ThanBooks

ทำความรู้จักพลังงานทดแทนใหม่ที่ใช้แทนน้ำมันได้ "พลังงานชีวมวล"

เราไม่ง้อน้ำมัน

662.6/.7
สถบ
ฉ.2

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

สถาบันวิทยบริการเอกสารการวิจัย
ห้องสมุด
ThanBooks
วว.

เราไม่ง้อน้ำมัน

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ราคา 170 บาท
เลขมาตรฐานสากลประจำหนังสือ 978-974-7814-73-6
พิมพ์ครั้งแรก กรกฎาคม 2551

ผลิตและจัดจำหน่ายโดย
บริษัท ฐานการพิมพ์ จำกัด
9/11 หมู่ 9 ถนนเทศบาลสงเคราะห์ แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กทม. 10900
โทร. 0-2954-2799 โทรสาร 0-2954-2800, 02

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ
ห้ามลอกเลียนแบบส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้
โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์

013792
333.79
ส๓๖ร

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
เราไม่ง้อน้ำมัน_ _กรุงเทพฯ : ฐานบุ๊คส์, 2551
180 หน้า
1.พลังงานทดแทน. I. ชื่อเรื่อง
333.79

จัดพิมพ์โดย สำนักพิมพ์ Than Books **กรรมการผู้จัดการ** สมชัย ศรีวุฒิชาญ **บรรณาธิการบริหาร** สุจินดา ฉลวย **บรรณาธิการเล่ม** พงศกร เจนในเมือง **ออกแบบปก** อุมาภรณ์ แดงอ่อน **ศิลปกรรม** จันทนา จันทร์อินทร์ **พิสูจน์อักษร** วิชญา วงศ์กุดั่น, ยศสุมน ปุณณสุวรรณ **หัวหน้าประสานงานการผลิต** อภิชาติ บุญอนันต์ **ผู้จัดการฝ่ายการตลาดสำนักพิมพ์** พันทิรา ดามะณี
สำนักงาน สำนักพิมพ์ Than Books 9/11 หมู่ 9 ถนนเทศบาลสงเคราะห์ แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กทม. 10900
โทร. 0-2954-2799 โทรสาร 0-2954-2800, 02
http://www.thanbooks.com e-mail address : publishing@thanbooks.com, promotion@thanbooks.com

๑๔ ส.ค. 2551

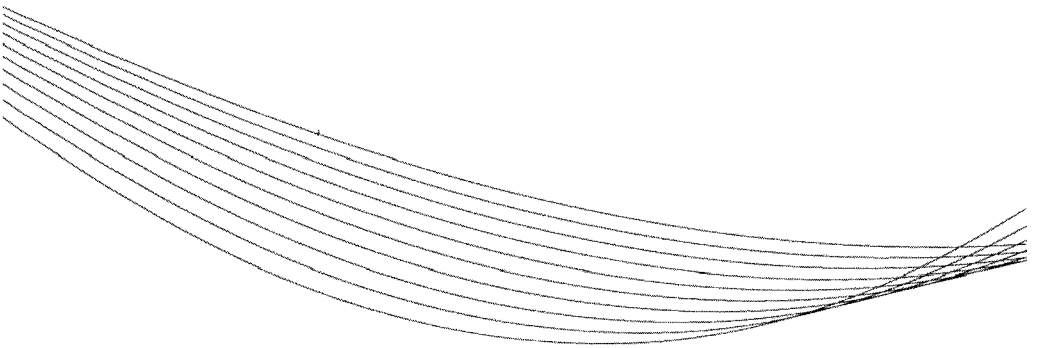
เรา
ไม่ง้อ
น้ำมัน

คำนำสำนักพิมพ์

ในยุคที่ราคาน้ำมันและปริมาณการใช้พลังงานของคนไทย พุ่งสูงสวนทางกับรายได้ ดังเช่นปัจจุบันนี้ พลังงานทางเลือกได้ถูกกล่าวถึงกันอย่างหนาหูว่ามีดีพอที่จะนำมาทดแทนน้ำมันได้หรือไม่ ทั้งในเรื่องของประสิทธิภาพและราคา

พลังงานชีวมวล คือหนึ่งในพลังงานทางเลือกที่ถูกกล่าวถึงเช่นกัน แต่จะมีสักกี่คนที่เข้าใจพลังงานชีวมวลอย่างถ่องแท้ หนังสือเล่มนี้จะนำพาคุณให้รู้จักพลังงานชีวมวล ตั้งแต่กระบวนการผลิตจนถึงการนำไปใช้งาน

แม้เราจะหวังอยู่ลึก ๆ ว่า การนำเสนอสารประโยชน์ครั้งนี้ จะเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้พลังงานแบบพลิกฝ่ามือ แต่ในความเป็นจริงแล้ว เรา



เข้าใจดีว่าการเปลี่ยนแปลงต้องค่อยเป็นค่อยไป ตราบใดที่น้ำมันยังเป็นแกนหลักในการขับเคลื่อนโลกใบนี้อยู่ คงจะมีสักวันที่เราจะประกาศก้องได้ว่า ***เราไม่ง้อน้ำมัน***

สำนักพิมพ์ ฐานบุ๊คส์ ภูมิใจที่ได้เป็นฟันเฟืองเล็ก ๆ ขับเคลื่อนประเทศชาติให้พบทางออกด้านพลังงาน เราเชื่อมั่นว่า ยังไม่สายเกินไปที่จะเริ่มต้นทำความรู้จักกับพลังงานชีวมวลเสียแต่วันนี้

ด้วยความห่วงใยในประเทศชาติ

สำนักพิมพ์ ฐานบุ๊คส์

คำนำ

หนังสือ **เราไม่ง้อน้ำมัน** เล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทน โดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานทดแทนจากชีวมวลให้แก่บุคคลทั่วไป โดยหวังให้ผู้อ่านเกิดความเข้าใจถึงภาพรวมของความต้องการพลังงาน (ดั้งเดิม) รูปแบบต่าง ๆ ของเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับประเทศไทย ตลอดจนปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากการพึ่งพาพลังงานดั้งเดิม ซึ่งจะทำให้ผู้อ่านทราบเหตุผลหรือความจำเป็นที่ประเทศไทยและประเทศอื่น ๆ ทั่วโลกหันมาให้ความสนใจพลังงานทดแทน เนื้อหาของหนังสือแบ่งเป็น 3 ส่วน

- **ส่วนที่ 1** นำเสนอสถานการณ์ด้านพลังงานของโลก ซึ่งครอบคลุมถึงวิวัฒนาการความต้องการ และรูปแบบของพลังงานที่มีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ข้อมูลสถิติเกี่ยวกับความต้องการ และการใช้พลังงานของโลก รวมถึงราคาน้ำมันดิบจากอดีตถึงปัจจุบัน

- **ส่วนที่ 2** นำเสนอสถานการณ์ด้านพลังงานของประเทศไทย ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับความต้องการ และการจัดหาพลังงาน ตลอดจนแผนยุทธศาสตร์ด้านพลังงานของประเทศไทย

สารบัญ

I สถานการณ์พลังงานของโลก

ความต้องการและรูปแบบการใช้พลังงานของโลก 12

แหล่งพลังงานหลักของมนุษย์ 16

ความผันผวนของราคาน้ำมันในตลาดโลก 17

ผลกระทบจากการใช้พลังงานดั้งเดิม 21

แหล่งพลังงานทางเลือกสำหรับแก้ปัญหาโลกร้อน 24

บรรณานุกรม 30

คำศัพท์ทางวิชาการ 31

II สถานการณ์และแผนยุทธศาสตร์พลังงานของประเทศไทย

การจัดหาพลังงานของประเทศ 34

ความต้องการใช้พลังงานในภาคเศรษฐกิจ 37

แผนยุทธศาสตร์พลังงานของประเทศไทย 40

บรรณานุกรม 45

คำศัพท์ทางวิชาการ 46

• **ส่วนที่** 3 นำเสนอเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตพลังงานจากชีวมวล ทั้งในรูปของเชื้อเพลิงเหลวสำหรับทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงในภาคคมนาคมขนส่ง ก๊าซเชื้อเพลิงและเชื้อเพลิงแข็งเพื่อทดแทนน้ำมันเตา ถ่านหิน ไม้ฟืน ตลอดจนก๊าซธรรมชาติที่ใช้ในภาคอุตสาหกรรมและการผลิตไฟฟ้า

คณะผู้เขียนหวังว่า หนังสือเล่มนี้จะช่วยเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพลังงานทดแทนให้กับผู้อ่านทั่วไป และผู้ที่สนใจจะนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ ทั้งในภาคชุมชนหรือภาคการผลิตเชิงอุตสาหกรรม ซึ่งในที่สุดแล้ว จะกลายเป็นแรงขับเคลื่อนให้เกิดการผลิตและการใช้พลังงานทดแทนจากชีวมวลอย่างมีประสิทธิภาพขึ้นภายในประเทศไทยต่อไป

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

III ชีวมวล แหล่งพลังงานทดแทนที่กำลังเป็นกระแสของโลก

ชีวมวล 51

ข้อได้เปรียบของการใช้ชีวมวลเป็นแหล่งพลังงาน 52

การใช้เชื้อเพลิงชีวมวลเพื่อแก้ปัญหาโลกร้อน 53

บรรณานุกรม 57

คำศัพท์ทางวิชาการ 58

IV เทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงจากชีวมวล

เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพ 62

เทคโนโลยีการผลิตเอทานอล 84

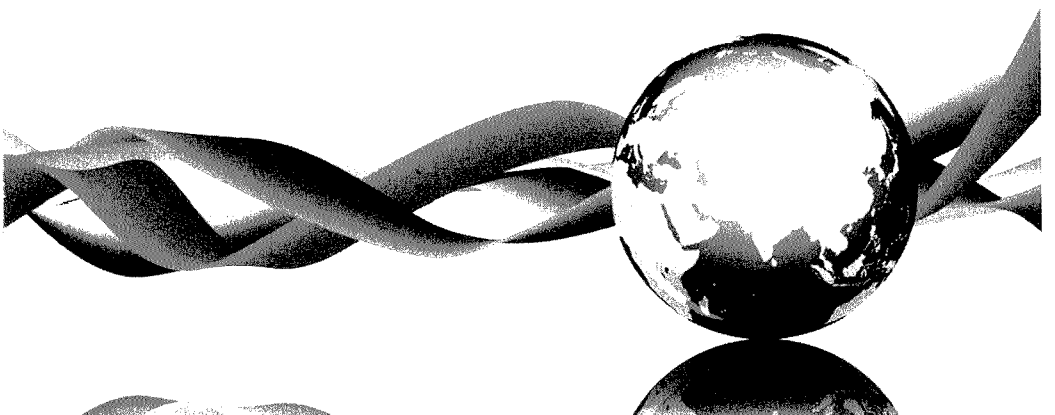
เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซล 98

เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวมวล 136

เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงจากขยะ 161

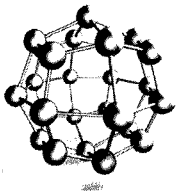
V บทสรุป 175

คณะผู้เขียน 180



I

สถานการณ์พลังงานของโลก



ความต้องการและรูปแบบการใช้พลังงานของโลก

คำว่า **พลังงาน** ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 หมายถึง *ความสามารถซึ่งมีอยู่ในตัวของสิ่งที่อาจให้แรงงานได้* แต่ในทางปฏิบัติ พลังงานหมายถึง สิ่งที่ขับเคลื่อนกิจกรรมทุกอย่างของมนุษย์ มนุษย์จึงไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้โดยปราศจากพลังงาน และหากพิจารณาให้ดีจะพบว่า อาหารซึ่งจัดอยู่ในอันดับแรกสุดของปัจจัยพื้นฐาน (ปัจจัยสี่) ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ แท้จริงแล้วคือแหล่งพลังงานของเซลล์ทุกเซลล์ที่ประกอบกันเป็นมนุษย์ การเคลื่อนไหวร่างกายในทุกอิริยาบถเพื่อกระทำกิจกรรมต่าง ๆ รวมถึงการใช้ความคิดของคนเราล้วนแล้วแต่ต้องอาศัยพลังงานจากอาหารที่เรารับประทาน นอกเหนือจากอาหาร การดำรงชีวิตของคนเรายังต้องการพลังงานในการขับเคลื่อนยานพาหนะสำหรับเดินทาง พลังงานสำหรับขับเคลื่อนอุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องจักรสำหรับอำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิตหรือประกอบอาชีพ ดังนั้น เราทุกคนจึงไม่อาจปฏิเสธความต้องการพลังงานได้

ความต้องการพลังงานของโลก

ความต้องการพลังงานเพื่อการดำรงชีวิตของประชากรโลกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว พร้อม ๆ กับการเพิ่มของประชากรโลก พลังงานที่มนุษย์ใช้อยู่ทุกวันนี้ได้จากแหล่งต่าง ๆ ทั้งที่เป็นทรัพยากรที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ รวมทั้งสิ่งที่มนุษย์สังเคราะห์หรือประดิษฐ์คิดค้นขึ้น เช่น พลังงานนิวเคลียร์ เป็นต้น ตารางด้านล่างแสดงให้เห็นการคาดการณ์ของปริมาณความต้องการพลังงานของโลกจากแหล่งพลังงานต่าง ๆ ระหว่าง พ.ศ. 2523 ถึง พ.ศ. 2573

การคาดการณ์ความต้องการพลังงานรวมที่ได้จากแหล่งต่าง ๆ ของโลก

หน่วย : เทียบเท่าล้านตันน้ำมันดิบ

แหล่งพลังงาน	ปีที่คาดการณ์				
	2523	2547	2553	2558	2573
ถ่านหิน	1,785	2,773	3,354	3,666	4,441
น้ำมัน	3,107	3,940	4,366	4,750	5,575
ก๊าซธรรมชาติ	1,237	2,302	2,686	3,017	3,896
นิวเคลียร์	186	714	775	810	861
พลังน้ำ	148	242	280	317	408
ชีวมวล และขยะ	765	1,176	1,283	1,375	1,645
แหล่งพลังงานหมุนเวียนอื่น ๆ*	33	57	99	136	296
รวม	**7,261**	**11,204**	**12,843**	**14,071**	**17,122**

* พลังแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังความร้อนใต้พิภพ

ที่มา : *World Energy Outlook 2006 (พ.ศ. 2549)*

จากตารางจะเห็นว่า หากการคาดการณ์ดังกล่าวถูกต้อง ปริมาณความต้องการพลังงานรวมของโลกจะเพิ่มขึ้นถึงกว่าร้อยละ 135 ในช่วงเวลา 50 ปี (พ.ศ. 2523-2573) หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 27 ในทุก ๆ 10 ปี

ผลการพยากรณ์จำนวนประชากรโลกชี้ให้เห็นว่าจำนวนประชากรโลกมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้นถึงกว่าร้อยละ 22 ในช่วงเวลาระหว่าง พ.ศ. 2553-2573 จากผลการพยากรณ์ดังกล่าว อาจกล่าวได้ว่า ประชากรโลกมีอัตราการเพิ่มเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 11 ในทุก 10 ปี

เมื่อนำค่าเฉลี่ยของอัตราการเพิ่มของความต้องการพลังงานและอัตราการเพิ่มของประชากรโลกในทุก 10 ปีมาเปรียบเทียบกันจะพบว่าอัตราส่วนการเพิ่มของความต้องการพลังงานต่อการเพิ่มของประชากรจะมีค่าประมาณ 2.5 : 1 ผลการเปรียบเทียบชี้ให้เห็นว่า **ทุกร้อยละ 1 ของประชากรที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ความต้องการพลังงานของโลกเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.5** จึงไม่น่าแปลกใจว่า เหตุใดความต้องการพลังงานของโลกจึงเพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง

รูปแบบการใช้พลังงานของโลก

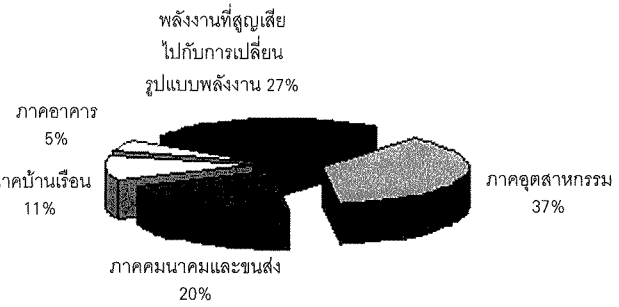
รูปแบบของพลังงาน (Energy Form) อาจแบ่งได้หลากหลายประเภท เช่น พลังงานที่มีในเทหวัตถุเนื่องจากการเคลื่อนที่ของเทหวัตถุนั้น เรียกว่า *พลังงานจลน์* (Kinetic Energy) หรือพลังงานที่มีในเทหวัตถุ เนื่องจากตำแหน่งที่อยู่ของเทหวัตถุนั้น เรียกว่า *พลังงานศักย์* (Potential Energy)

รูปแบบของพลังงานยังอาจแบ่งตามลักษณะทางกายภาพได้ เช่น พลังงานความร้อน (Thermal Energy or Heat) พลังงานไฟฟ้า (Electrical Energy) พลังงานกล (Mechanical Energy) พลังงานแสง (Radiant Energy or Light) พลังงานเสียง (Sound Energy) พลังงานแม่เหล็ก (Magnetic Energy) และพลังงานนิวเคลียร์ (Nuclear Energy) เป็นต้น

นอกจากนี้รูปแบบของพลังงานยังอาจแบ่งตามแหล่งกำเนิดของพลังงาน เช่น พลังงานดั้งเดิม (Conventional Energy) และพลังงานหมุนเวียน

(Renewable Energy) โดยที่พลังงานดั้งเดิมหมายถึงพลังงานที่ได้จากเชื้อเพลิงที่ใช้หมดแล้ว ไม่สามารถเกิดขึ้นใหม่ได้ในช่วงชีวิตของมนุษย์ เช่น พลังงานที่ได้จากเชื้อเพลิงที่เป็นซากสัตว์หรือพืชยุคก่อนประวัติศาสตร์ (Fossil Fuel) ซึ่งต้องใช้เวลานานนับล้าน ๆ ปีจึงจะเกิดขึ้นใหม่ได้ ส่วนพลังงานหมุนเวียนหมายถึง พลังงานที่เกิดจากเชื้อเพลิงที่ใช้หมดแล้ว สามารถเกิดขึ้นใหม่ได้ในช่วงชีวิตของมนุษย์ เช่น ชีวมวล (Biomass) เป็นต้น

ในทางปฏิบัติพลังงานสามารถเปลี่ยนรูปแบบได้ เช่น พลังงานความร้อน (ในรูปแรงดันของไอน้ำ) และพลังงานไฟฟ้า (โดยอาศัยมอเตอร์ไฟฟ้า) สามารถเปลี่ยนรูปแบบเป็นพลังงานกลได้ เป็นต้น รูปแบบของพลังงานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ใน 3 อันดับแรก ได้แก่ พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน และพลังงานกล พลังงานทั้งสามรูปแบบมีส่วนเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของคนเราผ่านภาคส่วนต่าง ๆ ของระบบเศรษฐกิจ (Economic Sectors) ซึ่งประกอบด้วย ภาคอุตสาหกรรมการผลิต ภาคเกษตรกรรม ภาคคมนาคมและขนส่ง ภาคการก่อสร้าง ภาคบ้านพักอาศัย ภาคธุรกิจการค้า และภาคการทำเหมืองแร่



สัดส่วนการใช้พลังงานในภาคส่วนต่าง ๆ ของระบบเศรษฐกิจโลกใน พ.ศ. 2547

ที่มา : *Wikipedia : World EnergyRresources and Consumptions*

จากรูปจะเห็นว่า ภาคอุตสาหกรรม และภาคคมนาคมและขนส่งมีการใช้พลังงานในกิจกรรมต่าง ๆ ถึงร้อยละ 37 และร้อยละ 20 ของพลังงานทั้งหมดที่ใช้ในโลกตามลำดับ แต่ที่น่าสนใจคือ สัดส่วนของพลังงานที่

สูญเสียไปกับกระบวนการแปรรูปพลังงานซึ่งสูงถึงร้อยละ 27 ของพลังงานทั้งหมดที่ใช้ในโลก ซึ่งสูงกว่าการใช้พลังงานในภาคบ้านพักอาศัยและธุรกิจการค้ารวมกัน

แหล่งพลังงานหลักของมนุษย์

ไฟหรือพลังงานความร้อนถือเป็นรูปแบบแรกของพลังงานที่มนุษย์รู้จัก มนุษย์ค้นพบหรือรู้จักไฟครั้งแรกเมื่อกว่า 5 แสนปีมาแล้ว การค้นพบและการรู้จักใช้ไฟหรือพลังงานความร้อนทำให้มนุษย์ครองความได้เปรียบเหนือสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ บนโลก ไฟหรือพลังงานความร้อนทำให้มนุษย์มีพัฒนาการในทุก ๆ ด้าน เช่น มนุษย์ใช้ไฟทำให้อาหารสุก เพื่อเพิ่มรสชาติหรือปลอดจากเชื้อโรค มนุษย์นำไฟมาไว้ในถ้ำหรือที่พักอาศัยเพื่อให้ความอบอุ่นในเวลากลางคืนหรือในฤดูหนาว มนุษย์ใช้ไฟในการถลุงหรือหลอมโลหะเพื่อนำมาทำเป็นเครื่องมือ เครื่องใช้ หรืออาวุธ

เมื่อมนุษย์มีพัฒนาการมากขึ้นก็รู้จักการใช้ประโยชน์จากแหล่งพลังงานรูปแบบอื่น ๆ เพิ่มมากขึ้น แหล่งพลังงานหลักของมนุษย์ในยุคต่าง ๆ สามารถสรุปได้ดังนี้

แหล่งพลังงานหลักของมนุษย์ในยุคต่าง ๆ

ยุค/สมัย	รูปแบบพลังงานที่มนุษย์ใช้	แหล่งพลังงานหลัก	หมายเหตุ
ก่อนประวัติศาสตร์	พลังงานจากกล้ามเนื้อมนุษย์ พลังงานความร้อน (ไฟ)	อาหารที่มนุษย์กิน ต้นไม้	มากกว่า 8,800 ปี ก่อนพุทธกาล ยุคหิน (Stone Age) ยุคทองแดง (Copper Age) ยุคสำริด (Bronze Age) ยุคเหล็ก (Iron Age)

ยุค/สมัย	รูปแบบพลังงานที่มนุษย์ใช้	แหล่งพลังงานหลัก	หมายเหตุ
ประวัติศาสตร์	พลังงานจากกล้ามเนื้อสัตว์ พลังงานจากกล้ามเนื้อมนุษย์ พลังงานความร้อน (ไฟ) พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์	อาหารที่สัตว์กิน อาหารที่มนุษย์กิน ต้นไม้ การเคลื่อนที่ของมวลอากาศ การเคลื่อนที่ของมวลน้ำ ดวงอาทิตย์	ประมาณ 5,500 ปี ก่อนพุทธกาล ถึงราวพุทธศตวรรษที่ 21
ปฏิวัติอุตสาหกรรม	พลังงานความร้อน (ไอน้ำ) พลังงานความร้อน (ไฟ)	ถ่านหิน น้ำมัน	พุทธศตวรรษที่ 23-24
ปัจจุบัน	พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน (ไอน้ำ) พลังงานความร้อน (ไฟ) พลังงานกล (รถยนต์)	น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน	พุทธศตวรรษที่ 24-ปัจจุบัน

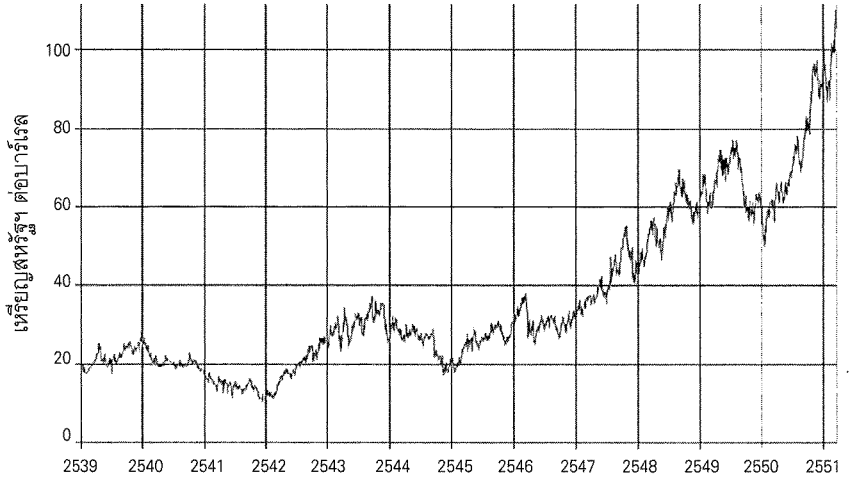
การผลิตรถยนต์เชิงอุตสาหกรรมที่เกิดขึ้นในช่วงต้นของพุทธศตวรรษที่ 24 ทำให้รถยนต์มีราคาถูกลงจนคนทั่วไปสามารถซื้อใช้ได้ การขยายตัวของตลาดรถยนต์ที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้ความต้องการน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้มีการเร่งสำรวจหาแหล่งน้ำมันดิบเพื่อสนองความต้องการน้ำมันเชื้อเพลิงอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน

ความผันผวนของราคาน้ำมันในตลาดโลก

หลังจากการค้นพบและขุดเจาะน้ำมันเพื่อประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ตลอดจนการพัฒนาเครื่องยนต์สันดาปภายใน และการพัฒนากระบวนการ

ผลิตรถยนต์ในเชิงอุตสาหกรรมที่เกิดขึ้นในสหรัฐอเมริกาช่วงระหว่าง พ.ศ. 2343-2443 น้ำมันกลายเป็นแหล่งพลังงานหลักของโลกที่แทบจะไม่มีคู่แข่ง ประเทศที่พัฒนาแล้วต่างต้องการน้ำมันสำหรับใช้เป็นพลังงานในอุตสาหกรรมการผลิต เพื่อผลักดันให้เศรษฐกิจของตนเข้มแข็งยิ่งขึ้น และเนื่องจากเป็นผู้ใช้น้ำมันรายใหญ่ของโลก ประเทศที่พัฒนาแล้วจึงรวมตัวกันกำหนดราคาน้ำมันดิบให้ต่ำเพื่อผลประโยชน์ของประเทศตน แต่ทำให้ประเทศผู้ผลิตน้ำมันไม่พอใจ

ใน พ.ศ. 2508 ประเทศผู้ผลิตน้ำมันได้รวมตัวกันเป็นองค์กรที่เรียกว่า กลุ่มประเทศผู้ส่งออกน้ำมัน หรือ Organization of The Petroleum Exporting Countries (OPEC) ประเทศสมาชิกของโอเปค ประกอบด้วย แอลจีเรีย (Algeria) แองโกลา (Angola) อินโดนีเซีย (Indonesia) อิหร่าน (Iran) อิรัก (Iraq) คูเวต (Kuwait) ลิเบีย (Libya) ไนจีเรีย (Nigeria) กาตาร์ (Qatar) ซาอุดีอาระเบีย (Saudi Arabia) สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ (United Arab Emirates) เวเนซุเอลา (Venezuela) และเอกวาดอร์ (Ecuador) ซึ่งเป็นประเทศล่าสุดที่เข้าร่วมกับโอเปค เมื่อเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2550 โอเปคมีสำนักงานใหญ่ตั้งอยู่ที่กรุงเวียนนา เมืองหลวงของประเทศออสเตรีย หน้าที่หลักของโอเปค คือ การกำหนดโควตาการผลิตน้ำมันของประเทศสมาชิกเพื่อป้องกันปัญหาน้ำมันล้นตลาด วิธีดังกล่าวทำให้กลุ่มประเทศผู้ผลิตน้ำมันสามารถควบคุมราคาน้ำมันดิบเพื่อให้เกิดกำไรสูงสุดได้ ด้วยเหตุนี้ราคาน้ำมันดิบในตลาดโลกจึงมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องจากการรวมกลุ่มของโอเปค



แผนภูมิแสดงความผันผวนของราคาน้ำมันในตลาดโลก

ที่มา : *http://octane.nmt.edu/gotech/Marketplace/Prices.aspx*

ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2551 ราคาน้ำมันในตลาดโลกเพิ่มสูงขึ้นเกิน 100 ดอลลาร์สหรัฐฯ ต่อบาร์เรล ซึ่งนับเป็นครั้งแรกในประวัติศาสตร์นับตั้งแต่มีการค้นพบและขุดเจาะน้ำมันมาใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์

โควตาการผลิตน้ำมันของกลุ่มประเทศผู้ส่งออกน้ำมัน

หน่วย : พันบาร์เรลต่อวัน

ประเทศ	โควตาการผลิตที่กำหนดโดยโอเปค (พ.ศ. 2548)	ปริมาณการผลิตจำหน่าย (พ.ศ. 2550)	กำลังการผลิตสูงสุด
แอลจีเรีย	894	1,360	1,430
แองโกลา	1,900	1,700	1,700
เอกวาดอร์	520	500	500
อินโดนีเซีย	1,451	860	860
อิหร่าน	4,110	3,700	3,750

ประเทศ	โควตาการผลิตที่กำหนดโดยโอเปค (พ.ศ. 2548)	ปริมาณการผลิตจำหน่าย (พ.ศ. 2550)	กำลังการผลิตสูงสุด
อิรัก	-	1,481	-
คูเวต	2,247	2,500	2,600
ลิเบีย	1,500	1,650	1,700
ไนจีเรีย	2,306	2,250	2,250
กาตาร์	726	810	850
ซาอุดีอาระเบีย	10,099	8,800	10,500
สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์	2,444	2,500	2,600
เวเนซุเอลา	3,223	2,340	2,450
รวม	**31,420**	**30,451**	**32,230**

ที่มา : *http://en.wikipedia.org/wiki/Opec*

ตัวแปรหรือสิ่งที่เป็นตัวกำหนดราคาซึ่งทำให้เกิดความผันผวนของราคาน้ำมันในตลาดโลกในช่วงเวลาต่าง ๆ สามารถสรุปได้ดังนี้

ช่วง พ.ศ. 2393-2507 ประเทศผู้ผลิตน้ำมันแข่งขันกันผลิตจนปริมาณน้ำมันในตลาดโลกมีมากเกินความต้องการทำให้ราคาน้ำมันในตลาดโลกถูกกำหนดโดยกลุ่มประเทศผู้ใช้น้ำมันรายใหญ่ ซึ่งได้แก่ประเทศที่พัฒนาแล้วในซีกโลกตะวันตก ราคาน้ำมันจึงไม่สูงและมีความผันผวนน้อย

ช่วง พ.ศ. 2508-2523 ราคาน้ำมันในตลาดโลกถูกกำหนดโดยกลุ่มประเทศผู้ผลิตน้ำมัน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นประเทศที่นับถือศาสนาอิสลามในตะวันออกกลาง ราคาน้ำมันเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากผู้ผลิตรู้ถึงความต้องการน้ำมันของตลาดโลกที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ราคาน้ำมันเริ่มมีความผันผวนเนื่องจากสถานการณ์สงครามในระหว่างกลุ่มประเทศผู้ผลิตน้ำมันด้วยกันเอง และการที่ผู้ผลิตน้ำมันรู้ถึงผลกระทบของผลผลิตน้ำมันที่มีต่อระบบเศรษฐกิจของกลุ่มประเทศในซีกโลกตะวันตก และเริ่มนำผลผลิตน้ำมันมาใช้เป็นเครื่องมือต่อรองทางการเมืองระหว่างประเทศ

ช่วง พ.ศ. 2523-2551 ราคาน้ำมันในตลาดโลกยังคงถูกกำหนดโดยกลุ่มประเทศผู้ผลิตน้ำมัน ราคาน้ำมันเพิ่มสูงขึ้นมากเนื่องจากสถานการณ์สงครามในประเทศผู้ผลิตน้ำมัน และปริมาณน้ำมันสำรองของโลกที่เริ่มลดน้อยลง ความผันผวนของราคาน้ำมันมีสูงเนื่องจากความขัดแย้งในเรื่องผลประโยชน์และอุดมการณ์ทางการเมืองระหว่างประเทศในซีกโลกตะวันตกกับประเทศที่นับถือศาสนาอิสลาม

ผลกระทบจากการใช้พลังงานดั้งเดิม

นับตั้งแต่การปฏิวัติอุตสาหกรรมมาจนถึงปัจจุบัน ถ่านหินและน้ำมัน (รวมถึงก๊าซธรรมชาติ) นับเป็นแหล่งพลังงานหลักของมนุษย์ที่ไม่มีคู่แข่ง เนื่องจากภาคอุตสาหกรรม (รวมภาคการผลิตไฟฟ้า) และภาคคมนาคมขนส่ง ซึ่งเป็นภาคส่วนที่มีการใช้พลังงานมากที่สุดในระบบเศรษฐกิจของโลกยุคปัจจุบัน ล้วนแล้วแต่ใช้ถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติเป็นแหล่งพลังงานหลัก ที่เป็นเช่นนี้เพราะเครื่องจักรและอุปกรณ์หลักที่ใช้ในภาคอุตสาหกรรมปัจจุบัน ล้วนแล้วแต่พัฒนามาจากเครื่องจักรที่พัฒนาในยุคปฏิวัติอุตสาหกรรม ซึ่งส่วนใหญ่ออกแบบสำหรับใช้เชื้อเพลิงถ่านหิน น้ำมัน หรือก๊าซธรรมชาติ แม้ว่าจะมีการใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นมากในภาคอุตสาหกรรม แต่การผลิตพลังงานไฟฟ้าของโลกส่วนใหญ่ยังคงใช้ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ และน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นหลัก นอกจากนี้การขยายตัวของอุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ไปทั่วโลก ยิ่งทำให้

มนุษย์ต้องพึ่งพาน้ำมันเพิ่มขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เนื่องจากรถยนต์เกือบทั้งหมดที่ผลิตในโลกใช้เครื่องยนต์สันดาปภายใน ที่ออกแบบมาสำหรับใช้กับน้ำมันเชื้อเพลิงหรือก๊าซเชื้อเพลิงเท่านั้น แม้ว่ารถยนต์ส่วนใหญ่ในโลกจะได้รับการออกแบบมาสำหรับใช้กับเชื้อเพลิงเหลว แต่ประสิทธิภาพในการแปรรูปพลังงานความร้อนจากน้ำมัน โดยอาศัยเครื่องยนต์สันดาปภายในเพื่อเปลี่ยนเป็นแรงกลสำหรับขับเคลื่อนรถยนต์โดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 15 เท่านั้น ส่วนที่เหลือกลายเป็นความร้อนทิ้งที่ปล่อยออกทางท่อไอเสีย

กล่าวโดยสรุป มนุษย์ต้องพึ่งพาแหล่งพลังงานที่ได้จากซากพืชและสัตว์ยุคก่อนประวัติศาสตร์มาตลอดระยะเวลากว่า 200 ปี จนกลายเป็นความคุ้นเคยถึงขนาดถือว่าพลังงานที่ได้จากซากพืชและสัตว์ยุคก่อนประวัติศาสตร์เป็น *พลังงานดั้งเดิม* (Conventional Energy) ดังนั้นในหนังสือเล่มนี้จะใช้คำว่า*พลังงานดั้งเดิม* แทนความหมายของพลังงานที่ได้จากซากพืชและสัตว์ยุคก่อนประวัติศาสตร์ ซึ่งได้แก่ ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ และจะใช้คำว่า *เชื้อเพลิงฟอสซิล* (Fossil Fuel) แทนถ่านหิน น้ำมันก๊าซธรรมชาติ ในส่วนอื่น ๆ ของหนังสือเล่มนี้

การนำเชื้อเพลิงฟอสซิลมาเผาเพื่อผลิตพลังงานความร้อน และแปรรูปพลังงานความร้อนเป็นพลังงานรูปแบบอื่น ๆ ในกระบวนการแปรรูปพลังงานจะเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และสะสมอยู่ในชั้นบรรยากาศ ซึ่งจะเพิ่มปริมาณการสะสมมากขึ้นตามปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล **ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สะสมในชั้นบรรยากาศเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดสภาวะเรือนกระจก (Greenhouse Effect) และส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming) ที่เป็นต้นเหตุของปรากฏการณ์แปรปรวนของภูมิอากาศโลก (Climate Change)** นอกจากนี้การใช้พลังงานดั้งเดิมผ่านกระบวนการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงฟอสซิลยังก่อให้เกิดผลกระทบและมลพิษต่าง ๆ ดังนี้

- ประเทศที่พึ่งพาแต่พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล (น้ำมัน) เพียงแหล่งเดียว อาจเกิดความไม่มีเสถียรภาพด้านพลังงานต่อประเทศ เนื่องจากแหล่งน้ำมันส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในกลุ่มประเทศที่มีความขัดแย้งกันเองภายในกลุ่ม และกับประเทศในซีกโลกตะวันตก

ค่อนข้างสูง บ่อยครั้งที่ความขัดแย้งดังกล่าวนำไปสู่สงคราม ซึ่งทำให้น้ำมันขาดแคลนหรือมีราคาสูงมาก

- การขุดเจาะบ่อน้ำมันหรือก๊าซธรรมชาติ และการทำเหมืองถ่านหินทำให้พื้นที่ธรรมชาติถูกทำลายโดยถาวร
- การสันดาปของเชื้อเพลิงฟอสซิลอันเป็นผลจากการใช้รถยนต์จำนวนมาก และโรงผลิตไฟฟ้าที่อยู่ใกล้ทำให้เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า *"หย่อมอากาศร้อนชุมชนเมือง"* (Urban Heat Island)
- โรงผลิตไฟฟ้าทั่ว ๆ ไปที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงจะก่อให้เกิดผลกระทบดังนี้
  - ปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 3,700,000 ตันต่อปี ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของสภาวะเรือนกระจก
  - ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 10,000 ตันต่อปี เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดฝนกรด (Acid Rain)
  - ฝุ่นผงขนาดเล็ก 500 ตันต่อปี เป็นสาเหตุของโรคปอด โรคทางเดินหายใจ และลดทัศนวิสัยในการมองเห็นขณะขับรถ
  - ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ 10,200 ตันต่อปี สามารถทำปฏิกิริยากับสารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยได้เกิดเป็นหมอกควัน (Smog) ของก๊าซโอโซน หากสูดดมเข้าไปจะสามารถเผาไหม้เนื้อเยื่อภายในปอด และเป็นสาเหตุของโรคทางเดินหายใจ
  - ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ 720 ตันต่อปี เป็นสาเหตุของอาการปวดศีรษะ และความตึงเครียดในผู้ที่มีปัญหาสุขภาพเกี่ยวกับหัวใจ
  - สารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยได้ (Volatile Organic Compounds) 220 ตันต่อปี สามารถทำปฏิกิริยากับไนโตรเจนออกไซด์เกิดเป็นก๊าซโอโซน
  - สารปรอท 77 กิโลกรัมต่อปี โดยปลาที่อยู่ในทะเลสาบที่มีพื้นที่

ขนาด 25 เอเคอร์ (มากกว่า 63 ไร่) ซึ่งมีสารปรอทปนเปื้อนในปริมาณเพียง 1/70 ช้อนชา ไม่สามารถใช้เป็นอาหารได้

- สารหนู 102 กิโลกรัมต่อปี การดื่มน้ำที่มีสารหนูปนเปื้อนในปริมาณ 50 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรเป็นประจำจะก่อให้เกิดโรคมะเร็ง
- สารตะกั่ว 52 กิโลกรัมต่อปี และสารแคดเมียม 2 กิโลกรัมต่อปี

แหล่งพลังงานทางเลือกสำหรับแก้ปัญหาโลกร้อน

การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นแหล่งพลังงานอย่างต่อเนื่องมายาวนานกว่า 200 ปีและยังคงมีความต้องการใช้เพิ่มมากขึ้นจนถึงปัจจุบัน ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมโลก ซึ่งทวีความรุนแรงมากขึ้นตามลำดับ จึงได้มีความพยายามที่จะจัดหาแหล่งพลังงานอื่น ๆ ที่ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมโลก มาใช้แทนพลังงานดั้งเดิมที่ได้จากเชื้อเพลิงฟอสซิล แหล่งพลังงานดังกล่าวได้แก่ พลังงานทดแทนและพลังงานหมุนเวียน

นิยามของพลังงานทดแทนและพลังงานหมุนเวียน

ทั่วไปแล้ว คำว่า *Alternative Energy* มีการแปลเป็นภาษาไทยและใช้กันอย่างแพร่หลายว่า *พลังงานทดแทน* ส่วนคำว่า *Renewable Energy* มีคำแปลว่า *พลังงานหมุนเวียน* ในทางปฏิบัติมีการให้นิยามของคำทั้งสองอย่างหลากหลายทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ แต่เมื่อสรุปรวมคำนิยามต่าง ๆ แล้ว สามารถสรุปได้ดังนี้

- **พลังงานทดแทน** (Alternative Energy) หมายถึง พลังงานที่ได้จากแหล่งพลังงานธรรมชาติและพลังงานสังเคราะห์ทุกชนิด ซึ่งสามารถนำมาใช้ได้อย่างไม่จำกัดและไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสภาพแวดล้อม
- **พลังงานหมุนเวียน** (Renewable Energy) หมายถึง พลังงานที่ได้จากแหล่งพลังงานธรรมชาติ ซึ่งเมื่อถูกนำไปใช้แล้วสามารถเกิด

ขึ้นใหม่ด้วยกระบวนการหรือวัฏจักรตามธรรมชาติในช่วงระยะเวลาอันจำกัด และไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสภาพแวดล้อม

แหล่งพลังงานทดแทนและพลังงานหมุนเวียน

แหล่งพลังงานที่จัดอยู่ในหมวดหมู่ของพลังงานทดแทนและพลังงานหมุนเวียน

พลังงานทดแทน	พลังงานหมุนเวียน	หมายเหตุ
พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานความร้อนใต้พิภพ	พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานความร้อนใต้พิภพ	ใช้เทคโนโลยีที่คิดค้นขึ้นใหม่ซึ่งแตกต่างจากเทคโนโลยีที่ใช้ในสมัยโบราณ
พลังงานชีวมวล	พลังงานชีวมวล	รวมถึงการนำชีวมวลมาเผาเพื่อผลิตพลังงานความร้อน
ไฮโดรเจนและเซลล์เชื้อเพลิง (พลังงานสังเคราะห์)	-	พลังงานนิวเคลียร์ไม่จัดเป็นแหล่งพลังงานทดแทนเนื่องจากการใช้พลังงานนิวเคลียร์ก่อให้เกิดกากซึ่งเป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
พลังงานที่ประหยัดได้จากการดำเนินการอนุรักษ์พลังงาน	-	เป็นพลังงานที่สามารถนำ (กลับ) มาใช้โดยไม่ต้องผลิตขึ้นใหม่จึงไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม

ที่มา : *http://www.newalternativesfund.com/invest/invest_alternative.html*
http://www.cite-sciences.fr/lexique/definition1.php?idmot=177&rech_lettre=r&num_page=9&habillage=glp&lang=an&id_expo=13&id_habillage=24

จะพบว่า พลังงานทดแทนมีความหมายครอบคลุมถึงแหล่งพลังงานหมุนเวียนด้วย นอกจากนี้คำว่าพลังงานทดแทน ยังเป็นคำที่มีผู้นิยมใช้มากกว่า ดังนั้นในหนังสือเล่มนี้จะเลือกใช้คำว่าพลังงานทดแทนเมื่อต้องการสื่อถึงความหมายของคำว่า Alternative Energy และ/หรือ Renewable Energy

การใช้ประโยชน์จากพลังงานทดแทน

พลังงานทดแทน ถูกนำมาใช้แทนพลังงานที่ได้จากเชื้อเพลิงฟอสซิล ในภาคส่วนการผลิตไฟฟ้า และการคมนาคมและขนส่งมากกว่าภาคส่วนอื่น ๆ ของระบบเศรษฐกิจโลก

ใน พ.ศ. 2550 ทั่วโลกมีการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนคิดเป็นกำลังผลิตติดตั้ง (Installed Capacity) ทั้งสิ้น 240 กิกะวัตต์ (GW) ซึ่งเพิ่มจากกำลังผลิตติดตั้งของ พ.ศ. 2547 ร้อยละ 50 และคิดเป็นร้อยละ 5 ของกำลังผลิตติดตั้งรวมของโลก และสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าคิดเป็นร้อยละ 3.4 ของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั่วโลก ทั้งนี้ไม่รวมพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตโดยโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดใหญ่ซึ่งผลิตพลังงานไฟฟ้ารวมกันคิดเป็นร้อยละ 15 ของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั่วโลก พลังงานลมเป็นแหล่งพลังงานทดแทนที่ถูกนำมาใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้ามากที่สุด (ไม่นับพลังงานน้ำ) ใน พ.ศ. 2550 ทั่วโลกมีการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานลมคิดเป็นกำลังผลิตทั้งสิ้น 95 กิกะวัตต์ ซึ่งเพิ่มขึ้นจาก พ.ศ. 2549 ถึงร้อยละ 40 รองลงมาได้แก่ การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Photovoltaic Cells) ซึ่งทั่วโลกมีกำลังผลิตรวมกัน 7.7 กิกะวัตต์ พลังงานความร้อนใต้พิภพและพลังงานชีวมวลเริ่มได้รับความสนใจเนื่องจากเป็นแหล่งสำหรับผลิตพลังงานไฟฟ้าที่มีศักยภาพสูง แต่กำลังผลิตในปัจจุบันยังนับว่าน้อยมากในระดับโลก

เอทานอลและไบโอดีเซลที่ได้จากการแปรรูปพลังงานชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงเหลวเพื่อทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลในภาคการคมนาคมและขนส่งมีการขยายตัวอย่างมาก โดยใน พ.ศ. 2550 ทั่วโลกมีการผลิตเอทานอลและไบโอดีเซลรวมกันทั้งสิ้น 53,000 ล้านลิตร เพิ่มจากปริมาณที่ผลิตได้ใน พ.ศ. 2548 ถึงร้อยละ 43 โดยเฉพาะเอทานอลผลิตได้มากถึง 52,000 ล้านลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 4 ของปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้โดยรถยนต์ทั่วโลก แต่ไบโอดีเซลที่เพิ่งเริ่มมีการผลิตนั้น มีการผลิตเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 50 จาก พ.ศ. 2549

นอกเหนือจากการใช้ประโยชน์ในภาคการผลิตไฟฟ้าและคมนาคม

และขนส่งแล้ว พลังงานทดแทนยังถูกนำไปใช้ในภาคบ้านพักอาศัยและสถานประกอบการธุรกิจการค้า โดยเฉพาะการแปรรูปพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานความร้อน (Solar Thermal) โดยใช้แผงรับแสงอาทิตย์ (Solar Heat Collector) เพื่อผลิตน้ำร้อนและลมร้อน ใน พ.ศ. 2549 มีการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตน้ำร้อนและลมร้อนสำหรับบ้านพักอาศัยและสถานประกอบการธุรกิจการค้ารวมกันทั่วโลกคิดเป็นพลังงานทั้งสิ้น 105 กิกะวัตต์ (ความร้อน) หรือเทียบเท่ากำลังไฟฟ้าประมาณ 40 กิกะวัตต์

กระแสความตื่นตัวในการนำพลังงานทดแทนมาใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้า/ความร้อน ก่อให้เกิดผลกระทบต่อเศรษฐกิจของโลกอย่างสูง โดยใน พ.ศ. 2550 ทั่วโลกมีการลงทุนเพื่อสร้างโรงผลิตไฟฟ้า/ความร้อนจากพลังงานทดแทนรวมเป็นเงินทั้งสิ้น 71,000 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ โดยที่ร้อยละ 47 และ 30 ของเงินลงทุนทั้งหมดเป็นการลงทุนในโรงไฟฟ้าพลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์ตามลำดับ อีกร้อยละ 15-20 เป็นการลงทุนในโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ และส่วนที่เหลือเป็นการลงทุนในโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนอื่น ๆ เช่น โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนใต้พิภพและโรงไฟฟ้าพลังงานชีวมวล เป็นต้น นอกจากนี้การขยายตัวของโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนยังทำให้เกิดการจ้างงานทั่วโลกรวมกันมากกว่า 3,500,000 ตำแหน่ง

การขยายตัวของการใช้ประโยชน์จากพลังงานทดแทน

ผลกระทบด้านเศรษฐกิจอันเป็นผลมาจากราคาเชื้อเพลิงฟอสซิลที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง และผลกระทบต่อความมั่นคงด้านพลังงาน ตลอดจนผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ล้วนแล้วแต่เป็นตัวแปรที่เร่งให้ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกหันมาพึ่งพาพลังงานทดแทนในปัจจุบันกว่า 66 ประเทศทั่วโลกมีการกำหนดแผนยุทธศาสตร์พลังงานทดแทนของประเทศขึ้น เช่น กลุ่มประเทศในสหภาพยุโรปตั้งเป้าที่จะให้มีการใช้พลังงานทดแทนคิดเป็นร้อยละ 20 ของความต้องการใช้พลังงานทั้งหมดของแต่ละประเทศภายใน พ.ศ. 2563 ประเทศจีนตั้งเป้าที่จะให้มีการใช้พลังงานทดแทนคิดเป็นร้อยละ 15 ของความต้องการใช้พลังงานทั้งหมดของประเทศภายใน พ.ศ. 2563 สำหรับประเทศไทย มีการกำหนด

เป้าหมายที่จะให้มีการใช้พลังงานทดแทนคิดเป็นร้อยละ 8 ของความต้องการใช้พลังงานทั้งหมดของประเทศภายใน พ.ศ. 2554 นอกจากนี้ยังมีการตั้งเป้าหมายที่จะให้มีการใช้เชื้อเพลิงชีวมวล (Biofuels) ทดแทนการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในภาคการคมนาคมและขนส่งในบางประเทศ โดยเฉพาะประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรป มีการตั้งเป้าหมายที่จะให้มีการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลคิดเป็นร้อยละ 10 ของปริมาณเชื้อเพลิงฟอสซิลทั้งหมดที่ใช้ในภาคการคมนาคมและขนส่งของแต่ละประเทศภายใน พ.ศ. 2563

นอกเหนือจากการกำหนดแผนยุทธศาสตร์ด้านพลังงานแล้ว ยังมีการกำหนดนโยบายสนับสนุนให้มีการนำพลังงานทดแทนมาใช้อย่างเป็นรูปธรรม เช่น การกำหนดนโยบาย Renewable Portfolio Standard (RPS) ในภาคการผลิตไฟฟ้า โดยกระทรวงพลังงานมีนโยบายให้การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) กำหนดค่า RPS ไว้ที่ร้อยละ 5 ซึ่งหมายความว่าในทุก 100 หน่วยกำลังผลิตใหม่ที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ทาง กฟผ. จะต้องติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าที่ใช้พลังงานทดแทน 5 หน่วย นอกเหนือจากการกำหนดค่า RPS แล้ว ยังมีนโยบายสนับสนุนการขยายตัวของโรงไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนอีกหลายรูปแบบที่เป็นที่นิยมใช้กันทั่วโลก เช่น มาตรการเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำในการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทน มาตรการให้ส่วนลดหรือยกเว้นภาษีประเภทต่าง ๆ เป็นต้น

ความตื่นตัวในการใช้พลังงานทดแทนมิได้จำกัดอยู่แต่เฉพาะในระดับชาติหรือนานาชาติเท่านั้น ในปัจจุบันเทศบาลและ/หรือองค์การบริหารส่วนท้องถิ่น ตลอดจนชุมชนชนบทในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกต่างก็ให้ความสนใจและพยายามที่จะทำให้มีการใช้พลังงานทดแทนภายในท้องถิ่นของตนอย่างเป็นรูปธรรมโดยวิธีการต่าง ๆ เช่น การกำหนดเป้าหมายปริมาณพลังงานทดแทนที่ต้องการใช้ กำหนดเป้าหมายการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยจากชุมชนของตน เป็นต้น นอกจากนี้ความพยายามที่จะนำพลังงานทดแทนมาใช้งานอย่างเป็นรูปธรรมในระดับท้องถิ่นทั่วโลกทำให้เกิดหน่วยงาน องค์กร หรือผู้ประกอบการธุรกิจที่มีขีดความสามารถด้านการผลิต และการใช้ประโยชน์จากแหล่งพลังงานทดแทนนับร้อยแห่งทั่วโลก เข้ามาให้คำแนะนำ สาธิต และ/หรือถ่ายทอดเทคโนโลยีพลังงาน

ทดแทนให้แก่ชุมชนระดับท้องถิ่นในประเทศต่าง ๆ ทั้งแบบให้เปล่า รับจ้าง และ/หรือร่วมทุนในการผลิตพลังงานทดแทนเพื่อจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ ทำให้เกิดเป็นเครือข่ายการใช้พลังงานทดแทนระดับท้องถิ่นในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก

บรรณานุกรม

Brown, W. 1994, **Alternative Sources of Energy,** Chelsea House Publishers, New York.

