

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัย เรื่อง การศึกษาแหล่งเรียนรู้พลังงานทดแทน กรณีศึกษา การผลิตถ่านอัดแท่ง จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ชุมชนชาวกะเหรี่ยง หมู่บ้านตะเพินคี จังหวัดสุพรรณบุรี เป็น การศึกษาแหล่งพลังงานทดแทนสำหรับการผลิตถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อใช้ใน คริวเรือนและชุมชน รวมทั้งเผยแพร่การเรียนรู้เรื่องการผลิตถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทาง การเกษตรเพื่อใช้ในครัวเรือนและชุมชน โดยมีวิธีดำเนินการและระเบียบวิธีวิจัย ดังนี้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

คณะผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการวิจัยเชิงเอกสาร (documentation research) โดยการรวบรวมข้อมูลจากบทความ เอกสารทางวิชาการต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็น ข้อมูลพื้นฐานในการศึกษา และลงพื้นที่ภาคสนามด้วยตนเอง ณ หมู่บ้านตะเพินคี หมู่ที่ 5 ตำบล วังยาว อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี ประกอบด้วยการสำรวจและสุ่มเก็บตัวอย่างวัสดุเหลือใช้ ทางการเกษตร การสร้างเครื่องมือและอุปกรณ์ในการผลิตถ่านอัดแท่ง กรรมวิธีในการผลิตถ่าน อัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และเผยแพร่การเรียนรู้เรื่องการผลิตถ่านอัดแท่งจากวัสดุ เหลือใช้ทางการเกษตรให้กับกลุ่มเกษตรกร พร้อมประเมินระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมโครงการ เรื่อง การผลิตถ่านอัดแท่ง จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ณ หมู่บ้านตะเพินคี อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี นอกจากนี้คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลในระหว่างจัดกิจกรรมโครงการจาก การสังเกต การบันทึกการถ่ายภาพในภาคสนามและการสัมภาษณ์ราษฎรในพื้นที่ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. การสำรวจ และสุ่มเก็บตัวอย่างวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

1.1 สำรวจข้อมูลสภาพแวดล้อมทั่วไปของพื้นที่ทำการเกษตร บริเวณหมู่บ้านตะเพินคี หมู่ที่ 5 ตำบลวังยาว อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี โดยวิธีการสังเกต การบันทึก การถ่ายภาพ ภาคสนาม การสัมภาษณ์ชาวบ้านและผู้นำชุมชนในพื้นที่

1.2 เก็บตัวอย่างจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ได้แก่ เหม้ามันสำปะหลัง และ ต้นข้าวโพด ดังภาพที่ 3.1 และภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.1 แสดงการเก็บตัวอย่างต้นข้าวโพด บริเวณหมู่บ้านตะเพินคี หมู่ที่ 5 ตำบลวังยาว อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี



ภาพที่ 3.2 แสดงการเก็บตัวอย่างเหง้ามันสำปะหลัง บริเวณหมู่บ้านตะเพินคี หมู่ที่ 5 ตำบลวังยาว อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี

2. การสร้างเครื่องมือและอุปกรณ์ในการผลิตถ่านอัดแท่ง

เนื่องจากหมู่บ้านตะเพินคี หมู่ที่ 5 ตำบลวังยาว อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี ยังขาดระบบสาธารณูปโภคพื้นฐานทางด้านไฟฟ้าจากสายส่ง ซึ่งในปัจจุบันใช้ไฟฟ้าจากระบบการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์มีอัตราค่าการผลิตประมาณ 100 บาทต่อครัวเรือนสำหรับโทรศัพท์มือถือและแสงสว่าง ทางคณะผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงปัญหาดังกล่าว จึงได้พัฒนาเครื่องอัดถ่านแท่งโดยใช้แรงงานคนเป็นต้นกำลังในการกดน้ำหนัก แทนเครื่องอัดถ่านแท่งที่ใช้ระบบมอเตอร์หรือเครื่องยนต์ในการส่งแรงอัด ตัวเครื่องผลิตจากเหล็กแข็งมีกระบอกอัดสำหรับอัดขึ้นรูป 5 กระบอก เหมาะสำหรับผลิตถ่านแท่งจากวัตถุดิบเหลือใช้ทางการเกษตรหรือเศษถ่าน ที่ผสมตัวประสานในอัตราส่วนที่เหมาะสม แล้วนำมาอัดขึ้นรูปให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร ยาว 5 เซนติเมตร ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 แสดงเครื่องอัดถ่านแท่ง (ใช้แรงงานคน) พัฒนาโดยคณะผู้วิจัยโครงการ

