บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ถ่านอัดแท่ง

ในอดีตคนไทยตามชนบทนิยมใช้ไม้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการหุงต้มและปิ้งย่างของครัวเรือน โดยอาจอยู่ในรูปของถ่านไม้ฟืนหรือถ่านไม้ซึ่งส่วนใหญ่มีลักษณะเปราะ มีควันระหว่างติดไฟ ระยะเวลาเผาไหม้สั้นและเกิดเชื้อรา ประกอบกับในปัจจุบันปริมาณต้นไม้ลดลงเป็นอย่างมาก ดังนั้นจึงทำให้มีความสนใจที่จะนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น ขี้เลื่อย เศษไม้ยางพารา กะลามะพร้าว ไม้ไผ่ กากปาล์ม ซังข้าวโพด และเศษไม้ต่าง ๆ มาผลิตเป็นเชื้อเพลิง โดยกระบวนการเผาแล้วนำมาอัดแท่งเพื่อให้อยู่ในรูปถ่านอัดแท่งหรือถ่านอัดเป็นก้อน เพราะสะดวกต่อการใช้งานและง่ายในการจัดเก็บตลอดจนติดไฟได้นานและมีราคาไม่สูงมากเมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงอื่น ๆ นำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งกันอย่างหลากหลาย เช่น การผลิตถ่านอัดแท่งจากเหง้ามันสำปะหลัง การผลิตถ่านอัดแท่งจากแกรบ การผลิตถ่านอัดแท่งจากขี้เลื่อย ทั้งนี้ถ่านอัดแท่งที่ดีจะไม่มีควันหรือควันน้อยและไม่มีกลิ่น รวมถึงไม่แตกประทุง่าย ตลอดจนมีปริมาณเถ้าต่ำและให้ความร้อนสูงอย่างสม่ำเสมอ (พุฒินันท์ พึ่งวงญาติ, 2549 : 24-27) การทำถ่านอัดแท่งนั้นจำเป็นต้องคำนึงปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ปริมาณความชื้นของผงถ่าน ถ้าผงถ่านมีปริมาณความชื้นมากเกินไป เมื่อผงถ่านได้รับความร้อนอาจทำให้เกิดไอน้ำขึ้นในขณะอัดแท่ง และไอน้ำอาจจะทำให้แท่งถ่านเกิดการขยายตัวซึ่งอาจส่งผลถ่านอัดแท่งเกิดการแตกร่วนได้ง่าย แต่ถ้าผงถ่านมีปริมาณความชื้นต่ำเกินไปจะทำให้ผงถ่านยึดเกาะประสานตัวกันเป็นแท่งได้ยากและอาจส่งผลให้เกิดร้อยร้าวที่ผิวของแท่งถ่านซึ่งจะทำให้แท่งถ่านเกิดการแตกหักได้ง่าย โดยทั่วไปแล้วผงถ่านที่ดีจะมีปริมาณความชื้นร้อยละ 8.0 - 12

2. ความดันภายและแรงเสียดทานภายในของกระบอกอัดในกระบวนการผลิตถ่านอัดแท่งนั้นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพของถ่านอัดแท่ง ทั้งนี้ ความดันภายในกระบอกอัดจะถูกควบคุมโดยการปรับเปลี่ยนระยะห่างของเกลียวอัด ความเร็วของการหมุนสกรู และระยะห่างของสกรูหมุนกับผนังของกระบอกอัด เมื่อสกรูหมุน ผงถ่านภายในกระบอกอัดจะถูกดันให้ติดกับผนังกระบอกอัดทำให้เกิดการจับตัวกันเป็นแท่ง ในขณะที่แรงเสียดทานที่เกิดจากการเคลื่อนตัวของผงถ่านที่ร่วมกันเป็นแท่งกับผนังกระบอกเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้เนื้อถ่านรวมกันเป็นแท่งที่มีความหนาแน่นมากขึ้น ความดันภายในกระบอกอัดจะมีผลต่อการระบายอากาศหรือแก๊สออกจากผงถ่านที่ถูกอัดแท่งในกระบอก ความดันที่เพิ่มขึ้นจะช่วยให้ผงของถ่านเกิดการอัดตัวต่อกันและเชื่อมต่อเป็นแท่งแข็งที่มีความหนาแน่นมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามผู้ผลิตจะต้องปรับการตั้งค่าและการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เหล่านี้ให้เหมาะสมเพื่อให้ได้ถ่านอัดแท่งที่มีคุณภาพสูง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

