

## บทที่ 9

### พลังงานมวลชีวภาพ

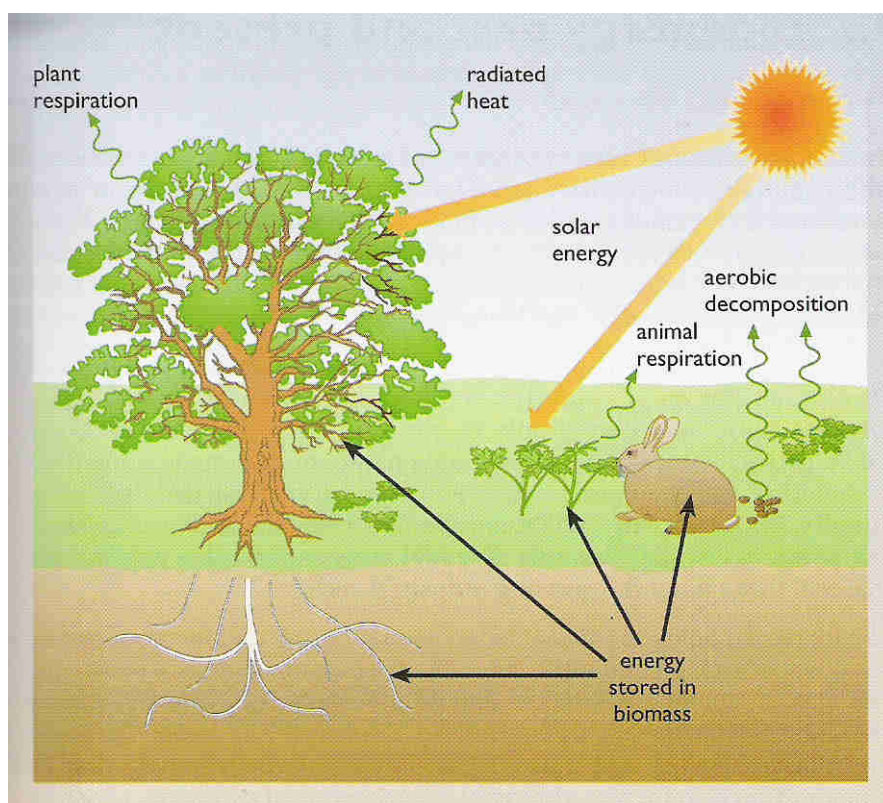
พลังงานมวลชีวภาพเป็นพลังงานที่มีการหมุนเวียนโดยธรรมชาติอีกแหล่งหนึ่ง ที่ได้รับความสนใจมานานจากทั่วทุกมุมโลก เพราะเป็นการใช้แหล่งพลังงานที่มีอยู่ในธรรมชาติทดแทนพลังงานจากซากดึกดำบรรพ์ทั้งในรูปของเชื้อเพลิงและพลังงานความร้อน โดยการนำเอาเศษวัสดุทางการเกษตร พืช หรือมูลสัตว์ต่างๆมาใช้เป็นแหล่งผลิตพลังงาน ทำให้มีต้นทุนในการผลิตค่อนข้างต่ำและเป็นการเปลี่ยนวิธีกำจัดเศษวัสดุที่เหลือจากการเกษตร โดยการนำมาหมุนเวียนใช้ให้เกิดประโยชน์ นอกจากนี้แหล่งพลังงานมวลชีวภาพยังถือว่าเป็นแหล่งพลังงานที่สามารถใช้ได้โดยไม่มีวันหมดถ้ามนุษย์สามารถรักษาสสมดุลระหว่างการนำมาใช้และการสร้างคืนให้แก่ธรรมชาติ อย่างไรก็ตามการนำเอาแหล่งมวลชีวภาพต่างๆมาใช้ประโยชน์ ก็มีทั้งข้อดีและข้อเสียเหมือนกันกับแหล่งพลังงานจากหลายๆแหล่ง ดังนั้นการศึกษา วิจัย และพัฒนาเทคโนโลยีต่างๆ เพื่อใช้ในการเปลี่ยนแหล่งมวลชีวภาพให้เป็นพลังงานตามที่มนุษย์ต้องการจึงไม่มีวันจบสิ้น

#### 9.1 ความหมายของพลังงานมวลชีวภาพ

มวลชีวภาพ (biomass) หมายถึง เนื้อสารของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ซึ่งรวมทั้งคน สัตว์และพืช สิ่งมีชีวิตเหล่านี้สามารถนำมาเปลี่ยนรูปให้เกิดเป็นพลังงานได้ทั้งสิ้น ในกรณีของคนและสัตว์เมื่อเสียชีวิตไปแล้วร่างกายที่ถูกฝังหรือเผาจะเปลี่ยนไปเป็นพลังงานที่สะสมในพืช เพราะเมื่อมีการย่อยสลายแล้วจะกลายเป็นปุ๋ยช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้ สำหรับสัตว์บางชนิดอาจถูกแยกเอาไขมันไปสกัดเป็นน้ำมันเพื่อการบริโภคและเปลี่ยนรูปไปเป็นแหล่งพลังงานหรือเชื้อเพลิงได้ หรือแม้แต่มูลสัตว์ที่เกิดจากการทำปศุสัตว์ก็สามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานได้ ส่วนในกรณีของพืชถือว่าเป็นแหล่งพลังงานมวลชีวภาพที่เป็นแหล่งใหญ่ที่สุด เนื่องจากสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานได้ทุกส่วน ตั้งแต่ราก ลำต้น กิ่งก้าน จนกระทั่งถึงใบ นอกจากนี้หากเป็นพืชที่มนุษย์ปลูกขึ้นเพื่อการเกษตร เมื่อนำเอาส่วนที่ต้องการไปใช้ประโยชน์ตามวัตถุประสงค์แล้ว เศษที่เหลือหรือกากต่างๆ ก็สามารถนำไปเป็นแหล่งพลังงานได้เช่นกัน

การใช้พืชเป็นแหล่งพลังงาน เสมือนเป็นการนำเอาแหล่งพลังงานสำรองจากแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์นั่นเอง เพราะการที่พืชเจริญเติบโตได้จะต้องอาศัยการสังเคราะห์แสงในการสร้าง

อาหารซึ่งอยู่ในรูปของคาร์โบไฮเดรตที่สะสมอยู่ในพืช นั้นก็สามารถกล่าวได้ว่าพืชเป็นแหล่งสะสมพลังงานแสงอาทิตย์ที่ดีที่สุด เพราะสามารถเก็บสำรองพลังงานแสงอาทิตย์โดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางกายภาพไว้ได้นานนับสิบนับร้อยปี และไม่มีการสูญเสียเหมือนกับแหล่งเก็บพลังงานสำรองอื่นๆ (Boyle. 2004 : 106) รูปแบบการสะสมพลังงานแสงอาทิตย์ในรูปของมวลชีวภาพในธรรมชาติ ดังแสดงไว้ในภาพที่ 9.1

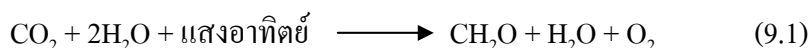


ภาพที่ 9.1 แสดงรูปแบบการสะสมพลังงานแสงอาทิตย์ในรูปของมวลชีวภาพที่มา (Boyle. 2004 : 107)

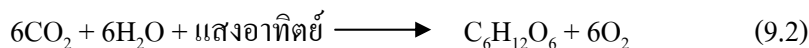
## 9.2 พลังงานจากการสังเคราะห์แสง

การสะสมพลังงานแสงอาทิตย์ในพืชต่าง ๆ นั้น เกิดจากการที่พืชต้องใช้แสงอาทิตย์ในการสร้างอาหารโดยการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) ซึ่งกระบวนการสังเคราะห์แสงที่เกิดขึ้นในพืชจะมีลักษณะคล้ายกับปฏิกิริยาในการเผาไหม้คือ ต้องใช้ออกซิเจนและจะได้คาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำออกมา แต่ในกรณีนี้จะพิเศษกว่าเพราะปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในการสังเคราะห์แสงจะไม่มีวันหยุด

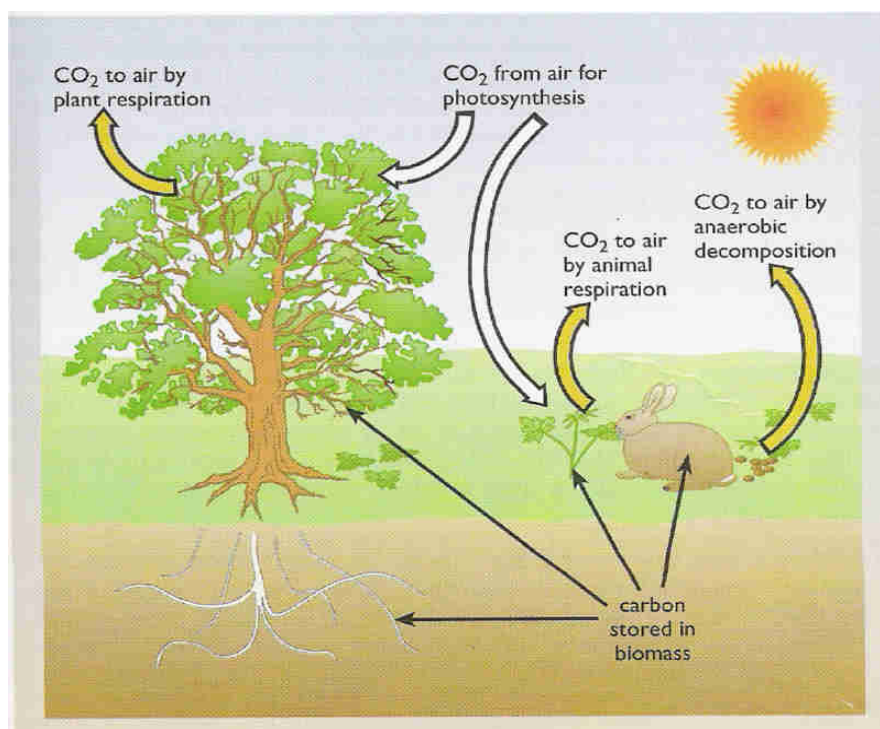
ทราบเท่าที่ยังมีแสงอาทิตย์ พลังงานจากแสงอาทิตย์จะทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาแบบครบวงจรคือให้ทั้งเชื้อเพลิงและออกซิเจน ส่วนน้ำกับคาร์บอนไดออกไซด์พืชสามารถดึงเอาจากบริเวณใกล้เคียงมาใช้ปฏิกิริยาในการสังเคราะห์แสงสามารถเขียนเป็นสมการเคมีทั่วไปได้ดังนี้ (Ristinen & Kaushaar. 1999 : 147-148)



จากปฏิกิริยาพื้นฐานที่เกิดขึ้นนี้พบว่า การได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ในรูปของโมเลกุลพื้นฐานของคาร์โบไฮเดรต ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) 1 โมล จะต้องใช้พลังงานแสงอาทิตย์ประมาณ 112 กิโลแคลอรี (หรือ 470 กิโลจูล) โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของสูตรเคมีทั่วไปของคาร์โบไฮเดรตคือ  $\text{C}_x(\text{H}_2\text{O})_y$  เมื่อ  $x$  และ  $y$  เป็นตัวเลขที่แสดงถึงประเภทต่างๆ ของคาร์โบไฮเดรต เช่น น้ำตาลกลูโคส มีสูตรเคมีเป็น  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  หรือซูโครสมีสูตรเคมีเป็น  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  เป็นต้น ในสมการ 9.2 แสดงปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงที่ได้ผลิตภัณฑ์เป็นน้ำตาลกลูโคส โดยต้องใช้พลังงานแสงอาทิตย์ 674 กิโลแคลอรี (2,830 กิโลจูล)



ปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงในพืชเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นหลายขั้นตอน ตามองค์ประกอบของโมเลกุลของน้ำตาลที่อยู่ในปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นซึ่งก็คือ สารสี (pigment) หรือ คลอโรฟิลล์ (chlorophyll) สารสีที่มีอยู่ในพืชมีด้วยกัน 2 ชนิดคือ ชนิดที่ดูดกลืนแสงในช่วงของแสงสีแดงจากสเปกตรัมของแสง กับ ชนิดที่ดูดกลืนแสงในช่วงของแสงสีน้ำเงินจากสเปกตรัมของแสง ทำให้มองเห็นใบของพืชเป็นสีเขียว ในขณะเดียวกันเมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานของพืชพบว่า พืชมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานเคมีและสะสมอยู่ในตัวเองได้สูงสุดได้ไม่เกินร้อยละ 12.3 เมื่อเทียบปริมาณแสงอาทิตย์ทั้งหมดที่พืชใช้ในการสังเคราะห์แสง จากปริมาณร้อยละ 43 ของแสงอาทิตย์ทั้งหมดที่ส่งมายังโลก (Lewis. 1983 : 54) ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับชนิดและแหล่งที่อยู่ของพืช ส่วนปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในธรรมชาติที่เกิดจากกระบวนการธรรมชาติของพืชถือว่าอยู่ในสภาวะสมดุลคือ ปริมาณในการรับคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปในขณะที่พืชทำการสังเคราะห์แสง จะเท่ากับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่พืชคายออก วัฏจักรคาร์บอนไดออกไซด์ในธรรมชาติดังแสดงไว้ในภาพที่ 9.2



ภาพที่ 9.2 แสดงรูปแบบของวัฏจักรคาร์บอนไดออกไซด์ในธรรมชาติ  
ที่มา (Boyle. 2004 : 111)

### 9.3 แหล่งพลังงานมวลชีวภาพ

การใช้พลังงานจากมวลชีวภาพเป็นแหล่งเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ จำพวกไม้ฟืน แกลบ หรือ มูลสัตว์ต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งพลังงานความร้อน ในประเทศกำลังพัฒนาหลายๆ ประเทศ ถือว่าเป็นการใช้พลังงานมวลชีวภาพแบบดั้งเดิม (traditional biomass) ซึ่งไม่สามารถกล่าวได้ในรูปแบบของการบริโภคพลังงานแบบมหภาคหรือเชิงพาณิชย์ อย่างไรก็ตามในปัจจุบันเมื่อกล่าวถึงการใช้พลังงานจากมวลชีวภาพมักจะกล่าวถึงในลักษณะของปริมาณการใช้พลังงานจากมวลชีวภาพในเชิงพาณิชย์ โดยเฉพาะการใช้เป็นแหล่งพลังงานเชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งลักษณะการใช้พลังงานจากมวลชีวภาพแบบนี้เรียกว่า การใช้พลังงานจากมวลชีวภาพแบบใหม่ (new biomass) โดยสามารถจำแนกแหล่งพลังงานจากมวลชีวภาพออกเป็น 2 แหล่งหลักๆคือ

### 9.3.1 แหล่งพลังงานที่เป็นพืช

พลังงานจากมวลชีวภาพที่มาจากแหล่งพลังงานที่เป็นพืช (energy crops) เป็นการนำเอาพืชทั้งประเภทที่มีอยู่ในธรรมชาติและทำการเพาะปลูกขึ้นเอง มาใช้เป็นแหล่งพลังงาน ซึ่งสามารถแบ่งแหล่งพลังงานจากพืชเหล่านี้ออกเป็น 2 ประเภทคือ

9.3.1.1 ประเภทที่มีลักษณะเป็นไม้ (woody crops) สามารถพบเห็นได้โดยทั่วไป โดยเฉพาะตามแหล่งป่าไม้ต่างๆ ป่าไม้เป็นแหล่งช่วยลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศได้ดีที่สุดซึ่งสามารถกล่าวได้ว่าในช่วงการเจริญเติบโตของต้นไม้หนึ่งต้น ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ต้นไม้ช่วยดูดซับจากชั้นบรรยากาศเพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสง จะมีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากการนำเอาต้นไม้ต้นนั้นมาทำการเผาไหม้ ดังนั้นการนำเอาต้นไม้จากธรรมชาติหนึ่งต้นมาใช้เป็นเชื้อเพลิงจะไม่ทำให้ธรรมชาติเสียสมดุลในเรื่องของมลพิษแต่อย่างใด แต่ปัญหาของมลพิษที่เกิดขึ้นในชั้นบรรยากาศคือมนุษย์มีการใช้พลังงานจากแหล่งอื่น โดยเฉพาะจากซากดึกดำบรรพ์ซึ่งทำให้มีการปล่อยก๊าซพิษต่างๆ ออกสู่ชั้นบรรยากาศ โดยแหล่งพลังงานเหล่านั้นไม่สามารถกำจัดของเสียด้วยตัวของมันเองได้เหมือนต้นไม้ จึงเป็นการปล่อยออกมาแล้วสะสมอยู่ในบรรยากาศ

อย่างไรก็ตามในปัจจุบันการใช้ไม้ฟืน หรือถ่านเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงในอุตสาหกรรมต่างๆ ถือว่าลดลงไปอย่างมาก โดยเฉพาะในกลุ่มประเทศอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งอาจเป็นเพราะผลกระทบจากมลพิษที่เกิดขึ้นต่อบรรยากาศของโลกในทุกวันนี้ อันเนื่องมาจากปริมาณป่าไม้ของโลกที่เหลือน้อยลงไปทุกที ดังนั้นจึงได้มีแนวคิดใหม่ในเรื่องของการทำป่าไม้คือ การปลูกพืชที่มีความแข็งแรง คงทนและโตเร็ว ซึ่งไม่ได้มีวัตถุประสงค์โดยตรงในการนำพืชเหล่านี้มาเป็นแหล่งพลังงาน แต่ต้องการนำเอาน้ำไปใช้ประโยชน์ทั่วไปอย่างอื่น ส่วนเศษไม้ที่เหลือรวมถึงขี้เลื่อยจะถูกนำไปใช้เป็นแหล่งผลิตพลังงานทั้งในรูปของพลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้า ซึ่งแนวคิดนี้จะแตกต่างกับแนวความคิดแบบดั้งเดิมที่ไม่ได้นำเอาเศษส่วนที่เหลือไปใช้ประโยชน์เลย แนวความคิดในการทำป่าไม้แบบใหม่นี้เรียกว่าการปลูกป่าหมุนเวียนช่วงสั้น (short rotation forestry, SRF) นิยมทำกันมากในประเทศสหรัฐอเมริกา ออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ โดยในแถบประเทศยุโรปจะใช้พืชที่เป็นไม้ขนาดเล็กในลักษณะของป่าละเมาะหรือป่าแสม ซึ่งเรียกว่าการปลูกป่าละเมาะหมุนเวียนช่วงสั้น (short rotation coppice, SRC)

9.3.1.2 ประเภทที่มีลักษณะเป็นพืชผลทางการเกษตร (agricultural crops) ในปัจจุบันมีการปลูกพืชผลทางการเกษตรจำพวก อ้อย และข้าวโพด เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานกันอย่างกว้างขวาง ซึ่งสิ่งที่ทั่วโลกกำลังให้ความสนใจคือการนำเอาศักยภาพที่มีอยู่ในพืชเหล่านี้มาทำเป็น

เชื้อเพลิงเหลว (liquid fuels) นอกจากนี้ยังมีการปลูกพืชผลทางการเกษตรชนิดอื่นๆ เพื่อใช้เมล็ดไปสกัดเป็นน้ำมันอย่างเช่น ทานตะวัน สบู่ดำ หรือพืชตระกูลถั่วต่างๆ โดยสามารถเปลี่ยนน้ำมันจากพืชเหล่านี้ไปเป็นน้ำมันไบโอดีเซล และสามารถนำน้ำมันนี้ไปใช้ทดแทนน้ำมันดีเซลที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบได้

การสร้างแหล่งพลังงานแบบที่มีลักษณะเป็นพืชผลทางการเกษตรนี้ จะมีข้อได้เปรียบกว่าการสร้างแหล่งพลังงานแบบที่มีลักษณะเป็นไม้หรือแบบการปลูกเป็นป่าละเมาะ เพราะไม่มีความยุ่งยากในการเพาะปลูก และวงจรการใช้พื้นที่เพื่อการเพาะปลูกมีความยืดหยุ่นมากกว่า อันเกิดจากพวกพืชผลทางการเกษตรเหล่านี้มีวงจรในการเพาะปลูกและการเก็บเกี่ยวที่สั้นกว่า ส่วนค่าพลังงานของแหล่งมวลชีวภาพจากแหล่งที่เป็นพืชแสดงไว้ในตารางที่ 9.1

ตารางที่ 9.1 แสดงค่าพลังงานของแหล่งเชื้อเพลิงมวลชีวภาพชนิดต่างๆ

| ชนิดเชื้อเพลิง          | ค่าพลังงาน<br>(จิกะจูลต่อตัน) | ค่าพลังงาน<br>(จิกะจูลต่อลูกบาศก์เมตร) |
|-------------------------|-------------------------------|--|
| ไม้ (ความชื้นร้อยละ 60) | 6                             | 7                                      |
| ไม้ (ความชื้นร้อยละ 20) | 15                            | 9                                      |
| ไม้ (ความชื้นร้อยละ 0)  | 18                            | 9                                      |
| กระดาษ                  | 17                            | 9                                      |
| มูลสัตว์แห้ง            | 16                            | 4                                      |
| หญ้าสด                  | 4                             | 3                                      |
| มัดฟาง                  | 15                            | 1.5                                    |
| ชานอ้อย                 | 17                            | 10                                     |
| ของเสียจากชุมชน         | 9                             | 1.5                                    |
| น้ำมันปิโตรเลียม        | 42                            | 34                                     |
| ก๊าซธรรมชาติ            | 55                            | 50                                     |

ที่มา (Boyle, 2004 : 110)

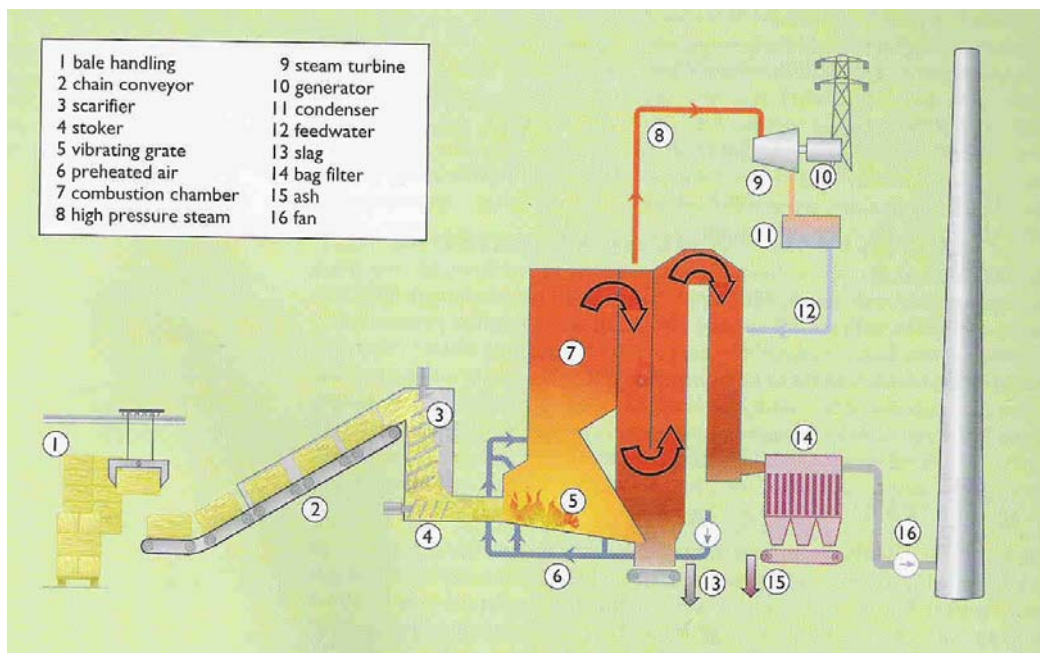
### 9.3.2 แหล่งพลังงานที่เป็นของเหลือใช้

หลังการใช้ประโยชน์จากไม้หรือการเก็บเกี่ยวพืชผลทางการเกษตรแล้ว จะมีของเหลือใช้ (wastes) จำพวกเศษไม้ ขี้เลื่อย ชังหรือเปลือกของพืชต่างๆ รวมถึงมูลสัตว์ที่ได้จากการปศุสัตว์ สิ่งต่างๆ เหล่านี้ถือว่าเป็นแหล่งพลังงานมวลชีวภาพอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานได้ ของเหลือใช้มีตั้งแต่ระดับในครัวเรือน ระดับชุมชน จนกระทั่งระดับโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งจะเห็นได้ว่าแหล่งพลังงานเหล่านี้มีมากมาย สามารถจำแนกเป็นชนิดต่างๆ ดังนี้

9.3.2.1 เศษไม้ (wood residues) เป็นแหล่งพลังงานมวลชีวภาพที่อยู่ในรูปของของแข็ง (solid biomass) มีเกิดขึ้นมากมายจากการทำอุตสาหกรรมป่าไม้ ซึ่งส่วนใหญ่ต้องการใช้แต่เนื้อไม้ ส่วนที่เหลือคือใบและกิ่งก้านต่างๆ ที่ไม่สามารถใช้ได้ตามวัตถุประสงค์รวมถึงบรรดาขี้เลื่อยที่ได้จากกระบวนการแปรรูปไม้สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานทั้งในรูปของพลังงานความร้อนและการผลิตไฟฟ้า โดยเฉพาะการผลิตไฟฟ้าในปัจจุบันในประเทศออสเตรเลียมีใช้ประมาณร้อยละ 6 ของการผลิตไฟฟ้าทั้งหมด และในสหรัฐอเมริกาใช้เศษไม้เหล่านี้เป็นแหล่งพลังงานในการผลิตไฟฟ้ากว่า 6 จิกะวัตต์

9.3.2.2 เศษพืชผลทางการเกษตร (agricultural wastes) เศษวัสดุต่างๆ ที่เกิดจากพืชผลทางการเกษตรจำพวก ฟางข้าวสาลี ข้าวโพด ชานอ้อย และแกลบ เป็นต้น เศษวัสดุเหลือใช้เหล่านี้ในแต่ละปีรวมกันมีปริมาณนับพันล้านตัน และเมื่อคิดเป็นพลังงานจะได้พลังงานรวม 40 ล้านเทระจูล ในสมัยก่อนฟางจะถูกเผาทิ้งตั้งแต่อยู่นาหรือในไร่ ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาหมอกพิษเป็นอย่างมาก แต่เมื่อประมาณสิบกว่าปีมานี้ในแถบประเทศยุโรปมีการห้ามเผาฟางในนา จึงทำให้ต้องมีการขนย้ายฟางข้าวมาเก็บไว้ในที่แห้งๆ และเมื่อแห้งแล้วก็ถูกส่งไปยังแหล่งผลิตไฟฟ้าต่อไป แต่เนื่องจากค่าความหนาแน่นของพลังงาน (energy density) ของฟางข้าวมีค่า 15 จิกะจูลต่อตัน และฟางข้าว 1 ตันมีปริมาตรถึง 6 ลูกบาศก์เมตร ทำให้เกิดปัญหาในเรื่องของค่าใช้จ่ายในการขนย้ายและการเก็บรักษา จึงทำให้เกิดอุตสาหกรรมชนิดใหม่ขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว โดยการอัดฟางให้แน่นเหมือนการอัดกระดาษทำให้มีความหนาแน่นประมาณ 1 ตันต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายดังกล่าวได้และยังช่วยให้การใช้ฟางเป็นเชื้อเพลิงสะดวกมากขึ้น สำหรับชานอ้อยซึ่งเกิดขึ้นหลังจากการบีบอ้อยของโรงงานน้ำตาล สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้ในโรงงานเองหรือในกรณีที่สามารถผลิตได้มากจนเหลือใช้ก็สามารถส่งขายผ่านระบบสายส่งได้ ในปัจจุบันโรงงานน้ำตาลทั่วโลกมีกำลังผลิตไฟฟ้ารวมกันประมาณ 50 จิกะวัตต์

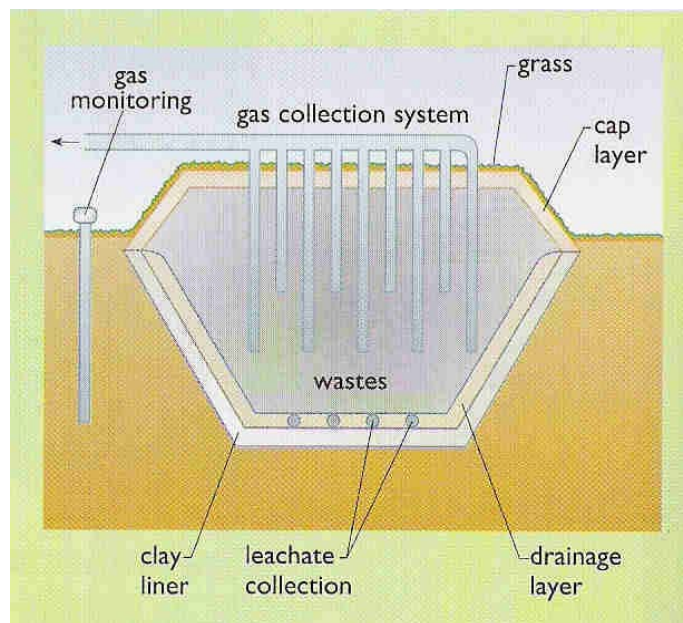
9.3.2.3 สิ่งปฏิกูลจากสัตว์ (animal wastes) เนื่องจากในแต่ละวัน สัตว์จะมีการถ่ายสิ่งปฏิกูลออกมาปริมาณมากหรือน้อยก็แล้วแต่ขนาดของสัตว์ชนิดนั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าเป็นการเลี้ยงสัตว์ในลักษณะเป็นฟาร์ม จะสามารถรวบรวมสิ่งปฏิกูลจากสัตว์ได้ในปริมาณมากพอที่จะสามารถนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานได้ สิ่งปฏิกูลเหล่านี้ในเบื้องต้นอาจถูกใช้ประโยชน์ในลักษณะของปุ๋ยคอก (animal manure) ซึ่งถือว่าเป็นการคืนพลังงานให้แก่ธรรมชาติทางหนึ่ง เพราะพืชสามารถดูดซึมเอาสารอาหารบางอย่างไปช่วยในการเจริญเติบโต อย่างไรก็ตามในการทำปุ๋ยคอกนั้นจะมีก๊าซมีเทนออกมาซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสถานะแวดล้อม เนื่องจากก๊าซมีเทนเป็นก๊าซที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์สภาวะเรือนกระจก ปัจจุบันในหลายประเทศทั่วโลกได้มีการใช้แหล่งพลังงานเหล่านี้ผลิตไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์ ซึ่งโรงไฟฟ้าในบางแห่งอาจมีกำลังการผลิตถึง 40-50 เมกะวัตต์ ผังการใช้เศษพืชผลทางการเกษตรเป็นแหล่งพลังงานในการผลิตไฟฟ้า ดังแสดงในภาพที่ 9.3



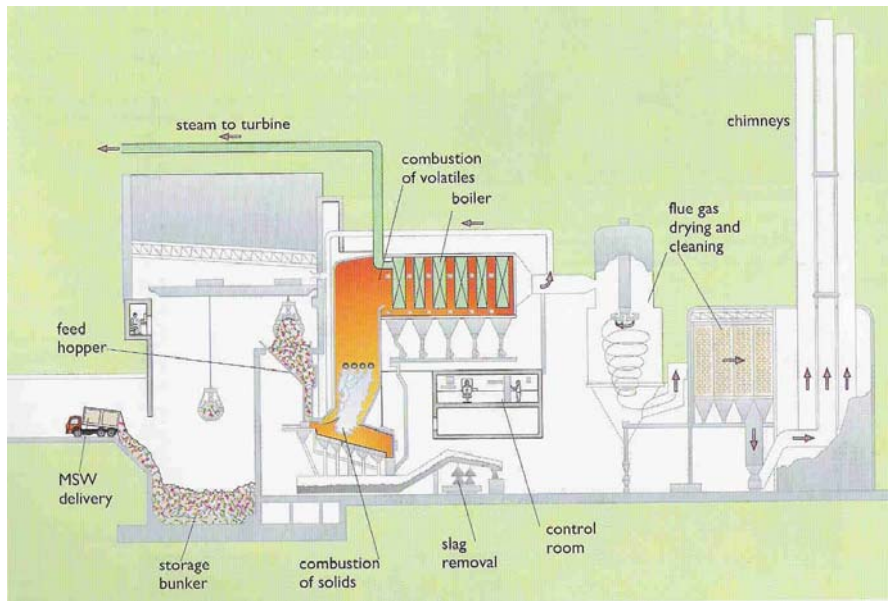
ภาพที่ 9.3 แสดงผังการใช้เศษพืชผลทางการเกษตรเป็นแหล่งพลังงานผลิตไฟฟ้า  
ที่มา (Boyle, 2004 : 118)



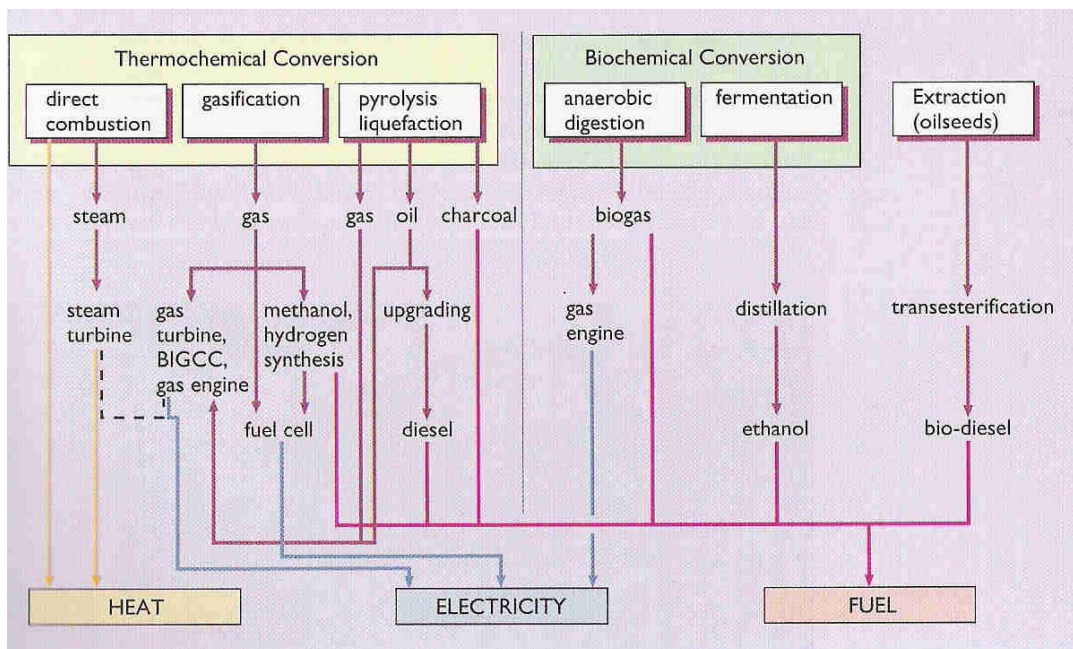
9.3.2.4 ของเหลือใช้จากชุมชน (municipal wastes) หรืออาจเรียกโดยทั่วไปว่าขยะจากชุมชน ผลจากการบริโภคของมนุษย์ทำให้มีการทิ้งสิ่งของที่เหลือกินเหลือใช้ให้อยู่ในสภาพขยะ ค่าเฉลี่ยของการทิ้งขยะในแต่ละครัวเรือนของกลุ่มประเทศอุตสาหกรรมมีมากกว่า 1 ตันต่อปี ซึ่งคิดเป็นพลังงานถึง 9 จิกะจูล (Boyle. 2004 : 120) ขยะที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะเป็นพวกกระดาษ เศษแก้ว เศษโลหะต่างๆ และอื่นๆ อีกมากมาย หนึ่งในขยะเหล่านี้ที่น่าสนใจคือบรรดาพวกขยะที่เป็นสารอินทรีย์ชนิดต่างๆซึ่งสามารถย่อยสลายได้โดยกระบวนการย่อยสสารอินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic digestion) และผลที่ได้จากกระบวนการส่วนใหญ่ คือก๊าซมีเทนซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานได้ต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 9.4 ส่วนขยะประเภทอื่นอาจใช้วิธีคัดแยกเพื่อเอาไปใช้ใหม่ (recycling) อย่างเช่น พวกขยะที่เป็นโลหะ หรือมีส่วนผสมของโลหะอยู่ เป็นต้น นอกจากนี้ขยะส่วนที่เหลือยังสามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานโดยใช้เป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ (combustion) หรืออาจใช้วิธีฝังกลบ (landfills) โดยวิธีนี้เมื่อเวลาผ่านไปนานเป็นปีๆ ผลที่เกิดขึ้นคือจะเกิดก๊าซจากหลุมฝังกลบ (landfills gas, LFG) ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานได้อีกทางหนึ่ง นอกจากนี้ยังสามารถนำไปเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าดังแสดงในภาพที่ 9.5



ภาพที่ 9.4 แสดงรูปแบบการนำก๊าซที่เกิดจากการฝังกลบไปใช้  
ที่มา (Boyle. 2004 : 121)



ภาพที่ 9.5 แสดงผังการใช้ของเหลือใช้จากชุมชนเป็นแหล่งพลังงานผลิตไฟฟ้า  
ที่มา (Boyle. 2004 : 125)



ภาพที่ 9.6 แสดงผังการเปลี่ยนมวลชีวภาพให้เป็นพลังงาน โดยวิธีต่างๆ  
ที่มา (Boyle. 2004 : 127)

## 9.4 กระบวนการเปลี่ยนมวลชีวภาพเป็นพลังงาน

การนำเอามวลชีวภาพประเภทต่างๆ มาเปลี่ยนเป็นพลังงาน โดยยึดเอากระบวนการที่เกี่ยวข้องในการเปลี่ยนรูปเป็นพลังงาน สามารถจำแนกเป็นรูปแบบหลักๆ ได้ 3 กระบวนการ ดังแสดงในภาพที่ 9.6 และมีรายละเอียดดังต่อไปนี้คือ

### 9.4.1 กระบวนการทางเคมีความร้อน

การเปลี่ยนมวลชีวภาพต่างๆ ให้เป็นพลังงาน โดยอาศัยกระบวนการทางเคมีความร้อน (thermochemical conversion) เป็นกระบวนการที่ใช้พลังงานความร้อนมาทำให้โครงสร้างทางเคมีของมวลชีวภาพนั้นเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานตามความต้องการ กระบวนการทางเคมีความร้อน อาจแบ่งออกเป็น 3 วิธีคือ

9.4.1.1 การเผาไหม้ (combustion) มนุษย์ได้รับพลังงานความร้อนจากการใช้มวลชีวภาพมาทำการเผาไหม้มานานนับพันปี โดยเริ่มตั้งแต่การใช้เพื่อให้ความอบอุ่นและการประกอบอาหารต่างๆ จนกระทั่งมีการพัฒนามาใช้เป็นเชื้อเพลิงในต้มน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้า อย่างไรก็ตามการใช้มวลชีวภาพเพื่อต้มน้ำให้เดือด ถือว่ามีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานค่อนข้างต่ำ (Boyle, 2004 : 123) ดังนั้นในการเผาไหม้มวลชีวภาพให้มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานสูงขึ้น อาจทำได้โดยการออกแบบเตาเผาให้มีความสามารถในการป้องกันการรั่วไหลของพลังงานความร้อนออกสู่ภายนอก นอกจากนี้สิ่งที่จะต้องคำนึงในการเผาไหม้มวลชีวภาพคือ ความชื้นที่มีอยู่ในมวลชีวภาพนั้น เพราะจะต้องใช้พลังงานส่วนหนึ่งในการทำให้ความชื้นที่มีอยู่ในมวลชีวภาพนั้นระเหยออกไปให้หมดก่อนแล้วมวลชีวภาพนั้นจึงจะสามารถให้พลังงานออกมาได้นั้นคือสามารถกล่าวได้ว่าในกระบวนการเผาไหม้นั้นจะมีอยู่ด้วยกัน 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการไล่ความชื้นที่มีอยู่ในมวลชีวภาพและขั้นตอนของการติดไฟถึงให้พลังงานความร้อนออกมา ซึ่งจะเห็นได้ว่าในการเผาไหม้นั้นจะมีน้ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาด้วย การเผาไหม้สามารถเขียนเป็นสมการทางเคมีได้คือ



9.4.1.2 การทำให้เป็นก๊าซ (gasification) เป็นกระบวนการผลิตก๊าซจากมวลชีวภาพ โดยการเผาไหม้มวลชีวภาพโดยใช้อากาศหรือออกซิเจนในปริมาณน้อยๆ ก๊าซที่ได้จากกระบวนการนี้จะประกอบด้วย คาร์บอนมอนอกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจนและมีเทน ซึ่งถือว่าเป็นก๊าซที่ให้ค่าพลังงานค่อนข้างต่ำประมาณ 1 ใน 6 ของพลังงานจากก๊าซธรรมชาติ ก๊าซนี้จะถูกนำไปใช้ในการขับเคลื่อนกังหันก๊าซ (gas turbine) เพื่อผลิตไฟฟ้า หรือทำให้เกิดการควบแน่นแล้วนำไปกลั่นให้มีความบริสุทธิ์ถึงร้อยละ 98 ก็จะได้เป็นเมทานอล (methanol) ออกมา (Shepherd & Shepherd. 1998 : 362) นอกจากนี้ยังสามารถนำก๊าซนี้ไปแยกประเภท แล้วใช้ตามวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันตามคุณสมบัติของก๊าซนั้นๆ

9.4.1.3 การแยกสลายด้วยความร้อน (pyrolysis) เป็นกระบวนการให้ความร้อนแก่มวลชีวภาพโดยไม่ใช้ออกซิเจน ดังนั้นในกระบวนการนี้มวลชีวภาพจะไม่เกิดการติดไฟ ตัวอย่างของการใช้กระบวนการนี้ได้แก่ การทำถ่าน (charcoal) เป็นการให้ความร้อนแก่ไม้จนอุณหภูมิสูงถึง 250 องศาเซลเซียส ให้ความชื้นในไม้ระเหยออกไปหมดและกลายเป็นถ่านที่เป็นสารคาร์บอน ซึ่งเมื่อนำไปใช้จะมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนถึงร้อยละ 80 นอกจากนี้กระบวนการนี้ยังใช้ในการทำให้มวลชีวภาพเปลี่ยนสถานะไปเป็นของเหลวหรือก๊าซได้เช่นกัน เช่น ถ้าใช้กระบวนการนี้กับสารอินทรีย์ต่างๆ โดยให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิถึง 500-900 องศาเซลเซียส ที่ความดันปกติและไม่มีออกซิเจน จะได้เมทานอลออกมาจากกระบวนการ ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับยานยนต์ต่างๆ ได้

#### 9.4.2 กระบวนการทางชีวเคมี

การเปลี่ยนมวลชีวภาพไปเป็นพลังงานในรูปแบบต่างๆ โดยกระบวนการทางชีวเคมี (biochemical conversion) เป็นการใช้ประโยชน์จากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะไม่ใช้อากาศหรือออกซิเจน กระบวนการนี้อาจแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบคือ

9.4.2.1 การย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะไม่ใช้อากาศ กระบวนการนี้อาศัยการย่อยสลายมวลชีวภาพโดยแบคทีเรียจากธรรมชาติในสภาวะไร้อากาศ ตัวอย่างของกระบวนการนี้ที่ใช้กันอยู่เช่น ก๊าซที่ได้จากการฝังกลบขยะหรือก๊าซที่เกิดขึ้นจากบ่อเก็บมูลสัตว์ของฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ก๊าซชีวภาพที่ได้จากแหล่งเหล่านี้จะประกอบด้วยก๊าซมีเทนประมาณร้อยละ 50-75 (Boyle. 2004 : 128) สามารถนำไปใช้กับเครื่องยนต์สันดาปภายใน (internal combustion engines) ขนาดใหญ่เพื่อขับเคลื่อนกำเนิดไฟฟ้าให้ทำงานได้ ในขณะที่เดียวกันถ้าสามารถแยกเอาคาร์บอนไดออกไซด์และ

ไฮโดรเจนซัลไฟด์ออกจะทำให้ก๊าซชีวภาพนี้มีคุณสมบัติเหมือนกับก๊าซธรรมชาติและสามารถใช้กับยานยนต์ต่างๆ ได้

9.4.2.2 การหมัก (fermentation) การหมักเป็นกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะไร้อากาศประเภทหนึ่ง โดยการนำมวลชีวภาพมาหมักด้วยแบคทีเรียในสภาวะไร้อากาศ ซึ่งแป้งและน้ำตาลที่มีอยู่ในมวลชีวภาพเมื่อถูกย่อยสลายด้วยเอนไซม์จะเปลี่ยนรูปเป็นแอลกอฮอล์ โดยมีเอทานอล (ethanol) เป็นส่วนประกอบอยู่ประมาณร้อยละ 10 โดยปริมาตร และถ้าต้องการใช้เอทานอลแทนน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้กับเครื่องยนต์เบนซิน ต้องนำเอทานอลไปกลั่นให้มีความบริสุทธิ์ถึงร้อยละ 99.5 จึงจะใช้แทนกันได้

### 9.4.3 กระบวนการสกัดน้ำมันจากเมล็ดหรือผลของพืช

กระบวนการสกัดน้ำมัน (extraction) เมล็ดหรือผลของพืชบางชนิดเช่น ถั่วลิสง ถั่วเหลือง เมล็ดงุ่น มะพร้าว ปาล์มน้ำมัน สามารถนำมาสกัดเอาน้ำมันที่เรียกกันว่า น้ำมันพืช โดยค่าพลังงานที่ได้จากผลของพืชเหล่านี้มีค่าประมาณ 37-39 จิกะจูลต่อตัน การนำเอาน้ำมันพืชมาใช้เป็นเชื้อเพลิงจะต้องทำให้บริสุทธิ์ก่อน โดยวิธีการแยกหรือกำจัดส่วนประกอบจำพวกไขมันอิสระและสิ่งเจือปนต่างๆออกไป กรรมวิธีในการสกัดน้ำมันจากพืชจะขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณน้ำมันของพืชเหล่านั้น โดยทั่วไปจะใช้อยู่ 2 วิธี (คณะกรรมการพลังงานสภาผู้แทนราษฎร. 2545 : 107-108) คือ

9.4.3.1 การสกัดน้ำมันด้วยการบีบอัด (pressing) ใช้สำหรับพืชที่มีน้ำมันเป็นองค์ประกอบมากกว่าร้อยละ 25 เช่น ถั่วลิสง มะพร้าว ปาล์มน้ำมัน เมล็ดละหุ่ง โดยการบีบอัดน้ำมันออกจากเมล็ดหรือผลของพืชน้ำมันนั้นๆ ด้วยเครื่องสกัดแบบเกลียวอัด (expeller)

9.4.3.2 การสกัดด้วยตัวทำละลาย (solvent extraction) ใช้สำหรับพืชที่มีปริมาณน้ำมันต่ำกว่าร้อยละ 25 เช่น ถั่วเหลือง เมล็ดงุ่น รำข้าว เมล็ดฝ้าย โดยใช้ตัวทำละลาย เช่น เฮกเซน สกัดน้ำมันออกจากเมล็ดพืชเหล่านี้ในเครื่องสกัด

## 9.5 การผลิตพลังงานมวลชีวภาพสำหรับยานยนต์

น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงที่สำคัญสำหรับยานยนต์ แต่เนื่องจากปัญหาเรื่องปริมาณสำรองที่มีอยู่และสถานการณ์ต่างๆ ทำให้ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงในปัจจุบันสูงขึ้นมาก ประกอบกับผลกระทบจากการใช้น้ำมันที่เกิดขึ้นต่อภาวะแวดล้อม ทำให้มีความพยายาม ค้นคว้า วิจัย เพื่อหาแหล่งพลังงาน

ที่จะใช้แทนน้ำมัน โดยทั่วไปยานยนต์ที่ใช้กันอยู่มากที่สุดจะใช้น้ำมันอยู่ 2 ชนิดหลักคือ น้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซล ซึ่งการผลิตพลังงานจากมวลชีวภาพที่มีความสอดคล้องกับชนิดของน้ำมันดังกล่าวโดยทั่วไปสามารถผลิตได้ใน 2 รูปแบบ คือ เอทานอลกับไบโอดีเซล ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### 9.5.1 เอทานอล

เทคโนโลยีการผลิตเอทานอลได้มีการคิดค้นกันมาเป็นเวลานานมาแล้ว แต่ก็ยังคงต้องพัฒนาและปรับปรุงให้ดีขึ้นเรื่อยๆ เพื่อลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต เอทานอลเป็นสารอินทรีย์ที่มีสูตรโมเลกุลเป็น  $C_2H_5OH$  มีน้ำหนักโมเลกุล 46.07 จุดเดือดประมาณ 78 องศาเซลเซียส มีลักษณะเป็นของเหลวใสไม่มีสี ติดไฟง่าย ให้เปลวไฟสีน้ำเงินไม่มีควัน สามารถรวมตัวกับน้ำ อีเทอร์ หรือคลอโรฟอร์ม ได้ทุกส่วน และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่างเช่น ใช้เป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ใช้ในอุตสาหกรรมยา ใช้เป็นตัวทำละลายในผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เช่น สีแล็กเกอร์ ยาเคลือบน้ำมัน ใช้เป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์สารเคมีและชีวเคมี ใช้เป็นสารเพิ่มค่าออกเทนในน้ำมันเบนซิน ที่เรียกว่า แก๊สโซฮอล์ ใช้ผลิตเป็นอาหาร เช่น น้ำส้มสายชู เกลาติน ใช้ทางการแพทย์ เช่น ใช้เช็ดทำความสะอาด ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง เป็นต้น สำหรับการกระบวนการผลิตและการใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง มีดังต่อไปนี้

9.5.1.1 กระบวนการผลิตเอทานอล ในการผลิตเอทานอลโดยใช้วิธีการทางชีวเคมี จะใช้วัสดุทางการเกษตรที่มีองค์ประกอบประเภท แป้ง น้ำตาล หรือเซลลูโลส เป็นวัตถุดิบ เอทานอลที่ได้เรียกว่า ไบโอดีเซล (bio ethanol) ตัวอย่างผังกระบวนการผลิตเอทานอลดังแสดงในภาพที่ 9.7 ซึ่งสามารถสรุปกระบวนการผลิตเอทานอลเป็น 4 ขั้นตอน (คณะกรรมการพลังงานสภาผู้แทนราษฎร. 2545 : 45-51) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้คือ

(1) การเตรียมวัตถุดิบก่อนการหมัก มีด้วยกันหลายวิธีขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ เช่น วัตถุดิบที่สามารถใช้เชื้อจุลินทรีย์และการจัดเตรียมทำได้ง่าย ได้แก่ วัตถุดิบที่เป็นกากน้ำตาล ซึ่งสามารถทำให้เจือจางได้โดยใช้น้ำผสมลงไปเมื่อมีความเข้มข้นเหมาะสมก็สามารถนำไปหมักได้ ในกรณีที่เป็นวัตถุดิบที่ต้องมีการจัดเตรียม เช่น หัวมันสำปะหลังซึ่งเป็นวัตถุดิบประเภทแป้งหรือวัตถุดิบประเภทเยื่อใย จะต้องนำไปผ่านกระบวนการย่อยให้เป็นน้ำตาลโดยการใช้กรดหรือเอนไซม์ เพื่อทำให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมก่อนจะทำการหมักต่อไป





การกวน (agitation) ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) และอุณหภูมิในการหมัก ซึ่งปริมาณต่างๆ เหล่านี้ขึ้นอยู่กับชนิดของการหมัก ชนิดของผลิตภัณฑ์ และชนิดของจุลินทรีย์ที่ใช้ อย่างไรก็ตามหากเป็นการใช้เชื้อยีสต์แห้ง (dry yeast) ขั้นตอนการเตรียมหัวเชื้อก็ไม่จำเป็นต้องมี เพราะสามารถใส่เชื้อยีสต์แห้งในถังหมักได้เลย ส่วนขั้นตอนการหมัก เมื่อเตรียมวัตถุดิบพร้อมแล้ว นำมาใส่ในถังหมัก (fermentor) วัตถุดิบอาจผ่านหรือไม่ผ่านขั้นตอนการฆ่าเชื้อ ขึ้นอยู่กับชนิดของการหมักและวัตถุดิบที่ใช้ เช่น กากน้ำตาลไม่จำเป็นต้องฆ่าเชื้อสามารถหมักได้เลย เชื้อยีสต์จะทำหน้าที่ในการเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสภายใต้สภาพไร้ออกซิเจนให้เป็นแอลกอฮอล์โดยใช้เวลา 2-3 วัน ซึ่งจะได้แอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นประมาณร้อยละ 8-12 โดยปริมาตร

(3) การแยกเอทานอลและการทำให้บริสุทธิ์ เป็นขั้นตอนที่ต้องการแยกเอทานอลที่เกิดขึ้นออกจากน้ำหมัก โดยใช้กระบวนการกลั่นลำดับส่วนซึ่งสามารถแยกเอทานอลให้ได้ความบริสุทธิ์ร้อยละ 95.6 โดยปริมาตร ซึ่งเป็นค่าสูงสุดที่สามารถกลั่นได้ภายใต้ความดันบรรยากาศ เนื่องจากเกิดองค์ประกอบที่เป็นสารผสมคงจุดเดือด (azeotropic mixture) แต่ในการนำเอทานอลไปใช้งานจะต้องทำให้มีความบริสุทธิ์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 99.5 หรือที่เรียกว่า เอทานอลไร้น้ำ (anhydrous ethanol หรือ absolute ethanol)

(4) การใช้ประโยชน์จากผลิตภัณฑ์รองและของเสีย ผลิตภัณฑ์รองที่เกิดขึ้นได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ฟิวเซลอลอยด์และอื่นๆ ส่วนของเสียได้แก่ น้ำเสียจากกระบวนการกลั่น กากจากกระบวนการเตรียมวัตถุดิบและการหมัก เป็นต้น ซึ่งจะมีวิธีใช้ประโยชน์จากสิ่งต่างๆ เหล่านี้คือ

(4.1) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะถูกทำให้บริสุทธิ์และแปรรูปไปใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องทำความเย็น น้ำอัดลม น้ำโซดา น้ำแข็งแห้ง อุปกรณ์ดับเพลิง เป็นต้น

(4.2) ฟิวเซลอลอยด์ จะถูกแปรรูปและนำไปใช้ในอุตสาหกรรมผลิตเล็กเกอร์ ผสมทำกาว น้ำหอมบางชนิด ยาฆ่าแมลง ยาฆ่าวัชพืช เป็นต้น

(4.3) น้ำเสีย หรือที่เรียกว่าน้ำกากสำ จะถูกแปรรูปไปเป็นปุ๋ยชีวภาพ และก๊าซชีวภาพ เป็นต้น

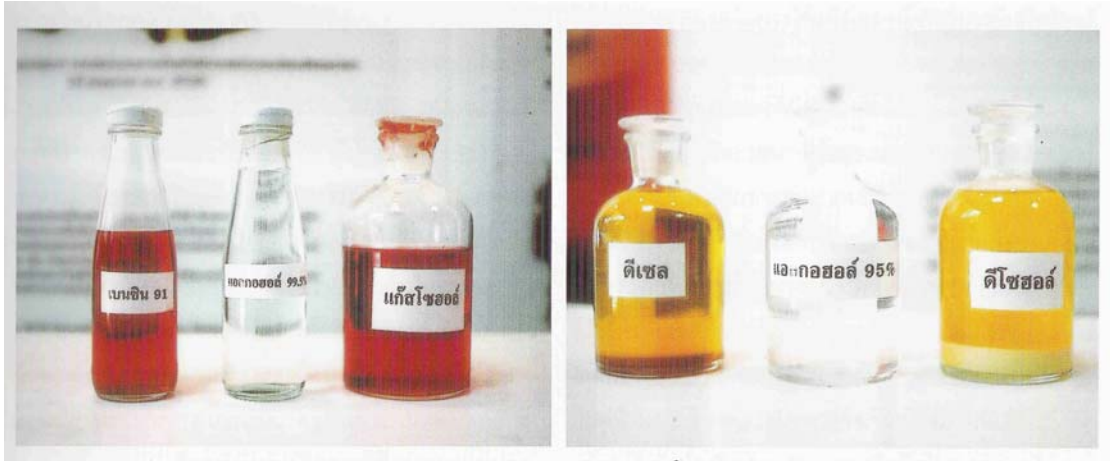
9.5.1.2 การใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิง เอทานอลที่ถูกนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง จะต้องเป็นเอทานอลไร้น้ำ ซึ่งสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ 3 รูปแบบ คือ

(1) ใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรง แทนน้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซล

(2) ใช้ในรูปน้ำมันเชื้อเพลิงผสม โดยนำไปผสมกับน้ำมันเบนซินเรียกว่า แก๊สโซฮอล์ (gasohol) หรือผสมกับน้ำมันดีเซลเรียกว่า ดีโซฮอล์ (diesohol) ดังแสดงในภาพที่ 9.8



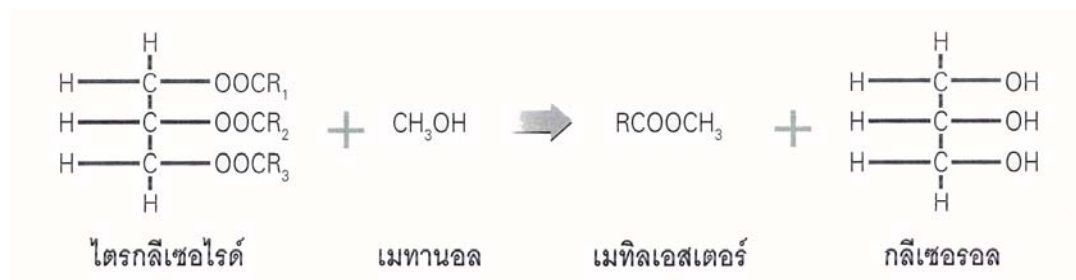
(3) ใช้เป็นสารแต่งเติม หรือสารเคมีเพิ่มออกเทนให้แก่เครื่องยนต์ เพื่อใช้แทนสารเมทิลเทียรีบิวทิลอีเธอร์ (MTBE) หรือสารเอทิลเทียรีบิวทิลอีเธอร์ (ETBE)



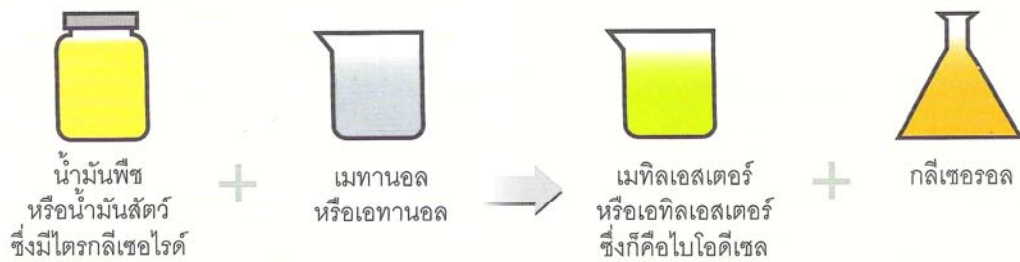
ภาพที่ 9.8 แสดงตัวอย่างการใช้เอทานอลผสมกับน้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซลที่มา (คณะกรรมการพลังงานสภาผู้แทนราษฎร. 2545 : 59)

### 9.5.2 ไบโอดีเซล

ไบโอดีเซล (biodiesel) เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดหนึ่งที่เป็นสารเอสเตอร์ (ester) ที่ได้จากการใช้น้ำมันพืชหรือน้ำมันสัตว์มาทำปฏิกิริยาเคมีกับเมทานอลหรือเอทานอล โดยปฏิกิริยาดังกล่าวเรียกว่าปฏิกิริยาทรานส์เอสเตอริฟิเคชัน (transesterification) ดังแสดงในภาพที่ 9.9 สารเอสเตอร์หรือไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงสะอาดไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม สามารถเผาไหม้ได้อย่างสมบูรณ์และไอเสียมีมลพิษต่ำกว่าการใช้น้ำมันดีเซล โดยหลักการเบื้องต้นในการผลิตไบโอดีเซลแสดงไว้ในภาพที่ 9.10



ภาพที่ 9.9 แสดงปฏิกิริยาทรานส์เอสเตอริฟิเคชันซึ่งจะได้สารเอสเตอร์หรือไบโอดีเซล



ภาพที่ 9.10 แสดงหลักการพื้นฐานในการผลิตไบโอดีเซล

9.5.2.1 กระบวนการผลิตไบโอดีเซล วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซลสามารถใช้ได้ทั้งที่เป็นน้ำมันพืชและน้ำมันสัตว์ ซึ่งน้ำมันพืชสามารถสกัดได้จากพืชน้ำมันต่างๆไป เช่น ปาล์มน้ำมัน เมล็ดเรพ เมล็ดทานตะวัน เมล็ดสบู่ดำ และมะพร้าว เป็นต้น โดยในประเทศไทยจะใช้พืชจำพวก มะพร้าว และปาล์ม เป็นส่วนใหญ่ ส่วนเมล็ดเรพและเมล็ดทานตะวัน จะมีมากในแถบกลุ่มประเทศยุโรป ซึ่งการเลือกพืชน้ำมันชนิดใดมาสกัดต้องคำนึงถึงปริมาณและองค์ประกอบของพืชนั้นด้วย กระบวนการผลิตไบโอดีเซลหรือการสังเคราะห์สารเอสเตอ์จากน้ำมันพืชและไขมันสัตว์ มี 3 วิธี (คณะกรรมการพลังงานสภาผู้แทนราษฎร. 2545 : 89-100) คือ

- (1) การใช้ปฏิกิริยาทรานส์เอสเตอริฟิเคชันของน้ำมันและแอลกอฮอล์ โดยใช้ด่างหรือกรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา
- (2) การใช้ปฏิกิริยาทรานส์เอสเตอริฟิเคชันของน้ำมันและแอลกอฮอล์ ทำปฏิกิริยาที่ความดันสูง โดยไม่ต้องใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา
- (3) การเปลี่ยนน้ำมันพืชหรือไขมันให้เป็นกรดไขมันก่อน แล้วจึงนำไปทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ให้เป็นเอสเตอ์

9.5.1.2 การใช้ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ในความเป็นจริงแล้วน้ำมันพืชสามารถใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลได้โดยตรงเพราะเมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของน้ำมันพืชกับน้ำมันดีเซล เช่น ค่าความร้อนของน้ำมันดีเซลอยู่ที่ 46-47 เมกะจูลต่อกิโลกรัม ในขณะที่น้ำมันพืชดิบหรือที่พร้อมสำหรับการใช้จะมีค่าความร้อนอยู่ที่ 38-40 เมกะจูลต่อกิโลกรัม ซึ่งต่ำกว่าน้ำมันดีเซลประมาณร้อยละ 15-20 ส่วนค่าความหนืดของน้ำมันพืชจะสูงกว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 10-20 เท่า และค่าซีเทนัมเบอร์ของน้ำมันดีเซลอยู่ที่ 47-48 ในขณะที่น้ำมันพืชอยู่ที่ 50-56 ซึ่งคุณสมบัติทั้งหมดนี้จะแล้วแต่ชนิดของน้ำมันพืช ดังนั้นจะเห็นว่าปัญหาหลักในการใช้น้ำมันพืชดิบแทนน้ำมันดีเซลนั้นคือ เรื่องของความหนืด ซึ่งถ้าความหนืดสูงจะทำให้การไหลในท่อในระบบส่งน้ำมันทำได้ยาก

และในขณะที่ผ่านหัวฉีดจะทำให้เป็นฝอยได้ยาก ดังนั้นการเดินเครื่องรอบต่ำจะเกิดการสะดุด ส่วนการแก้ไขอาจทำได้โดยใช้ผสมกับน้ำมันก๊าดในอัตราส่วนเล็กน้อยร้อยละ 5-10 และใช้น้ำมันพีชร้อยละ 90-95 จะทำให้ค่าความหนืดลดลงได้ (พิรศักดิ์ วรสุนทรโรตถ. 2544 : 47) อย่างไรก็ตามการใช้ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์นั้น ย่อมดีกว่าน้ำมันพีชดิบอย่างแน่นอนเพราะเป็นการผลิตขึ้นมาเพื่อรองรับการใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลโดยตรง และมีคุณสมบัติบางประการดีกว่าน้ำมันดีเซล เช่น ประสิทธิภาพในการเผาไหม้ การหล่อลื่น การปล่อยก๊าซเรือนกระจก นอกจากนี้หากพิจารณาให้ครบวงจรจะพบว่า การผลิตและใช้ไบโอดีเซลจะเป็นการส่งเสริมประเทศหลายด้านด้วยกัน เช่น ด้านอุตสาหกรรม และเกษตรกรรม เป็นต้น

## 9.6 ประเทศไทยกับการใช้พลังงานมวลชีวภาพ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ซึ่งมีทั้งป่าไม้ พืชผลทางการเกษตร และปศุสัตว์มากมาย นับเป็นประเทศหนึ่งที่มีการส่งออกผลผลิตทางการเกษตรมากในลำดับต้นๆของโลก ดังนั้นการส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานจากมวลชีวภาพถือว่าถูกต้องตามบริบทที่เป็นอยู่ของประเทศ และเมื่อพิจารณาถึงศักยภาพและการใช้พลังงานจากมวลชีวภาพของประเทศไทยอาจแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ การใช้ในรูปของพลังงานความร้อนซึ่งรวมถึงการผลิตไฟฟ้า และการใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิงต่างๆ ทั้งน้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซล

### 9.6.1 การใช้ในรูปของพลังงานความร้อน

การใช้แหล่งพลังงานจากมวลชีวภาพ เพื่อเป็นแหล่งพลังงานความร้อนสำหรับการหุงต้มต่างๆและเป็นแหล่งพลังงานความร้อนสำหรับผลิตไฟฟ้านั้น สำหรับประเทศไทยแล้ว มวลชีวภาพที่ถูกนำมาใช้ส่วนใหญ่จะเป็นเศษวัสดุทางการเกษตร เช่น แกลบ ชานอ้อย เปลือกปาล์ม กะลามะพร้าว เศษไม้ เป็นต้น ซึ่งวัสดุเชิงทางการเกษตรเหล่านี้จะมีความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลผลิตกับเศษวัสดุที่เหลือซึ่งสามารถให้ค่าพลังงานดังนี้

9.6.1.1 แกลบ เป็นมวลชีวภาพที่ได้จากโรงสีข้าว โดยเมื่อนำข้าวเปลือก 1 ตัน มาผ่านกระบวนการแปรรูปต่างๆ จะต้องใช้พลังงานในการแปรรูปทั้งสิ้น 30-60 กิโลวัตต์ชั่วโมง เพื่อให้ได้ข้าวสารประมาณ 650-700 กิโลกรัม และจะมีวัสดุที่เหลือจากกระบวนการแปรรูปในส่วนที่เป็นแกลบประมาณ 220-250 กิโลกรัม ซึ่งสามารถเทียบเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 90-125 กิโลวัตต์ชั่วโมง

9.6.1.2 ชานอ้อย เป็นมวลชีวภาพที่ได้จากโรงงานน้ำตาล โดยเมื่อนำอ้อยดิบจำนวน 1 ตัน ผ่านกระบวนการแปรรูปต่างๆ จะต้องใช้พลังงานในการแปรรูปทั้งสิ้น 25-30 กิโลวัตต์ชั่วโมง และใช้น้ำอีก 0.4 ตัน เพื่อให้ได้น้ำตาลทรายประมาณ 100-120 กิโลกรัม และจะมีวัสดุที่เหลือจากกระบวนการแปรรูปในส่วนที่เป็นชานอ้อยประมาณ 290 กิโลกรัม ซึ่งเทียบเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 100 กิโลวัตต์ชั่วโมง

9.6.1.3 เปลือกปาล์ม กะลาปาล์ม และทะลายปาล์ม เป็นมวลชีวภาพที่ได้จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม โดยเมื่อนำปาล์มทั้งทลายปริมาณ 1 ตัน ผ่านกระบวนการแปรรูปต่างๆ จะต้องใช้พลังงานทั้งสิ้น 20-25 กิโลวัตต์ชั่วโมง และใช้น้ำอีก 0.73 ตัน เพื่อให้ได้น้ำมันปาล์มประมาณ 140-200 กิโลกรัม และจะมีวัสดุเหลือจากกระบวนการแปรรูปในส่วนที่เป็น เปลือกปาล์มรวมกับกะลาปาล์มประมาณ 190 กิโลกรัม และทะลายปาล์มประมาณ 230 กิโลกรัม ซึ่งเทียบเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 120 กิโลวัตต์ชั่วโมง และมีน้ำเสียจากโรงงานซึ่งสามารถคิดเทียบเท่ากับก๊าซชีวภาพประมาณ 20 ลูกบาศก์เมตร

9.6.1.4 เศษไม้ เป็นมวลชีวภาพที่ได้จากโรงเลื่อยไม้ เมื่อนำไม้ 1 ลูกบาศก์เมตร ผ่านกระบวนการแปรรูปต่างๆแล้ว จะต้องใช้พลังงานทั้งสิ้น 35-45 กิโลวัตต์ชั่วโมง เพื่อให้ได้ไม้แปรรูปประมาณ 0.5 ลูกบาศก์เมตร และจะมีวัสดุที่เหลือจากกระบวนการแปรรูปคือ เศษไม้และจี้เลื่อยประมาณ 0.5 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งเทียบเป็นพลังงานไฟฟ้าได้เท่ากับ 80 กิโลวัตต์ชั่วโมง

ตารางที่ 9.2 แสดงปริมาณผลผลิตทางการเกษตร ประเภทที่สามารถใช้ส่วนที่เหลือเป็นแหล่งพลังงานความร้อน ซึ่งผลิตได้ภายในประเทศในแต่ละปี

| ปี พ.ศ. | ผลผลิตต่อปี(พันตัน) |        |             |         |
|---------|---------------------|--------|-------------|---------|
|         | ข้าว                | อ้อย   | ปาล์มน้ำมัน | ข้าวโพด |
| 2545/46 | 26,057              | 74,285 | 4,001       | 4,230   |
| 2544/45 | 26,523              | 60,013 | 4,089       | 4,466   |
| 2543/44 | 25,844              | 49,563 | 3,256       | 4,462   |
| 2542/43 | 24,172              | 52,813 | 3,514       | 4,286   |
| 2541/42 | 22,999              | 50,332 | 2,465       | 4,617   |

ที่มา (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2003. ออนไลน์)

สำหรับการใช้มวลชีวภาพเพื่อผลิตไฟฟ้าในประเทศไทยนั้น เริ่มมีการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก (small power producers, SPP) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2545 พบว่ามีแหล่งผลิตไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก ที่ใช้เศษวัสดุทางการเกษตรเป็นแหล่งพลังงานมีอยู่จำนวน 26 ราย โดยมีการผลิตไฟฟ้าและเสนอขายให้กับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตจำนวน 215-260 เมกะวัตต์ ในขณะที่ในปีเดียวกันนี้ได้มีโครงการส่งเสริมผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กที่ใช้พลังงานหมุนเวียนและขายคืนให้กับการไฟฟ้าฝ่ายผลิต โดยมีการสนับสนุนเงินจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานจำนวนทั้งสิ้น 37 โครงการ ซึ่งพบว่าผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กที่ใช้มวลชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงมีอยู่ 34 ราย โดยแยกเป็นที่ใช้แกลบเป็นแหล่งเชื้อเพลิง 14 ราย ใช้ชานอ้อยเป็นเชื้อเพลิง 11 ราย และที่เหลืออีก 9 ราย มีทั้งใช้เศษไม้ ก๊าซชีวภาพ น้ำมันยางดำ ซึ่งทั้งหมดจะได้กำลังการผลิตรวมประมาณ 505 เมกะวัตต์ (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. 2546ข. ออนไลน์)

#### 9.6.2 การใช้มวลชีวภาพแทนน้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซล

แนวความคิดในการใช้มวลชีวภาพแทนน้ำมันเชื้อเพลิงในประเทศไทยนั้น เกิดขึ้นเมื่อกว่า 20 ปีมาแล้ว เมื่อพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงมีพระราชดำริให้มีการพยายามหาแหล่งพลังงานสำรองเพื่อทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิง เนื่องจากในช่วงนั้นเกิดปัญหาน้ำมันดิบในตลาดโลกมีราคาสูงขึ้นมาก ซึ่งพระองค์ได้ทรงให้โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา ศึกษาต้นทุนการผลิตแอลกอฮอล์ (เอทิลแอลกอฮอล์หรือเอทานอล) จากอ้อย เพราะทรงเล็งเห็นว่าในอนาคตอาจเกิดภาวะน้ำมันขาดแคลนหรือราคาอ้อยตกต่ำ การนำอ้อยมาแปรรูปเป็นเอทานอลเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนจึงเป็นทางหนึ่งที่จะแก้ปัญหานี้ โดยพระองค์ทรงพระราชทานเงินทุนวิจัยจำนวน 925,500 บาท เพื่อใช้ในการจัดสร้างอาคารและอุปกรณ์ต่างๆ และในปี พ.ศ. 2541 โครงการส่วนพระองค์ได้เริ่มโครงการน้ำมันดีเซลโซฮอลล์ โดยการใช้น้ำมันดีเซลผสมกับเอทานอลและสารที่จำเป็นบางอย่าง ซึ่งผลการทดลองพบว่าสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ดีพอสมควร

นอกจากนี้ในปี พ.ศ. 2543 ทรงมีพระราชกระแสรับสั่งให้กองงานส่วนพระองค์ดำเนินการวิจัยและพัฒนา พร้อมให้ดำเนินการทดลองนำน้ำมันปาล์มมาใช้กับเครื่องยนต์ดีเซล เพราะในช่วงเวลาที่มีผลผลิตปาล์มมากเกินความต้องการของตลาด ทำให้น้ำมันปาล์มดิบมีราคาตกต่ำส่งผลให้เกษตรกรเดือดร้อน จากผลการทดลองพบว่าน้ำมันปาล์มกลั่นบริสุทธิ์ร้อยละ 100 โดยปริมาตร สามารถใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงได้โดยไม่ต้องผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดอื่น ซึ่งผลจากความสำเร็จดังกล่าว เมื่อวันที่ 9 เมษายน พ.ศ. 2544 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวจึงทรงพระกรุณาโปรดเกล้าโปรดกระหม่อมให้ นายอำพล เสนาณรงค์ องคมนตรี เป็นผู้แทนพระองค์ยื่นจดสิทธิบัตร

ณ กรมทรัพย์สินทางปัญญา กระทรวงพาณิชย์ ในพระปรมาภิไธยของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว  
 ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์คือ การใช้น้ำมันปาล์มกลั่นบริสุทธิ์เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซล  
 สิทธิบัตรเลขที่ 10764



ภาพที่ 9.11 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงมีพระราชกระแสช้กถามการดำเนินงาน  
 ผลิตไบโอดีเซล

ที่มา (คณะกรรมการการพลังงานสภาผู้แทนราษฎร. 2545 : 14)

ในส่วนของรัฐบาลได้มีการสนับสนุน ให้มีการผลิตและใช้เอทานอลแทนน้ำมันเบนซิน  
 โดยการแต่งตั้งคณะกรรมการเอทานอลแห่งชาติขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2544 มีหน้าที่ตรวจสอบและศึกษา  
 ความเป็นไปได้ในการนำเอาแอลกอฮอล์จากพืชมาผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิง รวมถึงผลกระทบที่เกิด  
 จากการเปลี่ยนแปลงราคาพืชที่นำมาเป็นวัตถุดิบ ซึ่งต่อมาในปี พ.ศ. 2545 ได้มีการประกาศเชิญชวน  
 ให้ผู้สนใจยื่นข้อเสนอ โครงการผลิตเอทานอลเป็นเชื้อเพลิง โดยมีผู้สนใจเข้าร่วมจำนวน 8 ราย และ  
 ได้รับการอนุมัติจากคณะรัฐมนตรีให้จัดตั้งโรงงานผลิตและจำหน่าย มีกำลังการผลิตรวมวันละ  
 1,502,000 ลิตร

และในส่วนการสนับสนุนด้านไบโอดีเซล มีการแต่งตั้งคณะกรรมการโครงการไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มและน้ำมันพืชอื่นๆ เมื่อปี พ.ศ. 2543 เพื่อศึกษารวบรวมข้อมูลการผลิตและการ  
 ใช้ไบโอดีเซลในต่างประเทศและการผลิตน้ำมันปาล์มและน้ำมันจากพืชอื่นๆในประเทศ ซึ่งต่อมา  
 ได้มีหลายหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนทำการศึกษา วิจัย ทดลองผลิต และใช้น้ำมันไบโอดีเซล  
 ในปัจจุบันนี้มีการผลิตไบโอดีเซลในเชิงพาณิชย์ระดับโรงงาน ที่อำเภอคอนสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี  
 มีกำลังการผลิตประมาณ 30,000 ลิตรต่อวัน โดยใช้น้ำมันมะพร้าวและน้ำมันจากพืชและสัตว์ที่ผ่าน  
 การใช้แล้วเป็นวัตถุดิบ

ตารางที่ 9.3 แสดงปริมาณผลผลิตการเกษตรประเภทที่สามารถนำมาสกัดใช้แทนน้ำมันเบนซิน และน้ำมันดีเซล ซึ่งผลิตได้ภายในประเทศในแต่ละปี

| ปี พ.ศ. | ผลผลิตต่อปี(พันตัน) |         |            |          |
|---------|---------------------|---------|------------|----------|
|         | มันสำปะหลัง         | มะพร้าว | ถั่วเหลือง | ถั่วลิสง |
| 2545/46 | 18,084              | 1,418   | 260        | 112      |
| 2544/45 | 15,591              | 1,396   | 261        | 107      |
| 2543/44 | 16,507              | 1,400   | 312        | 132      |
| 2542/43 | 19,064              | 1,381   | 319        | 138      |
| 2541/42 | 18,396              | 1,372   | 321        | 135      |

ที่มา (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2003. ออนไลน์)

## 9.7 ผลกระทบจากการใช้พลังงานมวลชีวภาพ

มวลชีวภาพเป็นแหล่งพลังงานที่มีอยู่อย่างมหาศาล การนำเอามวลชีวภาพมาเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานเพื่อใช้อำนวยความสะดวกต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ย่อมมีทั้งข้อดีและข้อเสีย ดังจะได้กล่าวสรุปแยกเป็นข้อดีและข้อเสียดังต่อไปนี้

### 9.7.1 ข้อดีของการใช้พลังงานมวลชีวภาพ

9.7.1.1 การใช้มวลชีวภาพเป็นแหล่งพลังงานที่ไม่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ หรือสภาวะเรือนกระจก หากมีการปลูกทดแทนเพราะปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมาจากการเผาไหม้มวลชีวภาพนั้น จะถูกพืชดูดซึมกลับไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง และยังคงคายก๊าซออกซิเจนให้แก่บรรยากาศโลกด้วย

9.7.1.2 ช่วยสร้างความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ โดยเฉพาะประเทศที่ทำการเกษตรกรรม จะช่วยให้เกษตรกรมีความมั่นคงในเรื่องของรายได้จากการขายพืชผล เพราะมีแหล่งรับซื้อที่แน่นอน ซึ่งจะเป็นการลดโอกาสของการที่จะมีพืชผลทางการเกษตรล้นตลาด

9.7.1.3 สร้างความมั่นคงในด้านพลังงานของประเทศ และช่วยลดการนำเข้าพลังงานเชื้อเพลิงจากต่างประเทศ ซึ่งจะเป็นการลดการรั่วไหลของเงินตราออกนอกประเทศ

9.7.1.4 ทำให้เกิดการกระจายการลงทุน และสร้างรายได้ให้กับท้องถิ่นต่างๆ ทุกภูมิภาคซึ่งจะเป็นผลดีต่อระบบสังคมและครอบครัว ที่ไม่ต้องมีการอพยพแรงงาน ไปประกอบอาชีพที่อื่น

9.7.1.5 ช่วยทำให้คุณภาพชีวิตของประชากรดีขึ้น เพราะเมื่อสิ่งแวดล้อมไม่เป็นพิษจะทำให้สุขภาพอนามัยของประชากรดีขึ้น ประกอบกับเมื่อสังคมครอบครัวดีขึ้นสุขภาพจิตก็จะดีตาม จึงเป็นที่แน่นอนว่าคุณภาพชีวิตก็ย่อมดีขึ้น

## 9.7.2 ข้อเสียของการใช้พลังงานมวลชีวภาพ

9.7.2.1 ปริมาณมวลชีวภาพที่ผลิตได้ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ ซึ่งมีความไม่แน่นอน ทำให้มีโอกาสเกิดการขาดแคลนแหล่งพลังงานมวลชีวภาพได้ในบางช่วง เช่น เกิดภาวะแห้งแล้งนานติดต่อกัน จนทำให้พืชผลทางการเกษตรเสียหายล้มตาย หรือเกิดภาวะฝนตกหนักนานติดต่อกันจนกลายเป็นภาวะน้ำท่วมหรือเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

9.7.2.2 อาจเกิดปัญหาในเรื่องของการขนย้ายมวลชีวภาพ เพราะในกรณีที่โรงงานที่ใช้มวลชีวภาพเป็นแหล่งพลังงานไม่ได้อยู่ใกล้เคียงกับแหล่งผลิตมวลชีวภาพ จะเป็นการเพิ่มภาระค่าใช้จ่ายและความไม่สะดวกในการขนย้าย

9.7.2.3 เทคโนโลยีที่ใช้กับมวลชีวภาพนั้น ยังไม่แพร่หลายมากนักและส่วนใหญ่ยังอยู่ในระหว่างการวิจัยและพัฒนาจึงทำให้ราคาของเทคโนโลยียังค่อนข้างสูง

9.7.2.4 หาบุคลากรที่มีความรู้ความชำนาญในเรื่องของเทคโนโลยีการใช้พลังงานจากมวลชีวภาพได้ค่อนข้างยาก

9.7.2.5 ปัญหาค่าใช้จ่ายในการเชื่อมกับระบบสายส่ง ซึ่งจะต้องมีทั้งที่เป็นอุปกรณ์ต่อเชื่อมและค่าก่อสร้างระบบสายส่ง ทำให้มีค่าใช้จ่ายสูงประกอบกับปัญหาเรื่องราคาในการรับซื้อไฟฟ้าคืนเข้าสู่ระบบสายส่งยังค่อนข้างต่ำ จึงทำให้ไม่เกิดแรงจูงใจต่อผู้สนใจลงทุน



## 9.8 บทสรุป

มวลชีวภาพเป็นแหล่งสะสมพลังงานสำรองของพลังงานแสงอาทิตย์ โดยอาศัยกระบวนการสังเคราะห์แสงซึ่งต้องใช้คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และแสงอาทิตย์ ทำให้มีการเจริญเติบโตซึ่งเป็นการสะสมพลังงานอยู่ในรูปของคาร์โบไฮเดรตพร้อมกับคายออกซิเจนให้กับบรรยากาศ แหล่งพลังงานมวลชีวภาพอาจแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ แหล่งที่เป็นพืชซึ่งอยู่ในรูปของไม้และจำพวกพืชผลทางการเกษตรต่างๆ กับแหล่งที่เป็นเศษเหลือใช้เช่น เศษไม้ เศษพืชผลทางการเกษตร สิ่งปฏิกูลจากสัตว์ รวมถึงของเหลือใช้จากแหล่งชุมชนหรือขยะ ในการเปลี่ยนมวลชีวภาพให้เป็นพลังงานโดยทั่วไปจะมีอยู่ 3 รูปแบบคือ การใช้กระบวนการทางเคมีความร้อน เช่น การเผาไหม้ การทำให้เป็นก๊าซ การให้ความร้อนโดยไม้ออกซิเจน การใช้กระบวนการทางชีวเคมี เช่น การย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะไร้อากาศ การหมัก และการใช้กระบวนการสกัดน้ำมันจากเมล็ดหรือผลของพืช ในส่วนของการใช้มวลชีวภาพเพื่อทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิง จะมีการใช้มวลชีวภาพเพื่อผลิต เอทานอลแทนน้ำมันเบนซิน และผลิตเป็นไบโอดีเซลแทนน้ำมันดีเซล ประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศเกษตรกรรมควรส่งเสริมให้มีการศึกษา วิจัย และใช้พลังงานมวลชีวภาพอย่างเอาใจจริงเอาใจตามรอย พระยุคลบาทของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวที่ทรงมีแนวพระราชดำริมากกว่า 20 ปีแล้ว

## 9.9 คำถามทบทวน

1. จงอธิบายความหมายของพลังงานมวลชีวภาพ
2. จงอธิบายความหมายของคำว่ามวลชีวภาพเป็นแหล่งสำรองพลังงานของพลังงานแสงอาทิตย์
3. จงบอกถึงลักษณะของแหล่งพลังงานมวลชีวภาพ
4. จงบอกถึงลักษณะของแหล่งพลังงานมวลชีวภาพที่เป็นของเหลือใช้
5. จงบอกถึงรูปแบบของการเปลี่ยนมวลชีวภาพเป็นพลังงาน
6. จงอธิบายถึงการเปลี่ยนมวลชีวภาพเป็นพลังงาน โดยกระบวนการทางเคมีความร้อน
7. จงอธิบายถึงการเปลี่ยนมวลชีวภาพเป็นพลังงาน โดยกระบวนการทางชีวเคมี
8. จงกล่าวถึงศักยภาพของแหล่งพลังงานมวลชีวภาพของประเทศไทย
9. จงกล่าวถึงข้อดีและข้อเสียที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้พลังงานมวลชีวภาพ
10. จงกล่าวถึงโอกาสในการส่งเสริมให้ทุกท้องถิ่นที่มีการทำการเกษตรใช้พลังงานมวลชีวภาพ

## เอกสารอ้างอิง

- คณะกรรมการพลังงานสภาผู้แทนราษฎร. (2545). **พลังงานทดแทน**. กรุงเทพฯ : แพลน กราฟิค. พีรศักดิ์ วรสุนทรโรสถ. (2544). **รอยไอยรา ๔**. กรุงเทพฯ : รุ่งศิลป์การพิมพ์ (1977).
- สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2546ข). **สถานการณ์นโยบายและมาตรการพลังงานของ ไทย**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://www.eppo.go.th/doc/report-2546/index.html>.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2547). **ปริมาณผลผลิตทางการเกษตร**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://www.oae.go.th/statistic/yearbook/2002-03/>.
- Boyle, G. (2004). **Renewable Energy Power for a Sustainable Future**. New York : Oxford University Press.
- Lewis, C. (1983). **Biological Fuels**. London : England.
- Ristinen, Robert A. & Kraushaar, Jack J. (1999). **Energy and the Environment**. New York : John Wiley & Sons.
- Shepherd, W. & Shepherd, D.W. (1998). **Energy Studies**. Singapore : World Scientific.

|                              |                               |
|------------------------------|-------------------------------|
| <b>หนังสืออิเล็กทรอนิกส์</b> |                               |
| ฟิสิกส์ 1(ภาคกลศาสตร์(       | ฟิสิกส์ 1 (ความร้อน)          |
| ฟิสิกส์ 2                    | กลศาสตร์เวกเตอร์              |
| โลหะวิทยาฟิสิกส์             | เอกสารคำสอนฟิสิกส์ 1          |
| ฟิสิกส์ 2 (บรรยาย(           | แก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษา C     |
| ฟิสิกส์พิศวง                 | สอนฟิสิกส์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต |
| ทดสอบออนไลน์                 | วิดีโอการเรียนการสอน          |
| หน้าแรกในอดีต                | แผ่นใสการเรียนการสอน          |
| เอกสารการสอน PDF             | กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ |
| แบบฝึกหัดออนไลน์             | สุดยอดสิ่งประดิษฐ์            |
| <b>การทดลองเสมือน</b>        |                               |
| บทความพิเศษ                  | ตารางธาตุ(ไทย1) 2 (Eng)       |
| พจนานุกรมฟิสิกส์             | ลับสมองกับปัญหาฟิสิกส์        |
| ธรรมชาติมหัศจรรย์            | สูตรพื้นฐานฟิสิกส์            |
| การทดลองมหัศจรรย์            | ดาราศาสตร์ราชมงคล             |
| <b>แบบฝึกหัดกลาง</b>         |                               |
| แบบฝึกหัดโลหะวิทยา           | แบบทดสอบ                      |
| ความรู้รอบตัวทั่วไป          | อะไรเอ่ย ?                    |
| ทดสอบ)เกมเศรษฐี(             | คติปริศนา                     |
| ข้อสอบเอนทรานซ์              | เฉลยกลศาสตร์เวกเตอร์          |
| คำศัพท์ประจำสัปดาห์          |                               |
| <b>ความรู้รอบตัว</b>         |                               |
| การประดิษฐ์ของโลก            | ผู้ได้รับโนเบลสาขาฟิสิกส์     |
| นักวิทยาศาสตร์เทศ            | นักวิทยาศาสตร์ไทย             |
| ดาราศาสตร์พิศวง              | การทำงานของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์  |
| การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ     |                               |

|  <b>การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 1 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต</b>          |   |
|---|---|
| 1. การวัด   | 2. เวกเตอร์                                   |
| 3. การเคลื่อนที่แบบหนึ่งมิติ  | 4. การเคลื่อนที่บนระนาบ                       |
| 5. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน   | 6. การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน        |
| 7. งานและพลังงาน  | 8. การดลและโมเมนตัม                           |
| 9. การหมุน  | 10. สมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง                    |
| 11. การเคลื่อนที่แบบคาบ   | 12. ความยืดหยุ่น                              |
| 13. กลศาสตร์ของไหล  | 14. ปริมาณความร้อน และ กลไกการถ่ายโอนความร้อน |
| 15. กฎข้อที่หนึ่งและสองของเทอร์โมไดนามิก  | 16. คุณสมบัติเชิงโมเลกุลของสสาร               |
| 17. คลื่น   | 18. การสั่น และคลื่นเสียง                     |
|  <b>การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 2 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต</b>          |   |
| 1. ไฟฟ้าสถิต  | 2. สนามไฟฟ้า                                  |
| 3. ความกว้างของสายฟ้า   | 4. ตัวเก็บประจุและการต่อตัวต้านทาน            |
| 5. ศักย์ไฟฟ้า   | 6. กระแสไฟฟ้า                                 |
| 7. สนามแม่เหล็ก   | 8. การเหนี่ยวนำ                               |
| 9. ไฟฟ้ากระแสสลับ   | 10. ทรานซิสเตอร์                              |
| 11. สนามแม่เหล็กไฟฟ้าและเสาอากาศ  | 12. แสงและการมองเห็น                          |
| 13. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ   | 14. กลศาสตร์ควอนตัม                           |
| 15. โครงสร้างของอะตอม   | 16. นิวเคลียร์                                |
|  <b>การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ทั่วไป ผ่านทางอินเทอร์เน็ต</b>  |   |
| 1. จลศาสตร์ (kinematic)   | 2. จลพลศาสตร์ (kinetics)                      |
| 3. งานและโมเมนตัม   | 4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง            |
| 5. ของไหลกับความร้อน  | 6. ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า                     |
| 7. แม่เหล็กไฟฟ้า  | 8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง                   |
| 9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์  |   |