ส่วนประกอบของเครื่องอัดเชื้อเพลิงแท่งแบบใช้แรงงานคน

1. ครอบบอกรัด

ครอบบอกรัด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 3.5 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 3 เซนติเมตร ความยาวของครอบบอกรัด 8 เซนติเมตร ฐานจับเป็นเหล็กแผ่นหนา ดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 แสดงส่วนประกอบครอบบอกรัด พัฒนาโดยคณะผู้วิจัยโครงการ

2. แท่นเครื่อง

ผลิตจากเหล็กแข็ง โครงสร้างทำด้วยเหล็กฉาก และเหล็กแผ่นหนา 2 มิลลิเมตร ขนาดกว้าง 16 เซนติเมตร สูง 40 เซนติเมตร ดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 แสดงส่วนประกอบแท่นเครื่อง พัฒนาโดยคณะผู้วิจัยโครงการ

กรรมวิธีในการผลิตถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

1. การเตรียมเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

นำเหง้ามันสำปะหลัง และต้นข้าวโพดที่ตัดให้มีความยาวประมาณ 65 เซนติเมตร ไปตากแดด เป็นเวลา 2 สัปดาห์ เพื่อลดความชื้น ก่อนนำไปเผาถ่าน ดังภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 แสดงการเตรียมเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

2. การเผาถ่านด้วยเตาเผาผลิตถ่านแบบถัง 200 ลิตร

นักเศรษฐศาสตร์ใช้ทางการเกษตรที่มาผ่านการเตรียมในข้อ 1. มาเผาด้วยเตาเผาผลิตถ่านแบบถัง 200 ลิตร โดยมีขั้นตอนการเผา ดังนี้ (สำนักถ่ายทอดและเผยแพร่เทคโนโลยี กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2555)

2.1 การเรียงไม้ เรียงโดยนำไม้ที่เล็กรรจกลงก่อนที่ส่วนท้ายของเตาโดย ไม้ปลายไม้ซึ่งลงเนื่องจากด้านบนเตาจะมีความร้อนสูงกว่าด้านล่าง การเรียงไม้ลักษณะนี้จะทำให้ไม้เป็นถ่านพร้อมกัน แล้วนำไม้ที่ใหญ่กว่า ไว้บริเวณกลางและไม้ที่ท่อนใหญ่สุดจะไว้ใกล้กับปากเตาเพราะเป็นบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงสุด หากมีพื้นที่ด้านบนเหลือให้นำฟืนท่อนสั้นมา ใส่ให้เต็ม เมื่อไม้เต็มเตาแล้วให้นำฝาถังมาปิดและรัดฝาถังให้แน่น ดังภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3.7 แสดงการบรรจุและเรียงไม้ภายในเตา

2.2 เริ่มกระบวนการเผาถ่านโดยการใช้เชื้อเพลิงแห้งเช่น เศษหญ้า ฟาง กิ่งไม้เล็กๆ จุดไฟที่หน้าเตาบริเวณปากเตาโดยใช้เชื้อเพลิงทีละน้อย ปล่อยให้ไอความร้อนค่อยๆ สะสมในตัวเตา ดังภาพที่ 3.8



ภาพที่ 3.8 แสดงการจุดไฟหน้าเตา

2.3 ช่วงไล่ความชื้นออกจากเนื้อไม้โดยใช้ความร้อนจากเชื้อเพลิงที่ค่อยๆ ใส่บริเวณหน้าเตา ซึ่งจะใส่เชื้อเพลิงไม่มาก จะใช้เวลาประมาณ 1 - 2 ชั่วโมง เชื้อเพลิงอาจมากหรือน้อยกว่านั้น ขึ้นอยู่กับว่าไม้พื้น ตัวเตา มีความชื้นมากหรือน้อยเพียงใด ดังภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 แสดงลักษณะควันในช่วงการไล่ความชื้น

