บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แหล่งพลังงานทดแทน (ชีวมวล)

บริษัท เอ็นเนอร์จี เซฟวิ่ง โปรดักส์ จำกัด (2555) กล่าวว่า ชีวมวล (Biomass) คือสารอินทรีย์ที่เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานจากธรรมชาติและสามารถนำมาใช้ผลิตพลังงานได้ เช่น เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร หรือกากจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมการเกษตร เช่น แกลบ ได้จากการสีข้าวเปลือกชานอ้อย ได้จากการผลิตน้ำตาลทรายเศษไม้ ได้จากการแปรรูปไม้ยางพาราหรือไม้ยูคาลิปตัสเป็นส่วนใหญ่ และบางส่วนได้จากสวนป่าที่ปลูกไว้กากปาล์ม ได้จากการสกัดน้ำมันปาล์มดิบออกจากผลปาล์มสดกากมันสำปะหลัง ได้จากการผลิตแป้งมันสำปะหลังซังข้าวโพด ได้จากการสีข้าวโพดเพื่อนำเมล็ดออกกาบและกะลามะพร้าว ได้จากการนำมะพร้าวมาปลอกเปลือกออกเพื่อนำเนื้อมะพร้าวไปผลิตกะทิ และน้ำมันมะพร้าวส่าเหล้า ได้จากการผลิตแอลกอฮอล์ เป็นต้น ชีวมวลสามารถเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานได้ เพราะในขั้นตอนของการเจริญเติบโตนั้น พืชใช้คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ แล้วเปลี่ยนพลังงานจากแสงอาทิตย์โดยผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงได้ออกมาเป็นแป้งและน้ำตาล แล้วกักเก็บไว้ตามส่วนต่างๆ ของพืช ดังนั้น เมื่อนำพืชมาเป็นเชื้อเพลิง เราก็จะได้พลังงานออกมา การใช้ประโยชน์จากพลังงานชีวมวล สามารถใช้ได้ทั้งในรูปของพลังงานความร้อน ไอน้ำ หรือผลิตเป็นกระแสไฟฟ้า โดยจะใช้เชื้อเพลิงชีวมวลชนิดใดชนิดหนึ่งที่กล่าวมาข้างต้น หรือหลายชนิดรวมกันก็ได้ชีวมวลจึงเป็นแหล่งเชื้อเพลิงราคาถูก หากมีการใช้ประโยชน์ในบริเวณที่ไม่ไกลจากแหล่งเชื้อเพลิงมากนัก เพื่อลดต้นทุนในการขนส่ง ชีวมวลมีอยู่ทั่วไปในประเทศไทย การนำชีวมวลมาใช้จึงช่วยลดการสูญเสียเงินตราต่างประเทศในการนำเข้าเชื้อเพลิงและสร้างรายได้ให้กับคนท้องถิ่น นอกจากนี้การผลิตพลังงานจากเชื้อเพลิงชีวมวลด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสม จะไม่ก่อให้เกิดมลภาวะและไม่สร้างสภาวะเรือนกระจก เนื่องจากการปลูกทดแทนทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดการหมุนเวียนและไม่มีการปลดปล่อยเพิ่มเติม เรายังมุ่งหวังว่าการพัฒนาโครงการเกี่ยวกับชีวมวลจะสามารถเสริมสร้างความเข้มแข็งและการมีส่วนร่วมของชุมชนได้อีกด้วย

องค์ประกอบของชีวมวล

1. ความชื้น (Moisture) หมายถึง ปริมาณน้ำที่มีอยู่ ชีวมวลส่วนมากจะมีความชื้นค่อนข้างสูง เพราะเป็นผลผลิตทางการเกษตร ถ้าต้องการนำชีวมวลเป็นพลังงานโดยการเผาไหม้ ค่าความชื้นไม่ควรเกิน 50 เปอร์เซ็นต์

2. ส่วนที่เผาไหม้ได้ (Combustible substance) แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ Volatiles matter และ Fixed Carbon Volatiles matter คือ ส่วนที่ลุกเผาไหม้ได้ง่าย ดังนั้น ชีวมวลใดที่มีค่า Volatiles matter สูงแสดงว่าติดไฟได้ง่าย

3. ส่วนที่เผาไหม้ไม่ได้ คือ ปริมาณขี้เถ้า (Ash) ซึ่งชีวมวลส่วนใหญ่จะมีขี้เถ้าประมาณ 1-3 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นแกลบและฟางข้าว จะมีสัดส่วนขี้เถ้าประมาณ 10-20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะมีปัญหาในการเผาไหม้และกำจัดพอสมควร

แหล่งที่มาของชีวมวล

Laohalidanond, K. (2007) อ้างใน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน (2555) กล่าวถึงแหล่งที่มาของชีวมวลไว้ดังนี้

1. พืชเกษตรกรรม (Agricultural crop) เช่น อ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพด ฯลฯ ซึ่งเป็นแหล่งสำคัญของคาร์โบไฮเดรต แป้งและน้ำตาลสามารถปลูกเป็นพืชที่ให้พลังงานและผลิตเป็นน้ำมันพืช (vegetable oil) ได้ นอกจากนี้ยังมีพืชที่ปลูกเพื่อนำไปผลิตเป็นเชื้อเพลิงโดยเฉพาะ เช่น ปาล์มน้ำมัน และสบู่ดำ

2. วัสดุที่เหลือทิ้งทางการเกษตรกรรม (Agricultural residues) เช่น ฟางข้าว รากของมันสำปะหลัง ซังข้าวโพด กากถั่วเหลือง

3. เนื้อไม้และเศษเหลือทิ้งของเนื้อไม้ (Wood and wood residues) เช่น ไม้โตเร็วและไม้ยืนต้นทั่วไป เศษเหลือทิ้งจากโรงงานผลิตไม้รวมทั้งเศษเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ ฯลฯ

4. เศษเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรม (Waste streams) เช่น แกลบจากโรงสีข้าว กากน้ำตาลและชานอ้อยจากอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาลและเศษเหลือทิ้งจากการสกัดปาล์มน้ำมัน

5. ขยะมูลฝอยและมูลสัตว์ เช่น ขยะที่เป็นของสดและมูลสัตว์ต่างๆ (Choorit, W. and Wisarnwan, P. (2007) อ้างในกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน (2555))

6. สิ่งมีชีวิตบางชนิด เช่น สาหร่าย สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายรูปแบบ ได้แก่ การย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน ไบโอดีเซลจากสาหร่ายและการผลิตเชื้อเพลิงไฮโดรเจน (Hossain, ABMS., et al. (2008) อ้างในกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน (2555))

ประเภทของชีวมวลหรือวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2549)

1. ฟางข้าว

ลักษณะทั่วไป ขนาดเล็กยาวแต่กลวง ได้มาหลังการเกี่ยวข้าว

แหล่ง ถ้าเกี่ยวข้าวด้วยแรงคน ฟางข้าวจะกองอยู่บริเวณลานตากข้าวตามหมู่บ้าน ถ้าเกี่ยวข้าวด้วยเครื่องจักร ฟางข้าวจะถูกทิ้งไว้ในนาข้าว

การนำไปใช้งาน ฟางข้าวมีประโยชน์มากมาย เช่น เป็นอาหารสัตว์ คลุมดิน เพาะเห็ดฟาง ทำโครงพวงหรีดดอกไม้ และใช้ในอุตสาหกรรมทำกระดาษ เป็นต้น แต่ยังมีฟางข้าวอีกมากที่ไม่ได้นำไปใช้ คาดว่าประมาณ 1ใน 3 ของส่วนที่เหลือถูกเผาทิ้ง

จุดเด่น ยังมีฟางข้าวอีกมากที่ไม่ได้นำไปใช้ให้เป็นประโยชน์

จุดด้อย รวบรวมได้ยากถ้าใช้แรงคน เพราะอยู่กระจัดกระจาย ต้อง ใช้เครื่องทุ่นแรง (Straw baler) มาช่วยในการรวบรวม

