

บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมอ้างอิง

2.1 พลังงานชีวมวล

ชีวมวล(Biomass) คือสารอินทรีย์ที่เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานจากธรรมชาติและสามารถนำมาใช้ผลิตพลังงานได้ เช่น พืชต่างๆ เศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ของเสียหรือกากจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมการเกษตร

ชีวมวลนับว่าเป็นแหล่งพลังงานทดแทนและหมุนเวียนที่สำคัญของโลกซึ่งมีแหล่งที่มาดังนี้

1. เศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น แกลบได้จากการสีข้าวเปลือก เศษไม้ได้จากการแปรรูปไม้ยางพาราหรือไม้ยูคาลิปตัส เส้นใยและกะลาปาล์มได้จากการสกัดน้ำมันปาล์มดิบออกจากผลปาล์มสด ชังข้าวโพดได้จากการสีข้าวโพดเพื่อนำเมล็ดออก กาบมะพร้าวและกะลามะพร้าวได้จากการนำมะพร้าวมาปอกเปลือกออก เป็นต้น

2. ของเสียจากอุตสาหกรรมแปรรูปเช่น กากน้ำตาลได้จากการผลิตน้ำตาลทราย น้ำเสียจากกระบวนการผลิต เป็นต้น

ชีวมวลประกอบด้วย ธาตุคาร์บอน C ไฮโดรเจนH ออกซิเจนO กำมะถันS ไนโตรเจนN สามารถเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานได้เพราะในขั้นตอนของการเจริญเติบโตนั้น พืชได้คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์โดยผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง ได้ออกมาเป็นแป้งและน้ำตาล และกักเก็บไว้ตามส่วนต่างๆของพืช เช่น ใบไม้ กิ่งก้าน ลำต้น ผล ราก ดังนั้นเมื่อนำพืชมาเป็นเชื้อเพลิง ก็จะได้พลังงานออกมา การใช้ประโยชน์จากพลังงานชีวมวลสามารถใช้ได้ทั้งในรูปของพลังงานความร้อน ไอน้ำ หรือ ผลิตกระแสไฟฟ้าโดยจะใช้เชื้อเพลิง

ชีวมวลชนิดใดชนิดหนึ่งดังที่กล่าวมาข้างต้น หรือ หลายชนิดรวมกันก็ได้ ชีวมวลจึงเป็นแหล่งเชื้อเพลิงราคาถูก หากมีการใช้ประโยชน์เป็นบริเวณไม่ไกลจากแหล่งเชื้อเพลิง เพื่อลดต้นทุนการขนส่ง

ชีวมวลมีอยู่ทั่วไปในประเทศไทยการนำชีวมวลมาใช้จึงช่วยลดการสูญเสียเงินตราต่างประเทศในการนำเข้าเชื้อเพลิงและสร้างรายได้ให้กับท้องถิ่น นอกจากนี้การผลิตพลังงานจากเชื้อเพลิงชีวมวล

เป็นการใช้พลังงานทดแทน ซึ่งใช้แล้วสามารถปลูกทดแทนได้ และใช้แล้วไม่หมดไป เหมือนกับพลังงานฟอสซิล เช่น น้ำมันปิโตรเลียม และก๊าซธรรมชาติ ที่ยิ่งใช้ยิ่งหมดไป แต่การที่จะนำเอาพลังงานชีวมวลมาใช้ จะต้องมีความรู้และเทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดมลภาวะ หรือสร้างภาวะเรือนกระจก เนื่องจากการปลูกทดแทนทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดการหมุนเวียน และไม่มีการปลดปล่อยเพิ่มเติม นอกจากนี้การพัฒนาโครงการเกี่ยวกับชีวมวล จะสามารถเสริมสร้างความเข้มแข็งและการมีส่วนร่วมของชุมชน เกษตรกร ในท้องถิ่น ได้อีกด้วย

2.1.1 ประโยชน์ของพลังงานชีวมวล

1. การใช้ประโยชน์จากพลังงานชีวมวล สามารถใช้ได้ทั้งในรูปของพลังงานความร้อน ไอน้ำ หรือ ผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยจะใช้เชื้อเพลิงชีวมวลชนิดใดชนิดหนึ่งที่กล่าวมาข้างต้น หรือหลายชนิดรวมกันก็ได้
2. ชีวมวลเป็นแหล่งเชื้อเพลิงราคาถูก หากมีการใช้ประโยชน์ในบริเวณที่ไม่ไกลจากแหล่งเชื้อเพลิง เพื่อลดต้นทุนค่าขนส่ง
3. ชีวมวลมีอยู่ทั่วไปในประเทศไทย การนำชีวมวลมาใช้จะช่วยลดการสูญเสียเงินตราต่างประเทศในการนำเข้าเชื้อเพลิง และสร้างรายได้ให้กับคนท้องถิ่น
4. ทำให้เกิดการมีส่วนร่วมของชุมชน และเศรษฐกิจชุมชนเจริญเติบโต เนื่องจากการใช้ชีวมวลมาเป็นเชื้อเพลิง สามารถลดต้นทุนการผลิต และช่วยพัฒนาอุตสาหกรรมต่อเนื่องในท้องถิ่น จะเป็นการสร้างงานในพื้นที่นั้นๆ และก่อให้เกิดรายได้กับชุมชนผ่านภาษีท้องถิ่น
5. เกษตรกรจะมีรายได้เพิ่มขึ้น เนื่องจากสามารถขายได้ทั้งผลผลิตทางการเกษตร และเศษวัสดุการเกษตรที่เคยทิ้ง จะกลับมามีราคาได้ ทำให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรให้ได้ อย่างคุ้มค่า
6. เป็นเชื้อเพลิงทางเลือกใหม่ที่ใช้ทดแทนเชื้อเพลิงประเภทฟอสซิล (น้ำมัน ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ) ในการผลิตพลังงาน เนื่องจากเป็นพลังงานที่ได้จากการปลูกพืช สามารถปลูกทดแทนหมุนเวียน ทำให้ใช้ไม่มีวันหมด ซึ่งจะไม่เหมือนกับเชื้อเพลิงประเภทฟอสซิลที่นับวันยิ่งใช้ยิ่งหมดไป
7. เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เมื่อนำเชื้อเพลิงชีวมวลมาใช้กับเทคโนโลยีที่เหมาะสมและไม่ก่อให้เกิดมลภาวะ ไม่สร้างภาวะเรือนกระจก เนื่องจากการปลูกพืชทดแทนทำให้อากาศคาร์บอนได-

ออกไซด์เกิดการหมุนเวียนและไม่มีการปลดปล่อยเพิ่มเติม ถ้าหากปล่อยเศษพืช เศษไม้ ซึ่งเป็นชีวมวลย่อยสลายเอง จะเกิดก๊าซมีเทน ซึ่งจะทำให้เกิดภาวะเรือนกระจกและมีอันตรายมากกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 21 เท่า นอกจากนี้เชื้อเพลิงชีวมวล มีองค์ประกอบของกำมะถันต่ำมาก ไม่เกิน 0.2% ดังนั้นเมื่อนำมาเผาให้เกิดพลังงาน จึงไม่ทำให้เกิดฝนกรด ในขณะที่การใช้ถ่านหิน และน้ำมันเตาจะมีผลทำให้เกิดฝนกรดขึ้นได้

8. เป็นการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า มีประสิทธิภาพ แทนที่จะปล่อยให้เศษไม้ เศษพืช ปล่อยทิ้ง หรือ บางครั้ง ต้องเป็นภาระในการกำจัด เช่น นำไปฝังกลบ หรือ เผาทิ้ง เป็นต้น

9. ความมั่นคงในการผลิตพลังงานของประเทศจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากเป็นการนำเอาผลผลิต และเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในประเทศมาใช้เป็นพลังงาน เพื่อลดการพึ่งพิงและการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ

10. ความมั่นคงในการผลิตกระแสไฟฟ้าของประเทศจะเพิ่มขึ้น เมื่อนำชีวมวลมาผลิตไฟฟ้าด้วยโรงไฟฟ้าขนาดเล็กกระจายอยู่ทั่วประเทศ ปัญหาไฟตกไฟดับในพื้นที่ห่างไกลจะลดลง หากมีโรงไฟฟ้าขนาดเล็กอยู่ใกล้ๆ

2.1.2 ข้อจำกัด

ถึงแม้พลังงานชีวมวลมีข้อได้เปรียบหรือประโยชน์ดังที่กล่าวมาแล้ว แต่ก็มีข้อเสียและข้อจำกัดหลายประการดังนี้

1. ชีวมวลที่เป็นเชื้อเพลิง ให้พลังงานต่อหน่วยต่ำเมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น ไม้ เลื่อย เศษไม้ มีความพรุนสูงน้ำหนักเบา ทำให้สิ้นเปลืองค่าขนส่งมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีแหล่งชีวมวลกับสถานที่ใช้อยู่ไกลกัน ก่อนการขนส่งต้องมีการรวบรวมแปรรูปห่อรวมก่อน เพื่อให้ได้ค่าพลังงานต่อหน่วยสูง เพื่อจะได้ประหยัดค่าขนส่ง นอกจากนี้ค่าพลังงานต่อหน่วยต่ำ ยังทำให้ต้องใช้พื้นที่จัดเก็บสำหรับสำรองชีวมวลมาก

2. มีคู่แข่งในการนำชีวมวลไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ เช่น การนำไปเป็นอาหารสัตว์ เป็นต้น

3. ต้องใช้กระบวนการแปรรูปที่หลากหลายทำให้ไม่สะดวกต่อการนำไปใช้ เช่น ปริมาณน้ำในชีวมวลบางชนิดค่อนข้างไม่เหมาะสำหรับการนำมาเผาโดยตรง หรือต้องนำมาผ่านกระบวนการอบแห้ง ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองพลังงาน หรือ ต้องมาผ่านกระบวนการแปรรูปเป็นแก๊สหรือของเหลว ก่อน เช่น การหมักก๊าซมีเทนและเอทานอล เป็นต้น

4. วัสดุชีวมวล เช่น ต้นอ้อย ข้าวโพด ข้าว เป็นพืชที่ปลูกตามฤดูกาล จึงมีผลต่อความมั่นคงด้านวัตถุดิบ จึงต้องมีการวางแผน จัดเก็บรักษา ปริมาณสำรองให้เพียงพออย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.3 องค์ประกอบชีวมวล

ทั่วไปจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลักคือ

1. ความชื้น (Moisture) หมายถึง ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในชีวมวลส่วนมาก จะมีความชื้นค่อนข้างสูงเพราะเป็นผลผลิตทางการเกษตร ถ้าต้องการนำชีวมวลเป็นพลังงานโดยการเผาไหม้ ความชื้นไม่ควรเกิน 50%

2. คาร์บอนคงที่ (Fixed Carbon) เป็นส่วนที่เสถียรของโครงสร้างโมเลกุลของชีวมวล ประกอบด้วย คาร์บอนเป็นส่วนใหญ่ ชีวมวลที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนคงที่ต่ำ หรือ น้อยจะสันดาปได้ไม่ดี มีอุณหภูมิจุดติดไฟต่ำ ความรวดเร็วในการติดไฟช้าเนื่องจากมีความชื้น

3. สารระเหย (Volatile Matter) คือส่วนที่ลุกเผาไหม้ได้ง่าย ดังนั้น ชีวมวลใดที่มีค่า Volatile Matter สูงแสดงว่า ติดไฟได้ง่าย

4. ขี้เถ้า (Ash) เป็นส่วนประกอบอนินทรีย์ที่มีอยู่เดิมในชีวมวลที่ถูกออกซิไดส์สมบูรณ์ ชีวมวลส่วนใหญ่จะมีขี้เถ้าประมาณ 1-3 % ยกเว้นแกลบและข้าว จะมีสัดส่วนขี้เถ้าประมาณ 10-20% ซึ่งจะมีปัญหาในการเผาไหม้

องค์ประกอบของชีวมวลที่มีผลต่อการผลิตพลังงานนั้น ชีวมวลแต่ละชนิดมีคุณสมบัติเฉพาะอย่าง คุณสมบัติบางอย่างถือเป็นจุดเด่น คุณสมบัติบางอย่างถือเป็นจุดด้อยในการนำชีวมวลมาเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าดังนั้นในการออกแบบเครื่องจักรให้เหมาะสมกับชีวมวลนั้นๆ เพื่อประสิทธิภาพโดยรวมดีที่สุด อย่างไรก็ตามคุณสมบัติอย่างหนึ่งของชีวมวลที่เหมือนกันคือมีน้ำหนักเบาเมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ การผลิตพลังงานชีวมวลจึงควรอยู่ใกล้กับแหล่งผลิตชีวมวล เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านการขนส่งให้มากที่สุด สำหรับคุณสมบัติเฉพาะของชีวมวลที่ต้องคำนึงถึงได้แก่

