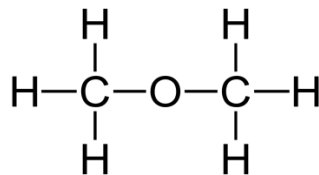


บทที่ 28 รายละเอียดข้อมูลเชื้อเพลิงชีวภาพประเภท ไดเมทิล อีเทอร์ (Dimethyl ether)

1. ข้อมูลทั่วไป

ไดเมทิล อีเทอร์หรือดีเอ็มอี (Dimethyl ether : DME) เป็นเชื้อเพลิงประเภทก๊าซที่สามารถผลิตได้จากสารชีวมวล (Biomass) ถ่านหิน (Coal) และก๊าซธรรมชาติ (Natural gas) มีคุณสมบัติคือไม่มีสี ไม่มีกลิ่นที่อุณหภูมิห้องและความดันบรรยากาศ เป็นสารประกอบอินทรีย์กลุ่มระเหยง่าย (Volatile Organic Compound) แต่ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม ปราศจากควันดำ และจัดว่าเป็นพลังงานเชื้อเพลิงที่มีประสิทธิภาพสูงและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

DME เป็นสารประกอบอีเทอร์ที่มีขนาดอนุภาคเล็กที่สุด จึงสามารถทำให้เป็นของเหลวได้เมื่ออัดไว้ภายใต้ความดันสูง มีสูตรโมเลกุลคือ C_2H_6O สามารถลุกติดไฟได้ มีจุดเดือดเท่ากับ $-25\text{ }^{\circ}C$ และมีความดันเท่ากับ 6 bar ที่อุณหภูมิ $25\text{ }^{\circ}C$ จึงสามารถใช้ทดแทนก๊าซปิโตรเลียมเหลวได้^[1] ซึ่ง DME มีสมบัติและลักษณะทั่วไปคล้ายกับก๊าซแอลพีจีหรือก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied petroleum gas : LPG) จึงสามารถใช้ทดแทนกันได้ในบางกรณีหรือใช้ผสมกัน เช่น การผสม DME ปริมาณ 20 wt% ลงในก๊าซปิโตรเลียมเหลว จะพบว่าสามารถนำก๊าซผสมนี้ไปใช้ในภาควิศวกรรมได้^[2] และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กสำหรับการเกษตร เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า



ภาพที่ 1 โครงสร้างของ DME

การผลิตเชื้อเพลิงจากสารชีวมวล เช่น ดีเอ็มอี (DME) เมทานอลชีวภาพ (Bio-methanol) ไบโอดีเซล (Biodiesel) กำลังเป็นที่นิยมและน่าจับตามองอย่างมาก เนื่องจากเป็นพลังงานทางเลือกที่สามารถใช้ทดแทนพลังงานที่ได้จากแหล่งปิโตรเคมี จึงช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อนและการเกิดก๊าซเรือนกระจกได้ โดยได้แสดงคุณสมบัติของเชื้อเพลิงจากสารชีวมวลและเชื้อเพลิงจากแหล่งปิโตรเคมี ดังตารางที่ 1^[3,4] และจากการศึกษาพบว่า DME เป็นเชื้อเพลิงที่สามารถเผาไหม้ได้ดีในสภาวะที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำกว่าเมื่อเทียบกับน้ำมันดีเซลและก๊าซโซลีน^[5]

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพของ DME และเชื้อเพลิงชนิดอื่น^[6]

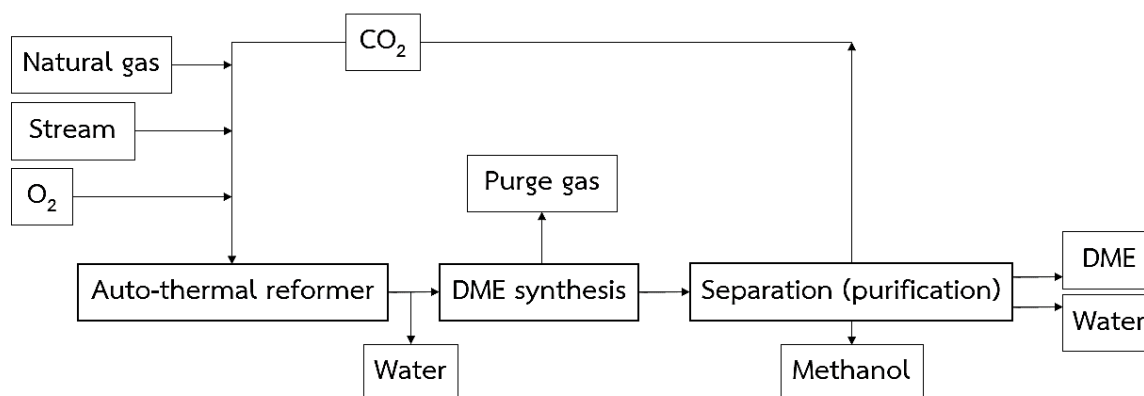
Properties	DME	Propane	Methanol	Diesel
Chemical formula	CH_3OCH_3	C_3H_8	CH_3OH	-

