บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาคุณภาพถ่านอัดแท่งที่ผลิตจากชีวมวลเหลือทิ้ง ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. พืชสวนที่นำมาใช้ผลิตถ่าน
2. กากน้ำตาล
3. ถ่านอัดแท่ง
4. การวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของถ่านอัดแท่ง
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พืชสวนที่นำมาใช้ผลิตถ่าน

1. เงาะ

ชื่อพฤษศาสตร์ *Nephelium lappaceum* I. วงศ์ SAPINDACEAE ชื่อพ้อง *Nephelium glabrum* Cambess.(1829), *Nephelium chryseum* Blume (1847), *N.sufferrugineum* Radlk. (1879) มีชื่อพื้นเมือง ไทยเรียก “เงาะ” ส่วนคนไทยที่ปัตตานีบางคนเรียกกันว่า พรวน อังกฤษเรียก rambutan ตามอินโดนีเซีย (รัมบุท แปลว่า ขน) ฟิลิปปินส์เรียก rambutan หรือ ยูซาน (Usan) เขมรเรียก ซาวมาว เวียดนามเรียก ไหวทิว (Vai thieu)

แหล่งกำเนิดและการกระจายบางตำราบอกว่าถิ่นกำเนิดของเงาะยังสืบไม่พบเพราะแหล่งปลูกเงาะกระจัดกระจายไปทั่ว ตั้งแต่ยูนนาน ไหหลำทางตอนใต้ของจีน ตลอดถึงภูมิภาคอินโดจีน มาเลเซีย เกาะต่าง ๆ ในอินโดนีเซีย แต่หากพิจารณาตามนิสัยและลมฟ้าอากาศที่เหมาะสมรวมถึงการเกิดเงาะขนสั้น (*N. Mutabile* Blume) มากมายในป่าธรรมชาติทางภาคใต้ของไทย มาเลเซีย อินโดนีเซียแล้วเชื้อได้ว่าเงาะมีถิ่นกำเนิดในคาบสมุทรมาเลเซีย (รวมภาคใต้ของไทยด้วย) บนเกาะสุมาตราและเกาะอื่น ๆ ของอินโดนีเซีย การปลูกเงาะกระจายไปทั่วเอเชียที่มีอากาศร้อนชื้น จากศรีลังกาไปทางตะวันออกถึงนิวกินี ปัจจุบันเริ่มมีการปลูกเงาะกันบ้างในเขตร้อนชื้นของทวีปอเมริกา แอฟริกา และออสเตรเลีย อย่างไรก็ตามขณะที่ประเทศไทยยังนำหน้าในด้านการผลิตเงาะเป็นสินค้าเพื่อการตลาดภายในประเทศและต่างประเทศ แหล่งผลิตเงาะที่สำคัญของประเทศไทยได้แก่ จังหวัดจันทบุรี ชุมพร และสุราษฎร์ธานี

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์เงาะในธรรมชาติดังภาพที่ 2.1 เป็นต้นไม้สูงใหญ่สูงได้กว่า 10 เมตร แต่เงาะปลูกจะสูงประมาณ 4 ถึง 7 เมตร ใบสลับแบบขนนกปลายคู่ มีได้ถึง 6 คู่ แต่เงาะปลูกส่วนมากมีเพียง 3 คู่ ใบย่อยรูปไข่ ถึง รูปไข่กลับขนาด 4 ถึง 28 ซม. x 2 ถึง 10.5 ซม. ด้านบนเกลี้ยง บางครั้งก็มีขนอ่อนเล็กน้อยที่เส้นกลางใบด้านล่าง(ใต้ใบ) มีขนบ้างไม่มีบ้าง ปลายใบตัด ถึง เรียวแหลม เส้นใบเห็นเด่นชัด ยอดอ่อนมีขน ช่อดอก มีทั้งที่แทงออกจากยอดเทียม (ตามด้านข้างกิ่ง) และยอดแท้ (ปลายกิ่ง) ดอก ถ้าไม่เป็นดอกเพศผู้ก็เป็นดอกเพศกระเทย เป็นไม้ต่างเพศร่วมต้นหรือ monoecious ชาวสวนเรียกเงาะกระเทยหรือเงาะตัวเมีย (เงาะต่างเพศต่างต้นหรือ dioceious คือต้นที่เฉพาะเกสรเพศผู้เท่านั้นที่พัฒนา ชาวสวนเรียก “เงาะต้นตัวผู้”) ดอกกระเทยนี้เพศเมียและเพศผู้ทำงานสลับกัน

ขนาดดอกเล็กมีขนอ่อนปกคลุม ก้านดอกสั้นตรงสีเขียวปนเหลือง-ขาว กลีบเลี้ยง 4 ถึง 5 กลีบ แยกเป็นอิสระออกมาประมาณครึ่งทางของความยาว 0.7 ถึง 2 มม. เชื้อมติดกันที่โคน ปกติไม่มีกลีบดอก บางครั้งอาจเห็นกลีบดอกขนาดเล็กยาวไม่เกิน 1.6 มม. จำนวน 4 กลีบ จานฐานดอกสมบูรณ์ อาจมีขนหรือเกลี้ยง เกสรเพศผู้ 5 ถึง 8 ก้าน ยื่นออกมาในดอกเพศผู้ ก้านเกสรเพศผู้มีขนยาวขึ้นหนาแน่นที่โคนก้านมีขนเล็กน้อย เกสรเพศเมียมีรังไข่ 2 ช่อง น้อยครั้งมากที่จะมีถึง 3 ช่อง มีขนอยู่เต็ม เกสรเพศเมียเจริญดีในดอกกระเทย รังไข่ออกเป็นตุ่ม ก้านเกสรเพศเมียเจริญเต็มที่ยอดเกสรบานแบ่งเป็น 2 แฉก ผลทรงรีถึงเกือบกลมแล้วแต่พันธุ์มีเพียงเมล็ดเดียว ขนบนเปลือกของเงาะไทยส่วนมากจะยาว 0.5 ถึง 1.8 ซม. (เงาะพันธุ์ดีของอินโดนีเซียส่วนมากขนสั้น) สีขนเหลือง ชมพู แดงเข้ม ส้มปนเหลือง บางพันธุ์ เช่น เงาะโรงเรียน โคนขนสีแดงปลายขนสีเขียว เงาะสีชมพูผลที่ยังไม่แก่จัดขนจะเป็นสีชมพู แต่เมื่อแก่จัดหรือสุกงอมสีขนเปลี่ยนเป็นแดง เนื้อเงาะใสอ่อนนุ่มสีขาวถึงขาวอมเหลืองอ่อน มีทั้งติดเมล็ดเรียกว่าเงาะติด ซึ่งไม่เป็นที่นิยมและไม่ติดเมล็ดเรียกว่า เงาะล่อน

ภาพที่ 2.1 ต้นเงาะ
ที่มา : KemBardly Suwannasam (2557)

2. มังคุด

ชื่อพฤกษศาสตร์ *Garcinia mangostana* L. วงศ์ GUTTIFERAE ชื่อพ้อง *Mangostana garcinia* Gaertner (1790) ชื่อพื้นเมือง ไทยเรียกมังคุด อินโดนีเซีย มาเลเซียเรียก แมงกีส(Manggis) ฟิลิปปินส์เรียก มังกูสตาน(Manggustan) บ้าง แมงกีสบ้าง เขมรเรียก มังคุด(Mongkhut) ลาวเรียก มังคุด ชาวทมิฬเรียก แมง(มัง)กัสไต หรือ มังกูสไต โปรตุเกสเรียก มังกูสตา อังกฤษเรียก แมงโกสตีน(Mangosteen) ฝรั่งเศสเรียก Mangoustan

แหล่งกำเนิดและการกระจายพันธุ์ มังคุดที่อยู่ในสภาพป่าจริง ๆยังไม่เคยพบ เพียงแต่กล่าวกันว่ามีป่ามังคุดที่เทือกเขาน้ำตกกรุงชิง ในจังหวัดนครศรีธรรมราชซึ่งยากที่จะเข้าไปถึง จึงพบมังคุดในสภาพสวนหรือสภาพปลูกเท่านั้น ในอดีตในจังหวัดจันทบุรี (น่าจะรวมทางภาคใต้ด้วย) มีมังคุดป่าขึ้นอยู่ตามทางเกวียน ผลเหมือนมังคุดแต่เล็กกว่า เด็กรับประทานได้แต่กิ่งชวนให้เวียนศีรษะ หากรับประทานมากปวดท้องและไม่มีการยืนยันว่าเป็น “ลูกวา”หรือ“ลูกพะวา” ปัจจุบันนักพฤกษศาสตร์ให้ความเห็นว่ามังคุดเป็นผลไม้ลูกผสมระหว่าง *G.hombroniana* Pierre (ลูกวา) และ *G.malaccensis* T. Anderson ที่มีในป่ามาเลเซียจึงมีคำถามว่าจะถือว่ามังคุดเป็นผลไม้ลูกผสมระหว่าง ลูกวา กับ

ลูกพะวา ที่มีอยู่ในป่าเมืองไทยหรือไม่ อย่างไรก็ตามมังคุดเป็นไม้ปลูกในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มานานนับศตวรรษและ ถูกนำเข้าไปปลูกในแถบร้อนอื่น ๆ ของโลก เมื่อสองศตวรรษที่ผ่านมานี้เอง เช่นที่ศรีลังกา อินเดียตอนใต้ อเมริกากลาง บราซิล และออสเตรเลีย แต่พื้นที่ปลูกไม่ใหญ่โตนัก ปัจจุบันแหล่งปลูกมังคุดมากที่สุดโดยดูจากพื้นที่ปลูกเรียงตามลำดับดังนี้ จังหวัดชุมพร จันทบุรี นครศรีธรรมราช

