บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารบทนี้จะอธิบายเกี่ยวกับการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำก้านติดใบสละมาผลิตเป็นชื้ออเพลิงอัดแท่งและศึกษาผลของอนุภาคคาร์บอนแบล็คต่อสมบัติทางความร้อนของถ่านอัดแท่ง โดยจะทำการวิเคราะห์ เปรียบเทียบปริมาณความร้อน ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้าและระยะเวลาในการติดไฟของถ่านอัดแท่ง

2.1 สละ

สละเนินวงษ์เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกมากที่สุดและเป็นสินค้าเกษตรขึ้นชื่อของจังหวัดจันทบุรี ลักษณะโดยทั่วไปของสละ ลำต้นต้นจะมีขนาดเล็กกว่าต้นระกำ กาบใบมีสีน้ำตาลทอง ปลายใบยาว หนามของยอดที่ยังไม่คลี่มีสีขาว ผลมีรูปร่างยาว หัวท้ายเรียวคล้ายกระสวย หนามผลยาวอ่อนนิ่ม เนื้อมีสีเหลืองนวลคล้ายน้ำผึ้ง หนานุ่ม รสชาติหวานหรือหวานอมเปรี้ยว รับประทานแล้วรู้สึกชุ่มคอ กลิ่นหอม เมล็ดเล็ก (สำนักส่งเสริมและฝึกอบบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์)

ลำต้นเป็นแกนอยู่ด้านในที่หุ้มด้วยกาบใบ ใบจะแตกออกลำต้นที่มีความสูง 3 ถึง 7 เมตร โดยรากของสละจะเป็นระบบรากฝอยเหมือนกับพืชใบเลี้ยงเดี่ยวอื่นๆ โดยรากจะแตกออกจากบริเวณโคนเหง้าเหนือดินเพื่อเป็นรากค้ำยันหรือรากอากาศและรากส่วนมากจะแตกออกจากเหง้าใต้ดินแทงออกในแนวขนานกับดินยาวได้มากกว่า 2 เมตร ใบประกอบด้วยใบย่อยที่แตกออกจากก้านใบคล้ายใบมะพร้าวมีความยาวประมาณ 2-3 เมตร ใบเป็นใบประกอบแบบขนนกและใบอ่อนที่แตกออกจากยอดใหม่จะห่อรวมกันเรียกว่าใบรูปหอกที่แทงออกจากกลางยอด เมื่อแก่จะแผ่คลี่ออกเป็นใบและใบของสละจะมีลักษณะอ่อนและลู่มากกว่าใบระกำ ปลายใบมีหนามขนาดเล็กและขอบใบมีลักษณะโค้งลงบริเวณกลางใบจนถึงปลายใบ ส่วนบนมีลักษณะเว้าลงเป็นร่อง ก้านใบแตกออกบริเวณแกนของลำต้นจะมีหนามแหลมจำนวนมากทั่วลำก้าน ก้านใบที่แก่และเหี่ยวตายจะไม่ร่วงหลุดออกจากต้นแต่จะค่อยๆกรอบผุไปเรื่อยๆ

ภาพที่ 2.1 ก้านติดใบของต้นสละ

2.2 กะลามะพร้าว

มะพร้าว (Coconut) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cocos nucifera Linn.* เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจพืชหนึ่งของประเทศไทยเนื่องจากคนไทยรู้จักและใช้เนื้อมะพร้าวในการบริโภคเป็นอาหารทั้งคาวและหวาน สำนักงานสถิติแห่งชาติได้เคยสำรวจพบว่าประชากรไทยคนหนึ่งจะบริโภคเนื้อมะพร้าวประมาณปีละ 8,273.2 กรัม หรือประมาณ 18 ผลต่อคนต่อปี ประเทศไทยมีพลเมืองประมาณ 60 ล้านคน จะใช้ผลมะพร้าวประมาณ 990 ล้านผลหรือประมาณ 65% ของผลผลิตทั้งหมด ส่วนที่เหลือประมาณ 35% ของผลผลิตทั้งหมดหรือ 489 ล้านผล ใช้ในรูปของอุตสาหกรรมหรือส่งออกต่อไป (เอกพงศ์ งามเลิศ, 2555) มะพร้าวเป็นพืชยืนต้นชนิดหนึ่งอยู่ในตระกูลปาล์มเป็นพืชที่นำใช้ประโยชน์ได้ในหลายทาง เช่น น้ำและเนื้อมะพร้าวอ่อนใช้รับประทาน เนื้อในผลแก่นำไปขูดเพื่อคั้นทำกะทิและกะลาสามารถนำไปประดิษฐ์สิ่งของต่างๆ อาทิเช่น กระบวย โคมไฟ ฯลฯ เป็นต้น นอกจากนี้มะพร้าวจัดเป็นพรรณไม้มงคลชนิดหนึ่ง ตามตำราพรหมชาติฉบับหลวงได้กำหนดให้ปลูกมะพร้าวไว้ทางทิศตะวันออกของบ้านเพื่อความเป็นสิริมงคล (อุระคินทร์ วิริยะบูรณะ, 2556)

