

ภาคผนวก ค

การกำหนดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Characterization of Biodiesel)[Gerpen, J.V., *et al* (2004)]

มาตรฐานของน้ำมันดีเซลชีวภาพ ยอมให้มีปริมาณกลีเซอรินทั้งหมดไม่เกินร้อยละ 0.24 ในผลิตภัณฑ์ที่ได้ โดยลักษณะและคุณสมบัติต่าง ๆ ของน้ำมันดีเซลชีวภาพที่สามารถนำไปใช้งานได้ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน โดยมาตรฐานต่าง ๆ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันเป็นไปดังตารางที่ ค-1.1 ถึง ตารางที่ ค-1.3 โดยมีคุณสมบัติต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

Flash point เป็นค่าอุณหภูมิที่ต่ำที่สุดที่น้ำมันจะติดไฟได้ซึ่งใช้ Pensky-Martens Closed Cup Tester เป็นตัววิเคราะห์

Water and sediment การทดสอบนี้คือการหาปริมาณของน้ำอิสระ และตะกอนในเชื้อเพลิงที่มีค่าความหนืด (ที่ 40 องศาเซลเซียส) อยู่ในช่วง 1.0 ถึง 4.1 ตารางมิลลิเมตรต่อวินาที และค่าความหนาแน่นในช่วง 700 ถึง 900 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

Kinematics Viscosity เป็นค่าที่บอกถึงความต้านทานการไหลของน้ำมันโดยใช้ Calibrated glass capillary viscometer

Sulfated Ash คือ กากตะกอนที่หลงเหลืออยู่หลังจากเผาไหม้ตัวอย่างน้ำมัน (carbonized) แล้วผ่านการล้างกับกรดซัลฟิวริก และให้ความร้อนจนกระทั่งน้ำหนักคงที่

Total sulfur วิธีการทดสอบนี้ใช้ในการทดสอบหาปริมาณซัลเฟอร์ทั้งหมดในสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เป็นของเหลวอยู่ในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 25 ถึง 400 องศาเซลเซียส ด้วยค่าความหนืดระหว่าง 0.2 และ 20 เซนติสโตก (ตารางมิลลิเมตรต่อวินาที) ที่อุณหภูมิห้อง

Copper strip corrosion การกัดกร่อนแผ่นทองแดงเป็นการทดสอบหาความสามารถในการกัดกร่อนของน้ำมันไปยังแผ่นทองแดง อีกทั้งการทดสอบนี้ยังใช้ควบคุมการเกิดของกรดในน้ำมันด้วย

Cetane Number เป็นค่าที่แสดงเวลาในการจุดติดไฟ ใช้เครื่องยนต์ดีเซลจำลองที่เรียกว่า CFR TEST ENGINE เป็นตัววิเคราะห์

Cloud Point เป็นค่าอุณหภูมิที่พาราฟินเริ่มตกผลึกเป็นสารขี้ผึ้ง

Pour Point เป็นค่าอุณหภูมิที่ต่ำที่สุดที่น้ำมันยังเป็นของเหลวที่สามารถไหลได้

Carbon residue คือปริมาณคาร์บอนที่หลงเหลืออยู่หลังจากผ่านการเผาไหม้ การทดสอบนี้จึงเกี่ยวข้องกับการให้ความร้อนน้ำมันจนกระทั่งมีอุณหภูมิสูงระดับหนึ่งเพื่อไล่ออกซิเจนออกไป เชื้อเพลิงส่วนใหญ่ก็จะระเหยและถูกขับออกไป แต่ส่วนที่เหลือก็จะถูกย่อยสลายและได้รับความร้อนสูงจนได้เป็นผงถ่าน การทดสอบนี้นับเป็นส่วนสำคัญในเครื่องยนต์ดีเซล เนื่องจาก ฝุ่นผงที่เป็นไปได้ที่ carbon residue จะไปกีดขวางการทำงานของหัวฉีดน้ำมันของเครื่องยนต์ได้