ภาพที่ 2.2 ต้นมังคุด
ที่มา : Garcinia mangostana (2554)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ดังภาพที่ 2.2 เป็นไม้ยืนต้นสูงได้ถึง 25 เมตร ลำต้นตรง กิ่งแตกออกแบบสมมาตร (กิ่งแตกเป็นช่วง หรือที่ชาวบ้านเรียกว่า “ฉัตร” ทุกกิ่งทำมุมเกือบ 90 องศากับลำต้น ทุกช่วงแตกเป็นสองกิ่งตรงกันข้าม จุดกำเนิดกิ่งของแต่ละช่วงจะค่อยๆย้ายตำแหน่งไปรอบลำต้น จนในที่สุดมาครบรอบเมื่อผ่านไปได้ 3 ถึง 4 ฉัตร) ทำให้พุ่มมังคุดดูราวกับปิรามิด ทุกส่วนของลำต้นหากเกิดมีบาดแผลจะปล่อยยางสีเหลืองออกมาแม้กระทั่งที่เปลือกผล ใบ ออกเป็นคู่ตรงกันข้าม ก้านใบสั้นห่อหุ้มยอดจนทำให้มองไม่เห็นตายอดที่เตรียมจะแตกออกมา แผ่นใบรูปขอบขนานคล้ายใบพาย มีขนาดใหญ่ 15 ถึง 25 x 7 ถึง 13 เซนติเมตร หน้าเกลี้ยงทั้ง 2 ด้าน ชายใบชมพู่สาแหรกมะเหมี่ยว ที่ปลายใบมีติ่ง ผิวใบด้านบนสีเขียวเข้มเป็นมัน ด้านล่างสีเขียวอมเหลือง เส้นกลางใบสีเขียวอ่อนมองเห็นชัดเจนทั้ง 2 ด้าน ดอก อาจออกมาเดี่ยว ๆ หรือเป็นคู่ตามยอดกิ่งของกิ่งย่อย ก้านดอกสั้นอวบ กลีบเลี้ยง 4 กลีบ จัดเป็นคู่ 2 คู่ กลีบดอก 4 กลีบหนานิ่ม สีเขียวปนเหลือง ขอบกลีบสีแดงหรือชมพู เส้นผ่านศูนย์กลางดอกประมาณ 5.5 เซนติเมตร เกสรเพศผู้ที่ไม่สมบูรณ์ปกติมีมากประมาณ 18 ก้าน เรียงกันเป็นวงรอบรังไข่ 1 ถึง 3 วง ยาวประมาณ 0.5 เซนติเมตร รังไข่ไร้ก้านรูปกลมแป้นมี 4 ถึง 8 ช่อง มียอดเกสรเพศเมียที่ไร้ก้านติดอยู่เห็นเป็น 4 ถึง 8 แฉก ผลเกือบกลมหรือแป้น ผิวเรียบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 ถึง 7 เซนติเมตร เมื่อดิบสีเขียวแล้วเปลี่ยนเป็นลายแดง เมื่อแก่ในที่สุดเปลี่ยนเป็นสีม่วงแดงจนถึงดำเมื่อสุกเต็มที่ โดยยังมีกลีบเลี้ยงติดอยู่ที่ขั้วผลและแฉกของยอดเกสรเพศเมียติดอยู่ที่ปลายผล จำนวนและขนาดของแฉกของยอดเกสรเพศเมียบอกถึงจำนวนและขนาดของกลีบในผล เกสรเพศผู้จะแห้งตายเมื่อดอกมังคุดเริ่มบาน แม้จะมีเกสรเพศผู้มากมายในดอกมังคุด แต่เกสรเพศผู้เหล่านี้ไม่ปล่อยละอองเกสร นั่นก็คือเพศผู้ไม่ทำงานนั่นเอง ภาษาพืชสวนเรียกดอกชนิดนี้ว่า ดอกสมบูรณ์เพศที่เพศผู้ไม่ทำงาน

3. ลำไย

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Dimocarpus longan* Lour วงศ์ SAPINDACEAE ชื่อพื้นเมือง ประเทศไทยเรียก เจ๊ะเลอ ลำไย ลำไยป่า มีลักษณะของต้นดังภาพที่ 2.3 ต้นลำไยสูงประมาณ 10 ถึง 12 เมตร หรืออาจสูงกว่านี้ โคนต้นมีทั้งแตกและไม่แตกพู กิ่งก้านแผ่กระจายในระดับต่ำ ลำต้นและกิ่งแตกเป็นร่องขรุขระ สีน้ำตาล เนื้อไม้เปราะหักง่าย ใบเป็นใบประกอบออกสลับ รูปรีหรือรูปหอก ขอบใบเรียบ ปลายและฐานค่อนข้างป้าน หลังใบเรียบท้องใบสาก โคนเส้นกลางใบมักมีขนอ่อน ช่อดอกออกที่ปลายกิ่งและก้านช่อย่อย ดอกเล็ก สีน้ำตาลอมเหลือง ผลออกเป็นพวงหรือช่อ (คณะกรรมการเอกลักษณ์ของชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี, 2545 : 87)

ภาพที่ 2.3 ต้นลำไย
ที่มา : Rachareka Wittayawuttikul (2552)

4. ยางพารา

ชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Hevea brasiliensis* วงศ์ EUPHORBIACEAE ต้นยางพาราเป็นไม้ยืนต้นประเภทไม้เนื้อแข็ง มีลักษณะของต้นดังภาพที่ 2.4 เมื่อโตเต็มที่มีความสูงประมาณ 25 ถึง 30 เมตร กิ่งแผ่จากลำต้นเป็นเส้นทแยงมุม เปลือกนอกมีสีค่อนข้างคล้ำ ต้นอ่อนมีเปลือกบางกว่าต้นแก่ ใบมีก้านยาว แต่ละก้านมี 3 ใบ แต่อาจมีถึง 6 ใบ ผลิใบปีละครั้งในช่วงฤดูร้อนดอกมีขนาดเล็กสีเหลืองเป็นช่อดอก ผลมีลักษณะเป็นพู เมล็ดมีสีน้ำตาล (วิชิตร สุวรรณปรีชา, 2530 : 95)

ภาพที่ 2.4 ต้นยางพารา
ที่มา : คนนครดอทคอท (2559)

5. ไผ่ป่า

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Bambusa Bambos* (L.X Voss) ชื่อวงศ์ GRAMINEAE ชื่อพื้นเมือง ไผ่ป่า ลักษณะเป็นไผ่ขนาดใหญ่ กอแน่น มีหนาม และมีแขนงรกแน่น มีลักษณะของต้นดังภาพที่ 2.5 โดยเฉพาะตรงบริเวณโคนลำสูงประมาณ 10 ถึง 24 ซม. มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 15 ถึง 18 ซม. ปล้องยาวประมาณ 20 ถึง 40 ซม. เนื้อหนา 1 ถึง 5 ซม. ลำอ่อนมีสีเขียว ลำแก่จะมีสีเขียวเหลือง ข้อมีลักษณะบวมเล็กน้อย รูกระบอกเล็ก กาบหุ้มลำลักษณะแข็งเหมือนหนัง ร่วงหลุดได้ง่าย ใบยอดกาบเป็นรูปสามเหลี่ยม ปลายใบเรียวแหลม โคนใบป้านหรือเกือบกลม ท้องใบมีขน ขอบใบมีหนามเล็ก ๆ จะออกดอกเป็นกลุ่ม ไผ่ป่ายังมีคุณสมบัติพิเศษทั้งด้านความแข็งแรงและยืดหยุ่นที่เหนือกว่าวัสดุสังเคราะห์หลายชนิด (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2542 : 32)

ภาพที่ 2.5 ต้นไผ่
ที่มา : สมุนไพรดอทคอม (2559)

6. กะลามะพร้าว

มะพร้าว Coconut มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Cocoa Nucifera Linn. ลักษณะทั่วไปของมะพร้าว มะพร้าวเป็นพืชยืนต้น ลำต้นมีลำต้นเดียวไม่แตกแขนง ใบเป็นใบประกอบ ดอกเป็นดอกช่อ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพที่ 2.6 กะลามะพร้าว
ที่มา : ไทยซูมิ (2543)

ผลประกอบด้วย เปลือกนอก ใยมะพร้าว กะลามะพร้าว เนื้อมะพร้าว กะลามะพร้าวเมื่อเหลือจากการบริโภคมีลักษณะดังภาพที่ 2.6 มีคุณสมบัติพิเศษคือมีน้ำมันเคลือบ จึงติดไฟง่าย เหมาะสำหรับทำเป็นเชื้อเพลิง ปัจจุบันได้มีการพัฒนาคิดค้น การใช้กะลามะพร้าวมาทำเป็นถ่านอัดแท่งเพื่อเพิ่มมูลค่าเพิ่มของวัสดุเหลือใช้ก่อเกิดประโยชน์ในทางเศรษฐกิจ รักษาสภาพแวดล้อม ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะ ไม่ทำลายป่าไม้ การให้ค่าพลังงานความร้อนของถ่านกะลามะพร้าวอัดแท่งให้พลังงานความร้อนสูงมากและมีเถ้าน้อย (รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล, 2553)

7. โกโก้

ชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Theobroma cacao L. จัดอยู่ในตระกูล Sterculiaceae นอกจากนี้ยังพบพืชในสกุลนี้อีก 3 ชนิดที่มีการใช้ประโยชน์จากเมล็ดเช่นเดียวกับโกโก้ ได้แก่ Theobroma bi-color Humb. et Bompl. หรือเรียก patashte โกโก้ชนิดนี้มีผลตามกิ่งและลักษณะผลด้านนอกบริเวณเปลือกเป็นเส้นคล้ายร่างแห อีกชนิดหนึ่ง คือ Theobroma angustifolium Moc.et sesse'ex Dc. เรียกตามภาษาพื้นเมืองของอเมริกากลางว่า Cacao de mono โกโก้ชนิดนี้ติดผลตามกิ่งข้างและผลมีขนสีน้ำตาล ชนิดสุดท้าย คือ Theobroma grandiflora เรียกตามภาษาพื้นเมืองว่า Cupuacu โกโก้ชนิดนี้ออกดอกติดผลตลอดปี ลักษณะเป็นไม้ไม่ผลัดใบขนาดเล็กในวงศ์ชบาและเป็นพืชพื้นเมืองในเขตร้อนชื้นของอเมริกากลางและอเมริกาใต้ เมล็ดโกโก้มักนำมาใช้ทำเป็นของหวาน เช่น กานัช ช็อกโกแลต ฯลฯ