กะลามะพร้าวคือส่วนหนึ่งที่ได้จากเปลือกแข็งที่อยู่ด้านในของลูกมะพร้าว ทั้งนี้กะลามะพร้าวจะมีน้ำมันเคลือบอยู่จึงทำให้ติดไฟง่ายดังนั้นจึงเหมาะสำหรับนำมาเป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อน นอกจากนั้นกะลามะพร้าวยังสามารถติดไฟอยู่ได้นาน อย่างไรก็ตามเรายังสามารถนำกะลามะพร้าวมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น การดัดแปลงเป็นวัสดุใช้สอยภายในครัวเรือนหรืออุปกรณ์ตกแต่งบ้าน การนำมาใช้เป็นตัวดูดซับสีและกลิ่นในอุตสาหกรรมต่างๆ และการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้โดยตรง

2.3 ถ่านอัดแท่ง

ในอดีตคนไทยตามชนบทนิยมใช้ไม้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการหุงต้มและปิ้งย่างของครัวเรือน โดยอาจอยู่ในรูปของไม้ฟืนหรือถ่านไม้ซึ่งส่วนใหญ่จะมีลักษณะเปราะ มีควันระหว่างการติดไฟ ระยะเวลาในการเผาไหม้สั้นและเกิดเชื้อรา ประกอบกับในปัจจุบันปริมาณต้นไม้ลดลงเป็นอย่างมาก ดังนั้นจึงทำให้มีความสนใจที่จะนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น กะลามะพร้าว เศษไม้ยางพารา ขี้เลื่อย ไม้ไผ่ กากปาล์ม ซังข้าวโพดและเศษไม้ต่างๆ มาผลิตเป็นเชื้อเพลิงโดยกระบวนการเผาแล้วนำมาอัดแท่งเพื่อให้อยู่ในรูปของถ่านอัดแท่งหรือถ่านอัดเป็นก้อน เพราะสะดวกต่อการใช้งานและง่ายในการจัดเก็บ ตลอดจนสามารถเผาไหม้ได้นานและมีราคาไม่สูงมาก เมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงอื่นๆ

ถ่านอัดแท่งเป็นแหล่งเชื้อเพลิงหนึ่งที่สามารถทดแทนการใช้ถ่านไม้ธรรมชาติที่กำลังจะหมดไป ปัจจุบันมีการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งกันอย่างหลากหลาย เช่น การผลิตถ่านอัดแท่งจากเหง้ามันสำปะหลัง การผลิตถ่านอัดแท่งจากแกลบ การผลิตถ่านอัดแท่งจากขี้เลื่อย ทั้งนี้ถ่านอัดแท่งที่ดีควรมีคุณสมบัติพิเศษ คือ ไม่มีกลิ่น ไม่มีควันไม่แตกประทุ ขี้เถ้าน้อยไม่ฟุ้งกระจาย ให้ความร้อนสูงสม่ำเสมอและทนทาน (พุฒินันท์ พึ่งวงญาติ, 2548) อย่างไรก็ตามการผลิตถ่านอัดแท่งจะต้องคำนึงถึงสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตดังต่อไปนี้