2. เศษไม้ยางพารา

ลักษณะทั่วไป ไม้ยางพาราเมื่อมีอายุถึง 20 -25 ปีจะถูกตัด เพื่อปลูกใหม่ ไม้ยางพาราที่ถูกตัดจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ รากหรือตอไม้ ปลายไม้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้วลงมา และไม้ท่อนมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้วขึ้นไป ไม้ท่อนจะถูกตัดให้ได้ความยาว1.05ม.เพื่อส่งโรงเลื่อยและโรงงานเฟอร์นิเจอร์ซึ่งจะได้เศษไม้หลายแบบคือ ปีกไม้ ตาไม้(ส่วนที่มีตำหนิ) ขี้เลื่อย และขี้กบ

แหล่ง ปีกไม้และขี้เลื่อย จะหาได้จากโรงเลื่อยไม้ยางพารา ตาไม้และขี้กบ จะหาได้จากโรงงานเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ปลายไม้และรากไม้ จะหาได้จากสวนยางพารา

การนำไปใช้งาน ในส่วนของขี้เลื่อยจะนำไปเพาะเห็ด ทำธูป ใช้คลุมเผาถ่าน เศษไม้อื่นๆ จะนำไปเป็นเชื้อเพลิง สำหรับโรงบ่มยางพารา เผาถ่าน ใช้ในขบวนการผลิต ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับไม้อัดยางพารา (Plywood) Medium density board และ Chip board นอกจาก นี้ยังนำไปใช้ในงานก่อสร้าง เช่นเสาเข็ม ใช้ทำเป็นพาเล็ท ลังไม้ เป็นต้น

จุดเด่น ยังมีเศษไม้ยางพาราคือ รากไม้ และกิ่งไม้ เหลืออีกมากที่ยังไม่ได้นำไปใช้งาน

จุดด้อย มีขนาดใหญ่ และถ้าเป็นเศษไม้สดจะมีความชื้นค่อนข้างสูง ประมาณ 50 % ประสิทธิภาพในการเผาไหม้จึงไม่ค่อยสมบูรณ์ ดังนั้นอาจจะต้องเพิ่มขบวนการย่อยและลดความชื้นก่อนนำไปเผา

3. กากอ้อย

ลักษณะทั่วไป มีลักษณะเป็นขุย ได้จากการผลิตน้ำตาลดิบ โดยนำอ้อยมาคั้นน้ำออก ส่วนที่เป็นน้ำนำไปผลิตเป็นน้ำตาลดิบ ส่วนที่เหลือคือกากอ้อย

แหล่ง โรงงงานน้ำตาล ซึ่งมีอยู่ประมาณ 46 โรง

การนำไปใช้งาน ส่วนใหญ่ใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิต น้ำตาลดิบประมาณ 80 % ส่วนที่เหลืออีก 20 % นำไปเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตกระดาษ และ MDF Board

จุดเด่น ยังมีกากอ้อยเหลืออีกส่วนหนึ่งที่ยังไม่ได้นำไปใช้งาน

จุดด้อย น้ำหนักเบา และความชื้นสูง

4. ใบอ้อยและยอดอ้อย

ลักษณะทั่วไป มีลักษณะเรียวยาว จะถูกตัดออกจากลำต้นอ้อยก่อนส่งไปโรงงาน ในช่วงเดือนธันวาคมถึงเมษายน ดังนั้นใบอ้อยและยอดอ้อยจะกระจายไปทั่วไร่อ้อย แต่บางครั้งชาวไร่อ้อยจะใช้วิธีการเผาแทนการตัด ซึ่งจะทำให้ไม่มีใบอ้อยและยอดอ้อยหลงเหลืออยู่

แหล่ง ตามไร่อ้อยทั่วไป

การนำไปใช้งาน ยอดอ้อยสามารถนำมาเป็นอาหารสัตว์

จุดเด่น ใบอ้อยและยอดอ้อยส่วนใหญ่จะถูกเผาทิ้งในไร่ ยังไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์

จุดด้อย มีเฉพาะเดือนธันวาคมถึงเมษายนของทุกปี และการรวบรวมเก็บ ค่อนข้างใช้แรงงานมาก จำเป็นต้องหาเครื่องทุ่นแรงมาช่วย

5. เหง้ามันสำปะหลัง

ลักษณะทั่วไป เหง้ามันเป็นส่วนที่ถูกตัดออกจากหัวมัน ด้านบนมีลักษณะเป็นลำต้นค่อนข้างกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 15 มม. ยาวประมาณ 30 ซม. ส่วนอีกด้านหนึ่งมีรูปร่างไม่แน่นอน

แหล่ง ตามไร่มันสำปะหลัง

การนำไปใช้งาน ปัจจุบันยังไม่ค่อยนำไปใช้งาน จึงมักถูกเผาทิ้งตามไร่

จุดเด่น เนื่องจากส่วนมากยังไม่ได้นำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ จึงไม่มีคู่แข่งในการจัดหา

จุดด้อย ความชื้นโดยเฉลี่ย 60 % และมีขนาดรูปทรงไม่แน่นอน จึงต้องมีขบวนการทำให้เล็กลง ก่อนนำไปเป็นเชื้อเพลิง

6. เปลือกและกากมันสำปะหลัง

ลักษณะทั่วไป เปลือกมีลักษณะเป็นขุย สีน้ำตาล ความชื้น 50 % กากมันมีลักษณะละเอียด สีขาว ความชื้นสูงประมาณ 80 %

แหล่ง เป็นเศษที่เหลือจากการผลิตแป้งมันสำปะหลัง

การนำไปใช้งาน กากมันนำไปใช้ผสมอาหารสัตว์ในมันเส้น เปลือกมันทำปุ๋ย

จุดเด่น เนื่องจากเปลือกมันส่วนยังมีส่วนหนึ่งที่ขายไม่ได้ ทางโรงงานต้องนำไปฝังกลบ เพราะยังไม่ได้ศึกษานำไปใช้ให้เป็นประโยชน์อย่างอื่น

จุดด้อย เปลือกมันมีค่าความร้อนค่อนข้างต่ำ

7. กากปาล์ม

ลักษณะทั่วไป กากปาล์มเป็นเศษเหลือจากการ สกัดน้ำมันปาล์มดิบจากทะลายปาล์มสด มี 3 แบบคือ ไฟเบอร์มีลักษณะเป็นขุย กะลามีลักษณะเป็นคล้ายกะลามะพร้าวแต่มีขนาดเล็กกว่ามาก โตประมาณ 1-2 ซม. และทะลายปาล์มเปล่า

แหล่ง จะได้จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบมาตรฐาน อย่างไรก็ตามยังมีโรงงานสกัดอีกประเภทหนึ่งคือ นำเฉพาะผลปาล์มสดไม่รวมทะลายมาสกัด เศษที่ได้จะนำมาเป็นอาหารสัตว์

การนำไปใช้งาน ไฟเบอร์นำมาเป็นเชื้อเพลิง ในขบวนการผลิตน้ำมันปาล์มดิบ จึงมีเหลือไม่มาก ส่วนทะลายเปล่านำไปเพาะเห็ด

จุดเด่น กะลาปาล์มมีค่าความร้อนสูงสุด เหมาะนำมาเป็นเชื้อเพลิง แต่ต้องระวังเศษน้ำมันที่ตกค้างอยู่ ส่วนทะลายปาล์มเปล่ามีเหลืออีกมากที่ยังไม่ได้นำมาใช้ และถ้านำมาเผา จะได้ขี้เถ้าที่มีแร่ธาตุโปตัสเซียมสูงมาก

จุดด้อย การที่จะนำทะลายปาล์มเปล่ามา เป็นเชื้อเพลิง ต้องนำมาผ่านขบวนการย่อยหรือตัดก่อน เพราะมีขนาดใหญ่ นอกจากนี้ ยังมีสารประกอบอัลคาไลน์สูง จะทำให้ท่อน้ำในหม้อน้ำมียางเหนียวเกาะติดได้ง่าย

8. ใบปาล์มและต้นปาล์ม

ลักษณะทั่วไป ใบปาล์มหรือทางปาล์มจะถูกตัดออกเพื่อนำทะลาย ปาล์มสดลงจากลำต้น มีขนาดยาวประมาณ 2-3 เมตร ส่วนลำต้นจะถูกโค่นเมื่อมีอายุ 20-25 ปี หรือเมื่อไม่สามารถให้ผลผลิตได้ดี