3 การควบคุมสัดส่วนผงถ่านและวัสดุเหลือใช้ในกระบวนการผลิตถ่านอัดแท่งควรคำนึงถึงสัดส่วนของผงถ่านและวัสดุเหลือใช้ให้มีความเหมาะสม เพื่อจะได้ถ่านอัดแท่งที่มีคุณภาพดี การใช้วัสดุเหลือใช้ในการผลิตถ่านอัดแท่งสามารถลดการใช้วัสดุที่มีค่าใช้จ่ายสูงและช่วยลดปัญหาการสูญเสียวัสดุ

4. การควบคุมอุณหภูมิในกระบอกอัดและการเผาถ่านในกระบอกอัดมีความสำคัญมาก เพื่อป้องกันไม่ให้ถ่านอัดแท่งระเบิด อุณหภูมิที่เหมาะสมในกระบอกอัดมีค่าประมาณ 250 – 300 องศาเซลเซียส การควบคุมอุณหภูมิสามารถทำได้ด้วยระบบหัวเผาแก๊ส ซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุด ระยะเวลาในการเผาที่เหมาะสมจะช่วยให้ถ่านอัดแท่งได้รับความร้อนสูงแต่ไม่เกินขีดจำกัดที่ทำให้ถ่านอัดแท่งแตกหักได้

คาร์บอนแบล็ค

คาร์บอนแบล็คจะแตกต่างจากเขม่า เพราะเขม่าจะหมายถึงคาร์บอนที่เราไม่ต้องการที่เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของวัสดุที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ เช่น แก๊สโซลีน ถ่านหิน กระดาษ พลาสติกหรือขยะ เป็นต้น เขม่าเหล่านี้จะมีปริมาณของสารไดคลอโรมีเทนและโทลูอีนจำนวนมากและอยู่ในเถ้ามากกว่าร้อยละ 50 นอกจากคาร์บอนแบล็คยังมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างจากเขม่า คือ คาร์บอนแบล็คจะมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 97 และคาร์บอนจะเรียงตัวในลักษณะอะซีนีฟอร์มหรือฝุ่นที่มีโครงสร้างรวมกันเหมือนองุ่น แต่เขม่าจะมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบน้อยกว่าร้อยละ 60 จะถูกนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมยาง โดยจะถูกเติมไปในยางเพื่อให้เป็นวัสดุ และเป็นสารเพิ่มความแข็งแรงให้กับยาง คาร์บอนแบล็คได้นำไปใช้ในชิ้นส่วนต่าง ๆ ของยาง ได้แก่ ยางในตัวเนื้อยาง และผนังของยาง นอกจากนี้ยังได้นำมาใช้ในการขึ้นรูปแบบหล่อ และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ อีกมากจากอุตสาหกรรมยาง เช่น เข็มขัด หัวฉีดน้ำ ลูกสูบ อุปกรณ์การสั่นสะเทือน อุปกรณ์กันกระแทก สายพาน เป็นต้น อุตสาหกรรมหมึกพิมพ์และหมึกเคลือบ คาร์บอนแบล็คได้ถูกนำมาใช้มากในการเป็นผงสีของหมึกพิมพ์และหมึกเคลือบ โดยเมื่อเทียบสัดส่วนการใช้งานแล้วจะเป็นรองเฉพาะการนำคาร์บอนแบล็คไปใช้ในอุตสาหกรรมยางเท่านั้น คาร์บอนแบล็คที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมนี้ต้องเป็นชนิดที่ออกซิไดซ์ด้วยกรด หรือ ชนิด acid oxidized carbon black โดยกรดจะถูกนำมาพ่นที่อุณหภูมิสูงใน กระบวนการผลิตคาร์บอนแบล็ค ซึ่งจะทำให้ให้คาร์บอนแบล็คที่ได้มีลักษณะพื้นผิวที่ต่างออกไป โดยจะมีจำนวนของพันธะออกซิเจนบนพื้นผิวของคาร์บอนแบล็คเพิ่มขึ้นซึ่งจะเหมาะสมกับการนำคาร์บอนแบล็ค ไปใช้งานในการเป็นหมึกสีและหมึกเคลือบมากกว่าชนิดอื่น

