



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัย เรื่อง การผลิตถ่านกัมมันต์โดยใช้ของเหลือทิ้งจากข้าวโพด
ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง

แผนวิจัย

เรื่อง วิทยาศาสตร์การเกษตรและการจัดการของเหลือทิ้งจากการปลูกข้าวโพด
ในพื้นที่ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง

โดยอาจารย์ ดร.ศิวัช ตั้งประเสริฐและคณะ

เดือนกุมภาพันธ์ ปี พ.ศ. 2558



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัย

เรื่อง การผลิตถ่านกัมมันต์โดยใช้ของเหลือทิ้งจากข้าวโพด

ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง

แผนวิจัย

เรื่อง วิทยาศาสตร์การเกษตรและการจัดการของเหลือทิ้งจากการปลูกข้าวโพด

ในพื้นที่ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง

คณะผู้วิจัย สังกัดคณะ : วิทยาศาสตร์

1. ดร.ศิวัช ตั้งประเสริฐ
2. ดร.สำเริง กระจอดนอก
3. อ.พิภพ แซ่ตั้ง

สนับสนุนโดยมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

คำนำ

การดำเนินการโครงการวิจัยเรื่อง การผลิตถ่านกัมมันต์โดยใช้ของเหลือทิ้งจากข้าวโพด ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง ภายใต้แผนวิจัยหนึ่งคณะหนึ่งโมเดล เรื่อง วิทยาศาสตร์การเกษตรและการจัดการของเหลือทิ้งจากการปลูกข้าวโพด ในพื้นที่ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง ไม่สามารถถูกล่วงไปได้ถ้าไม่ได้รับความอนุเคราะห์ด้านสถานที่ อุปกรณ์และเครื่องมือจากศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสถานที่ติดตั้งเตาเผาไฟฟ้า บริเวณตึกคหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด จากศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สถานที่และการติดต่อประชาสัมพันธ์จากองค์การบริหารส่วนตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง และกลุ่มชาวบ้านตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง ที่ให้ความร่วมมือและต้อนรับคณะผู้วิจัยด้วยความอบอุ่น เป็นกันเอง คณะผู้บริหารคณะวิทยาศาสตร์ ที่คอยให้คำแนะนำ ชับเคลื่อน และเป็นกำลังใจในการทำวิจัย และทุนอุดหนุนการทำวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ประจำคณะวิทยาศาสตร์ทุกท่านที่ได้ให้อำนวยความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในงานวิจัยเป็นอย่างดี ทำให้งานวิจัยนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

อาจารย์ ดร.ศิริช ตั้งประเสริฐ และคณะ
13 กุมภาพันธ์ 2558

ชื่อโครงการวิจัย	การผลิตถ่านกัมมันต์โดยใช้ของเหลือทิ้งจากข้าวโพด ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง
คณะทำวิจัย	อาจารย์ ดร.ศิริข ตั้งประเสริฐ อาจารย์ ดร.สำเริง กระฉอดนอก อาจารย์พิภพ แซ่ตั้ง

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์การวิจัย 1) วิเคราะห์ปริมาณวัตถุดิบ(เปลือกและซังข้าวโพด) ในพื้นที่ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง 2) เพื่อศึกษาการสร้างเตาเผาไฟฟ้าและผลิตถ่านกัมมันต์ที่กระตุ้นโดยใช้โซเดียมคลอไรด์และโซเดียมไฮดรอกไซด์ 3) เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของถ่านกัมมันต์ และเปรียบเทียบสมบัติของถ่านกัมมันต์กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 4) เพื่อให้ความรู้คนในชุมชนตำบลนาแก เพื่อทราบถึงลักษณะ คุณประโยชน์ การผลิต และมูลค่าเชิงพาณิชย์ของถ่านกัมมันต์ 5) เพื่อพัฒนาการออกแบบและต่อยอดผลิตภัณฑ์ของถ่านกัมมันต์สำหรับการดูดซับกลิ่นและความชื้น และ 6) เพื่อวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนในการผลิตถ่านกัมมันต์

จากผลการวิจัย พบว่า ตำบลนาแกมีปริมาณเศษวัสดุข้าวโพดเหลือทิ้งประมาณ 21,504 ตันต่อปี และไม่มี การนำเศษวัสดุข้าวโพดที่เหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์เลย เกษตรกรในชุมชนจะทำการเผาทิ้งก่อนเริ่มเพาะปลูกข้าวโพดในช่วงฤดูกาลถัดไป รวมทั้งพ่อค้าคนกลางที่รับซื้อเมล็ดข้าวโพด จนก่อให้เกิดปัญหาฝุ่นละออง หมอกควัน โดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาณมาก (17.40 ตันต่อปี) และจากการศึกษาการสร้างเครื่องเตาเผาไฟฟ้าขนาด ขนาด 150x90x90 เซนติเมตร มีพื้นที่ใช้สอยด้านในของเครื่อง ขนาด 80x65x65 เซนติเมตร สามารถผลิตถ่านกัมมันต์ได้ครั้งละ 20 กิโลกรัม ผลผลิตคิดเป็นร้อยละ 75 เมื่อเทียบกับถ่านซังข้าวโพด ถ่านที่ผ่านการกระตุ้นโดยใช้โซเดียมคลอไรด์ที่ 800 อนุภาคเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง มีค่าการดูดซับมากที่สุด มีค่าเลขไอโอดีนเท่ากับ 625 มิลลิกรัมต่อกรัม ซึ่งได้ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก. 900-2547) และจากการลงพื้นที่และอบรมให้ความรู้คนในชุมชนตำบลนาแกจำนวน 80 คน เพื่อให้ทราบถึงลักษณะ คุณประโยชน์ การผลิต และมูลค่าเชิงพาณิชย์ของถ่านกัมมันต์โดยใช้ของเหลือทิ้งจากการปลูกข้าวโพด การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านซังข้าวโพด ถ่านอัดแท่งและถ่านกัมมันต์ และการออกแบบต่อยอดผลิตภัณฑ์ถ่านกัมมันต์สำหรับดูดกลิ่นและความชื้น มีกลุ่มเกษตรกรที่มาจากหมู่ที่ 2 บ้านหนองเหียง และหมู่ที่ 5 บ้านแม่แป้น ให้ความสนใจในการทำถ่านอัดแท่งและถ่านกัมมันต์เป็นอาชีพเสริมเป็นอย่างมาก แต่ยังขาดเงินทุนในสร้างเครื่องมือเพื่อตั้งเป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชน รวมทั้งจุดคุ้มทุนในการผลิตถ่านกัมมันต์และจำหน่ายผลิตภัณฑ์ในรูปแบบถ่านดูดกลิ่นและความชื้นภายใน 9 เดือน

Research Title: The Activated Carbon Production Using Corn Waste From Nakhae, Ngao, Lampang

Authors: Dr.Siwat Thongprasert

Dr.Samroeng Krachodnok

Phiphop Saetung

Abstract

This work aims to 1) analyze the quantity of corn waste in Nakhae area, Ngao, Lampang, 2) construct the electric furnace and product the activated carbon by NaOH and NaCl activation, 3) characterize the chemical and physical properties of activated carbon and compare with industrial products standards, 4) educate Nakhae peoples for to learn about the features and benefits of the commercial value of activated carbon, 5) develop the design and extension and 6) analyze the break production.

From the results, corn waste on Nakhae area was 21,504 ton/year without any benefits. The problem of dust and gas fogging, especially CO and CO₂ (in totally 17.4 ton/year), from the most of farmers manage their corn waste by burning out before starting the corn growth in the next season. Moreover, the buyer will be bought only the corn seed. In addition to construct the electric furnace with 150x90x90 cm outside and 80x65x65 cm inside and it was product 20 kg activated carbon each time. The yield was 75% base on charcoal. The maximum adsorption (iodine number 625 mg/g as compare to industrial products standards 900-2547) of activated carbon with was prepared by NaCl activation with heated at 800 °C for 2 hr. From our visiting and educated the 80 Nakhae peoples for to learn about the features and benefits of the commercial value of activated carbon. In addition, pass on knowledge product charcoal briquettes and activated carbon, and develop the design and extension for smell and humidity adsorption product. The farmer from Moo 2 (Ban Nonghieng) and Moo 5 (Ban Maebaen) mostly interested to product the charcoal briquettes and activated carbon for additional income. But they don't have the more budget to support for construct the machine and small and micro community enterprise. Finally, the break production of smell and humidity adsorption products was within 9 months.

บทสรุปผู้บริหาร

ชื่อโครงการวิจัย	การผลิตถ่านกัมมันต์โดยใช้ของเหลือทิ้งจากข้าวโพด ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง
คณะทำวิจัย	อาจารย์ ดร. ศิวชัย ตั้งประเสริฐ อาจารย์ ดร. สำเริง กระฉอดนอก อาจารย์พิภพ แซ่ตั้ง
ปีที่พิมพ์	2558
แหล่งทุน	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์การวิจัย 1) วิเคราะห์ปริมาณวัตถุดิบ(เปลือกและซังข้าวโพด) ในพื้นที่ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง 2) เพื่อศึกษาการสร้างเตาเผาไฟฟ้าและผลิตถ่านกัมมันต์ที่กระตุ้นโดยใช้โซเดียมคลอไรด์และโซเดียมไฮดรอกไซด์ 3) เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของถ่านกัมมันต์ และเปรียบเทียบสมบัติของถ่านกัมมันต์กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 4) เพื่อให้ความรู้คนในชุมชนตำบลนาแก เพื่อทราบถึงลักษณะ คุณประโยชน์ การผลิต และมูลค่าเชิงพาณิชย์ของถ่านกัมมันต์ 5) เพื่อพัฒนาการออกแบบและต่อยอดผลิตภัณฑ์ของถ่านกัมมันต์สำหรับการดูดซับกลิ่นและความชื้น และ 6) เพื่อวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนในการผลิตถ่านกัมมันต์ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้คือ เปลือกและซังข้าวโพดเพื่อใช้ในการผลิตถ่านกัมมันต์ และคนในพื้นที่ตำบลนาแก อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงบรรยาย และค่าเฉลี่ย

สรุปผลการวิจัย

1. ตำบลนาแกมีปริมาณเศษวัสดุข้าวโพดเหลือทิ้งประมาณ 21,504 ตันต่อปี และไม่มีการนำเศษวัสดุข้าวโพดที่เหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์เลย เกษตรกรในชุมชนจะทำการเผาทิ้งก่อนเริ่มเพาะปลูกข้าวโพดในช่วงฤดูกาลถัดไป รวมทั้งพ่อค้าคนกลางที่รับซื้อเมล็ดข้าวโพด จนก่อให้เกิดปัญหาฝุ่นละอองและหมอกควัน โดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาณมาก (17.40 ตันต่อปี)

2. จากการศึกษาการสร้างเครื่องเตาเผาไฟฟ้าขนาด ขนาด 150x90x90 เซนติเมตร มีพื้นที่ใช้สอยด้านในของเครื่อง ขนาด 80x65x65 เซนติเมตร สามารถผลิตถ่านกัมมันต์ได้ครั้งละ 20 กิโลกรัม

3. ผลผลิตถ่านกัมมันต์คิดเป็นร้อยละ 75 เมื่อเทียบกับถ่านซังข้าวโพด ถ่านที่ผ่านการกระตุ้นโดยใช้โซเดียมคลอไรด์ที่ 800 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง มีค่าการดูดซับมากที่สุด มีค่าเลขไอโอดีนเท่ากับ 625 มิลลิกรัมต่อกรัม ซึ่งได้ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก. 900-2547)

4. จากการลงพื้นที่และอบรมให้ความรู้คนในชุมชนตำบลนาแกจำนวน 80 คน เพื่อให้ทราบถึงลักษณะ คุณประโยชน์ การผลิต และมูลค่าเชิงพาณิชย์ของถ่านกัมมันต์โดยใช้ของเหลือทิ้งจากการปลูกข้าวโพด การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านซังข้าวโพด ถ่านอัดแท่งและถ่านกัมมันต์ และการออกแบบต่อยอด

ผลิตภัณฑ์ถ่านกัมมันต์สำหรับดูดกลิ่นและความชื้น มีกลุ่มเกษตรกรที่มาจากหมู่ที่ 2 บ้านหนองเหียง และหมู่ที่ 5 บ้านแม่แป้น ให้ความสนใจในการทำถ่านอัดแท่งและถ่านกัมมันต์เป็นอาชีพเสริมเป็นอย่างมาก แต่ยังขาดเงินทุนในสร้างเครื่องมือเพื่อตั้งเป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

5. จุดคุ้มทุนในการผลิตถ่านกัมมันต์และจำหน่ายผลิตภัณฑ์ในรูปแบบถ่านดูดกลิ่นและความชื้น ภายใน 9 เดือน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. หน่วยงานองค์การบริหารส่วนตำบลจนถึงระดับจังหวัด ควรนำไปเป็นข้อมูลหรือแนวทางเพื่อแก้ไขหรือลดการเผาวัสดุเหลือทิ้งหลังการทำเกษตรกรรม ที่ก่อให้เกิดปัญหาหมอกควันในช่วงฤดูร้อน และการเพิ่มรายได้ให้กับคนในชุมชน

ข้อเสนอแนะในการทำการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาถึงความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อสินค้าถ่านกัมมันต์สำหรับการดูดซับกลิ่นและความชื้น
2. ในกรณีเลือกพื้นที่อื่น เลือกสถานที่ทำวิจัยที่ใกล้มหาวิทยาลัย การประสานงานและติดตามระหว่างนักวิจัยและกลุ่มชาวบ้านทำได้ง่ายให้มีการสำรวจความต้องการของชุมชนและนำมาเป็นโจทย์วิจัย

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ข
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ค
บทสรุปผู้บริหาร	ง
สารบัญ	ฉ
สารบัญรูปภาพ	ณ
สารบัญตาราง	ฏ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการทำวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 พื้นที่ศึกษา	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	3
1.7 กรอบแนวความคิดของการวิจัย	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ถ่านกัมมันต์	5
2.2 วัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพด	9
2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์	10
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมี	20
3.2 วิธีดำเนินการวิจัย	20
บทที่ 4 ผลและการอภิปรายผลการวิจัย	
4.1 วิเคราะห์ปริมาณวัตถุดิบ(ซังข้าวโพด)ในพื้นที่ตำบลนาแก อำเภอวัง จังหวัดลำปาง	24
4.2 การสร้างเครื่องมือและผลิตถ่านกัมมันต์จากซังข้าวโพดเหลือทิ้ง	25
4.3 เตรียมถ่านกัมมันต์จากซังข้าวโพดที่กระตุ้นโดยใช้โซเดียมคลอไรด์ และโซเดียมไฮดรอกไซด์	26
4.4 ศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของถ่านกัมมันต์ และเปรียบเทียบสมบัติ ของถ่านกัมมันต์กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม	27
4.5 ผลการศึกษาหุ้ฟุ้งซังของถ่านกัมมันต์ด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโคปี	28
4.6 การอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับถ่านกัมมันต์ และถ่ายทอดเทคโนโลยี การผลิตถ่านกัมมันต์	30
4.7 การออกแบบและต่อยอดผลิตภัณฑ์ของถ่านกัมมันต์สำหรับการดูดซับกลิ่น และความชื้น	34
4.8 วิเคราะห์จุดคุ้มทุนของการผลิตถ่านกัมมันต์	36
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	41
5.2 ปัญหาอุปสรรค	41
5.3 และข้อเสนอแนะ	41

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม	42
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก : การวิเคราะห์ ความชื้น เถ้า ปริมาณสารระเหย และคาร์บอนคงตัว	44
ภาคผนวก ข : การวิเคราะห์สมบัติความพูนจากความสามารถในการดูดซับ สารละลายไอโอดีน (มาตรฐาน ASTM D4067-94)	45
ภาคผนวก ค : ถ่านกัมมันต์โดยใช้ของเหลือทิ้งจากการปลูกข้าวโพด และถ่ายทอด- เทคโนโลยีการผลิตถ่านซังข้าวโพด ถ่านอัดแท่งและถ่านกัมมันต์ ในวันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2558 ณ องค์การบริหารส่วนตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง	49

สารบัญภาพ

	หน้า	
ภาพที่ 2.1	โครงสร้างของถ่านกัมมันต์	5
ภาพที่ 2.2	เครื่องวัด pH (Mettler Toledo, รุ่น Seven Easy)	10
ภาพที่ 2.3	ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด	12
ภาพที่ 2.4	ต้นกำเนิดอิเล็กตรอน	13
ภาพที่ 2.5	เครื่อง XRD	14
ภาพที่ 2.6	การเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ในผลึกของตัวอย่าง	15
ภาพที่ 2.7	เครื่องอินฟราเรด	16
ภาพที่ 2.8	Infrared spectrum ของ Aniline	17
ภาพที่ 2.9	ส่วนประกอบของเครื่อง FTIR spectrometer	17
ภาพที่ 4.1	การสำรวจปริมาณซังข้าวโพดและการประชุมทำความเข้าใจเกี่ยวกับการลดปัญหาหมอกควัน การเพิ่มมูลค่าและสร้างรายได้เสริมจากซังข้าวโพดในรูปถ่านกัมมันต์ในพื้นที่ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง วันที่ 23 พฤษภาคม 2557 ณ อบต.นาแก อ.งาว	25
ภาพที่ 4.2	ส่วนประกอบของเตาเผาไฟฟ้าขนาด 150x90x90 cm	26
ภาพที่ 4.3	ภาพถ่าย SEM ของถ่านซังข้าวโพด เเผาที่ 450 °C และถ่านกัมมันต์ ที่ผ่านการกระตุ้นด้วย 3M NaCl และ NaOH ที่ 800 °C เป็นเวลา 2 hr	27
ภาพที่ 4.4	อินฟราเรดสเปกตรัม ของถ่านที่กระตุ้นด้วย 3 M NaCl (ก) และ 3 M NaOH (ข) เเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง	29

	หน้า
ภาพที่ 4.5 หมู่แทนที่บนแกรไฟต์	29
ภาพที่ 4.6 การฝึกอบรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านซังข้าวโพด ถ่านอัดแท่งและถ่านกัมมันต์โดยใช้ของเหลือทิ้งจากการปลูกข้าวโพด ในวันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2558 ณ องค์การบริหารส่วนตำบลนาแก อำเภอวัง จังหัดลำปาง	31
ภาพที่ 4.7 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ตุ้กตาผ้ารูปสัตว์และตัวการ์ตูนแบบต่างๆ	35
ภาพที่ 4.8 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในหีบห่อธรรมชาติและอัดเป็นรูปสัตว์แบบต่างๆ	36
ภาพที่ 4.9 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบร่วมกันระหว่างกลุ่มชาวบ้านและนักวิจัย	61

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 4.1 1 ผลผลิตร้อยละของถ่านกัมมันต์ที่ผ่านการกระตุ้นด้วย 3M NaCl และ NaOH ที่ 800 °C เป็นเวลา 2 hr	26
ตารางที่ 4.2 พื้นที่ผิว(ค่าการดูดซับไอโอดีน (mg/g))ของถ่านซึ่งข้าวโพด เผาที่ 450 °C และถ่านกัมมันต์ที่ผ่านการกระตุ้นด้วย 3M NaCl และ NaOH ที่ 800 °C เป็นเวลา 2 hr	27
ตารางที่ 4.3 ร้อยละกลุ่มสารในถ่านกัมมันต์ที่ผ่านการกระตุ้นด้วย 3M NaCl และ NaOH ที่ 800 °C เป็นเวลา 2 hr	28
ตารางที่ 4.4 ลักษณะของเส้นสเปกตรัมจากเทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโคปี	28
ตารางที่ 4.5 แสดงจำนวนผู้เข้าร่วมอบรมการฝึกถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านซึ่งข้าวโพด ถ่านอัดแท่งและถ่านกัมมันต์โดยใช้ของเหลือทิ้งจากการปลูกข้าวโพด	33
ตารางที่ 4.6 ความคิดเห็นต่อการเข้าร่วมกิจกรรมฯ	34
ตารางที่ 4.7 แสดงการสำรวจผลิตภัณฑ์ถ่านกัมมันต์สำหรับการดูดซับกลิ่นและความชื้นที่มีวางขายในท้องตลาด	34
ตารางที่ 4.8 สำหรับการดูดซับกลิ่นและความชื้น	37
ตารางที่ 4.9 สมมติฐานทางด้านเศรษฐศาสตร์ถ่านกัมมันต์ที่กระตุ้นด้วย NaCl และเผาที่ 800 °C	38
ตารางที่ 4.10 การคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนมูลค่าปัจจุบันถ่านกัมมันต์	39