Properties	DME	Propane	Methanol	Diesel
Boiling point (K)	247.9	231	337.6	180 - 370
Liquid density (g/cm ³)	0.67	0.49	0.79	0.84
Specific gravity (vs. air)	1.59	1.52	-	-
Heat of vaporization (kJ/kg)	467	426	1097	-
Vapor pressure (atm)	6.1	9.3	-	-
Ignition temperature (K)	623	777	743	-
Explosion limit	3.4 - 17	2.1 - 9.4	5.5 - 36	0.6 - 6.5
Cetane number	55 - 60	5	5	40 - 55
Net calorific value (10 ⁶ J/kg)	28.90	46.46	21.10	41.86

การเรียกชื่อ DME สามารถเรียกได้ทั้งชื่อทางเคมี คือ Dimethyl ether, Methoxymethane, Dimethyl oxide, Methoxy methane, Dymel A, Methyl ether, Oxibismethane, wood ether ^[5] ชื่อทางการค้าซึ่งขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิต เช่น Demeon[®] D ของบริษัท Akzo Nobel Industrial Chemicals หรือ HARP[®] DME ของบริษัท Harp International Ltd. เป็นต้น ^[7]

2. กระบวนการสังเคราะห์

กระบวนการสำหรับสังเคราะห์ DME สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การสังเคราะห์ทางตรง (Direct synthesis method) และการสังเคราะห์ทางอ้อม (Indirect synthesis method)

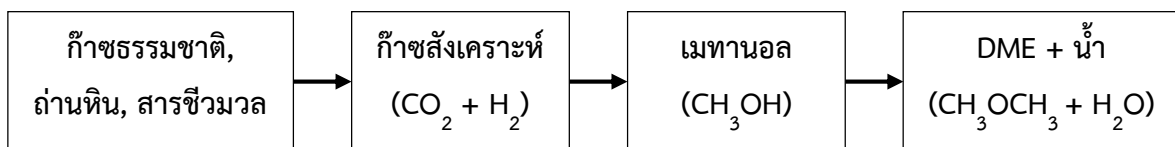


ภาพที่ 2 กระบวนการสังเคราะห์ DME ^[6]

2.1 การสังเคราะห์ทางอ้อม (Indirect synthesis method)

กระบวนการสังเคราะห์ทางอ้อมเป็นการผลิต DME จากเมทานอลผ่านกระบวนการดีไฮเดรชันของเมทานอล หรือเรียกว่า กระบวนการดีไฮเดรชันของเมทานอล (Methanol dehydration) เป็นกระบวนการที่มีต้นทุนสูง เนื่องจากต้องสังเคราะห์ผ่าน 2 ขั้นตอน โดยจะเริ่มจากสังเคราะห์เมทานอลจากคาร์บอนมอนอกไซด์และก๊าซ

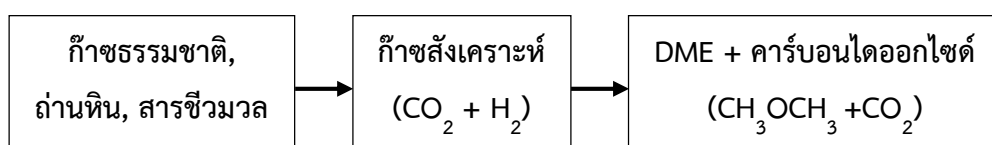
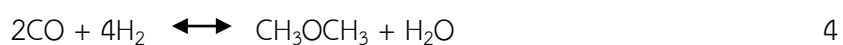
ไฮโดรเจน ผ่านกระบวนการก๊าซซิฟิเคชัน (Gasification) หรือกระบวนการรีฟอร์มมิง (Reforming) ของก๊าซธรรมชาติ เพื่อนำมาผลิตเมทานอล ดังสมการที่ 1 จากนั้นเมทานอลจะเกิดปฏิกิริยาควบแน่นโดยใช้กรด เช่น ซีโอไลท์ กรดฟอสฟอริก อะลูมินัม ออกไซด์ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 280 °C ความดันบรรยากาศ ได้เป็น DME ดังสมการที่ 2 และภาพที่ 3 ^[8,9] ถึงแม้ว่ากระบวนการนี้จะมีต้นทุนสูง แต่ยังเป็นกระบวนการที่นิยมในระดับอุตสาหกรรม เนื่องจากสามารถต่อยอดจากโรงงานเมทานอล สามารถปรับสัดส่วนของเมทานอลและ DME ตามความต้องการของผู้บริโภคได้ ^[10,11] โดยกระบวนการดีไฮเดรชันของเมทานอลจัดว่าเป็นปฏิกิริยาการคายความร้อน (Exothermic reaction) ที่สามารถเกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิต่ำได้ และมักได้น้ำเป็นผลพลอยได้



ภาพที่ 3 กระบวนการสังเคราะห์ DME ทางอ้อม ^[11]

2.2 กระบวนการสังเคราะห์ทางตรง (Direct synthesis method)

