

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

การศึกษาการผลิตไบโอดีเซลจำเป็นต้องมีพื้นฐานความเข้าใจทฤษฎีด้านกรรมวิธีการผลิตไบโอดีเซล การเตรียมวัตถุดิบ ปัจจัยที่มีผลต่อการทำปฏิกิริยา และรวมไปถึงขั้นตอนและวิธีการวิเคราะห์ไบโอดีเซล ซึ่งรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎี หลักการ และเหตุผลมีดังต่อไปนี้

2.1 ไบโอดีเซล

ไบโอดีเซล คือสารประกอบอัลคิลเอสเทอร์ เช่น เมทิลเอสเทอร์ (methyl esters) หรือ เอทิลเอสเทอร์ (ethyl esters) ของกรดไขมัน ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงดีเซลที่ผลิตจากแหล่งทรัพยากรหมุนเวียน เช่น น้ำมันพืช ไขมันสัตว์ หรือสาหร่าย ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกนอกเหนือจากดีเซลที่ผลิตจากปิโตรเลียม โดยมีคุณสมบัติการเผาไหม้เหมือนกับดีเซลจากปิโตรเลียมมาก และสามารถใช้ทดแทนกันได้ สามารถนำมาใช้ประโยชน์กับเครื่องยนต์ดีเซลได้ทุกสัดส่วนโดยมีการดัดแปลงเครื่องยนต์น้อยมากหรือไม่มีการดัดแปลง เรียกน้ำมันที่ไม่ผสมกับน้ำมันดีเซลว่า B100 และเรียกไบโอดีเซลที่มีการผสมกับดีเซลตามสัดส่วนโดยปริมาตร เช่น B5 คือน้ำมันผสมระหว่างไบโอดีเซล 5 ส่วนต่อดีเซล 95 ส่วนเป็นต้น ไบโอดีเซลจึงเป็นเชื้อเพลิงชนิดหนึ่งเตรียมมาจากการดัดแปลงโดยการทำปฏิกิริยาเคมีของน้ำมันที่มาจากสิ่งมีชีวิต ทั้งพืชและสัตว์ ให้มีคุณลักษณะและคุณภาพใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล ไบโอดีเซลจึงสามารถทดแทนน้ำมันดีเซลได้โดยตรงหรือใช้ผสมกับน้ำมันดีเซลในสัดส่วนต่างๆ โดยที่มีการดัดแปลงเครื่องยนต์ดีเซลน้อยที่สุด

การผลิตไบโอดีเซลจากการทำปฏิกิริยาเปลี่ยนรูปเป็นอัลคิลเอสเทอร์ (Alkyl esters) นั้นเป็นไปได้ที่พิสูจน์ทราบและเป็นที่ยอมรับกันในการนำไบโอดีเซลไปใช้งานจริง (Fukuda Kondo and Noda, 2001) แต่การการใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพสูงเช่น น้ำมันดิบจากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มนั้น ส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลสูงขึ้น การลดต้นทุนวัตถุดิบทางหนึ่งคือ การใช้ไขมันใช้แล้วเป็นทางเลือกที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายว่าต้นทุนการผลิตต่ำ แต่ในขั้นตอนของการเกิดปฏิกิริยาโดยใช้ไขมันพืชหรือสัตว์ที่ใช้แล้วมาผลิตไบโอดีเซลยังเป็นการที่ต้องการการวิจัยเนื่องจากปัจจัยของกรดไขมันอิสระที่เกิดจากการใช้ไขมันส่งผลให้การผลิต

ไบโอดีเซลมีขั้นตอนที่ซับซ้อนกว่าการใช้น้ำมันจากแหล่งวัตถุดิบที่มีคุณภาพดี (Ma and Hanna, 1999) การผลิตไบโอดีเซลจากการทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน (Transesterification) โดยมีกรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา พบว่า ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันจะใช้เวลาในการทำปฏิกิริยานานถึง 48 ชั่วโมง จึงไม่นิยมทำกัน ส่วนปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน โดยมีด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาจะเกิดสบู่ถ้าปริมาณ กรดไขมันอิสระ (Free fatty acid, FFA) ในน้ำมันพืชมากกว่า 2% โดยน้ำหนัก (บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547) ทำให้ปฏิกิริยาดำเนินต่อไปไม่ได้เนื่องจากมีสบู่เกิดขึ้น (ปฏิกิริยาข้างเคียงระหว่างกรดไขมันและโซเดียมไฮดรอกไซด์) จากนั้นการศึกษานี้ในเบื้องต้น การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา พบว่า กรดไขมันอิสระมีผลกระทบต่อปฏิกิริยา คือเกิดสบู่ขึ้น ทำให้การแยกไบโอดีเซลออกจากกลีเซอรินมีความลำบาก ร้อยละผลผลิตจึงลดลงหรือไม่สามารถแยกได้โดยอาศัยแรงโน้มถ่วง แนวทางแก้ไขมีหลายวิธี เช่น การทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันและตามด้วยทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน (Gerpen, 2005)