1. การกระจายตัวของแหล่งชีวมวล มี 2 ลักษณะ คือ อยู่รวมเป็นกลุ่ม และอยู่กระจัดกระจาย ชีวมวลที่อยู่รวมเป็นกลุ่ม คือ เศษชีวมวลจากกระบวนการแปรรูป ณ ที่ใดที่หนึ่ง เช่น โรงสีข้าว โรงงานผลิตน้ำตาล โรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม โรงงานแปรรูปไม้ยางพารา เป็นต้น ส่วนที่อยู่กระจัดกระจายตามพื้นที่เพาะปลูก หรือ ไม่มีการรวบรวม เช่น การสีข้าวโพดโดยอาศัยอุปกรณ์สี

ข้าวโพดที่เคลื่อนที่ได้ เศษไม้จากสวนปายาง เป็นต้น ดังนั้นการนำชีวมวลที่อยู่กระจัดกระจายมาใช้ จะมีข้อเสียเปรียบคือ เสียค่าใช้จ่ายในการรวบรวม จึงควรเลือกที่ตั้งสำหรับแปรรูปชีวมวลเป็นพลังงานให้ใกล้กับแหล่งชีวมวลที่มีศักยภาพนั้นๆ

2. ขนาด เป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งที่ต้องพิจารณา ถ้าชีวมวลมีขนาดใหญ่ เช่น เศษไม้หรือ ปลายไม้ จากสวนปายางพารา และปึกไม้ที่ได้จากโรงเลื่อยไม้ยางพารา เป็นต้น จะมีขนาดใหญ่เกินไป จึงไม่เหมาะที่จะนำมาเผา การนำมาเผาเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง ควรจะต้องมีขนาดที่เหมาะสม ควรนำไปตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดไม่เกิน 1 ซม. จะทำให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้ดีขึ้น แต่มีค่าใช้จ่ายในการย่อยเพิ่มขึ้น

3. ความชื้น เป็นสิ่งที่ต้องคำนึง ถ้าชีวมวลมีความชื้นสูง เช่น กากมันลำปะหลัง หรือ ส่าเหล้า ซึ่งมีความชื้น 80-90% ไม่เหมาะที่จะนำมาเผาไหม้ แต่อาจจะนำมาผ่านกระบวนการบีบอัดเพื่อลดความชื้นก่อนนำไปเผา หรือ นำมาผ่านกระบวนการบำบัดให้ได้ก๊าซชีวภาพ จึงจะสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตไฟฟ้าได้ ในกรณีของเศษไม้ มีความชื้นประมาณ 50-60% นำมาเก็บไว้ล่วงหน้าระยะ ความชื้นจะลดลงโดยธรรมชาติ แต่ข้อเสียคือ เสียพื้นที่ในการจัดเก็บ และถ้าเก็บนานไปเนื้อไม้มีโอกาสผุได้

4. สิ่งเจือปน มีหลายอย่างในชีวมวล เช่น เศษดิน หิน กรวดทราย และคราบน้ำมันปาล์ม เป็นต้น สิ่งเจือปนที่ต้องระมัดระวังให้มากคือ คราบน้ำมันปาล์มที่ติดอยู่ทะลายปาล์ม และกะลาปาล์ม เมื่อถูกความร้อนจะกลายเป็นยางเหนียวเกาะติดห้องเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ ดังนั้นต้องมีการพิจารณาเป็นพิเศษ

5. ปริมาณขี้เถ้า มีผลต่อการเผาไหม้เช่นกัน โดยเฉพาะแกลบจะมีปริมาณขี้เถ้าสูงมาก 16% โดยน้ำหนัก ดังนั้นการออกแบบห้องเผาไหม้ จะต้องพิจารณาถึงการรวบรวมขี้เถ้าออกจากห้องเผาไหม้ของหม้อไอน้ำให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.4 การวัดค่าความร้อนของเชื้อเพลิงชีวมวล

ค่าความร้อนจะเป็นตัวบอกให้ทราบถึงปริมาณความร้อนที่ได้จากการสันดาปของเชื้อเพลิงต่อหน่วยน้ำหนัก มีการวัด 2 แบบคือ

1. ค่าความร้อนต่ำ (Low Heating Value) LHV หมายถึง ค่าความร้อนที่ให้ออกมาหลังการเผาไหม้สมบูรณ์ เมื่อน้ำที่อยู่ในเชื้อเพลิงและที่เกิดผลผลิตการเผาไหม้อยู่ในรูปของไอน้ำ ค่าที่วัดได้คือ ค่าความร้อนต่ำต่อน้ำหนัก

2. ค่าความร้อนสูง (High Heating Value) HHV หมายถึง ค่าความร้อนที่ให้ออกมาหลังการเผาไหม้สมบูรณ์ เมื่อน้ำที่อยู่ในเชื้อเพลิงและที่เกิดจากการผลิตการเผาไหม้อยู่ในรูปของน้ำหรือของเหลว ค่าที่วัดได้ คือ ความร้อนสูงต่อน้ำหนัก และมีความสัมพันธ์กับค่าความร้อนดังนี้

$$HHV = LHV + 5.72 \text{ Kcal/kg (9H+M)} = LHV + 23.95(9H+M) \text{ kJ/kg}$$

เมื่อ H เท่ากับปริมาณเปอร์เซ็นต์ของธาตุไฮโดรเจนในชีวมวล และ เมื่อ M เท่ากับปริมาณเปอร์เซ็นต์ของความชื้นในชีวมวล

2.1.5 เชื้อเพลิงชีวมวลประเภทต่างๆ

1. แกลบ

ลักษณะทั่วไป มีขนาดเล็ก ยาวไม่เกิน 5 มม. และหนา ไม่เกิน 2 มม. สีเหลือง แกลบได้มาจากการสีข้าวเปลือกซึ่งต้องมีความชื้นไม่เกิน 15% ก่อนสี ดังนั้นความชื้นของแกลบจึงไม่เกิน 15%

แหล่ง ส่วนใหญ่มาจากโรงสีข้าว

การนำไปใช้งาน แกลบสามารถนำไปใช้งานได้หลายอย่าง เช่น เป็นเชื้อเพลิงผสมลงในดินเพื่อปรับสภาพดินก่อนเพาะปลูก และใช้โปรยใต้โรงเลี้ยงไก่ เพื่อรองรับมูลไก่ เป็นต้น

จุดเด่น มีความชื้นต่ำ และขนาดเล็กเหมาะเป็นเชื้อเพลิง นอกจากนี้ซี๊แกลบมีมูลค่าสูง ถ้าสามารถควบคุมคุณสมบัติให้ได้ตามที่ผู้ซื้อกำหนด

จุดด้อย มีปริมาณซี๊แกลบ 16-18% โดยน้ำหนัก ดังนั้นในการเผาไหม้ควรคำนึงถึงจุดนี้ อีกประการหนึ่งเนื่องจากแกลบมีน้ำหนักเบา ควรวางแผนในการขนส่งให้ดี

2. ฟางข้าว

ลักษณะทั่วไป ขนาดเล็กยาวแต่กลวง ได้มาจากการเกี่ยวข้าว

แหล่ง ถ้าเกี่ยวข้องกับแรงคน ฟางข้าวจะกองอยู่บริเวณลานตากข้าวตามหมู่บ้าน ถ้าเกี่ยวข้าวด้วยเครื่องจักร ฟางข้าวจะถูกทิ้งไว้ในนาข้าว

การนำไปใช้งาน ฟางข้าวมีประโยชน์หลายอย่าง เช่น เป็นอาหารสัตว์ คลุมดิน เพาะเห็ด ฟาง ทำโครงพวงรีด ดอกไม้ และใช้ในอุตสาหกรรมทำกระดาษ เป็นต้น แต่ยังมีฟางข้าวอีกมากที่ไม่ได้นำไปใช้ คาดว่าประมาณ 1 ใน 3 ของส่วนที่เหลือถูกเผาทิ้ง

จุดเด่น ยังมีฟางข้าวอีกมากที่ไม่ได้นำไปใช้ให้เป็นประโยชน์

จุดด้อย รวบรวมได้ยากถ้าใช้แรงงานคน เพราะอยู่กระจัดกระจาย ต้องใช้เครื่องทุ่นแรงมาช่วยในการรวบรวม

3. เศษไม้ยางพารา

ลักษณะทั่วไป ไม้ยางพาราเมื่อมีอายุถึง 20-25 ปี จะถูกตัดเพื่อปลูกใหม่ ไม้ยางพาราที่ถูกตัดจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ราก หรือ ตอไม้ ปลายไม้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้วลงมา และไม้ท่อนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้วขึ้นไป ไม้ท่อนจะถูกตัดให้ได้ความยาว 1.05 ม. เพื่อส่งโรงเลื่อย และโรงงานเฟอร์นิเจอร์ ซึ่งจะได้เศษไม้หลายแบบ คือ ปีกไม้ ตาไม้(ส่วนที่มีตำหนิ) ขี้เลื่อย และซี้กบ

แหล่ง ปีกไม้และขี้เลื่อย จะหาได้จากโรงเลื่อยไม้ยางพารา ตาไม้และซี้กบจะหาได้จากโรงงานเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ปลายไม้และรากไม้ จะหาได้จากสวนยางพารา

การนำไปใช้งาน ในส่วนของขี้เลื่อย จะนำไปเพาะเห็ด ทำธูป ใช้คลุมเผาถ่าน เศษไม้อื่นๆ จะนำไปเป็นเชื้อเพลิง สำหรับโรงบ่มยางพารา เผาถ่านใช้ในกระบวนการผลิต ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับไม้อัด นอกจากนี้ยังนำไปใช้ในงานก่อสร้าง เช่น เสาค้ำ ลังไม้ เป็นต้น

จุดเด่น ยังมีเศษไม้ยางพารา คือ รากไม้ ปลายไม้ และปีกไม้ เหลืออีกมากที่ยังไม่ได้นำไปใช้งาน มีปริมาณซี้กบและก้ามะถันต่ำมาก

จุดด้อย มีขนาดใหญ่ และถ้าเป็นเศษไม้สด จะมีความชื้นค่อนข้างสูงประมาณ 50% ประสิทธิภาพในการเผาไหม้จึงไม่ค่อยสมบูรณ์ดังนั้น อาจจะต้องเพิ่มกระบวนการย่อยและลดความชื้นก่อนนำไปเผา

4. กากอ้อย

ลักษณะทั่วไป มีลักษณะเป็นขุย ได้จากการผลิตน้ำตาลดิบ โดยนำอ้อยมาคั้นน้ำออก ส่วนที่เป็นน้ำนำไปผลิตเป็นน้ำตาลดิบ ส่วนที่เหลือ คือ กากอ้อย

แหล่ง โรงงานน้ำตาล

การนำไปใช้งาน ส่วนใหญ่ใช้เป็นเชื้อเพลิง เพื่อผลิตน้ำตาลดิบ ประมาณ 80% ส่วนที่เหลืออีก 20% นำไปเป็นวัตถุดิบ สำหรับผลิตกระดาษ และ MDF Board

จุดเด่น ยังมีกากอ้อยเหลืออีกส่วนหนึ่งที่ยังไม่ได้นำไปใช้งาน

จุดด้อย น้ำหนักเบา และ ความยาว

5. ใบอ้อย และยอดอ้อย

ลักษณะทั่วไป มีลักษณะเรียวยาว จะถูกตัดออกจากลำต้นอ้อยก่อนส่งไปโรงงาน ช่วงเดือนธันวาคมและเมษายน ดังนั้นใบอ้อยและยอดอ้อยจะกระจายไปทั่วไร่อ้อย แต่บางครั้งชาวไร่อ้อยจะใช้วิธีการเผาแทนการตัด ซึ่งจะทำให้ไม่มีใบอ้อย และยอดอ้อยหลงเหลืออยู่

แหล่ง ตามไร่อ้อยทั่วไป

การนำไปใช้งาน ยอดอ้อยสามารถนำมาเป็นอาหารสัตว์

จุดเด่น ใบอ้อยและยอดอ้อยส่วนใหญ่จะถูกเผาทิ้งในไร่ ยังไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์

จุดด้อย มีเฉพาะเดือนธันวาคมถึงเมษายนของทุกปี และการรวบรวมค่อนข้างใช้แรงงานมาก จำเป็นต้องหาเครื่องทุ่นแรงมาช่วย

6. เหง้ามันสำปะหลัง

ลักษณะทั่วไป เหง้ามันเป็นส่วนที่ถูกตัดออกจากหัวมันด้านบนมีลักษณะเป็นลำต้นค่อนข้างกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 15 มม.ยาวประมาณ 30 ซม.