กระบวนการสังเคราะห์ทางตรงเป็นการสังเคราะห์ DME ผ่านการสังเคราะห์เมทานอลและการเกิดปฏิกิริยาดีไฮเดรชันที่ได้จากก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน หรือสารชีวมวล แสดงดังภาพที่ 4 ซึ่งการสังเคราะห์ DME จากกระบวนการนี้สามารถเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันภายในขั้นตอนเดียวเพื่อลดต้นทุนการผลิต สำหรับสารตั้งต้นที่ใช้ในการผลิตเอทานอล เพื่อใช้ในการสังเคราะห์ DME ได้แก่ ก๊าซไฮโดรเจน คาร์บอนมอนอกไซด์ หรือ คาร์บอนไดออกไซด์ และเกิดปฏิกิริยาเคมีแสดงดังสมการที่ 3 และ 4 ตามลำดับ ^[10,12,13]



ภาพที่ 4 การสังเคราะห์ DME ทางตรง ^[11]

3. บริษัทผู้ผลิตและจัดจำหน่าย

3.1 บริษัทผู้ผลิต Dimethyl ether

3.1.1 ภายในประเทศไทย ไม่พบผู้ผลิตในประเทศไทย

3.1.2 ต่างประเทศ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 รายชื่อบริษัทผู้ผลิต Dimethyl ether ในต่างประเทศ ^[14]

Manufactures	Address	Contact	Country	Website
ITOCHU	2 Chome-5-1 Kitaaooyama, Tokyo 107-8077	-	Japan	https://www.itochu.co.jp/en/
Caribbean Gas Chemical Limited	15-17 Endeavour 1st Street, Endeavour Industrial Estate, Chaguanas.	1-868-665- 5337	Trinidad and Tobago	http://cgcltt.com/
Jiutai Energy (Zhangjiagang) Co., Ltd.	NO.23 Beijing road, Chemical industry zone, Zhangjiagang, Jiangsu	86-512- 56722556	China	http://www.chinaenergy.com.sg
H. Adam Bosschieter	17604 East Kings Canyon 26, Sanger, California-93657	011-559- 960 3676	USA	-
Akzo Nobel Industrial Chemicals	Velperweg 76, 6824 BM – PO Box 9300, 6800 SB, Arnhem	+31-88- 969-6124	Netherlan ds	https://www.akzonobel.com/ic/
Taiyo Oil Co., Ltd.	15F Hibiya Kokusai Bldg, 2-2-3 Uchisaiwai-cho Chiyoda-ku, Tokyo, 100-0011	81 3 3502 1601	Japan	www.taiyooil.net
Aestar Co., Ltd.	NO.116 Qingxi Road, Zhongshan, Guangdong	86-760- 88715742	China	http://www.aestar.com
BioMCN	Oosterhorn 10, 9936 HD Farmsum	+31 (88) 6647700	Netherlan ds	http://www.biomcn.eu /

Manufactures	Address	Contact	Country	Website
Mitsubishi Gas Chemical	Mitsubishi building 5-2, Marunouchi 2- chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8324	+81-3- 3283-4754	Japan	http://www.mgc.co.jp/ eng/
Mitsubishi Chemical Co., Ltd.	370 Enzo, Chigasaki, Kanagawa 253-0084	+81-(0)3- 6748-7140	Japan	http://www.mitsubishi- chem- hd.co.jp/english/
Japan Petroleum Exploration Co., Ltd.	Sapia Tower, 1-7-12, Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo, 100-0005	+81-3- 6268-7150	Japan	http://www.japex.co.jp /english/
DME Development Co., Ltd.	1-1-2 Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo	-	Japan	-
JGC Corporation	220-0012 Kanagawa Prefecture, Yokohama, Nishi Ward, Minatomirai, 220 0012	-	Japan	http://www.jgc.com/
Hebei Ji Chun Chemical Co., Ltd.	Hebei Cang East Economic Development Zone, Hebei	86-317- 4810312	China	http://www.jichunhua gong.com/
JFE Holdings, Inc.	1-2, Marunouchi 1- chome Chiyoda-ku, Tokyo 100-0005	+81-3- 3597-4321	Japan	http://www.jfe- holdings.co.jp/en/
China Energy Limited	Middle Luoba Road, Luozhuang District Linyi, Shandong Province, PRC ZIP 276017	+86 539 7110 169	China	http://www.chinaener gy.com.sg/

Manufactures	Address	Contact	Country	Website
Sasol	Sasol Place 50 Katherine Street Sandton 2196	+27 10 344 5000	South Africa	http://www.sasol.com /
Shell Global	Carel van Bylandtlaan 16, 2596 HR The Hague	+31 70 377 9111	Netherlan ds	http://www.shell.com /business- customers/shell- liquefied-petroleum- gas-lpg/shell- dimethylether- dme.html
Korea Gas Corp	120, Cheomdan-ro, Dong-gu, Daegu	(+82) 53- 670-0114	Korea	http://www.kogas.or.kr /en/main.action
Linfen Tongshida Industry Co., Ltd.	Hexi Industrial Zone Linfen, 041000	86-357- 3059-165	China	-
Grillo-Werke AG	Weseler Str. 1, 47169 Duisburg	-	Germany	http://grillo.de/?lang=en
Guizhou Tianfu Chemical	Room 11-1, Unit 1, Building 5, Longjiyuan Jinyang Century City, Yunyan Zone, Guiyang, Guizhou	+86-851- 4851276	China	http://www.zerophos.com/
Idemitsu Kosan Co., Ltd.	1-1 Marunouchi 3-chome, Chiyoda- ku, Tokyo 100-8321	+81-436- 61-1821	Japan	http://www.idemitsu.com/
INPEX Corp.	Akasaka Biz Tower 5-3-1 AkasakaMinato- ku, Tokyo 107-6332	-	Japan	http://www.inpex.co.jp/english/