แหล่ง จากสวนปาล์ม

การนำไปใช้งาน ทางปาล์มใช้คลุมดิน ส่วนลำต้นเริ่มทยอยตัดในพื้นที่บางแห่ง

จุดเด่น ยังไม่มีการศึกษานำไปใช้ประโยชน์เป็นอย่างอื่น

จุดด้อย ทางปาล์มมีความชื้นสูงถึง 80% และขนาดใหญ่

9. ซังข้าวโพด และลำต้น

ลักษณะทั่วไป ซังข้าวโพดได้จากการสีข้าวโพดเพื่อนำ เมล็ดมาใช้งาน ส่วนใหญ่เป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในส่วนของลำต้นจะถูกตัดหลังจากการเก็บเกี่ยวแล้ว

แหล่ง ปัจจุบันการสีข้าวโพดจะใช้เครื่องจักรที่สามารถ เคลื่อนที่ไปตามไร่ข้าวโพด ดังนั้นจะสามารถหาซังข้าวโพดและต้นข้าวโพด ได้ตามไร่ข้าวโพดทั่วไป

การนำไปใช้งาน ซังข้าวโพดมีประโยชน์หลายอย่าง นำไปเป็นวัตถุดิบผลิตอัลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิง ผสมกับโมลาสเพื่อเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น ส่วนลำต้น นำไปเลี้ยงสัตว์ได้เช่นกัน

จุดเด่น ซังข้าวโพดมีค่าความร้อนสูง เมื่อเทียบกับชีวมวลอื่นๆ ส่วนลำต้นข้าวโพดมีส่วนหนึ่งที่ไม่ได้นำไปใช้งาน ชาวไร่ข้าวโพดจะไถฝังกลบในไร่

จุดด้อย ซังข้าวโพดมีการนำไปใช้ประโยชน์หลายอย่าง ดังนั้นต้องพิจารณาถึงแหล่งที่มีการนำไปใช้งานน้อยที่สุด เพื่อไม่ให้มีการแก่งแย่งกันซื้อ ส่วนลำต้น ข้าวโพดจะเก็บรวบรวมลำบาก ต้องใช้แรงคนมาก

ศักยภาพชีวมวลในประเทศไทย

ประเทศไทยนับเป็นประเทศเกษตรกรรมที่สำคัญแห่งหนึ่งของโลก ประชาชนมากกว่าร้อยละ 50 ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ผลพลอยได้ที่สำคัญนอกเหนือจากผลผลิตการเกษตรก็คือ วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น ฟางข้าว แกลบ กากอ้อย กาก ใย และทะลายปาล์ม เป็นต้น

ปริมาณชีวมวลจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่ผลิตภายในประเทศจะแปรผันและขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิตทางการเกษตรของประเทศ

ตารางที่ 2.1 แสดงรายละเอียดพื้นที่ปลูกผลผลิตพืชหลัก และไม้ยางพารา ปี 2551 และ 2552

ชนิดของผลผลิตทางการเกษตร	ปี 2551		ปี 2552	
	พื้นที่เก็บเกี่ยว (พันไร่)	ผลผลิต (พันตัน)	พื้นที่เก็บเกี่ยว (พันไร่)	ผลผลิต (พันตัน)
อ้อย	6,588	73,502	6,023	66,816
ข้าว	66,772	31,651	68,519	31,508
ข้าวโพด	6,518	4,249	6,905	4,616
ปาล์มน้ำมัน	2,885	9,271	3,189	8,162
มันสำปะหลัง	7,397	25,156	8,584	30,088
ไม้ยางพารา	11,372	3,166	11,600	3,090

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร www.aoe.go.th อ้างในกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน (2555)

สำหรับศักยภาพของการผลิตชีวมวลในประเทศไทยจะประเมินจากผลคูณของปริมาณผลผลิตทางการ เกษตรที่ก่อให้เกิดชีวมวลนั้นๆ กับสัดส่วนของการเปลี่ยนแปลงปริมาณผลผลิตเป็นปริมาณชีวมวล

ตารางที่ 2.2 แสดงศักยภาพชีวมวลเชิงพื้นที่ของประเทศไทยปี 2552

ชนิด	ผลผลิต (ตัน)	ชีวมวล	ปริมาณชีวมวลเหลือใช้ (ตัน)	ค่าความร้อน (MJ/kg)	ศักยภาพพลังงาน	
					(TJ)	(ktoe)
อ้อย	66,816,446	ชานอ้อย	4,190,794.31	14.40	60,347.44	1,428.54
		ยอดและใบ	13,439,727.21	17.39	233,716.86	5,532.52
ข้าว	31,508,364	แกลบ	3,510,598.90	14.27	50,096.25	1,185.87
		ฟางข้าว	25,646,547.96	10.24	262,620.65	6,216.73
ถั่วเหลือง	190,480	ต้น/เปลือก/ใบ	170,383.17	19.44	3,312.35	78.41
ข้าวโพด	4,616,119	ซัง	584,539.15	18.04	10,545.09	249.62
		ลำต้น	2,758,777.36	18.04	49,768.34	1,178.11
ปาล์มน้ำมัน	8,162,379	ทะลายเปล่า	1,024,868.34	17.86	18,304.15	433.29
		ใย	162,970.06	17.62	2,871.53	67.97
		กะลา	38,959.04	18.46	719.18	17.02
		ก้าน	2,203,740	9.83	21,824.24	516.62
มันสำปะหลัง	30,088,025	ลำต้น	2,439,236.19	18.42	44,930.73	1,063.60
		เหง้า	1,834,466.88	18.42	33,790.88	799.89
มะพร้าว	1,380,980	ก้าน	628990.82	15.40	9686.46	229.30
		กาบ	464250.95	16.23	7534.79	178.36
		กะลา	128936.58	17.93	2311.83	54.73
ไม้ยางพารา	3,090,280	กิ่ง/ก้าน	312,118.28	14.98	4,675.53	110.68
รวม	145,853,073		59,539,905.20		504,339.40	11,938.67

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2555

กากใยปาล์ม

ไม้ฟืน

ซังข้าวโพด

เหง้ามันสำปะหลัง

กะลามะพร้าว

แกลบ

ภาพที่ 2.1 ชีวมวลในประเทศไทย

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2555

การแปรรูปชีวมวลให้เป็นพลังงาน

สำนักวิชาการพลังงานภาค 5 กระทรวงพลังงาน (2555) กล่าวว่า การแปรรูปชีวมวลให้เป็นพลังงานทำได้หลายวิธีดังนี้

1. การเผาไหม้โดยตรง (Combustion) เมื่อนำชีวมวลมาเผาจะได้ความร้อนออกมาตามค่าความร้อนของชนิดชีวมวล ความร้อนที่ได้จากการเผาสามารถนำไปใช้ในการผลิตไอน้ำที่มีอุณหภูมิและความดันสูง ไอน้ำนี้จะถูกนำไปขับกังหันไอน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้าต่อไป ตัวอย่างชีวมวลประเภทนี้คือ เศษวัสดุทางการเกษตร และเศษไม้

2. การผลิตแก๊ส (Gasification) เป็นกระบวนการเปลี่ยนเชื้อเพลิงแข็งหรือชีวมวล ให้เป็นแก๊สเชื้อเพลิง เรียกว่า แก๊สชีวภาพ (Biogas) มีองค์ประกอบของแก๊สมีเธน ไฮโดรเจน และคาร์บอน-มอนอกไซด์ สามารถนำไปใช้กับกังหันแก๊ส (Gas Turbine)

3. การหมัก (Fermentation) เป็นการนำชีวมวลมาหมักด้วยแบคทีเรียในสภาวะไร้อากาศ ชีวมวลจะถูกย่อยสลายและแตกตัวเกิดแก๊สชีวภาพ (Biogas) ที่มีองค์ประกอบของแก๊สมีเธนและคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สมีเธนที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์สำหรับผลิตไฟฟ้า

4. การผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากพืช มีกระบวนการที่ใช้ผลิต ดังนี้

4.1 กระบวนการทางชีวภาพ ทำการย่อยสลายแป้ง น้ำตาล และเซลลูโลสจากพืชทางการเกษตร เช่น อ้อย มันสำปะหลัง ให้เป็นเอทานอล เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงเหลวในเครื่องยนต์เบนซิน