Martinol, E. 2007, **Renewables 2007 Global Status Report : Perceptions and Realities,** Renewable Energy World Magazine, March/April.

Wikipedia free encyclopedia, **Energy Development,** Available from : http://en.wikipedia.org/wiki/Energy_development, 19 April 2008.

_____, **List of time period,** Available from : http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_time_periods, 19 April 2008.

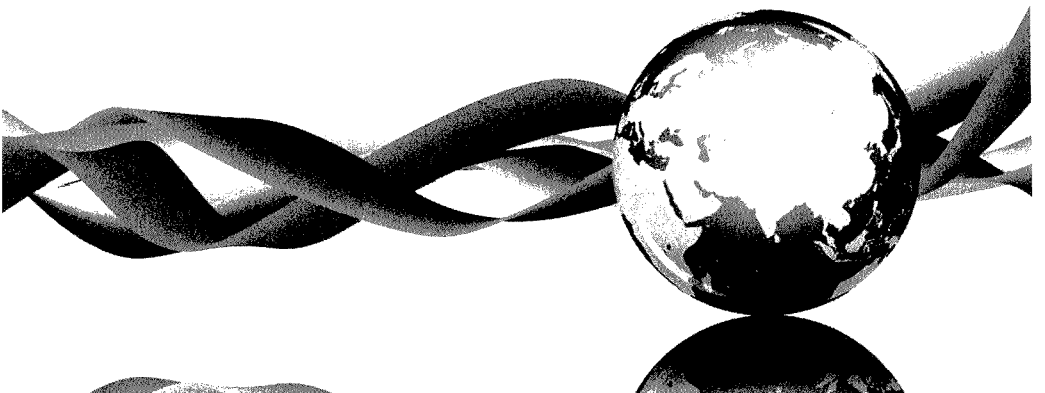
_____, **Ton of oil equivalent,** Available from : http://en.wikipedia.org/wiki/Ton_of_oil_equivalent, 18 April 2008.

_____, **Union of Concerned Scientists,** Available from : http://en.wikipedia.org/wiki Union_of_Concerned_Scientists, 19 April 2008.

_____, **World Population,** Available from : http://en.wikipedia.org/wiki/World_population#Forecast_of_worldpopulation, 18 April 2008.

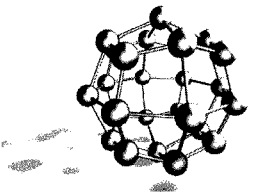
คำศัพท์ทางวิชาการ

คำศัพท์ทางวิชาการ	ความหมาย
ตันน้ำมันดิบ (Ton of oil equivalent, Toe)	หน่วยวัดปริมาณพลังงาน ซึ่งบอกปริมาณพลังงานโดยเปรียบเทียบกับปริมาณพลังงานที่ได้จากการเผาน้ำมันดิบจำนวน 1 ตัน โดยเฉลี่ยน้ำมันดิบ 1 ตัน เมื่อนำไปเผาจะสลายตัวให้พลังงานประมาณ 41.868 กิกะจูล (GJ) หรือ 11.630 เมกกะวัตต์ชั่วโมง (MWh) หน่วยเทียบเท่าตันน้ำมันดิบ นิยมใช้เป็นหน่วยกลางสำหรับการเปรียบเทียบปริมาณพลังงานที่มีแหล่งกำเนิด และลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกัน เช่น ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ และพลังงานที่เกิดจากพลังน้ำ เป็นต้น
บาร์เรล (Barrel, bbl)	หน่วยวัดปริมาตรน้ำมันดิบมาตรฐานกำหนดขึ้นใน พ.ศ. 2409 1 บาร์เรล = 42 แกลลอนสหรัฐฯ (US Gallon) = 6,677.454 ลิตร (1 แกลลอนสหรัฐฯ = 158.987 ลิตร)
หย่อมอากาศร้อนชุมชนเมือง (Urban Heat Island)	เป็นปรากฏการณ์ที่อุณหภูมิเฉลี่ยในชุมชนเมืองสูงกว่าอุณหภูมิของพื้นที่รอบนอกชุมชนเมืองโดยเฉพาะในตอนกลางคืน เนื่องจากในชุมชนเมืองมีอาคารและสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ ที่สร้างจากคอนกรีตซึ่งสามารถดูดซับและสะสมพลังงานความร้อนที่ปล่อยทิ้งจากท่อไอเสียรถยนต์ไว้ได้เป็นจำนวนมากในตอนกลางวัน พลังงานความร้อนที่สะสมไว้นี้จะถูกปลดปล่อยออกมาในตอนกลางคืน แต่เนื่องจากปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยจากท่อไอเสียรถยนต์และปล่องควันของโรงผลิตไฟฟ้า ทำให้บรรยากาศเหนือชุมชนเมืองมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าที่อื่น ทำให้พลังงานความร้อนที่คายออกมาจากผนังตึกคอนกรีต ไม่สามารถผ่านออกสู่บรรยากาศได้มากอย่างที่ควรจะเป็น ปรากฏการณ์หย่อมอากาศร้อนชุมชนเมืองจะปรากฏชัดในเวลากลางคืนที่ลมสงบ
กิกะวัตต์ (Giga Watt)	หน่วยวัดกำลังไฟฟ้า 1 กิกะวัตต์ = 1,000,000,000 วัตต์



II

สถานการณ์และแผนยุทธศาสตร์พลังงานของประเทศไทย



การจัดหาพลังงานของประเทศ

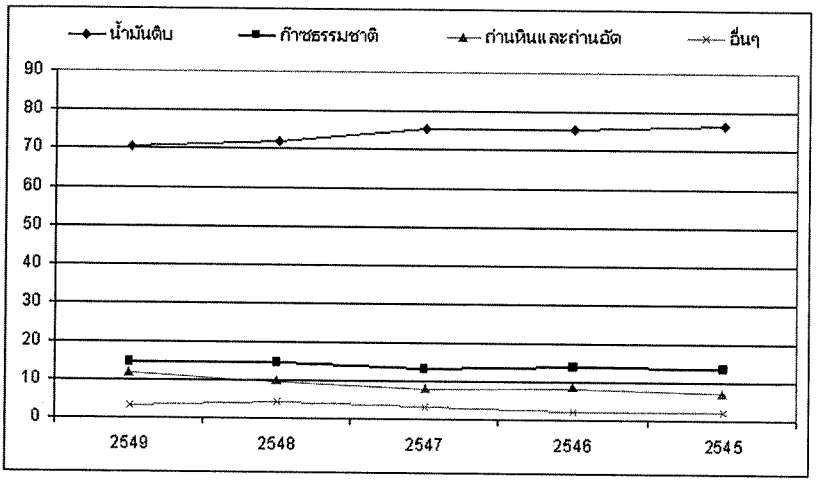
ใน พ.ศ. 2549 ประเทศไทยมีการใช้พลังงานปฐมภูมิ (Primary Energy) รวมทั้งสิ้น 114,130 พันตันน้ำมันดิบ พลังงานจำนวนนี้ได้มาจากการนำเข้าจากต่างประเทศเป็นจำนวน 58,754 พันตันน้ำมันดิบ และที่เหลืออีกจำนวน 55,376 พันตันน้ำมันดิบ เป็นการจัดหาจากแหล่งพลังงานต่าง ๆ ภายในประเทศ พลังงานปฐมภูมิที่ได้จากการนำเข้าและผลิตภายในประเทศจำนวน 10,316 พันตันน้ำมันดิบถูกส่งขายให้กับประเทศข้างเคียง **จะเห็นได้ว่า ประเทศไทยสามารถจัดหาพลังงานจากแหล่งภายในประเทศได้เพียงประมาณร้อยละ 50 เท่านั้น ที่เหลือเรายังต้องนำเข้าจากต่างประเทศ**

พลังงานที่จัดหามาโดยการนำเข้ามีหลายชนิด น้ำมันดิบเป็นพลังงานที่มีการนำเข้ามากที่สุดถึงร้อยละ 70.5 คิดเป็นมูลค่าประมาณ 846,000 ล้านบาท รองลงมาเป็นก๊าซธรรมชาติร้อยละ 14.4 และที่เหลือลดหลั่นเป็นถ่านหิน น้ำมันสำเร็จรูป ไฟฟ้า และพลังงานหมุนเวียน จากข้อมูลใน พ.ศ.

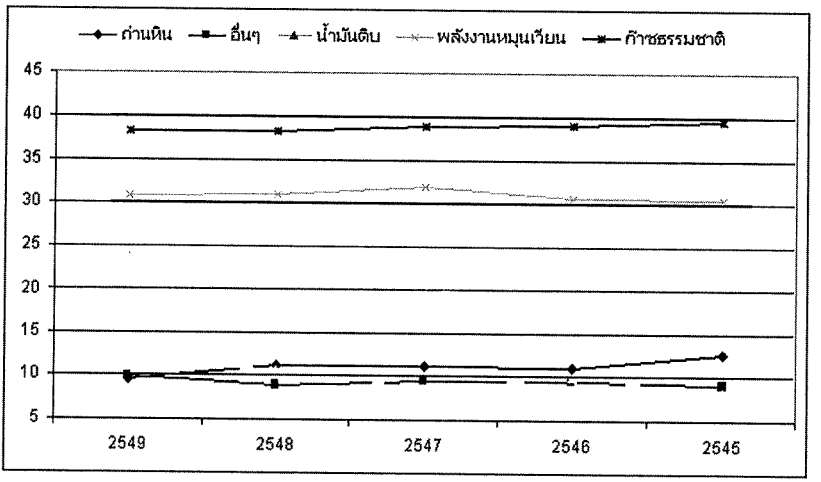
2549 ประเทศไทยนำเข้าน้ำมันดิบจำนวน 48,126 ล้านลิตร น้ำมันที่นำเข้านี้ ส่วนใหญ่ผ่านการกลั่นให้เป็นน้ำมันชนิดต่าง ๆ เช่น เบนซิน ดีเซล น้ำมันเตา เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้สะดวกต่อการนำไปใช้ตามภาคเศรษฐกิจต่าง ๆ อย่างไรก็ตาม ประเทศไทยได้มีการขุดพบน้ำมันดิบบ้างเล็กน้อยประมาณ 7,480 ล้านลิตร น้ำมันดิบที่นำเข้าและที่ขุดได้จากแหล่งภายในประเทศ ถูกนำไปกลั่นเป็นน้ำมันชนิดต่าง ๆ สำหรับนำไปใช้ในภาคเศรษฐกิจ โดยที่ภาคขนส่งมีการใช้มากที่สุดถึงร้อยละ 67.9 รองลงมาเป็นภาคอุตสาหกรรมและเกษตรในปริมาณร้อยละ 9.4 และ 9.3 ตามลำดับ

ส่วนพลังงานที่จัดหาจากแหล่งภายในประเทศนั้น ได้มาจากก๊าซธรรมชาติมากที่สุดในปริมาณร้อยละ 38.2 รองลงมาเป็นพลังงานหมุนเวียนร้อยละ 30.6 น้ำมันดิบร้อยละ 11.6 ถ่านหินร้อยละ 9.6 และอื่น ๆ ร้อยละ 9.9 ใน พ.ศ. 2549 ประเทศไทยนำก๊าซธรรมชาติที่ขุดพบจากแหล่งต่าง ๆ ภายในประเทศขึ้นมาใช้เป็นจำนวน 260,614 ล้านล้านลูกบาศก์เมตร และนำเข้าก๊าซธรรมชาติอีก 104,634 ล้านล้านลูกบาศก์เมตร ก๊าซธรรมชาติจากทั้งสองแหล่งจำนวน 287,733 ล้านล้านลูกบาศก์เมตร ถูกนำไปใช้ผลิตไฟฟ้าร้อยละ 90.3 และอีกร้อยละ 9.4 ถูกนำไปใช้กับภาคอุตสาหกรรม แม้ว่าก๊าซธรรมชาติจะเป็นแหล่งพลังงานภายในประเทศที่ถูกนำมาใช้มากที่สุด แต่ปริมาณก๊าซธรรมชาติสำรองภายในประเทศกลับมีจำนวนไม่มากพอที่จะพึ่งพาได้ในระยะยาว ส่วน**พลังงานหมุนเวียน**เป็นแหล่งพลังงานอีกชนิดหนึ่ง ที่มีการจัดหาได้จากภายในประเทศมากเป็นอันดับ 2 พลังงานหมุนเวียนที่มีการใช้มากที่สุด คือ ฟืน คิดเป็นร้อยละ 60.4 รองลงมาเป็นชานอ้อย ร้อยละ 16.8 วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ร้อยละ 13.7 แกลบ ร้อยละ 9.1 และอื่น ๆ อีกเล็กน้อย จากข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานพบว่า ยังมีพลังงานหมุนเวียนอีกเป็นจำนวนมากที่ยังไม่มีการพัฒนาหรือนำมาใช้ประโยชน์ อย่างไรก็ตาม การที่จะนำพลังงานหมุนเวียนส่วนที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์มาใช้งานยังมีข้อจำกัดหลายประการที่ต้องคำนึง เช่น วิธีการบริหารจัดการ การคัดเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมและคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น ฟางข้าวและเหง้ามัน-สำปะหลังเป็นตัวอย่างของพลังงานหมุนเวียนที่มีขีดจำกัดในการนำมาใช้

เป็นแหล่งพลังงานดังกล่าวข้างต้น พลังงานหมุนเวียนจำพวกวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นแหล่งพลังงานที่มีความสำคัญต่อประเทศไทยอย่างมาก ทั้งในปัจจุบันและอนาคต เนื่องจากเป็นแหล่งพลังงานที่ไม่มีวันหมดตราบเท่าที่ประเทศไทยยังมีการทำการเกษตร



ชนิดของพลังงานที่มีการนำเข้าจากต่างประเทศในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา



ชนิดของพลังงานที่ผลิตจากแหล่งภายในประเทศในช่วง พ.ศ. 2545 - 2549

การจัดหาพลังงานปฐมภูมิของประเทศทั้งจากการนำเข้าและจากแหล่งพลังงานภายในประเทศรวมทั้งสิ้น 114,130 พันตันน้ำมันดิบนี้ ถ้าพิจารณาตามชนิดของพลังงานแล้ว พบว่า ประเทศไทยจัดหาพลังงานปฐมภูมิจากน้ำมันมากที่สุดถึงร้อยละ 44.7 รองลงมาเป็นก๊าซธรรมชาติร้อยละ 28.0 พลังงานหมุนเวียนร้อยละ 16.1 ถ่านหินร้อยละ 8.7 และพลังงานอื่น ๆ อีกร้อยละ 2.4 แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยยังคงต้องพึ่งพาแหล่งพลังงานฟอสซิลอีกถึงร้อยละ 81.4

ความต้องการใช้พลังงานในภาคเศรษฐกิจ

พลังงานที่จัดหาได้จากการนำเข้าและผลิตขึ้นเองภายในประเทศบางชนิดสามารถนำไปใช้งานได้โดยตรงที่เรียกว่า **พลังงานปฐมภูมิ** ได้แก่ ถ่านหิน ไม้ฟืน เป็นต้น แต่พลังงานบางชนิดยังไม่เหมาะสมต่อการนำไปใช้งานโดยตรงหรือเพื่อการเพิ่มมูลค่า จึงต้องมีการนำพลังงานเหล่านี้ไปผ่านกระบวนการแปรรูปอีก เช่น การนำก๊าซธรรมชาติไปแปรรูปเป็นไฟฟ้า การนำน้ำมันดิบไปกลั่นให้เป็นน้ำมันชนิดต่าง ๆ เป็นต้น พลังงานไฟฟ้าและน้ำมันชนิดต่าง ๆ ที่กลั่นจากน้ำมันดิบ อาจเรียกว่า **พลังงานทุติยภูมิ** พลังงานปฐมภูมิ และพลังงานทุติยภูมิที่พร้อมใช้งาน สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน เช่น การใช้น้ำมันเบนซินหรือน้ำมันดีเซลกับรถยนต์ในภาคขนส่ง การใช้น้ำมันเตาหรือไฟฟ้ากับโรงงานในภาคอุตสาหกรรม เป็นต้น

ในการจัดหาพลังงานปฐมภูมิทั้งที่มีการนำเข้ามาจากต่างประเทศและผลิตขึ้นเองภายในประเทศในช่วง พ.ศ. 2549 มีจำนวนทั้งสิ้น 105,762 พันตันน้ำมันดิบ ภายหลังจากการหักลบส่วนที่ส่งออกไปขายประเทศข้างเคียงแล้ว พลังงานปฐมภูมิบางส่วนจะถูกนำไปแปรรูปเพื่อให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้งานหรือขนส่งได้ง่าย ในกระบวนการแปรรูปพลังงานนั้นย่อมมีการสูญเสียพลังงานไปจำนวนหนึ่งซึ่งมีมากถึง 31,180 พันตันน้ำมันดิบ ในที่สุดแล้ว พลังงานปฐมภูมิที่จัดหามาทั้งหมดภายหลังการหักลบส่วนที่จัดส่งไปขายต่อประเทศข้างเคียง และการสูญเสียขณะการแปรรูป

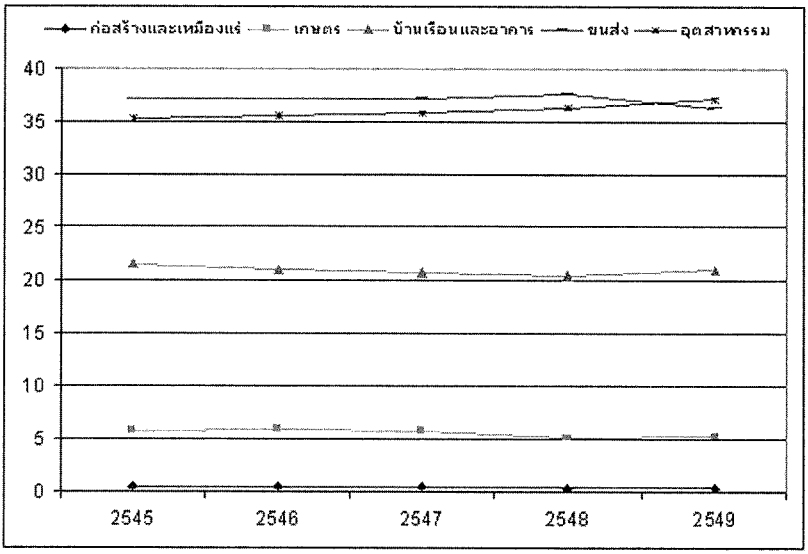
เป็นพลังงานชนิดต่าง ๆ คงเหลือพลังงานที่พร้อมใช้งานเพียง 63,257 พันตันน้ำมันดิบเท่านั้น ซึ่งประกอบด้วย น้ำมันสำเร็จรูปชนิดต่าง ๆ คิดเป็นร้อยละ 50 พลังงานหมุนเวียนร้อยละ 17.4 ไฟฟ้าร้อยละ 17.2 ถ่านหินร้อยละ 11.8 ก๊าซธรรมชาติร้อยละ 3.5

พลังงานปฐมภูมิและพลังงานที่พร้อมใช้งาน

	พลังงานขั้นต้น	พลังงานขั้นสุดท้าย
น้ำมันดิบ	47,272	-
น้ำมันสำเร็จรูป	-	31,650
ก๊าซธรรมชาติ	29,615	2,234
พลังงานหมุนเวียน	17,058	10,993
ถ่านหิน	9,234	7,489
ไฟฟ้า	2,177	10,891
อื่น ๆ	406	-
	105,762	**63,257**

พลังงานที่พร้อมใช้งานจะถูกนำไปใช้ใน 5 กลุ่มภาคเศรษฐกิจหลักของประเทศไทย ซึ่งประกอบด้วย ภาคขนส่ง อุตสาหกรรม บ้านเรือนและอาคาร เกษตร และก่อสร้างและเหมืองแร่ ใน พ.ศ. 2549 ภาคอุตสาหกรรมเป็นภาคที่มีการใช้พลังงานที่พร้อมใช้งานมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 37.1 ตามด้วยภาคขนส่งร้อยละ 36.3 ภาคบ้านเรือนและอาคารร้อยละ 20.9 ภาคเกษตรร้อยละ 5.2 และภาคก่อสร้างและเหมืองแร่ร้อยละ 0.4 ตลอดระยะเวลา 5 ปี โครงสร้างการใช้พลังงานในภาคเศรษฐกิจหลักทั้งห้ากลุ่มได้เปลี่ยนไปเนื่องจากราคาพลังงานที่ปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง กล่าวคือ ในช่วง พ.ศ. 2545-2548 ภาคขนส่งเป็นภาคที่มีการใช้พลังงานมากที่สุด แต่ราคาพลังงานที่ปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในรอบ 5 ปีนี้ ทำให้ภาคขนส่งต้องปรับตัวลดการใช้พลังงานลงอย่างมาก ในทางตรงข้าม ภาคอุตสาหกรรมกลับมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นเนื่องจากภาคอุตสาหกรรมของไทยยังมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ประกอบกับประเทศกำลังอยู่ในระยะของการพัฒนาเป็นประเทศในกลุ่มอุตสาหกรรมใหม่ ซึ่งจำเป็นต้องใช้พลังงาน

จำนวนมาก ส่วนภาคเศรษฐกิจอื่น ๆ มีการปรับตัวเล็กน้อย จึงเป็นไปได้ว่าในอนาคต ภาคอุตสาหกรรมจะเป็นภาคที่มีสัดส่วนการใช้พลังงานที่พร้อมใช้งานสูงสุด รองลงมาเป็นภาคขนส่ง บ้านเรือนและอาคาร เกษตร และก่อสร้างและเหมืองแร่ ตามลำดับ



การใช้พลังงานที่พร้อมใช้งานในภาคเศรษฐกิจหลักของไทยในช่วง พ.ศ. 2545-2549

ในรอบ 5 ปี (พ.ศ. 2545-2549) แนวโน้มอัตราการใช้พลังงานที่พร้อมใช้งานในภาคเศรษฐกิจเหล่านี้ มีอัตราการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 4.9 ต่อปี โดยที่มีอัตราการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุดร้อยละ 6.4. ต่อปีที่ภาคอุตสาหกรรม ตามด้วยภาคขนส่งร้อยละ 4.3 ภาคบ้านเรือนและอาคารร้อยละ 4.1 ภาคเกษตรร้อยละ 2.3 และภาคก่อสร้างและเหมืองแร่ร้อยละ 1.4 จากการพิจารณาสัดส่วนและอัตราการใช้พลังงานที่พร้อมใช้งานในภาคเศรษฐกิจเหล่านี้ พบว่าประเทศไทยจำเป็นต้องจัดหาพลังงานเพิ่มขึ้นในอัตราที่สูง เพื่อรองรับกับการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมมากที่สุด ตามด้วยภาคขนส่ง ภาคบ้านเรือนและอาคาร ภาคเกษตร และภาคก่อสร้างและเหมืองแร่ตามลำดับ ซึ่งในอนาคตอันใกล้นี้แนวโน้มยังคงเป็นเช่นนี้

พลังงานที่พร้อมใช้งานจำนวน 63,257 พันตันน้ำมันดิบที่ใช้ใน 5 กลุ่มภาคเศรษฐกิจหลักนี้ พิจารณาการใช้เป็นรายชนิดพลังงานแล้ว พบว่า มีการใช้น้ำมันสำเร็จรูปชนิดต่าง ๆ คิดเป็นร้อยละ 50 ไฟฟ้าร้อยละ 17.4 ถ่านหินร้อยละ 17.2 พลังงานหมุนเวียนร้อยละ 11.8 และก๊าซธรรมชาติ ร้อยละ 3.5

ชนิดของพลังงานที่พร้อมใช้งานที่ใช้ใน 5 ภาคเศรษฐกิจของไทย

รายการ	อุตสาหกรรม	ขนส่ง	บ้านเรือนและอาคาร	เกษตร	ก่อสร้างและเหมืองแร่	รวม	ร้อยละ
ก๊าซธรรมชาติ	2,152	82	-	-	-	2,234	3.5
พลังงานหมุนเวียน	5,570	-	5,423	-	-	7,489	11.8
ถ่านหิน	7,499	-	-	-	-	10,891	17.2
ไฟฟ้า	4,953	5	5,811	21	101	10,993	17.4
น้ำมันสำเร็จรูป	3,278	22,898	2,015	3,291	168	31,650	50.0
รวม	23,442	22,985	13,249	3,312	269	63,257	100.0

แผนยุทธศาสตร์พลังงานของประเทศไทย

เป็นที่ทราบกันอย่างดีว่า พลังงานเป็นปัจจัยหลักในการผลิต ใน พ.ศ. 2549 ประเทศไทยใช้พลังงานคิดเป็นมูลค่าสูงถึงร้อยละ 15.6 ของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (Gross Domestic Product หรือ GDP) ประเทศไทยมีแหล่งพลังงานเชื้อเพลิงในปริมาณที่จำกัด ไม่เพียงพอต่อความต้องการในการบริโภค ทำให้ประเทศไทยต้องพึ่งพาการนำเข้าพลังงานกว่าร้อยละ 90 ของปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมด การนำเข้าพลังงานใน พ.ศ. 2549 มีมูลค่าถึงกว่า 8 แสนล้านบาท และมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นทุกปี โดยเฉพาะใน พ.ศ. 2550 และช่วงต้นของ พ.ศ. 2551 ราคาน้ำมันปิโตรเลียมสูงขึ้นมากอย่างรวดเร็ว ซึ่งส่งผลกระทบต่อดุลการค้าของประเทศเป็นอย่างมาก

การใช้พลังงานของประเทศ เมื่อจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจพบว่า มีการใช้ประมาณร้อยละ 36 สำหรับสาขาคมนาคมและการขนส่ง ร้อยละ 38 สำหรับสาขาอุตสาหกรรมการผลิต ร้อยละ 21 สำหรับสาขาบ้านที่อยู่อาศัยและธุรกิจการค้า และสาขาอื่น ๆ อีกร้อยละ 5 พลังงานเหล่านี้ส่วนใหญ่

เป็นพลังงานจากฟอสซิลคิดเป็นพลังงานทดแทนเพียงร้อยละ 0.5 ของพลังงานทั้งหมดที่ใช้ในประเทศไทยใน พ.ศ. 2546 จากการที่ประเทศไทยพึ่งพาพลังงานนำเข้า โดยเฉพาะพลังงานจากฟอสซิล มีผลต่อความมั่นคงด้านพลังงาน และเพิ่มปัญหาสิ่งแวดล้อมให้กับประเทศเป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันเชื้อเพลิงจากปิโตรเลียม เมื่อถูกเผาไหม้จะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศ ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน นอกจากนี้ น้ำมันเชื้อเพลิงจากปิโตรเลียมยังมีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ เมื่อกำมะถันถูกเผาไหม้ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะถูกปล่อยสู่บรรยากาศ ก่อให้เกิดฝนกรดที่เป็นปัญหากับสิ่งแวดล้อมยิ่งขึ้น

จากปัญหาความมั่นคงด้านพลังงาน ปัญหาราคาพลังงานที่สูงขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง และปัญหาสิ่งแวดล้อม ประกอบกับประเทศไทยเป็นประเทศที่มีแสงอาทิตย์ตลอดทั้งปี รวมถึงเป็นประเทศเกษตรกรรมที่สามารถผลิตพืชผลเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตพลังงานหมุนเวียนได้ ใน พ.ศ. 2547 ประเทศไทยโดยกระทรวงพลังงานได้จัดทำยุทธศาสตร์พลังงานเพื่อสร้างความมั่นคงในด้านพลังงาน และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ยุทธศาสตร์พลังงานที่พัฒนาขึ้น ได้มุ่งเน้นการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและเร่งการใช้พลังงานทดแทนภายในประเทศ โดยตั้งเป้าหมายการใช้พลังงานทดแทนเป็นร้อยละ 8 ของปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมดภายใน พ.ศ 2554 โดยครอบคลุมถึงพลังงานทดแทนจากแสงอาทิตย์ ลม พลังน้ำขนาดเล็ก ชีวมวล (Biomass) และเชื้อเพลิงเหลวชีวภาพ (Biofuel) เนื่องจากสาขาคมนาคมและขนส่งเป็นสาขาเศรษฐกิจที่ใช้พลังงานสูงสาขาหนึ่งดังที่กล่าวมาแล้ว นับเป็นครั้งแรกของประเทศไทยที่มีการกำหนดและตั้งเป้าหมายการพัฒนาพลังงานทดแทนของประเทศขึ้น

ตามแผนยุทธศาสตร์พลังงานทดแทน ได้กำหนดเป้าหมายการใช้พลังงานทดแทนเป็นร้อยละ 8 ของปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมดภายใน พ.ศ. 2554 นั้น ทางกระทรวงพลังงานได้มีการติดตามผลการปฏิบัติงานและปรับแผนให้ทันสมัยเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่ตั้งไว้ ล่าสุดในการสัมมนาเชิงปฏิบัติการแผนพลังงานทดแทนของกระทรวงพลังงานเมื่อวันที่ 21 เมษายน พ.ศ. 2551 มีรายงานยุทธศาสตร์การพัฒนาพลังงานทดแทนระหว่าง พ.ศ. 2551-2554 กำหนดเป้าหมายการใช้พลังงานทดแทนร้อยละ 8

เพื่อการผลิตไฟฟ้า ความร้อน และเชื้อเพลิงชีวภาพ โดยแบ่งเป็นสัดส่วนดังนี้

- ร้อยละ 1.3 เป็นการใช้ชีวมวล พลังงานน้ำขนาดเล็ก ขยะ ลม และพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า
- ร้อยละ 4.8 เป็นการใช้ชีวมวล ก๊าซชีวภาพ และพลังงานแสงอาทิตย์ ผลิตพลังงานความร้อน
- ร้อยละ 1.9 เป็นการใช้เอทานอลและไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพในสาขาการคมนาคมและขนส่ง โดยมีเป้าหมายการใช้เอทานอลและไบโอดีเซลในปริมาณวันละ 2.4 และ 3 ล้านลิตรต่อวัน ตามลำดับ ใน พ.ศ. 2554

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากสาขาการคมนาคมและขนส่งมีการใช้พลังงานในปริมาณสูง กระทรวงพลังงานจึงได้ส่งเสริมให้เพิ่มการใช้ก๊าซธรรมชาติเหลวความดันสูง (Compressed Natural Gas หรือ CNG) สำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงรถยนต์ ซึ่งคนไทยคุ้นเคยกันในชื่อของก๊าซ NGV เข้าในเป้าหมายพลังงานทดแทนด้วย ซึ่งทำให้เป้าหมายการใช้พลังงานทดแทนของประเทศใน พ.ศ. 2554 เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 8 เป็นร้อยละ 11.5

นอกจากนั้นแล้ว กระทรวงพลังงานได้กำหนดมาตรการส่งเสริมพลังงานทดแทนด้วยดังนี้

- การส่งเสริมการลงทุน
- การยกเว้นภาษีนำเข้าวัตถุดิบสำหรับผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์
- การให้ส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน สำหรับการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล ก๊าซชีวภาพ พลังงานน้ำขนาดเล็ก ขยะ พลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์
- เงินหมุนเวียนดอกเบี้ยต่ำ สำหรับโครงการไม่เกิน 50 ล้านบาท
- อำนวยความสะดวกในการขอรับ CDM หรือ Clean Development Mechanism

- การจัดตั้งกองทุนเพื่อร่วมลงทุนและส่งเสริมการลงทุน

สำหรับการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ กระทรวงพลังงาน ได้กำหนดเป้าหมายการใช้เอทานอล 2.4 ล้านลิตรต่อวัน เพื่อทดแทน MTBE ในน้ำมันเบนซิน 95 และทดแทนน้ำมันเบนซิน 91 และกำหนดเป้าหมายการใช้ไบโอดีเซลเพื่อทดแทนน้ำมันดีเซล โดยให้มีไบโอดีเซลเป็นส่วนผสมในน้ำมันดีเซลหมุนเร็วร้อยละ 2 ทั่วประเทศตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ให้มีไบโอดีเซลเป็นส่วนผสมในน้ำมันดีเซลหมุนเร็วร้อยละ 5 ทั่วประเทศภายใน พ.ศ. 2554

นอกเหนือจากการกำหนดเป้าหมายการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพแล้ว กระทรวงพลังงานได้กำหนดนโยบายสนับสนุนเพื่อช่วยสนับสนุนให้การดำเนินงานสามารถไปสู่เป้าหมายได้ นโยบายสนับสนุนมีดังนี้

เอทานอลและแก๊สโซฮอล์

- นโยบายเปิดเสรีการจัดตั้งโรงงานผลิตเอทานอล
- นโยบายการกำหนดราคาเอทานอล
- นโยบายการส่งออกเอทานอล
- มาตรการส่งเสริมการใช้แก๊สโซฮอล์ โดยใช้ระบบกองทุนน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อให้ราคาขายปลีกแก๊สโซฮอล์ 91 และ 95 ต่ำกว่าน้ำมันเบนซิน 91 และ 95 เท่ากับ 3.70 และ 4 บาทต่อลิตร ตามลำดับ

ไบโอดีเซล

- นโยบายส่งเสริมการผลิตและการใช้ไบโอดีเซล
- นโยบายการกำหนดราคาไบโอดีเซล
- มาตรการส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซล โดยใช้ระบบกองทุนน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อกำหนดให้ราคาขายปลีกน้ำมันดีเซลบี5 ต่ำกว่า

น้ำมันดีเซลหมุนเร็วธรรมดาเท่ากับ 0.70 บาทต่อลิตร ตั้งแต่วันที่ 18 มีนาคม พ.ศ. 2551

- มาตรการควบคุมคุณภาพ กรมธุรกิจพลังงานได้ออกประกาศเรื่องการกำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร ประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน และกำหนดคุณภาพน้ำมันดีเซลหมุนเร็วธรรมดาให้ผสมไบโอดีเซลร้อยละ 2 โดยปริมาตร เพื่อใช้ในการควบคุมคุณภาพไบโอดีเซลที่ผลิตเพื่อใช้และจำหน่าย

นอกเหนือจากพลังงานทดแทนในรูปต่าง ๆ ข้างต้น ที่กำหนดในยุทธศาสตร์พลังงานทดแทนระหว่าง พ.ศ. 2551-2554 แล้วนั้น ในขณะนี้กระทรวงพลังงานอยู่ระหว่างการจัดทำแผนพัฒนาและส่งเสริมพลังงานทดแทน 15 ปีของประเทศขึ้น คาดว่าพลังงานนิวเคลียร์จะเข้ามาในแผนพัฒนาพลังงานทดแทนในอนาคตด้วย แต่ทั้งนี้ขึ้นกับผลการศึกษาความเหมาะสมในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานนิวเคลียร์ที่ได้รับจากคณะทำงานที่คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (กพช.) แต่งตั้งขึ้น

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2549). **รายงานพลังงานของประเทศไทย**, กระทรวงพลังงาน.

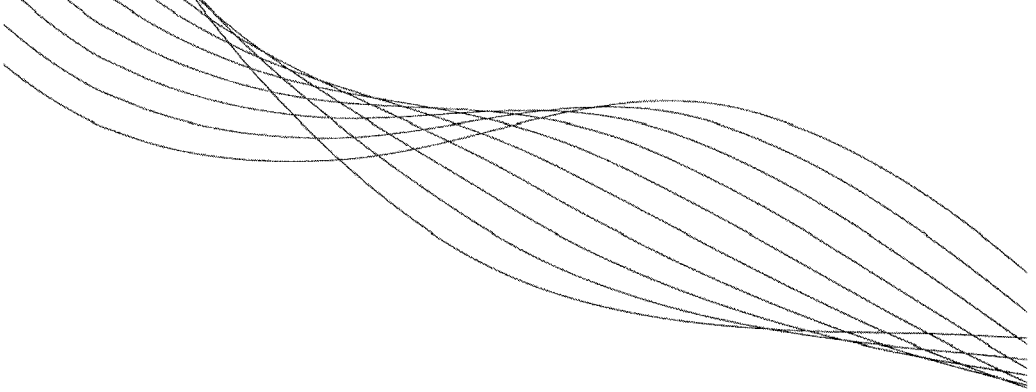
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2549). **รายงานน้ำมันของประเทศไทย**, กระทรวงพลังงาน.

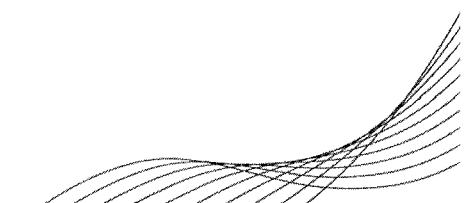
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2549). **รายงานไฟฟ้าของประเทศไทย**, กระทรวงพลังงาน.

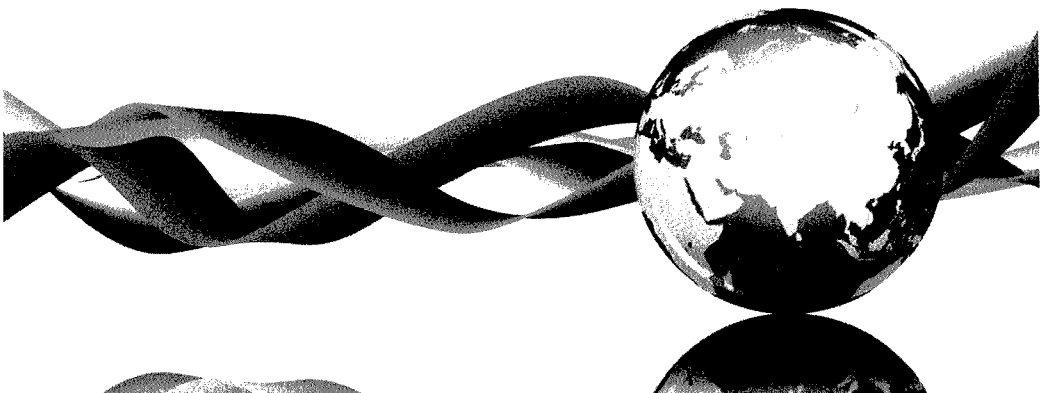
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=581, 7/03/2551.

