กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

บทสรุปผู้บริหาร

(Executive Summary)

โครงการสนับสนุนการเพิ่มสัดส่วนการใช้น้ำมันไบโอดีเซลให้สูงขึ้น

Implementation of Higher Blend of Biodiesel

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2560

MTEC
a member of NSTDA

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

26 กรกฎาคม 2562

บทสรุปผู้บริหาร

จากมติคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ เมื่อวันที่ 30 พฤษภาคม 2559 ที่เห็นชอบแนวการเพิ่มสัดส่วนการใช้น้ำมันไบโอดีเซล โดยให้ดำเนินการผลิตไบโอดีเซลที่ได้รับการปรับปรุงคุณภาพแล้ว ในเชิงพาณิชย์ พร้อมนำร่องการใช้น้ำมันไบโอดีเซล บี10 ในรถหน่วยงานราชการ/ทหาร/เอกชน ก่อนผลักดันให้เกิดการใช้น้ำมันไบโอดีเซล บี10 เป็นเชื้อเพลิงทางเลือกอย่างเป็นรูปธรรม โดยมอบหมายให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รวมถึง กระทรวงพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดำเนินการตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก (2558-2579) หรือ AEDP (Alternative Energy Development Plan: 2015-2036) ซึ่งหนึ่งในเทคโนโลยีการเพิ่มคุณภาพไบโอดีเซลที่มีการพัฒนาจากโครงการร่วมวิจัยไทย-ญี่ปุ่น “Innovation on Production and Automobile Utilization of Biofuels from Non-Food Biomass” ภายใต้การสนับสนุนของ JST (Japan Science and Technology Agency) และ JICA (Japan International Cooperation Agency) คือ เทคโนโลยี H-FAME (partially Hydrogenated Fatty Acid Methyl Ester)

โครงการสนับสนุนการเพิ่มสัดส่วนการใช้น้ำมันไบโอดีเซลให้สูงขึ้น จึงได้รับการสนับสนุนงบประมาณจาก กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ผ่านกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 โดยมี ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เป็นผู้ดำเนินโครงการ ระหว่างวันที่ 28 ตุลาคม 2559 ถึง 26 กรกฎาคม 2562 โดยมีวัตถุประสงค์

1. เพื่อขยายผลเทคโนโลยีการปรับปรุงคุณภาพไบโอดีเซล
2. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ แนวทางนโยบายในการส่งเสริมสนับสนุนน้ำมันไบโอดีเซล บี10
3. เพื่อศึกษาคุณสมบัติน้ำมันไบโอดีเซลที่อ่อนไหวและเปลี่ยนแปลงได้ในระหว่างการจัดเก็บตลอดจนระบบจัดจำหน่าย
4. เพื่อทดสอบน้ำมันไบโอดีเซลในสภาวะต่างๆ หาข้อจำกัดของสภาวะที่ทำให้คุณภาพเปลี่ยนแปลง และหาแนวทางการพัฒนามาตรฐานน้ำมันไบโอดีเซลที่สามารถผสมใช้ในสัดส่วนที่สูงขึ้น
5. เพื่อศึกษาผลกระทบเชิงวิศวกรรม (สมรรถนะ มลพิษ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และการสึกหรอ) ในการใช้ไบโอดีเซลที่ได้รับการปรับปรุงคุณภาพในรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคลเครื่องยนต์ดีเซลแบบคอมมอนเรล ที่มีการวิ่งบนท้องถนนจริง 100,000 กม.
6. เพื่อเตรียมความพร้อมในการน้ำมันไบโอดีเซล บี10 เป็นเชื้อเพลิงทางเลือก

ภายใต้ขอบเขตการดำเนินงาน และผลการทดสอบดังนี้

1. การปรับปรุงคุณภาพเชื้อเพลิงไบโอดีเซล ซึ่งสามารถแบ่งเป็น 3 ส่วนย่อย ได้แก่

1.1. การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติน้ำมันไบโอดีเซลในห้องปฏิบัติการ โดยเฉพาะสารปนเปื้อนประเภทโมโนกลีเซอไรด์ (Monoglyceride: MG) ที่อยู่ในน้ำมันไบโอดีเซล เนื่องจากโมโนกลีเซลไรด์อาจส่งผลกระทบต่อระบบจ่ายน้ำมันและระบบหัวฉีดในรถยนต์ดีเซล รวมถึงยังสามารถอุดตันไส้กรองในรถยนต์ได้อีกด้วย จึงทำการศึกษาปริมาณโมโนกลีเซอไรด์ที่เหมาะสมที่จะไม่ก่อให้เกิดตะกอนในน้ำมันไบโอดีเซล บี10 เกินกว่าเกณฑ์ที่สมาคมผู้ผลิตรถยนต์ญี่ปุ่น (Japan Automobile Manufacturers Association: JAMA) ยอมรับได้ภายใต้สภาวะอุณหภูมิที่จำลองในห้องปฏิบัติการ ตามมาตรฐาน ASTM D7501/D7321/D4625, EN12662