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการทำวิจัย

ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง ตั้งอยู่ หมู่ที่ 2 บ้านหนองเหียง ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง อยู่ห่างจากที่ว่าการอำเภองาว เป็นระยะทางประมาณ 2 กิโลเมตร พื้นที่ทั้งหมด 73,973.750 ไร่ หรือ 118.358 ตารางกิโลเมตร แบ่งเขตการปกครองออกเป็น 6 หมู่บ้าน มีประชากรรวม 3,738 คน ด้วยลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นพื้นที่สูง ป่าไม้เบญจพรรณ และมีข้อจำกัดของระบบชลประทาน พืชเศรษฐกิจที่สำคัญจึงได้แก่ ข้าวไร่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

จากการที่สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ได้จัดกิจกรรมลงพื้นที่ 13 อำเภอ เพื่อรวบรวม ศักยภาพ สภาพปัญหา ความต้องการของชุมชน ภายใต้งานความร่วมมือกับองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น ในโครงการ "หนึ่งมหาวิทยาลัยหนึ่งจังหวัด" พบว่าตำบลนาแก มีความพร้อมในด้านสังคมมีความสามัคคี มีกลุ่มชุมชนที่มีกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง มีปราชญ์ชาวบ้านที่มีองค์ความรู้ แต่มีจุดอ่อนด้านการใช้ประโยชน์ของทรัพยากร การจัดการผลิตภัณฑ์เกษตร และการส่งเสริมอาชีพ

ในปี พ.ศ. 2556 คณะวิทยาศาสตร์ โดยสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ได้ลงพื้นที่เพื่อวิเคราะห์ปัญหาชุมชนจนนำไปสู่การพัฒนาเป็นโครงการวิจัย จำนวน 3 โครงการ และกิจกรรมการบริการวิชาการ จำนวน 1 กิจกรรม โดยเน้นการเสริมฐานรากการบริหารจัดการชุมชนผ่านองค์การบริหารส่วนท้องถิ่น โดยได้รับการตอบรับและได้รับความร่วมมือที่ดีจากชุมชน แต่ด้วยศาสตร์ทางสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์เพียงด้านเดียว ยังไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาของชุมชนได้อย่างครอบคลุม โดยประเด็นปัญหาที่สำคัญของพื้นที่ได้แก่ การผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เนื่องด้วยปัญหาที่สำคัญได้แก่ องค์การบริหารส่วนท้องถิ่นไม่มีข้อมูลที่ใช้ในการวางแผนในการส่งเสริมการผลิต ทำให้รายได้สุทธิที่ได้จากผลิตไม่มากเท่าที่ควร ผลผลิตลดลงเนื่องจากดินเสื่อม ประกอบกับภายหลังการเก็บเกี่ยวและขายเมล็ดข้าวโพดแล้วจะมีของเหลือทิ้งที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ เช่น ชังข้าวโพด เปลือกและต้นข้าวโพด ซึ่งชาวบ้านจะเผาทำลายจนส่งผลให้เกิดปัญหาไฟป่าและมลพิษตามมา การลดปัญหาดังกล่าว ทำได้โดยการแปรรูปและเพิ่มมูลค่าของชังข้าวโพดเหลือทิ้งเป็นถ่านกัมมันต์ เพราะชังข้าวโพดเป็นของเหลือทิ้งที่มีแหล่งของเซลลูโลสเช่นเดียวกับกะลามะพร้าวหรือไม้ไผ่ ถ่านกัมมันต์ถือเป็นถ่านชนิดพิเศษที่ได้รับการเพิ่มประสิทธิภาพให้มากขึ้น สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย เช่น ดูดซับความชื้นและกลิ่นต่างๆ ดักจับโลหะไอออนกลุ่มโลหะหนักและไอออนอื่นๆ ในน้ำ ดูดซับสีย้อมผ้าประเภทสีสังเคราะห์ เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดผิวหน้าและร่างกาย พอกสีในอุตสาหกรรมน้ำตาล ใช้ในตัวเร่งปฏิกิริยาต่างๆ เป็นต้น

ดังนั้น คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง จึงมีแนวคิดที่จะเข้ามาเป็นตัวกลางในการประสานองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็งของชุมชน โดยมีกรอบความคิดในการวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชนอย่างบูรณาการอันนำไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน ภายใต้การผลิตถ่านกัมมันต์โดยใช้ของเหลือทิ้งจากข้าวโพด รวมทั้งการพัฒนาออกแบบและต่อยอดผลิตภัณฑ์ของถ่านกัม

มันต์สำหรับการดูดซับกลิ่นและความชื้น ทั้งนี้เพื่อเชื่อมโยงทุกส่วนของชุมชนให้เข้ามาดำเนินงานโดยได้ประโยชน์ร่วมกัน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีโจทย์การวิจัย คำถามการวิจัย และวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

โจทย์การวิจัย: การเพิ่มมูลค่าของเหลือทิ้งจากการปลูกข้าวโพด

คำถาม 1. ของเหลือทิ้งจากการปลูกข้าวโพดสามารถนำไปทำถ่านกัมมันต์ได้หรือไม่

2. ถ่านกัมมันต์สามารถนำไปต่อยอดผลิตภัณฑ์ของชุมชนตำบลนาแกได้หรือไม่

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. วิเคราะห์ปริมาณวัตถุดิบ(ซังข้าวโพด) และถ่านซังข้าวโพดในพื้นที่ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง
2. เพื่อศึกษาการผลิตถ่านกัมมันต์ที่กระตุ้นโดยใช้โซเดียมคลอไรด์และโซเดียมไฮดรอกไซด์
3. เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของถ่านกัมมันต์ และเปรียบเทียบสมบัติของถ่านกัมมันต์กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
4. เพื่อให้ความรู้คนในชุมชนตำบลนาแก เพื่อทราบถึงลักษณะ คุณประโยชน์ การผลิต และมูลค่าเชิงพาณิชย์ของถ่านกัมมันต์
5. เพื่อพัฒนาการออกแบบและต่อยอดผลิตภัณฑ์ของถ่านกัมมันต์สำหรับการดูดซับกลิ่นและความชื้น
6. เพื่อวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนในการผลิตถ่านกัมมันต์

1.3 ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการเพิ่มมูลค่าของเศษวัสดุเหลือทิ้งจากซังข้าวโพดในรูปถ่านกัมมันต์สำหรับดูดความชื้นและกลิ่น โดยมีขอบเขตการวิจัยดังนี้

1. ใช้ถ่านซังข้าวโพดที่ได้จากเผาซังข้าวโพดเหลือทิ้งจากการทำเกษตรกรรมในพื้นที่ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง จากโครงการ: ผลิตถ่านอัดแท่งโดยใช้ของเหลือทิ้งจากข้าวโพด ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง เป็นวัตถุดิบในการเตรียมถ่านกัมมันต์
2. กระตุ้นถ่านโดยใช้สารเคมี ได้แก่ 3M NaOH และ 3 M NaCl
3. อุณหภูมิที่ใช้เผากระตุ้นถ่าน คือ 600 700 และ 800°C ภายใต้สภาวะไร้อากาศ

1.4 พื้นที่ศึกษา

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ด้านความรู้

1.1 คนในชุมชนมีความรู้เรื่องถ่านกัมมันต์เกี่ยวกับลักษณะ คุณสมบัติ การผลิต และมูลค่าเชิงพาณิชย์ของถ่านกัมมันต์

1.2 คนในชุมชนมีความรู้เกี่ยวกับการสร้างเครื่องมือและอุปกรณ์ในการผลิตถ่านกัมมันต์

1.3 คนในชุมชนมีความรู้เกี่ยวกับการออกแบบและต่อยอดผลิตภัณฑ์ของถ่านกัมมันต์สำหรับการดูดซับกลิ่นและความชื้น

2. ด้านผลผลิต

2.1 ถ่านกัมมันต์

2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการผลิตถ่านกัมมันต์

2.3 ผลิตภัณฑ์ของถ่านกัมมันต์สำหรับการดูดซับกลิ่นและความชื้น

3. ด้านการพัฒนา

3.1 คนในชุมชนสามารถนำของเหลือจากการเกษตรมาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างรายได้เสริม

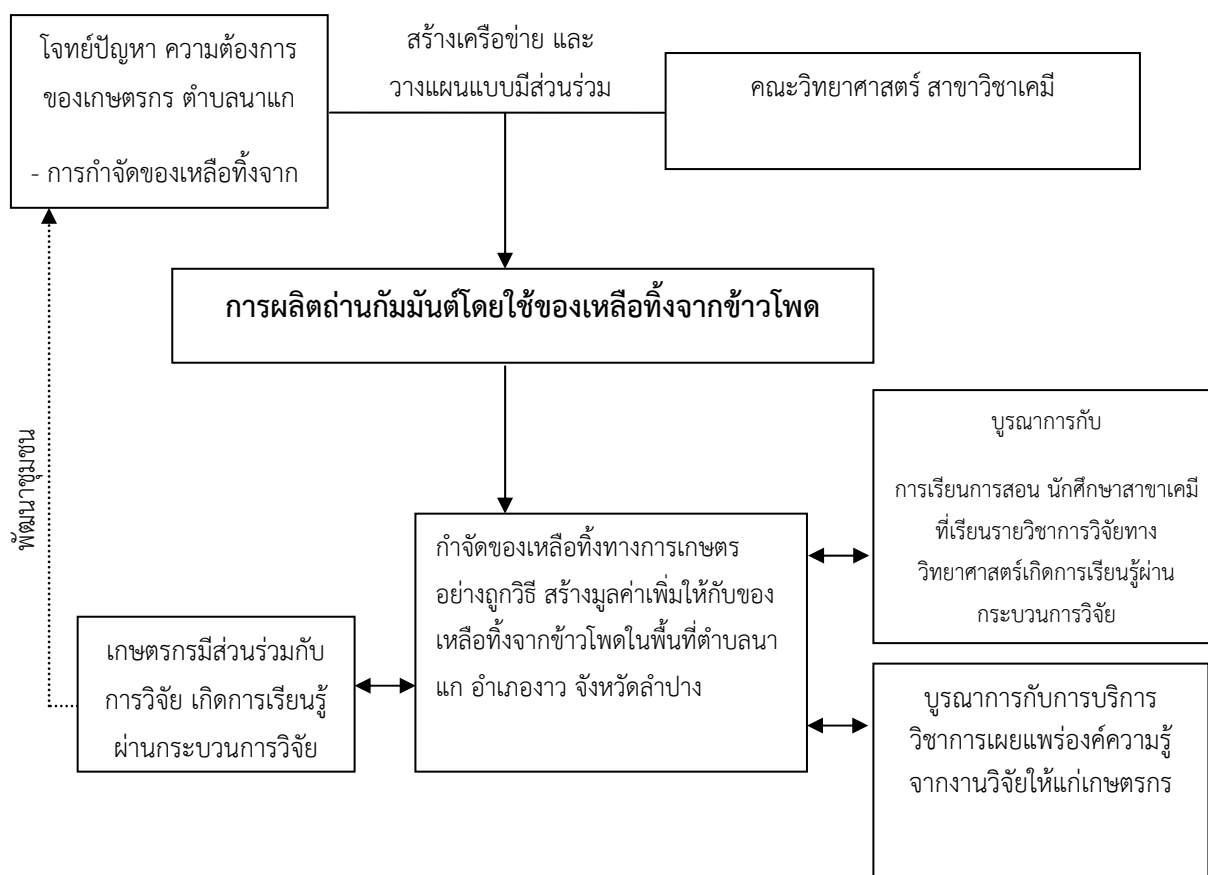
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ถ่านกัมมันต์จากซังข้าวโพด (Corncorp activated carbon) หมายถึง ถ่านกัมมันต์ชนิดพิเศษที่ได้รับการเพิ่มประสิทธิภาพให้มากขึ้น โดยใช้การกระตุ้นทางเคมี เพื่อให้มีสมบัติหรืออำนาจในการดูดซับสูง

2. ผลิตภัณฑ์ถ่านกัมมันต์ดูดซับกลิ่น (Odor Adsorbtion) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ถ่านกัมมันต์สำหรับดูดซับสิ่งเจือปนในอากาศ เช่น กลิ่นอาหาร คาวิน ไอสารระเหยอินทรีย์ เป็นต้น

3. ผลิตภัณฑ์ถ่านกัมมันต์ดูดซับความชื้น (Humidity Adsorbtion) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ถ่านกัมมันต์สำหรับดูดซับไอน้ำที่เจือปนในอากาศ

1.7 กรอบแนวความคิดของการวิจัย



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

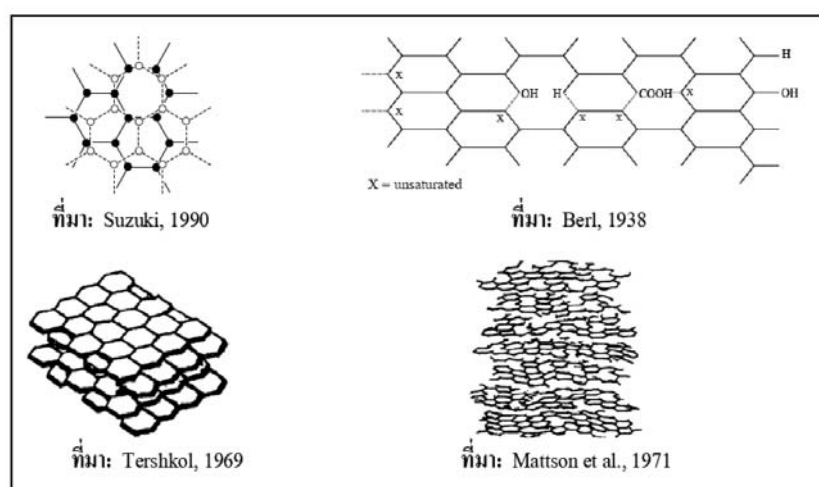
โครงการวิจัย เรื่อง “การผลิตถ่านกัมมันต์โดยใช้ของเหลือทิ้งจากข้าวโพด ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง” ภายใต้แผนวิจัย เรื่อง “วิทยาศาสตร์การเกษตรและการจัดการของเหลือทิ้งจากการปลูกข้าวโพด ในพื้นที่ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง” ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 ถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon)

ถ่านกัมมันต์ มีชื่อภาษาอังกฤษว่า แอคทีฟคาร์บอน (active carbon) หรือ แอกทิเวเตดคาร์บอน (activated carbon) ถ่านกัมมันต์ถือเป็นถ่านชนิดพิเศษที่ได้รับการเพิ่มประสิทธิภาพให้มากขึ้น โดยใช้เทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้มีสมบัติหรืออำนาจในการดูดซับสูง เพราะมีรูพรุนขนาดต่างๆ เป็นจำนวนมากตามพื้นผิว และมีอิเล็กตรอนอิสระอยู่บนพื้นผิวและรูพรุนเหล่านั้น ถ่านกัมมันต์นี้อาจนำมาใช้ได้ทั้งรูปผงละเอียด หรือรูปเม็ดขนาดต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน

2.1.1 โครงสร้างของถ่านกัมมันต์

ถ่านกัมมันต์มีโครงสร้างเป็นกลุ่มของคาร์บอนซึ่งมีลักษณะคล้ายแกรไฟต์ แต่แตกต่างกันที่พื้นที่ผิวภายในของถ่านกัมมันต์ซึ่งมีมากกว่าแกรไฟต์ แกรไฟต์ประกอบด้วยแผ่นชั้นที่เกิดจากอะตอมของคาร์บอนที่จัดเรียงกันแบบหกเหลี่ยมด้านเท่า (Regular hexagons) ระยะห่างระหว่างอะตอมของคาร์บอนในแต่ละชั้นเท่ากับ 1.42 อังสตรอม (Å) 3 ใน 4 อะตอมของคาร์บอนจะสร้างพันธะโควาเลนต์กับอะตอมที่ติดกัน ขณะที่อิเล็กตรอนตัวที่ 4 เคลื่อนที่ระหว่างโครงสร้างโควาเลนต์ ส่วนโครงสร้างถ่านกัมมันต์มีผลึกที่เล็กมาก ซึ่งประกอบด้วยวงแหวนหกเหลี่ยมเท่ากับอะตอมคาร์บอนผสมกัน เส้นผ่าศูนย์กลางของชั้นคาร์บอนที่สร้างผลึกเล็กๆ มีขนาด 150 Å และระยะทางระหว่างผลึกเล็กๆ นี้มีค่าอยู่ระหว่าง 20-50 Å



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของถ่านกัมมันต์

2.1.2 ประเภทของถ่านกัมมันต์ ถ่านกัมมันต์มีหลายประเภทขึ้นกับลักษณะการใช้สารกระตุ้นหรือขนาดของรูพรุนหรือลักษณะการใช้งาน

1) ถ่านกัมมันต์แบ่งตามชนิดของตัวกระตุ้น

ก. ถ่านกัมมันต์ชนิดใช้สารเคมีกระตุ้น (Chemical activated carbon) เป็นคาร์บอนที่ได้จากการใช้สารเคมี ทำปฏิกิริยากับผิวคาร์บอน มักเป็นถ่านกัมมันต์ที่มีรูพรุนขนาดใหญ่

ข. ถ่านกัมมันต์ชนิดกระตุ้นทางกายภาพ (Physical activated carbon) เป็นถ่านที่ได้จากการใช้แก๊สออกซิไดส์มักเป็นถ่านกัมมันต์ที่มีขนาดเล็ก

2) ถ่านกัมมันต์แบ่งตามขนาดของรูพรุน

ก. รูพรุนขนาดเล็ก (Micropore) คือถ่านกัมมันต์ที่มีรัศมีของรูพรุนประมาณ 1.5 nm มักใช้ดูดซับแก๊สหรือไอระเหย ขนาด 100 nm มักใช้ในปฏิกิริยาที่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalysis reaction)

ข. รูพรุนขนาดกลาง (Mesopore) คือถ่านกัมมันต์ที่มีรัศมีของรูพรุนประมาณ 1.5-100 nm มักใช้ในปฏิกิริยาที่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalysis reaction)

ค. รูพรุนขนาดใหญ่ (Macropore) คือถ่านกัมมันต์ที่มีรัศมีของรูพรุนใหญ่กว่า 100 nm มักใช้ในการฟอกสีและผลิตยา

3) ถ่านกัมมันต์แบ่งตามลักษณะการใช้งาน

ก. ประเภทอ่อน ความหนาแน่นต่ำ ใช้ในการฟอกสีและการทำให้ของเหลวบริสุทธิ์ มีลักษณะเป็นผงละเอียด เช่น ใช้ฟอกสีน้ำตาล กำจัดสิ่งเจือปนในยา เป็นต้น

ข. ประเภทแข็ง ความหนาแน่นสูง ใช้ประโยชน์ในการดูดซับแก๊สและไอ จะมีลักษณะเป็นเม็ด เกล็ดหรือแผ่น

ลักษณะที่ดีของถ่านกัมมันต์ประเภทนี้ ได้แก่ มีความจุในการดูดซับสูง มีกำลังการดูดซับไว มีความต้านทานต่อการไหลของแก๊สต่ำ มีความแข็งแรงทนทาน และสามารถคายแก๊สหรือไอที่ถูกดูดซับไว้หมด เมื่อเพิ่มอุณหภูมิหรือลดความดัน