2.4 ช่วงเตาติด ช่วงแรกควันจะมีสีขาวปนเทาเมื่อใส่เชื้อเพลิงไปเรื่อยๆ จนความชื้นใกล้หมด ไม้ในเตาเริ่มลุกติดไฟทั้งหมด ควันจะเริ่มมาก ขึ้นพุ่งออกมาจากปลายปล่องอย่างแรงจนเห็นได้ชัด ภาษาคนเผาถ่าน เรียกว่า “ควันบ้ำ” ดังภาพที่ 3.10 ซึ่งแสดงว่าเตาติดแล้วให้หยุดใส่เชื้อเพลิงหน้าเตาหรือ ป้อนเชื้อเพลิงที่ยังคงค้างอยู่ที่หน้าเตาให้หมดอีกประมาณ 10 - 20 นาที และหยุดใส่เชื้อเพลิงหน้าเตา เปลี่ยนมาเป็นควบคุมอากาศบริเวณช่อง ใส่เชื้อเพลิง หน้าเตาแทนโดยใช้ฝาปิด ประตูหน้าเตาลักษณะเลื่อนขึ้นลง ให้เหลือพื้นที่ 1 ใน 4 ของพื้นที่หน้าเตาดังภาพที่ 3.11 ช่วงนี้ไม้จะคายสารต่างๆ ที่มี ประโยชน์ออกมา ซึ่งเป็นช่วงที่สามารถเก็บน้ำส้มควันไม้ได้แล้ว



ภาพที่ 3.10 แสดงลักษณะควันบ้ำ



ภาพที่ 3.11 แสดงการหรีหน้าเตาให้เหลือ 1 ใน 4

2.5 การเก็บน้ำส้มควันไม้ทำได้โดยการเทน้ำลงในท่อควบแน่น เพื่อให้ น้ำส้มควันไม้กลั่นตัว แล้วใช้ภาชนะรองใต้ปล่องควันเมื่อน้ำส้มควันไม้เริ่มหนืดและมีสีเข้มขึ้นจึงเลิกเก็บ หลังจากนั้นควันปากปล่องจะมีสีน้ำเงิน ออกมา แสดงว่าไม้ในเตากลายเป็นถ่านหมดแล้ว

2.6 กระบวนการทำถ่านให้บริสุทธิ์เมื่อควันเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน ให้เปิดหน้าเตาออก ประมาณครึ่งหนึ่งของหน้าเตาดังภาพที่ 3.12 จนควันเปลี่ยนเป็นสีฟ้าอ่อนหรือทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที เมื่อควันเริ่มจางลงจนเป็นควันใส โดยสังเกตที่ระยะ 10 เซนติเมตร เหนือปากปล่อง ถ้าสามารถมอง ควันทะลุเห็นปากปล่องด้านในได้ ให้ค่อยๆ ไล่ปิดปล่องควันทีละปล่อง โดยเริ่มจากปล่องเร่งด้านบน และปล่องควันด้านข้างอีก 2 ปล่อง ด้วยกระป๋องที่ตัดครึ่งกับดินเหนียวหรือใช้ดินเหนียวอย่างเดียว และปิดช่องใส่เชื้อเพลิงหน้าเตาโดยใช้ดินเหนียวอุดจากนั้นรอปล่องควันปล่องที่ 3 ใสใช้เวลาประมาณ 30 - 45 นาที แล้วจึงปิดปล่องควันที่ 3 ดังภาพที่ 3.13 จากนั้นทิ้งไว้หนึ่งคืน หรืออย่างน้อย 6 - 8 ชั่วโมง เพื่อให้ถ่านดับสนิทและเย็นลง



ภาพที่ 3.12 แสดงการเปิดหน้าเตาออกประมาณครึ่งหนึ่งของหน้าเตา เพื่อทำให้ถ่านบริสุทธิ์



ภาพที่ 3.13 แสดงการปิดเตา

2.7 การเปิดเตา ให้เริ่มจากการเปิดที่ปากปล่องหรือฝาด้านบนก่อน เพื่อไล่อากาศที่ค้างอยู่ในเตา ค่อยๆ นำถ่านออกมาวางตากไว้ในที่โล่งประมาณ 1 ชั่วโมง เพื่อป้องกันไม่ให้อ่างลุกติดไฟ แล้วจึงเก็บใส่ภาชนะบรรจุ ดังภาพที่ 3.14