1. ความชื้นของผงถ่าน ถ้าผงถ่านมีความชื้นมากเกินไปจะทำให้เกิดไอน้ำขึ้นเมื่อผงถ่านได้รับความร้อนซึ่งจะทำให้เกิดการขยายตัวส่งผลให้ทำให้ถ่านอัดแท่งระเบิดและแตกร่วน แต่ถ้าผงถ่านมีความชื้นน้อยเกินไปจะทำให้ผงถ่านเกาะกันเป็นแท่งได้ยากและผิวของถ่านอัดแท่งจะมีรอยแตกร้าว โดยทั่วไปแล้วผงถ่านควรมีความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 8 ถึงร้อยละ 12

2. ความดันภายในกระบอกอัดขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างเกลียวอัด ความสูงของเกลียว ความเร็วของสกรูตลอดจนระยะห่างระหว่างผนังกระบอกอัดกับสกรู เมื่อถ่านถูกสกรูหมุนดันให้ติดกับกระบอกอัดจะทำให้เกิดการเกาะตัวกันและแรงเสียดทานระหว่างกระบอกอัดกับการเคลื่อนตัวของถ่านอัดแท่งทำให้การอัดตัวแน่นยิ่งขึ้น

ภาพที่ 2.2 ถ่านอัดแท่ง

2.4 ถ่านไม้

เนื้อไม้ทุกชนิดจะประกอบด้วยส่วนประกอบของแร่ธาตุและสารต่างๆ เมื่อนำมาเป็นเชื้อเพลิงในรูปของฟืนและถ่านขณะเผาไหม้ ส่วนประกอบของแร่ธาตุและสารต่างๆ จะระเหยออกมาในรูปของไอร้อนหรือกลิ่น และที่สำคัญคือควันและสารต่างๆ ดังกล่าวจะมีสารตัวหนึ่ง คือ ทาร์ (Tar) ถูกสกัดออกมาด้วย ซึ่งทางการแพทย์เชื่อว่าเป็นสารก่อมะเร็งตัวหนึ่ง ดังนั้นถ่านไม้ที่นำมาเป็นเชื้อเพลิงในการหุงหาอาหารหรือใช้ในการปิ้งย่างจึงควรใช้ถ่านที่ผ่านกรรมวิธีที่ทำให้ไม้กลายเป็นถ่านสมบูรณ์มากที่สุด ปริมาณถ่านไม่ต่ำกว่า 85% และมีสารระเหยปะปนออกมาในขณะติดไฟน้อยที่สุด โดยถ่านที่ดีควรมีคุณสมบัติดังนี้ มีความหนาแน่นสูง ให้ความร้อนสูง ไม่มีควันเมื่อติดไฟ ไม่แตกสะเก็ดระหว่างติดไฟ มีความแกร่งสูงและมีขี้เถ้าน้อย โดยที่ลักษณะของผิวหน้ารอยหักมีสีมันวาว เมื่อเคาะจะมีเสียงดังกังวานเหมือนโลหะจึงเป็นสื่อนำไฟฟ้ามีค่าความต้านทานทางไฟฟ้าต่ำและมีปริมาณถ่านมากกว่า 85 % ตลอดจนไม่มีก๊าซที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อมระเหยออกมาเมื่อติดไฟ (อุกฤษฎ์ โข่ศรี, 2551:)

2.5 คาร์บอนแบล็ค

คาร์บอนแบล็ค (black carbon) จะมีความแตกต่างจากเขม่า โดยเขม่ามักจะหมายถึงคาร์บอนที่เราไม่ต้องการ ซึ่งมาจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของวัสดุที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ เช่น น้ำมัน แก๊สโซลีน ถ่านหิน กระดาษ พลาสติกหรือขยะ ซึ่งเขม่าเหล่านี้จะมีปริมาณของสารไดคลอโรมีเทนและโทลูอีนจำนวนมากและอยู่ในเถ้ามากกว่าร้อยละ 50 นอกจากแล้วคาร์บอนแบล็คยังมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างจากเขม่า คือ คาร์บอนแบล็คจะมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 97 และคาร์บอนจะเรียงตัวในลักษณะอะซีนีฟอร์มหรือฝุ่นที่มีโครงสร้างรวมกันเหมือนองุ่น ในขณะที่เขม่าจะมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบน้อยกว่าร้อยละ 60