2.1.3 กระบวนการผลิตถ่านกัมมันต์

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตถ่านกัมมันต์มีหลายชนิด วัสดุที่ใช้เป็นวัตถุดิบมักเป็นพวกอินทรีย์สารซึ่งประกอบด้วยคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ ส่วนใหญ่มักเป็นพวกเซลลูโลสที่มาจากพืชและต้นไม้ เช่น ไม้ยางพารา ไม้ไผ่ เศษไม้เหลือทิ้ง และวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเช่น แกลบ กะลา มะพร้าว ชี้เลื่อย ซังข้าวโพด เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีพวกถ่านหินเช่น ลิกไนต์ แอนทราไซต์ เป็นต้น ส่วนวัตถุดิบที่มาจากสัตว์นั้นมีไม่มาก เช่น กระดุก หรือ เขาสัตว์ เป็นต้น

การผลิตถ่านกัมมันต์โดยทั่วไป แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนการเผาวัตถุดิบให้เป็นถ่าน โดยทั่วไปมักใช้วิธีเผาที่ไม่มีอากาศเพื่อไม่ให้วัตถุดิบกลายเป็นเถ้า ซึ่งอุณหภูมิในการเผาประมาณ 200

- 400 องศาเซลเซียส และขั้นตอนการนำถ่านไปเพิ่มคุณภาพด้วยเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ ที่เรียกว่าการกระตุ้น (activation) แบ่งได้เป็น 2 วิธีคือ การกระตุ้นทางเคมี และการกระตุ้นทางกายภาพ

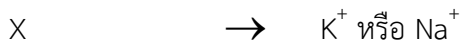
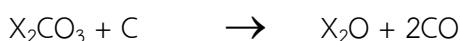
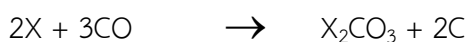
2.1.3.1 วิธีการกระตุ้นทางเคมี

1. การกระตุ้นด้วยซิงค์คลอไรด์ (ZnCl₂)

การผลิตถ่านกัมมันต์ด้วยการกระตุ้นด้วยวิธีทางเคมี โดยใช้ซิงค์คลอไรด์เป็นสารกระตุ้น มักใช้อุณหภูมิ 400-1,000 °C อุณหภูมิที่ใช้นี้ต่ำกว่าการกระตุ้นด้วยแก๊ส ซึ่งทำให้คาร์บอนเกิดรูพรุนได้

2. การกระตุ้นด้วยสารประกอบของโพแทสเซียมหรือโซเดียม

เพื่อให้ความร้อนแก่อินทรีย์วัตถุที่ต้องการทำเป็นถ่านกัมมันต์ ซึ่งผสมสารที่มีไอออนของโพแทสเซียมหรือไอออนของโซเดียม ไอออนเหล่านี้จะแทรกเข้าไปอยู่ระหว่างชั้นผลึกของแกรไฟต์ เมื่อให้อุณหภูมิสูงมากกว่า 700 °C โมเลกุลของน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนจะหลุดออกทำให้ได้ถ่านกัมมันต์ตามต้องการ การใช้สารประกอบของโพแทสเซียมเป็นตัวกระตุ้น พบว่าโพแทสเซียมซัลไฟต์(K₂S) เป็นตัวกระตุ้นที่ดีที่สุด ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นดังสมการ



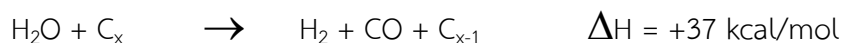
3. ข้อดีและข้อเสียของการใช้สารเคมีเป็นตัวกระตุ้น

ข้อดีของการใช้สารเคมีเป็นตัวกระตุ้น ได้แก่ ได้รูพรุนของถ่านกัมมันต์ค่อนข้างกว้าง และใช้อุณหภูมิในการเผาต่ำ ส่วนข้อเสียของการใช้สารเคมีเป็นตัวกระตุ้น ได้แก่ มีสารเคมีตกค้างในถ่าน สารเคมีมีฤทธิ์กัดกร่อนภาชนะ ทำให้อายุการใช้งานต่ำลง และสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

2.1.3.2 วิธีการกระตุ้นทางกายภาพ

1. การกระตุ้นด้วยไอน้ำ

ต้องใช้ไอน้ำที่มีอุณหภูมิตั้งแต่ 700 - 950 °C ไอน้ำจึงจะสามารถทำปฏิกิริยากับผลึกถ่านได้



2. การกระตุ้นด้วยอากาศ

ต้องใช้อากาศที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 800 °C ออกซิเจนจากอากาศเข้าไปปฏิกิริยากับผลึกคาร์บอน จะคายความร้อนออกมามาก จึงไม่ค่อยนิยมใช้กันจะเกิดอันตรายได้ง่าย



3. การกระตุ้นด้วยคาร์บอนไดออกไซด์

คาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้จะดึงเอาอะตอมของถ่านออกจากผลึกเกิดเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ ใช้คาร์บอนไดออกไซด์ที่อุณหภูมิ 850 – 1,000 °C



2.1.4 ระบบดูดซับด้วยผงถ่านกัมมันต์ (กรมควบคุมมลพิษ, 2556)

1. ระบบดูดซับด้วยผงถ่านกัมมันต์โดยไม่เคลือบสารเคมี

หลักการ ระบบดูดซับด้วยผงถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon - Adsorption Process) มีกระบวนการบำบัดกลิ่นโดยสารที่ก่อให้เกิดกลิ่นจะถูกดูดซับด้วยผงถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) ระบบนี้ใช้เสริมการบำบัดกลิ่นร่วมกับระบบอื่น ๆ

ข้อดี

1. เป็นระบบพื้นฐานและง่ายต่อการควบคุมและบำรุงรักษา
2. มีประสิทธิภาพสูงในการบำบัดสารอินทรีย์ และสามารถดูดซับสารที่ก่อให้เกิดกลิ่นได้มาก
3. เหมาะสมในการบำบัดอากาศเสียที่มีปริมาณมาก และความเข้มข้นของกลิ่นต่ำ

ข้อเสีย

1. มีประสิทธิภาพต่ำสำหรับการบำบัดสารแอมโมเนีย (Ammonia) เอมีน (Amine) และอัลดีไฮด์ (Aldehydes)
2. แก๊สที่มีกลิ่นความเข้มข้นสูง ต้องทำการเปลี่ยนผงถ่านกัมมันต์บ่อย หรือต้องทำการปรับสภาพ (Regeneration) บ่อยครั้ง และอาจทำให้ถ่านกัมมันต์ร้อนจัด เพราะการดูดซับเป็นปฏิกิริยาที่คายความร้อน
3. ช่วงเวลาที่ใช้สัมผัส ต้องปรับตามสภาพของอัตราการดูดซับกลิ่น
4. ประสิทธิภาพลดลงหากอากาศที่เข้ามามีความร้อนสูง (ไม่ควรเกิน 50°C)

สารเคมีที่มีกลิ่นที่เป็นประเภทไฮโดรคาร์บอนจะถูกจับติดอยู่บนผิวของถ่านกัมมันต์ซึ่งมีรูเล็กๆและมีพื้นที่ผิวจำนวนมาก เมื่อสารถูกจับจนถ่านอิ่มตัวก็จะต้องไล่สารเคมีออกไปเพื่อให้ถ่านกลับมาใช้งานได้อีก (Regeneration) จากข้อมูลที่มีการใช้งานในประเทศไทย ระบบดูดซับด้วยผงถ่านกัมมันต์เหมาะสมที่จะใช้กำจัดกลิ่นจากบริเวณที่เก็บวัตถุดิบ (กองวัตถุดิบ) ระบบบำบัดน้ำเสีย ที่

ทำงานที่มีกลิ่นจากการใช้ตัวทำละลาย เพราะสารมีกลิ่นมีความเข้มข้นไม่สูงมากจึงไม่ต้องเปลี่ยนถ่านบ่อย

2. ระบบดูดซับด้วยผงถ่านกัมมันต์ที่เคลือบสารเคมี

หลักการ ระบบดูดซับด้วยผงถ่านกัมมันต์ที่เคลือบสารเคมี (Impregnated Activated Carbon (A/C) - Adsorption Process) มีกระบวนการบำบัดกลิ่นโดยใช้ Impregnated A/C ที่ถูกเคลือบด้วยสารเคมีบางชนิด เช่น กรดหรือด่างอย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อให้ความสามารถในการดูดซับมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเป็นหลายสิบเท่าของผงถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) ธรรมดา Impregnated A/C สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ โดยการบำบัดสารที่ดูดซับไว้และทำการปรับสภาพใหม่

ข้อดี

1. ประสิทธิภาพสูงมากในการบำบัดสารที่ก่อให้เกิดกลิ่นหลายชนิด
2. ง่ายต่อการควบคุมและบำรุงรักษา
3. สามารถนำ Impregnated A/C กลับมาใช้ใหม่ได้เมื่อผ่านการปรับสภาพ (Regeneration)

ข้อเสีย

1. การเปลี่ยน หรือการปรับสภาพของ Impregnated A/C จำเป็นต้องเป็นไปตามเวลาที่กำหนดไว้

2.2 วัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพด

วัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพด วัสดุหรือส่วนอื่นๆ ที่เหลือใช้จากการเก็บเกี่ยวของข้าวโพด ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้แก่ ชังข้าวโพด เปลือกข้าวโพดและลำต้น วัสดุเหลือใช้จากข้าวโพดมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ลักษณะทั่วไป : ชังข้าวโพดและเปลือกข้าวโพด ได้จากการสีข้าวโพดเพื่อนำเมล็ดมาใช้เป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ส่วนของลำต้นถูกตัดหลังจากการเก็บเกี่ยวแล้ว

1.2 แหล่ง : ปัจจุบันการสีข้าวโพด ใช้เครื่องจักรที่สามารถเคลื่อนที่เข้าไปตามพื้นที่ของไร่ข้าวโพด ดังนั้นสามารถหาชังข้าวโพดและต้นข้าวโพดได้ตามไร่ข้าวโพดทั่วไป

1.3 การนำไปใช้งาน : ชังข้าวโพดมีประโยชน์หลายอย่าง เช่น ใช้เป็นวัตถุดิบผลิตแอลกอฮอล์ เป็นเชื้อเพลิงผสมกับโมลาสเพื่อเลี้ยงสัตว์ ผลิตภัณฑ์อัดแท่งและถ่านกัมมันต์ เป็นต้น ส่วนลำต้นนำไปเลี้ยงสัตว์ได้

1.4 จุดเด่น : ถ่านอัดแท่งชังข้าวโพดมีค่าความร้อนสูง เมื่อเทียบกับชีวมวลอื่นๆ ส่วนถ่านกัมมันต์จะมีพื้นที่ผิวที่มากและความสามารถในการดูดซับสูง ในส่วนของลำต้นข้าวโพดมีส่วนหนึ่งที่ไม่ได้นำไปใช้งาน ชังข้าวโพดจะไผ่กลับในไร่

1.5 จุดด้อย : ชั่งข้าวโพดมีการนำไปใช้ประโยชน์หลายอย่าง ต้องพิจารณาถึงแหล่งที่มีการนำไปใช้งานน้อยที่สุดเพื่อไม่ให้มีการแก่งแย่งกันซื้อ ส่วนลำต้นข้าวโพดเก็บรวบรวมลำบากต้องใช้แรงงานคนมาก (คณะกรรมการอาหารพลังงาน สมาพันธ์เกษตรกร, 2545)

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

2.3.1 หลักการทำงาน

หลักการของเครื่อง pH meter

เครื่อง pH meter ใช้วัดค่า pH ของสารละลายด้วยหลักการของ Potentiometry โดยการใช้ Electrolytic cell ที่ประกอบด้วย Electrode 2 ชนิด จุ่มลงไปในการละลายที่ต้องการทดสอบทำการวัดที่ความดันและอุณหภูมิคงที่ และวัดค่าความเข้มข้นของ H จากความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นระหว่าง Electrode ทั้งสองชนิดโดยปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์ดังสมการ Nernst equation คือ

$$E = E^\circ + 2.303 \log A \quad (RT/NF)$$

โดยที่ E คือ ค่า Electrode potential ที่วัดได้

E คือ ค่า Electrode potential มาตรฐาน

A คือ ระดับกิจกรรมของไอออนที่วัดได้

R คือค่าคงที่ของแก๊ส = 8.313 J/degree/g.mol.wt

T คือ อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)

N คือ จำนวนประจุของไอออน

F คือ ค่าคงที่ของฟาราเดย์ = 96,490 Coulombs per g.equiv.wt



ภาพที่ 2.2 เครื่องวัด pH (Mettler Toledo, รุ่น Seven Easy)

ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบ pH จะประกอบด้วย

- ขั้วไฟฟ้าอ้างอิง (Reference electrode)
- ขั้วไฟฟ้าตรวจวัด (Indicator electrode)

- โวลต์มิเตอร์ (Voltmeter)
- สารละลายตัวอย่างที่ต้องการวัด (Solution)

ขั้วไฟฟ้าอ้างอิง (Reference electrode) จะมีศักย์ไฟฟ้าคงที่ตลอดเวลาแม้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารในสารละลาย โดยขั้วไฟฟ้าอ้างอิงที่นิยมใช้คือ ชนิด Saturated Calomel Electrode (SCE) ขั้ว SCE จะใช้เกลือโพแทสเซียมอิ่มตัว (Saturated KCl) เป็นสะพานเกลือ เพื่อให้เกิดกิจกรรมเนื่องจากสามารถแตกตัวได้ โพแทสเซียมไอออน และ คลอไรด์ไอออนซึ่งมีขนาดไอออนใกล้เคียงกันทำให้การเคลื่อนที่ออกจากอิเล็กโทรดไม่เกิดความต่างศักย์ ดังนั้นศักย์ไฟฟ้าจึงคงที่ตลอด และใช้แบบเกลืออิ่มตัวเพื่อป้องกันไม่ให้ไอออนจากสารละลายวิ่งสวนทางขึ้นไปในขั้ว SCE ซึ่งในบางครั้งจะเกิดปัญหาจากการอุดตันบริเวณปลายขั้ว (Junction) ส่งผลให้การวัดค่าค่าไม่คงที่ และได้ค่าไม่ถูกต้อง

ขั้วไฟฟ้าตรวจวัด (Indicator electrode) มีศักย์ไฟฟ้าผันแปรตามความเข้มข้นของไอออนที่เปลี่ยนไปโดยขั้วไฟฟ้าตรวจวัดที่นิยมใช้ คือ ชนิด Glass electrode ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน ดังนี้

- ส่วน Silver-silver chloride electrode ที่มีส่วนของปรอทผสมอยู่เพื่อเหนี่ยวนำให้เกิด Potentiometer
- สารละลายบัฟเฟอร์ที่ช่วยให้ค่า pH คงที่
- เยื่อแก้ว (Glass membrane) ที่ซึ่งค่าศักย์ไฟฟ้าจะเปลี่ยนตามค่า pH ของสารละลายตัวอย่าง

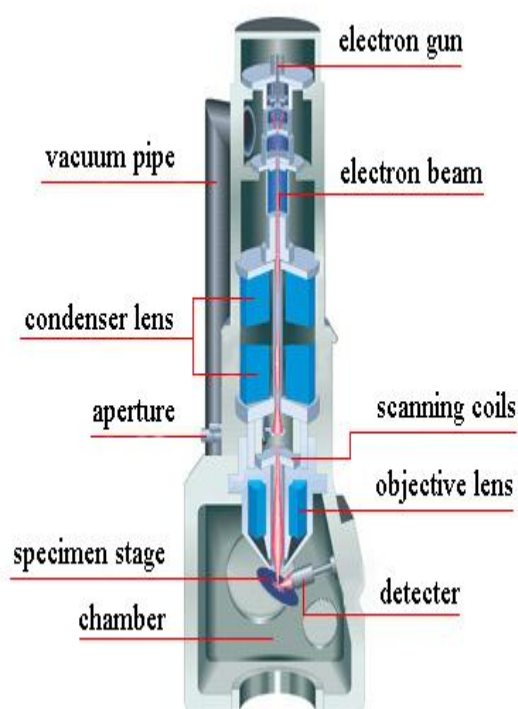
ขั้วไฟฟ้าตรวจวัดชนิด Glass electrode เหมาะสมกับการวัดในช่วง pH 1-9 และไม่เหมาะต่อการวัดที่ระดับไอออนของไฮโดรเจนสูงแต่ในปัจจุบันมีการปรับปรุงให้สามารถวัดได้ในช่วงค่า pH 0-14

2.3.2 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (Scanning Electron Microscope : SEM)

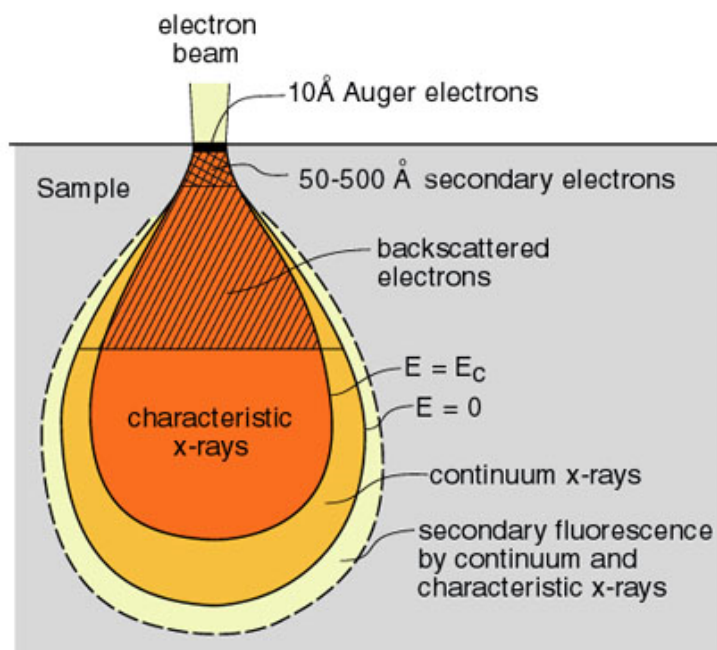
เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ electron เป็นแหล่งกำเนิดแสง เป็นเครื่องมือที่ใช้ศึกษาลักษณะพื้นฐานของวัสดุในระดับจุลภาค ซึ่งเป็นรายละเอียดที่เล็กมาก และเนื่องจากข้อจำกัดของกล้องจุลทรรศน์แบบแสงที่มีความยาวคลื่นแสงขนาดใหญ่กว่าลักษณะพื้นฐานบางชนิดที่ต้องการศึกษา และกำลังความสามารถในการแยกชัดของกล้องจุลทรรศน์แบบแสงธรรมดา มีค่าต่ำ ใช้ดูวัตถุเล็กสุดประมาณ 0.2 ไมโครเมตร และให้กำลังขยายสูงสุดไม่เกิน 3000 เท่า ซึ่งไม่สามารถตรวจสอบรายละเอียดของวัตถุที่มีขนาดเล็กมากๆ ได้ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนที่มีกำลังขยายสูง มีความสามารถในการแยกชัดดี เนื่องจากมีความยาวคลื่นสั้น เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ลักษณะพื้นฐานของวัสดุ โดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดมีกำลังขยายมากกว่า 3000 เท่า จนถึงระดับมากกว่า 100000 เท่า และสามารถแจกแจงรายละเอียดของภาพ ซึ่งขึ้นกับลักษณะตัวอย่างได้ตั้งแต่ 3 ถึง 100 นาโนเมตร อีกทั้งยังสามารถใช้งานร่วมกับเทคนิคการวิเคราะห์อื่น เช่น Energy Dispersive Spectrometry (EDS) และ Wavelength Dispersive Spectrometry (WDS) ที่เป็นข้อมูลทางเคมี จึงทำให้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดเป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน (ศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, 2557)

หลักการทำงานของกล้อง

กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดมีต้นกำเนิดเป็นอิเล็กตรอนแทนแสง โดยต้นกำเนิดอิเล็กตรอนถูกสร้างจากการจ่ายกระแสไฟฟ้าสูงแก่ขดลวดทั้งสแตน ทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากขดลวด จากนั้นอิเล็กตรอนที่หลุดออกมาจะถูกควบคุมทิศทางภายใต้สนามแม่เหล็ก ซึ่งอาศัยหลักการเลี้ยวเบนของอิเล็กตรอนในสนามแม่เหล็กหรือที่เรียกว่าเลนส์แม่เหล็กทำให้อิเล็กตรอนปฐมภูมิวิ่งเข้ามากระทบกับชิ้นงาน เกิดอันตรกิริยาของอิเล็กตรอนต่อชิ้นงานหลายแบบ เนื่องจากลำอิเล็กตรอนที่วิ่งมากระทบชิ้นงานมีพลังงานสูง ทำให้อิเล็กตรอนที่หลุดออกจากชิ้นงานมีหลายระดับพลังงาน แบ่งได้เป็น