ภาพที่ 3.14 แสดงการนำถ่านที่ได้จากการเปิดเตาวางตากไว้ในที่โล่ง

3. การผลิตถ่านอัดแท่ง

3.1 เตรียมผงถ่านหุ้ง้ำมันสำปะหลัง และต้นข้าวโพด โดยวิธีการนำถ่านที่ได้จากการเผาด้วยเตาเผาผลิตถ่านแบบถัง 200 ลิตร มาบดหรือตำให้เป็นผง หรือเป็นเม็ดละเอียด และร่อนด้วยตะแกรงที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 มิลลิเมตร ดังภาพที่ 3.15



ภาพที่ 3.15 แสดงขั้นตอนการเตรียมผงถ่านหุ้ง้ำมันสำปะหลัง และต้นข้าวโพด

3.2 นำผงถ่านที่ได้จากการบดหรือตำมาผสมกับแป้งมันสำปะหลัง โดยใช้แป้ง ร้อยละ 5-7 ของน้ำหนักถ่าน แล้วค่อยๆ เติมน้ำผสมเข้าให้ทั่ว (ทดสอบปริมาณน้ำ โดยการนำถ่านมากำในมือ แล้วอยู่เป็นก้อนได้) ดังภาพที่ 3.16



ภาพที่ 3.16 แสดงขั้นตอนการผสมผงถ่านกับแป้งมันสำปะหลัง

3.3 นำผงถ่านที่ผสมแล้วใส่ในกระบอกลัดสำหรับขึ้นรูปทั้ง 5 กระบอก ดังภาพที่ 3.17



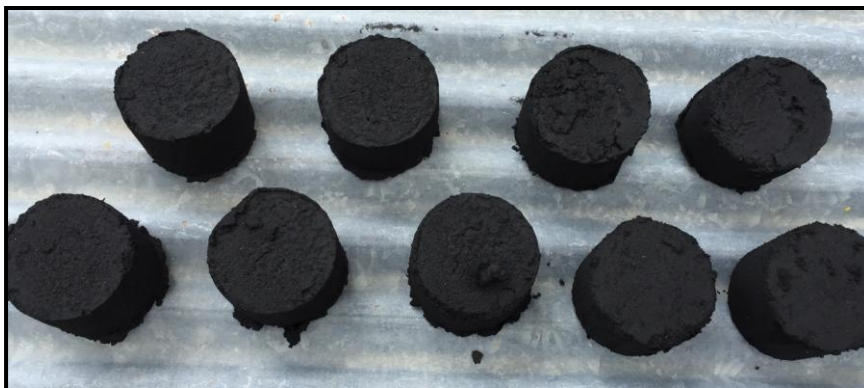
ภาพที่ 3.17 แสดงการอัดขึ้นรูปถ่านอัดแท่ง

3.4 นำตัวอัดกดในกระบอกลัดสำหรับขึ้นรูป ออกแรงกดประมาณ 4-5 ครั้ง หลังจากนั้น เคาะแผ่นรองรับถ่านออก แล้วค่อยยกตัวอัดลงเบาๆ เพื่อให้ถ่านหลุดออกจากกระบอกลัดลงในถาดรองรับ ดังภาพที่ 3.18



ภาพที่ 3.18 แสดงถ่านอัดแท่งที่ผ่านกระบวนการอัด

3.5 นำถ่านอัดแท่งที่ได้ไปตากแดดประมาณ 2-3 วัน เพื่อกำจัดความชื้นและให้ถ่านแห้ง ดังภาพที่ 3.19



ภาพที่ 3.19 แสดงการกำจัดความชื้นถ่านอัดแท่งโดยการตากแดด

3.6 เก็บถ่านอัดแท่งที่แห้งแล้วใส่ภาชนะ และเอาไปใช้หุงต้มในครัวเรือนได้ตามต้องการ ดังภาพที่ 3.20



ภาพที่ 3.20 แสดงถ่านอัดแท่งที่ผ่านการกำจัดความชื้น

4. การทดสอบคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงของผงถ่านและถ่านอัดแท่ง

การทดสอบคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงของผงถ่านและถ่านอัดแท่ง เป็นขั้นตอนการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและค่าความร้อนของผงถ่านแห้งมันสำปะหลัง ผงถ่านต้นข้าวโพด และถ่านอัดแท่งแห้งมันสำปะหลัง ถ่านอัดแท่งต้นข้าวโพด และถ่านอัดแท่งรวมโดยแบ่งเป็นอัตราส่วนผสมของผงถ่านแห้งมันสำปะหลังต่อต้นข้าวโพดร้อยละ 50 : 50 และร้อยละ 75 : 25 โดยทำการทดสอบหาค่าปริมาณความชื้น (moisture content) ปริมาณเถ้า (ash content) ปริมาณ