ภาพที่ 2.7 โกโก้พันธุ์ลูกผสมชุมพร
ที่มา : สัณห์ ละอองศรี (2558)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

แหล่งกำเนิดและการกระจาย Urquhart (1961) รายงานไว้ว่าพืชสกุล Theobroma มีถิ่นกำเนิดบริเวณ upper Amazon basin จากประเทศเม็กซิโก ถึงประเทศเปรูในปัจจุบัน ซึ่งเป็นบริเวณป่าฝนเขตร้อน (tropical rainforest) ที่มีต้นไม้ใหญ่เจริญเติบโตอยู่อย่างหนาทึบ ระหว่างเส้นรุ้งที่ 20° ใต้ ถึง 20° เหนือ ต้นโกโก้ตามธรรมชาติสามารถเจริญเติบโตอยู่รอดได้ในสภาพป่าดงดิบเขตร้อนที่มีร่มเงาหนาทึบ ชนิดที่พืชชนิดอื่นไม่สามารถอยู่รอดได้ ปัจจุบันโกโก้ที่นำมาปลูกในพื้นที่ทางใต้เป็นโกโก้พันธุ์ลูกผสมชุมพรมีลักษณะผลดังภาพที่ 2.7 โกโก้ที่ปลูกเป็นการค้าในทวีปต่าง ๆ ของโลก สามารถสรุปประโยชน์ได้ ดังนี้

1. สามารถปลูกโกโก้ร่วมกับป่าไม้ หรือภายใต้ร่มเงาไม้ผลเศรษฐกิจอื่นได้ซึ่งเป็นการใช้ที่ดินอย่างได้ประโยชน์สูงสุดเช่นปลูกใต้ร่มเงา มะม่วง ลิ้นจี่ ลำไย เงาะ มังคุด ลองกอง ทุเรียนและยางพารา

2. การขนส่งผลโกโก้สุก ทำได้สะดวก ไม่กลัวการชอกช้ำ สามารถใช้รถกระบะหรือรถบรรทุกขนส่งผลโกโก้สุกไปจำหน่ายได้

3. ปัจจุบันตลาดมีความต้องการเมล็ดโกโก้แห้งสูง (กว่า 40,000 ตัน/ปี) ประเทศไทยยังผลิตได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ภายในประเทศ

4. เริ่มเก็บเกี่ยวผลโกโก้สุกในปีที่ 2-3 ของการปลูก

5. สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ตลอดทั้งปีและยาวนานติดต่อกันถึง 60 ปี

6. เก็บเกี่ยวง่ายและเมล็ดโกโก้แห้งสามารถเก็บรักษารอตลาดได้นานนับปี

7. ต้นโกโก้มีระบบรากแผ่กว้างและแข็งแรงสามารถยึดเกาะหน้าดินได้เป็นอย่างดี

กากน้ำตาล

กากน้ำตาล (อังกฤษ: molasses "โมลาส") มีรากศัพท์มาจากคำว่า “melaço” ในภาษาโปรตุเกส กากน้ำตาลเป็นของเหลวลักษณะเหนียวข้นสีน้ำตาลดำ ที่เป็นผลพลอยจากการผลิตน้ำตาลทราย ซึ่งไม่สามารถจะตกผลึกน้ำตาลได้อีก เป็นเนื้อของสิ่งที่ไม่ใช่น้ำตาลที่ละลายปนอยู่ในน้ำอ้อยซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส น้ำตาลอินเวอร์ท (invert sugar) และสารเคมี เช่น ปูนขาว ที่ใช้ในการตกตะกอนให้น้ำอ้อยใสกากน้ำตาลมีระดับพลังงานระดับต่ำถึงปานกลาง ขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในกากน้ำตาล มีโพแทสเซียมและมีปริมาณน้ำในระดับสูง ทำให้เกิดเชื้อราได้ง่าย กากน้ำตาลแบ่งได้หลายชนิด

1. ชนิดของกากน้ำตาล

1) กากน้ำตาลจากอ้อย เกิดจากกรรมวิธีการผลิตน้ำตาลทรายจากอ้อยโดยเริ่มจากการนำอ้อยเข้าหีบได้น้ำอ้อย กรองเอากากออกจากน้ำอ้อย แล้วเคี่ยวน้ำอ้อยจนได้ผลึกของน้ำตาลทรายตกตะกอนออกมา แยกผลึกน้ำตาลทรายด้วยหม้อปั่น ผลพลอยได้จะมีขี้ตะกอน กากอ้อย และกากน้ำตาล

2) กากน้ำตาลจากหัวบีท เป็นผลพลอยได้จากการผลิตน้ำตาลจากหัวบีท

3) กากน้ำตาลจากส้ม น้ำตาลที่ได้จากส้มมีกลิ่นและรสต่างจากกากน้ำตาลอ้อย

4) กากน้ำตาลจากข้าวโพด กากน้ำตาลจากข้าวโพดมีน้ำตาลมากกว่า 48 เปอร์เซ็นต์ หวานและหอมกว่าน้ำตาลอ้อย

5) กากน้ำตาลจากไม้ เป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมกระดาษ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏราไพพรรณี

2. ประโยชน์ของกากน้ำตาล

ประโยชน์ของกากน้ำตาลสามารถใช้ได้ในหลายอุตสาหกรรม เช่น ใช้ทำปุ๋ย ใช้เลี้ยงสัตว์ ใช้ผลิตแอลกอฮอล์ ใช้ในอุตสาหกรรมยีสต์ ใช้ทำผงชูรสและใช้ทำกรดน้ำส้ม แต่ส่วนใหญ่จะใช้ผลิตแอลกอฮอล์และใช้เป็นอาหารสัตว์ สำหรับในประเทศไทยส่วนใหญ่จะใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตแอลกอฮอล์ สำหรับการผลิตสุราและการผลิตเอทานอล เพื่อใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตแก๊สโซฮอล์ นอกจากนี้ยังใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตผงชูรส อุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ อุตสาหกรรมการผลิตยีสต์ ตลอดจนการนำกากน้ำตาลไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมรายย่อย เช่น หมักทำปุ๋ยน้ำ ทำน้ำ

สกัดชีวภาพ เพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์เพื่อใช้ในฟาร์มกุ้ง ตลอดจนใช้ในการบำบัดน้ำทิ้ง สามารถยกตัวอย่างอุตสาหกรรมจากกากน้ำตาล ได้แก่

1. เหล้ารัม ซึ่งเป็นสุรากลั่นที่ผลิตจากวัตถุดิบจำพวกน้ำอ้อย น้ำเชื้อมของน้ำผลไม้และกากน้ำตาล

2. เหล้ายิน:หรือ "ไดร์ยิน" โดยการนำกากน้ำตาลที่ทำให้บริสุทธิ์ไปหมักและกลั่น

3. น้ำส้มสายชู:ได้จากการหมักกากน้ำตาล

4. ซีอิ๊วดำ:ทำจากซีอิ๊วขาวผสมกับกากน้ำตาล แล้วนำไปต้มจนได้ความเข้มข้นพอเหมาะที่จะนำไปใช้สำหรับปรุงอาหาร

5. อาหารสัตว์ กากน้ำตาลใช้เป็นอาหารสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง เพราะกากน้ำตาลจะช่วยเพิ่มรสชาติแก่อาหารสัตว์แล้วยังช่วยกระตุ้นการทำงานของแบคทีเรียนในกระเพาะซึ่งจะช่วยย่อยอาหารหยาบ เช่น ยอดอ้อย ฟางข้าว การใช้กากน้ำตาลเลี้ยงสัตว์ส่วนใหญ่ใช้เพื่อเพิ่มความน่ากิน ลดฝุ่นและเพื่อยึดเม็ดอาหารให้แน่นขึ้น หรือใช้เป็นพาหะสำหรับยา

6. แอลกอฮอล์ นำเอากากน้ำตาลมาทำให้เจือจางด้วยน้ำ แล้วหมักเชื้อยีสต์เปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นแอลกอฮอล์ จากนั้นนำมากลั่นแยกแอลกอฮอล์ออกซึ่งจะได้แอลกอฮอล์ที่มีความบริสุทธิ์ประมาณร้อยละ 95 ปริมาณแอลกอฮอล์ที่ได้แตกต่างกันไปตามคุณภาพของกากน้ำตาล ตลอดจนกรรมวิธีการผลิตแอลกอฮอล์ของโรงงานนั้น โดยกากน้ำตาลหนัก 1 ตันจะให้แอลกอฮอล์ประมาณ 238 ถึง 340 ลิตร

7. ผลิตไฟฟ้า โดยการย่อยสลายสารอินทรีย์จากกากน้ำตาลในบ่อหมักจะได้ก๊าซชีวภาพซึ่งประกอบด้วย ก๊าซมีเทนร้อยละ 65 เป็นก๊าซติดไฟ ให้ความร้อน 9,000 กิโลแคลอรีต่อลูกบาศก์เมตร ร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 35 และก๊าซอื่น ๆ เช่น ความชื้น ก๊าซไข่เน่า และก๊าซไนโตรเจน