ภาพที่ 2.3 ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด



ภาพที่ 2.4 ต้นกำเนิดอิเล็กตรอน

อิเล็กตรอนทุติยภูมิ (Secondary electron) เป็นอิเล็กตรอนที่หลุดออกจากชั้นแถบการนำ (Conduction band) หรือแถบพลังงานเวเลนซ์ (Valance band) ซึ่งไม่ต้องใช้พลังงานสูงสามารถหลุดออกจากผิวชิ้นงานได้ง่าย บางครั้งเรียกว่าอิเล็กตรอนอิสระ ซึ่งจะมีช่วงพลังงาน 10 ถึง 50 อิเล็กตรอนโวลต์ อิเล็กตรอนชนิดนี้ใช้ในการสร้างภาพที่บริเวณพื้นผิวของชิ้นงานสำหรับ กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกวาด (SEM)

อิเล็กตรอนแบบกระเจิงกลับ (Back scattered electron) เป็นอิเล็กตรอนที่เกิดจากการที่ลำอิเล็กตรอนปฐมภูมิวิ่งเข้าชนกับชิ้นงาน โดยสูญเสียพลังงานให้กับอะตอมในชิ้นงานเพียงบางส่วน แล้วเกิดการกระเจิงกลับออกมาจากชิ้นงาน ซึ่งพลังงานของอิเล็กตรอนชนิดนี้จะมีค่าตั้งแต่พลังงานของอิเล็กตรอนปฐมภูมิไปจนถึงพลังงานอิเล็กตรอนทุติยภูมิ ค่าพลังงานต่างๆที่กระเจิงกลับมานั้นจะขึ้นกับเลขมวลอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบในชิ้นงาน ดังนั้นอิเล็กตรอนชนิดนี้จึงสามารถใช้สร้างภาพที่แสดงความแตกต่างของธาตุได้ โดยแสดงในรูปแบบของความเข้ม และความสว่างของภาพที่เกิดขึ้นในแต่ละบริเวณ ใช้ในการวิเคราะห์การกระจายตัวของธาตุที่เป็นองค์ประกอบในชิ้นงาน

รังสีเอกซ์ (X-ray) เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นสั้น มีความถี่สูง เกิดจากการที่ลำอิเล็กตรอนพลังงานสูงวิ่งเข้าชนชิ้นงาน ทำให้อิเล็กตรอนในระดับชั้นโคจรต่างๆ (K, L, M, ...) ได้รับพลังงานมากพอจนหลุดออกจากวงโคจร แล้วอิเล็กตรอนจากชั้นโคจรถัดไปเข้ามาแทนที่ ทำให้มีการปลดปล่อยรังสีเอกซ์ออกมา ซึ่งสเปกตรัมของรังสีเอกซ์ที่ปล่อยออกมานี้สามารถนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบของธาตุได้ทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ โดยค่าพลังงานนี้จะขึ้นกับเลขอะตอมของธาตุ ซึ่งจะใช้หวัตรังสีเอกซ์ (EDS) ในการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบกับ กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกวาด (SEM)

ลักษณะตัวอย่าง

เครื่อง SEM สามารถทำการวิเคราะห์ทดสอบตัวอย่างได้ทั้ง แบบของแข็ง แบบผง फिल्मเคลือบ ตัวอย่างทางชีวภาพ ตัวอย่างทางวัสดุและอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีระบบการวิเคราะห์ 2 ระบบ คือ ระบบ High Vacuum Mode ระบบ Variable Pressure Mode

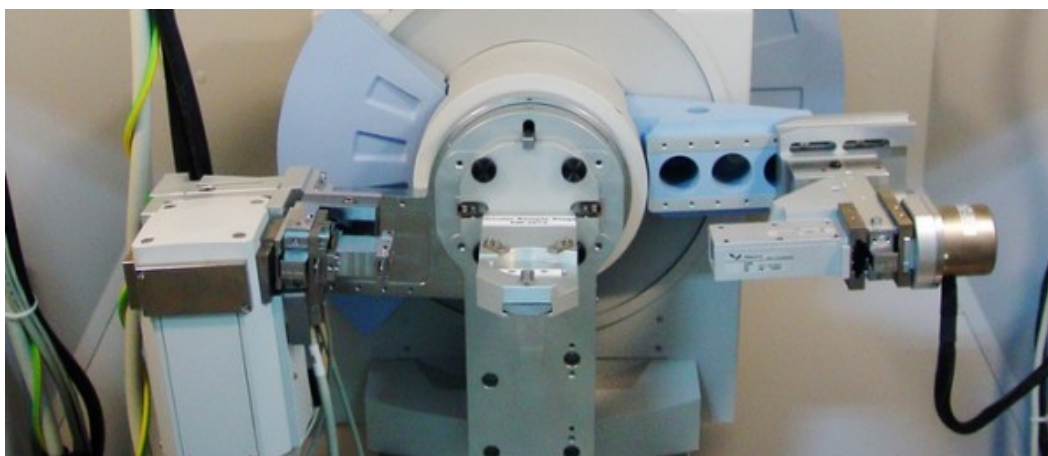
ระบบ High Vacuum Mode จะให้รายละเอียดสูง กำลังขยายสูง ภาพคมชัดดี โดยตัวอย่างที่สามารถวิเคราะห์ได้ต้องนำไฟฟ้า ไม่มีความชื้น หากตัวอย่างไม่นำไฟฟ้า จะต้องสามารถเคลือบทองหรือคาร์บอนได้ โดยไม่ทำลายลักษณะผิวตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ทดสอบ

ระบบ Variable Pressure Mode จะให้รายละเอียดที่ต่ำ กำลังขยายต่ำ โดยตัวอย่างต้องไม่มีความชื้น อาจไม่ต้องนำไฟฟ้าก็ได้ ไม่ต้องการเคลือบผิวตัวอย่างด้วยทองหรือคาร์บอน

ปริมาณตัวอย่างที่ต้องเตรียมเพื่อทำการวิเคราะห์ หากเป็นแบบผง ใช้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น หากเป็นของแข็ง ควรเตรียมมาอย่างน้อย 2 ชิ้น เพื่อป้องกันความผิดพลาดกรณีตัวอย่างเสียหาย โดยมีขนาดไม่เกิน 3 ลูกบาศก์เซนติเมตร (มีขนาดเล็กจะดีกว่า เนื่องจากตัวอย่างจะสามารถถ่ายเทอิเล็กตรอนลงกราวด์ได้ดีกว่า ป้องกันการ charging effects)

ตัวอย่างทางชีวภาพที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบ เช่น เนื้อเยื่อ ต้องทำการ dehydrate ด้วย ethanol หรือ acetone มาก่อน และต้องมีขนาดไม่เกิน 5 ลูกบาศก์มิลลิเมตร

2.3.3 เครื่องวิเคราะห์การเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ หรือ X-ray Diffractometer (XRD)

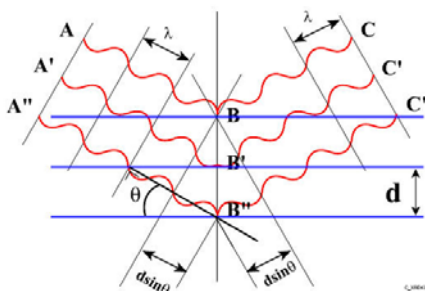


ภาพที่ 2.5 เครื่อง XRD

เป็นเครื่องมือ ที่ใช้ในการวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ โดยอาศัยหลักการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ โดยสามารถทำการวิเคราะห์ได้ทั้งสารประกอบที่มีอยู่ในสารตัวอย่าง และนำมาใช้ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับโครงสร้างผลึกของสารตัวอย่างได้อีกด้วย ในผลึกของตัวอย่างแต่ละชนิด จะมีขนาดของ Unit Cell ที่ไม่เท่ากัน ทำให้ Pattern ของการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ ที่ออกมาไม่เท่ากัน ทำให้เราสามารถหาความสัมพันธ์ของสารประกอบต่างๆ กับ Pattern การเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ได้ ซึ่งจะทำให้เราทราบว่า ในตัวอย่งนั้นๆ มีสารประกอบอะไรอยู่บ้าง นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ของ XRD จะสามารถหาองค์ประกอบของตัวอย่างได้แล้วนั้น ยังสามารถคำนวณหา ปริมาณขององค์ประกอบต่างๆ ที่อยู่ในตัวอย่าง คำนวณหาขนาดอนุภาคของแต่ละ Unit cell ความเครียดของตัวอย่าง ค่าความเป็นผลึก

ของตัวอย่างได้อีกด้วย นอกจากนี้ ยังสามารถทำการวิเคราะห์ องค์ประกอบของฟิล์มบาง และคำนวณค่าความหนาของชั้นฟิล์มบาง ได้อีกด้วย

เครื่อง XRD เป็นเครื่องมือวิเคราะห์เลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ในผลึกของตัวอย่าง โดยอาศัยหลักการของ Bragg's law หรือ $2d \sin\theta = n\lambda$ ในการคำนวณค่าการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ ที่ยังผ่านชั้นผลึก ที่อยู่ในตัวอย่าง โดยจะใช้ Detector รับความเข้มของรังสีเอกซ์



ภาพที่ 2.6 การเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ในผลึกของตัวอย่าง

ข้อจำกัดของการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค XRD ก็คือ ไม่สามารถทำการวิเคราะห์ตัวอย่าง เพื่อหาปริมาณ หรือ หาลักษณะของตัวอย่าง ที่เป็น Amorphous ได้ เนื่องจากตัวอย่างกลุ่มนี้ จะไม่เกิดการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ แต่เราอาจสามารถให้ XRD คำนวณหา ปริมาณของส่วนที่เป็น Amorphous ในตัวอย่าง ว่ามีสัดส่วนกี่ % ได้ โดยใช้การเปรียบเทียบกับปริมาณของสารมาตรฐานที่ทราบค่าแน่นอน

ลักษณะตัวอย่างที่เหมาะสมในการทดสอบ

เครื่อง XRD สามารถทำการวิเคราะห์ตัวอย่างได้ทั้งในรูปแบบของแข็ง หรือตัวอย่างที่เป็น powder ได้ ในกรณีที่ตัวอย่างเป็นของแข็ง ด้านที่ต้องการทดสอบผิวจะต้องเรียบ

- กรณีตัวอย่างที่เป็นผง จะต้องมีความละเอียดน้อยกว่า 325 mesh หรือ ประมาณ 40 micron (ผงละเอียดคล้ายผงแป้ง) จึงจะให้ผลการทดสอบที่ดี โดยปริมาณที่ต้องใช้ในการทดสอบต่อครั้ง จะอยู่ประมาณ 1-2 กรัม
- กรณีที่ตัวอย่างเป็นก้อน ต้องมีขนาดกว้างยาว ไม่เกิน 10 cm ทั้งนี้ พื้นที่ที่จะทำการทดสอบ จะเป็นเพียงบริเวณเล็กๆ ประมาณ 10mm เท่านั้น
- กรณีที่ตัวอย่าง มีปริมาณน้อยมากๆ ก็อาจทำการทดสอบได้ โดยทางห้องปฏิบัติการ จะใช้แผ่น Zero Background ในการวางตัวอย่าง เพื่อทำการทดสอบ (หากต้องการทดสอบโดยวิธีนี้ ให้สอบถามล่วงหน้าครับ)
- กรณีที่ต้องการทดสอบ Thin Film เพื่อหาความหนาของชั้นฟิล์ม ความหนาของฟิล์มที่เตรียมต้องอยู่ระหว่าง 10 – 100 nm ต่ำกว่า 10 nm ผลการทดสอบจะ Error มาก และหากหนาเกิน 100nm จะไม่สามารถคำนวณความหนาได้

2.3.4 เครื่องอินฟราเรด FT-IR spectrometer

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ ตรวจสอบ โครงสร้างของสาร โดยการวัดการดูดกลืนรังสีที่อยู่ในช่วงอินฟราเรด ที่อยู่ในช่วงเลขคลื่น (Wave number) ประมาณ $12800 - 10 \text{ cm}^{-1}$ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ตัวอย่างได้ทั้ง ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ

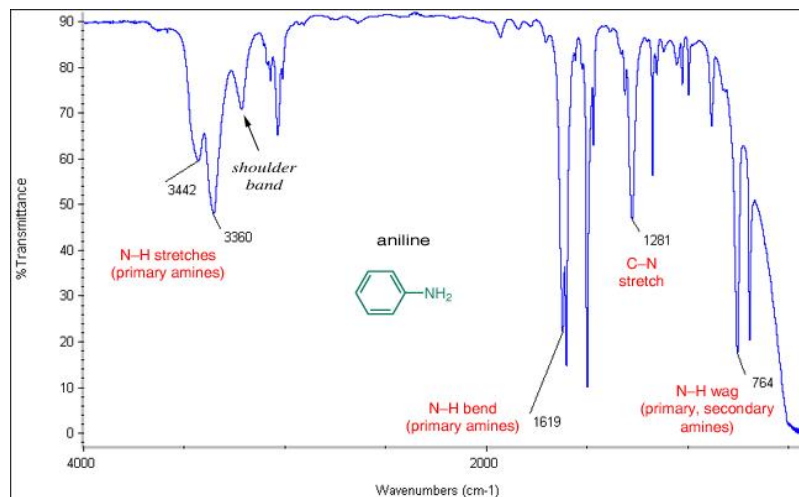


ภาพที่ 2.7 เครื่องอินฟราเรด

รังสีอินฟราเรด (Infrared radiation) เป็นรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า แต่ให้ความร้อนที่สัมผัสได้ รังสีอินฟราเรดอยู่ระหว่างช่วง Visible radiation กับ Microwave radiation โดยช่วงของรังสีอินฟราเรดแบ่งออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่

1. Near Infrared ($12800-4000 \text{ cm}^{-1}$)
2. Middle Infrared ($4000-200 \text{ cm}^{-1}$)
3. Far Infrared ($200-10 \text{ cm}^{-1}$)

ช่วงของรังสีอินฟราเรดที่ใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์ทางเคมีได้แก่ช่วง Middle IR เนื่องจากรังสีอินฟราเรดมีพลังงานค่อนข้างต่ำ เมื่อโมเลกุลของสารดูดกลืนรังสีอินฟราเรดเข้าไปจะทำให้พันธะในโมเลกุลเกิดการสั่นและการหมุน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ของโมเลกุล การที่โมเลกุลจะดูดกลืนรังสีอินฟราเรดได้นั้นความถี่ของรังสีอินฟราเรดต้องเท่ากับความถี่การสั่นของโมเลกุลของสารนั้นๆ ซึ่งสารอินทรีย์แต่ละชนิดจะมีค่าความถี่ของการสั่นที่จำเพาะและแตกต่างกันไปทำให้สามารถนำเทคนิคนี้มาใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้างและชนิดของสารอินทรีย์ได้ การแสดงผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคนี้แสดงเป็นความสัมพันธ์ระหว่าง Wave number กับ Transmittance ซึ่งเรียกว่า Infrared spectrum

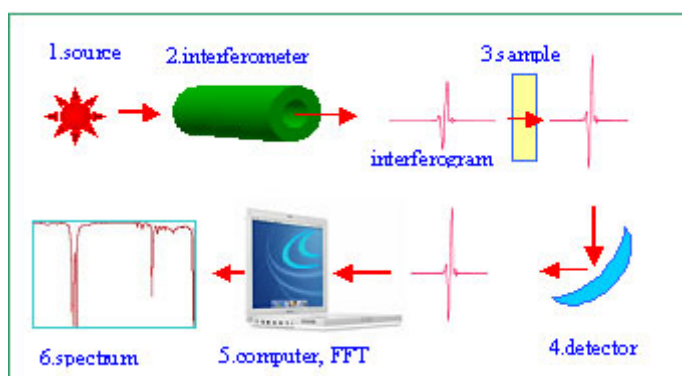


ภาพที่ 2.8 Infrared spectrum ของ Aniline

(<http://orgchem.colorado.edu/Spectroscopy/irtutor/aminesir.html>)

หลักการของเครื่อง

ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่อง FTIR spectrometer ประกอบไปด้วย Light source, Interferometer Sample, Detector และ Computer



ภาพที่ 2.9 ส่วนประกอบของเครื่อง FTIR spectrometer

(<http://www.nuance.northwestern.edu/KeckII/Instruments/FT-IR/index.html>)

การใช้เครื่อง FTIR spectrometer วิเคราะห์ตัวอย่าง ใช้เวลาน้อยและไม่สิ้นเปลืองสารเคมี จึงนิยมนำมาใช้ในการตรวจสอบสารในเชิงคุณภาพหรือเพื่อยืนยันสูตรโครงสร้างของตัวอย่าง เช่น วิเคราะห์ชนิดของสารเคลือบผิวภาชนะบรรจุอาหาร ตัวอย่างสารสกัดจากพืช ตัวอย่างโพลิเมอร์ เป็นต้น นอกจากการวิเคราะห์โดยใช้ช่วง Middle IR แล้ว ช่วง Near IR

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จันทร์เพ็ญ และพิทักษ์ (2555) ได้ศึกษาการเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือทิ้งจากตาลโตนด ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของท้องถิ่นในเขต อำเภอกีรีมาศ จังหวัดสุโขทัย จึงทำให้เปลือกและขั้วตาลอ่อน

และกะลาตาล เหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในชุมชน การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อนำวัสดุเหลือทิ้งจากตาลโตนดมาใช้ประโยชน์ (1) โดยศึกษาการผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกและขี้ตาลอ่อน และกะลาตาล โดยทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมรรถนะทางความร้อนกับเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 238/2547) (2) ศึกษาการผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาตาล ที่กระตุ้นโดยด้วยโซเดียมคลอไรด์และไอน้ำ และเปรียบเทียบสมบัติของถ่านกัมมันต์กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (3) เพื่อศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ การผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกและขี้ตาลอ่อน และกะลาตาล ผลการศึกษาถ่านกัมมันต์จากกะลาตาล ที่กระตุ้นด้วยไอน้ำและโซเดียมคลอไรด์ ผลการวิจัยพบว่าในขั้นตอนแรก อุณหภูมิที่เหมาะสมที่ใช้ในการเผากระตุ้นคือ 800 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ถ่านกัมมันต์จากกะลาตาลมีค่าไอโอดีนนัมเบอร์สูงสุดเท่ากับ $732.09 + 5.58 \text{ mg/g}$ และผลการวิจัยในขั้นตอนที่สองพบว่าอัตราส่วนโดยน้ำหนัก ระหว่างถ่านกะลาตาลต่อสารกระตุ้น (โซเดียมคลอไรด์) ที่ อุณหภูมิ 800 °C เวลาเผา 1 ชั่วโมง พบว่าอัตราส่วนน้ำหนักของวัสดุติดต่อสารกระตุ้นที่เหมาะสมคือ 1:1 ได้ค่าไอโอดีนนัมเบอร์สูงสุดเท่ากับ $759.23 + 8.45 \text{ mg/g}$ และพื้นที่ผิว เท่ากับ $1,257.00 \text{ m}^2/\text{g}$ ปริมาตรรูพรุนเท่ากับ $0.68 \text{ cm}^3/\text{g}$ และขนาดของรูพรุนเท่ากับ $15.92 \text{ \AA}$ และลักษณะทางกายภาพของถ่านกัมมันต์เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน พบว่าลักษณะมีรูพรุนเกิดขึ้นจำนวนมาก ขนาดรูพรุนค่อนข้างใหญ่ และโพรงขนาดเล็กและใหญ่ มีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ

ปัญญา (2555) ได้ศึกษาการเตรียมถ่านกัมมันต์จากลูกหูกวาง โดยถ่านคาร์บอนีซสามารถเตรียมได้จากการเผาลูกหูกวางที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ขณะที่ถ่านกัมมันต์เตรียมได้โดยการกระตุ้นถ่านคาร์บอนีซด้วยกรดซัลฟูริก ด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เมื่อวิเคราะห์พื้นที่ผิวของการดูดซับในถ่านสังเคราะห์ทั้งสองชนิดด้วยเครื่องบลูเนอรเอลเมทเทลเลอร์ (Brunauer Emmett Teller, BET) และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) พบว่า ผลที่ได้สอดคล้องกันคือ พื้นที่ผิวและรูพรุนของถ่านคาร์บอนีซมีขนาดเล็กกว่าถ่านกัมมันต์ งานวิจัยนี้ยังได้ศึกษาผลของปริมาณตัวดูดซับ ขนาดของตัวดูดซับ ค่าความเป็นกรดต่าง อัตราเร็วรอบ และเวลาในการปั่นกววน ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการดูดซับ นอกจากนี้ได้ศึกษากลไกการดูดซับด้วยไอโซเทอร์มแบบแลงเมียร์และแบบฟรุนดิชของการดูดซับของสารละลายไอโอดีน จากกลไกการดูดซับไอโอดีน พบว่าค่า R² ของถ่านกัมมันต์จากลูกหูกวางสอดคล้องกับ ไอโซเทอร์มฟรุนดิช ซึ่งแสดงกลไกการดูดซับไอโอดีนเป็นแบบหลายชั้น ส่วนถ่านคาร์บอนีซและถ่านกัมมันต์การค้าจะมีค่า R² สอดคล้องกับไอโซเทอร์มแลงเมียร์ แสดงว่ากลไกการดูดซับไอโอดีนเป็นแบบชั้นเดียว

Ding et al. (2013) รายงานการผลิตถ่านกัมมันต์จากซังข้าวโพดแบบใหม่ที่มีรูพรุนที่มีประสิทธิภาพ เป็นปฏิกิริยาที่มีน้ำในละลายน้ำตาล การสลายคาร์โบไฮเดรตที่มีกรดซัลฟูริกเป็นตัวเร่ง การเปลี่ยนของเหลว hydrolyzate เป็นของแข็ง hydrochar โดยวิธีการกำจัดน้ำ กระบวนการพอลิเมอไรเซชันและการเกิดเป็นคาร์บอนหรือถ่านที่มีพื้นที่ผิวมากถึง $3611 \text{ m}^2/\text{g}$ และมีปริมาณเถ้าต่ำ (0.51 wt%) โครงสร้างแบบเซลล์รูโลสปรากฎบนพื้นที่ผิวของรูพรุนที่มีอัตราส่วน KOH/hydrochar สูง. การกักเก็บของรูพรุนสูงถึง 236 F/g แสดงให้เห็นถึงสมบัติไฟฟ้าเคมีที่เด่น และถ่านรูพรุนมีการประยุกต์ใช้ในการแยก ตัวเร่ง การกักเก็บแก๊สไฮโดรเจน และอื่นๆ

Njoku และ Hameed (2011) ศึกษาการเตรียมถ่านกัมมันต์จากซังข้าวโพดสำหรับดูดซับ 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) ในตัวทำละลายน้ำ ผลการศึกษาถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจาก

ซึ่งข่าวโศกพบว่าพื้นที่ผิว BET และ Langmuir และเทียบขนาดของรูพรุน เท่ากับ 1273.91 m²/g, 2010.12 m²/g and 0.900 cm³/g, ตามลำดับ จลนพลศาสตร์การดูดซับเป็นแบบ the pseudo-second-order model และไอโซเทอร์มแบบ Freundlich อธิบายเกี่ยวกับสมดุลการดูดซับด้วยการเปรียบเทียบ coefficients (R^2 adj) and root-mean squared error (RMSE) values. ผลการดูดซับ 2,4-D ที่ความเข้มข้น 400 mg/L สามารถดูดซับได้ 69.10, 69.58 และ 73.86% ที่อุณหภูมิ 30, 40 และ 50 °C ตามลำดับ ซึ่งมีค่าพลังงานก่อกัมมันต์สำหรับการดูดซับ เท่ากับ 39.87 kJ/mol และกระบวนการควบคุมดูดซับแสดงกลไกการดูดซับทางกายภาพ จากการวิเคราะห์พารามิเตอร์เทอร์โมไดนามิกส์ พบว่าธรรมชาติการดูดซับเป็นแบบเกิดขึ้นเองและดูดความร้อน

Sun และ Webley (2010) ศึกษาการเตรียมถ่านกัมมันต์จากซึ่งข่าวโศกด้วยวิธีการต่างๆ และตัวกระตุ้นที่หลากหลาย ถ่านกัมมันต์ที่ถูกกระตุ้นด้วยโพแทสเซียมสองขั้นตอนจะมีพื้นที่ผิว BET และขนาดของรูพรุนเป็น 3012 m²/g และ 1.7cm³/g ตามลำดับ ถ่านกัมมันต์ทุกชนิดจะมีรูพรุนขนาดเล็ก ยกเว้นรูพรุนขนาดกลางและมีพฤติกรรมแบบฮิสโตไรซิส เมื่อผ่านการกระตุ้นแบบขั้นตอนเดียวด้วยการดฟอสฟอริก ในการดูดซับแก๊สไฮโดรเจนบนถ่านกัมมันต์ทุกชนิดให้ผลใกล้เคียงกัน ถ่านที่มีรูพรุนขนาดเล็กสามารถดูดซับแก๊สได้สูงสุด 2wt% ที่อุณหภูมิ 77 K และความดัน 1 atm และ 0.44wt% ที่อุณหภูมิ 298 K และความดัน 5 MPa รูปแบบไอโซเทอร์มของการดูดซับ โดยใช้สมการ Langmuir–Freundlich และ Soave–Redlich–Kwong สำหรับการวิเคราะห์สถานะของแก๊ส ณ ความดันสูงๆ พบว่าสามารถดูดซับแก๊สได้ 9.73 mmol/g หรือ 2 wt% at 298 K แต่ยังมีค่าต่ำกว่าเป้าหมายของ US DOE เท่ากับ 6 wt%. และพบว่ามีค่า isosteric heat ของการดูดซับของถ่าน เท่ากับ 7 kJ/mol ซึ่งลักษณะการดูดซับทางกายภาพได้ผลที่สอดคล้องกับงานวิจัยอื่นที่ศึกษาเกี่ยวกับอันตรกิริยาระหว่างแก๊สและถ่านกัมมันต์

Tseng et al. (2006) ได้ศึกษาการเตรียมถ่านกัมมันต์จากซึ่งข่าวโศกสำหรับเป็นตัวดูดซับที่มีการควบคุมอัตราส่วนพื้นที่ผิวและรูพรุนขนาดเล็ก (V_{micro}/V_{pore}) โดยใช้ KOH และก๊าซ CO₂ เป็นตัวกระตุ้น โดยใช้อัตราส่วนของ KOH : ถ่าน เป็น 1:1 และเติม ก๊าซ CO₂ เป็นเวลา 0-60 min พบว่าสามารถเตรียมถ่านกัมมันต์ที่มีพื้นที่ผิว BET จาก 1071 to 1991 m² g⁻¹ และอัตราส่วนพื้นที่ผิวและรูพรุนขนาดเล็ก (V_{micro}/V_{pore}) ลดลงอย่างรวดเร็วจาก 0.805 เป็น 0.565. ถ้าใช้อัตราส่วนของ KOH : ถ่าน เป็น 4:1 และเติมก๊าซ CO₂ เป็นเวลา 0-30 min สามารถเตรียมถ่านกัมมันต์ที่มีพื้นที่ผิว BET จาก 2402 to 2844 m² g⁻¹ ภาพ SEM แสดงให้เห็นถึงปฏิกิริยาที่รุนแรงบนพื้นผิวที่มีลักษณะของรูพรุนแบบรังผึ้ง เมื่อใช้อัตราส่วนของ KOH : ถ่าน เป็น 1:1 และมีการเติมก๊าซ CO₂ และได้ประยุกต์ใช้ถ่านกัมมันต์สำหรับการดูดซับสีย้อม 3 ชนิด (MB, BB1, and AB74) และฟีนอล 3 ชนิด (phenol, 4-CP, and 2,4-CP) จากน้ำที่ 30 °C ซึ่งจลนพลศาสตร์ในการดูดซับสอดคล้องกับสมการ Elovich และมีการเปรียบเทียบพารามิเตอร์ Elovich (1/b) ของถ่านที่ผ่านการกระตุ้นด้วยก๊าซ CO₂ ที่เวลาต่างๆ. สมดุลไอโซเทอร์มสอดคล้องกับสมการของ Langmuir โดยเปรียบเทียบปริมาณการดูดซับเป็นแบบขั้นเดียว

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมี

3.1.1 เครื่องมือ

1. เครื่องวัด pH (Mettler Toledo, รุ่น Seven Easy)
2. เครื่อง Scanning Electron Microscope (JEOL, รุ่น JSM-5910)
3. เครื่อง Infrared spectrophotometer (Shimadzu, รุ่น 8900)
4. เครื่องชั่งสาร (Mettler Toledo, รุ่น PG 2002)
5. เครื่องให้ความร้อน Hotplate (SH4, รุ่น Stuart Scientific)
6. เครื่องซีลปิดปากถุง (PFS-200)

3.1.2 วัสดุ อะไหล่และอุปกรณ์

1. ระบบควบคุมการเผาแบบอัตโนมัติตั้งโปรแกรมการเผาได้
2. ระบบให้ความร้อนจากผนังเตาที่มีฉนวนกันความร้อนจากอิฐเบา
3. ฝาเปิด/ปิดเตาเผาด้านหน้า
4. ระบบเซฟตี้ตัดป้องกันไฟรั่ว
5. ถาดเซรามิกส์และฝาปิดทนความร้อนสูง ขนาด 11x15x15 cm
6. ถัง/บีกเกอร์ ขนาด 500 และ 1000 mL
7. ปิเปต ขนาด 10, 25, 50 mL
8. ช้อนตักสาร
9. ถุงมือยาง
10. แห้งแก้ว
11. ผ้ากรอง
12. ถ่านซิงค์ข้าวโพด

3.1.3 สารเคมี

1. โซเดียมคลอไรด์ (NaCl, Lab grade) บริษัท อุตสาหกรรมเกลือบริสุทธิ์ จำกัด
2. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH, Lab grade) บริษัท Flinn Sciencetific จำกัด
3. ไอโอดีน (I_2 , AR grade) บริษัท Ajax Finechem จำกัด
4. โพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI, AR grade) บริษัท Carlo Erba จำกัด
5. โพแทสเซียมไอโอเตต (KIO_3 , AR grade) บริษัท Carlo Erba จำกัด
6. โซเดียมไฮโอซัลเฟต (Na_2SO_3 , Lab grade) บริษัท Flinn Sciencetific จำกัด

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาทดลอง ในงานวิจัยนี้สามารถแยกออกเป็น 6 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ 1. วิเคราะห์ปริมาณวัตถุดิบ(ซิงค์ข้าวโพด) ในพื้นที่ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง 2. ศึกษาการสร้างเครื่องมือและผลิตถ่านกัมมันต์ที่กระตุ้นโดยใช้โซเดียมคลอไรด์และโซเดียมไฮดรอกไซด์

3. ศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของถ่านกัมมันต์ และเปรียบเทียบสมบัติของถ่านกัมมันต์กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 4. การอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับถ่านกัมมันต์ และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านกัมมันต์ 5. พัฒนาการออกแบบและต่อยอดผลิตภัณฑ์ของถ่านกัมมันต์สำหรับการดูดซับกลิ่นและความชื้น และ 6. วิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนในการผลิต รายละเอียดของขั้นตอนมีดังต่อไปนี้

2. วิเคราะห์ปริมาณวัตถุดิบ(ซังข้าวโพด) และถ่านซังข้าวโพดในพื้นที่ตำบลนาแก อำเภอนาแก จังหวัดลพบุรี

ทำการสำรวจพื้นที่เพาะปลูกและปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์(ต่อไร่ต่อปี) ในพื้นที่ตำบลนาแก อำเภอนาแก จังหวัดลพบุรี

2. การสร้างเครื่องมือและผลิตถ่านกัมมันต์จากซังข้าวโพดเหลือทิ้ง

1.1 การสร้างเครื่องมือและอุปกรณ์ในการผลิตถ่านกัมมันต์

ดำเนินการสร้างเครื่องมือในการผลิตถ่านกัมมันต์ ประกอบด้วย เตาเผาไฟฟ้า ที่มีต้นทุนการผลิตที่เหมาะสมต่อการใช้งาน โดยเน้นต้นทุนในเชิงพาณิชย์ที่มีความเหมาะสมและมีความเป็นไปได้ต่อการผลิตของคนในชุมชน

1.1.1 เตาเผาไฟฟ้าขนาด 150x90x90 cm ซังข้าวโพดที่ผ่านการเผาให้เป็นถ่านแล้วจะต้องผ่านการกระตุ้นด้วยโซเดียมคลอไรด์และโซเดียมไฮดรอกไซด์และเผากระตุ้นอีกครั้งที่อุณหภูมิสูงตั้งแต่ 500 °C ขึ้นไป ซึ่งต้องใช้เตาเผาไฟฟ้าที่ให้ความร้อนสูง มีอุปกรณ์หลัก 4 ส่วน เพื่อช่วยในการเผาดังนี้ ระบบควบคุมการเผาแบบอัตโนมัติตั้งโปรแกรมการเผาได้ ระบบให้ความร้อนจากผนังเตาที่มีฉนวนกันความร้อนจากอิฐเบา ฝาเปิด/ปิดเตาเผาด้านหน้า และระบบเซฟตี้ตัดป้องกันไฟรั่ว

1.2 การเตรียมถ่านกัมมันต์จากซังข้าวโพดที่กระตุ้นโดยใช้โซเดียมคลอไรด์และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (ดัดแปลงจากวิธีของ Yong Sun and Paul A. Webley, 2010)

1.2.1 นำซังข้าวโพดผึ่งแดดให้แห้งและเผาให้เป็นถ่านที่อุณหภูมิ 450°C แบบไร้อากาศในถังขนาด 200 L และนำไปบดให้เป็นผงขนาด 0.015-0.30 mm

1.2.2 นำถ่านที่ได้ไปแช่ในสารละลาย 3 M NaOH โดยใช้อัตราส่วน 1 g ถ่านซังข้าวโพด : 24 ml 3 M NaOH โดยแช่เป็นเวลา 12 hr โดยทำที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปกรองแยกสารละลาย NaOH ออก และนำไปกระตุ้นด้วยการเผาที่อุณหภูมิ 600 700 และ 800°C เป็นเวลา 2 hr แบบไร้อากาศ และนำไปล้างด้วยน้ำร้อนจนกระทั่งฟิเอชเป็นกลาง และนำไปอบที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 12 hr

1.2.3 ทำเหมือนข้อ 2 แต่เปลี่ยนสารกระตุ้นเป็น 3 M NaCl

3. ศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของถ่านกัมมันต์ และเปรียบเทียบสมบัติของถ่านกัมมันต์กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

นำถ่านกัมมันต์ที่เตรียมได้จากขั้นตอนที่ 1.2 ไปศึกษาคุณลักษณะพื้นผิวด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM) พื้นที่ผิวของถ่านกัมมันต์ที่เตรียมได้ด้วยวิธีการดูดซับด้วย ไอโอดีน (ภาคผนวก ก) ศึกษาค่าคาร์บอนคงตัว (ภาคผนวก ข) และหมู่ฟังก์ชันด้วยวิธีการ Infrared spectroscopy ดังนี้

3.1 การวิเคราะห์โครงสร้างและการกระจายตัวของรูพรุนด้วยเทคนิค SEM

- (1) เตรียมตัวอย่างถ่านซังข้าวโพดและถ่านกัมมันต์ประมาณเมล็ดถั่วเขียว
- (2) อบตัวอย่างที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส และเก็บตัวอย่างในโถดูดความชื้น
- (3) ติดตัวอย่างบน stub คาร์บอนหรือทองเหลือง
- (4) เปิดเครื่องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง
- (5) นำตัวอย่างบน stub ทองเหลือง เข้าไปยังส่วนติดตั้งตัวอย่าง และเลือกโหมดถ่ายภาพ

3.2 การวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันด้วยเทคนิค IR

- (1) บด KBr ให้ละเอียด แล้วนำตัวอย่างถ่านกัมมันต์ใส่ลงไปเพียงเล็กน้อยแล้วบดรวมกันกับ KBr ให้ละเอียด
- (2) นำ KBr ที่บดรวมกันกับตัวอย่างถ่านกัมมันต์ ในอัตราส่วน 1 มิลลิกรัมกรัม sample : 100 มิลลิกรัม KBr ไปทำการอัดด้วย Hydraulic press
- (3) นำตัวอย่างที่อัดแล้วเข้าเครื่อง IR แล้วทำการเริ่มวัดสารตัวอย่างในช่วงเลขคลื่น 400-4000 ต่อเซนติเมตร

4. การอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับถ่านกัมมันต์ และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านกัมมันต์

ทำการอบรมให้ความรู้คนในชุมชนตำบลนาแก เพื่อทราบถึงลักษณะ คุณสมบัติ การผลิต และมูลค่าเชิงพาณิชย์ของถ่านกัมมันต์ และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านกัมมันต์

5.การออกแบบและต่อยอดผลิตภัณฑ์ของถ่านกัมมันต์สำหรับการดูดซับกลิ่นและความชื้น

ดำเนินการออกแบบและต่อยอดผลิตภัณฑ์ของถ่านกัมมันต์ โดยการมีส่วนร่วมระหว่างชาวบ้านและนักวิจัยของคณะวิทยาศาสตร์ เริ่มจากการ (1) สำรวจผลิตภัณฑ์ถ่านกัมมันต์ที่มีวางขายในท้องตลาด และ (2) ออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เป็นเอกลักษณ์ของตำบลนาแก อำเภอจาง จังหวัดลำปาง

6. วิเคราะห์จุดคุ้มทุนของการผลิตถ่านกัมมันต์

โดยจุดคุ้มทุน คือ จุดที่ไม่มีผลกำไรหรือขาดทุน ในการดำเนินการผลิต พิจารณาจากความสัมพันธ์ค่าใช้จ่ายในการผลิตและรายได้จากการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ถ่านกัมมันต์ จากผงถ่านซึ่งข้าวโพดมีต้นทุนการผลิต เป็นการลงทุนในการสร้างเครื่องบดซึ่งข้าวโพดและถ่านเตาเผาถ่านแบบถัง เตาเผาไฟฟ้า อีกทั้งค่าไฟฟ้า ค่าแรงงาน และค่าการบำรุงรักษาเครื่องจักร เพื่อใช้ในการผลิตถ่านกัมมันต์ เมื่อทำการผลิตในช่วงแรกจะอยู่ในสภาวะขาดทุนแต่เมื่อผ่านไประยะหนึ่งก็จะเริ่มมีผลกำไรจากการผลิต ซึ่งเรียกว่า ระยะเวลาคืนทุน และสามารถคำนวณหาจุดคุ้มทุนได้จากสมการต่อไปนี้

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{จำนวนงวดก่อนคืนทุน} + \text{เงินส่วนที่ยังไม่ได้คืนทุน}}{\text{กระแสเงินสดที่เกิดขึ้นในปีที่คืนทุน}}$$

บทที่ 4

ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

โครงการวิจัย เรื่อง “การผลิตถ่านกัมมันต์โดยใช้ของเหลือทิ้งจากข้าวโพด ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง” ภายใต้แผนวิจัย เรื่อง “วิทยาศาสตร์การเกษตรและการจัดการของเหลือทิ้งจากการปลูกข้าวโพด ในพื้นที่ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง” ซึ่งผู้วิจัยได้ผลการวิจัยดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.1 วิเคราะห์ปริมาณวัตถุดิบ(ซังข้าวโพด)ในพื้นที่ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง

จากการสำรวจพบว่า พื้นที่เพาะปลูกพืชไร่ทั้งหมด 3,578 ไร่ โดยมีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง มีพื้นที่ทั้งหมด 1,515.25 ไร่ และมีปริมาณเศษเปลือกและซังข้าวโพดเหลือทิ้งทั้งหมด 21,504 ตันต่อปี (สำนักงานเกษตรอำเภองาว, 2554-57, สำนักงานเกษตรจังหวัดลำปาง, 2555) จากข้อมูลที่ได้จากการศึกษาพบว่าไม่มีการนำซังข้าวโพดที่เหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์เลย และเกษตรกรในชุมชนจะทำการเผาทิ้งก่อนเริ่มเพาะปลูกข้าวโพดในช่วงฤดูกาลถัดไป จนก่อให้เกิดปัญหาฝุ่นละออง หมอกควัน โดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาณมาก (17.4 ตันต่อปี) การลดปัญหาดังกล่าว ทำได้โดยการแปรรูปและเพิ่มมูลค่าของซังข้าวโพดเหลือทิ้งเป็นถ่านกัมมันต์ เพราะซังข้าวโพดเป็นของเหลือทิ้งที่มีแหล่งของเซลลูโลสเช่นเดียวกับกะลามะพร้าวหรือไม่ใช่ ถ่านกัมมันต์ถือเป็นถ่านชนิดพิเศษที่ได้รับการเพิ่มประสิทธิภาพให้มากขึ้น สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย เช่น ดูดซับความชื้นและกลิ่นต่างๆ ดักจับโลหะไอออนกลุ่มโลหะหนักและไอออนอื่นๆในน้ำ ดูดซับสีย้อมผ้าประเภทสีสังเคราะห์เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดผิวหน้าและร่างกาย ฟอกสีในอุตสาหกรรมน้ำตาล ใช้ในตัวเร่งปฏิกิริยาต่างๆ เป็นต้น ซึ่งในวันที่ 23 พฤษภาคม 2557 ทางคณะที่มวิจัยได้ทำความร่วมมือระหว่างคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปางกับอบต.นาแก อ.งาว ในการนำซังข้าวโพดมาเพิ่มมูลค่าและสร้างรายได้เสริมให้กับคนในชุมชนอีกทางหนึ่ง โดยมีการประชุมคนในชุมชนและสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการลดปัญหาหมอกควัน การเพิ่มมูลค่าและสร้างรายได้เสริมจากซังข้าวโพดในรูปถ่านกัมมันต์ ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 การสำรวจปริมาณชั่งข้าวโพดและการประชุมทำความเข้าใจเกี่ยวกับการลดปัญหาหมอกควัน การเพิ่มมูลค่าและสร้างรายได้เสริมจากชั่งข้าวโพดในรูปถ่านกัมมันต์ในพื้นที่ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง วันที่ 23 พฤษภาคม 2557 ณ อบต.นาแก อ.งาว

4.2 การสร้างเครื่องมือผลิตถ่านกัมมันต์จากชั่งข้าวโพดเหลือทิ้ง

4.2.1 การสร้างเตาเผาไฟฟ้าสำหรับผลิตถ่านกัมมันต์

ดำเนินการสร้างเตาเผาไฟฟ้าในการผลิตถ่านกัมมันต์ ที่มีต้นทุนการผลิตที่เหมาะสมต่อการใช้งาน โดยเน้นต้นทุนในเชิงพาณิชย์ที่มีความเหมาะสมและมีความเป็นไปได้ต่อการผลิตของคนในชุมชน ซึ่งได้ประกอบตัวเตาเผาเซรามิกส์ ขนาด 150x90x90 cm มีพื้นที่ใช้สอยด้านในของเครื่องขนาด 80x65x65 cm ที่มีระบบให้ความร้อนจากผนังเตาที่มีฉนวนกันความร้อนจากอิฐเผา พร้อมฝาเปิด/ปิดเตาเผาด้านหน้า และผู้วิจัยได้ทำการติดตั้งระบบควบคุมการเผาแบบอัตโนมัติตั้งโปรแกรมการเผาได้ และระบบเซฟตี้ตัดป้องกันไฟรั่วเพิ่ม เตาเผาไฟฟ้าที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้อุณหภูมิถึง 1,300 °C เป็นระบบไฟฟ้าแบบ 3 เฟส ใช้ไฟฟ้า 12.06 kW/hr (เผาหนึ่งครั้ง เสียค่าไฟฟ้า 720 บาท สามารถผลิตถ่านได้ 20 kg หรือต้นทุนผลิตถ่านกัมมันต์ กิโลกรัมละ 36 บาท)



ภาพที่ 4.2 ส่วนประกอบของเตาเผาไฟฟ้าขนาด 150x90x90 cm

4.3 เตรียมถ่านกัมมันต์จากซังข้าวโพดที่กระตุ้นโดยใช้โซเดียมคลอไรด์และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (ดัดแปลงจากวิธีของ Yong Sun and Paul A. Webley, 2010)

จากการเตรียมถ่านกัมมันต์จากซังข้าวโพดที่ผ่านการกระตุ้นด้วยสารเคมี พบว่าสามารถเตรียมถ่านได้ร้อยละ 75 ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลผลิตร้อยละของถ่านกัมมันต์ที่ผ่านการกระตุ้นด้วย 3M NaCl และ NaOH ที่ 800 °C เป็นเวลา 2 hr

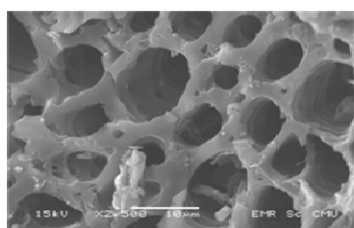
ชนิดของถ่าน	ผลผลิตที่ได้(%)
ถ่านกระตุ้นด้วย 3M NaCl	75
ถ่านกระตุ้นด้วย 3M NaOH	75

4.4 ศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของถ่านกัมมันต์ และเปรียบเทียบสมบัติของถ่านกัมมันต์กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

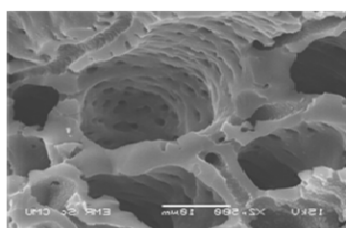
จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพของถ่านกัมมันต์ เช่น พื้นที่ผิว(ค่าการดูดซับไอโอดีน (mg/g)) พบว่า ถ่านกัมมันต์ที่ผ่านการกระตุ้นด้วย 3M NaCl ที่ 800 °C เป็นเวลา 2 hr มีค่าการดูดซับมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 625 mg/g ได้ตามถ่านกัมมันต์ที่ได้ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก. 900-2547) มีค่าการดูดซับไอโอดีน ≥ 600 mg/g ส่วนกรณีถ่านกัมมันต์ที่ผ่านการกระตุ้นด้วย 3M NaOH และถ่านซังข้าวโพด เผาที่ 450 °C มีพื้นที่ผิว(ค่าการดูดซับไอโอดีน (mg/g)) ที่ต่ำ ดังตารางที่ 4.2 และจากการศึกษาโครงสร้างและการกระจายตัวของรูพรุน ของถ่านซังข้าวโพดที่ไม่ได้รับการกระตุ้น และกระตุ้นเป็นถ่านกัมมันต์ด้วย NaOH และ NaCl ด้วยเทคนิค SEM พบว่า เมื่อถ่านได้รับการกระตุ้นจะมีขนาดของรูพรุนที่ใหญ่ขึ้น อยู่ในช่วง 15-20 ไมโครเมตร และ 10-50 ไมโครเมตร ตามลำดับ และมีส่วนรูพรุนเล็กๆ กระจายตัวตามผนังของรูพรุนขนาดใหญ่ ซึ่งขนาดและการกระจายตัวของรูพรุนขนาดเล็กนั้นมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการดูดซับสารด้วย ในขณะที่ขนาดของรูพรุนที่ไม่ได้รับการกระตุ้นอยู่ในช่วง 5-10 ไมโครเมตร และพบส่วนของรูพรุนเล็กๆ มีจำนวนน้อย) ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.3 และยังพบว่าถ่านกัมมันต์ที่ผ่านการกระตุ้นด้วย 3M NaCl ที่ 800 °C เป็นเวลา 2 hr มีปริมาณคาร์บอนคงตัวสูงที่สุด ร้อยละ 82.36 ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.2 พื้นที่ผิว(ค่าการดูดซับไอโอดีน (mg/g))ของถ่านซังข้าวโพด เผาที่ 450 °C และถ่านกัมมันต์ที่ผ่านการกระตุ้นด้วย 3M NaCl และ NaOH ที่ 800 °C เป็นเวลา 2 hr

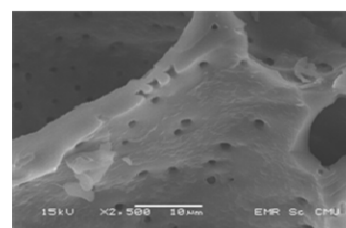
ชนิดของถ่าน	พื้นที่ผิว (ค่าการดูดซับไอโอดีน (mg/g))
ถ่านซังข้าวโพด	146
ถ่านกระตุ้นด้วย 3M NaCl	625
ถ่านกระตุ้นด้วย 3M NaOH	179



ถ่านซังข้าวโพด



ถ่านกระตุ้นด้วย NaOH



ถ่านกระตุ้นด้วย NaCl

ภาพที่ 4.3 ภาพถ่าย SEM ของถ่านซังข้าวโพด เผาที่ 450 °C และถ่านกัมมันต์ที่ผ่านการกระตุ้นด้วย 3M NaCl และ NaOH ที่ 800 °C เป็นเวลา 2 hr

ตารางที่ 4.3 ร้อยละกลุ่มสารในถ่านกัมมันต์ที่ผ่านการกระตุ้นด้วย 3M NaCl และ NaOH ที่ 800 °C เป็นเวลา 2 hr

ร้อยละกลุ่มสาร ของถ่านกัมมันต์	ชนิดของถ่านกัมมันต์	
	กระตุ้นด้วย 3M NaCl	กระตุ้นด้วย 3M NaOH
ค่าความชื้น	3.53	3.90
ค่าสารระเหย	0.19	0.20
ค่าเถ้า	13.92	20.42
ค่าคาร์บอนคงตัว	82.36	75.47

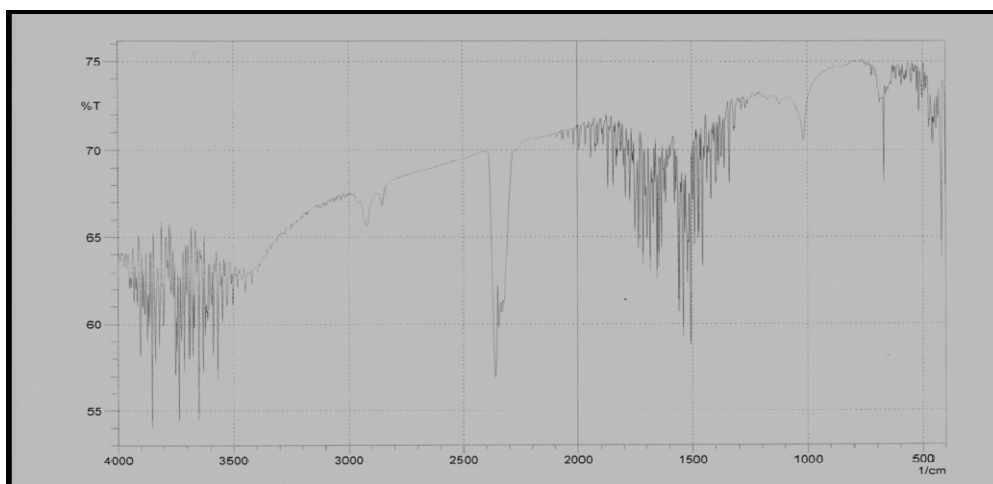
4.5 ผลการศึกษาหมู่ฟังก์ชันของถ่านกัมมันต์ด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโคปี

จากการศึกษาหมู่ฟังก์ชันของถ่านกัมมันต์ พบว่า ถ่านมีโครงสร้างของวงอะโรมาติกเป็นโครงสร้างหลัก และมีหมู่ไฮดรอกซิลหรือแอลกอฮอล์เป็นหมู่แทนที่ เมื่อกระตุ้นถ่านซึ่งข้าวโพดด้วย 3 M NaCl เตาที่อุณหภูมิ 800 °C เป็นเวลา 2 hr ดังภาพที่ 4.4-4.5

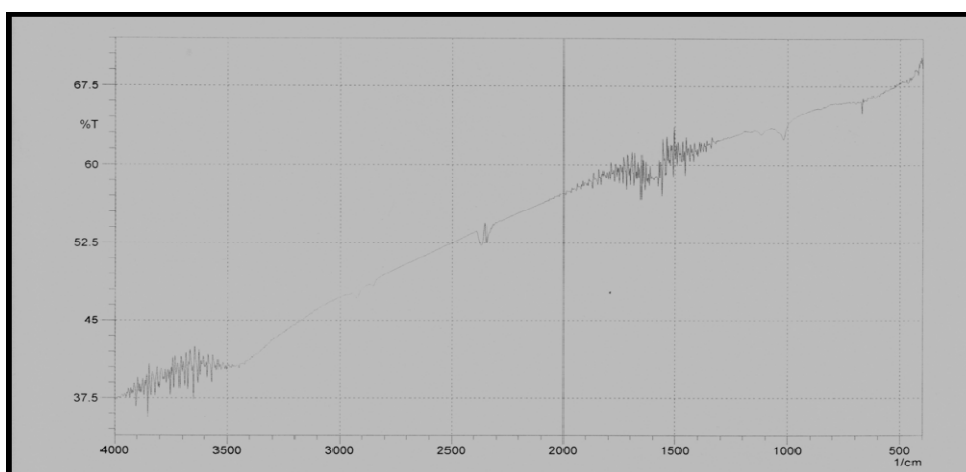
ตารางที่ 4.4 ลักษณะของเส้นสเปกตรัมจากเทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโคปี

	เลขคลื่น(cm^{-1})					
	O-H stretching	C-H stretching	C=O stretching	C-C, C=C, O=C-O stretchings, C-H bending	C-O stretching	Cyclic group
กระตุ้นด้วย 3 M NaCl	3400-3500 weak	2820-2900 weak	-	1580-1540 strong	1100 medium	670 weak
กระตุ้นด้วย 3 M NaOH	3350-3500 broad	2820-2900 very weak	-	-	1100 very weak	-

หมายเหตุ พีคของ CO_2 ปรากฏที่ $2350\text{-}2380\text{ cm}^{-1}$

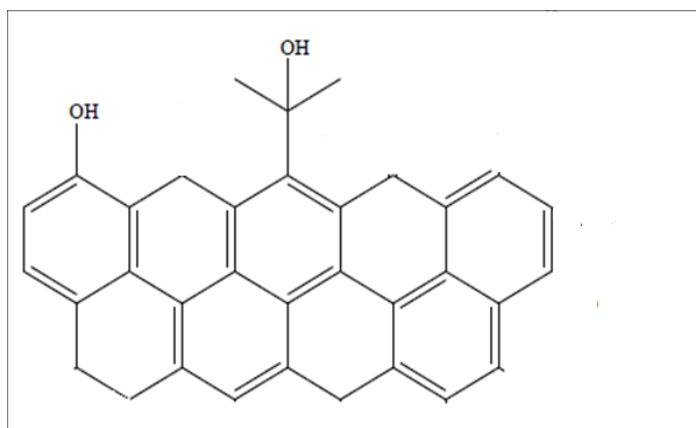


(ก)



(ข)

ภาพที่ 4.4 อินฟราเรดสเปกตรัม ของถ่านที่กระตุ้นด้วย 3 M NaCl (ก) และ 3 M NaOH (ข)
เผาที่อุณหภูมิ 800 °C เป็นเวลา 2 hr



ภาพที่ 4.5 หมู่แทนที่บนแกรไฟต์

4.5 การอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับถ่านกัมมันต์ และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านกัมมันต์

จากการลงพื้นที่และอบรมให้ความรู้คนในชุมชนตำบลนาแกจำนวน 80 คน เพื่อให้ทราบถึงลักษณะ คุณประโยชน์ การผลิต และมูลค่าเชิงพาณิชย์ของถ่านกัมมันต์โดยใช้ของเหลือทิ้งจากการปลูกข้าวโพด และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านซังข้าวโพด ถ่านอัดแท่งและถ่านกัมมันต์ ในวันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2558 ณ องค์การบริหารส่วนตำบลนาแก อำเภอวัง จังหวัดลำปาง ซึ่งมีเกษตรกรจำนวน 5 หมู่บ้าน ได้แก่ บ้านทุ่งศาลา บ้านหนองเหียง บ้านนาแก บ้านแม่แป้น และบ้านสันติสุข เข้าร่วมอบรม โดยเฉพาะเกษตรกรที่มาจากหมู่ที่ 2 บ้านหนองเหียง และหมู่ที่ 5 บ้านแม่แป้น ให้ความสนใจในการทำถ่านอัดแท่งและถ่านกัมมันต์เป็นอาชีพเสริมเป็นอย่างมาก (ภาคผนวก ค) และมีความคิดเห็นต่อการอบรมในด้านความรู้ความเข้าใจ (ได้เรียนรู้และปฏิบัติจริง) ด้านความพึงพอใจต่อความรู้วิทยากรและต่อความพร้อมด้านวัสดุอุปกรณ์ ความเหมาะสมของสถานที่ และระยะเวลา และด้านการนำไปใช้ประโยชน์ (การทำถ่านอัดแท่งและการทำถ่านกัมมันต์) อยู่ในระดับดี ดังตารางที่ 4.5-4.6 และภาพที่ 4.6

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เข้าร่วมอบรม

- รู้สึกประทับใจในการสอนของวิทยากร บรรยายเข้าใจง่าย
- ได้ความรู้ด้านการผลิตและกระบวนการทำถ่านอัดแท่งและการทำถ่านกัมมันต์
- อยากให้ทางอบต. นาแก ทำโครงการและของงบประมาณทำเครื่องถ่านอัดแท่ง หมู่บ้านละ 1 เครื่อง
- นำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันและเป็นรายได้เสริม
- อบรมครั้งถัดไป อยากให้แนะนำเรื่องการตลาด



(ก) เปิดโครงการฝึกอบรมฯ ได้รับเกียรติจากท่านนายกอบต. นาแก



(ข) การถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำเตาเผาถ่านและการทำถ่านซังข้าวโพด

ภาพที่ 4.6 การฝึกอบรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านซังข้าวโพด ถ่านอัดแท่งและถ่านกัมมันต์โดยใช้ของเหลือทิ้งจากการปลูกข้าวโพด ในวันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2558 ณ องค์การบริหารส่วนตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง



(ค) อบรมการทำถ่านกัมมันต์และการออกแบบผลิตภัณฑ์



(ง) อบรมการทำถ่านกัมมันต์และการออกแบบผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

ภาพที่ 4.6 (ต่อ)



(จ) ผู้เข้าร่วมอบรมการทำถ่านอัดแท่งและถ่านกัมมันต์

ภาพที่ 4.6 (ต่อ)

ตารางที่ 4.5 แสดงจำนวนผู้เข้าร่วมอบรมการฝึกถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านซังข้าวโพด ถ่านอัดแท่งและถ่านกัมมันต์โดยใช้ของเหลือทิ้งจากการปลูกข้าวโพด

หมู่บ้าน	หมู่ที่ 1 บ้านทุ่งศาลา	หมู่ที่ 2 บ้านหนอง เหียง	หมู่ที่ 3 บ้านนาแก	หมู่ที่ 4 บ้านแม่ฮ้าง	หมู่ที่ 5 บ้านแม่แป้น	หมู่ที่ 6 บ้านสันติสุข	รวม (คน)
จำนวนเข้า อบรม (คน)	19	24	9	-	22	6	80