Acid number คือ ปริมาณของเบส ที่จำเป็นต้องใช้สำหรับไตเตรตสารตัวอย่างเพื่อให้ได้จุดยุติที่ต้องการ acid number เป็นการวัดค่าโดยตรงสำหรับ free fatty acid ใน B100 เพราะว่า free fatty acid เป็นตัวการนำไปสู่การเสื่อมสภาพและแสดงถึงปริมาณน้ำในน้ำมัน

Free glycerin คือ ปริมาณโมเลกุลของกลีเซอรอลที่มีอยู่ในน้ำมัน free glycerol เป็นผลได้มาจากการแยกตัวที่ไม่สมบูรณ์ของเอสเทอร์และกลีเซอรอลที่ได้จากปฏิกิริยา Transesterification

โดย free glycerin อาจได้มาจากขั้นตอนการล้างด้วยน้ำ (ที่ไม่สมบูรณ์) หรือการแยกกลีเซอรอลที่ไม่มีประสิทธิภาพ ถ้าเกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของ free glycerin ก็จะทำให้เกิดการสะสมตะกอนของคาร์บอนในเครื่องยนต์ได้ (คำว่า glycerin, glycerine, และ glycerol สามารถใช้แทนที่กันได้)

Total glycerin คือ ผลรวมของ free และ bonded glycerine ซึ่ง Bonded glycerine คือ ส่วนของกลีเซอรอลที่มาจากโมเลกุลของโมโนกลีเซอไรด์ ไดกลีเซอไรด์และไตรกลีเซอไรด์ ค่าของ total glycerine สามารถบ่งบอกถึงปฏิกิริยา Trans-Esterification ที่ไม่สมบูรณ์และปริมาณคาร์บอนที่หลงเหลืออยู่ในเครื่องยนต์ โดยการทดสอบนี้มักจะต้องทำอย่างสม่ำเสมอเมื่อมีการเติมน้ำมันดีเซลชีวภาพไว้เป็นเวลานาน

Phosphorus กล่าวถึงการทดสอบเชิงปริมาณของแบเรียม แคลเซียม คอปเปอร์ แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์และซิงค์ในน้ำมันหล่อลื่น และสารปรุงแต่งที่ไม่ได้ใช้งานแล้ว ในกรณีของ B100 ฟอสฟอรัสอาจเกิดมาจากการสกัดที่ไม่สมบูรณ์ของ phospholipids ที่ได้มาจากน้ำมันพืช และโปรตีนที่ได้มาจากการบวนการต่อเนื่องต่าง ๆ

ตารางที่ ค-1.1 มาตรฐานน้ำมันไบโอดีเซลตามมาตรฐาน ASTM D6751 ของประเทศสหรัฐอเมริกา

คุณสมบัติน้ำมันเชื้อเพลิง	หน่วย	วิธีทดสอบ	เกณฑ์ต่ำสุด	เกณฑ์สูงสุด
จุดวาบไฟ (Pensky-Marten Closed Tester)	องศาเซลเซียส	D93	130	-
น้ำและตะกอน	ร้อยละโดยปริมาตร	D2709	-	0.050
ค่าความหนืดที่ 40 องศาเซลเซียส	ตารางมิลลิเมตรต่อวินาที	D445	1.9	6.0
เถ้าซิลิเกต	ร้อยละโดยน้ำหนัก	D874	-	0.02
ปริมาณกำมะถัน	ร้อยละโดยน้ำหนัก	D5453	-	0.05
การกัดกร่อนทองแดง	-	D130	-	No. 3
ค่าซีเทน	-	D613	47	-
จุดขุ่น (Cloud point)	องศาเซลเซียส	D2500	รายงานผล	
กากถ่าน (shall be run on the 100 % sample)	ร้อยละโดยน้ำหนัก	D4530	-	0.050
ค่าของกรด	มิลลิกรัม KOH ต่อ กรัมของน้ำมัน	D664	-	0.80
ปริมาณกลีเซอรินอิสระ	ร้อยละโดยน้ำหนัก	D6584	-	0.02
ปริมาณกลีเซอรินทั้งหมด	ร้อยละโดยน้ำหนัก	D6584	-	0.24
ปริมาณฟอสฟอรัส	ร้อยละโดยน้ำหนัก	D4951	-	0.001
อุณหภูมิการกลั่น เทียบ เขม่าที่ความดันบรรยากาศ กลั่นได้ร้อยละ 90	องศาเซลเซียส	D1180	-	360