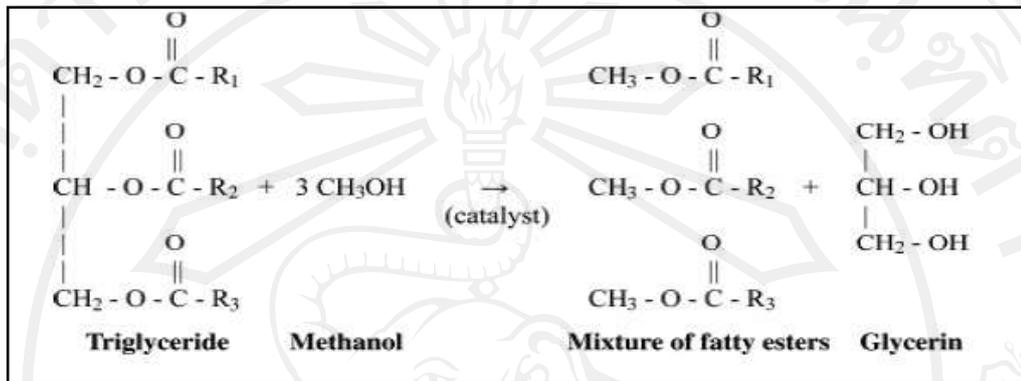
ตารางที่ 2.1 แสดงสมบัติของน้ำมันไบโอดีเซลตามมาตรฐาน (ASTM D6751, 2003)

Property	Unit	Grade S15	Grade S500	Test method
		Limits	Limits	
Kinematic viscosity at 40°C	mm ² s ⁻¹	1.9-6.0	1.9-6.0	ASTM D445
Flash point (closed cup)	°C	130.0 min	130.0 min	ASTM D93
Sulphur content	% mass (ppm)	0.0015 max (15)	0.05 max (500)	ASTM D5453
Carbon residue (on 100% distillation residue)	% mass	0.050 max	0.050 max	ASTM D4530
Acid number	mg KOH g ⁻¹	0.80 max	0.8 max	ASTM D664
Cloud point	°C	Report*	Report*	ASTM D2500
Cetane number	-	47 min	47 min	ASTM D613
Sulphated ash content	% mass	0.020 max	0.020 max	ASTM D874
Water and sediment	% volume	0.050 max	0.050 max	ASTM D1796
Copper strip corrosion (3 hr at 50°C)	rating	No. 3 max	No. 3 max	ASTM D130
Free glycerol	% mass	0.020	0.020	ASTM D6584
Total glycerol	% mass	0.240	0.240	ASTM D6584
Phosphorus	% mass	0.001 max	0.001 max	ASTM D4951
Distillation temperature (90% recovered)	°C	360 max	360 max	ASTM D1160

Note: * The cloud point of biodiesel is generally higher than that of petroleum-based diesel fuel and should be taken into consideration when blending.

Source: ASTM International (2003).

ทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน คือปฏิกิริยาผลิตเอสเทอร์จากสารตั้งต้น แอลกอฮอล์และ ไตรกลีเซอไรด์หรือโคกลีเซอไรด์หรือโมโนกลีเซอไรด์ ซึ่งปฏิกิริยาสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งระบบที่มีสารเร่งปฏิกิริยาและไม่มีสารเร่งปฏิกิริยา



รูปที่ 2.1 ปฏิกิริยาการเกิดไบโอดีเซล (อนุรักษ์ ปีติรักษ์สกุล, 2548)

2.2 วัตถุดิบที่ใช้เตรียมไบโอดีเซล

น้ำมันพืชและน้ำมันสัตว์ทุกชนิดเป็นสารประกอบตระกูลไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) โครงสร้างประกอบด้วยหมู่ของกรดไขมัน 3 หมู่ที่มีคาร์บอนตั้งแต่ 10 ถึง 22 ตัว (ตัวอย่างของไตรกลีเซอไรด์แสดงในตารางที่ 2.2 แสดงชนิดของกรดไขมันแสดงในตารางที่ 2.3 และสมบัติของกรดไขมันแสดงในตารางที่ 2.4) ความยาวของโซ่และชนิดของพันธะในกรดไขมันที่แตกต่างกันทำให้สมบัติของไตรกลีเซอไรด์แตกต่างกัน หรืออาจกล่าวได้ว่าสมบัติของน้ำมันพืชและน้ำมันสัตว์แตกต่างกันเนื่องจากมีกรดไขมันที่แตกต่างกันเป็นองค์ประกอบ น้ำมันพืชส่วนใหญ่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบในกรดไขมันอยู่ระหว่าง 12-18 อะตอม และน้ำมันที่มีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acid) ในปฏิกิริยาสูงจะมีค่าไอโอดีนสูง ค่าไอโอดีนของน้ำมันพืชคืออัตราที่ชี้บอกถึงปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีอยู่ในน้ำมันนั้นๆ หรือหมายถึงจำนวนพันธะคู่ระหว่างโซ่คาร์บอน เมื่อมีจำนวนคู่พันธะมากน้ำมันพืชจะไม่เสถียร เมื่อสัมผัสกับอากาศจะถูกออกซิไดซ์ได้ง่าย และเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันได้ที่อุณหภูมิสูง หลังจากเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแล้ว ฉะนั้นการเลือกใช้น้ำมันพืชที่มีค่าไอโอดีนต่ำเป็นเชื้อเพลิงจะเป็นการป้องกันการเกิดสารเหนียวที่เกิดจากปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันในเครื่องยนต์ได้ในเบื้องต้น แต่สมบัติของน้ำมันที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวมากจะทำให้น้ำมันแสดงผลเป็นของแข็งที่อุณหภูมิต่ำกว่า เช่น ไขมันสัตว์มีกรดไขมัน