4.2 กระบวนการทางฟิสิกส์และเคมี โดยสกัดน้ำมันออกจากพืชน้ำมัน จากนั้นนำน้ำมันที่ได้ไปผ่านกระบวนการทางเคมี เช่น ทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชั่น (Transesterification) เพื่อผลิตเป็นไบโอดีเซล

4.3 กระบวนการที่ใช้ความร้อนสูง เช่น กระบวนการไพโรไลซิส (Pyrolysis) เมื่อวัสดุทางการเกษตรได้รับความร้อนสูงในสภาพไร้ออกซิเจนจะเกิดการสลายตัวเกิดเป็นเชื้อเพลิงในรูปของเหลว และแก๊สผสมกัน

ข้อดีของเชื้อเพลิงชีวมวล

1. มีปริมาณกำมะถันต่ำ
2. ราคาถูกกว่าพลังงานเชิงพาณิชย์อื่นๆ โดยเปรียบเทียบต่อหน่วยความร้อนที่เท่ากัน
3. มีแหล่งที่ผลิตอยู่ภายในประเทศ
4. พลังงานจากชีวมวลจะไม่ก่อให้เกิดสภาวะเรือนกระจก และแทบจะไม่ทำให้เกิดมลภาวะทางอากาศหรือทำให้อากาศเป็นพิษเลยในกรณีมีการปลูกทดแทน

กระบวนการอัดแท่ง (Densification) (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2555)

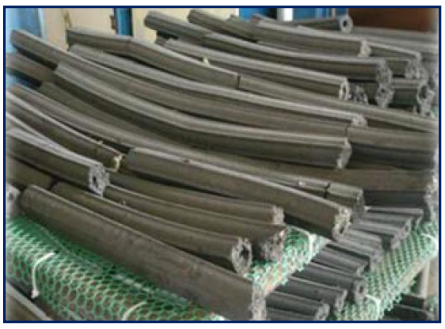
เป็นกระบวนการเปลี่ยนวัสดุที่มีความหนาแน่นต่ำให้เป็นวัสดุที่มีความหนาแน่นสูง และช่วยลดความชื้น ขณะเดียวกันยังสามารถปรับปรุงขนาดและรูปร่างของชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ที่จะนำไปใช้งานด้วย กระบวนการอัดแท่ง สามารถแปรรูปชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ให้เป็นเชื้อเพลิงได้ในหลายรูปแบบ เช่น อัดเป็นเม็ดหรือแท่งเล็กๆ (Pelleting) อัดเป็นก้อนรูปลูกบาศก์ (Cubing) และอัดเป็นแท่งฟืน (Extruded Log)

ประเภทของแท่งเชื้อเพลิง (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2555)

แท่งเชื้อเพลิงที่มีการผลิตขึ้นในปัจจุบันมี 2 ประเภท คือ

1. ถ่านอัดแท่ง เป็นการนำชีวมวลหรือชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ที่เผาจนเป็นถ่านแล้วมาอัดเป็นแท่ง หรืออาจนำแท่งเชื้อเพลิงที่อัดเป็นแท่งแล้วมาเผาให้เป็นแท่งถ่านก็ได้ ดังภาพที่ 2.2

2. แท่งเชื้อเพลิงเขียว เป็นการนำชีวมวลหรือชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้มาอัดแท่งแล้วนำไปใช้งานโดยตรง ไม่ต้องมีขั้นตอนการเผาเหมือนเช่นถ่านอัดแท่ง ตัวอย่างของแท่งเชื้อเพลิงเขียวแบบต่างๆ ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.2 ถ่านอัดแท่ง
ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2555

ภาพที่ 2.3 เชื้อเพลิงเขียวชนิดอัดเป็นท่อน และอัดเป็นเม็ด
ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2555

กรรมวิธีการอัดแท่งเชื้อเพลิง

กรรมวิธีการอัดแท่งเชื้อเพลิงจำแนกตามกระบวนการขึ้นรูปได้เป็น 2 ลักษณะ คือ กระบวนการอัดร้อน และกระบวนการอัดเย็น (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2555)

1. กระบวนการอัดร้อน (Hot Press Process)

เป็นการอัดวัสดุโดยให้ความร้อนตลอดเวลาที่ทำการอัด โดยใช้อุณหภูมิประมาณ 350 องศาเซลเซียสเหมาะสมกับวัสดุที่เมื่อได้รับความร้อนจะเกิดสารเคมีอินทรีย์ที่ช่วยยึดเนื้อวัสดุเข้าหากัน จึงทำให้สามารถยึดเกาะขึ้นรูปเป็นแท่งได้โดยที่ไม่ต้องใช้ตัวประสานตัวอย่างวัสดุที่สามารถนำมาทำเชื้อเพลิงอัดแท่งด้วยกระบวนการอัดร้อน คือวัสดุเศษเหลือทางการเกษตร (แกลบ ขี้เลื้อย ยอดอ้อย ฟางข้าว เปลือกผลไม้ ซังข้าวโพด ชานอ้อย ฯลฯ) วัชพืชบกและน้ำ และผลผลิตทางการเกษตรโดยเฉพาะพืชที่มีแป้งและน้ำตาล (ข้าวโพด มันสำปะหลัง อ้อย ข้าวฟ่าง ฯลฯ)

2. กระบวนการอัดเย็น (Cold Press Process)

เป็นกระบวนการที่เหมาะสำหรับวัสดุที่ไม่มีคุณสมบัติในการจับตัวได้ด้วยความร้อน มี 2 วิธี คือ

2.1 การอัดเย็นชนิดเติมตัวประสาน เป็นการอัดเย็นที่มีใช้กันอยู่ทั่วไปเนื่องจากเครื่องมือและวิธีการที่ง่าย และใช้พลังงานต่ำ ใช้วัสดุมาผสมกับตัวประสาน โดยทั่วไปจะเป็นแป้งมันสำปะหลัง หากวัสดุใดมีขนาดใหญ่ เช่น กะลามะพร้าว ต้องมีเครื่องบดให้ละเอียดก่อนแล้วจึงนำมาผสมกับแป้งมันและน้ำในอัตราส่วนตามที่ต้องการ

2.2 การอัดเย็นด้วยแรงอัดสูง เป็นการอัดเย็นระบบใหม่ที่ไม่ต้องใช้ตัวประสานแต่จะใช้แรงดันในการอัดสูงกว่าปกติอย่างมากเพื่อให้โมเลกุลของวัสดุเกิดการอัดตัวแน่นจนจับตัวเป็นก้อนได้ ซึ่งการอัดเย็นประเภทนี้จะใช้มอเตอร์ที่มีกำลังค่อนข้างสูง และยังใช้พลังงานไฟฟ้ามาก แต่จะมีขั้นตอนในการอัดเพียงขั้นตอนเดียวเพราะไม่ต้องผสมตัวประสาน และไม่มีความจำเป็นที่จะต้องบดวัสดุก่อนเข้าอัดหากวัสดุไม่ได้มีขนาดใหญ่จนเกินไปนัก

การเลือกกระบวนการอัดแท่งที่เหมาะสม จะต้องพิจารณาจากคุณลักษณะเฉพาะตัวของวัสดุหลักที่นำมาทำการอัดแท่ง ได้แก่ความเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneous) และองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุ

เกณฑ์คุณสมบัติของแท่งเชื้อเพลิงที่ต้องพิจารณา (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2555)

1. คุณสมบัติทางเชื้อเพลิง

1.1 ค่าความร้อน (Calorimetric Value or Heating Value)

คือ ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นเมื่อชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ถูกเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ หรือเรียกว่า ความร้อนของการเผาไหม้ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ค่าความร้อนสูงและค่าความร้อนต่ำ มีหน่วยเป็นกิโลจูล (kJ) หรือกิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัมชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ (kcal/kg)

1.1.1 ค่าความร้อนสูง (High Heating Value, HHV) เป็นปริมาณความร้อนทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ ซึ่งรวมถึงปริมาณความร้อนแฝงที่ถูกปลดปล่อยออกมาเมื่อไอน้ำที่เกิดจากการเผาไหม้น้ำที่เป็นองค์ประกอบของชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้เกิดการควบแน่น

1.1.2 ค่าความร้อนต่ำ (Low Heating Value, LHV) เป็นค่าความร้อนจากการเผาไหม้ชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ที่ไม่รวมค่าความร้อนแฝง