จากการเตรียมน้ำมันไบโอดีเซล บี100 ที่มีปริมาณโมโนกลีเซอไรด์ 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.6wt% เพื่อผสมในน้ำมันดีเซลพื้นฐาน บี0 ที่สัดส่วน 7, 10 และ 20% สำหรับการทดสอบแช่ในสภาวะอุณหภูมิ 5, 10, 15 และ 25 °C เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ก่อนมาผ่านชุดกรองสุญญากาศที่มีกระดาษกรองขนาด 0.8 ไมโครเมตร เพื่อวัดปริมาณตะกอนที่ติดอยู่บนกระดาษกรอง ตามเกณฑ์ของ JAMA ที่ตะกอนไม่เกิน 50 mg/l และอุณหภูมิการทดสอบที่ 5 °C สำหรับประเทศไทย พบว่า ปริมาณโมโนกลีเซอไรด์ในน้ำมันไบดีเซล บี100 ที่เหมาะสมสำหรับการผสมเป็น บี10 คือ MG < 0.4wt% ซึ่งได้มีการหารือกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย อันได้แก่ ผู้ผลิตไบโอดีเซล ผู้ผลิตน้ำมันดีเซล ผู้ผลิตรถยนต์ จนเป็นที่ยอมรับ และประกาศเป็นมาตรฐานไบโอดีเซลสำหรับการผสมเป็นน้ำมันไบโอดีเซล บี10 เมื่อ 15 พฤษภาคม 2562

1.2. การเก็บตัวอย่างน้ำมันไบโอดีเซล น้ำมันดีเซลพื้นฐาน (ก่อนผสมไบโอดีเซล) และน้ำมันดีเซลที่มีไบโอดีเซลเป็นส่วนผสม ในแต่ละช่วงของห่วงโซ่การผลิต เพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำมันแต่ละประเภท ในระบบจัดเก็บและระบบจัดจำหน่าย ที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งาน ได้แก่ ปริมาณน้ำ ค่ากรด ปริมาณโมโนกลีเซอไรด์ จุดขุ่น ความเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นและสัดส่วนการผสมไบโอดีเซล ในช่วงฤดูฝนที่มีความเสี่ยงต่อปริมาณน้ำปนเปื้อน และฤดูหนาวที่มีความเสี่ยงต่อการเป็นไข (หากอุณหภูมิภายนอกต่ำกว่าจุดขุ่น)

จากการเก็บตัวอย่างน้ำมันไบโอดีเซลล้วน บี100 จากผู้ผลิตไบโอดีเซลทั้ง 11 ราย ตัวอย่างน้ำมันดีเซลพื้นฐาน น้ำมันไบโอดีเซลล้วน บี100 และน้ำมันดีเซล บี7 จากคลังน้ำมัน 10 แห่ง จากทั่วภูมิภาคในประเทศ และตัวอย่างน้ำมันดีเซล บี7 จากสถานีบริการ 50 แห่ง ที่เลือกตามสัดส่วนการตลาดทั่วภูมิภาคในประเทศ ในช่วงฤดูฝน (มิถุนายน ถึง สิงหาคม 2560) และช่วงฤดูหนาว (พฤศจิกายน 2560 ถึง มกราคม 2561) ไม่พบตัวอย่างที่มีสมบัติเกินค่ามาตรฐาน ทั้ง 2 ช่วงฤดูที่จัดเก็บ นอกจากนั้น พบว่าปริมาณน้ำในตัวอย่างจากสถานีบริการมีค่าผ่านเกณฑ์ของกรมธุรกิจพลังงานที่กำหนดไว้ไม่เกิน 300ppm โดยมีค่าที่วัดได้ต่ำกว่า 200ppm ซึ่งเป็นข้อเสนอของ JAMA สำหรับมาตรฐานน้ำมันไบโอดีเซล บี10 ซึ่งจากการหารือผลการเก็บตัวอย่างนี้กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย อันได้แก่ ผู้ผลิตไบโอดีเซล ผู้ผลิตน้ำมันดีเซล

ผู้ผลิตรถยนต์ จนสรุปเป็นมาตรฐานน้ำมันไบโอดีเซล บี10 (ค่าน้ำ < 200ppm) เมื่อ 15 พฤษภาคม 2562

1.3. การถ่ายทอดเทคโนโลยีการปรับปรุงคุณภาพไบโอดีเซลให้กับโรงงานสาธิต ของผู้ผลิตไบโอดีเซล โดยทำการคัดเลือกบริษัทผู้ผลิตไบโอดีเซลเชิงพาณิชย์ที่มีความพร้อมในการรับถ่ายทอดเทคโนโลยีการปรับปรุงคุณภาพไบโอดีเซล ที่มีค่า MG < 0.4wt% (จากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการข้างต้น) เพื่อทำการผลิตไบโอดีเซลคุณภาพสูงได้จริง และเพียงพอต่อการนำไปทดสอบน้ำมันไบโอดีเซล บี10 ในด้านความเข้ากันได้ของวัสดุชิ้นส่วนเครื่องยนต์ สมรรถนะรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล และนำร่องการใช้ โดยมีการประเมินต้นทุนการผลิตที่เพิ่มขึ้นในระดับกำลังการผลิตในโรงงานสาธิต เพื่อคาดการณ์ความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์สำหรับต้นทุนการผลิตในระดับกำลังการผลิตเชิงพาณิชย์

จากการประเมินความพร้อมในการรับถ่ายทอดเทคโนโลยีการปรับปรุงคุณภาพไบโอดีเซล ที่มีค่า MG < 0.4wt% ในกลุ่มผู้ผลิตไบโอดีเซลเชิงพาณิชย์ ภายใต้เกณฑ์ของคณะทำงานขับเคลื่อนโครงการฯ พบว่า 2 บริษัท ที่ได้รับคัดเลือกคือ บางจากไบโอฟูเอล จำกัด (Bangchak Biofuel Company Limited: BBF) และ บริษัท โกลบอลกรีนเคมิคอล จำกัด (มหาชน) (Global Green Chemicals Public Company Limited: GGC) โดยทาง GGC รับถ่ายทอดเทคโนโลยี H-FAME จาก บริษัท Idemitsu Kosan Company Limited โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่พัฒนาขึ้นมาโดยเฉพาะสำหรับเทคโนโลยี H-FAME ในขณะที่ BBF จะทำการเลือกตัวเร่งปฏิกิริยาเทียบเคียงที่มีจำหน่ายในท้องตลาด เพื่อเป็นการเปรียบเทียบ

กระบวนการเพิ่มคุณภาพไบโอดีเซลที่ BBF เป็นกระบวนการไหลจากบนลงล่าง (downflow) ที่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเชิงพาณิชย์ทั่วไป ($NiMo/Al_2O_3$) ที่กำลังการผลิต 0.5 ตัน/วัน ภายใต้สภาวะการป้อนน้ำมันไบโอดีเซล บี100 ที่ 21 กิโลกรัม/ชั่วโมง อัตราการไหลไฮโดรเจน 0.5 กิโลกรัม/ชั่วโมง อุณหภูมิ 160 °C ความดัน 5 บาร์ และปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 15 กิโลกรัม โดยน้ำมันไบโอดีเซลคุณภาพสูงที่ผลิตได้ มีปริมาณโมโนกลีเซอไรด์ที่ต่ำกว่า 0.4wt% อยู่มาก แต่ค่ากรดเกินมาตรฐาน จึงจำเป็นต้องผสมกับน้ำมันไบโอดีเซล บี100 ที่ใช้เป็นสารตั้งต้นในอัตราส่วน 50:50 เพื่อทำให้ได้น้ำมันไบโอดีเซลคุณภาพสูงที่ MG < 0.4wt% และค่ากรดไม่เกินมาตรฐาน ซึ่งเมื่อนำค่าต่างๆ จากการผลิตจริง เพื่อนำไปคาดการณ์ต้นทุนส่วนเพิ่มในการยกระดับคุณภาพไบโอดีเซล ที่กำลังการผลิต 100,000 ตัน/ปี อายุตัวเร่งปฏิกิริยา 1 ปี อัตราการเดินเครื่อง 75% ค่าดอกเบี้ย 5% และมูลค่าความเสื่อมของเครื่องปฏิกรณ์ 15 ปี พบกว่า ต้นทุนส่วนเพิ่มจะอยู่ที่ 1.144 บาท/ลิตร

กระบวนการเพิ่มคุณภาพไบโอดีเซลที่ GGC เป็นกระบวนการไหลจากล่างขึ้นบน (Upflow) ที่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเฉพาะที่พัฒนาขึ้น (Pd/Al_2O_3) ที่กำลังการผลิต 1 ตัน/วัน ภายใต้สภาวะการป้อนน้ำมันไบโอดีเซล บี100 ที่ 42 กิโลกรัม/ชั่วโมง อัตราการไหลไฮโดรเจน 0.033 กิโลกรัม/ชั่วโมง อุณหภูมิ 85 °C ความดัน 5 บาร์ และปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 10.97

กิโลกรัม โดยน้ำมันไบโอดีเซลคุณภาพสูงที่ผลิตได้ เมื่อไปผ่านกระบวนการ crystallization แล้วจะมีปริมาณโมโนกลีเซอไรด์ที่ต่ำกว่า 0.4 wt% และค่าอื่นๆ ตามมาตรฐาน ซึ่งเมื่อนำค่าต่างๆ จากการผลิตจริง เพื่อนำไปคาดการณ์ต้นทุนส่วนเพิ่มในการยกระดับคุณภาพไบโอดีเซลที่กำลังการผลิต 100,000 ตัน/ปี อายุตัวเร่งปฏิกิริยา 5 เดือน อัตราการเดินเครื่อง 75% ค่าดอกเบี้ย 5% และมูลค่าความเสื่อมของเครื่องปฏิกรณ์ 15 ปี พบกว่า ต้นทุนส่วนเพิ่มจะอยู่ที่ 1.393 บาท/ลิตร

2. การทดสอบเชื้อเพลิงไบโอดีเซลที่ได้รับการปรับปรุงคุณภาพแล้ว ซึ่งสามารถแบ่งเป็น 3 ส่วนย่อย ได้แก่

2.1. การทดสอบความเข้ากันได้ของชิ้นส่วนเครื่องยนต์ โดยมีการคัดเลือกชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ที่สัมผัสกับน้ำมัน จากรถบรรทุกส่วนบุคคล 2 ยี่ห้อที่มีสัดส่วนการตลาดสูงสุด โดยมีทั้งประเภทโลหะ ยาง และพลาสติก เพื่อนำไปจุ่มแช่กับน้ำมันไบโอดีเซล บี10 ที่ผสมจากน้ำมันไบโอดีเซลคุณภาพสูง (MG < 0.4 wt%) และน้ำมันไบโอดีเซล บี7 ในท้องตลาด ตามมาตรฐาน SAE J1747 (โลหะ) ที่อุณหภูมิ 45±2 °C เป็นเวลา 12 สัปดาห์ และ SAE J1748/ASTM D417 (ยาง/พลาสติก) ที่อุณหภูมิ 55±2 °C เป็นเวลา 1,006 ชั่วโมง (ยาง) และ 2,000 ชั่วโมง (พลาสติก) โดยจะทำการวัดขนาด น้ำหนัก ความแข็งแรงเชิงกล ของชิ้นส่วนก่อนและหลังจุ่มแช่ เพื่อเปรียบเทียบระหว่าง 2 ชนิดน้ำมัน ผลปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างชนิดน้ำมัน

2.2. การทดสอบความทนทานและการสึกหรอของเครื่องยนต์เมื่อมีการใช้งานบนท้องถนนจริง เป็นระยะทาง 100,000 กิโลเมตร โดยทำการคัดเลือกรถบรรทุกส่วนบุคคล 2 ยี่ห้อที่มีสัดส่วนการตลาดสูงสุด (ยี่ห้อละ 34-35% ของรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคลที่มีการจดทะเบียน) โดยแต่ละยี่ห้อ จะเลือกรุ่นรถที่ยอดขายสูงสุดมาทดสอบเป็นจำนวน 4 คัน โดยแต่ละคันจะใช้น้ำมันต่างชนิดกัน ได้แก่

1. น้ำมันดีเซลที่มีสัดส่วนไบโอดีเซลผสมอยู่ร้อยละ 7 (B7/FAME)
2. น้ำมันดีเซลที่มีสัดส่วนไบโอดีเซลผสมอยู่ร้อยละ 10 (B10/FAME)
3. น้ำมันดีเซลที่มีสัดส่วนไบโอดีเซลที่มีการลดปริมาณโมโนกลีเซอไรด์ลงต่ำกว่าร้อยละ 0.4 โดยน้ำหนัก ผสมอยู่ร้อยละ 10 (B10/FAME_MG0.4) และ
4. น้ำมันดีเซลที่มีสัดส่วนไบโอดีเซลที่ผ่านกระบวนการ H-FAME เพื่อลดปริมาณโมโนกลีเซอไรด์ลงต่ำกว่าร้อยละ 0.4 โดยน้ำหนัก ผสมอยู่ร้อยละ 10 (B10/H-FAME_MG0.4)

โดยมีการวิ่งบทถนนจริงใน 3 เส้นทางได้แก่

1. จากศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ ถึงปั๊มน้ำมัน ปตท. หจก. พงษ์กิต สาย 24 และกลับ

2. จากศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ ไปตามทางหลวงสายเอเชีย ถึงอำเภอเมืองนครสวรรค์ และกลับ

3. จากศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ เข้าถนนในกรุงเทพฯ ที่มีการจราจรติดขัด

โดยมีการนำรถทดสอบเข้าเช็คที่ศูนย์บริการรถตามปกติทุกๆ ระยะทดสอบ 10,000 กิโลเมตร เพื่อตรวจสอบความผิดปกติของเครื่องยนต์ และวิเคราะห์ความสึกหรอของเครื่องยนต์จากปริมาณโลหะ (เช่น เหล็ก โครเมียม ตะกั่ว ทองแดง ดีบุก อลูมิเนียม นิกเกิล เงิน และไทเทเนียม) ปริมาณสารปนเปื้อน (เช่น ค่าน้ำ เขม่า เชื้อเพลิง และซิลิกอน) และสมบัติของน้ำมันหล่อลื่น (เช่น ความหนืด ความเป็นเบส ค่าออกซิเดชั่น และ ค่าไนเตรชั่น) ตลอดจนนำรถทดสอบขึ้นแท่นทดสอบรถยนต์ (chassis dynamometer) ทุกๆ ระยะทดสอบ 20,000 กิโลเมตร เพื่อทดสอบสมรรถนะ อัตราเร่ง (เช่น เวลาที่ใช้เร่งเครื่อง 0-100, 60-80, 80-100, 100-120, 120-140 กิโลเมตร/ชั่วโมง และ 0-400 เมตร) อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (ทั้งที่วัดบนแท่นทดสอบรถยนต์ และการขับทดสอบรายวัน) และทดสอบมลพิษที่ 0 และ 100,000 กิโลเมตร นอกจากนี้ ยังมีการทดสอบสตาร์ทเครื่องที่อุณหภูมิต่ำ (cold start) โดยทำการทดสอบบนยอดดอยอินทนนท์ในช่วง 6-16 มกราคม 2562 (ช่วงรถทดสอบราว 80,000 กิโลเมตร) เมื่อรถทดสอบทั้ง 8 คัน วิ่งครบระยะทาง 100,000 กิโลเมตร ได้มีการถอดชิ้นส่วนเครื่องยนต์ทุกคันเพื่อวิเคราะห์การเสื่อมสภาพของชิ้นส่วนอันได้แก่ ลูกสูบ ก้านสูบ แหวนลูกสูบ บ่าวาล์ว วาลว์ไอดี วาลว์ไอเสีย เสื้อสูบ กระบอกสูบ เพลาข้อเหวี่ยง หัวฉีด ลูกลอย น้ำมันเชื้อเพลิง ถังน้ำมันเชื้อเพลิง กรองหยาบ กรองปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง อ่างน้ำมันหล่อลื่น กรองน้ำมันหล่อลื่น เพื่อทำการตรวจเช็คด้วยสายตา (visual inspection) เทียบกับชิ้นส่วนของรถคันที่ทดสอบกับน้ำมันดีเซล บี7 ร่วมกับบริษัทรถยนต์ยี่ห้อนั้นๆ

ผลการทดสอบพบว่า อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันไบโอดีเซล บี10 มีแนวโน้มแย่กว่าน้ำมันดีเซล B7 เล็กน้อย (โดยพิจารณาจากผลการทดสอบบนแท่นทดสอบ เพราะผลจากการขับขี่บนท้องถนน จะมีหลายปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้แต่ละคันเพื่อการเปรียบเทียบ) ในขณะที่น้ำมันทดสอบทั้งสี่ชนิดให้ค่ากำลัง (±4%) และอัตราเร่งใกล้เคียงกัน (±5%) สำหรับผลการทดสอบค่าสมรรถนะ มลพิษ น้ำมันหล่อลื่น ไม่สามารถบ่งชี้ถึงความแตกต่างของการสึกหรอของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันทดสอบทั้ง 4 ชนิด ตลอดจนไม่พบการชำรุดเสียหายหรือความผิดปกติใดๆ ในชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ทั้งหมดที่ตรวจสอบด้วยสายตา อีกทั้งการทดสอบสตาร์ทเครื่องที่อุณหภูมิต่ำ (cold start) จะไม่พบปัญหาหากมีการใช้น้ำมันดีเซลฐานเกรดที่เหมาะสม

2.3. การนำร่องการใช้น้ำมันไบโอดีเซล บี10 ในภาคขนส่ง เพื่อเป็นการสร้างความเชื่อมั่นในการใช้น้ำมันไบโอดีเซล บี10 ในวงกว้าง ที่มีรถหลากหลายประเภท และสภาพการใช้งาน โดยมีการคัดเลือกรถนำร่องทั้งสิ้น 158 คัน ที่อายุ 1-19 ปี ระยะทางสะสมก่อนการนำร่องที่ 11,988-

826,758 กิโลเมตร จาก 4 หน่วยงานที่เข้าร่วมกันนำร่อง ซึ่งมีการใช้งานน้ำมันไบโอดีเซล บี 10 รวมทั้งสิ้น 101,039 ลิตร โดยแบ่งเป็น

1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 34,000 ลิตร
2. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จำนวน 1,000 ลิตร
3. อู่ทหารเรือธนบุรี สังกัดกรมอู่ทหารเรือ จำนวน 21,000 ลิตร และ
4. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ จำนวน 45,039 ลิตร

ซึ่งยังไม่พบปัญหาใดๆ ที่บ่งชี้ว่าการใช้น้ำมันไบโอดีเซล B10 มีผลกระทบต่อเครื่องยนต์อย่างมีนัยสำคัญ

ผลลัพธ์ของโครงการนี้ มีส่วนผลักดันให้เกิดมาตรฐานไบโอดีเซลคุณภาพสูง ที่มีปริมาณโมโนกลีเซอไรด์ต่ำกว่า 0.4wt% สำหรับใช้ผสมเป็นน้ำมันไบโอดีเซล บี10 ที่มีมาตรฐานค่าน้ำไม่เกิน 200ppm ซึ่งมีจำหน่ายตามสถานีบริการตั้งแต่ 15 พฤษภาคม 2562 เป็นต้นมา และบริษัทผู้ผลิตรถหลายรายได้ออกมารับรองการใช้น้ำมันไบโอดีเซล บี10 และ บี20 ในรถรุ่นต่างๆ

Executive Summary

From National Energy Policy Committee meeting on 30 May 2016, one of the resolution was to increase level of biodiesel blending in diesel with biodiesel of improved quality in the commercial scale, as well as demonstration of B10 usage in selected vehicles from governmental, military and private sectors prior to launching B10 as an alternative fuel option in the market. The committee has requested related stakeholders, including Ministry of Energy and Ministry of Science and Technology, to action in response to Alternative Energy Development Plan (AEDP: 2015-2036), where one of the biodiesel upgrading technology from Thailand-Japan collaborative project, "Innovation on Production and Automobile Utilization of Biofuels from Non-Food Biomass" under financial support by JST (Japan Science and Technology Agency) and JICA (Japan International Cooperation Agency) is H-FAME (partially Hydrogenated Fatty Acid Methyl Ester).

"Implementation of Higher Blend of Biodiesel" project was awarded from Energy Conservation Fund through Department of Alternative Energy Development and Efficiency (DEDE) during fiscal year 2017 with National Metal and Materials Technology Center (MTEC), National Science and Technology Development Agency (NSTDA) as project implementer during 28 October 2016 to 26 July with the following objectives.

1. To scale up biodiesel upgrading technology
2. To evaluate economic feasibility with policy recommendation for B10 promotion
3. To investigate biodiesel properties susceptible to degradation during storage and distribution
4. To determine environmental conditions that would degrade biodiesel quality, and develop biodiesel standard for higher blend with diesel
5. To investigate effects (performance, emission, fuel consumption and wears) on commonrail-diesel vehicles using upgraded biodiesel over 100,000 km on-road test
6. To prepare for B10 usage as an alternative

within the following scopes and results

1. Biodiesel upgrading, which could be categorized into 3 parts as follows
    1.1. Investigation on factors affecting biodiesel properties in laboratory, especially contaminant monoglyceride (MG) in biodiesel sine MG could affect fuel supply and injection system in diesel vehicle, including fuel filter blocking. Hence, this

part focuses on finding MG limit that would not cause sediment in B10 more than criteria imposed by Japan Automobile Manufacturers Association (JAMA) under simulated temperature in the laboratory according to ASTM D7501/D7321/D4625, EN12662

Biodiesels fuel with various MG levels (0.2, 0.3, 0.4 and 0.6wt%) were prepared to be blended with based diesel (B0) at 7, 10 and 20% for testing at temperature of 5, 10, 15 and 25 °C for 4 weeks prior to being vacuum-filtered with 0.8 micrometer pore size, in order to determine filtered sediment on filter paper according to JAMA criteria < 50 mg/l at temperature of 5 °C for Thailand. The result showed that B100 with MG < 0.4wt% passed JAMA criteria for B10, which was discussed with stakeholders, such as biodiesel producers, diesel refineries and car makers, before reaching an agreement in the revised biodiesel standard (for B10 blending) issued by Department of Energy Business (DOEB) on 15 May 2019.

1.2. Collection of biodiesel, base diesel and diesel (B7) samples from storage and distribution system in order to check susceptible fuel properties such as water content, acid value, MG amount, cloud point, oxidation stability and % biodiesel blending during rainy and winter seasons with high risk of water contamination and precipitation (if environment temperature is below cloud point), respectively.

From collections of biodiesel (B100) from 11 biodiesel producers, base diesel, biodiesel (B100) and diesel (B7) from 10 distribution centers scatter from all over the country, and diesel (B7) from 50 gas stations selected from market share and geographic spreading during rainy season (June to August 2017) and winter season (November 2017 to January 2018), none of the samples showed properties outside specification for both seasons. In addition, water content in all samples from gas station were below 300ppm, a DOEB criteria, with all measurements in fact were below 200ppm, which was JAMA recommendation for B10. Hence, after this survey results were presented for discussion with related stakeholders, such as biodiesel producers, diesel refineries and car makers, a water content limit was lower to below 200ppm in the revised B10 standard issued by DOEB on 15 May 2019.

1.3. Technology transfer of biodiesel upgrading process to demonstration plants in 2 current commercial biodiesel producers, who were evaluated with highest potential for technology transfer to produce biodiesel with MG < 0.4wt% (from laboratory results obtained earlier) to be blended as B10 for further testing in materials compatibility, vehicle performance and vehicle demonstration. Furthermore, actual upgrading cost were collected from demonstration plants in order to assess economic feasibility for upgrading cost in the commercial production scale.

With readiness criteria (to produce high quality biodiesel with MG < 0.4wt%) approved and assessed by project steering committee on all 11 commercial biodiesel producers, Bangchak Biofuel Company Limited (BBF) and Global Green Chemicals Public Company Limited (GGC) were selected, where GGC received H-FAME technology transfer from Idemitsu Kosan Company Limited with customized catalyst and BBF applied commercially available catalyst for comparison.

BBF upgrading process is downflow with commercially available catalyst ($NiMo/Al_2O_3$) with production capacity of 0.5 ton/day under feed biodiesel flow rate of 21 kg/hr and hydrogen flow rate of 0.5 kg/hr at temperature of 160 °C and pressure of 5 bar using 15 kg of catalyst. The upgraded biodiesel showed much lower MG than 0.4wt% but too high acid value; hence, the upgraded biodiesel needs to be blended with feed biodiesel at 50:50 in order to achieve MG < 0.4wt% and in-spec acid value. When actual upgrading costs from this production scale were forecast to production capacity of 100,000 ton/year with catalyst lifetime of 1 year, 75% plant operation, 5% interest rate and 15 years of equipment depreciation production, the upgrading cost was 1.144 THB/liter.

GGC upgrading process is upflow with customized catalyst (Pd/Al_2O_3) with production capacity of 1 ton/day under feed biodiesel flow rate of 42 kg/hr and hydrogen flow rate of 0.033 kg/hr at temperature of 85 °C and pressure of 5 bar using 10.97 kg of catalyst. The upgraded biodiesel, after crystallization process, showed MG < 0.4wt% with other parameters on-spec. When actual upgrading costs from this production scale were forecast to production capacity of 100,000 ton/year with catalyst lifetime of 5 months,

75% plant operation, 5% interest rate and 15 years of equipment depreciation production, the upgrading cost was 1.393 THB/liter.

2. Testing of upgraded biodiesel, which could be categorized into 3 parts as follows

2.1. Material compatibility test on engine parts, where selected engine parts, of metal, rubber and plastic, were chosen from those in contact with fuel, and two most popular brand pick-up truck. These parts were subjected to immersion test using B10 from high quality biodiesel with MG < 0.4 wt% and commercial B7 for reference, according to SAE J1747 (metal) at temperature of 45±2 °C for 12 weeks and SAE J1748/ASTM D417 (rubber/plastic) at temperature of 55±2 °C for 1,006 hours (rubber) and 2,000 hours (plastic). Measurements on volume, weight, mechanical strength of samples before after immersion into 2 fuel types showed no significant difference.

2.2. Engine compatibility and wear assessment during on-road test for 100,000 kilometers, where two most popular pick-up truck brands were chosen (each at 34-35% market share of pick-up truck registration). For each brand, most popular model was selected for 4 vehicles to test the following fuels

1. Diesel with 7% conventional biodiesel (B7/FAME)
2. Diesel with 10% conventional biodiesel (B10/FAME)
3. Diesel with 10% upgraded biodiesel having MG < 0.4wt% (B10/FAME_MG0.4) and
4. Diesel with 10% upgraded biodiesel from H-FAME having MG < 0.4wt% (B10/H-FAME_MG0.4)

on the following 3 routes

1. From MTEC to PTT gas station (Pongjit) on highway number 24 and back
2. From MTEC to Nakhon Sawan province on Asia highway and back
3. From MTEC to Bangkok with traffic congestion

where all 8 tested pick-up trucks were subjected to regular maintenance check-up at service center for every 10,000 kilometers to assess any abnormality and engine wear from metal content (e.g. iron, chromium, lead, copper, tin, aluminum, nickel, silver and titanium), contamination amount (e.g. water content, soot, fuel and silicon) and lube oil properties (e.g. viscosity, basicity, oxidation and nitration). At every 20,000 kilometers, all 8 tested pick-up trucks

were subjected to chassis dynamometer to assess performance, acceleration (e.g. time for 0-100, 60-80, 80-100, 100-120, 120-140 km/hr and 0-400 meters), fuel consumption (both from chassis dynamometer and refueling log book) and emission at 0 and 100,000 kilometers. In addition, all 8 tested pick-up trucks were subjected to cold start evaluation at Doi Inthanon Mountain Peak during 6-16 January 2019 (about 80,000 kilometers tested distance). When all 8 tested pick-up trucks finished 100,000 kilometers, all engines were disseminated to assess wear on the parts, such as piston, piston rod, piston ring, valve seat, intake air valve, exhaust air valve, cylinder block, cylinder, crankshaft, injector, fuel tank gauge, fuel tank, coarse filter, fuel filter, lube oil tank and lube oil filter, via visual inspection among car makers' technicians with reference to parts from vehicle tested with B7/FAME.

Tested results showed that fuel consumption with B10 was slightly worse than B7 (from chassis dynamometer result since too many uncontrolled factors for on-road test results' comparison); whereas, similar power (±4%) and acceleration (±5%) for all 4 tested fuels. However, there were no significant differences for performance, emission and lube oil results, as well as visual inspection on all disseminated engine parts. Furthermore, cold start test showed no problem if winter-grade base diesel is used.

2.3. Demonstration of B10 usage in transportation sector in order to widespread confidence of using B10 with various types of cars of various conditions under various usages. A total of 158 vehicles of 1-19 years with starting odometer reading of 11,988-826,758 kilometers from 4 participating organizations with accumulative B10 usage of 101,039 liters from

1. Kasetsart University: 34,000 liters
2. Rajamangala University of Technology Thanyaburi: 1,000 liters
3. Thonburi Dockyard, Royal Thai Navy Dockyard: 21,000 liters and
4. National Science and Technology Development Agency (NSTDA): 45,039 liters

where no problems have been reported on the effect of B10 usage on engine with significant difference.

This project output has directly contributed to revised upgraded biodiesel standard with monoglyceride below 0.4wt% for bending as B10 with revised water content of below 200ppm, which was commercially available since Department of Energy Business issued standards on 15 May 2019, as well as car makers' acceptance on biodiesel B10 and B20 for many vehicle models.