Manufactures	Address	Contact	Country	Website
Taiheiyo Kouhatsu Inc.	8-1 Kasumigaseki 3 chome, Chiyoda Ku, Tokyo 100	81 (3) 3591-1271	Japan	http://www.taiheiyo.net/english/
Japan DME Association	3-10-10 Masugata, Tama-ku, Kawasaki-shi, Kanagawa 214-0032	-	Japan	http://japan-dme.or.jp/english/dme/production.html
Aestar (Zhongshan) Co., Ltd.	142, Qiwan Raod (N), Eastern Area, Zhongshan, Guangdong	0760-88700113	China	http://www.aestar.com/en/introduce.html
Guanghui Energy Co., Ltd.	165 Zhongtian Square 27 Xinhua Road, Ürümqi, 830002	86 99 1236 5211	China	http://www.guanghui.com

3.2 บริษัทผู้จัดจำหน่าย Dimethyl ether

3.2.1 ภายในประเทศไทย แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 รายชื่อบริษัทผู้จัดจำหน่าย Dimethyl ether ภายในประเทศ

บริษัทผู้จำหน่าย	ที่อยู่	เบอร์โทร	ประเทศ	เว็บไซต์
บริษัท ดีเอ็มอี ดีเวลล็อปเม้นท์ จำกัด	4/19-20 หมู่ที่ 11 ถนนพหลโยธิน คลองหนึ่ง คลองหลวง ปทุมธานี 12120	086 370 9198	ไทย	-
บริษัท เอ็ม.อี. ดีเวลล็อปเม้นท์ จำกัด	4/19-20 หมู่ที่ 11 ถนนพหลโยธิน คลองหนึ่ง คลองหลวง ปทุมธานี 12120	086 370 9198	ไทย	-
บริษัท เชลล์แห่งประเทศไทย จำกัด	อาคารเชลล์ 10 ถนนสุนทรโกษา คลองเตย กรุงเทพฯ 10110	(66) 0 2262 6000	ไทย	http://www.shell.co.th/

บริษัทผู้จำหน่าย	ที่อยู่	เบอร์โทร	ประเทศ	เว็บไซต์
บริษัท ไทยออยล์ จำกัด (มหาชน)	555/1 เอนเนอร์ยี คอมเพล็กซ์ อาคารเอ ชั้น 11 ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงจตุจักร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900	0-2797-2999	ไทย	https://www.thaioilgroup.com/home/
บริษัท อีโตชู จำกัด	อาคาร หะรินธร ชั้น 5 ถนน สาทรเหนือ แขวง สีลม เขต บางรัก กรุงเทพมหานคร 10500	02 266 3086	ไทย	http://www.itochu.co.th/
บริษัท ดูปองท์ (ประเทศไทย) จำกัด	87 อาคารเอ็มไทยทาวเวอร์ ออลซีชั้นเพลส ถนนวิฑู เขตปทุมวัน กทม. 10330	02 659 4000	ไทย	http://www.dupont.co.th/

3.2.2 ต่างประเทศ แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 รายชื่อบริษัทผู้จัดจำหน่าย Dimethyl ether ในต่างประเทศ

Manufactures	Address	Contact	Country	Website
SINTECO SRL	VIA MEZZANO n.80 28069 - TRECATE (NO)	+ 39 0321 770724	Italy	http://www.sinteco-srl.com/en-EN/index.html
Dupont	-	1-800-931- 3456	USA	http://www.dupont.com/
Guizhou Tianfu Chemical	Room 11-1, Unit 1, Building 5, Longjiyuan Jinyang Century City, Yunyan Zone, Guiyang, Guizhou	+86-851- 4851276	China	http://www.zerophos.com/
Sasol	Sasol Place 50 Katherine Street Sandton 2196	+27 10 344 5000	South Africa	http://www.sasol.com/

Manufactures	Address	Contact	Country	Website
Hebei Ji Chun Chemical Co., Ltd.	Hebei Cang East Economic Development Zone, Hebei	86-317-4810312	China	http://www.jichunhuagong.com/
JFE Holdings, Inc.	1-2, Marunouchi 1-chome Chiyoda-ku, Tokyo 100-0005	+81-3-3597-4321	Japan	http://www.jfe-holdings.co.jp/en/
Grillo-Werke AG	Weseler Str. 1, 47169 Duisburg	-	Germany	http://grillo.de/?lang=en
China Energy Limited	Middle Luoba Road, Luozhuang District Linyi, Shandong Province, PRC ZIP 276017	+86 539 7110 169	China	http://www.chinaenergy.com.sg/
INPEX Corp.	Akasaka Biz Tower 5-3-1 AkasakaMinato-ku, Tokyo 107-6332	-	Japan	http://www.inpex.co.jp/english/
Harp International Ltd.	Gelli-Hirion Industrial Estate, Pontypridd CF37 5SX	+44 1443 842255	UK	http://www.harpintl.com/
Taiheiyo Kouhatsu Inc.	8-1 Kasumigaseki 3 chome, Chiyoda Ku, Tokyo 100	81 (3) 3591-1271	Japan	http://www.taiheiyo.net/english/