ถ่านอัดแท่ง

ถ่านอัดแท่ง (Charcoal Briquettes) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547 : 5) มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ได้ให้ความหมายของถ่านอัดแท่ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำวัตถุดิบธรรมชาติ เช่น กะลามะพร้าว กะลาปาล์ม ซังข้าวโพด มาเผาจนเป็นถ่านอาจนำมาบดเป็นผงหรือเม็ดแล้วอัดเป็นแท่งตามรูปทรงที่ต้องการ หรือนำวัตถุดิบธรรมชาติ เช่น แกลบ ขี้เลื่อย อัดเป็นแท่งตามรูปทรงที่ต้องการแล้วจึงนำมาเผาเป็นถ่าน ถ่านอัดแท่งได้รับความนิยม ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้มโดยเฉพาะอาหารปิ้งย่าง เนื่องจากไม่มีควัน ความชื้นน้อยมาก ให้ความร้อนสูงประกอบกับเป็นถ่านที่ได้รับการเผาไหม้เต็มที่ ไม่แตกง่าย ไม่แตกประทุเหมือนอย่างถ่านไม้ทั่วไป ให้ความร้อนสูงสม่ำเสมอ ไม่วูบวาบเนื่องจากความหนาแน่นของถ่านเท่ากันทุกส่วน และไม่มีกลิ่นเพราะผลิตจากวัสดุธรรมชาติ อีกทั้งยังเผาได้นานกว่าถ่านไม้ และราคาถูก

1. กระบวนการผลิตถ่านอัดแท่ง

ในกระบวนการผลิตถ่านอัดแท่ง มีขั้นตอนในการผลิตโดยเริ่มต้นตั้งแต่การเผาถ่าน การบดย่อย การผสมและการอัดแท่ง โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1.1 การเผาถ่านไม้ ถ่านไม้เกิดจากการเผาไหม้ภายในบริเวณที่มีอากาศอยู่บางเบา หรืออาจกล่าวในทางเทคนิคคือ กระบวนการแยกสารอินทรีย์ภายในไม้ในสภาวะที่มีอากาศอยู่น้อยมาก เมื่อมี

การให้ความร้อนระหว่างการเผาถ่านจะช่วยกำจัดน้ำ น้ำมันดินและสารประกอบอื่น ๆ ออกจากไม้ฟืน ผลผลิตที่ได้จากกระบวนการคือสารต่าง ๆ ประกอบด้วยคาร์บอนร้อยละ 80 นอกจากนั้นจะเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนร้อยละ 10 ถึง 20 เถ้าร้อยละ 0.5 ถึง 10 และแร่ธาตุต่าง ๆ อาทิเช่น กำมะถันและฟอสฟอรัส ถ่านที่ได้หลังจากกระบวนการผลิตจะมีปริมาณคาร์บอนสูงและไม่มีความชื้น ทำให้ปริมาณพลังงานในถ่านสูงโดยมีค่าเป็นสองเท่าของปริมาณพลังงานในไม้แห้ง โดยในวิธีการที่ทำให้ไม้กลายเป็นถ่านนั้นมีขั้นตอนต่าง ๆ ประกอบไปด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน คือ

1.1.1 การไล่ความชื้น (Dehydration) อุณหภูมิ 20 ถึง 270 องศาเซลเซียส ขั้นตอนนี้จำเป็นต้องให้ความร้อนจากภายนอก เพื่อให้ไม้ฟืนเกิดปฏิกิริยาดูดความร้อน (Endothermic reaction) สะสมไว้ให้ได้มากพอที่จะเกิดปฏิกิริยาคายความร้อน (Exothermic reaction) ในขั้นตอนต่อไป การไล่ความชื้นจะใช้วิธีให้ความร้อนทางอ้อมโดยการจุดไฟหน้าเตาเพื่อนำลมร้อนเข้าไปไล่ความชื้นออกจากไม้ฟืนในเตา หากไม้ฟืนในเตามีความชื้นมากต้องใช้ปริมาณเชื้อเพลิงและเวลามากขึ้นด้วย ดังนั้นควรผึ่งไม้สด ซึ่งมีความชื้น ประมาณร้อยละ 50 ถึง 60 ให้เหลือความชื้นประมาณร้อยละ 20 ถึง 30 เสียก่อน เพื่อเป็นการประหยัดเวลาและเชื้อเพลิง ขั้นตอนการไล่ความชื้น แบ่งออกเป็น 2 ช่วง

ช่วงที่ 1 ที่อุณหภูมิ 20 ถึง 180 องศาเซลเซียส ในขั้นตอนนี้ควรควบคุมลมร้อนให้หมุนเวียนอย่างสม่ำเสมอทั่วทุกส่วนของเตา เมื่อเริ่มจุดฟืนหน้าเตาอุณหภูมิจะสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนถึง 180 องศาเซลเซียส ช่วงนี้ไม้จะคายน้ำที่อยู่ระหว่างเซลล์และที่อยู่ในผนังเซลล์เท่านั้น จะไม่มีน้ำที่เกิดจากการสลายตัวของโครงสร้างเจือปน ควันที่ออกมาจะมีสีขาวปนน้ำเงินอ่อน

ช่วงที่ 2 ที่อุณหภูมิระหว่าง 180 ถึง 270 องศาเซลเซียส ช่วงนี้เฮมิเซลลูโลสจะเริ่มสลายตัวออกมาจนหมดที่อุณหภูมิ 260 องศาเซลเซียส ควรรักษาช่วงอุณหภูมินี้ไว้ให้นานพอสมควร เพื่อให้ไม้ฟืนได้สะสมความร้อนได้ใกล้เคียงกันทั่วทุกจุดของเตา ควันที่ออกมาในช่วงนี้จะเริ่มมีสีเหลืองจาง ๆเ จือปนอยู่ด้วย และจะมีก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) กรดน้ำส้ม (Acetic acid) และเมทานอล (Methanol) เจือปนออกมากับควันด้วยแต่มีปริมาณต่ำมาก ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

1.1.2 การเปลี่ยนจากไม้เป็นถ่าน (Carbonization) อุณหภูมิระหว่าง 270 ถึง 400 องศาเซลเซียส ขั้นตอนนี้แบ่งออกเป็น 2 ช่วงคือ

ช่วงที่ 1 อุณหภูมิระหว่าง 270 ถึง 300 องศาเซลเซียส ช่วงนี้ไม้ในเตาสะสมความร้อนไว้มากพอที่จะเกิดปฏิกิริยาคายความร้อน โดยไม่ต้องเติมฟืนนหน้าเตาอีก ไม้ฟืนจะลุกไหม้และสลายตัวโดยความร้อนที่สะสมไว้ในตัวเอง เซลลูโลสจะเริ่มสลายตัวที่อุณหภูมิ 275 องศาเซลเซียส การสลายตัวจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว ผู้ผลิตถ่านในประเทศไทยเรียกควันนี้ว่าควันบ้า หลังจากควันบ้ามีปริมาณน้อยลงและเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเทาแล้ว จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องควบคุมอุณหภูมิไว้ให้คงที่เป็นเวลานานพอสมควร เพื่อให้ขั้นตอนนี้เป็นไปอย่างช้า ๆ และสม่ำเสมอ ความร้อนจากไม้ด้านบนหน้าเตาจะค่อย ๆ ถ่ายเทความร้อนไปยังจุดต่าง ๆ ทั่วทั้งเตาอย่างช้า ๆ หากปล่อยให้อุณหภูมิขึ้นสูงเร็วเกินไปจะทำให้ไม้ที่สะสมความร้อนไว้มากกว่ากลายเป็นเถ้าก่อนไม้ที่สะสมความร้อนไว้น้อยกว่าและอาจมีเปลวไฟแลบออกทางหน้าเตาได้ หากเกิดกรณีดังกล่าว ไม้ส่วนบนของเตาจะกลายเป็นเถ้าและไม้ส่วนล่างของเตาจะกลายเป็นสันเถ้า (ถ่านไม่สุก) ทำให้ปริมาณผลผลิตต่ำ การควบคุมอุณหภูมิสามารถทำได้โดยควบคุมอากาศที่หน้าเตาควบคู่กับการใช้เครื่องวัดอุณหภูมิ แต่การวัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมมิเตอร์เพียง

อย่างเดียวอาจผิดพลาดได้ โดยเฉพาะเมื่อมีการเติมฟืนหน้าเตามากและเร็วเกินไป ดังนั้น การดูสีควันและการนำกระเบื้องเคลือบสีขาวมาอังที่ปล่องควัน เพื่อดูสีของควันที่กลั่นตัวติดกระเบื้องเคลือบเป็นการตรวจสอบซ้ำ

ช่วงที่ 2 อุณหภูมิระหว่าง 300 ถึง 400 องศาเซลเซียส ช่วงนี้เซลลูโลสยังสลายตัวอย่างต่อเนื่อง และลิกนินจะเริ่มสลายตัวที่อุณหภูมิ 310 องศาเซลเซียส การสลายตัวทั้งหมดจะเสร็จสิ้นสมบูรณ์ที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ขั้นตอนจากไม้เป็นถ่านนี้ ควันที่ออกมาจะประกอบด้วยสาร ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นใหม่มากมายหลายชนิดจากการสลายตัวของไม้ด้วยความร้อน (Pyrolysis) และสามารถ นำไปใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน

1.1.3 การทำถ่านให้บริสุทธิ์ (Refinement) ถึงแม้ว่าขั้นตอนการเปลี่ยนไม้กลายเป็นถ่านจะเสร็จสิ้นสมบูรณ์แล้วที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส แต่ยังมีปริมาณคาร์บอนเสถียร (fixed carbon) ต่ำ และยังคงมีน้ำมันดินเป็นส่วนประกอบในปริมาณที่สูงมาก หากนำไปใช้จะได้ถ่านคุณภาพต่ำและถ้านำไปประกอบอาหารปิ้งย่างน้ำมันดินที่ยังคงค้างอยู่ในถ่านเมื่อถูกเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูงกว่า 425 องศาเซลเซียส (โดยปกติเตาหุงต้มมีอุณหภูมิประมาณ 500 ถึง 600 องศาเซลเซียส) จะเกิดสารประกอบใหม่ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง ได้แก่ 3, 4-bezopyrene และ 1, 2, 5, 6-dibenzan-thracene ดังนั้น จึงต้องเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นโดยการปรับอากาศไหลเข้ามากขึ้น อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จาก 400 เป็น 500 องศาเซลเซียส แต่เนื่องจากอุณหภูมิเตาด้านบนจะสูงกว่าอุณหภูมิที่พื้นเตา ดังนั้นจึงต้องใช้เวลาพอสมควรในการที่จะทำให้อุณหภูมิเท่ากันหมดทั้งเตา หากเร่งให้อากาศเข้าเพื่อเพิ่มอุณหภูมิเร็วเกินไป กว่าอุณหภูมิที่พื้นเตาสูงถึง 500 องศาเซลเซียส เพื่อไล่น้ำมันดินออกจากถ่าน อุณหภูมิด้านบนเตา ถึง 700 องศาเซลเซียสในเวลาที่เร็วเกินไป จะทำให้ไม้ด้านบนกลายเป็นเถ้าเสียก่อน ดังนั้นจึงควรควบคุมอุณหภูมิด้วยความระมัดระวังอย่างยิ่ง ในทางปฏิบัติเมื่ออุณหภูมิด้านบนของเตาสูงถึง 700 องศาเซลเซียสอาจสังเกตจากสีของควันที่เริ่มใส ผู้ควบคุมการผลิตถ่านจะปิดช่องอากาศเข้า แล้วรอให้ความร้อนถ่ายเทจากด้านบนของเตาลงมาที่พื้นเตา อุณหภูมิในเตาจะใกล้เคียงกันทุกจุดประมาณ 500 องศาเซลเซียส ซึ่งในขณะนั้นจะไม่มีควันเหลืออยู่อีก จึงปิดปล่องควัน ขั้นตอนการทำให้ถ่านบริสุทธิ์นี้ ควันที่ออกมาจะมีสารก่อมะเร็งปนออกมาด้วยเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 425 องศาเซลเซียส ดังนั้นจึงไม่ควรเก็บน้ำส้มควันไม้ในช่วงนี้ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ใด ๆ ควรนำไปบำบัดทิ้งหรือนำไปเป็นเชื้อเพลิง

1.1.4 การทำให้เย็นลง (Cooling) หลังจากปิดปล่องเตาแล้วต้องปล่อยให้เตาเย็นลง จึงจะนำถ่านไม้ออกมาใช้งานได้ ก่อนจะเปิดเตาต้องให้อุณหภูมิในเตาต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก เพราะว่าถ่านไม้อุณหภูมิสูงสามารถลุกติดไฟเองได้ (Spontaneous combustion) ถ้าได้รับออกซิเจนจากอากาศ ดังนั้นการเปิดเตา ต้องเริ่มเปิดที่ปล่องควันก่อนเพื่อระบายความร้อนและแก๊สที่ยังคงค้างอยู่ในเตาให้หมด หลังจากนั้นจึงเปิดหน้าเตา กระบวนการผลิตถ่านทุกขั้นตอนจะใช้เวลามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความชื้นของไม้ฟืน การควบคุมอุณหภูมิและขนาดของเตา หากเตามีขนาดใหญ่มากกระบวนการทุกขั้นตอนจะใช้เวลามากด้วย

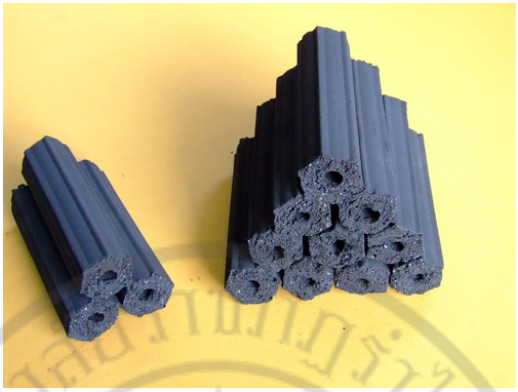
1.2 การบดย่อย (Grinding) ผงถ่านที่นำมาใช้ในการอัดแท่งจะต้องละเอียดพอที่จะนำไปขึ้นรูปได้ดี ขนาดของผงถ่านที่ใช้นั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของถ่านและวิธีการทำผงถ่านให้เป็นแท่ง วิธีการบดย่อยสามารถทำได้หลายวิธีไม่ว่าจะเป็นการใช้เครื่องบด เครื่องสับ และเครื่องป่นวัสดุ จากการอัด

ขึ้นรูปผงถ่านหินขนาดต่าง ๆ พบว่า ในปริมาณตัวประสานที่เท่ากันผงถ่านหินขนาดเล็กมีแนวโน้มในการขึ้นรูปได้ดีกว่า และสามารถรับน้ำหนักที่ทำให้ถ่านหินอัดแท่งแตกหักได้ดีกว่าผงถ่านหินขนาดใหญ่

1.3 การผสม ในการผสมจะมีสูตรต่าง ๆ มากมายในการเตรียมส่วนผสมสำหรับการทำถ่านอัดแท่งขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยหลายชนิด ซึ่งอัตราส่วนผสมโดยประมาณที่สามารถใช้เป็นแนวทางในการหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมจะเป็นตามสูตรต่อไปนี้ ถ่าน 100 กิโลกรัม ผสมกับแป้ง 5 ถึง 7 กิโลกรัม และน้ำ 30 ถึง 50 กิโลกรัม หรือ ถ่าน 100 กิโลกรัม ผสมกับน้ำมันดิน 15 ถึง 30 กิโลกรัม น้ำมันเชื้อเพลิง 1 กิโลกรัมและน้ำ 30 กิโลกรัม ทั้งนี้อัตราส่วนที่ใช้ที่แน่นอนนั้นจะขึ้นอยู่กับขนาดของผงถ่านที่ใช้ ชนิด ปริมาณของตัวประสานที่ใช้ และกรรมวิธีการบดอัดผงถ่าน ซึ่งในการหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมควรจะทำโดยค่อย ๆ ปรับเปลี่ยนอัตราส่วนทีละน้อย ๆ จนกระทั่งได้ถ่านอัดแท่งที่มีคุณสมบัติตามต้องการ สำหรับสถานที่ในการผสมส่วนผสมต่าง ๆ เข้าด้วยกันส่วนใหญ่มักเตรียมบนพื้นดิน ถึงแม้ว่าอาจทำให้มีสิ่งปนเปื้อนเจือปนเข้ามากับส่วนผสมบ้าง แต่กรณีที่เป็นการเตรียมส่วนผสมที่ไม่มากนักอาจใช้การผสมในถังหรือบนแผ่นพื้นซีเมนต์ก็ได้ (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2544 : 51)

1.4 การอัดแท่ง (Compaction) ขั้นตอนในการอัดส่วนผสมเป็นแท่งนี้ เป็นขั้นตอนในการกำหนดรูปร่างและความแน่นของเนื้อถ่านอัดแท่ง โดยที่ขนาดและรูปร่างนั้นจะขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ในการใช้งาน และความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งวิธีที่ง่ายที่สุดคือ การใช้มือปั้นและอัดส่วนผสมให้เป็นแท่ง แม้ว่าแรงอัดด้วยวิธีนี้จะไม่มากนัก (วิทูรย์ หงส์สุมาลย์ และสุธี หงส์สุมาลย์, 2529 : 43) ได้ศึกษาถึงความหนาแน่นของฟืนอัด พบว่า มีความหนาแน่นระหว่าง 0.35 ถึง 0.45 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร นั้นเหมาะในการอัดได้ด้วยวิธีการกระทุ้งการติดไฟง่ายและไฟไม่มอดเมื่อเติมเชื้อเพลิง สำหรับฟืนอัดที่มีความหนาแน่นระหว่าง 0.50 ถึง 0.55 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร การติดไฟค่อนข้างยากและไฟอาจมอดเมื่อเติมเชื้อเพลิง ส่วนฟืนอัดที่มีความหนาแน่นระหว่าง 0.60 ถึง 0.70 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ติดไฟยากและไฟมอดง่ายเมื่อเติมเชื้อเพลิง ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเชื้อเพลิงที่มีความหนาแน่นเหมาะสมจะช่วยให้เกิดการลุกไหม้ และให้ความร้อนได้นาน ส่วนเชื้อเพลิงที่มีความหนาแน่นน้อยเกินไปจะทำให้เกิดการลุกไหม้และมอดเร็ว ไม่สะดวกต่อการใช้งานเพราะต้องเติมเชื้อเพลิงบ่อย ๆ แต่เชื้อเพลิงที่มีความหนาแน่นมากเกินไป จะทำให้การลุกไหม้เกิดไม่สะดวกและบางครั้งอาจทำให้เชื้อเพลิงดับอีกด้วย การผลิตถ่านอัดแท่งแบ่งเป็น 2 วิธี ได้แก่ การอัดเย็น และการอัดร้อน (ธารินี มหายศนันท์, 2548 : 37)

1.4.1 การอัดเย็น การผลิตถ่านโดยวิธีการอัดเย็น นิยมใช้กับถ่านที่เผาเสร็จเรียบร้อยแล้ว มักนำไม้ฟืนหรือท่อนไม้หรือวัสดุทางการเกษตรที่ต้องการนำมาทำเป็นถ่าน นำมาเผาให้เป็นถ่าน จากนั้น บดถ่านให้เป็นผง นำผงถ่านไปอัดให้เป็นแท่งด้วยเครื่องอัดแท่ง โดยใช้วัสดุยึดผสาน เช่น แป้งเปียก หรือน้ำตาล ประสานให้ผงถ่านยึดติดกันเป็นก้อนได้ แท่งถ่านที่ได้จะถูกตัดให้เป็นก้อนดังภาพที่ 2.8 ได้ขนาดตามความต้องการ จากนั้นนำไปทำให้แห้งโดยการตากแดดหรือเข้าตู้อบ ก่อนนำไปใช้งาน



ภาพที่ 2.8 ถ่านอัดแท่งแบบอัดเย็น
ที่มา : watchai 2524 (2558)

