

อัตราส่วนผสมสูงสุดของน้ำมันไพโรไลซิสเพื่อให้ได้มาตรฐานน้ำมันดีเซลของไทย Maximum Blended Ratio of Pyrolysis Oil for Thai Commercial Diesel Standard

อรปวีณ์ แสงเนตร* และประเสริฐ เรียบร้อยเจริญ²

¹ สาขาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร 10332

² ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร 10332

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาอัตราส่วนน้ำมันไพโรไลซิสในน้ำมันดีเซลมีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กรมธุรกิจพลังงานประกาศกำหนด และเพื่อศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เบื้องต้นของการผสมน้ำมันไพโรไลซิสในน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว โดยจากการทดสอบตามมาตรฐาน American Society for Testing and Materials (ASTM) จำนวน 6 รายการทดสอบ ได้แก่ ความถ่วงจำเพาะ (ASTM D4052) ความหนืด (ASTM D445) จุดไหลเท (ASTM D97) กำมะถัน (ASTM D5453) จุดวาบไฟ (ASTM D93) และการกลั่น (ASTM D86) พบว่าน้ำมันไพโรไลซิสตัวอย่างที่ 1 (1PO) ที่อัตราส่วนน้ำมันไพโรไลซิสมากกว่าร้อยละ 10 โดยปริมาตร แต่ไม่เกินร้อยละ 20 โดยปริมาตร ค่าการทดสอบผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพทุกรายการทดสอบ ส่วนน้ำมันไพโรไลซิสตัวอย่างที่ 2 (2PO) ที่อัตราส่วนน้ำมันไพโรไลซิสน้อยกว่าร้อยละ 10 โดยปริมาตร พบว่าไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพ 1 รายการทดสอบ คือค่ากำมะถันที่ตรวจได้ร้อยละ 0.018 โดยน้ำหนัก เกณฑ์มาตรฐานกำหนดให้ไม่สูงกว่าร้อยละ 0.005 โดยน้ำหนัก และจากการศึกษาอัตราส่วนผสมน้ำมันไพโรไลซิสปริมาณมากที่สุดในน้ำดีเซล ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพสำหรับน้ำมันดีเซลหมุนเร็วตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน โดยใช้ น้ำมันไพโรไลซิสตัวอย่างที่ 1 (1PO) พบว่าน้ำมันไพโรไลซิสสามารถผสมในน้ำมันดีเซลได้สูงสุดที่อัตราส่วนน้ำมันไพโรไลซิสร้อยละ 18 โดยปริมาตร โดยมีคุณสมบัติผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพทั้ง 6 รายการทดสอบ ได้แก่ ค่าความถ่วงจำเพาะ 0.84 เกณฑ์มาตรฐานกำหนดให้ค่าความถ่วงจำเพาะอยู่ในช่วง 0.81-0.87 ค่าความหนืด 3.1 เซนติสโตกส์ เกณฑ์มาตรฐานกำหนดให้ค่าความหนืดอยู่ในช่วง 1.8-4.1 เซนติสโตกส์ ค่าจุดไหลเท 9 องศาเซลเซียส เกณฑ์มาตรฐานกำหนดให้ไม่สูงกว่า 10 องศาเซลเซียส ค่ากำมะถันร้อยละ 0.005 โดยน้ำหนัก เกณฑ์มาตรฐานกำหนดให้ไม่สูงกว่าร้อยละ 0.005 โดยน้ำหนัก ค่าจุดวาบไฟ 52 องศาเซลเซียส เกณฑ์มาตรฐานกำหนดให้ไม่ต่ำกว่า 52 องศาเซลเซียส และค่าอุณหภูมิของส่วนที่กลั่นได้ที่อัตราการระเหยร้อยละ 90 โดยปริมาตร 355 องศาเซลเซียส เกณฑ์มาตรฐานกำหนดให้ไม่สูงกว่า 357 องศาเซลเซียส และเมื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เบื้องต้นในการผสมน้ำมันไพโรไลซิสในน้ำมันดีเซลโดยเปรียบเทียบราคา ณ โรงกลั่นของน้ำมันดีเซลและราคา ณ โรงกลั่นของน้ำมันดีเซลที่มีอัตราส่วนผสมน้ำมันไพโรไลซิสร้อยละ 18 โดยปริมาตร พบว่าราคา ณ โรงกลั่นของน้ำมันดีเซลที่มีอัตราส่วนผสมน้ำมันไพโรไลซิสต่ำกว่าราคา ณ โรงกลั่นของน้ำมันดีเซลเฉลี่ยอยู่ที่ 0.19 บาท/ลิตร ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ในการผลักดันให้น้ำมันไพโรไลซิสเป็นเชื้อเพลิงจากพลังงานทดแทนในภาคขนส่งต่อไป