ตารางที่ ค-1.2 มาตรฐานน้ำมันไปโอดีเซลตามมาตรฐาน DIN EN 14214 ของสหภาพยุโรป

คุณสมบัติน้ำมันเชื้อเพลิง	หน่วย	วิธีทดสอบ	เกณฑ์ต่ำสุด	เกณฑ์สูงสุด
ปริมาณเอสเทอร์	ร้อยละโดยน้ำหนัก	Pr EN 14103	96.5	-
ความหนาแน่นที่ 15 องศาเซลเซียส	กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	EN ISO 3675 EN ISO 12185	860	900
ความหนืดที่ 40 องศาเซลเซียส	ตารางมิลลิเมตรต่อวินาที	EN ISO 3104	3.5	5.0
จุดวาบไฟ	องศาเซลเซียส	ISO / CD 3679	120	-
ปริมาณกำมะถัน	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	-	-	10
ปริมาณคาร์บอนตกค้าง (ที่ร้อยละ 10 ของการกลั่น)	ร้อยละโดยน้ำหนัก	EN ISO 10370	-	0.3
ค่าซีเทน	-	EN ISO 5165	51	-
ปริมาณซีเถ้า	ร้อยละโดยน้ำหนัก	ISO 3987	-	0.02
ปริมาณน้ำ	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	EN ISO 12937	-	500
ปริมาณสารแปลกปลอม	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	EN 12662	-	24
การกัดกร่อนทองแดง (3 เซนติเมตร ที่ 50 องศาเซลเซียส)	เกณฑ์ตรวจสอบ	EN ISO 2160	1	-
ความเสถียรที่ 110 องศาเซลเซียส	ชั่วโมง	Pr EN 14112	6.0	-
ค่าความเป็นกรด	มิลลิกรัม KOH ต่อกรัม น้ำมัน	Pr EN 14104	-	0.5
ค่าไอโอดีน	-	Pr EN 14111	0	120
ปริมาณเอสเทอร์ชนิดไลโนลินิก	ร้อยละโดยน้ำหนัก	Pr EN 14103	-	12
ปริมาณเอสเทอร์ชนิดไมอิมตัว (4 double bonds)	ร้อยละโดยน้ำหนัก	-	-	1
ปริมาณเมทานอล	ร้อยละโดยน้ำหนัก	Pr EN 14110	-	0.2
ปริมาณโมโนกลีเซอไรด์	ร้อยละโดยน้ำหนัก	Pr EN 14105	-	0.6
ปริมาณไดกลีเซอไรด์	ร้อยละโดยน้ำหนัก	Pr EN 14105	-	0.2
ปริมาณไตรกลีเซอไรด์	ร้อยละโดยน้ำหนัก	Pr EN 14105	-	0.2

ตารางที่ ค-1.3 มาตรฐานไบโอดีเซลของไทย ตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน พ.ศ. 2548