ค่าความร้อนสูงและค่าความร้อนต่ำที่ตรวจวัดได้ในชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ชนิดหนึ่งจะแตกต่างกันเสมอ โดยค่าความแตกต่างขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำหรือความชื้นที่อยู่ในชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ ดังนั้น ในกรณีชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้มีความชื้นมากๆ อาจใช้วิธีการตากแดดหรือผึ่งลมเพื่อลดความชื้นในชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ แล้วตรวจวัดเฉพาะค่าความร้อนสูงก็ได้ เนื่องจากในระหว่างการผลิตเชื้อเพลิงแท่งนั้น กระบวนการอัด และการตากแห้งแท่งเชื้อเพลิงก่อนนำไปใช้ จะทำให้น้ำในชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ถูกกำจัดออกไปบางส่วน และคงเหลือในแท่งเชื้อเพลิงอีกบางส่วน

1.2 ปริมาณสารที่ระเหยได้ (Volatile Matters)

คือ องค์ประกอบในชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ที่สามารถระเหยได้เมื่อได้รับความร้อน ชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ที่มีปริมาณสารระเหยได้สูง จะมีแนวโน้มที่มีค่าความร้อนสูงด้วย อย่างไรก็ตาม สารที่ระเหยได้บางชนิดอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อวัสดุหรืออุปกรณ์ที่นำวัสดุเชื้อเพลิงไปใช้งาน เช่น สารอัลคาไลน์ในทะลายปาล์มจะกลายเป็นยางเหนียวเกาะติดท่อน้ำในห้องเผาไหม้ทำให้ประสิทธิภาพของหม้อน้ำลดลง

1.3 ปริมาณความชื้น (Moisture Content)

คือ ปริมาณน้ำที่คงเหลืออยู่หลังจากที่ตากแห้งชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ ความชื้นของชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้มีผลต่อค่าความร้อนโดยตรง โดยหากชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้มีความชื้นมากจะทำให้มีการสูญเสียความร้อนไปกับการระเหยความชื้นในระหว่างการเผาไหม้ ทำให้ค่าความร้อนที่ได้ต่ำลง

1.4 ปริมาณคาร์บอนคงตัว (Fixed Carbon)

คือ ปริมาณสารประกอบคาร์บอนซึ่งระเหยได้ยาก โดยจะคงเหลืออยู่ในชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้หลังจากที่เผาสารระเหยออกไปแล้วที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส ชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ที่มีปริมาณคาร์บอนคงตัวสูงจึงมีช่วงเวลาในการลุกไหม้นาน

1.5 กำมะถันรวม (Total Sulfur)

เมื่อกำมะถันทำปฏิกิริยาสันดาปกับออกซิเจน จะกลายเป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ดังนั้นหากชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบอยู่ในปริมาณมาก จึงไม่เหมาะจะเป็นเชื้อเพลิงเนื่องจากจะเกิดมลสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากการเผาไหม้ในปริมาณมากด้วย

1.6 เถ้า (Ash)

คือ ส่วนของสารอนินทรีย์ที่เหลือจากการสันดาป ภายในเตาเผาที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วย ซิลิกาแคลเซียมออกไซด์ แมกนีเซียมออกไซด์ หรือเป็นส่วนที่เผาไหม้ไม่ได้นั่นเอง ดังนั้น หากชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้มีขี้เถ้าปริมาณมาก จะเป็นปัญหาในการเผาไหม้และเพิ่มความยุ่งยากในการกำจัดเถ้าที่เกิดขึ้น

2. คุณสมบัติชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ที่สามารถนำมาแปรรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิง

ชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ที่เมื่อนำมาผ่านกระบวนการอัดแท่งแล้ว กลายเป็นแท่งเชื้อเพลิงที่มีคุณสมบัติสูงนอกจากจะมีค่าความร้อนสูงแล้ว ยังจะต้องมีองค์ประกอบที่เป็นส่วนที่เผาไหม้ได้ (Combustible Substance) โดยเฉพาะคาร์บอนคงตัวในปริมาณสูง แต่มีองค์ประกอบที่เผาไหม้ไม่ได้หรือเถ้าในปริมาณน้อย เนื่องจากเป็นของเสียที่ต้องกำจัดออกจากห้องเผาไหม้ นอกจากนี้ยังจะต้องมีกำมะถันรวมในปริมาณน้อย เพื่อไม่ให้ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงเกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศ และแม้ว่าการตากแดดหรืออบแห้งสามารถลดความชื้นในชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ได้ แต่ก็จะเป็นการเพิ่มขั้นตอนและความยุ่งยากในการดำเนินงาน และอาจเพิ่มต้นทุนการผลิตหากต้องใช้วิธีลดความชื้นด้วยการอบแห้ง โดยสรุปคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ที่เหมาะสมสำหรับนำมาแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงแท่ง แสดงดังตารางที่ 2.3

สำหรับเกณฑ์คุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของชีวมวลที่นิยมนำมาแปรรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิง แสดงดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.3 แสดงคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ที่เหมาะสมสำหรับนำมาแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงแท่ง

คุณสมบัติทางเชื้อเพลิง	คุณสมบัติที่ต้องการ
1. ค่าความร้อน (Calorimetric Value or Heating Value)	สูง
2. ปริมาณคาร์บอนคงตัว (Fixed Carbon)	สูง
3. ปริมาณสารที่ระเหยได้ (Volatile Matters)	สูง
4. เถ้า (Ash)	ต่ำ
5. ปริมาณความชื้น (Moisture Content)	ต่ำ
6. กำมะถันรวม (Total Sulfur)	ต่ำ

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2555

ตารางที่ 2.4 แสดงตัวอย่างคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของชีวมวลที่นิยมนำมาแปรรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิง

วัสดุเหลือใช้	สารระเหย (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	คาร์บอนคงตัว (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	เถ้า (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	กำมะถัน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ค่าความร้อน (กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม)
ขี้เลื่อย	75.4	22.4	2.0	0.20	4,500
กากอ้อย	73.9	17.6	8.5	0.3	4,400
แกลบ	62.7	17.4	20.0	0.14	3,600
ฟางข้าว	74.4	18.3	7.3	-	4,000
ซังข้าวโพด	76.1	21.8	2.1	-	4,400
ขุยมะพร้าว	63.3	29.4	7.1	0.06	4,800
ต้นถั่วเหลือง	72.5	19.1	8.4	-	4,500
ต้นมันสำปะหลัง	76.2	19.1	4.7	1.3	4,000
เหง้ามันสำปะหลัง	75.0	17.0	8.0	0.28	4,500
เศษหวาย	70.5	23.7	5.7	-	4,800
ไมยราบยักษ์	71.2	25.1	3.7	-	4,600
ผักตบชวา	58.9	15.3	25.8	1.19	3,100

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2555

คุณสมบัติทั่วไปของถ่าน (มูลนิธิบูรณะชนบทแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2555)

1. ต้องมีสีดำสม่ำเสมอ ไม่มีเศษดินและไม้ที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ปนอยู่
2. ค่าความชื้น ต้องไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก
3. ค่าความร้อน ต้องไม่น้อยกว่า 5,000 แคลอรีต่อกรัม
4. ปริมาณเถ้า ต้องไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก
5. ปริมาณสารที่ระเหยได้ ต้องไม่เกินร้อยละ 25 โดยน้ำหนัก
6. การใช้งาน เมื่อติดไฟต้องไม่มีสะเก็ดไฟกระเด็น มีควันได้เล็กน้อย

คุณสมบัติของถ่านอัดแท่ง (มูลนิธิบูรณะชนบทแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2555)