4. การประยุกต์ใช้ Dimethyl ether ในอุตสาหกรรม

พลังงานทางเลือกเป็นพลังงานที่กำลังได้รับความสนใจอย่างมาก เนื่องจากเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและยังช่วยลดปริมาณการใช้งานของเชื้อเพลิงจากแหล่งปิโตรเคมี โดย DME นิยมใช้เป็นแหล่งเชื้อเพลิงสำหรับการขนส่ง แหล่งเชื้อเพลิงสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า ใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตก๊าซไฮโดรเจนสำหรับเซลล์เชื้อเพลิง เป็นต้น ^[15]

4.1 การใช้ DME เป็นแหล่งเชื้อเพลิงในภาคการขนส่ง

DME เป็นเชื้อเพลิงสังเคราะห์ที่สามารถใช้แทนเชื้อเพลิงที่ได้จากแหล่งปิโตรเคมี สามารถใช้แทนน้ำมันดีเซล หรือก๊าซปิโตรเลียมเหลว เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์เบนซินและเครื่องยนต์ดีเซล โดยเชื้อเพลิงทั้ง 3 ประเภทนี้ จะมีสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่ใกล้เคียงกัน แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเชื้อเพลิง ^[16]

Property	DME	Diesel	LPG	
			Butane	Propane
Molecular weight	46.07	96	58.13	44.11
Vapor pressure at 20 °C (bar)	5.1	< 0.01	8.4	2.1
Boiling temperature (°C)	-25	≈ 150 - 380	-0.5	-42.1
Liquid density at 20 °C (kg/m ³)	660	800 - 840	610	501
Liquid viscosity at 25 °C (kg/m.s)	0.12 – 0.15	2 – 4	0.2	0.2
Gas specific gravity (vs air)	1.59	-	2.01	1.52
Lower heating value (MJ/kg)	28.43	42.5	45.74	46.36
Cetane number	55 - 60	40 – 55	-	5
Stoichiometric A/F ratio (kg/kg)	9.0	14.6	14.8	15.7

จากข้อมูลดังตารางที่ 5 พบว่า DME และ LPG มีสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงมีหลากหลายประเทศที่ให้ความสำคัญและส่งเสริมการใช้ DME เป็นเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น ทั้งทวีปเอเชียและยุโรป เช่น จีน ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา โดยนิยมใช้ DME เป็นเชื้อเพลิงเพื่อให้ความร้อนสำหรับภาคการขนส่งและภาคครัวเรือน และเนื่องจาก DME เป็นเชื้อเพลิงที่สังเคราะห์จากสารชีวมวล ดังที่กล่าวไว้ในข้างต้น ดังนั้นจึงปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและมลพิษน้อยกว่าน้ำมันดีเซล ^[17,18]

DME เป็นเชื้อเพลิงที่มีค่าซีเทนสูง จึงนิยมผสม DME กับน้ำมันดีเซลแบบหมุนเร็ว เพื่อประยุกต์ใช้ในเครื่องยนต์ดีเซล โดยการผสมส่วนใหญ่จะใช้ปริมาณ DME ไม่เกิน 25 wt% เพื่อป้องกันไม่ให้เชื้อเพลิงที่ได้มีความหนืดต่ำเกินไป แต่สำหรับการนำเชื้อเพลิงผสมที่ได้ไปใช้งานจริงจะต้องมีการปรับแต่งเครื่องยนต์เล็กน้อย เช่น ระบบฉีดเชื้อเพลิง เป็นต้น นอกจากนี้ ยังสามารถประยุกต์ใช้ DME ในเครื่องยนต์เบนซินได้อีกด้วย โดยจะผสม DME กับ LPG ในปริมาณ DME ไม่เกิน 25 wt% เพื่อป้องกันการน็อคของเครื่องยนต์ เนื่องจาก DME มีค่าออกเทนต่ำ ^[19]



เครื่องยนต์ดีเซล



เครื่องยนต์ที่ใช้ดีเอ็มอี

ภาพที่ 5 การใช้ DME เป็นแหล่งเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล ^[20,21]

การผลิต DME เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง จำต้องเป็นไปตามมาตรฐาน แสดงดังตารางที่ 6 ซึ่งมีหน่วยงานที่ประกาศกำหนดมาตรฐานคุณภาพของ DME อยู่ 2 แห่ง คือ International Energy Agency (IEA) และ Japan Industrial Standard (JIS) โดยจะเห็นว่าคุณสมบัติที่สำคัญสำหรับมาตรฐาน เช่น ปริมาณเมทานอล ความบริสุทธิ์ของ DME ปริมาณน้ำ ปริมาณสิ่งตกค้าง เป็นต้น หรือการเกิดผลิตภัณฑ์ข้างเคียง เช่น อีเทอร์ชนิดอื่นๆ แอลกอฮอล์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น ^[11]

