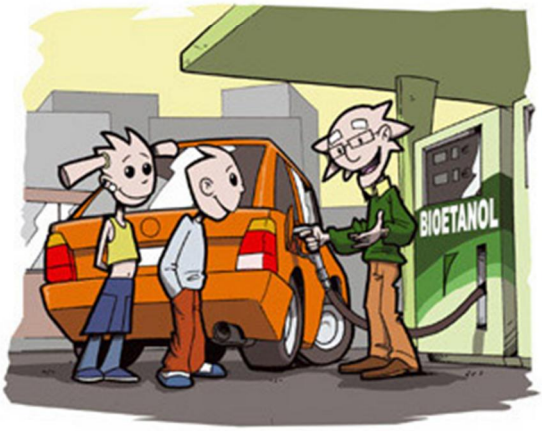
กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

เชื้อเพลิง

เอทานอล



คู่มือการพัฒนาและการลงทุน
ผลิตพลังงานทดแทน
ชุดที่ 7

เชื้อเพลิง

เอทานอล

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

คำนำ

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม และมีผลผลิตทางการเกษตรรวมถึงผลผลิตเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีศักยภาพสามารถใช้เป็นพลังงานได้ เช่น อ้อย มันสำปะหลัง ปาล์มน้ำมัน ข้าว ข้าวโพด เป็นต้น โดยการแปรรูป กากอ้อย ใยและกะลาปาล์ม แกลบ และซังข้าวโพด เป็นเชื้อเพลิงผลิตไฟฟ้าและพลังงานความร้อนสำหรับใช้ในกระบวนการผลิตอุตสาหกรรม ส่วนกากน้ำตาล น้ำอ้อย และมันสำปะหลังใช้ผลิตเอทานอล และน้ำมันปาล์ม และสเตรินใช้ผลิตไบโอดีเซล เป็นต้น กระทรวงพลังงานจึงมียุทธศาสตร์การพัฒนาพลังงานทดแทนจากพืชพลังงานเหล่านี้ เพื่อจะได้เป็นตลาดทางเลือกสำหรับผลิตผลการเกษตรไทย ซึ่งจะสามารถช่วยดูดซับผลผลิตทางการเกษตรและช่วยทำให้ราคาผลผลิตการเกษตรมีเสถียรภาพ และภาครัฐไม่ต้องจัดสรรงบประมาณมาประกันราคาพืชผลผลิตดังกล่าว ประกอบกับเทคโนโลยีพลังงานทดแทนจากพืชพลังงานเป็นเทคโนโลยีที่ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและมีความคุ้มทุนทางเศรษฐกิจหรือเกือบคุ้มทุนหากได้รับการสนับสนุนเล็กน้อยจากภาครัฐบาลนอกจากนี้ประเทศไทยยังมีแหล่งพลังงานจากธรรมชาติที่จัดเป็นพลังงานหมุนเวียน เช่น ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก พลังลม และพลังงานแสงอาทิตย์ที่จะสามารถใช้ผลิตพลังงานทดแทนได้

กระทรวงพลังงาน (พน.) ได้กำหนดแผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี โดยมอบหมายให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักประสานงานกับส่วนผู้เกี่ยวข้องอื่นๆ ให้ดำเนินการจัดทำแผนปฏิบัติการตามกรอบแผนพัฒนาพลังงานทดแทน เพื่อให้สามารถดำเนินการพัฒนาพลังงานทดแทนด้านต่างๆ ให้สามารถผลิตไฟฟ้ารวมสะสมถึงปี 2565 จำนวน 5,604 เมกะวัตต์ ประกอบด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ 500 เมกะวัตต์ พลังงานลม 800 เมกะวัตต์ พลังน้ำ 324 เมกะวัตต์ พลังงานชีวมวล 3,700 เมกะวัตต์ ก๊าซชีวภาพ 120 เมกะวัตต์ ขยะ 160 เมกะวัตต์ นอกจากนั้นยังให้มีการพัฒนาเชื้อเพลิงชีวภาพ ได้แก่ เอทานอลและไบโอดีเซล รวมทั้งพลังงานความร้อนและก๊าซ NGV ซึ่งก่อให้เกิดสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนได้ 20% ของปริมาณการใช้บริโภคของประเทศในปี 2565 การตั้งเป้าหมายสู่ความสำเร็จของการผลิตพลังงานทดแทนให้ได้ปริมาณดังกล่าว จำเป็นต้องสร้างแนวทางแผนพัฒนาในแต่ละเทคโนโลยีโดยเฉพาะกับภาคเอกชน ซึ่งเป็นแนวทางหลักที่สำคัญในการขับเคลื่อนสู่ความสำเร็จได้ ต้องมีความเด่นชัดในนโยบายเพื่อให้ปรากฏต่อการลงทุนจากภาคเอกชนและสร้างผลประโยชน์ต่อการดำเนินการ

สำหรับคู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทนที่ได้จัดทำขึ้นนี้จะเป็นคู่มือที่จะช่วยให้ผู้สนใจทราบถึงเป้าหมายของแผนพัฒนาพลังงานทดแทน รวมทั้งมีความเข้าใจในแนวทางการพัฒนาพลังงานทดแทน มาใช้ทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิล อาทิ การพิจารณาถึงศักยภาพ โอกาสและความสามารถในการจัดหาแหล่งพลังงานหรือวัตถุดิบ ลักษณะการทำงานทางเทคนิค และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่โดยทั่วไป ข้อดีและข้อเสียเฉพาะของแต่ละเทคโนโลยีการจัดหาแหล่งเงินทุน กฎระเบียบและมาตรการ

ส่งเสริมสนับสนุนต่างๆ ของภาครัฐ ขั้นตอนปฏิบัติในการติดต่อหน่วยงานต่างๆซึ่งจะเป็นเอกสารที่จะช่วยสร้างความเข้าใจในลักษณะเฉพาะของเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนชนิดต่างๆ ทั้งการผลิตไฟฟ้า ความร้อน และเชื้อเพลิงชีวภาพ เพื่อเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ไปยังกลุ่มเป้าหมายตามความต้องการของกระทรวงพลังงานต่อไป

คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทนที่จัดทำขึ้นนี้ จะแบ่งออกเป็น 8 ชุด ได้แก่ แสงอาทิตย์ ลม น้ำ ชีวมวล ก๊าซชีวภาพ ขยะ เอทานอล ไบโอดีเซลโดยฉบับนี้จะเป็น **ชุดที่ 7 เรื่องคู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตเอทานอล** เพื่อเป็นเชื้อเพลิง ซึ่ง พพ. หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะช่วยให้ผู้สนใจมีความเข้าใจในแนวทางการพัฒนาพลังงานทดแทนมาใช้เพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะช่วยลดการพึ่งพาการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ สร้างความมั่นคงด้านพลังงานของประเทศ รวมทั้งลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งจะส่งผลดีต่อประเทศชาติโดยรวม อย่างยั่งยืนต่อไป

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

สารบัญ

หน้า

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ประเภทของเอทานอล 3

1.2 เทคโนโลยีและกระบวนการผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง 4

1.2.1 การเตรียมวัตถุดิบก่อนการหมัก 5

1.2.2 การเตรียมหัวเชื้อ (Inoculum) และการหมัก (Fermentation) 6

1.3 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเอทานอล 10

1.3.1 การผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบประเภทน้ำตาล 10

1.3.2 การผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบประเภทแป้ง 11

1.3.3 การผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบประเภทลิกโนเซลลูโลส 12

1.4 เทคโนโลยีการผลิตในปัจจุบัน 14

1.5 ผลพลอยได้จากการผลิตเอทานอล 17

บทที่ 2 การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง 20

2.1 ศักยภาพของอุตสาหกรรมเอทานอลไทย 20

2.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเอทานอล 21

2.1.2 โรงงานผลิตเอทานอลในประเทศไทย 22

2.1.3 การใช้เอทานอลภายในประเทศ 23

2.1.4 การส่งออกเอทานอล 28

2.2 การวิเคราะห์ความเหมาะสมของการลงทุน 29

2.2.1 การวิเคราะห์ผลการตอบแทนการลงทุน 29

2.2.2 ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการวิเคราะห์ความเหมาะสมการลงทุนที่ถูกต้อง 31

2.3 ตัวอย่างการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านการเงินของโรงงานผลิตเอทานอล 31

บทที่ 3 การสนับสนุนจากภาครัฐ 34

3.1 นโยบายและการส่งเสริมเอทานอล 34

3.2 มาตรการต่างๆ ที่ภาครัฐได้นำมาใช้เพื่อส่งเสริมการผลิตและการใช้เอทานอล 35

3.2.1 มาตรการการส่งเสริมการผลิตเอทานอล 35

3.2.2 มาตรการการส่งเสริมการใช้เอทานอล 36

3.2.3 มาตรการการกำหนดคุณภาพและการบริหารจัดการ 37

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3 โครงการส่งเสริมการลงทุน โดยสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน 42

3.4 โครงการส่งเสริมเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม 44

บทที่ 4 การยื่นขออนุญาตประกอบกิจการโรงงานผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง 48

ภาคผนวก 53

เอกสารอ้างอิง 54

บทที่ 1
บทนำ

เอทานอล

เอทานอลเป็นแอลกอฮอล์ชนิดหนึ่งซึ่งเกิดจากการหมักพืชเพื่อเปลี่ยนแป้งจากพืชเป็นน้ำตาลแล้วเปลี่ยนจากน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์เมื่อทำให้เป็นแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ 95% โดยการกลั่นจะเรียกว่า เอทานอล (Ethanol) เอทานอลที่นำไปผสมในน้ำมันเพื่อใช้เติมเครื่องยนต์เป็นแอลกอฮอล์ที่มีความบริสุทธิ์ตั้งแต่ 99.5% โดยปริมาตร ซึ่งสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้

ความเป็นมาของแก๊สโซฮอล์ในประเทศไทยเกิดขึ้นจากแนวพระราชดำริในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เมื่อปี 2528 ที่ทรงเล็งเห็นว่าประเทศไทยอาจประสบกับปัญหาการขาดแคลนน้ำมันและปัญหาพืชผลทางการเกษตร มีราคาตกต่ำ จึงทรงมีพระราชดำริให้โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาศึกษาการนำอ้อยมาแปรรูปเป็นเอทานอล โดยการนำเอทานอลที่ผลิตได้นี้มาผสมกับน้ำมันเบนซินเพื่อผลิตเป็นน้ำมันแก๊สโซฮอล์ และใช้เป็นพลังงานทดแทน ซึ่งในปี 2529 ทางโครงการส่วนพระองค์ได้เริ่มดำเนินการผลิตเอทานอลจากอ้อย จากนั้นจึงได้มีหน่วยงานรัฐและเอกชนให้ความร่วมมือในการพัฒนาเอทานอลที่ใช้เติมรถยนต์อย่างต่อเนื่อง โดยในปี 2539 การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (ปตท.) ร่วมมือกับสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย(วท.) และโครงการส่วนพระองค์ได้ร่วมกันปรับปรุงคุณภาพเอทานอลที่ใช้เติมรถยนต์ โดยการนำเอทานอลที่โครงการส่วนพระองค์ผลิตได้ที่มีความบริสุทธิ์ 95% ไปกลั่นซ้ำเพื่อเพิ่มความบริสุทธิ์เป็นเอทาอลบริสุทธิ์ 99.5% แล้วจึงนำมาผสมกับน้ำมันเบนซินออกเทน 91 ในอัตราส่วนของเอทานอลร้อยละ 10 และน้ำมันเบนซินอีกร้อยละ 90 เป็นน้ำมัน “แก๊สโซฮอล์” ทดลองเติมให้กับรถเครื่องยนต์เบนซินของโครงการส่วนพระองค์

[1]อุตสาหกรรมเอทานอลเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญในการสร้างแหล่งพลังงานของประเทศเพื่อทดแทนพลังงานส่วนหนึ่งที่ต้องนำเข้าซึ่งจากข้อมูลการใช้พลังงานของประเทศจากกระทรวงพลังงานแสดงให้เห็นว่าการใช้พลังงานในภาคขนส่งปัจจุบันคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 37 ของการใช้พลังงานทั้งหมดโดยมีมูลค่ารวมเท่ากับ 380,000 ล้านบาทซึ่งส่วนใหญ่เป็นค่าใช้จ่ายด้านน้ำมันเชื้อเพลิงที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ นอกจากนั้นการผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบทางการเกษตรของประเทศไทยเช่นอ้อยและมันสำปะหลังยัง

[1] การศึกษาความเป็นไปได้ของการผลิตเอทานอลจากมันสาปะหลังประจำปี 2552, ส่วนบริหารจัดการข้อมูลและปรึกษาแนะนำสำนักบริหารยุทธศาสตร์กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม

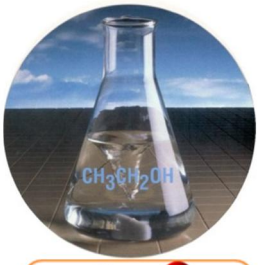
นับว่าเป็นการสร้างเสถียรภาพของราคาผลิตผลทางการเกษตรของประเทศด้วยซึ่งจะมีส่วนช่วยเสริมสร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจให้กับเกษตรกรอีกด้วยโดยสรุปสำหรับการใช้เอทานอลเป็นพลังงานทดแทนนั้นจะได้รับประโยชน์อาทิ

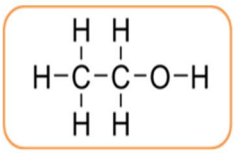
- การนำเอทานอลมาใช้ผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงเบนซินเพื่อทดแทนสาร MTBE ที่ช่วยเพิ่มค่าออกเทนให้กับน้ำมันซึ่งจะช่วยประหยัดเงินตราต่างประเทศในการนำเข้า MTBE และน้ำมันได้
- ลดปัญหามลพิษทางอากาศและการปนเปื้อนในแหล่งน้ำจากการทดแทนสาร MTBE ที่ก่อให้เกิดปัญหามลภาวะเนื่องจากมีการรายงานว่าการใช้สารเอทานอลผสมในน้ำมันทดแทนสาร MTBE นี้จะช่วยทำให้น้ำมันดังกล่าวมีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ลดลงร้อยละ 20 และปริมาณไฮโดรคาร์บอนลดลงร้อยละ 10 เมื่อเทียบกับการใช้น้ำมันเบนซินปกติ
- แก้ปัญหาผลผลิตทางการเกษตรล้นตลาดอาทิอ้อยมันสำปะหลังโดยจำหน่ายได้ในราคาที่ดียิ่งขึ้นซึ่งส่งผลดีต่อประเทศชาติโดยรวมแม้ว่าอัตราสิ้นเปลืองของแก๊สโซฮอล์จะสูงกว่าน้ำมันเบนซินปกติเล็กน้อยแต่เมื่อเทียบกับราคาที่ถูกกว่า 4.0 บาทแล้วก็นับว่ายังคุ้มค่ากว่า
- การสร้างความมั่นคงด้านพลังงานจากการใช้วัตถุดิบที่ผลิตได้ภายในประเทศ

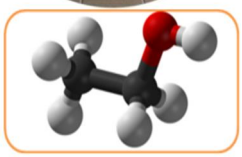
ดังนั้นเพื่อสร้างความมั่นคงด้านพลังงานของประเทศและชุมชนอย่างยั่งยืน เพื่อสร้างศักยภาพของชุมชนให้เป็นแหล่งผลิตพลังงาน และเพื่อสนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมเคมีชีวภาพในประเทศ คณะรัฐมนตรีจึงมีมติเห็นชอบยุทธศาสตร์การส่งเสริมแก๊สโซฮอล์ เมื่อวันที่ 9 ธันวาคม 2546 โดยกำหนดให้มีการใช้เอทานอลวันละ 1 ล้านลิตร ในปี 2549 ทดแทนสาร Methyl Tertiary Butyl Ether (MTBE) ในน้ำมันเบนซินออกเทน 95 และเพิ่มการใช้เอทานอลเป็น 2.96 ล้านลิตร ในปี 2554 เพื่อใช้แทนสาร MTBE ในน้ำมันเบนซินออกเทน 95 และทดแทนเนื้อน้ำมันในน้ำมันเบนซิน 91

ต่อมา กระทรวงพลังงานได้ประเมินสถานการณ์การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงและอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจ จึงได้ปรับเป้าหมายการใช้เอทานอลเป็นวันละ 2.4 ล้านลิตร เพื่อทดแทน MTBE ในน้ำมันเบนซิน 95 และทดแทนเนื้อน้ำมันในน้ำมันเบนซิน 91 ภายในปี 2554และจากแผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี (พ.ศ. 2551-2565) ได้กำหนดเป้าหมายการส่งเสริมการใช้เอทานอลปริมาณ 9 ล้านลิตรต่อวัน ภายในปี 2565 โดยภาครัฐได้มีนโยบายและมาตรการส่งเสริมสนับสนุนที่ชัดเจนมีการกำหนดภารกิจที่สำคัญโดยการสร้างตลาดเอทานอลอย่างยั่งยืน การรณรงค์ให้ความรู้และสร้างความเชื่อมั่นให้ผู้บริโภคอย่างจริงจัง การส่งเสริมอุตสาหกรรมเอทานอลแบบครบวงจรและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม รวมไปถึงการพัฒนาระบบโลจิสติกส์เพื่อลดต้นทุนการวิจัยและพัฒนาพืชพลังงานใหม่ๆ เพื่อลดการพึ่งพาน้ำมันและสร้างความมั่นคงด้านพลังงานอย่างยั่งยืนต่อไป

1.1. ประเภทของเอทานอล







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

1. แอลกอฮอล์ ที่ใช้รับประทานได้โดยตรง (Portable Alcohol)ส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมสุรา เครื่องสำอางค์ และยา

2. แอลกอฮอล์ ที่ไม่ใช้รับประทานโดยตรง (Industrial Alcohol) ตัวอย่างเช่น กรดอะซิตริก หรือกรดน้ำส้ม กรดมะนาว ที่สามารถนำไปใช้ต่อในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม อุตสาหกรรมทางการแพทย์ และนอกจากนี้ยังมีการนำไปใช้ ในอุตสาหกรรมเส้นใย และโลหะ

3. แอลกอฮอล์ ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงมีความบริสุทธิ์ สูง 95% หรือ 99.5-99.6%แอลกอฮอล์ ที่มีความบริสุทธิ์ แตกต่างกันนี้ สามารถนำมาใช้ทำเป็นเชื้อเพลิงได้ 3 แบบดังต่อไปนี้

3.1 แอลกอฮอล์ บริสุทธิ์ 95% ใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรงทดแทนน้ำมัน เบนซิน หรือ ดีเซล ใช้กับเครื่องยนต์ ที่มีอัตราส่วนการอัดสูง

3.2 แอลกอฮอล์ 99.5% - 99.6% เมื่อผสมกับน้ำมันเบนซิน จะเรียกกันว่า แก๊ซโซฮอล์โดยที่แก๊ซโซฮอล์ 95 หมายถึงการผสมน้ำมันเบนซิน 95 กับเอทานอล ในสัดส่วน 9:1 โดยที่ยังรักษาค่าออกเทนไว้ได้ในระดับเดิม สัดส่วนการผสมเอทานอล กับน้ำมันนั้น มีใช้กันอยู่ หลายประเภท ในหลากหลายประเทศ E85 เป็นชื่อที่เรียก เชื้อเพลิงที่ได้จากการผสม น้ำมันกับเอทานอล โดยมีสัดส่วนของเอทานอลสูงถึง 85% และมีค่าออกเทนสูง มีใช้กันในประเทศในแถบ บราซิล อเมริกา และยุโรปอย่างไรก็ดี น้ำมันชนิดนี้ไม่สามารถใช้ได้กับรถยนต์ รุ่นส่วนใหญ่ที่ใช้อยู่ในประเทศไทย เนื่องจากต้องเป็นรถยนต์ที่มีเครื่องยนต์ ที่ทนต่อการกัดกร่อนสูงกว่าปกติ ดังนั้น ในการใช้น้ำมันชนิดนี้ จึงจำเป็นต้องใช้เวลาในการเตรียมความพร้อมทั้งในด้านของผู้ใช้รถยนต์ และรวมถึงผู้จำหน่ายน้ำมันที่ต้องคำนึงถึงกระบวนการผลิตและขั้นตอนการจัดจำหน่าย (Electricity and Industry Magazine)

3.3 เป็นสารเคมีที่ช่วยเพิ่มค่าออกเทน ในน้ำมันโดยการเปลี่ยนรูป เอทานอล เป็น ETBE (Ethyl Tertiary Butyl Ether) สามารถใช้ทดแทนสาร MTBE (Methyl Tertiary Butyl Ether) ซึ่ง MTBE เป็นสารเติมแต่งในน้ำมันเบนซินที่หลายประเทศประกาศห้ามใช้เนื่องจากก่อให้เกิดมลภาวะในอากาศที่สูงกว่าสารเติมแต่งอื่นๆ

1.2. เทคโนโลยีและกระบวนการผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง

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

กระบวนการผลิตเอทานอล ประกอบด้วย กระบวนการเตรียมวัตถุดิบสำหรับผลิตเอทานอล กระบวนการหมัก และการแยกผลิตภัณฑ์เอทานอลและการทำให้บริสุทธิ์ ซึ่งในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบนั้น ถ้าเป็นประเภทแป้งหรือเซลลูโลส เช่นมันสำปะหลังและธัญพืช จะต้องนำไปผ่านกระบวนการย่อยแป้งหรือเซลลูโลสให้เป็นน้ำตาลก่อน ด้วยการใช้กรดหรือเอนไซม์ ส่วนวัตถุดิบประเภทน้ำตาล เช่นกากน้ำตาลหรือน้ำอ้อย เมื่อปรับความเข้มข้นให้เหมาะสมแล้วสามารถนำไปหมักได้

ในกระบวนการหมักจะเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ยีสต์ การเลือกใช้ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมกับวัตถุดิบที่นำมาหมัก จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการหมัก ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมัก คือ เอธิลแอลกอฮอล์ หรือเอทานอลที่มีความเข้มข้นประมาณร้อยละ 8-12 โดยปริมาตร

น้ำหมักที่ได้จากกระบวนการหมัก จะนำมาแยกเอทานอลออกโดยใช้กระบวนการกลั่นลำดับส่วน ซึ่งสามารถแยกเอทานอลให้ได้ความบริสุทธิ์ประมาณร้อยละ 95 โดยปริมาตร จากนั้นจึงเข้าสู่กรรมวิธีในการแยกน้ำโดยการใช้โมเลคูลาร์ซีพ (molecular sieve separation) เอทานอลที่ความบริสุทธิ์ร้อยละ 95 จะผ่านเข้าไปในหอดูดซับที่บรรจุตัวดูดซับประเภทซีโอไลต์ โมเลกุลของเอทานอลจะไหลผ่านช่องว่างของซีโอไลต์ออกไปได้ แต่โมเลกุลของน้ำจะถูกดูดซับไว้ ทำให้เอทานอลที่ไหลออกไปมีความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.5 ส่วนซีโอไลต์ที่ดูดซับน้ำไว้จะถูกรีเจนเนอเรตโดยการไล่น้ำออก เอทานอลความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.5 สามารถนำมาใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงได้ 3 รูปแบบ ได้แก่ (1) ใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงโดยตรงเพื่อทดแทนน้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซล (2) ใช้ผสมกับน้ำมันเบนซิน เรียกว่า แก๊สโซฮอล์ (Gasohol) หรือผสมกับน้ำมันดีเซล เรียกว่า ดีโซฮอล์ (Diesohol) (3) ใช้เป็นสารเพิ่มค่าออกเทน ของน้ำมันให้กับเครื่องยนต์ โดยการเปลี่ยนรูปเอทานอลมาเป็นสาร ETBE (Ethyl Tertiary Butyl Ether) สามารถทดแทนสาร MTBE (Methyl Tertiary Butyl Ether)

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

- ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ
- ขั้นตอนการเตรียมหัวเชื้อและการหมัก
- ขั้นตอนการแยกผลิตภัณฑ์เอทานอลและทำให้บริสุทธิ์
- ขั้นตอนการใช้ประโยชน์ผลิตภัณฑ์รองหรือผลพลอยได้จากของเสียโรงงานเอทานอล

ดังที่แสดงในรูปแผนผังแสดงขั้นการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังและอ้อยในโรงงานต้นแบบของ วว.ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.2.1 การเตรียมวัตถุดิบก่อนการหมัก