สารระเหย (volatile matter) ปริมาณคาร์บอนคงตัว (fixed carbon) ปริมาณกำมะถันรวม (total sulfur) และค่าความร้อน (heating value) จากห้องปฏิบัติการศูนย์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต โดยมีหลักการวิเคราะห์ และขั้นตอนการทดสอบในแต่ละพารามิเตอร์ดังนี้

4.1 ปริมาณความชื้น (moisture content) ทำการวิเคราะห์ตามมาตรฐานของ ASTM D3173 โดยนำตัวอย่างมาวิเคราะห์ให้ความร้อนคงที่ใต้อบ (Drying Oven) ที่อุณหภูมิประมาณ 104-110 องศาเซลเซียส เพื่อให้ไอน้ำระเหยออกจากตัวอย่าง ค่าความชื้นที่ได้สามารถนำมาคำนวณได้จากน้ำหนักของตัวอย่างที่ลดลง

วิธีการทดลอง

4.1.1 นำถ้วย (Crucible) ที่สะอาดไปอบ 30 นาที ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส แล้วนำไปทำให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccators) ประมาณ 15 นาที จึงนำไปชั่งน้ำหนัก

4.1.2 ชั่งน้ำหนักถ้วย (Crucible) และตัวอย่างผงถ่านหรือถ่านอัดแท่งที่ได้จากเหง้ามันสำปะหลัง หรือต้นข้าวโพด ประมาณ 1 กรัม (W1) นำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 2-3 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccators) ประมาณ 20 นาที จึงนำไปชั่งน้ำหนัก (W2)

วิธีการคำนวณ

$$M = (W1 - W2) / W * 100$$

| | | | |
|----------|----|---|-------------------------------------|
| กำหนดให้ | M | = | ร้อยละของปริมาณความชื้น |
| | W1 | = | น้ำหนักถ้วยและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม) |
| | W2 | = | น้ำหนักถ้วยและตัวอย่างหลังอบ (กรัม) |
| | W | = | น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม) |

4.2 ปริมาณเถ้า (ash content) ทำการวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D3174 โดยนำตัวอย่างไปเผาให้ความร้อนในเตาเผาที่อุณหภูมิระหว่าง 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และค่อยๆ เพิ่มความร้อนเป็น 700-750 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้น้ำหนักที่คงของถ่านไพโรรวมทั้งน้ำหนักของเถ้าที่เหลือพร้อมฝาปิด จำนวนร้อยละของปริมาณเถ้าสามารถคำนวณได้จากน้ำหนักที่เหลืออยู่ภายหลังการเผาแล้ว

วิธีการทดลอง

4.2.1 นำถ้วย (Crucible) ที่สะอาดไปอบ 30 นาที ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส

4.2.2 ชั่งน้ำหนักถ้วย (Crucible) และตัวอย่างผงถ่านหรือถ่านอัดแท่งที่ได้จากเหง้ามันสำปะหลัง หรือต้นข้าวโพด ประมาณ 1 กรัม (W1)

4.2.3 นำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส ประมาณ 4 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccators) 20 นาที จึงนำไปชั่งน้ำหนัก (W2)

วิธีการคำนวณ

$$M = (W1 - W2) / W * 100$$

| | | | |
|----------|----|---|---|
| กำหนดให้ | M | = | ร้อยละของปริมาณเถ้า |
| | W1 | = | น้ำหนักถ้วยและเถ้าของตัวอย่างหลังเผา (กรัม) |
| | W2 | = | น้ำหนักถ้วย (กรัม) |
| | W | = | น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม) |

4.3 ปริมาณสารระเหย (volatile matter) ทำการวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D3175 โดยนำตัวอย่างมาเผาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 950 ± 20 องศาเซลเซียส ในเตาเผาเป็นเวลา 7 นาที แล้วคำนวณหาปริมาณสารระเหยจากการสูญเสียน้ำหนักตัวอย่าง

วิธีการทดลอง

4.3.1 เเผา crucible พร้อมฝาที่ อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียสประมาณ 30 นาที แล้วนำไปทำให้เย็นโดยใส่ในโถดูดความชื้น (Desiccators) ประมาณ 15 นาที