ภาพที่ 2.3 ผงคาร์บอนแบล็ค

2.6 เครื่องวัดอุณหภูมิแบบไม่สัมผัส

เครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบไม่สัมผัสหรือแบบอินฟราเรด TMO-03 เป็นเครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบไม่สัมผัสวัตถุโดยการวัดอุณหภูมิของอินฟราเรดนั้นจะวัดจากรังสีอินฟราเรดที่แผ่ออกจากวัตถุ ส่วนประกอบหลักของเครื่องมือวัด ประกอบไปด้วยเลนส์ที่รับรังสีอินฟราเรด ตัวตรวจจับรังสีอินฟราเรด (infrared detector) หรือเซนเซอร์อินฟราเรด วงจรอิเล็กทรอนิคส์ที่มีตัวคอนโทรลเลอร์หรืออุปกรณ์ประมวลผลอยู่ภายในโดยแปลงค่ารังสีอินฟราเรดเป็นค่าอุณหภูมิของวัตถุนั้นๆ และส่วนสุดท้ายคือส่วนแสดงผล (Display) เป็นค่าอุณหภูมิที่วัดได้ ซึ่งในการแปลงรังสีอินฟราเรดที่เซนเซอร์ตรวจจับได้ให้อยู่ในหน่วยของอุณหภูมิอาศัยกฎของพลังค์ และกฎของสเตฟาน โบลตซ์มานน์

ลิขสิทธิ์ของมหา ...รรณี

ภาพที่ 2.4 เครื่องวัดอุณหภูมิแบบไม่สัมผัส (อินฟราเรด) TMO-03

2.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัยนี้ คณะผู้ทำการวิจัยจะทำการวิเคราะห์ค่าปริมาณความร้อน ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้าและระยะเวลาในการติดไฟของถ่านไม้อัดแท่ง ถ่านไม้อัดแท่งผสมคาร์บอนแบล็ค ถ่านก้านติดไบสละอัดแท่งและถ่านก้านใบสละอัดแท่งผสมคาร์บอนแบล็คซึ่งสามารถทำได้ดังนี้

2.7.1 การวิเคราะห์หาปริมาณความร้อน

การวิเคราะห์ปริมาณความร้อนของถ่านอัดแท่งนั้น เราจะใช้สมการ

$$Q = mc(T_f - T_i) \tag{2.1}$$

เมื่อ Q คือปริมาณความร้อน มีหน่วยเป็นแคลอรี

m คือน้ำหนักของน้ำ มีหน่วยเป็น กรัม

T_f ,T_i คือ อุณหภูมิเริ่มต้นและอุณหภูมิสุดท้ายมีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส

c คือ ค่าความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ (1.0 แคลอรีต่อกรัม-องศาเซลเซียส)

2.7.2 การวิเคราะห์ค่าความชื้นและปริมาณเถ้า

1 การวิเคราะห์ค่าปริมาณความชื้น (Moisture) นั้นเราจะนำตัวอย่าง (ถ่านอัดแท่ง) ใส่ลงในถ้วยครูซิเบิล (Crucible) แล้วไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3.0 ชั่วโมง หลังจากทำให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccator) เป็นเวลา 20 นาที แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก บันทึกน้ำหนักแล้วนำข้อมูลที่ได้ไปหาค่าร้อยละของปริมาณความชื้น ($\%M$)

$$\%M = \frac{(W_i - W_f)}{W} \times 100\% \tag{2.2}$$

เมื่อ $\%M$ คือ ร้อยละของปริมาณความชื้น

W_i คือ น้ำหนักถ้วย+ตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W_f คือ น้ำหนักถ้วย+ตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

W คือ น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

2 การหาค่าปริมาณเถ้า (%Ash) นั้นเราจะนำตัวอย่าง (ถ่านอัดแท่ง) ใส่ลงในถ้วยครูซิเบิล แล้วไปอบที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4.0 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำให้เย็นในโถดูดความชื้น เป็นเวลา 20 นาที แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก บันทึกค่าน้ำหนัก แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปหาค่าร้อยละของปริมาณความชื้น $(\%Ash)$ จาก

$$\%Ash = \frac{(W_{sc} - W_c)}{W} \times 100\% \tag{2.3}$$

เมื่อ $\%Ash$ คือ ร้อยละของปริมาณเถ้า W คือ น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

W_{sc} คือ น้ำหนักถ้วยและเถ้าของตัวอย่างหลังเผา(กรัม) และ W_c คือ น้ำหนักถ้วย (กรัม)

