียมคลอไรด์ที่อัตราส่วนต่างกัน

(กราฟที่ 4 – 7) จะเห็นได้ว่า

1) อุณหภูมิภายในในหม้อดินที่มีถ่านกับโซเดียมคลอไรด์ที่อัตราส่วนต่างกัน อุณหภูมิจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น ซึ่งในหม้อดินที่มีถ่าน *Acacia crassicarpa* สายพันธุ์ 5 จะมีอุณหภูมิสูงกว่า สายพันธุ์ 47 ในขณะที่อุณหภูมิภายในเตาถ่านมีการเพิ่มอุณหภูมิค่อนข้างเร็วในระยะแรก แล้วลดลงในเวลาต่อมา เนื่องจากขึ้นอยู่กับถ่านที่ใช้ภายในเตาเมื่อติดไฟแดงและให้ความร้อนไประยะหนึ่งแล้วถ่านก็จะเริ่มมอดลงทำให้อุณหภูมิภายในเตาลดลง เมื่อเติมถ่านที่ร้อนแดงเข้าไปอุณหภูมิก็จะค่อยๆ เพิ่มขึ้น

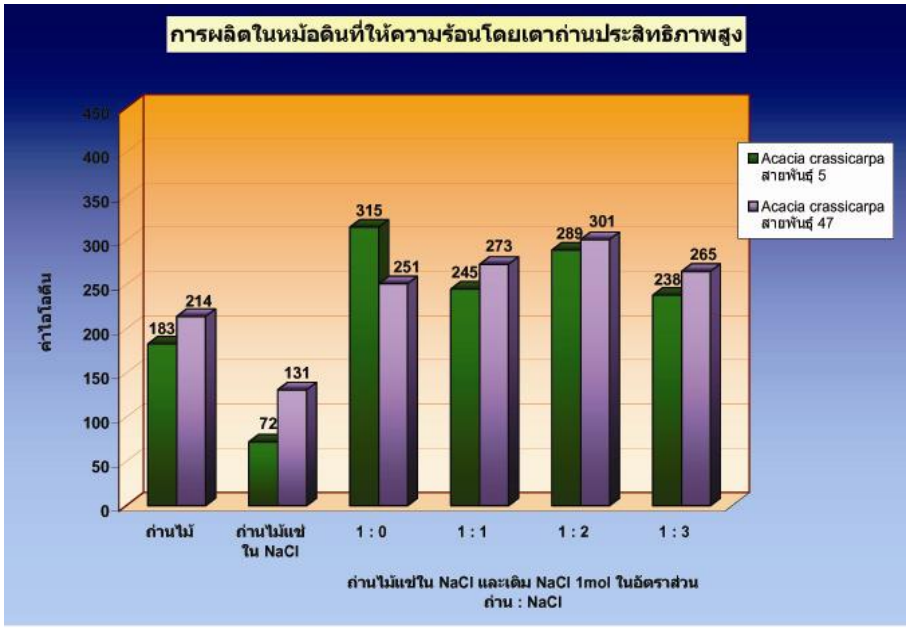
2) (กราฟที่ 8) ค่าไอโอดีนของถ่านกัมมันต์จากไม้ *Acacia crassicarpa* สายพันธุ์ 5 จะมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 315 มิลลิกรัม/กรัม เมื่อเผากับโซเดียมคลอไรด์ที่อัตราส่วน 1 : 0 แต่ถ่านกัมมันต์จากไม้ *Acacia crassicarpa* สายพันธุ์ 47 จะมีค่าไอโอดีนสูงสุด เท่ากับ 301 มิลลิกรัม/กรัม เมื่อเผากับโซเดียมคลอไรด์ ที่อัตราส่วน 1 : 2

จากการศึกษาการผลิตถ่านกัมมันต์จากไม้ *Acacia crassicarpa* ทั้ง 3 วิธี ในข้อ ก ข และ ค พบว่า

(1) วิธีในการผลิตถ่านกัมมันต์มีผลต่อค่าไอโอดีนของถ่านกัมมันต์ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ การผลิตถ่านกัมมันต์โดยวิธีเผาถ่านกับโซเดียมคลอไรด์ที่อุณหภูมิ 700°C ในเตาเผาอุณหภูมิสูง (Furnace) จะทำให้ถ่านมีค่าไอโอดีนสูงกว่าเผาในเตาเผาถ่านกัมมันต์และในหม้อดิน

(2) การเผาถ่านกับโซเดียมคลอไรด์ที่อัตราส่วนต่างกัน ก็มีผลต่อค่าไอโอดีนของถ่านกัมมันต์