4.3.2 ชั่งน้ำหนักถ้วย (Crucible) และตัวอย่างผงถ่านหรือถ่านอัดแท่งที่ได้จากเหง้ามันสำปะหลัง หรือต้นข้าวโพด ประมาณ 1 กรัม ใส่ลงไปใน crucible แล้วปิดฝา (W1)

4.3.3 นำไปเผาในเตาเผาประมาณ 7-10 นาที แล้วปล่อยให้เย็นในเตาอีก 7 นาที

4.3.4 นำ crucible ออกจากเตาเผา แล้วนำไปทำให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccators) ประมาณ 30 นาทีแล้วนำไปชั่งน้ำหนัก (W2)

วิธีการคำนวณ

$$V = (W1 - W2) / W * 100 - M$$

| | | | |
|----------|----|---|--|
| กำหนดให้ | V | = | ร้อยละของปริมาณสารระเหย |
| | M | = | ร้อยละของปริมาณความชื้น |
| | W1 | = | น้ำหนักของ Crucible พร้อมฝา และตัวอย่างก่อนเผา |
| | W2 | = | น้ำหนักของ Crucible พร้อมฝา และตัวอย่างหลังเผา |
| | W | = | น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม) |

4.4 ปริมาณคาร์บอนคงตัว (fixed carbon) ทำการวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D 3172 โดยวิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณคาร์บอนคงตัว (เปอร์เซ็นต์)} = 100 - (\text{เปอร์เซ็นต์ของค่าความชื้น} + \text{เปอร์เซ็นต์ของค่าปริมาณสารระเหย})$$

4.5 ปริมาณกำมะถันรวม (total sulfur) ทำการวิเคราะห์โดยหาในรูปซัลเฟต (Sulfate) ซึ่งหลักการหาปริมาณกำมะถันรวมของวิธีนี้คือ วัดความขุ่นของ BaSO₄ ที่เกิดขึ้นเมื่อเติม BaCl₂ Crystal วิธีนี้ใช้หาซัลเฟต (sulfate) ในลักษณะของ SO₄ ที่มีในตัวอย่างไม่เกิน 40 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความแม่นยำจะลดลง ตัวอย่างที่มี Organic Matter มากจะหาซัลเฟต (sulfate) โดยวิธีนี้ไม่ได้ เพราะจะไม่เกิดตะกอน BaSO₄ สำหรับตัวอย่างที่มีสีและมีสารแขวนลอยมาก ควรกำจัดการสารแขวนลอยออกบ้างโดยการกรอง ตัวอย่างส่วนมากไม่ใสจึงต้องวัดความขุ่นเมื่อเติม Conditioning Solution ครึ่งหนึ่งก่อนแล้วเอาไปลบกับความขุ่นที่เกิดขึ้นเมื่อเติม BaCl₂ จะเป็นความขุ่นที่เกิดจาก BaSO₄ ที่แท้จริง

4.6 ค่าความร้อน (heating value) ทำการวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐานของ ASTM D3286 โดยนำตัวอย่างของสารเผาอย่างสมบูรณ์ในตัวอย่างบอมบ์ ที่มีออกซิเจนอยู่ปริมาณที่เกินพอ ความร้อนของการเผาไหม้ที่เกิดขึ้นเป็นผลให้อุณหภูมิของ Jacket สูงขึ้น และสามารถคำนวณความร้อนที่เกิดขึ้นได้

วิธีการทดลอง

4.6.1 ตัดลวด (Fuse Wire) ยาวประมาณ 10 เซนติเมตร ผูกที่ปลายทั้งสองของแท่งเหล็กด้านล่างของฝาบอมบ์

4.6.2 อัดตัวอย่างเม็ดผงถ่าน หรือถ่านอัดแท่งที่ได้จากเหง้ามันสำปะหลัง หรือต้นข้าวโพด ให้มีน้ำหนักประมาณ 1.0 กรัม จากนั้นนำไปวางในถ้วย และวางถ้วยบนช่วงปลายเหล็กด้านล่างบอมบ์ จัดลวดให้สัมผัสตัวอย่าง

4.6.3 ประกอบฝาบอมบ์กับตัวอย่างบอมบ์ นำไปอัดออกซิเจนให้ได้ความดันประมาณ 30 บรรยากาศ

4.6.4 ใส่น้ำกลั่นที่มีอุณหภูมิประมาณ 24 องศาเซลเซียส ปริมาณ 2 ลิตร ลงในถัง (Bucker) เสียบสายไฟที่ใช้ในการจุดระเบิด 2 เส้น เช้ากับตัวบอมบ์ แล้วปิดฝาเครื่อง