1.4.2 การอัดร้อน ถ่านจากการอัดร้อนผลิตได้โดยนำวัสดุอินทรีย์ หรือวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น วัชพืช เศษไม้ ใบไม้ ชานอ้อย ฟาง ซังข้าวโพด แกลบ หรือขี้เลื่อย มาอัดให้เป็นแท่งก่อนการนำไปเผา ด้วยเครื่องอัดภายใต้ความร้อน โดยวัสดุทางการเกษตรที่จะนำมาอัดให้เป็นก้อนนั้นจะต้องแห้งสนิท เมื่อถูกอัดด้วยกำลังสูงในกระบอกอัดที่ร้อน ความร้อนจะทำให้สารลิกนินในสารอินทรีย์หรือเศษไม้นั้นละลาย ทำให้เนื้อไม้จับตัวกันเป็นก้อนได้มีลักษณะดังภาพที่ 2.9 เมื่อเศษวัสดุเหล่านั้นถูกอัดจะถูกดันให้ไหลออกจากเครื่องอัดเป็นแท่งฟืน ซึ่งแท่งนี้จะถูกตัดให้เป็นท่อน ๆ ให้ได้ขนาดตามความต้องการก่อนที่จะนำไปเผาเป็นถ่านต่อไป ข้อดีของวิธีการอัดร้อน คือ สามารถใช้ได้กับวัสดุอินทรีย์ได้ทุกชนิด แม้ว่าจะเป็นเศษวัสดุชิ้นเล็ก ๆ สามารถนำมาอัดให้เป็นแท่งได้ ซึ่งเป็นการลดปริมาณขยะจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรได้เป็นจำนวนมาก

ลิขสิทธิ์ของ ... รรณี

ภาพที่ 2.9 ถ่านอัดแท่งแบบอัดร้อน
ที่มา : สายหมอกและก้อนเมฆ (2556)

ในการผลิตถ่านเริ่มจากการนำไม้ฟืนธรรมดาที่ผ่านการตัดตามขนาดของเตา แล้วนำมาเข้าเตาผลิตถ่านจนกลายเป็นถ่านไม้ก่อนนำเข้าสู่กระบวนการอัดถ่านเพื่อให้ได้ถ่านอัดแท่งไปใช้ประโยชน์ต่อไป ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีของการเผามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นหลายขณะ โดยเรียกกระบวนการดังกล่าวนี้ว่า “การกลายเป็นถ่าน” หรือคาร์บอนไนเซชั่น (Carbonization)

1.5 การตากแห้ง เนื่องจากเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้ ยังมีปริมาณความชื้นอยู่สูง จึงต้องไปตากให้แห้งเพื่อเป็นการลดความชื้นให้ไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง และเพื่อทำให้เชื้อเพลิงแข็งตัวเกาะกันแน่น ซึ่งวิธีที่ง่ายและถูกที่สุด สำหรับการทำให้แห้งก็คือการนำไปผึ่งแดดประมาณ 3 ถึง 4 วัน แต่หากใช้เป็นห้องอบโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์จะช่วยลดระยะเวลาในการทำงานให้สั้นลง นอกจากนี้อาจใช้ความร้อนจากเตาเผามาไล่ความชื้นจากแท่งถ่านให้แห้ง ข้อควรระวังสำหรับวิธีนี้ คือ ต้องรักษาอุณหภูมิภายในห้องอบไม่ให้สูงเกินกว่าที่ทำให้ถ่านลุกไหม้ และเวลาที่ใช้ในการอบไล่ความชื้นจะขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นของส่วนผสมและชนิดของห้องอบที่ใช้ (จิระ รัตนะ และศิริพร จิวรพันธ์, 2536 : 3)

2. คุณภาพของถ่านอัดแท่ง

ค่าความร้อน (Heating Value) สามารถนำไปจัดแบ่งคุณภาพของเชื้อเพลิง นอกจากนี้ยังเป็นตัวแปรสำคัญที่จะบ่งชี้ปริมาณความร้อนที่ปล่อยออกมา ถ่านอัดแท่งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของถ่านอัดแท่งกำหนดให้มีค่าความร้อนไม่ต่ำกว่า 5,000 แคลอรี่ต่อกรัม และค่าความชื้นต้องไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง เป็นตัวชี้สมบัติของเชื้อเพลิงอย่างหนึ่ง เชื้อเพลิงที่มีค่าความร้อนสูงถือว่าเป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพดี เช่น ถ่านที่มีค่าความร้อนสูงถือว่าเป็นถ่านที่มีคุณภาพดี แต่สำหรับการใช้ถ่านในการหุงต้มในครัวเรือนนั้น ถ่านที่ถือว่ามีคุณภาพดีที่สุดนั้นไม่จำเป็นต้องเป็นถ่านที่มีค่าความร้อนสูงสุดแต่ต้องมีสมบัติที่ดีของถ่านทางด้านอื่น ๆ ด้วย (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547 : 16) คือ

2.1 การแตกปะทุขณะติดไฟ ถ่านที่แตกปะทุขณะติดไฟผู้ใช้จะไม่ชอบ ไม่นิยมใช้ ดังนั้นถ่านที่มีคุณภาพดีจะไม่มีการแตกปะทุเลย หรือมีการแตกปะทุเล็กน้อยในช่วงนาทีแรกที่ติดไฟ

2.2 น้ำหนักถ่าน ถ่านหนักจะลุกไหม้ให้ความร้อนแรงได้นาน

2.3 ควัน ถ่านที่มีคุณภาพดีไม่ควรจะมีควัน และกลิ่นฉุนในขณะลุกไหม้

2.4 ความแข็งแรง ถ่านที่มีความแข็งสูงจะช่วยลดการแตกหัก หรือป่นเป็นผง ทำให้สะดวกต่อการใช้ การขนส่งและการเก็บรักษา คุณสมบัติของถ่านอัดแท่งที่ดี สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ข้อหลัก ๆ ข้อแรก คือ คุณสมบัติด้านการจัดการ หมายถึง ถ่านอัดที่ได้ไม่ควรร่วน หรือแตกแยกออกเป็นส่วน ๆ ในระหว่างการจัดการเก็บรักษาและการเคลื่อนย้าย และข้อที่ 2 คือ คุณสมบัติด้านเชื้อเพลิง โดยจะเกี่ยวเนื่องกับชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ รูปร่างและความหนาแน่นที่ได้ ซึ่งในการปรับปรุงคุณสมบัติด้านการจัดการโดยเพิ่มความหนาแน่นของถ่านอัดแท่ง จะมีผลกระทบต่อคุณสมบัติการเผาไหม้ด้วย

ข้อดีและข้อเสียของเชื้อเพลิงถ่านอัดแท่ง

1) ข้อดีของเชื้อเพลิงถ่านอัดแท่ง ได้แก่ มีขนาดและรูปร่างแบบเดียวกัน ใช้ป้อนเป็นเชื้อเพลิงได้อย่างสะดวกตามคุณสมบัติทางกายภาพ มีความร้อนที่สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มได้ ปราศจากมลภาวะ ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้อุปกรณ์ควบคุมมลภาวะ มีประสิทธิภาพในการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ สะดวกต่อการเก็บและนำมาใช้งาน

2) ข้อเสียของเชื้อเพลิงถ่านอัดแท่ง ได้แก่ การอัดแท่งใช้แรงอัดสูง ทำให้กระบอกอัดและสกรูสึกหรอได้ง่าย คุณสมบัติการเผาไหม้ยังไม่เป็นที่ต้องการ

การวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของถ่านอัดแท่ง

การวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ปริมาณความชื้น (Moisture Content) ปริมาณเถ้า (Ash Content) ปริมาณสารระเหย (Volatile Matters) คาร์บอนคงตัว และค่าปริมาณความร้อน (Calorific Value or Heating Value) วิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM (American Society for Testing and Materials) ซึ่งเป็นสมาคมวิชาชีพด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำหน้าที่กำหนดและจัดทำมาตรฐานเกี่ยวกับคุณภาพวัสดุ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการหาปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้าและปริมาณสารระเหยเป็นเครื่องมือชนิดเดียวกันประกอบด้วย เตาอบ (Moisture Oven) ถ้วย (Crucible) และโถดูดความชื้น (Desiccators) การวิเคราะห์พารามิเตอร์ตามมาตรฐานดังกล่าวสามารถทำได้ดังนี้

1. ปริมาณความชื้น

ปริมาณความชื้น คือ ปริมาณความชื้นต่อปริมาณของเนื้อเชื้อเพลิงอัดแท่งอบแห้ง ความชื้นมีผลทำให้ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งลดลงและทำให้เชื้อเพลิงอัดแท่งแตกร่วนได้ง่าย การหาปริมาณความชื้น ASTM D 3173 ทำได้ดังนี้

1.1 วิธีการทดลอง

1) นำถ้วยที่สะอาดไปอบ 30 นาที ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสแล้วนำไปทำให้เย็นโดยใส่ในโถดูดความชื้น 15 นาที จึงนำไปชั่งน้ำหนัก

1) ใส่ตัวอย่างประมาณ 1 กรัม จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนัก W_1

3) นำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 2-3 ชั่วโมงแล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้น 20 นาที จึงนำไปชั่งน้ำหนัก W_2

1.2 สูตรการคำนวณ

$$M = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \qquad (1)$$

โดยที่ M = ร้อยละของปริมาณความชื้น

W_1 = น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W_2 = น้ำหนักตัวอย่างแห้งหลังอบ (กรัม)

2. ปริมาณเถ้า

ปริมาณเถ้า คือ ส่วนสารอนินทรีย์ที่เหลือจากการสันดาปภายในเตาเผาที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วย ซิลิกา แคลเซียมออกไซด์ แมกนีเซียมออกไซด์ การหาปริมาณเถ้า ASTM D 3174 ทำได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