ตารางที่ 6 ข้อกำหนดมาตรฐานคุณภาพของดีเอ็มอีสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิง ^[11]

คุณสมบัติ	อัตราสูง	IEA	JIS
ปริมาณดีเอ็มอี (DME purity), ร้อยละโดยน้ำหนัก (wt%)	ไม่ต่ำกว่า	99.6	99.0
ปริมาณเมทานอล (Methanol content), ร้อยละโดยน้ำหนัก (wt%)	ไม่สูงกว่า	0.05	1.0
ปริมาณน้ำ (Water content), ร้อยละโดยน้ำหนัก (wt%)	ไม่สูงกว่า	0.01	1.0
ปริมาณเมทิลเอทิลเอทานอล (Methyl ethyl ethanol content), ร้อยละโดยน้ำหนัก (wt%)	ไม่สูงกว่า	0.2	-
ปริมาณแอลกอฮอล์ที่หนักกว่าเมทานอล (Higher fatty alcohol), ร้อยละโดยน้ำหนัก (wt%)	ไม่สูงกว่า	0.05	-
ปริมาณอีเทอร์ที่หนักกว่าดีเอ็มอี (Higher fatty ether), ร้อยละโดยน้ำหนัก (wt%)	ไม่สูงกว่า	0.05	-
ปริมาณสารเติมแต่ง (Lubricant, viscosity), ร้อยละโดยน้ำหนัก (wt%)	ไม่สูงกว่า	0.2	-
ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbondioxide content), ร้อยละโดยน้ำหนัก (wt%)	ไม่สูงกว่า	-	0.1
ปริมาณกำมะถัน (Sulphur content), ร้อยละโดยน้ำหนัก (wt%)	ไม่สูงกว่า	-	ตรวจ ไม่พบ

คุณสมบัติ	อัตราสูง	IEA	JIS
ปริมาณสิ่งตกค้าง (Remaining residuals), มิลลิกรัม/กิโลกรัม (mg/kg)	ไม่สูงกว่า	-	-
ความดันไอ (Vapor pressure) ณ อุณหภูมิ 40°C, เมกะปาสคาล (MPa)	ไม่สูงกว่า	-	1.05

หมายเหตุ : International Energy Agency
Japan Industrial Standard

4.2 การใช้ DME สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าและพลังงานความร้อน ^[22]

การใช้ DME มีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่คล้ายคลึงกับ LPG ทำให้ DME ได้รับความสนใจและการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อที่จะนำมาประยุกต์ใช้เป็นแหล่งเชื้อเพลิงให้ความร้อน ดังตัวอย่างงานวิจัยของ R. Anggarani และคณะ ได้ศึกษาผลของการผสม DME และ LPG สำหรับใช้เป็นแหล่งเชื้อเพลิงในภาคครัวเรือน พบว่า ถึงแม้ว่าการเพิ่มปริมาณ DME จะทำให้ประสิทธิภาพของเชื้อเพลิงและความร้อนลดลงเพียงเล็กน้อย เช่น เมื่อเติม DME ปริมาณ 30% จะมีค่าความร้อน (Calorific value) 9.098,30 Kcal/kg เมื่อเทียบกับ DME ปริมาณ 20% ที่มีค่าความร้อน 10.136,09 Kcal/kg แต่การผสมระหว่าง DME และ LPG หรือการใช้ DME แทน LPG ยังเป็นที่นิยมเนื่องจากเป็นพลังงานสะอาด แต่จำเป็นต้องมีการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ครัวเรือนให้มีความเหมาะสมสำหรับการทำงานร่วมกับเชื้อเพลิง DME เพิ่มมากขึ้น ^[23]



เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

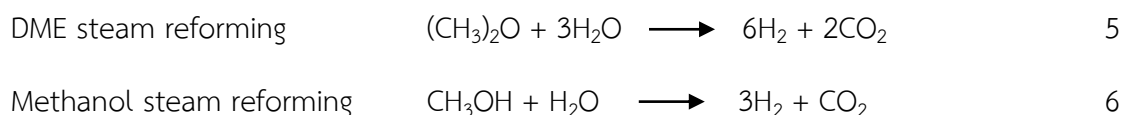


ก๊าซหุงต้ม

ภาพที่ 6 การใช้ DME เป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อน ^[24,25]