แหล่ง ตามไร่มันสำปะหลัง

การนำไปใช้งาน ปัจจุบันยังไม่ค่อยนำไปใช้งาน จึงมักถูกเผาทิ้งตามไร่

จุดเด่น เนื่องจากส่วนมากยังไม่ได้นำไปใช้ให้เป็นประโยชน์จึงไม่มีคู่แข่งในการจัดหา

จุดด้อย ความชื้นโดยเฉลี่ย 40% และมีขนาดรูปทรงไม่แน่นอน จึงต้องมีกระบวนการทำให้เล็กลงก่อนนำไปเป็นเชื้อเพลิง

7. เปลือกและกากมันสำปะหลัง

ลักษณะทั่วไป เปลือกมีลักษณะเป็นขุย สีน้ำตาล กากมันมีลักษณะละเอียด สีขาว ความชื้นสูง ประมาณ 75%

แหล่ง เป็นเศษที่เหลือจากการผลิตแป้งมันสำปะหลัง

การนำไปใช้งาน นำไปผสมอาหารสัตว์ในมันเส้น ทำเป็นปุ๋ย

จุดเด่น เนื่องจากเป็นส่วนที่ขายไม่ได้ ทางโรงงานต้องนำไปฝังกลบ เพราะยังไม่ได้ศึกษานำไปใช้ให้เป็นประโยชน์อย่างอื่น

จุดด้อย ความชื้นสูง จึงต้องมีกระบวนการลดความชื้น ถ้าต้องนำไปเป็นเชื้อเพลิง

8. ซังข้าวโพด และลำต้น

ลักษณะทั่วไป ซังข้าวโพดได้จากการสีข้าวโพดเพื่อนำเมล็ดมาใช้ ส่วนใหญ่เป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ส่วนของลำต้นจะถูกตัดหลังจากการเก็บเกี่ยวแล้ว

แหล่ง ปัจจุบันการสีข้าวโพด จะใช้เครื่องจักรที่สามารถเคลื่อนที่ไปตามไร่ข้าวโพด ดังนั้นจะสามารถหาซังข้าวโพดและต้นข้าวโพดได้ตามไร่ข้าวโพดทั่วไป

การนำไปใช้งาน ซังข้าวโพดมีประโยชน์หลายอย่าง นำไปเป็นวัตถุดิบผลิตแอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิงผสมกับโมลาส เพื่อเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น ส่วนลำต้นนำไปเลี้ยงสัตว์ได้เช่นกัน

จุดเด่น ซังข้าวโพดมีค่าความร้อนสูง เมื่อเทียบกับชีวมวลอื่นๆ ส่วนลำต้นข้าวโพดมีส่วนหนึ่งที่ไม่ได้นำไปใช้งาน ชาวไร่ข้าวโพดจะไถฝังกลบในไร่

จุดด้อย ช้างขาวโพน มีการนำไปใช้ประโยชน์หลายอย่าง ดังนั้นต้องพิจารณาถึงแหล่งที่มีการนำไปใช้งานน้อยที่สุด เพื่อไม่ให้มีการแก่งแย่งซื้อกัน ส่วนลำต้นข้าวโพนจะเก็บรวบรวมลำบาก ต้องใช้แรงงานคนมาก

2.2 จังหวัดชัยภูมิ

2.2.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

จังหวัดชัยภูมิตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างเส้นรุ้งที่ 15 องศา 05ลิปดา-16 องศา 45ลิปดาเหนือ เส้นแวงที่ 101 องศา 25ลิปดา-102 องศา 30ลิปดา ตะวันออก อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานคร โดยทางรถยนต์ประมาณ 342 กิโลเมตร พื้นที่ของจังหวัด รวมทั้งสิ้น 12,778 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 7,986,429 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 7.6 ของพื้นที่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและร้อยละ 2.5 ของประเทศ ขนาดพื้นที่เป็นอันดับ 3 ของภาค ตะวันออกเฉียงเหนือและอันดับที่ 8 ของประเทศ แบ่งเขตการปกครองเป็น 15 อำเภอ กิ่งอำเภอคือ อำเภอเมืองชัยภูมิ อำเภอบ้านเขว้า อำเภอคอนสวรรค์ อำเภอเกษตรสมบูรณ์ อำเภอหนองบัวแดง อำเภอจัตุรัส อำเภอภูเขียว อำเภอบำเหน็จณรงค์ อำเภอบ้านแท่น อำเภอแก้งคร้อ อำเภอคอนสาร อำเภอเทพสถิต อำเภอหนองบัวระเหว อำเภอภักดีชุมพล อำเภอเนินสง่า และกิ่งอำเภอซับใหญ่

มีอาณาเขตติดต่อกับพื้นที่ของจังหวัดใกล้เคียงดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ จังหวัดเพชรบูรณ์ และจังหวัดขอนแก่น
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ จังหวัดขอนแก่นและจังหวัดนครราชสีมา
ทิศใต้	ติดต่อกับ จังหวัดนครราชสีมา
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ จังหวัดเพชรบูรณ์ และจังหวัดลพบุรี

2.2.2 ลักษณะภูมิประเทศ

สภาพโดยทั่วไปประกอบด้วยป่า และภูเขา ประมาณร้อยละ 50.75 ที่ราบลุ่มประมาณร้อยละ 45.13 ที่ราบสูงนอกเขตป่าไม้ประมาณร้อยละ 3.11 พื้นน้ำประมาณร้อยละ 0.79 ที่ดินดาน ดินเลน ที่ใช้ประโยชน์ไม่ได้ประมาณร้อยละ 0.50 โดยตอนกลางของจังหวัดเป็นที่ราบ มีพื้นที่ป่าไม้

และเทือกเขาตั้งเรียงรายเป็นแนวทอดยาวจากทิศตะวันออกสู่ทิศตะวันตก ประกอบด้วย เทือกเขาสำคัญคือ ภูอิเผ่า ภูพังเหย ภูแลนคา ทำให้พื้นที่จังหวัดถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนเหนือ มีอำเภอหนองบัวแดง อำเภอแก้งคร้อ อำเภอบ้านแท่น อำเภอเกษตรสมบูรณ์ อำเภอภูเขียว อำเภอกอนสาร และอำเภอภักดีชุมพล

ส่วนใต้ มีอำเภอเมือง อำเภอบ้านเขว้า อำเภอจัตุรัส อำเภอบำเหน็จณรงค์ อำเภอเทพสถิต อำเภอหนองบัวระเหว อำเภอกอนสวรรค์ อำเภอเนินสง่า และกิ่งอำเภอชัยใหญ่

ลักษณะพื้นที่ แบ่งได้เป็น สามลักษณะคือ

1. พื้นที่ราบริมฝั่งแม่น้ำ พื้นที่ประมาณ 1,048,000 ไร่ หรือ ร้อยละ 13 ของพื้นที่จังหวัด โดยมีความสูงตั้งแต่ 0 -200 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ได้แก่ บริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำชีในเขตอำเภอเมือง อำเภอบ้านเขว้า อำเภอบำเหน็จณรงค์ อำเภอจัตุรัส อำเภอกอนสวรรค์ บริเวณนี้จะเป็นเขตที่ราบ น้ำท่วมถึงในฤดูฝน

2. พื้นที่ลูกคลื่นลอนตื้น อยู่ตอนกลางของพื้นที่จังหวัดเป็นแนวตาม ทิศเหนือ-ใต้ ตามแนวเทือกเขาแดงพญาเย็น มีความสูงประมาณ 200-500เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ได้แก่ พื้นที่บางส่วนในเขตอำเภอเมือง อำเภอจัตุรัส อำเภอบำเหน็จณรงค์ อำเภอบ้านเขว้า อำเภอกอนสวรรค์

3. พื้นที่สูงและภูเขา เป็นพื้นที่ลอนลึกและภูเขาในเขตเทือกเขาแดงพญาเย็น มีความสูงตั้งแต่ 500-1,000 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลางได้แก่ พื้นที่บางส่วนของอำเภอหนองบัวระเหว อำเภอกอนสาร อำเภอเกษตรสมบูรณ์ อำเภอภูเขียว อำเภอแก้งคร้อ และพื้นที่ทางตอนเหนือของอำเภอชัยภูมิ

2.2.3 ทรัพยากร

จังหวัดชัยภูมิมีทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญต่อการพัฒนาในด้านต่างๆ ของจังหวัดได้แก่ ดิน เป็นดินศักยภาพปานกลางสำหรับการเกษตร ดินที่มีศักยภาพสูงในการปลูกข้าว ส่วนใหญ่เป็นดินที่อยู่ใกล้ลุ่มแม่น้ำและพื้นที่น้ำท่วมขังในฤดูฝน ได้แก่ ดินเหนียวและดินร่วนหรือดินตะกอนแม่น้ำเหมาะแก่การทำนา ส่วนดินที่มีศักยภาพสูงในการปลูกพืชไร่ ซึ่งเป็นดินทรายจะอยู่บริเวณที่สูง ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการชะล้าง พังทลายสูง โดยจัดเป็นกลุ่มของดินดังนี้

1. กลุ่มดินไร่ ครอบคลุมพื้นที่ ประมาณร้อยละ 40ของพื้นที่จังหวัด โดยกลุ่มดินไร่ จะอยู่บริเวณด้านทิศตะวันตก ทิศเหนือ และ ทิศใต้ ได้แก่ อำเภอเทพสถิต อำเภอหนองบัวแดง อำเภอบ้านเขว้า อำเภอเกษตรสมบูรณ์ อำเภอจัตุรัส อำเภอบำเหน็จณรงค์ กิ่งอำเภอชัยใหญ่

2. กลุ่มดินคละ ครอบคลุมพื้นที่ ประมาณร้อยละ 30 ของพื้นที่จังหวัด โดยกลุ่มดินคละจะ อยู่บริเวณด้านทิศตะวันออกและตอนเหนือของจังหวัด ได้แก่ อำเภอมือง อำเภอคอนสวรรค์ อำเภอเกษตรสมบูรณ์ อำเภอภูเขียว อำเภอบ้านแท่น อำเภอคอนสาร อำเภอหนองบัวแดง อำเภอ บำเหน็จณรงค์

3. กลุ่มดินนา ครอบคลุมพื้นที่ ประมาณร้อยละ 15 ของพื้นที่จังหวัด โดยกลุ่มดินนาได้แก่ บริเวณพื้นที่ลุ่มแม่น้ำชี และลุ่มแม่น้ำพรม ซึ่งอยู่บริเวณทางตอนเหนือและทางตอนใต้ของจังหวัด ได้แก่ อำเภอมือง อำเภอบ้านแท่น อำเภอบ้านเขว้า อำเภอคอนสวรรค์ อำเภอเกษตรสมบูรณ์ อำเภอภูเขียว

4. กลุ่มดินภูเขา ครอบคลุมพื้นที่ ประมาณร้อยละ 15 ของพื้นที่จังหวัด ซึ่งอยู่บริเวณภูเขา สูงทางทิศตะวันตกและตอนกลางของจังหวัดได้แก่อำเภอมือง อำเภอหนองบัวแดง อำเภอเกษตร สมบูรณ์ อำเภอหนองบัวระเหว

2.2.4 การเกษตรกรรม

มีพื้นที่ด้านการเกษตรกรรมประมาณ 3,712,898 ไร่ เกษตรกรส่วนใหญ่ของจังหวัดปลูก พืชเป็นหลัก ได้แก่ การทำนา รองลงมา เป็นการทำไร่พืชที่ปลูกมีมันสำปะหลัง อ้อย ข้าวโพด ปอ แก้ว และถั่วต่างๆ พืชผักและผลไม้ โดยพืชที่ทำรายได้หลักให้เกษตรกรมีดังนี้

1. ข้าว มีพื้นที่การผลิตข้าว ประมาณ 1,667,281 ไร่ โดยข้าวที่ปลูกส่วนใหญ่เพื่อการ บริโภคและเหลือขายบางส่วน โดยพันธุ์ข้าวที่นิยมปลูกจะมีข้าวเจ้า แหล่งที่สำคัญอยู่ตอนกลาง และตอนล่างของจังหวัดได้แก่อำเภอมือง อำเภอจัตุรัส อำเภอบำเหน็จณรงค์ อำเภอแก่งคร้อ อำเภอบ้านเขว้า อำเภอหนองบัวระเหว ส่วนข้าวเหนียว แหล่งที่สำคัญอยู่ตอนบนและตอนกลาง ของจังหวัดได้แก่อำเภอภูเขียว อำเภอหนองบัวแดง อำเภอเกษตรสมบูรณ์ อำเภอมือง อำเภอ คอนสวรรค์ อำเภอแก่งคร้อ อำเภอจัตุรัส อำเภอบ้านเขว้า อำเภอมือง อำเภอเนินสง่า กิ่งอำเภอ ชับใหญ่

2. มันสำปะหลัง เป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญรองลงมาจากข้าว มีพื้นที่ปลูกประมาณ 474,350 ไร่ โดยพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ทางตอนใต้ของจังหวัด ได้แก่ อำเภอจัตุรัส อำเภอหนองบัวระเหว อำเภอบำเหน็จณรงค์ อำเภอเทพสถิต กิ่งอำเภอชัยใหญ่ ผลผลิตส่วนใหญ่จะนำมาแปรรูปเป็นมัน เส้นอัดเม็ด ส่งขายต่างประเทศเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์และบางส่วนนำไปแปรรูปเป็นแป้งมัน

3. อ้อย มีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 377,712 ไร่ โดยพื้นที่ที่ปลูกมาก คือ อำเภอภูเขียว อำเภอกอนสาร อำเภอบ้านแท่น อำเภอหนองบัวแดง อำเภอเกษตรสมบูรณ์ โดยมีโรงงานน้ำตาลอยู่ที่ภูเขียว

4. ข้าวโพด มีพื้นที่ปลูกประมาณ 277,194 ไร่ ปลูกมากที่สุดที่อำเภอเทพสถิต อำเภอหนองบัวแดงและอำเภอบำเหน็จณรงค์

นอกจากนี้ ส่วนที่เหลือก็จะมีการปลูกปอแก้ว ถั่วต่างๆ ฝ้าย พริก มะม่วง ส้มโอ มะขาม ในจำนวนที่ไม่มาก กระจายทั่วไป และไม่ได้เป็นพืชเศรษฐกิจของจังหวัด

ตารางที่ 2.1

พื้นที่เพาะปลูกพืชของจังหวัดชัยภูมิ ปี2548

รายการ	พื้นที่(ไร่)
พื้นที่ทั้งจังหวัด	7,986,429
พื้นที่ทำการเกษตร	3,712,898
พื้นที่นา	1,667,281
พื้นที่พืชไร่	1,265,158
อ้อย	377,712
มันสำปะหลัง	474,350
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	277,194
พืชไร่อื่นๆ	135,902
พื้นที่ไม้ผลไม้น้ำยืนต้น	148,390
พื้นที่พืชผัก ไม้ดอก สมุนไพร	22,673

ที่มา: งานข้อมูลสารสนเทศ สำนักงานเกษตรจังหวัดชัยภูมิ

2.2.5 การอุตสาหกรรม

อุตสาหกรรมที่มีบทบาทขยายตัวทางเศรษฐกิจของจังหวัดชัยภูมิในปัจจุบันคือ อุตสาหกรรมที่ต่อเนื่องจากเกษตรกรรม ได้แก่ อุตสาหกรรมน้ำตาลซึ่งใช้อ้อย เป็นวัตถุดิบในการผลิต โรงงานน้ำตาลที่ใหญ่ที่สุดของจังหวัด คือ โรงงานน้ำตาลที่อำเภอภูเขียว ตำบลโคกสะอาด นับว่าเป็นโรงงานที่มีขนาดใหญ่แห่งหนึ่งของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ บทบาททางด้านอุตสาหกรรมที่น่าสนใจในอนาคต คือ การขุดแร่โปแตสที่อำเภอบำเหน็จณรงค์ขึ้นมาใช้ โดยที่แร่

โปแตชสามารถนำไปผลิตปุ๋ยโปแตชและผลพลอยได้คือเกลือหินซึ่งมีประโยชน์ในการนำไปใช้เป็นส่วนประกอบการผลิตแก้ว เป็นส่วนประกอบในการฟอกหนัง และทางการแพทย์นำมาสกัดเป็นยา ซึ่งโครงการดังกล่าวคาดว่าจะ ส่งผลต่อการขยายทางเศรษฐกิจและการจ้างงานในภาคอุตสาหกรรมมากขึ้น แต่ปัจจุบันยังมีปัญหาทางการเมืองทำให้โครงการดังกล่าวชะลอไปอย่างไม่มีกำหนด

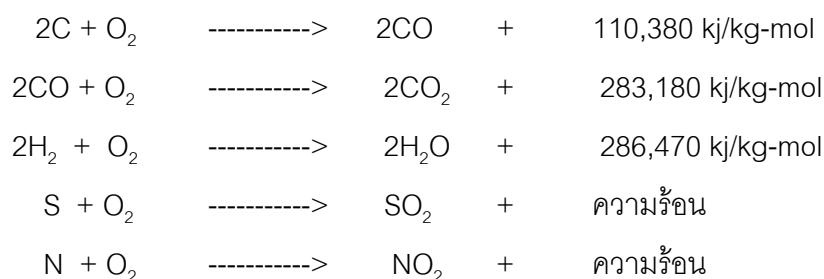
2.3 รูปแบบเทคโนโลยีการแปรรูปชีวมวลเป็นพลังงาน

เทคโนโลยีในการแปรรูปชีวมวลเป็นพลังงาน มีหลายแบบด้วยกันดังต่อไปนี้

2.3.1 เทคโนโลยีพลังงานชีวมวลจากการเผาไหม้โดยตรงหรือ การสันดาป (Combustion Technology)

การนำเอาเชื้อเพลิงชีวมวลมาเผาโดยตรงให้เกิดการสันดาปเป็นปฏิกิริยาการรวมตัวกันของเชื้อเพลิงกับออกซิเจนอย่างรวดเร็วพร้อมเกิดการลุกไหม้และคายความร้อน ในการเผาไหม้ส่วนใหญ่จะไม่ใช้ออกซิเจนล้วนๆ แต่จะใช้อากาศแทนเนื่องจากอากาศมีออกซิเจนอยู่ 21% โดยปริมาตร หรือ 23% โดยน้ำหนัก

เชื้อเพลิงชีวมวลประกอบด้วยธาตุต่างๆ ดังนี้ คาร์บอน(C) ออกซิเจน(O₂) ไฮโดรเจน(H₂) และธาตุอื่นๆ ที่สำคัญได้แก่ ไนโตรเจน(N) และซัลเฟอร์(S) เนื่องจากจะทำให้เกิดก๊าซไนโตรเจนออกไซด์(NO_x)และซัลเฟอร์ไดออกไซด์(SO₂) ซึ่งเป็นก๊าซที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เมื่อเกิดการเผาไหม้ที่อุณหภูมิที่เหมาะสม เมื่อนำเชื้อเพลิงชีวมวลมาเผาไหม้จะมีขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาดังนี้



2.3.2 เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงเหลว (Liquidification Technology)

กระบวนการที่ใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงเหลว มีดังนี้

1. กระบวนการใช้ความร้อนสูง หรือ กระบวนการไพโรไลซิส เมื่อวัสดุทางการเกษตรได้รับความร้อนสูงในสภาพไร้ออกซิเจน จะเกิดการสลายตัวเป็นเชื้อเพลิงในรูปของเหลวและก๊าซผสมกันที่เราเรียกกันว่า น้ำมันไพโรไลซิส สามารถนำมาเผาไหม้ได้เหมือนกับน้ำมันปิโตรเลียม
2. กระบวนการทางฟิสิกส์และเคมี โดยสกัดน้ำมันออกจากพืชน้ำมัน จากนั้นนำน้ำมันมาผ่านกระบวนการทรานส์เอสเตอริฟิเคชัน เพื่อผลิตเป็นไบโอดีเซล
3. กระบวนการทางชีวภาพ ทำการย่อยสลายแบ่ง น้ำตาล เซลลูโลส จากพืชผลทางการเกษตรให้เป็นเอทานอล เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงเหลวได้

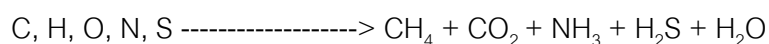
2.3.3 เทคโนโลยีการผลิตก๊าซเชื้อเพลิง (Gasification Technology)

กระบวนการ Gasification เป็นกระบวนการเปลี่ยนชีวมวลให้กลายเป็นก๊าซซึ่งเป็นส่วนผสมของไฮโดรเจน(H_2) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และมีเทน (CH_4) ในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูงและมีปริมาณออกซิเจนต่ำ เป็นกระบวนการหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงแบบ Thermal Conversion ก๊าซที่ได้จากขบวนการนี้เป็น Producer gas เมื่อนำป้อนเครื่องยนต์เบนซิน หรือ ดีเซลดัดแปลงเพื่อไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สำหรับระบบผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก เหมาะสำหรับชุมชน หรือ อุตสาหกรรมขนาดเล็ก แต่ปัญหาของระบบคือ จะมีน้ำมันดิน(Tar)ที่ออกมาพร้อมกับก๊าซเผาไหม้ด้วย จึงต้องมีระบบจัดการน้ำมันดิน(Tar)ที่มีประสิทธิภาพเพื่อไม่ให้ทำให้เครื่องยนต์เสียหายได้

2.3.4 เทคโนโลยีการผลิตก๊าซโดยการหมัก (Anaerobic Digestion Technology)

เป็นการย่อยสลายของชีวมวล ทำให้เกิดก๊าซชีวภาพ (Biogas) ซึ่งมีก๊าซมีเทน (CH_4) เป็นองค์ประกอบหลักและสามารถนำไปใช้เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานเหมือนก๊าซหุงต้มที่ใช้กันอยู่ทั่วไป การนำของเสียจากชีวมวลมาหมักให้เกิดก๊าซชีวภาพโดยใช้ระบบย่อยสลายแบบไร้อากาศ (Anaerobic Digestion) ซึ่งในขบวนการนี้แบคทีเรียจะทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะที่ไม่ใช้ออกซิเจน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นหลัก

ก๊าซชีวภาพเป็นก๊าซที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนโดยแบคทีเรียที่ไม่ต้องการออกซิเจน(Anaerobic Bacteria) ทำให้เกิดก๊าซชีวภาพซึ่งมีส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้



ตารางที่ 2.2

ส่วนประกอบก๊าซชีวมวล

ส่วนประกอบ	เปอร์เซ็นต์
มีเทน(CH ₄)	55-65
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂)	35-45
แอมโมเนีย(NH ₃)	0-1
ไฮโดรเจนซัลไฟด์(H ₂ S)	0-1
น้ำ(H ₂ O)	0-1

ที่มา: การศึกษาการจัดการพลังงานขยะ โดย ศุภชัย ปรีตะนนท์

2.3.5 เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าโดยใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง

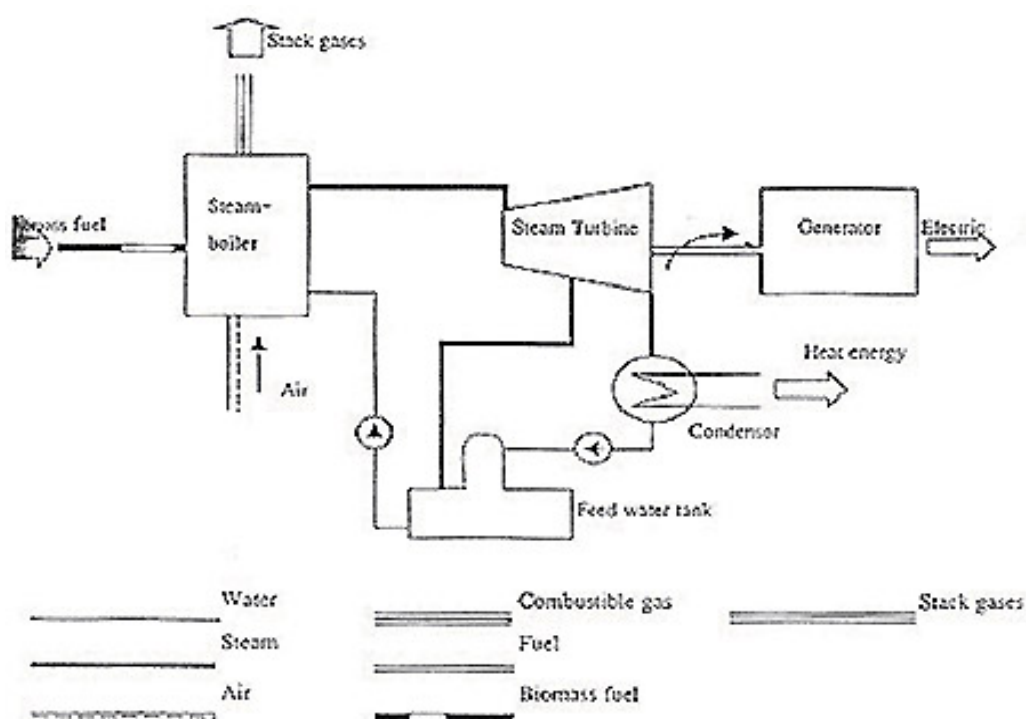
คือ กระบวนการที่ใช้ชีวมวล ประเภทต่างๆ ทดแทนเชื้อเพลิงประเภทฟอสซิล(น้ำมัน ถ่าน และ ก๊าซ) ผลิตความร้อนให้กับน้ำ หรือ ของเหลว เกิดเป็นพลังงานสามารถขับเคลื่อนอุปกรณ์ผลิตพลังงานประเภทต่างๆ เช่น เครื่องจักรไอน้ำ และ กังหันไอน้ำผลิตไฟฟ้า ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับการพัฒนาแล้วทำให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล และสามารถผลิตพลังงานประเภทไฟฟ้าได้ โดยมีเทคโนโลยีอื่นๆ ประกอบตามลำดับดังนี้

1. เทคโนโลยีหม้อไอน้ำ หม้อไอน้ำส่วนใหญ่จะสร้างเป็นภาชนะรูปทรงกระบอกเพื่อบรรจุ น้ำหรือของเหลว แล้วให้ความร้อนแก่น้ำ หรือ ของเหลว ด้วยความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ ทำให้น้ำส่วนใหญ่เปลี่ยนสถานะโดยการระเหยเป็นไอน้ำ หม้อไอน้ำ หรือ หม้อผลิตไอน้ำ จะแบ่งเป็นประเภทหม้อผลิตไอน้ำแบบท่อผ่านและ ประเภท หม้อผลิตไอน้ำแบบท่อไฟ

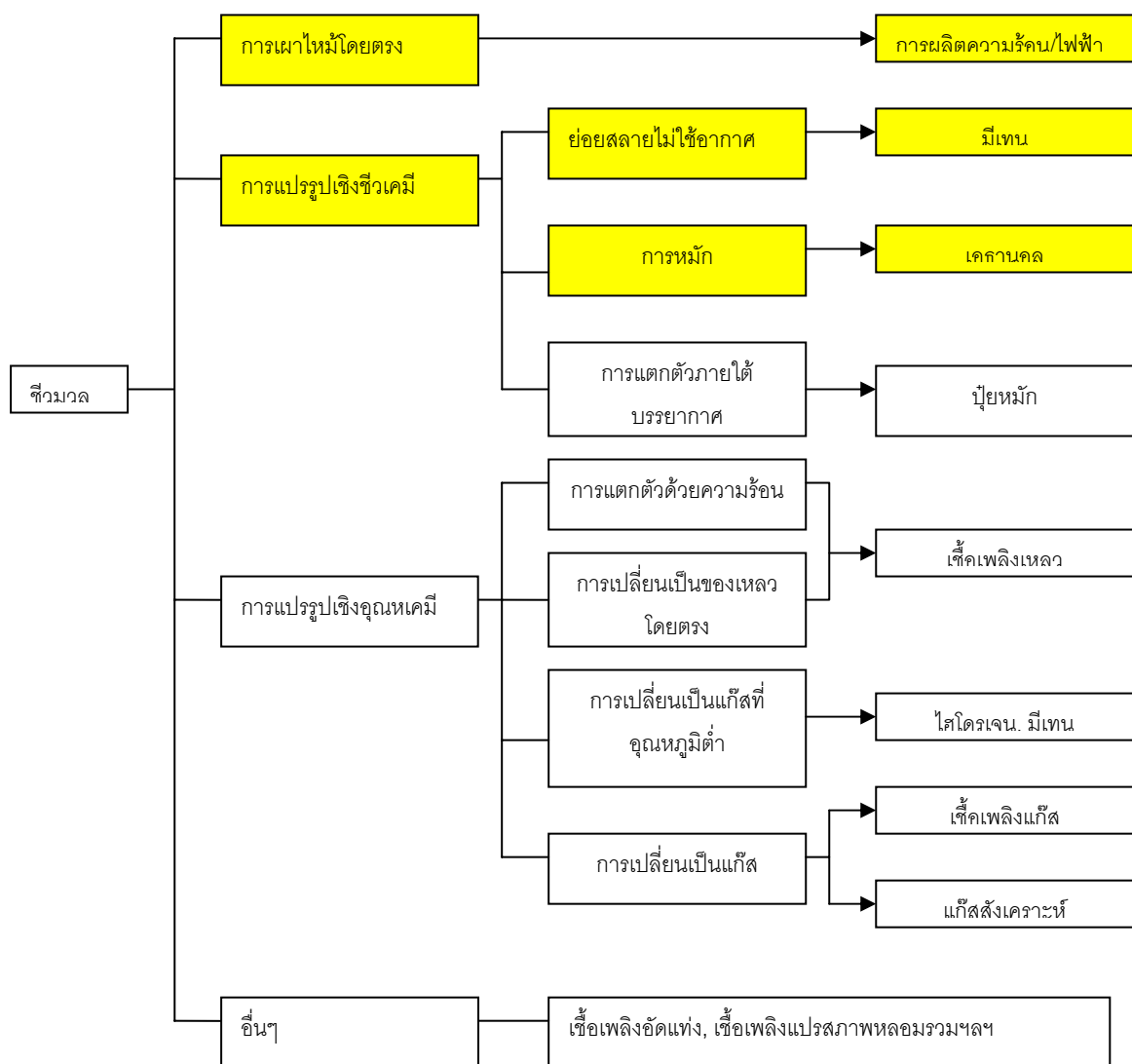
2. เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้า เป็นการผลิตไฟฟ้าโดยใช้เทคโนโลยีการเผาไหม้โดยตรง มีขั้นตอนคือ การนำเชื้อเพลิงชีวมวลเข้าไปเผาไหม้โดยตรงในเตาเผา ความร้อนที่ได้จากเตาเผาจะถูกนำไปใช้ในการผลิตไอน้ำที่มีอุณหภูมิและความดันสูง ไอน้ำที่ผลิตได้ จะถูกนำไปใช้ขับเคลื่อนกังหันไอน้ำ หรือ เครื่องจักรไอน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้า

ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้กังหันไอน้ำ ประกอบไปด้วย หม้อไอน้ำสำหรับผลิตไอน้ำ ความดันสูง และ กังหันไอน้ำแบบ Back Pressure หรือ แบบ Condensing เพื่อผลิตพลังงานกลที่จะนำไปใช้หมุนเครื่องปั่นไฟ Generator หลักการทำงานของระบบ คือ ไอน้ำความดันสูง จะขยายตัวผ่านกังหันไอน้ำ เพื่อนำไปหมุนเพลาลูกเชื่อมต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตไฟฟ้า

ภาพที่ 2.1
เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้า



ภาพที่ 2.2
เทคโนโลยีการแปรรูปชีวมวลเป็นพลังงาน

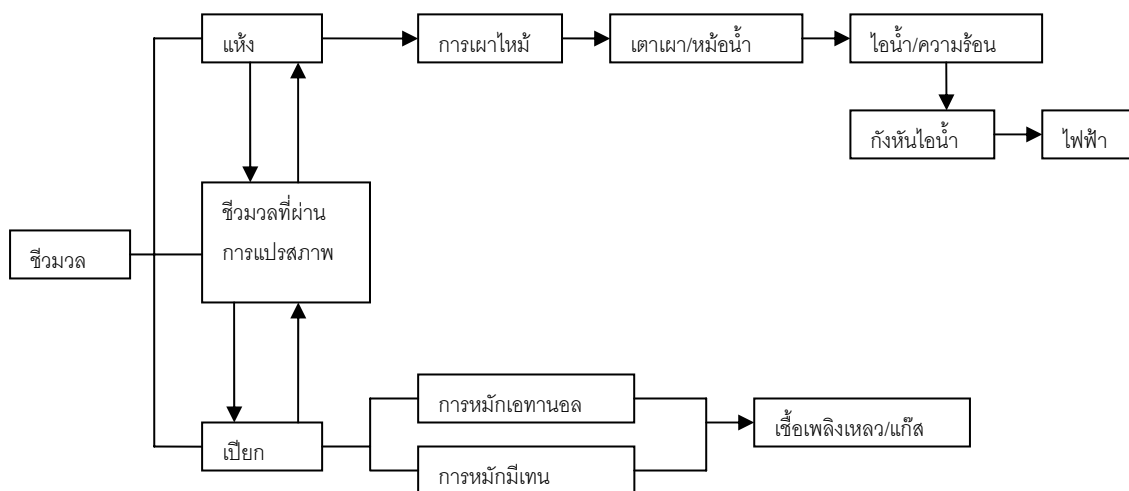


เป็นรูปแบบที่มีการแพร่หลาย พัฒนาในเชิงพาณิชย์ และ มีใช้ในภาคอุตสาหกรรม

เป็นรูปแบบอยู่ในขั้นพัฒนา

ภาพที่ 2.3

กระบวนการแปรรูปชีวมวลโดยพิจารณาจากปริมาณน้ำเป็นเกณฑ์



ชีวมวลก่อนจะนำมาแปรรูปเพื่อให้พลังงาน จะมีคุณสมบัติแตกต่างกัน โดยเฉพาะสภาพความแห้งความเปียกความชื้นเป็นจุดสำคัญในการพิจารณาว่า ควรเลือกเทคโนโลยีการแปรรูปแบบใดให้เหมาะกับชีวมวลนั้น เช่น ในกรณีชีวมวลนั้นแห้ง เช่น แกลบ เศษไม้ เป็นต้น จะเหมาะสำหรับการนำมาเผาเพื่อให้ได้พลังงานความร้อน หรือ ไอน้ำ แล้วนำไอน้ำที่ได้ไปปั่นให้ได้พลังงานไฟฟ้า ในกรณีชีวมวลนั้นเปียกมีปริมาณน้ำสูง ก็อาจจะนำไปตากแห้ง หรือผ่านกระบวนการแปรรูปให้แห้งก่อนเผาเช่น กากอ้อย เหง้ามันสำปะหลัง เป็นต้น หรือ ถ้าปริมาณน้ำมาก หรือ มีสภาพเป็นของเหลว เช่น กากของเสีย น้ำเสีย เป็นต้น การแปรรูปทำให้ต้องสูญเสียพลังงานในการแปรรูปมาก ก็ควรนำมาแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงเหลวหรือก๊าซ อย่างเช่น ผ่านการหมักให้ได้ก๊าซชีวภาพ หรือ เอทานอล เป็นต้น

2.4 เทคโนโลยีปัจจุบันที่เหมาะสมสำหรับชีวมวล

เทคโนโลยีที่แปรรูปชีวมวลมีหลายเทคโนโลยีดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น แต่เทคโนโลยีที่ปัจจุบันมีใช้กันแพร่หลาย ในเชิงพาณิชย์ และอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับชีวมวล มีดังนี้

2.4.1 เทคโนโลยีในการเผาไหม้โดยตรง

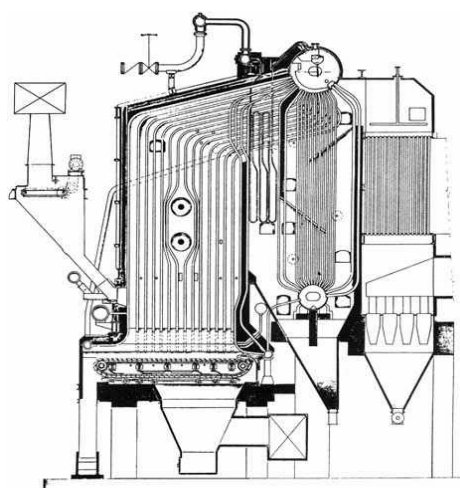
เมื่อนำชีวมวลจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาเผา จะได้รับความร้อนออกมาตามค่าความร้อนของชีวมวลนั้นๆ พลังงานความร้อนที่ได้สามารถไปใช้ในกระบวนการผลิต เช่น การอบแห้ง หรือ นำความร้อนที่ได้ไปผลิตไอน้ำที่มีอุณหภูมิและความดันสูง ไอน้ำนี้สามารถนำไปผลิตพลังงานกล หรือนำไปใช้ในกระบวนการผลิตพลังงานไฟฟ้า โดยกระบวนการที่ใช้เปลี่ยนแปลงชีวมวลให้เป็นพลังงานนี้ อาศัยวิธีทางเคมีความร้อน Thermochemic การนำมาเผาจะใช้ระบบการเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็ง ที่นิยมใช้สามารถแบ่งเป็นประเภทดังนี้

1. ระบบใช้แรงงานคนป้อนเชื้อเพลิง ต้องอาศัยคนงานที่มีความชำนาญในการกระจายเชื้อเพลิงให้ทั่วสม่ำเสมอบนตะแกรงเตาไฟ

2. ระบบตะแกรง (Stoker) เป็นระบบที่มีการป้อนเชื้อเพลิงเข้าสู่เตาโดยอาศัยเครื่องกลแทนแรงงานคน ข้อดีของระบบนี้คือมีราคาถูก และสามารถออกแบบให้ใช้ได้กับเชื้อเพลิงแข็งหลายชนิด แบ่งตามลักษณะการป้อนเชื้อเพลิงได้เป็น 2 ชนิด คือ ระบบstokerที่เชื้อเพลิงถูกป้อนเข้าสู่เตาทางด้านบนและระบบstokerที่เชื้อเพลิงถูกป้อนเข้าสู่เตาทางด้านล่าง

ภาพที่ 2.4

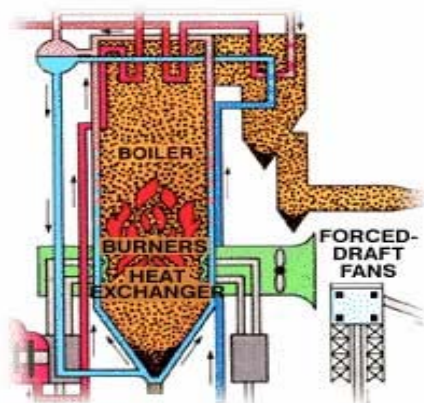
เตาเผาไหม้ระบบ stoker



3. ระบบล้อยั่ว (Pulverizer) การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในเตาระบบนี้จะเกิดขึ้นในลักษณะที่เชื้อเพลิง แขว่นล่อยอยู่ในอากาศภายในเตา ข้อเสียคือ การควบคุมชี้เ้าจะทำได้ยาก

ภาพที่ 2.5

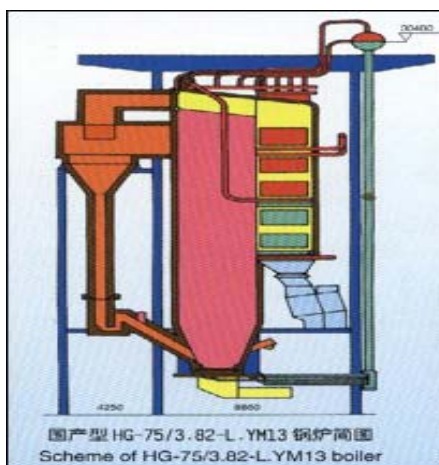
เตาเผาไหม้ระบบ pulverized



4. ระบบไหลวน (Fluidized Bed) อากาศร้อนจะไหลผ่านชั้นของเชื้อเพลิงและเมื่อเพิ่มค่าความเร็วของอากาศถึงค่าหนึ่ง เชื้อเพลิงที่วางอยู่จะลอยตัวขึ้นมีลักษณะคล้ายของไหล หลังจากนั้นเชื้อเพลิงจะถูกป้อนเข้าไปอย่างสม่ำเสมอ การเผาไหม้จะเกิดขึ้นทั่วบริเวณเตา ทำให้อัตราการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงสม่ำเสมอ สามารถเผาเชื้อเพลิงที่มีปริมาณความชื้นสูงได้ดี นอกจากนี้คุณสมบัติของเปลวไฟยังคงที่อีกด้วย

ภาพที่ 2.6

เตาเผาไหม้ระบบ Fluidized bed



เมื่อน้ำเชื้อเพลิงชีวมวลแข็งมาเผาในเตาเผาแล้ว หม้อน้ำส่วนที่อยู่ติดกับเตาเผาจะได้รับ ความร้อนจากการเผาเชื้อเพลิงชีวมวลเหล่านั้น ทำให้เกิดไอน้ำ มีลักษณะของหม้อน้ำ แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. หม้อน้ำประเภทท่อน้ำ เป็นหม้อน้ำที่ทำด้วยโลหะที่เป็นสื่อนำความร้อน ท่อน้ำหลายๆ ท่อจะติดตั้งภายในเตาเผาและมีน้ำบรรจุ ไอร้อนจากการเผาเชื้อเพลิงชีวมวลจะทำให้ท่อน้ำร้อน และถ่ายเทความร้อนให้น้ำในท่อน้ำ กลายเป็นไอน้ำ

ลักษณะการทำงานของหม้อไอน้ำแบบท่อน้ำนั้น น้ำจะถูกบังคับให้หมุนเวียนอยู่ภายใน ท่อที่มีจำนวนมาก และก๊าซร้อนจะไหลผ่านช่องก๊าซที่อยู่ด้านผิวนอกท่อ การไหลวนของน้ำจะเกิด จากค่าความดันที่แตกต่าง

ชนิดของท่อน้ำ มีหลายรูปแบบ ซึ่งแบ่งตามรูปร่าง และการกำหนดรูปแบบการวางของท่อ น้ำกับจำนวนของดรัม ขนาดความจุ หรือ ความดันของหม้อผลิตไอน้ำ ข้อดีของหม้อผลิตไอน้ำ คือ สามารถผลิตไอน้ำที่ค่าความดันสูงได้ ประเภทโรงงานที่ใช้หม้อน้ำลักษณะนี้เช่น โรงงานน้ำตาล โรงงานกระดาษ โรงไฟฟ้า เป็นต้น

2. หม้อน้ำประเภทท่อไฟ เป็นหม้อน้ำที่มีเปลวไฟพุ่งผ่านในตัวหม้อน้ำ ความร้อนที่เกิดจาก การเผาไหม้เชื้อเพลิง จะผ่านเข้าท่อโลหะสื่อความร้อน จำนวนมาก ความร้อนจะถูกถ่ายเทไปที่น้ำ ซึ่งอยู่รอบๆท่อ โดยมีผนังหม้อน้ำ ทำหน้าที่รักษาความดันหม้อน้ำให้อีกชั้นหนึ่ง จนน้ำเดือดไปไอน้ำ

ลักษณะการทำงาน มีช่องก๊าซที่ก๊าซร้อนไหลอยู่ภายในท่อ ส่วนน้ำจะอยู่นอกท่อซึ่งห่อหุ้ม ไว้ในเปลือกหม้อไอน้ำ ข้อเสียคือ มีประสิทธิภาพต่ำ และไม่สามารถผลิตไอน้ำที่ความดันสูงๆได้ ประเภทของโรงงานที่ใช้หม้อน้ำลักษณะนี้ เช่น โรงสีข้าว โรงอบไม้ โรงผลิตอาหารสำเร็จรูป เป็นต้น

2.4.2 เทคโนโลยีในการหมักเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ

วัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพเป็นสารอินทรีย์ที่ได้จากพืชและสัตว์ โดยมี แบคทีเรียที่เรียกว่า มีเทนแบคทีเรีย เป็นตัวการสำคัญในการผลิตด้วยการย่อยสลายสารอินทรีย์ ภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจนอิสระ (Anaerobic Digest) ซึ่งในขบวนการการเกิดก๊าซชีวภาพจะ ประกอบไปด้วยขั้นตอนการย่อยสลาย 3 ขั้นตอนคือ

ขั้นตอนที่ 1 Liquefaction

สารอินทรีย์ที่อยู่ในรูปโมเลกุลใหญ่ แบคทีเรียไม่สามารถย่อยได้ทันที จำเป็นต้องมีการทำให้เกิดการแตกตัวให้เป็นโมเลกุลเล็กก่อน โดยแบคทีเรียจะส่งน้ำย่อยออกมาจากเซลล์ทำให้โมเลกุลใหญ่ถูกทำให้แตกตัวเป็นโมเลกุลย่อยๆ

ขั้นตอนที่ 2 Acid Formation

โมเลกุลของสารอินทรีย์ถูกดูดซึมเข้าสู่เซลล์ของแบคทีเรียโดยตรงโดยไม่ต้องทำให้แตกตัวก่อน แบคทีเรียที่ทำหน้าที่ในขั้นตอนนี้ เป็นพวก Facultative หรือ Anaerobic จะทำการย่อยสลายโมเลกุลที่แตกตัวจากโมเลกุลใหญ่ให้เป็นกรดอินทรีย์ (Organic Acid) แบคทีเรียที่ทำหน้าที่ในขั้นตอนนี้เรียกว่า Acids Former Bacteria

ขั้นตอนที่ 3 Methane Formation

แบคทีเรียอีกพวกจะย่อยสลายกรดอินทรีย์ทำให้เกิดก๊าซมีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซอื่นๆ แบคทีเรียพวกนี้เรียกว่า Methane Former Bacteria แบคทีเรียพวกนี้เป็นชนิดที่ต้องอยู่ในสภาวะไร้ออกซิเจน มีความรู้สึกไวต่อการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ไม่สามารถอยู่ได้ในสภาพที่ pH ต่ำกว่า 6.5 การผลิตก๊าซมีเทนจากแบคทีเรียจะมี 2 ช่วง คือ ระหว่าง 30-40 องศาเซลเซียส และระหว่าง 50-60 องศาเซลเซียส ระยะเวลาการหมัก ประมาณ 60-80 วัน

ภาพที่ 2.7

กระบวนการหมักก๊าซชีวภาพ

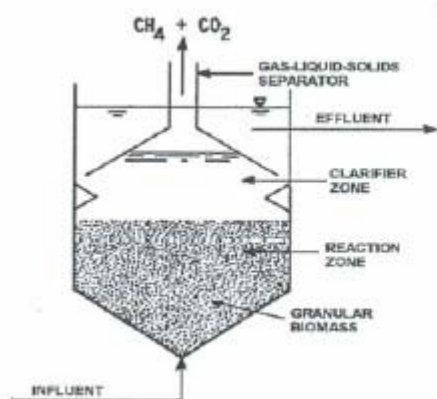


เทคโนโลยีระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสีย มีดังนี้

1. ระบบ UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย ในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา โดยน้ำเสียจะถูกสูบเข้าก้นถัง ตะกอนแบคทีเรียที่ก้นถัง แบ่งเป็น 2 ชั้น ชั้นล่าง (Sludge Bed) เป็นตะกอนเม็ด เป็นแบคทีเรียชนิดเส้นใยยาวเกาะกันแน่น มีความหนาแน่นสูง ส่วนชั้นที่ 2 เรียกว่า Sludge Blanket เป็นแบคทีเรียตะกอนเบา ช่วงบนของถังหมักจะมีอุปกรณ์แยกก๊าซชีวภาพและตะกอนแบคทีเรีย (Gas-Solid Separator) ข้อดีของถังหมักแบบ UASB คือ เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูง และค่าก่อสร้างต่ำเมื่อเทียบกับระบบอื่นๆ แต่ข้อเสีย คือ มีความยุ่งยากในการเลี้ยงตะกอนเม็ดจากตะกอนเบาและไม่เหมาะสมกับน้ำเสียที่มีสารแขวนลอยสูง

ภาพที่ 2.8

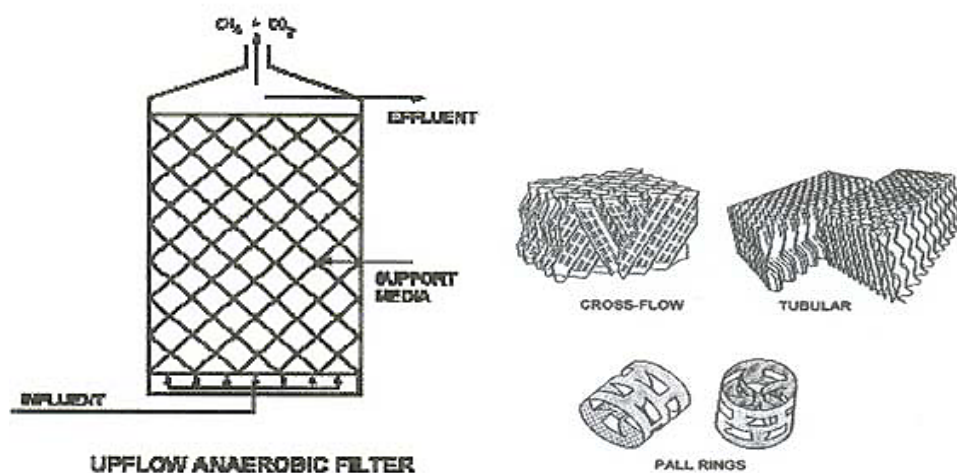
ระบบ UASB



2. ระบบ AF (Anaerobic Filter ,Fixed Film) เป็นถังหมักภายในบรรจุด้วยตัวกลางที่มีพื้นที่ผิวจำเพาะสูงเพื่อให้แบคทีเรียเกาะ และมีรูพรุนสูง น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจะต้องผ่านถังตกตะกอนเพื่อแยกตะกอนแบคทีเรียออก ข้อดีของระบบนี้คือ การดูแลและควบคุมระบบง่าย ประสิทธิภาพสูง และสามารถรับการเปลี่ยนแปลงของน้ำเสียได้ดี ข้อเสียคือ วัสดุตัวกลางมีราคาแพงและมีปัญหาเรื่องการอุดตันได้ง่าย ดังนั้นการใช้งานจะต้องใช้ตัวกลางที่มีพื้นที่ผิวและรูพรุนสูง โดยบรรจุเพียง 10-20% ของปริมาตรถังเท่านั้น

ภาพที่ 2.9

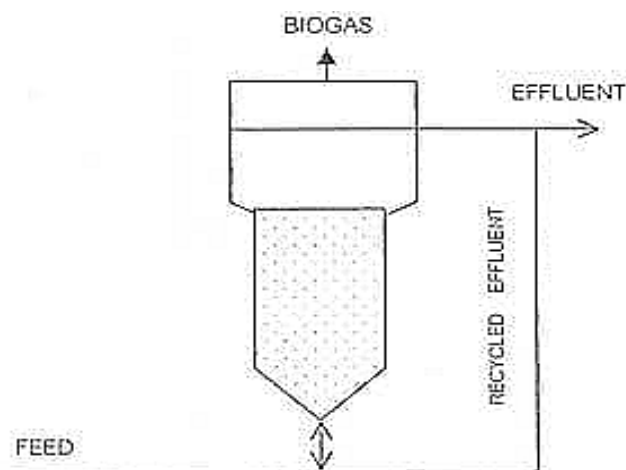
ระบบ AF



3. ระบบAFB (Anaerobic Fluidize Bed) เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูงมาก โดยแบคทีเรียจะเกาะกลุ่มผิวตัวกลางที่เป็นเม็ดขนาดเล็ก(เล็กกว่า 1 มิลลิเมตร) น้ำเสียจะถูกสูบเข้าก้นถังหมักที่มีทรงสูงด้วย ความเร็วสูงพอที่จะยกเม็ดตัวกลางให้ลอย เม็ดตัวกลางนี้จะเคลื่อนที่ไปในทุกทิศทาง จึงทำให้การถ่ายเทมวลทั้งอาหารและของเสียต่างๆ จากปฏิกิริยาสูงมาก ส่วนบนของถังหมักมีเส้นผ่านศูนย์กลางที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นความเร็วของน้ำจะต่ำลงจึงทำให้เม็ดตัวกลางที่มีแบคทีเรียเกาะอยู่ตกลงมา ส่วนที่เป็นน้ำจะล้นออกจากถังและเม็ดตัวกลางที่เคลื่อนอยู่ตลอดเวลา จะเกิดการขัดสีและชนกัน ทำให้แบคทีเรียหลุดออก จึงควบคุมความหนาของแบคทีเรียได้ ถึงแม้ระบบนี้จะมีประสิทธิภาพสูง แต่ก็ยุ่งยากในการควบคุมและมีค่าใช้จ่ายในการบำบัดสูง

ภาพที่ 2.10

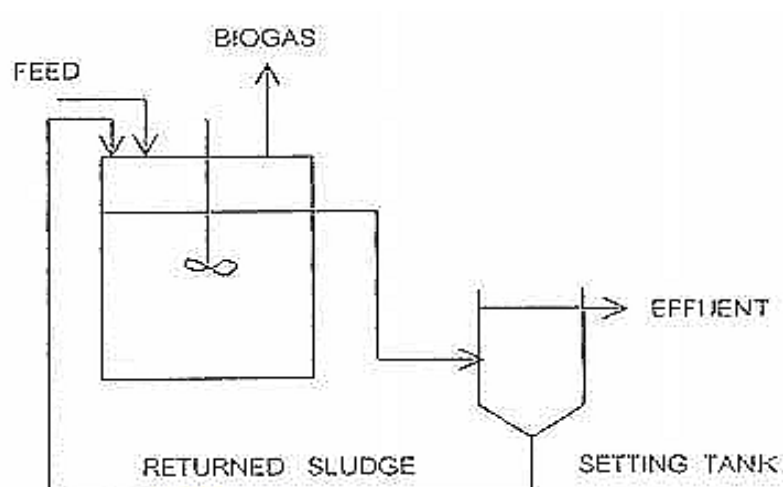
ระบบ AFB



4. ระบบAC (Anaerobic Contact) ประกอบด้วยถังหมักและถังตกตะกอน โดยภายในถังหมักจะมีการกวนผสมด้วยก๊าซชีวภาพ หรือใช้ตัวกวน จากนั้นน้ำจะไหลเข้าสู่ถังตกตะกอนเพื่อให้แบคทีเรียจมตัวลง แล้วสูบกลับมายังถังหมัก ระบบนี้มีประสิทธิภาพสูงและค่าก่อสร้างต่ำกว่าระบบAF แต่มีข้อเสียคือ ต้องการการกวนผสม ต้องมีถังตกตะกอน และต้องควบคุมความเข้มข้นของแบคทีเรียให้เหมาะสมและมักมีปัญหาตะกอนแบคทีเรียจมตัวยาก เนื่องจากก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น จะยกตะกอนแบคทีเรียขึ้นมาด้วย

ภาพที่ 2.11

ระบบ AC



2.4.3 เทคโนโลยีในการหมักเอทานอล

กระบวนการผลิตเอทานอล สามารถแบ่งได้เป็น 2 วิธี ดังนี้

วิธีที่ 1 การใช้กระบวนการทางเคมีสังเคราะห์เอทานอล โดยใช้เอทิลีน เป็นวัตถุดิบ เอทานอลที่ได้เรียกว่า เอทานอลสังเคราะห์

วิธีที่ 2 การใช้วิธีการทางชีวเคมี เพื่อผลิตเอทานอล โดยใช้วัสดุเกษตรที่มีองค์ประกอบ ประเภทแป้ง น้ำตาล หรือเซลลูโลส เป็นวัตถุดิบ เอทานอลที่ได้นี้ เรียกว่า ไบโอเอทานอล

ในที่นี้จะขอกล่าวไบโอเอทานอล ซึ่งใช้วัสดุเกษตร หรือ ชีวมวล เป็นวัตถุดิบ กระบวนการผลิตเอทานอลด้วยวิธีไบโอเอทานอล มี 4 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

2.4.3.1 การเตรียมวัตถุดิบก่อนการหมัก

มีหลายแบบขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ เช่น

- วัตถุดิบที่สามารถใช้เชื้อจุลินทรีย์และการจัดเตรียมทำได้ง่าย ได้แก่ วัตถุดิบจากกากน้ำตาล เพียงเจือจางด้วยน้ำเพื่อปรับความเข้มข้นให้เหมาะสม ก็สามารถนำไปหมักได้
- วัตถุดิบที่ใช้ได้ยาก และการจัดเตรียมค่อนข้างซับซ้อน เช่น หักมันสำปะหลัง ซึ่งเป็นวัตถุดิบประเภทแป้ง หรือ เซลลูโลส วัตถุดิบประเภทเยื่อใย จะต้องนำมาผ่านกระบวนการย่อยให้เป็นน้ำตาลด้วยการใช้กรดหรือเอนไซม์ (น้ำย่อย) เพื่อทำให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมก่อนที่จะทำการหมักต่อไป

การเปลี่ยนแปลงให้มีโครงสร้างโมเลกุลอยู่ในรูปน้ำตาลเชิงเดี่ยว หรือ กลูโคส ต้องใช้กระบวนการทางเคมีและชีวเคมี กระบวนการที่นิยมใช้ มี 2 วิธีคือ

วิธีที่ 1 Acid Hydrolysis เป็นวิธีการใช้กรดย่อยแบ่ง

วิธีที่ 2 Emzymatic Hydrolysis เป็นวิธีการใช้เอนไซม์ในการย่อยแบ่ง

วิธีที่ใช้เอนไซม์ในการย่อยแบ่งเป็นวิธีที่นิยมมากกว่า เนื่องจากเป็นวิธีการที่สะดวก ประหยัดต้นทุนการผลิตรวมทั้งไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม เช่น การใช้หักมันสำปะหลัง เป็นวัตถุดิบ จะใช้เอนไซม์ 2 ชนิดได้แก่ แอลฟา-อะไมเลส ในขั้นตอนที่เรียกว่า Liquefaction และกลูโค-อะไมเลส หรือ เบต้า-อะไมเลส ในขั้นตอนที่เรียกว่า Saccharification

2.4.3.2 การเตรียมหัวเชื้อและการหมัก

ขั้นตอนการเตรียมหัวเชื้อ มีไว้เพื่อให้ได้เชื้อจุลินทรีย์ที่แข็งแรงและมีปริมาณมากเพียงพอสำหรับการหมักรวมทั้งต้องปราศจากการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์อื่นที่ไม่ต้องการ เมื่อเตรียมหัวเชื้อเรียบร้อยแล้วจึงถ่ายลงในถังหมักผสมกับวัตถุดิบ จากนั้นทำการปรับและควบคุมสภาวะการหมัก เช่น อัตราการให้อากาศ ค่าความเป็นกรดต่าง และอุณหภูมิในระหว่างการหมัก สำหรับเชื้อจุลินทรีย์ที่ในการหมักจะแตกต่างกันไปขึ้นกับชนิดของวัตถุดิบ ขั้นตอนการเตรียมหัวเชื้อไม่จำเป็นต้องมีถ้าใช้วัตถุดิบที่เป็นน้ำตาลกับเชื้อยีสต์แห้ง โดยนำเชื้อยีสต์แห้งใส่ในถังหมักได้เลย

ขั้นตอนการหมัก เมื่อเตรียมวัตถุดิบพร้อมแล้ว นำมาถ่ายลงถังหมัก วัตถุดิบอาจจะผ่านขบวนการฆ่าเชื้อ หรือไม่ผ่านก็ได้ ขึ้นกับชนิดของการหมักและวัตถุดิบที่ใช้ เช่น กากน้ำตาลจะหมักเป็นแอลกอฮอล์ไม่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อ ขั้นตอนการหมักเป็นขบวนการการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นจากการทำงานของเชื้อยีสต์เพื่อเปลี่ยนเป็นน้ำตาลกลูโคส ภายใต้สภาวะที่ปราศจากออกซิเจนหรือมีออกซิเจนเพียงเล็กน้อย ให้เป็น แอลกอฮอล์ โดยทั่วไปการหมักจะใช้เวลาประมาณ 2-3 วัน เพื่อให้ได้แอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้น ประมาณ 8-12% โดยปริมาตร และได้ผลพลอยได้ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ และมีความร้อนเกิดขึ้น การหมักแอลกอฮอล์ แบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

1. การหมักแบบแบทช์ (Batch Fermentation) เป็นกระบวนการหมักผลิตภัณฑ์โดยอาศัยการเติมวัตถุดิบ สารอาหาร และหัวเชื้อ ลงในถังหมักเพียงครั้งเดียวตลอดกระบวนการ

2. การหมักแบบเฟดแบทช์ (Fed Batch Fermentation) เป็นกระบวนการหมักที่มีการเติมวัตถุดิบและสารอาหารลงไปในถังหมักมากกว่า 1 ครั้งขึ้นไปเพื่อให้เชื้อจุลินทรีย์สามารถใช้วัตถุดิบและสารอาหารได้ในปริมาณสูงขึ้น

3. การหมักแบบต่อเนื่อง (Continuous Fermentation) เป็นกระบวนการหมักที่มีการเติมวัตถุดิบและสารอาหารเข้าไปในถังหมักและแยกเอาผลิตภัณฑ์ออกมาตลอดเวลา ทำให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้สูงสุดในระยะเวลาเท่ากันเมื่อเทียบกับการหมักทั้ง 2 ชนิดดังกล่าว

2.4.3.3 ขั้นตอนการแยกเอทานอลและทำให้บริสุทธิ์

เป็นการแยกเอทานอลที่มีความเข้มข้น 8-12% โดยปริมาตร ออกจากน้ำหมักหรือน้ำสา โดยกระบวนการทางเคมีเช่น กระบวนการกลั่นลำดับส่วนซึ่งสามารถแยกเอทานอลให้มีความบริสุทธิ์ 95.6% โดยปริมาตร (หรือที่เรียกว่า เอทานอล 95%) หากต้องการให้ได้แอลกอฮอล์ที่มีความบริสุทธิ์มากกว่านี้ จะต้องมาผ่านกรรมวิธีแยกน้ำเพื่อให้ได้แอลกอฮอล์ไร้น้ำ ที่นิยมใช้มีอยู่ 3 วิธีคือ

1. กระบวนการแยกน้ำโดยใช้วิธีการกลั่นสกัดแยกกับสารตัวที่ 3 เป็นสารไซโคลเฮกเซน ซึ่งเป็นวิธีดั้งเดิม

