

บทที่ 4

การผลิตไบโอดีเซล

ในบทนี้จะเป็นการศึกษาเชิงพรรณนาที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต วัตถุดิบการผลิต และขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซล รวมถึงต้นทุนและผลประโยชน์ในการผลิตไบโอดีเซล

4.1 ความหมายไบโอดีเซล

ไบโอดีเซล คือ การนำน้ำมันจากพืชหรือไขมันสัตว์หรือน้ำมันใช้แล้วมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งสามารถแบ่งไบโอดีเซลตามประเภทของน้ำมันที่นำมาใช้ได้ ออกเป็น 3 ประเภท

ประเภทที่ 1 น้ำมันจากพืชหรือไขมันสัตว์ เป็นไบโอดีเซลประเภทที่สามารถนำมาใช้ได้เลยกับเครื่องยนต์ดีเซล โดยไม่ต้องผสม หรือเติมสารเคมีอื่นใด หรือไม่ต้องนำมาเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของน้ำมันให้สิ้นเปลืองเวลาและทรัพยากร

ประเภทที่ 2 ไบโอดีเซลลูกผสม เป็นไบโอดีเซลลูกผสมระหว่างน้ำมันจากพืชหรือไขมันสัตว์กับน้ำมันก๊าดหรือน้ำมันดีเซลหรือน้ำมันชนิดใดก็ได้เพื่อให้ได้ไบโอดีเซลที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลให้มากที่สุด เช่น โคโคดีเซล (coco-diesel) ที่เป็นการผสมระหว่างน้ำมันมะพร้าวกับน้ำมันก๊าด หรือปาล์มดีเซล (palm-diesel) เป็นการผสมระหว่างปาล์มน้ำมันกับน้ำมันดีเซล

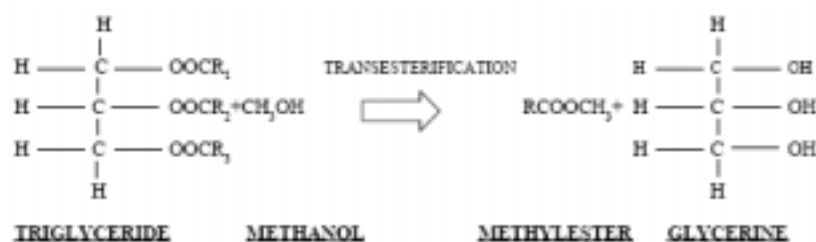
ประเภทที่ 3 ไบโอดีเซลแบบเอสเทอร์ เป็นไบโอดีเซลในความหมายที่สากลเข้าใจตรงกัน ว่าเป็นไบโอดีเซลที่ผลิตโดยผ่านกระบวนการแปรรูปด้วยกระบวนการทางเคมีที่เรียกว่า ทรานเอสเทอริฟิเคชัน (Transesterification) ซึ่งเป็นกระบวนการนำน้ำมันจากพืชหรือไขมันสัตว์ที่มีกรดไขมันไปทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ โดยใช้กรดหรือด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้ได้เป็นไบโอดีเซลเอสเทอร์โดยจะเรียกชื่อไบโอดีเซลที่ผลิตได้นี้ตามแอลกอฮอล์ที่นำมาใช้ทำปฏิกิริยาเคมี

4.2 กระบวนการผลิตไบโอดีเซล

การผลิตไบโอดีเซล คือ การเข้าไปเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุลของน้ำมันจากพืชที่มีขนาดใหญ่ให้เล็กลงจนสามารถนำมาใช้ได้ตามที่ต้องการ โครงสร้างโมเลกุลเดิมของน้ำมันจากพืชนั้นมีลักษณะสายยาวๆ 3 สายมาต่อเข้าด้วยกัน การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุลของน้ำมันจากพืชทำได้โดยการตัดโครงสร้างโมเลกุลที่ต่อกันทั้ง 3 สายออกให้แปรสภาพเป็นโครงสร้างโมเลกุล 3 เส้นแยกอิสระต่อกัน (ดังภาพที่ 3.1) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุลสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์โดยใช้โซดาไฟเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา หรือการใช้เอนไซม์หมักน้ำมันพืช รวมทั้งการใช้ความร้อนเข้าไปแตกโมเลกุลของน้ำมันจากพืช

ภาพที่ 4.1

หลักการผลิตไบโอดีเซล



ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. <www.diw.go.th>

กระบวนการผลิตไบโอดีเซล หรือการสังเคราะห์สารเอสเทอร์จากน้ำมันจากพืชหรือไขมันสัตว์ ทำได้ 3 วิธี คือ

1. ปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ฟิเคชัน (Transesterification) การทำปฏิกิริยาของน้ำมันจากพืชกับแอลกอฮอล์ โดยใช้ด่างหรือกรดเป็นสารเร่งปฏิกิริยา
2. Super Critical การทำปฏิกิริยาของน้ำมันพืชกับแอลกอฮอล์ที่อุณหภูมิและความดันสูงโดยไม่ต้องใช้สารเร่งปฏิกิริยา
3. ปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน (Esterification) ปฏิกิริยาการเปลี่ยนน้ำมันจากพืชหรือไขมันสัตว์ให้เป็นกรดไขมัน และให้กรดไขมันทำปฏิกิริยาต่อกับแอลกอฮอล์ โดยใช้กรดเป็นสารเร่งปฏิกิริยา เกิดเป็นเอสเทอร์

วิธีที่ได้รับความนิยมในประเทศไทย คือ กระบวนการทรานเอสเทอร์ฟิเคชัน (Tranesterification) เป็นการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุลโดยวิธีทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์โดยตรง โดยใช้โซดาไฟเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา โดยผลที่ได้จากการทำปฏิกิริยาในกระบวนการผลิตจะได้ผลิตภัณฑ์ออกมาในรูปของเอทิลเอสเตอร์ (Ethyl esters) หรือ เมทิลเอสเตอร์ (Methyl esters) ขึ้นอยู่กับใช้แอลกอฮอล์ชนิดใดเป็นตัวเข้าไปทำปฏิกิริยา โดยผลที่ได้จะออกมาจะอยู่ในรูปน้ำมันที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล และกลีเซอรินซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการทำปฏิกิริยา

4.3 วัตถุดิบการผลิตไบโอดีเซล

การผลิตไบโอดีเซลวิธีทรานเอสเทอร์ฟิเคชัน มีวัตถุดิบหลัก 3 ชนิด คือ น้ำมันจากพืชหรือไขมันสัตว์ แอลกอฮอล์ และตัวเร่งปฏิกิริยา

4.3.1 น้ำมันจากพืชหรือไขมันสัตว์

เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตไบโอดีเซล ซึ่งน้ำมันพืชทุกชนิดสามารถนำมาผลิตเป็นไบโอดีเซล ได้แก่ น้ำมันมะพร้าว น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันดอกทานตะวัน แต่น้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ที่มีศักยภาพเหมาะสมเป็นวัตถุดิบมี 3 ชนิด ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน (Palm), สับปะรด (Physic nut) และ น้ำมันพืชและสัตว์ใช้แล้ว (Waste cooking oils) ตามที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3

4.3.2 แอลกอฮอล์

แอลกอฮอล์ที่ใช้ผลิตไบโอดีเซลมี 2 ชนิด คือ เมทานอล (Methanol) หรือ เมทิลแอลกอฮอล์ (Methyl Alcohol) เป็นแอลกอฮอล์ที่กินไม่ได้ ผลิตจากปิโตรเลียม ถ่านหิน หรือ มวลก๊าซชีวภาพ ซึ่งเกิดจากการสังเคราะห์ ระหว่างคาร์บอนมอนอกไซด์และไฮโดรเจน ภายใต้อุณหภูมิและความดันสูง หรือได้จากกระบวนการหมักโดยจุลินทรีย์ เชื้อเพลิงที่ได้จะมีลักษณะเป็นของเหลวใสไร้กลิ่น ระเหยง่าย และทำการควบแน่นให้เป็นของเหลว แล้วจึงนำมาใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ นิยมนำมาทำแอลกอฮอล์สำหรับล้างแผล แต่จะต่างกันตรงที่แอลกอฮอล์ล้างแผลมีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 แต่สำหรับแอลกอฮอล์ที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซลจะต้อง

มีความบริสุทธิ์มากกว่าร้อยละ 95 จึงจะสามารถนำมาใช้ในการผลิตไบโอดีเซลได้คุ้มค่า แอลกอฮอล์อีกชนิดหนึ่งที่สามารถผลิตไบโอดีเซล คือ เอทานอล (Ethanol) หรือ เอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl Alcohol) เป็นแอลกอฮอล์ที่กินได้ ผลิตได้จากผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งเกิดจากการหมักพืช เศษซากพืช ได้แก่ อ้อยน้ำตาล กากน้ำตาล กากอ้อย บีทรูท (หัว ผักกาดหวาน) แป้งมันสำปะหลัง มันเทศ ธัญพืชต่างๆ เช่น ข้าวโพด ข้าว ข้าวสาลี ข้าว บาร์เลย์ ข้าวฟ่าง เป็นต้น เพื่อเปลี่ยนแป้งจากพืชให้เป็นน้ำตาลแล้วเปลี่ยนจากน้ำตาลเป็น แอลกอฮอล์อีกครั้ง ซึ่งเป็นแอลกอฮอล์ที่ใช้ผลิตเหล้า จะต่างกันตรงที่ในเหล้ามีแอลกอฮอล์ร้อยละ 28-40 แต่แอลกอฮอล์ที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซลจะต้องมีความบริสุทธิ์มากกว่าร้อยละ 95 ปัจจุบันแม้ว่าประเทศไทยสามารถผลิตเอทานอลได้เอง แต่ก็ยังไม่นิยมนำมาเป็นวัตถุดิบในการ ผลิตไบโอดีเซล เนื่องจากราคาแพงกว่าเมทานอลและสามารถนำไปผลิตผลิตภัณฑ์อื่นที่มีมูลค่า มากกว่า นอกจากนี้ทางเทคนิคเอทานอลยังมีข้อด้อยกว่าเมทานอล ในการทำปฏิกิริยาได้ยากกว่า ใช้เวลานานกว่า และได้ผลผลิตน้อยกว่า

4.3.3 ตัวเร่งปฏิกิริยา

เป็นวัตถุดิบที่สำคัญอีกอย่างหนึ่ง เนื่องจากช่วยลดเวลาในการทำปฏิกิริยาในขั้นตอน การผลิต ตัวเร่งปฏิกิริยาที่นำมาใช้จะเป็นกรดหรือด่างก็ได้ แต่ที่นิยมคือใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็น ด่าง เนื่องจากทำให้เกิดปฏิกิริยาเร็วได้ผลผลิตสูง คุณภาพดีกว่าการใช้กรด ต่างที่นำมาใช้ ได้แก่ โซดาไฟ หรือมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า โซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ โดย โซเดียมไฮดรอกไซด์มีข้อดีที่สารที่เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตสามารถนำมาแปรสภาพเป็นปุ๋ย โซเดียมไฮดรอกไซด์ได้ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม

4.4 ขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซล

ขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซลชุมชนขึ้นอยู่กับวัตถุดิบและกระบวนการผลิตว่าใช้วัตถุดิบ ประเภทใด หรือกระบวนการที่ผลิตใช้แบบใด รวมถึงเทคนิคต่างๆ ในการผลิต ซึ่งจะไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับการออกแบบการผลิตนั้นๆ การศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซลจาก

เครื่องผลิตไบโอดีเซลชุมชนขนาดการผลิตครั้งละ 100 ลิตร จากการสัมภาษณ์ผู้ผลิตไบโอดีเซลชุมชน มีขั้นตอนการผลิตดังนี้

4.4.1 ขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซลชุมชนจากปาล์มน้ำมัน ของบริษัท สยามเอ็นเนอยี จำกัด อำเภอปลวกแดง จังหวัดระยอง

ขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซลชุมชนจากปาล์มน้ำมันที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้เป็นกระบวนการผลิตไบโอดีเซลที่มีขนาดการผลิต 100 ลิตร ของบริษัท สยามเอ็นเนอยี จำกัด โดยมีขั้นตอนการผลิตเริ่มต้นที่ขั้นตอนการนำปาล์มน้ำมันหรือ CPO (Crude Palm Oil) ที่ผ่านการปรับสภาพแล้วมาผลิตไบโอดีเซล สำหรับขั้นตอนในการหีบปาล์มน้ำมันดิบนั้นมีต้นทุนการผลิตที่สูงมาก ทางบริษัทจึงไม่มีนโยบายในการผลิตปาล์มน้ำมันดิบเอง สำหรับขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซลชุมชนจากปาล์มน้ำมันมีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ปาล์มน้ำมันที่ผ่านกระบวนการปรับสภาพแล้ว 80 ลิตร ถูกสูบจากถังวัดดูดิบลงถังปฏิกรณ์ ซึ่งต้องผ่านการตรวจสอบค่ากรดไขมันอิสระก่อน กรณีที่น้ำมันเป็นไขสามารถใช้ฮีตเตอร์ช่วยอุ่นน้ำมัน อุณหภูมิประมาณ 40 -60 องศาเซลเซียส และเปิดสวิตช์มอเตอร์ใบกวน

ขั้นตอนที่ 2 ผสมสารละลายโซเดียมเมธอกไซด์ โดยนำเมทิลแอลกอฮอล์ 20 ลิตร และโซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือผสมกันตามอัตราส่วนที่ผ่านการทดสอบค่ากรดไขมันอิสระของน้ำมันที่นำมาผลิต

ขั้นตอนที่ 3 รออุณหภูมิน้ำมันในถังปฏิกรณ์ถึง 60 องศาเซลเซียส ค่อยๆ ทำการผสมสารละลายโซเดียมเมธอกไซด์เข้าถังปฏิกรณ์ให้หมดในระยะเวลา 15-30 นาที

ขั้นตอนที่ 4 ใช้เวลาในการทำปฏิกิริยาตั้งแต่เริ่มป้อนสารละลายโซเดียมเมธอกไซด์เข้าถังปฏิกรณ์ เป็นเวลา 105 นาที (1 ชั่วโมง 45 นาที)

ขั้นตอนที่ 5 ปิดสวิตช์ของฮีตเตอร์ถังปฏิกรณ์และปิดสวิตช์มอเตอร์ใบกวนของถังปฏิกรณ์

ขั้นตอนที่ 6 สูบไบโอดีเซลจากถังปฏิกรณ์เข้าถังแยก

ขั้นตอนที่ 7 พักรอให้เกิดการแยกชั้นระหว่างไบโอดีเซลกับกลีเซอริน อย่างน้อยประมาณ 30 นาที แล้วค่อยๆ ถ่ายกลีเซอรินออกจากถังแยก

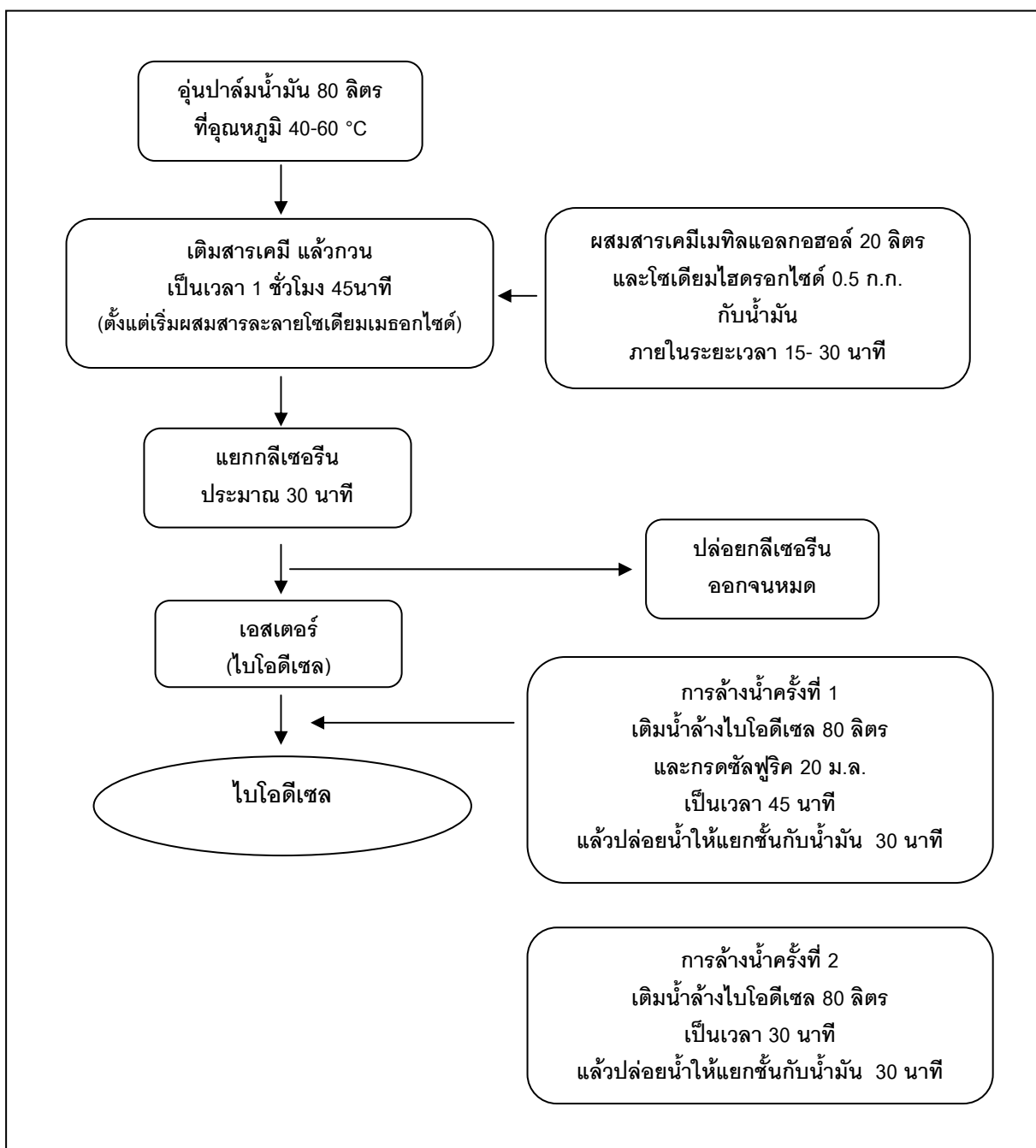
ขั้นตอนที่ 8 การล้างครั้งที่ 1 เติมน้ำเข้าถังล้าง ปริมาตรประมาณ 80 ลิตร เติมกรดซัลฟูริก (Sulfuric Acid) ลงถังล้างประมาณ 20 มิลลิลิตร เปิดสวิตช์ปั๊มลมเพื่อให้กรดละลายน้ำ สูบไบโอดีเซลที่ผ่านการแยกชั้นกลีเซอรินออกแล้ว จากถังแยกเข้าถังล้าง ทำการล้างไบโอดีเซลประมาณ 45 นาที แล้วพักรอให้เกิดการแยกชั้นระหว่างไบโอดีเซลกับน้ำอีกประมาณ 30 นาที เสร็จแล้วถ่ายชั้นน้ำออกจากถังล้าง

ขั้นตอนที่ 9 การล้างครั้งที่ 2 เติมน้ำเข้าถังล้าง ปริมาตรเท่ากับปริมาตรไบโอดีเซลในถังล้าง เปิดสวิตช์ปั๊มลมเพื่อทำการล้างไบโอดีเซลประมาณ 30 นาที แล้วพักรอให้เกิดการแยกชั้นระหว่างไบโอดีเซลกับน้ำอีกประมาณ 30 นาที

ขั้นตอนที่ 10 ไบโอดีเซลที่เหลือในถังล้าง สามารถนำไปใช้งานได้เลย

ภาพที่ 4.2

แผนผังการผลิตไบโอดีเซลชุมชนจากปาล์มน้ำมัน
ของบริษัท สยามเอ็นเนอจี จำกัด อำเภอปลวกแดง จังหวัดระยอง



ที่มา : ผู้วิจัย

4.4.2 ขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันสบู่ดำ ของวัดพัคฆาราม อำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี

การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันสบู่ดำของวัดพัคฆาราม อำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี มีพื้นที่ในการปลูกสบู่ดำที่สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซลได้ กระบวนการผลิตจึงต้องเริ่มต้นตั้งแต่การนำเมล็ดสบู่ดำมาผลิตเป็นน้ำมันสบู่ดำ โดยการนำเมล็ดสบู่ดำแยกเปลือกออกจากเมล็ด หลังจากนั้นนำเมล็ดสบู่ดำที่กระเทาะเปลือกแล้วมาทำความสะอาด โดยการใช้น้ำเชยเอาสิ่งสกปรกที่ติดมากับเมล็ดออก ได้แก่ หิน ดิน ทราย ผุ่นต่างๆ และ เศษโลหะ จากนั้นนำเมล็ดสบู่ดำที่ได้มาทำการหีบน้ำมัน โดยใช้เครื่องหีบแบบสกรูเพรส ทำการแยกกากสบู่ดำ และน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำ น้ำมันสบู่ดำที่ได้สามารถนำไปใช้ในการผลิตไบโอดีเซลต่อไป ซึ่งมีขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซลดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เติมน้ำมันสบู่ดำเข้าสู่ถังเก็บวัตถุดิบผ่านทางปั๊มจนได้ปริมาณ 80 ลิตร จากนั้นอุ่นน้ำมันที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

ขั้นตอนที่ 2 นำเอทิลแอลกอฮอล์ลงถังแอลกอฮอล์ประมาณร้อยละ 23 โดยปริมาตรของน้ำมันที่ใช้ และโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ 0.3 กิโลกรัม ใส่ลงในถัง หลังจากนั้นนำชุดกวนยัดติดกับขอบถังกวนจนกระทั่งสารเคมีละลายเข้ากันหมด

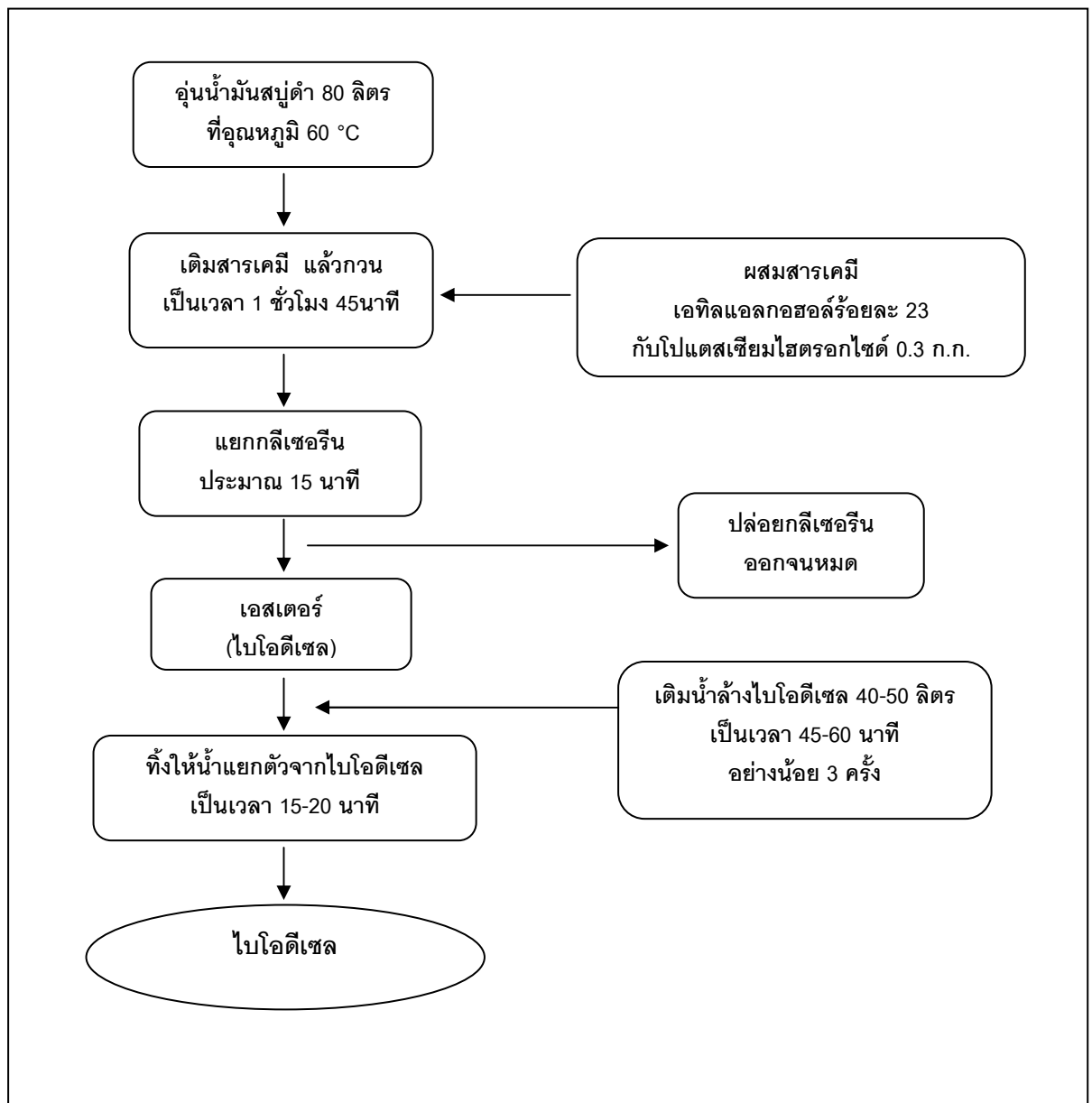
ขั้นตอนที่ 3 เทน้ำมันเข้าสู่ปฏิกรณ์ ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 60 องศาเซลเซียส กวนเพื่อให้น้ำมันมีอุณหภูมิถึงค่าที่ตั้งไว้ จากนั้นนำสารละลายเอทิลแอลกอฮอล์และโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์เข้าทางด้านล่างของถังปฏิกรณ์ ใช้เวลาทำปฏิกิริยาเป็นเวลา 1 ชั่วโมง 45 นาที

ขั้นตอนที่ 4 ปล่อยให้กลีเซอรินตกตะกอนในถังตกตะกอน แยกชั้นออกจากไบโอดีเซล ใช้เวลาประมาณ 15 นาที

ขั้นตอนที่ 5 ล้างไบโอดีเซล โดยเตรียมน้ำล้างประมาณ 40-50 ลิตร ใช้เวลา 45-60 นาที (ระยะเวลา ยิ่งนานยิ่งดี) และปล่อยให้ น้ำแยกตัวออกจากไบโอดีเซลอีกประมาณ 15-20 นาที ทำซ้ำอย่างน้อย 3 ครั้ง

ภาพที่ 4.3

แผนผังการผลิตไบโอดีเซลชุมชนจากน้ำมันสุบุดำ
ของวัดพัฒนาราม อำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี



ที่มา : ผู้วิจัย

4.4.3 ขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว ของเทศบาลตำบล อุโมงค์ อำเภอมือง จังหวัดลำพูน

น้ำมันพืชใช้แล้วที่เป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซลของเทศบาลตำบลอุโมงค์ อำเภอมือง จังหวัดลำพูน เป็นน้ำมันพืชใช้แล้วจากบริษัท เป๊ปซี่-โคล่า (ไทย) เทวดิ่ง จำกัด ซึ่งน้ำมันที่ได้สามารถนำมาใช้ในการผลิตไบโอดีเซลได้เลย เนื่องจากผ่านขั้นตอนการกรองและแยกเศษอาหารออกแล้ว ซึ่งมีขั้นตอนในการผลิตดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สูบน้ำมันพืชที่ใช้แล้วที่ผ่านการกรองแล้วลงในถังปฏิกรณ์ ปริมาณ 110 ลิตร

ขั้นตอนที่ 2 ถังปฏิกรณ์ เปิดใบกวนและลดอุณหภูมิลงที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เพื่อไล่ความชื้นน้ำมัน ประมาณ 15 – 20 นาที

ขั้นตอนที่ 3 ถังสารเคมี เติมนีเมทานอล 22 ลิตร ไปแต่สเซียมไฮดรอกไซด์ 1.1 กิโลกรัม ผสมสารเคมีให้เข้ากัน เปิดใบกวน ประมาณ 15 - 20 นาที

ขั้นตอนที่ 4 สูบสารเคมีผสมน้ำมันในถังปฏิกรณ์ เปิดใบกวนและปั๊ม ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง (หรือจนกว่ากลีเซอรินตกลงสู่ก้นถัง)

ขั้นตอนที่ 5 ปิดปั๊มและใบกวน ทิ้งให้กลีเซอรินตกตะกอนประมาณ 2 ชั่วโมง จากนั้นจึงเปิดวาล์วปล่อยกลีเซอรินออกไปยังถังเก็บกลีเซอริน

ขั้นตอนที่ 6 สูบน้ำเข้าถังชำระล้างประมาณ 110 ลิตร เปิดลดอุณหภูมิลงให้น้ำมันมีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

ขั้นตอนที่ 7 สูบน้ำมันจากถังปฏิกรณ์ใส่ถังชำระล้าง เพื่อล้างสารเคมีตกค้างออกจากราน้ำมันไบโอดีเซล

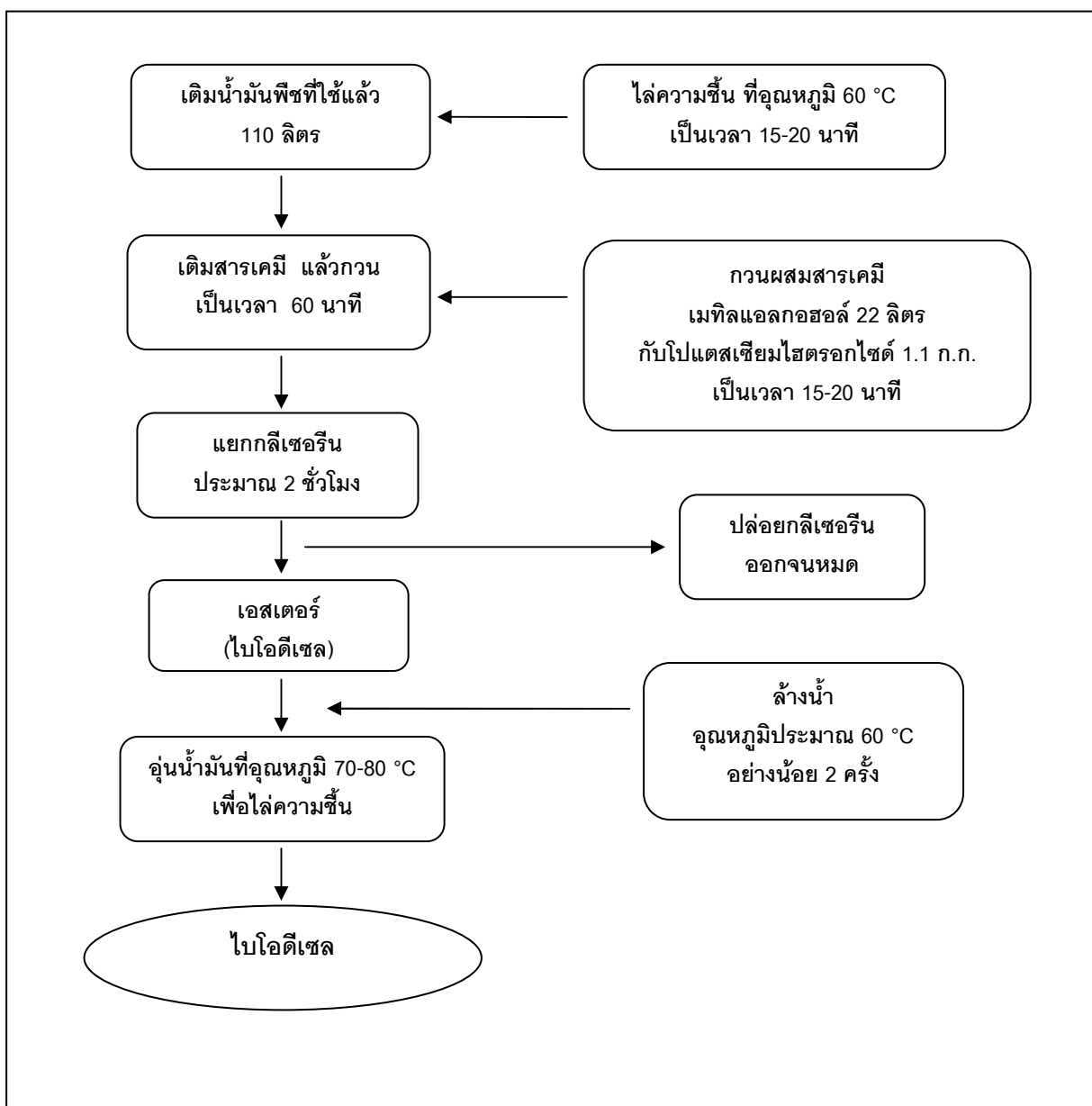
ขั้นตอนที่ 8 เมื่อน้ำมันไบโอดีเซลแยกชั้นกับน้ำล้างแล้ว เปิดวาล์วระบายน้ำทิ้งจากถังชำระล้าง ทำตามขั้นตอนการล้างน้ำอีกอย่างน้อยสองครั้ง

ขั้นตอนที่ 9 เปิดลดอุณหภูมิลงที่ถังชำระล้างอีกครั้ง ที่อุณหภูมิ 70 – 80 องศาเซลเซียส เพื่อไล่ความชื้นออกจากน้ำมันไบโอดีเซล

ขั้นตอนที่ 10 จากนั้นสูบน้ำมันไบโอดีเซลไปเก็บไว้ในถังเก็บไบโอดีเซล เพื่อพร้อมนำไปใช้งานได้

ภาพที่ 4.4

แผนผังการผลิตไบโอดีเซลชุมชนจากน้ำมันพืชใช้แล้ว
ของเทศบาลตำบลอุโมงค์อำเภอมือง จังหวัดลำพูน



ที่มา : ผู้วิจัย

4.5 เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซล

เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซล มีกระบวนการที่นิยม 3 วิธี ได้แก่ แบบกะ, แบบต่อเนื่องด้วยวิธีทรานเอสเทอริฟิเคชัน และแบบต่อเนื่องชนิด 2 ขั้นตอน (เอสเทอริฟิเคชัน และทรานเอสเทอริฟิเคชัน) มีรายละเอียดดังนี้ (ศิริพงศ์ เพ็ชรสงค์, 2550, น.39)

4.5.1 เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลแบบกะ (Batch Technology)

มีข้อดีคือราคาถูก แต่มีปัญหาในเรื่องคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่อาจไม่มีความสม่ำเสมอ และมีกำลังการผลิตต่อครั้งไม่มากนัก

4.5.2 เทคโนโลยีการผลิตแบบต่อเนื่องด้วยวิธีทรานเอสเทอริฟิเคชัน

เป็นกระบวนการที่มีคุณภาพในผลิตภัณฑ์อย่างสม่ำเสมอ พื้นที่ในการติดตั้งน้อยกว่าแบบกะในอัตรากำลังการผลิตที่เท่ากัน แต่การลงทุนจะค่อนข้างสูง

4.5.3 เทคโนโลยีการผลิตแบบต่อเนื่องชนิด 2 ขั้นตอน

เป็นการใช้กระบวนการเอสเทอริฟิเคชันในช่วงแรกและใช้กระบวนการทรานเอสเทอริฟิเคชันเป็นขั้นตอนที่สอง ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมกับวัตถุดิบทุกชนิดที่สามารถนำมาผลิตไบโอดีเซลได้ โดยเฉพาะน้ำมันที่มีค่ากรดไขมันอิสระสูง

อย่างไรก็ตามในการผลิตต้องคำนึงถึงการทำปฏิกิริยาอย่างสมบูรณ์ เพื่อให้ได้ผลได้สูงสุด และเกิดการสูญเสียน้อยที่สุด นอกจากนั้นแล้วยังต้องผลิตไบโอดีเซลให้มีความบริสุทธิ์ตามมาตรฐานที่กำหนดด้วยเพื่อให้ต้นทุนในการผลิตต่ำสุด มีราคาที่สามารถแข่งขันได้ และมีผลิตภัณฑ์ที่สามารถจำหน่ายได้ในเชิงพาณิชย์ซึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญต่อผลได้ (yield) ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล ได้แก่ อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา อัตราส่วนระหว่างน้ำมันและแอลกอฮอล์ ชนิดและความเข้มข้นของสารเร่งปฏิกิริยา การผสมสารตั้งต้น และ ความบริสุทธิ์ของสารตั้งต้น

4.6 คุณสมบัติของไบโอดีเซล

ไบโอดีเซลเป็นผลผลิตที่ได้จากน้ำมันจากพืชที่ผ่านกระบวนการทางเคมี ให้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล อย่างไรก็ตาม เนื่องจากน้ำมันดีเซลและไบโอดีเซล มีองค์ประกอบและมีโครงสร้างที่แตกต่างกัน ทำให้ไบโอดีเซลยังคงมีคุณสมบัติที่แตกต่างจากน้ำมันดีเซล ซึ่งบางคุณสมบัติเป็นข้อได้เปรียบ และบางคุณสมบัติเป็นข้อเสียเปรียบ เมื่อนำไบโอดีเซลมาใช้เป็นเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล เช่น ไบโอดีเซลมีจุดวาบไฟสูงกว่าน้ำมันดีเซล ทำให้มีความปลอดภัยในการขนส่งมากกว่า เป็นต้น โดยทั่วไปแล้วสามารถเปรียบเทียบคุณสมบัติของไบโอดีเซลกับน้ำมันดีเซลได้ดังนี้

- 1) ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงสะอาด ไม่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ ทำให้ไอเสียที่ปล่อยออกจากเครื่องยนต์ไม่ก่อให้เกิดภาวะฝนกรด เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ เมื่อถูกเผาไหม้แล้ว กำมะถันในน้ำมันดีเซล จะเปลี่ยนรูปเป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และกรดซัลฟูริกหรือกรดกำมะถัน ตามลำดับ เกิดเป็นมลพิษทางอากาศ เมื่อฝนตกจะชะล้างมลพิษเหล่านี้เกิดเป็นฝนกรดได้
- 2) น้ำมันดีเซลไม่มีออกซิเจนอยู่ในโครงสร้างโมเลกุล และมีองค์ประกอบของสาร Aromatic compound ถึงร้อยละ 20-40 ขณะที่ไบโอดีเซลไม่มีสารประกอบประเภท Aromatic compound แต่มีออกซิเจนอยู่ในโครงสร้างโมเลกุลถึงร้อยละ 10-12 ทำให้เมื่อใช้ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ไอเสียที่เกิดขึ้นมีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก และมีควันดำต่ำกว่าการใช้ น้ำมันดีเซล
- 3) ไบโอดีเซลมีจุดวาบไฟสูงกว่าน้ำมันดีเซล จึงมีค่าการจุดระเบิดในเครื่องยนต์สูงกว่าน้ำมันดีเซล
- 4) น้ำมันดีเซลไม่มีพันธะคู่ในโครงสร้างโมเลกุล ขณะที่ไบโอดีเซลมีพันธะคู่ในน้ำมันพืช ซึ่งมีปริมาณที่แตกต่างกันตามชนิดของน้ำมันพืช ทำให้ไบโอดีเซลไม่เสถียรตัว เกิดออกซิเดชันได้เร็วกว่าน้ำมันดีเซล และมีระยะเวลาเก็บรักษาหลังการผลิตสั้นกว่าน้ำมันดีเซล
- 5) ไบโอดีเซลมีคุณสมบัติในการหล่อลื่นเครื่องยนต์ดีกว่าน้ำมันดีเซล ทำให้ช่วยลดการสึกหรอของเครื่องยนต์ได้ดี

ไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชต่างชนิดกัน จะมีคุณสมบัติแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันพืชเป็นสารประกอบไตรกลีเซอไรด์ที่มีกรดไขมันอยู่ในโครงสร้างของไตรกลีเซอไรด์ถึงร้อยละ 94-96 ของน้ำหนักโมเลกุล ทำให้คุณสมบัติของน้ำมันมีคุณสมบัติทั้งทางเคมีและกายภาพเป็นไปตามกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบอยู่ ดังนั้นเมื่อนำน้ำมันจากพืชชนิดนั้นๆ มาเป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซล ไบโอดีเซลที่ผลิตได้จะมีคุณสมบัติตามกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบนั้นๆ ด้วย

4.7 มาตรฐานไบโอดีเซล

สำหรับมาตรฐานของไบโอดีเซลชุมชนนั้น ในขณะนี้มีการออกมาตรฐานควบคุมไบโอดีเซลที่ผลิตออกมาแล้ว ได้แก่ มาตรฐานของสหรัฐอเมริกา ASTM D6751 และมาตรฐานยุโรป EN14214 สำหรับประเทศไทยได้มีประกาศ ของกรมธุรกิจพลังงาน พ.ศ. 2550 เรื่อง “กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซล ประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน” โดยอ้างอิงจากมาตรฐานคุณสมบัติไบโอดีเซลประเทศสหรัฐอเมริกาและสหภาพยุโรป (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1

ลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร พ.ศ. 2549

ที่	ข้อกำหนด		อัตราสูงสุด	วิธีทดสอบ
1.	ความหนาแน่น ณ อุณหภูมิ 15 °ซ.	กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร	ไม่ต่ำกว่า 860 และไม่สูงกว่า 900	ASTM D 1298
2.	ความหนืด ณ อุณหภูมิ 40°ซ	เซนติสโตกส์	ไม่ต่ำกว่า 1.9 และไม่สูงกว่า 8.0	ASTM D 445
3.	จุดวาบไฟ	° ซ	ไม่ต่ำกว่า 120	ASTM D 93
4.	กำมะถัน	ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่สูงกว่า 0.0015	ASTM D 2622
5.	จำนวนซีเทน		ไม่ต่ำกว่า 51	ASTM D 613
6.	เถ้าซิลิเกต	ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่สูงกว่า 0.02	ASTM D 874
7.	น้ำและตะกอน	ร้อยละโดยปริมาตร	ไม่สูงกว่า 0.2	ASTM D 2709
8.	การกัดกร่อนแผ่นทองแดง		ไม่สูงกว่า หมายเลข 3	ASTM D 130
9.	ค่าความเป็นกรด	มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์/กรัม	ไม่สูงกว่า 0.80	ASTM D 664
10.	กลีเซอรินอิสระ	ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่สูงกว่า 0.02	ASTM D 6584
11.	กลีเซอรินทั้งหมด	ร้อยละโดยน้ำหนัก	ไม่สูงกว่า 1.5	ASTM D 6584
12.	สี		ม่วง2	ตรวจพินิจด้วยสายตา
13.	สารเติมแต่ง (ถ้ามี)	ให้เป็นไปตามที่ได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีกรมธุรกิจพลังงาน		

ที่มา : กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน <www.doeb.go.th>.

4.8 ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

เครื่องยนต์ดีเซลที่เปลี่ยนมาใช้ไบโอดีเซลแล้วการเผาไหม้ในเครื่องยนต์จะสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ซึ่งจะช่วยลดมลพิษในอากาศ นอกจากนี้ก๊าซที่ออกมาจากเครื่องยนต์ยังมีผลต่อปรากฏการณ์เรือนกระจกต่ำกว่าเครื่องยนต์ดีเซลทั่วไป เนื่องจากวัตถุดิบที่นำมาใช้นั้นผลิตจากพืชเมื่อนำไปเผาไหม้แล้ว แม้จะมีก๊าซเรือนกระจกแต่ก็มีปริมาณน้อยเมื่อเทียบกับการเผาไหม้ดีเซลจากปิโตรเลียม ประโยชน์อีกอย่างหนึ่งจากการผลิตไบโอดีเซล กรณีการนำน้ำมันพืชใช้แล้วกลับมาใช้ซ้ำ จะช่วยลดมลภาวะที่เกิดกับสิ่งแวดล้อมและยังป้องกันไม่ให้นำไปใช้เป็นอาหารสัตว์อีกด้วย ซึ่งในน้ำมันพืชใช้แล้วจะมีสารไดออกซินที่เป็นสารก่อมะเร็งปนอยู่มาก หากสามารถลดการใช้ได้ก็จะส่งผลดีโดยรวม มีรายงานการศึกษาทั้งในและต่างประเทศพบว่าไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงสะอาด ไม่มีกำมะถันและสารก่อมะเร็งเป็นส่วนประกอบ ซึ่งส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อม (ศิริพงษ์ เพ็ชรสงค์, 2550, น.77)

นอกจากนี้ในต่างประเทศพบว่าการใช้น้ำมันไบโอดีเซล ไม่มีผลกระทบต่อน้ำผิวดินและใต้ดิน เนื่องจากไบโอดีเซลสามารถสลายตัวได้ง่าย และที่สำคัญการเผาไหม้น้ำมันไบโอดีเซลสามารถช่วยลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้เกือบร้อยละ 100 หากเป็นน้ำมันที่ได้จากปิโตรเลียมจะมีปริมาณซัลเฟอร์สูง แต่ในน้ำมันไบโอดีเซลมีปริมาณซัลเฟอร์เพียงไม่เกิน 15 ppm. สามารถช่วยลดเขม่าได้ร้อยละ 40-60 และลดปริมาณแก๊สพิษ เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ร้อยละ 10-50 สารประกอบไฮโดรคาร์บอนได้ร้อยละ 10-50 และไนโตรเจนออกไซด์ได้ร้อยละ 5-10 (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2

มลพิษจากการใช้ไบโอดีเซล B100 และน้ำมันดีเซลซึ่งผสมด้วยไบโอดีเซล B20

มลพิษไอเสีย	B100	B20
แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์	ลดลงร้อยละ 43.2	ลดลงร้อยละ 12.6
ไฮโดรคาร์บอน	ลดลงร้อยละ 56.3	ลดลงร้อยละ 11.0
ฝุ่นละออง	ลดลงร้อยละ 55.4	ลดลงร้อยละ 18.5
แก๊สไนโตรเจนออกไซด์	เพิ่มขึ้นร้อยละ 5.8	เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.2
สารก่อมะเร็ง	ลดลงร้อยละ 80-90	ลดลงร้อยละ 20

ที่มา : ศิริพงษ์ เพ็ชรสงค์, 2550, น.78

4.9 ผลกระทบด้านสมรรถนะเครื่องยนต์

ด้านผลกระทบต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์ การผสมน้ำมันไบโอดีเซลร้อยละ 1-2 สามารถช่วยเพิ่มดัชนีการหล่อลื่นให้กับน้ำมันดีเซล โดยน้ำมันดีเซลที่ผสมไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันพืชใช้แล้ว หรือน้ำมันมะพร้าวเพียงร้อยละ 0.5 จะช่วยเพิ่มดัชนีการหล่อลื่นได้ถึง 2 เท่า การใช้ น้ำมันไบโอดีเซลที่มีความหนืดมากกว่าน้ำมันปิโตรเลียม ทำให้เครื่องยนต์มีการหล่อลื่นสำหรับส่วนที่มีการเคลื่อนไหวของเครื่องยนต์ได้อย่างดี เช่น ตัวปั๊ม น้ำมัน ลูกสูบ จึงช่วยลดการสึกหรอเครื่องยนต์ได้ดี และยังพบว่าน้ำมันปิโตรเลียมที่มีปริมาณซัลเฟอร์ต่ำ หากมีการผสมน้ำมันไบโอดีเซลเพียงร้อยละ 1 จะสามารถช่วยให้ น้ำมันที่ได้มีสมบัติการหล่อลื่นดีขึ้น นอกจากนี้ไบโอดีเซลที่ได้ยังมีออกซิเจนเป็นส่วนผสมอยู่ถึงร้อยละ 10 ทำให้ความสามารถในการผสมกับอากาศเป็นไปได้ง่ายขึ้น การกระจายตัวของน้ำมันจึงสม่ำเสมอมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้การเผาไหม้ดีขึ้นตามด้วย อย่างไรก็ตาม ค่าความร้อนของไบโอดีเซลจะต่ำกว่าค่าความร้อนจากน้ำมันดีเซลถึงร้อยละ 10 ซึ่งหากเปรียบเทียบกันแล้วจะเห็นได้ว่าไบโอดีเซลให้ค่าพลังงานที่ต่ำกว่า แต่เมื่อชดเชยกับความสามารถในการเผาไหม้ที่สามารถเผาไหม้ได้ดีกว่า ประสิทธิภาพโดยรวมจึงไม่เปลี่ยนแปลง กำลังเครื่องยนต์ที่ได้จึงไม่ลดลงจากเดิม น้ำมันไบโอดีเซล B5 ที่มีจำหน่ายในปัจจุบัน เป็นน้ำมันไบโอดีเซลที่มีส่วนผสมไบโอดีเซลน้อย ส่งผลให้พลังงานความร้อนลดลงไม่มากนัก แต่สามารถช่วยเพิ่มการหล่อลื่นให้ดีขึ้น รวมถึงช่วยลดการสึกหรอของเครื่องยนต์และความสามารถในการเผาไหม้ได้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าไบโอดีเซลมีจุดวาบไฟสูงกว่าน้ำมันดีเซลทำให้เกิดความปลอดภัยในการนำมาใช้งาน (ศิริพงษ์ เพ็ชรสงค์, 2550, น.67)

ถึงแม้ว่าไบโอดีเซลจะมีประโยชน์มากแต่ก็ยังมีข้อเสียเนื่องจากน้ำมันไบโอดีเซลเป็นเอสเทอร์ของกรดไขมันมีสภาพเป็นกรดกัดกร่อนอ่อนๆ ต่อวัสดุที่เป็นยางและวัสดุเคลือบ ดังนั้นน้ำมันไบโอดีเซลควรเก็บไว้ในถังที่เก็บปิโตรเลียมดีเซล โดยหลีกเลี่ยงการเก็บในภาชนะที่เป็นคอนกรีต เนื่องจากเมทิลเอสเทอร์จะทำปฏิกิริยากับคอนกรีต ซึ่งจะทำให้ภาชนะกักเก็บเสียหายได้

4.10 ข้อดีข้อเสียของไบโอดีเซลแต่ละประเภทเมื่อเทียบกับน้ำมันดีเซล

ไบโอดีเซลแต่ละชนิดมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไปเมื่อเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซลปกติ ซึ่งมีรายละเอียดแบ่งตามประเภทไบโอดีเซล ดังนี้

4.10.1 น้ำมันจากพืชหรือไขมันสัตว์

มีปัญหาค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับไบโอดีเซลชนิดอื่น เนื่องจากคุณสมบัติที่ต่างจากน้ำมันดีเซลมาก จึงทำให้เกิดปัญหาในเรื่องการสันดาปของเครื่องยนต์ที่ไม่สมบูรณ์ เครื่องยนต์สะดุด มีผลต่อลูกสูบและวาล์ว มีตะกอนขาวตกค้างอยู่ในถังน้ำมัน และน้ำมันที่ได้มักมีความหนืดสูงในอุณหภูมิต่ำ ทำให้เครื่องยนต์สตาร์ทติดยากหรือสตาร์ทไม่ติดในสภาพอากาศที่เย็น แต่ไบโอดีเซลน้ำมันจากพืชหรือไขมันสัตว์ก็มีข้อดีที่ราคาถูกเหมาะสมกับเครื่องยนต์รอบต่ำ

4.10.2 ไบโอดีเซลลูกผสม

เกิดจากการผสมระหว่างน้ำมันจากพืชและไขมันสัตว์กับน้ำมันดีเซล หรือน้ำมันชนิดใดก็ได้ ทำให้ลดปัญหาเรื่องความหนืดของน้ำมันลง แต่พบปัญหาบ้างในสภาพอากาศเย็นที่เครื่องยนต์สตาร์ทติดยาก รวมทั้งปัญหาการอุดตันของเครื่องยนต์ เนื่องจากไส้กรองจะอุดตันเร็วกว่าปกติ สำหรับปัญหาอื่นๆ มีไม่มากนัก คุณสมบัติของไบโอดีเซลลูกผสมส่วนมากไม่แตกต่างจากน้ำมันดีเซล ไม่พบปัญหาเครื่องยนต์สะดุดหรือเครื่องเดินไม่เรียบ จึงเหมาะสำหรับเครื่องยนต์รอบต่ำหรือเครื่องจักรกลการเกษตร

4.10.3 ไบโอดีเซลแบบเอสเทอร์

มีคุณสมบัติใกล้เคียงน้ำมันดีเซลมากที่สุด และมีการใช้กันอย่างแพร่หลายเป็นสากล ข้อดีอันดับแรกของไบโอดีเซลแบบเอสเทอร์ ก็คือ ค่าซีเทน (Cetane หมายถึง ดัชนีการจุดติดไฟ) สูงกว่าน้ำมันดีเซล ทำให้จุดติดไฟได้ยากกว่าน้ำมันดีเซล การจุดระเบิดทำซ้ำกว่า แต่การสันดาปสมบูรณ์กว่า คาร์บอนมอนอกไซด์ที่ปล่อยออกมาจากเครื่องยนต์จึงน้อย รวมทั้งไม่มีควัน

ดำและซัลเฟอร์ไดออกไซด์ อย่างไรก็ตามการผลิตไบโอดีเซลแบบเอสเทอร์จะต้นทุนการผลิตที่สูงและราคาแพง นอกจากนี้ยังให้กำลังต่ำกว่าน้ำมันดีเซล แต่ใช้กับเครื่องยนต์รอบสูงอย่างรถยนต์ได้