1.1 วิธีการทดลอง

1) นำถ้วย ที่สะอาดไปอบ 30 นาที ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสแล้วนำไปทำให้เย็นโดยใส่ในโถดูดความชื้น 15 นาที จึงนำไปชั่งน้ำหนัก

2) ใส่ตัวอย่างประมาณ 1 กรัม จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนัก

3) นำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส ประมาณ 4 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้น 20 นาที จึงนำไปชั่งน้ำหนัก

1.2 สูตรการคำนวณ

$$A = \frac{W_3 - W_4}{W} \times 100 \quad (2)$$

โดยที่ A = ร้อยละของปริมาณเถ้า

W_3 = น้ำหนักถ้วยและเถ้าของตัวอย่างหลังเผา (กรัม)

W_4 = น้ำหนักถ้วย (กรัม)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

3. สารที่ระเหยได้

สารที่ระเหยได้ ปริมาณสารระเหย คือ ส่วนของเนื้อเชื้อเพลิงอัดแท่งหลังจากที่ระเหยได้ ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีคาร์บอน ออกซิเจนและโฮโดรเจน การหาปริมาณสารระเหย ASTM D 3175 ทำได้ดังนี้

3.1 วิธีการทดลอง

1) เผาถ้วยพร้อมฝาที่ อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียสประมาณ 30 นาทีแล้วนำไปทำให้เย็นโดยใส่ใน โถดูดความชื้น 15 นาที จึงนำไปชั่งน้ำหนัก

2) ชั่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ใส่ลงไปในถ้วย แล้วปิดฝา จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนัก (W_5)

3) นำใส่ในเตาเผา 7 ถึง 10 นาที แล้วปล่อยไว้ในเตา 7 นาที

4) นำออกจากเตาเผา ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น 30 นาทีแล้วนำไปชั่งน้ำหนัก (W_6)

3.2 สูตรการคำนวณ

$$V = (\frac{W_5 - W_6}{W} \times 100) - M \quad (3)$$

โดยที่ V = ร้อยละของปริมาณสารระเหย

M = ร้อยละของปริมาณความชื้น

W_5 = น้ำหนักของถ้วยพร้อมฝา และตัวอย่างก่อนเผา (กรัม)

W_6 = น้ำหนักของถ้วยพร้อมฝา และตัวอย่างหลังเผา (กรัม)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

4. คาร์บอนคงตัว

คาร์บอนคงตัว คือ มวลของคาร์บอนที่เหลือในเชื้อเพลิงอัดแท่งหลังจากนำสารระเหยออกที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส การคำนวณหาปริมาณคาร์บอนคงตัว ASTM D 3172

$$F = 100 - M - A - V \quad (4)$$

โดยที่ F = ร้อยละของคาร์บอนคงตัว

จากสมการแสดงให้เห็นว่า การคำนวณาหาคาบอร์คงตัวในรูปร้อยละ หาได้จากการหักลบปริมาณความชื้น ปริมาณสารระเหยและปริมาณเถ้าออก

5. ค่าพลังงานความร้อน

ค่าพลังงานความร้อนของการสันดาปจะขึ้นอยู่กับปริมาณคาร์บอนในเชื้อเพลิงอัดแท่ง ในการคำนวณพลังงานความร้อนจากปฏิกิริยาการเผาไหม้ให้ค่าเป็นลบ ซึ่งไม่สะดวกแก่การใช้งานจึงนิยมใช้

เทอมค่าความร้อน ซึ่งมีค่าเท่ากับความร้อนของการเผาไหม้ที่สภาวะมาตรฐานแต่มีค่าเป็นบวก สำหรับเชื้อเพลิงธรรมชาติไม่ว่าจะเป็นถ่านหินน้ำมันและผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม หรือชีวมวลไม่ใช่สารประกอบบริสุทธิ์ ไม่สามารถคำนวณจากความร้อนของปฏิกิริยาหรือความร้อนของการเกิดมาตรฐานของสารหรือธาตุบริสุทธิ์ได้ จำเป็นต้องใช้เครื่องมือเฉพาะที่เรียกว่าบอมบ์แคลอริมิเตอร์ (Bomb Caloriemeter) (กัญจนา บุณยเกียรติ, 2544 : 204)

ค่าความร้อนทางเชื้อเพลิง คือ ปริมาณความร้อนที่ต้องถ่ายเทออกจากเชื้อเพลิง เนื่องจากการสันดาปที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ในระบบ โดยปกติการสันดาปของเชื้อเพลิงจำพวกสารไฮโดรคาร์บอน เมื่อสันดาปในบรรยากาศของออกซิเจน ผลจะให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำที่อยู่ในสถานะของไอน้ำ ถ้าไอน้ำสามารถกลั่นตัวแล้วคายความร้อนแฝงออกมา ค่าความร้อนเชื้อเพลิงที่ได้จะเป็นค่าความร้อนสูงสุด แต่ถ้าไอน้ำไม่กลั่นตัว ค่าความร้อนทางเชื้อเพลิงจะเป็นค่าความร้อนต่ำ

การหาค่าความร้อนของเชื้อเพลิงโดยใช้บอมบ์แคลอริมิเตอร์ โดยนำเชื้อเพลิงที่จะทำการทดสอบไปชั่งน้ำหนักให้ละเอียดมาเผาไหม้กับออกซิเจนบริสุทธิ์ ภายใต้ความดันภายในบอมบ์แคลอริมิเตอร์ ความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้จะถ่ายเทให้กับน้ำหล่อเย็นรอบตัวบอมบ์แคลอริมิเตอร์ ซึ่งสามารถวัดอุณหภูมิของน้ำได้ และปริมาณความร้อนสามารถคำนวณหาได้จากสมการ

$$Q = mc\Delta T \qquad (5)$$

เมื่อ Q คือ ปริมาณความร้อน

m คือ มวลของน้ำในแคลอริมิเตอร์

c คือ ค่าความร้อนจำเพาะของน้ำ

ΔT คือ อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง

ปริมาณความร้อนที่คำนวณได้จากสมการยังมิใช่ความร้อนที่ถูกต้อง เนื่องจากตัวอุปกรณ์บอมบ์แคลอริมิเตอร์ยังสามารถดูดค่าความร้อนบางส่วนไว้ในตัวเอง และความร้อนบางส่วนสูญเสียไปให้กับบรรยากาศรอบ ๆ ไอน้ำบางส่วนที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้และยังกลั่นตัวไม่หมด ซึ่งไอน้ำดังกล่าวจะดูดความร้อนเอาไว้ นอกจากนั้นความร้อนบางส่วนที่มาจากขดลวดขณะจุดเชื้อเพลิงและการเผาไหม้ที่เกิดขึ้นในบรรยากาศของออกซิเจนซึ่งจะทำให้อุณหภูมิสูงมากและรวมตัวเป็นกรดไนตริกและกรดซัลฟูริก ดังนั้น เพื่อให้ทราบค่าความร้อนที่แท้จริงของเชื้อเพลิงจะปรับปรุงค่าความคลาดเคลื่อนดังต่อไปนี้

1) ต้องตรวจสอบค่าน้ำสมบูรณ์ของเครื่องทดสอบ

2) ให้อุณหภูมิของน้ำต่ำกว่าบรรยากาศโดยรอบประมาณครึ่งหนึ่งของอุณหภูมิที่สูงขึ้นจากการ เผาไหม้

3) ต้องหยดน้ำลงบนบอมบ์แคลอริมิเตอร์ เพื่อให้ไอน้ำกลั่นตัวเป็นหยดน้ำได้

4) หาปริมาณความร้อนจากการเผาไหม้ของขดลวด แล้วนำไปลบออก

5) ใช้ปริมาณเชื้อเพลิงทดสอบน้อย เพื่อให้อุณหภูมิสูงขึ้นเพียง 2 ถึง 3 องศาเซลเซียส ทำให้ค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้นมีการผิดพลาดที่น้อยมาก ดังนั้นการคำนวณเพื่อให้ได้ค่าความร้อนใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด ควรจะใช้สมการดังต่อไปนี้

$$Q = mc\Delta T - C_1 - C_2 - C_3 \quad (6)$$

เมื่อ C_1 คือ ค่าความร้อนที่เกิดขึ้นจากกรดไนตริก

C_2 คือ ค่าความร้อนที่เกิดขึ้นจากกรดซัลฟูริก

C_3 คือ ค่าความร้อนที่เกิดขึ้นจากขดลวดไฟฟ้า

แต่โดยทั่วไปค่าความร้อนที่เกิดขึ้นจากกรดไนตริกกับค่าความร้อนที่เกิดขึ้นจากกรดซัลฟูริกจะกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 0 หากมีค่าน้อยมากในทางปฏิบัติจริง อุณหภูมิที่เกิดขึ้นในขณะคำนวณจะทำให้ค่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงที่ได้ไม่แน่นอนดังสาเหตุที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เพื่อให้ค่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงมีค่าที่ถูกต้องจึงใช้สมการ ดังต่อไปนี้

$$\Delta T = T_c - T_a - r_1(b-a) - r_2(c-b) \quad (7)$$

เมื่อ a คือ เวลาที่ใช้ในการเผาไหม้

b คือ เวลาตั้งแต่อุณหภูมิเริ่มสูงขึ้นจนถึงร้อยละ 60 ของอุณหภูมิสูงสุด

c คือ เวลาที่เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจนกระทั่งคงที่ (สูงสุด – ต่ำสุด)

T_a คือ อุณหภูมิเริ่มการเผาไหม้

T_c คือ อุณหภูมิการเผาไหม้ที่สูงสุด

r_1 คือ อัตราอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงก่อนการเผาไหม้

r_2 คือ อัตราอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงหลังการเผาไหม้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ไชยวัฒน์ จวงทอง และคณะ (ไชยวัฒน์ จวงทอง และคณะ, 2557) ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมและค่าพลังงานความร้อนของถ่านอัดแท่งที่ผลิตจากไม้เงาะผสมกะลามะพร้าว พบว่า อัตราส่วนที่ดีที่สุด คือ ผงถ่าน แป้งมัน น้ำ เป็น 5:2:1.5 โดยให้ค่าพลังงานความร้อนสูงถึง 6,185 แคลอริมิเตอร์ต่อกรัม ปริมาณเถ้าร้อยละ 4.52 ค่าคาร์บอนคงตัวร้อยละ 1.24 และค่าความชื้นร้อยละ 4.75 ซึ่งเท่ากันทุกอัตราส่วน