อิมตัวสูงกว่าในน้ำมันพืช ไขมันสัตว์จะมีลักษณะเช่น เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง มีจุดหลอมเหลวสูงและมีค่าความหนืดสูงด้วย Knothe(2005) รายงานว่าสมบัติของไบโอดีเซลขึ้นกับชนิดแอลกอฮอล์และกรดไขมัน เช่น ตัวเลขซีเทน ที่สัมพันธ์กับการเผาไหม้และไอเสีย จุดหลอมเหลว เสถียรภาพของการเกิดออกซิเดชัน และการหล่อลื่น เป็นต้น โดยทั่วไปค่าความหนืดของไบโอดีเซลเพิ่มขึ้นเมื่อสายโซ่ของกรดไขมันยาวขึ้น และความหนืดลดลง เมื่อจำนวนพันธะคู่ในกรดไขมันเพิ่มขึ้น และแอลกอฮอล์สายยาวก็ให้ต้นทุนที่สูงและผลิตเป็นเอสเทอร์ได้ยากกว่า Knothe(2005) ได้สรุปว่าการเพิ่มสมบัติของเชื้อเพลิงอาจเกิดจากการผสมไบโอดีเซลที่ประกอบด้วยชนิดของแอลกอฮอล์และกรดไขมันที่แตกต่างกัน

Muniyappa et al. (1996) รายงานว่าการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันจากพืชมีปัญหาในการผลิต เนื่องจากความหนืดสูง ร้อยละผลผลิตต่ำ และเกิดเป็นเจลได้ง่าย อีกทั้งสมบัติของไบโอดีเซลที่ได้มีจุดขุ่นมัว

ตารางที่ 2.2 แสดงองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันชนิดต่างๆ (Patzner and Norris, 2002)

	<i>Soy</i> ¹	<i>Partially Hydrog. Soy</i> ¹	<i>Corn</i> ¹	<i>Canola</i> ¹	<i>Tallow</i> ²	<i>An./Veg. Blend</i> ³	<i>Acid. Soap Stock</i> ⁴
C8:0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
C12:0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
C14:0	0.5	0.2	0.2	0.4	3.2	1.0	0.1
C14:1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0
C15:0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
C16:0	12.7	11.4	6.6	8.5	25.5	17.3	13.3
C16:1	0.5	0.3	0.4	0.0	0.0	2.8	0.0
C17:0	0.0	0.1	0.1	0.3	0.0	0.5	0.0
C17:1	0.1	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0
C18:0	0.0	7.1	4.1	6.4	21.6	9.9	4.8
C18:1	63.3	43.1	63.0	61.7	38.7	42.6	20.1
C18:2	19.7	34.4	18.2	17.5	2.2	22.1	52.4
C18:3	0.3	0.0	3.4	1.2	0.0	2.2	8.6
C19:1	0.0	0.1	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0
C20:0	0.4	0.7	0.1	1.1	0.1	0.0	0.3
C20:1	0.2	0.2	1.0	0.9	0.0	0.4	0.0
C22:0	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
C24:0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Other	1.0	0.9	1.8	0.1	8.6	0.7	

1. In-House Analyses of Collected Waste Grease: *AOCS Ce 2-66*
 2. Guaranteed Specifications: Tri-State Grease and Tallow Company, Inc., New Ulm, MN 3/18/99
 3. Guaranteed Specifications: Van Hovens Company, Inc., South Saint Paul, MN, 9/12/97
 4. Guaranteed Specifications: Cenex harvest States Cooperatives, Mankato, MN 11/30/98

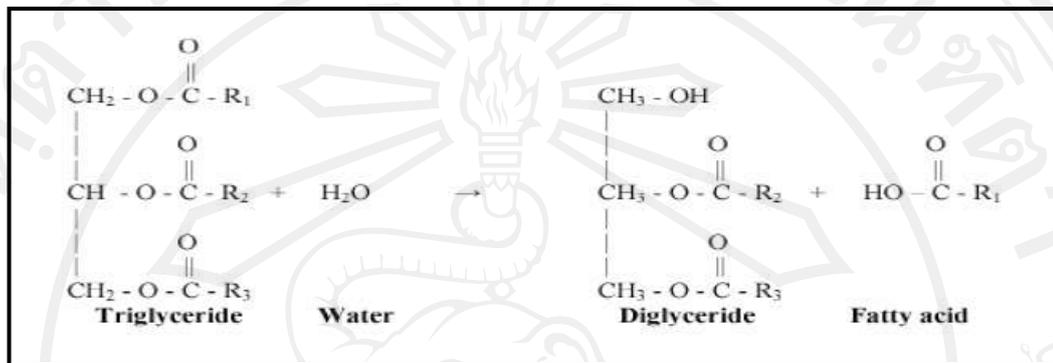
ตารางที่ 2.3 แสดงโครงสร้างของกรดไขมันชนิดต่างๆ (อนุรักษ์ ปีติรักษ์สกุล, 2548)