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

คาร์บอนแบล็คและเขม่าเป็นสารคาร์บอนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ แต่มีความแตกต่างกันในลักษณะเคมีและสมบัติต่างๆ ดังนี้:

1. ส่วนประกอบเคมี คาร์บอนแบล็คมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 97 และมักจะมีโครงสร้างรวมกันเหมือนองุ่น ในขณะที่เขม่ามีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบน้อยกว่าร้อยละ 60 และมักเป็นอะซีนีฟอร์มหรือฝุ่นที่ไม่มีโครงสร้างรวมกัน

2. สมบัติทางกายภาพ คาร์บอนแบล็คมีลักษณะเป็นผงสีดำและมีขนาดเล็ก ซึ่งสามารถกระจายอยู่ในอากาศได้ระยะไกล ในขณะที่เขม่ามักมีขนาดใหญ่กว่าและมีลักษณะเป็นเม็ดหยาบ ซึ่งมักจะตกตะกอนและสะสมอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงแหล่งกำเนิด

สรุปได้ว่าคาร์บอนแบล็คและเขม่าเป็นสารคาร์บอนที่เกิดจากกระบวนการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ แต่มีความแตกต่างกันในลักษณะเคมีและสมบัติต่างๆ โดยคาร์บอนแบล็คมีการนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมยางและอุตสาหกรรมหมึกพิมพ์และหมึกเคลือบอย่างหลักสำคัญ

การวิเคราะห์สมบัติทางด้านเชื้อเพลิง

1 การวิเคราะห์ค่าความร้อน

การวิเคราะห์ค่าความร้อน (Heating Value) ของถ่านอัดแท่ง ตามมาตรฐาน ASTM 5865 ด้วยเครื่องบอมบ์แคลอรีมิเตอร์ยี่ห้อ ika รุ่น C2000 มีขั้นตอนดังนี้

1 นำปลายลวดทั้งสองข้างผูกเข้ากับแท่งเหล็กของฝาบอมบ์ใส่ตัวอย่างผงถ่านปริมาณ 1.0 กรัม ลงในถ้วย โดยวางถ้วยที่ใส่ผงถ่านตัวอย่าง (ถ่านอัดแท่งบดละเอียด) ลงบนปลายแท่งเหล็กของฝาบอมบ์

2 เติมน้ำกลั่นปริมาณ 1.0 มิลลิลิตร ลงในบอมบ์ แล้วทำการปิดฝาบอมบ์ เพื่อนำไปอัดด้วยออกซิเจนให้มีความดัน 30 บรรยากาศ แล้วนำไปวางในถังบอมบ์

3 ใส่น้ำกลั่นอุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส ปริมาตร 2.0 ลิตร ลงในถังบอมบ์แล้วต่อลวดเข้ากับบอมบ์ ปิดฝาของถังบอมบ์ให้แน่นสนิท และเปิดสวิตซ์เครื่องเพื่อทำการควบคุมอุณหภูมิของน้ำในถังบอมบ์และน้ำที่อยู่ในตัวแจ็คเก็ตให้มีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน จากนั้นกดปุ่มสตาร์ท เพื่อเริ่มกระบวนการวิเคราะห์ค่าความร้อน บันทึกค่าอุณหภูมิก่อนและอุณหภูมิหลังกดปุ่มสตาร์ท

4 นำบอมบ์ออกมาจากแจ็คเก็ต และนำลวดที่เหลือจากการเผาไหม้มาวัดความยาว แล้วใส่ค่าที่วัดได้ในเครื่องบอมบ์เพื่อคำนวณปริมาณความร้อน

2 การวิเคราะห์ร้อยละความชื้นของถ่านอัดแท่ง

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของถ่านอัดแท่งด้วยเตาอบ มีขั้นตอนดังนี้

1 ชั่งน้ำหนักถ่านตัวอย่างก่อนอบ โดยบันทึกน้ำหนัก เป็น w_1

2 เปิดเครื่องเตาอบและตั้งอุณหภูมิของเตาอบให้มีค่า 105 องศาเซลเซียส รอจนกว่าอุณหภูมิของเตาอบจะคงที่