4.6.5 เปิดสวิตช์ อ่านอุณหภูมิของน้ำในถังบรรจุบอมบ์ (Bucket) กับน้ำที่อยู่ในตัวหุ้ม (Jacket) เมื่ออุณหภูมิทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกัน กดปุ่มจุดระเบิด บันทึกค่าอุณหภูมิเริ่มต้นและอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจนกระทั่งคงที่ จึงยุติการทดลอง

4.6.6 วัดความยาวลวดที่เหลือ แล้วป้อนค่าเข้าสู่เครื่อง เพื่อคำนวณค่าความร้อนของตัวอย่าง

5. การเผยแพร่การเรียนรู้การผลิตถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ทางคณะผู้วิจัยได้ดำเนินการเผยแพร่การเรียนรู้เรื่องการผลิตถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อใช้ในครัวเรือน และชุมชน ให้แก่กลุ่มเกษตรกรของหมู่บ้านตะเพินคี หมู่ที่ 5 ตำบลวังยาว อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี โดยแบ่งกิจกรรมออกเป็น 3 กิจกรรม ได้แก่ การอบรมให้ความรู้เรื่องการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตถ่านอัดแท่ง การสาธิตการเผาถ่าน โดยใช้เตาเผาผลิตถ่านแบบถ้ำ 200 ลิตร ตามคู่มือการผลิตถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อใช้ในครัวเรือน และการสาธิตการผลิตถ่านอัดแท่งจากผงถ่านแห้งมันสำปะหลัง และต้นข้าวโพด ตามคู่มือการผลิตถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อใช้ในครัวเรือน ดังภาพที่ 3.21 - ภาพที่ 3.23 และเพื่อให้การศึกษาครั้งนี้บรรลุวัตถุประสงค์ คณะผู้วิจัยได้ใช้แบบประเมินระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมโครงการเผยแพร่ความรู้ เรื่อง การผลิตถ่านอัดแท่ง จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ณ หมู่บ้านตะเพินคี อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งมีรายละเอียดประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบประเมิน มีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check list) ส่วนที่ 2 เป็นแบบประเมินระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมโครงการเผยแพร่ความรู้ ประกอบด้วยความพึงพอใจด้านวิทยากร จำนวน 3 ข้อ ด้านความรู้ความเข้าใจ และการนำไปใช้ประโยชน์ของผู้เข้าร่วมโครงการ จำนวน 10 ข้อ และกระบวนการขั้นตอนที่ต้องการความช่วยเหลือจากผู้วิจัย จำนวน 7 ข้อ โดยได้กำหนดน้ำหนักการให้คะแนนของตัวเลือก 5 ระดับ ตั้งแต่ 1 ถึง 5



ภาพที่ 3.21 แสดงการอบรมให้ความรู้เรื่องการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตถ่านอัดแท่ง



ภาพที่ 3.22 แสดงการสาธิตการผลิตถ่านโดยใช้เตาเผาผลิตถ่านแบบถัง 200 ลิตร



ภาพที่ 3.23 แสดงการสาธิตการผลิตถ่านอัดแท่งจากผงถ่านหุ้ง้ำมันสำปะหลัง และต้นข้าวโพด

เครื่องมือในการวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

ทางผู้วิจัยได้เลือกใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล 2 ประเภท ได้แก่

1. แบบสังเกต สำหรับเก็บข้อมูลโดยตรงจากการลงสำรวจพื้นที่โครงการ ได้แก่ รายการตรวจสอบ แบบบันทึกข้อมูล และการถ่ายภาพ
2. การสัมภาษณ์ โดยใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากข้อความถาม ด้วยคำพูดโดยตรงกับกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ เจ้าหน้าที่อุทยาน ผู้นำชุมชน และราษฎรในพื้นที่โครงการ

การวิเคราะห์ข้อมูล

เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการวิจัยเป็นข้อมูลประเภทปฐมภูมิ และทุติยภูมิ ที่มีลักษณะของข้อมูลทั้งเชิงปริมาณ และคุณภาพ ทางคณะผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (Qualitative) ในรูปแบบการพรรณนาวิเคราะห์ของเนื้อหา ข้อสรุป ข้อมูลจากการสังเกต สัมภาษณ์ และการจดบันทึก