รายละเอียดแนบท้ายประกาศกรมธุรกิจพลังงาน

เรื่อง กำหนดคุณลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน

พ.ศ. 2548

รายการ	ข้อกำหนด	อัตราสูงต่ำ		วิธีทดสอบ ^{1/}
1	เมทิลเอสเตอร์ ร้อยละโดยน้ำหนัก (Methyl Ester, % wt.)	ไม่ต่ำกว่า	96.5	EN 14103
2	ความหนาแน่นที่ 15 องศาเซลเซียส กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (Density at 15 °C, kg / m ³)	ไม่ต่ำกว่า และ ไม่สูงกว่า	860 900	ASTM D1298
3	ความหนืดที่ 40 องศาเซลเซียส เซนติสโตก (Viscosity at 40 °C, cSt)	ไม่ต่ำกว่า และ ไม่สูงกว่า	3.5 5.0	ASTM D445
4	จุดวาบไฟ องศาเซลเซียส (Flash Point, °C)	ไม่ต่ำกว่า	120	ASTM D93
5	กำมะถัน ร้อยละโดยน้ำหนัก (Sulphur, % wt.)	ไม่สูงกว่า	0.0010	ASTM D2622
6	กากถ่าน ร้อยละโดยน้ำหนัก (ร้อยละ 10 ของการที่เหลือจากการกลั่น) (Carbon Residue, on 10 % distillation residue, % wt.)	ไม่สูงกว่า	0.30	ASTM D4530
7	จำนวนซีเทน (Cetane Number)	ไม่ต่ำกว่า	51	ASTM D613
8	เถ้าซัลเฟต ร้อยละโดยน้ำหนัก (Sulfated Ash, % wt.)	ไม่สูงกว่า	0.02	ASTM D874
9	น้ำ ร้อยละโดยน้ำหนัก (Water, % wt.)	ไม่สูงกว่า	0.050	ASTM D2709
10	สิ่งปนเปื้อนทั้งหมด ร้อยละโดยน้ำหนัก (Total Contamination, % wt.)	ไม่สูงกว่า	0.0024	ASTM D5452
11	การกัดกร่อนแผ่นทองแดง (Copper Strip Corrosion)	ไม่สูงกว่า	หมายเลข 1	ASTM D130
12	เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ชั่วโมง (Oxidation Stability at 110 °C, hours)	ไม่ต่ำกว่า	6	EN 14112

ตารางที่ ค-1.3 มาตรฐานไบโอดีเซลของไทย ตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน พ.ศ. 2548 (ต่อ)

รายละเอียดแนบท้ายประกาศกรมธุรกิจพลังงาน

เรื่อง กำหนดคุณลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน

พ.ศ. 2548

รายการ	ข้อกำหนด	อัตราสูงสุด	วิธีทดสอบ ^{1/}
13	ค่าความเป็นกรด มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อกรัม (Acid Value, mg KOH / g)	ไม่สูงกว่า 0.50	ASTM D664
14	ค่าไอโอดีน กรัมไอโอดีนต่อ 100 กรัม (Iodine Value, g Iodine / 100 g)	ไม่สูงกว่า 120	EN 14111
15	กรดลิโนเลนิกเมทิลเอสเตอร์ ร้อยละโดยน้ำหนัก (Linolenic Acid Methyl Ester, % wt.)	ไม่สูงกว่า 12.0	EN 14103
16	เมทานอล ร้อยละโดยน้ำหนัก (Methanol, % wt.)	ไม่สูงกว่า 0.20	EN 14110
17	โมโนกลีเซอไรด์ ร้อยละโดยน้ำหนัก (Monoglyceride, % wt.)	ไม่สูงกว่า 0.80	EN 14105
18	ไดกลีเซอไรด์ ร้อยละโดยน้ำหนัก (Diglyceride, % wt.)	ไม่สูงกว่า 0.20	EN 14105
19	ไตรกลีเซอไรด์ ร้อยละโดยน้ำหนัก (Triglyceride, % wt.)	ไม่สูงกว่า 0.20	EN 14105
20	กลีเซอรินอิสระ ร้อยละโดยน้ำหนัก (Free glycerin, % wt.)	ไม่สูงกว่า 0.02	EN 14105
21	กลีเซอรินทั้งหมด ร้อยละโดยน้ำหนัก (Total glycerin, % wt.)	ไม่สูงกว่า 0.25	EN 14105
22	โลหะกลุ่ม 1 โซเดียมและโพแทสเซียม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (Group I metals (Na + K), mg / kg) โลหะกลุ่ม 2 แคลเซียมและแมกนีเซียม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (Group II metals (Ca + Mg), mg / kg)	ไม่สูงกว่า 5.0 ไม่สูงกว่า 5.0	EN 14108 และ EN 14109 Pr EN 14538
23	ฟอสฟอรัส ร้อยละโดยน้ำหนัก (Phosphorus, % wt.)	ไม่สูงกว่า 0.0010	ASTM D4951
24	สารเติมแต่ง (ถ้ามี) (Additive)	ให้เป็นไปตามที่ได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีกรมธุรกิจพลังงาน	

หมายเหตุ /1วิธีทดสอบอาจใช้วิธีอื่นเทียบเท่าก็ได้ แต่ในกรณีที่มีข้อโต้แย้งให้ใช้วิธีที่กำหนดในรายละเอียดแนบท้ายนี้