4.3 การใช้ DME สำหรับผลิตก๊าซไฮโดรเจน

DME นิยมใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตก๊าซไฮโดรเจนมากกว่าเมทานอล เนื่องจาก DME 1 mol จะให้ก๊าซไฮโดรเจน 6 โมล ในขณะที่เมทานอล 1 mol จะให้ก๊าซไฮโดรเจนเพียง 3 mol แสดงดังสมการที่ 5 และ 6 ตามลำดับ โดยก๊าซไฮโดรเจนที่ได้นี้ สามารถนำไปใช้เป็นสารตั้งต้นในเซลล์เชื้อเพลิงแบบเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอน (Proton exchange membrane fuel cell : PEMFC) เพื่อทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้ผลิตภัณฑ์เป็นน้ำและพลังงาน (สามารถศึกษารายละเอียดได้ในส่วนของก๊าซไฮโดรเจน) สำหรับใช้เป็นแหล่งเชื้อเพลิงในรถยนต์ไฮโดรเจน (Hydrogen car) หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบพกพา เป็นต้น ^[26]



5. ความรู้และข่าวสารใหม่ๆ

DME เป็นพลังงานทางเลือกรูปแบบหนึ่งที่กำลังได้รับความนิยมในปัจจุบันและยังมีการคาดการณ์ว่าจะสามารถเพิ่มกำลังการผลิตและการใช้งานทั้งในทวีปเอเชีย ยุโรปและอเมริกาใต้ ภายในปี 2017-2027 เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับภาคการขนส่ง ผสมกับก๊าซแอลพีจีเพื่อใช้ในภาคครัวเรือน สารขับเคลื่อนในกระป๋องสเปรย์ (Aerosol propellant) เป็นต้น แสดงค่าการคาดการณ์ดังตารางที่ 7 โดยมี 10 บริษัทยักษ์ใหญ่ที่คาดว่าจะเป็นผู้ผลิตและส่งเสริมการใช้ DME ภายใน 10 ปีนี้ ได้แก่ Korea Gas Corporation, Fuel DME Production Co. Ltd., Arrtu Group, Aestar Co. Ltd., AkzoNobel, China Energy Ltd., DME Aerosol, Ferrostaal GmbH, Grillo-Werke AG และ Guanghui Energy Co. Ltd. [27]

นอกจากนี้ DME ยังจัดว่าเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกแห่งศตวรรษที่ 21 เนื่องจาก DME มีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่คล้ายคลึงกับก๊าซปิโตรเลียมเหลว ดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 4 จึงสามารถใช้ทดแทนหรือผสมกับก๊าซปิโตรเลียมเหลว เพื่อประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆ ได้ดี และเนื่องจาก DME เป็นเชื้อเพลิงสะอาดสามารถเผาไหม้ได้อย่างสมบูรณ์ ปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และออกไซด์ของไนโตรเจนต่ำกว่าเมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงทั่วไป นอกจากนี้ DME ไม่มีส่วนประกอบของกำมะถัน ทำให้ไม่มีการปลดปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ จึงไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและร่างกายมนุษย์ [1]

ตารางที่ 7 การประเมินปริมาณการใช้งาน DME ในทวีปเอเชียตั้งแต่ปี 2016-2027 ^[27]

Application	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	CAGR% (2017-2027)
LPG blending	30	37	46	56	68	82	100	121	147	177	214	257	21.3
AGR (%)	23.3	22.8	22.4	22.1	21.8	21.5	21.3	21.1	21.0	20.8	20.6	20.5	
Aerosol propellant	2	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	18.6
AGR (%)	20.9	20.4	20.0	19.6	19.3	19.0	18.7	18.5	18.2	18.0	17.7	17.5	
Transportation fuel	1	2	2	3	4	5	6	8	10	12	15	19	26.1
AGR (%)	29.6	28.8	28.1	27.5	27.0	26.5	26.1	25.8	25.4	25.1	24.8	24.5	
Others	1	1	2	2	2	3	3	4	5	6	7	9	21.0
AGR (%)	23.0	22.5	22.1	21.8	21.5	21.3	21.1	20.9	20.7	20.5	20.3	20.2	
Total	35	42	52	64	78	94	115	139	168	203	246	296	21.4
AGR (%)	23.4	23.0	22.5	22.2	21.9	21.7	21.5	21.3	21.1	20.9	20.7	20.6	