1. ต้องมีสีดำสม่ำเสมอ ไม่มีเศษดินและไม้ที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ปนอยู่
2. ค่าความชื้น ต้องไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก
3. ค่าความร้อน ต้องไม่น้อยกว่า 5,000 แคลอรีต่อกรัม
4. ปริมาณเถ้า ต้องไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก
5. ปริมาณสารที่ระเหยได้ ต้องไม่เกินร้อยละ 25 โดยน้ำหนัก
6. ให้ความร้อนสูง เนื่องจากเป็นถ่านที่ได้รับการเผาไหม้เต็มที่
7. ปลอดภัยไม่มีสารตกค้างและไม่ทำลายสุขภาพ เพราะถ่านได้ถูกเผาไหม้ด้วยอุณหภูมิเกิน 800 องศา
8. ทนทานสามารถใช้งานได้นานกว่าถ่านไม้ธรรมดาถึง 2.5 – 3 เท่า
9. ประหยัดเพราะใช้ได้นาน ไม่แตก และไม่ดับเมื่อติดแล้ว ทำให้ไม่มีการเสียเปล่า เนื่องจากถ่านจะเผาไหม้จนกว่าจะกลายเป็นขี้เถ้า
10. การใช้งาน เมื่อติดไฟต้องไม้มีสะเก็ดไฟกระเด็น มีควันได้เล็กน้อย
11. ไม่มีกลิ่น เพราะผลิตจากวัสดุธรรมชาติ 100% ไม่ผสมสารเคมีใดๆ

เตาเผาผลิตถ่านแบบถัง 200 ลิตร (สำนักถ่ายทอดและเผยแพร่เทคโนโลยี กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2555)

เตาเผาผลิตถ่านแบบถัง 200 ลิตร เป็นเตาที่ถูกผลิตขึ้นจากวัสดุที่หาง่ายในท้องถิ่น (ถังน้ำมัน 200 ลิตร) โดยได้รับการพัฒนาจนมีประสิทธิภาพการเผาไหม้ และการควบคุมอากาศภายในให้ดียิ่งขึ้นทำให้ได้ถ่านที่มีคุณภาพดี ประหยัดเวลาในการเผาถ่านสร้างประกอบได้ง่าย ราคาถูก เหมาะกับครัวเรือนที่มีการใช้ถ่านเป็นพลังงานในการหุงต้มประกอบอาหารอีกทั้งยังมีผลพลอยได้ คือ น้ำส้มควันไม้ จากการเผาถ่านที่เป็นประโยชน์

หลักการเตาเผาผลิตถ่านแบบถัง 200 ลิตร

ถ่าน คือ เชื้อเพลิงที่ได้จากการเผาไหม้ของไม้ ภายในบริเวณที่มีอากาศอยู่บางเบา หรืออาจกล่าวในทางเทคนิคก็คือ กระบวนการแยกสารอินทรีย์ภายในไม้ในสภาวะที่อากาศอยู่น้อยมาก สำหรับกระบวนการที่ทำให้สารอินทรีย์ในเนื้อไม้เปลี่ยนรูปเป็นถ่าน เรียกว่า “คาร์บอนไนเซชั่น” (Carbonization) โดยการเผาถ่านด้วยเตาเผาผลิตถ่านแบบถัง 200 ลิตร มีทั้งหมด 4 ขั้นตอน ได้แก่ การเผาไหม้ การลดความชื้น การคายความร้อนและการทำให้เย็นตัว

เตาเผาผลิตถ่านแบบถัง 200 ลิตร แสดงดังภาพที่ 2.4 ถูกออกแบบให้สามารถควบคุมอากาศภายในเตาได้ เคลื่อนย้ายสะดวก เก็บรักษาง่าย เผาถ่านได้คุณภาพดี นำเศษกิ่งไม้มาเผาเป็นถ่านได้ สร้างประกอบง่าย ไม่ซับซ้อน มีอายุการใช้งานนาน ราคาถูก ได้น้ำส้มควันไม้เป็นผลพลอยได้

ภาพที่ 2.4 แสดงเตาเผาผลิตถ่านแบบถัง 200 ลิตร

ที่มา : สำนักถ่ายทอดและเผยแพร่เทคโนโลยี กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2555

เครื่องอัดเชื้อเพลิงแท่งแบบใช้แรงงานคน (สำนักถ่ายทอดและเผยแพร่เทคโนโลยี กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2555)

เครื่องอัดเชื้อเพลิงแท่งแบบใช้แรงงานคน แสดงดังภาพที่ 2.5 เป็นเครื่องอัดที่ใช้แรงจากคนเป็นต้นกำลังในการส่งแรงอัด มีกระบอกอัดเป็นแบบลูกสูบสำหรับอัดขึ้นรูป วัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งส่วนใหญ่จะเป็นวัตถุดิบเหลือใช้ทางการเกษตรหรือเศษถ่าน เป็นต้น การทำถ่านอัดแท่งด้วยแรงคนสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเกลียวหรือสกรู หรือใช้เหล็กกระทุ้งมาใช้เป็นตัวอัดและนำแท่งเหล็กกลวงหรือท่อพีวีซีมาใช้เป็นแม่กบบกระบอกตัวอัด ผ่านขึ้นรูปวัตถุดิบให้เป็นแท่งหรือให้เครื่องอัดเชื้อเพลิงแท่งแบบแรงคน

ภาพที่ 2.5 แสดงเครื่องอัดเชื้อเพลิงแท่งแบบใช้แรงงานคน
ที่มา : สำนักถ่ายทอดและเผยแพร่เทคโนโลยี กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2555

ระบบอัดแท่งเชื้อเพลิงแบบอัดเย็น (สำนักถ่ายทอดและเผยแพร่เทคโนโลยี กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2555)

เครื่องอัดเชื้อเพลิงแท่งแบบอัดเย็น แสดงดังภาพที่ 2.6 หรือเครื่องอัดเชื้อเพลิงเขียว เป็นเครื่องอัดที่ใช้เกลียวหรือสกรูเป็นตัวอัด โดยใช้มอเตอร์หรือเครื่องยนต์เป็นตัวต้นกำลังในการส่งแรงอัดให้กับเกลียวหรือสกรู และมีกระบอกอัดเป็นตัวอัดผ่านขึ้นรูปวัตถุดิบให้เป็นแท่ง วัตถุดิบที่นำมาใช้ส่วนใหญ่เป็นเศษวัสดุทางการเกษตร เช่น แกลบ ซังข้าวโพด ชานอ้อย เปลือกมะพร้าว ผักตบชวา และวัชพืชต่างๆ

ภาพที่ 2.6 แสดงระบบอัดแท่งเชื้อเพลิงแบบอัดเย็น
ที่มา : สำนักถ่ายทอดและเผยแพร่เทคโนโลยี กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2555

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นฤภัทร ตั้งมั่นคงวรกูล (2557) ศึกษาการผลิตแท่งเชื้อเพลิงจากวัสดุเหลือใช้ในอุตสาหกรรมการเกษตรและครัวเรือน พบว่าในปัจจุบันประเทศไทยมีวัตถุดิบหลายชนิดที่สามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานชีวมวลโดยทั่วไปสามารถหาได้จากพืชและสัตว์ ตัวอย่างเช่น ไม้ ฟืน แกลบ ต้นอ้อย ซังข้าวโพด ต้นข้าวโพด และมูลสัตว์ต่างๆ รวมไปถึงของเสียจากโรงงานแปรรูปทางการเกษตรและขยะ เช่น ขยะในชุมชน ขี้เลื่อย เป็นต้น แต่กรรมวิธีในการนำของเหลือใช้ทางการเกษตร และทางครัวเรือน มาผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิง ต้องมีการประเมินคุณสมบัติทางเชื้อเพลิง ได้แก่ ค่าความร้อน ปริมาณสารระเหย เถ้า ความชื้น คาร์บอนคงตัว และต้องมีการประเมินการคัดเลือกรูปแบบขั้นตอนและเครื่องมือที่ต้องใช้ในการผลิตแท่งเชื้อเพลิง และการนำไปใช้ประโยชน์ โดยพบว่า ในประเทศไทยมีปริมาณของที่เหลือใช้จากภาคครัวเรือน และภาคเกษตรกรรมในปริมาณที่แตกต่างกันตามลักษณะชนิดของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ดังนั้นขั้นตอนการผลิตแท่งเชื้อเพลิงในแต่ละพื้นที่จึงแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นกับความหนาแน่น และความชื้นของการจับตัวกันของเนื้อวัสดุเหลือใช้