คำศัพท์ทางวิชาการ

คำศัพท์ทางวิชาการ	ความหมาย
มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ	เป็นมูลค่าของสินค้าและบริการขั้นสุดท้ายที่ถูกผลิตภายในประเทศ โดยไม่มีการแยกแยะว่าผลผลิตนั้นจะผลิตขึ้นมาด้วยทรัพยากรของชาติใด หรือเจ้าของเป็นใคร
NGV	ย่อมาจาก Natural Gas Vehicle หมายถึง รถหรือยานพาหนะที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง
CDM	ย่อมาจาก Clean Development Mechanism เป็นกลไกอย่างหนึ่งในปฏิญญาเกียวโตที่จะลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยยินยอมให้มีการซื้อขายก๊าซนี้ ระหว่างประเทศที่มีการปลดปล่อยก๊าซนี้มากเกินค่าที่กำหนด กับประเทศที่มีการปลดปล่อยก๊าซนี้น้อยกว่าค่าที่กำหนด
MTBE	ย่อมาจาก Methyl Tertiary Butyl Ether เป็นสารอีเทอร์ (Ether) ชนิดหนึ่งที่มีค่าออกเทนสูง มักใช้ผสมกับน้ำมันเบนซินเพื่อเพิ่มค่าออกเทน

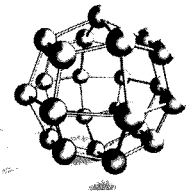






III

ชีวมวล แหล่งพลังงานทดแทน ที่กำลังเป็นกระแสของโลก



พลังงานจากชีวมวลเป็นแหล่งพลังงานตามธรรมชาติที่จัดอยู่ในกลุ่มพลังงานทดแทนที่มีการใช้กันมาตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ แต่ได้ถูกลดความสำคัญลงเมื่อมนุษย์ค้นพบแหล่งพลังงานอื่น ๆ และชีวมวลถูกมองว่าเป็นแค่เพียงแหล่งพลังงานชั้นต่ำ มีที่ใช้จำกัด ราคาถูก และเหมาะกับผู้ใช้ตามชนบทที่ยากจนในประเทศด้อยพัฒนาเท่านั้น

อย่างไรก็ตาม กระแสความตื่นตัวในเรื่องมลภาวะเป็นพิษอันเป็นผลจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลที่เกิดขึ้นทั่วโลกเมื่อ 1-2 ทศวรรษที่ผ่านมา และผลจากราคาเชื้อเพลิงฟอสซิลเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในรอบหลายปีที่ผ่านมา ผลักดันให้พลังงานทดแทนกลับมาได้รับความสนใจในฐานะแหล่งพลังงานใหม่ของโลก และชีวมวลก็เป็นหนึ่งในกลุ่มของพลังงานทดแทนที่ถูกจับตามองว่าเป็นแหล่งพลังงานที่มีศักยภาพสูงกว่าแหล่งพลังงานอื่น ๆ เนื่องจากชีวมวลเป็นแหล่งพลังงานที่สามารถผลิตขึ้นได้ในแทบทุกพื้นที่ของโลก และสามารถใช้เทคโนโลยีตลอดจนการบริหารจัดการเพื่อควบคุมการผลิตให้ได้ปริมาณ และคุณภาพที่ต้องการในช่วงเวลาที่เหมาะสม นอกจากนี้ ชีวมวล

ยังสามารถนำไปแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตพลังงานในรูปแบบต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลาย

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงเรื่องราวเกี่ยวกับชีวมวลตั้งแต่คำนิยาม ข้อได้เปรียบที่ทำให้ชีวมวลมีศักยภาพสูงกว่าแหล่งพลังงานอื่น ตลอดจนชีวมวลช่วยแก้ปัญหาโลกร้อนได้อย่างไร

ชีวมวล

คำว่า ชีวมวล สามารถให้คำจำกัดความได้อย่างหลากหลาย แต่หากพิจารณาตามวงจรชีวิต (Life Cycle) หรือความเป็นมาตั้งแต่เกิดจนตายของชีวมวล จะนิยามได้ว่า

"ชีวมวลคือพลังงานแสงอาทิตย์ที่เปลี่ยนรูปเป็นอินทรีย์วัตถุ (สสาร) ที่มีคุณสมบัติเป็นเชื้อเพลิง และสะสมอยู่ในมวลของสิ่งมีชีวิตที่มีความเกี่ยวข้องกันทางห่วงโซ่อาหาร" หรืออาจกล่าวให้เข้าใจง่ายขึ้นว่า *"ชีวมวลคือ สิ่งมีชีวิตทุกชนิดบนโลกทั้งที่ยังมีชีวิตอยู่และซากของสิ่งมีชีวิตที่ตายแล้ว ชีวมวลไม่นับซากสิ่งมีชีวิตยุคก่อนประวัติศาสตร์ที่ตายทับถมกันภายใต้อุณหภูมิและความกดดันใต้เปลือกโลกมานานนับล้านปี (ฟอสซิล) จนกลายสภาพเป็นถ่านหินหรือน้ำมัน"*

ชีวมวลที่มีปริมาณมากที่สุดและเป็นพื้นฐานของชีวมวลอื่น ๆ ในห่วงโซ่อาหารคือ พืช ซึ่งเจริญเติบโต (เพิ่มหรือสะสมมวล) โดยกระบวนการที่เรียกว่า **กระบวนการสังเคราะห์แสง** (Photosynthesis) ซึ่งเป็นกระบวนการทางเคมีชีวะที่ทำให้พืชสามารถสังเคราะห์แป้งและน้ำตาลจากน้ำที่ได้รับจากดินและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศ โดยที่กระบวนการดังกล่าวจะเกิดขึ้นที่เซลล์ที่อยู่ในใบของพืช โดยมีพลังงานจากแสงอาทิตย์เป็นตัวกระตุ้นให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้น (พืชที่มีอยู่ทั้งหมดในโลกใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการสังเคราะห์แสงคิดเป็นเพียงร้อยละ 0.02 ของพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งหมดที่ส่งผ่านมายังโลกโดยการแผ่รังสี) พืชจะนำแป้งและน้ำตาลที่สังเคราะห์ได้ไปสร้างเป็นเนื้อเยื่อของลำต้น กิ่งก้าน และส่วนต่าง ๆ ของพืช เนื่องจากพืชเป็นห่วงล่างสุดของห่วงโซ่อาหาร จึงถูกกินหรือถูกนำไปสะสม

ในตัวของสัตว์กินพืชซึ่งจะถูกกินโดยสัตว์กินเนื้อ (รวมถึงมนุษย์) ซึ่งเป็นห่วงสูงสุดของโซ่อาหาร ดังนั้น สิ่งมีชีวิตทั้งที่ยังมีชีวิตอยู่และที่ตายแล้ว (ไม่รวมฟอสซิล) ทุกชนิดบนโลกจึงจัดว่าเป็นชีวมวล

ในทางปฏิบัติ ชีวมวลยังมีความหมายครอบคลุมถึงเศษกิ่งไม้ใบหญ้าในป่า วัสดุ หรือเศษเหลือทิ้งของพืชที่เกิดจากการเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม มูลสัตว์จากฟาร์มปศุสัตว์ สิ่งปฏิกูล และขยะอินทรีย์ที่เป็นของเหลือทิ้งของชุมชน

ข้อได้เปรียบของการใช้ชีวมวลเป็นแหล่งพลังงาน

การใช้ชีวมวลเป็นแหล่งพลังงาน นอกจากจะไม่เพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้แก่ชั้นบรรยากาศของโลกแล้ว ยังมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้แหล่งพลังงานอื่น ๆ ดังนี้

- **ชีวมวลที่นำมาใช้เป็นแหล่งพลังงาน** มีทั้งชีวมวลที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร อุตสาหกรรมและ/หรือเกษตรอุตสาหกรรม ขยะชุมชน ตลอดจนชีวมวลที่ปลูกหรือผลิตสำหรับใช้เป็นแหล่งพลังงานโดยเฉพาะ ดังนั้นการใช้พลังงานจากชีวมวลจึงไม่รบกวนหรือทำให้ทรัพยากรธรรมชาติสูญสลาย หรือหมดไปจากโลกเหมือนแหล่งพลังงานอื่น นอกจากนี้ยังถือเป็นการกำจัดขยะอินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพได้อีกทางหนึ่ง
- **ชีวมวลมีปริมาณมากจนอาจกล่าวได้ว่าไม่มีวันหมดไปจากโลก** นอกจากนี้ยังสามารถผลิตทดแทนส่วนที่ถูกใช้ไปแล้วขึ้นมาใหม่ได้อย่างต่อเนื่องในแทบจะทุกพื้นที่บนโลก แม้แต่ประเทศที่ยากจนที่สุดก็สามารถผลิตชีวมวลเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานได้
- **การใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง** หรือแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงอื่น ๆ เช่น ก๊าซชีวภาพ ก๊าซชีวมวล (หรือก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์) เอทานอล และไบโอดีเซล จะก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าเชื้อเพลิงรูปแบบอื่น

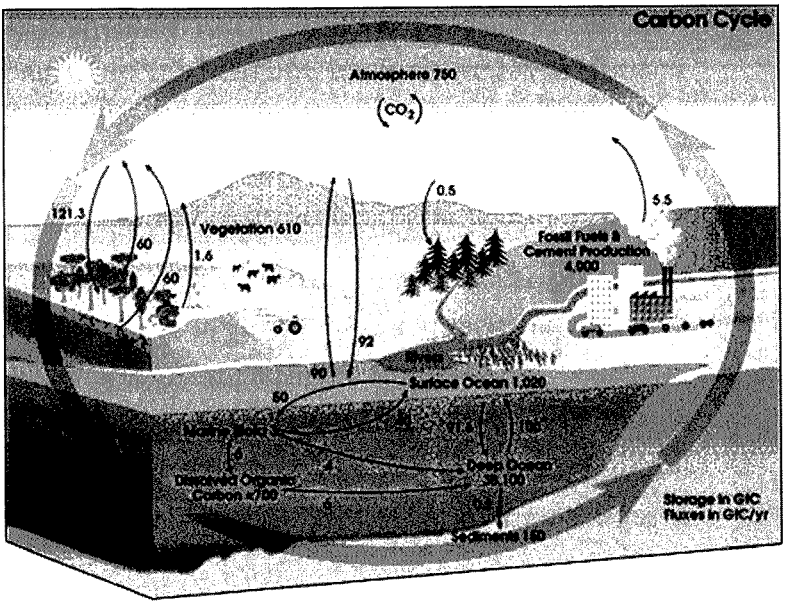
- **ความหลากหลายของคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีของชีวมวล** ทำให้สามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงแข็ง เชื้อเพลิงเหลว และก๊าซเชื้อเพลิงได้อย่างหลากหลาย ทำให้สามารถเลือกผลิตให้เหมาะสมกับความต้องการใช้งานรูปแบบต่าง ๆ กันได้มากกว่าแหล่งพลังงานอื่น
- **เทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงจากชีวมวลมีให้เลือกใช้ตามความเหมาะสม** ตั้งแต่ระดับพื้นฐาน เช่น การเผาถ่านแบบดั้งเดิม ไปจนถึงระดับสูง เช่น กระบวนการผลิตน้ำมันดีเซลสังเคราะห์คุณภาพสูงจากก๊าซชีวมวล (Fischer-Tropsch Synthesis) ซึ่งต้องใช้ปฏิกรณ์ และเครื่องมือวัด และ/หรือระบบควบคุมราคาแพง

การใช้เชื้อเพลิงชีวมวลเพื่อแก้ปัญหาโลกร้อน

การใช้เชื้อเพลิงชีวมวลช่วยแก้ปัญหาโลกร้อนได้อย่างไร สามารถอธิบายได้จากวัฏจักรคาร์บอน และสภาวะเรือนกระจก

วัฏจักรคาร์บอน

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากแหล่งต่าง ๆ บนโลก เช่น จากการหายใจของสิ่งมีชีวิต การเน่าเปื่อยของซากสิ่งมีชีวิต หรือกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม ฯลฯ มีการสูญสลาย หรือลดปริมาณลงเนื่องจากการดูดซับของพืชเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง รวมถึงการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของน้ำในมหาสมุทร วัฏจักรดังกล่าวเรียกว่า *"วัฏจักรคาร์บอน"* (Carbon Cycle)



วัฏจักรคาร์บอน

ที่มา : *http://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_cycle*

วัฏจักรคาร์บอนที่สมดุลในสภาวะธรรมชาติจะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เหลือสะสมในชั้นบรรยากาศในปริมาณที่เหมาะสมสำหรับทำหน้าที่คล้ายเป็นผ้าห่มให้กับโลกในเวลากลางคืน ถ้าไม่มีชั้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ห่อหุ้มโลกไว้ เปลือกโลกและบรรยากาศของโลกจะถ่ายเทพลังงานความร้อนที่สะสมไว้ในช่วงกลางวันกลับคืนสู่อวกาศ จนกระทั่งเปลือกและบรรยากาศของโลกมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ -18 องศาเซลเซียสในเวลากลางคืน ซึ่งไม่เอื้ออำนวยต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่บนโลก ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สะสมในชั้นบรรยากาศโลกทำหน้าที่กักเก็บพลังงานความร้อนไว้บางส่วน ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศและเปลือกโลกในตอนกลางคืนอยู่ที่ 15 องศาเซลเซียส ดังนั้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สะสมในชั้นบรรยากาศโลกในปริมาณที่เหมาะสม จึงทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมอุณหภูมิของโลกให้พอเหมาะกับสิ่งมีชีวิตบนโลก

สภาวะเรือนกระจก

ปรากฏการณ์ที่พลังงานแสงอาทิตย์ถูกกักเก็บไว้โดยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ เรียกว่า *"สภาวะเรือนกระจก"* (Greenhouse Effect) ในความเป็นจริงสภาวะเรือนกระจกไม่ได้เกิดจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพียงอย่างเดียว ก๊าซที่มีคุณสมบัติในการกักเก็บพลังงานความร้อน ซึ่งเชื่อว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดสภาวะเรือนกระจก ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ก๊าซในกลุ่มคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFCs) และไอน้ำที่สะสมในชั้นบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลก ก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นก๊าซที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ โดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นก๊าซที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตทั้งที่ยังมีชีวิตอยู่และตายแล้ว จึงมีปริมาณมากที่สุดในกลุ่ม และเป็นก๊าซที่มีอิทธิพลเชิงปริมาณต่อการเกิดสภาวะเรือนกระจกมากที่สุด

การใช้ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงที่แปรรูปจากฟอสซิลเพื่อการผลิตเชิงอุตสาหกรรม และคมนาคมขนส่งของมนุษย์ เป็นการนำธาตุคาร์บอนที่สะสมอยู่ในซากพืชและสัตว์ดึกดำบรรพ์มาเผาไหม้เพื่อผลิตพลังงาน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นก๊าซส่วนเกินที่อยู่นอกวัฏจักรการเกิดและการสลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในยุคปัจจุบัน ก๊าซส่วนเกินดังกล่าวไม่มีแหล่งดูดซับโดยกระบวนการปรับสมดุลของนิเวศธรรมชาติยุคปัจจุบันรองรับ จึงสะสมอยู่ในชั้นบรรยากาศเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล **การเพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ส่วนเกินในชั้นบรรยากาศมากเกินสมดุล จะทำให้การถ่ายเทพลังงานความร้อน (จากแสงอาทิตย์) ที่เปลือกและบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกกลับคืนสู่อวกาศลดน้อยลง** พลังงานที่สะสมเพิ่มมากขึ้นในชั้นบรรยากาศของโลกจะทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของเปลือกและบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกสูงขึ้น ซึ่งนักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน และมีส่วนทำให้เกิดปรากฏการณ์ภูมิอากาศแปรปรวน

ในทางตรงข้าม การใช้เชื้อเพลิงชีวมวลแม้ว่าจะก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เช่นเดียวกัน หากแต่ต่างกันตรงที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ที่เกิดขึ้น เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ปริมาณเดียวกับที่ชีวมวลดูดซับจากอากาศเพื่อนำไปใช้สร้างความเจริญเติบโตของชีวมวลตามวัฏจักรคาร์บอน ซึ่งเป็นกระบวนการปรับสมดุลทางนิเวศธรรมชาติ การเผาเชื้อเพลิงชีวมวลจึงเป็นการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกดูดซับโดยชีวมวลกลับคืนสู่บรรยากาศ จึงไม่ทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศโลกเพิ่มขึ้นแต่อย่างใด

การใช้เชื้อเพลิงชีวมวลแทนการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล เป็นการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ส่วนเกินสู่บรรยากาศโดยตรง กล่าวโดยสรุป การใช้เชื้อเพลิงชีวมวลเป็นแหล่งพลังงาน สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศโลกได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม จึงช่วยแก้ปัญหาโลกร้อนได้โดยที่ไม่ทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศเพิ่มมากขึ้น

บรรณานุกรม

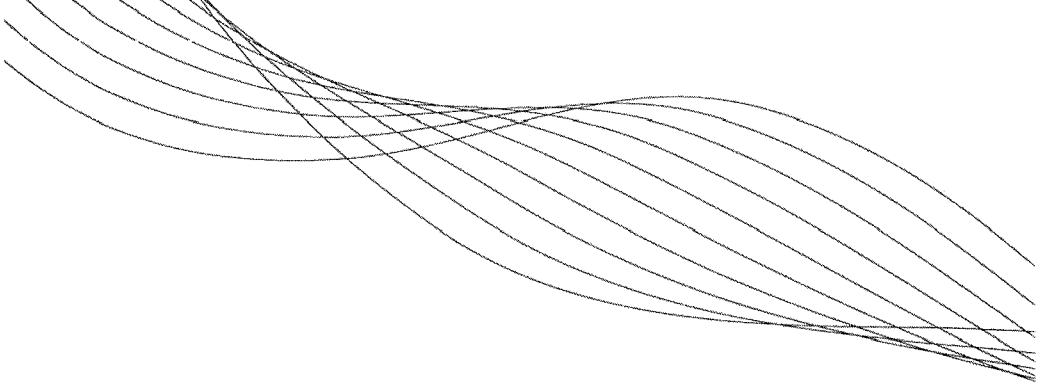
Brown, W. 1994, **Alternative Sources of Energy**, Chelsea House Publishers, New York.

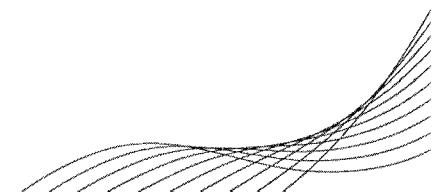
Revkin, A. 1992, **Global Warming : Understanding the Forecast**, Abbeville Press Publishers, New York.

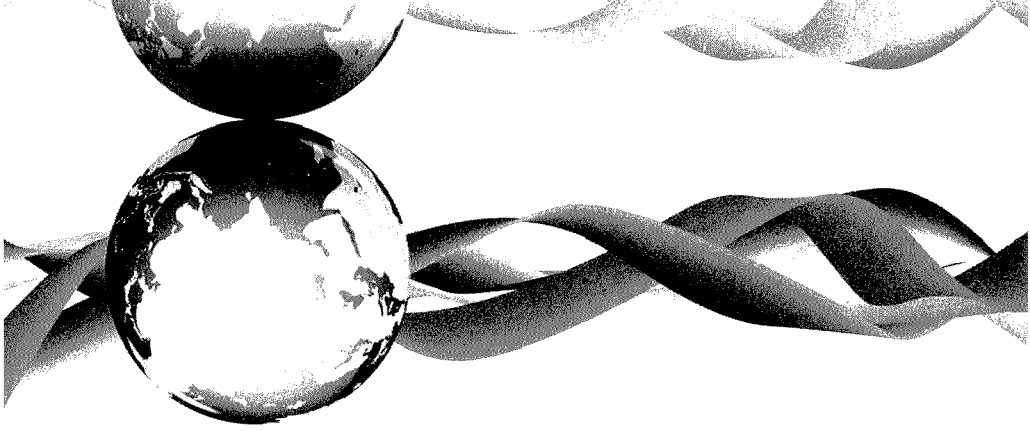
Wikipedia free encyclopedia, **Carbon cycle**, Available from : http://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_cycle, [cited 19 April 2008].

คำศัพท์ทางวิชาการ

คำศัพท์ทางวิชาการ	ความหมาย
ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases)	กลุ่มก๊าซที่สะสมในชั้นบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกซึ่งสามารถกักเก็บพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ไว้ได้ ก๊าซในกลุ่มนี้ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ก๊าซในกลุ่มคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFCs) และไอน้ำ ซึ่งก๊าซมีเทนและก๊าซในกลุ่มคลอโรฟลูออโรคาร์บอน มีคุณสมบัติในการเก็บกักความร้อนได้มากกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หลายเท่า แต่เนื่องจากมีปริมาณน้อยมาก เมื่อเทียบกับปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จึงมักถือเสมือนว่าสภาวะเรือนกระจกเกิดจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพียงอย่างเดียว

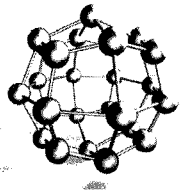






IV

เทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงจากชีวมวล



ในส่วนนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของแต่ละเทคโนโลยีที่ใช้ผลิตเชื้อเพลิงสังเคราะห์จากชีวมวลประเภทต่าง ๆ ทั้งนี้ ได้เลือกเฉพาะเทคโนโลยีที่มีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้ในประเทศไทยในปัจจุบันและอนาคตอันใกล้นี้เท่านั้น

เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพ

คำนิยาม

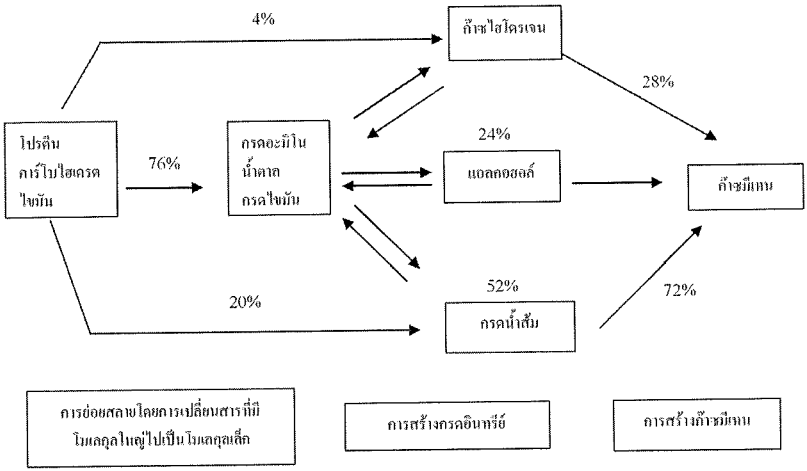
ระบบหมักก๊าซชีวภาพเป็นระบบที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะไร้อากาศ โดยจุลินทรีย์กลุ่มที่ไม่ใช้ออกซิเจนจะทำการย่อยสลายสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน น้ำตาล ให้เป็นก๊าซชีวภาพ ซึ่งมีก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นองค์ประกอบหลัก โดยมีก๊าซมีเทนประมาณร้อยละ 70 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น นำไปเป็นเชื้อเพลิงหุงต้ม ผลิตไฟฟ้า หรือผลิตความร้อน โดยก๊าซมีเทน 1 ลูกบาศก์-

เมตร สามารถทดแทนน้ำมันเตาได้ประมาณ 0.54 ลิตร นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันเบนซินได้ประมาณ 0.68 ลิตร ทดแทนก๊าซหุงต้มได้ประมาณ 0.46 กิโลกรัม หรือผลิตไฟฟ้าได้ประมาณ 2.086 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง

ระบบหมักก๊าซชีวภาพเป็นระบบที่ได้รับความสนใจอย่างมากในแถบประเทศเขตร้อน เนื่องจากมีสภาพภูมิอากาศเหมาะกับสภาวะที่เหมาะสมต่อการดำรงชีพและการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ ระบบหมักก๊าซชีวภาพยังมีความเหมาะสมกับของเสียที่มีปริมาณสารอินทรีย์มาก เช่น น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร มูลสัตว์ต่าง ๆ และขยะอินทรีย์ที่เป็นเศษอาหารหรือเศษผักสด เป็นต้น ระบบหมักก๊าซชีวภาพในปัจจุบันได้มีการพัฒนารูปแบบให้มีการทำงานที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนและมีค่าใช้จ่ายต่ำ นอกจากนี้ยังสามารถช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อนได้ โดยที่ระบบนี้จะเก็บก๊าซมีเทนที่เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ไปใช้เป็นเชื้อเพลิง ทำให้ไม่ต้องปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศโลก ก๊าซมีเทนเป็นก๊าซที่สามารถทำลายชั้นโอโซนในบรรยากาศได้ และสามารถกักเก็บพลังงานความร้อนในชั้นบรรยากาศได้มากกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถึง 21 เท่า

หลักการของระบบหมักก๊าซชีวภาพ

ระบบหมักก๊าซชีวภาพอาศัยกระบวนการย่อยสลายทางชีวเคมี 3 ขั้นตอน คือ กระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ให้เป็นโมเลกุลเล็ก หรือที่เรียกว่า กระบวนการไฮโดรไลซิส (Hydrolysis) ต่อมาเป็นกระบวนการสร้างกรดอินทรีย์ (Acidogenesis) โดยที่กรดอินทรีย์ที่มีขนาดเล็กที่สุดคือ กรดน้ำส้ม หรือกรดอะซิติก และกระบวนการสุดท้ายคือกระบวนการสร้างก๊าซมีเทน (Methanogenesis) ซึ่งกระบวนการทั้งสามนี้เป็นการย่อยสลายของจุลินทรีย์หลากหลายชนิดที่ทำงานร่วมกันในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนหรือไร้อากาศ



ขั้นตอนในการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียที่ไม่ใช้อากาศ

รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

• **ขั้นตอนไฮโดรไลซีส** (Hydrolysis Process) จุลินทรีย์จะย่อยสลายสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ให้เป็นโมเลกุลเล็กหรือย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ไม่ละลายน้ำ เช่น โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต ให้เป็นสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ เช่น กรดอะมิโน กรดไขมัน และน้ำตาล ตามลำดับ โดยอาศัยเอนไซม์จากจุลินทรีย์ (Extracellular Enzyme) ที่หลั่งออกมาเพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ ขั้นตอนนี้เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ดังนี้

โปรตีน ⟶ กรดอะมิโน + แอมโมเนีย

ไขมัน ⟶ กรดไขมัน + กลีเซอรอล

เซลลูโลส / คาร์โบไฮเดรต ⟶ น้ำตาล

• **ขั้นตอนสร้างกรด** (Acidogenesis Process) สารอินทรีย์ที่ละลายน้ำ (เกิดจากกระบวนการไฮโดรไลซีส) จะถูกจุลินทรีย์กลุ่มสร้างกรดย่อยสลายต่อไปเป็นกรดไขมันที่ระเหยง่าย (Volatile Fatty Acid) เช่น กรดอะซิติก

กรดโพรไพโนอิก กรดบิวทีริก เป็นต้น ตามปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ดังนี้

Amino Acid	⟶	Acids, Alcohols, Phenols, H_2, NH_3, Mercaptan, CO_2
Fatty Acid	⟶	Acids
Glycerol	⟶	Acids, Alcohols, CO_2, H_2
Simple Sugars	⟶	Acids, Alcohols, CO_2, H_2

• **ขั้นตอนสร้างก๊าซมีเทน** (Methanogenesis Process) เป็นกระบวนการสุดท้ายของกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะไร้อากาศ โดยที่กรดอะซีติกที่ถูกผลิตขึ้นในกระบวนการสร้างกรดจะถูกย่อยสลายไปเป็นก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยจุลินทรีย์กลุ่มนี้อยู่ได้เฉพาะสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนเท่านั้น และที่ระดับความเป็นกรดด่างที่เป็นกลาง คือ 6.8-7.2 ตัวอย่างจุลินทรีย์กลุ่มนี้ ได้แก่ *Methanobacterium formicicum, Methanasaccina methanica, Methanococcus mazei* เป็นต้น ก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นประกอบด้วยก๊าซมีเทนร้อยละ 70 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 30 และมีก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์น้อยกว่าร้อยละ 1

สารอินทรีย์ถูกนำไปย่อยสลายในระบบหมักก๊าซชีวภาพแบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก คือ ร้อยละ 90-95 ของสารอินทรีย์ถูกเปลี่ยนไปเป็นก๊าซชีวภาพ และอีกร้อยละ 1-5 ของสารอินทรีย์ถูกใช้กับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยทั่วไปก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจะมีปริมาตรระหว่าง 0.3-0.44 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัมซีโอดี (Chemical Oxygen Demand หรือ COD)

วัตถุดิบที่มีศักยภาพในการนำมาใช้ผลิตก๊าซชีวภาพ

ก๊าซชีวภาพมีศักยภาพที่จะนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทนของประเทศได้ แต่วัตถุดิบที่จะนำมาใช้กับระบบนี้จะต้องมีการคัดเลือกเพื่อให้เหมาะสมกับระบบและมีมากเพียงพอ โดยทั่วไปแล้ว วัตถุดิบที่นำมาใช้ใน

การผลิตก๊าซชีวภาพ คือ **ชีวมวล** ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่วัสดุเหลือทิ้งการเกษตรและป่าไม้ ของเสียจากโรงงาน ขยะ มูลสัตว์ และน้ำเสียจากชุมชน โดยที่วัตถุดิบเหล่านี้แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มหลัก ๆ

- **กลุ่มน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรม** น้ำเสียส่วนนี้มีค่าความสกปรกสูงมากจึงจัดเป็นวัตถุดิบที่มีศักยภาพในการนำมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพสูง โดยพบว่า น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมของไทยจำนวน 11 ประเภท คือ โรงฆ่าสัตว์ โรงงานน้ำตาล โรงงานสุรา โรงงานเบียร์ โรงงานน้ำนมดิบ โรงงานสับปะรดกระป๋อง โรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง โรงงานอาหารทะเลกระป๋อง โรงงานโซดาและน้ำอัดลม โรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง และโรงงานผลิตน้ำมันปาล์ม สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตก๊าซชีวภาพได้เป็นอย่างดี หากโรงงานเหล่านี้ติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียที่สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ จะมีศักยภาพผลิตก๊าซชีวภาพได้รวมกันประมาณ 435 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี หรือคิดเทียบเท่ากับพลังงาน 10.45 เพตาจูลต่อปี (Peta Joule)

ประเมินศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสีย พ.ศ. 2543

ประเภทโรงงานอุตสาหกรรม	หน่วย	ผลผลิต (หน่วย/ปี)	น้ำเสีย/ผลผลิต (ลบ.ม./ตัน)	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./ปี)	ซีโอดี (มก./ลิตร)	ก๊าซชีวภาพ (ลบ.ม./ปี)
1. โรงฆ่าสัตว์	ตัน	225,846	74.54	16,834,561	2,284	15,380,055
2. น้ำตาล	ตัน	6,447,000	11.82	76,203,540	2,932	89,371,512
3. สุรา	ลิตร	75,380,000	3.40	256,292	25,300	2,593,675
4. เบียร์	ลิตร	1,165,000,000	4.12	4,799,800	2,368	4,546,371
5. น้ำนมดิบ	ตัน	491,370	4.05	1,990,049	1,275	1,014,925
6. สับปะรดกระป๋อง	ตัน	391,282	4.98	1,948,584	16,486	12,849,745
7. อาหารทะเลแช่แข็ง	ตัน	495,174	31.14	15,419,718	2,600	16,036,507

ประเภทโรงงานอุตสาหกรรม	หน่วย	ผลผลิต (หน่วย/ปี)	น้ำเสีย/ผลผลิต (ลบ.ม./ตัน)	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./ปี)	ซีโอดี (มก./ลิตร)	ก๊าซชีวภาพ (ลบ.ม./ปี)
8. อาหารทะเลกระป๋อง	ตัน	558,297	31.14	17,385,369	6,801	47,295,157
9. โซดาและน้ำอัดลม	ตัน	1,381,000	9.30	12,843,300	2,384	12,247,371
10. แป้งมันสำปะหลัง	ตัน	2,225,125	24.72	55,005,090	7,557	166,269,386
11. น้ำมันปาล์ม	ตัน FFB	3,256,000	1.00	3,256,000	52,000	67,724,800
รวมทั้งหมด	-	-	-	-	-	**435,329,502**

หมายเหตุ : 1. FFB (Fresh Fruit Bunch) คือ ปาล์มน้ำมันทั้งทะลาย
2. อัตราก๊าซชีวภาพที่ได้ = 0.5 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัมซีโอดีที่ถูกกำจัด
3. ค่าความร้อนของก๊าซชีวภาพจากน้ำเสีย = 24 เมกกะจูลต่อลูกบาศก์เมตร

• **กลุ่มของเสียและมูลจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์** สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพได้ผลดีมาก โดยภาพรวมแล้ว ของเสียและมูลจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ทุกประเภทในประเทศไทยมีศักยภาพที่จะผลิตก๊าซชีวภาพได้ถึง 560 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี หรือคิดเป็นพลังงานเทียบเท่าประมาณ 11.75 เพตาจูลต่อปี

• **กลุ่มขยะมูลฝอย** จากการศึกษาปริมาณขยะของกรมควบคุมมลพิษใน พ.ศ. 2543 พบว่า มีปริมาณขยะที่จัดเก็บได้ ทั้งในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เขตเทศบาลเมืองพัทยา และนอกเขตเทศบาลทั่วประเทศ ประมาณ 13.9 ล้านตัน ขยะทั้งหมดนี้กว่าร้อยละ 85 จะนำไปกำจัดโดยวิธีฝังกลบ ซึ่งได้ประเมินขยะส่วนนี้จะสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ประมาณ 1,184 ล้านลูกบาศก์เมตร หรือเทียบเท่าพลังงาน 23.09 เพตาจูล

ประเมินศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ พ.ศ. 2543

ชนิด	จำนวน (ตัว)	ปริมาณมูลสด (กก./ตัว/วัน)	อัตราส่วนของแข็งทั้งหมด (%)	อัตราส่วนของแข็งระเหยได้ (%)	อัตราส่วนก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ (ลบ.ม./กก. ของแข็งระเหยได้)	ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ (10^6 ลบ.ม./ปี)	พลังงาน (เตตระแคลอรี/ปี)
1. โค							
- โคเนื้อ	4,900,614	5.00	17.44	13.37	0.307	183.55	920.7
- โคนม	307,927	15.00	17.44	13.37	0.307	55.36	277.78
2. กระบือ	1,702,223	8.00	17.77	13.64	0.286	96.95	486.29
3. สุกร							
- สุกรแม่พันธุ์	791,024	2.00	35.22	24.84	0.217	24.90	125
- สุกรพ่อพันธุ์	120,903	2.00	35.22	24.84	0.217	3.81	19.1
- ลูกสุกร	2,123,663	0.50	35.22	24.84	0.217	16.71	83.83
- สุกรขุน	4,400,326	1.20	35.22	24.84	0.217	83.11	417
- สุกรพื้นเมือง	325,140	1.2	35.22	24.84	0.217	6.14	30.80
4. ไก่	172,247,561	0.03	33.99	22.34	0.242	81.57	409
5. เป็ด	27,884,041	0.03	26.82	17.44	0.310	6.60	33.2
6. ช้าง	2,178	40.00	26.64	21.61	0.241	0.83	4.06
รวมทั้งหมด						559.54	2,806

หมายเหตุ : ค่าความร้อนของก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ = 21 เมกกะจูลต่อลูกบาศก์เมตร

ประเมินศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ พ.ศ. 2543

ภูมิภาค	ปริมาณขยะ (ตัน/ปี)	ปริมาณสารอินทรีย์ (ตัน/ปี)	ปริมาณขยะที่ฝังกลบ (ตัน/ปี)	ปริมาณก๊าซจากการฝังกลบ (ล้าน ลบ.ม.)	พลังงานของก๊าซจากการฝังกลบ (เตตระ-แคลอรี/ปี)
1. กรุงเทพฯ และปริมณฑล	3,332,450	1,667,891	2,832,583	283.26	1,319.28
2. เขตเทศบาลและเมืองพัทยา	1,868,800	1,101,097	1,588,480	158.85	739.83
2.1 ภาคกลางและตะวันออก	737,665	452,410	627,015	62.70	292.03
2.2 ภาคเหนือ	989,150	539,878	840,778	84.08	391.59
2.3 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	705,910	390,651	600,024	60.00	279.46
2.4 ภาคใต้					
3. นอกเขตเทศบาล	6,298,075	3,172,340	5,353,364	535.34	2,493.3
รวมทั้งหมด	**13,932.050**		**11,842,243**	**1,184**	**5,515.52**

หมายเหตุ : 1. อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพเฉลี่ย ตลอดอายุขยะ= 100 ลูกบาศก์เมตรต่อตันขยะ
2. ค่าความร้อนของก๊าซชีวภาพจากขยะ = 19.50 เมกกะจูลต่อลูกบาศก์เมตร

เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพในประเทศไทย

เทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียหรือของเสียที่มีสารอินทรีย์สูง ส่วนใหญ่จะใช้เทคโนโลยีแบบไร้อากาศ ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้จุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะที่ไม่ใช้อากาศ ระบบก๊าซชีวภาพที่ใช้อย่างแพร่หลายมีหลายวิธีด้วยกันขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของน้ำเสียหรือของเสีย ดังนั้น เทคโนโลยีที่ใช้ในประเทศไทยส่วนใหญ่จะแบ่งตามแหล่งที่มาของของเสียหรือน้ำเสีย

- **เทคโนโลยีผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียหรือของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม**

น้ำเสียส่วนนี้จะมีสารอินทรีย์ในปริมาณมาก เทคโนโลยีที่ใช้จึงเป็นระบบแบบไร้อากาศ ระบบเดิมที่ใช้กันอยู่มักเป็นระบบบ่อเปิด (Open Pond) ซึ่งสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ แต่ไม่ได้มีการเก็บรวบรวมปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นไปใช้ประโยชน์ ปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามาใช้ เช่น ระบบยูเอเอสบี ระบบถังกรองไร้อากาศ เป็นต้น

ระบบผลิตก๊าซชีวภาพที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม

ประเภทอุตสาหกรรม	เทคโนโลยีที่ใช้
อุตสาหกรรมอาหาร ประเภทอาหารแช่แข็ง อาหารกระป๋อง และน้ำผลไม้	UASB, Covered Lagoon และ AFF
อุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง	UASB, HSS-UASB, ABR, Covered Lagoon และ AFF
อุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบ	CSTR, UASB และ Coverde Lagoon
อุตสาหกรรมโรงฆ่าสัตว์	UASB

- **เทคโนโลยีผลิตก๊าซชีวภาพจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์**

ฟาร์มสุกรเป็นฟาร์มเลี้ยงสัตว์ที่มีการนำเทคโนโลยีผลิตก๊าซชีวภาพมาใช้มากที่สุด ซึ่งเทคโนโลยีที่ใช้เป็นระบบบ่อปิดคลุม (Covered Lagoon) ทั้งนี้เทคโนโลยีที่ใช้ขึ้นอยู่กับขนาดของฟาร์ม

ระบบผลิตก๊าซชีวภาพตามขนาดของฟาร์ม

ขนาดของฟาร์ม	เทคโนโลยีที่ใช้
ฟาร์มขนาดใหญ่หรือฟาร์มเลี้ยงสุกร ประเภท ก (เทียบเท่าจำนวนสุกรขุนมากกว่า 5,000 ตัว หรือมากกว่า 600 หน่วยปศุสัตว์)	UASB, HSS-UASB และ Covered Lagoon
ฟาร์มขนาดกลาง หรือฟาร์มเลี้ยงสุกร ประเภท ข (เทียบเท่าจำนวนสุกรขุนตั้งแต่ 500-5,000 ตัว หรือ 60-600 หน่วยปศุสัตว์	UASB, MC-UASB-1 และ Covered Lagoon
ฟาร์มขนาดเล็ก หรือฟาร์มเลี้ยงสุกรประเภท ค (เทียบเท่าจำนวนสุกรขุน 50-500 ตัว หรือ 6-60 หน่วยปศุสัตว์)	Fixed Dome และ Covered Lagoon

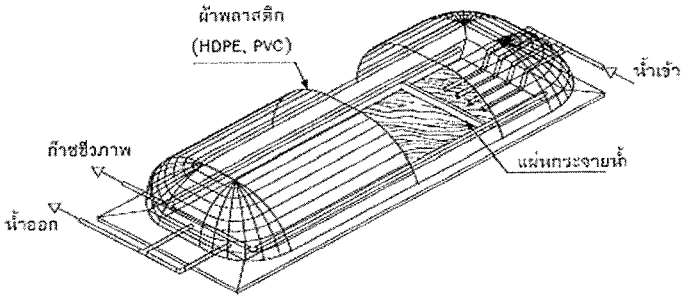
- **เทคโนโลยีผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะมูลฝอย**

ขยะที่ฝังกลบ (Sanitary Landfill) สามารถนำไปใช้ผลิตก๊าซชีวภาพได้โดยตรง ซึ่งมีการใช้เทคโนโลยีแบบถังกวนสมบูรณ์ (Completely Stirred Tank Reactor หรือ CSTR) หรือแบบยูเอเอสบี (Upflow Anaerobic Sludge Blanket หรือ UASB) แต่วัตถุดิบจะต้องเป็นขยะอินทรีย์ เช่น เศษผักสด หรือเศษอาหาร

เทคโนโลยีแต่ละชนิดที่มีการนำมาใช้กับวัตถุดิบแต่ละประเภทนั้น ในที่นี้ขอกล่าวถึงรายละเอียดในบางเทคโนโลยีที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย ดังนี้

- **แบบ Anaerobic Covered Lagoon** เป็นเทคโนโลยีที่ได้พัฒนาให้มีการเก็บรวบรวมก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น โดยใช้แผ่นพลาสติกคลุมทั่วทั้งบ่อหรือคลุมเฉพาะบริเวณที่มีก๊าซเกิดขึ้น แผ่นพลาสติกที่นิยมใช้เป็นจำพวก High Density Polyethylene (HDPE) เทคโนโลยีนี้ก่อสร้างได้ง่ายที่สุด เนื่องจากไม่มีอุปกรณ์เสริมใด ๆ เช่น มอเตอร์กวน หรืออุปกรณ์แยกก๊าซและจุลินทรีย์ (Gas Separator Solid หรือ GSS) โดยทั่วไปแล้วความลึกของบ่อจะลึกมากที่สุดเพื่อให้อยู่ในสภาวะไร้อากาศอย่างสมบูรณ์ ความลึกที่นิยมใช้มักจะมีค่ามากกว่า 6 เมตร ระบบนี้มีข้อเสียคือ ต้องใช้ระยะเวลา

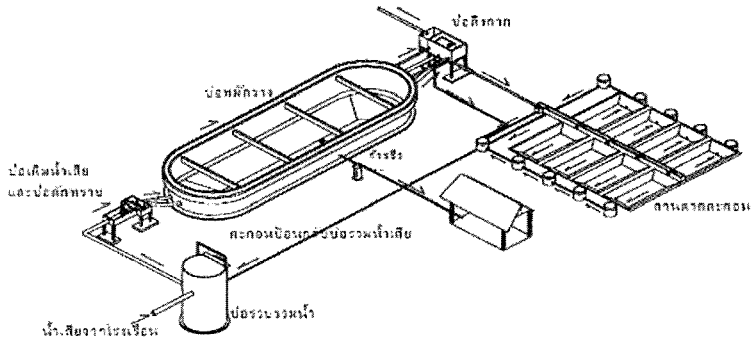
เก็บกักที่ยาวนาน เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพที่ดี และจำเป็นต้องมีการลอกระบายตะกอนภายในบ่อออกเป็นครั้งคราว



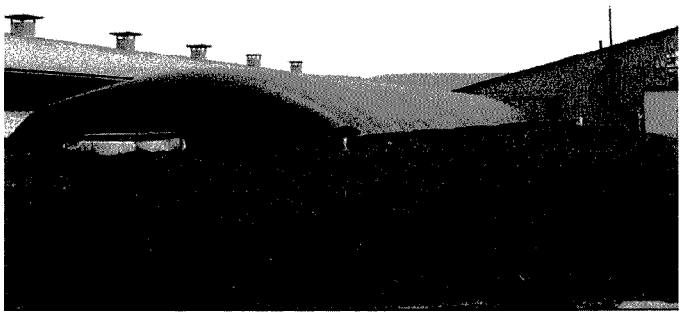
ส่วนประกอบของระบบ Anaerobic Covered Lagoon

แบบ Anaerobic Covered Lagoon

• **แบบบ่อหมักราง** (Plug Flow Anaerobic Digester) ส่วนใหญ่นิยมสร้างเป็นบ่อคอนกรีตที่มีการบังคับการไหลของน้ำเสียแบบ Plug Flow ด้านบนของบ่อติดตั้งด้วยโดมพลาสติก ซึ่งมักทำจากวัสดุ High Density Polyethylene เพื่อทำหน้าที่เก็บกักก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ ระยะเวลาเก็บกักประมาณ 40-45 วัน การออกแบบระบบนี้จำเป็นต้องมีการระบายกากตะกอนออกในปริมาณร้อยละ 1 ของปริมาตรของบ่อหมักรางต่อวัน เพื่อป้องกันมิให้มีการสะสมของตะกอนภายในระบบมากเกินไป



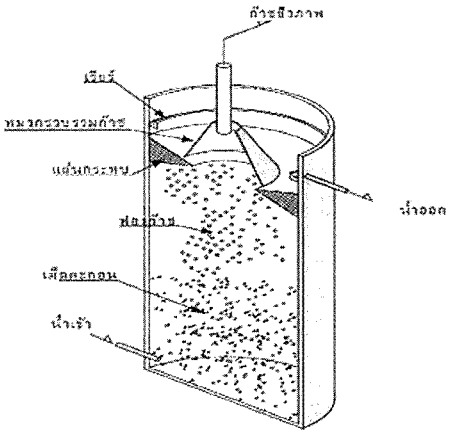
ส่วนประกอบของบ่อหมักราง (Plug Flow Anaerobic Digester)



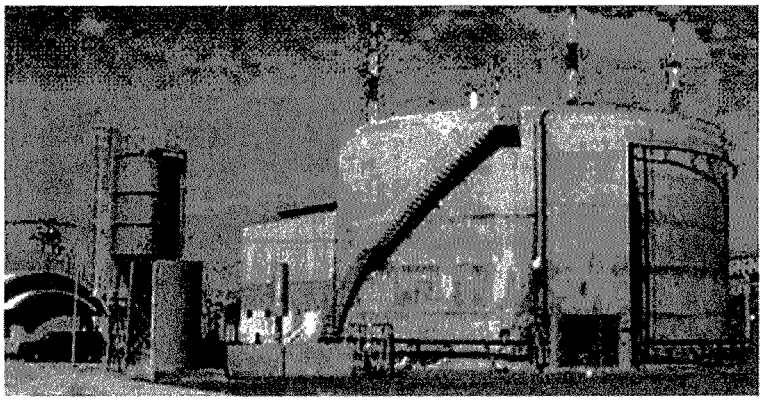
แบบบ่อหมักราง (Plug Flow Anaerobic Digester)

• **แบบยูเอเอสบี** (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) เป็นถังปฏิกรณ์ที่มีการไหลของน้ำแบบไหลขึ้นเพื่อเพิ่มโอกาสการสัมผัสระหว่างจุลินทรีย์กับน้ำเสียให้มากขึ้น เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในระบบนี้จำเป็นต้องพัฒนาให้เกิดเป็นเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ เพื่อให้สามารถเก็บกักตะกอนจุลินทรีย์ให้อยู่ในระบบให้มากที่สุดในการรองรับน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์สูง เป็นระบบที่

สามารถรองรับน้ำเสียได้มาก ซึ่งมีอัตราภาระรับสารอินทรีย์สูง 6-60 กิโลกรัมซีโอดีต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน นอกจากนี้จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่ใช้แยกก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นกับตะกอนจุลินทรีย์ (Gas Separator Solid) ซึ่งอยู่ด้านบนสุดของถัง เพื่อป้องกันการหลุดของเม็ดตะกอนจุลินทรีย์



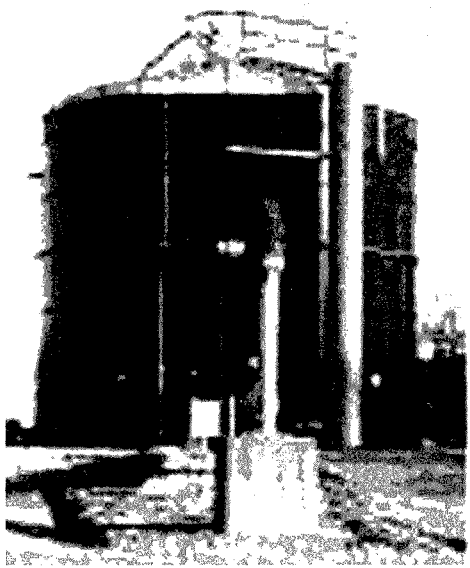
ส่วนประกอบของแบบยูเอเอสบี



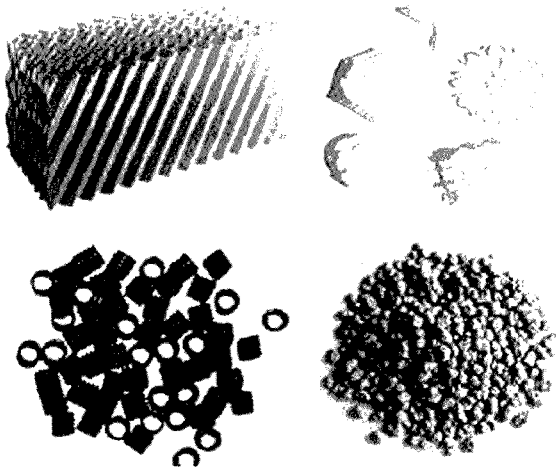
แบบยูเอเอสบี

• **แบบถังกรองไร้อากาศ** (Anaerobic Filter) มีลักษณะเป็นถังทรงกระบอกหรือสี่เหลี่ยมทรงสูง ที่ภายในบรรจุตัวกลางพลาสติกเพื่อให้เป็นที่

จุลินทรีย์ยึดเกาะไว้ ตัวกลางที่ใช้มีหลายชนิด เช่น กรวด หิน โฟม แผ่นพลาสติกแบบโมดูล หรือตัวกลางที่มีรูปลักษณะเป็นตะกร้อ ดอกไม้ หรือแท่งกลวง เป็นต้น ตัวกลางที่ใช้จะต้องมีพื้นที่ผิวจำเพาะสูง (Specific Surface Area) ในช่วง 90-300 ตารางเมตรต่อพื้นที่ผิวลูกบาศก์เมตรของตัวกลาง จุลินทรีย์จะจับที่ผิวของตัวกลางและถูกกักเก็บอยู่ในช่องว่างภายในตัวกลางทำให้สามารถเก็บกักเชื้อจุลินทรีย์ให้อยู่ภายในถังได้มาก แต่มีข้อเสียคือ จะเกิดการอุดตันได้ง่าย จึงจำเป็นต้องมีการล้างตัวกลางโดยการสูบก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นเข้าทางด้านล่างเพื่อให้ตะกอนจุลินทรีย์หลุดออกจากตัวกลาง

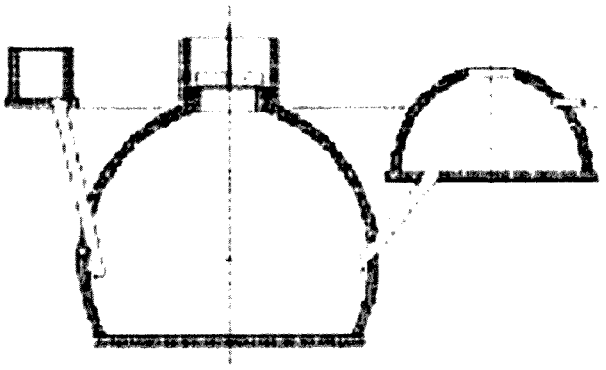


แบบถังกรองไร้อากาศ



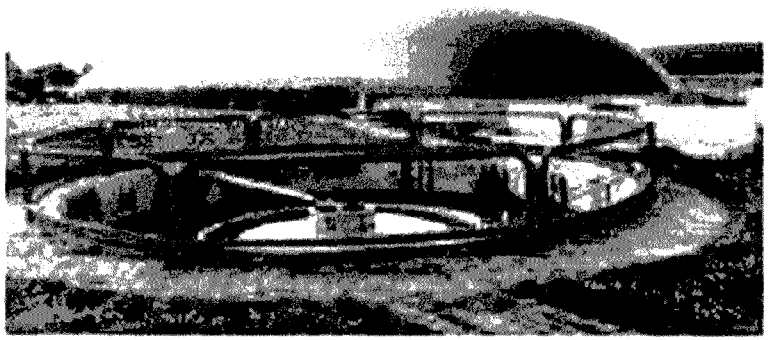
ลักษณะของตัวกลางที่ใช้

• **แบบบ่อโดม** (Fixed Dome) เป็นบ่อผลิตก๊าซชีวภาพที่นิยมใช้ในฟาร์มสุกรขนาดเล็กและชุมชนทั่วไป เนื่องจากมีขนาดเล็ก มีลักษณะเป็นถังปิดฝังดินโดยมีท่อลำเลียงของเสียเข้าด้านหนึ่งและออกอีกด้านหนึ่ง ส่วนด้านบนจะเป็นส่วนที่เก็บรวบรวมก๊าซชีวภาพ



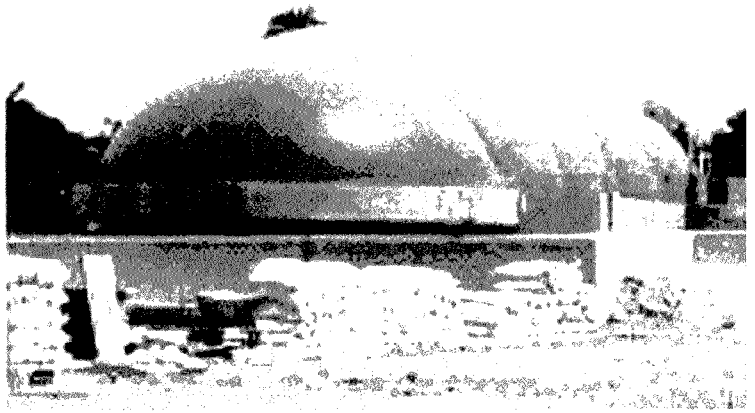
ส่วนประกอบของบ่อโดม

• **แบบบ่อหมักรางและบ่อหมักเร็วน้ำใส** (MC-UASB) เป็นระบบอนุกรมที่ต่อเชื่อมกันระหว่างแบบบ่อหมักรางและแบบยูเอเอสบี โดยที่บ่อหมักรางจะรองรับของเสียที่มีตะกอนปริมาณมากก่อน และน้ำเสียส่วนที่ผ่านการบำบัดแล้วในบางส่วนจะนำมาผลิตก๊าซชีวภาพ หรือบำบัดต่อในระบบยูเอเอสบีอีกรอบหนึ่ง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดและผลิตก๊าซชีวภาพ ระบบนี้นิยมนำมาใช้กับฟาร์มขนาดกลาง



แบบบ่อหมักรางและบ่อหมักเร็วน้ำใส (MC-UASB)

• **แบบบ่อหมักเร็วน้ำข้น** (HSS-UASB) เป็นบ่อหมักที่พัฒนามาจากแบบ Covered Lagoon และแบบบ่อหมัก Channel Digester UASB ซึ่งมีการพัฒนาให้สามารถรองรับของเสียที่มีปริมาณของแข็งแขวนลอยสูงได้เป็นอย่างดี เช่น ฟาร์มสุกรขนาดใหญ่ บ่อแบบแคปซูลนี้มีแผ่นพลาสติกคลุมสูงซึ่งภายในบ่อจะมีความดันของก๊าซชีวภาพสูงกว่าระบบ Covered Lagoon ทำให้สามารถนำก๊าซชีวภาพที่ได้ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างต่อเนื่องในระยะเวลายาวนานกว่า แต่มีข้อเสียที่ความดันของก๊าซชีวภาพค่อนข้างสูงอาจก่อให้เกิดการระเบิดและติดไฟได้อย่างรุนแรง



แบบบ่อหมักเร็วน้ำข้น

การใช้ประโยชน์ก๊าซชีวภาพ

เนื่องจากก๊าซชีวภาพมีองค์ประกอบเป็นก๊าซมีเทน (CH_4) อยู่ร้อยละ 50-75 ก๊าซมีเทนมีค่าความร้อน (Net Heating Value) 5,570 กิโลแคลอรี/ลูกบาศก์เมตรที่สภาวะมาตรฐาน (ที่ 0 องศาเซลเซียส และความดัน 1 บรรยากาศ) ดังนั้นก๊าซชีวภาพจึงจุดไฟติดและให้ค่าความร้อนตามปริมาณร้อยละของก๊าซมีเทน สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย แบ่งออกเป็น

- **การใช้ก๊าซชีวภาพในชีวิตประจำวัน**

- **เพื่อการหุงหาอาหาร** ส่วนใหญ่จะใช้ก๊าซชีวภาพมาจุดไฟได้โดยตรง ปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพโดยเฉลี่ย 0.30-0.50 ลูกบาศก์เมตรต่อคนต่อ 3 มื้อ

- **เพื่อผลิตแสงสว่าง** โดยใช้กับตะเกียงก๊าซขนาด 1 ดวง จะใช้ก๊าซ 0.11-0.15 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ให้ความสว่างเทียบเท่ากับหลอดไฟขนาด 60 วัตต์ หรือก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตร สามารถจุดตะเกียงให้ความสว่างเทียบเท่ากับหลอดไฟ 60 วัตต์ เป็นเวลา 7 ชั่วโมง

- เพื่อผลิตไฟฟ้ากับเครื่องผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก ๆ เช่น 2 กิโลวัตต์ ซึ่งสามารถดัดแปลงให้ใช้ได้ทั้งน้ำมันดีเซลและก๊าซชีวภาพ ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ใช้ในการเดินเครื่องปั่นไฟมีค่า 0.60-0.70 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลวัตต์ต่อชั่วโมง หรือก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตร สามารถผลิตพลังไฟฟ้าได้ 1.25 กิโลวัตต์

- **การใช้ประโยชน์ก๊าซชีวภาพในระดับโรงงาน**

- **เพื่อผลิตไอน้ำ** ซึ่งจะนำไปใช้กับหม้อไอน้ำ (Boiler) ที่มีการใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรมทั่ว ๆ ไปโดยอาจจะนำไปใช้ร่วมกับน้ำมันเตา (Fuel Oil) หรือทดแทนน้ำมันเตาทั้งหมด

- **เพื่อผลิตไฟฟ้าโดยใช้เครื่องกังหันไอน้ำ** (Steam Turbine) วิธีนี้คล้ายกับการผลิตไอน้ำ แต่ไอน้ำที่ผลิตได้จะถูกป้อนเข้ากังหันไอน้ำและขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) เพื่อผลิตไฟฟ้าก่อน จากนั้นจึงนำไอน้ำไปใช้ต่อไป

- **เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์** ก๊าซชีวภาพสามารถนำไปใช้ในรถยนต์ได้เช่นเดียวกับก๊าซธรรมชาติ (ก๊าซ NGV)

โดยสรุปแล้ว ก๊าซชีวภาพสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย อาจมีข้อจำกัดบ้าง เช่น มีความชื้นปนอยู่ในก๊าซบ้าง แต่ไม่ใช่ข้อจำกัดที่จะก่อปัญหามากนัก ตารางด้านล่าง สรุปการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ต่าง ๆ โดยคิดก๊าซมีเทนที่มีอยู่ร้อยละ 100 คือไม่มีก๊าซอื่น ๆ ผสมอยู่เลย แต่โดยทั่วไปแล้ว ก๊าซชีวภาพจะมีก๊าซมีเทนผสมอยู่ประมาณร้อยละ 70 ดังนั้น ถ้ามีการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ทดแทนตามที่แสดงแล้ว จะสามารถประหยัดได้ลดลงกว่าที่แสดงในตารางตามสัดส่วนของก๊าซมีเทนที่มีอยู่ในก๊าซชีวภาพ

การนำก๊าซมีเทนมาใช้ประโยชน์

การนำก๊าซมีแทนมาใช้ประโยชน์ (1 ลบ.ม)	ปริมาณทดแทน	มูลค่าเชื้อเพลิง (บาท/หน่วย)	มูลค่าก๊าซชีวภาพ (บาท/ลบ.ม.)	มูลค่าที่ประหยัดได้ (บาท)	ร้อยละที่ประหยัดได้
1. แทนน้ำมันเบนซิล	0.68 ลิตร	20	13.6	6.4	32
2. แทนน้ำมันดีเซล	0.59 ลิตร	16	9.44	6.56	41
3. แทนก๊าซหุงต้ม	0.46 กก.	17	7.82	9.18	54
4. ผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์*	2.09 หน่วย	2.3	4.8	-	-
5. แทนน้ำมันเตา	0.52 ลิตร	9	4.7	4.3	48
6. ทำความเย็น*	1.7 ตัน	2.3	3.94	-	-
7. ผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันไอน้ำ*	1.20 หน่วย	2.3	2.76	-	-

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน. **หลักสูตรเทคโนโลยีการผลิต และการใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพ**, โครงการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม และประชาสัมพันธ์ความรู้ด้านก๊าซชีวภาพ. 2549.

_____, **หลักสูตรการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพเบื้องต้น**, โครงการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม และประชาสัมพันธ์ความรู้ด้านก๊าซชีวภาพ. 2549.

กรมปศุสัตว์, ข้อมูลเศรษฐกิจการปศุสัตว์ประจำปี 2543.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม, **โครงการศึกษาเพื่อประเมินปริมาณสารมลพิษอุตสาหกรรมทางน้ำจากภาคอุตสาหกรรมในประเทศไทย**, 2542.

กรมส่งเสริมการเกษตร, **คู่มือการคำนวณขนาดของบ่อก๊าซชีวภาพที่จะก่อสร้าง**

กองจัดการสารอันตรายและกากของเสีย, กรมควบคุมมลพิษ.

ปรีชา พลอยภัทรภิญโญ (2532). **"แนวทางการใช้ประโยชน์จากแก๊สที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอยในประเทศไทย"** โครงการวิจัยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, **สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2543/2544**, กรุงเทพฯ, 2544.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ, วารสารสถิติรายไตรมาส, 2543.

Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, (1980). **Guidebook on Biogas Development** Energy Resources Development Series No. 21, ESCAP, Bangkok, Thailand.

Marchaim, Uri (1992). **Biogas Processes for Sustainable Development** FAO Agricultural Services Bulletin 95, FAO.

คำศัพท์ทางวิชาการ

คำศัพท์ทางวิชาการ	ความหมาย
Biogas	ก๊าซชีวภาพ ซึ่งประกอบด้วย CH_4 , CO_2
Global Warming	ปัญหาภาวะโลกร้อน
Hydrolysis	กระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ให้เป็นโมเลกุลเล็ก
Acidogenesis	กระบวนการสร้างกรดอินทรีย์ที่มีขนาดเล็ก ได้แก่ กรดน้ำส้ม หรือกรดอะซิติก
Methanogonesis	กระบวนการสร้างก๊าซมีเทน
Extracellular enzyme	เอนไซม์จากจุลินทรีย์ที่หลั่งออกมาเพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์
Volatile Fatty Acid	กรดไขมันที่ระเหยง่าย ได้แก่ กรดอะซิติก กรดโพรไพโนอิก กรดบิวทีริก เป็นต้น
Chemical Oxygen Demand, COD (mg/l)	ค่าความสกปรกของน้ำทิ้งโดยคิดเทียบจากปริมาณออกซิเจนที่สารเคมีใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ
Fresh Fruit Bunch, FFB	ปาล์มน้ำมันทั้งทะลาย
Open Pond	ระบบบ่อเปิด เป็นระบบแบบหนึ่งเพื่อใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพ แต่ไม่ได้มีการเก็บรวบรวมปริมาณก๊าซชีวภาพ
Covered Lagoon	ระบบบ่อปิดคลุม เป็นระบบแบบหนึ่งเพื่อใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพ โดยมีการเก็บรวบรวมปริมาณก๊าซชีวภาพ
Anaerobic Filter, AF	ถังกรองไม่ใช้อากาศ
1 หน่วยปศุสัตว์	คิดเทียบเท่าสัตว์ที่มีน้ำหนัก 500 กิโลกรัม
Up-flow Anaerobic Sludge Blanket หรือ UASB	ถังปฏิกรณ์ที่มีการไหลของน้ำแบบไหลขึ้น
High Suspension Solid Up-flow Anaerobic Sludge Blanket หรือ HSS-UASB	บ่อหมักเร็วน้ำข้น
Anaerobic Buffled Reactor หรือ ABR	บ่อหมักที่มีแผ่นกั้นให้น้ำไหลขึ้นลง

คำศัพท์ทางวิชาการ	ความหมาย
Medium Farm Channel Up-flow Anaerobic Sludge Blanket หรือ MC-UASB	บ่อหมักรางและบ่อหมักเร็วน้ำใส
Fixed Dome	บ่อโดม
Completely Stirred Tank Reactor หรือ CSTR	ถังกวนสมบูรณ์
Plug Flow Anaerobic Digestor	บ่อหมักราง

เทคโนโลยีการผลิตเอทานอล

คำนิยาม

เอทานอล (Ethanol) หรือเอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl Alcohol) เป็นแอลกอฮอล์ชนิดหนึ่ง จัดเป็นสารอินทรีย์มีสูตรโมเลกุล C_2H_5OH มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 46.07 จุดเดือดประมาณ 78 องศาเซลเซียส คุณสมบัติโดยทั่วไปเป็นของเหลวใส ไม่มีสี ติดไฟง่าย ให้เปลวไฟสีน้ำเงินและไม่มีควัน สามารถละลายรวมตัวกับน้ำ อีเทอร์ หรือคลอโรฟอร์มได้ทุกส่วน เอทานอลถูกนำไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง เช่น ใช้เป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ใช้ในอุตสาหกรรมยา ใช้เป็นตัวทำละลายในการผลิตผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ใช้เป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์สารเคมีและชีวเคมี ใช้เป็นสารเพิ่มค่าออกเทนในเชื้อเพลิงเบนซิน เป็นต้น

เมทานอล (Methanol) บางครั้งเรียกว่า เมทิลแอลกอฮอล์ (Methyl Alcohol) เป็นแอลกอฮอล์ชนิดหนึ่ง มีสูตรทางเคมีคือ CH_3OH มีคุณสมบัติกัดกร่อนและมีพิษสูง ไม่มีสี เมื่อดื่มเข้าในร่างกายจะถึงแก่ชีวิต และหากเข้าตาทำให้ตาบอด เมทานอลใช้เป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์ไบโอดีเซลและสารเคมีต่าง ๆ และใช้เป็นตัวทำละลายในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมสี อุตสาหกรรมเคมี เป็นต้น

แก๊สโซฮอล์ (Gasohol) หมายถึง น้ำมันเบนซินที่มีเอทานอลผสมอยู่ โดยทั่วไปเอทานอลที่ใช้ในการผสมต้องมีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 99.5 โดยปริมาตร ปัจจุบันประเทศไทยผลิตน้ำมันแก๊สโซฮอล์ออกเทน 91 และ 95 จำหน่ายให้กับผู้ใช้ แบ่งเป็น 2 สูตร คือ E10 และ E20 หมายความว่า ใช้เอทานอลผสมในน้ำมันเบนซินร้อยละ 10 และ 20 โดยปริมาตร ตามลำดับ

MTBE (Methyl Tertiary Butyl Ether) เป็นสารอีเทอร์ (Ether) ชนิดหนึ่งที่มีค่าออกเทนสูง จึงมีการพิจารณาใช้ MTBE เป็นสารเพิ่มค่าออกเทน (Octane Number) ในน้ำมันเบนซิน อย่างไรก็ตาม ได้มีการยืนยันว่า พบการปนเปื้อนของ MTBE ในแหล่งน้ำใต้ดินเนื่องจากการย่อยสลายยากของสาร

MTBE และอาจมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง ดังนั้น แนวโน้มทั่วโลกจึงได้หันมาใช้เอทานอลเป็นสารเพิ่มค่าออกเทนแทน MTBE

ETBE (Ethyl Tertiary Butyl Ether) เป็นสารอีเทอร์ (Ether) ชนิดหนึ่งที่มีค่าออกเทนสูง และมีจุดระเหยต่ำเช่นเดียวกับสาร MTBE แต่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำกว่า ในบางประเทศมีการพิจารณาใช้ ETBE เป็นสารเพิ่มค่าออกเทนในน้ำมันเบนซินแทน MTBE

ดีโซฮอล์ (Diesohol) ได้จากการผสมเอทานอลกับน้ำมันดีเซลเพื่อเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล ในอัตราส่วนต่าง ๆ ยกตัวอย่างดีโซ-ฮอล์ที่ใช้กับเครื่องยนต์ในโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา มีเอทานอลผสมในน้ำมันดีเซลประมาณร้อยละ 15 โดยปริมาตร โดยปกติเอทานอลที่ใช้ในการผสมต้องมีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 99.5 โดยปริมาตร

ค่าความร้อน (Heating Value) คือ ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นต่อน้ำหนักเชื้อเพลิงเมื่อเชื้อเพลิงนั้น ๆ ถูกเผาไหม้ โดยทั่วไปค่าความร้อนมี 2 ประเภท คือ**ค่าความร้อนสูง** (High Heating Value) และ**ค่าความร้อนต่ำ** (Low Heating Value) ค่าความร้อนสูงเป็นค่าที่วัดได้โดยรวมความร้อนที่เกิดขึ้นจากการกลั่นตัวของไอน้ำเข้าด้วย เมื่อพูดถึงค่าความร้อนของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้ในเครื่องยนต์ จะนำค่าความร้อนต่ำมาใช้ เนื่องจากไม่มีการกลั่นตัวของไอน้ำในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ ยกตัวอย่าง เอทานอลมีค่าความร้อนเท่ากับร้อยละ 67 ของน้ำมันเบนซิน

ค่าออกเทน (Octane Number) คือ คำเรียกทั่ว ๆ ไป ใช้บอกถึงความสามารถของเครื่องยนต์ที่ต้านทานต่อการน็อก

ค่าซีเทน (Cetane Number) คือ ปริมาณที่บ่งชี้คุณสมบัติการจุดไฟติดของน้ำมันดีเซล น้ำมันดีเซลที่มีค่าซีเทนสูง เมื่อถูกฉีดเข้าในเครื่องยนต์จะติดได้ง่าย ทำให้เกิดไอเสียน้อย

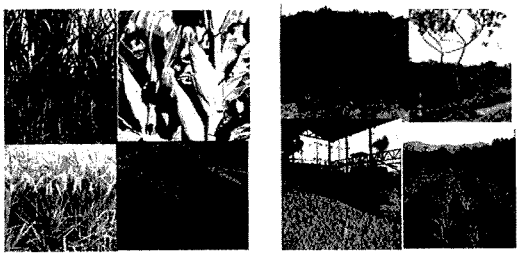
วัตถุดิบผลิตเอทานอล

วัตถุดิบที่ใช้ผลิตเอทานอล สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

- **วัตถุดิบประเภทแป้ง** ส่วนใหญ่ได้จากผลผลิตทางการเกษตร พวกธัญพืช เช่น ข้าวเจ้า ข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าวบาร์เลย์ ข้าวฟ่าง และพวกพืชหัว เช่น มันสำปะหลัง มันฝรั่ง มันเทศ เป็นต้น แป้งในวัตถุดิบแต่ละประเภทประกอบด้วย อะไมโลส (Amylose) และอะไมโลเปคติน (Amylopectin) ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน เช่น แป้งจากมันสำปะหลัง มีอะไมโลสประมาณร้อยละ 18 นอกนั้นเป็นอะไมโลเปคติน ส่วนแป้งจากข้าวโพดมีอะไมโลสมากกว่าร้อยละ 18 เป็นต้น
- **วัตถุดิบประเภทน้ำตาล** ได้แก่ อ้อย กากน้ำตาล บีทรูท ข้าวฟ่างหวาน เป็นต้น
- **วัตถุดิบประเภทเซลลูโลส** ส่วนใหญ่เป็นผลพลอยได้จากวัสดุการเกษตร เช่น ฟางข้าว ชานอ้อย ซังข้าวโพด รำข้าว เศษไม้ เศษกระดาษ ขี้เลื่อย และวัชพืช

แม้ว่าจะมีวัตถุดิบอยู่หลายชนิดที่สามารถนำมาผลิตเป็นเอทานอลได้ แต่จะมีเพียงไม่กี่ชนิดที่มีความเหมาะสมสำหรับนำมาใช้ผลิตเอทานอล หลักเกณฑ์ที่พิจารณาในการเลือกวัตถุดิบได้แก่

- ปริมาณมีมากพอป้อนโรงงานได้ตลอดปี
- หาได้ง่าย
- ราคาถูก
- ผลได้เอทานอลต่อหน่วยของวัตถุดิบสูง
- ผลได้เอทานอลต่อหน่วยพื้นที่เพาะปลูกสูง
- พลังงานสมดุลของระบบ
- วัตถุดิบนั้นจะต้องไม่แย่งอาหารของมนุษย์



วัตถุดิบผลิตเอทานอล

จากข้อพิจารณาในการเลือกใช้วัตถุดิบข้างต้น ทำให้แต่ละประเทศที่ผลิตเอทานอลเป็นเชื้อเพลิงมีวัตถุดิบที่เหมาะสมแตกต่างกัน เช่น ประเทศบราซิล ซึ่งเป็นผู้ผลิตเอทานอลรายใหญ่ที่สุดของโลก ใช้อ้อยเป็นวัตถุดิบหลัก ในขณะที่ประเทศสหรัฐอเมริกาใช้ข้าวโพดเป็นวัตถุดิบหลัก เป็นต้น สำหรับประเทศไทยวัตถุดิบที่เหมาะสมในการผลิตเอทานอลในปัจจุบันมีเพียง 3 ชนิดเท่านั้น คือ **อ้อย กากน้ำตาล และมันสำปะหลัง** วัตถุดิบต่างชนิดกันจะให้ผลผลิตเอทานอลในปริมาณที่แตกต่างกันไป

การเปรียบเทียบปริมาณเอทานอลที่ผลิตได้จากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ

ชนิดของวัตถุดิบ	เอทานอลที่ผลิตได้ต่อตันวัตถุดิบ (ลิตร)
กากน้ำตาล	250-280
อ้อย	70-90
หัวมันสำปะหลังสด	160-200
ข้าวฟ่าง	70-90
ธัญพืช (เช่น ข้าว ข้าวโพด)	375-400
น้ำมะพร้าว	80-90

การผลิตเอทานอลในประเทศไทย ส่วนใหญ่ใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบ แต่เริ่มมีการใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบเพิ่มขึ้น โรงงานที่ได้รับ

อนุญาตให้ก่อสร้างเพื่อผลิตเอทานอลจำนวน 45 โรงงาน มีกำลังการผลิตรวม 11,345,000 ลิตรต่อวัน ในจำนวนนี้มี 25 โรงงานที่ใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบเพียงอย่างเดียวโดยมีกำลังการผลิตรวม 8,140,000 ลิตรต่อวัน อีก 20 โรงงานใช้มันสำปะหลังร่วมกับกากน้ำตาล และมันสำปะหลังร่วมกับกากน้ำตาลและน้ำอ้อย โดยมีกำลังการผลิตรวม 3,205,000 ลิตรต่อวัน โดยทั่วไปแล้ว ราคาวัตถุดิบคิดเป็นร้อยละ 50-70 ของต้นทุนการผลิตเอทานอล จึงได้มีความพยายามที่จะเพิ่มผลผลิตการปลูกวัตถุดิบต่อไร่ เพิ่มปริมาณแป้งหรือน้ำตาล รวมถึงการแสวงหาเทคโนโลยีเพื่อผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบทางเลือกอื่น ๆ ที่ไม่ได้ใช้เป็นอาหาร เช่น วัตถุดิบชนิดเส้นใย ทั้งนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและให้ราคาต้นทุนการผลิตลดลง

กระบวนการผลิต

การผลิตเอทานอลในระดับอุตสาหกรรม มีกระบวนการผลิต 2 แบบ แบ่งตามวิธีการผลิต ดังนี้

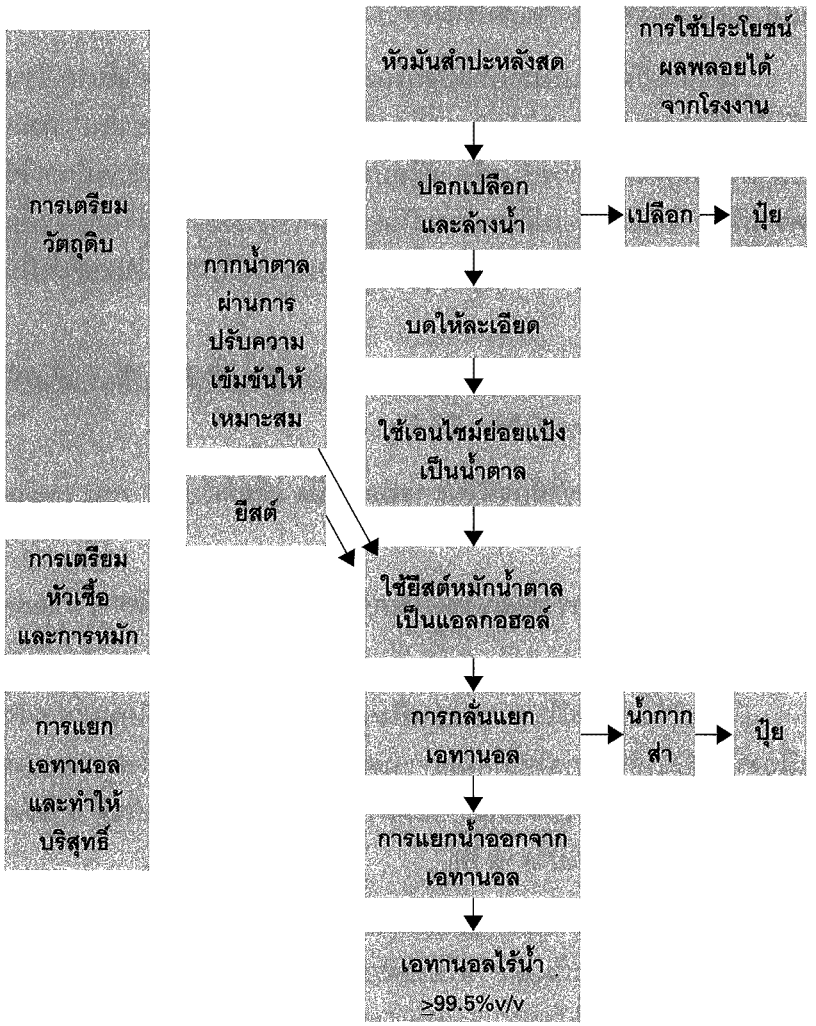
- **แบบที่ 1 การสังเคราะห์เอทานอลด้วยวิธีทางเคมี** โดยใช้เอทิลีน (Ethylene) เป็นวัตถุดิบ หรือเป็นผลพลอยได้ที่เกิดจากปฏิกิริยาสังเคราะห์เมทานอล ได้เป็นเอทานอลสังเคราะห์ (Synthetic Ethanol)
- **แบบที่ 2 วิธีการทางชีวเคมีเพื่อผลิตเอทานอล** โดยใช้วัสดุการเกษตรที่มีองค์ประกอบประเภทแป้ง น้ำตาล หรือเซลลูโลส ผ่านกระบวนการทางชีวเคมี ได้เป็นไบโอเอทานอล (Bio-Ethanol) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า เอทานอล (Ethanol)

ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะกระบวนการผลิตเอทานอลจากวัสดุการเกษตรเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง กระบวนการผลิตในระดับอุตสาหกรรม ประกอบด้วย 4 ส่วนการผลิตหลัก

- การเตรียมวัตถุดิบ
- การเตรียมหัวเชื้อและการหมัก

- การแยกเอทานอลและทำให้บริสุทธิ์
- การใช้ประโยชน์ผลิตภัณฑ์ผลพลอยได้จากโรงงาน

แผนผังกระบวนการผลิตเอทานอลจากวัสดุการเกษตร



การเตรียมวัตถุดิบ

การเตรียมวัตถุดิบก่อนการหมักจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ เช่น เมื่อใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบ ให้ทำการปรับความเข้มข้นกากน้ำตาลด้วยน้ำจนมีความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการทำงานของยีสต์ กรณีการหมักแบบไม่ต่อเนื่องจะใช้ความเข้มข้นระหว่าง 18-25 องศาบริกซ์

สำหรับวัตถุดิบประเภทแป้งหรือเส้นใยเซลลูโลสที่ย่อยได้ยาก เช่น หัวมันสำปะหลังหรือซานอ้อย จะต้องนำวัตถุดิบไปผ่านกระบวนการลดขนาดให้เล็กลงด้วยการหั่น ตัด หรือบดด้วยเครื่องจักรและอาจมีการใช้ความร้อนร่วมด้วยเพื่อเปลี่ยนสภาพวัตถุดิบให้เหมาะต่อการนำไปย่อยเพื่อเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาล แล้วจึงนำเข้าสู่กระบวนการหมักน้ำตาลให้เป็นเอทานอลต่อไป

โดยทั่วไปแล้ว กระบวนการทางเคมีและชีวเคมีเพื่อเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลนั้น สามารถทำได้ 2 วิธี คือ

- **วิธีที่ 1 การใช้กรดในการย่อยแป้ง** หรือที่เรียกว่า Acid Hydrolysis
- **วิธีที่ 2 การใช้เอนไซม์ในการย่อยแป้ง** หรือที่เรียกว่า Enzymatic Hydrolysis

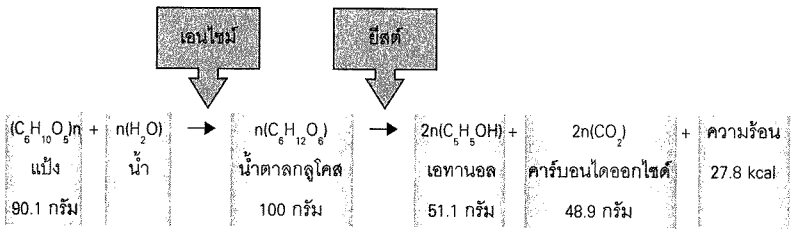
การใช้เอนไซม์ในการย่อยแป้งจะเป็นวิธีที่มีความนิยมมากกว่า เนื่องจากเป็นวิธีที่ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งสะดวกและประหยัดกว่า ในการใช้หัวมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบจะใช้เอนไซม์ 2 ชนิด ในการย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล คือ

- ใช้อัลฟา-อะไมเลส (α-amylase) ในขั้นตอนที่เรียกว่า Liquefaction
- ใช้กลูโค-อะไมเลส หรือเบต้า-อะไมเลส (Glucoamylase or β-amylase) ในขั้นตอนที่เรียกว่า Saccharification

การเตรียมหัวเชื้อ และการหมัก

- **การเตรียมหัวเชื้อ** (Inoculum) เป็นขั้นตอนการเตรียมปริมาณหัวเชื้อที่เพียงพอต่อการหมักและมีจุลินทรีย์ที่แข็งแรงปราศจากการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์อื่น จากนั้นนำหัวเชื้อที่ได้ผสมกับวัตถุดิบในถังหมักเพื่อการหมักต่อไป อย่างไรก็ตาม ขั้นตอนการเตรียมหัวเชื้อไม่จำเป็นต้องมีหากใช้เชื้อยีสต์แห้ง (Dried Yeast หรือ Powder Yeast) ในการหมัก เพียงแต่นำเชื้อยีสต์แห้งในปริมาณที่ต้องการผสมกับวัตถุดิบในถังหมักได้ทันที
- **การหมัก** (Fermentation) เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีว-เคมีที่เกิดจากการทำงานของเชื้อยีสต์ในการเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสให้เป็นแอลกอฮอล์ ภายใต้สภาพที่ปราศจากออกซิเจนหรือมีออกซิเจนเพียงเล็กน้อย การควบคุมสภาวะการหมักที่เหมาะสมจะทำให้น้ำตาลเปลี่ยนไปเป็นแอลกอฮอล์ได้เร็วและได้ปริมาณแอลกอฮอล์มาก สภาวะของการหมักขึ้นกับชนิดของการหมัก ชนิดของวัตถุดิบ และชนิดของจุลินทรีย์ที่ใช้

โดยทั่วไป การหมักแบบไม่ต่อเนื่อง (Batch Fermentation) จะใช้เวลาประมาณ 2-3 วัน เพื่อให้ได้แอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นประมาณร้อยละ 8-12 โดยปริมาตร ซึ่งตามทฤษฎี ยีสต์จะเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสเป็นแอลกอฮอล์ได้ร้อยละ 51.1 และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 48.9 โดยน้ำหนัก และมีความร้อนเกิดขึ้นด้วย ดังสมการเคมีด้านล่าง



ปฏิกิริยาเคมีของการผลิตเอทานอล

การหมักแอลกอฮอล์นั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แบบ

- **การหมักแบบไม่ต่อเนื่อง** (Batch Fermentation) เป็นกระบวนการหมักผลิตภัณฑ์โดยอาศัยการเติมวัตถุดิบ สารอาหาร และหัวเชื้อลงไปในถังหมักเพียงครั้งเดียวตลอดการหมัก
- **การหมักแบบเฟดแบทช์** (Fed Batch Fermentation) เป็นกระบวนการหมักที่มีการเติมวัตถุดิบและสารอาหารลงไปในถังหมักมากกว่า 1 ครั้งขึ้นไป เพื่อให้เชื้อจุลินทรีย์สามารถใช้วัตถุดิบและสารอาหารได้ในปริมาณสูงขึ้น
- **การหมักแบบต่อเนื่อง** (Continuous Fermentation) เป็นกระบวนการหมักที่มีการเติมวัตถุดิบและสารอาหารเข้าไปในถังหมักตลอดเวลา ขณะเดียวกันก็มีการแยกเอาผลิตภัณฑ์ออกมาตลอดเวลาเช่นกัน ทำให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้สูงสุดในระยะเวลาเท่ากันเมื่อเทียบกับการหมักทั้งสองแบบข้างต้น

การแยกเอทานอลและทำให้บริสุทธิ์

เอทานอลหรือแอลกอฮอล์ที่ได้จากกระบวนการหมัก มีความเข้มข้นเพียงร้อยละ 8-12 โดยปริมาตร ในการใช้งานเอทานอลเป็นเชื้อเพลิง จำเป็นต้องทำให้บริสุทธิ์ถึงร้อยละ 99.5 หรือที่เรียกว่าเอทานอลไร้น้ำ ดังนั้นจึงต้องแยกเอทานอลออกจากน้ำหมักหรือน้ำส่าให้มีความบริสุทธิ์สูงตามต้องการ ในทางทฤษฎีแล้ว เอทานอลสามารถกลั่นให้มีความบริสุทธิ์สูงสุดได้เพียงร้อยละ 95 เนื่องจากเกิดองค์ประกอบเป็นของผสมอะซีโอโทรป การแยกน้ำออกจากเอทานอลให้มีความบริสุทธิ์สูงกว่าร้อยละ 95 จำเป็นต้องใช้วิธีการอื่นร่วมด้วย กล่าวคือ

- **กระบวนการแยกด้วยวิธีกลั่นสกัดแยกกับสารตัวที่สาม** (Extrac-tive Distillation with The Third Component) วิธีนี้เป็นวิธีดั้งเดิมที่ใช้กันมาเป็นเวลานาน ปัจจุบันก็ยังใช้กันในเชิงพาณิชย์อยู่ แต่ได้มีการปรับเปลี่ยนสารตัวที่สามจากเดิมที่ใช้สารเบนซีน (Benzene) มาใช้สารไซโคลเฮกเซน (Cyclo-hexane) ซึ่งมีอันตรายน้อยกว่าแทน

- **กระบวนการแยกด้วยวิธีเมมเบรน** (Membrane Pervaporation) ซึ่งจะใช้เยื่อหุ้มบางมาเป็นตัวซึมผ่านและระเหยกลายเป็นไอเพื่อแยกน้ำออกจากเอทานอล

- **กระบวนการแยกด้วยวิธีโมเลคูลาซีฟ** (Molecular Sieve Separation) โดยการให้เอทานอลที่มีน้ำ (Hydrous Ethanol) ไหลผ่านวัสดุที่มีรูพรุนสูง เช่น Zeolite 3A เพื่อให้รูพรุนนั้นดักเอาน้ำออก

ทั้งสามกระบวนการที่กล่าวนี้มีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป ขึ้นกับเจ้าของเทคโนโลยีและต้นทุนในการผลิตด้วย อย่างไรก็ตาม กระบวนการที่ได้รับความนิยมมากสุดและใช้ในอุตสาหกรรมเอทานอลของไทยคือ กระบวนการแยกด้วยวิธีโมเลคูลาซีฟ

การใช้ประโยชน์จากผลิตภัณฑ์พลพลอยได้จากโรงงาน

ในกระบวนการผลิตเอทานอล นอกจากได้เอทานอลเป็นผลิตภัณฑ์หลักแล้ว ยังเกิดผลิตภัณฑ์ผลพลอยได้อีกหลาย ๆ ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ฟิวเซลออยล์ และอื่น ๆ นอกจากนี้ยังมีของเสียที่ออกมาจากกระบวนการผลิตด้วย เช่น น้ำเสียจากกระบวนการกลั่น กากที่ออกจากขั้นตอนการหมักและขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ เป็นต้น ซึ่งส่วนต่าง ๆ เหล่านี้ หากปล่อยไปสู่สิ่งแวดล้อมจะก่อให้เกิดมลภาวะ เพื่อเป็นการช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมและช่วยลดต้นทุนการผลิตลง ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์จากผลิตภัณฑ์รองและของเสียขึ้น อาทิ

- กระบวนการกำจัดน้ำกากส่า โดยการแปรรูปไปเป็นปุ๋ยชีวภาพ อาหารสัตว์ หรือก๊าซชีวภาพ

- กระบวนการกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยการทำให้บริสุทธิ์และแปรรูปไปใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องทำความเย็น น้ำอัดลม น้ำโซดา น้ำแข็งแห้ง เครื่องมือดับเพลิง เป็นต้น

- กระบวนการกำจัดฟิวเซลออยล์ โดยการแปรรูปไปใช้ในอุตสาหกรรมผลิตแลกเกอร์ ผสมทำกาว น้ำหอมบางชนิด ยาฆ่าแมลง ยาฆ่าวัชพืช และอื่น ๆ

การนำเอทานอลมาใช้เป็นเชื้อเพลิง

การนำเอทานอลไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในรูปผลิตภัณฑ์ที่เรารู้จักกันดีในปัจจุบันภายใต้ชื่อ **แก๊สโซฮอล์** ซึ่งได้จากการผสมเอทานอลในน้ำมันเบนซินในสัดส่วนต่าง ๆ ตั้งแต่ร้อยละ 0-100 ขึ้นอยู่กับนโยบายของแต่ละประเทศ เช่น ประเทศบราซิล กำหนดสัดส่วนของการผสมเอทานอลในน้ำมันเบนซินระหว่างร้อยละ 22-24 สหรัฐอเมริกากำหนดสัดส่วนการผสมเอทานอลที่ร้อยละ 10 และ 85 โดยเรียกชื่อสูตรการผสมนี้ว่า E10 และ E85 (E = เอทานอล) สำหรับประเทศไทย ปัจจุบันกำหนดสูตรการผสมเอทานอลในน้ำมันเบนซินเพื่อผลิตน้ำมันแก๊สโซฮอล์ไว้ถึง 3 สูตรด้วยกัน ได้แก่ สูตร E10 แก๊สโซฮอล์ออกเทน 95 สูตร E10 แก๊สโซฮอล์ออกเทน 91 และสูตร E20 แก๊สโซฮอล์ออกเทน 95 ซึ่งเป็นสูตรล่าสุดเริ่มวางจำหน่ายบ้างแล้วตามสถานีบริการน้ำมันของบริษัท บางจาก ปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน) และบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)

อย่างไรก็ตาม มีประเด็นพิจารณาเพิ่มเติมอีก 2 ประเด็น สำหรับการผสมและการนำเชื้อเพลิงผสมเอทานอลไปใช้งานกับรถยนต์

ประเด็นแรก ในเรื่องการผสม จะใช้เอทานอลไร้น้ำ (Enhydrous Ethanol) ที่มีความเข้มข้นตั้งแต่ร้อยละ 99.5 ขึ้นไปเท่านั้น ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการผสมเป็นเนื้อเดียวกันและป้องกันการกัดกร่อนอุปกรณ์ชิ้นส่วนในเครื่องยนต์ที่อาจมีสาเหตุมาจากน้ำที่ผสมในเอทานอล

ประเด็นที่ 2 การนำไปใช้งานกับรถยนต์ สำหรับน้ำมันแก๊สโซฮอล์ออกเทน 95 และ 91 สูตร E10 สามารถใช้ได้กับรถยนต์ที่เป็นระบบหัวฉีดซึ่งผลิตเพื่อจำหน่ายตั้งแต่ พ.ศ. 2538 เป็นต้นมา โดยไม่ต้องมีการดัดแปลงเครื่องยนต์แต่อย่างใด ในขณะที่น้ำมันแก๊สโซฮอล์ออกเทน 95 สูตร E20 ส่วนใหญ่จะใช้ได้กับรถยนต์รุ่นใหม่ที่ผลิตใน พ.ศ. 2551 เท่านั้น แต่ก็มีบางรุ่นบางยี่ห้อที่ผลิตก่อนหน้านี้ แต่สามารถใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ออกเทน 95 สูตร E20 ได้ อาจเป็นเพราะว่าบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ได้วางแผนการผลิตเผื่อไว้แล้ว โดยชิ้นส่วนอุปกรณ์เครื่องยนต์ที่จะใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ออกเทน 95 สูตร E20 จะต้องทนต่อความเข้มข้นของเอทานอลที่สูงขึ้นได้ ปัจจุบันมีรถยนต์ที่สามารถใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์สูตร E20 จำหน่าย 6 ยี่ห้อ ได้แก่

- Ford : Focus ทุกรุ่น ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2005, Escape 3.0 L ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2005
- Honda : Accord, CR-V, Civic, City รุ่นปี ค.ศ. 2008
- Mazda : Mazda 3 Groove, Spirit, Spirit Sport, Maxx, Maxx Sport Sunroof
- Mitsubishi : New Space Wagon minor change
- Nissan : Tiida, Teana รุ่นปี ค.ศ. 2008
- Toyota : Corolla, Vios, Yaris, Camry รุ่นปี ค.ศ. 2008

บรรณานุกรม

คณะกรรมาธิการการพลังงาน สภาผู้แทนราษฎร. 2545. **พลังงานทดแทน เอทานอลและไบโอดีเซล.** กรุงเทพฯ : แปลนพริ้นติ้ง.

ธีรภัทร ศรีนรคุตร. 2543. **เชื้อเพลิงเอทานอลจากวัสดุการเกษตร : แหล่งพลังงานทางเลือกใหม่ของคนไทย.** วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 15 (3) : 5-8.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ศูนย์เทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาตร์ และกระทรวงพลังงาน. 2551. **การศึกษาเปรียบเทียบเทคโนโลยีการผลิตเอทานอลของสหรัฐ-อเมริกาและไทย เสนอต่อกระทรวงการต่างประเทศ.** กรุงเทพฯ : พิมพ์พินิจการพิมพ์.

เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับ E20. กระทรวงพลังงาน [Online]. Available at : http://www.energy.go.th/moen/HilightDetail.aspx?id=149

ห้องสมุดปิโตรเคมี. PTTCHEM. [Online]. Available at : http://www.pttchemical.com/library/cyclohexane/index.shtml

คำศัพท์ทางวิชาการ

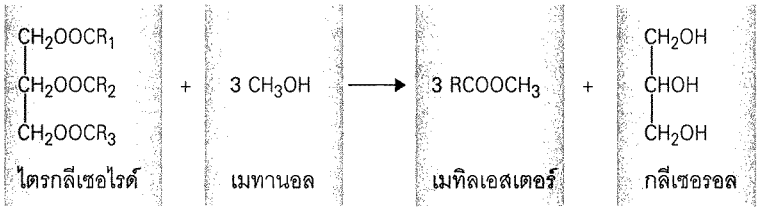
คำศัพท์ทางวิชาการ	ความหมาย
เบนซีน (Benzene)	ของเหลวไม่มีสีและไวไฟ ผลิตจากโพรพิลีน ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแอคริเลตต่าง ๆ ที่สำคัญ ได้แก่ เมทิลแอคริเลต เอทิลแอคริเลต บิวทิลแอคริเลต และ 2-เอทิลเฮกซิลแอคริเลต ทั้งแอคริลิกแอซิด และแอคริเลตต่าง ๆ สามารถทำปฏิกิริยารวมตัวกันเป็นพอลิเมอร์และโคพอลิเมอร์ได้ง่าย จึงต้องเติมสารเคมีบางชนิดเพื่อป้องกันการเกิดพอลิเมอร์ระหว่างการเก็บและการขนส่ง ไม่มีการใช้ประโยชน์จากแอคริลิกแอซิดโดยตรง
ไซโคลเฮกเซน (Cyclohexane)	ไฮโดรคาร์บอนที่มีโครงสร้างเป็นวง 6 เหลี่ยม เป็นของเหลวไม่มีสี มีกลิ่นคล้ายอีเทอร์ และไวไฟ ผลิตจากเบนซีนและก๊าซไฮโดรเจน ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแอดิพิกแอซิด และเฮกซาเมทิลีนได-แอมีน สำหรับผลิตไนลอน 66 และแคบโพรแลกแทมสำหรับผลิตไนลอน 6 การใช้ประโยชน์จากไซโคลเฮกเซนโดยตรง คือ ใช้เป็นตัวทำละลาย ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ไซโคลเฮกเซนเป็นส่วนผสม ได้แก่ สีทาอาคาร น้ำยาล้างวาร์นิช เชื้อเพลิงแข็ง ยาฆ่าแมลง และยาฆ่าเชื้อรา
อะซีโอโทรป (Azeotrope)	ของเหลวผสมที่มีจุดเดือดสูงสุดและต่ำสุดคงที่ และกลั่นออกโดยไม่มีการสลายตัวและเป็นสัดส่วนที่แน่นอน เช่น ไอโซโพร-พิลแอลกอฮอล์กับน้ำ

เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซล

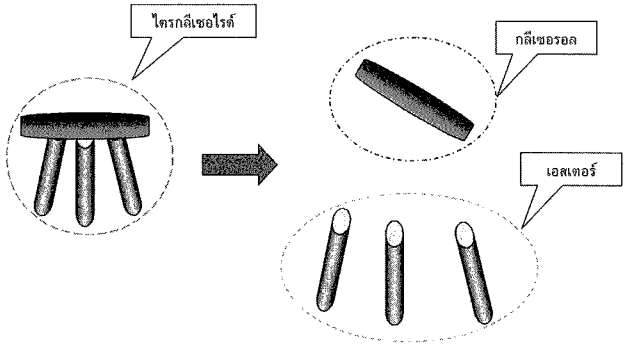
ความรู้เบื้องต้นไบโอดีเซล

ก่อนที่จะกล่าวถึงเทคโนโลยีการผลิตและการใช้งาน ขออธิบายถึงความหมายของคำว่าไบโอดีเซลกันก่อน **ไบโอดีเซล คือ เชื้อเพลิงที่สังเคราะห์ได้จากน้ำมันพืช หรือไขมันสัตว์ ที่ผ่านกระบวนการทางเคมีเปลี่ยนโครงสร้างทางเคมีของน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ให้เป็นไบโอดีเซล**

กระบวนการทางเคมีที่เกิดขึ้น เรียกว่า *ปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชัน* (Transesterification Reaction) ทำปฏิกิริยาระหว่างไตรกลีเซอไรด์ที่เป็นน้ำมันพืชกับแอลกอฮอล์ เช่น เมทานอลหรือเอทานอล โดยมีกรดหรือด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เกิดเป็นเมทิลเอสเตอร์หรือเอทิลเอสเตอร์ ที่เรียกว่าไบโอดีเซล และในปฏิกิริยายังเกิดกลีเซอรอลเป็นผลพลอยได้ด้วย ดังปฏิกิริยาที่แสดงต่อไปนี้



เพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น ลองจินตนาการภาพของไตรกลีเซอไรด์เป็นเก้าอี้ 3 ขา ถ้าเราถอดเอาแผ่นรองนั่งออก ก็จะกลายเป็นแท่งไม้ 3 ท่อน กับแผ่นไม้กลม ๆ ที่เคยเป็นแผ่นรองนั่ง 1 อัน เจ้าแท่งไม้นี้คือ สารเอสเตอร์ ส่วนแผ่นรองนั่งก็คือส่วนที่เป็นกลีเซอรอลหรือกลีเซอรีนนั่นเอง



แผนผังอย่างง่ายแสดงความเชื่อมโยงระหว่างไตรกลีเซอไรด์ เอสเตอร์ และกลีเซอรอล

จะเห็นได้ว่า เอสเตอร์หรือไบโอดีเซลนั้น มีโครงสร้างทางเคมีที่เล็กกว่าไตรกลีเซอไรด์หรือน้ำมันพืชมาก ซึ่งมีผลให้สารเอสเตอร์ หรือไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ขึ้น มีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลที่มาจากปิโตรเลียมอย่างมาก ซึ่งเป็นคำอธิบายให้เห็นอย่างชัดเจนว่า การนำน้ำมันพืชมาผสมกับน้ำมันดีเซล หรือน้ำมันก๊าดโดยตรง โดยไม่ผ่านการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมี น้ำมันผสมที่ได้ จะไม่เรียกว่าเป็นไบโอดีเซล เพราะน้ำมันพืชยังคงมีโครงสร้างโมเลกุลที่ใหญ่ คุณสมบัติที่ได้ถึงแม้ว่ามีคุณสมบัติบางประการ เช่น ความหนืดที่ใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล แต่คุณสมบัติอื่น ๆ ยังมีความแตกต่างจากน้ำมันดีเซลโดยสิ้นเชิง ดังนั้น ไบโอดีเซลจึงมีความเหมาะสมที่จะเป็นใช้เป็นพลังงานทดแทนน้ำมันดีเซลจากปิโตรเลียมได้เป็นอย่างดี

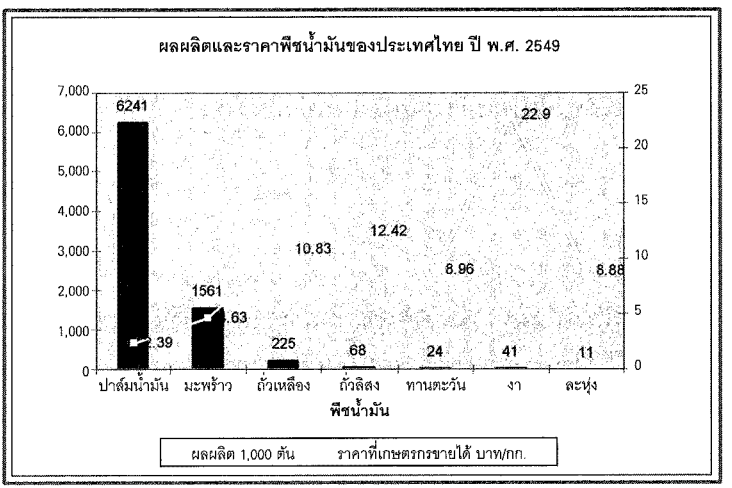
วัตถุดิบ

ดังที่กล่าวไปแล้วว่าไบโอดีเซลคือสารเอสเตอร์ที่ผลิตจากน้ำมันพืช ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม และมีการเพาะปลูกพืชน้ำมันอยู่หลายชนิด เช่น ปาล์มน้ำมัน มะพร้าว ถั่วเหลือง ทานตะวัน เป็นต้น หากมองเผิน ๆ อาจดูเหมือนมีวัตถุดิบอยู่มาก แต่ในความเป็นจริง ผลผลิตเหล่านี้เป็นวัตถุดิบที่ต้องป้อนเข้าสู่อุตสาหกรรมอาหาร เพื่อผลิตเป็นน้ำมันสำหรับการบริโภค หากเราจะนำน้ำมันเหล่านี้มาผลิตเป็นไบโอดีเซลทั้งหมด ก็เท่ากับเป็นการแย่งอาหารของมนุษย์มาผลิตเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์แทน

ดังนั้นก่อนอื่นเราควรจะศึกษากันก่อนว่า ประเทศไทยมีปริมาณกำลังการผลิตน้ำมันพืชเหล่านี้มากน้อยเพียงใด

พืชน้ำมันที่ประเทศไทยมีการเพาะปลูกและให้ผลผลิตมากที่สุดในปัจจุบันก็คือ ปาล์มน้ำมัน ซึ่งเป็นพืชที่ให้ผลผลิตน้ำมันสูง มีต้นทุนการผลิตและราคาต่ำกว่าพืชน้ำมันชนิดอื่น ๆ รองลงมาคือมะพร้าว แต่เนื่องจากราคาของน้ำมันมะพร้าวที่สูงกว่า และมีความต้องการบริโภคสูง ปริมาณไม่เพียงพอ จึงทำให้น้ำมันปาล์มเป็นวัตถุดิบที่มีศักยภาพมากที่สุดในปัจจุบัน

พืชน้ำมันที่ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตไบโอดีเซลในประเทศไทย



ผลผลิตและราคาพืชน้ำมันของประเทศไทย พ.ศ. 2549

ที่มา : *http://www.oae.go.th/statistic/yearbook49/*

นอกเหนือจากพืชน้ำมันที่ผลิตเพื่อการบริโภคแล้ว การปลูกพืชให้น้ำมันที่ไม่ใช่อาหารก็เป็นแนวคิดหนึ่งที่จะลดปัญหาการแย่งชิงวัตถุดิบระหว่างอุตสาหกรรมการบริโภคกับอุตสาหกรรมด้านพลังงานทดแทน ซึ่งพืชดังกล่าวได้แก่ **สบู่ดำ** ซึ่งมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Jatropha curcas Linn* สบู่ดำเป็นชื่อเรียกในภาคกลาง ทางภาคเหนือเรียกว่า มะหุ่งฮั้ว ส่วนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เรียกว่า มะเยา หรือสีหลอด และภาคใต้เรียกว่า มะหงเทศ สบู่ดำเป็นพืชพื้นเมืองของทวีปอเมริกาใต้ ชาวโปรตุเกสนำเข้ามาในช่วงปลายสมัยกรุงศรีอยุธยา เพื่อรับซื้อเมล็ดไปคัดบีบเอาน้ำมันสำหรับทำสบู่

สบู่ดำเป็นไม้พุ่มยืนต้นขนาดกลาง สูงประมาณ 2-7 เมตร ใบมี 4 แฉก คล้ายใบละหุ่ง ผลของสบู่ดำมีสีเขียวอ่อนเกลี้ยงเกลาเป็นช่อพวงมีหลายผล เวลาสุกแก่จัดมีสีเหลืองคล้ายลูกจัน มี 3 พู โดยแต่ละพูทำหน้าที่ห่อหุ้มเมล็ดไว้ ขนาดของเมล็ดเฉลี่ยความยาว 1.7-1.9 เซนติเมตร หนา 0.8-0.9 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 100 เมล็ด ประมาณ 69.8 กรัม เมื่อแกะเปลือกนอกสีดำออกจะเห็นเนื้อในเป็นสีขาว

เมล็ดสบู่ดำมีสารพิษที่เรียกว่า CURCIN ซึ่งหากบริโภคแล้วจะทำให้เกิดอาการท้องเดินเหมือนสลอด กากสบู่ดำยังมีธาตุอาหารที่ใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ได้ ในชนบทยังใช้สบู่ดำเป็นยาสมุนไพรกลางบ้าน โดยใช้ยางจากก้านใบป้ายรักษาโรคปากนกกระจอก ห้ามเลือดและแก้ปวดฟัน รวมทั้งผสมกับน้ำนมมารดากวาดป้ายลิ้นเด็กที่มีฝ้าขาวหรือคอเป็นตุ่ม และใช้ส่วนของลำต้นมาตัดเป็นท่อน ๆ ต้มให้เด็กรับประทานแก้โรคซางหรือตานขโมย

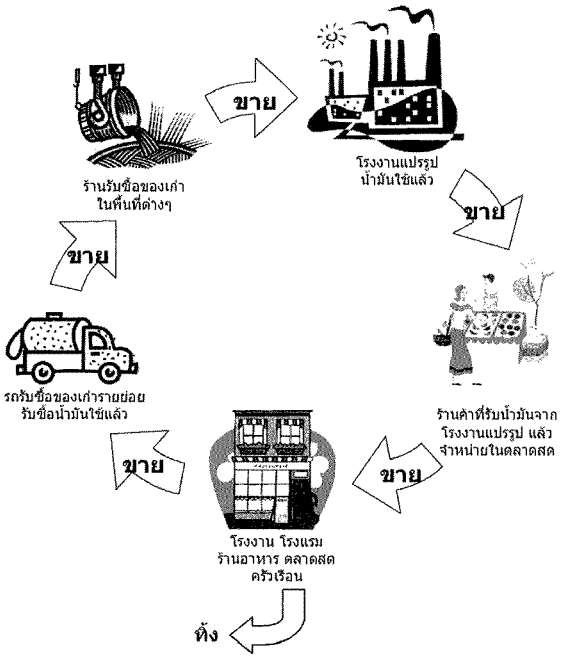
จะเห็นได้ว่าสบู่ดำเป็นพืชท้องถิ่นที่มีประโยชน์ และดูน่าจะมีศักยภาพในการเป็นวัตถุดิบได้อีกชนิดหนึ่ง แต่เนื่องจากผลผลิตต่อไร่และต้นทุนในการเพาะปลูกและเก็บเกี่ยวยังมีราคาสูง ประกอบกับยังไม่มีการปลูกอย่างจริงจังในเชิงเศรษฐกิจ จึงทำให้ราคาของน้ำมันสบู่ดำสูงมากในปัจจุบัน แต่หากได้รับการพัฒนาสายพันธุ์ เทคนิคการเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว เพื่อให้ปริมาณผลผลิตต่อไร่สูงเพียงพอ เกิดความคุ้มค่าและมีราคาที่เหมาะสม สบู่ดำก็จะเป็นวัตถุดิบอีกชนิดหนึ่งที่น่าจับตามองในอนาคตอันใกล้นี้

สบู่ดำ

จากการที่ปริมาณน้ำมันพืชใหม่ เช่น น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว มีไม่เพียงพอ และบางชนิดสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มได้มากกว่าการนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิง น้ำมันพืชใช้แล้วจากการประกอบอาหารจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ แหล่งที่มาของน้ำมันพืชใช้แล้วมีด้วยกันหลายแหล่ง แต่แหล่งที่มีขนาดใหญ่ ได้แก่ อุตสาหกรรมผลิตอาหาร ร้านอาหารฟาสต์ฟู้ด ภัตตาคาร โรงแรม ซึ่งน้ำมันพืชใช้แล้วจากแหล่งเหล่านี้จะมีปริมาณมาก คุณภาพก็ค่อนข้างคงที่ และไม่ค่อยมีความยุ่งยากในการเก็บรวบรวมมากนัก ส่วนในแหล่งอื่น ๆ เช่น ตลาดสด บ้านเรือน ซึ่งดูเหมือนจะมีปริมาณน้ำมันพืชใช้แล้วมาก แต่ในทางปฏิบัติแล้ว พบว่ามีความยุ่งยากในการเก็บรวบรวม ประกอบกับคุณภาพที่ไม่แน่นอน ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะส่งผลต่อการผลิตและคุณสมบัติของไบโอดีเซลที่ได้ ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป

จากการสำรวจปริมาณน้ำมันพืชใช้แล้วโดยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ใน พ.ศ. 2548 พบว่า โรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ มีปริมาณน้ำมันพืชใช้แล้ว 7,500 ลิตรต่อโรงงานต่อเดือน รองลงมาคืออุตสาหกรรมขนาดเล็กมีปริมาณ 320 ลิตรต่อโรงงานต่อเดือน ส่วนร้านอาหารฟาสต์ฟู้ด ภัตตาคาร โรงแรม มีปริมาณเฉลี่ย 69 ลิตรต่อแห่งต่อเดือน และครัวเรือนมีปริมาณ 0.22 ลิตรต่อครัวเรือนต่อเดือน หากดูจากปริมาณดังกล่าวอาจจะเห็นว่าน้ำมันพืชใช้แล้วมีปริมาณมาก และน่าจะมีศักยภาพพอที่จะเป็นแหล่งวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตไบโอดีเซล แต่ในความเป็นจริงแล้ว น้ำมันพืชใช้แล้ว

เหล่านี้มีวงจรการซื้อขาย และนำกลับมาใช้ใหม่ในรูปของน้ำมันทอดอาหาร ในท้องตลาด ซึ่งการจะเข้าไปแย่งชิงตลาดตรงจุดนี้เป็นเรื่องที่ยากลำบาก



เส้นทางการจำหน่ายของน้ำมันพืชใช้แล้ว

นอกจากปริมาณของน้ำมันพืชที่จะนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตแล้ว ราคายังเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญอย่างมาก ปัจจุบันน้ำมันปาล์มดิบมีราคาพุ่งสูงเป็นประวัติการณ์ คือ มากกว่า 30 บาทต่อกิโลกรัม ในขณะที่ราคาของน้ำมันพืชใช้แล้วก็เพิ่มขึ้นจาก 7-10 บาทต่อลิตร ถึงประมาณ 20 บาทต่อลิตร ทั้งยังขาดแคลนเพราะความต้องการในท้องตลาดมีมากขึ้นด้วย

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น หากจะสรุปข้อดีข้อเสียของวัตถุดิบทั้ง 2 ประเภทคือ น้ำมันปาล์มดิบ และน้ำมันพืชใช้แล้ว จะเห็นได้ว่า น้ำมันปาล์มดิบมีข้อดีที่สามารถหาซื้อได้ไม่ยาก คุณภาพค่อนข้างคงที่ และหากเป็นโรงงานผลิตไบโอดีเซลที่ต่อยอดจากโรงงานสกัดหรือผลิตน้ำมันปาล์มอยู่แล้ว จะทำให้ต้นทุนด้านการขนส่งและระบบสนับสนุนการผลิตต่าง ๆ

ลดลงอย่างมาก ส่วนข้อเสียของน้ำมันปาล์มดิบคือ ราคาแพง และต้องแข่งขันกับอุตสาหกรรมอาหาร

ข้อดีของน้ำมันพืชใช้แล้ว คือ มีราคาถูกกว่า และหากสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซลได้ จะเป็นการตัดตอนการนำกลับไปใช้เป็นน้ำมันทอดอาหารซ้ำ ซึ่งจะส่งผลเสียต่อสุขภาพอย่างมาก ส่วนข้อเสียของน้ำมันพืชใช้แล้วคือ การรวบรวมและการขนส่งเข้าโรงงานผลิตมีความยุ่งยาก และคุณภาพของน้ำมันที่รวบรวมได้จากแต่ละแหล่งจะไม่สม่ำเสมอขึ้นอยู่กับแหล่งที่มา เช่น ในอุตสาหกรรมอาหารขนาดใหญ่ เป็นต้น ซึ่งส่วนมากจะมีการควบคุมคุณภาพของน้ำมันพืชที่ผ่านการใช้งานแล้วค่อนข้างแน่นอน ก็จะได้น้ำมันใช้แล้วที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ แต่หากเป็นน้ำมันใช้แล้วที่มาจากตลาดหรือครัวเรือน คุณภาพของน้ำมันก็มักจะแตกต่างกันออกไป ดังนั้นการจะเลือกใช้วัตถุดิบชนิดใดในการผลิตไบโอดีเซลจึงขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านการจัดหาวัตถุดิบที่เหมาะสมของแต่ละโรงงาน

เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซล

ชนิดของสารเร่งปฏิกิริยาในการผลิตไบโอดีเซล

การผลิตไบโอดีเซลเป็นการทำปฏิกิริยาของสารผสมระหว่างไตรกลีเซอไรด์กับแอลกอฮอล์ ในสภาวะที่เหมาะสม ซึ่งจำเป็นจะต้องใช้สารเร่งปฏิกิริยาช่วยทำให้สารตั้งต้นทั้งสองเกิดปฏิกิริยาขึ้นอย่างสมบูรณ์ สำหรับสารเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ในการวิจัยและพัฒนาการผลิตไบโอดีเซลแบ่งออกเป็น

- **สารเร่งปฏิกิริยาประเภทด่าง** เป็นการทำปฏิกิริยาแบบเป็นเนื้อเดียว ซึ่งนิยมใช้ในการผลิตไบโอดีเซลกันอย่างแพร่หลาย เพราะขั้นตอนการผลิตทำได้ง่ายและสะดวก อุณหภูมิและความดัน รวมถึงระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาไม่สูงมากนัก ทั้งยังให้ผลได้ของการผลิตไบโอดีเซลค่อนข้างสูงด้วย แต่มีข้อจำกัดคือ วัตถุดิบน้ำมันพืชควรจะมีปริมาณกรดไขมันอิสระหรือความเป็นกรดต่ำ ๆ จึงจะให้ผลผลิตได้สูง ตัวอย่างของสารเร่งปฏิกิริยาประเภทด่างที่นิยมใช้กันมากคือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์

• **สารเร่งปฏิกิริยาประเภทกรด** เป็นการทำปฏิกิริยาแบบเป็นเนื้อเดียวเช่นกัน และเหมาะสมกับวัตถุดิบที่มีความเป็นกรดสูง เช่น กรดไขมันปาล์ม เป็นต้น ซึ่งจะมีกรดไขมันอิสระเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ จึงเป็นการทำปฏิกิริยาระหว่างกรดไขมันอิสระกับแอลกอฮอล์ โดยใช้อุณหภูมิและระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาไม่มากนักเช่นกัน แต่หากเป็นน้ำมันทั่วไปซึ่งมีไตรกลีเซอไรด์เป็นองค์ประกอบหลัก จะต้องใช้อุณหภูมิสูงและระยะเวลาในการทำปฏิกิริยานานมาก และความสมบูรณ์ของการเกิดปฏิกิริยาค่อนข้างน้อย ตัวอย่างของสารเร่งปฏิกิริยาประเภทกรด เช่น กรดซัลฟิวริก กรดฟอสฟอริก และกรดไฮโดรคลอริก เป็นต้น

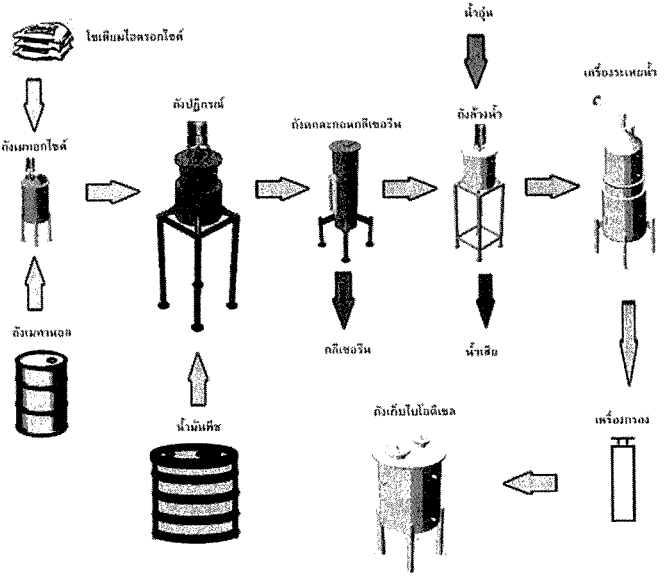
• **สารเร่งปฏิกิริยาประเภทของแข็ง** เป็นการทำปฏิกิริยาแบบเป็นเนื้อผสม ซึ่งไม่ละลายปนกับน้ำมันพืชหรือแอลกอฮอล์ ส่วนมากยังอยู่ในระดับการวิจัยและพัฒนาในห้องปฏิบัติการ มีข้อดีคือ สามารถนำสารเร่งนั้น ๆ กลับมาใช้งานซ้ำได้หลายครั้ง และการแยกหรือกำจัดสารปนเปื้อนในไบโอดีเซลทำได้ง่าย โดยไม่จำเป็นต้องผ่านการล้างน้ำ จึงไม่มีน้ำเสียเกิดขึ้นจากการผลิตด้วย แต่เนื่องจากขั้นตอนการผลิตและสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการทำปฏิกิริยา ต้องใช้อุณหภูมิและความดันสูง จึงทำได้ค่อนข้างยาก และยังไม่เป็นที่นิยมมากนักในการผลิตไบโอดีเซลโดยทั่วไป ตัวอย่างของสารเร่งปฏิกิริยาประเภทของแข็งที่มีการศึกษา เช่น โพแทสเซียมคาร์บอเนต แคลเซียมออกไซด์ และแคลเซียมคาร์บอเนต เป็นต้น

• **สารเร่งปฏิกิริยาประเภทเอนไซม์** การผลิตไบโอดีเซลโดยใช้เอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เป็นการพัฒนาในระดับห้องปฏิบัติการเช่นกัน ทั้งนี้เพื่อเน้นการพัฒนาการผลิตไบโอดีเซลในเชิงชีวภาพ ซึ่งเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยเอนไซม์ที่ใช้เป็นสารพวกไฮโดรไลติกเอนไซม์ ซึ่งมีราคาค่อนข้างสูง และใช้ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยานาน นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น เช่น ชนิดของตัวทำละลายที่ใช้ อุณหภูมิควบคุม เป็นต้น จึงทำให้ไม่เป็นที่นิยม

การเลือกใช้สารเร่งปฏิกิริยาเป็นเพียงปัจจัยหนึ่งในการผลิตไบโอดีเซลเท่านั้น ส่วนกระบวนการผลิตจะต้องประกอบไปด้วยขั้นตอนต่าง ๆ อีกหลายขั้นตอน ซึ่งได้รับการวิจัยและพัฒนาเป็นระบบมาอย่างต่อเนื่อง

กระบวนการผลิตไบโอดีเซลแบบดั้งเดิม (Conventional Process)

การผลิตไบโอดีเซลที่ดำเนินการกันอยู่ในปัจจุบัน ส่วนใหญ่เป็นกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิม ซึ่งมีทั้งระบบผลิตแบบกะและแบบต่อเนื่อง โดยอาศัยปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชันระหว่างน้ำมันพืชกับแอลกอฮอล์ ซึ่งในที่นี้คือเมทานอล และใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาประเภทด่างเป็นหลัก เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์อย่างใดอย่างหนึ่ง ทำปฏิกิริยาแบบผสมเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneous Reaction) (ในบางประเทศอาจใช้สารละลายโซเดียมเมทิเลท หรือโพแทสเซียมเมทิเลท) แล้วจึงผ่านเข้าสู่ขั้นตอนการทำให้ไบโอดีเซลบริสุทธิ์ ด้วยการแยกกลีเซอรีนและการกำจัดสารเคมีปนเปื้อนต่าง ๆ ออก ซึ่งหากมีความเข้าใจในกระบวนการผลิตที่ถูกต้องก็จะสามารถผลิตไบโอดีเซลที่มีคุณภาพตามมาตรฐานได้ โดยทั่วไปแล้วการผลิตไบโอดีเซลจะประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังแผนผังการผลิตไบโอดีเซลที่แสดงในรูปต่อไปนี้



แผนภาพกระบวนการผลิตไบโอดีเซลโดยทั่วไป

การเตรียมวัตถุดิบน้ำมันพืช

ก่อนทำการผลิตจะต้องวัดค่าความเป็นกรดของน้ำมันพืชเสียก่อน เพื่อใช้ในการคำนวณหาปริมาณสารเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสมและทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์โดยมีสารเร่งปฏิกิริยาเหลือน้อยที่สุด ซึ่งจะช่วยลดการสูญเสียไบโอดีเซลจากขั้นตอนการแยกสารปนเปื้อนอีกด้วย โดยปกติแล้วน้ำมันพืชใหม่หรือน้ำมันที่ผ่านการใช้งานมาแล้วจะมีค่าความเป็นกรดที่แตกต่างกัน สำหรับน้ำมันพืชใช้แล้วมักมีเศษอาหารหรือความชื้นเจือปนอยู่มาก ก็จำเป็นจะต้องตกตะกอนแยกออกก่อนนำไปทำปฏิกิริยา โดยทั่วไปมักจะใช้ความร้อนช่วยในการกำจัดความชื้นและทำให้การตกตะกอนดีขึ้น

การเตรียมสารเร่งปฏิกิริยา

การเตรียมด่างเป็นสารเร่งปฏิกิริยา ทำได้โดยการผสมโซเดียมไฮดรอกไซด์หรือโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์อย่างใดอย่างหนึ่งกับเมทานอลในสัดส่วนที่ได้จากการคำนวณ โดยทำให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกันก่อน สารผสมที่ได้นี้เรียกว่า สารละลายเมทอกไซด์ เพื่อเตรียมพร้อมในการป้อนเข้าทำปฏิกิริยากับน้ำมันพืชต่อไป ในการเตรียมสารละลายเมทอกไซด์นั้น จะต้องคำนวณปริมาณของด่างที่ต้องใช้ในการทำปฏิกิริยาเพื่อทำให้น้ำมันมีค่า pH เป็นกลาง รวมกับปริมาณของสารเร่งปฏิกิริยาด่างที่ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาจริง ๆ จึงจะเพียงพอสำหรับการทำปฏิกิริยาได้อย่างสมบูรณ์

การทำปฏิกิริยาเพื่อผลิตไบโอดีเซล

การทำปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชันทุกครั้งจะต้องใช้อัตราส่วนของน้ำมันและสารเคมี รวมทั้งสภาวะที่เหมาะสมในการทำปฏิกิริยา คือ อุณหภูมิประมาณ 60-65 องศาเซลเซียส ตลอดจนเวลาในการผสมที่เพียงพอ เพื่อให้การทำปฏิกิริยาเป็นไปอย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้ควรมีการเก็บตัวอย่างจากถังปฏิกรณ์เพื่อตรวจวิเคราะห์ความสมบูรณ์ของปฏิกิริยาก่อนเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป ทั้งนี้ไบโอดีเซลที่ผ่านการตรวจวัดควรมีคุณภาพตามมาตรฐานของกรมธุรกิจพลังงาน

การทำให้ไบโอดีเซลบริสุทธิ์

หลังจากทำปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชันแล้วจะเกิดผลผลิต 2 ชนิด คือ สารเอสเตอร์หรือไบโอดีเซลและกลีเซอรีน เมื่อปล่อยทิ้งไว้ให้เกิดการแยกชั้น ไบโอดีเซลจะอยู่ชั้นบน และกลีเซอรีนซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าจะตกตะกอนอยู่ชั้นล่างของถังแยก จากนั้นให้ถ่ายกลีเซอรีนออกไปสู่ถังเก็บกลีเซอรีน ส่วนของไบโอดีเซลจะถูกส่งเข้าสู่ขั้นตอนการล้างไบโอดีเซลด้วยน้ำอุ่นอุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส เพื่อล้างสารเร่งปฏิกิริยาที่เหลืออยู่และสารปนเปื้อนต่าง ๆ เช่น เมทานอล สบู่ รวมทั้งกลีเซอรีนออกให้หมด หลังจากผ่านการล้างและแยกน้ำล้างออกแล้ว ไบโอดีเซลที่ได้ยังคงมีน้ำและสารตะกอนเจือปนอยู่เล็กน้อย เราสามารถทำให้บริสุทธิ์ยิ่งขึ้นได้ด้วยการระเหยน้ำและผ่านการกรองตะกอนอีกครั้ง แล้วจึงส่งผลิตภัณฑ์เข้าถังเก็บไบโอดีเซล เพื่อรอการจำหน่ายต่อไป

สำหรับกลีเซอรีนดิบที่เป็นผลพลอยได้จากการผลิตไบโอดีเซล มีความบริสุทธิ์ในเกณฑ์ต่ำประมาณร้อยละ 50-60 โดยมีสารปนเปื้อนต่าง ๆ จำนวนมากปะปนอยู่ด้วย เช่น น้ำมันพืช สารเร่งปฏิกิริยาด่างที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา น้ำและสบู่ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาข้างเคียง เป็นต้น หากต้องการทำให้กลีเซอรีนดิบมีความบริสุทธิ์ยิ่งขึ้น จะต้องแยกสารปนเปื้อนเหล่านี้ออก โดยทั่วไปมักใช้วิธีการทำปฏิกิริยาด้วยกรด เช่น กรดเกลือ หรือกรดฟอสฟอริก ซึ่งจะเปลี่ยนสบู่ไปเป็นกรดไขมันและเกลือ และสามารถแยกออกจากกลีเซอรีนได้ด้วยการตกตะกอน ซึ่งกลีเซอรีนที่ได้จะมีความบริสุทธิ์ประมาณร้อยละ 80-88

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณวัตถุดิบที่ต้องใช้ในการผลิตไบโอดีเซล

ต้องการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบจำนวน 100 กิโลกรัม โดยมีข้อมูลดังนี้

น้ำมันปาล์มดิบที่มีค่าความเป็นกรด *(AV)* เท่ากับ 7.6 มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อกรัมน้ำมัน

ใช้อัตราส่วนโดยมวลระหว่างน้ำมันปาล์มดิบต่อเมทานอล คือ 3 : 1

ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชัน คือ ร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักน้ำมัน

ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ทำให้น้ำมันเป็นกลาง, กรัมโซเดียมไฮดรอกไซด์ มีค่าดังนี้

$$NaOH_{Neutralization} = \frac{40xAxAV}{56.1x1000}$$

เมื่อ 40 = น้ำหนักโมเลกุลของโซเดียมไฮดรอกไซด์, กรัมต่อโมล

56.1 = น้ำหนักโมเลกุลของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์, กรัมต่อโมล

A = ปริมาณน้ำมันพืช, กรัม

AV = ค่าของกรด, มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อกรัมน้ำมัน

ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์สำหรับเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา, กรัมโซเดียมไฮดรอกไซด์ มีค่าดังนี้

$$NaOH_{Transesterification} = \frac{AxB}{100}$$

เมื่อ *A* = ปริมาณน้ำมันพืช, กรัม

B = ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ในการเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา, ร้อยละโดยน้ำหนักน้ำมัน

ดังนั้นปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ทั้งหมดที่ต้องใช้ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลทั้งสิ้น มีค่าเท่ากับ 1,040 กรัมโซเดียมไฮดรอกไซด์

การผลิตไบโอดีเซลในประเทศไทย

ประเทศไทยมีการผลิตไบโอดีเซลอยู่ 2 ระดับ คือ

- ไบโอดีเซลเชิงพาณิชย์
- ไบโอดีเซลชุมชน

วัตถุดิบที่นิยมใช้ผลิตไบโอดีเซล คือ น้ำมันปาล์มดิบ ไขปาล์มสเตียรินและน้ำมันพืชใช้แล้วเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมีราคาสูงขึ้นมากตามความต้องการในปัจจุบัน นอกจากนี้ยังมีการใช้ไขมันวัว ซึ่งมีราคาถูกกว่า เป็นวัตถุดิบที่น่าสนใจอีกชนิดหนึ่งด้วย สำหรับกระบวนการผลิตที่ใช้ยังคงเป็นแบบดั้งเดิม โดยมีกระบวนการหลัก คือ การทำปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชัน ซึ่งมีทั้งแบบขั้นตอนเดียวและแบบ 2 ขั้นตอน ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัตถุดิบที่ใช้ สำหรับการทำปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชันแบบขั้นตอนเดียวที่ใช้กันทั่วไป คือ น้ำมันพืช 100 ส่วน เมทานอล 20-30 ส่วน และโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 1-2 ของน้ำหนักน้ำมัน ในบางกรณีวัตถุดิบอาจมีคุณภาพไม่ดีนัก เช่น น้ำมันพืชที่มีค่าความเป็นกรดสูง ควรผ่านกระบวนการปรับคุณสมบัติด้วยการทำปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชันด้วยสารเร่งชนิดกรดก่อนเข้ากระบวนการผลิต หรือน้ำมันพืชใช้แล้วที่มีตะกอนเศษอาหารและน้ำปะปนอยู่ควรกำจัดออกก่อน โดยการตกตะกอนหรือระเหยน้ำออกด้วยความร้อน เป็นต้น หลังจากผ่านการทำปฏิกิริยาและแยกกลีเซอรีนออกแล้ว การกำจัดสารปนเปื้อนออกจากไบโอดีเซลนั้น มีทั้งแบบการล้างด้วยน้ำและแบบไม่ใช้น้ำล้าง ดังนี้

- **แบบล้างด้วยน้ำ** เป็นแบบที่ใช้กันโดยส่วนใหญ่ในโรงงานผลิตไบโอดีเซลทั้งระดับชุมชน และระดับอุตสาหกรรม ซึ่งจะใช้อัตราส่วนการล้างของน้ำต่อไบโอดีเซลอยู่ระหว่าง 1 : 1 ถึง 3 : 1 และล้างหลายครั้งจนกว่าสารปนเปื้อนในไบโอดีเซลจะหมดและค่า pH ของไบโอดีเซลเป็นกลาง แล้วจึงผ่านสู่ขั้นตอนกำจัดน้ำที่ยังเจือปนออก ในกรณีของโรงงานขนาดใหญ่มักใช้ระบบระเหยแบบสุญญากาศ แต่สำหรับโรงงานขนาดเล็กในระดับชุมชน นิยมปล่อยทิ้งไว้ให้น้ำตกตะกอนแยกออกตามธรรมชาติโดย

อาจใช้ความร้อนช่วยบ้างเล็กน้อย จากนั้นจึงผ่านการกรองกากตะกอนที่ยังหลงเหลืออยู่ออก วิธีนี้จะมีปริมาณน้ำทิ้งที่ต้องผ่านการบำบัดเป็นจำนวนมาก

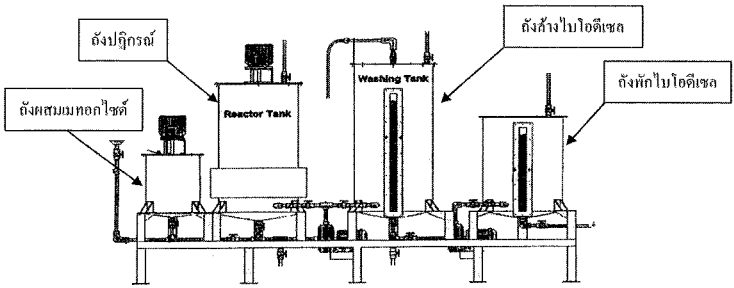
- **แบบไม่ใช้น้ำล้าง** โรงงานผลิตไบโอดีเซลขนาดใหญ่ เช่น บริษัท กรีนพาวเวอร์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด และบริษัท สยามน้ำมันพืช จำกัด เป็นต้น ใช้วิธีการนี้ โดยไบโอดีเซลที่ผ่านการแยกกลีเซอรีนและระเหยเมทานอลด้วยระบบสุญญากาศออกแล้ว จะใช้สารประกอบเคมีจำพวกเกลือที่สามารถดูดซับสารเคมีอื่น ๆ ที่ปนเปื้อนออกจากไบโอดีเซลได้ ก่อนผ่านการกรองและส่งเข้าถังเก็บผลิตภัณฑ์ อีกแห่งหนึ่งมีการนำเทคโนโลยีการกลั่นแบบปิโตรเลียมมาใช้ คือ **บริษัท วีระสุวรรณ จำกัด** ซึ่งใช้ระบบควบคุมความดันและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการกลั่นเมทิลเอสเตอร์ให้บริสุทธิ์ได้ ทำให้ไบโอดีเซลที่ผลิตได้ปราศจากสารเคมีและกากตะกอนปนเปื้อน นอกจากนี้แล้ว ไบโอดีเซลที่ได้นี้จะมีความบริสุทธิ์สูงและปราศจากน้ำทิ้งจากระบบผลิตด้วย

สำหรับโรงงานไบโอดีเซลเชิงพาณิชย์ ซึ่งเป็นโรงงานขนาดใหญ่และมีการลงทุนสูง มีทั้งกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องและแบบกะ มีการออกแบบอุปกรณ์การผลิตและระบบควบคุมอย่างดี เพื่อให้สามารถผลิตไบโอดีเซลที่มีคุณภาพตามมาตรฐาน โดยโรงงานที่ได้รับความเห็นชอบจากกรมธุรกิจพลังงานให้ดำเนินการผลิตไบโอดีเซลประเภทบี100 สำหรับใช้ผสมกับน้ำมันดีเซลเป็นไบโอดีเซล บี5 เพื่อขายตามสถานีบริการน้ำมันในปัจจุบัน จะมีการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตลอดเวลา เพื่อให้ได้ไบโอดีเซลที่ผ่านมาตรฐานมาใช้งาน โดยผู้ผลิตไบโอดีเซลเชิงพาณิชย์ที่ได้รับการขึ้นทะเบียนกับกรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน มีรายชื่อดังนี้

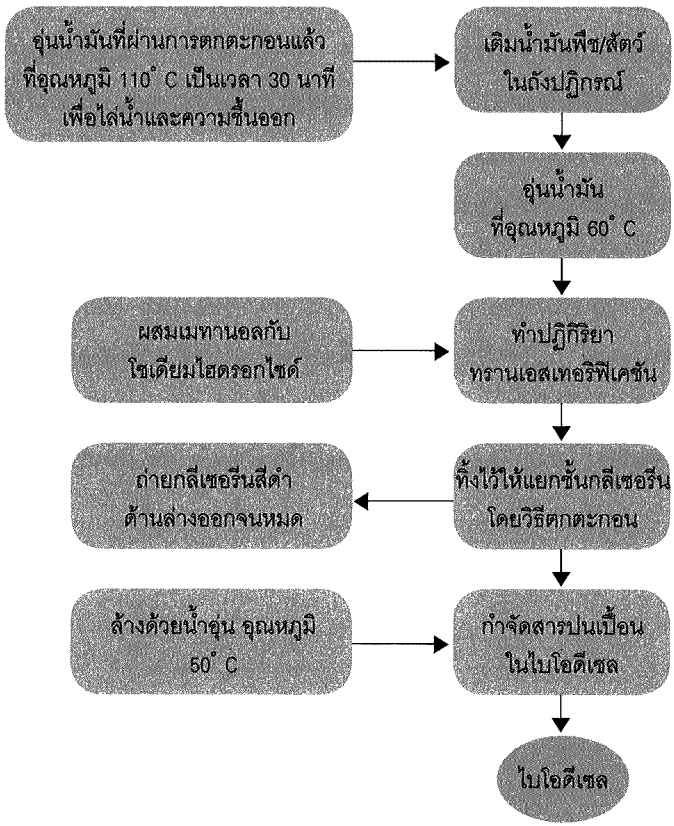
ลำดับที่	รายชื่อ	จังหวัด	กำลังการผลิตสูงสุด (ลิตรต่อวัน)
1	น้ำมันพืชปทุม	ปทุมธานี	300,000
2	กรุงเทพพลังงานทดแทน	ฉะเชิงเทรา	200,000
3	วีระสุวรรณ	สมุทรสาคร	200,000
4	กรีนพาวเวอร์ คอร์ปอเรชั่น	ชุมพร	200,000
5	บางจากปิโตรเลียม	กรุงเทพฯ	50,000
6	ไบโอเอ็นเนอร์ยีพลัส	อยุธยา	100,000
7	เอไอ เอ็นเนอร์จี	สมุทรสาคร	250,000
8	ซันเทคปาล์มออยล์	ปราจีนบุรี	200,000
9	ไทยโอลิโอเคมี (TOL)	ระยอง	685,800
รวม			2,185,800

ที่มา : *http:/www.dede.go.th/dede/fileadmin/usr/bers/biodiesel/Community_Biodiesel_Name.xls/*

ส่วนการผลิตไบโอดีเซลในระดับชุมชน ส่วนใหญ่เป็นกระบวนการผลิตแบบกะและมีกำลังการผลิตไม่มาก โดยใช้น้ำมันพืชใช้แล้วที่หาได้ในชุมชนหรือการรับซื้อในราคาไม่แพงนักเป็นวัตถุดิบหลัก และใช้ปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชันแบบขั้นตอนเดียวในการผลิต โดยมีอุปกรณ์ไม่ซับซ้อนมากนัก ซึ่งบางแห่งก็ได้พัฒนาอุปกรณ์การผลิตขึ้นเอง ทั้งนี้ผู้ผลิตไบโอดีเซลชุมชนส่วนใหญ่จะได้รับการสนับสนุนด้านอุปกรณ์การผลิตจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน ตามโครงการส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซลระดับชุมชน



แสดงอุปกรณ์การผลิตของเครื่องไบโอดีเซลระดับชุมชน

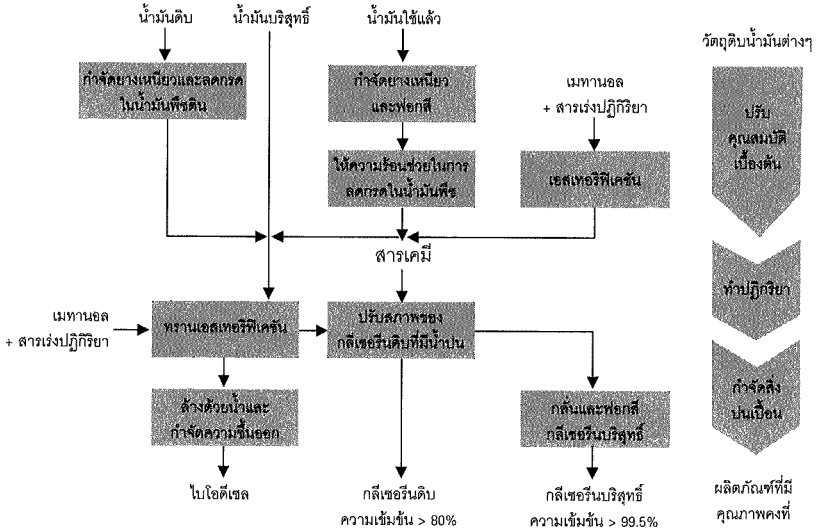


แผนผังกระบวนการผลิตของเครื่องไบโอดีเซลระดับชุมชน

การผลิตไบโอดีเซลในต่างประเทศ

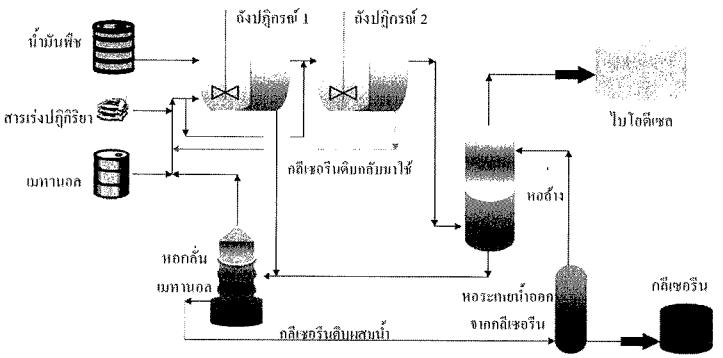
เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลของประเทศต่าง ๆ ในปัจจุบันนั้น ส่วนใหญ่ได้รับการพัฒนาต่อยอดมาจากพื้นฐานของอุตสาหกรรมผลิตน้ำมันสำหรับบริโภคทั้งสิ้น โดยพิจารณาความเหมาะสมด้านวัตถุดิบเป็นสำคัญ ซึ่งยังคงใช้กระบวนการทรานเอสเทอริฟิเคชันในการทำปฏิกิริยาระหว่างน้ำมันพืชและแอลกอฮอล์ ด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาประเภทด่างเช่นเดียวกัน จะแตกต่างกันเฉพาะในรายละเอียดย่อยของเทคโนโลยีของแต่ละแห่งเท่านั้น และโดยมากจะเน้นที่การเตรียมคุณสมบัติของวัตถุดิบให้เหมาะสมคงที่ก่อนเข้ากระบวนการผลิต เพื่อให้การควบคุมสภาวะของขั้นตอนในการผลิตไบโอดีเซลเป็นไปโดยง่ายและมีประสิทธิภาพสูง เช่น กำจัดกรดไขมันอิสระ หรือสารฟอสฟอรัสออกจากน้ำมันพืชก่อน เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาในส่วนของเทคโนโลยีการล้างที่ใช้น้ำในปริมาณน้อยลง หรือการแยกคืนน้ำจากน้ำเสียของระบบผลิตเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ได้ โดยเน้นการพัฒนาให้เป็นกระบวนการผลิตที่ปราศจากของเสีย (Zero Discharge) ตลอดจนการทำกลีเซอรีนบริสุทธิ์ เพื่อเพิ่มมูลค่าของผลพลอยได้ที่เกิดขึ้นด้วย ซึ่งเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่รู้จักและนิยมใช้กัน เช่น เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลของ Lurgi, Desmet Ballestra หรือ Crown Iron Works เป็นต้น

- เทคโนโลยีไบโอดีเซลของ Lurgi



แผนผังเทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลของ Lurgi

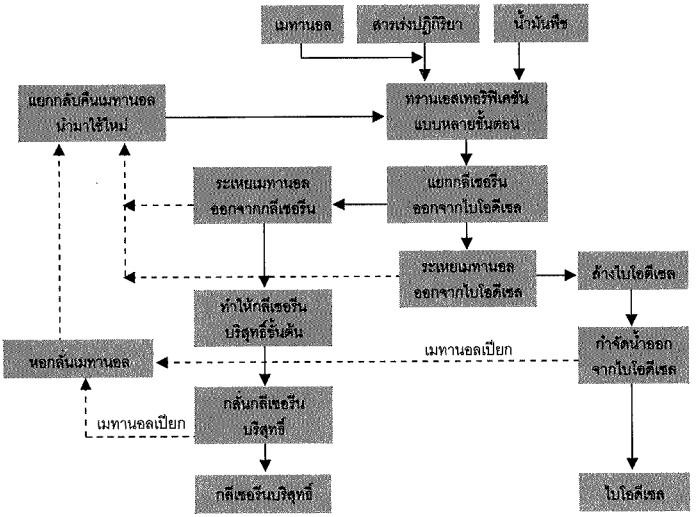
ที่มา : *http:/www.lurgi.com/website/fileadmin/user_upload/pdfs/02_Biodiesel-E.pdf/*



แผนผังการผลิตไบโอดีเซลที่ได้รับการจดสิทธิบัตรของ Lurgi

ที่มา : *http:/www.lurgi.com/website/fileadmin/user_upload/pdfs/02_Biodiesel/E-pdf/*

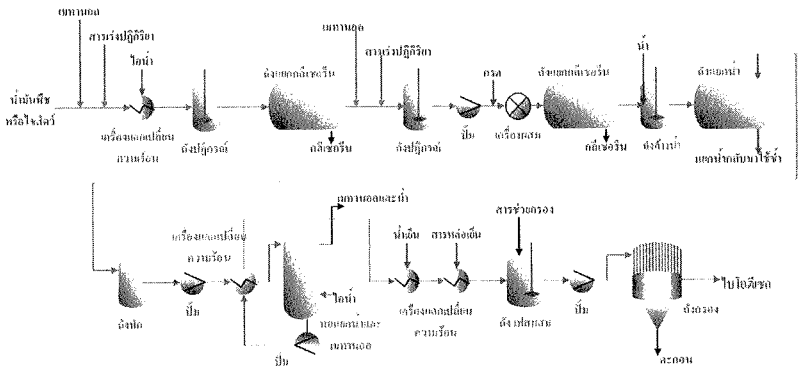
- เทคโนโลยีไบโอดีเซลของ Desmet Ballestra



แผนผังเทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลของ Desmet Ballestra

ที่มา : *http:/www.rosedowns.co.uk/brochures/Desmet%20Ballestra%20%20Biodiesel%20Technolgies.pdf/*

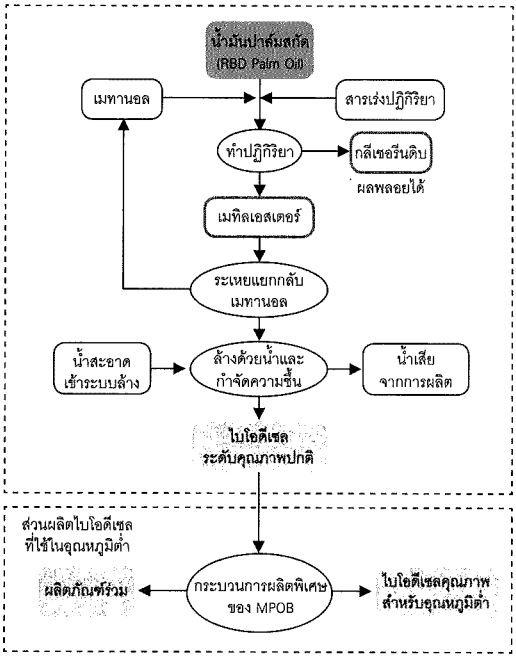
- เทคโนโลยีไบโอดีเซลของ Crown Iron Works



แผนผังเทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลของ Crown Iron Works

ที่มา : *http:/www.crowniron.com/userimages/CrownBioBro2.pdf/*

- เทคโนโลยีไบโอดีเซลของ Malaysian Palm Oil Board (MPOB)



แผนผังเทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลของ Malaysian Palm Oil Board (MPOB)

กระบวนการผลิตไบโอดีเซลในอนาคต

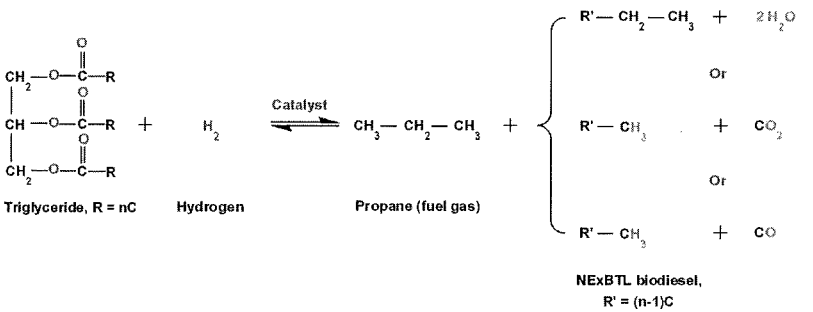
ปัญหาที่สำคัญของการผลิตไบโอดีเซลในปัจจุบันคือ การกำจัดสารเคมีที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา คือ แอลกอฮอล์ สารเร่งปฏิกิริยาด่าง สบู่และกลีเซอรีนที่ยังปนเปื้อนอยู่ในไบโอดีเซล ซึ่งการทำให้บริสุทธิ์โดยผ่านการล้างน้ำ จะทำให้เกิดน้ำทิ้งปริมาณมากและอาจมีตะกอนของน้ำมันตกค้างด้วย นอกจากนี้คุณสมบัติของไบโอดีเซลยังอาจเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพและระยะเวลาในการเก็บรักษาตลอดจนถึงการนำไปใช้งาน ดังนั้นจึงมีความพยายามจากหน่วยงานวิจัยต่าง ๆ ทั้งในภาครัฐและเอกชนที่จะแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยกระบวนการผลิตที่ได้รับการพัฒนาขึ้น เพื่อทำให้ไบโอดีเซลมีคุณภาพสูงขึ้น ซึ่งจะแตกต่างไปจากการผลิตแบบดั้งเดิม เช่น

• **การพัฒนาสารเร่งปฏิกิริยาแบบวิวิธพันธุ์** (Heterogeneous Catalyst) สารเร่งปฏิกิริยาชนิดนี้ ผ่านการสังเคราะห์ขึ้นในงานวิจัยต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะสมสำหรับการผลิตไบโอดีเซลได้ง่าย จะมีลักษณะเป็นของแข็งและไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกันกับวัตถุดิบน้ำมันพืชและแอลกอฮอล์ที่ใช้ในการผลิต ทำให้สามารถกำจัดสารปนเปื้อนในไบโอดีเซลออกได้ง่าย โดยไม่จำเป็นต้องผ่านการล้างด้วยน้ำ เนื่องจากไบโอดีเซลและกลีเซอรีนที่ได้จากการทำปฏิกิริยาจะไม่มีความเป็นกรดหรือด่างเจือปนอยู่ มีเพียงแอลกอฮอล์ส่วนเกินที่หลงเหลืออยู่ ซึ่งสามารถแยกออกได้ด้วยระบบระเหยแบบสุญญากาศ ทั้งนี้ไบโอดีเซลและกลีเซอรีนที่ได้ก็จะมีความบริสุทธิ์สูงด้วยเช่นกัน

• **การพัฒนาคุณภาพของไบโอดีเซลด้วยกระบวนการไฮโดรจีเนชัน** (Hydrogenation Process) ค่าเสถียรภาพต่อการเกิดออกซิเดชันเป็นคุณสมบัติหนึ่งที่ใช้เป็นตัวกำหนดคุณภาพของไบโอดีเซลตามมาตรฐานสากลทั้งในภูมิภาคยุโรปและอเมริกา ซึ่งปัญหาหนึ่งที่เกิดขึ้นจากการผลิตไบโอดีเซลโดยทั่วไป คือ การเปลี่ยนสภาพและคุณสมบัติบางประการของไบโอดีเซล เช่น ความหนืดสูงขึ้น ความเป็นกรดเพิ่มขึ้น หรือมีการตกตะกอนของไบโอดีเซลเกิดขึ้น ภายหลังการผลิตหรือการเก็บเป็นเวลานาน เป็นต้น ทั้งนี้เป็นผลจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันขึ้นกับไบโอดีเซล เมื่ออยู่ในภาวะกระตุ้นที่เหมาะสม เช่น การโดนความร้อนหรือการสัมผัสกับอากาศเป็นเวลานาน หรือวัตถุดิบบางชนิดอาจมีปริมาณกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (Unsaturated Fatty Acid) สูง เป็นต้น ซึ่งส่งผลให้โครงสร้างระดับโมเลกุลของไบโอดีเซลเปลี่ยนแปลงไป เกิดการจับตัวกันเป็นสารพอลิเมอร์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น จนมีตะกอนเกิดขึ้นในไบโอดีเซล ทำให้ไม่เหมาะสมกับการใช้งานกับเครื่องยนต์ ดังนั้นจึงมีการปรับปรุงคุณลักษณะในระดับโมเลกุลของไบโอดีเซลให้ดีขึ้น ด้วยการทำปฏิกิริยากับก๊าซไฮโดรเจน เพื่อทำให้กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวในไบโอดีเซลเปลี่ยนเป็นกรดไขมันอิ่มตัวมากขึ้น ในระดับที่ไม่ส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติการไหลตัวของไบโอดีเซล ซึ่งเป็นการพัฒนาคุณภาพของไบโอดีเซลให้เหมาะสมกับการใช้งานในเครื่องยนต์ได้ดีขึ้น

• **การพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลด้วยไฮโดรเจน** (Hydrodeoxygenation Process) แนวทางการผลิตไบโอดีเซลในอนาคตอย่างหนึ่ง

ซึ่งแตกต่างจากกระบวนการผลิตแบบเดิมที่เป็นการทำปฏิกิริยาระหว่างน้ำมันพืชหรือไขสัตว์กับแอลกอฮอล์ โดยเป็นการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากการทำปฏิกิริยาระหว่างน้ำมันพืชหรือไขสัตว์กับก๊าซไฮโดรเจน อาศัยสารเร่งปฏิกิริยาที่ได้รับการพัฒนาขึ้นโดยเฉพาะ ภายใต้สภาวะที่เหมาะสม ซึ่งจะเปลี่ยนไตรกลีเซอไรด์ในน้ำมันให้เป็นสารไฮโดรคาร์บอนที่มีลักษณะเดียวกับปิโตรเลียม และปราศจากพันธะคู่ในโครงสร้างโมเลกุล สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้โดยไม่มีปัญหาเกี่ยวกับเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในระหว่างการเก็บรักษา นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์ร่วมเกิดขึ้นอีกหลายชนิด เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และน้ำ เป็นต้น ในอัตราส่วนที่ต่างกันไปตามสภาวะของการทำปฏิกิริยา



กระบวนการผลิตไบโอดีเซลด้วยวิธี Hydrodeoxygenation

ที่มา : *http://www.climatechange.ca.gov/events/2006-27+28_symposium/presentations/CalHodge_handout_NESTE_OIL.PDF*

จะเห็นได้ว่ากระบวนการผลิตดังกล่าว มีความแตกต่างจากการผลิตไบโอดีเซลแบบเดิมมาก กล่าวคือ ไม่ต้องใช้แอลกอฮอล์และไม่มีกลีเซอรีนเกิดขึ้นด้วย โดยไบโอดีเซลจากกระบวนการผลิตนี้เรียกว่า Neste's NExBTL (Next Generation Biomass to Liquids) ซึ่งดำเนินการวิจัยและพัฒนาโดยบริษัท Neste Oil Corporation อาจเรียกได้ว่าเป็นเทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลรุ่นที่ 2 หรือเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงสังเคราะห์จากชีวมวลก็ได้

คุณสมบัติของไบโอดีเซลแบบ NExBTL กับเชื้อเพลิงชนิดอื่น

คุณสมบัติ	ไบโอดีเซลจาก NExBTL	น้ำมันเชื้อเพลิงจาก GTL	ไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดเรป	น้ำมันดีเซลกำมะถันต่ำ
ความหนาแน่น ณ อุณหภูมิ 15°C (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)	775 - 785	770 - 785	~ 885	~ 835
ความหนืด ณ อุณหภูมิ 40°C (เซนติสโตกส์)	2.9 - 3.5	3.2 - 4.5	~ 4.5	~ 3.5
จำนวนซีเทน	~ 84 - 99	~ 73 - 81	~ 51	~ 53
จุดขุ่น (°C)	~ -5 ... -30	~ 0... -25	~ -5	~ -5
ค่าความร้อน (เมกกะจูล/กิโลกรัม)	~ 44	~ 43	~ 38	~ 43
ค่าความร้อน (เมกกะจูล/ลิตร)	~ 34	~ 34	~ 34	~ 36
สารอะโรมาติก (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	0	0	0	~ 4
ออกซิเจน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	0	0	~ 11	0
กำมะถัน (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	< 10 (<1)	< 10	< 10	< 10
คาร์บอน/ไฮโดรเจน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	~ 5.6	~ 5.6		~ 6.0

ที่มา : *http://www.Climatechange.ca.gov/evens2006-06-27+28_symposium/presentations/CalHodge_handout_NESTE_OIL.PDF*

- **การพัฒนาวัตถุดิบชนิดใหม่สำหรับการผลิตไบโอดีเซล** ปัญหาด้านวัตถุดิบน้ำมันที่ใช้สำหรับการผลิตไบโอดีเซลในปัจจุบันมีความสำคัญ

เป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากวัตถุดิบเกือบทั้งหมดมาจากพืชน้ำมันที่ใช้สำหรับบริโภค เช่น น้ำมันปาล์ม น้ำมันถั่วเหลือง เป็นต้น ทำให้ราคาของตลาดน้ำมันบริโภคถีบตัวสูงขึ้นทั่วโลก และส่งผลกระทบต่อค่าครองชีพของผู้บริโภค จากการแย่งวัตถุดิบกันระหว่างอุตสาหกรรมอาหารและอุตสาหกรรมด้านพลังงานทดแทน จึงมีความพยายามในการศึกษาเพื่อหาแหล่งวัตถุดิบชนิดอื่นที่ต่างไปจากเดิม คือ การผลิตไบโอดีเซลจากสาหร่ายที่มีความสามารถในการผลิตสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่นำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงทดแทนได้ ทั้งนี้สาหร่ายบางชนิดยังให้ผลผลิตสูงโดยใช้พื้นที่ต่ำกว่าการผลิตพืชน้ำมันชนิดอื่น ๆ ด้วย

ผลกระทบที่อาจมีต่อเครื่องยนต์

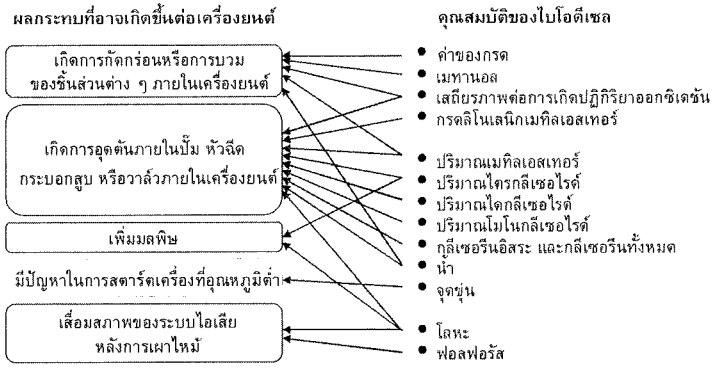
การผลิตไบโอดีเซลให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนดนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญหลายอย่างด้วยกัน ปัจจัยแรกคือ **การเลือกใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพ** หรืออาจมีการเตรียมวัตถุดิบก่อนทำปฏิกิริยา ปัจจัยต่อมาคือความ**สมบูรณ์ของปฏิกิริยา** และปัจจัยสุดท้ายคือการกำจัดสารปนเปื้อนต่าง ๆ ออกจากไบโอดีเซล ซึ่งจะทำให้ได้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ตามต้องการ

การควบคุมไบโอดีเซลให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กรมธุรกิจพลังงานกำหนดไว้นั้น เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดผลกระทบหรือก่อให้เกิดความเสียหายต่อเครื่องยนต์เมื่อนำไบโอดีเซลไปใช้งาน เพราะฉะนั้นจึงควรให้ความสำคัญกับปัจจัยต่าง ๆ ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตไบโอดีเซล ดังที่กล่าวมาแล้ว รูปในหน้าถัดไปแสดงถึงคุณสมบัติบางประการของไบโอดีเซลที่เป็นไปตามมาตรฐานกำหนด ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อเครื่องยนต์ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น

- **ค่าของกรด** แสดงถึงการเสื่อมสภาพของไบโอดีเซล ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการกัดกร่อนของชิ้นส่วนภายในเครื่องยนต์
- **ปริมาณเมทานอล** มีผลต่อความปลอดภัยในด้านการเก็บรักษาและการขนส่ง นอกจากนั้นยังส่งผลทำให้เกิดการกัดกร่อน หรือการบวมของชิ้นส่วนต่าง ๆ ภายในเครื่องยนต์

- **เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน** ทำให้เกิดสารพอลิเมอร์และของแข็งที่ไม่ละลายในไบโอดีเซล ส่งผลให้เกิดการอุดตันบริเวณหัวฉีด กระบอกสูบ หรือวาล์วภายในเครื่องยนต์
- **ปริมาณกลีเซอไรด์** ซึ่งประกอบด้วยโมโนกลีเซอไรด์ ไดกลีเซอไรด์ และไตรกลีเซอไรด์ จะทำให้เกิดการอุดตันบริเวณหัวฉีด กระบอกสูบ หรือวาล์วภายในเครื่องยนต์ และทำให้เกิดไอเสียที่มีมลพิษมากกว่าเดิม
- **ปริมาณน้ำ** เป็นสาเหตุทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลติกกับไบโอดีเซล เกิดเป็นกรดไขมันอิสระส่งผลให้ความเป็นกรดสูงขึ้น จนเกิดการกัดกร่อนของชิ้นส่วนภายในเครื่องยนต์ และทำให้การเผาไหม้ไม่ดี
- **ปริมาณโลหะและปริมาณฟอสฟอรัส** ทำให้ระบบควบคุมไอเสียหลังการเผาไหม้เสื่อมสภาพลง
- **ค่าจุดขุ่น** ส่งผลให้เกิดปัญหาในการสตาร์ตเครื่องยนต์ที่อุณหภูมิต่ำ

คุณสมบัติดังกล่าวนี้ เป็นเพียงบางส่วนซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อเครื่องยนต์ได้ เมื่อนำไปใช้ในระยะยาว ดังนั้นจึงควรคำนึงถึงคุณภาพของไบโอดีเซล และต้องมีการตรวจสอบหรือวิเคราะห์คุณภาพให้เป็นไปตามมาตรฐานก่อนนำไปใช้งาน เพื่อให้การใช้งานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ



คุณสมบัติของไบโอดีเซลที่อาจส่งผลกระทบต่อเครื่องยนต์

การนำไบโอดีเซลไปใช้งาน

กระทรวงพลังงานดำเนินการพัฒนาและส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซล โดยแบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ ไบโอดีเซลระดับชุมชน และไบโอดีเซลเชิงพาณิชย์ เพื่อเป็นทางเลือกให้แก่ประชาชนตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียง และการพัฒนาที่ยั่งยืน พร้อมทั้งมีการกำหนดมาตรฐานคุณภาพของไบโอดีเซลขึ้น ซึ่งถือเป็นปัจจัยที่สำคัญสำหรับการนำไบโอดีเซลไปใช้งาน เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบและเกิดความเสียหายแก่เครื่องยนต์ กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน ออกประกาศกำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลไว้ 2 ประเภท ตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน ดังนี้

- **ไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน** กรมธุรกิจพลังงานได้ออกประกาศมาตรฐานของไบโอดีเซลประเภทนี้ เข้มงวดครอบคลุมข้อกำหนดทั้งสิ้น 24 รายการ โดยอ้างอิงจากมาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา ASTM D6751 และมาตรฐานของประเทศสหภาพยุโรป EN 14214 เพื่อสามารถนำไปผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนตามแผนยุทธศาสตร์ที่กำหนด และป้องกันการเกิดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับรถยนต์

มาตรฐานของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน พ.ศ. 2550

รายการ	ข้อกำหนด		อัตราสูง-ต่ำ	วิธีทดสอบ[1]
1	เมทิลเอสเตอร์	ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่ต่ำกว่า 96.5	EN 14103
2	ความหนาแน่น ณ อุณหภูมิ 15°C	กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร	ไม่ต่ำกว่า 860	ASTM D 1298
			ไม่สูงกว่า 900	
3	ความหนืด ณ อุณหภูมิ 40°C	เซนติสโตกส์	ไม่ต่ำกว่า 3.5	ASTM D 445
			ไม่สูงกว่า 5.0	
4	จุดวาบไฟ	องศาเซลเซียส	ไม่ต่ำกว่า 120	ASTM D 93
5	กำมะถัน	ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่สูงกว่า 0.0010	ASTM D 2622

รายการ	ข้อกำหนด		อัตราสูง-ต่ำ	วิธีทดสอบ[1]
6	กากถ่าน	ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่สูงกว่า 0.30	ASTM D 4530
7	จำนวนซีเทน		ไม่ต่ำกว่า 51	ASTM D 613
8	เถ้าซัลเฟต	ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่สูงกว่า 0.02	ASTM D 874
9	น้ำ	ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่สูงกว่า 0.050	EN ISO 12937
10	สิ่งปนเปื้อนทั้งหมด	ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่สูงกว่า 0.0024	EN 12662
11	การกัดกร่อนแผ่นทองแดง		หมายเลข 1	ASTM D 130
12	เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน	ชั่วโมง ณ อุณหภูมิ 110°C	ไม่ต่ำกว่า 6	EN 14112
13	ค่าความเป็นกรด	มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์/กรัม	ไม่สูงกว่า 0.50	ASTM D 664
14	ค่าไอโอดีน	กรัมไอโอดีน/100กรัม	ไม่สูงกว่า 120	EN 14111
15	กรดลิโนเลนิกเมทิลเอสเตอร์	ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่สูงกว่า 12.0	EN 14103
16	เมทานอล	ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่สูงกว่า 0.20	EN 14110
17	โมโนกลีเซอไรด์	ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่สูงกว่า 0.80	EN 14105
18	ไดกลีเซอไรด์	ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่สูงกว่า 0.20	EN 14105
19	ไตรกลีเซอไรด์	ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่สูงกว่า 0.20	EN 14105
20	กลีเซอรีนอิสระ	ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่สูงกว่า 0.02	EN 14105
21	กลีเซอรีนทั้งหมด	ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่สูงกว่า 0.25	EN 14105
22	โลหะกลุ่ม 1 (โซเดียมและโพแทสเซียม)	มิลลิกรัม/กิโลกรัม	ไม่สูงกว่า 5.0	EN 14108 และ EN 14109
	โลหะกลุ่ม 2 (แคลเซียมและแมกนีเซียม)	มิลลิกรัม/กิโลกรัม	ไม่สูงกว่า 5.0	

รายการ	ข้อกำหนด		อัตราสูง-ต่ำ	วิธีทดสอบ[1]
23	ฟอสฟอรัส	ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่สูงกว่า 0.0010	ASTM D 4951
24	สารเติมแต่ง		ให้เป็นไปตามที่ได้รับเห็นชอบจากอธิบดีกรมธุรกิจพลังงาน	

หมายเหตุ 1. วิธีทดสอบอาจใช้วิธีอื่นที่เทียบเท่าก็ได้ แต่ในกรณีที่มีข้อโต้แย้งให้ใช้วิธีที่กำหนดในรายละเอียดแนบท้ายนี้

ที่มา : *http://www.doeb.go.th*

- **ไบโอดีเซลประเภทเครื่องยนต์การเกษตร** กรมธุรกิจพลังงานได้ออกข้อกำหนดของไบโอดีเซลประเภทนี้ เพื่อต้องการส่งเสริมและสนับสนุนให้ชุมชนสามารถผลิตไบโอดีเซลไว้ใช้กับเครื่องจักรกลทางการเกษตรได้เอง ดังนั้นข้อกำหนดต่าง ๆ จึงมีความเข้มงวดน้อยกว่าไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน เนื่องจากนำไปใช้กับเครื่องยนต์ที่มีกลไกการทำงานไม่ซับซ้อนมากนัก

มาตรฐานของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ. 2549

รายการ	ข้อกำหนด		อัตราสูง-ต่ำ	วิธีทดสอบ[1]
1	ความหนาแน่น ณ อุณหภูมิ 15°C	กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร	ไม่ต่ำกว่า 860 ไม่สูงกว่า 900	ASTM D 1298
2	ความหนืด ณ อุณหภูมิ 40°C	เซนติสโตกส์	ไม่ต่ำกว่า 1.9 ไม่สูงกว่า 8.0	ASTM D 445
3	จุดวาบไฟ	องศาเซลเซียส	ไม่ต่ำกว่า 120	ASTM D 93
4	กำมะถัน	ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่สูงกว่า 0.0015	ASTM D 2622
5	จำนวนซีเทน		ไม่ต่ำกว่า 47	ASTM D 613
6	เถ้าซัลเฟต	ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่สูงกว่า 0.02	ASTM D 874
7	น้ำและตะกอน	ร้อยละโดยปริมาตร	ไม่สูงกว่า 0.2	ASTM D 2709
8	การกัดกร่อนแผ่นทองแดง		หมายเลข 3	ASTM D 130

รายการ	ข้อกำหนด		อัตราสูง-ต่ำ	วิธีทดสอบ[1]
9	ค่าความเป็นกรด	มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์/กรัม	ไม่สูงกว่า 0.80	ASTM D 664
10	กลีเซอรีนอิสระ	ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่สูงกว่า 0.02	ASTM D 6584
11	กลีเซอรีนทั้งหมด	ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่สูงกว่า 1.5	ASTM D 6584
12	สี		ม่วง[2]	ตรวจพินิจด้วยสายตา
13	สารเติมแต่ง		ให้เป็นไปตามที่ได้รับเห็นชอบจากอธิบดีกรมธุรกิจพลังงาน	

หมายเหตุ 1. วิธีทดสอบอาจใช้วิธีอื่นที่เทียบเท่าก็ได้ แต่ในกรณีที่มีข้อโต้แย้งให้ใช้วิธีที่กำหนดในรายละเอียดแนบท้ายนี้

2. ใช้สารประกอบประเภท 1,4-Dialkylamino Anthraquinone และ Alkyl Derivatives of Azobenzene-4-Azo-2-Napthol

ที่มา : *http://www.doeb.go.th*

นอกจากนี้ เพื่อเป็นการส่งเสริมให้มีการใช้ไบโอดีเซลในระดับเชิงพาณิชย์เร็วยิ่งขึ้น ทางกรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน จึงได้มีการกำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่ น้ำมันดีเซลหมุนเร็วธรรมดา และน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว บี5 โดยประกาศนี้บังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 เป็นต้นไป

ลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว พ.ศ. 2550

รายการ	ข้อกำหนด		อัตราสูง-ต่ำของน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว		วิธีทดสอบ[1]
			ธรรมดา	บี5	
1	ความถ่วงจำเพาะ ณ อุณหภูมิ 15.6/15.6 องศาเซลเซียส		ไม่ต่ำกว่า 0.81	ไม่ต่ำกว่า 0.81	ASTM D 1298
			ไม่สูงกว่า 0.87	ไม่สูงกว่า 0.87	
2	จำนวนซีเทนหรือดัชนีซีเทน ก่อนวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2555 ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2555 เป็นต้นไป		ไม่ต่ำกว่า 47 ไม่ต่ำกว่า 50	ไม่ต่ำกว่า 47 ไม่ต่ำกว่า 50	ASTM D 613 ASTM D 976
3	ความหนืด ณ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส	เซนติสโตกส์	ไม่ต่ำกว่า 1.8	ไม่ต่ำกว่า 1.8	ASTM D 445
			ไม่สูงกว่า 4.1	ไม่สูงกว่า 4.1	
4	จุดไหลเท	องศาเซลเซียส	ไม่สูงกว่า 10	ไม่สูงกว่า 10	ASTM D 97
5	กำมะถัน ก่อนวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2555 ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2555 เป็นต้นไป	ร้อยละโดยน้ำหนัก	 ไม่สูงกว่า 0.035 ไม่สูงกว่า 0.005	 ไม่สูงกว่า 0.035 ไม่สูงกว่า 0.005	ASTM D 4294
6	การกัดกร่อนแผ่นทองแดง		หมายเลข 1	หมายเลข 1	ASTM D 130
7	เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน	กรัม/ลูกบาศก์เมตร	-	ไม่สูงกว่า 25	ASTM D 2274
8	กากถ่าน	ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่สูงกว่า 0.05	ไม่สูงกว่า 0.05	ASTM D 189
9	น้ำและตะกอน	ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่สูงกว่า 0.05	ไม่สูงกว่า 0.05	ASTM D 2709
10	เถ้า	ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่สูงกว่า 0.01	ไม่สูงกว่า 0.01	ASTM D 482
11	จุดวาบไฟ	องศาเซลเซียส	ไม่ต่ำกว่า 52	ไม่ต่ำกว่า 52	ASTM D 93
12	การกลั่นอุณหภูมิของส่วนที่กลั่นได้ โดยปริมาตรในอัตราร้อยละ 90	องศาเซลเซียส	ไม่สูงกว่า 357	ไม่สูงกว่า 357	ASTM D 86
13	โพลีไซคลิกอะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน ก่อนวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2555 ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2555 เป็นต้นไป	ร้อยละโดยน้ำหนัก	 - ไม่สูงกว่า 11	 - ไม่สูงกว่า 11	ASTM D 2425

รายการ	ข้อกำหนด		อัตราสูง-ต่ำของน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว		วิธีทดสอบ[1]
			ธรรมดา	บี5	
14	สี - ชนิดของสี - เนื้อสี - ความเข้มของสี	มิลลิกรัม/ลิตร	 - - ไม่สูงกว่า 4.0	 น้ำเงิน[2] 7.0 -	(1) เปรียบเทียบสีและปริมาณเนื้อสีกับน้ำมันมาตรฐานที่เตรียมขึ้นใหม่โดยใช้สีละลายในน้ำมันก่อนการย้อมสีให้มีปริมาณเท่ากับที่กำหนดแล้วนำมาบรรจุแยกกันในภาชนะที่ใช้ในการวัดสีตามวิธีทดสอบ ASTM D 1500 แล้วตรวจพินิจด้วยสายตา หรือ (2) ASTM D2392 ASTM D1500
15	ไบโอดีเซลประเภทเมทิล-เอสเตอร์ของกรดไขมัน	ร้อยละโดยปริมาตร	ไม่ต่ำกว่า 1.5	ไม่ต่ำกว่า 4	EN 14078
			ไม่สูงกว่า 2	ไม่สูงกว่า 5	
16	คุณสมบัติการหล่อลื่น	ไมโครเมตร	ไม่สูงกว่า 460	ไม่สูงกว่า 460	CEC F-06-A-96
17	สารเติมแต่ง (ถ้ามี)		ให้เป็นไปตามที่ได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีกรมธุรกิจพลังงาน		

หมายเหตุ 1. วิธีทดสอบอาจใช้วิธีอื่นที่เทียบเท่าก็ได้ แต่ในกรณีที่มีข้อโต้แย้งให้ใช้วิธีที่กำหนดในรายละเอียดแนบท้ายนี้

2. ใช้สารประเภท 1,4-Dialkylamino Anthraquinone และใช้วิธีทดสอบตาม (1) และ (2)

ที่มา : *http://www.doeb.go.th*

ปัจจุบันมีผู้ค้าน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว บี5 จำนวน 9 ราย ได้แก่ ปตท. บางจาก เชลล์ ปตท.รีเทล (คอนอลโค) ทรานเทคเอ็น เอสโซ่ เชฟรอน ระยองเพียว และยูนิคแก๊ส โดยบริษัทปตท. บางจาก ปตท.รีเทล ระยองเพียว และทรานเทคเอ็น จำหน่ายผ่านสถานีบริการน้ำมัน ส่วนบริษัท เชลล์ เอสโซ่ เชฟรอน และยูนิคแก๊ส จำหน่ายให้กับภาคอุตสาหกรรม โดยสถานีบริการน้ำมันดีเซลหมุนเร็วชนิด บี5 มีทั้งสิ้น 1,484 แห่ง ณ เดือนเมษายน พ.ศ. 2551 และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี

บรรณานุกรม

ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดคุณลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน พ.ศ. 2550, 2551. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. [online]. Available at : htttp://www.dede.go.th/dede/fileadmin/usr/bers/biodiesel/biodiesel_2007.pdf/ [Accessed 3 เมษายน 2551].

ประกาศกรมธุรกิจพลังงานเรื่อง กำหนดคุณลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ.2549, 2551. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. [online]. Available at : htttp://www.dede.go.th/dede/fileadmin/usr/bers/biodiesel/biodiesel_2007.pdf [Accessed 3 เมษายน 2551].

ประกาศกรมธุรกิจพลังงานเรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว, กรมธุรกิจพลังงาน. [online]. Available at : http://www.doeb.go.th [Accessed 3 เมษายน 2551].

แผนปฏิบัติการพัฒนาและส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซล, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. [online]. Available at : htttp://www.dede.go.th/dede/fileadmin/usr/bers/biodiesel_picture/510219_Biodiesel_Action_Plan.jpg [Accessed 31 มีนาคม 2551].

พุทธชาด เมฆทอง และคณะ. **รายงานการวิจัยเรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำน้ำมันใช้แล้วจากอุตสาหกรรมอาหารมาใช้ประโยชน์ด้านพลังงาน**, 2546.

รายชื่อผู้ผลิตไบโอดีเซลที่ขึ้นทะเบียนกับกรมธุรกิจพลังงาน 2551. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. [online]. Available at : http://www.dede.go.th/dede/fileadmin/usr/bers/biodiesel/B100_producer.xls. [Accessed 10 เมษายน 2551].

สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2549, สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. [online]. Available at : htttp://www.oae.go.th/statisic/yearbook49/ [Accessed 31 มีนาคม 2551].

สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2549, สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. [online]. Available at : http://oae.go.th/statistic/yearbook49 [Accessed 31 มีนาคม 2551].

เอกสารประกอบการสัมมนาแถลงผลการดำเนินงาน โครงการสำรวจน้ำมันพืชใช้แล้วเพื่อนำมาผลิตเป็นไบโอดีเซล. สถานจัดการและอนุรักษ์พลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2548.

Benemann, J.R. 2007. **A Brief History of Microalgae Biofuels.** Presentation to Alagae Summit 2007. San Francisco, California. 15 November 2007.

Cloud, B. 2007. **Large-Scale Bioreactor Systems.** Presentation to Alagae Summit 2007. San Francisco, California. 15 November 2007.

Daggett, D. 2007. **Alternate fuels for Commercial Aviation.** Presentation to Alagae Summit 2007. San Francisco, California. 16 November 2007.

Generating clean & sustainable energy. [online]. Available at : http://www.rosedowns.co.uk/brochures/Desmet%20Ballestra%20-%20/Tech-nologies.pdf. [Accessed April 10th, 2008].

Hu, Q., Zhang, C. and Sommerfeld M. 2007. **Strain Selection and Improvement : A Key to Successful Algal Feedstock Production for Biofuels.** Presentation to Alagae Summit 2007. San Francisco, California. 15-16 November 2007.

Pienkos, P.T. 2007. **The Potential for Biofuels from Algae.** Presentation to Alagae Summit 2007. San Francisco, California. 15 November 2007.

http://www.crowniron.com/userimages/CrownBioBro2.pdf. [Accessed April 10th, 2008].

http://www.climatechange.ca.gov/events/2006-06-27+28_symposium/presentations/CalHodge_handout_NESTE_OIL.PDF. [Accessed April 22nd, 2008].

http://www.lurgi.com/website/fileadmin/user_upload/pdfs/02_Biodiesel-E.pdf. [Accessed April 10th, 2008].

คำศัพท์ทางวิชาการ

คำศัพท์ทางวิชาการ	ความหมาย
บี100	เป็นเชื้อเพลิงที่ใช้ในเครื่องยนต์ดีเซลที่เป็นไบโอดีเซลล้วน 100% โดยไม่ทำการผสมกับน้ำมันใด ๆ
บี20	เป็นเชื้อเพลิงที่ใช้ในเครื่องยนต์ดีเซล ที่ใช้ส่วนผสมน้ำมันไบโอดีเซล 20% กับน้ำมันดีเซล 80% โดยปริมาตร
บี5	เป็นเชื้อเพลิงที่ใช้ในเครื่องยนต์ดีเซล ที่ใช้ส่วนผสมน้ำมันไบโอดีเซล 5% กับน้ำมันดีเซล 95% โดยปริมาตร
กรด	สารละลายที่มีปริมาณไฮโดรเจนไอออน (H^+) จำนวนมาก ในสารละลายนั้น และมีค่า pH ต่ำกว่า 7
กลีเซอรอล (Glycerol)	เป็นแอลกอฮอล์ชนิดหนึ่ง มีสูตรทางเคมีว่า $C_3H_5(OH)_3$ เป็นผลพลอยได้จากการผลิตไบโอดีเซลและสบู่ เป็นสารที่ละลายได้ในน้ำและในแอลกอฮอล์
กลีเซอรีน (Glycerine)	เป็นชื่อทางการค้า บางครั้งเขียนว่า Glycerin ประกอบด้วย กลีเซอรอลและน้ำ
ค่าของกรด (Acid Value)	ค่าของกรดของน้ำมัน คือ จำนวนมิลลิกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาเป็นกลางกับกรดไขมันอิสระที่มีอยู่ในน้ำมัน 1 กรัม ซึ่งค่าของกรดเป็นค่าที่ชี้บอกถึงความเป็นกรดของน้ำมัน หากน้ำมันพืชหรือสัตว์นั้นมีคุณภาพดี กรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบอยู่ไม่หลุดออกเป็นกรดไขมันอิสระ น้ำมันนั้น ๆ จะมีค่าของกรดต่ำ แต่หากน้ำมันถูกทำลายด้วยปฏิกิริยาไฮโดไลซ์ น้ำมันนั้น ๆ จะมีกรดไขมันอิสระสูงขึ้น และมีค่าของกรดสูงขึ้นด้วย
ค่าความร้อน (Heating Value)	เป็นปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นต่อน้ำหนักเชื้อเพลิง เมื่อเชื้อเพลิงนั้น ๆ ถูกเผาไหม้ โดยทั่วไปค่าความร้อนมี 2 ประเภท คือ ค่าความร้อนสูง (High Heating Value) และค่าความร้อนต่ำ (Low Heating Value) ซึ่งค่าความร้อนสูงเป็นค่าที่วัดได้โดยรวมความร้อนที่เกิดขึ้นจากการกลั่นตัวของไอน้ำเข้าด้วย เมื่อพูดถึงค่าความร้อนของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้ในเครื่องยนต์ จะนำค่าความร้อนต่ำมาใช้ เนื่องจากไม่มีการกลั่นตัวของไอน้ำในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์

คำศัพท์ทางวิชาการ	ความหมาย
ค่าซีเทน (Cetane Number)	เป็นการวัดคุณสมบัติการจุดไฟติดของน้ำมันดีเซล น้ำมันดีเซลที่มีค่าซีเทนสูง เมื่อถูกฉีดเข้าในเครื่องยนต์จะติดได้ง่าย ทำให้เกิดไอเสียน้อย
ค่าไอโอดีน (Iodine Value)	คือปริมาณไอโอดีนเป็นกรัม ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับน้ำมัน 100 กรัม โดยทั่วไปแล้ว ค่าไอโอดีนของน้ำมันพืชหรือสัตว์ เป็นดัชนีชี้บอกถึงปริมาณกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวในน้ำมันนั้น ๆ น้ำมันที่มีองค์ประกอบกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวสูงจะมีค่าไอโอดีนสูง ซึ่งทำให้เกิดการรวมตัวที่เป็นปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรซ์ได้มากกว่าน้ำมันที่มีค่าไอโอดีนต่ำกว่า
จุดวาบไฟ (Flash Point)	อุณหภูมิที่น้ำมันดีเซลระเหยเป็นไอจนมีปริมาณมากพอและลุกติดไฟได้เมื่อมีเปลวไฟเข้ามาใกล้
ชีวมวล (Biomass)	คำเรียกสำหรับมวลสารที่ได้จากสิ่งที่มีชีวิตทั้งพืชและสัตว์
ด่าง	สารละลายที่มีปริมาณไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) จำนวนมากในสารละลายนั้น และมีค่า pH สูงกว่า 7
ดัชนีซีเทน (Cetane Index)	เป็นค่าที่ได้จากการคำนวณจากความหนาแน่นและการระเหยของน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดนั้น ๆ ซึ่งให้ค่าที่ค่อนข้างใกล้เคียงกับค่าซีเทน
ไดกลีเซอไรด์ (Diglyceride)	คือสารที่มีโครงสร้างประกอบด้วยกรดไขมัน 2 โมเลกุล และมีไฮดรอกซิล 1 โมเลกุล โดยทั่วไปแล้ว ไดกลีเซอไรด์จะไม่มีในธรรมชาติเช่นกัน แต่จะเกิดจากการที่น้ำมันถูกทำลายและปล่อยกรดไขมันอิสระออกมาจนมีค่าของกรดสูง ในขณะที่ถูกทำลายกรดไขมันอิสระจะหลุดออกจากโครงสร้างน้ำมันที่เป็นไตรกลีเซอไรด์ หากปล่อยออก 1 โมเลกุล ทำให้เหลือกรดไขมันในโครงสร้าง 2 โมเลกุล จะเรียกว่า ไดกลีเซอไรด์
ไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride)	คือสารที่มีโครงสร้างประกอบด้วยกรดไขมัน 3 โมเลกุล เกาะติดอยู่บนกลีเซอรอล 1 โมเลกุล ไตรกลีเซอไรด์เป็นองค์ประกอบหลักของน้ำมันพืชและไขมันสัตว์ทุกชนิด
ทรานเอสเทอริฟิเคชัน (Transesterification)	เป็นกระบวนการทางเคมีที่เกิดจากการแลกกลุ่ม Alkoxy ที่อยู่ในองค์ประกอบของสารเอสเทอร์กับแอลกอฮอล์ ได้สารเอสเทอร์และแอลกอฮอล์อีกตัวหนึ่งที่แตกต่างจากสารตั้งต้น
ไบโอดีเซล (Biodiesel)	เป็นเชื้อเพลิงที่ได้จากน้ำมันพืชและสัตว์ที่ผ่านกระบวนการทางเคมี เกิดเป็นสารที่เรียกว่า เมทิลเอสเทอร์ หรือเอทิลเอสเทอร์ มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลที่กลั่นจากน้ำมันปิโตรเลียม

คำศัพท์ทางวิชาการ	ความหมาย
	สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลได้ดี โดยไม่ต้องทำการดัดแปลงเครื่องยนต์
เมทานอล (Methanol)	เป็นสารแอลกอฮอล์ชนิดหนึ่งที่ผลิตได้จากก๊าซธรรมชาติ บางครั้งเรียกว่า เมทิลแอลกอฮอล์ ซึ่งเป็นแอลกอฮอล์ชนิดที่มีคุณสมบัติกัดกร่อนและมีความเป็นพิษ เมทานอลใช้เป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์ไบโอดีเซล และสารเคมีต่าง ๆ และใช้เป็นตัวทำละลายในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมสี เป็นต้น
โมโนกลีเซอไรด์ (Monoglyceride)	คือสารที่มีโครงสร้างประกอบด้วยกรดไขมัน 1 โมเลกุล และมีไฮดรอกซิล 2 โมเลกุล โดยทั่วไปแล้ว โมโนกลีเซอไรด์จะไม่มีในธรรมชาติ แต่จะเกิดจากการที่น้ำมันถูกทำลาย และปล่อยกรดไขมันอิสระออกมา จนมีค่าของกรดสูง ในขณะที่ถูกทำลาย กรดไขมันอิสระจะหลุดออกจากโครงสร้างน้ำมันที่เป็นไตรกลีเซอไรด์หากปล่อยออก 2 โมเลกุล ทำให้เหลือกรดไขมันในโครงสร้างเพียง 1 โมเลกุล จะเรียกว่า โมโนกลีเซอไรด์
สารเร่งปฏิกิริยา (Catalyst)	สารที่ช่วยเร่งให้เกิดปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น เป็นสารที่ไม่ได้เป็นวัตถุดิบ และไม่ถูกใช้ไปในปฏิกิริยา
เอทานอล (Ethanol)	เป็นสารแอลกอฮอล์ชนิดหนึ่งที่ได้จากการนำพืชผลทางการเกษตรจำพวกแป้งและน้ำตาล เช่น มันสำปะหลัง ข้าว ข้าวฟ่างหวาน อ้อย กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบ และผ่านกระบวนการย่อยสลายและหมัก เปลี่ยนจากแป้งและน้ำตาลไปเป็นแอลกอฮอล์ แอลกอฮอล์ดังกล่าวนี้ เรียกว่า เอทานอล บางครั้งเรียกว่า เอทิลแอลกอฮอล์ ซึ่งเป็นแอลกอฮอล์ชนิดที่ดื่มได้ และเมื่อผ่านกระบวนการกลั่นให้แอลกอฮอล์มีความบริสุทธิ์สูงถึง 99.5% สามารถใช้เป็นสารเพิ่มค่าออกเทนในน้ำมันเบนซิน หรือใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรงในเครื่องยนต์เบนซิน
เอสเตอร์ (Ester)	เป็นชื่อเรียกสำหรับสารประกอบที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาระหว่างกรดและแอลกอฮอล์
เอสเทอริฟิเคชัน (Esterification)	เป็นชื่อเรียกทั่วไปของปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างกรดกับแอลกอฮอล์ และได้สารเอสเทอร์เป็นผลผลิต
แอลกอฮอล์ (Alcohol)	เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีคาร์บอนเชื่อมต่อกับอนุมูลไฮดรอกซิล เช่น เมทิลแอลกอฮอล์ CH_3OH เอทิลแอลกอฮอล์ C_2H_5OH เป็นต้น
ไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon)	สารประกอบอินทรีย์ที่ประกอบด้วยไฮโดรเจนและคาร์บอนเท่านั้น จะเกิดขึ้นในไอเสียของรถยนต์ที่เชื้อเพลิงมีการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ หรือจากไอระเหยของน้ำมันเบนซิน

เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวมวล

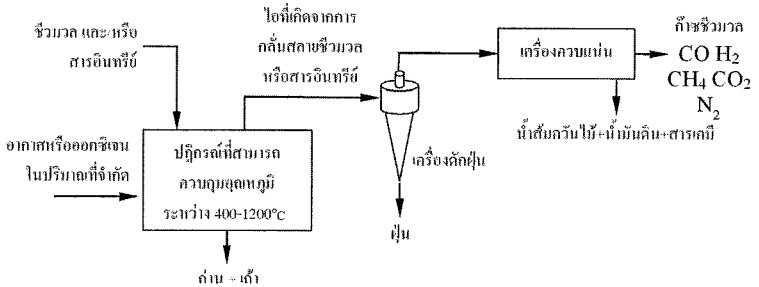
ประวัติความเป็นมา

เมอร์ดอค วิศวกรชาวสกอต เป็นผู้ทดลองผลิตก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ (Synthetic Gas หรือ Syngas) จากถ่านหินป่น (Pulverized Coal) ตั้งแต่ พ.ศ. 2335 หลังจากนั้นก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์จึงเริ่มเป็นที่รู้จักและแพร่หลายในประเทศอังกฤษ จนได้รับความนิยมมากถึงขนาดจัดตั้งเป็นบริษัทผลิตและจำหน่ายก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์สำหรับให้แสงสว่างและทำความร้อนตามสถานที่สำคัญ ๆ และบ้านพักอาศัยในเชิงพาณิชย์จนได้รับความนิยมทั่วโลก และได้มีการนำไปประยุกต์ใช้เป็นแหล่งพลังงานในภาคอุตสาหกรรม

ในระหว่างสงครามโลกครั้งที่สอง มีการสร้างปฏิกรณ์แก๊สซิฟิเคชันสำหรับผลิตก๊าซชีวมวล (จากไม้ฟืน) หรือก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ (จากถ่านหิน) เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับบ้านเรือน ยานพาหนะ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามากว่า 1 ล้านแห่งทั่วโลก ต่อมาภายหลังสงครามโลกครั้งที่สอง เมื่อมีการค้นพบก๊าซธรรมชาติซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่มีจำนวนมากและราคาถูกกว่า จึงทำให้ความนิยมในก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ลดน้อยลง แต่อย่างไรก็ตาม ภายหลังเกิดวิกฤติการณ์พลังงานในช่วง พ.ศ. 2510 ก็ได้มีการนำเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชันและเทคโนโลยีด้านพลังงานทดแทนอื่น ๆ กลับมาพัฒนาเป็นแหล่งพลังงานทางเลือกจนถึงปัจจุบัน

หลักการทั่วไปของกระบวนการแก๊สซิฟิเคชันและไพโรไลซีส

กระบวนการไพโรไลซีส (Pyrolysis) คาร์โบไนเซชั่น (Carbonization) และแก๊สซิฟิเคชัน (Gasification) คือ กระบวนการกลั่น (Liquefaction) หรือสลาย (Decomposition) ชีวมวล (Biomass) หรือสารอินทรีย์ (Organic Substance) โดยการเพิ่มอุณหภูมิให้แก่ชีวมวล หรือสารอินทรีย์ในปฏิกรณ์ที่มีอากาศหรือออกซิเจนในปริมาณจำกัด



กระบวนการกลั่นสลายชีวมวล

คุณลักษณะและผลผลิตของกระบวนการกลั่นสลายชีวมวล

กระบวนการ	คุณลักษณะของกระบวนการ	ร้อยละของผลผลิต		
		น้ำมัน	ถ่าน	ก๊าซ
คาร์โบไนเซชัน (Carbonization)	อุณหภูมิ : ต่ำ (ต่ำกว่า 500°C) ปริมาณ O_2: มากกว่า 0 แต่น้อยกว่า 33% เวลาที่ใช้ในกระบวนการ : ยาว	30	35	35
ไพโรไลซีส (Pyrolysis)	อุณหภูมิ : ปานกลาง (ประมาณ 500°C) ปริมาณ O_2: น้อยที่สุดเท่าที่จะเกิดปฏิกิริยาได้ เวลาที่ใช้ในกระบวนการ : สั้น โดยเฉพาะในสภาวะที่เกิดไอ	75	12	13
แก๊สซิฟิเคชัน (Gasification)	อุณหภูมิ : สูง (ระหว่าง 500-1,400°C) ปริมาณ O_2 : มากกว่า 0 แต่ไม่เกิน 33% เวลาที่ใช้ในกระบวนการ : ยาว	5	10	85

ในทางปฏิบัติ กระบวนการแก๊สซิฟิเคชันและไพโรไลซีสมีความเกี่ยวเนื่องกันในกระบวนการกลั่นสลายชีวมวล หรือสารอินทรีย์อย่างไม่สามารถแยกออกจากกันได้ เนื่องจากกระบวนการไพโรไลซีสเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการแก๊สซิฟิเคชัน

กระบวนการแก๊สซิฟิเคชัน

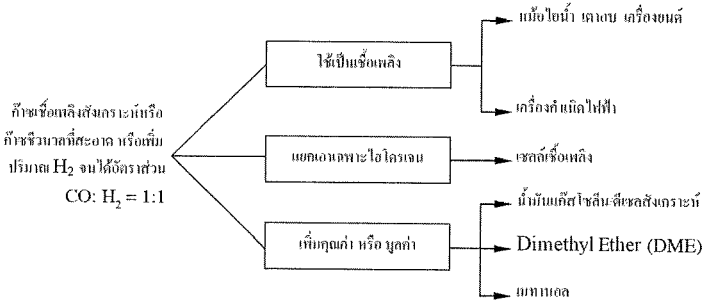
เป็นกระบวนการแปรรูปชีวมวลหรือสารอินทรีย์ ซึ่งมีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ (Carbonaceous Materials) โดยอาศัยปฏิกิริยาการเผาไหม้

ของชีวมวล หรือสารอินทรีย์ในปฏิกรณ์ที่มีออกซิเจนเพียง 1 ใน 3 ของปริมาณออกซิเจนที่ต้องการสำหรับการเผาไหม้แบบปกติ ผลผลิตส่วนใหญ่ของกระบวนการแก๊สซิฟิเคชันอยู่ในรูปของก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ (Synthetic Gas หรือ Producer Gas) หรือก๊าซชีวมวล ซึ่งประกอบด้วยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซไฮโดรเจน (H_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) และสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ซับซ้อน (Complex hydrocarbons) เช่น C_2H_2, C_2H_4 รวมกันประมาณร้อยละ 38 และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ร้อยละ 11 ส่วนที่เหลืออีกประมาณร้อยละ 51 เป็นก๊าซไนโตรเจน (N_2) ก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ หรือก๊าซชีวมวลมีค่าความร้อนแตกต่างกันตามชนิด และคุณสมบัติของวัตถุดิบตลอดจนประเภทของปฏิกรณ์ที่ใช้ ก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์หรือก๊าซชีวมวลที่ผลิตโดยปฏิกรณ์แบบที่โซนปฏิกิริยาไม่มีการเคลื่อนไหว หรือเบดนิ่ง (Fixed Bed) ซึ่งเหมาะกับระบบผลิตพลังงานขนาดเล็ก (ไม่เกิน 1 เมกกะวัตต์ไฟฟ้า) จะมีค่าความร้อนอยู่ระหว่าง 3.5-10 เมกกะจูลต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับกระบวนการเผาไหม้ต่าง ๆ ได้

การนำก๊าซชีวมวลไปใช้เป็นเชื้อเพลิงจะให้ประสิทธิภาพสูงกว่าการใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง ทั้งนี้เนื่องจากออกซิเจนสามารถรวมตัวกับก๊าซเชื้อเพลิงเพื่อทำปฏิกิริยาการเผาไหม้ได้ดีกว่าเชื้อเพลิงแข็ง ผลการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนระหว่างการเผาไหม้ชีวมวลโดยตรง (Mass Burn) กับกระบวนการแก๊สซิฟิเคชันของชีวมวลภายใต้สภาวะแวดล้อมเดียวกัน พบว่าการเผาไหม้ชีวมวลโดยตรง ให้ประสิทธิภาพร้อยละ 21 ในขณะที่กระบวนการแก๊สซิฟิเคชันของชีวมวลให้ประสิทธิภาพถึงร้อยละ 36

ก๊าซชีวมวลที่ผลิตได้จากกระบวนการแก๊สซิฟิเคชันมักจะมีสิ่งเจือปน เช่น ฝุ่นผง (Particulate Matters) น้ำมันดิน (Tar) และสารที่มีคลอรีน หรือกำมะถันเป็นองค์ประกอบ (Chlorine or Sulphur Compounds) แต่ก็สามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อไอน้ำได้โดยตรง ในกรณีที่จะนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงขับเคลื่อนกังหันก๊าซ เครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้าหรือรถยนต์ **ควรจะทำความสะอาดก๊าซโดยกำจัดหรือแยกสิ่งปนเปื้อนต่าง ๆ ออกเสียก่อนเพื่อเป็นการป้องกันการกัดกร่อนใบกังหันหรือเครื่องยนต์**

ก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ (จากถ่านหิน) หรือก๊าซชีวมวล (จากชีวมวล) ที่ได้จากกระบวนการแก๊สซิฟิเคชันเมื่อผ่านการกำจัดฝุ่น และแยกน้ำมันดินออกแล้วสามารถนำไปใช้ทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลสำหรับผลิตไอน้ำ ลมร้อน และขับเคลื่อนเครื่องยนต์ในโรงงานอุตสาหกรรมได้โดยตรง นอกจากนี้ยังสามารถนำไปเพิ่มคุณค่าหรือมูลค่าได้โดยการนำไปแยกเอาเฉพาะก๊าซไฮโดรเจนสำหรับใช้กับเซลล์เชื้อเพลิง หรือแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงเหลวคุณภาพสูง สำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลในภาคการคมนาคมและขนส่ง



การใช้ประโยชน์ก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์หรือก๊าซชีวมวล

กระบวนการแก๊สซิฟิเคชันไม่เพียงแต่ใช้ได้กับชีวมวลประเภทพืชเท่านั้น หากแต่สามารถใช้ได้กับชีวมวลประเภทขยะหรือของเหลือทิ้งจากภาคอุตสาหกรรมและเกษตรอุตสาหกรรมที่เป็นสารอินทรีย์ และสารสังเคราะห์จากปิโตรเลียม (Petroleum-based Waste) เช่น พลาสติก ยาง รถยนต์เก่า เป็นต้น ดังนั้นจึงมีการนำกระบวนการแก๊สซิฟิเคชันไปกลั่นสลายขยะที่เป็นสารอินทรีย์ และขยะที่เป็นผลิตภัณฑ์สังเคราะห์จากปิโตรเลียม เพื่อเป็นการกำจัดหรือแปรรูปขยะให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นประโยชน์และเป็นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมที่ได้ผลดีในระดับหนึ่ง แต่ก็มีข้อจำกัดเนื่องจากคุณลักษณะของกระบวนการแก๊สซิฟิเคชันที่ให้ผลผลิตส่วนใหญ่เป็นก๊าซเชื้อเพลิง **ทำให้ไม่เหมาะที่จะใช้กระบวนการแก๊สซิฟิเคชันในการผลิตผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่าของขยะอินทรีย์และขยะที่เป็นผลิตภัณฑ์สังเคราะห์จากอุตสาหกรรมเคมีซึ่งส่วนใหญ่เป็นน้ำมัน**

นอกจากนี้ประสิทธิภาพการกลั่นสลายขยะของกระบวนการแก๊สซิฟิเคชันจะลดลง เนื่องจากขยะมีปริมาณความชื้นสูง

กระบวนการไพโรไลซีส

กระบวนการไพโรไลซีส (Pyrolysis) เป็นกระบวนการเพิ่มอุณหภูมิให้แก่ชีวมวลหรือสารอินทรีย์ในปฏิกรณ์ที่ปราศจากออกซิเจน ซึ่งจะทำให้ชีวมวลหรือสารอินทรีย์จะสลายตัวเป็นไอ (Organic Vapour) ก๊าซ (Pyrolysis Gas) และถ่าน (Char) เมื่อไอที่เกิดขึ้นควบแน่นจะกลายเป็นน้ำมันที่เรียกว่า น้ำมันชีวมวล (Bio-Oil) โดยทั่วไปจะได้น้ำมันชีวมวลประมาณร้อยละ 70-75 ของน้ำหนักชีวมวลแห้งที่ป้อนเข้าสู่ปฏิกรณ์ จากผลการศึกษาพบว่า กระบวนการไพโรไลซีสของไม้ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียสจะให้ผลผลิตน้ำมันชีวมวลสูงถึงร้อยละ 79 และจากการศึกษาเดียวกันนี้ พบว่า การเพิ่มอุณหภูมิของกระบวนการจะทำให้ปริมาณก๊าซเพิ่มขึ้นแต่จะทำให้ปริมาณถ่านลดลง น้ำมันชีวมวลสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อไอน้ำ เตาอบ (Furnace) ตลอดจนเครื่องยนต์ต่าง ๆ นอกจากนี้ก๊าซและถ่านที่เกิดจากกระบวนการไพโรไลซีสก็สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้เช่นเดียวกัน

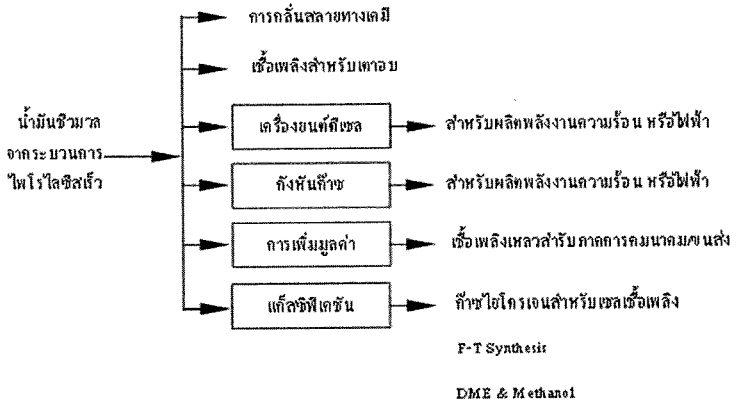
ผลิตภัณฑ์จากกระบวนการไพโรไลซีสอีกชนิดหนึ่งที่กำลังเป็นที่สนใจในแง่ของการเพิ่มมูลค่า ได้แก่ น้ำส้มควันไม้ (Wood Vinegar หรือ Pyroligneous Acid) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นทั้งปุ๋ยและสารกำจัดแมลงโดยธรรมชาติ นอกจากนี้หากนำมากลั่นแบบแยกลำดับส่วน (Fractional Distillation) จะได้น้ำส้มควันไม้ที่มีความบริสุทธิ์สามารถใช้เป็นยาขับสารพิษจากร่างกาย (Detoxification) หรืออาหารเพื่อสุขภาพ

กระบวนการไพโรไลซีสสามารถรองรับความหลากหลายตลอดจนความชื้นของวัตถุดิบที่ใช้ได้ดีกว่ากระบวนการแก๊สซิฟิเคชันจึงนิยมนำไปใช้ในการกลั่นสลายขยะอินทรีย์ (เช่น ขยะชุมชน เศษชีวมวล เศษกระดาษ) ขยะที่เป็นผลิตภัณฑ์สังเคราะห์จากปิโตรเลียม (เช่น กากน้ำมัน พลาสติก) และยางรถยนต์เก่า การนำกระบวนการไพโรไลซีสไปใช้ผลิตพลังงาน หรือเพิ่มมูลค่าให้แก่ของเหลือทิ้งมีการดำเนินการในต่างประเทศมานานแล้ว เช่น ในประเทศญี่ปุ่นมีโรงผลิตไฟฟ้าจากขยะที่ใช้กระบวนการไพโรไลซีส

ตั้งแต่ พ.ศ. 2527 โดยโรงไฟฟ้าดังกล่าวมีกำลังผลิตติดตั้ง 2.2 เมกกะวัตต์ สามารถป้อนขยะหลากหลายประเภท เช่น ขยะจากชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม เศษชีวมวล และกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย (ความชื้นสูงถึงร้อยละ 30) ได้ในอัตรา 6 ตันต่อชั่วโมง และโรงไฟฟ้าดังกล่าวกำลังศึกษาเพื่อที่จะเพิ่มขีดความสามารถของระบบให้สามารถรองรับขยะพลาสติก กระดาษ และยางรถยนต์เก่า

การใช้กระบวนการไพโรไลซีสในการแปรรูปยางรถยนต์เก่ากำลังเป็นที่สนใจ เนื่องจากเป็นขยะที่มีอัตราการย่อยสลายตามธรรมชาติที่ยาวนานมาก นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ เช่น ก๊าซเชื้อเพลิง (ร้อยละ10-30 โดยน้ำหนัก) น้ำมันหอมระเหย หรือ Aromatic Oil (ร้อยละ 38-55 โดยน้ำหนัก) และถ่านกัมมันต์ (ร้อยละ 33-38 โดยน้ำหนัก) ก็เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีราคา นอกจากนี้ของเหลว หรือ Bio-Oil ที่ได้จากการกลั่นสลายยางรถยนต์ใช้แล้วมีค่าความร้อนประมาณ 10,000 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม หรือประมาณ 4 เท่าของค่าความร้อนของถ่านลิกไนต์จากแม่เมาะ การนำกระบวนการไพโรไลซีสไปใช้กำจัด หรือเพิ่มมูลค่าขยะในเชิงอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม หรือเป็นแหล่งพลังงานทดแทน กำลังได้รับความนิยมและมีการพัฒนาเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ มีรายงานว่าในปัจจุบันมีการดำเนินการกว่า 100 แห่งในกว่า 20 ประเทศ

ปัจจุบันได้มีการพัฒนากระบวนการไพโรไลซีสให้มีประสิทธิภาพในการกลั่นสลายชีวมวลเพิ่มมากขึ้น กระบวนการดังกล่าวมีชื่อเรียกว่า **กระบวนการไพโรไลซีสเร็ว** (Fast Pyrolysis) ซึ่งทำให้ได้ผลผลิตเป็นน้ำมันชีวมวล (Bio-Oil) ถึงร้อยละ 80 ของผลผลิตทั้งหมด การนำชีวมวลมากลั่นสลายด้วยกระบวนการไพโรไลซีสเร็ว กำลังเป็นที่สนใจของนักวิชาการทั่วโลก เนื่องจากผลผลิตน้ำมันชีวมวลเป็นวัตถุดิบที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย รูปหน้าถัดไปแสดงศักยภาพของน้ำมันชีวมวลในการใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรง หรือใช้เป็นวัตถุดิบในการกลั่นสลาย แปรรูปหรือเพิ่มมูลค่าได้อย่างหลากหลาย



ประโยชน์ที่หลากหลายของน้ำมันชีวมวลจากกระบวนการไพโรไลซีสเร็ว

เปรียบเทียบกระบวนการแก๊สซิฟิเคชัน ไพโรไลซีส และการเผาไหม้

กระบวนการแก๊สซิฟิเคชัน ไพโรไลซีส และการเผาไหม้ ล้วนแล้วแต่สามารถแปรรูปวัสดุที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ (Carbonaceous Materials) ให้เป็นพลังงาน โดยที่สองกระบวนการแรกเป็นการแปรรูปวัสดุที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบให้เป็นเชื้อเพลิงรูปแบบต่าง ๆ (เช่น ก๊าซ น้ำมัน และถ่าน) ก่อนที่จะนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตพลังงานรูปแบบอื่น ๆ ส่วนกระบวนการเผาไหม้เป็นการแปรรูปวัสดุที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบให้เป็นพลังงานความร้อนโดยตรง ซึ่งพลังงานความร้อนที่ผลิตได้ก็สามารถที่จะแปรรูปเป็นพลังงานรูปแบบอื่น ๆ ได้เช่นเดียวกัน ในหัวข้อนี้จะทำการเปรียบเทียบคุณลักษณะของทั้งสามกระบวนการ

เปรียบเทียบคุณลักษณะของกระบวนการแก๊สซิฟิเคชัน ไพโรไลซีส และการเผาไหม้

หัวข้อการเปรียบเทียบ	แก๊สซิฟิเคชัน	ไพโรไลซีส	การเผาไหม้
วัตถุประสงค์/การใช้ประโยชน์	เพื่อกลั่นสลายสารอินทรีย์ที่มีค่าต่ำ หรือเป็นของเหลือทิ้ง/ขยะ ให้เป็นเชื้อเพลิง หรือผลิตภัณฑ์ที่มีค่า	เพื่อกลั่นสลายสารอินทรีย์ที่มีค่าต่ำ หรือเป็นของเหลือทิ้ง/ขยะ ให้เป็นเชื้อเพลิง หรือผลิตภัณฑ์ที่มีค่า	เพื่อใช้กำจัดหรือผลิตพลังงานความร้อนจากสารอินทรีย์ที่มีค่าต่ำ หรือเป็นของเหลือทิ้ง/ขยะ
ประเภทของปฏิกิริยา	ปฏิกิริยาเคมีความร้อน : ประเภทดูดกลืนและคายพลังงานความร้อน (Endothermic & Exothermic Reactions)	ปฏิกิริยาเคมีความร้อน : ประเภทดูดกลืนและคายพลังงานความร้อน (Endothermic & Exothermic Reactions)	ปฏิกิริยาเคมีความร้อน : ประเภทคายพลังงานความร้อน (Exothermic Reactions)
ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ	มากกว่าร้อยละ 30 ของปริมาณที่ใช้ในกระบวนการเผาไหม้ปกติ	ในทางทฤษฎีเป็นกระบวนการที่ไม่ต้องการออกซิเจน แต่ในทางปฏิบัติใช้ออกซิเจนน้อยกว่าร้อยละ 30 ของปริมาณที่ใช้ในกระบวนการเผาไหม้ปกติ	ในทางทฤษฎีต้องการออกซิเจนในปริมาณที่กำหนดโดย Stoichiometric Ratio ของธาตุที่สามารถติดไฟได้แต่ละชนิด แต่ในทางปฏิบัติต้องใช้ออกซิเจนในปริมาณที่สูงกว่าที่กำหนดโดย Stoichiometric Ratio เพื่อให้เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์
ผลผลิต			
ผลิตภัณฑ์หลัก:	ร้อยละ 85 เป็นก๊าซ : H_2, CO, H_2S, NH_3, CO_2 และ N_2	ร้อยละ 75 เป็นของเหลว : น้ำมันดิน (Tar)	พลังงานความร้อน
ผลิตภัณฑ์รอง:	ร้อยละ 10 เป็นของแข็ง : ถ่านและขี้เถ้า	ร้อยละ 13 เป็นก๊าซ : H_2, CO, H_2S, NH_3,	ก๊าซ : CO_2, S_2O, NOx ไอน้ำ

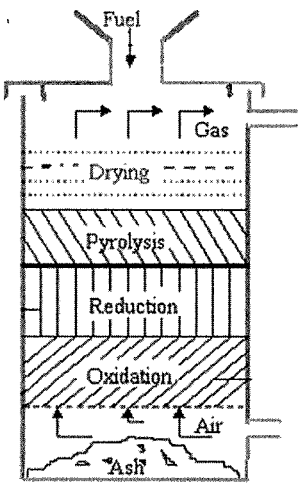
หัวข้อการเปรียบเทียบ	แก๊สซิฟิเคชัน	ไพโรไลซิส	การเผาไหม้
	ร้อยละ 5 เป็นของเหลว : น้ำมันดิน (Tar) สารละลายที่มีสารเคมีเจือปน ที่อุณหภูมิสูง : Slag ที่ไม่เป็นพิษ หรือปนเปื้อน (ทำวัสดุก่อสร้าง)	CO_2 และ N_2 ร้อยละ 12 เป็นของแข็ง : ถ่านและขี้เถ้า	ของแข็ง : ขี้เถ้า
อุณหภูมิของกระบวนการ	ระหว่าง 500°C-1,200°C	น้อยกว่า 500°C	ระหว่าง 800°C - 1,000°C
ประสิทธิภาพเชิงความร้อน	ร้อยละ 36	ระหว่างร้อยละ 21-36	ร้อยละ 21
การทำความสะอาดก๊าซที่เกิดขึ้น	**ระบบที่ใช้** : ทั้งแบบที่ใช้ความดันสูงกว่าและเท่ากับความดันบรรยากาศ **วัตถุประสงค์** : แยกน้ำมันดินและฝุ่นผงทำความสะอาดก๊าซเพื่อให้สามารถนำไป	**ระบบที่ใช้** : ทั้งแบบที่ใช้ความดันสูงกว่าและเท่ากับความดันบรรยากาศ **วัตถุประสงค์** : แยกน้ำมันดินจากก๊าซเพื่อนำไปกลั่นเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงทำให้	**ระบบที่ใช้** : แบบที่ใช้ความดันบรรยากาศ **วัตถุประสงค์** : เพื่อทำความสะอาดก๊าซเผาไหม้ก่อนปล่อยสู่บรรยากาศ
	ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สารตั้งต้นในอุตสาหกรรม	ก๊าซสามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สารตั้งต้นในอุตสาหกรรม	
มลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ของแข็ง	ฝุ่นผง ขี้เถ้า เถ้าลอย	ฝุ่นผง ขี้เถ้า เถ้าลอย	ฝุ่นผง ขี้เถ้า เถ้าลอย เชื้อเพลิง/วัสดุที่เผาไหม้ไม่หมด
ของเหลว	น้ำเสียจากระบบทำความสะอาด และลดอุณหภูมิก๊าซ	น้ำเสียจากระบบทำความสะอาดและลดอุณหภูมิก๊าซ	น้ำเสียจากระบบทำความสะอาดไอเสีย

หัวข้อ การเปรียบเทียบ	แก๊สซิฟิเคชัน	ไพโรไลซีส	การเผาไหม้
ก๊าซ	ถ้ากระบวนการไม่สมบูรณ์จะเกิดมลพิษทางอากาศเหมือนกระบวนการเผาไหม้	ถ้ากระบวนการไม่สมบูรณ์จะเกิดมลพิษทางอากาศเหมือนกระบวนการเผาไหม้	ก๊าซเรือนกระจก (ยกเว้นเชื้อเพลิงชีวมวล) ไดออกซิน ฟูแลน

ที่มา : *ตามเอกสารอ้างอิงลำดับที่1, 3, 4 และ 5*

ปฏิกรณ์ที่ใช้สำหรับกระบวนการแก๊สซิฟิเคชันและไพโรไลซีส

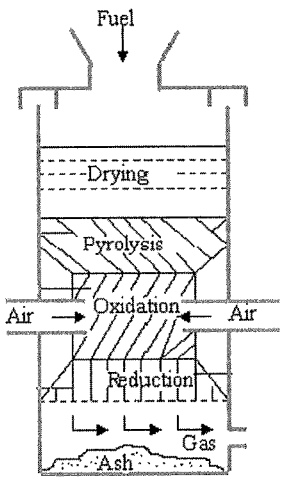
ปฏิกรณ์ที่ใช้กับกระบวนการแก๊สซิฟิเคชันแบบดั้งเดิมคือ ปฏิกรณ์ปิดแบบที่ก๊าซไหลออกทางด้านบน (Updraft) ของปฏิกรณ์ซึ่งมีพัฒนาการมาเป็นลำดับทั้งก่อนและระหว่างสงครามโลกครั้งที่สอง โดยมีลักษณะและโซนของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในส่วนต่าง ๆ ของปฏิกรณ์ดังรูป



ลักษณะและโซนของปฏิกิริยาที่เกิดในส่วนต่าง ๆ ของปฏิกรณ์แก๊สซิฟิเคชันแบบดั้งเดิม

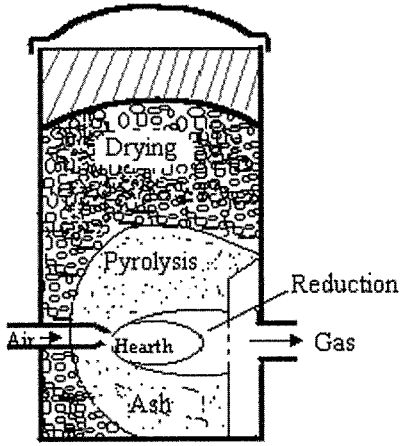
ที่มา : *http://mitglied.lycos.de/cturare/gas.htm*

พัฒนาการของเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชันทำให้มีการพัฒนาปฏิกรณ์แบบอื่น ๆ อีก เช่น ปฏิกรณ์แบบที่ก๊าซไหลออกทางด้านล่าง (Downdraft) และด้านข้าง (Crossdraft) ซึ่งต่อมาได้มีการพัฒนาปฏิกรณ์ที่ก๊าซไหลออกด้านล่างให้เป็นปฏิกรณ์แบบเปิด (Stratified Downdraft) นอกเหนือจากการใช้ทิศทางหรือตำแหน่งที่ก๊าซไหลออกจากปฏิกรณ์เป็นตัวกำหนดประเภทของปฏิกรณ์แก๊สซิฟิเคชันแล้ว ยังมีการใช้รูปแบบการให้ความร้อนเพื่อเป็นการเริ่มต้นกระบวนการแก๊สซิฟิเคชันเป็นตัวกำหนดประเภท แบ่งเป็นปฏิกรณ์แบบที่ให้ความร้อนโดยตรง (Direct Heated) โดยใช้วัตถุดิบบางส่วนเป็นเชื้อเพลิงผลิตพลังงานความร้อนที่ใช้เริ่มต้นกระบวนการแก๊สซิฟิเคชัน และปฏิกรณ์แบบที่ให้ความร้อนโดยอ้อม (Indirect Heated) ที่อาจใช้ไฟฟ้าหรือก๊าซ LPG ผลิตพลังงานความร้อนสำหรับเริ่มต้นกระบวนการ



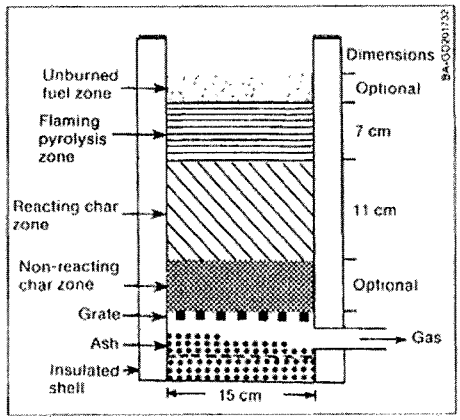
ลักษณะและโซนของปฏิกิริยาที่เกิดในส่วนต่าง ๆ
ของปฏิกรณ์ปิดแบบที่ก๊าซไหลออกด้านล่าง

ที่มา : *http://mitglied.lycos.de/cturare/gas.htm*



ลักษณะและโซนของปฏิกิริยาที่เกิดในส่วนต่าง ๆ
ของปฏิกรณ์แบบที่ก๊าซไหลออกด้านข้าง

ที่มา : *http://mitglied.lycos.de/cturare/gas.htm*



ลักษณะและโซนของปฏิกิริยาที่เกิดในส่วนต่าง ๆ
ของปฏิกรณ์เปิดแบบที่ก๊าซไหลออกด้านล่าง

ที่มา : *http://www.tpub.com/content/altfuels01/0276/02760050.htm*

เปรียบเทียบคุณสมบัติของปฏิกรณ์แก๊สซิฟิเคชันตามวิธีให้พลังงานความร้อน

ประเภทปฏิกรณ์	ข้อดี	ข้อด้อย
แบบให้ความร้อนวัตถุดิบโดยตรง	ไม่ต้องอาศัยแหล่งพลังงานอุณหภูมิสูงจากภายนอกตัวปฏิกรณ์ ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ใช้งานได้กับชีวมวลทุกชนิดที่เป็นของแข็ง และมีขนาดไม่เล็กมาก อีกทั้งยังมีความชื้นต่ำ	ต้องอาศัยการควบคุมปริมาณอากาศหรือออกซิเจนเพื่อควบคุมอุณหภูมิในปฏิกรณ์ให้สม่ำเสมอ ประสิทธิภาพจะลดลงเมื่อใช้กับวัตถุดิบที่มีความชื้นสูง
แบบให้ความร้อนวัตถุดิบโดยอ้อม	ควบคุมอุณหภูมิของกระบวน การได้ตามต้องการใช้งานได้กับชีวมวลที่เป็นของเหลว และของแข็งที่มีขนาดเล็กหรือเป็นผง หรือมีความชื้นสูง	ต้องอาศัยแหล่งพลังงานจากภายนอกที่มีอุณหภูมิสูงพอที่จะทำให้วัตถุดิบเกิดปฏิกิริยาปฏิกรณ์ต้องออกแบบพิเศษหรือมีระบบควบคุมการใช้งานที่ซับซ้อน เพื่อไม่ให้วัตถุดิบเกิดการเผาไหม้โดยตรง

เปรียบเทียบคุณสมบัติของปฏิกรณ์แก๊สซิฟิเคชันตามทิศทางการไหลของก๊าซ

ประเภทปฏิกรณ์	ข้อดี	ข้อด้อย
แบบก๊าซออกด้านบน (ปฏิกรณ์ปิด)	ประสิทธิภาพสูงใช้กับวัตถุดิบความชื้นสูงได้เพราะก๊าซอุณหภูมิสูงที่ผลิตได้ ทำหน้าที่ไล่ความชื้นให้แก่วัตถุดิบ ใช้กับวัตถุดิบที่เป็นของแข็งได้หลายชนิด	ก๊าซที่ได้มีน้ำมันดินเจือปนในปริมาณสูงจึงไม่เหมาะกับการนำไปใช้กับเครื่องยนต์หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้า Start-up Time นานกว่า 20-30 นาที
แบบก๊าซออกด้านข้าง (ปฏิกรณ์ปิด)	ประสิทธิภาพสูง Start-up Time ระหว่าง 5-10 นาที	ก๊าซที่ผลิตได้มีปริมาณ CO_2 อุณหภูมิ และความเร็วสูง ใช้ได้เฉพาะวัตถุดิบที่มีปริมาณขี้เถ้าต่ำใช้งานกับวัตถุดิบที่มีความชื้นสูงไม่ได้
แบบก๊าซออกด้านล่าง (ปฏิกรณ์ปิด)	ก๊าซสังเคราะห์ที่ผลิตได้มีการเจือปนของน้ำมันดิน (Tar) น้อย	ประสิทธิภาพไม่สูง ใช้งานกับวัตถุดิบที่มีความชื้นสูงไม่ได้ Start-up Time สั้นกว่า 20-30 นาที

ปฏิกรณ์แก๊สซิฟิเคชันที่กล่าวมาข้างต้น เป็นแบบที่โซนที่เกิดปฏิกิริยาไม่มีการเคลื่อนไหว หรือแบบเบดนิ่ง (Fixed Bed) ซึ่งมีข้อจำกัดทางกายภาพ กล่าวคือ ขนาดกำลังผลิตของปฏิกรณ์แบบนี้จะเพิ่มขึ้นตามขนาดพื้นที่ภาคตัดขวางหรือขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวปฏิกรณ์ แต่ปฏิกรณ์แบบเบดนิ่งที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่เกินไป จะทำให้ปฏิกิริยาที่เกิดในแต่ละโซนไม่สม่ำเสมอทั่วพื้นที่ภาคตัดขวางของปฏิกรณ์อันเป็นผลมาจากข้อจำกัดเรื่องการป้อนอากาศซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพต่ำ ปฏิกรณ์แบบเบดนิ่งจึงเหมาะสำหรับใช้กับระบบที่มีกำลังผลิตขนาดไม่เกิน 1 เมกกะวัตต์ สำหรับระบบผลิตพลังงานขนาดใหญ่มักจะใช้ปฏิกรณ์แบบที่โซนปฏิกิริยามีการเคลื่อนไหวหรือแบบเบดเคลื่อนไหว (Moving Bed) ซึ่งมีระบบป้อนอากาศเข้าปฏิกรณ์ที่สามารถกระจายอากาศได้เต็มพื้นที่ภาคตัดขวางของปฏิกรณ์ ทำให้ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในแต่ละโซนมีความสม่ำเสมอไม่ว่าพื้นที่ภาคตัดขวางของปฏิกรณ์จะมีขนาดเท่าใด แม้ว่าปฏิกรณ์แบบเบดเคลื่อนไหวจะมีประสิทธิภาพสูงกว่า แต่มีข้อจำกัดในข้อที่ว่าไม่ว่าปฏิกรณ์จะมีขนาดเท่าใดก็จำเป็นต้องมีระบบหรือเครื่องมือควบคุมการทำงานที่มีราคาแพงเหมือนกัน ดังนั้นปฏิกรณ์แบบเบดเคลื่อนไหวจึงเหมาะกับระบบที่มีกำลังผลิตขนาดใหญ่หรือระบบผลิตเชิงพาณิชย์

ปฏิกรณ์ไพโรไลซีสมีลักษณะคล้ายคลึงกับปฏิกรณ์แก๊สซิฟิเคชัน แต่เนื่องจากกระบวนการไพโรไลซีสเน้นผลิตภัณฑ์น้ำมันและถ่าน ดังนั้น ความแตกต่างของปฏิกรณ์ทั้งสองชนิดจึงอยู่ที่รูปแบบ และขนาดของช่องทางป้อนอากาศ (ปฏิกรณ์ไพโรไลซีสต้องการอากาศหรือออกซิเจนน้อยกว่า) และช่องทางลำเลียงผลิตภัณฑ์หลัก (ถ่านและน้ำมันชีวมวล) ออกจากปฏิกรณ์

แนวโน้มการพัฒนาและรูปแบบการใช้เทคโนโลยี

เทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชันและไพโรไลซีสแพร่หลายอยู่ในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกกว่า 150 แห่ง ในทวีปอเมริกาเหนือ ยุโรป ออสเตรเลีย และเอเชีย ในอัตราร้อยละ 44, 39, 9 และ 8 ตามลำดับ และในจำนวนนี้มีการพัฒนาจนถึงขั้นเป็นผู้ประกอบการเชิงพาณิชย์มากกว่า 80 แห่ง ซึ่งมีรูปแบบการนำไปใช้งานในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

รูปแบบการใช้งานเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชันและไพโรไลซีส

รูปแบบการนำไปใช้งาน	ร้อยละของการนำไปใช้งานเทียบกับจำนวนเทคโนโลยีที่ได้รับการพัฒนา
แก๊สซิฟิเคชัน	39
ไพโรไลซีส	20
แก๊สซิฟิเคชันแบบป้อนอากาศร้อน	8
ไพโรไลซีส + แก๊สซิฟิเคชัน	7
ไพโรไลซีส + เผาไหม้แบบปกติ	8
แก๊สซิฟิเคชัน + เผาไหม้แบบปกติ	8
แก๊สซิฟิเคชัน + ไพโรไลซีส + เผาไหม้แบบปกติ	2.7
แก๊สซิฟิเคชัน + การหลอมโลหะ	3
ไพโรไลซีส + การหลอมโลหะ	3
แก๊สซิฟิเคชัน + เผาไหม้แบบปกติ + การหลอมโลหะ	1.3

ที่มา : *เอกสารอ้างอิงอันดับที่ 13*

แม้ว่าพัฒนาการของเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชันและไพโรไลซีสจะชะลอตัวลงภายหลังสงครามโลกครั้งที่สอง อันเป็นผลมาจากการค้นพบก๊าซธรรมชาติ ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่มีจำนวนมากและราคาถูกกว่า แต่อย่างไรก็ตาม ภายหลังเกิดวิกฤติการณ์พลังงานในช่วง พ.ศ. 2510 ได้มีการนำเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชันและไพโรไลซีส กลับมาพัฒนาสำหรับผลิตเชื้อเพลิงทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิล ทำให้ปฏิกรณ์แก๊สซิฟิเคชันและไพโรไลซีสรูปแบบใหม่ ๆ เกิดขึ้นอย่างมากมาย โดยเฉพาะปฏิกรณ์แบบเบดเคลื่อนไหว (Moving Bed) ปฏิกรณ์แบบที่ใช้แพร่หลายในปัจจุบัน ได้แก่

- แบบ Fluid Beds (FLB)
- แบบ Circulating Fluid Beds (CFB)
- แบบ Entrained Flow (ETF)
- แบบ Rotating Cone (RTC)
- แบบ Ablative (ABT)

- แบบ Vacuum (VAC)

ปฏิกรณ์เหล่านี้มีความแตกต่างกันในแง่ของการออกแบบเพื่อให้มีข้อได้เปรียบในด้านต่าง ๆ เช่น การถ่ายเทความร้อนและมวลอย่างสม่ำเสมอ (Uniform Heat and Mass Transfer) ความหลากหลายของชนิด และขนาดของวัตถุดิบ (Varieties and Sizes of Feedstock) และปริมาณของผลิตภัณฑ์หลักที่ผลิตได้ เป็นต้น ปฏิกรณ์เหล่านี้ส่วนใหญ่ถูกพัฒนาขึ้นให้เหมาะที่จะใช้กับระบบขนาดใหญ่ คุณลักษณะ และสถานภาพการใช้งานของปฏิกรณ์แบบต่าง ๆ สรุปได้ดังตาราง

คุณลักษณะและสถานภาพการใช้งานของปฏิกรณ์ชนิดต่าง ๆ

แบบปฏิกรณ์	สถานภาพใช้งาน	ร้อยละของน้ำมันชีวมวลที่ผลิตได้	ความซับซ้อน	ขนาดวัตถุดิบที่ใช้	การขยายขนาด
FLB	ระดับโรงงานสาธิต[1]	75	ปานกลาง	ขนาดเล็ก	ง่าย
CFB	ระดับโรงงานนำร่อง[2]	75	มาก	ปานกลาง	ง่าย
ETF	ไม่มีรายงาน	65	มาก	ขนาดเล็ก	ง่าย
RTC	ระดับโรงงานนำร่อง	65	มาก	ขนาดเล็กมาก	ยาก
ABT	ระดับห้องปฏิบัติการ[3]	75	มาก	ขนาดใหญ่	ยาก
VAC	ระดับโรงงานสาธิต	60	มาก	ขนาดใหญ่	ยาก

หมายเหตุ

[1] อัตราป้อน 200-2000 กิโลกรัม/ชั่วโมง

[2] อัตราป้อน 20-200 กิโลกรัม/ชั่วโมง

[3] อัตราป้อน 1-20 กิโลกรัม/ชั่วโมง

เทคโนโลยีที่ใช้ในเชิงพาณิชย์

เทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชันและไพโรไลซีสที่พัฒนาเพื่อใช้ในเชิงพาณิชย์สามารถนำมาเปรียบเทียบระดับของการพัฒนาเทคโนโลยี และความคุ้มในการลงทุนเชิงพาณิชย์ได้

เปรียบเทียบระดับการพัฒนาเทคโนโลยีและความคุ้มในการลงทุนเชิงพาณิชย์

ความคุ้มในการลงทุน	ระดับการพัฒนาเทคโนโลยี		
	สูง	กลาง	ต่ำ
สูง	FLB, CFB		
กลาง	VAC	ABT, RTC	
ต่ำ			ETF

การพัฒนาเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชันและไพโรไลซีสในประเทศไทย

การพัฒนาเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชันและไพโรไลซีสในประเทศไทยเกิดขึ้นเมื่อกว่า 3 ทศวรรษมาแล้ว หน่วยงานที่จัดอยู่ในกลุ่มบุกเบิกงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีทั้ง 2 นี้คือ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (มอ.) สำนักงานพลังงานแห่งชาติ ซึ่งปัจจุบันเปลี่ยนชื่อเป็น**กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) และสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)** โดยที่ มอ. และ พพ. ดำเนินงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชันในช่วง พ.ศ. 2520-2530 ส่วน วว. ดำเนินงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีไพโรไลซีสในช่วง พ.ศ. 2525-2527 แต่งานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีทั้งสองในประเทศไทยไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควร เนื่องจากต้นทุนในการใช้งานระบบที่ใช้เทคโนโลยีทั้งสองไม่สามารถแข่งขันกับต้นทุนของระบบที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลหรือก๊าซธรรมชาติได้ อันเป็นผลมาจากการที่ในช่วงเวลาดังกล่าว มีการค้นพบก๊าซธรรมชาติในประเทศไทย อย่างไรก็ตาม กระแสความตื่นตัวของโลกเกี่ยวกับปัญหาสภาวะโลกร้อนอันเป็นผลมาจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลและการที่เชื้อเพลิงฟอสซิลมีราคาสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วง 5-10 ปีที่ผ่านมา ทำให้เทคโนโลยีทั้งสองกลับมาได้รับความสนใจในประเทศไทยเช่นเดียวกับในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก

ในปัจจุบัน การดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชันและไพโรไลซีสในประเทศไทยแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

- การส่งเสริมให้มีการนำเทคโนโลยีทั้งสองมาใช้ผลิตพลังงานทดแทน ซึ่งรวมถึงการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ

- การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการออกแบบและสร้างปฏิกรณ์ในประเทศไทย อันจะนำไปสู่การลดการพึ่งพาเทคโนโลยีประเภทนี้จากต่างประเทศ

ภาคเอกชนโดยเฉพาะผู้ประกอบการอุตสาหกรรมการผลิตที่ประสบปัญหาราคาเชื้อเพลิงฟอสซิลเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง และผู้ประกอบการที่ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการกำจัด และ/หรือเพิ่มมูลค่าขยะ ได้เริ่มหันมาให้ความสนใจเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชันและไพโรไลซีสเพิ่มมากขึ้น โดยส่วนใหญ่จะเป็นการนำเข้าปฏิกรณ์แก๊สซิฟิเคชันหรือไพโรไลซีสที่สามารถใช้งานในระดับอุตสาหกรรมจากต่างประเทศ แม้จะมีผู้ประกอบการบางรายเผยแพร่ข้อมูลผ่านสื่อต่าง ๆ แต่ส่วนใหญ่เป็นข้อมูลประชาสัมพันธ์ ซึ่งไม่เหมาะที่จะนำมาอ้างอิง นอกจากนี้ ยังมีผู้ประกอบการอีกจำนวนหนึ่ง ไม่ประสงค์จะเปิดเผยรายละเอียดเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีที่ใช้ในสถานประกอบการของตน ดังนั้นเราจึงไม่ขอนำรายละเอียดเกี่ยวกับการใช้งานเทคโนโลยีทั้งสอง ในภาคอุตสาหกรรมของไทยมากล่าวในหนังสือเล่มนี้ แต่ก็ได้รวบรวมรายละเอียดการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชันและไพโรไลซีสของหน่วยงาน สถาบันวิจัย ตลอดจนสถาบันอุดมศึกษาต่าง ๆ ในประเทศไทยเท่าที่จะทำได้ในเวลาอันจำกัดมาแสดงไว้ดังตาราง

การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชันและไพโรไลซีสในประเทศไทย

ชื่อหน่วยงาน	ประเภทของการดำเนินงาน	ประเภทของเทคโนโลยี	วัตถุประสงค์	ประเภทปฏิกรณ์	หมายเหตุ
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)	ส่งเสริมให้นำเทคโนโลยีมาใช้ผลิตพลังงานทดแทน	แก๊สซิฟิเคชันและไพโรไลซีส	จัดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล เพื่อสาธิตและถ่ายทอดให้แก่บริษัทเอกชนหรือองค์การบริหารส่วนท้องถิ่น	• แก๊สซิฟิเคชันแบบเบดนิ่ง วัสดุกะลามะพร้าว เปลือกไม้ ก๊าซไหลออกด้านล่าง กำลังผลิต 100 กิโลวัตต์ เชื้อเพลิง ก๊าซชีวมวล/น้ำมันดีเซล • ไพโรไลซีส + แก๊สซิฟิเคชัน แบบเบดนิ่ง วัสดุแกลบ ก๊าซไหลออก ด้านล่าง กำลังผลิตขนาด 60 กิโลวัตต์ เชื้อเพลิงผสม ก๊าซชีวมวล/น้ำมันดีเซล	• พพ. นำเข้าจากประเทศอินเดีย ติดตั้งที่ อ. ทับสะแก จ. ประจวบคีรีขันธ์ • พพ. ให้ทุนสนับสนุน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ในการพัฒนาระบบเพื่อนำไปติดตั้งที่โรงสีข้าวของสหกรณ์รังสิต คลอง 13

ชื่อหน่วยงาน	ประเภทของการดำเนินงาน	ประเภทของเทคโนโลยี	วัตถุประสงค์	ประเภทปฏิกรณ์	หมายเหตุ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (มทส)	ส่งเสริมให้นำเทคโนโลยีมาใช้ผลิตพลังงานทดแทน	แก๊สซิฟิเคชัน	จัดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล เพื่อสาธิตและถ่ายทอด	• ปฏิกรณ์แก๊สซิฟิเคชันแบบเปิดด้านบนเบดนิ่ง วัสดุชีวมวล ก๊าซไหลออกด้านล่าง ขนาดกำลังผลิต 100 กิโลวัตต์ เชื้อเพลิงก๊าซชีวมวล	• มทส นำเข้าปฏิกรณ์จากประเทศญี่ปุ่น
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (มจพ.)	วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อลดการพึ่งพาเทคโนโลยีต่างประเทศ	แก๊สซิฟิเคชัน	เพื่อการเรียนรู้ของนักศึกษาและถ่ายทอดสู่ผู้ประกอบการอุตสาหกรรม	• ปฏิกรณ์แก๊สซิฟิเคชันแบบดั้งเดิม (เบดนิ่งและปิด) ขนาดเล็กระดับห้องปฏิบัติการวัสดุไม้ ก๊าซไหลออกด้านบน • ปฏิกรณ์แก๊สซิฟิเคชันแบบปิด เบดนิ่ง วัสดุตะกอนบ่อบำบัด เศษวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรม ก๊าซไหลออกด้านล่าง กำลังผลิตไฟฟ้า 100 กิโลวัตต์ เชื้อเพลิงผสมก๊าซชีวมวล/น้ำมันดีเซล	• มจพ. ออกแบบและสร้างเพื่อเป็นอุปกรณ์เพื่อการเรียนรู้ของนักศึกษา • มจพ. ออกแบบและสร้างโดยทุนสนับสนุนของนิคมอุตสาหกรรมสหพัฒน์กบินทร์บุรี ใช้กำจัดขยะ และนำพลังงานที่ได้กลับมาใช้ประโยชน์

ชื่อหน่วยงาน	ประเภทของการดำเนินงาน	ประเภทของเทคโนโลยี	วัตถุประสงค์	ประเภทปฏิกรณ์	หมายเหตุ
บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ.)	วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อลดการพึ่งพาเทคโนโลยีต่างประเทศ	แก๊สซิฟิเคชัน	เพื่อการเรียนรู้ของอาจารย์ นักวิจัย และนักศึกษา เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการขยายขนาดกำลังการผลิตเพื่อถ่ายทอดสู่ผู้ประกอบการอุตสาหกรรม	ปฏิกรณ์แก๊สซิฟิเคชันแบบบับบลิ่งฟลูอิไดซ์เบด วัสดุเศษไม้ยางพารา แกลบ ขี้เลื่อย เศษยางสับ ถ่านหิน ขนาดกำลังผลิตพลังงานความร้อน 100 กิโลวัตต์	มจธ. ออกแบบและสร้างปฏิกรณ์แก๊สซิฟิเคชันด้วยตนเอง ปัจจุบันกำลังพัฒนาให้สามารถใช้ผลิตไฟฟ้าได้ด้วย
ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (ศว.) สนง. พัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (พว.)	วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อลดการพึ่งพาเทคโนโลยีต่างประเทศ	แก๊สซิฟิเคชัน	เพื่อพัฒนาต้นแบบเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชันที่เหมาะสมกับชีวมวลของประเทศ และเพิ่มคุณค่าของก๊าซโดยการนำไปแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงสังเคราะห์หรือผลิตไฟฟ้า	ปฏิกรณ์แก๊สซิฟิเคชันแบบ Swirling Bed Gasifier วัสดุกากปาล์ม กากสบู่ดำ กากกลีเซอรอล อัตราการป้อนวัตถุดิบ 4 ตัน/วัน	ศว. ออกแบบ และสร้างปฏิกรณ์แก๊สซิฟิเคชันด้วยตนเอง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ธัญบุรี (มรธ.)	วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อลดการพึ่งพาเทคโนโลยีต่างประเทศ	แก๊สซิฟิเคชัน	เพื่อการเรียนรู้ของอาจารย์และนักศึกษา และถ่ายทอดสู่ผู้ประกอบการอุตสาหกรรม	ปฏิกรณ์แก๊สซิฟิเคชันแบบดั้งเดิมเคลื่อนที่ได้ สำหรับผลิตไฟฟ้าขนาด 1 กิโลวัตต์ ใช้วัสดุถ่านไม้ผลิตไฟฟ้า	มรธ. ออกแบบและสร้างปฏิกรณ์เพื่อการเรียนรู้ของอาจารย์และนักศึกษา และถ่ายทอดให้เอกชนนำไปผลิต

ชื่อหน่วยงาน	ประเภทของการดำเนินงาน	ประเภทของเทคโนโลยี	วัตถุประสงค์	ประเภทปฏิกรณ์	หมายเหตุ
				ใช้ก๊าซชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง	จำหน่ายในเชิงการค้า
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (มก.)	วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อลดการพึ่งพาเทคโนโลยีต่างประเทศ	แก๊สซิฟิเคชันและไพโรไลซีส	เพื่อการเรียนรู้ของนักวิจัยและถ่ายทอดสู่ผู้ประกอบการอุตสาหกรรม	ไพโรไลซีส + แก๊สซิฟิเคชันแบบเบดนิ่ง ก๊าซไหลออกด้านล่าง วัสดุแกลบ ขนาดกำลังผลิตไฟฟ้า 60 กิโลวัตต์ เชื้อเพลิงผสมก๊าซชีวมวล/น้ำมันดีเซล	มก. ออกแบบและสร้างปฏิกรณ์เพื่อพัฒนาบุคลากร และถ่ายทอดสู่ผู้ประกอบการและ/หรือองค์การบริหารราชการส่วนท้องถิ่น
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)	วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อลดการพึ่งพาเทคโนโลยีต่างประเทศ	แก๊สซิฟิเคชันและไพโรไลซีส	เพื่อการเรียนรู้ของนักวิจัยและถ่ายทอดสู่ผู้ประกอบการอุตสาหกรรม	ปฏิกรณ์แก๊สซิฟิเคชันแบบเปิดด้านบน เบดนิ่ง ก๊าซไหลออกด้านล่าง วัสดุถ่าน/ไม้ ขนาดกำลังผลิตพลังงานความร้อน 50-70 กิโลวัตต์ กำลังผลิตไฟฟ้าขนาด 10-15 กิโลวัตต์ เชื้อเพลิงผสมก๊าซชีวมวล/น้ำมันดีเซล	วว. ออกแบบและสร้างปฏิกรณ์เพื่อการเรียนรู้ และเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยีภายในประเทศ

บรรณานุกรม

BTG, 2004, **Flash Pyrolysis**, Biomass Technology Group, http://www.btgworld.com/technologies/pyrolysis.htmi, October 20th, Bangkok.

BTG, 2004, **Pyrolysis produces a clean liquid biomass energy carrier**, Biomass Technology Group, http://www.btgworld.com/technologies/pdf/leaflet-fast-pyrolysis.pdf, October 20th, Bangkok.

CU, 2004, **Energy from Waste: Pyrolysis & Gasification**, Cardiff University, Waste research Station, http://www.wasteresearch.co.uk/ase/efw/gasification.htm, October 20th, Bangkok.

DOE, 2004, **Pyrolysis and other Thermal Processing**, Department of Energy-Energy Efficiency and Renewable Energy, Biomass Program. http://www.eere.energy.gov/biomass/pyrolysis.htmi?print, October 20th, Bangkok.

Dasappa, S., Mukunda, H.S., 2003, **Biomass gasification theory and design**, Indian Institute of Science, Bangalore.

FOE, 2002, **Briefing: Pyrolysis and gasification, Friends of the Earth**, http://www.foe.co.uk/resource/briefings/gasification_pyrolysis.pdf, October, Bangkok.

Integrated Publishing, 2003, **Alternative Fuel 01, Stratified Downdraft gasifier, Handbook of Biomass Downdraft Gasifier Engine Systems**, http://www.tpub.com/content/altfuels01/0276/02760046.htm.

JAEE, 2004, **Pyrolysis Kiln**, Japanese Advanced Environment Equipment, http://nett21gee.jp/JSIM_DATA/WASTE/WASTE_3HTMI/DOC_433HTML, October 20th, Bangkok.

Juniper, 2004, **Pyrolysis and Gasification, Technology Reviews for the waste**, Environmental and Renewable Energy Sectors,

http://www.juniper.co.uk/services/Our%20Services/P&G.html, October 20th, Bangkok.

Pyrolysis, 2004, **General Process of Tire Pyrolysis**, http://www.p2pays.org/ref/11/10504/html/usa/pyro.htm, October 20th, Bangkok.

Rezaiyan, J., Cheremisinoff, N.P., 2005, **Gasification Technologies: A Prime for Engineers and Scientists**, CPR Press, Taylor & Francis Group, Florida.

Takamura, Y., 2000, **เทคนิคการประหยัดพลังงานความร้อนในอุตสาหกรรม,** ระนอง พยัคฆพันธ์, ดร. วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล, ดร. บัณฑิต โรจนอารยานนท์ แปล, ดร. วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล เรียบเรียง จิรศักดิ์ บุญรอด ตรวจ/เรียบเรียงฉบับปรับปรุง, สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ.

The Making of Wood Vinegar (Pyroligneous Acid), http://www.storesonline.com/Site/466295/page/241832, October 20th, Bangkok.

UH, 2004, Pyrolysis team, Department of Chemistry, University of Hamburg, http://www.chemie.uni-hamburg.de/tmc/kaminsky/html/pyrolysis_team.html, October 20th, Bangkok.

Venderbosch, R.H., Prins, W., 2004, **Entrained flow gasification of bio-oil for syngas**, BTG biomass technology group, http://bioproducts-bioenergy.gov/pdfs/bcota/absracts/23/51.pdf, October Syngas 20th, Bangkok.

Wood Vinegar, http://www.sumiworld.com/vinegar.html, October 20th, Bangkok.

คำศัพท์ทางวิชาการ

คำศัพท์ทางวิชาการ	ความหมาย
เซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell)	เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่สามารถแปรรูปพลังงานจากปฏิกิริยาเคมีระหว่างไฮโดรเจนกับออกซิเจนเป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นกระบวนการย้อนกลับของกระบวนการแยกองค์ประกอบของน้ำ (ไฮโดรเจน + ออกซิเจน) ด้วยไฟฟ้า
น้ำมันชีวมวล (Bio-Oil)	เป็นน้ำมันที่มีองค์ประกอบซับซ้อนประกอบด้วยสารประกอบอินทรีย์ที่มีออกซิเจน (Oxygenated Hydrocarbons) และน้ำเป็นองค์ประกอบระหว่างร้อยละ 15-50 โดยน้ำหนัก น้ำมันชีวมวลที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบร้อยละ 25 โดยน้ำหนัก มีค่าความร้อน 17 เมกกะจูลต่อกิโลกรัม หรือประมาณร้อยละ 40 ของค่าความร้อนของน้ำมันเตาหรือน้ำมันดีเซล
น้ำส้มควันไม้ (Wood Vinegar หรือ Pyroligneous Acid)	ผลิตภัณฑ์รอง (By-Product) ที่ได้จากกระบวนการไพโรไลซีส มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลักถึงร้อยละ 80-90 นอกจากนี้ก็มีกรดน้ำส้ม (Acitic Acid) และองค์ประกอบทางเคมีอื่น ๆ อีกกว่า 200 ชนิด น้ำส้มควันไม้มีคุณสมบัติเป็นทั้งปุ๋ยและสารกำจัดแมลงโดยธรรมชาติ หากนำมากลั่นแบบแยกลำดับส่วน (Fractional Distillation) จะได้น้ำส้มควันไม้ที่มีความบริสุทธิ์ สามารถใช้เป็นอาหารได้โดยมีคุณสมบัติเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ
ไพโรไลซีสเร็ว (Fast Pyrolysis)	กระบวนการกลั่นสลายผงถ่านหิน หรือชีวมวล/สารอินทรีย์ (ที่ย่อยให้มีขนาดเล็กและมีความชื้นต่ำ) ในปฏิกรณ์ที่ไร้อากาศหรือออกซิเจน ซึ่งมีอุณหภูมิสูงประมาณ 450 องศาเซลเซียสภายในเวลาอันสั้นขนาดเป็นเศษส่วนของวินาที และให้ไอที่เกิดจากการกลั่นสลายผ่านเครื่องควบแน่นทันทีทำให้ได้ผลผลิตเป็นน้ำมันชีวมวล (Bio-Oil) ในปริมาณที่สูงกว่ากระบวนการไพโรไลซีสปกติ จึงนิยมใช้ในการผลิตน้ำมันชีวมวล

เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงจากขยะ

พลังงานจากขยะ

ขยะมูลฝอยในประเทศไทยที่เกิดขึ้นจากการใช้สิ่งของอุปโภคบริโภคจากชุมชนนั้น แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ **กลุ่มขยะอินทรีย์** เช่น เศษอาหาร กิ่งไม้ ใบไม้ เป็นต้น และ**กลุ่มขยะอนินทรีย์** เช่น พลาสติก แก้ว เป็นต้น ขยะอินทรีย์มีปริมาณมากถึงร้อยละ 60 และที่เหลือเป็นขยะอนินทรีย์ ขยะอินทรีย์มีองค์ประกอบเป็นชีวมวลเกือบทั้งหมด ซึ่งเป็นที่ทราบแล้วว่าชีวมวลเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของประเทศชนิดหนึ่ง ใน พ.ศ. 2549 ประเทศไทยมีการใช้พลังงานหมุนเวียน ซึ่งมาจากชีวมวลประมาณร้อยละ 17.4 และในช่วงหลายปีที่ผ่านมาได้มีการรณรงค์ทุกวิถีทางที่จะเพิ่มการใช้ชีวมวล ขยะมูลฝอยซึ่งจัดเป็นชีวมวลชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพ และได้รับการจับตามองว่าจะสามารถพัฒนาเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของประเทศไทยในอนาคต โดยได้บรรจุไว้ในแผนยุทธศาสตร์การเพิ่มพลังงานหมุนเวียนอีกร้อยละ 8 ภายใน พ.ศ. 2554 จาก

- การคาดการณ์ความต้องการพลังไฟฟ้าจำนวน 2,400 เมกกะวัตต์ หรือ 1,060 พันตันน้ำมันดิบ คิดเป็นร้อยละ 16.2 ของความต้องการพลังงานทั้งหมดของประเทศไทยใน พ.ศ. 2554 ซึ่งปัจจุบันมีการผลิตอยู่แล้ว 560 เมกกะวัตต์ จึงต้องทำการผลิตไฟฟ้าเพิ่มเติมอีก 1,840 เมกกะวัตต์ จากแหล่งต่าง ๆ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม ขยะชุมชน โรงไฟฟ้าพลังงานชีวมวลขนาดเล็ก โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก และระบบน้ำร้อนภายในบ้าน ในปริมาณ 200, 100, 100, 1,040, 350 และ 50 เมกกะวัตต์ ตามลำดับ
- การผลิตเชื้อเพลิงเหลวเพื่อใช้กับภาคขนส่งและเกษตรกรรมจำนวน 1,570 พันตันน้ำมันดิบ คิดเป็นร้อยละ 24 ของความต้องการพลังงานทั้งหมดของประเทศไทยใน พ.ศ. 2554 โดยได้จากเอทานอล 970 พันตันน้ำมันดิบ ซึ่งกำหนดให้มีแผนการใช้เอทานอลวันละ 1 ล้านลิตรภายใน พ.ศ. 2549 และเพิ่มเป็นวันละ 3 ล้าน

ลิตรใน พ.ศ. 2554 และได้จากไบโอดีเซล 600 พันตันน้ำมันดิบ โดยกำหนดให้มีแผนการใช้ไบโอดีเซลวันละ 0.5 ล้านลิตร ภายใน พ.ศ. 2549 และเพิ่มเป็นวันละ 2 ล้านลิตรใน พ.ศ. 2554

- การผลิตพลังงานความร้อน 3,910 พันตันน้ำมันดิบ คิดเป็นร้อยละ 59.8 ของความต้องการพลังงานทั้งหมดของประเทศไทยใน พ.ศ. 2554 จากชีวมวล

ชีวมวลจากขยะหรือจากแหล่งอื่น ๆ ได้ถูกกำหนดอยู่ในแผนยุทธศาสตร์ของการพัฒนาพลังงานหมุนเวียนของประเทศ การผลิตพลังงานจากขยะนอกจากจะได้แหล่งพลังงานจากภายในประเทศแล้ว ยังเป็นการลดปัญหาผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมอันเป็นผลมาจากกระบวนการกำจัดขยะที่ยังไม่ถูกวิธีอีกด้วย ดังนั้น แนวทางการผลิตพลังงานจากขยะจึงมีประโยชน์อย่างมากต่อการพัฒนาประเทศ

ปริมาณขยะในประเทศไทย

ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากชุมชนทั่วประเทศไทยใน พ.ศ. 2548 มีปริมาณรวมทั้งสิ้น 39,221 ตันต่อวัน แบ่งออกเป็นขยะในกรุงเทพฯ จำนวน 8,291 ตันต่อวัน เขตเทศบาลรวมพัทยา จำนวน 12,635 ตันต่อวัน และนอกเขตเทศบาลจำนวน 18,295 ตันต่อวัน โดยมีอัตราขยะเพิ่มเฉลี่ยร้อยละ 0.4 ต่อปีตลอดช่วง พ.ศ. 2544-2548 ขยะมูลฝอยเหล่านี้ถูกนำไปกำจัดโดยวิธีการนำไปกองทิ้งและเผากลางแจ้งร้อยละ 64 ฝังกลบร้อยละ 35 และการเผาด้วยเตาเผาขยะร้อยละ 1 วิธีกำจัดโดยการนำขยะมาวางกองทิ้งและเผากลางแจ้งได้ก่อให้เกิดปัญหาเรื่องแมลงวัน กลิ่น ทั้งในขณะขนย้ายและการกำจัดในภายหลัง รวมทั้งปัญหาเรื่องสถานที่และการต่อต้านจากประชาชนที่อาศัยอยู่โดยรอบพื้นที่ทิ้งขยะ ส่วนการฝังกลบนอกจากมีปัญหาเช่นเดียวกับการวางกองแล้ว ยังมีปัญหาเรื่องน้ำท่วมขังในฤดูฝน การกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการที่ไม่ถูกต้องดังเช่นทั้งสองวิธีที่กล่าวข้างต้น ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สังคม และเศรษฐกิจ โดยเฉพาะการที่รัฐบาลต้องเสียงบประมาณในการแก้ปัญหาหรือเพื่อลดผลกระทบดังกล่าว ซึ่งมีอยู่หลายวิธี แต่วิธีการหนึ่งที่ได้รับการยอมรับแล้วในหลาย ๆ ประเทศคือ การ

นำขยะมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตพลังงาน ซึ่งวิธีการนี้ยังมีการแยกย่อยในรายละเอียดออกได้อีกหลายวิธี แต่วิธีการคัดแยกขยะและนำไปบีบอัดให้เป็นขยะอัดแท่งเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการผลิตพลังงานที่รู้จักกันในชื่อ RDF (Refuse Derived Fuel) เริ่มเป็นที่นิยมและมีการใช้แพร่หลายมากขึ้น

ปริมาณขยะของประเทศในช่วง พ.ศ. 2544-2548

รายการ	2548	2547	2546	2545	2544	อัตราเพิ่ม/ปี
ขยะทั่วประเทศ	39,221	39,956	39,240	39,225	38,643	0.4
กรุงเทพฯ	8,291	9,356	9,340	9,617	9,317	-3.1
เขตเทศบาลรวมพัทยา	12,635	12,500	12,100	11,976	11,903	1.4
นอกเขตเทศบาล	18,295	18,100	17,800	17,632	17,423	1.2
สัดส่วน, %						
กรุงเทพฯ	21.1	23.4	23.8	24.5	24.1	
เขตเทศบาลรวมพัทยา	32.2	31.3	30.5	30.5	30.8	
นอกเขตเทศบาล	46.6	45.3	45.0	45.0	45.1	

ที่มา : *กองวิชาการและแผนงาน สำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร*

องค์ประกอบของขยะ

ขยะประกอบด้วยวัสดุหลากหลายชนิด นอกจากนี้องค์ประกอบของขยะยังแตกต่างกันตามแหล่งกำเนิด ฤดูกาล และตัวแปรอื่น ๆ อีกมากมาย ดังนั้นในการนำขยะมาใช้เป็นเชื้อเพลิงจึงต้องมีการคำนึงถึงตัวแปรหรือคุณสมบัติความเป็นเชื้อเพลิงเบื้องต้นของขยะ ดังแสดงต่อไปนี้

- **ค่าความร้อน** เป็นค่าที่จะบอกถึงพลังงานความร้อนที่จะถูกปลดปล่อยออกมาเมื่อขยะเกิดการเผาไหม้ ซึ่งจะบอกเป็นปริมาณพลังงานความร้อนต่อหน่วยน้ำหนักของขยะ เช่น กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมขยะ เป็นต้น
- **ความชื้น** เป็นค่าที่บอกถึงปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในขยะโดยมีหน่วยเป็นร้อยละ ปริมาณความชื้นในขยะ ทำให้พลังงานความร้อนที่

เกิดจากการเผาไหม้ของขยะส่วนหนึ่งถูกใช้ไปกับการระเหยของน้ำในขยะให้กลายเป็นไอน้ำ จึงทำให้ค่าพลังงานความร้อนของขยะน้อยลง

- **ถ่านคงที่** บอกถึงปริมาณของคาร์บอนที่มีในขยะ หรือส่วนที่คงเหลือที่เป็นถ่านโดยมีหน่วยเป็นร้อยละ
- **สารระเหย** เป็นส่วนที่แสดงถึงปริมาณสารระเหยที่มีอยู่ในขยะโดยมีหน่วยเป็นร้อยละ
- **เถ้า** คือส่วนที่หลงเหลือภายหลังจากการเผาไหม้หมดแล้ว ดังนั้นการมีสัดส่วนของเถ้าที่สูงในขยะจึงถือเป็นข้อเสียอย่างหนึ่ง

ในการพิจารณาคุณสมบัติความเป็นเชื้อเพลิงของขยะนั้น ความชื้นเป็นคุณสมบัติที่มีความสำคัญมากอันดับต้น ๆ กล่าวคือ ขยะที่มีความชื้นมากมักจะมีค่าความร้อนต่ำ และในทางกลับกัน ขยะที่มีความชื้นน้อยมักจะมีค่าความร้อนสูง ดังนั้น เพื่อจะทราบถึงคุณสมบัติความเป็นเชื้อเพลิงของขยะหรือวัสดุเชื้อเพลิงอื่น ๆ จึงได้มีการวิเคราะห์เป็น 2 แบบ คือ **ตามสภาพนำส่ง**กับ**ตามสภาพน้ำหนักแห้ง** (ไม่มีน้ำเจือปน)

เปรียบเทียบคุณสมบัติเชื้อเพลิงของขยะกับเชื้อเพลิงอื่น ๆ ตามสภาพนำส่ง

รายการ	สารระเหย (ร้อยละ)	ถ่านคงตัว (ร้อยละ)	เถ้า (ร้อยละ)	ความชื้น (ร้อยละ)	ค่าความร้อน (กิโล-แคลอรี/กก.)
ขยะ*	11.5	23.9	4.1	60.5	1,630
ชานอ้อย	33.1	10.8	2.2	53.9	2,079
แกลบ	62.7	19.2	18.1	6.8	3,780
ไม้ยางพารา	68.5	23.8	7.6	10.5	4,470
ทะลายปาล์ม	73.9	22.2	3.8	4.8	4,500

รายการ	สารระเหย (ร้อยละ)	ถ่านคงตัว (ร้อยละ)	เถ้า (ร้อยละ)	ความชื้น (ร้อยละ)	ค่าความร้อน (กิโล-แคลอรี/กก.)
ขี้เลื่อย	75.2	22.3	2.5	11.3	4,620
ถ่านหิน	45.1	50.7	4.2	15.4	5,960
ถ่านกะลามะพร้าว	14.2	84.0	1.8	2.1	8,020

ที่มา : *1. ฝ่ายสิ่งแวดล้อมนิเวศวิทยาและพลังงาน, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย*

*2. *Feasibility Study on the Management of the Disposal of Bangkok Municipal Waste, TSMS-PIRNIE International, 1989.*

ค่าความร้อนตามสภาพนำส่ง หมายถึง ค่าพลังงานความร้อนที่ได้จากการนำวัสดุจากแหล่งหรือสภาวะตามธรรมชาติที่เป็นอยู่จริงมาเผาโดยไม่มีการปรับแต่งสภาพ จากตารางจะพบว่าขยะตามสภาพนำส่งมีค่าความร้อนต่ำกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่น ๆ เนื่องจากขยะที่ได้มาจากแหล่งขยะนั้น มีความชื้นมากกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่น ๆ นอกจากค่าความชื้นแล้ว องค์-ประกอบอื่น ๆ ก็มีส่วนที่ทำให้ค่าความร้อนสูงหรือต่ำได้เช่นกัน แต่มีผลน้อยกว่าความชื้น

เปรียบเทียบคุณสมบัติเชื้อเพลิงของขยะกับเชื้อเพลิงอื่น ๆ ตามสภาพน้ำหนักแห้ง

รายการ	สารระเหย (ร้อยละ)	ถ่านคงตัว (ร้อยละ)	เถ้า (ร้อยละ)	ความชื้น (ร้อยละ)	ค่าความร้อน (กิโล-แคลอรี/กก.)
ขยะ*	29.1	60.5	10.4	0.0	4,126
ชานอ้อย	71.8	23.4	4.8	0.0	4,510
แกลบ	67.3	13.3	19.4	0.0	4,056

รายการ	สารระเหย (ร้อยละ)	ถ่านคงตัว (ร้อยละ)	เถ้า (ร้อยละ)	ความชื้น (ร้อยละ)	ค่าความร้อน (กิโล-แคลอรี/กก.)
ไม้ยางพารา	76.5	15.0	8.5	0.0	4,994
ทะลายปาล์ม	77.6	18.4	4.0	0.0	4,727
ขี้เลื่อย	84.8	12.4	2.8	0.0	5,209
ถ่านหิน	53.3	41.7	5.0	0.0	7,045
ถ่านกะลามะพร้าว	14.5	83.7	1.8	0.0	8,192

ที่มา : 1. *ฝ่ายสิ่งแวดล้อมนิเวศวิทยาและพลังงาน, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย*

2. **Feasibility Study on the Management of the Disposal of Bangkok Municipal Waste, TSMS-PIRNIE International, 1989*

ค่าความร้อนตามสภาพน้ำหนักแห้งเป็นค่าพลังงานความร้อนที่ได้จากการนำวัสดุที่ไม่มีความชื้นหลงเหลืออยู่มาเผา จะเห็นว่าที่สภาวะน้ำหนักแห้งขยะมีค่าความร้อนใกล้เคียงกับเชื้อเพลิงอื่น ๆ ดังนั้น การที่จะนำขยะมาใช้เป็นเชื้อเพลิงให้เกิดประโยชน์สูงสุดจึงอยู่ที่การกำจัดความชื้นออกจากขยะ แต่อย่างไรก็ตาม การกำจัดความชื้นจำเป็นต้องใช้พลังงานจำนวนหนึ่ง ในทางปฏิบัติ ข้อที่ควรคำนึงคือ**พลังงานที่ได้เพิ่มขึ้นมาควรจะต้องมากกว่าพลังงานที่ใช้ในการลดความชื้น** นอกจากนี้ การนำขยะมาใช้เป็นเชื้อเพลิงมักจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ลดความชื้นเพิ่มขึ้นมาซึ่งจะทำให้มีการลงทุนมากขึ้นเช่นกัน

การแปรรูปขยะเป็นเชื้อเพลิง

การกำจัดขยะนั้นมีหลายวิธี แต่วิธีที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันนี้ คือ การเผา เนื่องจากวิธีนี้สามารถกำจัดขยะได้เกือบทั้งหมด คงเหลือแต่เพียงขี้เถ้าซึ่งมีปริมาณไม่มาก ทำให้กำจัดได้ง่ายกว่าการกำจัดขยะที่ยังไม่ถูกเผา การเผาขยะแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ **การเผาเพื่อผลิตพลังงาน**

และ**การเผาที่ไม่มีการผลิตเป็นพลังงาน** วิธีการเผาแบบแรกมีการใช้อย่างแพร่หลายในประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น ญี่ปุ่น อเมริกา เป็นต้น วิธีการนี้ลงทุนสูงและไม่ค่อยมีความคุ้มทุน แต่ที่ยังมีความนิยมเนื่องจากการกำจัดด้วยวิธีอื่น ๆ มีผลกระทบตามมาสูงกว่า ส่วนวิธีการเผาแบบที่ 2 นั้น มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศกำลังพัฒนาเนื่องจากลงทุนต่ำ ประเทศเหล่านี้ไม่มีเงินมากพอที่จะลงทุนระบบใหญ่เช่นการเผาในแบบแรก และประเทศไทยได้เลือกใช้วิธีนี้

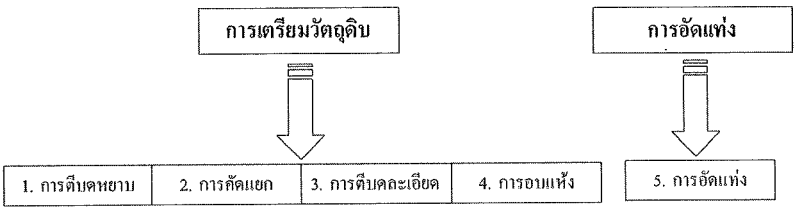
การเผาขยะเพื่อผลิตพลังงานนั้น มีความยุ่งยากกว่าการเผาไหม้ชีวมวลทั่ว ๆ ไป เนื่องจากขยะมีองค์ประกอบหลากหลาย นอกจากนี้แล้วปัญหาใหญ่ที่จะนำขยะมาเผาไหม้ คือ **ความชื้นในขยะที่มีปริมาณมากทำให้ค่าความร้อนในขยะต่ำไม่เหมาะสมต่อการนำมาเป็นเชื้อเพลิง** อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันได้มีแนวคิดซึ่งเป็นที่ยอมรับและมีการนำไปผลิตเพื่อใช้งานในเชิงพาณิชย์แล้วหลายแห่งในต่างประเทศ คือ การนำขยะมาบีบเพื่อลดความชื้น และอัดให้เป็นขยะอัดแท่ง (จัดเป็น RDF ชนิดหนึ่ง) จากนั้นจึงนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานความร้อนหรือไฟฟ้าทั้งที่แหล่งขยะนั้น ๆ หรือขนส่งไปใช้ยังที่ห่างไกลจากแหล่งขยะ เช่น เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

การผลิตขยะอัดแท่งนี้จึงเป็นกระบวนการทำขยะที่มีความหนาแน่นต่ำและความชื้นสูง ให้เป็นแท่งเชื้อเพลิงที่มีความหนาแน่นสูงและความชื้นต่ำ ซึ่งจะทำให้สะดวกต่อการใช้งานและสามารถขนส่งแท่งเชื้อเพลิงนี้ไปยังผู้ใช้ที่อยู่ห่างไกลได้ ดังนั้น ในการผลิตขยะอัดแท่งจึงควรตั้งอยู่ใกล้กับแหล่งวัตถุดิบซึ่งก็คือแหล่งขยะ จากนั้นจึงนำขยะอัดแท่งนี้ไปยังผู้ใช้งานที่อยู่ห่างไกล โดยทั่วไปแล้วจะเป็นกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ซึ่งจะใช้เป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ เช่น การนำไปใช้ในหม้อไอน้ำเพื่อผลิตไอน้ำ ใช้ในเตาเผาฟลูอิดไดซ์เบด เตาเผาแก๊สซิไฟเออร์ เป็นต้น

ขั้นตอนการผลิตขยะอัดแท่ง

การผลิตขยะอัดแท่งนั้น สามารถทำให้มีขนาดและรูปร่างต่าง ๆ กัน เช่น เป็นทรงเหลี่ยม กลม ทั้งขนาดใหญ่และเล็ก การผลิตขยะอัดแท่งให้มี

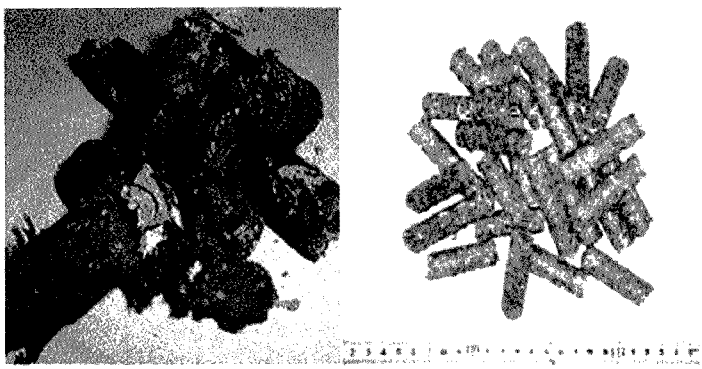
รูปร่างและขนาดเหมาะสมกับห้องเผาไหม้แต่ละชนิด จะทำให้ได้ประสิทธิภาพการเผาไหม้สูง ในกระบวนการผลิตขยะอัดแท่งแบ่งออกได้เป็น 2 ขั้นตอนหลัก ดังนี้



ขั้นตอนการผลิตขยะอัดแท่งจากขยะ

- **ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ** ครอบคลุมตั้งแต่การลดขนาดด้วยการตีบดหยาบ การคัดแยกขนาดให้ได้ขนาดใกล้เคียงต่อการอัดแท่ง การลดขนาดด้วยการตีบดละเอียดและการอบแห้ง

- **ขั้นตอนการอัดแท่ง** ในขั้นตอนนี้ครอบคลุมรวมถึงการผสมส่วนผสมต่าง ๆ เพื่อเพิ่มการยึดเกาะ เช่น กาว หรือเพื่อเพิ่มค่าความร้อน เช่น การเติมเศษพลาสติกหรือยาง และการอัดแท่งเชื้อเพลิง



ตัวอย่างขยะอัดแท่ง

ข้อดีข้อเสียของขยะอัดแท่ง

ขยะอัดแท่งที่มีการควบคุมคุณสมบัติเบื้องต้นดีแล้ว สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้เหมือนกับเชื้อเพลิงชนิดอื่น ๆ เช่น ไม้ น้ำมัน ถ่านหิน เป็นต้น ประโยชน์ของการใช้ขยะอัดแท่งทดแทนเชื้อเพลิงชนิดอื่นบางส่วนหรือทั้งหมด โดยเฉพาะเชื้อเพลิงประเภทฟอสซิลซึ่งเป็นตัวการก่อให้เกิดปัญหาโลกร้อนและเป็นเชื้อเพลิงที่ประเทศไทยจะต้องนำเข้าจากต่างประเทศทำให้สูญเสียเงินตราเป็นจำนวนมากทุก ๆ ปี นอกจากนี้แล้ว การใช้ขยะอัดแท่งยังเป็นการช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากกระบวนการกำจัดขยะที่ไม่ถูกวิธี อย่างไรก็ตาม การตัดสินใจนำขยะอัดแท่งมาใช้เป็นเชื้อเพลิงนั้นจะต้องมีการคำนึงถึงข้อดีข้อด้อยก่อน เพื่อลดผลกระทบที่จะเกิดจากการใช้เชื้อเพลิงประเภทนี้

เปรียบเทียบข้อดีข้อด้อยของการใช้ขยะอัดแท่งกับเชื้อเพลิงอื่น ๆ

ข้อดี	ข้อเสีย
1. สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงอื่นได้ง่ายทำให้ลดค่าใช้จ่าย	1. การกัดกร่อนสูง ทำให้อุปกรณ์ใช้งาน เช่น หม้อไอน้ำ ท่อ ต้องมีค่าบำรุงรักษาสูง
2. มีสารโลหะหนักต่ำ	2. ค่าบำรุงรักษาโรงงานและสภาพแวดล้อมโดยรอบสูง
3. ค่าความร้อนใกล้เคียงกับชีวมวลทั่ว ๆ ไป	3. กระบวนการผลิตขยะอัดแท่งมีการใช้พลังงาน
4. สามารถจัดเก็บไว้ได้นาน	4. ราคายังสูงกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่น โดยเฉพาะชีวมวลประเภทอื่น ๆ
5. เกิดมีกระบวนการนำขยะมาใช้ประโยชน์ เช่น การคัดแยก การทำปุ๋ย เป็นต้น	5. ตลาดของขยะอัดแท่งยังไม่แพร่หลาย
6. เกิดกระบวนการผสมผสานระหว่างการนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์อีกกับการผลิตพลังงาน	6. การไม่ยอมรับของชุมชนโดยรอบ

การใช้งานขยะอัดแท่ง

ขยะอัดแท่งมีคุณสมบัติความเป็นเชื้อเพลิงใกล้เคียงกับชีวมวลอื่น ๆ เนื่องจากขยะก็คือชีวมวลนั่นเอง เพียงแต่ในการผลิตนั้นมีการควบคุมความชื้นและมีการเติมวัสดุอื่น ๆ เข้าไป เช่น มีการเติมเศษพลาสติก เป็นต้น สารที่เติมเข้าไปในขยะอัดแท่งเพื่อเป็นการเพิ่มค่าความร้อนสูงขึ้น ทำให้ขยะอัดแท่งมีคุณสมบัติความเป็นเชื้อเพลิงดีขึ้น จึงอาจกล่าวได้ว่า ขยะอัดแท่งมีคุณสมบัติความเป็นเชื้อเพลิงสูงกว่าชีวมวล ดังนั้นจึงสามารถนำขยะอัดแท่งไปใช้ได้เช่นเดียวกับเชื้อเพลิงชีวมวลอื่น ๆ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการเผาไหม้

ข้อควรพิจารณาสำหรับการนำขยะอัดแท่งไปใช้งาน คือ ความชื้นที่ยังคงมีในขยะอัดแท่ง ซึ่งถ้ามีการควบคุมให้มีความชื้นต่ำจะได้ขยะอัดแท่งที่มีคุณสมบัติความเป็นเชื้อเพลิงสูงแต่ต้นทุนการผลิตสูง แต่ถ้าปล่อยให้มีความชื้นมากขึ้นจะได้ขยะอัดแท่งที่มีคุณสมบัติความเป็นเชื้อเพลิงต่ำลงแต่ต้นทุนการผลิตต่ำ ผู้ใช้ขยะอัดแท่งจึงต้องเลือกใช้ขยะอัดแท่งให้เหมาะสมกับชนิดของอุปกรณ์ เช่น การเลือกขนาด รูปทรง หรือค่าความร้อน เป็นต้น โดยทั่วไปแล้ว อุปกรณ์เผาไหม้ไม่ได้มีข้อกำหนดที่สูงจนเกินไป ขยะอัดแท่งจึงสามารถนำไปใช้ได้อย่างไม่มีปัญหาใด ๆ

เปรียบเทียบคุณสมบัติเชื้อเพลิงของขยะอัดแท่งที่ความชื้นต่าง ๆ กับขยะสดและแห้ง

รายการ	ความชื้น	ค่าความร้อน
ไม้ยางพาราแห้ง	0.0	4,994
ขยะแห้ง*	0.0	4,126
ขยะสด*	60.5	1,630
ขยะอัดแท่ง	10.0	3,668
ขยะอัดแท่ง	20.0	3,260
ขยะอัดแท่ง	30.0	2,853
ขยะอัดแท่ง	40.0	2,445

ที่มา : *1. ฝ่ายสิ่งแวดล้อมนิเวศวิทยาและพลังงาน, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย*

*2. *Feasibility Study on the Management of the Disposal of Bangkok Municipal Waste, TSMS-PIRNIE International, 1989.*

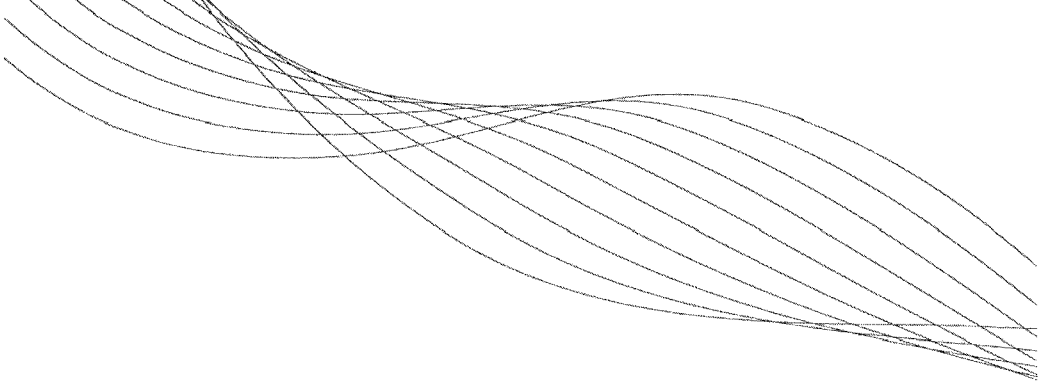
บรรณานุกรม

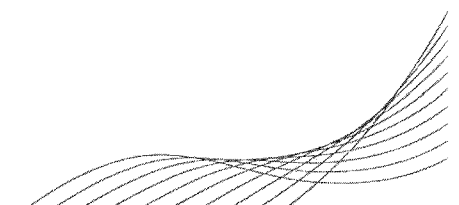
กรมควบคุมมลพิษ (2547). **การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนอย่างครบวงจร.** กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

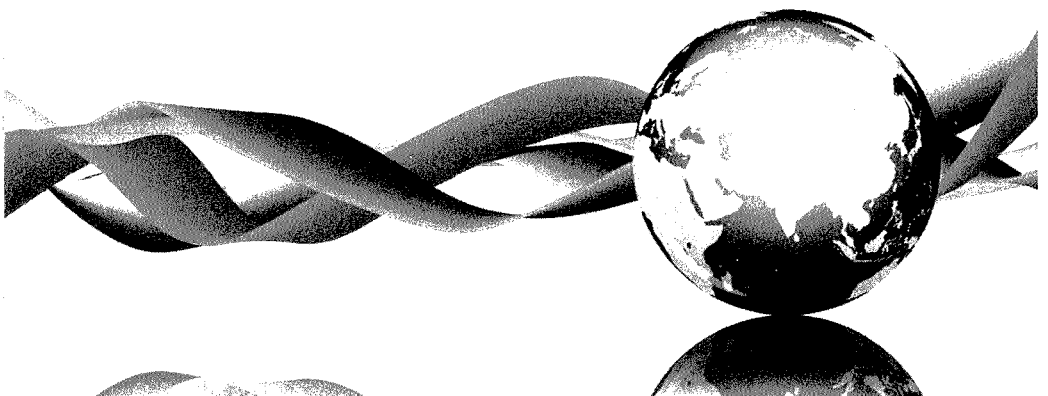
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2549). **รายงานพลังงานของประเทศไทย.** กระทรวงพลังงาน. http://www.pcd.go.th/info_serv/waste_garbage.html, 3/4/2008.

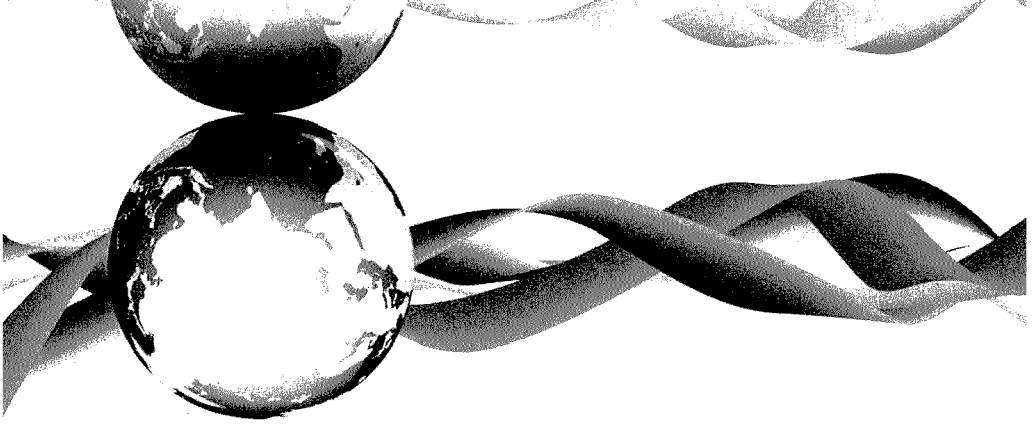
คำศัพท์ทางวิชาการ

คำศัพท์ทางวิชาการ	ความหมาย
RDF	ย่อมาจาก Refuse Derived Fuel เป็นการนำขยะอินทรีย์มาผ่านการบด อบแห้ง และทำให้เป็นก้อนหรือแท่ง เพื่อการนำไปเป็นเชื้อเพลิง



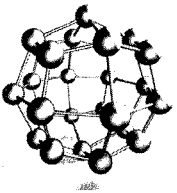






V

บทสรุป



นับแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์จนถึงยุคปัจจุบัน มนุษย์ล้วนแล้วแต่มีความต้องการพลังงาน ไม่ว่าจะเพื่อความอยู่รอด เพื่อความอยู่ดีกินดี หรือเพื่อความเป็นชาติมหาอำนาจ วิถีการดำรงชีวิตของมนุษย์ในแต่ละยุคสมัยล้วนแล้วแต่ได้รับอิทธิพลจากพลังงานรูปแบบต่าง ๆ ที่ใช้กันในยุคสมัยนั้น ๆ มนุษย์ยุคโบราณซึ่งมีความเป็นอยู่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ต้องการเพียงพลังงานรูปแบบง่าย ๆ เช่น พลังงานความร้อนหรือไฟจากไม้ฟืน (ชีวมวล) พลังงานจากน้ำ ลม แสงแดด ตลอดจนพลังงานจากกล้ามเนื้อคน และ/หรือสัตว์เพียงเพื่อความอยู่รอดและความอยู่ดีกินดี ในทางตรงข้าม มนุษย์ในยุคปัจจุบันมีความเป็นอยู่ที่ซับซ้อน หลากหลาย และฟุ่มเฟือย จึงมีความต้องการพลังงานหลากหลายรูปแบบเพื่อสนองความต้องการเหล่านั้น ความต้องการพลังงานหลากหลายรูปแบบของมนุษย์เป็นแรงขับดันให้มีการสำรวจ ขุดค้น และนำทรัพยากรเชื้อเพลิงฟอสซิลจากใต้พิภพ ได้แก่ ถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติมาใช้ประโยชน์อย่างไม่มีขีดจำกัด

แรงขับดันอันเป็นผลจากความต้องการเชื้อเพลิงฟอสซิลโดยเฉพาะน้ำมันของมนุษย์มีทั้งข้อดีและข้อเสีย ข้อดีคือ **ทำให้เกิดการพัฒนาเทค-**

โนโลยีตลอดจนเครื่องจักรหรืออุปกรณ์เพื่อการผลิต และใช้ประโยชน์จากน้ำมันอย่างมีประสิทธิภาพในหลากหลายรูปแบบ ซึ่งช่วยพัฒนาระบบเศรษฐกิจและสังคมตลอดจนความเป็นอยู่ของมนุษย์ ส่วนข้อเสียคือการที่มนุษย์พัฒนาขีดความสามารถในการนำน้ำมันรวมทั้งเชื้อเพลิงฟอสซิลอื่น ๆ มาใช้อย่างไม่มีขีดจำกัด ก่อให้เกิดปัญหามลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งมนุษย์กำลังเผชิญอยู่ในปัจจุบัน และมีแนวโน้มว่าจะทวีความรุนแรงขึ้นในอนาคตอันใกล้ ความต้องการน้ำมันยังเป็นสาเหตุสำคัญของปัญหาการเมืองและข้อพิพาทระหว่างประเทศ ซึ่งเกิดจากการล่าอาณานิคมของประเทศที่มั่งคั่ง หรือมีกำลังทางทหารที่เข้มแข็ง เพื่อการครอบครองดินแดนที่เป็นแหล่งน้ำมัน รวมถึงการใช้ปริมาณและราคาน้ำมันที่ผลิตได้เป็นเครื่องมือต่อรอง หรือกดดันประเทศที่มีความขัดแย้งทางการเมืองและศาสนาของกลุ่มประเทศผู้ผลิตน้ำมัน

เชื้อเพลิงฟอสซิลซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่มนุษย์พึ่งพาได้มากที่สุดตลอดช่วงระยะเวลากว่า 200 ปีที่ผ่านมา กลับกลายเป็นต้นเหตุของสารพันปัญหาที่มนุษย์ต้องเผชิญหน้าอยู่ในทุกวันนี้ แนวทางหนึ่งซึ่งประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกยอมรับกันว่าเป็นวิธีลดปัญหาที่เกิดจากการผลิต และการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลคือการหันกลับไปใช้พลังงานทดแทน ซึ่งแท้จริงแล้วคือแหล่งพลังงานที่มนุษย์พึ่งพามาตั้งแต่ยุคโบราณ

ประเทศไทยเป็นหนึ่งในบรรดาประเทศที่ต้องพึ่งพาพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นหลัก แม้ประเทศไทยจะมีทรัพยากรเชื้อเพลิงฟอสซิลอยู่บ้าง แต่ก็ไม่เพียงพอกับความต้องการ จึงต้องมีการนำเข้าเชื้อเพลิงฟอสซิลถึงกว่าร้อยละ 50 ของความต้องการเชื้อเพลิงฟอสซิลของประเทศ ทำให้ประเทศไทยต้องสูญเสียเงินตราของประเทศปีละนับแสนล้านบาท นอกจากนี้ราคาน้ำมันที่เพิ่มสูงขึ้นหลายเท่าตัวอย่างต่อเนื่อง ยิ่งทำให้เกิดผลกระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศ มลพิษจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลก็เป็นอีกปัญหาหนึ่งที่ประเทศไทยกำลังเผชิญหน้าอยู่เช่นเดียวกับประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก

ผลกระทบด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมอันเป็นผลจากการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิล ทำให้ประเทศไทยต้องจัดทำแผนยุทธศาสตร์พลังงานเพื่อกำหนดแผนการใช้พลังงานของประเทศให้ลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิล

และหันมาพึ่งพาพลังงานทดแทน โดยมีเป้าหมายที่จะเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนของประเทศจากร้อยละ 0.5 ของพลังงานที่ใช้ทั้งประเทศใน พ.ศ. 2545 เป็นร้อยละ 8 ภายใน พ.ศ. 2554 ซึ่งนอกจากจะช่วยลดปัญหาเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังเป็นการเพิ่มเสถียรภาพด้านพลังงานของประเทศไทยได้อีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากพลังงานทดแทนดังกล่าวสามารถผลิตได้เองจากแหล่งภายในประเทศไทย นอกเหนือจากการกำหนดแผนการใช้พลังงานของประเทศแล้ว แผนยุทธศาสตร์พลังงานยังกำหนดมาตรการบังคับและสนับสนุนเพื่อให้แผนยุทธศาสตร์พลังงานของประเทศบรรลุเป้าหมาย

ชีวมวลจัดเป็นแหล่งพลังงานทดแทนที่กำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นแหล่งพลังงานตามธรรมชาติที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก อาจกล่าวได้ว่า**มีอยู่ทั่วทุกแห่งในโลกไม่ว่าบนแผ่นดินหรือในมหาสมุทร และไม่มีวันหมดไปจากโลกเนื่องจากสามารถเกิดขึ้นใหม่ได้เองตามธรรมชาติ** การนำชีวมวลมาใช้เป็นเชื้อเพลิงไม่ทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ก๊าซเรือนกระจก) ในชั้นบรรยากาศเพิ่มขึ้นเหมือนกับการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล เนื่องจากชีวมวลเป็นส่วนหนึ่งของวัฏจักรคาร์บอน (Carbon Cycle) ซึ่งเป็นกลไกธรรมชาติที่ควบคุมสมดุลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลก ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สมดุลจะทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิของบรรยากาศและผิวโลก ตลอดจนภูมิอากาศให้เหมาะสมกับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตบนโลก

ความหลากหลายของชีวมวลทำให้สามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตหรือแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงได้ทั้งเชื้อเพลิงแข็ง เชื้อเพลิงเหลว และก๊าซเชื้อเพลิง ซึ่งทำให้ชีวมวลเป็นแหล่งพลังงานที่สามารถประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยีต่าง ๆ ได้มากกว่าแหล่งพลังงานทดแทนอื่น ๆ เทคโนโลยีที่ใช้สำหรับผลิตเชื้อเพลิงหรือพลังงานจากชีวมวลมีหลายระดับ ตั้งแต่ระดับที่สามารถผลิตได้เองในครัวเรือนไปจนถึงระดับที่ต้องใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ซับซ้อน ราคาแพง และต้องใช้บุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ซึ่งเหมาะกับการผลิตในระดับอุตสาหกรรมเท่านั้น แม้ว่าแต่ละเทคโนโลยีจะมีสมรรถนะ ประสิทธิภาพ ตลอดจนข้อดีและข้อด้อยเฉพาะตัวที่แตกต่างกัน

แต่หากได้มีการนำไปใช้อย่างถูกต้องและเหมาะสม แต่ละเทคโนโลยีก็ล้วนสามารถช่วยลดปัญหาด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม ตลอดจนปัญหาเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งถือเป็นส่วนสำคัญของการพัฒนาอย่างยั่งยืนทั้งแก่ประเทศไทยและโลกได้ในระดับหนึ่ง

ผู้เขียน

สถานการณ์พลังงานของโลก

วีรชัย สุนทรรังสรรค์

สถานการณ์และแผนยุทธศาสตร์พลังงานของประเทศไทย

ธเนศ อุทิศธรรม

พิศมัย เจนวนิชปัญจกุล

เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพ

ปรีชา พลอยภัทรภิญโญ

พัธนันท์ นาถพินิจ

เรวดี อนุวัฒนา

เทคโนโลยีการผลิตเอทานอล

ธีรภัทร ศรีนรคุตร

เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซล

พนิดา เทพขุน

ยุทธนา ฐานมงคล

อมรรัตน์ สื่อมโนธรรม

ธนิตา สนธิเศวต

เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวมวล

วีรชัย สุนทรรังสรรค์

เทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงจากขยะ

ธเนศ อุทิศธรรม

พลังงานชีวมวล
เป็นพลังงานที่อยู่ใกล้ตัวเรา
เสียจนคาดไม่ถึง
เป็นพลังงานที่มีมาก
จนอาจกล่าวได้ว่า
ไม่มีวันหมดไปจากโลก
หากเรารู้จักและเข้าใจ
เราก็ไม่ต้องกลัว
ถ้าวันหนึ่งน้ำมันจะหมดไปจากโลก

ศูนย์ความรู้ (ศคร.)
BT16794

สำนักพิมพ์ ฐานบุ๊คส์
promotion@thanbooks.com
www.thanbooks.com

หมวด วิทยาศาสตร์
ISBN 978-974-7814-73-6
9 789747 814736
ราคา 170 บาท