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

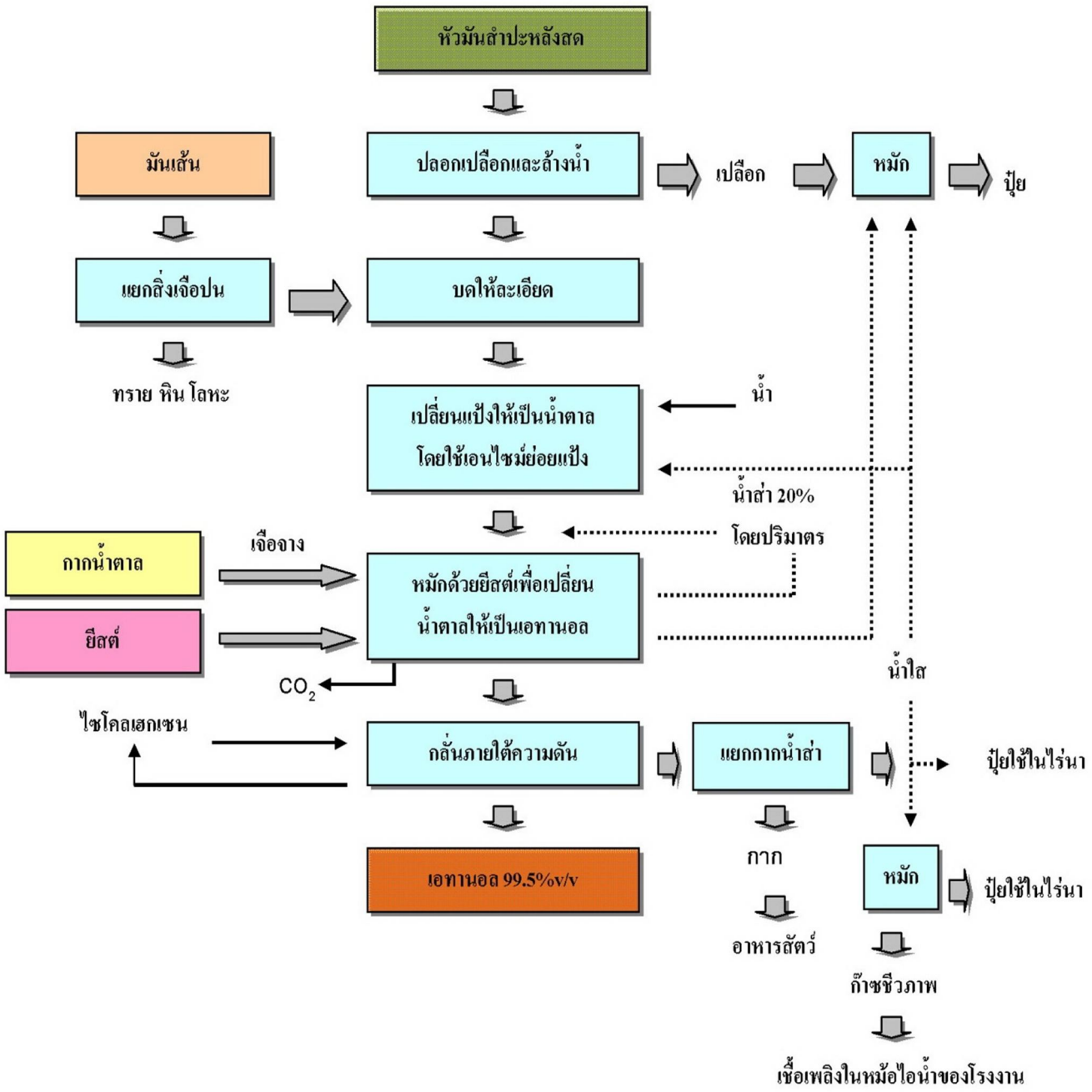
กระบวนการทางเคมีและชีวเคมี เพื่อเปลี่ยนแป้งให้อยู่ในรูปน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว หรือกลูโคสที่นิยมใช้ส่วนใหญ่ ประกอบด้วย 2 วิธีการ คือ

- วิธีการ 1: Acid hydrolysis ซึ่งเป็นวิธีการใช้กรดย่อยแป้ง
- วิธีการ 2: Enzymatic hydrolysis เป็นวิธีการใช้เอนไซม์ในการย่อยแป้ง

วิธีการใช้เอนไซม์ในการย่อยแป้งจะเป็นที่นิยมมากกว่า เนื่องจากเป็นวิธีการที่สะดวกและประหยัดในเรื่องของต้นทุน รวมทั้งไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม เช่น การใช้หัวมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบ จะใช้เอ็นไซม์ 2 ชนิด ได้แก่

1) อัลฟา-อะไมเลส (α-amylase) ในขั้นตอนที่เรียกว่า Liquefaction และ

2) กลูโค-อะไมเลส หรือ เบต้า-อะไมเลส (Glucoamylase or β-amylase) ในขั้นตอนที่เรียกว่า Saccharification



รูปแผนผังแสดงขั้นตอนการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังและอ้อยในโรงงานต้นแบบของ วว.

ที่มา: การศึกษาเปรียบเทียบเทคโนโลยีการผลิตเอทานอลของสหรัฐอเมริกาและไทย, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (ศว.)กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงพลังงานกุมภาพันธ์ 2551

1.2.2 การเตรียมหัวเชื้อ (Inoculum) และการหมัก (Fermentation)

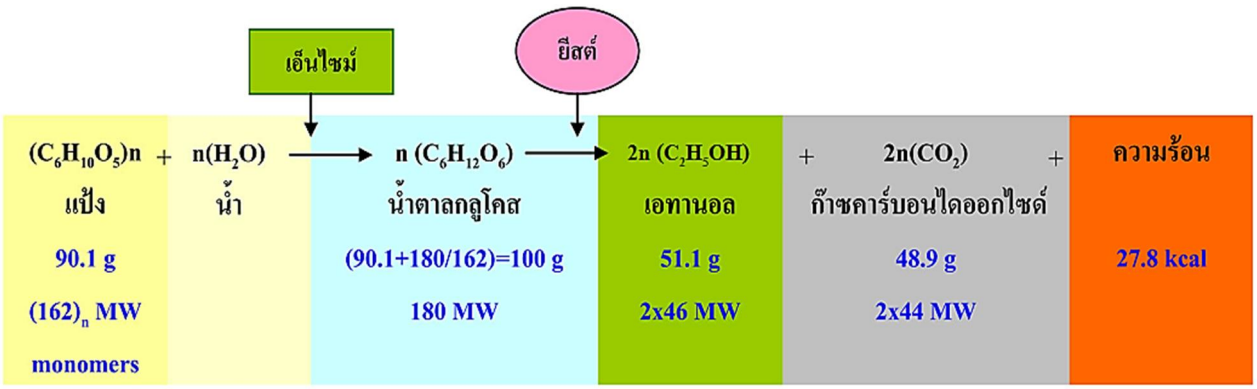
1.2.2.1 การเตรียมหัวเชื้อ (Inoculum)

ขั้นตอนการเตรียมหัวเชื้อ เพื่อให้ได้เชื้อจุลินทรีย์ที่แข็งแรงและมีปริมาณมากเพียงพอสำหรับในการหมัก รวมทั้งต้องปราศจากการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์อื่นที่ไม่ต้องการ เมื่อเตรียมหัวเชื้อเรียบร้อยแล้วจึงถ่ายลงในถังหมักผสมกับวัตถุดิบ จากนั้นทำการปรับและควบคุมสภาวะของการหมัก เช่น อัตราการให้อากาศ (aeration rate) อัตราการกวน (agitation rate) ค่าความเป็นกรด/เบส (pH)

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

1.2.2.2 การหมัก (Fermentation)

ขั้นตอนการหมักเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีที่เกิดจากการทำงานของเชื้อยีสต์ในการเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคส ภายใต้สภาพที่ปราศจากออกซิเจนหรือมีออกซิเจนเพียงเล็กน้อยให้เป็นแอลกอฮอล์ โดยทั่วๆ ไป การหมักแบบครั้งคราว (batch fermentation) จะใช้เวลาประมาณ 2-3 วันเพื่อให้ได้แอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นประมาณร้อยละ 8-12 โดยปริมาตร ซึ่งตามทฤษฎียีสต์จะเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสเป็นแอลกอฮอล์ได้ร้อยละ 51.1 และก๊าซคาร์บอนได ออกไซด์ ร้อยละ 48.9 โดยน้ำหนัก และมีความร้อนเกิดขึ้นด้วย ดังสมการเคมีในรูปแสดงขั้นตอนการเปลี่ยนแป้งเป็นเอทานอลข้างล่างนี้



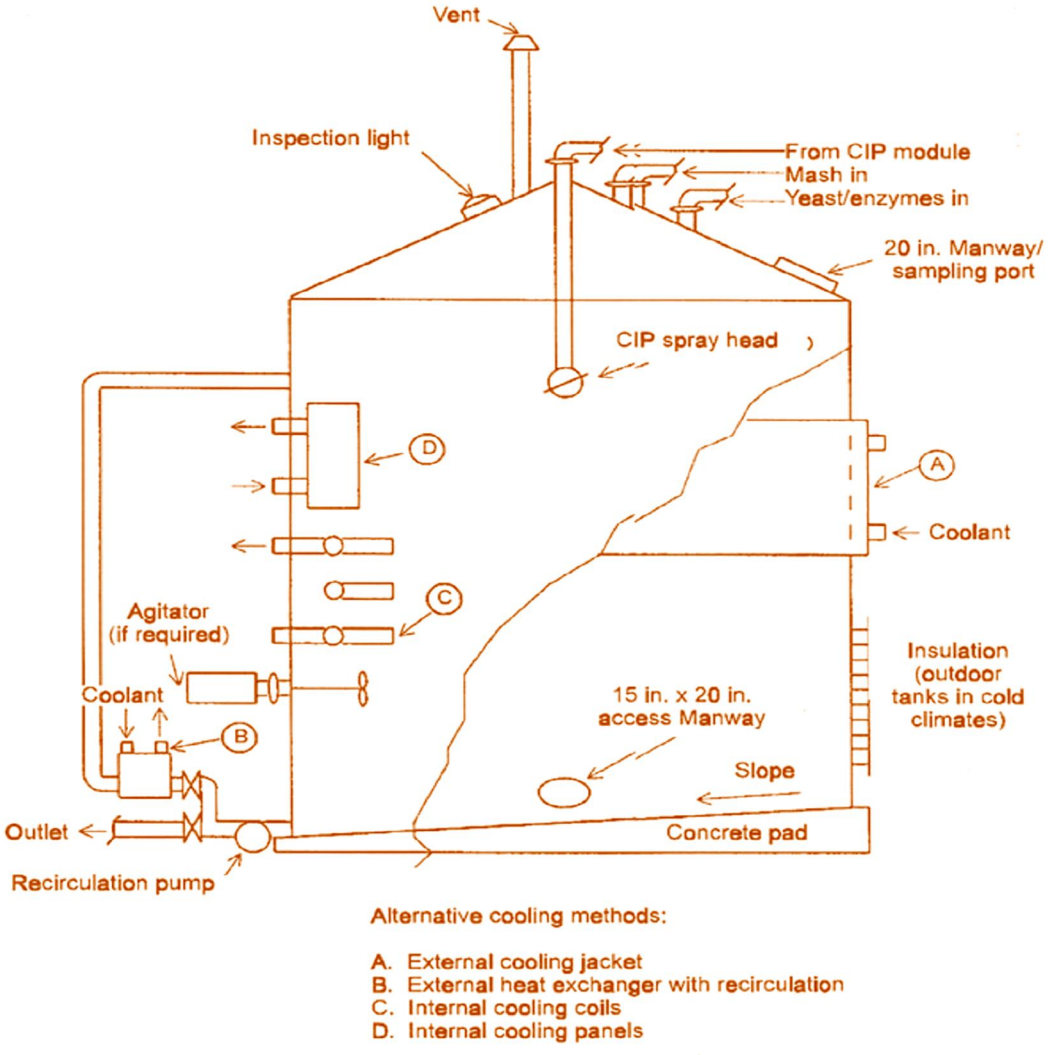
รูปแสดงการเปลี่ยนแป้งเป็นเอทานอล

ในทางปฏิบัติ น้ำตาลเพียงร้อยละ 95 เท่านั้น ที่จะเปลี่ยนไปเป็นแอลกอฮอล์ได้นอกจากนั้นยีสต์จะใช้น้ำตาลสำหรับการเจริญเติบโตของตัวมันเองและเปลี่ยนเป็นผลพลอยได้อื่นๆ ได้แก่ อะซีตัลดีไฮด์ร้อยละ 0-0.03 กรดน้ำส้มร้อยละ 0.05-0.25 กลีเซอรีนร้อยละ 2.5-3.6กรดแลคติกร้อยละ 0-0.2 กรดซัคซินิคร้อยละ 0.5-0.77 น้ำมันฟิวเซลหรือฟิวเซลออยล์ร้อยละ0.25-0.5 และฟิวเฟอรัลจำนวนเล็กน้อย โดยการหมักแอลกอฮอล์นั้น สามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่

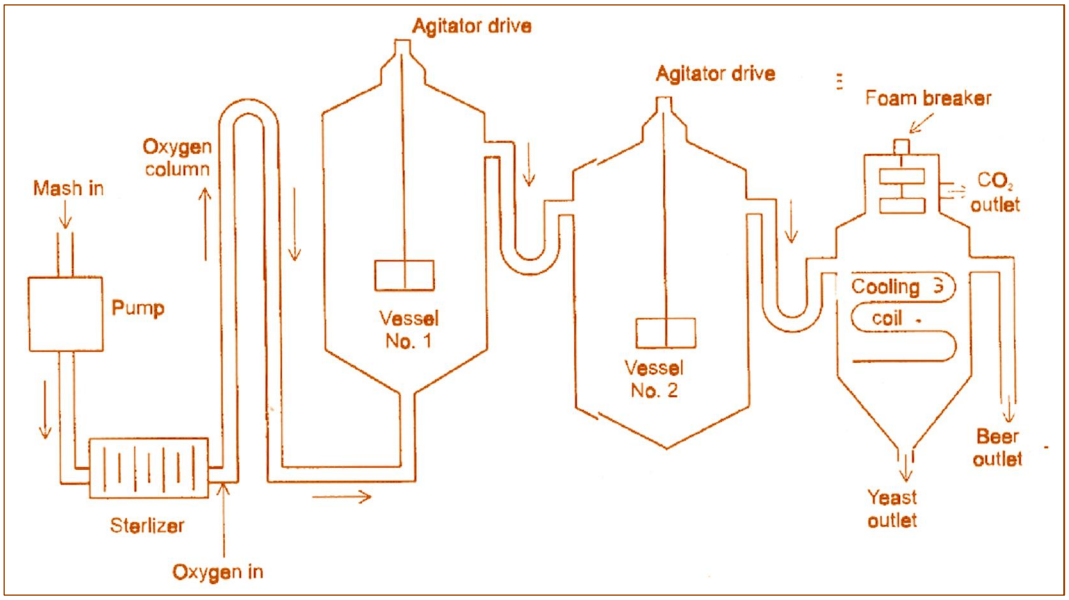
1. การหมักแบบครั้งคราว (batch fermentation) เป็นกระบวนการหมักผลิตภัณฑ์โดยอาศัยการเติมวัตถุดิบ สารอาหาร และหัวเชื้อ ลงไปในถังหมักเพียงครั้งเดียวตลอดการหมัก

2. การหมักแบบเฟสแบท (fed batch fermentation) เป็นกระบวนการหมักที่มีการเติมวัตถุดิบและสารอาหารลงไปในถังหมักมากกว่า 1 ครั้ง ขึ้นไปเพื่อให้เชื้อจุลินทรีย์สามารถใช้วัตถุดิบและสารอาหารได้ในปริมาณสูงขึ้น

3. การหมักแบบต่อเนื่อง (continuous fermentation) เป็นกระบวนการหมักที่มีการเติมวัตถุดิบและสารอาหารเข้าไปในถังหมักตลอดเวลา ขณะเดียวกันก็มีการแยกเอาผลิตภัณฑ์ออกมาตลอดเวลาเช่นกัน ทำให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้สูงสุดในระยะเวลาเท่ากันเมื่อเทียบกับการหมักทั้งสองชนิดที่กล่าวมา



รูปแสดงถังหมักแบบ (Batch)



รูปแสดงถังหมักแบบต่อเนื่อง (แสดงรูปแบบเพียง 2 ถัง)

1.2.2.3 การแยกผลิตภัณฑ์เอทานอลและการทำให้บริสุทธิ์

เป็นขั้นตอนในการแยกผลิตภัณฑ์เอทานอลที่มีความเข้มข้นประมาณร้อยละ 8-12 โดยปริมาตร ออกจากน้ำหมักหรือน้ำส่า โดยใช้กระบวนการทางเคมี ได้แก่ กระบวนการกลั่นลำดับส่วน ซึ่งสามารถแยกเอทานอลให้ได้ความบริสุทธิ์ร้อยละ 95.6 โดยปริมาตร (ในทางปฏิบัติจะเรียกว่าเอทานอลร้อยละ 95) อย่างไรก็ตามการกลั่นที่ความดันบรรยากาศจะไม่สามารถผลิตเอทานอลให้มีความเข้มข้นสูงกว่านี้ได้ เนื่องจากเกิดองค์ประกอบที่เป็นของผสมอะซีโอโทรป (Azeotropic mixure) หรือของผสมของสารที่มีจุดเดือดคงที่ แต่สำหรับการนำไปใช้ในวัตถุประสงค์เพื่อเป็นเชื้อเพลิง จะต้องทำให้เอทานอลมีความบริสุทธิ์สูงขึ้นที่ระดับไม่ต่ำกว่าร้อยละ 99.5 โดยปริมาตร มีชื่อเรียกว่า เอทานอลไร้น้ำ (Anhydrous หรือ Absolute ethanol) ดังนั้นจำเป็นต้องใช้เทคนิคอื่นๆ มาช่วยแยกน้ำออกจากแอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 95.6 โดยปริมาตรกรรมวิธีหรือเทคโนโลยีในการแยกน้ำเพื่อผลิตเอทานอลไร้น้ำที่นิยมใช้มีอยู่ 3 แบบ ประกอบด้วย

1. กระบวนการแยกด้วยวิธีกลั่นสกัดแยกกับสารตัวที่สาม (extractive distillation withthe third component) วิธีนี้เป็นวิธีดั้งเดิมที่ใช้กันมาเป็นเวลานาน ปัจจุบันก็ยังใช้กันในเชิงพาณิชย์อยู่ แต่ได้มีการปรับเปลี่ยนสารตัวที่สามจากเดิมที่ใช้สารเบนซีน(Benzene)มาใช้สารไซโคลเฮกเซน (Cyclo-hexane) ซึ่งมีอันตรายน้อยกว่าแทน

2. กระบวนการแยกด้วยวิธีเมมเบรน (membrane pervaporation) ซึ่งจะใช้เยื่อหุ้มบางมาเป็นตัวซึมผ่าน และระเหยกลายเป็นไอเพื่อแยกน้ำออกจากเอทานอล

3. กระบวนการแยกด้วยวิธีโมเลคูลาซีฟ (molecular sieve separation) โดยการให้เอทานอลมีน้ำ (hydrous ethanol) ผ่านวัสดุที่มีรูพรุนสูง เช่น Zeolite เพื่อให้รูพรุนนั้นดักเอาน้ำออกโดยทั้ง 3 กระบวนการดังกล่าวมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันไป การพิจารณาเลือกใช้จึงขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ของเอทานอลที่ได้รับว่าจะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมประเภทใด ความสะดวกในการปฏิบัติงาน และต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินการด้วย อย่างไรก็ตามกระบวนที่ได้รับความนิยมมากสุดและใช้ในอุตสาหกรรมเอทานอลของไทยคือ กระบวนการแยกด้วยวิธีโมเลคูลาซีฟ

1.3. วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเอทานอล

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเอทานอลโดยกระบวนการหมักจากวัตถุดิบทางการเกษตร สามารถแบ่งตามกลุ่มพืชผลการเกษตรที่ใช้ออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆคือ

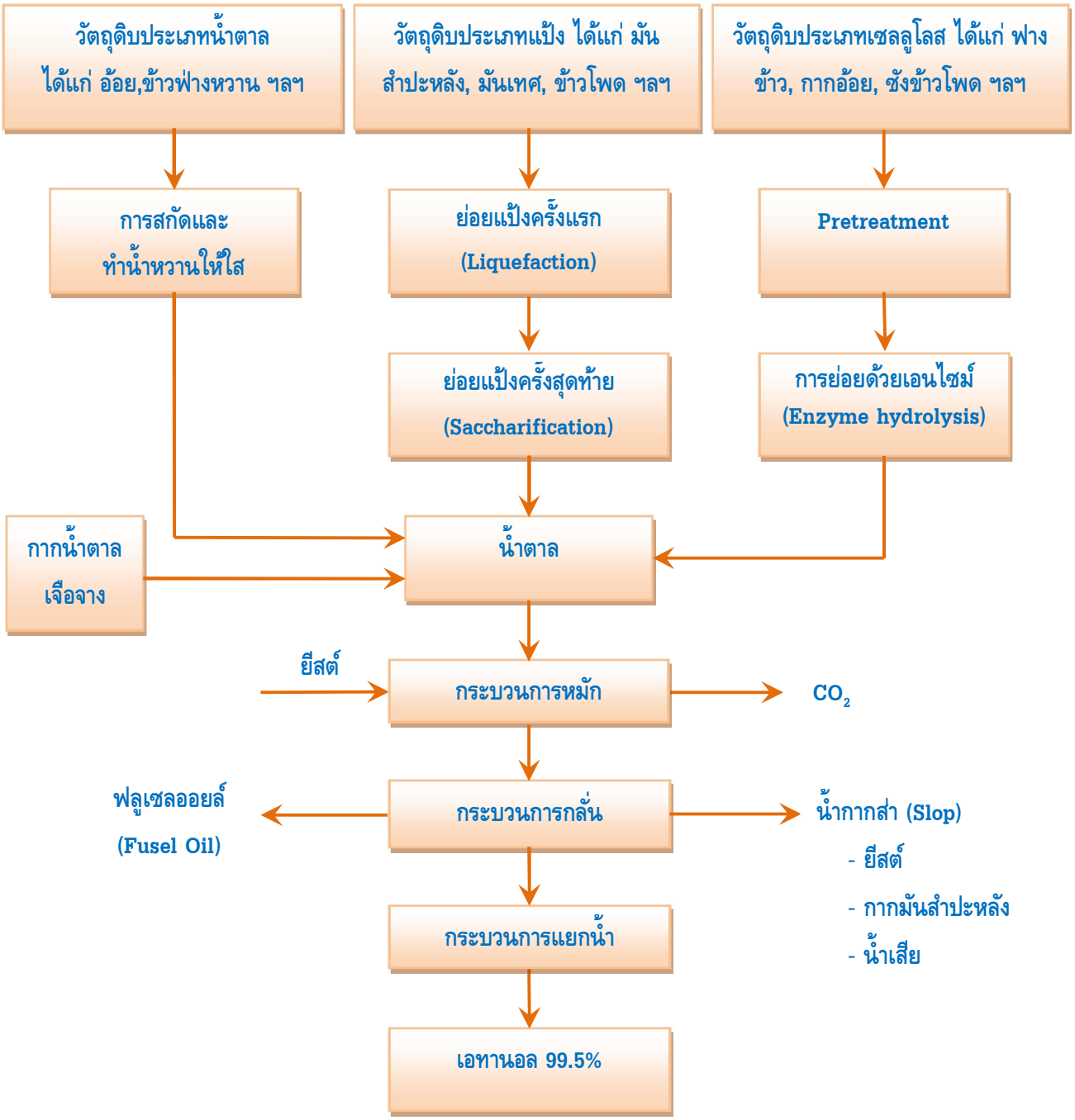
1.3.1 การผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบประเภทน้ำตาล(Sugar) ได้แก่ อ้อย กากน้ำตาล และหัวผักกาดหวาน (Sugar beet) ยีสต์สามารถใช้วัตถุดิบประเภทนี้ได้เลยโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการใดๆ โดยวัตถุดิบเหล่านี้จะมี น้ำตาลซูโครส (Sucrose) เป็นองค์ประกอบหลัก โครงสร้างของน้ำตาลซูโครสและสมการเปลี่ยนเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวเพื่อใช้ในกระบวนการหมัก ดังสมการ

$$\underset{\text{(MW 342)}}{\text{100 lbs Sucrose}} + \underset{\text{(MW 18)}}{\text{5.26 lbs Water}} \longrightarrow \underset{\text{(MW 360)}}{\text{105.26 lbs Glucose and Fructose}}$$

สมการการย่อยสลายน้ำตาลซูโครสเป็นน้ำตาลกลูโคสและฟรุกโตส

$$\underset{\substack{\text{Glucose}\\ \text{100 lbs}}}{C_6H_{12}O_6} + \text{YEAST} \longrightarrow \underset{\substack{\text{Carbon dioxide}\\ \text{48.89 lbs}}}{2nCO_2} + \underset{\substack{\text{Ethanol}\\ \text{51.11 lbs}}}{2C_2H_5OH}$$

สมการการผลิตเอทานอลจากน้ำตาลกลูโคสโดยกระบวนการหมัก



รูปแสดงขั้นตอนการผลิตเอทานอลโดยกระบวนการหมักจากวัตถุดิบทางการเกษตร

1.3.2 การผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบประเภทแป้ง(Starch) ได้แก่ มันสำปะหลัง (รวมทั้งมันเส้น) ธัญพืช และมันฝรั่ง เป็นต้น โดยแป้งจะเป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคส เมื่อนำมาผ่านกระบวนการย่อยจะได้น้ำตาลกลูโคสที่สามารถเข้าสู่การหมัก