ประลอง ดำรงไทย (2555) ทำการศึกษาปรับปรุงและส่งเสริมการใช้แท่งเชื้อเพลิงเขียว โดยนำวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เช่น ชานอ้อยเน่าเปื่อย วัชพืช หรือใบไม้ มาอัดเป็นแท่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร โดยกระบวนการอัดเย็นจากเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงเขียวแบบสกรูที่ทำจากสแตนเลสและขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 2 แรงม้า แล้วนำไปตากแดดให้แห้ง จะได้แท่งเชื้อเพลิงที่สามารถใช้แทนฟืนและถ่านได้เป็นอย่างดี คุณสมบัติทั่วไปของแท่งเชื้อเพลิงเขียวมีลักษณะคล้ายฟืน มีค่าความร้อนต่ำกว่าถ่านมาก เวลาจุดมีควันมาก ถ้าใช้กับเตาปล่องจะช่วยลดควัน เชื้อเพลิงเขียวที่ทำจากเศษพืชเน่าเปื่อย เช่น ชานอ้อยเน่าเปื่อยเป็นเชื้อเพลิงเขียวที่มีคุณภาพดี หากผสมถ่านที่เหลือทิ้งสักเล็กน้อย จะช่วยทำให้มีคุณภาพสูงขึ้นและมีประสิทธิภาพไม่แพ้ถ่านหรือจะดีกว่าถ่าน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเข้าใจของผู้ผลิตและผู้ใช้เชื้อเพลิงในการปรับปรุงด้านเทคนิค เนื่องจากแท่งเชื้อเพลิงเขียวมีค่าความหนาแน่น ใกล้เคียง 1 ดังนั้นสามารถนำไปเผาเป็นถ่านได้ โดยจากการทดลองเผาแบบแกลบกลบ ใช้เวลาประมาณ 20-24 ชั่วโมง และถ่านที่ได้สามารถนำไปเป็นเชื้อเพลิงได้ และให้ความร้อนได้สูง เชื้อเพลิงเขียวที่ใช้วัชพืช (ไมยราบยักษ์) สับเป็นชิ้นเล็กๆ ผสมกับลิกไนท์ผงร้อยละ 20-30 จะเป็นเชื้อเพลิงที่เหมาะกับโรงบ่มยาสูบ หากใช้ลิกไนท์ผงล้วนๆ อัดแท่ง เถ้าจะจับตัวเป็นก้อนแตกยาก หากผสมชีวมวลจะช่วยให้เถ้าแตกง่าย ข้อได้เปรียบของแท่งเชื้อเพลิงเขียวเมื่อเปรียบเทียบกับฟืนและถ่านคือ ไม่ต้องตัดไม้ทำลายป่า ได้เชื้อเพลิงที่สะอาด และการเผาไหม้มีประสิทธิภาพสูง นอกจากนี้ยังสามารถใช้ทดแทนหรือเสริมแก๊สหุงต้มได้ในบางโอกาสและที่สำคัญคือ เชื้อเพลิงเขียวไม่ไวไฟ ดังนั้นจึงไม่มีอันตรายจากการระเบิดและใช้ได้สะดวกกว่า เพราะวัสดุโดยเฉพาะชานอ้อยเน่าเปื่อยหรือวัชพืชหาได้ง่ายและช่วยทำลายวัชพืชบกที่รบกวนพื้นที่เกษตรกรรม เช่น หญ้าขจรจบ ไมยราบ

ยักษ์ วัชพืชที่อยู่บนบกและในน้ำ เช่น โสน กกธูป วัชพืชน้ำที่รบกวนแหล่งเลี้ยงปลาปิดกั้นการคมนาคมทางน้ำ เช่น ผักตบชวา แต่ถ้าต้องการวัชพืชที่มีกลิ่นหอมก็เลือกใช้ใบเตยทำเป็นเชื้อเพลิง

วรวุฒิ ถุงทรัพย์ (2552) ทำการศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงเขียวอัดแท่งจากลำต้นข้าวโพด พบว่า เชื้อเพลิงเขียวอัดแท่งจากลำต้นข้าวโพดมีคุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงโดยมีปริมาณเถ้าเฉลี่ยร้อยละ 10.10 ปริมาณค่าคาร์บอนคงตัวเฉลี่ยร้อยละ 11.03 ปริมาณสารระเหยเฉลี่ยร้อยละ 71.30 ปริมาณความชื้นตามมาตรฐานเปียกร้อยละ 7.71 มีค่าความร้อนสูง 16,905 กิโลจูลต่อกิโลกรัม และมีค่าความร้อนต่ำ 15,831 กิโลจูลต่อกิโลกรัม ทั้งนี้การนำเชื้อเพลิงเขียวอัดแท่งไปใช้งานกับเตาแก๊สพลังงานชุมชนจะทำให้เตามีประสิทธิภาพร้อยละ 13.04 ในการผลิตเชื้อเพลิงเขียวจากลำต้นข้าวโพดโดยใช้เครื่องอัดเชื้อเพลิงแบบภูมิปัญญาชาวบ้าน พบว่า อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับงานวิจัยครั้งนี้คือ ตัวประสานแป้งเปียกร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) ผสมกับลำต้นข้าวโพดที่ความชื้นตามมาตรฐานเปียกร้อยละ 77.20 จะมีความเหมาะสมมากกว่าอัตราส่วนผสมตัวอื่นๆ เพราะในอัตราส่วนผสมนี้สามารถละลายน้ำที่ 320 นาที และสามารถทนแรงกดในแนวดิ่งได้สูงถึง 922 กิโลนิวตันก่อนจะแตกหัก

จุฬารัตน์ ชาวกำแพง (2554) ทำการศึกษาและพัฒนาถ่านอัดแท่งจากวัสดุเกษตรเพื่ออุตสาหกรรมในครัวเรือน ซึ่งสรุปผลได้ดังนี้

1. อัตราส่วนผสมของผงถ่าน มีผลต่อความสามารถในการทำงาน พลังงานจำเพาะ ความหนาแน่น ความแข็งแรง และค่าความร้อนของถ่านอัดแท่ง

2. ถ่านอัดแท่งที่ผลิตมีค่าความร้อนมากกว่า 5,000 แคลอรีต่อกรัม ได้แก่ อัตราส่วนผงถ่านเหง้ามันสำปะหลัง : ผงถ่านกะลามะพร้าว 50% : 50% ผงถ่านไม้รวม : ผงถ่านกะลามะพร้าว 75% : 25% และผงถ่านไม้รวม : ผงถ่านกะลามะพร้าว 50% : 50%

3. เมื่อความเร็วเกลียวอัดเพิ่มขึ้นทำให้ค่าความสามารถในการทำงานเพิ่มขึ้น พลังงานจำเพาะ ความหนาแน่น และความแข็งแรงของถ่านอัดแท่งลดลง

4. ความเร็วเกลียวอัดที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 130-145 รอบต่อนาที

การทดสอบเครื่องผลิตถ่านอัดแท่งที่ความเร็วเกลียวอัด 145 รอบต่อนาที อัตราการป้อน 140 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ใช้ผงถ่านไม้รวมกับผงถ่านกะลามะพร้าว (50% : 50%) ผสมกับแป้งมันสำปะหลัง และน้ำในสัดส่วน 3 : 0.75 : 4 โดยน้ำหนัก ได้ความสามารถในการทำงานของเครื่องเฉลี่ย 131.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง พลังงานจำเพาะที่ใช้เฉลี่ย 16.16 วัตต์ ชั่วโมงต่อกิโลกรัม ถ่านอัดแท่งที่ความชื้น 7.13 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง มีความหนาแน่น 672.65-685.56 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความแข็งแรง 183.01 กิโลปาสคาล ค่าความร้อนเฉลี่ย 5516.7 แคลอรีต่อกรัม ปริมาณคาร์บอนคง

ตัว 65.87 เปอร์เซ็นต์ ขี้เถ้า 7.08 เปอร์เซ็นต์ และมีประสิทธิภาพการใช้งานจริง 27.79-29.56 เปอร์เซ็นต์

สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ และคณะ (มป.ป.) ทำการศึกษาการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้เพื่อทดแทนถ่านจากไม้ โดยศึกษาเปรียบเทียบการผลิตถ่านเชื้อเพลิงจากวัสดุเหลือใช้ประเภทซังข้าวโพด ใบไม้แห้ง และวัสดุอื่นๆ โดยผสมวัสดุเหลือใช้กับแป้งและน้ำในสัดส่วนต่างกัน ได้แก่ 93: 4: 3 ,94:3:2 ,95:3:2,96:2:2 ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์ถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้นำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 100 – 120 องศาเซลเซียส ภายใต้ระยะเวลาต่างกันที่ 6 ชม.,10 ชม., 15 ชม., 24 ชม. และ 48 ชม. จากนั้นนำไปทดสอบเพื่อหาระยะเวลาการเผาไหม ทดสอบเวลาน้ำเดือด และทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ จากผลการทดลองพบว่า ถ่านอัดแท่งที่ส่วนผสมต่างๆ กัน ได้ระยะเวลาในการให้ความร้อนถึงจุดเดือดของน้ำมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วงระหว่าง 43.75 – 44.25 นาที ส่วนระยะเวลาการเผาไหม้อยู่ในช่วง 3.06 – 3.08 ชั่วโมง และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปรากฏว่าระยะเวลาถึงจุดเดือด และระยะเวลาการเผาไหมแต่ละส่วนผสมไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 แต่แนะนำสัดส่วน 95:3:2 เพราะว่าให้ค่าความร้อนสูงที่สุดส่วนสมบัติด้านอื่น ปรากฏว่ามีถ่านคงตัวสูงถึง 45.8 เปอร์เซ็นต์ สารระเหย 32.1 เปอร์เซ็นต์ ความหนาแน่น 0.58 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ดังนั้น จึงสามารถนำวัสดุดังกล่าวมาผลิตเป็นถ่านเชื้อเพลิงเพื่อเป็นพลังงานทดแทนได้ เป็นอย่างดี

พิเชฐ ลาภานุพัฒน์ (ม.ป.ป) ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนผลิตถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพดในอำเภอลอง จังหวัดแพร่ โดยพิจารณากิจกรรมหลัก 4 ด้าน ได้แก่ ด้านการตลาด ด้านเทคนิค ด้านการจัดการ และด้านการเงิน โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้ตอบแบบสอบถาม ร้านหมูกระทะและร้านเนื้อย่างเกาหลี จำนวน 10 ราย และกลุ่มร้านค้าแผงลอย ร้านค้าในตลาดและบริเวณใกล้เคียงที่ใช้ถ่านไม้ และถ่านอัดแท่ง เป็นเชื้อเพลิงในการประกอบอาหาร จำนวน 27 ราย ใช้วิธีการคัดเลือกตัวอย่างตามความสะดวกและเก็บรวบรวมจากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการผลิตถ่านอัดแท่งจากวังข้าวโพดจำนวน 2 ราย ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง พบว่า ด้านการตลาดความต้องการถ่านไม้และถ่านอัดแท่งมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น อีกทั้งปริมาณวัตถุดิบที่นำมาผลิตซึ่ง ได้แก่ ซังข้าวโพด มีปริมาณหลงเหลือจากภาคเกษตรกรรมเป็นจำนวนมาก และจากการสอบถามผู้ประกอบการพบว่า ผลิตภัณฑ์ที่มีค่าความร้อนสูงมากกว่า 6,300 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม ปริมาณควันขณะเผา มีปริมาณต่ำ ปริมาณขี้เถ้าน้อย ถ่านไม่แตกประทุนั้น จะเป็นที่ต้องการของกลุ่มลูกค้า และปัจจัยที่ทำให้ลูกค้าเลือกใช้เชื้อเพลิงถ่านอัดแท่ง พบว่า ให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านราคามากที่สุด

EBO TAWIAH QUARTEY. ได้ทำศึกษา Briquetting agricultural waste as an energy source in Ghana. ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่า ของเสียจากการเกษตร สามารถนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งหรือถ่านก้อน เป็นแหล่งพลังงานราคาถูก สะอาด ทดแทนการเผาไหม้เชื้อเพลิงไม้ โดยใช้ ใบไม้ ฟาง และ แกลบรวมถึงของเสียจากการเกษตรประเภทอื่นๆที่เหลือจาการเก็บ

Mythili, R and Venkatachalam, P (2013) ได้ทำศึกษา Briquetting of Agro-residues ซึงผลจากการศึกษาพบว่า การนำถั่วเหลืองและก้านฝ้าย มาอัดก้อนโดยไม่เพิ่มสารยึดเกาะ วัสดุใดๆ และทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM พบว่ามีความหนาแน่น และค่าความร้อน อยู่ในช่วง 340.7-657.9 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 4,007-4,892 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยแรงอัดเป็น 1.08 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร

Jianjun Hu และคณะ (2014) ได้ทำศึกษา Economic, environmental and social assessment of briquette fuel from agricultural residues in China e A study on flat die briquetting using corn stalk. ซึงผลจากการศึกษาพบว่า ฟางสามารถแปลงสภาพเป็นของแข็งโดยการผลิตเป็นเชื้อเพลิงก้อน หรือถ่านแท่งซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์ อย่างไรก็ตามการที่จะนำฟางมาใช้ประโยชน์โดยการผลิตเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลต้องมีการศึกษาศักยภาพทางเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อมและผลกระทบทางสังคม เพราะฟางสามารถนำไปผลิตกระดาษได้ นอกจากนี้ยังมีการผลิตต้นข้าวโพดอัดก้อนที่ผ่านมาพบว่าสามารถผลิตได้อย่างเต็มที่ 2×10^4 t/a ซึ่งตลอดระยะเวลา 15 ปีที่ผ่านมามีราคาซื้อ150 หยวนต่อตัน สำหรับก้านข้าวโพดและราคาขายปัจจุบันอยู่ที่ 400 หยวนต่อตัน เป็นเชื้อเพลิงอัดก้อนที่มีสุทธิมูลค่าปัจจุบัน 9.6 ล้านหยวนหรือ 1.5 ล้านเหรียญสหรัฐ มีอัตราผลตอบแทน เท่ากับ 36% และเป็นการการลงทุนในระยะสั้น มีระยะเวลาคืนทุน 4.4 ปี วงจรชีวิตของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะพบว่ามี 323 tCO_2,e/year หรือ 1 kg CO_2,e/GJ ต่ำกว่าของถ่านหิน นอกจากนี้ยังเป็นการลดมลพิษที่เกิดจากการเผาต้นข้าวโพดโดยตรง รวมทั้งการเพิ่มรายได้ประชาชนในท้องถิ่น, การปรับปรุงสภาพแวดล้อมระบบนิเวศชนบทบรรเทาปัญหาการขาดแคลนพลังงานรับประกันความมั่นคงด้านพลังงานและการส่งเสริมการฟื้นฟูชนบทสังคมนิยมใหม่

Abdu Zubairu and Sadiq Abba Gana ได้ทำการศึกษา Production and Characterization of Briquette Charcoal by Carbonization of Agro-Waste พบว่าถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพดที่มีการผลิตโดยใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นสารยึดเกาะที่ความเข้มข้น 6.0, 10.0, 14.0 และ 19.0 % w / w มีปริมาณคาร์บอนคงที่เท่ากับ 72.776, 73.958, 78.794, 81.884 % w / w ตามลำดับ มีปริมาณเถ้าเท่ากับ 21.38, 20.70, 14.24 และ 11.49 % w / w ตามลำดับ ความหนาแน่น 425.6, 425.7, 425.0 และ 358.3 kg/m^3 ตามลำดับและความชื้น 5.88, 5.34, 6.99 และ 6.63 % w / w ตามลำดับ

คุณสมบัติของถ่านอัดแท่งจากซังข้าวโพดที่ผลิตได้ถูกนำมาเปรียบเทียบกับชานอ้อยและถ่านไม้ ซึ่งพบว่ามีคุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงดีกว่าชานอ้อยและถ่านไม้ที่มีปริมาณคาร์บอนคงที่สูงสุดและความหนาแน่นสูงสุด ซังข้าวโพดมีความชื้นต่ำกว่ากับชานอ้อย แต่มีสูงกว่าถ่านไม้ นอกจากนี้ยังพบว่าชานอ้อยและถ่านไม้มีปริมาณเถ้าต่ำ (4.33% และ 9.80% ตามลำดับ) เมื่อเทียบกับค่าความร้อนเฉลี่ยพบว่าถ่านอัดแท่งมีค่าความร้อน 32.4 MJ/kg ซึ่งสูงกว่าชานอ้อย 23.4 MJ/kg และถ่านไม้ 8.27 MJ/kg