3 เมื่ออุณหภูมิของเตาอบคงที่แล้วนำถ่านตัวอย่างที่เตรียมไว้ ใส่ในเตาอบ เป็นเวลา 3.0 ชั่วโมง หลังจากทำให้เย็นในโถดูดความชื้น เป็นเวลา 20 นาที แล้วนำไปชั่งน้ำหนักและบันทึกน้ำหนักเป็น w_2

4 คำนวณหาค่าร้อยละปริมาณความชื้น

$$\%M = \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100\%$$

เมื่อ %M คือ ค่าร้อยละปริมาณความชื้น

w_1 คือ น้ำหนักถ่านตัวอย่างก่อนอบ

w_2 คือ น้ำหนักถ่านตัวอย่างหลังอบ

3 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

การวิเคราะห์ปริมาณเถ้าของถ่านอัดแท่ง มีดังนี้

1 ชั่งน้ำหนักถ่านตัวอย่างโดยนำถ่านตัวอย่างไปชั่งน้ำหนักและบันทึกน้ำหนัก W

2 เผาถ่านตัวอย่างด้วยการนำถ่านตัวอย่างที่ผ่านการเผาจนกลายเป็นเถ้าไปชั่งน้ำหนัก แล้วบันทึกน้ำหนัก w_{SC}

3 คำนวณหาค่าร้อยละปริมาณเถ้า

$$\%Ash = \frac{W_{SC}}{W} \times 100\%$$

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เมื่อ %Ash คือ ค่าร้อยละปริมาณเถ้า

W คือ น้ำหนักถ่านตัวอย่างก่อนเผา.

W_{SC} คือ น้ำหนักถ่านตัวอย่างที่ผ่านการเผา

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1 งานวิจัยในประเทศ

ชีวะ ทัศนา และ วิฑูรย์ หนูเล็ก (2559) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำก้านติดใบสละมาทำเชื้อเพลิงอัดแท่ง และศึกษาวิเคราะห์เปรียบเทียบความร้อน ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้าและระยะเวลาในการติดไฟ ถ่านอัดแท่ง 4 ชนิด คือ ถ่านไม้อัดแท่ง ถ่านไม้อัดแท่งผสมคาร์บอนแบล็ค ถ่านก้านติดใบสละอัดแท่ง ถ่านก้านติดใบสละอัดแท่งผสมคาร์บอนแบล็ค ซึ่งถ่านอัดแท่งทั้ง 4 ชนิด มีขนาดเท่ากัน ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงของถ่านอัดแท่ง พบว่า ถ่านก้านติดใบสละผสมคาร์บอนแบล็ค มีค่าความร้อนสูงที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 14,633 กิโลจูลต่อกิโลกรัม โดยมีปริมาณความชื้นและปริมาณเถ้าร้อยละ 8.14 และ 5.42 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าถ่านก้านติดใบสละ อัดแท่งผสมคาร์บอนแบล็ค ยังมีระยะเวลาในการติดไฟนานกว่าถ่านไม้อัดแท่ง ถ่านไม้อัดแท่งผสมคาร์บอนแบล็ค และถ่านก้านติดใบสละ

พัชราภรณ์ สมดีและคนอื่นๆ (2559 : 61-67) ศึกษาการตรวจสอบสมบัติของถ่านอัดแท่งไร้ควัน เมื่อเติมตัวประสานจากขยะพลาสติกพอลีสไตรีนและพอลิโพรพิลีน ผลการวิจัยพบว่า การเติมของเหลวจากขยะพลาสติกเป็นตัวประสานสามารถทราบถึงช่วงคุณสมบัติขอบถ่านอัดแท่งไร้ควันนี้ในด้านความต้านทานแรงอัดประมาณ 0.31-0.88 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตรโดยสัดส่วน 0.05 กิโลกรัม มีค่าความต้านทานแรงอัดสูงสุด และค่าพลังงานความร้อน 6,278 - 6,387 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าสูงสุดเมื่อเติมของเหลว 0.15 กิโลกรัม ค่าความชื้นร้อยละ 5.07 - 6.17 ซึ่งมีค่าสูงสุดเมื่อเติมของเหลว 0.05 กิโลกรัม นอกจากนี้ยังมีค่าปริมาณเถ้าร้อยละ 22.64 ถึง 27.44 ซึ่งมีค่าสูงสุดเมื่อเติมของเหลว 0.05 กิโลกรัม และปริมาณสารระเหยร้อยละ 29.31 ถึง 35.91 ซึ่งมีค่าสูงสุดเมื่อเติมของเหลวที่ 0.10 กิโลกรัม โดยการเติมของเหลวจากขยะพอลิสไตรีนและโพลิโพรพิลีน เพื่อเป็นตัวประสานนี้สามารถเพิ่มค่าความต้านทานแรงอัดสูงสุด ค่าพลังงานความร้อน และปริมาณ สารระเหยของถ่านอัดแท่งไร่ควันได้เป็น 1.84 0.01 และ 0.22 เท่า ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับถ่านอัดแท่งไร้ควันที่ไม่เติมของเหลวและพบว่าค่าความชื่นต่ำกว่าเกณฑ์ที่มีให้ได้ ในขณะเดียวกันปริมาณเถ้ามีค่าเกินมาตรฐานกำหนดทั้งที่เติมและไม่เติมของเหลว