ตารางที่ 4.6 ความคิดเห็นต่อการเข้าร่วมกิจกรรมฯ

รายการ	ระดับความคิดเห็น					
	ดีมาก	ดี	พอใช้	น้อย	น้อยมาก	เฉลี่ย
ด้านความรู้ความเข้าใจ (ได้เรียนรู้และปฏิบัติจริง)	34 (42.50)	40 (50.00)	6 (7.50)	-	-	4.35 ระดับดี
ด้านความพึงพอใจต่อความรู้วิทยากร	37 (46.30)	43 (53.70)		-	-	4.46 ระดับดี
ด้านความพึงพอใจต่อความพร้อมด้านวัสดุอุปกรณ์ ความเหมาะสมของสถานที่ และระยะเวลา	17 (21.25)	54 (67.50)	9 (11.25)	-	-	4.10 ระดับดี
ด้านการนำไปใช้ประโยชน์ (การทำถ่านอัดแท่ง)	26 (32.50)	51 (63.75)	3 (3.75)	-	-	4.29 ระดับดี
ด้านการนำไปใช้ประโยชน์ (การทำถ่านกัมมันต์)	23 (28.75)	54 (67.50)	3 (3.75)	-	-	4.25 ระดับดี

4.5 การออกแบบและต่อยอดผลิตภัณฑ์ของถ่านกัมมันต์สำหรับการดูดซับกลิ่นและความชื้น

ดำเนินการออกแบบและต่อยอดผลิตภัณฑ์ของถ่านกัมมันต์ โดยการมีส่วนร่วมระหว่างชาวบ้านและนักวิจัยของคณะวิทยาศาสตร์ โดยจากการสำรวจตลาด ร้านค้าออนไลน์ พบว่าส่วนใหญ่จะทำผลิตภัณฑ์เป็นตุ๊กตาผ้ารูปสัตว์และตุ๊กตาการ์ตูนแบบต่างๆ บรรจุในชะลอมไม้ไผ่ ถูงผ้า อัดเป็นแท่งหรือรูปสัตว์ต่างๆ ดังตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.7-4.8

ตารางที่ 4.7 แสดงการสำรวจผลิตภัณฑ์ถ่านกัมมันต์สำหรับการดูดซับกลิ่นและความชื้นที่มีวางขายในท้องตลาด

ผลิตภัณฑ์	บริษัท/ร้านค้า	ราคาตัวละ (บาท)	ที่มา
ตุ๊กตาผ้ารูปสัตว์และตุ๊กตาการ์ตูนแบบต่างๆ	ร้านค้าออนไลน์ TWK Sport shop	170-250	http://www.twksport.com
	ร้านค้าออนไลน์ Car décor cute	299-590	http://www.cardecorcute.com
	ร้านค้าออนไลน์ HBDlover	-	http://www.hbdlover.com

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

ผลิตภัณฑ์	บริษัท/ร้านค้า	ราคาตัวละ (บาท)	ที่มา
ชะลอมไม้ไผ่	ร้านค้าออนไลน์ เพื่อนดินฟ้า	45	http://www.pdinfah.com/
อัดเป็นแท่งและรูปสัตว์ ต่างๆ	ร้านค้าออนไลน์ เคียงมูล	-	http://www.kiengmool.com/
	ร้านค้าออนไลน์ tshop2u	69	http://www.tshop2u.com/



ร้านค้าออนไลน์ TWK Sport shop



ร้านค้าออนไลน์ Car décor cute



ร้านค้าออนไลน์ HBDlover

ภาพที่ 4.7 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ตุ๊กตาผ้ารูปสัตว์และตุ๊กตารูปแบบต่างๆ



ภาพที่ 4.8 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในหีบห่อธรรมชาติและอัดเป็นรูปสัตว์แบบต่างๆ

การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เป็นเอกลักษณ์ของตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง เนื่องจากเมืองลำปางจะโดดเด่นในเรื่องเซรามิกส์ ผลิตภัณฑ์มีมากมายหลายรูปแบบโดยเฉพาะตุ๊กตาแบบต่างๆ แจกันสุตเก้ และยังมีราคาถูก น่าจะนำเอาเซรามิกส์มาเป็นผลิตภัณฑ์ ดังภาพที่ 4.10



ภาพที่ 4.9 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบร่วมกันระหว่างกลุ่มชาวบ้านและนักวิจัย

4.6 วิเคราะห์จุดคุ้มทุนของการผลิตถ่านกัมมันต์

จากผลการวิเคราะห์พบว่า การใช้เกลือแกงหรือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เป็นสารกระตุ้นในอัตราส่วน ถ่านซังข้าวโพด 1 g ถ่านซังข้าวโพด : 24 ml 3 M NaCl โดยแช่เป็นเวลา 12 hr และนำไป

เผากระดุนที่ 800 °C เป็นเวลา 2 hr จะได้ถ่านกัมมันต์ที่ได้คุณภาพตามมาตรฐาน มอก 900-2547 และดีกว่าการใช้โซดาไฟหรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เป็นสารกระดุน

เพื่อใช้เป็นข้อมูลหรือแนวทางการตัดสินใจของชาวบ้านในชุมชนบ้านนาแก ต.นาแก อ.งาว จ.ลำปาง หรือผู้ประกอบการในการผลิตถ่านกัมมันต์จากถ่านซังข้าวโพด ซึ่งการอาศัยเทคนิคในการวิเคราะห์การลงทุนจะช่วยให้มั่นใจได้ว่าการลงทุนในโครงการลงทุนนั้นๆ จะช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับชาวบ้านในชุมชนหรือผู้ประกอบการ ซึ่งเกณฑ์การตัดสินใจที่นักวิจัยใช้ในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์จะใช้กระแสเงินสดในการพิจารณาเป็นสำคัญ วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ วิเคราะห์ระยะเวลาคืน (Payback Period: PBP) สมมติฐานที่ใช้ในการประเมินผลกระทบด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน การกำหนดสมมติฐานต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้านเศรษฐศาสตร์และการเงินเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง หากสามารถประมาณการสมมติฐานต่างๆ ได้ใกล้เคียงความเป็นจริงเพียงใด การตัดสินใจทางการเงินและการลงทุนยิ่งจะมีความถูกต้องและมีความเหมาะสมมากขึ้น ดังนั้นการกำหนดสมมติฐานต่างๆ ของงานวิจัย นักวิจัยจะกำหนดมาจากการสำรวจสภาพหน้างาน รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิต่างๆ รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาวิเคราะห์ ซึ่งรายละเอียดของการสมมติฐานการประเมินผลกระทบด้านเศรษฐศาสตร์และการเงินฐานของงานวิจัย นักวิจัยสามารถวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ของถ่านกัมมันต์ได้ดังต่อไปนี้

1. เครื่องจักรที่ใช้ผลิตถ่านกัมมันต์

เนื่องจากปริมาณผงถ่านจากซังข้าวโพดที่สามารถนำมาผลิตถ่านกัมมันต์ มีปริมาณเฉลี่ยวันละ 10 ตัน จากข้อมูลเบื้องต้นนักวิจัยพิจารณาความเหมาะสมของเครื่องจักรที่ใช้ต่อปริมาณผงถ่านจากซังข้าวโพดที่นำมาผลิตถ่านกัมมันต์ แสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 เครื่องจักรที่ใช้ผลิตถ่านกัมมันต์

ชนิดเครื่องจักร	กำลังการผลิต (kg/day)	กำลังไฟฟ้า (kWh)	ราคา (บาท)
เตาเผาไฟฟ้า	20	12	80,000

1) เตาเผาไฟฟ้า อัตราการผลิต 20 kg/day ราคาเครื่องละ 80,000 บาท จำนวน 1 เครื่อง รวมเป็นเงิน 80,000 บาท

ดังนั้น เงินลงทุนเครื่องจักรที่ใช้สำหรับผลิตถ่านกัมมันต์ เท่ากับ 80,000 บาท

2. ค่าไฟฟ้าที่เครื่องจักรใช้ในการผลิตถ่านกัมมันต์

จากตารางที่ 4.8 นักวิจัยพิจารณาค่าไฟฟ้าจากเครื่องจักรที่อัตราการผลิตถ่านกัมมันต์ ที่ปริมาณผงถ่านซังข้าวโพด 20 กิโลกรัมต่อวัน และภาระงานของเตาเผาไฟฟ้าทำงาน 24 ชั่วโมงต่อวัน พิจารณาค่าไฟฟ้าที่เครื่องจักรใช้ตลอดระยะโครงการจะได้

$$\begin{aligned} \text{เตาเผาไฟฟ้า ใช้พลังงานไฟฟ้า} &= 12 \times 1 \times 24 && \text{kW/day} \\ &= 288 && \text{kW/day} \\ \text{หรือ} &= 105,120 && \text{kW/year} \end{aligned}$$

พิจารณาค่าไฟฟ้าคิดที่หน่วยละ 2.50 บาท ในการใช้เครื่องจักรผลิตเตาเผาไฟฟ้าจากซังข้าวโพดจะเสียค่าไฟฟ้าเท่ากับ $105,120 \times 2.50 = 262,800$ บาทต่อปี

ตารางที่ 4.9 สมมติฐานทางด้านเศรษฐศาสตร์ถ่านกัมมันต์ที่กระตุ้นด้วย NaCl และเผาที่ 800 °C

รายการ	หน่วย	ค่าที่ใช้ในการคำนวณ
อายุของโครงการผลิตถ่านกัมมันต์	ปี	5
อัตราผลตอบแทนที่ได้จากการลงทุน	%	12
ปริมาณของซังข้าวโพด	ตันต่อปี	21,504
ปริมาณของผงถ่านซังข้าวโพดที่เข้าสู่ระบบ	ตันต่อปี	15,805
ปริมาณถ่านกัมมันต์ที่ผลิตได้	ตันต่อปี	7,300
เงินลงทุนก่อนเริ่มโครงการ	บาท	80,000
กระแสเงินสดเข้า		
รายได้จากค่าขายถ่านกัมมันต์	บาทต่อปี	1,095,000

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

รายการ	หน่วย	ค่าที่ใช้ในการคำนวณ
กระแสเงินสดออก		
ภาระค่าไฟฟ้าสำหรับเครื่องจักร	บาทต่อปี	262,800
ภาระค่าดูแลรักษาระบบ	บาทต่อปี	50,000
ภาระค่าผงถ่านซังข้าวโพด	บาทต่อปี	73,000
ภาระค่าบรรจุภัณฑ์	บาทต่อปี	36,500
ภาระค่าจ้างแรงงานคน 5 คน	บาทต่อปี	547,500

2.1 ระยะเวลาคืนทุนมูลค่าปัจจุบันถ่านกัมมันต์ที่กระตุ้นด้วย NaCl และเผาที่ 800 °C

ระยะเวลาคืนทุนสามารถคำนวณหาได้ โดยการคำนวณกระแสเงินสดสะสมสุทธิในแต่ละงวดเวลา จนกระทั่งกระแสเงินสดสะสมสุทธิมีค่าเป็นบวก หากกระแสเงินสดสะสมสุทธิเปลี่ยนจากเครื่องหมายลบเป็นเครื่องหมายบวกในงวดเวลาใด ก็จะมีหมายความว่าระยะเวลาคืนทุนเกิดขึ้นภายในงวดเวลานั้น จึงสามารถแสดงการคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนของงานวิจัยตามตารางที่ 4.10 ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.10 การคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนมูลค่าปัจจุบันถ่านกัมมันต์

ปีที่	กระแสเงินสดรับสุทธิ	มูลค่าปัจจุบัน	มูลค่าปัจจุบันของ	มูลค่าปัจจุบันของกระแส
		$i = 12\%$	กระแสเงินสด	เงินสดรับสุทธิสะสม
1	125,200.00	0.8929	111,791.08	<u>111,791.08</u>
2	125,200.00	0.7972	<u>99,809.44</u>	211,600.52
3	125,200.00	0.7118	89,117.36	300,717.88
4	125,200.00	0.6355	79,564.60	380,282.48
5	125,200.00	0.5674	71,038.48	451,320.96

ระยะเวลาคืนทุนมูลค่าปัจจุบันถ่านอัดแท่งจากตารางที่ 4.10 จะได้

$$\text{จำนวนเงินสดที่ต้องการในปีที่ 2} = 80,000 - 111,791.08 \quad \text{บาท}$$

$$= -31,791.08 \quad \text{บาท}$$

ระยะเวลาคืนทุนมูลค่าปัจจุบันของถ่านกัมมันต์

$$= 1 - \frac{31,791.08}{99,809.44} \quad \text{ปี}$$

$$\text{ระยะเวลาคืนทุนมูลค่าปัจจุบัน} = 0.68 \quad \text{ปี}$$

ดังนั้น ระยะเวลาคืนทุนมูลค่าปัจจุบันของถ่านกัมมันต์ เท่ากับ 0.68 ปี หรือ 9 เดือน

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย ปัญหาอุปสรรค และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

1. ตำบลนาแกมีปริมาณเศษวัสดุข้าวโพดเหลือทิ้งประมาณ 21,504 ตันต่อปี และไม่มีการนำเศษวัสดุข้าวโพดที่เหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์เลย เกษตรกรในชุมชนจะทำการเผาทิ้งก่อนเริ่มเพาะปลูกข้าวโพดในช่วงฤดูกาลถัดไป รวมทั้งพ่อค้าคนกลางที่รับซื้อเมล็ดข้าวโพด จนก่อให้เกิดปัญหาฝุ่นละอองและหมอกควัน โดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาณมาก (17.40 ตันต่อปี)

2. จากการศึกษาการสร้างเครื่องเตาเผาไฟฟ้าขนาด ขนาด 150x90x90 เซนติเมตร มีพื้นที่ใช้สอยด้านในของเครื่อง ขนาด 80x65x65 เซนติเมตร สามารถผลิตถ่านกัมมันต์ได้ครั้งละ 20 กิโลกรัม

3. ผลผลิตถ่านกัมมันต์คิดเป็นร้อยละ 75 เมื่อเทียบกับถ่านซึ่งข้าวโพด ถ่านที่ผ่านการกระตุ้นโดยใช้โซเดียมคลอไรด์ที่ 800 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง มีค่าการดูดซับมากที่สุด มีค่าเลขไอโอดีนเท่ากับ 625 มิลลิกรัมต่อกรัม ซึ่งได้ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก. 900-2547)

4.จากการลงพื้นที่และอบรมให้ความรู้คนในชุมชนตำบลนาแกจำนวน 80 คน เพื่อให้ทราบถึงลักษณะ คุณประโยชน์ การผลิต และมูลค่าเชิงพาณิชย์ของถ่านกัมมันต์โดยใช้ของเหลือทิ้งจากการปลูกข้าวโพด การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านซึ่งข้าวโพด ถ่านอัดแท่งและถ่านกัมมันต์ และการออกแบบต่อยอดผลิตภัณฑ์ถ่านกัมมันต์สำหรับดูดกลิ่นและความชื้น มีกลุ่มเกษตรกรที่มาจากหมู่ที่ 2 บ้านหนองเหียง และหมู่ที่ 5 บ้านแม่แป้น ให้ความสนใจในการทำถ่านอัดแท่งและถ่านกัมมันต์เป็นอาชีพเสริมเป็นอย่างมาก แต่ยังขาดเงินทุนในสร้างเครื่องมือเพื่อตั้งเป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชน รวมทั้งจุดคุ้มทุนในการผลิตถ่านกัมมันต์และจำหน่ายผลิตภัณฑ์ในรูปแบบถ่านดูดกลิ่นและความชื้นภายใน 9 เดือน

5.2 ปัญหาอุปสรรค

1. สถานที่ทำวิจัยค่อนข้างห่างไกลจากมหาวิทยาลัย ทำให้การประสานงานและติดตามระหว่างนักวิจัยและกลุ่มชาวบ้านทำได้ยาก

2. งบประมาณที่ค่อนข้างน้อย ลำบาก ทำให้การทำวิจัยไม่ต่อเนื่อง

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. เลือกสถานที่ทำวิจัยที่ใกล้มหาวิทยาลัย การประสานงานและติดตามระหว่างนักวิจัยและกลุ่มชาวบ้านทำได้ง่าย

บรรณานุกรม

- กรมควบคุมมลพิษ (2556). ฐานความรู้การจัดการกลิ่น. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.pcd.go.th/info_serv/Datasmell/l4adsorption.htm. สืบค้นวันที่ 24 สิงหาคม 2556.
- คณะกรรมการพลังงาน (2545). พลังงานทดแทน : ชีวมวล กรุงเทพมหานคร : อักษรสัมพันธ์.
- จันทร์เพ็ญ และพิทักษ์ (2555). การมีส่วนร่วมของประชาชนในการผลิตพลังงานทดแทนจากวัสดุเหลือทิ้งของตาลโตนด เพื่อเป็นพลังงานทางเลือก ในเขตอำเภอศรีราชา จังหวัดสุโขทัย. โครงการเพื่อการขยายผลตาม แนวพระราชดำริ: ประเภททุนวิจัยนวัตกรรม ด้านพลังงานทดแทน.
- ปัญญา มณีจักร (2555). การเตรียมถ่านกัมมันต์จากลูกหูกวาง. วารสารวิชาการสมาคมสถาบันอุดมศึกษา เอกชนแห่งประเทศไทย (สสอท.) ปีที่ 18 ฉบับที่ 1 พฤษภาคม 2555, หน้า 119-128.
- สำนักงานเกษตรจังหวัดลำปาง (2555). ข้อมูลพืชไร่. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.lampang.doae.go.th/index1.html>. สืบค้นวันที่ 26 กันยายน 2557.
- สำนักงานเกษตรอำเภองาว (2554-57). รายงานผลการขึ้นทะเบียนพืชเศรษฐกิจหลัก 3 ชนิด (ระดับตำบล). [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://ngao.lampang.doae.go.th/index.php>. สืบค้นวันที่ 26 กันยายน 2557.
- ศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง (2557). เครื่องมือวิเคราะห์ทดสอบทางโครงสร้างจุลภาค ▶ Scanning Electron Microscope : SEM. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.mfu.ac.th/center/stic/index.php/micro-analysis-instrument-menu/item/96-scanning-electron-microscope.html>. สืบค้นวันที่ 24 กันยายน 2557.
- ศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง (2557). เครื่องวิเคราะห์ทดสอบทางรังสีเอกซ์ ▶ X-ray Diffractometer XRD. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.mfu.ac.th/center/stic/index.php/x-ray-analysis-instrument-menu/item/87-xrd.html>. สืบค้นวันที่ 24 กันยายน 2557.
- V.O. Njoku and B.H. Hameed (2011). Preparation and characterization of activated carbon from corncob by chemical activation with H_3PO_4 for 2,4-dichlorophenoxyacetic acid adsorption. Chemical Engineering Journal. 173: 391–399.
- L. Ding, B. Zou, H. Liu, Y. Li, Z. Wang, Y. Su, Y. Guo, and X. Wang (2013). A new route for conversion of corncob to porous carbon by hydrolysis and activation. Chemical Engineering Journal. 225: 300–305.

- R.-L. Tseng, S.-K. Tseng, and F.-C. Wu (2006). Preparation of high surface area carbons from Corncob with KOH etching plus CO₂ gasification for the adsorption of dyes and phenols from water. *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects* 279 : 69–78.
- Y. Sun and P. A. Webley (2010). Preparation of activated carbons from corncob with large specific surface area by a variety of chemical activators and their application in gas storage. *Chemical Engineering Journal*. 162: 883–892.

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ ความชื้น เถ้า ปริมาณสารระเหย และคาร์บอนคงตัว

ก.1 วิธีวิเคราะห์หาค่าความชื้น

- (1.) นำถ้วยกระเบื้องไปเผาที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที แล้วปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น
- (2.) นำถ้วยกระเบื้องที่ผ่านการเผาไปชั่งและบันทึกน้ำหนักที่คงที่ไว้
- (3.) ชั่งตัวอย่างถ่านกัมมันต์ประมาณ 1 กรัม ให้มีความละเอียดถึงทศนิยม 4 ตำแหน่งในถ้วยกระเบื้องทนความร้อนพร้อมฝาปิดที่อบแห้งและรู้น้ำหนักที่แน่นอนแล้ว
- (4.) อบแห้งตัวอย่างในเตาอบที่อุณหภูมิ 145-155 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ประมาณ 3 ชั่วโมง แล้วทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักและนำมาคำนวณหาค่าความชื้น

ก.2 วิธีวิเคราะห์หาค่าสารระเหย

- (1.) ชั่งถ้วยกระเบื้องทนความร้อนและบันทึกน้ำหนักที่คงที่ไว้
- (2.) ชั่งตัวอย่างถ่านกัมมันต์ประมาณ 1 กรัม ให้มีความละเอียดถึงทศนิยม 4 ตำแหน่งในถ้วยกระเบื้องทนความร้อนพร้อมฝาปิดที่อบแห้งและรู้น้ำหนักที่แน่นอนแล้ว
- (3.) เผาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 900 ± 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 นาที
- (4.) เอาออกจากเตาเผาแล้วทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักของตัวอย่างหลังการเผาและคำนวณ

ก.3.วิธีวิเคราะห์หาค่าเถ้า

- (1.) เผาถ้วยกระเบื้องที่อุณหภูมิ 650 ± 5 องศาเซลเซียส จนมีน้ำหนักคงที่แล้วปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น
- (2.) ชั่งถ้วยกระเบื้องทนความร้อนและบันทึกน้ำหนักที่คงที่ไว้
- (3.) ชั่งตัวอย่างถ่านกัมมันต์ที่ผ่านการอบแห้งแล้วที่อุณหภูมิ 150 ± 5 องศาเซลเซียส ใส่ในถ้วยกระเบื้องทนความร้อนให้มีน้ำหนักประมาณ 1 กรัม ให้มีความละเอียดถึงทศนิยม 4 ตำแหน่งในถ้วยกระเบื้องทนความร้อนพร้อมฝาปิดที่อบแห้งและรู้น้ำหนักที่แน่นอนแล้ว
- (4.) นำไปเผาที่อุณหภูมิ 650 ± 5 องศาเซลเซียส จนมีน้ำหนักคงที่ (ประมาณ 3 – 16 ชั่วโมง)
- (5.) นำออกจากเตาเผาแล้วทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้นแล้วชั่งน้ำหนักและคำนวณ

ก.4.วิธีหาค่าคาร์บอนคงตัว

ปริมาณคาร์บอนคงตัวในสารตัวอย่างคำนวณจาก

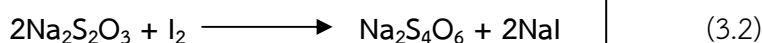
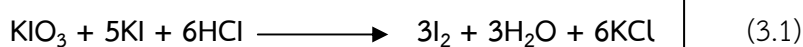
$$\text{ปริมาณคาร์บอนคงตัว} = 100 - \text{ร้อยละความชื้น} - \text{ร้อยละเถ้า} - \text{ร้อยละสารระเหย}$$

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์สมบัติความพรุนจากความสามารถในการดูดซับสารละลายไอโอดีน (มาตรฐาน ASTM D4067-94)

ข.1 หาความเข้มข้นที่แน่นอนของ I_2 และ $Na_2S_2O_3$ (ภาคผนวก ข)

ทำการไตเตรตหาปริมาณไอโอดีนอิสระด้วยสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตจนกระทั่งสังเกตเห็นว่าสารละลายมีสีเหลือง เติมสารละลายน้ำแป้งลงไป 2-3 หยด แล้วไตเตรตต่อไปจนกระทั่งสารละลายไม่มีสี ซึ่งปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างการไตเตรต คือ



1. การเตรียมสารเคมี

(1.) สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก เตรียมโดยตวงกรดไฮโดร-คลอริกเข้มข้นจำนวน 70 มิลลิลิตร เทใส่น้ำกลั่นที่มีปริมาตร 550 มิลลิลิตร

(2.) น้ำแป้ง เตรียมโดยชั่งแป้ง 1 ± 0.5 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 25 ± 5 มิลลิลิตร พร้อมกับกวนตลอดเวลา เทสารข้างต้นลงในน้ำกลั่นที่ต้มเดือดใหม่ๆ ปริมาตร 1 ลิตร พร้อมกับกวนตลอดเวลา แล้วต้มสารละลายต่อไปอีก 4-5 นาที ทิ้งให้เย็นแล้วเก็บในขวดเก็บสารแช่ไว้ในตู้เย็น น้ำแป้งที่เตรียมได้จะใช้งานได้ภายในวันที่เตรียมเท่านั้น

(3.) สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตเข้มข้น 0.100 ± 0.001 นอร์มัล เตรียมโดยละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต 24.820 กรัม แล้วเติมน้ำกลั่นที่ต้มเดือดใหม่ๆ 75 ± 25 มิลลิลิตร แล้วคนให้ละลาย จากนั้นเติมโซเดียมคาร์บอเนต 0.1 ± 0.01 กรัม เพื่อป้องกันการสลายตัวของโซเดียมไทโอซัลเฟตจากแบคทีเรีย จากนั้นเจือจางจนมีปริมาตร 1000 มิลลิลิตร ในขวดวัดปริมาตร เทเก็บในขวด สีชาทิ้งไว้ 4 วัน ก่อนทำการหาความเข้มข้นที่แน่นอน (Standardize)

(4.) สารละลายไอโอดีนเข้มข้น 0.100 ± 0.001 นอร์มัล เตรียมโดยผสมไอโอดีน 12.700 กรัมและโพตัสเซียมไอโอไดด์ 19.10 กรัม ให้เข้ากันแล้วเติมน้ำกลั่น 2-5 มิลลิลิตร พร้อมกับกวนตลอดเวลา จากนั้นค่อยๆ เติมน้ำกลั่นครั้งละ 2-5 มิลลิลิตร พร้อมกับกวนตลอดเวลา จนปริมาตรทั้งหมดเป็น 50 – 60 มิลลิลิตร จากนั้นกวนสารละลายต่อไปอีก 4 ชั่วโมง จนผลึกไอโอดีนละลายหมด แล้วจึงเจือจางจนมีปริมาตร 1000 มิลลิลิตร เทเก็บในขวดสีชา

(5.) สารละลายโพตัสเซียมไอโอเดตเข้มข้น 0.100 ± 0.001 นอร์มัล เตรียมโดยอบโพตัส-เซียมไอโอเดตที่ 110 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งมา

3.5667 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร แล้วเจือจางจนมีปริมาตร 1000 มิลลิลิตร เทเก็บในขวดเก็บสาร

2. วิธีเทียบมาตรฐานสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต

ปิเปตสารละลายโพตัสเซียมไอโอเดต 25 มิลลิลิตรใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมโพตัสเซียมไอโอไดด์ (KI) 2.00 ± 0.01 กรัม เขย่าให้ละลายเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น ร้อยละ 37 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร แล้วเขย่าให้เข้ากัน แล้วไตเตรตสารละลายที่ได้ด้วยสารละลายโซเดียม ไทโอซัลเฟต จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนจากสีน้ำตาลเป็นสีขาวอ่อน เติมน้ำแบ่งเป็นอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด จุดยุติคือจุดที่สารละลายไม่มีสี (การไตเตรตควรทำ 3 ครั้ง แล้วหาความเข้มข้นเฉลี่ย แต่ถ้าความเข้มข้นในแต่ละครั้งแตกต่างกันมากกว่า 0.003 นอร์มัล ควรทำการทดลองใหม่)

คำนวณความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตได้จาก

$$N_1 = \frac{PxR}{S} \quad (3.3)$$

โดย N_1 คือ ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต (นอร์มัล)

P คือ ปริมาตรของสารละลายโพตัสเซียมไอโอเดต (มิลลิลิตร)

R คือ ความเข้มข้นของสารละลายโพตัสเซียมไอโอเดต (นอร์มัล)

S คือ ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ไตเตรต (มิลลิลิตร)

3. วิธีเทียบมาตรฐานของสารละลายไอโอดีน

ปิเปตสารละลายไอโอดีน 25 มิลลิลิตรใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ไตเตรตด้วยสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอนแล้ว จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนจากสีน้ำตาลเป็นสีขาวอ่อน เติมน้ำแบ่งเป็นอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด จุดยุติคือจุดที่สารละลายไม่มีสี (การไตเตรตควรทำ 3 ครั้ง แล้วหาความเข้มข้นเฉลี่ย แต่ถ้าความเข้มข้นในแต่ละครั้งแตกต่างกันมากกว่า 0.003 นอร์มัล ควรทำการทดลองใหม่)

คำนวณความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีนจาก

$$N_2 = \frac{SxN_1}{I} \quad (3.4)$$

โดย N_2 คือ ความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีน (นอร์มัล)

S คือ ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต (มิลลิลิตร)

N_1 คือ ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต (นอร์มัล)

I คือ ปริมาตรของสารละลายไอโอดีนที่ใช้ไตเตรต (มิลลิลิตร)

ข-2. วิธีวิเคราะห์ประสิทธิภาพการดูดซับของไอโอดีน

- (1.) อบผงถ่านกัมมันต์ที่ได้ให้แห้งที่อุณหภูมิ 110-120 องศาเซลเซียส 3 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น
 - (2.) ชั่งและบันทึกน้ำหนักที่แน่นอนของถ่านกัมมันต์ให้ละเอียดถึงทศนิยม 4 ตำแหน่ง (คือมีความละเอียด 0.1 มิลลิกรัม) ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
 - (3.) เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ปิดฝาแล้วเขย่าเบาๆ จนถ่านกัมมันต์เปียกทั่ว ปิดฝาขวดแล้วนำไปต้มให้เดือดเป็นเวลา 30 วินาที เพื่อกำจัดซัลเฟอร์ที่อาจรบกวนการทดสอบ จึงปล่อยให้เย็นลงสู่อุณหภูมิห้อง
 - (4.) บีบอัดสารละลายไอโอดีนมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนแล้ว ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เติมลงในขวด ปิดจุกอย่างรวดเร็ว แล้วเขย่าแรงๆ เป็นเวลา 30 ± 1 วินาที
 - (5.) กรองสารละลายที่ได้อย่างรวดเร็วด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42
 - (6.) ทิ้งสารละลายที่กรองได้ 20-30 มิลลิลิตรแรก เพื่อล้างบีบอัดและปิกเกอร์ ที่จะใช้กับสารละลายก่อน จากนั้นบีบอัดสารละลายที่ได้มา 50 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
 - (7.) ไตเตรตด้วยสารละลายที่ได้ด้วยสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอนแล้ว จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนจากสีน้ำตาลเป็นสีขาวอ่อน เติมน้ำแบ่งเป็นอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด จุดยุติคือจุดที่สารละลายไม่มีสี บันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้
- คำนวณการดูดซับจำเพาะ (X/M) และความเข้มข้นที่สมดุลของสารละลายไอโอดีน (C) ได้จาก

$$\frac{X}{M} = \frac{A - (2.2 \times B \times S)}{W} \quad (3.5)$$

$$C = \frac{N_1 \times S}{50} \quad (3.6)$$

X/M คือ ปริมาณไอโอดีนที่ถูกดูดซับต่อกรัมของถ่านกัมมันต์ (มิลลิกรัมต่อกรัม)

N_1 คือ ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต (นอร์มัล)

N_2 คือ ความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีน (นอร์มัล)

A คือ น้ำหนักทั้งหมดของไอโอดีนในสารละลายเริ่มต้น ($N_2 \times 12693.0$) (มิลลิกรัม)

B คือ น้ำหนักของไอโอดีนที่ทำปฏิกิริยาสมมูลย์พอดีกับสารละลายโซเดียมไทโอ

ซัลเฟต 1 มิลลิลิตร ($N_1 \times 126.93$) (มิลลิกรัม)

C คือ ความเข้มข้นที่สมดุลของสารละลายไอโอดีน (นอร์มัล)

W คือ น้ำหนักของถ่านกัมมันต์ที่ใช้ (กรัม)

S คือ ปริมาณของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ (มิลลิลิตร)

2.2 คือ สัดส่วนระหว่างสารละลายทั้งหมดตอนเริ่มต้นต่อปริมาตรสารละลายที่นำมา

ไทเตรต (Dilution Factor)

นำค่า X/M ที่ได้ทั้งสามค่ามาสร้างกราฟระหว่าง C กับ X/M จะได้กราฟความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง

ภาคผนวก ค

ถ่านกัมมันต์โดยใช้ของเหลือทิ้งจากการปลูกข้าวโพด และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านซัง
ข้าวโพด ถ่านอัดแท่งและถ่านกัมมันต์ ในวันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2558 ณ องค์การบริหารส่วน
ตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง

โครงการฝึกอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำถ่านอัดแท่งและถ่านกัมมันต์โดยใช้

ของเหลือทิ้งจากการปลูกข้าวโพด

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

ณ องค์การบริหารส่วนตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง

วันที่ 7 ก.พ. 2558

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	หน่วยงาน/หมู่บ้าน	เบอร์โทรศัพท์
1	เปลญ มัญจโร	ทพ.๑๕/๑๕	
2	ช่วงแก้ว ใจเย็น	บ้านหนองน้ำ	
3	สมภาพต์ ทอทอง	บ้านหนองน้ำ	
4	จิราภรณ์ ใจดี	ทพ.๑๖/๑๖	
5	กรรณิก มีนาค	ทพ.๑๖/๑๖	
6	ศุภราช ทองดี	ทพ.๑๖/๑๖	
7	วิไล อินทวิทย์		
8	นิรอนัน ฆะตปิ่น		
9	อินัน ธิวัณ		
10	ชัย ช่าง	ทพ.๑๖/๑๖	
11	นพ.๑๖/๑๖		๐๙๖๖๔๕๑๕
12	ทพ.๑๖/๑๖	ทพ.๑๖/๑๖	
13	ทพ.๑๖/๑๖	ทพ.๑๖/๑๖	
14	ทพ.๑๖/๑๖	ทพ.๑๖/๑๖	
15	ทพ.๑๖/๑๖	ทพ.๑๖/๑๖	
16	ทพ.๑๖/๑๖	ทพ.๑๖/๑๖	
17	ทพ.๑๖/๑๖	ทพ.๑๖/๑๖	
18	ทพ.๑๖/๑๖	ทพ.๑๖/๑๖	
19	ทพ.๑๖/๑๖	ทพ.๑๖/๑๖	
20	ทพ.๑๖/๑๖	ทพ.๑๖/๑๖	
21	ทพ.๑๖/๑๖	ทพ.๑๖/๑๖	
22	ทพ.๑๖/๑๖	ทพ.๑๖/๑๖	
23	ทพ.๑๖/๑๖	ทพ.๑๖/๑๖	๐๙๑-๐๒๕๐๓๙
24	ทพ.๑๖/๑๖	ทพ.๑๖/๑๖	๐๙๙-๕๖๐๐๓/๘

โครงการฝึกอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำถ่านอัดแท่งและถ่านกัมมันต์โดยใช้

ของเหลือทิ้งจากการปลูกข้าวโพด

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

ณ องค์การบริหารส่วนตำบลนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง

วันที่ 7 ก.พ. 2558

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	หน่วยงาน/หมู่บ้าน	เบอร์โทรศัพท์
25	นาย/วิรัตน์ น้อยมูล	นพข/นขบ	
26	นาย/อภิลักษณ์ น้อยมูล	นพข/นขบ	
27	นาย/วิรัตน์ น้อยมูล	นขบ/นขบ	
28	นาย/วิรัตน์ น้อยมูล	นขบ/นขบ	
29	นาย/วิรัตน์ น้อยมูล	นขบ/นขบ	
30	นาย/วิรัตน์ น้อยมูล	นขบ/นขบ	
31	นาย/วิรัตน์ น้อยมูล	นขบ/นขบ	
32	นาย/วิรัตน์ น้อยมูล	นขบ/นขบ	
33	นาย/วิรัตน์ น้อยมูล	นขบ/นขบ	085-7341606
34	นาย/วิรัตน์ น้อยมูล	นขบ/นขบ	
35	นาย/วิรัตน์ น้อยมูล	นขบ/นขบ	081-4840704
36	นาย/วิรัตน์ น้อยมูล	นขบ/นขบ	083-5716332
37	นาย/วิรัตน์ น้อยมูล	นขบ/นขบ	
38	นาย/วิรัตน์ น้อยมูล	นขบ/นขบ	085-4621262
39	นาย/วิรัตน์ น้อยมูล	นขบ/นขบ	085-7233114
40	นาย/วิรัตน์ น้อยมูล	นขบ/นขบ	
41	นาย/วิรัตน์ น้อยมูล	นขบ/นขบ	0832424672
42	นาย/วิรัตน์ น้อยมูล	นขบ/นขบ	
43	นาย/วิรัตน์ น้อยมูล	นขบ/นขบ	
44	นาย/วิรัตน์ น้อยมูล	นขบ/นขบ	
45	นาย/วิรัตน์ น้อยมูล	นขบ/นขบ	0947372476
46	นาย/วิรัตน์ น้อยมูล	นขบ/นขบ	
47	นาย/วิรัตน์ น้อยมูล	นขบ/นขบ	
48	นาย/วิรัตน์ น้อยมูล	นขบ/นขบ	
49	นาย/วิรัตน์ น้อยมูล	นขบ/นขบ	

โครงการฝึกอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำถ่านอัดแท่งและถ่านกัมมันต์โดยใช้
ของเหลือทิ้งจากการปลูกข้าวโพด
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
ณ องค์การบริหารส่วนตำบลสนาแก อำเภองาว จังหวัดลำปาง

วันที่ 7 ก.พ. 2558

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	หน่วยงาน/หมู่บ้าน	เบอร์โทรศัพท์
50	นายอดิษฐ์ อินทวงศ์	ม. 1 ต. หาดก.	
51	นายประทีป นานทอง	ม. 1 ต. หาดก.	
52	น.ส. บัวแก้ว งาม	ม. 6 ต. หาดก.	
53	นายอัคร งาม	ม. 6 ต. หาดก.	
54	นายสมชาย ทรัพย์ทวี	ม. 5	
55	นายวิเศษ กิจ	ม. 5	
56	นายวิเศษ งาม	ม. 1	
57	นายวิเศษ งาม	ม. 5 ต. หาดก.	
58	นายอัคร งาม	ม. 6	
59	นายอัคร งาม	ม. 1	
60	นายวิเศษ งาม	ม. 3	
61	นายอัคร งาม	ม. 4 ต. หาดก.	
62	นายสมชาย งาม	ม. 6 ต. หาดก.	
63	นายอัคร งาม	ม. 1	
64	นายสมชาย งาม	ม. 1	
65	นายอัคร งาม	ม. 6 ต. หาดก.	
66	นายอัคร งาม	ม. 5 ต. หาดก.	
67	นายอัคร งาม	ม. 5	
68	นายอัคร งาม	ม. 3 ต. หาดก.	
69	นายอัคร งาม	ม. 3 ต. หาดก.	
70	นายอัคร งาม	ม. 5 ต. หาดก.	
71	นายอัคร งาม	ม. 5	
72	นายอัคร งาม	ม. 3 ต. หาดก.	
73	นายอัคร งาม	ม. 6 ต. หาดก.	
74	นายอัคร งาม	ม. 6 ต. หาดก.	

สนใจท่านกัมมันต์

1. นายสมิธต์ ดาพันธ์
2. นายเล่งตัน ฝัดใจ
3. นางจีเนอริส มินโท
4. หมอพร วิภาดา สัจจา
5. หมอวิภาดา สัจจา
6. หมอสมิธต์ สัจจา
7. หมอวิภาดา สัจจา
8. หมอสุวิภาดา สัจจา
9. หมอวิภาดา สัจจา
10. หมอวิภาดา สัจจา
11. หมอวิภาดา สัจจา
12. หมอวิภาดา สัจจา
13. หมอวิภาดา สัจจา
14. หมอวิภาดา สัจจา
15. หมอวิภาดา สัจจา
16. หมอวิภาดา สัจจา
17. หมอวิภาดา สัจจา
18. หมอวิภาดา สัจจา
19. หมอวิภาดา สัจจา
20. หมอวิภาดา สัจจา
21. หมอวิภาดา สัจจา
22. หมอวิภาดา สัจจา