เอกสารอ้างอิง

- [1] ประเสริฐ เรียบร้อยเจริญ. เทคโนโลยีGTL เพื่อการผลิตเชื้อเพลิงสะอาด. *June-July 2008, No.199, 95-104.*
- [2] Chen, W. H., Hsu, C. L., & Wang, X. D. (2016). Thermodynamic approach and comparison of two-step and single step DME (dimethyl ether) syntheses with carbon dioxide utilization. *Energy, 109, 326-340.*
- [3] Ge, Q., Huang, Y., Qiu, F., & Li, S. (1998). Bifunctional catalysts for conversion of synthesis gas to dimethyl ether. *Applied Catalysis A: General, 167(1), 23-30.*
- [4] Matzen, M., & Demirel, Y. (2016). Methanol and dimethyl ether from renewable hydrogen and carbon dioxide: Alternative fuels production and life-cycle assessment. *Journal of Cleaner Production, 139, 1068-1077.*
- [5] ปตท.เตรียมเติมก๊าซ DME ในแก๊สหุงต้ม รับมือลอยตัวราคาแอลพีจีตั้งแต่ปี 2555. [Online] 2011. Available from: <http://thaipublica.org/2011/10/ptt-dme-lpg/>
- [6] Ogawa, T., Inoue, N., Shikada, T., & Ohno, Y. (2003). Direct dimethyl ether synthesis. *Journal of natural gas chemistry, 12(4), 219-227.*
- [7] Safety data sheet. [Online]2014. Available from: http://www.chemogas.com/sites/default/files/pdfs/10416gb_134_CLP_ATP4_0100_dimethyl%20ether%2C%20liquefied%2C%20under%20pressure.pdf
- [8] Kurzina, I. A., Reshetnikov, S. I., Karakchieva, N. I., & Kurina, L. N. (2017). Direct synthesis of dimethyl ether from synthesis gas: Experimental study and mathematical modeling. *Chemical Engineering Journal.*
- [9] Xu, M., Lunsford, J. H., Goodman, D. W., & Bhattacharyya, A. (1997). Synthesis of dimethyl ether (DME) from methanol over solid-acid catalysts. *Applied Catalysis A: General, 149(2), 289-301.*
- [10] องค์ความรู้ของ สำนักคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง เรื่อง “DME พลังงานทางเลือกชนิดใหม่ทดแทน LPG”. [Online] 2015. Available from: http://www.doeb.go.th/knowledge/data/10_58%20km_DME.pdf
- [11] ความรู้เกี่ยวกับไดเมทิลอีเทอร์ (Dimethyl Ether). [Online]. Available from: http://www.doeb.go.th/knowledge/data/1Dimethyl_Ether.pdf
- [12] Azizi, Z., Rezaeimanesh, M., Tohidian, T., & Rahimpour, M. R. (2014). Dimethyl ether: A review of technologies and production challenges. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification, 82, 150-172.*

- [13] Dadgar, F., Myrstad, R., Pfeifer, P., Holmen, A., & Venvik, H. J. (2016). Direct dimethyl ether synthesis from synthesis gas: The influence of methanol dehydration on methanol synthesis reaction. *Catalysis Today*, 270, 76-84.
- [14] Final Investment Decision Reached on Trinidad and Tobago Methanol/Dimethyl Ether Plant. [Online] 2015. Available from:
<http://www.mitsubishicorp.com/jp/en/pr/archive/2015/html/0000028457.html>
- [15] Marchionna, M., Patrini, R., Sanfilippo, D., & Migliavacca, G. (2008). Fundamental investigations on di-methyl ether (DME) as LPG substitute or make-up for domestic uses. *Fuel Processing Technology*, 89(12), 1255-1261.
- [16] Park, S. H., & Lee, C. S. (2014). Applicability of dimethyl ether (DME) in a compression ignition engine as an alternative fuel. *Energy Conversion and Management*, 86, 848-863.
- [17] E for E Highlight Newsletter. [Online]2014. Available from:
<http://www.efe.or.th/datacenter/banner/banner1397114849.pdf>
- [18] Kaewwisetkul, P., Simasatitkul, L., & Arpornwichanop, A. (2017). Design and optimization of dimethyl ether production from crude glycerol in a reactive distillation. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 117, 80-88.
- [19] Dimethyl ether (DME). [Online] 2014. Available from:
<http://powerplantkmutnb.blogspot.com/2014/02/dimethyl-ether-dme.html>
- [20] Calif. Approves DME for Vehicles. [Online] 2015. Available from:
<https://www.gobytrucknews.com/calif-approves-dme-for-vehicles/123>
- [21] BOXZARECING. [Online]. Available from:
<http://car.boxzaracing.com/knowledge/5107>
- [22] Ohno, Y., Yoshida, M., Shikada, T., Inokoshi, O., Ogawa, T., & Inoue, N. (2006). New Direct Synthesis Technology for DME(Dimethyl Ether) and Its Application Technology. *JFE technical report*, (8), 34-40.
- [23] Anggarani, R., Wibowo, C. S., & Rulianto, D. (2014). Application of dimethyl ether as LPG substitution for household stove. *Energy Procedia*, 47, 227-234.
- [24] DME GAS Engine Generator. [Online]. Available from:
<http://www.buykorea.org/product-details/dme-gas-engine-generator--3051699.html#nolink>

- [25] อนาคต LPG: ความท้าทายของประเทศไทย. [Online] 2012. Available from:
http://www.consumerthai.org/main/index.php?option=com_content&view=article&id=1056:ไม่-นิวเคลียร์-ก็-ถ่านหิน-PDP-2553-เพิ่มความมั่นคง-กฟผ&catid=17:2008-12-15-07-03-49&Itemid=53
- [26] Jung, S., Choi, B., Park, S., Lee, D. W., & Kim, Y. B. (2017). Hydrogen production by compact combined dimethyl ether reformer/combustor for automotive applications. *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(19), 13463-13476.
- [27] DIMETHYL ETHER (DME) MARKET REPORT 2017-2027. [Online] 2017. Available from:
[https://www.visiongain.com/Report/1791/Dimethyl-Ether-\(DME\)-Market-Report-2017-2027](https://www.visiongain.com/Report/1791/Dimethyl-Ether-(DME)-Market-Report-2017-2027)