โครงสร้างทางเคมีของกรดไขมัน		
ชื่อกรดไขมัน	อะตอมคาร์บอน : พันธะคู่	โครงสร้างทางเคมี
Caprylic	C8	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$
Capric	C10	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$
Lauric	C12	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$
Myristic	C14	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$
Palmitic	C16:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$
Palmitoleic	C16:1	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Stearic	C18:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$
Oleic	C18:1	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Linoleic	C18:2	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$
Linolenic	C18:3	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_1\text{COOH}$
Arachidic	C20:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$
Eicosenoic	C20:1	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_9\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_9\text{COOH}$
Behenic	C22:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{20}\text{COOH}$
Erucic	C22:1	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_9\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_{11}\text{COOH}$

ตารางที่ 2.4 แสดงสมบัติของกรดไขมันชนิดต่างๆ (อนุรักษ์ ปีติรักษ์สกุล, 2548)

	อะตอมคาร์บอน:พันธะ	มวลโมเลกุล	จุดหลอมตัว (°C/°F)	จุดเดือด (°C/°F)
Caprylic	8:0	144.2	16.5/61.7	239.3/462.7
Capric	10:0	172.27	31.5/88.7	270.0/518.0
Lauric	12:0	200.32	44.0/111.2	131.0/267.8
Myristic	14:0	228.38	58.0/136.4	250.5/482.9
Palmitic	16:0	256.43	63.0/145.4	350.0/662.0
Stearic	18:0	284.43	71.0/159.8	360.0/680.0
Oleic	18:1	282.47	16.0/60.8	286.0/546.8
Linoleic	18:2	280.45	-5.0/23.0	230.0/446.0
Linolenic	18:3	278.44	-11.0/12.2	232.0/449.6
Erucic	22:1	338.58	33.0/91.4	265.0/509.0

วัตถุดิบอีกอย่างคือ แอลกอฮอล์ที่นิยมใช้ได้แก่ เมทานอลหรือเอทานอล โดยที่เมทานอลมักจะนิยมใช้มากกว่าเนื่องจากเป็นแอลกอฮอล์ที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก ทำให้สามารถเข้าทำปฏิกิริยากับไขมันหรือน้ำมันพืชได้ง่ายกว่า



รูปที่ 2.2 แสดงปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของไตรกลีเซอไรด์เป็นกรดไขมันอิสระ (อนุรักษ์ ปิติรักษ์สกุล, 2548)

2.3 สมบัติทางกายภาพของน้ำมันเชื้อเพลิง

สมบัติของไบโอดีเซลมีหลายมาตรฐานที่กำหนดขึ้นในแต่ละประเทศ สำหรับประเทศไทย พารามิเตอร์ในข้อกำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน พ.ศ.2548 เทียบกับมาตรฐานสากล มาตรฐาน ASTM D6751 เป็นหลัก

2.3.1 เมทิลเอสเทอร์ (Methyl ester) ใช้ระบุความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซล ตามข้อกำหนดของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ กรมธุรกิจพลังงาน ให้ทดสอบตาม EN 14103 ซึ่งตรวจวัดโดยใช้เทคนิคโครมาโตกราฟี และผลที่ได้ต้องให้ค่าไม่ต่ำกว่า 96.5 wt% ส่วนในการทดสอบตามมาตรฐานไบโอดีเซล (B100) ASTM D6751 ไม่ระบุให้มีการทดสอบ

2.3.2 ความหนาแน่น (Density) ใช้ระบุสมบัติเบื้องต้นทางกายภาพของไบโอดีเซล ในการทดสอบมีหลายวิธี อย่างไรก็ตามในข้อกำหนดของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ กรมธุรกิจพลังงาน ให้ทดสอบตามวิธี ASTM D1298 ซึ่งผลที่ได้ต้องให้ค่าไม่ต่ำกว่า 860 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและไม่สูงกว่า 900 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ที่ 15°C ส่วนมาตรฐานไบโอดีเซล (B100) ASTM D6751 ไม่ระบุให้มีการทดสอบ การวัดค่าความหนาแน่นหรือค่าความถ่วงจำเพาะนี้ ทำการวัดค่าโดยใช้อุปกรณ์วัดความถ่วงจำเพาะ โดยเทน้ำมันที่ต้องการทดสอบลงในกระบอกตวงประมาณ 3 ใน 4 ของกระบอกตวง โดยเอียงกระบอกตวงให้น้ำมันไหลลงไปตามผนังของกระบอกตวงเพื่อป้องกันการเกิดฟองอากาศ รอให้ฟองอากาศที่เกิดขึ้นลอยขึ้นมาที่ผิวหน้าของน้ำมัน แล้วทำ

การกำจัดออก วางกระบอกดวงให้อยู่ในแนวตั้ง รักษาอุณหภูมิของน้ำมันให้คงที่ที่ 15°C ในเครื่องควบคุมอุณหภูมิจากนั้นจึงค่อยๆ หย่อนอุปกรณ์วัดความถ่วงจำเพาะลงไป แล้วปล่อยให้ลอยอยู่อย่างอิสระ ไม่เกาะติดกับกระบอกดวง จากนั้นทำการอ่านค่าความถ่วงจำเพาะที่ขีดระดับของอุปกรณ์วัดความถ่วงจำเพาะ