2 งานวิจัยต่างประเทศ

Chewa Thassana and Witoon Nuleg (2017 : 060020-1-06002-5) ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำ ก้านติดใบสละมาทำเชื้อเพลิงอัดแท่ง และศึกษาวิเคราะห์เปรียบเทียบความร้อน ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้าและระยะเวลาในการติดไฟ ถ่านอัดแท่ง 4 ชนิด คือ ถ่านไม้อัดแท่ง ถ่านไม้อัดแท่งผสมคาร์บอนแบล็ค ถ่านก้านติดใบสละอัดแท่ง ถ่านก้านติดใบสละอัดแท่งผสมคาร์บอนแบล็ค ซึ่งถ่านอัดแท่งทั้ง 4 ชนิด มีขนาดเท่ากัน ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงของถ่านอัดแท่งทั้งสี่ชนิดพบว่า ถ่านก้านติดใบสละผสมคาร์บอนแบล็คมีค่าความร้อนสูงที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 14,633 กิโลจูลต่อกิโลกรัม โดยมีปริมาณความชื้นและปริมาณเถ้าร้อยละ 8.14 และ 5.42 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า ถ่านก้านติดใบสละอัดแท่งผสมคาร์บอนแบล็ค ยังมีระยะเวลาในการติดไฟนานกว่าถ่านไม้อัดแท่ง ถ่านไม้อัดแท่งผสมคาร์บอนแบล็ค และถ่านก้านติดใบสละ

Pongsak Jittabut (2015 : 2-9) ได้ศึกษาสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางความร้อนของถ่านอัดแท่งที่ผลิตจากฟางข้าวและซางอ้อยในอัตราส่วน 100:0 80:20 50:50 20:80 และ 0:100 โดยใช้กากน้ำตาลเป็นตัวประสาน ผลการวิจัยพบว่า ถ่านอัดแท่งมีค่าความร้อนประมาณ 16300 -17830 กิโลจูลต่อกิโลกรัม โดยมีปริมาณความชื้นและปริมาณเถ้ามีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 4.2-6.2 และ 7.84-12.8 ตามลำดับ โดยที่ถ่านอัดแท่งที่ผลิตจากฟางข้าวและซางออยในอัตราส่วน 50:50 มีคุณสมบัติทางความร้อนที่แสดงให้เห็นว่าสามารถนำผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งมากกว่าอัตราส่วนอื่นๆ

Xianmiao Liu and et al. (2014 : 638-647) ได้ศึกษาเปรียบเทียบถึงคุณสมบัติของถ่านอัดแท่งที่ทำจากไม้ไผ่และฟางข้าวซึ่งเป็นแหล่งเชื้อเพลิงชีวมวลของประเทศจีน ผลการวิจัยพบว่าถ่านอัดแท่งจากฟางข้าวมีปริมาณเถ้าร้อยละ 15.94 และค่าความร้อน 15,375 จูลต่อกรัม ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่ามาตรฐาน ที่กำหนดปริมาณเถ้าไม่ควรเกินร้อยละ 6.00 และค่าความร้อนต้องไม่ต่ำกว่า 17,500 จูลต่อกรัม. ในขณะที่ถ่านอัดแท่งจากไม้ไผ่มีคุณสมบัติการเผาไหม้ที่ดีกว่าถ่านอัดแท่งฟางข้าว อย่างไรก็ตามก็ยังต้องมีปรับปรุงและพัฒนาการเพื่อจะใช้ประโยชน์จากไม้ไผ่ในระดับอุตสาหกรรม

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี