

1. ความไม่แน่นอนของสภาพภูมิศาสตร์ ซึ่งมีผลต่ออัตราตกกระทบของรังสีแสงอาทิตย์ จึงไม่มีหลักประกันที่แน่นอนว่าจะสามารถใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ตามความต้องการได้ตลอดเวลา นอกเสียจากว่าจะต้องสร้างอุปกรณ์เก็บความร้อนจากดวงอาทิตย์ซึ่งก็ต้องใช้เงินจำนวนมาก

2. ความแตกต่างทางด้านภูมิศาสตร์ มีผลต่อการกระจายรังสีแสงอาทิตย์ เช่น ในภูมิภาค เอเชีย-แปซิฟิก หรือบริเวณภูมิภาคซึ่งอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร ย่อมมีค่าความเข้มของแสงอาทิตย์สูงกว่าภูมิภาคยุโรป เป็นต้น

3. เทคโนโลยีในการผลิต เครื่องรับพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Collector) ยังมิได้รับการพัฒนาดังขั้นที่มีประสิทธิภาพสูงเพียงพอที่จะนำพลังงานชนิดนี้ไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ได้

4. ต้นทุนการผลิตอุปกรณ์รับและเก็บพลังงานแสงอาทิตย์ยังมีราคาสูงอยู่มาก เนื่องจากจะต้องสร้างอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละสภาพภูมิศาสตร์ของแหล่งพลังงานแสงอาทิตย์ ทั้งยังจะต้องสร้างอุปกรณ์เก็บความร้อนจากดวงอาทิตย์ไว้ใช้ในเวลาที่ปลอดแสงอาทิตย์อีกด้วย

อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดต่าง ๆ ดังกล่าวแล้วนั้นมีใช้อยู่สรรคสำคัญที่จะขัดขวางความเพียรพยายามของมวลมนุษยโลกอีกต่อไปในช่วงสองทศวรรษข้างหน้า เนื่องจากวิกฤติการณ์น้ำมันโลกในช่วงปี 2513-2522 ที่ผ่านมา ได้สร้างปัญหาทางเศรษฐกิจหลายด้านต่อประเทศใหญ่-น้อย ผู้ซึ่งไม่มีแหล่งน้ำมันดิบของตนเองโดยทั่วกัน ซ้ำยังมีแนวโน้มแสดงให้เห็นว่า วิกฤติการณ์น้ำมันโลกยังจะเกิดขึ้นสืบเนื่องต่อไปอีกในอนาคต เมื่อเป็นดังนี้ประเทศต่าง ๆ ที่ยังคงพึ่งพาน้ำมันเป็นปัจจัยหลักในการใช้เป็นตัวนำเกิดพลังงานทุกรูปแบบ จึงต้องแสวงหาแหล่งพลังงานรูปแบบใหม่หรือพลังงาน

นอกแบบ (Unconventional Energy Resources) เพื่อพัฒนานำมาใช้ประโยชน์ทดแทนน้ำมันดิบ อันนับได้ว่าเป็นทางออกที่ดีที่สุดสำหรับการเผชิญกับปัญหาพลังงานของโลกในเวลาที่เหลือแห่งศตวรรษที่ 20

### การเปลี่ยนแปลงรูปแบบพลังงาน

กระบวนการเปลี่ยนแปลงพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานรูปแบบอื่นเพื่อความเหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์นั้นมี 2 กระบวนการดังนี้คือ

1. Photothermal Process กระบวนการนี้เป็นวิธีการเปลี่ยนจากพลังงานแสง เป็นพลังงานความร้อน โดยการใช้อุปกรณ์รับแสง (Solar Collector) ดูดพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์แล้วถ่ายเทให้กับของไหล เช่น น้ำหรืออากาศ จากนั้นจึงผ่านเข้าสู่อุปกรณ์เก็บของไหลชนิดนั้น ๆ ซึ่งเรียกว่า Thermal Storage สำหรับอุปกรณ์รับแสงอาทิตย์ที่ได้รับการพัฒนามาเป็นเวลานานแล้วนั้นมีสองชนิดด้วยกัน คือชนิดแผ่นเรียบ (Flat Plate Solar collector) และชนิดรวมแสง (Focussing Solar collector)

2. Photovoltaic Process เป็นกระบวนการซึ่งเปลี่ยนแปลงพลังงานแสงอาทิตย์ไปเป็นกระแสไฟฟ้าโดยตรงใช้เครื่องมือและกรรมวิธีที่ซับซ้อนกว่ากระบวนการแรก ซึ่งใช้ตัวรับแสงแบบ Bulk Single Crystal Photo Cells หรือแบบ Thin Film Photovoltaics โดยมีหลักการสำคัญคือทำให้เกิดการไหลของ electron ด้วยการใส่ Solar Cell ซึ่งผลิตจากวัสดุกึ่งตัวนำ (Semiconductor) ที่ไวต่อการรับแสง (Sensitive Material) เช่น Silicon (Si), Gallium Arsenide (GaAs), Cadmium Sulfide (CdS) Copper Sulfide ( $Cu_2S$ ) เป็นต้น แต่เทคนิคที่ได้พัฒนาการใช้ Solar Cell

ในปัจจุบันใช้ Silicon ซึ่งมีราคาแพงมาก เช่นในสหรัฐอเมริกาผลิต Solar Cell เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดกำลังการผลิต 1 กิโลวัตต์ มีองค์ประกอบของต้นทุน Silicon ถึง 15,000 เหรียญสหรัฐ.

อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงานแสงอาทิตย์ได้ให้ความสนใจต่อการศึกษาค้นคว้าและวิจัยเพื่อพัฒนานำวัสดุชนิดอื่น ๆ มาใช้ผลิต Solar Cell ทดแทน Silicon ซึ่งมีราคาสูงมาก และถ้าหากได้มีการผลิต Solar Cell ในลักษณะ Mass Production แล้วก็เชื่อแน่ว่าต้นทุนของการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ตามระบบนี้คงจะได้รับความนิยมแพร่หลายในอนาคตอย่างแน่นอน

### การใช้ประโยชน์

จากกระบวนการเปลี่ยนแปลงพลังงานแสงอาทิตย์ไปเป็นพลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้าดังกล่าวแล้วนั้น ได้ก่อให้เกิดการพัฒนาเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ (Devices) เพื่อวัตถุประสงค์ของการนำแสงอาทิตย์ไปใช้ประโยชน์ ในลักษณะที่แตกต่างกัน อาทิเช่น การทำน้ำร้อน การหุงต้มอาหาร การอบแห้งพืชผลทางการเกษตร การสูบน้ำ การทำความเย็น และการผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นต้น ซึ่งจะขอกล่าวถึง เครื่องมือที่นำไปใช้ประโยชน์ในลักษณะดังกล่าวพอสังเขปดังต่อไปนี้

#### 1. การทำน้ำร้อน (Water Heating) การใช้ประโยชน์

ในลักษณะนี้ได้รับการพัฒนาอย่างกว้างขวางในหลายประเทศด้วยกัน อาทิเช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย และอิสราเอล เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สหรัฐอเมริกาได้พัฒนาการใช้เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งระดับที่ใช้ใน

ครัวเรือนและใช้ในธุรกิจอื่น ๆ อย่างแพร่หลาย

## 2. การหุงต้มอาหาร (Cooking) การนำไปใช้ประโยชน์

ในลักษณะนี้ยังไม่เป็นที่นิยมแพร่หลายนัก ทั้งนี้เพราะมีข้อจำกัดหลายประการเช่นไม่สามารถทำงานได้เมื่อปลอดจากแสงอาทิตย์ในตอนกลางวันหรือในยามค่ำคืนและต้องใช้กระจุกรวมแสงที่สะอาดอยู่เสมอ ซึ่งมีปัญหาในแง่ของการดูแลรักษามาก ระบบนี้จำเป็นต้องประกอบอาหารภายนอกอาคาร ซึ่งเป็นอุปสรรคอย่างยิ่งสำหรับแม่บ้าน เพราะคงไม่มีใครชอบที่จะประกอบอาหารกลางแจ้งแดดเป็นแน่ นอกจากนี้ต้นทุนการผลิตเครื่องมือหุงต้มอาหารซึ่งรู้จักกันในนามของ "Solar Cooker" นั้นยังสูงอยู่มากเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ถ่าน ฟืน หรือก๊าซหุงต้ม เป็นเชื้อเพลิง อย่างที่ใช้กันโดยทั่วไปในปัจจุบัน

## 3. การอบแห้งพืชผลเกษตร (Drying of Crops) การ

อบแห้งโดยอาศัย เครื่องมือที่ประดิษฐ์ขึ้นอย่างเหมาะสมจะช่วยให้การอบแห้งดำเนินไปโดยรวดเร็ว ช่วยลดการสูญเสียอันเนื่องมาจากสัตว์และแมลง ตลอดจนฝุ่นละออง นอกจากนี้เครื่องมืออบแห้งยังใช้ได้ในทุกสภาวะอากาศ ขอเพียงแต่ให้มีความร้อนจากดวงอาทิตย์เป็นใช้ได้ ทั้งยังได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดี และถูกสุขลักษณะกว่าการตากแห้งโดยธรรมชาติ (ตากกลางแจ้ง) เครื่องมืออบแห้งที่ได้รับการพัฒนานำไปใช้ประโยชน์ในประเทศต่าง ๆ นั้นมีทั้งประเภทที่มีการหมุนเวียนอากาศโดยธรรมชาติ เช่น แบบกลิ้ง ดันท์ ประเภทที่มีตัวรับรังสีแยก และประเภทวางขนาดใหญ่ที่มีการหมุนเวียนโดยใช้พัดลมช่วย

อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีเพื่อการอบแห้งพืชผลเกษตรด้วยพลังงานแสงอาทิตย์นี้กำลังได้รับความสนใจที่จะพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ๆ ขึ้น ทั้งนี้ก็เพื่อให้เกิดความเหมาะสมในแง่ของการนำไปใช้ประโยชน์ในแต่ละท้องถิ่น ทั้งยัง

ต้องคำนึงถึงความประหยัด เป็นสำคัญอีกด้วย ในปัจจุบันกระบวนการอบแห้งพืชผลการเกษตรด้วยการสร้างเรือนกระจกที่เรียกว่า Greenhouse นั้น มีต้นทุนต่ำกว่ากระบวนการอบแห้งที่ใช้พลังงานจากน้ำมัน ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ แต่ก็ยังคงสูงกว่าวิธีการอบแห้งตามธรรมชาติ

4. การสูบน้ำ (Water Pumping) เครื่องสูบน้ำนับได้ว่าเป็นเครื่องมือทางการเกษตรกรรมชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญต่อเกษตรกรเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศกำลังพัฒนา ส่วนใหญ่ความต้องการใช้เครื่องสูบน้ำสำหรับเกษตรกรโดยทั่วไปนั้น มีขนาดเฉลี่ยประมาณ 1 กิโลวัตต์ และที่ใช้อยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่ใช้น้ำมันเป็นพลังงานขับเคลื่อน ส่วนการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการสูบน้ำที่ใช้กันอยู่ในขณะนี้ยังเสียค่าลงทุนสูงและจำเป็นต้องมีการพัฒนาอีก

5. การทำความเย็น (Refrigeration) ความเย็นมีความสำคัญยิ่งต่อการถนอมอาหารสดและอาหารชนิดที่เน่าเปื่อยง่าย รังสีแสงอาทิตย์นอกจากจะให้ความร้อนได้โดยตรงแล้ว ยังสามารถประยุกต์ใช้กับเครื่องมือที่ใช้ทำความเย็นได้ด้วย มีทั้งประเภท Vapour Compression Cycle มีฟริออนเป็นสารทำงาน และประเภท Absorption Cycle ที่ใช้แอมโมเนียหรือลิเธียมโบรไมด์เป็นสารทำงาน

6. การผลิตกระแสไฟฟ้า (Electricity Generation) เราสามารถเปลี่ยนรังสีแสงอาทิตย์เป็นกระแสไฟฟ้าได้โดยตรงด้วย Solar Cells ซึ่งประกอบด้วยวัสดุกึ่งตัวนำ (Semi-Conduction Crystal or Thin Films) ทำจากซิลิคอนมีคุณภาพดีเลิศ แต่ราคาสูงมาก

## พลังงานความร้อนใต้พิภพ

พลังงานความร้อนใต้พิภพ (Geothermal Energy) เป็นแหล่งพลังงานธรรมชาติที่มีขนาดใหญ่มากแหล่งหนึ่งของโลก พลังงานความร้อนประเภทนี้เกิดขึ้นและสะสมตัวอยู่ภายใต้พื้นผิวโลก ยิ่งลึกลงไปมากเท่าใดอุณหภูมิก็จะยิ่งสูงขึ้น อาทิเช่น ณ ระดับความลึกประมาณ 25-30 กิโลเมตร อุณหภูมิจะมีค่าอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ย 250-1,000 องศาเซลเซียส ในขณะที่ตรงจุดศูนย์กลางของโลกอุณหภูมิจะสูงมากถึง 3,500-4,500 องศาเซลเซียส

ถึงแม้ว่าความร้อนใต้พิภพจะมีจำนวนมหาศาลเช่นนี้ แต่ด้วยเหตุแห่งข้อจำกัดทางด้านเทคโนโลยีตามสภาพการณ์ปัจจุบัน การพัฒนาพลังงานประเภทนี้ขึ้นมาใช้ประโยชน์แก่มวลมนุษยโลกจึงดำเนินการได้ในระดับความลึกเพียง 10 กิโลเมตรเท่านั้น แหล่งกักเก็บพลังงานความร้อนใต้พิภพจะเกิดขึ้นในบริเวณที่มีค่าการไหลของความร้อนสู่ผิวดิน (Heat Flow Value) และค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกับความลึก (Geothermal Gradient) มีค่าสูงซึ่งนักธรณีวิทยาเรียกว่า Hot Spots บริเวณที่มีพลังงานความร้อนใต้พิภพกักเก็บอยู่ เราจะสามารถสังเกตเห็นได้โดยง่ายจากน้ำพุร้อนหรือไอน้ำร้อนที่ปรากฏให้เห็นตามพื้นผิวดินโดยทั่วไป

การพัฒนาแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพมาใช้ประโยชน์นั้นต้องเริ่มต้นด้วยการสำรวจแหล่งสะสมพลังงานและศึกษาเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ประโยชน์เพื่อจะศึกษาให้ทราบถึงระบบน้ำร้อนธรรมชาติและโครงสร้างต่าง ๆ ของชั้นดินบริเวณแถบภูเขาไฟหรือแถบที่มีน้ำพุร้อนปรากฏอยู่ ซึ่งเทคโนโลยีที่นิยมใช้ในัจจุบันได้แก่ Thermographic, Brightspot, Remote Sensing เป็นต้น

## แหล่งกำเนิด หลักการ และวิวัฒนาการ

พลังงานความร้อนใต้พิภพ เกิดจากหินร้อนใต้พื้นผิวโลกหรือ Magma ในบริเวณภูเขาไฟ ความร้อนที่เกิดขึ้นนี้จะถ่ายเทไปสู่แอ่งน้ำใต้ดิน (Reservoir) ซึ่งฝังตัวอยู่ใต้ผิวโลกที่มีความลึกนับ เป็นกิโลเมตร ในบริเวณใดมีหินร้อนปรากฏอยู่ ตื้นกว่าปกติหรือมีความร้อนอื่น ๆ เกิดขึ้นจากภูเขาไฟ แผ่นดินไหว การแยกตัวของ แผ่นดิน ก็จะทำให้พื้นดินบริเวณนั้นมีค่าความร้อนสูงกว่าปกติ ดังนั้น จึงมักจะพบ แหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพในบริเวณแนวภูเขาไฟและแนวแผ่นดินไหว

หลักการสำคัญของแหล่งกำเนิดพลังงานความร้อนใต้พิภพนั้นก็คล้าย ๆ กับแหล่งกำเนิดพลังงานความร้อนที่อาศัยน้ำมัน เชื้อเพลิงหรือถ่านหิน มาทำให้เกิด พลังไอน้ำ ต่างกันตรงที่พลังงานความร้อนใต้พิภพ เกิดจากความร้อนใต้ผิวโลกถ่ายเท ใต้น้ำในบริเวณแอ่งกักเก็บใต้ดิน แล้วเปลี่ยนสถานะ เป็นไอน้ำนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยผ่านไอน้ำเข้าเครื่องแยกไปหมุน turbine ของเครื่องกำเนิดพลังงาน

ย้อนหลังไปในช่วงต้นศตวรรษที่ 20 พลังงานความร้อนใต้พิภพได้รับการพัฒนาไปใช้ประโยชน์ในแง่ของการให้กำเนิดพลังงานไฟฟ้าเป็นผลสำเร็จ โดยการทดลองครั้งแรกเริ่มขึ้นที่เมือง Larderello ประเทศอิตาลี ในปี ค.ศ.1940 จนกระทั่งในทศวรรษ ค.ศ.1920-1929 (2463-2472) การทดลองได้แพร่หลายไปยังญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา และนิวซีแลนด์ การพัฒนาแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพในเชิงพาณิชย์นั้น เริ่มแพร่หลายในช่วงทศวรรษ ค.ศ.1960-1969 (2503-2512) ประเทศ ซึ่งประสบความสำเร็จถึงขั้นพัฒนานำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ นอกจากไต้หวันแล้ว ข้างต้นยังได้แก่ เม็กซิโก ไชล์แลนด์ เอลซัลวาดอร์ และฟิลิปปินส์

การพัฒนาแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพ เพื่อใช้ประโยชน์ในแง่ของ

การให้กำเนิดพลังงานไฟฟ้าของโลก มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยลำดับ พิจารณาได้จาก การที่กำลังผลิตพลังงานไฟฟ้า โดยใช้พลังงานความร้อนใต้พิภพเพิ่มขึ้นจาก 1,325 เมกกะวัตต์ ในปี 2519 เป็น 1,468 เมกกะวัตต์ ในปี 2521 และในปี 2523 เพิ่มขึ้นเป็น 2,220 เมกกะวัตต์ หรือเพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 13.5 ต่อปี

ในปัจจุบันโครงการดังกล่าวได้รับความสนใจจากประเทศต่าง ๆ ทั้งที่พัฒนาแล้วและกำลังพัฒนาเพิ่มมากขึ้น อาทิเช่น ฝรั่งเศส ตุรกี สาธารณรัฐประชาชนจีน คอสตาริกา ชิลี นิกارا กัว และอินโดนีเซีย โดยคาดหมายกันว่าภายในปี 2533 กำลังการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานความร้อนใต้พิภพของโลกจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเป็น 6,655 เมกกะวัตต์ต่อปี

### ระบบพลังงานความร้อนใต้พิภพ

โดยทั่วไปแล้วได้มีการจัดแบ่งระบบพลังงานความร้อนใต้พิภพตามลักษณะทางธรณีวิทยาไว้เป็น 4 ระบบด้วยกัน ดังนี้

1. ระบบน้ำร้อน (Liquid-dominated hydrothermal)  
ระบบนี้มีแหล่งกักเก็บ เป็นน้ำร้อน เสียส่วนใหญ่และมีไอน้ำร้อนปะปนอยู่บ้าง แต่ก็ไม่เกินร้อยละ 20 อุณหภูมิของน้ำร้อนจะสูงถึง 360 องศาเซลเซียส การสร้างโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้าตามระบบนี้จะต้องติดตั้งเครื่องแยกไอน้ำออกจากน้ำเดือด แล้วนำเฉพาะไอน้ำแห้งไปหมุน turbine แหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพระบบนี้มีมากกว่าระบบอื่น และมีการพัฒนานำไปใช้ประโยชน์แล้วหลายแห่ง เช่นนี้ Wairakei ประเทศนิวซีแลนด์ และ Cerro Priete ประเทศเม็กซิโก

2. ระบบไอน้ำร้อน (Vapour-dominated hydrothermal)



ระบบนี้มีแหล่งกักเก็บในรูปไอน้ำร้อน โดยส่วนใหญ่เป็นไอน้ำแห้ง จนในบางครั้งอาจ จะเรียกระบบนี้ว่า Dry steam field ซึ่งสามารถค่อท่อโดยตรงเข้าสู่ turbine อุณหภูมิของไอน้ำจะอยู่ระหว่าง 220-250 องศาเซลเซียส โดยทั่วไปแล้วแหล่ง ความร้อนใต้พิภพระบบนี้จะอยู่ในบริเวณที่มีหินร้อนใกล้บริเวณภูเขาไฟ แหล่งพลังงาน ความร้อนใต้พิภพระบบนี้มีแหล่งใหญ่เพียง 3 แห่งเท่านั้น คือที่ Larderello ประเทศอิตาลี ที่ Geysers ประเทศสหรัฐอเมริกา และ Matsukawa ประเทศ ญี่ปุ่น

3. ระบบหินร้อนแห้ง (Petrothermal or Hot dry rock) ระบบนี้มีแหล่งกักเก็บความร้อนเป็นหินหลอมเหลวร้อน (Molten rock) และมีเนื้อแน่นหนา ไม่เป็นรูพรุน (porous) ซึ่งโดยธรรมชาติแล้วจะไม่สามารถ กักเก็บน้ำร้อนได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องสร้างรอยแตก (Cracks) ลงไปในชั้นหินที่ อยู่ลึกลงไป 2-3 กิโลเมตร เพื่อทำให้เกิดโพรงในเนื้อหินสำหรับกักเก็บน้ำร้อน การนำพลังงานความร้อนขึ้นมาใช้ประโยชน์ตามระบบนี้กระทำได้โดยการอัดน้ำเย็น ลงไปทางหลุมเจาะน้ำเย็นจะได้รับการถ่ายเทความร้อนจากหินร้อนใต้ดิน ทำให้เกิด อุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อย ๆ ไหลเวียนอยู่ในแหล่งกักเก็บที่สร้างขึ้น ระบบนี้อยู่ในชั้นทดลอง ยังไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

4. ระบบความดันธรณี (Geopressured resevoirs) ระบบนี้เกิดขึ้นภายใต้พื้นผิวโลกในชั้นหินหนาที่มีแรงกดดันสูงมาก ทำให้แหล่งกักเก็บน้ำ ร้อนภายใต้ชั้นหินดังกล่าวมีอุณหภูมิสูง แหล่งพลังงานความร้อนระบบนี้พบที่บริเวณ Gulf Coast ประเทศสหรัฐอเมริกา จากการสำรวจพบว่าแหล่งกักเก็บน้ำร้อน ณ ที่นี้มีความดันที่ปากบ่อถึง 11,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว และมีอุณหภูมิสูงประมาณ 237 องศาเซลเซียส ในแหล่งกักเก็บตามระบบนี้ยังประกอบไปด้วยก๊าซมีเทน ซึ่งอาจจะ

เป็นแหล่งไฮโดรคาร์บอนที่สำคัญของโลกในอนาคต แต่ในขณะนี้ยังไม่ถึงขั้นการพัฒนา  
นำมาใช้ประโยชน์ เพราะยังไม่มีเทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อการนี้

สหรัฐอเมริกา เป็นประเทศที่พัฒนาพลังงานความร้อนใต้พิภพมาใช้ใน  
การผลิตพลังงานไฟฟ้ามากที่สุดในโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ Geysers ใกล้  
San Francisco ในปี 2521 สหรัฐอเมริกามีกำลังผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงาน  
ความร้อนใต้พิภพเป็นจำนวน 608 เมกกะวัตต์ และคาดว่าภายในปี 2528 ขนาด  
กำลังการผลิตพลังงานไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นถึงระดับ 2,000 เมกกะวัตต์

สหรัฐอเมริกานั้นมีนโยบายพัฒนาแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพอย่าง  
จริงจัง โดยเมื่อปี 2517 มีการจัดตั้ง "กองทุนพัฒนาพลังงานความร้อนใต้พิภพ" ขึ้น  
(Geothermal Resources Development Fund) และในปีงบประมาณ 2523  
รัฐบาลได้ให้การสนับสนุนเงินทุนจำนวน 5 ล้านเหรียญสหรัฐ. แก่กองทุนฯ และใน  
ช่วงปีงบประมาณ 2524-2527 งบประมาณเพื่อการนี้จะเพิ่มขึ้นเป็น 20 ล้านเหรียญ  
สหรัฐ. ต่อปี โครงการนี้ยัง เน้นความสำคัญไปที่การผลิตพลังงาน เพื่อการเกษตรและ  
อุตสาหกรรมด้วย

พลังงานความร้อนใต้พิภพ (Geothermal Energy) เป็นพลังงาน  
ทดแทนน้ำมันชนิดหนึ่งซึ่งใช้ไม่หมด เปลือง เพราะมีจำนวนมหาศาลในหลายบริเวณ  
ของโลก จากการศึกษาประวัติของแหล่งกักเก็บพลังงานความร้อน (Literature  
Search) ทั้งทางด้านธรณีวิทยาและธรณีฟิสิกส์ พอจะอนุมานได้ว่า ค่าความร้อนที่  
สะสมอยู่ภายใต้เปลือกโลกมีจำนวนรวมกันประมาณ  $2,115 \times 10^{21}$  จูล หรือมาก  
กว่าปริมาณการใช้พลังงานของโลกในปัจจุบันนี้ถึง 10,000 เท่าตัว (ปัจจุบันโลกใช้  
พลังงานโดยเฉลี่ยปีละ  $2 \times 10^{20}$  จูล)

ในสถานการณ์ซึ่งโลกกำลังเผชิญกับปัญหาวิกฤตการณ์น้ำมันอันยังผลให้  
แนวโน้มระดับราคาน้ำมันเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และแหล่งสำรองน้ำมันโดยส่วนรวมของโลก  
มีปริมาณลดน้อยลงไปทุกขณะนี้ ช่วงปี 2523-2532 จึงเป็นช่วงหัวเลี้ยวหัวต่อที่ประเทศ  
ต่าง ๆ ทั่วโลกจะต้องเร่งระดมทั้งทางด้านการศึกษา ค้นคว้า วิจัย และทดลอง  
ทดลองจนพัฒนาแหล่งพลังงานรูปแบบใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง พลังงานความร้อนใต้  
พิภพซึ่งมีอยู่แล้วตามธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์โดยเร่งด่วน ซึ่งในระยะแรก ๆ  
อาจจะต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก แต่ถ้าพิจารณาในระยะยาวแล้วก็น่าจะคุ้มค่า  
เพราะแนวโน้มราคามันของโลกจะยังคงสูงอยู่ต่อไปอีก

#### พลังงานลม

พลังงานลม (Wind Energy) เป็นพลังงานธรรมชาติอีกรูปแบบหนึ่ง  
ที่มีสะสมอยู่มากในแหล่งต่าง ๆ ของโลก และสามารถพัฒนานำมาใช้ประโยชน์ได้ไม่  
ยากนัก โดยอาศัยเครื่องมือที่เรียกว่า "กังหันลม" เป็นตัวสกัดกั้นพลังงานจลของ  
กระแสลม แล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานกลผ่านเข้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator)  
แปรสภาพเป็นพลังงานไฟฟ้า นำไปใช้ประโยชน์ตามวัตถุประสงค์ต่อไป การพัฒนา  
นำพลังงานลมมาใช้ประโยชน์ดำเนินการมาเป็นเวลาช้านานแล้วก่อนการปฏิวัติ  
อุตสาหกรรมในศตวรรษที่ 18 โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อังกฤษ สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน  
เดนมาร์ก ฝรั่งเศส เดนมาร์ก และเนเธอร์แลนด์ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วพัฒนาในแง่ของ  
การนำไปใช้ในภาคเกษตรกรรม เพื่อวัตถุประสงค์ของการสูบน้ำและผลิตกระแสไฟฟ้า  
อย่างไรก็ตาม การศึกษา วิจัย และค้นคว้าได้หยุดชะงักลงในช่วงที่มีการค้นพบและ  
พัฒนาแหล่งน้ำมันปิโตรเลียมกันอย่างกว้างขวาง เพราะพลังงานจากน้ำมันปิโตรเลียม  
มีจำนวนมากและราคาถูก ต่อเมื่อน้ำมันมีราคาสูงขึ้นอย่างมากในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา

ประเทศต่าง ๆ ทั้งที่พัฒนาแล้วและกำลังพัฒนาจึงเริ่มให้ความสนใจที่จะศึกษา ค้นคว้า วิจัย และพัฒนาพลังงานลมกันอีกครั้งหนึ่ง ทั้งนี้โดยหวังที่จะใช้เป็นพลังงานทดแทน รูปแบบหนึ่ง เพื่อลดภาวะการพึ่งพาน้ำมันปิโตรเลียมลง

อันที่จริงแล้วพลังงานลมนี้มีแหล่งกำเนิดมาจากดวงอาทิตย์นั่นเอง เพราะเมื่ออากาศในส่วนที่ได้รับความร้อนจากพลังแสงอาทิตย์ ความหนาแน่นจะลดลง จึงเบาตัวแล้วลอยขึ้นสู่เบื้องบน ในขณะที่เดียวกันอากาศในบริเวณที่ไม่ได้รับความร้อน หรือได้รับความร้อนจำนวนน้อยจากดวงอาทิตย์ ซึ่งมีน้ำหนักมากกว่าจะเคลื่อนตัวเข้ามาแทนที่ จึงก่อให้เกิดกระแสลมพัดผ่านกระจายอยู่ทั่วไปในชั้นของบรรยากาศระดับต่าง ๆ และความร้อนของกระแสลมในแต่ละสภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศย่อมมีความแตกต่างกันออกไป

การใช้ประโยชน์จากพลังงานลมของโลกเท่าที่ได้มีการพัฒนาจนถึงปัจจุบันนั้น ได้มีการนำไปใช้สูบน้ำ ขับเคลื่อนอุปกรณ์เครื่องจักรกลทางการเกษตรและผลิตกระแสไฟฟ้า

กังหันลมที่ได้มีการพัฒนามาใช้เพื่อวัตถุประสงค์ของการสูบน้ำและขับเคลื่อนอุปกรณ์เครื่องจักรกลทางการเกษตรส่วนใหญ่เป็นกังหันลมแกนนอน โดยใช้ใบพัดแบบหลายใบ ซึ่งทำจากวัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น เช่น ไม้ เสือ ไม้ หรือ อาจจะเป็นโลหะ (ในกรณีผลิตเพื่อจำหน่าย)

สำหรับการใช้กังหันลมเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้านั้น มีวิวัฒนาการมาตั้งแต่ต้นศตวรรษที่ 20 โดยนาย Fridrij ชาวนอร์เว ได้ออกแบบกังหันลมขนาดเล็กขึ้นทดลองใช้ผลิตไฟฟ้าเป็นครั้งแรกในปี 2447 และหลังจากนั้นเป็นต้นมาได้มีการพัฒนาโดยนักประดิษฐ์กังหันลมชาวอเมริกันและสหภาพโซเวียต แต่ขณะนี้ถือกันว่าประสบ

ผลสำเร็จมากที่สุดในการออกแบบสร้างกังหันลมขนาดใหญ่ที่สุดถึง 1,250 กิโลวัตต์ คือคณะของนาย Putnam ซึ่งใช้เวลาในการวิจัยนานถึง 6 ปีเต็ม โดยติดตั้งบนยอดเขาแกรนด์ปาสน้อยในรัฐเวอร์มอนต์ สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าใช้ในชุมชนนั้นได้ อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้งานไปได้ไม่นานก็เกิดข้อขัดข้องขึ้นจนในที่สุดต้องเลิกใช้ไป กอปรกับในระยะนั้นการพัฒนาพลังงานจำพวก Fossil Fuel ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำมันปิโตรเลียม ซึ่งมีการสำรวจพบในแหล่งต่าง ๆ ของโลก เป็นจำนวนมากจนสามารถผลิตขึ้นมาใช้ประโยชน์ในราคาถูกและมีการนำไปใช้เป็นตัวกำเนิดพลังงานไฟฟ้ากันอย่างกว้างขวาง ยังผลให้การประดิษฐ์คิดค้นและพัฒนากังหันลมในช่วงเวลาดังกล่าวซบเซาลงเป็นอันมาก กระนั้นก็ดี สหรัฐอเมริกา ฝรั่งเศส และเดนมาร์ก ก็ยังคงให้ความสนใจที่จะศึกษาค้นคว้าและวิจัยเพื่อพัฒนาพลังงานลมมาใช้ประโยชน์อยู่ต่อไป

วิกฤตการณ์น้ำมันโลกซึ่งอุบัติขึ้นในปี 2516-2517 เป็นสาเหตุสำคัญยิ่งประการหนึ่งต่อการให้ความสนใจในการพัฒนากังหันลมขนาดใหญ่เพื่อนำไปใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าหลาย ๆ ประเทศ ไม่ว่าจะเป็นประเทศพัฒนาแล้วหรือประเทศกำลังพัฒนา

กังหันลมที่มีแนวโน้มว่าจะได้รับการพัฒนามาใช้ประโยชน์ในการผลิตกระแสไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์ในอนาคตอันใกล้นี้มีอยู่ 2 แบบด้วยกันคือ แบบ Propeller และแบบ Darrieus

1. กังหันลมแบบ Propeller กังหันลมแบบนี้จะมีแกนหมุนขนานกับทิศทางของกระแสลม ลักษณะของใบพัดคล้ายกับใบพัดเครื่องบิน และส่วนใหญ่ต้องมีเครื่องควบคุมกังหันให้หันไปตามทิศทางของกระแสลมที่เปลี่ยนแปลง ในปี 2518 สหรัฐอเมริกาได้เริ่มทดลองผลิตกังหันลมแบบนี้ที่มีขนาดใหญ่สามารถผลิต

กระแสไฟฟ้าได้ 100 กิโลวัตต์ (ที่ความเร็วลม 8 เมตร/วินาที) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของใบพัด 38 เมตร ติดตั้งที่สถานี พริ้มบุรีองค์การนาซ่า รัฐโอไฮโอ เริ่มทดลองผลิตไฟฟ้าตั้งแต่เดือนกันยายน 2518 และได้รับการปรับปรุงเป็นขนาด 200 กิโลวัตต์ ที่เมืองเคลย์ตัน รัฐนิว เม็กซิโก ซึ่งเป็นโครงการร่วมระหว่างกระทรวงพลังงานกับองค์การนาซ่า เริ่มทดลองผลิตกระแสไฟฟ้าตั้งแต่ปี 2521 เป็นต้นมา

## 2. กังหันลมแบบ Darrieus กังหันลมแบบนี้มีแกนหมุน

กังหันอยู่ในแนวตั้ง ใบพัดมีลักษณะโค้งเหมือนเครื่องตีไข่ ข้อได้เปรียบของกังหันแบบนี้คือ ไม่ต้องหันตามทิศทางของกระแสลม และระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถติดตั้งในระดับพื้นดิน สามารถออกแบบให้ใบพัดหมุนที่ความเร็วรอบสูง

เนื่องจากการใช้กังหันลม เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าทั้งสองแบบดังกล่าว อยู่ในระหว่างการทดลอง ดังนั้นราคาต้นทุนการผลิตจึงยังไม่มีค่านั่นมากนัก กอปรกับยังคงเผชิญกับปัญหาลักษณะของกระแสลมที่พัดด้วยความเร็วไม่สม่ำเสมอ แนวความคิดในการพัฒนาจึงมุ่งการใช้กังหันลมร่วมกับวิธีการผลิตไฟฟ้า โดยใช้ต้นกำเนิดพลังงานประเภทอื่น ๆ

กังหันลมซึ่งได้มีวิวัฒนาการมาเป็นเวลาช้านานแล้วทั้งในแบบแกนนอนและแกนตั้ง นับว่ามีความเหมาะสมที่จะนำมาประยุกต์ใช้ได้ทั้งหลาย ๆ ประเทศ เพราะระดับเทคโนโลยีที่จำเป็นในการสร้างและบำรุงรักษาระบบดังกล่าวไม่สูงจนเกินไป

จากความเพียรพยายามของบรรดานักวิทยาศาสตร์ วิศวกร และนักวิชาการ ซึ่งได้ให้ความสนใจศึกษา ค้นคว้า วิจัยและพัฒนาที่กำลังดำเนินกิจการในหลาย ๆ ประเทศในปัจจุบันและที่จะเร่งดำเนินการต่อไปในอนาคตอาจจะประสบผล

สำเร็จในแง่ของการผลิตกังหันลมขนาดใหญ่ เพื่อให้สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ในเชิงพาณิชย์ ในช่วงเวลาที่เหลือแห่งศตวรรษที่ 20 นี้

### พลังงานชีวมวล

การใช้พลังงานจากชีวมวล เป็นการใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ทางอ้อม ประมาณว่า 1 ใน 7 ของพลังงานที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเป็นพลังงานที่ได้จากชีวมวล โดยกระบวนการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

#### (1) การเปลี่ยนแปลงทางเคมีโดยอาศัยความร้อน

(Thermochemical Conversion)

##### ก. การเผาไหม้โดยตรง

เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในที่ที่มีอากาศ เพื่อให้เกิดการสันดาปอย่างสมบูรณ์ สารอินทรีย์ของชีวมวลจะถูกเปลี่ยนแปลงไป เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ การใช้ไม้ฟืนเพื่อให้ได้พลังงานความร้อน เป็นวิธีที่ใช้กันมาดั้งเดิม และยังคงใช้กันอยู่ในปัจจุบัน นอกจากนี้จะนำมาใช้ในการหุงต้มแล้ว ขบวนการนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการผลิตไอน้ำหรือกระแสไฟฟ้า โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การใช้เศษไม้ (Wood wastes) เพื่อผลิตไอน้ำที่ใช้ในอุตสาหกรรมไม้อัดกระดาษ และเยื่อกระดาษ

ถึงแม้ว่าเทคโนโลยีของการใช้ไม้ในการผลิตไอน้ำจะเป็นที่รู้จักกันดีอยู่แล้ว แต่การพัฒนาทางนี้ยังมีความจำเป็น โดยเฉพาะการบ่อนไม้ เข้าสู่หม้อไอน้ำ ตลอดจนการควบคุมการทำงานของหม้อไอน้ำ นอกจากนี้ราคาของหม้อไอน้ำที่ใช้กับไม้ยังมีราคาค่อนข้างสูงกว่าหม้อไอน้ำที่ใช้กับถ่านหิน

## ข. Pyrolysis

เป็นขบวนการย่อยสลายชีวมวลโดยใช้ความร้อน ในที่มีอากาศจำนวนจำกัด (Destructive distillation) ผลผลิตที่ได้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความดัน ปริมาณความชื้นและส่วนประกอบของชีวมวล โดยทั่วไปผลผลิตหลักที่ได้คือถ่าน (Charcoal) ผลผลิตรองที่ได้มี Pyrolytic Oil เมธานอล กรดน้ำส้ม และผลิตภัณฑ์ที่เป็นก๊าซ ซึ่งก๊าซที่ได้สามารถนำไปใช้ในการอบชีวมวลที่จะใช้ในขบวนการ หรือใช้เผาเป็น เชื้อเพลิงซึ่งขึ้นอยู่กับแต่ละสถานที่

โดยปกติการเผาถ่านที่ทำกันในประเทศที่กำลังพัฒนาทั้งหลายก็คือ ขบวนการ Pyrolysis นั้นเอง แต่เนื่องจากลักษณะของเตาที่ใช้เผาและการเก็บผลผลิตเพียงแค่อ่านทำให้ประสิทธิภาพของขบวนการเผาถ่านต่ำ พลังงานที่ได้จากถ่านจึงได้เพียงร้อยละ 20 ของพลังงานทั้งหมดที่มีอยู่เดิมในชีวมวล

## ค. Gasification

ขบวนการ Partial Oxidation นี้ใช้ อุณหภูมิสูง ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงอยู่ในสภาพของก๊าซที่ส่วนใหญ่จะประกอบไปด้วย ไฮโดรเจน และคาร์บอนมอนอกไซด์ นอกจากนี้ก็มี มีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ และไอน้ำ ในกระบวนการ Gasification นี้ใช้ได้ทั้งออกซิเจนบริสุทธิ์หรืออากาศ ถ้าใช้ออกซิเจนบริสุทธิ์ ประสิทธิภาพของ Gasification จะสูงกว่าเมื่อใช้อากาศ Gasification เป็นกระบวนการที่ใช้กันมานานแล้ว ทั้งที่ทำกับถ่านหิน เศษไม้ หรือขยะ ได้มีการพัฒนาเครื่อง Gasifier เพื่อใช้กับวัสดุดังกล่าว เครื่อง Gasifier ที่ใช้กับความดันสูงกว่า ก๊าซที่ได้จาก Gasification หรือ Pyrolysis ( $H_2$  และ  $CO$ ) ใช้ได้ทั้งเป็น เชื้อเพลิงและวัตถุดิบในขบวนการเคมี เช่น ใช้ในการเตรียม เมธานอลและแอมโมเนีย



ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากชีวมวลโดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงทางเคมีโดยอาศัยความร้อน (Thermochemical) เป็นผลิตภัณฑ์ที่น่าสนใจอย่างยิ่ง แต่เนื่องจากในขบวนการยังค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อน เช่น ต้องใช้ความดันสูงเพื่อให้การทำงานของระบบมีประสิทธิภาพสูง และเท่าที่ผ่านมา ยังไม่มีการพัฒนาักมากนักในการใช้ขบวนการเหล่านี้กับชีวมวลในระดับที่เป็นการค้าเลย อีกประการหนึ่ง แทนที่จะนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จาก Pyrolysis หรือ Gasification ไปใช้โดยตรง แต่ถ้านำไปเปลี่ยนแปลงเพื่อให้ได้เชื้อเพลิงในรูปที่เหมาะสม สะดวก เป็นที่ยอมรับในการใช้ได้แล้ว ก็จะเป็นขบวนการที่มีประโยชน์มาก

(2) การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี (Bio-Chemical Conversion)

ก. การย่อยสลายในที่ไม่มีอากาศเพื่อให้ได้ก๊าซมีเทน (การเกิดก๊าซชีวภาพ : Bio-gas)

มูลสัตว์หรือวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เมื่อเกิดการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในที่อับอากาศจะให้ก๊าซชีวภาพที่มีมีเทนเป็นส่วนประกอบ ก๊าซนี้นำไปใช้ในการหุงต้มใช้กับเครื่องยนต์หรือผลิตกระแสไฟฟ้า ส่วนกากที่เหลือจากการย่อยสลาย นำไปใช้เป็นปุ๋ยได้ กระบวนการนี้เกิดขึ้นในบ่อหมักก๊าซ ในประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนมีบ่อหมักก๊าซทั้งหมดประมาณ 1 ล้านบ่อ และอินเดียมี 1 แสนบ่อ ในส่วนของประเทศไทยเองนั้นตามการสำรวจของกรมอนามัย มีบ่อหมักทั้งสิ้นประมาณ 350 บ่อ

ถึงแม้ว่าเทคโนโลยีในเรื่องที่เกี่ยวกับก๊าซชีวภาพ จะเป็นที่รู้จักกันอยู่ทั่วไปแต่ก็ยังมีสิ่งที่จะต้องค้นคว้าและพัฒนาอีกมาก เป็นต้นว่า การหาทางเพิ่มประสิทธิภาพของถังหมัก การบำรุงรักษา ปัญหาหนึ่งที่สนใจกันอยู่มากก็คือ การออกแบบสร้าง

ถูกหมักและการควบคุมการทำงานของถังหมักให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด แต่ในขณะที่เดียวกันต้องมีราคาถูกลง สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งในการผลิตก๊าซชีวภาพจากของเสียต่าง ๆ ก็คือถังหมักแบบหนึ่ง ๆ ไม่สามารถจะใช้ได้กับของเสียทุกชนิด และอัตราส่วนของของเสียที่ใช้เติมลงในถังหมักก็จะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับว่าของเสียนั้นเป็นมูลสัตว์หรือพืช หรือใช้ผสมกัน

เท่าที่ผ่านมาการผลิตก๊าซชีวภาพ มักจะจำกัดอยู่แค่ระดับครัวเรือน และใช้มูลสัตว์เป็นส่วนใหญ่ แต่ในปัจจุบันทั้งประเทศที่พัฒนาแล้วและกำลังพัฒนา กำลังให้ความสนใจ เป็นอย่างมากในการผลิตก๊าซชีวภาพในระดับอุตสาหกรรม โดยเฉพาะจากของเหลือใช้ทางการเกษตรซึ่งมีอยู่เป็นปริมาณมาก ในประเทศออสเตรเลียได้มีการวิจัยเกี่ยวกับก๊าซชีวภาพจากเปลือกส้ม ในประเทศไทยจะมีเปลือกสับปะรดเหลือทิ้งถึงร้อยละ 1 ล้านตัน ถ้านำเปลือกสับปะรดนี้มาผลิตก๊าซชีวภาพจะให้ก๊าซมีปริมาณถึง 10 ล้านล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งจะเป็นการแก้ไขการกำจัดของเสียและให้พลังงานกลับไปใช้ในโรงงานพร้อม ๆ กัน ในประเทศฟิลิปปินส์การทดลองผลิตก๊าซชีวภาพจากเปลือกกล้วยก็กำลังดำเนินการก้าวหน้าไปด้วยดี

## ข. การผลิต เอทานอล

การผลิต เอทานอลจากคาร์โบไฮเดรตหรือน้ำตาล เป็นขบวนการดั้งเดิม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง เนื่องจากปัญหาการขาดแคลนพลังงาน ในปัจจุบันการนำเอทานอลมาใช้เป็นพลังงานทดแทนจึง เริ่มได้รับความสนใจ เป็นอย่างยิ่ง แต่สิ่งนี้อาจเป็นปัญหาขัดแย้งก็คือ วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการผลิต เอทานอลนั้น เป็นชนิดเดียวกับที่ใช้เป็นอาหารที่สำคัญของมนุษย์ ดังนั้นการเพิ่มปริมาณของวัตถุดิบที่นอกเหนือไปจากการใช้ เป็นอาหาร เพื่อป้อนโรงงานผลิตเอทานอลจึง เป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึงอย่างยิ่ง

ในขณะที่บราซิลได้มีการพัฒนาการผลิตเอทานอลในระดับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่จากอ้อย ข้าวฟ่าง และมันสำปะหลัง โดยบราซิลได้วางจุดมุ่งหมายว่า ภายในระยะเวลาอันใกล้นี้ น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้กับรถยนต์จะผสมด้วยเอทานอลร้อยละ 20 และในระยะยาวรถยนต์ทั้งหมดในบราซิลจะใช้เอทานอลล้วน ในประเทศสหรัฐอเมริกาโครงการก๊าซโซฮอล ได้เริ่มมาตั้งแต่ปี 2522 โดยการผลิตเอทานอลผสมน้ำมัน เบนซินในสัดส่วน 10 : 90

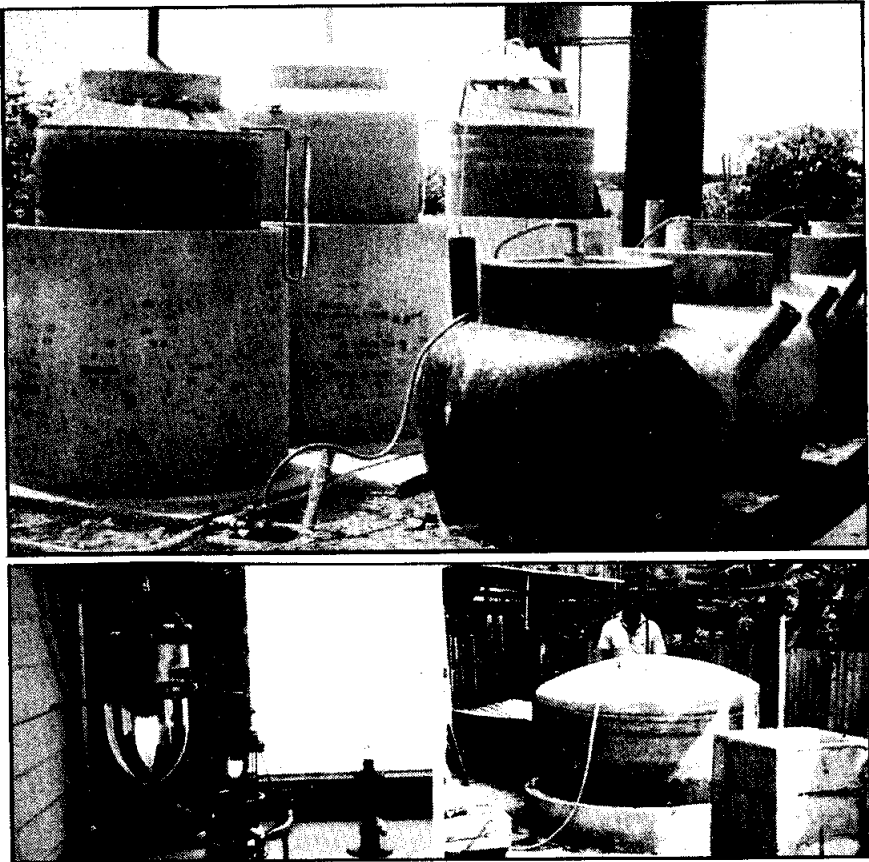
ในการหมักเอทานอล ความเข้มข้นของเอทานอลที่ได้จะต่ำ คือ อยู่ในช่วงของร้อยละ 2-12 แต่เอทานอลที่จะใช้ เป็นพลังงานนั้นจะต้องมีความเข้มข้นมากกว่าร้อยละ 95 ในปัจจุบันได้มีความพยายามที่จะหาทางเพิ่มประสิทธิภาพของการกลั่นให้มากขึ้น

-----

### คำถามท้ายบทที่ 3

1. การค้าก๊าซธรรมชาติของโลกในปัจจุบันนี้มีการล่า เลียงชนส่งไปจำหน่ายในต่างประเทศกี่ระบบ? แต่ละระบบมีประเทศอะไร เป็นผู้ส่งออกมากที่สุด?
2. ในเมื่อก๊าซธรรมชาติสามารถทดแทนการใช้น้ำมันได้ดี เพราะเหตุใดปริมาณการค้าก๊าซธรรมชาติของโลกในปัจจุบันนี้จึงมีจำนวนเพียงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับปริมาณการค้าน้ำมันของโลก?
3. ถ่านหินที่นำมาใช้ประโยชน์ในปัจจุบันนี้ แบ่งออกเป็นกี่ชนิด? แต่ละชนิดมีลักษณะและคุณภาพทางด้านพลังงานอย่างไร?
4. จงบรรยายถึงคุณประโยชน์ของถ่านหินต่อ เศรษฐกิจของโลกมาโดยสังเขป
5. ตามลักษณะทางธรณีวิทยาพบว่าโลกเรามีสำรองถ่านหินมากกว่าสำรองน้ำมันดิบถึง 33 เท่าตัว แต่เหตุใดในปัจจุบันจึงไม่นำถ่านหินมาใช้เป็นแหล่งพลังงานหลักของโลก?
6. เพราะเหตุใด ปริมาณการใช้ถ่านหินในปัจจุบันยังอยู่ในระดับต่ำเพียงร้อยละ 25 ของความต้องการใช้พลังงานของโลก และเกือบทั้งหมดของถ่านหินใช้ผลิตไฟฟ้าและอุตสาหกรรมเหล็ก ในขณะที่ปริมาณสำรองของถ่านหินมีจำนวนมากถึงร้อยละ 80 ของปริมาณทรัพยากรพลังงานทั้งหมดของโลก
7. ในปัจจุบันได้มีการคิดนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์อย่างไรบ้าง? จงอธิบายพอสังเขป
8. พลังงานชีวมวลถือว่าเป็นการใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ทางอ้อม เราแบ่งกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่ให้พลังงานชีวมวล เป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง?
9. ได้มีการจัดแบ่งระบบพลังงานความร้อนใต้พิภพตามลักษณะทางธรณีวิทยา เป็นกี่ระบบ อะไรบ้าง?

10. ท่านมีความ เห็นว่าพลังงานทดแทนประเภทใดบ้าง เหมาะสมสำหรับใช้ เป็นแหล่งพลังงานทดแทนการใช้ น้ำมันในระบบการขนส่งของไทย? จงอภิปรายถึง เหตุผลโดยละเอียด



### ก๊าซชีวภาพ (BIOGAS)

ในปัจจุบันมีการส่งเสริมให้หมักปฏิกูลและมูลสัตว์ เพื่อผลิตก๊าซชีวภาพใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า, การหุงต้มและแสงสว่างในครัวเรือน

## บรรณานุกรม

ดร.เบญจวรรณ รัตน์เสถียร. "ถ่านหิน". นิวเคลียร์สาร, ปีที่ 3, มิถุนายน  
2521.

ทวีศักดิ์ ระมิงค์วงศ์. พลังงานความร้อนใต้พิภพ, ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2522.

นารา พิทักษ์อรุณพน. การใช้ประโยชน์ของถ่านหินลิกไนต์, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์  
ประยุกต์ แห่งประเทศไทย, 2520.

สำนักวิจัยแห่งชาติ. พลังงานทดแทน, หนังสือแปลจาก Egon Larsen, "New  
Source of Energy and Power". London. 1976.

Financial Times, December, 1980.

Petroleum Economist, October and November 1980.

World Bank. Coal Development Potential and Prospects in the  
Developing Countries. Washington, D.C., October  
1979.

World Bank. World Development Report, 1980. Washington  
D.C., August 1980.