2.3.3 ความหนืดจลน์ ความหนืดในน้ำมันมีความสำคัญมาก ในการใช้งานในเครื่องยนต์ เพราะเป็นตัวบ่งชี้ความสามารถในการต้านทานการไหล และบ่งชี้คุณสมบัติในการหล่อลื่นพื้นผิว ในการทดสอบมีหลายวิธีแต่ที่ระบุในข้อกำหนดของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ กรมธุรกิจพลังงาน และมาตรฐานไบโอดีเซล (B100) ASTM D6751 คือใช้วิธีตาม ASTM D445 ซึ่งผลที่ได้ต้องให้ค่าในช่วง 3.5-5.0 (เซนติสโตกส์, cSt) อุณหภูมิ 40°C และ ให้ผลในช่วง 1.9-6.0 สำหรับข้อกำหนดของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ กรมธุรกิจพลังงาน และมาตรฐานไบโอดีเซล (B100) ASTM D6751 ตามลำดับ ในน้ำมันที่มีความหนืดสูงเกินไปจะส่งผลให้การจ่ายน้ำมันเข้าจุดระเบิดในห้องเผาไหม้ กระจายตัวไม่ดีมีผลต่อการเผาไหม้เชื้อเพลิงโดยตรงทำให้เผาไหม้ไม่สมบูรณ์เกิดเขม่า อีกทั้งยังสิ้นเปลืองน้ำมัน

2.3.4 จุดวาบไฟ คือ อุณหภูมิต่ำสุดที่เชื้อเพลิงเกิดการระเหย มีจำนวนเพียงพอที่จะลุกติดไฟได้วูบหนึ่ง แล้วดับ เมื่อมีเปลวไฟผ่านเข้ามา ในการทดสอบมีหลายวิธีแต่ที่ระบุในข้อกำหนดของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ กรมธุรกิจพลังงาน และมาตรฐานไบโอดีเซล (B100) ASTM D6751 คือใช้วิธีตาม ASTM D93 (Pensky – Martens closed cup tester) ซึ่งผลที่ได้ต้องให้ค่าไม่ต่ำกว่า 120°C และ 130°C สำหรับข้อกำหนดของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ กรมธุรกิจพลังงาน และมาตรฐานไบโอดีเซล (B100) ASTM D6751 ตามลำดับ การกำหนดจุดวาบไฟที่สูงนี้ส่งผลให้ต้องกำจัดแอลกอฮอล์ โดยเฉพาะเมทานอลออกจากไบโอดีเซล จุดวาบไฟนั้นนอกจากจะใช้ประเมินการจุดติดไฟของผลิตภัณฑ์แล้วยังเป็นดัชนีที่บ่งชี้ความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์เมื่อเกิดการเผาไหม้อีกด้วย โดยสรุปแล้วจุดวาบไฟจะมีความสำคัญในแง่ของความปลอดภัยในการเก็บรักษา และขนส่งผลิตภัณฑ์น้ำมันเชื้อเพลิง

2.3.5 กำมะถัน ปริมาณกำมะถันในน้ำมันมีความจำเป็นอย่างมากในการตรวจวัด เนื่องจากกำมะถันมีผลให้เกิดการกัดกร่อนของชิ้นส่วนภายในเครื่องยนต์ โดยออกไซด์ของกำมะถันที่เกิดขึ้นจาก การเผาไหม้จะกลายเป็นกรดกัดกร่อนโลหะได้ เกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ เกิดเขม่าจับในห้องเผาไหม้ ในการทดสอบมีหลายวิธีแต่ที่ระบุในข้อกำหนดของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ กรมธุรกิจพลังงาน ให้ทดสอบตามวิธี ASTM D2622 ซึ่งผลที่ได้ต้องให้ค่าไม่เกิน 0.0010 wt% ส่วน

ในการทดสอบตามมาตรฐานไบโอดีเซล (B100) ASTM D6751 ให้ทดสอบตามวิธี ASTM D5453 ซึ่งผลที่ได้ต้องให้ค่าไม่เกิน 0.0015 wt%

2.3.6 กากถ่าน (Carbon residue) คือ กากที่เหลือจากการเผาไหม้ในที่อับอากาศ ปริมาณคาร์บอนสูงเป็นสิ่งไม่พึงประสงค์ในเชื้อเพลิง เพราะมีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดเขม่าตกค้าง และไอเสียมีควันดำมาก ในการทดสอบมีหลายวิธีแต่ที่ระบุในข้อกำหนดของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ กรมธุรกิจพลังงานให้ทดสอบตาม ASTM D4530 ซึ่งผลที่ได้ต้องให้ค่าไม่สูงกว่า 0.30 wt% (ทดสอบจากร้อยละ 10 ของกากที่เหลือจากการกลั่น) ส่วนในการทดสอบตามมาตรฐานไบโอดีเซล (B100) ASTM D6751 ให้ทดสอบตามวิธี ASTM D4530 (เป็นการทดสอบจากน้ำมันไบโอดีเซลที่ไม่ผ่านการกลั่น) ซึ่งผลที่ได้ต้องให้ค่าไม่เกิน 0.05 wt% ตามลำดับ

2.3.7 จำนวนซีเทน คือพารามิเตอร์ที่บ่งชี้ถึงประสิทธิภาพในการจุดติดไฟ (Ignition) ของเครื่องยนต์ดีเซล จำนวนซีเทนที่สูงช่วยให้การสตาร์ทเครื่องยนต์ได้ง่าย ทั้งยังช่วยลดควันขาวที่เกิดขึ้นอีกด้วย โดยหลักการจำนวนซีเทนจะสัมพันธ์กับเวลาหน่วงการจุดติดไฟ (คือเวลาที่เชื้อเพลิงฉีดผ่านเข้าสู่ห้องเผาไหม้จนถึงจุดติดไฟ) เมื่อจำนวนซีเทนสูงเวลาหน่วงการจุดติดไฟจะมีค่าสั้น ในการทดสอบจำนวนซีเทนมีหลายวิธีแต่ที่ระบุในข้อกำหนดของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ กรมธุรกิจพลังงาน และมาตรฐานไบโอดีเซล (B100) ASTM D6751 ให้ทดสอบตามวิธี ASTM D613 ซึ่งผลที่ได้ต้องให้ค่าไม่ต่ำกว่าเลข 51 และ ให้ค่าไม่ต่ำกว่าเลข 47 สำหรับข้อกำหนดของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ กรมธุรกิจพลังงาน และมาตรฐานไบโอดีเซล (B100) ASTM D6751 ตามลำดับมาตรฐานการทดสอบจำนวนซีเทนตาม ASTM D613 หรือ EN ISO 5165 ระบุให้สารประกอบไฮโดรคาร์บอนสายตรง เฮกซะเดคเคน (Long straight-chain hydrocarbon, hexadecane ($C_{16}H_{34}$)) มีจำนวนซีเทนเท่ากับ 100 ในขณะที่สารประกอบที่มีโครงสร้างเป็นกิ่งสาขา (Highly branched compound) ได้แก่ 2,2,4,4,6,8,8-เฮปตะเมทิลโนเนน (2,2,4,4,6,8,8-heptamethylnonane, HMN) ซึ่งมีสูตรโมเลกุลอย่างง่ายเหมือนกับเฮกซะเดคเคน คือ ($C_{16}H_{34}$) มีจำนวนซีเทนเท่ากับ 15 จากสารประกอบทั้งสองชนิดพอสรุปได้ว่าเมื่อเชื้อเพลิงมีโครงสร้างทางเคมีที่มีกิ่งก้านเพิ่มขึ้นจำนวนซีเทนมีแนวโน้มลดลง

2.3.8 เถ้าซัลเฟต (Sulfate ash) การทดสอบเพื่อหาปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาในส่วนของอัลคาไลในไบโอดีเซล และเถ้าของสารประกอบอื่นๆที่สามารถทำให้เกิดการอุดตันในระบบจ่ายน้ำมันเข้าสู่ห้องเผาไหม้ นอกจากนั้นเถ้าซัลเฟตในปริมาณสูงยังส่งผลให้เกิดการสึกหรอของเครื่องยนต์เนื่องจากการขัดสีอีกด้วย ในการทดสอบทั้งตามข้อกำหนดของไบโอดีเซลประเภทเมทิล

เอสเตอร์ กรมธุรกิจพลังงาน และมาตรฐานไบโอดีเซล (B100) ASTM D6751 ใช้วิธี ASTM D874 ซึ่งผลที่ได้ต้องให้ค่าไม่ต่ำกว่า 0.02 wt%

2.3.9 น้ำ (Water) คือ การตรวจหาน้ำอิสระที่อยู่ในน้ำมัน เพราะการมีน้ำปริมาณสูงเกินไป จะส่งผลต่อการทำงานของเครื่องยนต์และอายุการใช้งาน นอกจากนี้ น้ำยังเป็นแหล่งเพาะจุลินทรีย์ ทำให้เกิดการคละและนำไปสู่การกัดกร่อนและอุดตันระบบกรองน้ำมัน ในการทดสอบมีหลายวิธีแต่ที่ระบุในข้อกำหนดของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ กรมธุรกิจพลังงานและมาตรฐานไบโอดีเซล (B100) ASTM D6751 ให้ทดสอบตามวิธี ASTM D2709 ซึ่งต้องให้ค่าไม่เกิน 0.050 wt% และให้ค่าไม่เกิน 0.050 Vol % สำหรับค่าตามประกาศของกรมธุรกิจพลังงาน และมาตรฐาน ASTM D6751 ตามลำดับ

2.3.10 สิ่งปนเปื้อนทั้งหมดในข้อกำหนดของไบโอดีเซลประเภท เมทิลเอสเตอร์ กรมธุรกิจพลังงานให้ทดสอบตามวิธี ASTM D5452 ซึ่งต้องให้ค่าไม่เกิน 0.0024 wt% ส่วนมาตรฐาน ASTM D6751 ไม่ระบุให้ทดสอบ

2.3.11 การกัดกร่อนแผ่นทองแดง (Copper strip corrosion) การทดสอบการกัดกร่อนของน้ำมันจะทดสอบโดยใช้แท่งทองแดงขัดเงามาแช่ในน้ำมัน ตามความดันและอุณหภูมิที่กำหนด จากนั้นจึงนำมาเปรียบเทียบกับสีมาตรฐาน ในการทดสอบที่ระบุในข้อกำหนดของ ไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ กรมธุรกิจพลังงาน และมาตรฐานไบโอดีเซล (B100) ASTM D6751 ให้ทดสอบตามวิธี ASTM D130 ซึ่งผลที่ได้ต้องให้ค่าไม่เกินเลข 1 และให้ค่าไม่เกินเลข 3 สำหรับข้อกำหนดของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ กรมธุรกิจพลังงาน และมาตรฐานไบโอดีเซล (B100) ASTM D6751 ตามลำดับ โดยน้ำมันที่ดีไม่ควรจะมีสารที่ทำปฏิกิริยากับชิ้นส่วนในเครื่องจักร เครื่องยนต์ ที่เป็นทองแดงหรือโลหะผสม โดยตามมาตรฐาน ASTM D130 กำหนดให้แผ่นทองแดงหลังแช่ในน้ำมันเป็นดังนี้เลข 1 : มัวเล็กน้อย เลข 2 : มัวปานกลาง เลข 3 : มัวมาก และเลข 4 : กัดกร่อน

2.3.12 เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation stability) เป็นการทดสอบผลิตภัณฑ์น้ำมันเพื่อดูแนวโน้มการรวมตัวกับออกซิเจน ว่าสามารถเกิดขึ้นได้ช้า-เร็ว เพียงใด ในการทดสอบมีหลายวิธี อย่างไรก็ตามในข้อกำหนดของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ กรมธุรกิจพลังงานให้ทดสอบตามวิธี EN 14112 ซึ่งผลจากการวัดค่าการนำไฟฟ้าต้องไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ที่เวลาทดสอบไม่ต่ำกว่า 6 ชั่วโมงที่อุณหภูมิทดสอบ 110°C ส่วนมาตรฐาน ASTM D6751 ไม่ระบุให้ทดสอบ

2.3.13 ค่าความเป็นกรด (Acid value) ในไบโอดีเซลใช้บ่งชี้ถึงกรดไขมันอิสระที่ทำให้ปฏิกิริยาไม่สมบูรณ์ หรือการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นกรด หรือมีข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนการล้างไบโอดีเซลที่มีการเติมกรดช่วยปรับพีเอชให้เป็นกลาง การมีค่าความเป็นกรดในน้ำมันสูงเกินไปส่งผลให้อายุการใช้งานของระบบจ่ายน้ำมันและเครื่องยนต์สั้นลง ทั้งข้อกำหนดของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ กรมธุรกิจพลังงาน และมาตรฐาน ASTM D6751 กำหนดวิธีทดสอบตาม ASTM D664 ซึ่งผลที่ได้ต้องให้ค่าไม่สูงกว่า 0.5 mg KOH/g สำหรับข้อกำหนดไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ กรมธุรกิจพลังงาน และให้ค่าไม่สูงกว่า 0.8 mg KOH/g สำหรับมาตรฐาน ASTM D6751 ตามลำดับ

2.3.14 ค่าไอโอดีน (Iodine value) ในข้อกำหนดไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ กรมธุรกิจพลังงาน ให้ทดสอบตามวิธี EN 14111 ซึ่งผลจากการวัดค่าต้องไม่สูง 120 กรัมไอโอดีนต่อ 100 กรัม น้ำมัน ส่วนมาตรฐานไบโอดีเซล (B100) ASTM D6751 ไม่ระบุให้มีการทดสอบ

2.3.15 กรดลิโนลินิกเอสเทอร์ (Linolenic acid methyl ester contents) เป็นการทดสอบหาปริมาณกรดลิโนลินิกเอสเทอร์ในไบโอดีเซล ในข้อกำหนดไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ กรมธุรกิจพลังงานให้ทดสอบตามวิธี EN 14103 ซึ่งตรวจวัดโดยใช้เทคนิคโครมาโตกราฟี ผลทดสอบต้องมีกรดลิโนลินิกเอสเทอร์ในไบโอดีเซลไม่สูงกว่า 12.0 wt% ส่วนในมาตรฐานไบโอดีเซล (B100) ASTM D6751 ไม่ระบุให้มีการทดสอบ

2.3.16 เมทานอล (Methanol content) เป็นการทดสอบหาปริมาณเมทานอลในไบโอดีเซล ในข้อกำหนดไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ กรมธุรกิจพลังงาน ให้ทดสอบตามวิธี EN 14110 ซึ่งตรวจวัดโดยให้ความร้อนกับไบโอดีเซลในภาชนะปิดที่ 80°C จากนั้นเก็บก๊าซตัวอย่างฉีดเข้าเครื่องก๊าซโครมาโตกราฟี ผลทดสอบต้องมีเมทานอลในไบโอดีเซลไม่สูงกว่า 0.20 wt% ส่วนในมาตรฐานไบโอดีเซล (B100) ASTM D6751 ไม่ระบุให้มีการทดสอบ

2.3.17 โมโนกลีเซอไรด์ (Monoglyceride) ในข้อกำหนดไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ กรมธุรกิจพลังงาน ให้ทดสอบตามวิธี EN 14105 ซึ่งตรวจวัดโดยใช้เทคนิคโครมาโตกราฟี ผลทดสอบต้องมีโมโนกลีเซอไรด์ไม่สูงกว่า 0.80 wt% ส่วนในมาตรฐานไบโอดีเซล (B100) ASTM D6751 ไม่ระบุให้มีการทดสอบ

2.3.18 ไดกลีเซอไรด์ (Diglyceride) ในข้อกำหนดไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ กรมธุรกิจพลังงานให้ทดสอบตามวิธี EN 14105 ซึ่งตรวจวัดโดยใช้เทคนิคโครมาโตกราฟี

ผลทดสอบต้องมีไดกลีเซอไรด์ไม่สูงกว่า 0.20 wt% ส่วนในมาตรฐานไบโอดีเซล (B100) ASTM D6751 ไม่ระบุให้มีการทดสอบ

2.3.19 ไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) ในข้อกำหนดไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ กรมธุรกิจพลังงานให้ทดสอบตามวิธี EN 14105 ซึ่งตรวจวัดโดยใช้เทคนิคโครมาโตกราฟี ผลทดสอบต้องมีไตรกลีเซอไรด์ไม่สูงกว่า 0.20 wt% ส่วนในมาตรฐานไบโอดีเซล (B100) ASTM D6751 ไม่ระบุให้มีการทดสอบ

2.3.20 กลีเซอรินอิสระ (Free glycerin) ใช้ระบุถึงกลีเซอรินอิสระที่แยกไม่หมดในไบโอดีเซลเมื่อมีค่าสูงเกินไปอาจส่งผลให้เกิดการอุดตันที่ระบบกรองน้ำมัน อีกทั้งการมีกลีเซอรินสูงเกินไปยังส่งผลให้การเผาไหม้ไบโอดีเซลจะเกิดสารพิษปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมในปริมาณที่อาจก่อให้เกิดอันตราย วิธีการตรวจวัดกลีเซอรินมีหลายวิธีแต่ที่ระบุในข้อกำหนดไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์กรมธุรกิจพลังงาน ให้ทดสอบตามวิธี EN 14105 ซึ่งตรวจวัดโดยใช้เทคนิคก๊าซโครมาโตกราฟี และผลที่ได้ต้องให้ค่าไม่สูงกว่า 0.02 wt% ส่วนมาตรฐานไบโอดีเซล (B100) ตามมาตรฐาน ASTM D6751 ให้ทดสอบตามวิธี ASTM D6584 ซึ่งผลที่ได้ต้องให้ค่าไม่เกิน 0.02 wt% เช่นกัน

2.3.21 กลีเซอรินทั้งหมด (Total glycerin) ใช้ระบุถึงกลีเซอรินทั้งหมดที่แยกไม่หมดในไบโอดีเซล ซึ่งประกอบด้วยกลีเซอรินอิสระ โมโนกลีเซอไรด์ ไดกลีเซอไรด์ และไตรกลีเซอไรด์ ในการทดสอบมีหลายวิธีแต่ที่ระบุในข้อกำหนดไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ กรมธุรกิจพลังงาน ให้ทดสอบตามวิธี EN 14105 ซึ่งผลที่ได้ต้องให้ค่าไม่สูงกว่า 0.25 wt% ส่วนมาตรฐานไบโอดีเซล (B100) ตาม ASTM D6751 ให้ทดสอบตามวิธี ASTM D6584 ซึ่งผลที่ได้ต้องให้ค่าไม่เกิน 0.24 wt% ทั้งมาตรฐาน EN 14105 และ ASTM D6584 เป็นการทดสอบกลีเซอรินอิสระ กลีเซอรินทั้งหมด โมโนกลีเซอริน ไดกลีเซอริน และไตรกลีเซอรินโดยใช้เครื่องก๊าซโครมาโตกราฟี

2.3.22 โลหะกลุ่ม 1 (โซเดียมและโปแตสเซียม) ตามข้อกำหนด ไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ กรมธุรกิจพลังงาน ให้ทดสอบตามวิธี EN 14108 สำหรับการวัดโซเดียม และ EN 14109 สำหรับการวัดโปแตสเซียม ซึ่งตรวจวัดโดยใช้เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์บชันสเปคโตรเมทรี ผลทดสอบต้องมีโซเดียมรวมกับโปแตสเซียมไม่สูงกว่า 5.0 mg/kg และการตรวจวัดโลหะกลุ่ม 2 (แคลเซียมและแมกนีเซียม) ให้ทดสอบตามวิธี prEN 14538 ต้องมีค่าไม่สูงกว่า 5.0 mg/kg ส่วนในมาตรฐานไบโอดีเซล (B100) ASTM D6751 ไม่ระบุให้มีการทดสอบ

2.3.23 ฟอสฟอรัส (Phosphorus) เป็นสารที่สามารถลดประสิทธิภาพของกะตะไลติกคอนเวอร์เตอร์ (คืออุปกรณ์ที่ติดตั้ง เพื่อบำบัดไอเสียให้มีปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ให้ลดลง) ตามข้อกำหนดไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ กรมธุรกิจพลังงาน และตามมาตรฐานไบโอดีเซล (B100) ASTM D6751 ให้ทดสอบตามวิธี ASTM D4951 ซึ่งผลที่ได้ต้องให้ค่าไม่สูงกว่า 0.001 wt%

2.3.24 สารเติมแต่ง (Additive) เป็นสารที่เติมผสมในไบโอดีเซลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ ช่วยชะล้างและทำความสะอาดเครื่องยนต์ หรืออื่นๆ ไม่มีการระบุวิธีทดสอบที่ชัดเจนแต่ให้เป็นไปตามที่ได้รับความเห็นชอบจากอธิบดี กรมธุรกิจพลังงาน