(3) ถ่านกัมมันต์จาก*ไม้ Acacia crassicarpa* สายพันธุ์ที่ต่างกันจะมีผลทำให้ค่าไอโอดีนต่างกัน ซึ่งวิธี ข. นี้ได้ค่าไอโอดีน(มิลลิกรัม/กรัม) ดังกราฟที่ 8



กราฟที่ 8. การผลิตถ่านกัมมันต์ในหม้อดินที่ให้ความร้อนโดยเตาถ่านประสิทธิภาพสูง

สรุปผล

เศษไม้ *Acacia crassicarpa* สามารถนำมาผลิตเป็นถ่านกัมมันต์ได้ การผลิตถ่านกัมมันต์จากไม้ *Acacia crassicarpa* สายพันธุ์ 5 และ สายพันธุ์ 47 โดยใช้วิธีการเผาถ่านกับโซเดียมคลอไรด์ อัตราส่วน 1 : 3 ในเตาอุณหภูมิสูง(Furnace) ที่อุณหภูมิ 700°C นาน 1 ชั่วโมง จะได้ถ่านกัมมันต์ที่มีค่าไอโอดีนสูงสุดเท่ากับ 414 มิลลิกรัม/กรัม โดยมีค่าสูงประมาณ 2 เท่า ของถ่าน *Acacia crassicarpa*

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในการนำถ่านกัมมันต์ที่ผลิตได้มาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับคุณภาพของถ่านกัมมันต์ที่ผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ควรปรับปรุงกระบวนการผลิต และเทคนิคการผลิตเพื่อให้ได้ถ่านกัมมันต์ที่มีค่าไอโอดีนสูงตามมาตรฐานกระทรวงอุตสาหกรรม เพื่อที่จะสามารถต่อยอดให้ผู้ประกอบการทำเป็นธุรกิจและส่งออกต่างประเทศได้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของแผนงานวิจัยคุณสมบัติและการใช้ประโยชน์ไม้สวนป่าเศรษฐกิจสกุล *Acacia* และการศึกษาในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับการสนับสนุนและความช่วยเหลือจาก คุณธิติ วิสารัตน์ หัวหน้าสถานีวิจัยสะแกราช จ.นครราชสีมา ที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างไม้ที่ใช้ในการศึกษา ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาการถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์ไม้ขนาดเล็กและของป่า จ.ขอนแก่น ที่ได้ช่วยในการเตรียมตัวอย่างไม้ที่ใช้ศึกษา และศูนย์วิจัยพลังงานจากไม้ จ.สระบุรี ที่ช่วยเอื้อเฟื้อสถานที่ที่ทำการศึกษาวิจัย การเตรียมตัวอย่างและทดลอง รวมถึงพนักงานของศูนย์ ทั้ง 2 ศูนย์ ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการศึกษาวิจัยเป็นอย่างดี ตลอดจนพนักงานในงานพัฒนาพลังงาน จากไม้ทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ซึ่งข้าพเจ้าได้รับความช่วยเหลือจากทุกท่านดังกล่าวข้างต้นเป็นอย่างดี จึงขอขอบพระคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

คณิตา วัฒนะกิจ ฉัตรชัย คงเดชอุดมกุล และ ฎาญิน มงคลขจรศิลป์. 2540. การดูดซับโลหะหนักโดยใช้ถ่านกัมมันต์จากกากเมล็ดกาแฟ. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพฯ. 62 น.

วิชัย ธรรมสาธิต และ เกษม ฉัตรมณีฤกษ์. 2534. การผลิตถ่านกัมมันต์โดยการกระตุ้นด้วยเหลือโซเดียมคลอไรด์. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพฯ.

วิวัฒน์ ผกานนทวิวัฒน์ และ ปัญญา จันทรขจรรัตน์. 2538. การทำถ่านกัมมันต์จากต้นธูปฤาษี. สถาบันพระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพฯ. 52 น.

สิริลักษณ์ ตาตะยานนท์ และ ทินกร พิริยโยธา. 2549. ความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านกัมมันต์จากไม้ยูคาลิปตัสคามาลดูเลนซีส. งานพัฒนาพลังงานจากไม้ สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้ กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ.

อภิสิทธิ์ เจริญกูล และ นิพนธ์ พงษ์คำ. 2533. การผลิตถ่านกัมมันต์โดยสารกระตุ้นด้วยเกลือโซเดียมคลอไรด์. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพฯ.