บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยเรื่องการศึกษาความเป็นไปได้ของการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วในจังหวัดชุมพร ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในเรื่องต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.1 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับไบโอดีเซล

2.1.1 ความหมายของไบโอดีเซลหรือดีเซลชีวภาพ (Bio-diesel)

ไบโอดีเซลคือเชื้อเพลิงเหลวที่ได้จากน้ำมันพืชหรือไขมันจากสัตว์หรือแม้แต่น้ำมันที่ใช้ทอดอาหารแล้ว นำมาสกัดเอายางเหนียวและสิ่งสกปรกออก (degumming) จากนั้นนำไปผ่านกระบวนการที่ทำให้โมเลกุลเล็กลง (transesterification) โดยการเติมแอลกอฮอล์พวกเอทานอลหรือเมทานอล โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์หรือโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเคมี (catalyst) ภายใต้สภาวะที่มีอุณหภูมิสูงเพื่อเปลี่ยนโครงสร้างของน้ำมันจาก Triglycerides ให้เป็น Mono Alkyl Esters และ Glycerol เป็นผลพลอยได้ที่ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอาง สำหรับเอสเตอร์ที่ได้จะมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมาก สามารถใช้ทดแทนน้ำมันดีเซลได้โดยตรงหรือผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนต่างๆ ใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลได้โดยไม่ต้องปรับแต่งเครื่องยนต์แต่อย่างใด (ป๋วย อุ่นใจและสยาม ภพลือชัย, 2544)

2.1.2 ประเภทของไบโอดีเซลและคุณสมบัติ

อาภาณี เหลืองนฤมิตชัย (2549) กล่าวว่าไบโอดีเซลที่มีการผลิตได้มีอยู่ 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1) น้ำมันพืชหรือน้ำมันสัตว์

เป็นการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชแห้ง เช่น น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม น้ำมันถั่วลิสง หรือ จากน้ำมันจากไขมันสัตว์ โดยสามารถนำไบโอดีเซลดังกล่าวมาใช้ได้กับเครื่องยนต์ดีเซล โดยไม่ต้องผสมหรือเติมสารเคมีอื่นใดเลย ปัญหาที่พบ จากคุณสมบัติของไบโอดีเซลต่างจากน้ำมันดีเซลมาก จึงมีปัญหาจากการสันดาปไม่สมบูรณ์ หรือเครื่องยนต์สะดุด มีผลต่อลูกสูบ วาลว์ แต่ข้อดี คือ ราคาต่ำและสามารถใช้ได้กับเครื่องยนต์รอบต่ำ แต่ไม่นิยมใช้กันสักเท่าไหร่

2) ไบโอดีเซลแบบลูกผสม

เป็นการผสมผสานระหว่างน้ำมันพืช (หรือสัตว์) กับน้ำมันก๊าซ เพื่อให้ได้ไบโอดีเซลที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลมากที่สุด โดยในประเทศไทยมีการผลิตไบโอดีเซลชนิดโคโคดีเซล (Coco-diesel) ที่อำเภอทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันท์ โดยการผสมระหว่างน้ำมันมะพร้าวกับน้ำมันก๊าซ จากการผสมผสานระหว่างน้ำมันพืชและน้ำมันปิโตรเลียม ทำให้สามารถลดความหนืดลงได้ แต่ปัญหาคือ อาจเกิดการอุดตันของเครื่องยนต์ โดยเฉพาะส่วนของไส้กรองจะอุดตันเร็วกว่าปกติ แต่คุณสมบัติอื่น ๆ จะเหมือนน้ำมันดีเซล แต่การสตาร์ทติดจะต้องการอุ่นน้ำมันก่อน จึงเหมาะกับเครื่องยนต์ที่มีรอบต่ำ หรือเครื่องจักรกลทางการเกษตร

3) ไบโอดีเซลแบบเอสเทอร์

เป็นไบโอดีเซลที่เกิดจากการแปรรูปด้วยกระบวนการทางเคมี เรียกว่า ทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชั่น (Transesterification) เป็นการนำน้ำมันพืช หรือ น้ำมันสัตว์ที่มีกรดไขมันไปทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ โดยใช้กรด หรือ ด่าง เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้ได้สารประกอบประเภทเอสเทอร์ โดยผลิตภัณฑ์ประเภทเอสเทอร์จะเรียกไบโอดีเซลตามชนิดแอลกอฮอล์ที่ใช้ทำปฏิกิริยา ไบโอดีเซลประเภทนี้เป็นไบโอดีเซลที่ใช้กันในประเทศเยอรมัน, สหรัฐอเมริกา และมาเลเซีย มักพบว่าไม่มีปัญหา ซึ่งข้อดีที่พบ

เห็น คือ ค่าซีเทน (cetane = ค่าดัชนีการจุดติดไฟ) สูงกว่าน้ำมันดีเซล ซึ่งพบว่าการจุดติดไฟง่ายกว่าน้ำมันดีเซล จึงทำให้การระเบิดของระบบลูกสูบเครื่องยนต์ทำงานได้ดี การสันดาปสมบูรณ์ มีคาร์บอนมอนนอกไซด์น้อย ไม่มีเขม่าควันดำ และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และมีความหนืดคงที่

ข้อเสียที่พบ ต้นทุนแพงกว่าไบโอดีเซลประเภทอื่น ๆ เครื่องยนต์ให้กำลังต่ำกว่าน้ำมันดีเซล มีการสร้างก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ เพิ่มขึ้น และจะต้องมีการดัดแปลงส่วนประกอบของเครื่องยนต์ที่เป็นยางเพราะอาจถูกทำลายจากไบโอดีเซลได้ ซึ่งพบว่า ไบโอดีเซลประเภทนี้จะใช้กับเครื่องยนต์รอบสูงได้

คุณสมบัติของไบโอดีเซล

ไพบูลย์ เหล่าลดา (2547) ไบโอดีเซลมีคุณสมบัติทางกายภาพคล้ายกับน้ำมันดีเซลปกติมาก แต่ให้การเผาไหม้ที่สะอาดกว่าน้ำมันดีเซลไอเสียมีคุณภาพดีกว่าทั้งนี้เพราะมีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณ 10% ทำให้การสันดาปที่สมบูรณ์กว่าน้ำมันดีเซลปกติซึ่งมีคาร์บอนมอน
น็อกไซด์น้อยกว่าและเนื่องจากไม่มีกำมะถันในไบโอดีเซลจึงไม่มีปัญหาเรื่องสารซัลเฟต นอกจากนี้ยังมีเขม่าคาร์บอนน้อยจึงไม่ทำให้เกิดปัญหาการอุดตันของระบบไอเสียได้ง่ายและคุณสมบัติที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือเป็นสารหล่อลื่นช่วยยืดอายุการใช้งานของเครื่องยนต์เป็นอย่างดี

ข้อดีของการใช้ไบโอดีเซล

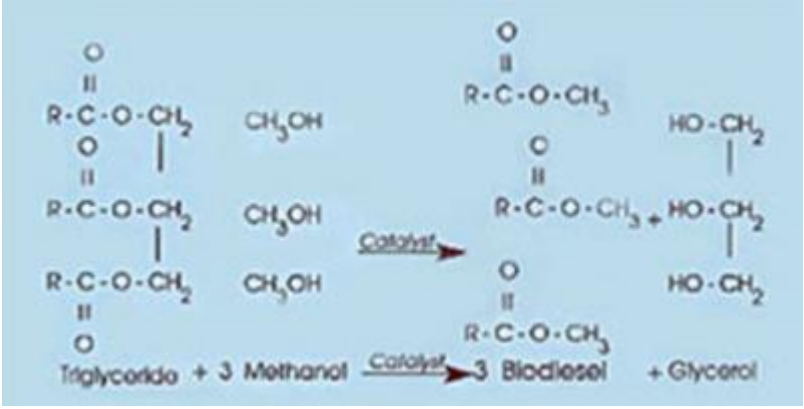
1) ไบโอดีเซลเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดเดียวที่สามารถนำมาใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลได้ทันที โดยไม่ต้องทำการปรับปลี่ยนหรือปรับแต่งเครื่องยนต์โดยที่กำลังเครื่อง แรงบิด การจุดระเบิด และอัตราสิ้นเปลื้องน้ำมันยังคงเหมือนเดิม

2) ไบโอดีเซลให้ความปลอดภัยในการขนส่งและการสัมผัสมากกว่าน้ำมันดีเซล ทั้งนี้เพราะมีจุดติดไฟสูงถึง 200 องศาเซลเซียส ในขณะที่น้ำมันดีเซลมีจุดติดไฟที่ 70 องศาเซลเซียสเท่านั้น นอกจากนี้ยังมีความเป็นพิษต่ำกว่าน้ำมันดีเซลมาก เพราะสกัดจากสารธรรมชาติ

3) ไบโอดีเซลเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดเดียวที่ได้รับการรับรองจากสำนักงานคุ้มครองสิ่งแวดล้อมแห่งศูนย์ยานยนต์แห่งชาติ สหรัฐอเมริกา ว่าในไอเสียนั้นมีค่ามลพิษต่ำมีความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมและมนุษย์ ยังส่งผลให้ลดอัตราเสี่ยงของการเป็นมะเร็งได้ถึง 90%

2.1.3 ไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ด้วยปฏิกิริยา Transesterification

ไบโอดีเซล (fatty acid methyl ester, FAME) เป็นผลผลิตที่ได้จากการทำปฏิกิริยาแลกเปลี่ยนหมู่เอสเทอร์ (transesterification หรือเรียกว่า alcoholysis) ระหว่างน้ำมันพืชกับแอลกอฮอล์ 3 โมล โดยที่กรดหรือด่างและความร้อนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา แสดงดังภาพที่ 1 ซึ่งในทางปฏิบัติหรือการผลิตระดับอุตสาหกรรมจะนิยมเพิ่มอัตราส่วนของแอลกอฮอล์ในการทำปฏิกิริยาประมาณ 100% ถึง 200% (แอลกอฮอล์ 6 โมล ถึง 9 โมล ต่อน้ำมันพืช 1 โมล) เพื่อช่วยให้การทำปฏิกิริยาได้เร็วและสมบูรณ์ขึ้น (ไกรพัฒน์ จีนขจร, 2550)



ภาพที่ 2.1 ปฏิกิริยา Transesterification ในการผลิต Biodiesel จากน้ำมันพืช
ที่มา : กระทรวงพลังงาน , 2549

ศิระพงษ์ เพ็ชรสงค์ (2550) ไบโอดีเซลที่ผลิตและจำหน่ายในต่างประเทศ มีมาตรฐานกำหนดแบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่ มาตรฐานจากประเทศสหรัฐอเมริกา คือ ASTM D 6751 มาตรฐานจากประเทศแถบยุโรป คือ EN 14214 มาตรฐานจากประเทศเยอรมัน คือ DIN 51606 มาตรฐานที่นิยมนั้นขึ้นอยู่กับสภาวะการใช้งานแต่ละประเภท ซึ่งทั้งสามมาตรฐาน ก็มีคุณสมบัติที่กำหนดส่วนใหญ่ใกล้เคียงกัน ซึ่งขณะนี้ประเทศไทยมีมาตรฐานของไบโอดีเซลแบบเมทิลเอสเทอร์ตามประกาศในราชกิจจานุเบกษาเดือนสิงหาคม 2548 แล้ว โดยส่วนใหญ่จะใช้วิธีทดสอบตามมาตรฐาน ASTM ที่สอดคล้องกับมาตรฐานของน้ำมันดีเซลนั้น ๆ ที่ใช้ เพราะใช้ไบโอดีเซลทดแทนน้ำมันดีเซล

กระบวนการผลิตไบโอดีเซลโดยทั่วไปจะมีส่วนประกอบของขั้นตอนการผลิตดังภาพที่ 2.2 โดยมีขั้นตอนหลัก ๆ ดังนี้ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2549)

1) ขั้นตอนการเตรียมน้ำมันพืชให้บริสุทธิ์ (กรณีที่ใช้น้ำมันพืชดิบเป็นวัตถุดิบ)

Water and acid degumming เป็นขั้นตอนการกำจัดสารประกอบพวกฟอสฟอลิปิดที่เป็นส่วนประกอบตามธรรมชาติของน้ำมันดิบ กากตะกอน และน้ำ ออกจากน้ำมันพืชดิบ ซึ่งสารประกอบฟอสฟอลิปิดในน้ำมันพืชจะมีผลทำให้น้ำเกาะตัวกับน้ำมันพืชได้ดี ถ้าไม่มีการกำจัดฟอสฟอลิปิดออกก่อนนำน้ำมันพืชให้เป็นไบโอดีเซล (conversion yield) ลดลงโดยกระบวนการนี้จะใช้กรดฟอสฟอรัสและความร้อนในการกำจัดสารประกอบฟอสฟอลิปิด

Deacidification and Deodorizing เป็นขั้นตอนการกำจัดกรดไขมันอิสระและกลิ่นออกจากน้ำมันพืช โดยกรดไขมันอิสระเป็นสารประกอบอีกชนิดที่มีอยู่ในน้ำพืชดิบ ซึ่งถ้าไม่มีการกำจัดกรดไขมันอิสระออกจากน้ำมันพืชดิบก่อนนำไปใช้ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล จะส่งผลให้กรดไขมันอิสระเข้าไปทำปฏิกิริยากับสารเร่งปฏิกิริยาด่าง (เช่นโซเดียมไฮดรอกไซด์ , โปตัสเซียมไฮดรอกไซด์) ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลทำให้เกิดสบู่ (ซึ่งเกิดได้ง่ายกว่าการทำปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชั่น) ในกระบวนการผลิตส่งผลให้อัตราการเปลี่ยนน้ำมันพืชให้เป็นไบโอดีเซล (conversion yield) ลดลง เพราะสารเร่งปฏิกิริยาด่างลดลงและไม่พอเพียงต่อการผลิตไบโอดีเซลนอกจากนี้ยังส่งผลต่อกระบวนการทำให้ไบโอดีเซลบริสุทธิ์ด้วย เพราะสบู่ที่เกิดขึ้นจะเข้าไปจับตัวกับไบโอดีเซลที่ผลิตได้ ทำให้การแยกชั้นระหว่างไบโอดีเซลกับชั้นสบู่ทำได้ยาก

2) ขั้นตอนการเปลี่ยนน้ำมันพืชเป็นไบโอดีเซล (Transesterification Process)

ขั้นตอนนี้น้ำมันพืชจะถูกเพิ่มอุณหภูมิให้มีอุณหภูมิประมาณ 70°C (ประมาณจุดเดือดของแอลกอฮอล์ที่เลือกใช้ เช่น Methanol มีจุดเดือดที่ 68 °C หรือ Ethanol มีจุดเดือดที่ 78 °C) และเมื่อ

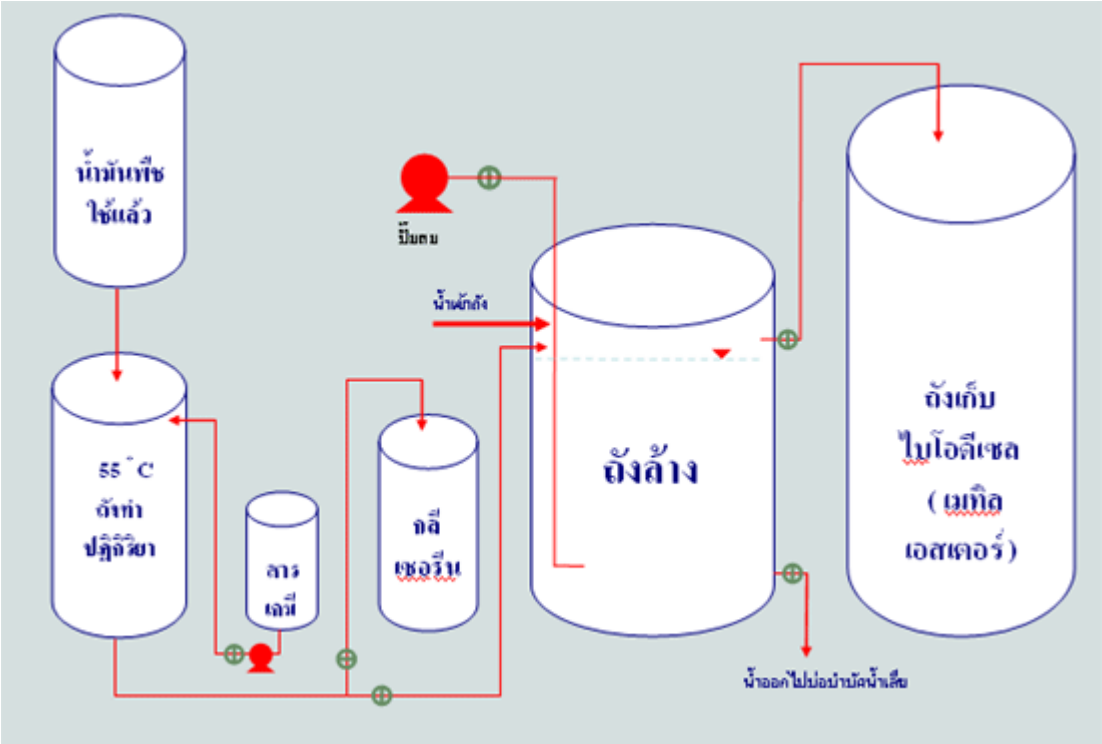
น้ำมันมีอุณหภูมิสูงตามต้องการแล้ว แอลกอฮอล์ที่มีสารเร่งปฏิกิริยาผสมอยู่จะถูกส่งเข้าไปผสม เพื่อทำปฏิกิริยาและเร่งให้เกิดอัตราเปลี่ยนน้ำมันพืชให้เป็นไบโอดีเซล

3) ขั้นตอนการแยกไบโอดีเซล

เป็นขั้นตอนในการแยกไบโอดีเซลเพื่อนำมาทำให้บริสุทธิ์ ซึ่งหลังจากวัตถุดิบทั้งหมดผ่านขั้นตอนการทำปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชั่นแล้ว เมื่อหยุดการทำปฏิกิริยาและไม่มีการกวนวัตถุดิบแล้ว ผลผลิตจะเกิดการแยกชั้นอย่างเห็นได้ชัดเจน โดยส่วนที่ลอยอยู่ด้านบนคือไบโอดีเซล ส่วนผลผลิตด้านล่างคือสารผสมของกลีเซอรอล แอลกอฮอล์ส่วนเกินและสารเร่งปฏิกิริยา ซึ่งผสมกันอยู่ด้านล่าง ขั้นตอนที่ทำการแยกผลผลิตไบโอดีเซล (เมทธิลเอสเทอร์) ออกจากกลีเซอรอลและ Methanol ส่วนเกิน โดยใช้น้ำอุ่น (อุณหภูมิประมาณ 50 °C)

4) ขั้นตอนการสกัดแยกแอลกอฮอล์และกลีเซอรอล

เป็นขั้นตอนในการสกัดแยก แอลกอฮอล์ส่วนเกินที่เหลือจากการทำปฏิกิริยา เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ และการสกัดแยก กลีเซอรอลที่เป็นผลผลิตพลอยได้ที่สามารถนำไปเพิ่มมูลค่าในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางต่อไป



ภาพที่ 2.2 แผนผังการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว

การผลิตไบโอดีเซลด้วยวิธีการแบบกะและแบบต่อเนื่อง

โดยทางเคมีแล้วการเตรียมวัตถุดิบนั้นเหมือนกันทุกประการแต่ต่างกันที่วิธีการทำปฏิกิริยา

ระบบแบบกะ

ลักษณะการเตรียมวัตถุดิบในปริมาตรใหญ่ ๆ ทีเดียว แล้วทำการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำมันพืชที่จะใช้ผลิตไบโอดีเซลให้มีอุณหภูมิถึงระดับหนึ่ง (ประมาณจุดเดือดของ แอลกอฮอล์ แต่ละชนิด) ก่อนที่จะเติมแอลกอฮอล์ลงไปเพื่อทำปฏิกิริยา ซึ่งข้อดีของการทำปฏิกิริยาแบบกะคือ ระบบจะไม่ค่อยยุ่งยาก โดยถัง

ทำปฏิกิริยา จะมีระบบให้ความร้อนกับ ระบบกวน (เช่นพวกใบกวน) เพื่อใช้ผสมน้ำมันกับแอลกอฮอล์ให้เข้าเท่านั้น แต่จุดด้อยคือถ้าขนาดของถังทำปฏิกิริยามีขนาดใหญ่การผสมกันระหว่างชั้นของน้ำมันกับแอลกอฮอล์จะยากขึ้น ทำให้เกิดปฏิกิริยาได้ช้า และอาจส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนน้ำมันพืชเป็นไปโอดีเซลได้ไม่สมบูรณ์ อีกทั้งยังส่งผลต่อการสิ้นเปลืองพลังงานของระบบด้วย

ข้อดีหลักของระบบแบบกะ

1. เป็นระบบที่ง่าย
2. บำรุงรักษาง่าย

ข้อเสียหลักของระบบแบบต่อเนื่อง

1. ระบบมีความซับซ้อน
2. ค่าบำรุงรักษาสูงกว่า เพราะต้องใช้อุปกรณ์ประกอบมากกว่า

ระบบแบบต่อเนื่อง

เป็นระบบที่ทำการป้อนวัตถุเข้าไปทำปฏิกิริยาแบบต่อเนื่อง เป็นระบบที่ซับซ้อนกว่า เพราะต้องมีปั๊มแยกระหว่างแอลกอฮอล์กับน้ำมันพืช แต่มีข้อดีคือการทำปฏิกิริยาแบบต่อเนื่องจะใช้เวลาในการทำปฏิกิริยาสั้นกว่า เนื่องจากการทำปฏิกิริยาแบบต่อเนื่องจะทำการผสมน้ำมันพืชกับแอลกอฮอล์แบบต่อเนื่องทำให้เหมือนลักษณะการเพิ่มพื้นที่การทำปฏิกิริยาในการผสมระหว่างสารสองชนิดไปในตัว ทำให้ใช้เวลาในการทำปฏิกิริยาสั้นกว่าการทำแบบกะ รวมถึงผลผลิตที่ให้ออกมามีคุณภาพดีกว่า (มี Conversion yield สูงกว่าด้วย)

ข้อดีหลักของระบบแบบต่อเนื่อง

1. คุณภาพของไบโอดีเซลที่ได้จะมีความคงที่
2. ใช้เวลาในการทำปฏิกิริยาสั้นกว่าระบบกะ

อย่างไรก็ตาม สำหรับการเลือกระบบผลิตไบโอดีเซล ถ้ามองในแง่คุณภาพของผลผลิตแล้วแบบต่อเนื่องจะให้คุณภาพคงที่กว่าแบบกะ และให้อัตราการเปลี่ยนน้ำมันพืชไปเป็นไบโอดีเซลได้เร็วกว่า แต่ถ้าดูที่ราคาระบบ แบบกะ น่าจะถูกกว่าเพราะระบบไม่ซับซ้อน แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นการเลือกใช้งานทั้งสองระบบคงต้องดูองค์ประกอบของการลงทุนทั้งหมด ว่าอันไหนจะคุ้มค่ากว่ากัน มีอัตราการคืนทุนได้ดีกว่า

ข้อเสียหลักของระบบแบบกะ

1. คุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่คงที่
2. ใช้เวลาในการทำปฏิกิริยานาน
3. ถังปฏิกิริยาใหญ่

ตัวเร่งปฏิกิริยาสำหรับไบโอดีเซล มีหลายชนิดแต่ที่สำคัญ คือ

ตัวเร่งปฏิกิริยา เป็นด่าง เช่น โซเดียมเมทรอกไซด์ โซเดียมไฮดรอกไซด์ และโปตัสเซียมเมทรอกไซด์

ตัวเร่งปฏิกิริยา เป็นกรด เช่น กรดซัลฟูริก กรดไฮโดรคลอริก

ตัวอย่างตัวเร่งปฏิกิริยาหลักที่บอกไปเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาหลัก แต่โดยส่วนมากจะใช้ด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เนื่องจากด่างช่วยให้เกิดการแตกตัวของโมเลกุลของกรดไขมันได้ดีกว่ากรดทำให้แอลกอฮอล์กับน้ำมันสามารถทำปฏิกิริยาได้ดีขึ้น โดยส่วนใหญ่ตัวเร่งแบบด่างที่นิยมใช้กันจะเป็นโซเดียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งมีราคาถูกและให้อัตราการเปลี่ยนน้ำมันเป็นไบโอดีเซลค่อนข้างสูง แต่ตัวที่ดีที่สุดคือ ตัวที่เป็น เมทรอกไซด์ เพราะเมทรอกไซด์เป็นสารเคมีที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่น้อยมากเมื่อเทียบกับตัวที่เป็นไฮดรอกไซด์ (ตัวเร่งปฏิกิริยาแบบด่างทุกตัวสามารถทำปฏิกิริยากับน้ำในอากาศได้หมด หมายถึงดูดน้ำในอากาศที่ให้ตัวมันเองมีปริมาณความชื้นสูงซึ่งจะส่งผลให้ทำปฏิกิริยาได้น้อยลง) ดังนั้นตัวที่ทำปฏิกิริยาที่ให้ผลผลิตสูงสุด

(จากรายงานการวิจัย) คือ โซเดียมเมทรอกไซด์ แต่โซเดียมเมทรอกไซด์มีราคาสูงจึงไม่เป็นที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตไบโอดีเซล ซึ่งตัวที่ได้รับความสนใจคือโซเดียมไฮดรอกไซด์ ส่วนโบตัสเซียมเมทรอกไซด์ ก็ราคาสูงและให้อัตราการผลิตต่ำกว่าทุกตัว แต่บางบริษัทผู้ผลิตไบโอดีเซลของประเทศอังกฤษเลือกใช้โปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ เพราะดีต่อสภาพแวดล้อมมากกว่าโซเดียมไฮดรอกไซด์ ส่วนตัวเร่งที่เป็นกรดที่ไม่นิยมใช้เพราะเวลาในการทำปฏิกิริยาช้ามากกว่าด่างมาก ๆ บางรายงานการวิจัยเป็นวันกว่าจะให้ผลผลิตสมบูรณ์ แต่มันมีข้อดี คือ ถ้าวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซลที่กรดไขมันอิสระสูง (น้ำมันที่ยังไม่ได้ทำให้บริสุทธิ์, Crude oils, หรือพวกน้ำมันที่ผ่านการใช้งานแล้ว) ถ้าเราใช้ด่างทำปฏิกิริยา ด่างจะเข้าไปจับตัวกับกรดไขมันอิสระก่อนผลิตต่ำ แต่ถ้าเราใช้กรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา กรดจะเข้าไปทำปฏิกิริยากับกรดไขมันอิสระให้เป็นไบโอดีเซลด้วยส่งผลให้ได้ผลผลิตที่สูงขึ้น ดังนั้นจึงมีงานวิจัยบางชิ้นที่ใช้ระบบการผลิตแบบสองขั้นตอนกับน้ำมันที่มีปริมาณกรดไขมันอิสระที่สูงกว่า 1% โดยขั้นตอนแรกจะใช้กรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อเปลี่ยนกรดไขมันอิสระให้เป็นเอสเทอร์ของกรดไขมัน (ไบโอดีเซล) จากนั้นจะใช้ตัวเร่งด่างเข้าไปเร่งส่วนของไตรกลีเซอร์ไรด์ (น้ำมันพืชหรือน้ำมันสัตว์) ที่เหลือใช้เป็นไบโอดีเซลด้วย ซึ่งจะเหมาะกว่าสำหรับโรงงานที่มีวัตถุดิบแบบที่ใช้น้ำมันที่มีปริมาณกรดไขมันอิสระสูง ๆ

กรณีการเลือกสารเร่งปฏิกิริยา

ในการเลือกไบโอดีเซล ตัวแปรวัตถุดิบเป็นตัวแปรที่ควรพิจารณามากกว่าที่จะพิจารณาเลือกใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดใด เนื่องจากตัวแปรวัตถุดิบที่เราเลือกใช้นั้นตัวเร่งปฏิกิริยาจะขึ้นอยู่กับปริมาณกรดไขมันอิสระในวัตถุดิบ ซึ่งตัวเร่งปฏิกิริยาแบบที่เหมาะกับวัตถุดิบ ส่วนใหญ่เป็นน้ำมันที่ผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์แล้ว ซึ่งจะใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาแบบ เพราะให้ผลผลิตสูงและราคาไม่แพงเมื่อเทียบกับตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดอื่น ๆ

น้ำมันพืชใช้แล้วหากนำกลับมาบริโภคใหม่ จากการวิเคราะห์เชิงคุณภาพพบว่าจะส่งผลเสียต่อสุขภาพร่างกายทั้งเสี่ยงต่อโรคมะเร็งปอด ความดันโลหิตสูง เป็นพิษต่อระบบสมอง ระบบประสาท ระบบภูมิคุ้มกันและอวัยวะสำคัญต่างๆ ทั้งยังเป็นสารที่ทำให้เกิดการกลายพันธุ์และก่อกวนระบบสมองโดยเฉพาะระบบฮอร์โมนทางเพศ ซึ่งจะทำให้เกิดความผิดปกติต่อระบบสืบพันธุ์ โดยทำให้ตัวอ่อนของทารกในครรภ์ผิดปกติและตายก่อนครบกำหนด ดังนั้นการนำน้ำมันพืชใช้แล้วมาผลิตไบโอดีเซลเท่ากับได้ประโยชน์หลายทางทั้งได้พลังงานทดแทนน้ำมันดีเซล ลดการสูญเสียเงินตราต่างประเทศจากการนำเข้าน้ำมัน ลดผลกระทบการทำลายสิ่งแวดล้อมจากการเททิ้งน้ำมันพืชใช้แล้วลงในแม่น้ำลำคลองและลดปัญหาทางด้านสุขภาพของประชาชน (กระทรวงพลังงาน, 2548)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับไบโอดีเซล

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2550) ได้ว่าจ้างที่ปรึกษา 2 หน่วยงาน คือ กรมอู่ทหารเรือ และกรมควบคุมมลพิษ เพื่อทดสอบสมรรถนะและการปล่อยมลพิษของรถยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซล โดยทำการทดสอบการใช้ไบโอดีเซลในสัดส่วนที่แตกต่างกัน คือ B2, B5, B20, B40, B50 และ B100 ผลการทดสอบ ดังนี้

สมรรถนะเครื่องยนต์

ผลการทดสอบรถยนต์ของกรมอู่ทหารเรือ พบว่า รถยนต์ที่ใช้ B100 เครื่องยนต์จะมีกำลังมากที่สุดทุกความเร็วรอบ รองลงมา คือ รถยนต์ที่ใช้ B40, B20 และ B5 ตามลำดับ ส่วนน้ำมันดีเซลทำให้เครื่องยนต์มีกำลังน้อยที่สุด กล่าวคือ เมื่อใช้น้ำมันที่มีส่วนผสมของไบโอดีเซลในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นจะทำให้เครื่องยนต์มีกำลังสูงขึ้น ซึ่งผลการทดสอบดังกล่าวมีความขัดแย้งกับผลการทดสอบของกรมควบคุมมลพิษ

โดยผลการทดสอบของกรมควบคุมมลพิษ ระบุว่า หากใช้น้ำมันที่มีส่วนผสมของไบโอดีเซล จะทำให้เครื่องยนต์มีกำลังลดลง โดยน้ำมันที่มีส่วนผสมของไบโอดีเซลมากขึ้นยิ่งทำให้เครื่องยนต์มีกำลังลดลง

อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

ผลการทดสอบรถยนต์ของกรมอู่ทหารเรือ พบว่า รถยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลและน้ำมันดีเซลที่มีส่วนผสมของไบโอดีเซลมีอัตราการสิ้นเปลืองไม่แตกต่างกัน ประมาณ 12 ลิตรต่อกิโลเมตร ขณะที่ผลการทดสอบของกรมควบคุมมลพิษ พบว่า น้ำมันดีเซลที่มีส่วนผสมของไบโอดีเซลมีอัตราการสิ้นเปลืองน้อยกว่าน้ำมันดีเซล ทำให้รถยนต์สามารถวิ่งได้ในระยะทางที่เพิ่มขึ้น

การปล่อยมลพิษ

1) ควันดำ

ผลการทดสอบรถยนต์ของกรมอู่ทหารเรือ พบว่า รถยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลที่มีส่วนผสมของไบโอดีเซลมีค่าของควันดำน้อยกว่ารถยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล โดยรถยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซลในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้น ยิ่งทำให้ค่าควันดำลดลง กล่าวคือ ควันดำของรถยนต์ที่ใช้ B100 มีค่าต่ำที่สุด สอดคล้องกับผลการทดสอบของกรมควบคุมมลพิษ

2) ก๊าซจากท่อไอเสีย (THC, CO และ CO_2)

ผลการทดสอบรถยนต์ของกรมอู่ทหารเรือ พบว่า รถยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลที่มีส่วนผสมของไบโอดีเซลมีปริมาณการปล่อยก๊าซส่วนที่เป็นก๊าซพิษ คือ CO และ TCH น้อยมาก และต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กรมควบคุมมลพิษกำหนด ส่วนก๊าซที่ไม่ใช่ก๊าซพิษ คือ CO_2 มีปริมาณการปล่อยก๊าซสูงกว่าน้ำมันดีเซลเล็กน้อย สอดคล้องกับผลการทดสอบของกรมควบคุมมลพิษ