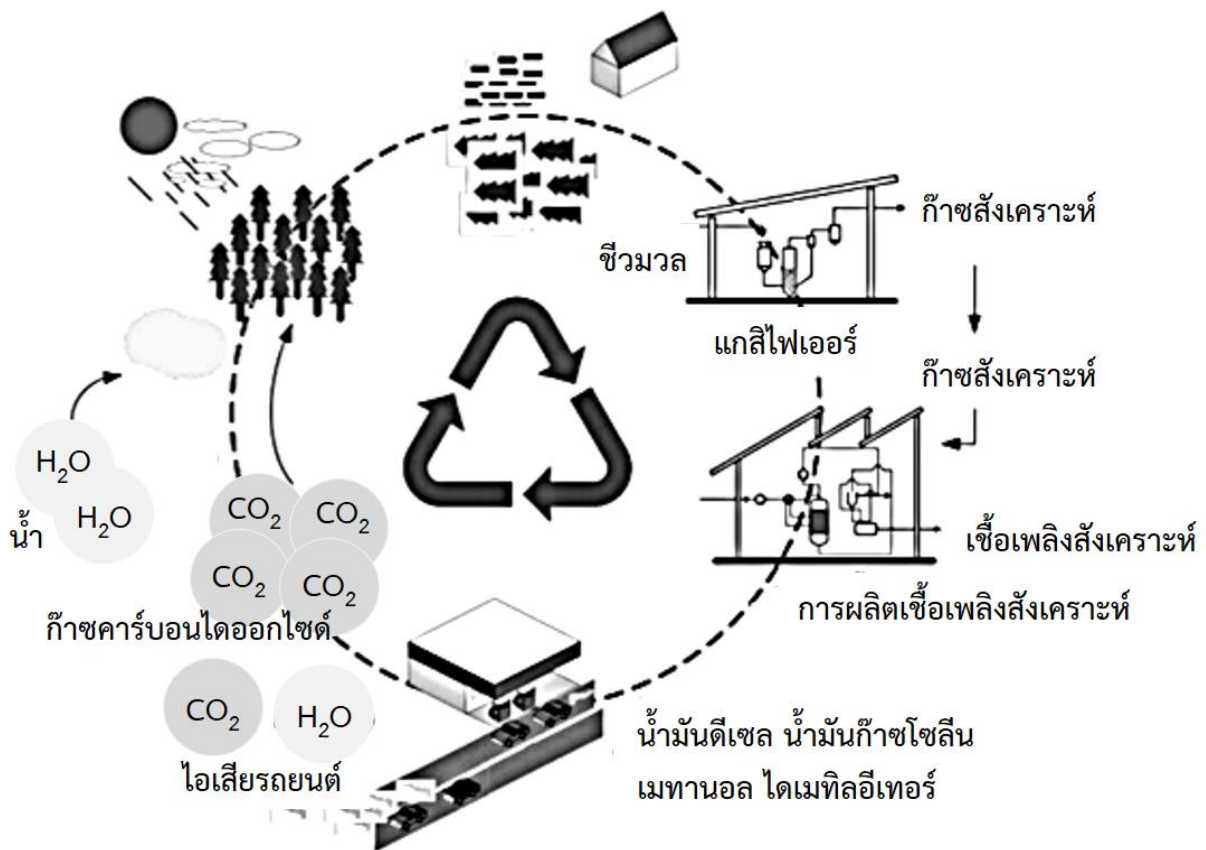


บทที่ 23 รายละเอียดข้อมูลเชื้อเพลิงชีวภาพประเภท น้ำมันปิโตรสังเคราะห์ (Synthetic petrol)

1. ข้อมูลทั่วไป ^[1]

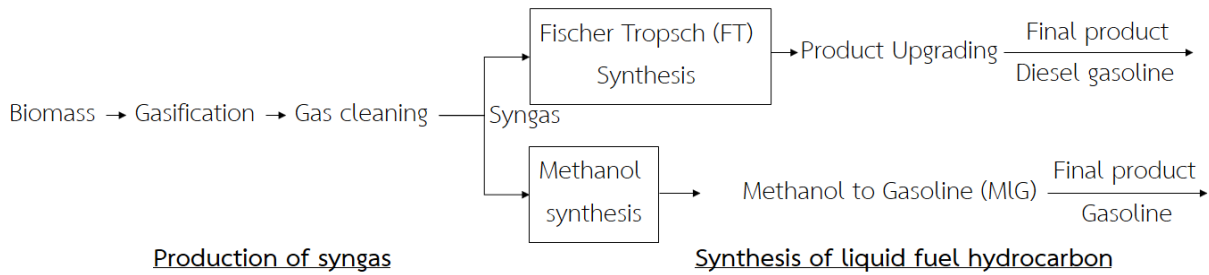
เชื้อเพลิงสะอาดทางเลือกหรือเชื้อเพลิงสังเคราะห์ เป็นเชื้อเพลิงที่ผลิตจากก๊าซสังเคราะห์ (ก๊าซผสมระหว่างก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และก๊าซไฮโดรเจน) โดยวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตก๊าซสังเคราะห์ที่กำลังได้รับความสนใจในปัจจุบันคือ ชีวมวล เช่น แกลบ ชังข้าวโพด กะลาปาล์ม เศษไม้ เป็นต้น ซึ่งมีปริมาณมาก โดยเฉพาะประเทศเกษตรกรรมอย่างเช่น ประเทศไทย โดยนำชีวมวลมาผ่านกระบวนการแก๊สซิฟิเคชัน (Gasification) เพื่อเปลี่ยนชีวมวลเป็นก๊าซสังเคราะห์ แล้วนำมาใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตเชื้อเพลิงสังเคราะห์ผ่านกระบวนการฟิชเชอร์ทรอปช์ (Fischer-tropsch) เพื่อเปลี่ยนโมเลกุลของก๊าซสังเคราะห์ให้เป็นเชื้อเพลิงสังเคราะห์ต่าง ๆ ภาพที่ 1 แสดงให้เห็นถึงการผลิตเชื้อเพลิงสังเคราะห์จากชีวมวลเพื่อผลิตเป็นน้ำมันปิโตรสังเคราะห์ ซึ่งน้ำมันปิโตรสังเคราะห์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ น้ำมันดีเซลสังเคราะห์ (กล่าวในเรื่องน้ำมันดีเซลสังเคราะห์) และก๊าซโซลีนสังเคราะห์ที่ได้จากกระบวนการฟิชเชอร์ทรอปช์ (Fischer-tropsch)



ภาพที่ 1 วัฏจักรของเชื้อเพลิงสังเคราะห์ที่ยั่งยืนจากชีวมวล ^[1]

สารชีวมวลตั้งต้นในการผลิตก๊าซสังเคราะห์ผ่านกระบวนการแก๊สซิฟิเคชัน และกระบวนการการเปลี่ยนแปลงทางเคมี โดยจะทำให้โมเลกุลของก๊าซสังเคราะห์เปลี่ยนเป็นเชื้อเพลิงสังเคราะห์ โดยมีเมทานอลเป็นสารตั้งต้นในการผลิตก๊าซโซลีน ผ่านกระบวนการ MTG (Methanol to Gasoline) โดยคุณสมบัติของก๊าซ

โซลีนที่ได้จากการสังเคราะห์แสดงดังตารางที่ 1 และสามารถเปรียบเทียบคุณสมบัติของก๊าซโซลีนสังเคราะห์และก๊าซโซลีนทั่วไปได้ดังตารางที่ 2 เชื้อเพลิงสังเคราะห์เป็นเชื้อเพลิงสะอาดและยั่งยืน แตกต่างจากเชื้อเพลิงที่ได้จากน้ำมันดิบที่นับวันจะยิ่งลดน้อยลง และมีราคาที่สูงขึ้น เชื้อเพลิงหรือน้ำมันสังเคราะห์เหล่านี้จึงสามารถนำมาใช้ทดแทนน้ำมันปิโตรเลียมได้ โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงโครงสร้างพื้นฐาน อีกทั้งยังไม่ก่อให้เกิดมลพิษจากการใช้งานอีกด้วย เนื่องจากปราศจากกำมะถันและมีปริมาณสารประกอบอะโรมาติกต่ำ เขม่าเล็กน้อย เป็นต้น ซึ่งมีการคาดการณ์ว่าในอีกไม่เกิน 50 ปีข้างหน้า ปิโตรเลียมสังเคราะห์จะเป็นสิ่งสำคัญที่จะมาทดแทนน้ำมันปิโตรเลียม



ภาพที่ 2 กระบวนการสังเคราะห์เชื้อเพลิงเหลวจากชีวมวล^[1]

การสังเคราะห์ไฮโดรคาร์บอนเหลวจากก๊าซสังเคราะห์เป็นไปได้โดยผ่านปฏิกิริยาฟิชเชอร์ทรอปช์ หรือกระบวนการการเปลี่ยนเมทานอลเป็นก๊าซโซลีน ในทั้งสองกรณีสมการทั่วไปของการสังเคราะห์เหมือนกัน คือสมการ (1-2)



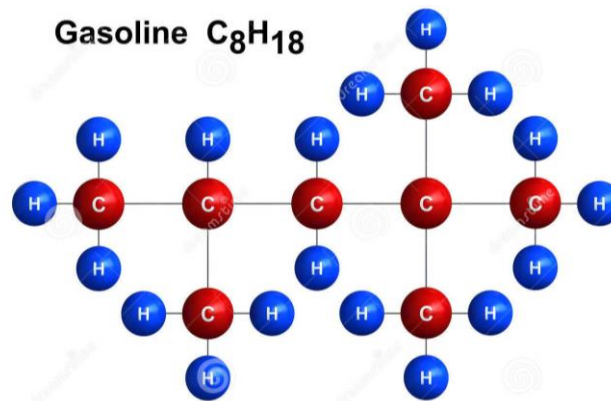
ตารางที่ 1 คุณสมบัติต่างๆ ของน้ำมันน้ำมันก๊าซโซลีนสังเคราะห์^[2]

MTG Gasoline Properties/Composite	
Octane, RON	92
Octane, MON	82
(R+M)/2	87
Density, kg m ³	730
Induction Period, min.	325
Paraffins, vol%	53
Olefins, vol%	12
Naphthenes, vol%	9
Aromatics, vol%	26
Benzene, vol%	0.3

MTG Gasoline Properties/Composite	
Sulfur	nil
Distillation	
% Evaporation at 70°C	31.5
% Evaporation at 100°C	53.2
% Evaporation at 180°C	94.9
End Point °C	204.5

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆ ของน้ำมันน้ำมันก๊าซโซลีนสังเคราะห์และก๊าซโซลีนทั่วไป [3]

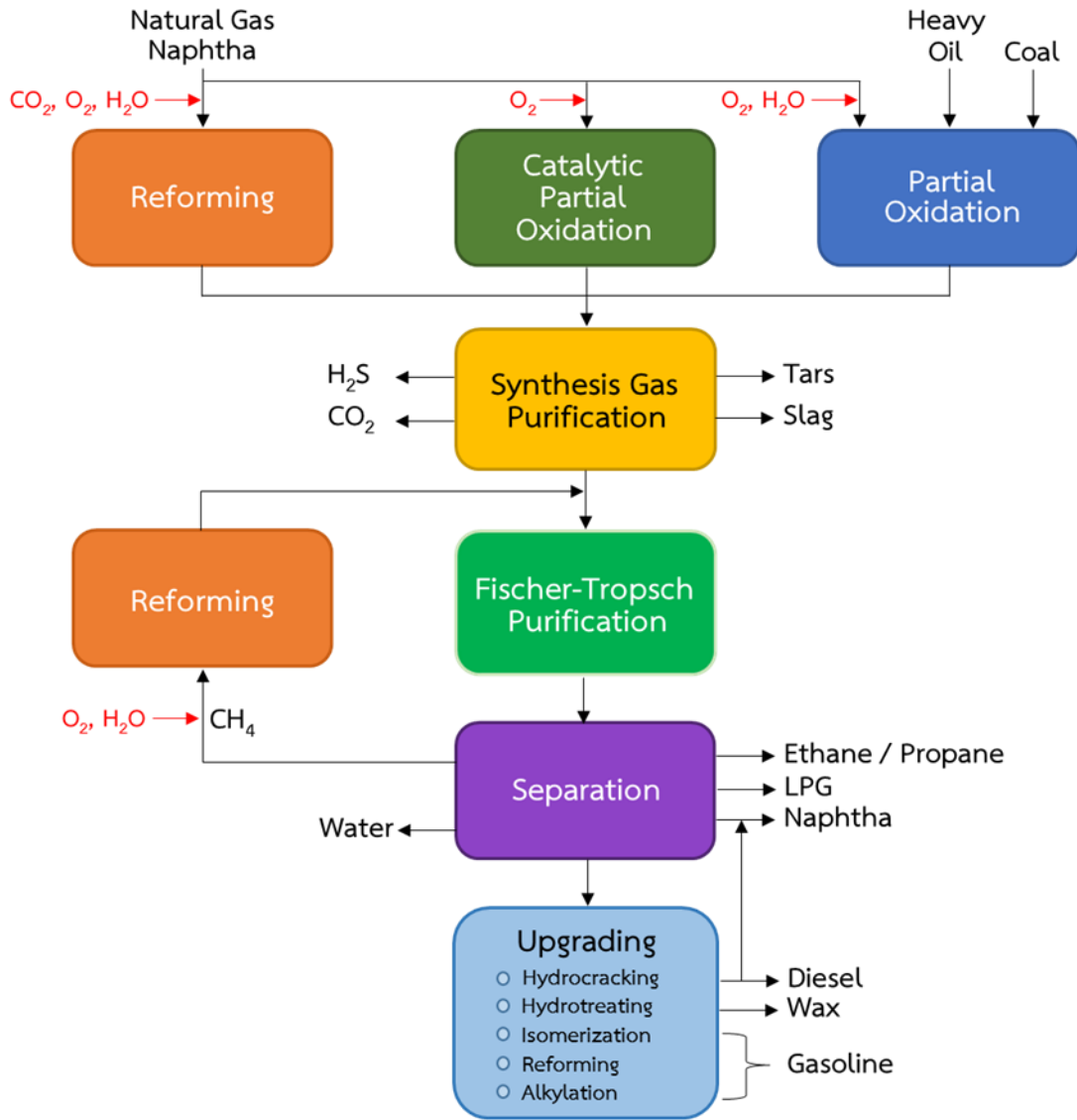
Properties	Conventional Gasoline	MTG Gasoline
Oxygen (WI %)	0.95	-
API Gravity	58.4	61.8
Aromatics (%vol)	27.7	26.5
Olefins (%vol)	12	12.6
RVP (psi)	8.3	9
T50 (F)	211.1	201
T90 (F)	330.7	320
Benzene, vol%	1.21	0.3
Sulfur	106	0



ภาพที่ 3 โครงสร้างของก๊าซโซลีนสังเคราะห์ [3]

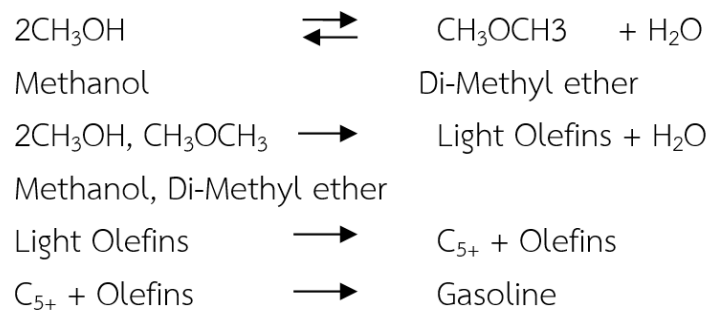
2. กระบวนการสังเคราะห์ [2]

การสังเคราะห์น้ำมันปิโตรทำได้โดยผ่านกระบวนการฟิชเชอร์ทรอปซ์ซึ่งเกิดจากการปฏิกิริยาของ ก๊าซสังเคราะห์ (H₂ และ CO) ที่ได้จากกระบวนการเปลี่ยนชีวมวล เช่น ลิกโนเซลลูโลสให้เป็นก๊าซ ดังภาพที่ 4 ซึ่งได้กล่าวในหัวข้อ น้ำมันดีเซลสังเคราะห์ และ กระบวนการเปลี่ยนเมทานอลเป็นก๊าซโซลีน ซึ่งจะกล่าวดังนี้

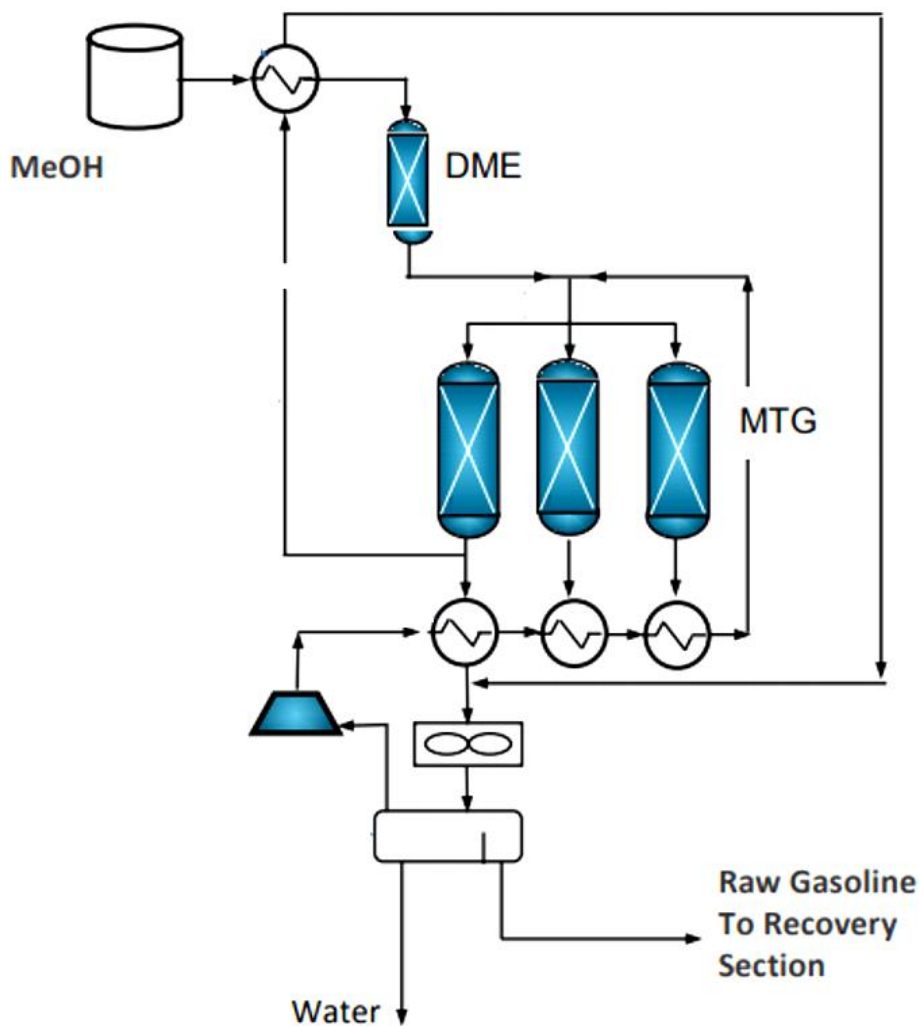


ภาพที่ 4 กระบวนการผลิตสารประกอบไฮโดรคาร์บอนด้วยปฏิกิริยาฟิชเชอร์ทรอปซ์ ^[4]

สำหรับกระบวนการเปลี่ยนเมทานอลเป็นก๊าซโซลีน (Methanol to Gasoline: MTG) นั้นเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีการเปลี่ยนก๊าซให้เป็นของเหลว สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนประเภทต่างๆและน้ำ สามารถแสดงได้ดังสมการเคมีต่อไปนี้



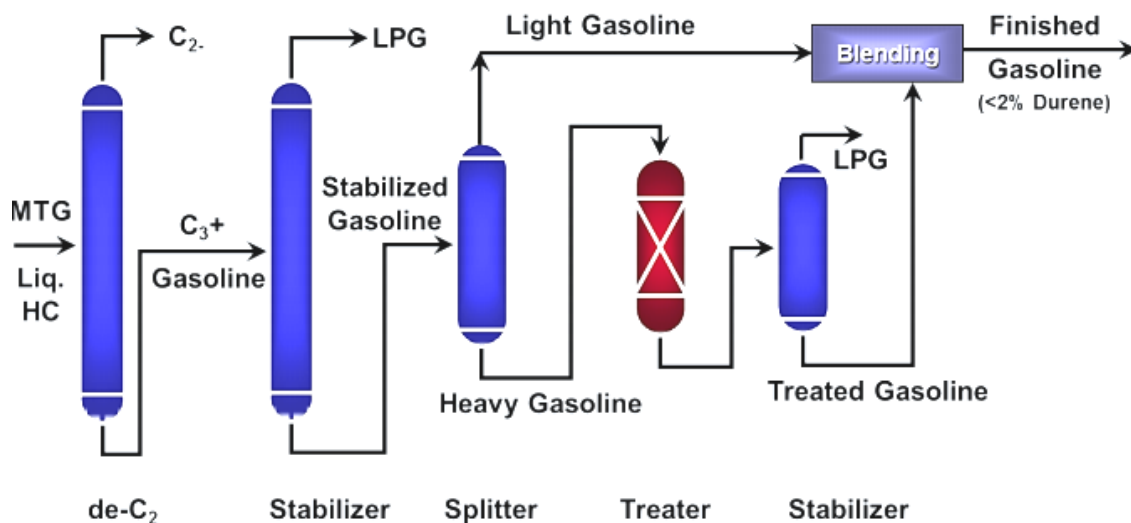
- ขั้นตอนการเกิดกระบวนการเปลี่ยนเมทานอลเป็นก๊าซโซลีน สามารถแสดงได้ในภาพที่ 5
- ขั้นตอนที่ 1 เมทานอลถูกทำให้ระเหยโดยความร้อนจากปฏิกิริยา MTG และถูกป้อนเข้าไปในเครื่องปฏิกรณ์ Di-Methyl Ether (DME)
- ขั้นตอนที่ 2 เมทานอลในเครื่องปฏิกรณ์ DME ถูกผสมกับก๊าซที่เวียนกลับมาใช้ใหม่และป้อนเข้าเครื่องปฏิกรณ์ MTG
- ขั้นตอนที่ 3 ก๊าซที่เวียนนำกลับมาใช้ใหม่เป็นสิ่งที่จะต้องควบคุมอุณหภูมิ
- ขั้นตอนที่ 4 เครื่องปฏิกรณ์ MTG ถูกทำให้เย็นด้วยเมทานอลที่ป้อนเข้าไป ก๊าซที่เวียนนำกลับมาใช้ใหม่ หรือน้ำ
- ขั้นตอนที่ 5 การควบแน่นเป็นสิ่งที่ยาก ก๊าซโซลีน น้ำ และก๊าซ
- ขั้นตอนที่ 6 ก๊าซโซลีนดิบถูกบีบเข้าไปในส่วนของการ Recovery แสดงขั้นตอนต่างๆ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 กระบวนการเปลี่ยนเมทานอลเป็นก๊าซโซลีน (MTG Process) [2]

- ก๊าซโซลีนดิบถูกป้อนเข้าไปในส่วนของการกำจัดดีเทนและส่วนของคอลัมน์ในการแยกแก๊สเชื้อเพลิง และ LPG ออกจากก๊าซโซลีน
- ก๊าซโซลีนที่เสถียรถูกแยกเข้าไปในส่วนของก๊าซโซลีนเบาและก๊าซโซลีนหนัก

- ก๊าซโซลีนหนักถูกปรับปรุงเพื่อลดปริมาณของ Durene (1,2,4,5 tetra-methyl benzene)
- ก๊าซโซลีนหนักและก๊าซโซลีนเบาที่ปรับปรุงแล้วจะอยู่ในส่วนของผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย



ภาพที่ 4 กระบวนการ Recovery ก๊าซโซลีน [2]

3. บริษัทผู้ผลิตและจัดจำหน่าย

3.1 บริษัทผู้ผลิต Synthetic petrol

3.1.1 ต่างประเทศ แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 รายชื่อบริษัทผู้ผลิต Synthetic petrol ในต่างประเทศ [5]

Manufacturers	Address	Contact	Country	Website
Chevron	6001 Bollinger Canyon Road San Ramon, CA 94583,	+1 925-842-1000	USA	www.chevron.com
Texaco	425 Dobbs Ferry Rd, White plains, New York	+1 914-684-0130	USA	www.texaco.com
Exxon Mobil	5420 N MacArthur Blvd, Irving, Texas	+1 972-580-7664	USA	www.exxon.com

3.2 บริษัทผู้จัดจำหน่าย Synthetic petrol

3.2.1 ต่างประเทศ แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 รายชื่อบริษัทผู้จัดจำหน่าย Synthetic petrol ในต่างประเทศ [5]

Manufacturers	Address	Contact	Country	Website
Chevron	6001 Bollinger Canyon Road	+1 925-842-1000	USA	www.chevron.com

Manufacturers	Address	Contact	Country	Website
	San Ramon, CA 94583			
Texaco	425 Dobbs Ferry Rd, White plains, New York	+1 914-684- 0130	USA	www.texaco.com
Exxon Mobil	5420 N MacArthur Blvd, Irving, Texas	+1 972-580- 7664	USA	www.exxon.com

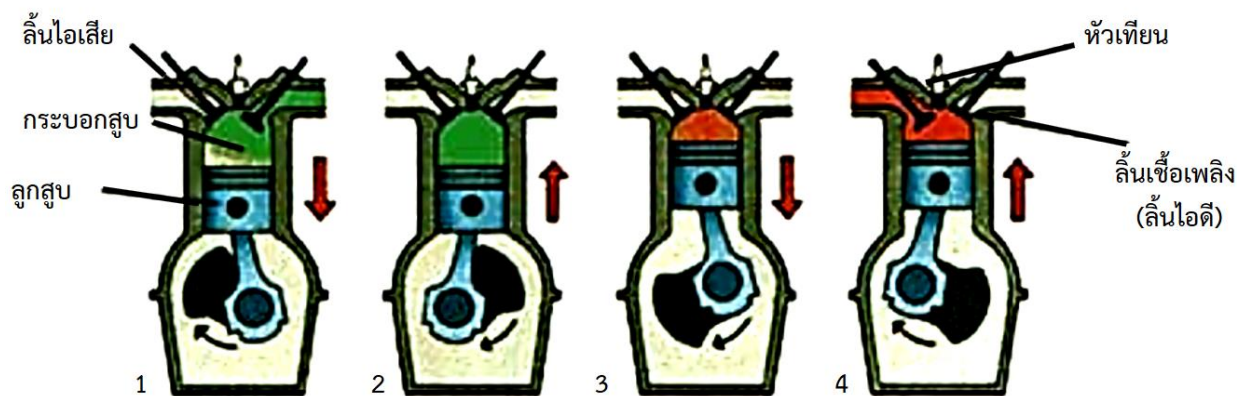
4. การประยุกต์ใช้ Synthetic petrol ในอุตสาหกรรม

ก๊าซโซลีนสังเคราะห์นิยมนำไปใช้งานในอุตสาหกรรมยานยนต์ โดยก๊าซโซลีนสังเคราะห์จะใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ซึ่งมีการจุดระเบิดโดยใช้หัวเทียน เมื่อก๊าซโซลีนถูกฉีดผสมกับอากาศในห้องเผาไหม้จะเกิดการเผาไหม้จะเกิดการเผาไหม้โดยเริ่มจากจุดที่ใกล้หัวเทียนก่อน แล้วค่อยๆแผ่ขยายออกไปจนห้องเผาไหม้อีกด้านหนึ่งถ้าส่วนผสมที่อยู่ห่างจากหัวเทียนแผ่ลุกลามขึ้นมาเองก่อนที่เปลวไฟที่จะเกิดการลุกลามมาถึงจะทำให้เกิดคลื่นแรงดัน ทำให้แรงดันขณะนั้นสูงขึ้นเร็วมาก จึงเกิดแรงดันลูกสูบให้ถอยหลังออกมา เรียกว่า อาการน็อคหรือการกระตุกของเครื่องยนต์ จากการศึกษาการเผาไหม้ของไอโซเมอร์ต่างๆ ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน พบว่านอร์มอลเฮปเทนซึ่งมีสูตรโครงสร้าง $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ ถ้านำไปใช้กับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน จะทำให้เครื่องยนต์เกิดการกระตุกมาก แต่ถ้าใช้ไอโซออกเทน จะทำให้เครื่องยนต์ดับเรียบ จึงได้มีการกำหนดเลขออกเทนของน้ำมันก๊าซโซลีนขึ้นมา ซึ่งเป็นเลขที่บอกสมบัติการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงว่าเมื่อเผาไหม้แล้วจะทำให้เกิดเครื่องยนต์เกิดการกระตุกน้อย น้ำมันที่มีเลขออกเทนต่ำจะทำให้เกิดเครื่องยนต์เกิดการกระตุกสูง มีการกำหนดมาตรฐานที่ใช้ในการเทียบเลขออกเทนจากการเผาไหม้น้ำมันไว้ดังนี้

- น้ำมันที่มีสมบัติการเผาไหม้เหมือนเฮปเทนบริสุทธิ์ (เฮปเทน 100%) กำหนดให้มีเลขออกเทนเท่ากับ 0
- น้ำมันที่มีสมบัติการเผาไหม้เหมือนไอโซออกเทนบริสุทธิ์ (ไอโซออกเทน 100 %) กำหนดให้มีเลขออกเทนเท่ากับ 100

เครื่องยนต์แต่ละชนิดมีความต้องการออกเทนสูงไม่เท่ากัน รัฐบาลจึงแบ่งน้ำมันเบนซินออกเป็น 2 ชนิดตามค่าเลขออกเทน ได้แก่ 1. น้ำมันเบนซินพิเศษ (Premium motor gasoline) มีค่าเลขออกเทน 95 สีเหลืองอ่อน เหมาะสมกับเครื่องยนต์เบนซินที่มีอัตราส่วนกำลังอัดสูงกว่า 8:1 ขึ้นไปซึ่งได้แก่ รถยนต์นั่งทั่วไป รถบรรทุกเล็ก (เครื่องยนต์เบนซิน) 2. น้ำมันเบนซินธรรมดา (Regular motor gasoline) มีเลขจำนวนออกเทน 91 สีแดง ใช้กับน้ำมันเครื่องยนต์เบนซินที่มีอัตราส่วนกำลังอัดต่ำกว่า 8:1 ซึ่งได้แก่ รถยนต์นั่งขนาดเล็ก รถมอเตอร์ไซด์ เครื่องยนต์ขนาดเล็ก เช่น เครื่องปั่นไฟ รถตัดหญ้า หรือ ปั้มน้ำขนาดเล็ก^[6]

หลักการการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน จะใช้น้ำมันก๊าซโซลีนทำงาน 4 จังหวะ คือ จังหวะดูด อัด ระเบิด และจังหวะคาย แสดงการทำงานในภาพที่ 5 จากภาพวัฏจักรสี่จังหวะ หมายเลข1 จังหวะดูด หมายเลข2 เชื้อเพลิงจะเข้าสู่กระบอกสูบ เชื้อเพลิงจะถูกบีบอัดในจังหวะอัด หมายเลข3 จุดระเบิดในจังหวะกำลัง หมายเลข4 ดันลูกสูบลงแก๊สเสียถูกขับออกในจังหวะคาย^[7]



ภาพที่ 4 การทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ [7]

5. ความรู้และข่าวสารใหม่ๆ

Gonzalez M. และคณะ ศึกษาการนำชีวมวลลิกโนเซลลูโลส (Lignocellulosic) มาผลิตก๊าซสังเคราะห์ เพื่อผลิตเชื้อเพลิงเหลวไฮโดรคาร์บอนที่ใช้ในภาคขนส่งด้วยกระบวนการสังเคราะห์ฟิชเชอร์ทรอปซ์ จากการวิจัยพบว่า เมื่อคำนวณประสิทธิภาพพลังงานทางเคมีทั้งหมดที่ใช้ในการสังเคราะห์ของเหลวไฮโดรคาร์บอน (C_5-C_{20}) จากชีวมวลมีค่าประมาณร้อยละ 25.8 ถึง 46.5 และคำนวณประสิทธิภาพของคาร์บอนที่ใช้สำหรับการสังเคราะห์ไฮโดรคาร์บอนเหลว (C_5-C_{20}) อยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 18.6 ถึง 33.5 ซึ่งต้นทุนในการผลิตเชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอนเหลวสังเคราะห์คำนวณได้จากประสิทธิภาพที่ได้ข้างต้น โดยมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 21 ยูโร และ 34 ยูโร ต่อ gigajoule ซึ่งค่าเหล่านี้อาจลดลงเหลือ 18-28 ยูโรต่อ gigajoule เมื่อคาดการณ์ในแง่ดี (เพิ่มประสิทธิภาพและการลดการลงทุน) หากราคาที่แตกต่างกันระหว่างน้ำมันดิบกับชีวมวลจะสูงถึง 20 ยูโร ต่อ gigajoule การผลิตไฮโดรคาร์บอนเหลวจากชีวมวลอาจแข่งขันกับผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมได้ [8]

เอกสารอ้างอิง

- [1] ประเสริฐ เรียบร้อยเจริญ, เทคโนโลยี GTL เพื่อการผลิตเชื้อเพลิงสะอาด, June-July 2008, No.199
- [2] Terry Helton and Mitch Hindman, Methanol to Gasoline Technology An Alternative for Liquid Fuel Production, ExxonMobil Research & Engineering Company (EMRE), 2014
- [3] <https://www.dreamstime.com/>
- [4] สุภาพร ผลิตสกุล. (2554). การสังเคราะห์เชื้อเพลิงฟิชเชอร์-ทรอปส์ด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาเหล็ก-โคบอลต์บนตัวรองรับซิลิกาซีโรเจล. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [5] http://www.cogeneration.net/synthetic_diesel.htm
- [6] <http://documents.tips/documents/55720a32497959fc0b8c01d3.html>
- [7] ทนศักดิ์ วัฒนา, แก๊สชีวภาพกับการประยุกต์ใช้ในเครื่องยนต์ต้นกำลัง, มิถุนายน-กรกฎาคม 2010, ฉบับที่ 37, เล่มที่ 211.
- [8] Gonzalez, M. I., Kraushaar-Czarnetzki, B., & Schaub, G. (2011). Process comparison of biomass-to-liquid (BtL) routes Fischer-Tropsch synthesis and methanol to gasoline. Biomass Conversion and Biorefinery, 1(4), 229-243.