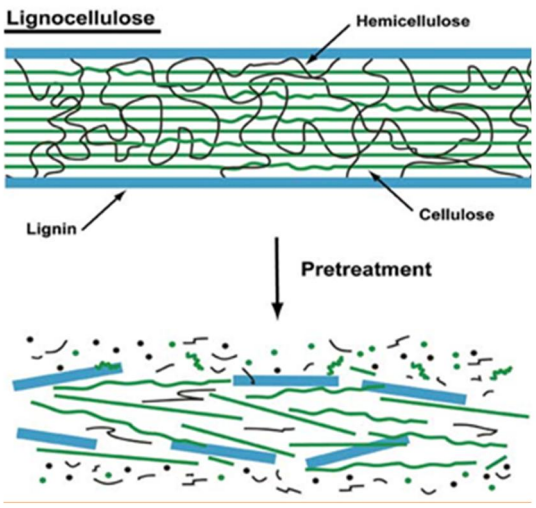
ในกระบวนการผลิตเอทานอลนั้น แป้งในวัตถุดิบจะต้องถูกย่อยให้ได้น้ำตาลกลูโคสซึ่งเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวก่อน ยีสต์จึงจะสามารถเปลี่ยนน้ำตาลเป็นเอทานอลได้ ซึ่งการย่อยแป้งประกอบด้วย 2 ขั้นตอนคือ

1) การย่อยครั้งแรกหรือการทำให้เหลว (Liquefaction) ขั้นตอนนี้จะใช้กรดหรือเอนไซม์กลุ่มแอลฟาอะมิเลส(alpha-amylase) ย่อยแป้งที่อุณภูมิประมาณ 100-105°C ให้ได้โมเลกุลขนาดเล็กลง และมีความหนืดลดลง ของเหลวที่ได้จะมีค่าสมมูลเด็กโทรส (Dextrose equivalent ; DE) อยู่ในช่วง 10-15% เรียกว่า มอลโตเด็กซ์ทริน (Maltodextrin)

2) การย่อยครั้งสุดท้ายหรือการทำให้หวาน (Saccharification) สารละลายน้ำตาลที่ได้จากการย่อยแป้งควรมีสมมูลเด็กซ์โทรส (Dextrose equivalent ; DE) สูง ยีสต์จึงจะทำงานได้ดี ขั้นตอนนี้จะใช้เอนไซม์กลูโคอะมิเลส (glucoamylase) เข้าไปย่อยให้ได้น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว โดยจะใช้เวลาในการย่อยระหว่าง 60-72 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 60°C เมื่อสิ้นสุดการย่อยจะให้ความร้อนเพื่อหยุดกิจกรรมเอนไซม์และฆ่าเชื้อที่อาจปนเปื้อนก่อนที่จะเข้ากระบวนการหมักยีสต์จะเปลี่ยนน้ำตาลเป็นเอทานอลเมื่ออยู่ในสภาพปราศจากอากาศ (หรือมีอากาศจำกัด)

1.3.3 การผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบประเภทลิกโนเซลลูโลส (Lignocellulose) ส่วนมากวัตถุดิบกลุ่มนี้จะเป็นผลิตผลพลอยได้จากการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร ได้แก่ ฟางข้าว กากอ้อย ซังข้าวโพด และของเสียจากอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ เป็นต้น ซึ่งวัตถุดิบประเภทลิกโนเซลลูโลสประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ 3 ชนิดคือ เซลลูโลส (cellulose), เฮมิเซลลูโลส(hemicellulose), ลิกนิน (lignin) และสารประกอบอื่นๆ เซลลูโลสเป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคสต่อกันเป็นสายยาวและอยู่ในรูปผลึก มีลักษณะเป็น เส้นใยเหนียวและไม่ละลายน้ำ เฮมิเซลลูโลสเป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลเพนโตส (pentose) หลายชนิด เช่น ไซโลส (xylose), แมนโนส (mannose) และอะราบิโนส (arabinose) เป็นต้น ไม่ละลายน้ำและเสถียรน้อยกว่าเซลลูโลสมาก ลิกนินเป็นพอลิเมอร์ของ Phenylpropane ทนต่อการย่อยสลายอย่างมาก ดังนั้นในการผลิตเอทานอลจากลิกโนเซลลูโลสจึงประกอบด้วยขั้นตอนหลักๆ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นตอนการทำ Pretreatment เป็นการแตกพันธะที่เซลลูโลสจับกับสารประกอบอื่นๆ ออกเพื่อให้เอนไซม์เซลลูเลส (cellulose) สามารถเข้าถึงและย่อยเซลลูโลสได้ง่ายขึ้น วิธีการทำ Pretreatment มีหลายวิธี ทั้งวิธีทางเคมีได้แก่ การย่อยด้วยกรดเจือจาง , ย่อยด้วยกรดเข้มข้น และย่อยด้วยด่าง เป็นต้น วิธีทางกายภาพ ได้แก่ การระเบิดด้วยไอน้ำ (steam explosion) เป็นต้น หรืออาจใช้ทั้ง 2 วิธีร่วมกันได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบเป็นสำคัญ



ที่มา : http://www.ethanolproducer.com

2) ขั้นตอนการย่อย (Hydrolysis) มี 2 วิธี คือ การย่อยด้วยกรดและการย่อยด้วยเอนไซม์ การย่อยด้วยกรดจะมี 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกจะเป็นการย่อยเฮมิเซลลูโลสให้ได้น้ำตาลเพนโตส จากนั้นขั้นตอนที่สองจะเป็นการย่อยเซลลูโลสให้ได้น้ำตาลกลูโคส ส่วนการ

ย่อยด้วยเอนไซม์เทคโนโลยีที่ใช้ปัจจุบันคือ Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF) เป็นการรวมการย่อยและการหมักในถังหมักเดียวกัน

3) ขั้นตอนการหมักน้ำตาลที่ได้ให้เป็นเอทานอล โดยเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถใช้น้ำตาลชนิดนั้นๆ ได้ กระบวนการการผลิตเอทานอลโดยกระบวนการหมักจากวัตถุดิบทางการเกษตรทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ วัตถุดิบประเภทน้ำตาล วัตถุดิบประเภทแป้ง และวัตถุดิบประเภทลิกโนเซลลูโลส

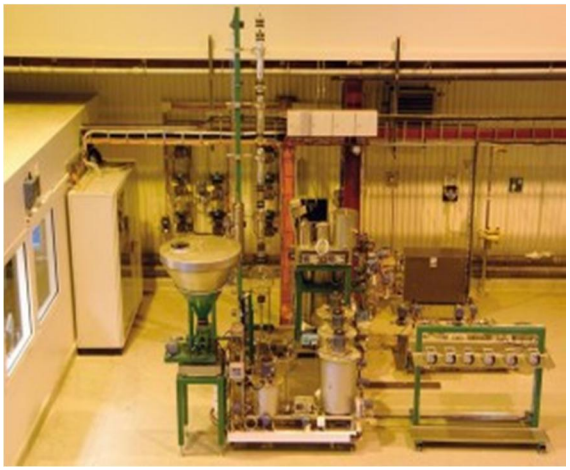
ปัจจุบันการผลิตเอทานอลในประเทศ จะใช้วัตถุดิบทั้งประเภทแป้ง เช่น มันสำปะหลังและประเภทน้ำตาล เช่น กากน้ำตาลซึ่งเป็นผลพลอยได้จากโรงงานผลิตน้ำตาลจากอ้อย เป็นวัตถุดิบหลักที่ใช้ในกระบวนการผลิต ซึ่งสามารถเปรียบเทียบข้อมูลการผลิตเอทานอล 1 ลิตร ของวัตถุดิบแต่ละประเภทได้ดังแสดงดังตารางที่ 1-2

ตารางที่ 1-2 เปรียบเทียบชนิดและปริมาณของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเอทานอล 1 ลิตร

ชนิดของวัตถุดิบ	ปริมาณวัตถุดิบ (ก.ก./เอทานอล 1 ลิตร)*
อ้อย (sugar cane)	12.7 - 14.3
กากน้ำตาล (molasses)	4-6
ข้าวฟ่างหวาน (sweet sorghum)	14
หัวบีท (sugar beet)	10.3
มันสำปะหลัง (cassava)	5.45-6.50
มันฝรั่ง (potatoes)	8.50
ข้าวโพดโดยกระบวนการโม่เปียก (wet milling)	3.68
ข้าวโพดโดยกระบวนการโม่แห้ง (dry milling)	2.58
ข้าวสาลี (wheat)	2.60
ข้าวฟ่าง (millet)	2.30
ข้าวเปลือก (paddy rice)	2.25
ไม้ (wood)	3.85

* ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของแป้งหรือน้ำตาลที่มีในวัตถุดิบ

1.4. เทคโนโลยีการผลิตในปัจจุบัน



สำหรับเทคโนโลยีการผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบจำพวกแป้งและน้ำตาลได้รับการวิจัยและพัฒนาจนกระทั่งจำหน่ายเป็น Know-how มากมายทั่วโลก ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมีรายละเอียดดังนี้

(1) "BIOSTIL" เป็นเทคโนโลยีการผลิตที่พัฒนาโดย Alfa-Laval AB. ประเทศสวีเดน จุดเด่นของเทคโนโลยีนี้คือ ใช้ยีสต์สายพันธุ์พิเศษ Schizosaccharomyces pombe ซึ่งสามารถใช้กากน้ำตาลที่ความเข้มข้นสูง 40-45OBrix ได้ ซึ่งความเข้มข้นน้ำตาลสูงจะทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้ออื่นได้น้อย ซึ่งภายหลังการหมักสิ้นสุด สารละลายที่ได้จะผ่านเข้าเครื่องเหวี่ยงความเร็วสูงแยกครีมยีสต์ออกมาหมุนเวียนกลับเข้าถังหมักใหม่ ซึ่งยีสต์มีการเจริญเติบโตเต็มที่แล้วจึงไม่ต้องเติมสารอาหารเข้าในระบบและยังได้ผลผลิต (yield) สูง ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นเอทานอลและการกลั่นมีค่าร้อยละ 92 และร้อยละ 99 ตามลำดับ นอกจากนี้ระบบใช้ถังหมักเพียงพังเดียว ทำให้ใช้พื้นที่น้อย ระบบควบคุมอัตโนมัติ ทำให้ง่ายต่อการควบคุม ใช้เครื่องมือน้อยทำให้ต้นทุนคงที่ต่ำ แต่ความเข้มข้นของเอทานอลเพียง 5 - 7% โดยปริมาตร เท่านั้น ทำให้ต้องใช้พลังงานมากในการกลั่น

(2) "HIFERM-GR" หรือ "CASCADE" เป็นระบบที่พัฒนาโดยบริษัท Vogelbusch Ges.m.b.H. ประเทศออสเตรีย โรงงานที่ใช้เทคโนโลยีกระจายอยู่ในทวีปยุโรป อินโดนีเซีย สหรัฐอเมริกา และแคนาดา เป็นต้น จุดเด่นของเทคโนโลยีนี้คือ ประสิทธิภาพในการหมักสูงร้อยละ 90 ได้เอทานอลที่มีความเข้มข้นสูงร้อยละ 8.5-9.5 โดยน้ำหนัก ทำให้ใช้พลังงานในการกลั่นต่ำ ต้นทุนการผลิตต่ำ ทนต่อเกลือแคลเซียมที่ความเข้มข้นสูง และเวลาที่ใช้ในการหมักต่ำ

(3) "HOECHST-UHDE" จุดเด่นของเทคโนโลยีนี้คือ ยีสต์ที่ใช้เป็นชนิดลอยตัวขึ้น (flocculating yeast) และถังหมักเป็นชนิด loop reactor ซึ่งทำให้การหมักสิ้นสุดรวมเร็วและรักษาความเข้มข้นของยีสต์ให้สูงสุดตลอดการหมักจะได้ความเข้มข้นของเอทานอลร้อยละ 7.5-80 โดยปริมาตร โรงงานที่ใช้เทคโนโลยีนี้คือ โรงกลั่น Diana ซึ่งเป็นโรงกลั่นขนาดใหญ่ที่ประเทศบลาซิลผลิตได้ 75,000 ลิตรต่อวัน ข้อดีและข้อเสียของระบบนี้เหมือนระบบ BIOSTIL

(4) "LURGI" พัฒนาโดย Messrs. LURGI เป็นระบบต่อเนื่องที่ใช้ถังหมัก 6 ถังเรียงกัน ซึ่งภายในมียีสต์ที่ตรึงไว้บน sodium- หรือ calcium-alginate (immobilized yeast) วัตถุดิบจะไหลเข้าถังหมักที่ 1 ความเข้มข้นของเอทานอลจะสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องและน้ำหมักที่ออกจากถังหมักที่ 6 จะเข้ากระบวนการกลั่นต่อไป ยีสต์ในแต่ละถังจะมีการปรับตัวให้เข้ากับความเข้มข้นของเอทานอล อย่างไรก็ตามข้อจำกัดของเทคโนโลยีนี้คือ จะต้องมีการเติมสารอาหารให้ยีสต์ในแต่ละถังเจริญเติบโต เนื่องจากสารอาหารบางส่วนจะ

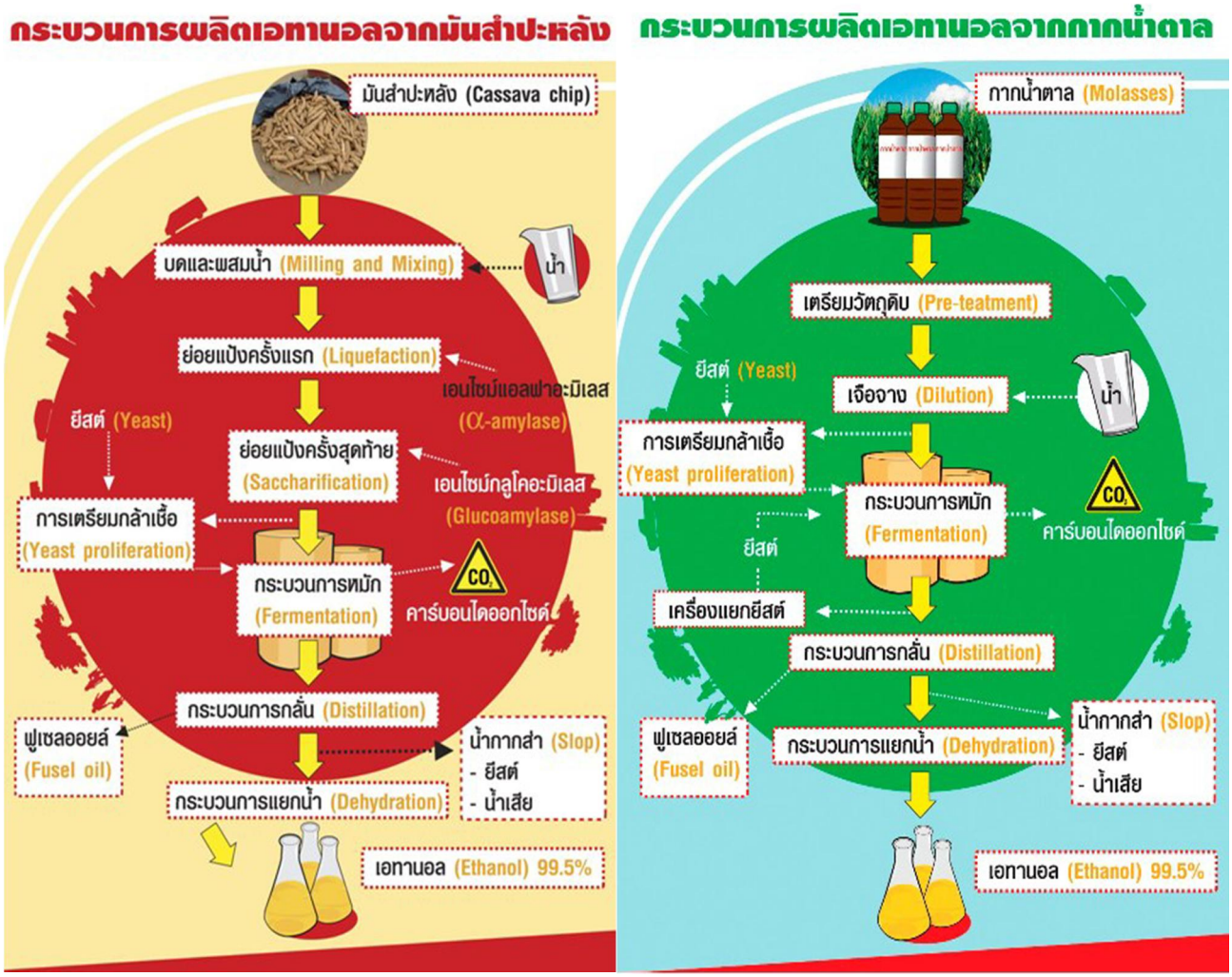
ออกมาพร้อมกับน้ำหมักและต้องไม่ให้มีซูโครสหรือน้ำตาลอินเวิร์ทออกมาด้วย เนื่องจากจะทำให้ผลผลิต (yield) ที่ได้ลดลง

(5) “STARCOSA” เป็นระบบการหมักต่อเนื่อง 2 ขั้นตอนที่พัฒนาโดย STARCOSA ประเทศเยอรมัน มีการนำ micro-filtration membrane มาใช้แทนการฆ่าเชื้อวัตถุดิบก่อนเข้าถังหมักและป้องกันไม่ให้ยีสต์ออกจากถังหมัก ขั้นตอนแรกจะเป็นถังหมักที่ใช้เพื่อเพิ่มปริมาณเซลล์ยีสต์ จะมีความเข้มข้นของยีสต์สูง ขั้นตอนที่ 2 จะเป็นการหมักให้ได้เอทานอล ยีสต์จะมีการหมุนเวียนระหว่างถังหมักทั้ง 2 ถัง ความเข้มข้นของเอทานอลที่ได้ประมาณร้อยละ 6.5-80 โดยปริมาตร ส่วนข้อจำกัดของเทคโนโลยีนี้คือต้นทุนสูง

ปัจจุบันโรงงานที่สร้างใหม่เกือบทุกโรงงานจะใช้ Molecular Sieve Technology ทดแทนการกลั่น ซึ่งมีข้อดีคือ ลดการใช้พลังงานและน้ำ ระบบควบคุมอัตโนมัติและเป็นหน่วยอิสระที่สามารถแยกส่วนออกจากระบบเพื่อนำไปใช้ในงานอื่นได้ หรือใช้เทคโนโลยี Memdrane Pervaporator ซึ่งจะใช้หลักการทำงานของเมมเบรน (permeate membrane) ร่วมกับการระเหย(Evaporation) ทำให้ต้นทุนและความยุ่งยากในการทำเอทานอลบริสุทธิลดลง

สำหรับโรงงานผลิตเอทานอลของไทยนั้น ส่วนใหญ่ใช้เทคโนโลยีการผลิตจากประเทศอินเดีย ฝรั่งเศล และจีน เนื่องจากบริษัทเหล่านี้มีประสบการณ์ในการสร้างโรงงานและสร้างระบบผลิตเอทานอล อีกทั้งใช้ต้นทุนในการสร้างที่ถูกกว่า ซึ่งบริษัทจากประเทศอินเดีย ได้แก่ บริษัท Praj และบริษัท Alfa Laval, บริษัทจากประเทศฝรั่งเศล ได้แก่ บริษัท Maguin Interis ส่วนบริษัทจาก ประเทศจีน ได้แก่ Shandong Machinery & Equipment Import & Export Group Corporation (SDMECO) และบริษัท China Light Industrial Corporation for Foreign Economic and Technical Co-Operation เป็นต้น

ตารางที่ 1-3 เป็นการเปรียบเทียบเทคโนโลยีการผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบแป้งและน้ำตาลแสดงในและ ตารางที่ 1-4 เป็นกระบวนการผลิตเอทานอลโดยทั่วไปจะเป็นกระบวนการหมักโดยใช้จุลินทรีย์เทคโนโลยีการผลิตเอทานอลที่นิยมใช้ในประเทศไทย มีลักษณะเด่นที่คล้ายคลึงกัน



ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (http://www.dede.go.th)

รูปแสดงวิธีการผลิตเอทานอลโดยกระบวนการหมักจากวัตถุดิบทางการเกษตร

ตารางที่ 1-3 เปรียบเทียบเทคโนโลยีการผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบแป้งและน้ำตาล

ปัจจัย	Batch	Cascade	BIOSTIL	UHDE	LURGI	STARCOSA
ความเข้มข้นยีสต์ (กรัม/ลิตร)	3 - 8	6 - 10	40 - 55	50	35 - 45	120 - 150
ผลผลิตที่ได้ (% yield)	88 - 92	90 - 92	90 - 92	90 - 95	85 - 95	94
ความเข้มข้นเอทานอล (% โดยปริมาตร)	7 - 9	8 - 10	5 - 7	6.5 - 7.5	8 - 9	7 - 8
Productivity (1 Eth./m^3-hr)	1.5 - 7	3 - 30	7	15 - 17	12 - 15	21

ตารางที่ 1-4 ลักษณะเด่นของเทคโนโลยีการผลิตเอทานอลในประเทศไทยที่นิยมใช้

ผู้ผลิตเทคโนโลยี	ประเทศ	ลักษณะเด่น	
		กากน้ำตาล	มันสำปะหลัง
1. AIFA LAVAL	อินเดีย	o หมักแบบต่อเนื่องแบบถังเดียว (Single Fermentor Continuous) o กลั่นแบบ 2 คอลัมน์แบบ Multi pressure	o หมักแบบ Batch แบบ SSF o กลั่นแบบหลายคอลัมน์แบบ Multi pressure
2. KATZEN	สหรัฐอเมริกา	o หมักแบบ Fed-Batch แบบ SSF o กลั่นแบบหลายคอลัมน์แบบ Multi pressure	o หมักแบบ SSF o กลั่นแบบ 2 คอลัมน์แบบ Multi pressure
3. MAGUIN	ฝรั่งเศส	o หมักแบบหลายถังต่อเนื่อง (Cascade Continuous) o กลั่นแบบ 2 คอลัมน์	o หมักแบบหลายถังต่อเนื่อง (Cascade Continuous) o กลั่นแบบ 2 คอลัมน์
4. PRAJ	อินเดีย	o หมักแบบต่อเนื่อง (Continuous) o กลั่นแบบ 2 คอลัมน์แบบ Multi pressure	o หมักแบบ Continuous แบบ SSF o กลั่นแบบ 2 คอลัมน์แบบ Multi pressure
5. SHANDONG	จีน	o หมักแบบหลายถังต่อเนื่อง (Cascade Continuous) o กลั่นแบบ 2 คอลัมน์แบบ Multi pressure	o หมักแบบต่อเนื่อง (Continuous) o กลั่นแบบ 2 คอลัมน์แบบ Multi pressure

หมายเหตุ SSF : Simultaneous Saccharification and Fermentation เป็นการรวมขั้นตอนการย่อยครั้งสุดท้าย (Saccharification) เข้าไว้ในขั้นตอนเดียวกับการหมัก (Fermentation)

1.5. ผลพลอยได้จากการผลิตเอทานอล

ในกระบวนการผลิตเอทานอล นอกจากได้เอทานอลเป็นผลิตภัณฑ์หลักแล้ว ยังเกิดผลิตภัณฑ์รองหรือผลพลอยได้อีกหลายๆ ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ฟิวเซลออยล์ และอื่นๆ นอกจากนี้ยังมีของเสียที่ออกมาจากกระบวนการผลิตด้วย เช่น น้ำเสียจากกระบวนการกลั่น กากที่ออกจากขั้นตอนการหมักและขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ เป็นต้น ซึ่งส่วนต่างๆ เหล่านี้ หากปล่อยไปสู่สิ่งแวดล้อมจะก่อให้เกิดมลภาวะ เพื่อเป็นการช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมและลด

ต้นทุนการผลิตลดลง ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์จากผลิตภัณฑ์รองและของเสียขึ้นอาทิ

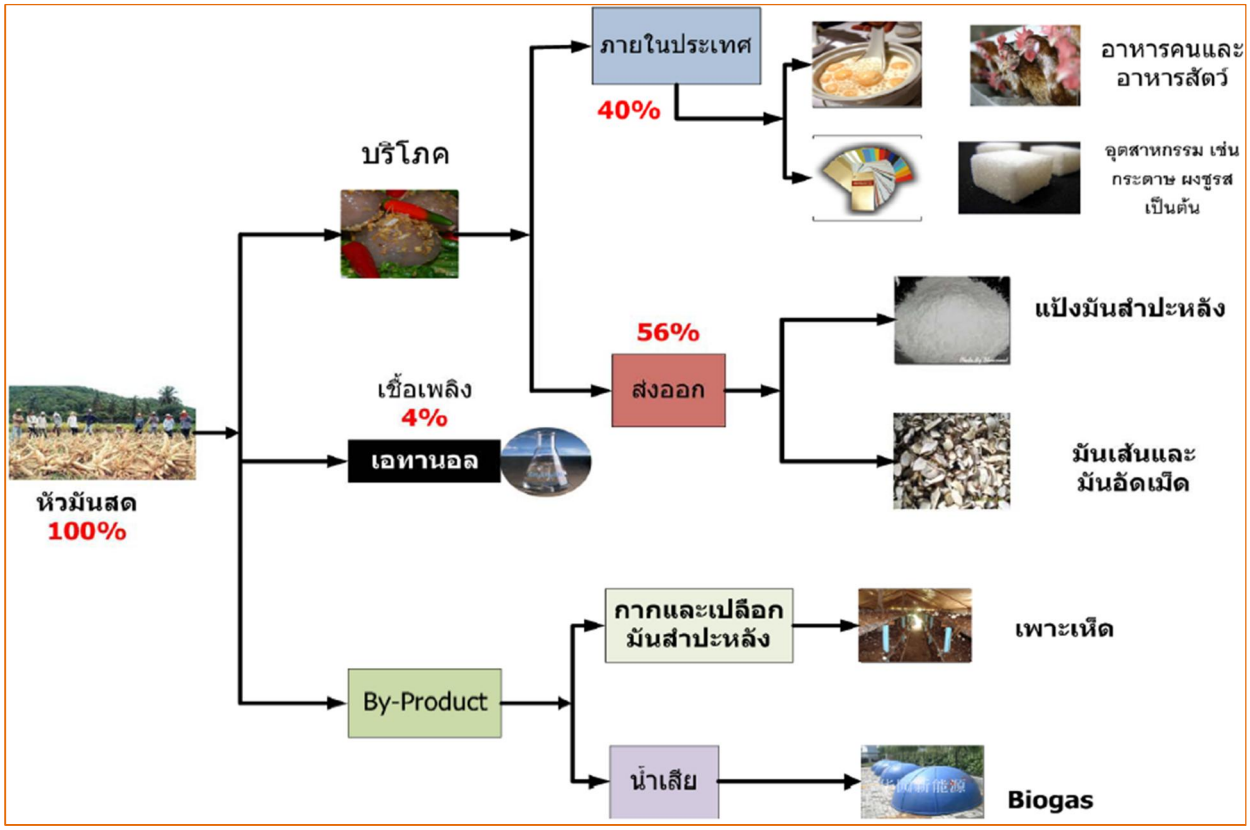
- กระบวนการกำจัดน้ำกากส่า โดยการแปรรูปไปเป็นปุ๋ยชีวภาพ อาหารสัตว์ หรือก๊าซชีวภาพ
- กระบวนการกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยการทำให้บริสุทธิ์และแปรรูปไปใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องทำความเย็น น้ำอัดลม น้ำโซดา น้ำแข็งแห้ง เครื่องมือดับเพลิง เป็นต้น
- กระบวนการกำจัดฟิวเซลออยล์ โดยการแปรรูปไปใช้ในอุตสากรรมผลิตแล็กเกอร์ผสมทำกาว น้ำหอมบางชนิด ยาฆ่าแมลง ยาฆ่าวัชพืช และอื่นๆ

ตารางที่ 1-5 แสดงการประเมินผลได้จากการจัดการผลพลอยได้ของกระบวนการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในรูปมันเส้นและกากน้ำตาลที่อัตราการผลิตเอทานอล 150,000 ลิตร/วัน

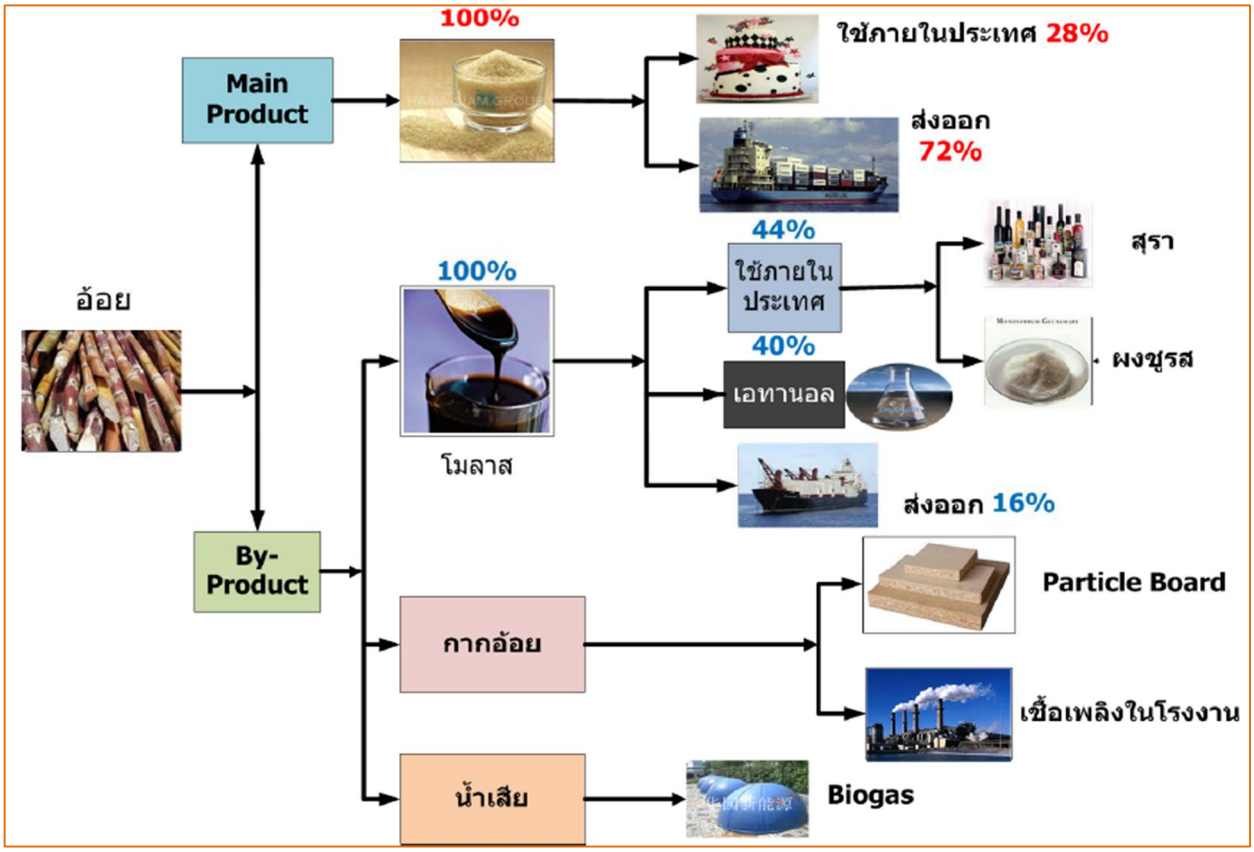
ปัจจัย	มันเส้น(Canvas Chips)		กากน้ำตาล (Molasses)	
	ปริมาณ	คุณภาพ	ปริมาณ	คุณภาพ
1. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) (ตันต่อวัน)	100-200	99.5%	100-200	99.5%
2. ฟิวเซลออยล์ (Fuel Oil) (ลิตรต่อวัน)	300-600	-	300-600	-
3. DDGS (ตัน)	30-40	โปรตีน 10% เยื่อใย 10%	-	-
4. ยีสต์				
4.1 เซลล์ยีสต์ (ตันต่อวัน)	7.0	โปรตีน 30-45%*	5.0	โปรตีน 30-40%*
4.2 Yeast extract (ตันต่อวัน)	2.0	โปรตีน 45-55%*	1.0	โปรตีน 25-35%*
4.3 Yeast cell wall (ตันต่อวัน)	4.0		3.0	
5. ปุ๋ยน้ำ (ลบ.ม.ต่อวัน)			600	ของแข็งที่ละลายได้ 30 บริกซ์
6. ก๊าซชีวภาพ (ลบ.ม.ต่อวัน)	7,000-17,000	CH_4 65%	20,000-30,000	CH_4 65%

หมายเหตุ : *ปริมาณกรดอะมิโนทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่องโครมาโตกราฟีสำหรับปริมาณโปรตีนทั้งหมดคำนวณจากการหาปริมาณไนโตรเจนด้วยวิธี Kjedhal

ที่มา: กล้าณรงค์ ศรีรอด , การนำของเสียจากการผลิตเอทานอลมาใช้ประโยชน์เพื่อเพิ่มมูลค่า 2550



รูปแสดงประโยชน์ของมันสำปะหลัง

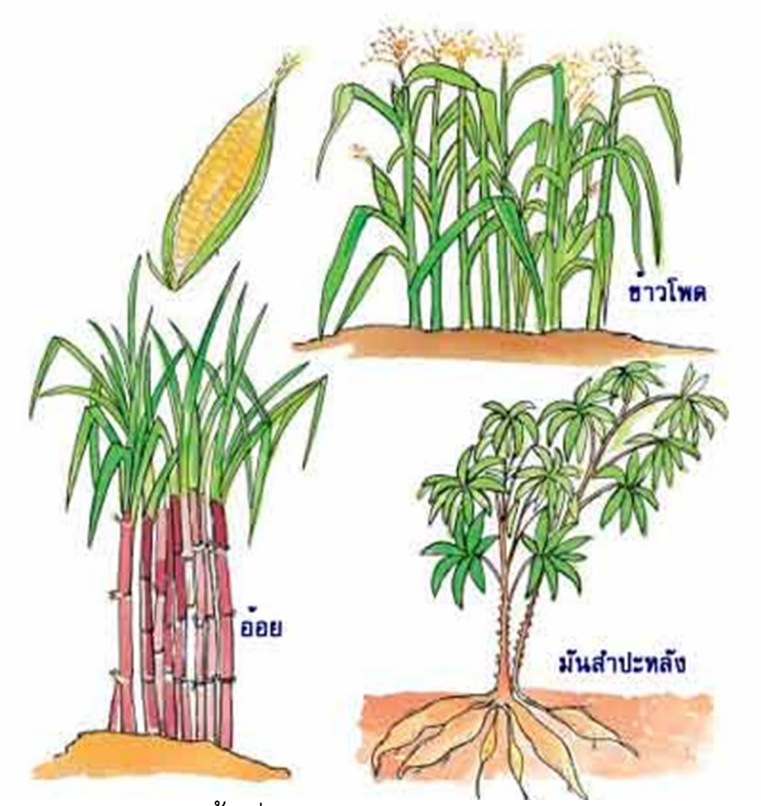


รูปแสดงประโยชน์ของอ้อย

บทที่ 2
การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการผลิตเอทานอล เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง

2.1 ศักยภาพของอุตสาหกรรมเอทานอลไทย

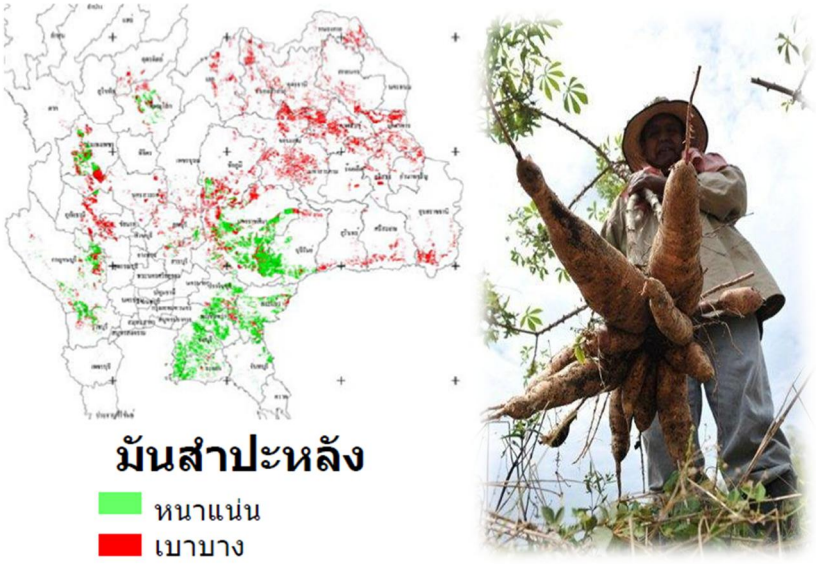
ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม จึงมีพืชพลังงานหลายชนิดที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตเอทานอลได้ เช่น อ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพด ข้าวฟ่างหวาน เป็นต้น อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาถึงความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ วัตถุดิบหลักในอุตสาหกรรมเอทานอลในปัจจุบัน ได้แก่ กากน้ำตาล และมันสำปะหลังโดยวัตถุดิบหลักที่ใช้ในปัจจุบันคือกากน้ำตาล



จากการศึกษาศักยภาพการผลิตเอทานอลของประเทศไทยพบว่ามีศักยภาพด้านวัตถุดิบที่เพียงพอในการรองรับปริมาณการผลิตเอทานอลได้เกือบ 10 ล้านลิตรต่อวันเพียงแต่เราจะต้องมีการแบ่งน้ำอ้อยจากการผลิตน้ำตาลบางส่วน (โดยเฉพาะในส่วนของน้ำอ้อยที่ใช้ผลิตน้ำตาลเพื่อการส่งออก) มาทำการผลิตเอทานอลแทนดังนั้นจึงสามารถกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าประเทศไทยมีปริมาณวัตถุดิบที่เพียงพอสำหรับการผลิตและการใช้เอทานอลโดยไม่จำเป็นต้องเพิ่มพื้นที่การเพาะปลูกอ้อยและมันสำปะหลัง ดังนั้นความพยายามในการเพิ่มปริมาณการผลิตและการใช้ เอทานอลจึงไม่ส่งผลกระทบให้เกิดการแย่งชิงพื้นที่เพาะปลูกพืชอาหารโดยตรง แต่อาจเกิดผลกระทบทางอ้อมเนื่องจากราคามันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้นรวมถึงผลกระทบของราคาอาหารสัตว์และราคาอาหารที่อาจเพิ่มสูงขึ้น อย่างไรก็ตาม หากจะส่งเสริมให้เกิดการผลิตเอทานอล 9 ล้านลิตรต่อวัน ในปี 2565 และการกำหนดเป้าหมายที่จะให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางการซื้อขายแลกเปลี่ยน (Hub) และยังเปิดโอกาสให้มีการส่งออก โอกาสด้านความเสี่ยงที่วัตถุดิบสำหรับสำหรับผลิตเอทานอลจะไม่เพียงพออาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต

2.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเอทานอล

ทั่วทุกภาคโดยเฉพาะในภาคตะวันออกและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีการประกอบอาชีพเกษตรกรรม ดังนั้นปัจจัยที่ใช้ในการผลิตเอทานอลไม่ว่าจะเป็นมันสำปะหลังหรืออ้อย มีปริมาณมากพอสำหรับใช้ในการผลิต จากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่แสดงในตารางที่ 2-1 – 2-2 จะเห็นได้ว่าเนื้อที่เพาะปลูกและผลผลิตต่อไร่ของมันสำปะหลังและอ้อยมีแนวโน้มว่าจะเพิ่มขึ้นและจากข้อมูลการประมาณการอุปสงค์และอุปทานมันสำปะหลังและอ้อยเพื่อการผลิตเอทานอลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรดังตารางที่ 2-3 แสดงให้เห็นปริมาณมันสำปะหลังและอ้อยคาดว่ามีเกินความต้องการ



รูปแสดงแผนที่เพาะปลูกมันสำปะหลังของประเทศไทย

รูปแสดงแผนที่เพาะปลูกอ้อยของประเทศไทย

ตารางที่ 2-1 เนื้อที่เพาะปลูก ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ของมันสำปะหลังในประเทศไทย ปี 2546-2551

ปี	เนื้อที่เพาะปลูก (ล้านไร่)	ผลผลิต (ล้านตัน)	ผลผลิตต่อไร่ (ตัน)
2546	6.4	19.7	3.1
2547	6.7	21.4	3.2
2548	6.5	16.9	2.7
2549	6.9	22.5	3.4
2550	7.6	26.9	3.7
2551	7.8	25.6	3.5

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

ตารางที่ 2-2 เนื้อที่ ผลผลิต ผลผลิตต่อไร่อ้อย ปี 2546-2551

ปี พ.ศ.	เนื้อที่เพาะปลูก (ล้านไร่)	ผลผลิต (ล้านตัน)	ผลผลิตต่อไร่ (ตัน)
2546	7.1	74.2	10.4
2547	7.0	64.9	9.2
2548	6.6	49.5	7.4
2549	6.0	47.6	7.8
2550	6.3	64.4	10.2
2551	6.6	73.5	11.2

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

2.1.2 โรงงานผลิตเอทานอลในประเทศไทย

โรงงานผลิตเอทานอลในประเทศไทยที่ดำเนินการผลิตแล้วในปัจจุบันยังเป็นโรงงานขนาดเล็กกำลังผลิตไม่มากนัก คือ 100,000 - 200,000 ลิตร/วัน ตั้งกระจายทั่วไปใกล้แหล่งวัตถุดิบในภาคกลาง ภาคตะวันตก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่หากพิจารณารวมถึงโรงงานผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงที่อยู่ระหว่างการก่อสร้าง จะมีกำลังการผลิต 150,000 - 680,000 ลิตร/วัน โดยมีโรงงานที่เปิดดำเนินการผลิตไปแล้วจำนวน 19 โรงงาน ซึ่งมีกำลังการผลิตรวม 2,925,000 ลิตรต่อวัน และโรงงานที่อยู่ระหว่างก่อสร้างภายในปี 2553-2555 มีจำนวน 5 โรงงาน กำลังการผลิตรวม 1,820,000 ลิตรต่อวัน ดังนั้นรวมกำลังการผลิตทั้งสิ้น 4,745,000 ลิตรต่อวัน ดังแสดงในตารางที่ 2-3 – 2-5

2.1.3 การใช้เอทานอลภายในประเทศ

เนื่องจากอุปทานของเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในประเทศไทยในบางช่วงสูงกว่าปริมาณความต้องการ ดังนั้น ตลาดของเอทานอลในปัจจุบันจึงมีทั้งตลาดในประเทศและตลาดต่างประเทศโดยปริมาณการผลิตเอทานอลเป็นเชื้อเพลิงตั้งแต่ปี 2549 ถึง ปี 2552 พบว่ามีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปีเนื่องจากรัฐบาลได้ส่งเสริมการใช้เอทานอลเพื่อทดแทนน้ำมันเบนซิน โดยนำไปแทนที่เนื้อน้ำมันเบนซินในสัดส่วนต่างๆ ตั้งแต่ 10% ไปจนถึง 85% ซึ่งปัจจุบันมีทั้งสิ้น 4 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ แก๊สโซฮอล์ 95, แก๊สโซฮอล์ 91, E20 และ E85 ดังแสดงในตารางที่ 2-6 – 2-7

ตารางที่ 2-3 ข้อมูลจำนวนและกำลังการผลิตของโรงงานเอทานอลที่ดำเนินการผลิตแล้วและที่อยู่ระหว่างก่อสร้างแบ่งตามรายภาค

ปี พ.ศ.	จำนวน (โรงงาน)	กำลังการผลิต (ลิตร/ปี)
เหนือ	2	400,000
ตะวันออกเฉียงเหนือ	6	1,800,000
กลาง	10	1,495,000
ตะวันออก	6	1,050,000
รวม	**24**	**4,745,000**

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

ตารางที่ 2-4 โรงงานที่ดำเนินการผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงแล้ว (ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ; มี.ค. 53)

โรงงาน	จังหวัด	กำลังการผลิต (ลิตร/วัน)	วัตถุดิบการผลิต	เริ่มผลิต	หมายเหตุ
1. บริษัท พรวิไล อินเตอร์เนชั่นแนลกรุพเทรดดิ้ง จำกัด	อยุธยา	25,000	กากน้ำตาล/มันสด	ต.ค.46	ผลิตกรดอะซิติค
2. บริษัท ไทย อะโกร เอนเนอร์จี จำกัด	สุพรรณบุรี	150,000	กากน้ำตาล	ม.ค.48	
3. บริษัท ไทยแอลกอฮอล์ จำกัด (มหาชน)	นครปฐม	200,000	กากน้ำตาล	ส.ค.47	
4. บริษัท ขอนแก่นแอลกอฮอล์ จำกัด	ขอนแก่น	150,000	กากน้ำตาล/น้ำแป้ง	ม.ค.49	
5. บริษัท ไทยง้วน เอทานอล จำกัด (มหาชน)	ขอนแก่น	130,000	มันสด/(มันเส้น)	ส.ค.48	
6. บริษัท น้ำตาลไทยเอทานอล จำกัด	กาญจนบุรี	100,000	กากน้ำตาล	เม.ย.50	
7. บริษัท เคไอเอทานอล จำกัด	นครราชสีมา	100,000	กากน้ำตาล	มิ.ย. 50	
8. บริษัท เพโทรกรีน จำกัด	กาฬสินธุ์	200,000	กากน้ำตาล/(น้ำอ้อย)	ม.ค51	
9. บริษัท เพโทรกรีน จำกัด	ชัยภูมิ	200,000	กากน้ำตาล/(น้ำอ้อย)	ธ.ค.49	
10. บริษัท เอกรัฐพัฒนา จำกัด	นครสวรรค์	200,000	กากน้ำตาล	มี.ค.51	
11. บริษัท ไทยรุ่งเรืองพลังงาน จำกัด	สระบุรี	120,000	กากน้ำตาล/(กากอ้อย)	มี.ค. 51	
12. บริษัท ราชบุรีเอทานอล จำกัด	ราชบุรี	150,000	กากน้ำตาล/มันเส้น	ม.ค. 52	
13. บริษัท อี เอส เพาเวอร์ จำกัด	สระแก้ว	150,000	กากน้ำตาล/มันเส้น	ม.ค. 52	
14. บริษัท แม่สอดพลังงานสะอาด จำกัด	ตาก	200,000	น้ำอ้อย	พ.ค. 52	
15. บริษัท ทรัพย์ทิพย์ จำกัด	ลพบุรี	200,000	มันเส้น	พ.ค. 52	
16. บริษัท ไท่ผิง เอทานอล จำกัด	สระแก้ว	150,000	มันสด/(มันเส้น)	ก.ค. 52	
17. บริษัท พี.เอส.ซี.สตาร์ช โปรดักชั่น	ชลบุรี	150,000	มันสด/(มันเส้น)	ส.ค. 52	
18. บริษัท เพโทรกรีน จำกัด (ด่านช้าง)	สุพรรณบุรี	200,000	กากน้ำตาล/น้ำอ้อย	ธ.ค. 52	
19. บริษัท ขอนแก่น แอลกอฮอล์ จำกัด(บ่อพลอย)	กาญจนบุรี	150,000	กากน้ำตาล/น้ำอ้อย	-	ยังไม่ดำเนินการผลิตเชิงพาณิชย์
รวมกำลังการผลิตในปัจจุบัน		**2,925,000**			

ตารางที่ 2-5 ข้อมูลโรงงานเอทานอลที่อยู่ระหว่างการดำเนินการในปี 2553 – 2554

โรงงานเอทานอล	สถานที่ตั้ง	กำลังการผลิต (ลิตร/วัน)	วัตถุดิบการผลิต	ความคืบหน้างานก่อสร้าง	กำหนดการ
1. บริษัท ทีพีเค เอทานอล จำกัด เฟส 1	นครราชสีมา	340,000	มันเส้น	ดำเนินการแล้ว 80%	ไตรมาส 4/2554
บริษัท ทีพีเค เอทานอล จำกัด เฟส 2,3	นครราชสีมา	680,000	มันเส้น	จะดำเนินการหลังจากเฟส 1 เสร็จเรียบร้อยแล้ว	
2. บริษัท ดับเบิ้ลเอ เอทานอล จำกัด	ปราจีนบุรี	250,000	มันสด/มันเส้น	ดำเนินการแล้ว 80 %	ส.ค.54
3. บริษัท ลีมาอินเตอร์โปรดักส์ จำกัด	ฉะเชิงเทรา	150,000	มันสด/(มันเส้น)	ดำเนินการแล้ว 80%	มิ.ย.54
4. บริษัท อิมเพรสเทคโนโลยี จำกัด	ฉะเชิงเทรา	200,000	มันสด/(มันเส้น)	ดำเนินการแล้ว 50 %	ปี 55
5. บริษัท ไทยอะโกรเอ็นเนอร์ยี่ จำกัด	สุพรรณบุรี	200,000	มันสด/(มันเส้น)	ดำเนินการแล้ว 80 %	มิ.ย.54
รวม		**1,820,000**			

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ; พ.ค. 53

ตารางที่ 2-6 ปริมาณการผลิตเอทานอลเป็นเชื้อเพลิง (Ethanol 99.5%)

รายการ	ปริมาณ	เฉลี่ย	ปริมาณ	เฉลี่ย	ปริมาณ	เฉลี่ย	ปริมาณ	เฉลี่ย	ปริมาณ	เฉลี่ย	ปริมาณ	เฉลี่ย
	ล้านลิตร	ล้านลิตร/วัน	ล้านลิตร	ล้านลิตร/วัน	ล้านลิตร	ล้านลิตร/วัน	ล้านลิตร	ล้านลิตร/วัน	ล้านลิตร	ล้านลิตร/วัน	ล้านลิตร	ล้านลิตร/วัน
เดือน	**2549**		**2550**		**2551**		**2552**		**2553**		**2554**	
ม.ค.	11.51	0.37	14.87	0.48	30.34	0.98	41.29	1.33	50.87	1.64	40.00	1.29
ก.พ.	7.86	0.28	11.33	0.40	27.79	0.96	33.69	1.20	40.96	1.46	43.24	1.54
มี.ค.	7.65	0.25	16.53	0.53	27.54	0.89	39.34	1.27	42.67	1.38	48.22	1.56
เม.ย.	5.95	0.20	15.17	0.51	40.63	1.31	31.46	1.05	31.67	1.02	41.46	1.38
พ.ค.	6.59	0.21	12.41	0.40	26.21	0.85	31.01	1.00	33.19	1.07		
มิ.ย.	12.71	0.42	8.26	0.28	28.66	0.96	35.46	1.18	28.77	0.96		
ก.ค.	14.23	0.46	14.83	0.48	28.93	0.93	35.60	1.15	35.30	1.14		
ส.ค.	15.72	0.51	15.56	0.50	31.64	1.02	29.17	0.94	31.44	1.01		
ก.ย.	14.11	0.47	20.76	0.69	25.45	0.85	31.16	1.04	39.57	1.32		
ต.ค.	7.24	0.23	20.66	0.67	28.62	0.92	22.25	0.72	35.74	1.15		
พ.ย.	13.09	0.44	18.33	0.61	24.07	0.80	24.49	0.82	19.62	0.65		
ธ.ค.	18.67	0.60	23.04	0.74	16.33	0.53	45.75	1.48	36.00	1.16		
รวม	**135.35**	**0.37**	**191.75**	**0.52**	**336.21**	**0.92**	**400.66**	**1.10**	**425.80**	**1.16**	**172.92**	**1.44**

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ; 1 เม.ย. 54

ตารางที่ 2-7 ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันแก๊สโซฮอล์รายเดือน

(แก๊สโซฮอล์ E10 ออกเทน 91, แก๊สโซฮอล์ E10 ออกเทน 95, แก๊สโซฮอล์ E20 ออกเทน 95 และ แก๊สโซฮอล์ E85)

รายการ	ปริมาณ (ลล)	เฉลี่ย (ลล/วัน)	ปริมาณ (ลล)	เฉลี่ย (ลล/วัน)	ปริมาณ (ลล)	เฉลี่ย (ลล/วัน)	ปริมาณ (ลล)	เฉลี่ย (ลล/วัน)	ปริมาณ (ลล)	เฉลี่ย (ลล/วัน)	ปริมาณ (ลล)	เฉลี่ย (ลล/วัน)	ปริมาณ (ลล)	เฉลี่ย (ลล/วัน)	ปริมาณ (ลล)	เฉลี่ย (ลล/วัน)
เดือน	2547		2548		2549		2550		2551		2552		2553		2554	
ม.ค.	2.80	0.90	8.73	0.28	104.70	3.38	105.48	3.40	227.27	7.33	388.04	12.52	362.00	11.68	382.10	12.33
ก.พ.	3.20	0.11	12.50	0.45	95.93	3.43	102.26	3.65	227.61	8.13	352.41	12.59	342.99	12.25	360.20	12.86
มี.ค.	3.60	0.12	25.60	0.83	109.78	3.54	114.45	3.69	235.30	7.59	391.17	12.62	358.17	11.55	370.26	11.94
เม.ย.	3.40	0.11	31.14	1.04	109.26	3.64	120.19	4.01	253.55	8.45	371.91	12.40	358.60	11.95	386.50	12.88
พ.ค.	5.00	0.18	35.29	1.14	107.27	3.46	129.84	4.19	253.84	8.19	383.82	12.38	353.90	11.42		
มิ.ย.	6.50	0.22	43.94	1.48	104.01	3.47	140.20	4.67	252.90	8.43	363.14	12.10	365.50	12.18		
ก.ค.	6.70	0.22	58.86	1.83	107.60	3.47	145.45	4.69	267.09	8.62	369.73	11.93	379.26	12.23		
ส.ค.	4.80	0.15	75.44	2.43	105.30	3.40	156.77	5.08	312.07	10.07	378.10	12.13	370.30	11.95		
ก.ย.	4.80	0.16	90.73	3.02	103.40	3.45	160.32	5.34	300.56	10.02	350.55	11.69	359.10	11.97		
ต.ค.	4.60	0.15	95.13	3.07	109.65	3.54	179.43	5.79	333.02	10.74	367.83	11.87	364.60	11.76		
พ.ย.	6.60	0.22	100.55	3.35	109.04	3.63	189.96	6.33	340.99	11.37	354.28	11.81	371.10	12.37		
ธ.ค.	7.50	0.24	114.31	3.69	113.36	3.66	218.43	7.05	389.80	12.57	387.45	12.50	396.82	12.80		
รวม	59.50	0.16	690.23	1.89	1,279.30	3.50	1,762.7	4.83	3,393.9	9.29	4,456.4	12.21	4,382.34	12.01	1,499.06	12.50

ที่มา : กรมธุรกิจพลังงาน ; เม.ย. 54

2.1.4 การส่งออกเอทานอล

ในช่วงที่ความต้องการเอทานอลในประเทศน้อยกว่าปริมาณการผลิตเอทานอล ผู้ประกอบการเอทานอลจึงต้องพิจารณาการส่งออก เพื่อแก้ไขปัญหาเอทานอลล้นตลาดในประเทศ ซึ่งทางภาครัฐโดยกระทรวงพลังงานได้ดำเนินการแก้ไขประกาศของกรมสรรพสามิต โดยอนุญาตให้ผู้ประกอบการสามารถส่งออกเอทานอล เนื่องจากตามประกาศเดิม เอทานอลถูกจำกัดให้เป็นผลิตภัณฑ์กลุ่มเดียวกับสุราที่ต้องเสียภาษีสรรพสามิตและมีระเบียบขั้นตอนค่อนข้างซับซ้อน เป็นอุปสรรคสำคัญต่อการส่งออก ทั้งนี้ในการส่งออกเอทานอลจะอนุญาตให้ส่งออกเอทานอลที่มีความบริสุทธิ์ร้อยละ 95 ขึ้นไปได้ และไม่ต้องแปลงสภาพตามวิธีการที่กรมสรรพสามิตกำหนดเฉพาะจำนวนเอทานอลที่จะส่งออกไปนอกประเทศ และในการส่งออกเอทานอลแต่ละครั้ง จะต้องขออนุญาตส่งออกจากกรมสรรพสามิตทุกครั้ง โดยในเดือนเมษายน 2550 ได้มีการส่งออกเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงเป็นครั้งแรก และมีการส่งออกเอทานอลจำนวน 0.35 ล้านลิตรไปยังประเทศฟิลิปปินส์ จากช่วงปี 2550 จนถึงปี 2553 มีการส่งออกเอทานอลทั้งสิ้น 144.74 ล้านลิตร ไปยังประเทศต่างๆ ได้แก่ ฟิลิปปินส์ สิงคโปร์ ออสเตรเลีย จีน ไต้หวันและญี่ปุ่น โดยปริมาณการส่งออกเอทานอลรายเดือนแสดงในตารางที่ 2-8

ตารางที่ 2-8 ปริมาณการส่งออกเอทานอลตั้งแต่ ปี 2550 – 2554

รายการ	**ปริมาณการส่งออกเอทานอล** (หน่วย : ล้านลิตร)					
เดือน	**2550**	**2551**	**2552**	**2553**	**2554**	**รวม**
ม.ค.	-	5.58	5.24	2.43	10.40	23.65
ก.พ.	-	18.18	1.83	9.63	7.32	36.96
มี.ค.	-	0.84	-	4.31	4.93	10.08
เม.ย.	0.35	8.22	-	8.40	25.77	42.74
พ.ค.	-	5.21	0.30	2.10		7.61
มิ.ย.	-	8.15	0.09	0.09		8.33
ก.ค.	0.36	2.45	0.19	3.83		6.83
ส.ค.	2.50	3.30	-	7.50		13.30
ก.ย.	-	5.87	0.09	0.14		6.10
ต.ค.	3.16	3.00	-	-		6.16
พ.ย.	3.79	5.00	2.61	7.65		19.05
ธ.ค.	4.74	-	5.27	2.10		12.11
รวม	**14.90**	**65.80**	**15.62**	**48.18**	**48.42**	**192.92**

ที่มา : กรมสรรพสามิต, เม.ย. 54

2.2 การวิเคราะห์ความเหมาะสมของการลงทุน

ความสำเร็จของการพัฒนาโครงการพลังงานในเชิงพาณิชย์จะเกิดขึ้นได้เมื่อการลงทุนพัฒนาโครงการนั้นๆ มีผลตอบแทนต่อการลงทุนในอัตราที่สูงเพียงพอที่จะสร้างแรงจูงใจแก่นักลงทุน ตลอดจนสร้างความเชื่อมั่นแก่สถาบันการเงินในการให้การสนับสนุนด้านสินเชื่อ ดังนั้นในบทนี้จึงจะเป็นการนำประเด็นสำคัญต่างๆ ในด้านการเงินและการลงทุนมาสรุปเบื้องต้นอย่างง่ายๆ ไว้เพื่อให้นักลงทุนที่ไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญด้านการเงินได้ทราบ และนำมาพิจารณาประกอบการตัดสินใจลงทุน ดังนี้

โดยทั่วไปผลตอบแทนการลงทุน มี 2 รูปแบบ คือ ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ และผลตอบแทนทางการเงิน ซึ่งโดยทั่วไปภาคเอกชนจะใช้เกณฑ์ผลการตอบแทนด้านการเงินเป็นหลักในการตัดสินใจลงทุน เนื่องจากเป็นการประกอบธุรกิจเชิงพาณิชย์ ส่วนภาครัฐจะใช้ทั้งผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์และการเงินประกอบกัน เนื่องจากบางโครงการที่รัฐลงทุนผลตอบแทนทางการเงินอาจไม่สูงในระดับจูงใจ แต่ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการที่นำเอาผลประโยชน์ทางอ้อมที่มิใช่เป็นเม็ดเงินโดยตรงมาประเมินร่วมด้วย จะทำให้โครงการนั้นมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนตามพันธะกิจของภาครัฐที่มิใช่เชิงพาณิชย์ โดยที่ผู้ลงทุนพัฒนาอาจเป็นไปได้ทั้งภาคเอกชนที่มุ่งหวังผลประโยชน์เชิงพาณิชย์และภาครัฐหรือหน่วยงานที่ไม่แสวงหาผลกำไร ดังนั้นจึงจะนำเสนอทั้ง 2 รูปแบบเพื่อให้เห็นภาพทั้งหมด

2.2.1 การวิเคราะห์ผลการตอบแทนการลงทุน

การวิเคราะห์ด้านเศรษฐกิจและการเงิน ทั้งนี้เพื่อศึกษาคัดเลือกแนวทางการพัฒนาโครงการที่มีความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจ โดยประเมินหาตัวชี้วัดทางเศรษฐกิจ ซึ่งได้แก่มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value, NPV) อัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (Economic Internal Rate of Return, EIRR) อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio, B/C) เพื่อนำผลการศึกษาเหล่านี้พิจารณาร่วมกับผลการศึกษาด้านวิศวกรรม สังคมและสิ่งแวดล้อม เพื่อจัดทำแบบพัฒนาโครงการต่อไป ในการวิเคราะห์ด้านเศรษฐกิจของโครงการเพื่อประเมินผลตอบแทนต่อการลงทุน จะดูค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ ดูค่าอัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อต้นทุน อัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ต้นทุนพลังงานไฟฟ้า จากนั้นจะมาวิเคราะห์ต้นทุนโครงการ (Project Costs) และวิเคราะห์ผลประโยชน์ของโครงการ (Project Benefits) กล่าวคือ

การวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุนจะเป็นการเปรียบเทียบระหว่างรายได้และรายจ่ายว่า รายได้สูงกว่ารายจ่ายหรือไม่ หากรายได้สูงกว่ารายจ่าย แสดงว่าการลงทุนนั้นคุ้มค่า และหากมีอัตราตอบแทนในระดับสูงกว่าอัตราดอกเบี้ยของการนำเงินลงทุนนั้นไปลงทุนอย่างอื่น หรือสูงกว่าดอกเบี้ยเงินกู้ก็จะหมายความว่าการลงทุนนั้นให้ผลตอบแทนในอัตราที่จูงใจตัวชี้วัดในประเด็นที่กล่าวข้างต้นที่ใช้กันทั่วไปมีดังนี้

2.2.1.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value, NPV)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการคือมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดของโครงการ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากการทำส่วนลดกระแสผลตอบแทนสุทธิตลอดอายุโครงการให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน ซึ่งการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิคือหากค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ ≥0 แสดงว่าเป็นโครงการที่สมควรจะดำเนินการเนื่องจากมีผลตอบแทนเมื่อเปรียบเทียบ ณ ปัจจุบันมากกว่าค่าใช้จ่ายแต่ในทางตรงกันข้ามหากมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าน้อยกว่าศูนย์แสดงว่าเป็นโครงการที่ไม่น่าจะลงทุนเนื่องจากมีผลตอบแทนเมื่อเปรียบเทียบ ณ ปัจจุบันน้อยกว่าค่าใช้จ่าย

2.2.1.2 อัตราผลตอบแทนของโครงการ (Internal Rate of Return, IRR)

อัตราผลตอบแทนของโครงการคืออัตราดอกเบี้ยเงินกู้ที่ทำให้ค่า NPV มีค่าเท่ากับศูนย์ดังนั้นอัตราผลตอบแทนของโครงการจึงได้แก่อัตราดอกเบี้ยหรือ i ที่ทำให้ NPV=0 ซึ่งหากว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ ณ สถานการณ์ปัจจุบันสูงกว่าค่าอัตราผลตอบแทนของโครงการที่คำนวณได้ก็ไม่สมควรที่จะลงทุนโครงการดังกล่าวในทางตรงกันข้ามหากอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ ณ สถานการณ์ปัจจุบันยิ่งต่ำกว่าค่าอัตราผลตอบแทนของโครงการที่คำนวณได้มากเท่าไรแสดงเป็นโครงการที่ให้ผลตอบแทนมากขึ้นตามลำดับ

2.2.1.3 ผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน (Benefit-Cost Ratio, B/C)

ผลประโยชน์ต่อเงินลงทุนคืออัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของกระแสผลตอบแทนหรือมูลค่าผลตอบแทนของโครงการเทียบกับมูลค่าปัจจุบันของกระแสต้นทุนหรือต้นทุนรวมของโครงการซึ่งรวมทั้ง ค่าโรงงานผลิตเอทานอล ค่าที่ดิน ค่าติดตั้ง ค่าดำเนินการ ค่าซ่อมบำรุงรักษา ถ้าอัตราส่วนที่ได้มากกว่า 1 แสดงว่าควรตัดสินใจเลือกโครงการนั้น แต่ถ้าอัตราส่วนที่ได้น้อยกว่า 1 แสดงว่าโครงการนั้นไม่น่าสนใจลงทุน แต่ถ้าเท่ากับ 1 แสดงว่าโครงการคุ้มทุน

2.2.1.4 ระยะเวลาการลงทุน (Pay Back Period)

คือระยะเวลาที่รายได้หลังจากหักค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสามารถนำไปชำระเงินที่ใช้ลงทุนพัฒนาโครงการได้ครบถ้วน โดยส่วนใหญ่ใช้นับเป็นจำนวนปี โครงการที่มีระยะเวลาคืนทุนสั้นจะเป็นโครงการที่ดีกว่าโครงการที่มีระยะคืนทุนยาว โดยทฤษฎีระยะเวลาคืนทุนจะต้องไม่นานกว่าอายุการใช้งานของโครงการ แต่ในภาคปฏิบัติระยะเวลาคืนทุนของโครงการขนาดใหญ่จะยอมรับกันที่ 7-10 ปี

2.2.1.5 งบกระแสเงินสด (Cash Flow)

เป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายและรายได้ที่เกิดขึ้นในแต่ละปีในช่วงอายุที่โครงการยังก่อให้เกิดรายได้ว่า รายได้ที่ได้รับจะเพียงพอต่อค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในปีนั้นๆ หรือไม่ ทั้งนี้ เพื่อให้นักลงทุนจะได้ตระหนักและหาทางแก้ไขล่วงหน้าเพื่อมิให้เกิดสถานการณ์เงินขาดมือในช่วงใดช่วงหนึ่งซึ่งจะส่งผลให้โครงการสะดุด ซึ่งในกรณีการกู้เงิน สถาบันการเงินจะให้ความสำคัญกับงบกระแสเงินสดมาก

2.2.2 ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการวิเคราะห์ความเหมาะสมการลงทุนที่ถูกต้อง มีดังนี้

2.2.2.1 รายจ่าย(Cost) ประกอบด้วย ต้นทุน การลงทุน และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

- **ต้นทุน** ได้แก่ เงินที่ใช้ลงทุนในการพัฒนาโครงการ เช่น การซื้อที่ดิน เครื่องจักรอุปกรณ์ต่างๆ ค่าจัดตั้งโรงงาน ฯลฯ ตลอดจนค่าติดตั้งดำเนินการทดสอบ
- **ค่าใช้จ่าย** ได้แก่ ค่าดำเนินการในการเดินเครื่องหลังจากการพัฒนาโครงการแล้วเสร็จ เช่น ค่าจ้างพนักงาน ค่าซ่อมแซม ดอกเบี้ยเงินกู้ ค่าใช้จ่ายอื่นๆ ภาษี ฯลฯ แต่ละเทคโนโลยีจะมีค่าใช้จ่ายเหล่านี้อาจไม่เหมือนกันขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีและขนาด และมาตรการส่งเสริมการลงทุนของรัฐ

2.2.2.2 ประโยชน์หรือรายรับ(Benefit) รายรับที่ได้รับจากโครงการ แยกออกเป็น 2 รูปแบบ คือ ประโยชน์โดยตรงทางการเงิน อันได้แก่ รายได้จากการขายพลังงานในกรณีที่ขายให้แก่ภายนอก หรือการลดค่าใช้จ่ายพลังงานที่ใช้อยู่เดิม การขายวัสดุที่เหลือจากการผลิตพลังงาน รายได้จาก CDM กับประโยชน์ทางอ้อมที่มิใช่เป็นเม็ดเงินโดยตรงแต่สามารถประเมินเป็นรูปเงินได้ เช่น การลดการกำจัดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ฯลฯ ซึ่งในการประเมินผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ จะใช้ประโยชน์ที่เกิดจากทั้งทางตรงและทางอ้อม ผู้ประกอบการจะต้องหาข้อมูลให้ถูกต้องและถี่ถ้วนถึงราคาพลังงานที่จะขายได้หรือสามารถทดแทนได้ตลอดจนมาตรการสนับสนุนของรัฐที่มีผลต่อรายรับในด้านราคาของพลังงานที่ขาย

2.3 ตัวอย่างการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านการเงินของโรงงานผลิตเอทานอล

ตัวอย่างการศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการเงินของโรงงานผลิตเอทานอล โดยกำหนดสมมติฐานเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินของโรงงานผลิตเอทานอล ประกอบด้วยข้อมูลต่างๆ เพื่อเป็นตัวอย่าง ดังนี้

1) **ข้อมูลทั่วไป** เช่น
   - อายุโครงการ 15 ปี
   - วันทำงานโดยเฉลี่ย 300 วัน/ปี
   - กำลังผลิตขนาดติดตั้ง 150,000 ลิตร/วัน
     ปีที่ 1 ผลิตจริง 120,000 ลิตร/วัน (80% ของกำลังการผลิตติดตั้ง)
     ปีที่ 2- ปีที่ 15 ผลิตจริง 150,000 ลิตร/วัน
2) **ข้อมูลเครื่องมือทางการเงิน** เช่น
   - หนี้สิน/ส่วนของเจ้าของ (Debt/Equity) = 2 เท่า
   - อัตราคิดลด (Discount Rate) เท่ากับ 10.50%ต่อปี โดยอัตราผลตอบแทนที่ผู้ลงทุนใน

อุตสาหกรรมผลิตเอทานอลคาดว่าจะได้รับ เท่ากับ 15% ต่อปี, อัตราผลตอบแทนของธนาคารในลูกค้าชั้นดี เท่ากับ 8.25% ต่อปี , ดังนั้น ต้นทุนเงินทุนถัวเฉลี่ย (WACC) เท่ากับร้อยละ 10.50 (แสดงการคำนวณดังภาคผนวก)

- การคิดค่าเสื่อมราคาใช้วิธีการแบบเส้นตรง (Straight line) มีค่าเท่ากับ 48,333,333 บาทต่อปี (แสดงการคำนวณดังภาคผนวก)
- มูลค่าที่ดิน ณ วันเริ่มต้นโครงการ เท่ากับ มูลค่าที่ดิน ณ วันหมดอายุโครงการ
- มูลค่าตลาดของซากสินทรัพย์อื่นๆ เมื่อหมดอายุการใช้งานมีค่าเท่ากับศูนย์

3) ข้อมูลเงินลงทุน ค่าใช้จ่ายดำเนินการ

สมมุติให้ข้อมูลต้นทุนและค่าใช้จ่ายดำเนินการต่างๆ ของโรงงานผลิตเอทานอล ขนาด 150,000 ลิตรต่อวัน โดยใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล รายละเอียดของค่าใช้จ่าย ได้แก่ เงินลงทุนของโรงงานผลิตเอทานอล ค่าใช้จ่ายดำเนินการค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นตลอดระยะเวลาโครงการ

ตารางที่ 2-9 เงินลงทุนของโรงงานผลิตเอทานอล

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)
ที่ดิน	11,000,000
ออกแบบและก่อสร้างโรงงาน	45,000,000
เครื่องจักร	680,000,000
รวม	**736,000,000**

ตารางที่ 2-10 ค่าใช้จ่ายดำเนินการของโรงงานผลิตเอทานอล

รายการ	ค่าใช้จ่าย (บาท/ปี)
ค่าใช้จ่ายคงที่	
- ค่าจ้างแรงงาน	45,000,000
- ค่าสาธารณูปโภค	60,750,000
- ค่าใช้จ่ายในการขาย	22,500,000
- ค่างานดำเนินการและบำรุงรักษา	11250,000,
- ค่าประกันภัย	6,750,000
ค่าใช้จ่ายผันแปร	
- ค่าวัตถุดิบ (กากน้ำตาล)	376,016,300
- ค่าสารเคมี	9,000,000
- ค่าน้ำดิบ	1800,000,
- ค่าบำบัดน้ำเสีย	23,400,000

หมายเหตุ ค่าใช้จ่ายดำเนินการเป็นค่าใช้จ่ายในปีที่ 1 ที่เริ่มดำเนินการผลิตเอทานอล ณ กำลังผลิต 80%

4) **รายรับ** ประกอบด้วย รายรับจากการขายเอทานอลเท่ากับ 605,520,000 บาทต่อปี (เป็นรายรับในปีที่ 1 ที่เริ่มดำเนินการผลิตเอทานอล ณ กำลังผลิต 80%)

ผลวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโรงงานผลิตเอทานอล

จากการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการประเมินเชิงเศรษฐศาสตร์เบื้องต้นของการผลิตเอทานอล จะเห็นได้ว่าราคาเอทานอล ราคาวัตถุดิบ และมูลค่าเงินลงทุนสร้างโรงงาน เป็นสามปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่ออัตราผลตอบแทนการลงทุนมากที่สุด เมื่อพิจารณาที่เงื่อนไขทางด้านการเงิน จะสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสามนี้ที่ทำให้ได้อัตราผลตอบแทนการลงทุนที่เหมาะสม

ผลจากการวิเคราะห์การลงทุนของโรงงานผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบต่างๆ โดยสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ แสดงในตารางที่ 2-11 โดยเปรียบเทียบระหว่างการผลิตเอทานอลโดยใช้มันสำปะหลังและอ้อย (หรือกากน้ำตาล) เป็นวัตถุดิบ

พบว่าจะมีอัตราผลตอบแทนการลงทุนในอัตราที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องมาจากปัจจัยด้านราคาวัตถุดิบเป็นสำคัญ อย่างไรก็ตามหากโรงงานมีการพิจารณาด้านการจัดการผลพลอยได้ควบคู่ไปกับการผลิตเอทานอลด้วย จะช่วยลดภาระด้านการลงทุนของโรงงานได้บางส่วน ขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตด้วย

ตารางที่ 2-11 การวิเคราะห์การลงทุน ของโรงงานผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบต่างๆ

สมมติฐาน/ค่าที่ประเมิน	ชนิดของวัตถุดิบ	
	กากน้ำตาล	มันสำปะหลัง
กำลังการผลิตเอทานอล (ลิตรต่อวัน)	150,000	150,000
อายุโครงการ (ปี)	15	15
ดอกเบี้ยของเงินลงทุน (%)	8	8
มูลค่าการลงทุนรวม (บาท)	1,146,700,000	1,217,400,000
ราคาวัตถุดิบ (บาท/ตัน)	4,000	3,800
ราคาขายเอทานอล (บาท/ลิตร)	25	25
มูลค่าโครงการปัจจุบัน (Net Present Value ; บาท)	822,318,136	1,842,077,989
อัตราผลตอบแทนการลงทุน (Internal Rate of Return, IRR; %)	16.6	21.9
ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period; ปี)	5	4

ที่มา : สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมการเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

ข้อมูลข้างต้นเป็นการให้ความรู้พื้นฐานเบื้องต้นแก่ผู้ประกอบการ เพื่อความเข้าใจและนำไปใช้ประกอบการพิจารณาประเมินผลเบื้องต้น แต่แนะนำว่าหากจะได้ผลอย่างสมบูรณ์ที่ให้ความเชื่อมั่นอย่างแท้จริงแก่ผู้ประกอบการและสถาบันการเงิน ควรให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการเงินเป็นผู้ดำเนินการวิเคราะห์

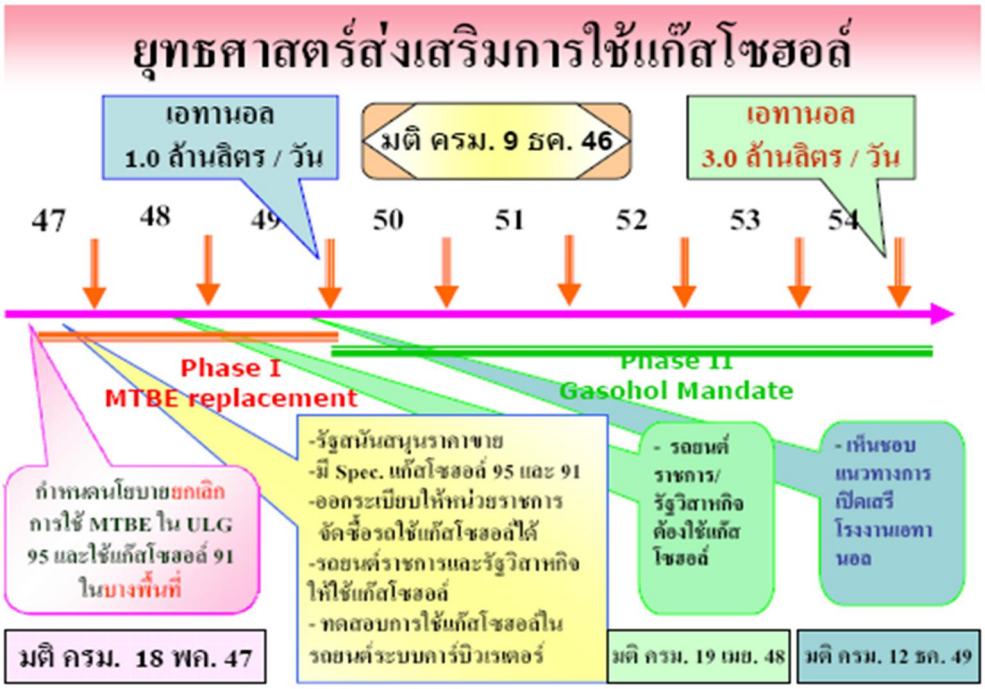
บทที่ 3
การสนับสนุนจากภาครัฐ

ปัจจุบันแม้ว่าสภาวการณ์บริหารจัดการอุตสาหกรรมการเอทานอลยังมีความผันผวนอยู่ก็ตาม เนื่องจากอุปทานมีมากกว่าอุปสงค์ และราคาน้ำมันสำเร็จรูปที่ลดลงอย่างมาก แต่คาดการว่าในอนาคตอันใกล้นี้ ราคาน้ำมันจะมีการปรับตัวสูงขึ้นมากตามสภาวะเศรษฐกิจของโลก และความต้องการใช้น้ำมันจะเพิ่มสูงขึ้น รวมทั้งปัจจัยด้านต่างๆ ที่จะสนับสนุนให้อุตสาหกรรมอยู่รอดในระยะยาว อาทิ การส่งเสริมให้รถยนต์ใช้แก๊สโซฮอล์ หรือการยกเลิกการจำหน่ายน้ำมันเบนซิน 91 และ 95 รวมทั้งส่งเสริมให้มีเทคโนโลยีใหม่ที่จะช่วยเพิ่มผลผลิตและมูลค่า รวมทั้งลดต้นทุนในการผลิตให้กับอุตสาหกรรมการผลิตเอทานอลทั้งระบบตามแผนปฏิบัติการพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี

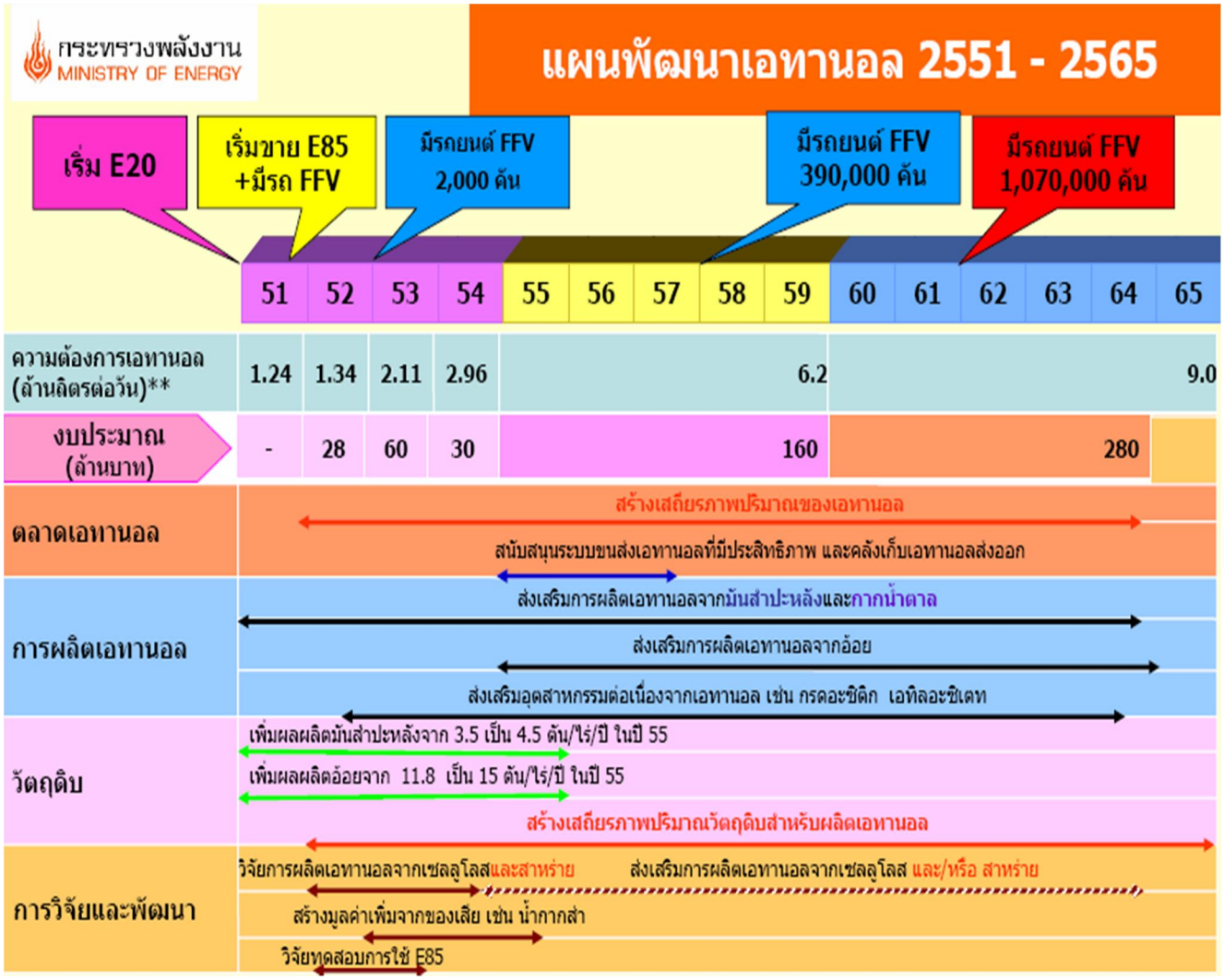
3.1 นโยบายและการส่งเสริมเอทานอล

เป้าหมายและยุทธศาสตร์

ในแผนพลังงานทดแทน 15 ปี เพื่อลดการพึ่งพาน้ำมัน ได้กำหนดภารกิจที่สำคัญไว้ โดยการสร้างตลาดเอทานอลอย่างยั่งยืน รณรงค์ให้ความรู้และสร้างความเชื่อมั่นให้ผู้บริโภคอย่างจริงจัง ส่งเสริมอุตสาหกรรมเอทานอลแบบครบวงจรและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม รวมไปถึงการพัฒนาระบบโลจิสติกส์เพื่อลดต้นทุน การวิจัยและพัฒนาพืชพลังงานใหม่ๆ เพื่อประเทศชาติและประชาชน โดยได้กำหนดเป้าหมายการส่งเสริมการใช้เอทานอลปริมาณ 9 ล้านลิตรต่อวัน ภายในปี 2565 โดยมีเป้าหมายระยะสั้นภายในปี 2554 ปริมาณ 3.0 ล้านลิตรต่อวัน ปริมาณการใช้ปัจจุบัน ณ ปี 2554 ปริมาณการใช้อยู่ที่ 1.32 ล้านลิตรต่อวัน



ยุทธศาสตร์การส่งเสริมการใช้แก๊สโซฮอล์



แผนปฏิบัติการการพัฒนาและส่งเสริมการใช้เอทานอล (2551-2565)

3.2 มาตรการต่างๆ ที่ภาครัฐได้นำมาใช้เพื่อส่งเสริมการผลิตและการใช้เอทานอล ได้จำแนกเป็นด้านต่างๆ 3 ด้าน คือ

3.2.1 มาตรการการส่งเสริมการผลิตเอทานอล ได้แก่

- ผู้ผลิตเอทานอลสามารถยื่นของรับการส่งเสริมการลงทุน เพื่อยกเว้นอากรขาเข้าเครื่องจักรและภาษีเงินได้นิติบุคคล 8 ปี จาก BOI
- ยกเว้นภาษีสรรพสามิต และภาษีเทศบาลสำหรับเอทานอลที่ผสมในน้ำมันแก๊สโซฮอล์ อีกทั้งมีการจัดเก็บภาษีกองทุนน้ำมันในอัตราที่ต่ำกว่าเพื่อเป็นกลไกในการกำหนดราคาขายปลีกน้ำมันแก๊สโซฮอล์ให้ต่ำกว่าน้ำมันเบนซิน
- เปิดเสรีการผลิตเอทานอล เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงและสามารถส่งออกเอทานอลได้ ซึ่งจากเดิมที่กำหนดให้องค์การสุราหรือบริษัทได้รับอนุญาตจากคณะกรรมการเอทานอลแห่งชาติ หรือคณะกรรมการพัฒนาและส่งเสริมเชื้อเพลิงชีวภาพเท่านั้นที่สามารถตั้งโรงงานเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง

3.2.2 มาตรการการส่งเสริมการใช้เอทานอล ได้แก่

- นโยบายส่งเสริมการตลาดโดยให้ราคาขายปลีกแก๊สโซฮอล์ถูกกว่าน้ำมันเบนซินไม่น้อยกว่า 1.50 บาท/ลิตร ซึ่งเป็นมติการประชุมคณะกรรมการบริหารนโยบายพลังงานเมื่อวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2550
- การที่กระทรวงพลังงานได้มีหนังสือถึงทุกกระทรวงให้การสนับสนุนการใช้แก๊สโซฮอล์ในรถยนต์ของราชการและรัฐวิสาหกิจและให้ทุกหน่วยงานรายงานผลการใช้แก๊สโซฮอล์เป็นประจำรายเดือนให้ทราบ
- การที่กระทรวงพลังงานได้มีหนังสือถึงคณะกรรมการพัสดุแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี และสำนักงบประมาณ ให้กำหนดคุณสมบัติของรถยนต์ที่จะจัดซื้อในปีงบประมาณ 2548 ให้ต้องสามารถใช้แก๊สโซฮอล์เป็นเชื้อเพลิงได้
- การประชาสัมพันธ์โดยสร้างความเชื่อมั่นแก่ประชาชนในการใช้แก๊สโซฮอล์
- การที่กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ได้มีการศึกษาและทดสอบการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 กับรถยนต์คาร์บิวเรเตอร์และจักรยานยนต์
- การที่กรมธุรกิจพลังงานสนับสนุนงบประมาณล้างถังน้ำมันปั๊มอิสระ เพื่อจำหน่ายแก๊สโซฮอล์
- การที่กรมธุรกิจพลังงาน จัดการทดสอบสมรรถนะรถยนต์ (Blind test) เพื่อสร้างความเชื่อมั่นการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์
- การส่งเสริมการใช้เอทานอลในสัดส่วนที่สูงขึ้น เช่น กำหนดราคา E20 ให้ต่ำกว่าเบนซิน 95 อีกทั้งมาตรการ การลดภาษีรถยนต์ที่สามารถใช้ E20 ได้อีก 5% ทำให้ราคารถยนต์ที่ใช้ E20 ได้มีราคาถูกลง
- ส่งเสริมการใช้น้ำมัน E85 ตามที่กระทรวงพลังงานเสนอ โดยให้กระทรวงการคลังกำหนดมาตรการจูงใจด้านภาษีแก่รถยนต์ E85 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้
  - ❖ **ภาษีสรรพสามิต** เก็บภาษีสรรพสามิตรถยนต์ E85 ลดลงในอัตราร้อยละ 3 จากโครงสร้างภาษีปัจจุบัน ดังนี้
    - รถยนต์ที่มีความจุกระบอกสูบตั้งแต่ 1,780 ซี.ซี. แต่ไม่เกิน 2,000 ซี.ซี. เดิมเก็บภาษีสรรพสามิตในอัตราร้อยละ 25 เป็น เก็บภาษีสรรพสามิตในอัตราร้อยละ 22
    - รถยนต์ที่มีความจุกระบอกสูบเกิน 2,000 ซี.ซี. เดิมเก็บภาษีสรรพสามิตในอัตราร้อยละ 30 เป็น เก็บภาษีสรรพสามิตในอัตราร้อยละ 27
    - รถยนต์ที่มีความจุกระบอกสูบเกิน 2,500 ซี.ซี. แต่ไม่เกิน 3,000 ซี.ซี. เดิมเก็บภาษีสรรพสามิตในอัตราร้อยละ 35 เป็นเก็บภาษีสรรพสามิตในอัตราร้อยละ 32

❖ **อากรนำเข้า**

- ให้ลดอากรนำเข้ารถยนต์สำเร็จรูป E85 จากร้อยละ 80 เหลือเป็นร้อยละ 60 สำหรับรถยนต์ E85 ขนาดตั้งแต่ 1,780 ซี.ซี. แต่ไม่เกิน 3,000 ซี.ซี. จำนวนไม่เกิน 2,000 คัน เป็นระยะเวลา 1 ปี นับตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2554
- เร่งดำเนินการจัดทำประกาศเพื่อยกเว้นอากรนำเข้าชิ้นส่วนรถยนต์ E85 จำนวน 15 รายการ ตามมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 3 มิถุนายน 2551 โดยชิ้นส่วนฯ ที่จะได้รับการยกเว้นอากรนำเข้า ต้องมีคุณสมบัติเพิ่มเติม คือ เป็นชิ้นส่วนฯ ที่สามารถใช้ได้กับรถยนต์ E85 และเป็นชิ้นส่วนฯ ที่ยังไม่มีการผลิตภายในประเทศและมีราคาเทียบเท่าหรือถูกกว่าราคาชิ้นส่วนฯ นำเข้านั้น เป็นระยะเวลา 3 ปี นับตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2554

3.2.3 มาตรการการกำหนดคุณภาพและการบริหารจัดการ ได้แก่

- เอทานอลที่จำหน่ายในประเทศนั้นจะต้องแปลงสภาพก่อนขนส่งออกจากโรงงานผลิตเอทานอล ซึ่งกรมธุรกิจพลังงาน (ธ.พ.) ได้กำหนดลักษณะและคุณภาพเอทานอลแปลงสภาพ เพื่อเป็นการส่งเสริม ให้มีการนำเอทานอลมาใช้ในเชิงพาณิชย์ และสร้างความเชื่อมั่นให้แก่ผู้บริโภค จึงได้ออกประกาศ เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของเอทานอลแปลงสภาพ พ.ศ. 2548 โดยกำหนดว่า “เอทานอล แปลงสภาพ”หมายความว่า เอทานอลที่ได้ผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงตามสูตรการแปลงสภาพที่กรมสรรพสามิตกำหนดสำหรับใช้ผสมกับน้ำมันเบนซินพื้นฐานเพื่อผลิตเป็นน้ำมันแก๊สโซฮอล์รายละเอียดการกำหนดลักษณะและคุณภาพของเอทานอลแปลงสภาพ
- สำหรับการกำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ทั้ง E10 E20 และ E85 เป็นไปตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ พ.ศ. 2551
- การจัดตั้งคณะอนุกรรมการเอทานอล ภายใต้คณะกรรมการบริหารนโยบายพลังงาน (กบง.) เพื่อเสนอแนะนโยบาย หลักเกณฑ์ มาตรการ ต่อ กบง.
- คณะกรรมการบริหารนโยบายพลังงาน (กบง.) เมื่อวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2550 ได้มีมติเห็นชอบหลักเกณฑ์การกำหนดราคาเอทานอลใหม่ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์คำนวณอัตราเก็บเงินส่งเข้ากองทุนน้ำมันฯ ของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ และเพื่อใช้เป็นราคาอ้างอิงของเอทานอลที่ผลิตและจำหน่ายในประเทศต่อไป โดยหลักเกณฑ์การกำหนดราคาเอทานอลใหม่จะสะท้อนราคาตลาดโลก โดยจะอ้างอิงราคาเอทานอลจากตลาดบราซิลคิดค่าเฉลี่ยจากไตรมาสก่อนมากำหนดราคาเฉลี่ยสำหรับไตรมาสถัดไป รวมคำนวณค่าขนส่งภายในประเทศ

บราซิลและค่าขนส่งทางเรือจากประเทศบราซิลมาไทย ค่าประกันภัย oil Loss และ Survey

- **สูตรราคาเอทานอล**

สำหรับหลักเกณฑ์การกำหนดราคาเอทานอลที่ผลิตและจำหน่ายในประเทศ ซึ่งสะท้อนราคาตลาดโลก เป็นดังนี้

ราคาเอทานอล = ราคาเอทานอลตลาดบราซิล + Freight + Insurance + Loss + Survey

ราคาเอทานอลตลาดบราซิล => อ้างอิงราคาเอทานอล FOB ตลาด Brazilian Commodity Exchange SaoPaulo ประเทศบราซิล จาก Reuters, Alcohol Fuel-Front Month Continuation ที่มีการซื้อขายในช่วงวันที่ 1-80 ในไตรมาสก่อน นำมาเฉลี่ยสำหรับกำหนดราคาในไตรมาสถัดไป

Freight =>
1) ค่าขนส่งเอทานอลภายในประเทศบราซิลจาก Sao Paulo ไป Santosคิดราคาตามที่เกิดขึ้นจริง (ราคา FOB Santos จาก JJ&A–FOB SaoPaulo) โดยใช้ข้อมูลในช่วงวันที่ 1-80 ในไตรมาสก่อน นำมาเฉลี่ยสำหรับกำหนดราคาในไตรมาสถัดไป
2) ค่าขนส่งเอทานอลทางเรือจากประเทศบราซิลมาไทย คิดที่ขนาดบรรทุก 30,000 ตัน ใช้ข้อมูลจาก Ship brokers จำนวน 3 รายโดยใช้ข้อมูลของไตรมาสก่อนนำมาเฉลี่ยสำหรับกำหนดราคาในไตรมาสถัดไป

Insurance => ค่าประกันภัย 0.0134% ของมูลค่า CFR

Loss => ค่า loss 0.20% ของมูลค่า CIF

Survey/Shipping/Testing => 0.008 บาท/ลิตร (คงที่)

อัตราแลกเปลี่ยน => อัตราแลกเปลี่ยน Selling rate จาก
1) dollar real=> US dollar เป็นรายวัน ในช่วงวันที่ 1-80 ในไตรมาสก่อน
2) US dollar => Baht เป็นรายวัน ในช่วงวันที่ 1-80 ในไตรมาสก่อน อ้างอิงธนาคารแห่งประเทศไทย นำมาเฉลี่ยสำหรับกำหนดอัตราแลกเปลี่ยนไตรมาสถัดไป

- เมื่อวันที่ 12 มีนาคม 2552 คณะอนุกรรมการศึกษาหลักเกณฑ์การกำหนดโครงสร้างราคาน้ำมันเชื้อเพลิงได้มีมติเห็นควรปรับปรุงหลักเกณฑ์การกำหนดราคาเอทานอล เพื่อใช้อ้างอิงในการซื้อ-ขายในประเทศจากระบบการใช้ราคาอ้างอิง (Import Parity) มาเป็นระบบการคำนวณต้นทุนการผลิต (Cost Plus) เนื่องจากการใช้ราคาอ้างอิงจากบราซิลไม่สะท้อนต้นทุนการผลิตที่แท้จริง โดยราคาต้นทุนการผลิตของบราซิลต่ำกว่าต้นทุนการผลิตของไทย ทั้งจากปัจจัยทางด้านขนาดการผลิตของบราซิลใหญ่กว่าของไทย และรัฐบาลบราซิลอุดหนุนราคาน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเกษตรกร รวมทั้งการกำหนดคุณภาพเอทานอลของบราซิล (95%) อยู่ในระดับต่ำกว่าคุณภาพเอทานอลของไทย (99.5%) ต่อมาเมื่อวันที่ 24 เมษายน 2552 คณะอนุกรรมการฯ ได้มีมติเห็นชอบต้นทุนการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล และมันสำปะหลัง โดยมีหลักเกณฑ์การกำหนดราคาเอทานอลดังนี้

  - **หลักเกณฑ์เพื่อคำนวณต้นทุนราคาเอทานอล**

$$P_{Eth} = \frac{(P_{Mol} \times Q_{Mol}) + (P_{Cas} \times Q_{Cas})}{Q_{Total}} \qquad (1)$$

โดย P_{Eth} คือ ราคาเอทานอลอ้างอิง (บาท/ลิตร) ประกาศราคาเป็นรายเดือนทุกเดือน

P_{Mol} คือ ราคาเอทานอลที่ผลิตจากกากน้ำตาล (บาท/ลิตร)

P_{Cas} คือ ราคาเอทานอลที่ผลิตจากมันสำปะหลัง (บาท/ลิตร)

Q_{Mol} คือ ปริมาณการผลิตจากกากน้ำตาล (ล้านลิตร/วัน) ใช้ปริมาณการผลิตย้อนหลัง 1 เดือน เช่น ใช้ปริมาณการผลิตเดือนที่ 3 นำไปคำนวณราคาในเดือนที่ 5

Q_{Cas} คือ ปริมาณการผลิตจากมันสำปะหลัง (ล้านลิตร/วัน) ใช้ปริมาณการผลิตย้อนหลัง 1 เดือน เช่น ใช้ปริมาณการผลิตเดือนที่ 3 นำไปคำนวณราคาในเดือนที่ 5

Q_{Total} คือ ปริมาณการผลิตทั้งหมด (ล้านลิตร/วัน) ใช้ปริมาณการผลิตย้อนหลัง 1 เดือน เช่น ใช้ปริมาณการผลิตเดือนที่ 3 นำไปคำนวณราคาในเดือนที่ 5

$$P_{Mol} = R_{Mol} + C_{Mol} \quad (2)$$

โดย R_{Mol} คือ ต้นทุนกากน้ำตาลที่ใช้ในการผลิตเอทานอล (บาท/ลิตร)

C_{Mol} คือ ต้นทุนการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล (บาท/ลิตร) เท่ากับ 6.125 บาท/ลิตร

หมายเหตุ : 1) ราคากากน้ำตาล เป็นราคาส่งออกตามประกาศเผยแพร่โดยกรมศุลกากร โดยใช้ราคาเฉลี่ย 3 เดือนย้อนหลัง (บาท/กิโลกรัม) เช่น ราคาเฉลี่ยเดือนที่ 1, 2 และ 3 นำไปคำนวณราคาในเดือนที่ 5

2) ราคากากน้ำตาล 4.17 กก. ที่ค่าความหวาน 50% เท่ากับเอทานอล 1 ลิตร อ้างอิงรายงานจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

$$P_{Cas} = R_{Cas} + C_{Cas} \quad (3)$$

โดย R_{Cas} คือ ต้นทุนมันสำปะหลังที่ใช้ในการผลิตเอทานอล (บาท/ลิตร)

C_{Cas} คือ ต้นทุนการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง (บาท/ลิตร) เท่ากับ 7.107 บาท/ลิตร

หมายเหตุ : 1) ราคามันสด เชื้อแป้ง 25% ตามประกาศเผยแพร่โดยกรมการค้าภายในเฉลี่ย 1 เดือนย้อนหลัง (บาท/กิโลกรัม) เช่น ราคามันสดเฉลี่ยวันที่ 16 เดือน 3 ถึง วันที่ 15 เดือน 4 นำไปคำนวณราคาในเดือนที่ 5

2) มันสด 2.63 กิโลกรัม เปอร์เซ็นต์แป้งไม่น้อยกว่า 65 เท่ากับเอทานอล 1 ลิตร อ้างอิงรายงานจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

3) หัวมันสด 2.38 กิโลกรัม ที่เชื้อแป้ง 25% แปรสภาพเป็นมันเส้น 1 กิโลกรัม ตามประกาศกระทรวงพาณิชย์

4) ค่าใช้จ่ายในการแปลงสภาพจากหัวมันสดเป็นมันเส้น 300 บาท/ตันมันเส้น ตามประกาศกระทรวงพาณิชย์

5) ต้นทุนการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล และมันสำปะหลังเป็น ดังนี้

ต้นทุน (หน่วย : บาท/ลิตร)	กากน้ำตาล (C_{Mol})	มันสำปะหลัง (C_{Cas})
Total Initial Investment Cost (ค่าลงทุนเบื้องต้น : ค่าเครื่องจักร ค่าที่ดิน ค่าระบบบำบัด ค่าใช้จ่ายและเงินทุนแรกเริ่ม และค่าอาคาร)[1)]	2.029	1.975
Chemicals and process Water (ค่าสารเคมีและน้ำดิบ)[1)]	0.219	1.041
Utilities (ค่าพลังงาน / สาธารณูปโภค)[2)]	1.546	1.779
Maintenances (ค่าซ่อมบำรุง)[1)]	0.381	0.380

ต้นทุน (หน่วย : บาท/ลิตร)	กากน้ำตาล (C_{Mol})	มันสำปะหลัง (C_{Cas})
Insurances (ค่าประกันภัย)[1)]	0.173	1.174
Labor (ค่าแรงทางตรง)[3)]	0.434	0.434
Sales, General & Administrative Expenses (ค่าบริหารจัดการ)[1)]	0.496	0.499
Ethanol Production Cost (ต้นทุนการผลิต)	**5.278**	**6.282**
Marketing Margin (ค่าการตลาด)	**0.847**[4)]	**0.825**[4)]
Total Cost (ต้นทุนการผลิตรวม)	**6.125**	**7.107**

หมายเหตุ : 1) อ้างอิงข้อมูลจาก BOI ของโรงผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบแต่ละชนิด

2) ข้อมูลเฉลี่ยจาก พพ., BOI และประมาณการตามสัดส่วนที่เสนอโดยสมาคมการค้าผู้ผลิตเอทานอล

3) ประมาณการจากงบดุลปี 2550 ที่เสนอต่อกรมพัฒนาธุรกิจการค้า สำหรับกำลังการผลิต 150,000 ลิตร/วัน คิดแรงงาน 100 คน ที่รายได้เฉลี่ย 15,000 บาทต่อเดือน และเงินเพิ่ม 1 เดือน โดยมีการปรับรายได้ร้อยละ 5 ต่อปี

4) IRR = 12.50%

ตารางราคาเอทานอลในประเทศไทย ตั้งแต่ปี 2550 - 2553

ราคาเอทานอลอ้างอิง (Ethanol Reference Prices)			
พ.ศ.	**ไตรมาส**		**ราคาเอทานอล (บาท/ลิตร)**
ปี 2550	1	ม.ค.-มี.ค.	19.33
	2	เม.ย.-มิ.ย.	18.62
	3	ก.ค.-ก.ย.	16.82
	4	ต.ค.-ธ.ค.	15.29
ปี 2551	1	ม.ค.-มี.ค.	17.28
	2	เม.ย.-มิ.ย.	17.54
	3	ก.ค.-ก.ย.	18.01
	4	ต.ค.-ธ.ค.	22.11
ปี 2552	1	ม.ค.-มี.ค.	17.18
	2	เม.ย.	17.18
		พ.ค.	18.59
		มิ.ย.	20.10
	3	ก.ค.	20.70
		ส.ค.	21.29
		ก.ย.	20.21
	4	ต.ค.	20.07
		พ.ย.	24.97

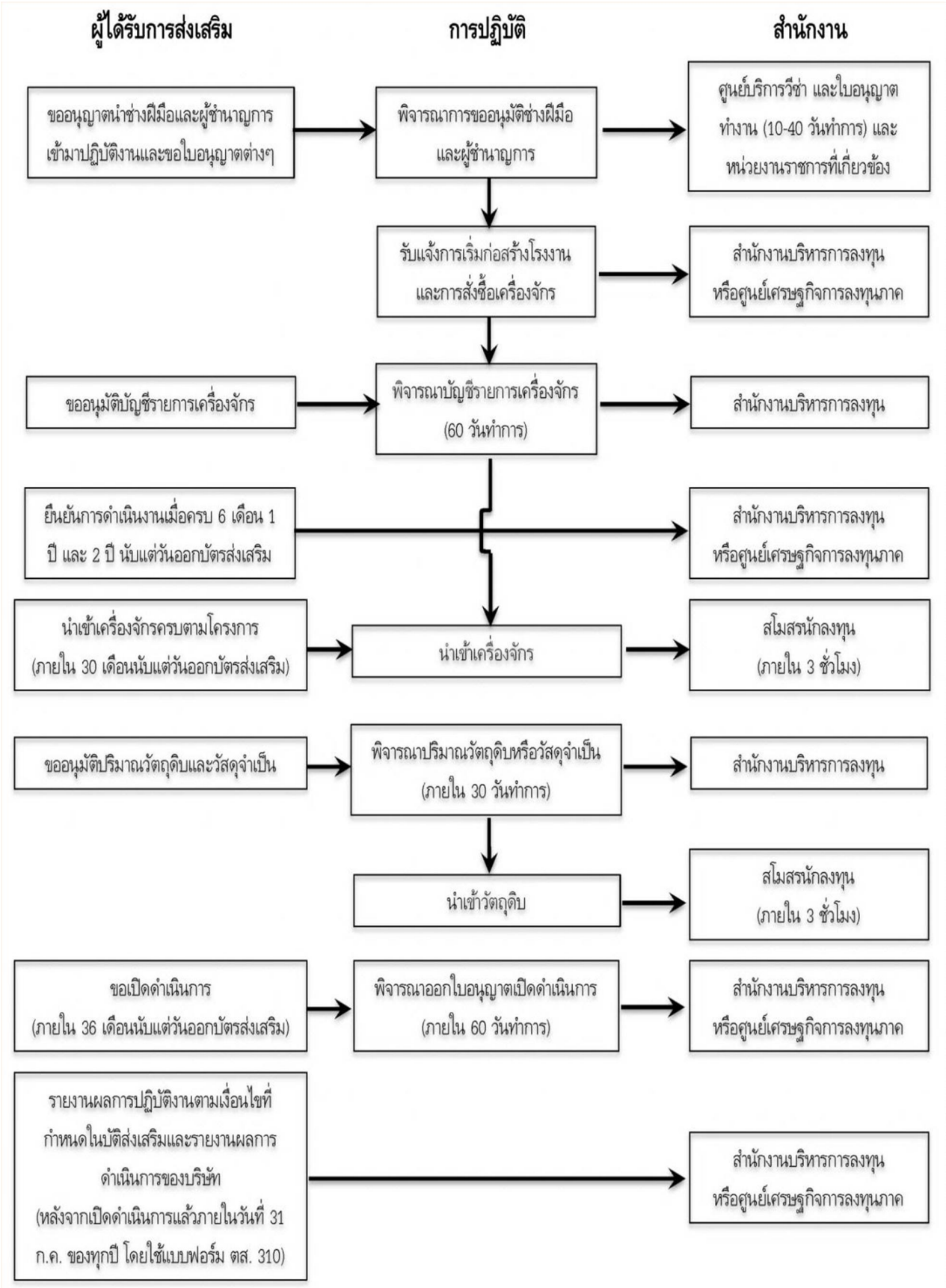
ราคาเอทานอลอ้างอิง (Ethanol Reference Prices)			
พ.ศ.	**ไตรมาส**		**ราคาเอทานอล (บาท/ลิตร)**
		ธ.ค.	25.04
ปี 2553	1	ม.ค.	24.33
		ก.พ.	21.01
		มี.ค.	20.16
	2	เม.ย.	21.57
		พ.ค.	22.98
		มิ.ย.	23.24
	3	ก.ค.	21.76
		ส.ค.	22.55
		ก.ย.	22.86
	4	ต.ค.	26.58
		พ.ย.	26.51
		ธ.ค.	27.13
2554	1	ม.ค.	27.60
		ก.พ.	26.73

ที่มา: สำนักนโยบายปิโตรเลียมและปิโตรเคมี สนพ.

3.3 โครงการส่งเสริมการลงทุน โดยสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI)

ภาครัฐได้ยกระดับให้อุตสาหกรรมพลังงานทดแทน เป็นกิจการที่มีระดับความสำคัญสูงสุดและจะได้รับการส่งเสริมการลงทุนในระดับสูงสุดเช่นกัน จึงมีมาตรการส่งเสริมการลงทุนเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน (Maximum incentive) จากคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) ซึ่งได้กำหนดสิทธิประโยชน์ที่ยกเว้นอากรขาเข้าสำหรับเครื่องจักร ยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล เป็นเวลา 8 ปี และหลังจากนั้นอีก 5 ปี หรือตั้งแต่ปีที่ 9-13 จะลดหย่อนภาษีเงินได้นิติบุคคลได้ 50% รวมทั้งมาตรการจูงใจด้านภาษี อาทิ การลดภาษีเครื่องจักร อุปกรณ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ รวมทั้งการอนุญาตให้นำต้นทุนในการติดตั้งโครงสร้างพื้นฐานต่างๆ เช่น ไฟฟ้า ประปา ขอหักลบภาษีได้สูงสุด 2 เท่าสำหรับโครงการที่เป็นประโยชน์ต่อสาธารณะ เป็นต้น หลักเกณฑ์ในการพิจารณาส่งเสริมโครงการด้านพลังงานทดแทน ได้แก่ กรณีที่ผู้ประกอบการหรือนักลงทุนมีสัดส่วนหนี้ต่อทุน น้อยกว่า 3 ต่อ 1 สำหรับโครงการใหม่ หรือมีเครื่องจักรใหม่ที่มีขบวนการผลิตที่สมัย หรือมีระบบจัดการที่ปลอดภัย รักษาสิ่งแวดล้อม และใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบในการผลิต เป็นต้น

โดยผู้ประกอบหรือนักลงทุนที่สนใจขอทราบรายละเอียดเพิ่มเติมสามารถติดต่อสอบถามยัง **สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน** เลขที่ 555 ถ.วิภาวดี รังสิต จตุจักรกรุงเทพฯ 10900 โทร 02-537-8111, 537-8155 โทรสาร 02-537-8177 E-mail : head@boi.go.th Website : http://www.boi.go.th



รูปแสดงขั้นตอนการยื่นขอรับการส่งเสริมจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI)

3.4 โครงการส่งเสริมเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม

สำนักนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) ได้ดำเนินโครงการส่งเสริมเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม ปี พ.ศ. 2551 โดยเชิญชวนให้ผู้ประกอบการที่มีศักยภาพและพร้อมที่จะลงทุนจัดสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ยื่นข้อเสนอขอรับเงินสนับสนุน ซึ่งประกอบด้วยเงินสนับสนุนค่าที่ปรึกษาออกแบบระบบ และเงินสนับสนุนการลงทุนระบบ โดยกำหนดให้อัตราสนับสนุนเป็นสัดส่วนไม่เกินร้อยละ 20 ของค่าใช้จ่ายรวมระหว่างเงินลงทุนระบบผลิตก๊าซชีวภาพและค่าที่ปรึกษาออกแบบระบบ และไม่เกินวงเงินสนับสนุนสูงสุดที่กำหนดไว้สำหรับผู้ประกอบการแต่ละประเภท

ผู้มีสิทธิยื่นข้อเสนอ จะต้องเป็นผู้ประกอบการโรงงานอุตสาหกรรม และ/หรือ บริษัท จัดการพลังงาน (Energy Service Company: ESCO) ที่เป็นผู้ลงทุนก่อสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพ และระบบการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในรูปพลังงานทดแทนให้แก่โรงงาน โดยโรงงานอุตสาหกรรม 1 แห่ง มีสิทธิยื่นข้อเสนอได้จำนวน 1 ข้อเสนอโดยกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมายแบ่งเป็น 6 กลุ่มหลัก ดังนี้

1) โรงงานผลิตผลิตภัณฑ์จากแป้ง เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเจ้า ผลิตภัณฑ์เส้นหมี่ หรือแป้งชนิดอื่นๆ
2) โรงงานสกัดน้ำมันพืชหรือผลิตน้ำมันพืชบริสุทธิ์ เช่น น้ำมันปาล์ม เป็นต้น
3) **โรงงานเอทานอล**
4) โรงงานน้ำยางข้น
5) โรงงานแปรรูปอาหาร
6) โรงงานอุตสาหกรรมอื่นๆ ที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ตาม 1) - 5)

ประเภทข้อเสนอที่สามารถขอรับการสนับสนุน ข้อเสนอที่สามารถยื่นขอรับการสนับสนุนจากกองทุนฯ จะต้องเข้าข่ายดำเนินการตามลักษณะหนึ่งลักษณะใด ดังต่อไปนี้

ลักษณะที่1 โรงงานหรือ ESCO ที่ต้องการก่อสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพใหม่และหรือปรับปรุง ระบบผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อนำน้ำเสียหรือของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตมาจัดการด้วยเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพและใช้เป็นพลังงานทดแทน

ลักษณะที่ 2 โรงงานหรือ ESCO ที่อยู่ระหว่างก่อสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพ แต่ยังไม่ได้เริ่มต้นเดินระบบก๊าซชีวภาพ (Start up) เพื่อนำน้ำเสียหรือของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตมาจัดการด้วยเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพและใช้เป็นพลังงานทดแทน

ทั้งนี้ผู้ยื่นข้อเสนอที่ยังไม่มีระบบผลิตก๊าซชีวภาพและต้องการก่อสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพใหม่ จะต้องยังไม่ได้เริ่มต้นงานฐานรากของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ณ วันที่ยื่นข้อเสนอ หรือผู้ยื่นข้อเสนอที่ต้องการปรับปรุงระบบก๊าซชีวภาพที่ไม่สามารถใช้งานได้และหยุดการใช้งานระบบดังกล่าวไม่ต่ำกว่า 12 เดือน

ข้อเสนอที่สามารถยื่นขอรับการสนับสนุนต้องผ่านเกณฑ์คุณสมบัติขั้นต่ำ ดังนี้

1. เป็นระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียหรือของเสียที่มีความสามารถในการผลิตก๊าซชีวภาพได้ตั้งแต่ 400 ลบ.ม.มาตรฐาน (Nm^3)/วัน ขึ้นไป ยกเว้นอุตสาหกรรมผลิตผลิตภัณฑ์จากแป้ง อุตสาหกรรมสกัดน้ำมันพืชหรือผลิตน้ำมันพืชบริสุทธิ์ และอุตสาหกรรมเอทานอล ต้องมีความสามารถในการผลิตก๊าซชีวภาพตั้งแต่ 1,000 ลบ.ม.มาตรฐาน (Nm^3)/วัน ขึ้นไป โดยอ้างอิงปริมาณพลังงานตามสัดส่วน $\%CH_4$ ในก๊าซชีวภาพที่ 60% (โดยปริมาตร)

2. มีระบบการนำก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ไปใช้ประโยชน์ในรูปพลังงานทดแทน ตั้งแต่ 80% โดยปริมาตรขึ้นไป โดยอาจผลิตเป็นพลังงานความร้อนทดแทนการใช้เชื้อเพลิงอื่น การผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้เองภายในโรงงานหรือจำหน่ายเข้าระบบของการไฟฟ้า การใช้เป็นแหล่งพลังงานความร้อนเพื่อผลิตน้ำเย็นด้วย Absorption Chiller หรือการผลิตพลังงานความร้อนร่วมในรูปแบบ Cogeneration เป็นต้น

3. มีการออกแบบและติดตั้งระบบบำบัดน้ำทิ้งขั้นหลัง เพื่อบำบัดน้ำทิ้งที่ออกจากระบบผลิตก๊าซชีวภาพให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณลักษณะน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม หรือเกณฑ์มาตรฐานสิ่งแวดล้อมอื่นที่เกี่ยวข้อง ในกรณีต้องการนำน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากระบบผลิตก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร เช่น ใช้เป็นสารปรับปรุงดิน ผู้ยื่นข้อเสนอต้องนำเสนอแนวทางและวิธีการที่ชัดเจน ในการนำน้ำทิ้งดังกล่าวไปใช้ประโยชน์

หมายเหตุ : ลบ.ม.มาตรฐาน (Nm^3) หมายถึงปริมาตรของก๊าซ ณ สภาวะมาตรฐานความดัน 1 บรรยากาศ (1.01 bara, 14.72 psia) อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส

อัตราการสนับสนุน

การสนับสนุนแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การสนับสนุนในส่วนค่าที่ปรึกษาออกแบบระบบและการสนับสนุนเงินลงทุนระบบ โดยกำหนดสัดส่วนเงินสนับสนุนรวม (%) และวงเงินสนับสนุนสูงสุดแยกตามกลุ่มประเภทโรงงานอุตสาหกรรม ดังแสดงในตารางที่ 1 ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องระบุสัดส่วนเงินสนับสนุนค่าที่ปรึกษาออกแบบระบบและสัดส่วนเงินสนับสนุนค่าลงทุนระบบ ตามการตกลงระหว่างกันของผู้ยื่นข้อเสนอและที่ปรึกษาออกแบบระบบแต่ละราย

ผู้สนใจสามารถสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมและขอรับเอกสารเชิญชวนด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

1) สามารถ Download ได้ที่ Web Site ของ สนพ. (www.eppo.go.th) และ Web Site ของโครงการ (www.thaibiogas.com/promotion)
2) ขอรับเอกสารเชิญชวน ได้ที่ส่วนอนุรักษ์พลังงานและพลังงานหมุนเวียนชั้น 3 สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน เลขที่ 121/1-2 ถนนเพชรบุรี แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กทม 10400

ตารางที่ 3-1 อัตราเงินสนับสนุนสูงสุดสำหรับผู้ประกอบการแต่ละประเภท

ประเภทโรงงานอุตสาหกรรม	เป้าหมายและวงเงินสนับสนุนรายปี										สัดส่วนการสนับสนุน (%)	วงเงินสนับสนุนสูงสุดต่อแห่ง (ล้านบาท)
	ปี 51		ปี 52		ปี 53		ปี 54		ปี 55			
	แห่ง	ล้านบาท	แห่ง	ล้านบาท	แห่ง	ล้านบาท	แห่ง	ล้านบาท	แห่ง	ล้านบาท		
1. โรงงานผลิตผลิตภัณฑ์จากแป้ง	15	150	13	130	20	200	10	100	30	300		
1.1. น้ำเสีย											20%	10
1.2. เศษวัสดุเหลือใช้จากโรงงาน เช่น กากมัน เป็นต้น											50%	10
2. โรงสกัดน้ำมันพืชหรือผลิตน้ำมันพืชบริสุทธิ์	11	110	11	110	20	200	20	200	50	500		
2.1. น้ำเสีย											20%	10
2.2. เศษวัสดุเหลือใช้จากโรงงาน เช่น กากตะกอน เป็นต้น											50%	10
3. โรงงานเอทานอล (น้ำเสีย)	5	100	4	80	4	80	4	80	4	80	**20%**	**20**
4. โรงงานน้ำยางข้น (น้ำเสีย)	5	30	4	24	10	60	10	60	-	-	**50%**	**6**
5. โรงงานแปรรูปอาหาร (น้ำเสีย / กากของเสีย)	20	120	-		20	20	20	120	-	-		
5.1. อาหารทะเล											50%	6
5.2. เซลลูโลส											50%	6
5.3. อื่นๆ												6
6. โรงงานอื่นๆ	-	-	37	10	-	-	-	-	-	-		
6.1. เศษวัสดุเหลือใช้จากโรงงาน/วัสดุทางการเกษตร ฯลฯ				6							50%	10
6.2. อื่นๆ				6							50%	6
รวม	56	510	69	566	74	560	64	560	84	880		

*** หมายเหตุ สัดส่วน % เงินสนับสนุน คำนวณจากค่าใช้จ่ายรวมระหว่างเงินลงทุนของระบบผลิตก๊าซชีวภาพและค่าที่ ปรึกษาออกแบบระบบ**

ตารางที่ 3-2 ตารางแสดงอัตราเงินสนับสนุนสูงสุดสำหรับผู้ประกอบการแต่ละประเภท

ประเภทโรงงานอุตสาหกรรม	เป้าหมาย (แห่ง)	สัดส่วนการสนับสนุน[2] (%)	วงเงินสนับสนุนสูงสุดต่อแห่ง (ล้านบาท)
1. โรงงานผลิตผลิตภัณฑ์จากแป้ง	13		
1.1. น้ำเสีย		20%	10.0
1.2. เศษวัสดุเหลือใช้จากโรงงาน เช่น กากมัน เป็นต้น		50%	10.0
2. โรงสกัดน้ำมันพืชหรือผลิตน้ำมันพืชบริสุทธิ์	11		
2.1. น้ำเสีย		20%	10.0
2.2. เศษวัสดุเหลือใช้จากโรงงาน เช่น กากตะกอน เป็นต้น		50%	10.0
3. โรงงานเอทานอล (น้ำเสีย)	**4**	**20%**	**20.0**
4. โรงงานน้ำยางข้น (น้ำเสีย)	4	50%	6.0
5. โรงงานแปรรูปอาหาร (น้ำเสีย / กากของเสีย)	37		
5.1. อาหารทะเล	4	50%	6.0
5.2. เซลลูโลส	4	50%	6.0
5.3. อื่นๆ	29		6.0
6. โรงงานอื่นๆ	-		
6.1. เศษวัสดุเหลือใช้จากโรงงาน/วัสดุทางการเกษตร ฯลฯ		50%	10.0
6.2. อื่นๆ		50%	6.0
รวม	**69**		**566ล้านบาท[2]**

หมายเหตุ 1. สัดส่วน % เงินสนับสนุน คำนวณจากค่าใช้จ่ายรวมระหว่างเงินลงทุนของระบบผลิตก๊าซชีวภาพและค่าที่ปรึกษาออกแบบระบบ

2. สงวนสิทธิ์ที่จะไม่สนับสนุนในส่วนของ สำหรับผู้ยื่นข้อเสนอที่ได้รับการสนับสนุน "ที่ปรึกษาออกแบบค่า" ค่าที่ปรึกษาออกแบบระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากหน่วยงานรัฐบาล

บทที่ 4
การยื่นขออนุญาตประกอบกิจการโรงงานผลิตเอทานอล เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง

ผู้ประกอบการที่สนใจจะขอตั้งโรงงานผลิตและจำหน่ายเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง จะต้องดำเนินการยื่นเรื่อง ส่งเอกสาร ต่อหน่วยราชการต่างๆ ซึ่งกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานได้หารือ ร่วมกับหน่วยงานนั้นๆ และสรุปขั้นตอนตามข้อมูลต่อไปนี้ ทั้งนี้ ผู้ประกอบการที่สนใจโปรดตรวจสอบกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องโดยตรงด้วย

1. **กรมสรรพสามิต** : ผู้ประกอบการยื่นหนังสือขอจัดตั้งโรงงานผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงต่อกรมสรรพสามิตหรือ สำนักงานสรรพสามิตจังหวัดในพื้นที่ที่โรงงานตั้งอยู่ โดยข้อเสนอโครงการขอจัดตั้งโรงงานผลิตและจำหน่ายเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงตามรายละเอียดของประกาศกระทรวงการคลัง เรื่อง วิธีการบริหารงานสุรากลั่นชนิดสุราสามทับ (เอทานอล) เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง พ.ศ. 2550

สำนักงานสรรพสามิตพื้นที่จะส่งเอกสารหลักฐานข้างต้น พร้อมกับบันทึกผลการตรวจสถานที่ตั้งโรงงานสุราและความเห็นให้กรมสรรพสามิตภายใน 10 วัน นับแต่วันที่ได้รับเรื่อง เมื่อกรมสรรพสามิตพิจารณาอนุญาตแล้วจะออกหนังสือการอนุญาตให้ตั้งโรงงานผลิตแอลกอฮอล์เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง ให้แก่ผู้ประกอบการเพื่อยื่นต่อกรมโรงงานต่อไป

ทั้งนี้ผู้ประกอบการจะต้องปฏิบัติตามประกาศกรมสรรพสามิต เรื่องวิธีการงดเว้นไม่เรียกเก็บภาษีสุราสำหรับสุรากลั่นชนิดสุราสามทับ (เอทานอล) ที่นำไปใช้ผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง ลงวันที่ 25 กุมภาพันธ์2548 ซึ่งจะต้องติดตั้งอุปกรณ์มาตรวัดจัดทำระบบฐานข้อมูลและการทำบัญชีประจำวันและบัญชีงบเดือนตามที่กำหนด และให้รายงานความก้าวหน้าในการก่อสร้างโรงงานสุราให้กรมสรรพสามิตทราบทุก 3 เดือน และเมื่อทำการก่อสร้างโรงงานสุราเสร็จแล้วก่อนทำสุราผู้รับอนุญาตต้องยื่นเรื่องขอใบอนุญาตทำสุรา ใบอนุญาตให้ทำเชื้อสุราสำหรับใช้ในโรงงานสุรา ใบอนุญาตขายสุราประเภทที่ 2 (ขายสุราครั้งหนึ่งตั้งแต่สิบลิตรขึ้นไป) ต่อกรมสรรพสามิตหรือสำนักงานสรรพสามิตจังหวัดในพื้นที่ที่โรงงานตั้งอยู่ ทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 15 วันทำการ เพื่อให้เจ้าพนักงานสรรพสามิตไปตรวจสอบความถูกต้องและความพร้อมในการผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง ตลอดจนสถานที่ตั้งที่ทำการของเจ้าพนักงานสรรพสามิตผู้ควบคุมโรงงาน เมื่อกรมสรรพสามิตเห็นว่าถูกต้องแล้ว ผู้รับอนุญาตต้องทำสัญญาการทำและขายส่งเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงกับกรมสรรพสามิตก่อน รวมทั้งได้ปฏิบัติตามการติดตั้งมาตรวัดต่างๆ เรียบร้อยแล้ว กรมสรรพสามิตจึงจะออกใบอนุญาตให้

2. **กรมโรงงานอุตสาหกรรม** : ผู้ประกอบการยื่นขออนุญาตประกอบกิจการโรงงานตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน ซึ่งสามารถซื้อแบบคำขออนุญาต (รง.3) จำนวน 3 ฉบับได้ที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมหรือที่

สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด และยื่นคำขอฯ ที่สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดท้องที่ที่เป็นที่ตั้งของโรงงาน ตามขั้นตอนการขออนุญาตของโรงงานที่จะตั้งขึ้นใหม่ พร้อมทั้งจัดทำรายงานเกี่ยวกับการศึกษาและมาตรการป้องกันและแก้ไขผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย ตามประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่องการกำหนดหลักเกณฑ์สำหรับการยื่นคำขออนุญาตประกอบกิจการโรงงานผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง ลงวันที่ 24 ธันวาคม 2547 โดยมีเอกสารประกอบการยื่นคำขออนุญาต (รง.3) ดังนี้

- สำเนาหนังสือรับรองการจดทะเบียนนิติบุคคล ที่ระบุชื่อผู้มีอำนาจลงนามผูกพันนิติบุคคล ที่ตั้งสำนักงาน วัตถุประสงค์ของนิติบุคคล
- แผนผังแสดงสิ่งปลุกสร้างภายในบริเวณโรงงานขนาดเหมาะสมและถูกต้องตามมาตราส่วน
- แผนผังแสดงการติดตั้งเครื่องจักรขนาดเหมาะสมและถูกต้องตามมาตรส่วนพร้อมด้วยรายละเอียด
- แบบแปลนอาคารโรงงานขนาดเหมาะสมและถูกต้องตามมาตราส่วน
- แบบแปลน แผนผังและคำอธิบายโดยละเอียดระบบบำบัดน้ำเสียพร้อมรายการคำนวณ
- แผนการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม
- แผนการจัดการด้านความปลอดภัย

โดยแสดงรายละเอียดข้างต้นภายใต้แบบและเทคโนโลยีการผลิตที่คัดเลือก พร้อมทั้งมีคำรับรองของผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมหรือบุคคลอื่นที่กระทรวงอุตสาหกรรมกำหนด

ทั้งนี้ให้ผู้ประกอบการส่งสำเนาคำขออนุญาต (รง.3) ให้แก่กรมสรรพสามิต 1 ชุด ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องส่งเอกสารหรือหลักฐานใดๆ เพิ่มเติม เพื่อประกอบการพิจารณาตามกฎหมายว่าด้วยโรงงานจะต้องส่งสำเนาเอกสารหรือหลักฐานเพิ่มเติมนั้น ให้แก่กรมสรรพสามิต 1 ชุดด้วย

กรมโรงงานอุตสาหกรรมจะใช้ระยะเวลาพิจารณาการขออนุญาต 30 วัน เมื่อได้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน (รง. 4) จากกรมโรงงานอุตสาหกรรมแล้ว ให้ดำเนินการก่อสร้างและปฏิบัติตามเงื่อนไขแนบท้ายใบอนุญาตอย่างเคร่งครัด และเมื่อประสงค์จะประกอบกิจการโรงงานส่วนใดส่วนหนึ่ง ให้แจ้งตามแบบแจ้งการประกอบกิจการโรงงานจำพวกที่ 3 ให้พนักงานเจ้าหน้าที่ทราบไม่น้อยกว่า 15 วัน ก่อนวันเริ่มประกอบกิจการ

ผู้ประกอบการต้องทำการบำบัดน้ำเสียที่ออกจากโรงงานผลิตเอทานอลให้อยู่ในค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่องกำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงานและประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องกำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกนอกโรงงานให้มีค่าแตกต่างจากที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539) เรื่องกำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน

3. อบต : สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดจะตรวจสอบสถานที่ตั้งโรงงานตามหลักเกณฑ์ของกฎหมายโรงงานแล้วจะส่งเรื่องขอตั้งโรงงานผลิตและจำหน่ายเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงให้แก่ อบต. ที่โรงงานเอทา

นอลตั้งอยู่ ผู้ประกอบการดำเนินการจัดทำเอกสารแนะนำโครงการ แผ่นพับโฆษณา โปสเตอร์ และนำเสนอรายละเอียดโครงการ รวมทั้งชี้แจงแผนการด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม ผลประโยชน์และการพัฒนาชุมชนต่อ อบต. และชุมชนในพื้นที่ที่โรงงานตั้งอยู่เพื่อให้ อบต. ให้ความเห็นชอบต่อโครงการดังกล่าว

เมื่อสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดได้รับเอกสาร มติของ อบต. เห็นชอบการก่อสร้างโรงงานในพื้นที่แล้ว จะส่งเรื่องให้กรมโรงงานอุตสาหกรรมออกใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน (รง.4)

4. **สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI)** : ผู้ประกอบการยื่นคำขอรับการส่งเสริมต่อสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) เพื่อขอรับการส่งเสริมการลงทุน ซึ่งผู้ได้รับการส่งเสริมจะได้รับสิทธิประโยชน์ยกเว้นอากรขาเข้าเครื่องจักร และยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล 8 ปี (ไม่กำหนดดวงเงิน) และสิทธิประโยชน์อื่นตามเกณฑ์ โดยกรอบแบบฟอร์มคำขอรับการส่งเสริม (กกท. 01) เมื่อกรอกคำขอในแบบฟอร์มแล้วให้ยื่นคำขอจำนวน 2 ชุด ที่สำนักคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน หรือศูนย์เศรษฐกิจการลงทุนภูมิภาค ตามวิธีปฏิบัติในการขอรับการส่งเสริมและการใช้สิทธิและประโยชน์ และทำสำเนาคำขออีก 1 ชุดเพื่อผู้ยื่นคำขอเก็บไว้เป็นสำเนา โดยผู้ยื่นคำขอจะต้องเข้าชี้แจงโครงการต่อเจ้าหน้าที่ภายใน 15 วันนับแต่ได้รับแจ้งจากสำนักงาน

กรณีที่คำขอรับการส่งเสริมมีขนาดการลงทุนมากกว่า 500 ล้านบาท จะต้องยื่นรายงานการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ (Feasibility Study) สำหรับคำขอรับการส่งเสริมมีขนาดการลงทุนตั้งแต่ 750 ล้านบาทขึ้นไปที่ผลิตเพื่อการจำหน่ายภายในประเทศเป็นส่วนใหญ่จะใช้เวลาในการพิจารณาคำขอ 90 วันทำการ

5. **สถานบันการเงิน** : ผู้ประกอบการยื่นขอสินเชื่อจากสถาบันการเงินโดยยื่นเอกสารการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง พร้อมทั้งยื่นสำเนาหนังสือรับรองการจดทะเบียนนิติบุคคลงบการเงินย้อนหลัง (ถ้าที) ประวัติผู้ถือหุ้น และเอกสารที่เกี่ยวข้องอื่นๆ

6. **กรมชลประทาน** : หากผู้ประกอบการมีความประสงค์ที่จะใช้น้ำจากระบบชลประทานจะต้องยื่นคำร้องตามแบบ ผย. 33 ต่อกรมชลประทานหรือสำนักชลประทานพื้นที่ ตามกระบวนการพิจารณาขออนุญาตใช้น้ำจากทางน้ำชลประทาน

7. **กรมทรัพยากรน้ำบาดาล** : หากผู้ประกอบการมีความประสงค์ที่จะใช้น้ำบาดาลเพื่อการผลิตเอทานอลในโรงงานจะต้องปฏิบัติตามคู่มือการขออนุญาตเจาะใช้น้ำบาดาล กรมทรัพยาการน้ำบาดาล โดยยื่นคำขอรับใบอนุญาตเจาะน้ำบาดาล พร้อมเอกสารประกอบคำขอ และค่าธรรมเนียมคำขอยื่นต่อพนักงานน้ำบาดาลประจำท้องที่ในเขตน้ำบาดาล ได้แก่ สำนักควบคุมกิจการน้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ในเขตน้ำบาดาลกรุงเทพมหานคร หรือ ฝ่ายทรัพยากรน้ำบาดาล สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดทุกจังหวัด ก่อนที่จะนำน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ผู้ประกอบกิจการต้องขออนุญาตใช้น้ำบาดาลก่อน โดยยื่นคำขอรับใบ อนุญาตใช้น้ำบาดาล ต่อพนักงานน้ำบาดาลประจำท้องที่พร้อมตัวอย่างน้ำบาดาลจากบ่อที่ขออนุญาต จำนวนไม่น้อยกว่า 1.5 ลิตร เพื่อวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและเคมี พร้อมชำระค่าธรรมเนียมและค่าวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำบาดาล

8. กรมทรัพยากรน้ำ : หากผู้ประกอบการมีความประสงค์ใช้น้ำผิวดินให้ผู้ประกอบการเสนอแผนการใช้น้ำของกิจการต่อคณะอนุกรรมการลุ่มน้ำ ตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการบริหารทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 พิจารณาให้ความเห็นชอบก่อนการดำเนินการ

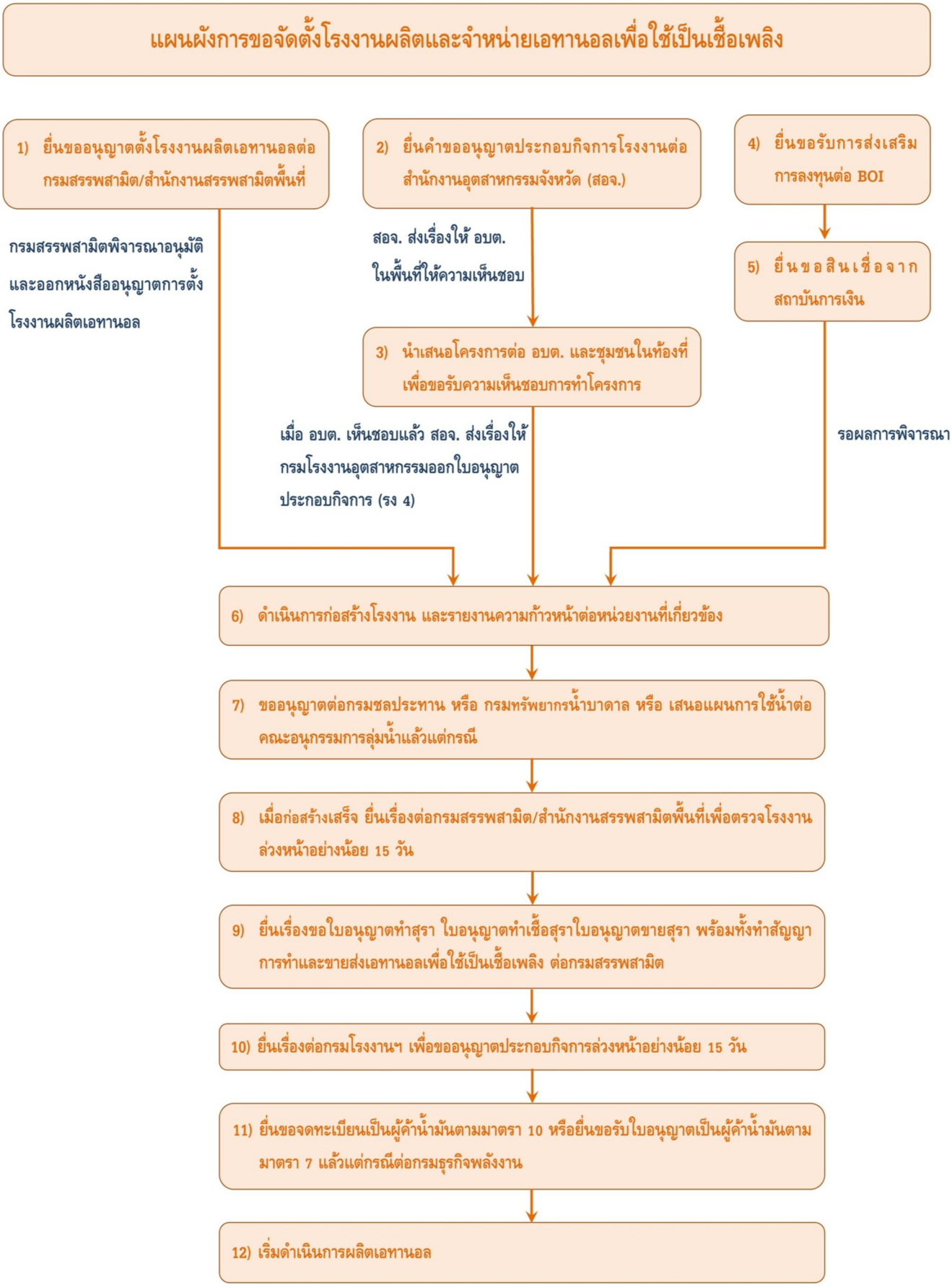
9. กรมธุรกิจพลังงาน : ผู้ประกอบการผลิตเอทานอลที่มีปริมาณค้าเกิน 30,000 เมตริกตันต่อปี (ประมาณ 36 ล้านลิตร) แต่ไม่เกิน 100,000 เมตริกตันต่อปี (ประมาณ 120 ล้านลิตร) หรือเป็นผู้ประกอบการที่มีขนาดของถังที่สามารถเก็บเอทานอลหรือน้ำมันเชื้อเพลิงรวมกันได้เกิน 200,000 ลิตร ต้องขึ้นทะเบียนเป็นผู้ค้าน้ำมัน ตามมาตรา 10 กับกรมธุรกิจพลังงาน โดยยื่นคำขอจดทะเบียนเป็นผู้ค้าน้ำมันตามมาตรา 10 แห่งพระราชบัญญัติการค้าน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. 2543 (แบบ นพ.102)

ในกรณีที่ผู้ประกอบการผลิตเอทานอลที่มีปริมาณค้าเกิน 100,000 เมตริกตันต่อปี (ประมาณ 120 ล้านลิตร) ต้องขอรับใบอนุญาตเป็นผู้ค้าน้ำมันตามมาตรา 7 จากรัฐมนตรีว่าการกระทรวงพลังงาน โดยยื่นคำขอรับใบอนุญาตเป็นผู้ค้าน้ำมันตามมาตรา 7 แห่งพระราชบัญญัติการค้าน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ.2543 กับกรมธุรกิจพลังงาน ทั้งนี้คุณภาพของเอทานอลที่ผู้ผลิตจะจำหน่ายต้องเป็นไปตามประกาศกรมธุรกิจพลังงานเรื่องกำหนดลักษณะและคุณภาพของเอทานอลแปลงสภาพ พ.ศ. 2548

นักลงทุนผู้ที่สนใจสามารถติดต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดังกล่าวได้ตามหมายเลขโทรศัพท์และเว็บไซต์ดังแสดงในตารางและสรุปขั้นตอนตามข้อมูลแสดงในแผนผังการขอจัดตั้งโรงงานผลิตและจำหน่าย เอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง

หมายเลขโทรศัพท์หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	หน่วยงาน	โทรศัพท์	เว็บไซต์
1	กรมสรรพสามิตสำนักมาตรฐานภาษี	0-2241 5600	www.excise.go.th
2	กรมโรงงานอุตสาหกรรมสำนักโรงงานอุตสาหกรรมรายสาขาที่ 1	0-2202 3992 0-2202 3995	www2.diw.go.th/cluster/cluster1.asp
3	สำนักงานคณะกรรมการ ส่งเสริมการลงทุน (BOI)	0-2537 8111	www.boi.go.th
4	กรมชลประทาน	0-2241 0020	www.rid.go.th
5	กรมทรัพยากรน้ำ	0-2241 0020	202.129.59.150/prapathai/spt/index.html
6	กรมทรัพยากรน้ำบาดาล	0-2299 3924-6	www.dgr.go.th/
7	กรมธุรกิจพลังงาน สำนักการค้าและการสำรองน้ำมันเชื้อเพลิง	0-2511 5961-5 ต่อ 1802, 1808	www.doed.go.th/law/law_main_%20merchant.html


แผนผังการขอจัดตั้งโรงงานผลิตและจำหน่ายเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง
1) ยื่นขออนุญาตตั้งโรงงานผลิตเอทานอลต่อ กรมสรรพสามิต/สำนักงานสรรพสามิตพื้นที่
2) ยื่นคำขออนุญาตประกอบกิจการโรงงานต่อ สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด (สอจ.)
4) ยื่นขอรับการส่งเสริมการลงทุนต่อ BOI
กรมสรรพสามิตพิจารณาอนุมัติและออกหนังสืออนุญาตการตั้งโรงงานผลิตเอทานอล
สอจ. ส่งเรื่องให้ อบต. ในพื้นที่ให้ความเห็นชอบ
5) ยื่นขอสินเชื่อจากสถาบันการเงิน
3) นำเสนอโครงการต่อ อบต. และชุมชนในท้องที่เพื่อขอรับความเห็นชอบการทำโครงการ
เมื่อ อบต. เห็นชอบแล้ว สอจ. ส่งเรื่องให้กรมโรงงานอุตสาหกรรมออกใบอนุญาตประกอบกิจการ (รง 4)
รอผลการพิจารณา
6) ดำเนินการก่อสร้างโรงงาน และรายงานความก้าวหน้าต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
7) ขออนุญาตต่อกรมชลประทาน หรือ กรมทรัพยากรน้ำบาดาล หรือ เสนอแผนการใช้น้ำต่อคณะอนุกรรมการลุ่มน้ำแล้วแต่กรณี
8) เมื่อก่อสร้างเสร็จ ยื่นเรื่องต่อกรมสรรพสามิต/สำนักงานสรรพสามิตพื้นที่เพื่อตรวจโรงงานล่วงหน้าอย่างน้อย 15 วัน
9) ยื่นเรื่องขอใบอนุญาตทำสุรา ใบอนุญาตทำเชื้อสุราใบอนุญาตขายสุรา พร้อมทั้งทำสัญญาการทำและขายส่งเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง ต่อกรมสรรพสามิต
10) ยื่นเรื่องต่อกรมโรงงานฯ เพื่อขออนุญาตประกอบกิจการล่วงหน้าอย่างน้อย 15 วัน
11) ยื่นขอจดทะเบียนเป็นผู้ค้าน้ำมันตามมาตรา 10 หรือยื่นขอรับใบอนุญาตเป็นผู้ค้าน้ำมันตามมาตรา 7 แล้วแต่กรณีต่อกรมธุรกิจพลังงาน
12) เริ่มดำเนินการผลิตเอทานอล

ภาคผนวก

ตัวอย่าง **วิธีการคำนวณต้นทุนเงินทุนถัวเฉลี่ย (Weight Average Cost of Capital : WACC) ของโรงงานผลิตเอทานอล**

1) อัตราผลตอบแทนที่ผู้ลงทุนคาดว่าจะได้รับ = 15% ต่อปี
2) อัตราผลตอบแทนของธนาคารในลูกค้าชั้นดี (MLR+1) = 8.25%
3) เงินลงทุน = 736,000,000 บาท
4) หนี้สิน / ส่วนของเจ้าของ = 2

$$\mathbf{WACC} = \frac{((15\,\% \times 736{,}000{,}000) \times (1/(1+2)) + (8.25\% \times 736{,}000{,}000 \times (2/(1+2))}{736{,}000{,}000}$$

WACC = 10.50%

ตัวอย่าง **วิธีคำนวณค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง (Straight line) ของโรงงานผลิตเอทานอล**

1) ค่าออกแบบและก่อสร้างโรงงาน = 45,000,0000 บาท
2) ค่าเครื่องจักร = 680,000,000 บาท
3) อายุโครงการ = 15 ปี
4) ค่าเสื่อมราคา $= \frac{680,000,000 + 45,000,000}{15}$

= 48,333,333 บาทต่อปี

เอกสารอ้างอิง

1. การศึกษาความเป็นไปได้ของการผลิตเอานอล ประจำปี 2552, ส่วนบริหารจัดการข้อมูลและปรึกษาแนะนำ, สำนักบริหารยุทธศษสตร์, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2552
2. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งเอทานอล การผสม และการขนส่งแก๊สโซฮอล์, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, มูลนิธิเพื่อสถาบันปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย, เมษายน 2552
3. การศึกษาเปรียบเทียบเทคโนโลยีการผลิตเอทานอลของสหรัฐอเมริกาและไทย, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย(วว.), ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (ศว.), กระทรวงวิทยาศษสตร์และเทคโนโลยี, กระทรวงพลังงาน, กุมภาพันธ์ 2551
4. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการวิเคราะห์และเสนอแนะมาตรการด้านเชื้อเพลิงชีวภาพ, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, มูลนิธิสถาบันประสิทธิภาพพลังงาน (ประเทศไทย), เมษายน 2551
5. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการประเมินศักยภาพของชีวมวลเพื่อผลิตเอทานอล, บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, มหาวิทยาลัยเกาตรศาสตร์, พฤศจิกายน2549
6. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการประเมินเทคโนโลยี การผลิตเอทานอลจากผลผลิตทางการเกษตร, บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, พฤศจิกายน 2549
7. รายงานฉบับสมบูรณ์ การผลิตและการใช้เชื้อเพลิงเอทานอล, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กันยายน 2548
8. รายงานบทสรุปผู้บริหาร การนำของเสียจากการผลิตเอทานอลมาใช้ประโยชน์เพื่อเพิ่มมูลค่า, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ตุลาคม 2549
9. เอกสารนำเสนอ มาตรการส่งเสริมการใช้น้ำมัน E85, กระทรวงพลังงาน, วันที่ 19 เมษายน 2553
10. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน, http://www.dede.go.th
11. สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน,http://www.eppo.go.th
12. ระบบฐานข้อมูลพลังงานด้านเชื้อเพลิงชีวภาพ, http://www.biofueldede.com
13. กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน, http://www.doeb.go.th
14. กรมโรงงานอุตสาหกรรม,http://www.diw.go.th
15. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, http://www.oae.go.th

16. กรมสรรพสามิต, http://www.excise.go.th
17. กระทรวงพลังงาน ,http://www.energy.go.th
18. http://www.sugarzone.in.th
19. http://www.thaisugarmillers.com

บันทึก

บันทึก

บันทึก

ผู้สนใจสามารถขอข้อมูลและรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

ศูนย์บริการวิชาการด้านพลังงานทดแทนโทรศัพท์ : 02 223 7474

หรือ

สำนักพัฒนาพลังงานชีวภาพ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

17 ถนนพระราม 1 แขวงรองเมือง เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทรศัพท์ : 02 223 0021-9

เว็บไซต์ www.dede.go.th

จัดทำเอกสาร โดย

able

บริษัท เอเบิล คอนซัลแตนท์ จำกัด

888/29-32 ถนนนวลจันทร์ แขวงนวลจันทร์ เขตบึงกุ่ม กรุงเทพฯ 10230

โทรศัพท์ 0-2184-2728-32 โทรสาร 0-2184-2734

พิมพ์ครั้งที่ 1 : กันยายน 2554