ดวงกมล ดังโพนทอง และคณะ (ดวงกมล ดังโพนทอง และคณะ, 2559) ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาเปรียบเทียบค่าพลังงานความร้อนและความหนาแน่นของถ่านไม้อัดแท่งจากมอเตอร์ไฟฟ้าและจักรยานขับเคลื่อน โดยใส่ส่วนผสมของถ่านอัดแท่งเป็นถ่านบด 2,000 กรัมต่อแป้งมัน 500 กรัม และน้ำ พบว่า ค่าพลังงานความร้อนจากมอเตอร์ไฟฟ้าและจักรยานอัดแท่งมีค่า 22.68 เมกะจูลต่อกิโลกรัม และ 23.34 เมกะจูลต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ความหนาแน่นของถ่านอัดแท่งจากมอเตอร์ไฟฟ้าและจักรยานอัดแท่งมีค่า 907.43 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 838.57 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ อัตราในการติดไฟเฉลี่ย 6 นาที และ 4.33 นาที และอัตราการเผาไหม้ เฉลี่ย 5.17 ชั่วโมง และ 4.24 ชั่วโมง ตามลำดับ

ธรพร บุศย์น้ำเพชร และนิพนธ์ ตันไพบูลย์กุล (ธรพร บุศย์น้ำเพชร และนิพนธ์ ตันไพบูลย์กุล, 2559) ทำการวิจัยเรื่องลักษณะการขึ้นรูปและตัวประสานที่แตกต่างกันต่อสมบัติของเชื้อเพลิงที่ผลิตจากผักตบชวา งานวิจัยนี้ศึกษาความแตกต่างของวิธีการขึ้นรูปที่มีต่อสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งอัดเม็ด

ต้นทุนต่อหน่วยจากผักตบชวา โดยใช้แป้งมันสำปะหลังและกากมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน ในอัตราส่วนคือ 3:1 3:2 3:3 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) ตามลำดับ และเมื่อใช้กากน้ำตาลเป็นตัวประสานในอัตราส่วน 3:5 3:6 3:7 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ตามลำดับ พบว่าเชื้อเพลิงอัดเม็ดจากผักตบชวาที่มีกากมันสำปะหลังเป็นตัวประสานในอัตราส่วน 3:3 มีปริมาณคาร์บอนคงตัวสูงที่สุดร้อยละ 73.3 และมีค่าความหนาแน่นสูงสุด 0.443 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนเชื้อเพลิงอัดแท่งจากผักตบชวาที่มีแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน ในอัตราส่วน 3:3 มีค่าความร้อนสูงสุดคือ 3,831.98 แคลอรี่ต่อกรัม และมีค่าดัชนีการแตกร่วนของเชื้อเพลิงอยู่ระหว่าง 0.90 ถึง 0.99 เมื่อทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานจริง พบว่าเชื้อเพลิงอัดแท่งจากผักตบชวาที่ใช้แป้งมันเป็นตัวประสาน ในอัตราส่วน 3:3 ให้อุณหภูมิสูงสุดที่ระดับ 89.2 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 60 นาทีแรก และจากการเปรียบเทียบกับต้นทุนการผลิตของเชื้อเพลิงรูปแบบต่าง ๆ ที่ทำการศึกษา พบว่า เชื้อเพลิงอัดแท่งจากผักตบชวาที่ใช้กากมันสำปะหลังเป็นตัวประสานในอัตราส่วน 3:1 มีต้นทุนการผลิตต่ำสุดคือ 3.08 บาทต่อกิโลกรัม

รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล (รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล, 2553) ทำการวิจัยเรื่อง การผลิตถ่านอัดแท่งจากกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์ โดยศึกษาการผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง โดยทำการทดสอบสมรรถนะทางความร้อนตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มลภาวะ ต้นทุนต่อหน่วยและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จากการผลิตถ่านอัดแท่ง ในการดำเนินงานนำวัสดุทั้ง 2 ชนิดดังกล่าวมาผสมกัน 5 อัตราส่วน ลักษณะถ่านอัดแท่งเป็นรูปทรงกระบอก ทำการทดสอบโดยการเผาไหม้เพื่อวัดผลในห้องปฏิบัติการทดสอบและส่งให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของสมรรถนะทางความร้อนและมลภาวะ ผลทางด้านสมรรถนะทางความร้อน สรุปได้ว่าถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมระหว่างถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลังในอัตราส่วน 9:1 เป็นอัตราส่วนที่ให้ค่าความร้อนสูงสุดเท่ากับ 6,580.10 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม และอัตราส่วน 1:9 เป็นอัตราส่วนที่ให้ค่าความร้อนต่ำสุดเท่ากับ 4,514.13 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม ผลการทดสอบมลภาวะจากการเผาไหม้ถ่านอัดแท่ง พบว่า ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มีปริมาณเท่ากับ 195 ppm ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์เท่ากับ 26 ppm คาร์บอนไดออกไซด์ 9.11 ppm และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีปริมาณมากกว่า 4,000 ppm ผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า ถ่านอัดแท่งที่มีส่วนผสมระหว่างถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลังในอัตราส่วน 3:7 มีค่าสมรรถนะทางความร้อน 5,003 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ให้ค่าสมรรถนะทางความร้อนผ่านเกณฑ์มาตรฐาน(มผช.) มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 5.35 บาทต่อกิโลกรัม และเมื่อมีกำลังการผลิตที่ 400 กิโลกรัมต่อวัน จะสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลาประมาณ 1.4 ปี

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

Wahidin Nurianaa, Nurfa Anisaa & Martanaa (Wahidin Nurianaa, Nurfa Anisaa & Martanaa, 2014) ทำการวิจัยเรื่อง Synthesis Preliminary Studies Durian Peel Bio Briquettes as an Alternative Fuels วัตถุประสงค์ของการวิจัยคือการพัฒนาและทดสอบคุณสมบัติของเปลือกทุเรียนเป็นวัสดุเชื้อเพลิงจากกระบวนการของการวิเคราะห์ใกล้เคียงกับอุณหภูมิคาร์บอนไดออกไซด์ 450 องศาเซลเซียส พบว่ามีคาร์บอนคงที่ร้อยละ 77.87 ความชื้นร้อยละ 0.01 สารระเหยร้อยละ 3.94 เถ้าร้อยละ 18.18 ความหนาแน่น 0.99 กรัมต่อมิลลิลิตร ค่าพลังงานความ

ร้อน 6,274 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม การอัดแท่งมีกำลังรับแรงอัดที่ 15.10 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร ใช้กับการอัดแท่งที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.8 เซนติเมตร ยาว 6.5 เซนติเมตร

Sumrit Mopoung & Vijitr Udeye. (Sumrit Mopoung & Vijitr Udeye, 2016) วิจัยเรื่อง Characterization and Evaluation of Charcoal Briquettes Using Banana Peel and Banana Bunch Waste for Household Heating โดยใช้อุณหภูมิที่ 350 องศาเซลเซียส และใช้ดินเหนียวเป็นตัวประสานในการผลิตถ่านอัดแท่ง พบว่า ด้วยรูปร่างที่มีรูพรุนของถ่านกล้วยกล้วยและถ่านกล้วยกล้วยเป็นโครงสร้างรังผึ้งและหลอด จึงให้ค่าพลังงานที่ดีอยู่ในช่วง 5,115.51 ถึง 6,396.66 แคลอรีต่อกรัม แต่ค่าความร้อนของถ่าน อัดแท่งลดลงเมื่อเทียบกับปริมาณของดินและเถ้าที่เพิ่มขึ้น

จากงานวิจัยเหล่านี้ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาแหล่งที่มีการเผาถ่าน และผลิตถ่านอัดแท่ง ในจังหวัดจันทบุรี โดยศึกษาถึงกระบวนการเผาถ่าน การผลิตถ่านอัดแท่ง และวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตถ่าน ตามวิถีของภูมิปัญญาชาวบ้านแล้วนำถ่านที่ผลิตตามกระบวนการภูมิปัญญามาวัดค่าพลังงานความร้อนตามวิธีการของ ดวงกมล ดังโพนทอง และคณะ ต่อมาจัดหาผลผลิตเหลือทิ้งในการทำสวนผลไม้เพิ่มเติมเพื่อศึกษาถึงค่าพารามิเตอร์ของไม้ผลอื่น ๆ ที่อาจเหมาะสมต่อการนำมาผลิตถ่าน และศึกษาการปรับอัตราส่วนผสมเมื่อใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสานดังงานวิจัยของ ไชยวัฒน์ จวงทอง และคณะ นอกจากการใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน ผู้วิจัยได้ใช้แนวทางของ ธรพร บุศย์น้ำเพชร และ นิพนธ์ ตันไพบูลย์กุล นำกากน้ำตาลมาเป็นตัวประสานและนำแนวทางงานวิจัยของ รุ่งโรจน์ พุทธีสกุล ที่นำกะลามะพร้าวมาเพิ่มส่วนผสมถ่านอัดแท่งเพื่อเพิ่มปริมาณค่าพลังงานความร้อนอีกด้วย โดยการวัดค่าพารามิเตอร์ ที่เกี่ยวข้องเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM ดังงานวิจัยของ Wahidin Nurianaa, Nurfa Anisaa, Martanaa และ Sumrit Mopoung & Vijitr Udeye โดย มาตรฐาน ASTM เป็นที่นิยมใช้และเป็นที่ยอมรับทั่วโลก

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี