แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 6

บทที่ 6
พลังงานชีวมวล

บทนำ

ปัจจุบันมนุษย์มีความต้องการใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้น โดยนำไปใช้ในกิจกรรมเพื่อพัฒนาและสร้างความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศต่างๆในโลก พลังงานส่วนใหญ่ที่ใช้ในปัจจุบันเป็นพลังงานที่ได้มาจากเชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น น้ำมัน ก๊าซธรรรมชาติและถ่านหิน เป็นที่ทราบกันว่าเชื้อเพลิงฟอสซิล ไม่สามารถผลิตขึ้นมาทดแทนได้ทันกับความต้องการในการใช้พลังงานที่มีมากขึ้น ทำให้การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลมีไม่เพียงพอดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องมองหาพลังงานทางเลือก (Alternative Energy) ชนิดใหม่มาทดแทนพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลที่มีอยู่เดิม พลังงานทางเลือกที่สามารถนำมาใช้ทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลได้มีอยู่หลายชนิดด้วยกัน เช่น พลังงานจากชีวมวล (Biomass) ซึ่งเป็นพลังงานที่ได้จากอินทรีย์สารของพืชและสัตว์ต่างๆ ได้แก่พืชเกษตรกรรม วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและอุตสาหกรรม เศษไม้ ขยะมูลฝอย ฯลฯ โดยใช้กระบวนการแปรรูปชีวมวลไปเป็นพลังงานรูปแบบต่างๆ ได้แก่ การเผาไหม้โดยตรง การผลิตก๊าซ การหมัก และการผลิต เชื้อเพลิงเหลวจากพืช นอกจากพลังงานจากชีวมวลแล้ว ยังมีพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ พลังงานลม และพลังงานนิวเคลียร์ โดยคุณสมบัติที่สำคัญของพลังงานทางเลือกคือ เป็นพลังงานสะอาด มีการปลดปล่อยก๊าซพิษน้อยกว่าเชื้อเพลิงฟอสซิล และสามารถสร้างทดแทนได้ตลอดเวลา พลังงานจากชีวมวลจึงมีความน่าสนใจและได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นพลังงานที่มีราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำมัน อีกทั้งประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมทำให้มีผลผลิตทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก จึงส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตเชื้อเพลิงจากชีวมวล มีราคาไม่สูงมากนัก นอกจากนี้การใช้เชื้อเพลิงจากชีวมวลยังสามารถช่วยรักษาสภาพแวดล้อมได้ เนื่องจากการใช้พลังงานจากชีวมวลจะไม่ก่อให้เกิดก๊าซที่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมเหมือนกับการใช้เชื้อเพลิง ฟอสซิล ก๊าซเหล่านี้ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ซึ่งมีความเป็นพิษโดยตรงต่อสิ่งมีชีวิตและทำให้เกิดปัญหาภาวะโลกร้อน (global warming)นอกจากนี้ การใช้เชื้อเพลิง

ฟอสซิล ยังปลดปล่อยสารที่เป็นพิษอื่นๆ เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ฝุ่นละอองขนาดเล็กและไอระเหยของสารประกอบอินทรีย์ชนิดต่างๆ ออกมา ทำให้แต่ละประเทศมีการศึกษาเกี่ยวกับพลังงานจากชีวมวลกันมากขึ้นเพื่อนำชีวมวลประเภทต่างๆ มาใช้ผลิตเป็นพลังงานทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิล

นอกจากนี้ ภายหลังจากการ แปรรูปชีวมวลเป็นพลังงานแล้วส่วนที่เหลือยังสามารถนำไปทำปุ๋ยให้กับพืชได้เนื่องจากยังคงมีแร่ธาตุต่างๆ อย่างสมบูรณ์ เช่น แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) โพแทสเซียม (K) และฟอสฟอรัส (P) ดังนั้นพลังงานจากชีวมวลจัดเป็นพลังงานสีเขียวที่มีส่วนสำคัญในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ เช่น CO_2 และ NO_2 และช่วยให้เศรษฐกิจของโลกมีความสมดุลมากยิ่งขึ้น เนื่องจากส่งผลให้ราคาพืชผลทางการเกษตรสูงขึ้นและสามารถแข่งขันกับราคาน้ำมันที่สูงขึ้นได้ทำให้ประเทศเกษตรกรรมลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลจากประเทศผู้ผลิตน้ำมันได้ การนำชีวมวลมาใช้ประโยชน์โดยไปผสมหรือใช้ร่วมกับเชื้อเพลิงฟอสซิลสามารถลดการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้ในบ้านเรือน หรือภาคเกษตรกรรมได้ เช่น ใช้กับเครื่องยนต์ในฟาร์ม ใช้ในการปั๊มน้ำ การให้แสงสว่างและให้ความร้อนนอกจากนี้ ยังนำไปใช้ในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่เพื่อให้ความร้อนได้อีกด้วย การนำไปใช้ในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่เป็นการพัฒนาที่ยั่งยืนให้กับหลายๆ ด้าน เช่น สิ่งแวดล้อม สังคม และเศรษฐกิจ รวมทั้งการสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีให้กับมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ บทความนี้ได้กล่าวถึงวิธีการแปรรูปชีวมวลไปเป็นพลังงาน รวมถึงความแตกต่างของพลังงานที่ได้จากการแปรรูปและการนำพลังงานจากชีวมวลไปใช้ประโยชน์

ความหมายและความสำคัญของพลังงานชีวมวล

พลังงานชีวมวล (Bio Energy) หมายถึง พลังงานที่ได้จากชีวมวลชนิดต่างๆ โดยกระบวนการแปรรูปชีวมวลไปเป็นพลังงานรูปแบบต่างๆ

ทรัพยากรชีวมวล คือ มวลสารของสิ่งมีชีวิต ซึ่งอาจเป็นป่าไม้ ผลผลิตสินค้าเกษตร และกากเหลือของทางการเกษตร เช่น แกลบ ฟางข้าว ชานอ้อย กะลาปาล์ม กะลามะพร้าว หรือของเสียอินทรีย์จากโรงงานอุตสาหกรรมเกษตร ฯลฯ รวมทั้งมูลสัตว์เช่น ไก่ หมู วัว เป็นต้น อย่างไรก็ดีทรัพยากรที่ควรจะนำมาพัฒนาเป็นพลังงานในอนาคตก็คือ กากของเหลือทางการเกษตรและอุตสาหกรรมการเกษตร รวมถึงมูลสัตว์ต่างๆ ซึ่งเป็นทรัพยากรที่หาง่ายและมีราคาถูก พลังงานชีวภาพ (อีกชื่อหนึ่งคือพลังงานชีวมวล) ใช้วัสดุอินทรีย์เหล่านี้เป็นเชื้อเพลิง โดยใช้เทคโนโลยี เช่น การสะสมก๊าซ การเปลี่ยนเป็นก๊าซ (การเปลี่ยนแปลงวัสดุแข็งเป็นก๊าซ) การเผาไหม้ และ การย่อยสลาย (สำหรับของเสียเปียก)

ชีวมวลสามารถใช้ประโยชน์ในด้านพลังงานได้หลายรูปแบบ แต่รูปแบบที่มีศักยภาพสูงได้แก่ การใช้กากของเหลือในโรงงานอุตสาหกรรมการเกษตรเป็นเชื้อเพลิงในระบบการผลิตไฟฟ้าและ

ความร้อนร่วมกัน ซึ่งจากรายงานของบริษัทที่ปรึกษาที่เสนอต่อคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ การใช้กากของเหลือมาผลิตกระแสไฟฟ้าจะมีศักยภาพสูงถึง 3,000 เมกะวัตต์

สำหรับการหมักก๊าซชีวภาพ ถึงแม้จะยังมีศักยภาพน้อยกว่าการเผาโดยตรง แต่การหมักก๊าซชีวภาพก็มีประโยชน์เป็นอย่างยิ่งต่อการพัฒนาสิ่งแวดล้อมท้องถิ่น เพราะถือเป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพที่สุดในการกำจัดมูลสัตว์และน้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ อันเป็นปัญหาที่สำคัญในหลายพื้นที่ ทั้งยังลดความจำเป็นในการใช้พื้นที่จำนวนมากเพื่อการกำจัดของเสีย

นอกจากนี้ การใช้พลังงานชีวมวลถือเป็นการลดปัญหาการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีผลต่ออุณหภูมิของโลกที่กำลังเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากเมื่อมีการเพาะปลูกพืชหรือชีวมวลทดแทนในอัตราที่เท่ากัน พืชเหล่านั้นก็จะดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศเพื่อการเจริญเติบโตของตนเอง ผ่านทางกระบวนการสังเคราะห์แสง ดังนั้น การใช้เชื้อเพลิงชีวมวลถือว่าเป็นการใช้พลังงานที่ไม่ทำให้การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกไซด์ของโลกเพิ่มขึ้น

แหล่งสำคัญของพลังงานชีวมวล

ชีวมวล หมายถึง วัสดุที่ได้จากธรรมชาติซึ่งอาจเป็นสิ่งมีชีวิตหรือส่วนประกอบของธรรมชาติ รวมทั้งสิ่งเหลือทิ้งจากสิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างทดแทนได้ ชีวมวลที่นำไปแปรรูปเป็นพลังงานส่วนใหญ่เป็นพืชหรือส่วนประกอบของพืช โดยพืชจะนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงเพื่อผลิตก๊าซออกซิเจน ดังนั้นเมื่อนำชีวมวลที่ได้จากพืชมาใช้ในการแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงโดยการนำไปเผา จึงทำให้ไม่มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพิ่มสู่ชั้นบรรยากาศ ชีวมวลที่ได้จากธรรมชาติมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน สามารถจำแนกแหล่งที่มาของชีวมวลได้ดังนี้

1) พืชเกษตรกรรมหรือพืชพลังงาน (Agricultural Crop) เช่น อ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพด ฯลฯ ซึ่งเป็นแหล่งสำคัญของคาร์โบไฮเดรต แป้งและน้ำตาลสามารถปลูกเป็นพืชที่ให้พลังงานและผลิตเป็นน้ำมันพืช (Vegetable Oil) ได้นอกจากนี้ยังมีพืชที่ปลูกเพื่อนำไปผลิตเป็นเชื้อเพลิงโดยเฉพาะ เช่น ปาล์มน้ำมัน และสบู่ดำ

2) วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร (Agricultural Residues) เช่น ฟางข้าว รากมันสำปะหลัง ซังข้าวโพด กากถั่วเหลือง

3) เนื้อไม้และเศษเหลือทิ้งของเนื้อไม้ (Wood and Wood Residues) เช่น ไม้โตเร็วและไม้ยืนต้นทั่วไปเศษเหลือทิ้งจากโรงงานผลิตไม้ รวมทั้งเศษเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ ฯลฯ

4) เศษเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรม (Waste Streams) เช่น แกลบจากโรงสีข้าว กากน้ำตาลและชานอ้อยจากอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาล และเศษเหลือทิ้งจากการสกัดปาล์มน้ำมัน

5) ขยะมูลฝอยและมูลสัตว์ เช่น ขยะที่เป็นของสดและมูลสัตว์ต่างๆ

6) สิ่งมีชีวิตบางชนิด เช่น สาหร่ายนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายรูปแบบ ได้แก่ การย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน ไบโอดีเซลจากสาหร่ายและการผลิตเชื้อเพลิงไฮโดรเจน

พืชพลังงาน

พืชพลังงาน หมายถึง พืชที่ให้เนื้อไม้หรือส่วนใดส่วนหนึ่งมาใช้เป็นเชื้อเพลิง ซึ่งเป็นการใช้พลังงานจากพืชที่เป็นพลังงานสะอาด และมีการหมุนเวียนเกิดขึ้นใหม่ตลอดเวลา หรือที่เรียกว่าพลังงานชีวมวลเพื่อมาทดแทนพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป พืชเป็นพลังงานชีวมวลรูปแบบหนึ่ง เพราะเป็นพลังงานที่เกิดขึ้นเองโดยกลไกของธรรมชาติที่เรียกว่า "กระบวนการสังเคราะห์แสง" (Photosynthetic Process) ซึ่งพืชจะเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานสะสมในรูปของสารอินทรีย์ ที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืชเมื่อคนหรือสัตว์กินพืชเป็นอาหาร ก็จะได้สารอินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายเราเรียกสารอินทรีย์จากสิ่งมีชีวิต ทั้งหลายว่า ชีวมวล (Biomass) และเมื่อนำสารอินทรีย์เหล่านั้นมาผ่านกระบวนการที่เหมาะสมจะสามารถเปลี่ยนชีวมวลเหล่านั้นให้เป็นพลังงานที่เป็นประโยชน์ได้พลังงานชีวมวลอาจจะอยู่ในรูปต่างๆ เช่น เชื้อเพลิงแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส แก๊สที่ได้จากการเปลี่ยนรูปชีวมวลจะเรียกว่า ชีวแก๊ส (Biogas) มนุษย์เรียนรู้การใช้พลังงานจากชีวมวลตั้งแต่ครั้งอดีต เช่น การนำพืชมาเป็นไม้ฟืน เพื่อเป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อน ทำให้อาหารสุก หรือให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย อย่างไรก็ดี การปลูกพืชโตเร็วบางชนิดอาจช่วยให้มีการหมุนเวียนการใช้พลังงานในรูปนี้ได้มากขึ้นพืชผลทางการเกษตรบางชนิด เช่น อ้อย มันสำปะหลัง นอกจากจะนำไปใช้ผลิตเป็นอาหารที่เป็นประโยชน์แล้วยังนำไปใช้ในการผลิตเป็นพลังงานชีวมวลได้ ซึ่งโดยปกติแล้วพืชผลทางการเกษตรเหล่านี้จะใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำตาลและแป้ง แต่ในบางประเทศ เช่น บราซิล ที่มีปริมาณผลผลิตเหล่านี้มาก จึงได้คิดที่จะนำพืชผลเหล่านี้ไปใช้ในการผลิตเป็นแอลกอฮอล์ (Alcohol) โดยมีกระบวนการโดยกว้างๆ คือ เมื่อนำอ้อยหรือมันสำปะหลังไปผ่านกระบวนการหมัก (Fermentation)จะสามารถเปลี่ยนน้ำตาลหรือแป้งให้กลายเป็นแอลกอฮอล์ได้โดยการเติมเชื้อยีสต์ (Yeast) ในปริมาณที่เหมาะสม จะช่วยให้ผลิตแอลกฮอล์ได้ดีขึ้น และเมื่อนำแอลกอฮอล์ที่ได้จากการหมักนี้ไปกลั่นจะได้แอลกอฮอล์ที่มีเปอร์เซ็นต์สูง สามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ต่อไป พืชพลังงานที่สำคัญได้แก่

1) ชีวมวลจากข้าว

1.1) แกลบ จากข้อมูลผลผลิตทางการเกษตรของสานักงานเศรษฐกิจการเกษตร ในปีเพาะปลูก 2549 – 2550 มีปริมาณการผลิตข้าวทั้งประเทศเท่ากับ 28.61 ล้านตัน และคิดเป็นปริมาณแกลบเท่ากับ 3.95 ล้านตัน โดยมีการนาแกลบเหล่านี้มาใช้งาน คิดเป็นปริมาณรวม 0.86 ล้านตัน หากนาปริมาณแกลบคงเหลือดังกล่าวมาหักด้วยปริมาณการสูญเสียของแกลบ ที่เกิดจากการขัดสีและการฟุ้งกระจายทั้งในระหว่างกระบวนการต่างๆ และการขนส่ง ดังนั้นปริมาณแกลบคงเหลือที่สามารถนำมาใช้งานได้จะมีค่าสุทธิเท่ากับ 3.09 ล้านตัน และคิดเป็นค่าพลังงานความร้อนเทียบเท่า 843 กิโลตัน มีประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าเท่ากับ 320 เมกะวัตต์

1.2) ฟางข้าว จากข้อมูลผลผลิตทางการเกษตรของกรมส่งเสริมการเกษตรปีเพาะปลูก 2549 – 2550 สามารถประเมินปริมาณฟางข้าว เท่ากับ 34.04 ล้านตัน เมื่อนามาคิดปริมาณที่เก็บรวบรวมได้ (ฟางข้าวมีประสิทธิภาพในการเก็บรวบรวม 10 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณฟางข้าวคงเหลือที่สามารถนำมาใช้งานได้จะมีค่าสุทธิเท่ากับ 3.40 ล้านตัน และคิดเป็นค่าพลังงานความร้อนเท่ากับ 926.10 กิโลตัน คิดเป็นประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าเท่ากับ 352 เมกะวัตต์

2) ชีวมวลจากข้าวโพด

2.1) ซังข้าวโพด จากข้อมูลผลผลิตทางการเกษตรของกรมส่งเสริมการเกษตร ในปีเพาะปลูก 2549 – 2550 มีปริมาณการผลิตข้าวโพดทั้งประเทศเท่ากับ 4.40 ล้านตัน และคิดเป็นปริมาณซังข้าวโพดเท่ากับ 0.84 ล้านตัน โดยมีการนำชีวมวลเหล่านี้มาใช้ในภาคต่างๆ คิดเป็นปริมาณรวม 74,000 ตัน ทำให้ปริมาณชีวมวลคงเหลือมีค่าเท่ากับ 0.43 ล้านตัน คิดเป็นค่าพลังงานความร้อนเท่ากับ 124.6 กิโลตัน คิดเป็นประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าเท่ากับ 47.31 เมกะวัตต์

3) ชีวมวลจากอ้อย

3.1) ยอดและใบอ้อย จากข้อมูลผลผลิตทางการเกษตรของกรมส่งเสริมการเกษตรปี 2549 – 2550 มีปริมาณการผลิตอ้อยทั้งประเทศเท่ากับ 70 ล้านตัน คิดเป็นชีวมวลประเภท ยอดและใบอ้อย เท่ากับ 16.8 ล้านตัน เมื่อนำมาคิดประสิทธิภาพในการเก็บรวบรวม (40 เปอร์เซ็นต์) จะมีชีวมวลคงเหลือสุทธิ 6.72 ล้านตัน คิดเป็นค่าพลังงานความร้อนเท่ากับ 1,935.7 กิโลตัน คิดเป็นประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าเท่ากับ 735 เมกะวัตต์

3.2) กากอ้อย จากข้อมูลผลผลิตทางการเกษตรของกรมส่งเสริมการเกษตรปี 2549 – 2550 สามารถประเมินปริมาณของกากอ้อย เท่ากับ 21 ล้านตัน ชีวมวลประเภทนี้มีการนำไปใช้อย่างกว้างขวางในภาคอุตสาหกรรม โดยปัจจุบันได้ถูกแปรไปเป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานความร้อนในโรงงานผลิตน้ำตาล และบางโรงงานนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า จึงทำให้ชีวมวลประเภทนี้หมดไปกับการใช้ในโรงงานเป็นหลัก แม้แต่มีความต้องการใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอื่นๆแต่ก็ไม่มี

วัตถุดิบมาป้อน รวมทั้งโรงงานผลิตน้ำตาลหรือโรงผลิตไฟฟ้าจากกากอ้อยหลายโรงได้เริ่มเสาะหาเชื้อเพลิงประเภทอื่นๆ มาใช้ร่วมกับกากอ้อยเนื่องจากภาวะขาดแคลนของกากอ้อย

4) ชีวมวลจากมันสำปะหลัง

4.1) ลำต้นมันสำปะหลัง จากข้อมูลผลผลิตทางการเกษตรของกรมส่งเสริมการเกษตรปี 2549 – 2550 มีปริมาณการผลิตมันสำปะหลังทั้งประเทศเท่ากับ 17.6 ล้านตัน และคิดเป็นปริมาณลาต้นมันสำปะหลัง 2.11 ล้านตัน เมื่อนำปริมาณชีวมวลคงเหลือดังกล่าวมาคิดประสิทธิภาพในการเก็บรวบรวม (ร้อยละ 40) จะมีปริมาณชีวมวลสุทธิเท่ากับ 0.84 ล้านตัน และคิดเป็นค่าพลังงานความร้อนเทียบเท่า 198 กิโลตัน และคิดเป็นประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าเท่ากับ 75 เมกะวัตต์

4.2) เหง้ามันสำปะหลัง จากข้อมูลผลผลิตเหง้ามันสำปะหลัง สามารถประเมินปริมาณเหง้ามันได้เท่ากับ 1.76 ล้านตัน เมื่อนำปริมาณชีวมวลคงเหลือดังกล่าวมาคิดประสิทธิภาพในการเก็บรวบรวม (ร้อยละ 40) จะมีปริมาณชีวมวลสุทธิเท่ากับ 0.7 ล้านตัน และคิดเป็นค่าพลังงานความร้อนเทียบเท่า 131 กิโลตัน และคิดเป็นประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าเท่ากับ 50 เมกะวัตต์ ในปัจจุบันแทบไม่มีการนาเอาเหง้ามันสำปะหลังมาใช้ผลิตพลังงาน เนื่องจากการเก็บรวบรวมมีความยากลำบากและต้นทุนการขนส่งสูง

5) ชีวมวลจากปาล์มน้ำมัน

5.1) ทางใบและก้านปาล์ม จากข้อมูลผลผลิตของกรมส่งเสริมการเกษตรในปีเพาะปลูก 2549 – 2550 มีปริมาณการผลิตปาล์มน้ามันทั้งประเทศเท่ากับ 8.75 ล้านตัน และคิดเป็นปริมาณทางใบ และก้านเท่ากับ 2.36 ล้านตัน เมื่อคิดประสิทธิภาพในการเก็บรวบรวม (ร้อยละ 65) และการนำไปใช้ประโยชน์ จะมีปริมาณชีวมวลคงเหลือสุทธิ 1.54 ล้านตัน คิดเป็นค่าพลังงานความร้อนเทียบเท่า 481 กิโลตัน และคิดเป็นประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าเท่ากับ 183 เมกะวัตต์

5.2) กากใยปาล์ม จากข้อมูลผลผลิตปาล์มน้ำมัน มีปริมาณของกากใยปาล์มที่ได้ เท่ากับ 1.31 ล้านตัน โดยชีวมวลประเภทนี้จะถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์ม เมื่อหักปริมาณที่ถูกใช้งานออกจะมีชีวมวลคงเหลือสุทธิ 0.23 ล้านตัน คิดเป็นค่าพลังงานความร้อน 81.3 กิโลตัน และคิดเป็นประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าเท่ากับ 31 เมกะวัตต์

5.3) กะลาปาล์ม จากข้อมูลผลผลิตปาล์มน้ำมัน สามารถประเมินปริมาณกะลาปาล์มได้เท่ากับ 0.53 ล้านตัน โดยมีการใช้ชีวมวลประเภทนี้ในภาคอุตสาหกรรมเพื่อเป็นเชื้อเพลิง คิดเป็นปริมาณรวม 18,000 ตัน และใช้ในประเภทอื่นๆ 147,000 ตัน ดังนั้นจะมีชีวมวลคงเหลือสุทธิ 0.31 ล้านตัน คิดเป็นค่าพลังงานความร้อน 114 กิโลตัน และและคิดเป็นประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าเท่ากับ 43 เมกะวัตต์

5.4) ทะลายปาล์ม จากข้อมูลผลผลิตปาล์มน้ำมัน สามารถประเมินปริมาณของทะลายปาล์มได้เท่ากับ 2.01 ล้านตัน โดยมีการนำชีวมวลประเภทนี้ถูกนำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้า คิดเป็น

ปริมาณรวม 80,000 ตัน และใช้ในประเภทอื่นๆ เช่น ทำปุ๋ยและเพาะเห็ด คิดเป็นปริมาณ 160,000 ตัน ดังนั้นจะมีชีวมวลคงเหลือสุทธิ 1.13 ล้านตัน คิดเป็นค่าพลังงานความร้อน 385 กิโลตัน และคิดเป็นประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าเท่ากับ 146 เมกะวัตต์

6) ชีวมวลจากไม้ยางพารา

6.1) ขี่เลื่อยและเศษไม้ยางพารา จากรายงานของสถาบันวิจัยยางพารา ทำให้ทราบว่าในแต่ละปีจะต้นยางพาราที่มีอายุเกิน 25 ปี ซึ่งครบรอบที่จะต้องทำการตัดฟัน คิดเป็นพื้นที่ยางพาราที่ถูกตัดฟัน 500,000 ไร่ต่อปี จะได้ปริมาณของไม้ยางพารา 200 ล้านตัน ซึ่งไม้ยางพาราที่ถูกตัดจะนำไปเข้ากระบวนการแปรรูปไม้เพื่อผลิตเฟอร์นิเจอร์ ดังนั้นจะมีชีวมวลที่ได้ภายหลังกระบวนการผลิตคิดเป็นเศษไม้ 3.6 ล้านตัน และขี้เลื่อย 8 ล้านตัน เมื่อหักปริมาณที่ถูกนาไปใช้ประโยชน์ จะมีเศษไม้คงเหลือ 3.55 ล้านตัน คิดเป็นพลังงานความร้อน 1,862 กิโลตัน และพลังงานไฟฟ้า 707 เมกะวัตต์ ในส่วนของขี้เลื่อยจะมีปริมาณคงเหลือ 1,037 กิโลตัน และพลังงานไฟฟ้า 394 เมกะวัตต์

7) ชีวมวลที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัส

ไม้ยูคาลิปตัสจะถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษเป็นส่วนใหญ่ โดยผลผลิตของไม้ยูคาลิปตัสทั้งประเทศ มีปริมาณรวม 6.8 ล้านตันต่อปี มีชีวมวลเกิดขึ้น คือ ไม้ฟืนและเปลือกไม้ โดยไม้ฟืนจะถูกนำไปใช้ในการผลิตไฟฟ้า สาหรับเปลือกไม้จะนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในการให้ความร้อน แต่ยังมีปริมาณการใช้งานน้อย เมื่อประเมินจำนวนของชีวมวลคงเหลือ พบว่าจะมีไม้ฟืนคงเหลือเท่ากับ 0.57 ล้านตัน คิดเป็นพลังงานความร้อน 167 กิโลตัน และพลังงานไฟฟ้า 63.5 เมกะวัตต์ สำหรับเปลือกไม้ยูคาลิปตัสมีปริมาณคงเหลือ 0.61 ล้านตัน คิดเป็นพลังงานความร้อน 186 กิโลตัน และพลังงานไฟฟ้า 70.5 เมกะวัตต์ ชีวมวลที่ได้จากไม้ขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (อ.อ.ป.) มีพื้นที่ที่อยู่ในความดูแลรับผิดชอบ จานวน 1,200,000 ไร่ ทั่วประเทศ ซึ่งในแต่ละปีจะมีเศษไม้ซึ่งได้จากการตัดสาง และกิ่งไม้ที่ร่วงหล่น คิดเป็นปริมาณ 0.6 ล้านตัน เมื่อนามาคิดประสิทธิภาพในการเก็บรวบรวม (10 เปอร์เซ็นต์) จะได้ชีวมวลรวม 60,600 ตัน คิดเป็นค่าพลังงานความร้อน 17.9 กิโลตัน และพลังงานไฟฟ้า 6.8 เมกะวัตต์

การแปรรูปชีวมวลเป็นพลังงาน

การแปรรูปชีวมวลเป็นพลังงานนั้นมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี จำแนกได้เป็น 3 วิธีหลักคือ

1) วิธีเคมีความร้อน (Thermochemical process) เป็นการแปรรูปชีวมวลให้เป็นพลังงานโดยการใช้ความร้อนจนเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เช่น การเผาไหม้โดยใช้ออกซิเจนหรือการสันดาป (Combustion) การเผาไหม้โดยไม่ใช้ออกซิเจนหรือไพโรลิซิส (Pyrolysis) และการทำให้เกิดก๊าซ (Gasification)

2) วิธีชีวเคมี (Biochemical Process) เป็นการแปรรูปชีวมวลเป็นพลังงานโดยอาศัยปฏิกิริยาทางชีวเคมีซึ่งต้องพึ่งพาจุลชีพชนิดต่างๆ เช่น แบคทีเรียและรา โดยนำไปหมักจนเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นสารอินทรีย์ที่นำไปใช้เป็นพลังงานได้ในรูปของเอทานอลและก๊าซมีเทน (CH_4)

3) วิธีปฏิกิริยาเคมี (Chemical Process) เป็นการแปรรูปชีวมวลเป็นพลังงานโดยการใช้ปฏิกิริยาเคมี เช่นการผลิตไบโอดีเซล

วิธีการเคมีความร้อน (Thermochemical Process)

ปัจจุบันประเทศไทยมีการผลิตพลังงานความร้อนและไฟฟ้า โดยใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งระบบจะมีตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงระดับโรงไฟฟ้า โดยการเปลี่ยนชีวมวลเป็นพลังงานด้วยกระบวนการทางเคมี-ความร้อน มีระบบหลักดังต่อไปนี้

1) การเผาไหม้หรือการสันดาป (Direct-Fired)

เป็นวิธีการเก่าแก่และง่ายที่สุดในการแปรรูปชีวมวลเป็นพลังงาน การเผาไหม้ส่วนใหญ่จะใช้วัตถุดิบที่เป็นไม้หรือเปลือกไม้ชนิดต่างๆ ในรูปของฟืน พลังงานที่ได้มีค่าประสิทธิภาพความร้อน (Heating Value ซึ่งหมายถึง ค่าพลังงานที่ผลิตได้/ค่าพลังงานที่ให้) ประมาณร้อยละ 35 - 40 ซึ่งถือว่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการแปรรูปชีวมวลเป็นพลังงานน้อยที่สุด ซึ่งต่อมาได้มีการพัฒนาวิธีในการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับการเผาไหม้โดยการเพิ่มความดันในการเผาไหม้และการจำกัดออกซิเจนในเตาเผานอกจากการเผาไหม้แล้วยังมีการพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการให้พลังงาน โดยเริ่มจากการนำชีวมวลชนิดต่างๆ ที่มีอยู่ในธรรมชาติ เช่น แกลบ ฟางข้าว กาบมะพร้าว ใยมะพร้าว ชานอ้อย และซังข้าวโพดรวมทั้งขี้เลื่อยมาทำให้แห้งก่อน แล้วจึงนำชีวมวลนั้นมาเผาซึ่งเป็นการให้ความร้อนโดยตรง แต่เนื่องจากชีวมวลเหล่านั้นมีความชื้นมากและมีความหนาแน่นน้อยทำให้ได้ค่าประสิทธิภาพความร้อนต่ำ จึงไม่เหมาะที่จะนำมาเผาไหม้โดยตรงและทำให้เกิดความไม่สะดวกในด้านต่างๆ เช่น การขนส่งและการจัดเก็บ ซึ่งต้องใช้พื้นที่มากดังนั้นจึงได้มีการนำชีวมวลมาอัดเป็นก้อนเพื่อเพิ่มความหนาแน่นและประสิทธิภาพด้านความร้อนให้สูงขึ้นโดยการนำชีวมวลไปบดแล้วอัดเป็นก้อน ผลที่ได้คือมีประสิทธิภาพความร้อนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้มีการพัฒนาโดยใช้ชีวมวลตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปนำมาผสมให้เข้ากันในอัตราส่วนต่างๆ แล้วใส่ตัวประสานเข้าไปเพื่อช่วยให้ชีวมวลยึดติดกันมากขึ้น เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพความร้อนให้สูงขึ้น โดยประสิทธิภาพความร้อนที่ได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น วัตถุดิบที่ใช้ ปริมาณของการผสมวัตถุดิบ ชนิดและปริมาณของตัวประสาน ขนาดของก้อนเชื้อเพลิง

2) ไพโรลิซิส (Pyrolysis)

ไพโรลิซิส (Pyrolysis) หรือ การเผาโดยไม่ใช้ออกซิเจน เป็นการสลายวัตถุดิบที่มีองค์ประกอบของคาร์บอนโดยใช้อุณหภูมิสูงระหว่าง 400 - 800 เคลวิน โดยไม่เกิดการออกซิไดซ์ซึ่ง

ชีวมวลที่ใช้ในกระบวนการนี้ คือ พืชที่มีเซลลูโลส หรือ ไม้ยืนต้นต่างๆ เศษไม้ ฟาง ฯลฯวิธีในการแปรรูปชีวมวลไปเป็นพลังงานเริ่มจากการลำเลียงและการทำให้ชีวมวลแห้ง เมื่อชีวมวลแห้งดีแล้วจึงนำไปหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ จากนั้นนำไปใส่ในส่วนที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาไพโรลิซิส ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะถูกนำไปแยกส่วนที่เป็นของแข็งและเถ้าออกจากของเหลว จากนั้นจึงนำส่วนที่เป็นของเหลวไปเก็บไว้ในถังเก็บซึ่งความร้อนที่ใช้ในปฏิกิริยาไพโรลิซิสเป็นความร้อนแบบทางตรงและทางอ้อม ความร้อนทางอ้อมหมายถึงการให้ความร้อนภายนอก ได้แก่ การเผาด้วยก๊าซ ส่วนความร้อนทางตรงคือ การใช้ลมร้อนจากเหล็ก ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยาไพโรลิซิสจะเป็นของผสมระหว่างก๊าซ ของเหลวและถ่าน ซึ่งสัดส่วนของก๊าซ ของเหลวและถ่านนั้นจะขึ้นอยู่กับวิธีและรูปแบบของปฏิกิริยาไพโรลิซิส และปัจจัยต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 รูปแบบของปฏิกิริยาไพโรลิซิสแบบต่างๆ

รูปแบบของปฏิกิริยาไพโรลิซิส	เวลา	ความร้อนที่ให้	สภาพในการทำปฏิกิริยา	ความดัน (บาร์)	อุณหภูมิ (เควิน)	ผลิตภัณฑ์
แบบเดิม	5-30 นาที	ต่ำ	สิ่งที่ได้จากผลิตภัณฑ์ปฐมภูมิและทุติยภูมิ	1	600	ก๊าซของเหลวของแข็ง
แบบเร็ว	< 1 วินาที	สูง	สิ่งที่ได้จากผลิตภัณฑ์ปฐมภูมิ	1	>700	ก๊าซ
สุญญากาศ	2-30 วินาที	กลาง	สุญญากาศ	<0.1	400	ของเหลว
ไฮโดรไพโรลิซิส	< 10 วินาที	สูง	ไฮโดรเจนและสิ่งที่ได้จากผลิตภัณฑ์ปฐมภูมิ	20	<500	ของเหลว
เมทาโนไลซิส	0.5-1.5 วินาที	สูง	มีเทนและสิ่งที่ได้จากผลิตภัณฑ์ปฐมภูมิ	3	1050	เบนซินโทลูอีนไซลีน อีทีน

ที่มา (วรนุช แจ้งสว่าง, 2551, หน้า 134)

เดิมปฏิกิริยาไพโรลิซิสเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอย่างช้าๆ และใช้อุณหภูมิต่ำเพื่อให้ได้ผลผลิตถ่านออกมามากที่สุด ต่อมามีการปรับปรุงการให้อัตราความร้อนเพิ่มขึ้นและใช้อุณหภูมิปานกลางอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งเกิดก๊าซ ซึ่งก๊าซนั้นจะถูกควบแน่นต่อไป และมีการสลายตัวของสาร

โมเลกุลใหญ่เพื่อให้ได้ปริมาณก๊าซที่มากขึ้น เชื้อเพลิงเหลวซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยาไพโรลิซิสจะถูกนำไปวิเคราะห์ค่าต่างๆ เช่น ความหนาแน่น ความหนืด แรงตึงผิว ค่าความร้อน ผลพลอยได้จากปฏิกิริยาไพโรลิซิสที่อยู่ในรูปของก๊าซและของแข็งซึ่งเป็นสารไฮโดรคาร์บอนจำนวนมาก รวมทั้งสารโมเลกุลต่ำที่ไม่ได้ควบแน่นเป็นของเหลว การแยกเชื้อเพลิงเหลวในปฏิกิริยาไพโรลิซิสมีหลายวิธี ได้แก่ การสกัดด้วยตัวละลาย การกลั่นลำดับส่วน การชะด้วยตัวทำ

ปฏิกิริยาไพโรลิซิสแบบเร็ว เป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากเป็นการแปรรูปชีวมวลโดยอาศัยความร้อนเพื่อให้เกิดเชื้อเพลิงเหลวมากที่สุด อีกทั้งง่ายต่อการจัดการ การจัดเก็บ การขนส่งและการนำไปใช้งาน ซึ่งถือเป็นข้อได้เปรียบมากกว่าวิธี Gasification และการเผาไหม้โดยตรง ซึ่งสองวิธีนี้ไม่สามารถจัดเก็บหรือขนส่งได้ทันทีตลอดจนสามารถนำพลังงานที่ได้จากปฏิกิริยาไพโรลิซิสไปใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง อาทิ การผลิตขนาดเล็กเพื่อใช้เองในชนบท ซึ่งให้ค่าพลังงานความร้อนน้อยและการผลิตขนาดใหญ่ซึ่งใช้วัตถุดิบเป็นไม้ มีการพัฒนาเรื่องของการเก็บและการแยกให้บริสุทธิ์ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เป็นของเหลวได้แก่ เมทานอล น้ำมันดินและกรดน้ำส้ม ปัญหาที่พบได้จากปฏิกิริยาไพโรลิซิสแบบเร็วคือ การถ่ายเทความร้อนสูงให้กับวัตถุดิบ การควบคุมอุณหภูมิที่มีผลดีต่อปริมาณและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้และระยะเวลาในการเกิดไอควรมีค่าน้อยเพื่อให้ปฏิกิริยาไม่พึงประสงค์เกิดน้อยที่สุด ตลอดจนการควบคุมปฏิกิริยาการควบแน่นและการเก็บส่วนที่เป็นของเหลว

3) การทำให้เกิดก๊าซ (Gasification)

การทำให้เกิดก๊าซ เป็นการย่อยสลายชีวมวลโดยการให้ความร้อนกับองค์ประกอบทางเคมีของชีวมวลโดยใช้กระบวนการออกซิเดชันบางส่วน (Partial Oxidation) โดยใช้ตัวออกซิไดซ์ ได้แก่ อากาศ ออกซิเจนหรือไอน้ำจนกระทั่งเกิดผลิตภัณฑ์เป็น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) มีเทน (CH_4) ก๊าซไฮโดรเจน (H_2) ก๊าซไนโตรเจน (N_2) (ในกรณีที่ใช้อากาศเป็นตัวออกซิไดซ์) และก๊าซที่มีองค์ประกอบของไฮโดรคาร์บอนเกิดขึ้นเล็กน้อย เช่น ก๊าซอีเทน ก๊าซอีทีน ตลอดจนน้ำ เขม่า เถ้า และน้ำมันดิน การให้ความร้อนกับชีวมวลโดยไม่เกิดการออกซิไดซ์จะเรียกว่า Pyrolysis แต่เมื่อนำผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาไพโรลิซิสไปทำปฏิกิริยากับตัวออกซิไดซ์ (ปกติเป็นอากาศ) จะเกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์, ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, ก๊าซไฮโดรเจนและอื่นๆ การเกิด Char Gasification เป็นการรวมตัวกันของปฏิกิริยาระหว่างก๊าซและของแข็ง และปฏิกิริยาระหว่างก๊าซและก๊าซหลายๆ ปฏิกิริยารวมกันเพื่อที่จะเปลี่ยนถ่านไปเป็น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์, ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไฮโดรเจน โดยผ่านปฏิกิริยา Water - Gas Shift ซึ่งเป็นการออกซิไดซ์เพื่อเปลี่ยนจากก๊าซไปเป็นของแข็งโดยปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาที่เกิดช้าที่สุดและเป็นตัวกำหนดอัตราการเกิดปฏิกิริยา Gasification ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยาจะเป็นก๊าซผสมโดย

สัดส่วนของก๊าซแต่ละชนิด ซึ่งขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของวัตถุดิบ ปริมาณน้ำ อุณหภูมิในการเกิดปฏิกิริยาและระยะเวลาในการออกซิไดซ์

วิธีชีวเคมี (Biochemical Process)

1) กระบวนการหมัก (Fermentation)

การหมัก เป็นวิธีการที่รู้จักกันมาเป็นเวลานานแล้ว ดังมีหลักฐานปรากฏในสมัยก่อนที่มนุษย์ได้นำการหมักมาใช้ประโยชน์มากมาย เช่น การหมักข้าว ผลไม้ เพื่อผลิตเบียร์และไวน์ การทำขนมปังและนม มีการพัฒนาวิธีในการหมักอย่างต่อเนื่อง โดยนำการกลั่นเข้ามาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการหมัก สำหรับการหมักเพื่อผลิตพลังงานนี้ เริ่มจากนำชีวมวล เช่น มันสำปะหลัง กากของปาล์มน้ำมันและสาหร่าย มาทำการหมักโดยไม่ใช้ออกซิเจนเพื่อให้ได้สารโมเลกุลเล็ก เช่น เอทานอล และมีเทน (CH_4) การหมักเป็นการย่อยสลายชีวมวลโดยไม่ใช้ออกซิเจน จัดเป็นกระบวนการทางชีวเคมีที่เปลี่ยนสารประกอบอินทรีย์ไปเป็น มีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปัจจัยสำคัญของการหมัก คือ ความคงตัว ลักษณะของถังหมัก เวลา อัตราการป้อนวัตถุดิบ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) อุณหภูมิความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ ความเข้มข้นของกรดไขมัน และส่วนประกอบของวัตถุดิบ เมื่อเสร็จสิ้นการหมักแล้วยังสามารถนำชีวมวลจากการหมักไปใช้ทำปุ๋ยได้ การหมักสามารถจำแนกได้ 2 วิธีตามผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ

1.1) การหมักเพื่อให้ได้เอทานอล การหมักเอทานอลเป็นการแก้ปัญหาเรื่องน้ำมันแพงและช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับชีวมวล เอทานอลที่ได้นี้เป็นพลังงานสะอาดและไม่ก่อให้เกิดก๊าซพิษ สามารถไปใช้ในเครื่องยนต์ได้ การหมักเพื่อให้ได้เอทานอลสามารถใช้วัตถุดิบได้หลายชนิด เช่น อ้อย มันสำปะหลัง และพืชที่มีองค์ประกอบของเซลลูโลส ซึ่งแต่ละวิธีมีรายละเอียดดังนี้

1.1.1) การผลิตเอทานอลจากอ้อย หรือ ข้าวโพด ซึ่งอ้อยและข้าวโพด เป็นวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิต เอทานอลโดยการนำอ้อยหรือข้าวโพดไปหมักแบบต่อเนื่องด้วยยีสต์ จากนั้นนำไปกลั่นภายใต้ความดันต่ำซึ่งเอทานอล 1 ลิตรให้กระแสไฟฟ้า 0.15-0.18 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง

1.1.2) การผลิตเอทานอลจากพืชที่มีองค์ประกอบของเซลลูโลส จะต้องมีการย่อย 2 วิธีด้วยกัน คือการย่อยด้วยกรด (Acid Hydrolysis) ซึ่งให้ประสิทธิภาพที่ดีกับไม้เนื้ออ่อนและไม้เนื้อแข็ง ในขณะที่อีกวิธีหนึ่งคือ การย่อยด้วยเอนไซม์ (Enzymatic Hydrolysis) จะให้ผลดีกับไม้เนื้อแข็งและพืชสมุนไพร การใช้เอนไซม์มีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าการใช้กรดและให้ผลผลิตสูงกว่า การหมักในโรงงานอุตสาหกรรมนิยมใช้การย่อยด้วยกรดมากกว่าการใช้เอนไซม์และการใช้เอนไซม์จะต้องมีการบ่มก่อนจึงจะให้ผลผลิตที่สูงแต่การบ่มจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูง หลังจากผ่านการย่อยแล้ว ผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นคาร์โบไฮเดรตซึ่งจะถูกนำไปหมักด้วยจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย ยีสต์ และ

ราต่อไป จุลินทรีย์เหล่านี้จะทำหน้าที่เปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตไปเป็นเอทานอลภายใต้สภาวะที่ไม่มีออกซิเจน

1.1.3) การผลิตเอทานอลจากพืชมันสำปะหลัง โดยเริ่มต้นจากการนำแป้งมันสำปะหลังไปต้มเคี่ยวด้วยเอนไซม์อะไมเลสที่อุณหภูมิ 120-150 องศาเซลเซียส แล้วให้อุณหภูมิคงที่ที่ 95 องศาเซลเซียส เพื่อลดเชื้อแบคทีเรียในน้ำแป้งต้มสุกนั้นเรียกกระบวนการนี้ว่า liquefaction จากนั้นนำไปผ่านกระบวนการ Scarification ซึ่งเป็นการนำแป้งต้มสุกที่เย็นตัวแล้ว นำไปย่อยด้วยเอนไซม์กลูโคอะไมเลสเพื่อย่อยแป้งให้กลายเป็นน้ำตาลก่อนนำไปหมักการหมักจะใช้ Saccharomyces Cerevisiae บ่มเป็นเวลา 48 ชั่วโมงที่ pH 4-5 แล้วนำไปกลั่นจนได้เอทานอลร้อยละ 95 นอกจากการกลั่นแล้ว ยังมีวิธีในการทำให้เอทานอลบริสุทธิ์ได้หลายวิธี เช่น การใช้เมมเบรนหรือ ตัวดูดซับและการสกัดด้วยตัวทำละลาย

1.1.4) การผลิตเอทานอลจากการหมักก๊าซ โดยใช้เชื้อแบคทีเรียในกลุ่ม Clostridium โดยก๊าซที่นำมาหมักนี้ได้ผ่านกระบวนการ Gasification ประกอบด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์, มีเทน, ก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซไนโตรเจน ซึ่งก๊าซเหล่านี้จะถูกเปลี่ยนไปเป็น เอทานอลโดยวิธีการหมัก การหมักมีความเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาชีวเคมีภายในเซลล์ที่เรียกว่า Acetyl-CoA Pathway

1.2) การหมักเพื่อให้ได้ก๊าซมีเทน การหมักเพื่อให้ได้ มีเทนนั้นสามารถนำชีวมวลต่างๆ มาหมักได้ เช่น มูลสัตว์และขยะสด ในที่นี้จะขอยกตัวอย่างการผลิต มีเทนจากการหมักเศษเหลือทิ้งจากปาล์มน้ำมันซึ่งน้ำมันที่มีอยู่ในปาล์มนั้นจะถูกเปลี่ยนไปเป็นกรดไขมันโดยจุลินทรีย์ จากนั้นกรดไขมันจะถูกเปลี่ยนไปเป็นมีเทน เศษเหลือทิ้งที่มีองค์ประกอบเป็นกรดไขมันสายยาว เช่น palmitic oleate จะเป็นตัวยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย และการเกิดก๊าซมีเทน การลดค่า COD. จะทำให้เกิดไบโอก๊าซและ มีเทนซึ่งจะทำให้ต้นทุนการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจนลดลง

วิธีการปฏิกิริยาเคมี (Chemical Process)

1) การผลิตไบโอดีเซล

มีสมบัติคล้ายดีเซลปกติโดยสามารถนำไปใช้กับเครื่องยนต์ปกติได้ ซึ่งไบโอดีเซลสามารถผลิตได้จากพืชในตระกูลละหุ่ง ถั่วเหลือง ปาล์ม ดอกทานตะวัน น้ำมันจากสาหร่ายนอกจากนี้ ไบโอดีเซลยังสามารถผลิตได้จากน้ำมันประเภทต่างๆ ข้างต้นที่ผ่านการใช้งานมาแล้วได้อีกด้วย แต่มีการจำกัดอยู่เฉพาะในบางพื้นที่เท่านั้นเนื่องจากตลาดมีขนาดเล็กและใช้ในบางท้องถิ่นเนื่องจากมีต้นทุนสูงและความสามารถในการผลิตไม่เพียงพอ โดยนำไปใช้ในการให้แสงสว่าง ปั้มน้ำ ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเนื่องจากไม่มีกำมะถันและอนุภาคขนาดเล็ก รวมทั้งยังสามารถย่อย

สลายได้ตามธรรมชาติด้วยไบโอดีเซลเป็นสารในกลุ่ม Monoalkylester ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยา Transesterification ระหว่าง Triglyceride และ Monohydric Alcohol

เทคโนโลยีการผลิตพลังงานชีวมวล

1) ไบโอดีเซล

ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกที่ผลิตจากแหล่งทรัพยากรหมุนเวียน เช่น น้ำมันจากพืช หรือไขมันจากสัตว์ โดยไบโอดีเซลมีคุณสมบัติที่สามารถย่อยสลายได้เองตามกระบวนการทางชีวภาพ(biodegradable) และไม่มีพิษ (nontoxic) ดังนั้นจึงไม่ส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม ไบโอดีเซลสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงกับยานพาหนะโดยไม่ต้องดัดแปลงเครื่องยนต์เนื่องจากมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล อีกทั้งยังช่วยรักษาสภาพเครื่องยนต์ให้ใช้งานได้นานกว่า เนื่องจากออกซิเจนในไบโอดีเซลจะช่วยให้การสันดาปที่สมบูรณ์กว่าน้ำมันดีเซล มีควันดำและก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์น้อย ช่วยลดมลพิษทางอากาศ รวมทั้งลดการอุดตันของระบบไอเสีย เนื่องจากองค์ประกอบของไบโอดีเซลไม่มีธาตุกำมะถัน แต่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จึงช่วยการเผาไหม้ได้ดีขึ้น และลดมลพิษจากก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน คาร์บอนมอนนอกไซด์ และฝุ่นละออง จึงทำให้ไบโอดีเซลได้รับความสนใจยิ่งขึ้น

กระบวนการผลิตไบโอดีเซลในปัจจุบันใช้น้ำมันพืชเป็นวัตถุดิบหลัก และประเทศไทยก็เป็นแหล่งผลิตพืชน้ำมันหลายชนิด อาทิเช่น ปาล์มน้ำมัน ทานตะวัน ละหุ่ง มะพร้าว สบู่ดำเป็นต้น อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์แล้ว วัตถุดิบหลักสำหรับอุตสาหกรรมไบโอดีเซลที่ใช้ในภาคขนส่งในปัจจุบัน ได้แก่ น้ำมันปาล์มดิบและ ไขปาล์มซึ่งเป็นผลพลอยได้ (By Product) จากโรงกลั่นน้ำมันพืช ขณะที่น้ำมันพืชใช้แล้ว ไขมันสัตว์หรือน้ำมันพืชอื่นๆ จะถูกนำมาใช้ในการผลิตไบโอดีเซลระดับชุมชนสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์การเกษตร

1.1) เชื้อเพลิงชีวภาพ (Biofuel) สามารถแบ่งออกเป็น 3 รุ่นได้ ดังนี้คือ

1.1.1) เชื้อเพลิงชีวภาพรุ่นที่หนึ่ง (First Generation Biofuels)

เป็นเชื้อเพลิงชีวภาพที่ผลิตจากวัตถุดิบที่เป็นอาหารของมนุษย์ เช่น น้ำตาล แป้ง น้ำมันพืช ไขมันสัตว์ รวมไปถึงพืชและผลิตภัณฑ์จากสัตว์ทั้งหลายที่นำมาใช้ทำอาหารสัตว์ได้ เช่น ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง ทานตะวัน ปาล์ม ซึ่งจะแปรรูปเป็นไบโอดีเซลผ่านปฏิกิริยาเคมีที่เรียกว่า ทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่น (Transesterification) ระหว่างมวลชีวภาพ (น้ำมันพืช) แอลกอฮอล์ (เมทานอล) และมีด่าง (โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งประเทศไทยกำลังดำเนินเทคโนโลยีเชื้อเพลิงชีวภาพรุ่นที่หนึ่งนี้

1.1.2) เชื้อเพลิงชีวภาพรุ่นที่สอง (Second Generation Biofuels)

เป็นเชื้อเพลิงส่วนที่ผลิตจากส่วนของพืชที่ไม่เป็นอาหาร (Non-food Part) เป็นเชื้อเพลิงที่คิดค้นขึ้นเพื่อแก้ปัญหาการนำเอาพืชอาหารมาผลิตเป็นเชื้อเพลิง โดยจะใช้เซลลูโลสผลิตเป็นเชื้อเพลิง โดยใช้วัตถุดิบ เช่น หญ้า ขี้เลื่อย ซังข้าวโพด เป็นต้น ผลิตผลที่ได้จากกระบวนการย่อยสลายชีวมวลจะได้เชื้อเพลิงเหลว (Biomass to Liquid : BTL) เช่น ไบโอดีเซล เอทานอล เมทานอล ไดเมธิลฟูราน และ ไดเมธิลอีเธอร์

1.1.3) เชื้อเพลิงชีวภาพรุ่นที่สาม (Third Generation Biofuels)

เป็นการพัฒนาการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพโดยการปรับปรุงกระบวนการย่อยผลึกเซลลูโลสจากระบบเดิมที่ใช้ไอน้ำร้อน หรือกรดอ่อนย่อยสลายผลึกเซลลูโลส แล้วเปลี่ยนให้เป็นน้ำตาล ตามด้วยกระบวนการหมัก ที่เรียก Simultaneous Sacchari fication and Fermentation (SSF) หรือ Simultaneous sacchari fication and co-fermentation (SSCF) ให้เป็นระบบใหม่ที่ใช้เอนไซม์เซลลูเลส ประสิทธิภาพสูงและตัดขั้นตอนย่อยด้วยไอน้ำและกรดอ่อนออกไป ที่ชื่อ consolidated bioprocessing (CBP) โดยใช้วัตถุดิบที่นำมาผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ คือ สาหร่าย โดยจะได้น้ำมันที่เรียกว่า Algae/Algal fuel, Oilgae, Algaeoleam ซึ่งพบว่ามีประสิทธิภาพในการผลิตพลังงานสูงมากประมาณ 30 เท่าของพืชพลังงานอื่น ๆ โดย สาหร่าย 1 ไร่ สามารถผลิตไบโอดีเซลได้ 7,600 ลิตรต่อปี

1.2) วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซล

การผลิตไบโอดีเซลนั้นสามารถใช้วัตถุดิบได้หลากหลายไม่ว่าจะเป็น น้ำมันปาล์ม, น้ำมันจากไขสัตว์, น้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำ, น้ำมันถั่วเหลือง, น้ำมันข้าวโพด รวมทั้งน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว เป็นต้น ซึ่งแต่ละชนิดจะมีลักษณะและคุณสมบัติที่แตกต่างกันในการจะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต อาทิ

1.2.1) ปาล์มน้ำมัน เป็นพืชน้ำมันที่นิยมใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตไบโอดีเซลในประเทศไทยขณะนี้ เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตต่ำให้ผลผลิตต่อพื้นที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่น คือ โดยปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตน้ำมันต่อไร่สูงกว่าเมล็ดเรพถึง 5 เท่า และสูงกว่าถั่วเหลืองถึง 10 เท่า จากข้อมูลสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ในปี 2552 มีเนื้อที่เพาะปลูก 3.189 ล้านไร่ ให้ผลผลิต 8.162 ล้านตัน โดยมีผลผลิต 2,560 กิโลกรัมต่อไร่

1.2.2) สบู่ดำ เป็นพืชน้ำมันที่เหมาะสำหรับนำไปผลิตไบโอดีเซลชุมชนเนื่องจากเป็นพืชที่เพาะปลูกง่าย สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ภายในหนึ่งปีหลังปลูกและมีอายุยืนกว่า 30 ปี ให้ผลผลิต300 - 400 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ขึ้นอยู่กับสภาพการดูแล เหมาะสำหรับให้เกษตรกรปลูกสบู่ดำตามหัวไร่ ปลายนา และนำมาใช้ในเครื่องยนต์ดีเซลรอบต่ำสำหรับการเกษตรแทนน้ำมันดีเซลได้

1.2.3) ถั่วลิสง เมล็ดมีน้ำมันร้อยละ 50 – 60 แต่เนื่องจากพื้นที่เพาะปลูกลดลงอย่างต่อเนื่อง ปริมาณที่ผลิตได้จึงไม่เพียงพอกับความต้องการใช้ภายในประเทศ

1.2.4) งา ผลผลิตจำนวนร้อยละ 65 ส่งออกไปยังต่างประเทศ น้ำมันงามีคุณค่าทางโภชนาการสูงเหมาะแก่การนำไปปรุงอาหารมากกว่าที่จะใช้ผลิตไบโอดีเซล

1.2.5) ทานตะวัน เป็นพืชที่ปลูกเพื่อใช้เมล็ดในการบริโภค ตลาดมีความต้องการสูง ขณะที่ปริมาณการเพาะปลูกไม่ได้เพิ่มขึ้น จึงไม่เหมาะที่จะนำมาผลิตไบโอดีเซล

1.2.6) มะพร้าว เป็นพืชน้ำมันที่สำคัญ ปลูกได้ในทุกภาคของประเทศ โดยประเทศไทยสามารถผลิตมากเป็นอันดับ 5 ของโลก และมีการขยายตัวทุกปี แต่ผลผลิตของมะพร้าวมักนำมาทำเนื้อมะพร้าวแห้งจำหน่าย หากจะนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซล ภาครัฐต้องเร่งส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกมะพร้าวมากขึ้น

1.2.7) น้ำมันพืชใช้แล้ว น้ำ มันพืชถือเป็นสิ่งที่ใช้ในการประกอบอาหารที่มีอยู่ทุกครัวเรือนทำให้ปริมาณการใช้น้ำมันพืชในแต่ละปีมีปริมาณมากนั่นหมายถึงน้ำมันประกอบอาหารใช้แล้วก็มีปริมาณมากตามมาด้วยเช่นกัน น้ำมันประกอบอาหารใช้แล้วถือเป็นวัตถุดิบที่เหมาะสมในการผลิตไบโอดีเซลชุมชนมากอีกชนิดหนึ่งเนื่องจากหาได้ง่าย เป็นสิ่งที่เหลือทิ้งจากการประกอบอาหาร

1.2.8) ถั่วเหลือง เป็นพืชน้ำ มันที่นิยมใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตไบโอดีเซลมากที่สุดในสหรัฐอเมริกาซึ่งมีปริมาณการผลิตถั่วเหลืองสูงถึงกว่า 30 ล้านตันต่อปีนอกจากนี้ยังมีประเทศอิตาลีซึ่งนิยมใช้ถั่วเหลืองในการผลิตไบโอดีเซลสำหรับการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากถั่วเหลืองในประเทศไทยยังไม่แพร่หลายมากนักเนื่องจากนิยมใช้ถั่วเหลือนำมาบริโภคมากกว่า

1.2.9) เมล็ดเรพ มีลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆ เหมือนเมล็ดงา เป็นพืชล้มลุกประเภทวัชพืชที่พบอยู่ทั่วไปในทวีปยุโรป มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Brassica napus ในปี พ.ศ.2525 ได้มีการริเริ่มคิดค้นกระบวนการ Trans-Esterification โดยใช้เมล็ดเรพ ที่สถาบัน Institute of Organic Chemistry, Graz, Austria และได้รับการยอมรับจากผู้ใช้รถเป็นอย่างดีปัจจุบันเมล็ดเรฟเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตไบโอดีเซลมากที่สุดในยุโรป คือ มีส่วนแบ่งในการผลิตถึงร้อยละ 80 ของวัตถุดิบอื่นๆทั้งหมด ซึ่งประเทศเยอรมันถือได้ว่าเป็นทั้งผู้นำในการนำไบโอดีเซลมาใช้แทนน้ำมันดีเซลและเป็นผู้นำทางด้านเทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลโดยใช้วัตถุดิบจากเมล็ดเรพ ซึ่งยังไม่แพร่หลายนักในประเทศไทย

พืชน้ำมันที่มีในประเทศไทยและมีการนำมาผลิตเป็นน้ำมันพืชมีหลายชนิดเช่น มะพร้าว, ปาล์มน้ำมัน,มะกอก, ทานตะวัน, คำฝอย, ข้าว, ถั่วลิสง, ข้าวโพดและงา ซึ่งจากการทดสอบพบว่าพืชแต่ละชนิดให้ค่าความร้อนที่แตกต่างกัน แสดงในตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.2 แสดงคุณสมบัติของน้ำมันแต่ละชนิด

ประเภทน้ำมัน	ความหนาแน่นที่ 21 °C (กรัมต่อมิลลิลิตร)	ความหนืดที่ 21 °C (เซนติพอยส์)	ค่าความร้อน (กิโลจูลต่อกิโลกรัม)
ถั่วเหลือง	0.918	57.2	39,350
ทานตะวัน	0.918	60.0	39,490
มะพร้าว	0.915	51.9	37,540
ถั่วลิสง	0.914	67.1	39,470
ปาล์ม	0.898	88.6	39,550
เมล็ดในปาล์ม	0.904	66.3	39,720
เมล็ดสบู่ดำ	0.915	36.9	39,000
น้ำมันดีเซล	0.845	3.80	46,800

ที่มา (คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน, 2554, หน้า 15)

1.3) เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซล แบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

1.3.1) การผลิตไบโอดีเซลแบบกะ (Batch Technology) เป็นการผลิตแบบไม่ต่อเนื่องทำให้ผลิตได้คราวละไม่มาก และผลผลิตมีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ แต่มีข้อดีคือใช้เงินลงทุนต่ำ

1.3.2) แบบต่อเนื่อง - ทรานเอสเทอริฟิเคชั่น (Continuous Trans-Esterification) เป็นการผลิตที่ต้องใช้เงินลงทุนสูงกว่าแบบแรก แต่ให้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีกว่า และมีกำลังการผลิตสูงกว่า

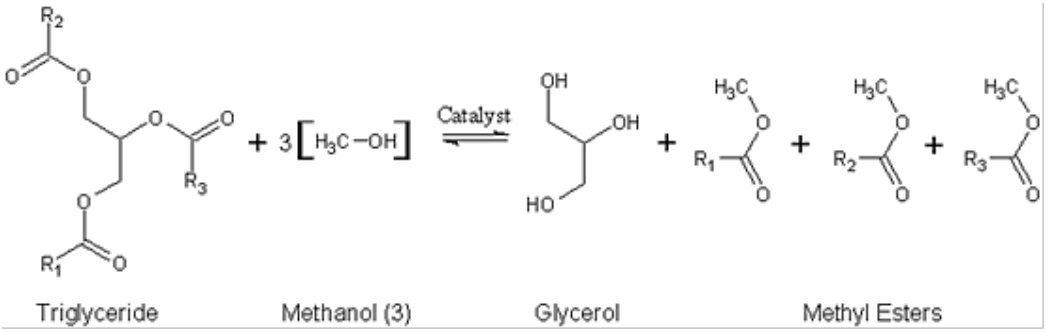
1.3.3) แบบต่อเนื่อง - 2 ขั้นตอน (2 Step Reaction) เป็นกระบวนการที่สามารถใช้ได้กับวัตถุดิบหลายชนิด รวมถึงน้ำมันที่กรดไขมันอิสระสูง โดยการทำปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชั่นในขั้นแรก และผ่านกระบวนการทรานเอสเทอริฟิเคชั่นอีกครั้ง ทำให้ได้ผลผลิตที่มากกว่า 2 ประเภทแรก แต่เงินลงทุนก็สูงขึ้นเช่นกัน

1.3.4) ไมโครเวฟ เทคโนโลยี (Micro Wave Technology) เป็นกระบวนการผลิตที่สามารถทำปฏิกิริยาได้เร็วขึ้น ด้วยการใช้คลื่นไมโครเวฟ และใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย อย่างไรก็ตามปัจจุบันยังคงมีเฉพาะPilot Plant และใช้เงินลงทุนสูงมาก

1.4) ไบโอดีเซลแบบเอสเทอร์

ไบโอดีเซลประเภทนี้เกิดจากการปฏิกิริยาระหว่าง น้ำมันพืช ไขมันสัตว์ หรือน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว กับแอลกอฮอล์ เช่น เมทานอล หรือ เอทานอล โดยมีตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งเป็นกรดหรือด่าง โดยปกติในน้ำมันพืชประกอบไปด้วยกรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid)

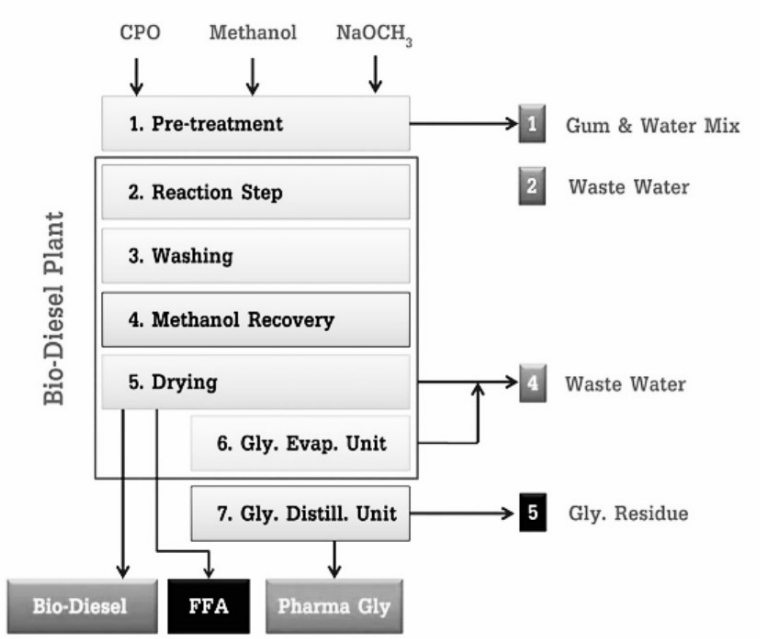
Phospholipids,Sterols น้ำ และสิ่งเจือปนอื่นๆ ดังนั้นในการนำน้ำมันมาใช้เป็นเชื้อเพลิง จำเป็นต้องผ่านกระบวนการต่างๆ เพื่อเปลี่ยนโครงสร้างให้เป็นสายโซ่ตรง และหนึ่งในกระบวนนั้น คือ ปฏิกิริยา Transesterification (หรือปฏิกิริยา Alcoholysis) เพื่อเปลี่ยนโครงสร้างของคู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตไบโอดีเซลเพื่อเป็นเชื้อเพลิง 6น้ำมันจาก Triglycerides ให้เป็น โมโนอัลคิลเอสเตอร์ (Mono alkyl Ester) ได้แก่ เมทิล เอสเตอร์ (Methyl Ester) หรือ เอทิล เอสเตอร์ (Ethyl Ester) และกลีเซอรีน (Glycerineหรือ Glycerol) ดังรูป



ภาพที่ 6.1 ปฏิกิริยา Transesterification
ที่มา (คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน, 2554, หน้า 6)

ในส่วนของแอลกอฮอล์มีการใช้ทั้งเมทานอลและเอทานอล แต่เนื่องจากเมทานอลมีราคาถูกกว่าจึงมีการใช้ในการผลิตไบโอดีเซลมากกว่า จึงทำให้เรารู้จักไบโอดีเซลในอีกชื่อหนึ่ง คือ Fatty Acid Methyl Esters (FAME) ส่วนตัวเร่งปฏิกิริยามีทั้งกรดและด่าง ตัวอย่างของกรดที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซล ได้แก่ กรดซัลฟูริก (H_2SO_4) กรดไฮโดรคลอริก (HCl) และมักใช้ในกรณีที่น้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ที่นำมาผลิตไบโอดีเซลมีปริมาณกรดไขมันอิสระสูง สำหรับด่างที่มีการใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ได้แก่ โปแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) หรือ โซเดียมเมทอกไซด์ (Sodium methoxide) ซึ่งเมื่อพิจารณาตัวเร่งปฏิกิริยาทั้งสองประเภท พบว่าในกระบวนการผลิตของโรงงานน้ำมันไบโอดีเซลทั่วโลกมักใช้ด่างในการเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเนื่องจากสามารถเร่งปฏิกิริยาได้เร็วกว่าการใช้กรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา น้ำมันไบโอดีเซลและกลีเซอรีนที่ได้สามารถแยกจากกันได้ง่ายเนื่องจากมีความหนาแน่นต่างกัน โดยกลีเซอรีนจะความหนาแน่นสูงกว่าน้ำมันไบโอดีเซล

กระบวนการผลิตไบโอดีเซล ด้วยปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชั่น ประกอบด้วยการผลิตหลัก 7 ขั้นตอนส่วนรายละเอียดของขั้นตอนของแต่ละผู้ผลิต จะขึ้นกับการออกแบบกระบวนการผลิตของแต่ละโรงงาน บางโรงงานอาจมีครบถ้วนทุกขั้นตอน บางโรงงานอาจไม่มีหน่วยการผลิตที่นำเมทานอลกลับคืน และไม่มีหน่วยการล้างไบโอดีเซลด้วยน้ำ ซึ่งขั้นตอนการผลิตมีดังนี้



ภาพที่ 6.2 กระบวนการผลิตไบโอดีเซล ด้วยปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชั่น
ที่มา (ดัดแปลงจาก คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน, 2554, หน้า 7)

ขั้นที่ 1 Pre-treatment เป็นการสกัดยางเหนียว สิ่งสกปรก และน้ำ ออกจากน้ำมันปาล์มดิบ

ขั้นที่ 2 Reaction Step เป็นกระบวนการทำปฏิกิริยา Transesterification โดยการเติมเมทานอล พร้อมทั้งสารเร่งปฏิกิริยา เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ ภายใต้อุณหภูมิสูง ได้เป็นเมทิลเอสเตอร์ พร้อมทั้งได้กลีเซอลีนในสัดส่วนประมาณร้อยละ 10 ซึ่งจะถูกแยกออกจากไบโอดีเซลหลังจากที่ปล่อยให้เกิดการแยกชั้น

ขั้นที่ 3 Washing เป็นการนำเอาไบโอดีเซลที่ได้จากการทำปฏิกิริยา Transesterification ไปล้างน้ำเพื่อกำจัดสารปนเปื้อนอื่นๆ ที่สามารถละลายน้ำได้

ขั้นที่ 4 Methanol Recovery เป็นกระบวนการกลั่น เพื่อดึงเมทานอลที่เหลือจากปฏิกิริยากลับมาใช้ใหม่

ขั้นที่ 5 Drying เป็นการกำจัดน้ำออกจากไบโอดีเซล

ขั้นที่ 6 Glycerin Evaporation Unit เป็นกระบวนการทำกลีเซอลีนให้บริสุทธิ์ที่ 80 เปอร์เซ็นต์ (Technical Grade)

ขั้นที่ 7 Glycerin Distillation Unit เป็นกระบวนการทำกลีเซอลีนบริสุทธิ์ที่ 99.7 เปอร์เซ็นต์ (Pharmaceutical Grade)

2) เอทานอล

เป็นแอลกอฮอล์ชนิดหนึ่งซึ่งเกิดจากการหมักพืชเพื่อเปลี่ยนแป้งจากพืชเป็นน้ำตาลแล้วเปลี่ยนจากน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์เมื่อทำให้เป็นแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ร้อยละ 95 โดยการกลั่นจะเรียกว่า เอทานอล (Ethanol) เอทานอลที่นำไปผสมในน้ำมันเพื่อใช้เติมเครื่องยนต์เป็นแอลกอฮอล์ที่มีความบริสุทธิ์ตั้งแต่ร้อยละ 99.5 โดยปริมาตรซึ่งสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้

2.1) ประเภทของเอทานอล

เอทานอล (Ethanol) หรือ เอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol) เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนจำพวกแอลกอฮอล์ชนิดหนึ่ง เอทานอลเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่ประกอบด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน สามารถละลายทั้งในน้ำและสารละลายอินทรีย์อื่นๆ เป็นแอลกอฮอล์ที่สามารถนำมาบริโภค นอกจากนี้ยังสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง ในรูป เอทานอลไร้น้ำ (Anhydrous ethanol) ที่มีความบริสุทธิ์สูง (เข้มข้นร้อยละ 99.5 โดยปริมาตร)หรือ อาจใช้เป็นเอทานอลที่มีน้ำ (hydrous ethanol) การนำเอาเอทานอลไปใช้นั้นสามารถนำไปใช้ได้หลายทางดังนี้

2.1.1) แอลกอฮอล์ ที่ใช้รับประทานได้โดยตรง (Portable Alcohol) ส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมสุรา เครื่องสำอางค์ และยา

2.1.2) แอลกอฮอล์ ที่ไม่ใช้รับประทานโดยตรง (Industrial Alcohol) ตัวอย่างเช่น กรดอะซิตริก หรือ กรดน้ำส้ม กรดมะนาว ที่สามารถนำไปใช้ต่อในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม อุตสาหกรรมทางการแพทย์ และนอกจากนี้ยังมีการนำไปใช้ ในอุตสาหกรรมเส้นใยและโลหะ

2.1.3) แอลกอฮอล์ ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงมีความบริสุทธิ์สูงถึงร้อยละ 95 เปอร์เซ็นต์หรือร้อยละ 99.5-99.6 แอลกอฮอล์ ที่มีความบริสุทธิ์ แตกต่างกันนี้ สามารถนำมาใช้ทำเป็นเชื้อเพลิงได้ 3 แบบดังต่อไปนี้

(1) แอลกอฮอล์ บริสุทธิ์ 95 เปอร์เซ็นต์ ใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรงทดแทน น้ำมันเบนซินหรือดีเซล ใช้กับเครื่องยนต์ ที่มีอัตราส่วนการอัดสูง

(2) แอลกอฮอล์ร้อยละ 99.5 - 99.6 เมื่อผสมกับน้ำมันเบนซิน จะเรียกกันว่าแก๊ซโซฮอล์โดยที่แก๊ซโซฮอล์ 95 หมายถึงการผสมน้ำมันเบนซิน 95 กับเอทานอล ในสัดส่วน 9:1 โดยที่ยังรักษาค่าออกเทนไว้ได้ในระดับเดิม สัดส่วนการผสมเอทานอล กับน้ำมันนั้น มีใช้กันอยู่ หลายประเภท ในหลากหลายประเทศ E85 เป็นชื่อที่เรียก เชื้อเพลิงที่ได้จากการผสม น้ำมันกับเอทานอล

โดยมีสัดส่วนของเอทานอลสูงถึง 85 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าออกเทนสูง มีใช้กันในประเทศในแถบบราซิล อเมริกา และยุโรปอย่างไรก็ดี น้ำมันชนิดนี้ไม่สามารถใช้ได้กับรถยนต์ รุ่นส่วนใหญ่ที่ใช้อยู่ในประเทศไทย เนื่องจากต้องเป็นรถยนต์ที่มีเครื่องยนต์ ที่ทนต่อการกัดกร่อนสูงกว่าปกติ ดังนั้น ในการใช้น้ำมันชนิดนี้ จึงจำเป็นต้องใช้เวลาในการเตรียมความพร้อมทั้งในด้านของผู้ใช้รถยนต์ และรวมถึงผู้จำหน่ายน้ำมันที่ต้องคำนึงถึงกระบวนการผลิตและขั้นตอนการจัดจำหน่าย (Electricity and Industry Magazine)

(3) เป็นสารเคมีที่ช่วยเพิ่มค่าออกเทน ในน้ำมันโดยการเปลี่ยนรูป เอทานอลเป็น ETBE (Ethyl Tertiary Butyl Ether) สามารถใช้ทดแทนสาร MTBE (Methyl Tertiary Butyl Ether) ซึ่ง MTBE เป็นสารเติมแต่งในน้ำมันเบนซินที่หลายประเทศประกาศห้ามใช้เนื่องจากก่อให้เกิดมลภาวะในอากาศที่สูงกว่าสารเติมแต่งอื่นๆ

2.2) เทคโนโลยีและกระบวนการผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง

เชื้อเพลิงเอทานอล หรือ Ethyl Alcohol คือ แอลกอฮอล์ที่แปรรูปมาจากพืชจำพวกแป้งและน้ำตาล รวมทั้งเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสโดยผ่านกระบวนหมัก (Fermentation) วัตถุดิบที่สามารถนำมาใช้ผลิตเอทานอลมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด อาทิ อ้อย ข้าว ข้าวฟ่าง ข้าวโพด มันสำปะหลัง เป็นต้น น้ำมันแก๊สโซฮอล์ (Gasohol) เป็นพลังงานทดแทนน้ำมันเบนซิน เกิดจากการผสมของน้ำมันเบนซินกับเอทานอลที่มีความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.5 หรือเอทิลแอลกอฮอล์ ซึ่งเป็นแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ การผสมแอลกอฮอล์ลงในน้ำมันเบนซินในข้างต้น เป็นในลักษณะของสารเติมแต่ง ปรับปรุงค่า Oxygenates และออกเทน (Octane) ของน้ำมันเบนซิน ซึ่งสามารถใช้ทดแทนสารเติมแต่ง คือ Methyl-Tertiary- Butyl-Ether (MTBE)

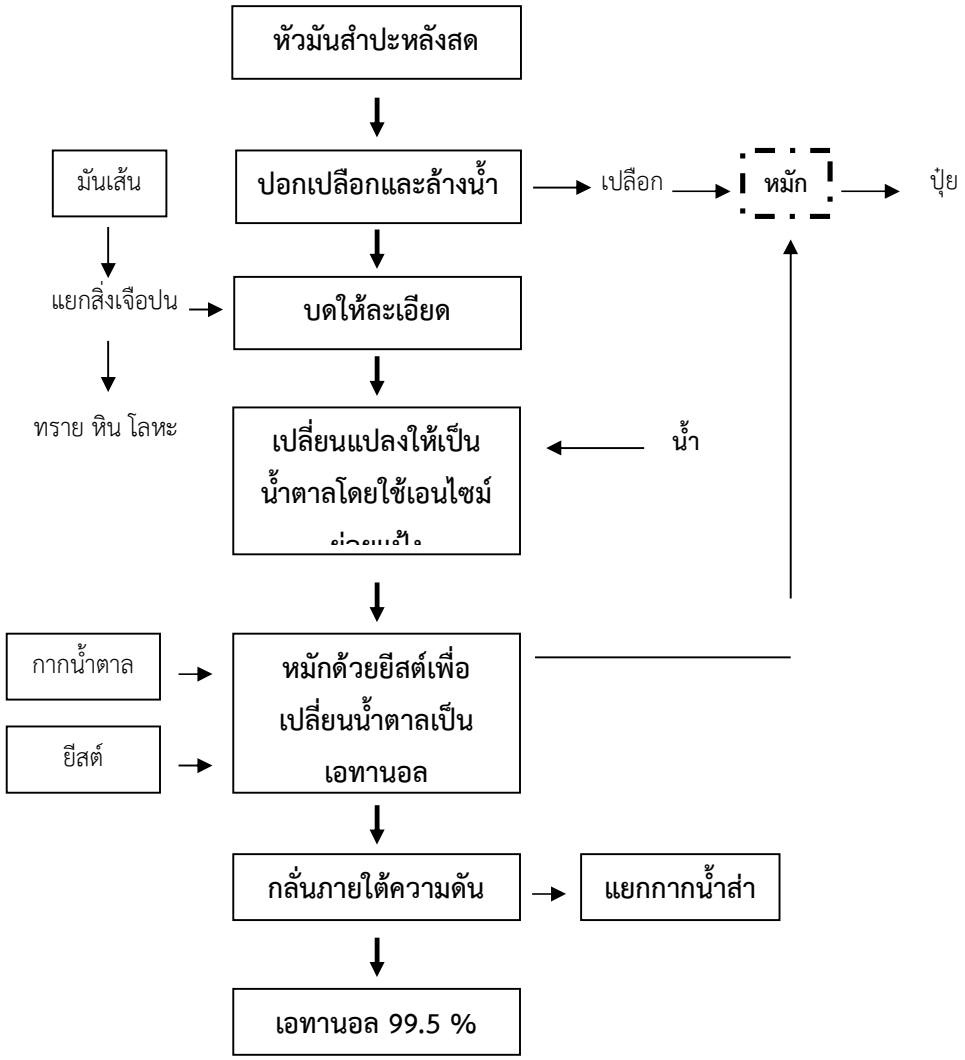
ในกระบวนการหมักจะเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ยีสต์การเลือกใช้ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมกับวัตถุดิบที่นำมาหมัก จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการหมักผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมัก คือ เอธิลแอลกอฮอล์ หรือเอทานอลที่มีความเข้มข้นประมาณร้อยละ 8-12 โดยปริมาตร น้ำหมักที่ได้จากกระบวนการหมัก จะนำมาแยกเอทานอลออกโดยใช้กระบวนการกลั่นลำดับส่วน ซึ่งสามารถแยกเอทานอลให้ได้ความบริสุทธิ์ประมาณร้อยละ 95 โดยปริมาตร จากนั้นจึงเข้าสู่กรรมวิธีในการแยกน้ำโดยการใช้โมเลคูลาร์ซีพ (molecular sieve separation) เอทานอลที่ความบริสุทธิ์ร้อยละ 95 จะผ่านเข้าไปในหอดูดซับที่บรรจุตัวดูดซับประเภทซีโอไลต์ โมเลกุลของเอทานอลจะไหลผ่านช่องว่างของซีโอไลต์ออกไปได้ แต่โมเลกุลของน้ำจะถูกดูดซับไว้ ทำให้เอทานอลที่ไหลออกไปมีความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.5 ส่วนซีโอไลต์ที่ดูดซับน้ำไว้จะถูกรีเจนเนอเรตโดยการไล่น้ำออก เอทานอลความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.5 สามารถนำมาใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงได้ 3 รูปแบบ ได้แก่ (1) ใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงโดยตรงเพื่อทดแทนน้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซล (2) ใช้ผสมกับน้ำมันเบนซิน เรียกว่า แก๊สโซฮอล์ (Gasohol) หรือผสมกับน้ำมันดีเซล

เรียกว่า ดีโซฮอล์ (Diesohol) (3) ใช้เป็นสารเพิ่มค่าออกเทน ของน้ำมันให้กับเครื่องยนต์ โดยการเปลี่ยนรูปเอทานอลมาเป็นสาร ETBE (Ethyl Tertiary Butyl Ether) สามารถทดแทนสาร MTBE (Methyl Tertiary Butyl Ether)

ปัจจุบันการผลิตเอทานอลในประเทศไทย จะใช้วัตถุดิบทั้งประเภทแป้ง เช่น มันสำปะหลังและประเภทน้ำตาล เช่น อ้อย กากน้ำตาลซึ่งเป็นผลพลอยได้จากโรงงานผลิตน้ำตาลจากอ้อย เป็นวัตถุดิบหลักที่ใช้ในกระบวนการผลิต ขั้นตอนการผลิตหลักๆ แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่

(1) การเตรียมวัตถุดิบก่อนการหมัก

การเตรียมวัตถุดิบก่อนการหมักจะขึ้นกับชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ ถ้าเป็นวัตถุดิบที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถใช้/ย่อยได้ง่าย การจัดเตรียมก็ทำได้ง่าย เช่น กากน้ำตาล เพียงเจือจางวัตถุดิบด้วยน้ำเพื่อปรับความเข้มข้นให้เหมาะสมต่อการทำงานของยีสต์ (กรณีการหมักแบบครั้งคราว จะอยู่ระหว่าง 18-25 องศาบริกซ์) แล้วก็สามารถนำไปหมักได้ แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าเป็นวัตถุดิบที่ใช้/ย่อยได้ยาก เช่น หัวมันสำปะหลังซึ่งเป็นวัตถุดิบประเภทแป้ง หรือชานอ้อยซึ่งเป็นวัตถุดิบประเภทเส้นใยเซลลูโลส จะต้องนำ วัตถุดิบไปผ่านกระบวนการลดขนาดเชิงกลด้วยการหั่น ตัด หรือบด ด้วยเครื่องจักรและอาจมีการใช้ความร้อนร่วมด้วย เพื่อเปลี่ยนสภาพวัตถุดิบให้เหมาะต่อการนำไปย่อยให้เป็นน้ำตาลด้วยการใช้กรดหรือเอนไซม์ (น้ำย่อย)แล้วเข้าสู่กระบวนการการหมักต่อไป



ภาพที่ 6.3 ขั้นตอนการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังและอ้อยในโรงงานต้นแบบของ วว.
ที่มา (ดัดแปลงจากคู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน, 2554, หน้า 6)

(2) การเตรียมหัวเชื้อ (Inoculum) และการหมัก (Fermentation)

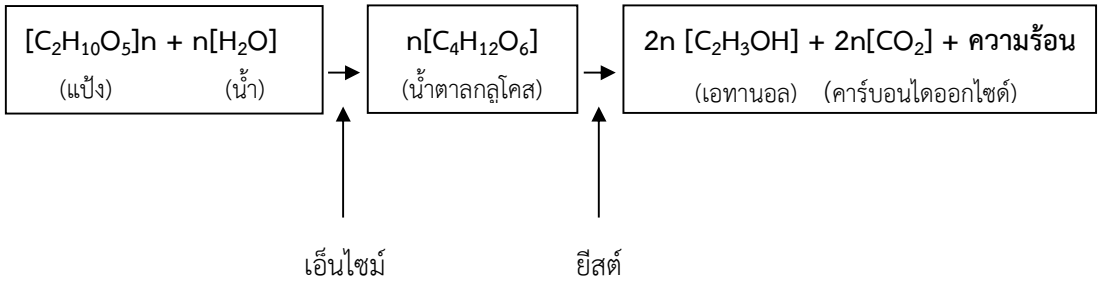
(2.1) การเตรียมหัวเชื้อ (Inoculum)

ขั้นตอนการเตรียมหัวเชื้อ เพื่อให้ได้เชื้อจุลินทรีย์ที่แข็งแรงและมีปริมาณมากเพียงพอสำหรับในการหมัก รวมทั้งต้องปราศจากการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์อื่นที่ไม่ต้องการ เมื่อเตรียมหัวเชื้อเรียบร้อยแล้วจึงถ่ายลงในถังหมักผสมกับวัตถุดิบ จากนั้นทำการปรับและควบคุมสภาวะของการหมักเช่น อัตราการให้อากาศ (aeration rate) อัตราการกวน (agitation rate) ค่า

ความเป็นกรด/เบส (pH) และอุณหภูมิในระหว่างการหมัก ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดของการหมัก ชนิดของผลิตภัณฑ์ และชนิดของจุลินทรีย์ที่ใช้เชื้อยีสต์ที่นำมาใช้จะเป็นยีสต์สายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกแล้ว เช่น Saccharomy cescerevisiae ซึ่งใช้ในการหมักหัวมันสำปะหลัง เป็นต้น เมื่อใช้วัตถุดิบต่างประเภทกัน ปกติจะใช้เชื้อจุลินทรีย์ที่แตกต่างกันด้วย อย่างไรก็ตามขั้นตอนการเตรียมหัวเชื้อไม่จำเป็นต้องมีหากมีการนำเอาเชื้อยีสต์แห้ง (dried yeast หรือ powder yeast) มาใช้แทน โดยการนำเชื้อยีสต์แห้งในปริมาณที่ต้องการผสมกับวัตถุดิบ (น้ำตาล) ในถังหมักได้เลยเมื่อเตรียมวัตถุดิบพร้อมแล้ว นำมาถ่ายลงในถังหมัก (fermentor) วัตถุดิบจำเป็นต้องผ่านหรือไม่ผ่านขั้นตอนการฆ่าเชื้อหรือไม่ ขึ้นอยู่กับชนิดของการหมักและวัตถุดิบที่ใช้ เช่น กากน้ำตาลสามารถนำไปหมักเป็นแอลกอฮอล์ได้โดยไม่ต้องทำการฆ่าเชื้อก่อน เป็นต้น

(2.2) การหมัก (Fermentation)

ขั้นตอนการหมักเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีที่เกิดจากการทำงานของเชื้อยีสต์ในการเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคส ภายใต้สภาพที่ปราศจากออกซิเจนหรือมีออกซิเจนเพียงเล็กน้อยให้เป็นแอลกอฮอล์ โดยทั่วๆ ไป การหมักแบบครั้งคราว (batch fermentation) จะใช้เวลาประมาณ 2-3 วันเพื่อให้ได้แอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นประมาณร้อยละ8-12 โดยปริมาตร ซึ่งตามทฤษฎียีสต์จะเปลี่ยนน้ำ ตาลกลูโคสเป็นแอลกอฮอล์ได้ร้อยละ 51.1 และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ร้อยละ 48.9 โดยน้ำหนัก และมีความร้อนเกิดขึ้นด้วย ดังสมการเคมีในรูปแสดงขั้นตอนการเปลี่ยนแป้งเป็นเอทานอลข้างล่างนี้



ภาพที่ 6.4 การเปลี่ยนแป้งเป็นเอทานอล
ที่มา (ดัดแปลงจาก คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน, 2554, หน้า 7)

(3) การแยกผลิตภัณฑ์เอทานอลและการทำให้บริสุทธิ์

เป็นขั้นตอนในการแยกผลิตภัณฑ์เอทานอลที่มีความเข้มข้นประมาณร้อยละ 8 - 12 โดยปริมาตร ออกจากน้ำหมักหรือน้ำส่า โดยใช้กระบวนการทางเคมี ได้แก่ กระบวนการกลั่นลำดับส่วนซึ่งสามารถแยกเอทานอลให้ได้ความบริสุทธิ์ร้อยละ 95.6 โดยปริมาตร (ในทางปฏิบัติจะ

เรียกว่าเอทานอลร้อยละ 95) อย่างไรก็ตามการกลั่นที่ความดันบรรยากาศจะไม่สามารถผลิตเอทานอลให้มีความเข้มข้นสูงกว่านี้ได้ เนื่องจากเกิดองค์ประกอบที่เป็นของผสมอะซีโอโทรป (Azeotropic mixure) หรือของผสมของสารที่มีจุดเดือดคงที่ แต่สำหรับการนำไปใช้ในวัตถุประสงค์เพื่อเป็นเชื้อเพลิง จะต้องทำให้เอทานอลมีความบริสุทธิ์สูงขึ้นที่ระดับไม่ต่ำกว่าร้อยละ 99.5 โดยปริมาตร มีชื่อเรียกว่า เอทานอลไร้น้ำ (Anhydrousหรือ Absolute ethanol) ดังนั้นจำเป็นต้องใช้เทคนิคอื่นๆ มาช่วยแยกน้ำออกจากแอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 95.6 โดยปริมาตร

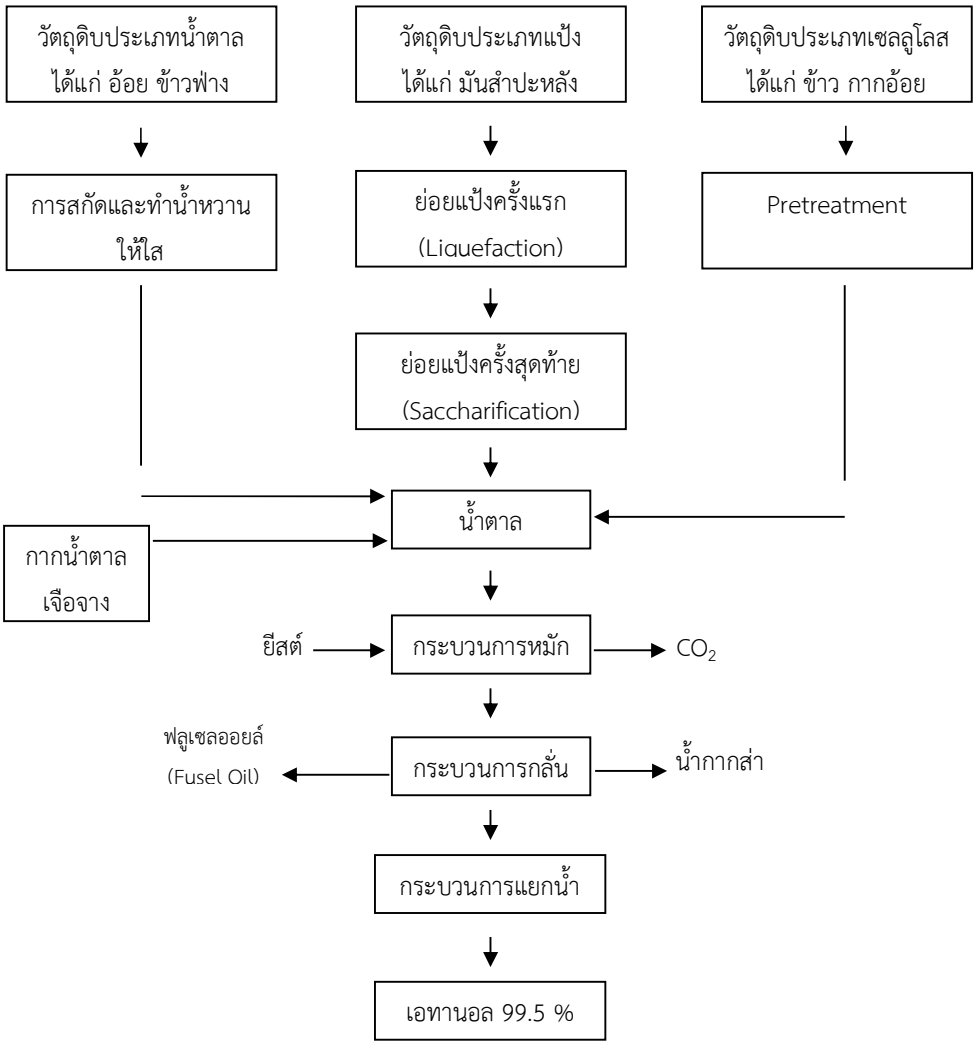
(4) ผลพลอยได้จากการผลิตเอทานอล

ในกระบวนการผลิตเอทานอล นอกจากได้เอทานอลเป็นผลิตภัณฑ์หลักแล้ว ยังเกิดผลิตภัณฑ์รองหรือผลพลอยได้อีกหลาย ๆ ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ฟิวเซลออยล์ และอื่น ๆ นอกจากนี้ยังมีของเสียที่ออกมาจากกระบวนการผลิตด้วย เช่น น้ำเสียจากกระบวนการกลั่น กากที่ออกจากขั้นตอนการหมักและขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ เป็นต้น ซึ่งส่วนต่าง ๆ เหล่านี้ หากปล่อยไปสู่สิ่งแวดล้อมจะก่อให้เกิดมลภาวะเพื่อเป็นการช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมและลดต้นทุนการผลิตลดลง ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์จากผลิตภัณฑ์รองและของเสียขึ้นอาทิ

(4.1) กระบวนการกำจัดน้ำกากส่า โดยการแปรรูปไปเป็นปุ๋ยชีวภาพ อาหารสัตว์ หรือก๊าซชีวภาพ

(4.2) กระบวนการกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยการทำให้บริสุทธิ์และแปรรูปไปใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องทำความเย็น น้ำอัดลม น้ำโซดา น้ำแข็งแห้ง เครื่องมือดับเพลิง เป็นต้น

(4.3) กระบวนการกำจัดฟิวเซลออยล์ โดยการแปรรูปไปใช้ในอุตสากรรมผลิตแล็กเกอร์ผสมทำกาวน้ำหอมบางชนิด ยาฆ่าแมลง ยาฆ่าวัชพืช และอื่นๆ



ภาพที่ 6.5 ขั้นตอนการผลิตเอทานอลโดยกระบวนการหมักจากวัตถุดิบทางการเกษตร
ที่มา (ดัดแปลงจาก คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน, 2554, หน้า 11)

ศักยภาพและการพัฒนาพลังงานชีวมวล

ปริมาณชีวมวลที่ผลิตได้ในโลกคิดเป็นพลังงานเฉลี่ยปีละประมาณ 3,000 เอกซะจูลแต่เป็นส่วนที่นำไปเป็นเชื้อเพลิงผลิตพลังงานไม่ถึงร้อยละ 2 การนำชีวมวลมาผลิตพลังงานเป็นวิธีการหนึ่งในการใช้ชีวมวลของมนุษย์ นอกจากการนำมาใช้เป็นอาหารสำหรับมนุษย์ อาหารเลี้ยงสัตว์หรือใช้เป็นเส้นใยในการผลิตกระดาษและเสื้อผ้าศักยภาพของพลังงานชีวมวลในประเทศต่าง ๆ มีค่าแตกต่างกันขึ้นกับลักษณะภูมิประเทศสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบทางสังคม การพัฒนาทางด้านเทคนิคและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์จากข้อมูลจากการประชุมสหประชาชาติในหัวข้อเรื่องสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาในปี ค.ศ.1992 ได้มีการประมาณว่าในปี ค.ศ.2050 พลังงานที่ผลิตจากชีวมวลจะมีปริมาณเป็นครึ่งหนึ่งของพลังงานทั้งหมดที่ใช้ในโลก แนวโน้มพลังงานชีวมวลที่ผลิตได้จากแหล่งชีวมวลประเภทต่าง ๆ ในปี ค.ศ.2050 มีรายละเอียดดังตารางที่ 6.3

ตารางที่ 6.3 แนวโน้มพลังงานชีวมวลที่ผลิตจากชีวมวลประเภทต่าง ๆ ในปี ค.ศ.2050

ชีวมวล	พลังงานที่ผลิตได้ (เอกซะจูลต่อปี)
พืชพลังงาน	128
มูลสัตว์	25
เศษไม้	14
ฟางข้าว	13
กากอ้อย	12
ไม้	10
ขยะ	3
รวม	**205**

ที่มา (ดัดแปลงจาก Boyle, 1993 หน้า 146)

จากข้อมูลในตารางที่ 6.3 พลังงานชีวมวลที่ผลิตได้ในกลางศตวรรษหน้า (ค.ศ.2050) จะมีค่าถึง 200 เอกซะจูลต่อปี จากตัวเลขนี้ประมาณได้ว่าจะต้องใช้พื้นที่เพาะปลูกเพื่อผลิตพลังงานถึง 400 ล้านไร่ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 2.5 ของพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด โดยพลังงานส่วนใหญ่ผลิตจากของเหลือทิ้งจากการเกษตร

ศักยภาพและการพัฒนาพลังงานชีวมวลในประเทศไทย

ชีวมวลนับเป็นแหล่งพลังงานที่มีศักยภาพสูงอย่างยิ่งสำหรับประเทศไทย เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีอุตสาหกรรมรองรับ ดังนั้นจึงมีชีวมวลซึ่งเป็นผลิตผลและผลพลอยได้จากการผลิตทางการเกษตร แต่ปัจจุบันการใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงยังมีปริมาณน้อยเมื่อเทียบกับศักยภาพที่มีอยู่ทั้งหมด กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานได้เล็งเห็นถึงศักยภาพและความสำคัญของแหล่งพลังงานชีวมวล ได้ดำเนินการสนับสนุนให้มีการศึกษาวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีผลิตพลังงานจากชีวมวล ทั้งในระดับครัวเรือน และในอุตสาหกรรม เช่น จัดทำแผนหลักการส่งเสริมการผลิตและใช้เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง แผนหลักส่งเสริมการผลิตและการใช้เตาเผาชีวมวลประสิทธิภาพสูงในอุตสาหกรรมชนบท และจัดทำแผนแม่บทการผลิตไฟฟ้าโดยใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงเพื่อส่งเสริมโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงอยู่แล้ว หรือโรงงานอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพในการใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงให้มีการปรับปรุงหรือเปลี่ยนระบบการผลิตพลังงานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำระบบผลิตความร้อนจากชีวมวลมาใช้

ปริมาณชีวมวลที่สามารถผลิตได้ภายในประเทศจะแปรผัน และขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิตทางการเกษตรของประเทศ ซึ่งสามารถประเมินได้จากผลคูณของปริมาณผลผลิตทางการเกษตรที่ก่อให้เกิดชีวมวลนั้น กับสัดส่วนของการเปลี่ยนแปลงปริมาณผลผลิตไปเป็นปริมาณชีวมวล ดังแสดงในตารางที่ 6.4

ตารางที่ 6.4 สัดส่วนของการเปลี่ยนแปลงปริมาณผลผลิตทางการเกษตรเป็นชีวมวล

พืช	ของเหลือทิ้ง	พืช/ของเหลือทิ้ง	พลังงาน (เมกะจูล/กิโลกรัม)
ข้าว	แกลบ	0.267	14.40
	ฟาง	0.695	15.11
อ้อย	กากส่า	0.291	7.99
ไม้ไผ่	เปลือก	0.215	17.41
ข้าวโพด	ฟางข้าวโพด	2.000	17.71
มันสำปะหลัง	ก้าน	0.088	18.42
ถั่วเขียว	ลำต้น	3.2	14.90
มะพร้าว	เส้นใย	0.42	15.99
	เปลือก	0.12	17.62
ถั่วดิน	เปลือก	0.323	12.68

ถั่ว	ก้าน	0.394	19.46
ฝ้าย	ก้าน	3.232	19.25
ข้าวฟ่าง	ใบและลำต้น	1.2	19.25
ปาล์มน้ำมัน	ดอก	0.234	4.41
	เส้นใย	0.18	9.63
	เปลือก	0.073	13.44

ที่มา (รังสรรค์ สโรชวกสิต, 2541, หน้าที่ 16)

จากข้อมูลสถิติการเกษตรของประเทศไทย ซึ่งรวบรวมโดยศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ประมาณว่าชีวมวลที่ผลิตได้รวมทั้งประเทศ ยกเว้นไม้ฟืน มีจำนวน 34.45 ล้านตัน ซึ่งคิดเป็นพลังงานทั้งสิ้น 415,873 ล้านล้านจูลหรือคิดเป็นพลังงานเทียบเท่าน้ำมันดิบ 9.84 ล้านตัน ชีวมวลส่วนใหญ่ที่ผลิตได้ ได้แก่ ชานอ้อยมีปริมาณ 16.87 ล้านตัน หรือเทียบเท่าน้ำมันดิบ 3.19 ล้านตัน รองลงมาคือ ซังข้าวโพดมีปริมาณการผลิต 8.31 ล้านตัน หรือเทียบเท่าน้ำมันดิบ 3.48 ล้านตัน และแกลบมีปริมาณ 5.83 ล้านตัน หรือเทียบท่าน้ำมันดิบ 2.00 ล้านตัน รายละเอียดแสดงในตารางที่ 6.5

ตารางที่ 6.5 ปริมาณชีวมวลชนิดต่าง ๆ ยกเว้นไม้ฟืน ที่ผลิตได้ในประเทศไทย

ชีวมวล				**พลังงานทั้งหมด**	
ชนิด	**ผลผลิต (1,000 ตัน)**	**ประเภท**	**ปริมาณ (1,000 ตัน)**	**(1,000 จิกะจูล)**	**(1,000 เทียบเท่าตันน้ำมันดิบ**
ข้าวเปลือก	22,015	แกลบ	5,878.14	84,645.16	2,003.72
มะพร้าว	1,413	กาบมะพร้าว	593.47	9,489.59	224.64
		กะลามะพร้าว	169.57	2,987.82	70.73
มันสำปะหลัง	17,388	ลำต้นมันสำปะหลัง	1,530.12	28,184.90	667.19
อ้อย	57,974	ชานอ้อย	16,870.36	134,962.91	3,194.84
ข้าวโพด	4,155	ซังข้าวโพด	8,309.04	147,153.10	3,483.41
ปาล์มน้ำมัน	2,255	ทะลายปาล์ม	527.78	2,327.49	55.10
		เยื้อใยปาล์ม	405.98	3,909.60	92.55
		กะลาปาล์ม	164.62	2,212.49	52.37
รวม	**105,200**		**34,449.08**	**415,873.06**	**9,844.55**

ที่มา (รังสรรค์ สโรชวกสิต, 2541, หน้าที่ 17)

จากสถิติการใช้พลังงานในประเทศตามรายงานพลังงานของประเทศไทย 2550 ความต้องการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลทั่วประเทศมีปริมาณทั้งสิ้นเทียบเท่าน้ำมันดิบ 12.1 ล้านตัน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 22.8 ของความต้องการใช้พลังงานรวมของประเทศ สำหรับเชื้อเพลิงชีวมวลที่ใช้ประกอบด้วย ไม้ฟืนเทียบเท่าน้ำมันดิบ 3.93 ล้านตัน ถ่านไม้เทียบเท่าน้ำมันดิบ 4.54 ล้านตัน แกลบเทียบเท่าน้ำมันดิบ 0.66 ล้านตัน และชานอ้อยเทียบเท่าน้ำมันดิบ 2.97 ล้านตัน จำแนกการใช้ชีวมวลตามภาคเศรษฐกิจมีการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลในภาคอุตสาหกรรมในปริมาณเทียบเท่าน้ำมันดิบ 4.65 ล้านตัน หรือคิดเป็นร้อยละ 27.8 ของการใช้พลังงานทั้งหมดในภาคอุตสาหกรรม ภาคอยู่อาศัย และธุรกิจการค้า มีการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลเทียบเท่าน้ำมันดิบ 7.45 ล้านตัน หรือคิดเป็นร้อยละ 67 ของการใช้พลังงานทั้งหมดในภาคบ้านอยู่อาศัยและธุรกิจการค้า

ประเทศไทยมีความเหมาะสมอย่างยิ่งในการผลิตพลังงานจากชีวมวล เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมมีผลผลิตทางการเกษตรและผลพลอยได้มาก และราคาถูก ชีวมวลจึงเป็นแหล่งพลังงานที่มีศักยภาพสูง จากข้อมูลที่ได้รวบรวมมาจากสถานภาพการผลิตและการใช้พลังงานชีวมวล สรุปได้ว่า การพัฒนาผลิตพลังงานจากชีวมวลในประเทศไทยมีโครงการต่าง ๆ ได้แก่

1) การผลิตก๊าซชีวภาพในระดับอุตสาหกรรม ตัวอย่างเช่น ที่โรงงานสุราแห่งหนึ่งในจังหวัดอยุธยา มีน้ำกากส่าต้องบำบัดวันละ 900 ลูกบาศก์เมตร ได้สร้างระบบก๊าซชีวภาพแบบการย่อยสลายโดยไม่ใช้ออกซิจน ผลิตก๊าซชีวภาพที่มีมีเทนร้อยละ 50 – 55 วันละ 28,000 – 20,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งสามารถใช้แทนน้ำมันเตาเพื่อใช้กับหม้อไอน้ำประหยัดเงินไปได้วันละ 10,000 บาท เป็นต้น

2) การผลิตกระแสไฟฟ้าจากมูลสัตว์ กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานได้ดำเนินการให้การสนับสนุนจัดสร้างบ่อหมักก๊าซชีวภาพแบบรางขนาด 200 ลูกบาศก์เมตร ให้แก่ฟาร์มสุกรเอราวัณฟาร์ม อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา เพื่อนำมูลสุกรและน้ำเสียจากการชำระล้างทำความสะอาดคอก นำมาผ่านกระบวนการย่อยสลายโดยไม่ใช้ออกซิเจน เกิดก๊าซชีวภาพแล้วนำก๊าซที่ได้มาผลิตกระแสไฟฟ้า ก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ประมาณ 80 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน โดยมีองค์ประกอบของก๊าซมีเทนประมาณร้อยละ 50 – 70 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณร้อยละ 30 – 40 และก๊าซอื่น ๆ ประมาณร้อยละ 5 ระบบดังกล่าวผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 18 กิโลวัตต์ คิดเป็นกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ 100 กิโลวัตต์ – ชั่วโมงต่อวัน และที่โรงสีข้าวเลี้ยงหมู ที่ตำบลศรีบัวบาน อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน เลี้ยงหมูประมาณ 150 ตัว ได้สร้างบ่อก๊าซขนาด 50

ลูกบาศก์เมตร แบบโดมใต้ดิน ก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้สามารถนำมาสีข้าวได้วันละ 5 ชั่วโมง กากที่ล้นออกมานำมาเป็นปุ๋ย เป็นต้น

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้พลังงานชีวมวล

การใช้ชีวมวลเพื่อผลิตพลังงาน ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้อาจอยู่ในรูปของเชื้อเพลิงแข็ง เชื้อเพลิงเหลว หรือก๊าซดังรายละเอียดของเทคโนโลยีและกระบวนการที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น อาจมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านต่าง ๆ สรุปได้ดังนี้

1) ผลกระทบต่อพื้นที่ป่าไม้ การผลิตพลังงานจากชีวมวลมีผลกระทบโดยรวมต่อระบบป่าไม้ในด้านต่าง ๆ เช่น การปลูกพืชพลังงานมีผลกระทบต่อพื้นที่ป่าไม้ ในด้านการใช้พื้นที่ให้เหมาะสมและเกิดผลกระทบต่อแร่ธาตุในดินทำให้ดินบริเวณนั้นเสื่อมโทรม มีผลกระทบต่อระบบนิเวศวิทยาของป่าและชีวิตสัตว์ป่า

2) ผลกระทบต่อพื้นที่การเกษตร การผลิตพลังงานจากชีวมวลมีผลกระทบโดยรวมต่อพื้นที่การเกษตรในด้านต่าง ๆ เช่น ผลกระทบต่อพื้นที่การเกษตรในการปลูกพืชพลังงานจะทำให้พื้นที่ปลูกพืชผลทางการเกษตรลดลงและมีผลต่ออาหารและแร่ธาตุในดิน

3) ผลกระทบเนื่องจากของเสียจากมูลสัตว์ การผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ เมื่อกระบวนการเสร็จสิ้นแล้วน้ำเสียส่วนหนึ่งจะถูกปล่อยลงไปในดินหรือแหล่งน้ำธรรมชาติทำให้เกิดกลิ่นและมลพิษทางน้ำ ดังนั้นก่อนการปล่อยน้ำเสียจากขบวนการจำเป็นต้องปรับสภาพน้ำเสียก่อน

แบบฝึกหัดบทที่ 4

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. พลังงานชีวมวล คืออะไร
2. จงอธิบายผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้พลังงานชีวมวล
3. เพราะเหตุใดการใช้พลังงานชีวมวลจึงสามารถช่วยลดสภาวะเรือนกระจก
4. จงอธิบายแหล่งที่มาของชีวมวล มีอะไรบ้าง
5. เพราะเหตุใดการเผาขยะโดยตรงโดยไม่ผ่านกระบวนการคัดแยกจึงก่อให้เกิดปัญหา
6. จงยกตัวอย่างพืชพลังงาน มา 3 ชนิด
7. จงอธิบายหลักการของแก๊สซิฟิเคชัน
8. จงอธิบายหลักการของไพโรลิซิส
9. พลังงานชีวมวลในประเทศไทยที่มีศักยภาพมีอะไรบ้าง ให้ยกตัวอย่างโครงการที่ดำเนินการอยู่
10. อุปสรรคของการใช้กลังงานชีวมวลในประเทศไทยมีอะไรบ้าง