2. กระบวนการแยกด้วยวิธีเมมเบรน

3. กระบวนการแยกด้วยวิธีโมเลกุลารีฟ

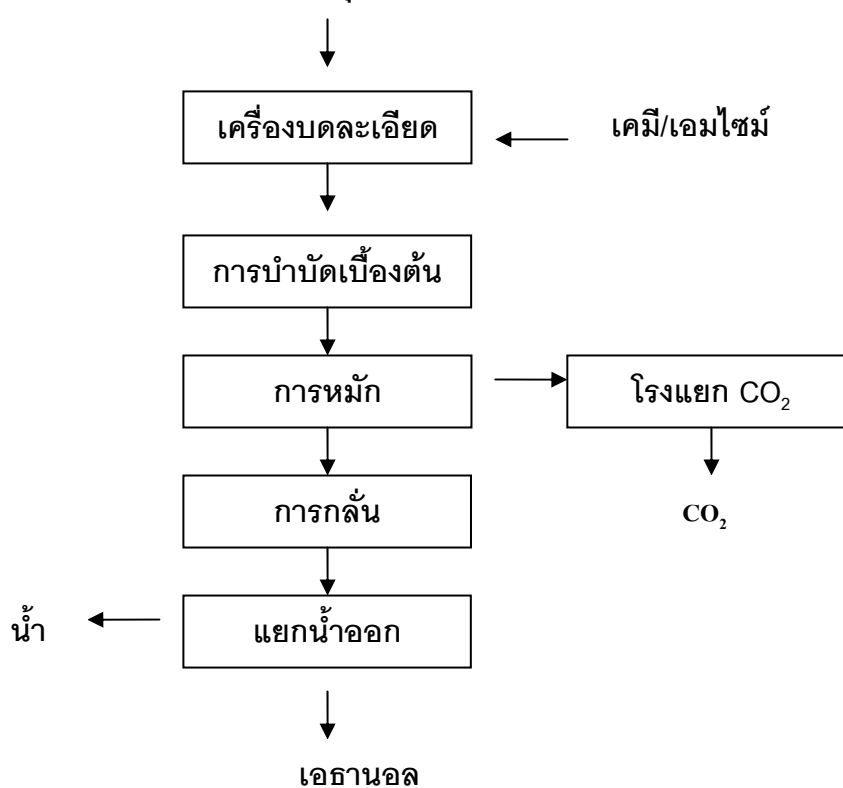
สองวิธีหลังเป็นเทคโนโลยีใหม่ ทำให้ต้นทุนค่าใช้จ่ายยังแพงกว่า

ภาพที่ 2.12

ขั้นตอนการผลิตเอทานอล



วัตถุดิบ



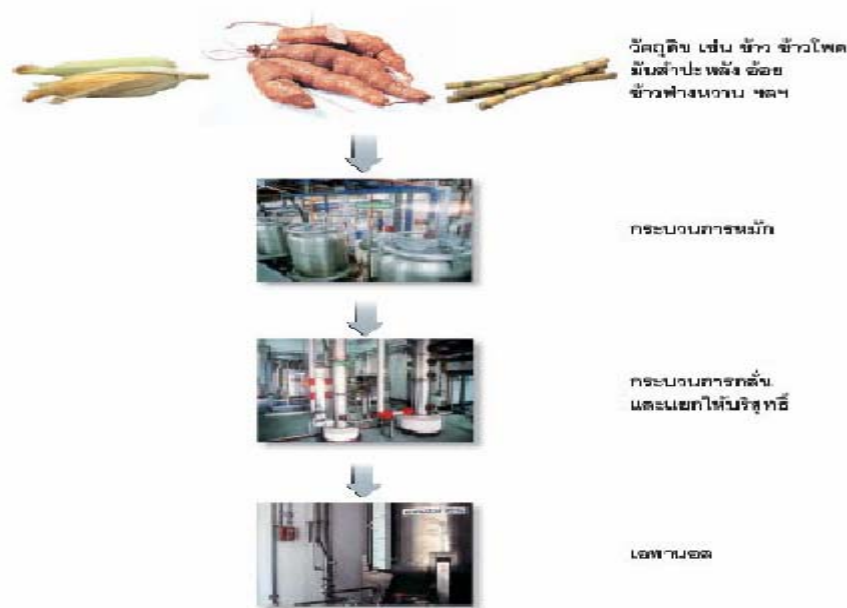
2.4.3.4 กระบวนการใช้ประโยชน์จากผลิตภัณฑ์รองและของเสียจากการผลิตเอทานอล

ในกระบวนการผลิตเอทานอล นอกจากเอทานอลเป็นผลิตภัณฑ์หลักแล้วยังเกิดผลิตภัณฑ์อื่นอีก ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และ ฟิวเซลอยล์ หากปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมจะก่อให้เกิดมลภาวะ ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์จากผลิตภัณฑ์ผลพลอยได้ เช่น

1. กระบวนการกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยทำการทำให้บริสุทธิ์และแปรรูปไปใช้ในอุตสาหกรรม น้ำอัดลม น้ำโซดา น้ำแข็งแห้ง อุปกรณ์ดับเพลิง เป็นต้น
2. กระบวนการกำจัดฟิวเซลอยล์ โดยการแปรรูปไปใช้ในอุตสาหกรรมผลิตแลคเกอร์ ผสมทำกาว ยาฆ่าแมลง ยาฆ่าวัชพืช เป็นต้น

ภาพที่ 2.13

กระบวนการผลิตเอทานอล



2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.จากรายงานการศึกษาและประเมินศักยภาพแหล่งชีวมวล (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2548) จัดทำโดย บริษัท เอทีที คอนซัลแตนท์ จำกัด บริษัท ทีไอเอส คอนซัลแตนท์ จำกัด บริษัท เอเบิล คอนซัลแตนท์ จำกัด

จากการที่ประเทศไทยเป็นประเทศผู้นำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิง คิดเป็นร้อยละ60%ของการใช้พลังงานของประเทศ ทำให้ประเทศไทยต้องสูญเสียเงินตราต่างประเทศเป็นจำนวนมาก ในปี 2546 ประเทศไทยต้องนำเข้าน้ำมันถึงม้นถึง 45,025 ล้านลิตร คิดเป็นเงินจำนวน 3 แสนล้านบาท ในขณะที่ราคาน้ำมันมีแนวโน้มแพงขึ้น คาดว่าประเทศไทยจะจ่ายเงินเพื่อนำเข้าน้ำมันเป็นมูลค่าสูงขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องส่งเสริมการนำพลังงานในประเทศมาใช้ทดแทนน้ำมันนำเข้า

2.จากการศึกษาของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน ในปี 2539 พบว่า เชื้อเพลิงชีวมวล ประกอบด้วย กากอ้อย แกลบ ชังข้าวโพด ลำต้นมันสำปะหลัง และลำต้นถั่วเหลือง ที่ผลิตได้มีปริมาณทั้งสิ้น 285 ล้านตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ในขณะที่มีการใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง 20 ล้านตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ คิดเป็นเพียงร้อยละ 7 ของปริมาณชีวมวลทั้งหมดที่ผลิตได้ ช่วงที่ผ่านมาภาครัฐได้มีการส่งเสริมการใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงประกอบกับเทคโนโลยีการใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงได้มีการพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพ มีระบบการใช้เชื้อเพลิงร่วม และ เทคโนโลยีความร้อนร่วม ทำให้มีการใช้ชีวมวลผลิตพลังงานกันมากขึ้น

โดยสรุปพื้นที่ซึ่งพบ ชีวมวลในปริมาณมากจะอยู่ในพื้นที่ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง เป็นส่วนใหญ่

โดยทั่วไปพบว่า ชีวมวล 4 กลุ่มหลักที่มีศักยภาพสูงในการนำมาใช้หรือส่งเสริมให้เกิดการใช้ ประกอบด้วย ฟางข้าว ยอดและใบอ้อย ลำต้น ยอด และใบข้าวโพด ลำต้น และเห้งามันสำปะหลัง

3. จากเว็บไซต์ (<http://www.dede.go.th>) ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน เกี่ยวกับศักยภาพชีวมวลในประเทศไทย

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

ชีวมวล (Biomass) หมายถึง วัสดุหรือสารอินทรีย์ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงเป็นพลังงานได้ ชีวมวลนับรวมถึงวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เศษไม้ ปลายไม้จากอุตสาหกรรมไม้ มูลสัตว์ ของเสียจากโรงงานแปรรูปทางการเกษตร และของเสียจากชุมชน

ปริมาณชีวมวลจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ที่ผลิตภายในประเทศจะแปรผันและขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิตทางการเกษตรของประเทศ ตารางข้างล่างแสดงรายละเอียดพื้นที่ปลูก ผลผลิตพืชหลัก และไม้ยางพารา ปี 2543/2544 และ 2544/2545

ตารางที่ 2.3

ปริมาณพื้นที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต ตามชนิดพืชผลทางการเกษตรของประเทศไทย

(หน่วย: พันไร่ / พันตัน)

	2543/44		2544/45	
ชนิด	พื้นที่เก็บเกี่ยว	ผลผลิต	พื้นที่เก็บเกี่ยว	ผลผลิต
อ้อย	5,421	49,070	6,320	60,013
ข้าว	65,640	25,608	63,283	26,514
น้ำมันปาล์ม	1,303	3,256	1,456	4,089
ข้าวโพด	7,551	4,397	7,474	4,466
มันสำปะหลัง	7,068	19,064	6,176	16,868
สับปะรด	608	2,287	552	1,987
ไม้ยางพารา	11,558	2,378	11,590	2,424

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร , 2544

ตารางที่ 2.4

ปริมาณการใช้ชีวมวลในประเทศไทยระหว่างปี 2540 – 2545

(หน่วย: พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ)

ชนิด	2540	2541	2542	2543	2544	2545
ฟืน	3,200	3,188	3,279	3,258	3,265	3,342
ถ่าน	2,273	2,254	2,218	2,277	2,286	2,307
แกลบ	723	778	733	828	903	896
กากอ้อย	2,303	1,665	2,092	2,236	1,989	2,498
รวม	8,499	7,885	8,322	8,599	8,443	9,043

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน รายงานพลังงานของประเทศไทย , 2545

สำหรับศักยภาพของการผลิตชีวมวลในประเทศไทยจะประเมินจากผลคูณของปริมาณผลผลิตทางการเกษตรที่ก่อให้เกิดชีวมวลนั้นๆกับสัดส่วนของการเปลี่ยนแปลงปริมาณผลผลิตเป็นปริมาณชีวมวล

ตารางที่ 2.5

ศักยภาพชีวมวลของประเทศไทยปี 2544/2545

ชนิด	ผลผลิต (106kg)	วัสดุเหลือใช้	ปริมาณวัสดุ เหลือใช้ (106kg)	ค่าความร้อน (MJ/kg)	พลังงาน (TJ)	เทียบเท่า น้ำมันดิบ (MT)	กำลังไฟฟ้า (MW)
อ้อย	60,013	ชานอ้อย	3,615.00	14.40	52,056.04	1.23	764.21
		ยอดและใบ	17,870.19	17.39	310,762.62	7.36	4,105.92
ข้าว	26,514	แกลบ	3,006.42	14.27	42,901.65	1.02	566.83
		ฟางข้าว	8,106.60	10.24	83,011.61	1.97	1,096.78
น้ำมันปาล์ม	4,089	ทะลายปาล์ม	1,022.05	17.86	18,253.88	0.43	241.18
		เส้นใย	80.55	17.62	1,419.21	0.03	18.75
		กะลา	7.41	18.46	136.85	0.00	1.81
		ก้านทาง	10,647.76	9.83	104,667.44	2.48	1,382.91
		ทะลายตัวผู้	952.74	16.33	15,558.20	0.37	205.56

มะพร้าว	1,396	เปลือก	300.68	16.23	4,880.11	0.12	64.48
		กะลา	84.43	17.93	1,513.83	0.04	20.00
		ทะลาย	57.66	15.40	888.03	0.02	11.73
		ทาง	254.11	16.00	4,065.71	0.10	53.72
มันสำปะหลัง	16,868	ต้น	604.14	18.42	11,128.34	0.26	147.03
ข้าวโพด	4,466	ซัง	816.88	18.04	14,736.44	0.35	194.71
ถั่วลิสง	129	เปลือก	41.67	12.66	527.50	0.01	6.97
ฝ้าย	36	ลำต้น	116.35	14.49	1,685.94	0.04	22.27
ถั่วเหลือง	292	ลำต้นและใบ	590.97	19.44	11,488.51	0.27	151.79
ข้าวฟ่าง	145	ใบและต้น	117.64	19.23	2,262.18	0.05	45.14
เศษไม้	10,268	กิ่งก้าน	2,669.68	14.98	39,991.81	0.95	528.39
รวมวัสดุเหลือใช้			48,293.26				
รวมพลังงานทั้งหมด					721,935.91	17.10	9,630.18

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน รายงานพลังงานของประเทศไทย , 2545

4.จากเว็บไซต์(<http://www2.dede.go.th>) ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงานเรื่องศักยภาพของพลังงานชีวมวลจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรหลักที่สามารถนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทน ได้แก่ แกลบ ฟาง ข้าว ชาน อ้อย กากและกะลาปาล์ม กะลามะพร้าว ฯลฯ จากการประเมินศักยภาพของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรจากพืช 10 ชนิดที่มีศักยภาพสูง ได้แก่ อ้อย ข้าว น้ำมันปาล์ม มะพร้าว มันสำปะหลัง ข้าวโพด ถั่วลิสง ฝ้าย ถั่วเหลืองและข้าวฟ่าง ในปี พ.ศ.2543 พบว่าปริมาณวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ประมาณ 63 ล้านตัน โดยถูกนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงและใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่นๆ ประมาณ 16 ล้านตัน ปริมาณวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ส่วนที่ยังไม่ได้ใช้เท่ากับ 42 ล้านตัน เทียบเท่าพลังงาน 604.82 เพตาจูล (6.04×10^{17} จูล)