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Maninder and et al. (2012) ได้นำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ประกอบด้วยแกลบ เปลือกกาแฟ ขี้เลื่อย เปลือกถั่วและต้นฝ้าย มาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งชีวมวล เพื่อลดการเผาทำลายทิ้ง ซึ่งเป็นการทำลายสิ่งแวดล้อมและเป็นการลดมลภาวะทางอากาศ

E. Tawiah Quartey (2011) ได้นำวัสดุชีวมวลเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น ใบ ฟางข้าว แกลบมาผลิตถ่านอัดแท่งแทนการใช้ถ่านไม้ในประเทศกาน่า แล้วพบว่าถ่านอัดแท่งจากวัสดุชีวมวล มีราคาถูกว่าและเผาไหม้อย่างสะอาด

O. McDougal and et al (2010) ได้รายงานการศึกษาการนำขยะ เช่น กระดาษ ขี้เลื่อย พืชผักทางการเกษตร มาเปลี่ยนเป็นพลังงาน โดยการนำมาทำเป็นถ่านอัดแท่ง แล้วพบว่าสามารถให้พลังงานประมาณ 4.48 ถึง 5.95 กิโลจูลต่อกรัม

ทองทิพย์ พูลเกษม (2542) ศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกทุเรียนหมอนทองและชะนี เพื่อทดแทนฟืนและถ่านไม้ โดยจะทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงและการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการอัดแท่ง ซึ่งพบว่า ความสามารถอัดเป็นแท่งและคุณภาพเชื้อเพลิงของเปลือกทุเรียนทั้งสองพันธุ์ไม่แตกต่างกัน เชื้อเพลิงที่ผ่านการอัดแท่งแบบเย็นให้ค่าความร้อนที่ใกล้เคียงกันทั้งแบบอัดโดยใช้ตัวประสานและไม่ใช้ตัวประสานให้ค่าความร้อนประมาณ 3,600 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ในขณะที่เชื้อเพลิงที่ผ่านการอัดแท่งแบบร้อนจะให้ค่าความร้อนเฉลี่ยประมาณ 3,800 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม

อรวรรณ ฉัตรจันทร์ (2547) ศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนการผลิตถ่านเศรษฐกิจจากซังข้าวโพด กรณีศึกษาโรงงานถ่านเทียม ส.ทวีคูณ อำเภอดอกคา ใต้ จังหวัดพะเยา เป็นการค้นคว้าแบบอิสระโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาต้นทุนและผลตอบแทน การผลิตถ่าน ความเป็นไปได้ในการลงทุน โดยศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเชิงตัวเลข ปริมาณการผลิต ต้นทุนและรายได้ ตลอดจนสังเกตขั้นตอนการผลิต การเก็บรวบรวมข้อมูลทางการเงิน และนำมาวิเคราะห์โครงสร้างต้นทุนและผลตอบแทนของการผลิต ถ่านเศรษฐกิจจากซังข้าวโพด โดยใช้เกณฑ์การวัดคือระยะคืนมูลค่าปัจจุบันสุทธิและอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน ผลการศึกษาพบว่า โครงการขยายกำลังการผลิตของกิจการมีระยะเวลาการคืนทุน 11 เดือน 3 วัน มูลค่าปัจจุบันสุทธิของผลตอบแทนสุทธิเท่ากับ 2,102,268 บาท และอัตราผลตอบแทนที่แท้จริงจากการลงทุนคิดเป็น 109.35%ต่อปี

อภิรักษ์ สวัสดิ์กิจ (2551) ศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากขี้เถ้าแกลบผสมซังข้าวโพดและกะลามะพร้าวด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชั่นโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสานโดยมีสัดส่วนการผสมอยู่ที่ 30:70, 40:60 และ 50:50 ตามลำดับ สัดส่วนการผสมแป้งมันต่อน้ำหนักวัตถุดิบเท่ากับ 1:10 ผลการศึกษาพบว่า ค่าความหนาแน่นและความต้านทานแรงกดจะแปรผันตามสัดส่วนการผสมของผงซังข้าวโพดและผงกะลามะพร้าวแต่แตกต่างกันไม่มาก การทดสอบค่าความร้อนเชื้อเพลิง พบว่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 6,000-6,900 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชุมชน ความชื้นอยู่ระหว่าง 5.7– 5.8%