คำสำคัญ: น้ำมันไพโรไลซิส คุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง

* Corresponding author: Tel.: 080-0589-678. E-mail address: little.gift00@gmail.com



บทนำ

ประเทศไทยมีการจัดหาน้ำมันดิบเฉลี่ยอยู่ที่ระดับ 1,015 พันบาร์เรลต่อวัน การนำเข้าน้ำมันดิบคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 84 ของการจัดหาทั้งหมด โดยมีปริมาณการใช้ น้ำมันดิบเฉลี่ย 22,664 ล้านลิตรต่อปี ซึ่งมาจากการนำเข้า 828.9 ล้านลิตรต่อปี เมื่อพิจารณาปริมาณการใช้ น้ำมันดิบเฉลี่ยตลอด 5 ปีที่ผ่านมา มีแนวโน้มปริมาณการใช้เพิ่มขึ้นทุกปี ในปี พ.ศ.2559 การใช้ น้ำมันดิบเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.3 ส่วนการนำเข้าน้ำมันดิบเพิ่มขึ้นจากปีก่อนหน้าเกือบ 6 เท่าตัว[1] ในสถานการณ์ที่ประเทศไทยมีความต้องการใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้น แต่การจัดหาน้ำมันดิบในประเทศมีปริมาณจำกัด การจัดหาพลังงานรูปแบบใหม่เพื่อให้เพียงพอและเสริมสร้างความมั่นคงทางพลังงานจึงเป็นสิ่งจำเป็นและมีความสำคัญ

ในปัจจุบันประเทศไทยมีการส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซลในภาคขนส่ง โดยใช้ไบโอดีเซล (บี100) เป็นเชื้อเพลิงทดแทน น้ำมันดิบในอัตราร้อยละ 6.6-7 โดยปริมาตร และกระทรวงพลังงานยังได้ดำเนินโครงการศึกษาการเพิ่มอัตราส่วนผสมไบโอดีเซลในเครื่องยนต์ดีเซลหมุนเร็ว โดยจากการศึกษาพบว่าเครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่สามารถใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วที่มีอัตราส่วนผสมของไบโอดีเซลในอัตราส่วนสูงสุดร้อยละ 20 โดยปริมาตร[2] ตลอดจนได้ระบุให้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วที่มีอัตราส่วนผสมของไบโอดีเซลในอัตราส่วนร้อยละ 10 โดยปริมาตร (บี10) และอัตราส่วนร้อยละ 20 โดยปริมาตร (บี20) เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่สามารถจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ได้สำหรับรถยนต์ที่ผู้ผลิตให้การรับรอง นอกจากนี้ไบโอดีเซลแล้ว การพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ยังให้การสนับสนุนการศึกษาความเป็นไปได้ และความเหมาะสมของการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงสังเคราะห์จากขยะพลาสติกด้วยกระบวนการไพโรไลซิส เพื่อทดแทนการใช้น้ำมันฟอสซิลและเตรียมความพร้อมในการจัดหาน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับประเทศไทยอีกด้วย[3] โดยระบุไว้ในแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ.2558-2579 ให้น้ำมันไพโรไลซิสเป็นเชื้อเพลิงจากพลังงานทดแทนในภาคขนส่ง[4]

กระบวนการไพโรไลซิส เป็นกระบวนการแตกตัวหรือแตกสลายของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนสายโซ่ยาว โดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 400-800 องศาเซลเซียส ในสภาวะปราศจากออกซิเจน โดยทั่วไปผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการไพโรไลซิสแบ่งออกเป็น 3 ชนิดตามสถานะ คือ ก๊าซ ของเหลว และของแข็ง ผลิตภัณฑ์หลักของกระบวนการไพโรไลซิส คือ ผลิตภัณฑ์ของเหลวหรือที่เรียกว่าน้ำมันไพโรไลซิส โดยอัตราส่วนและคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการไพโรไลซิสโดยตรงซึ่งไม่ได้ผ่านกระบวนการกลั่นหรือกระบวนการปรับปรุงคุณภาพ มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ชนิดของวัตถุดิบ ชนิดเตาปฏิกรณ์ และสภาวะที่ใช้ในการไพโรไลซิส เป็นต้น[5]

การผสมน้ำมันไพโรไลซิสในน้ำมันดีเซลจึงเป็นวิธีหนึ่งในการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันไพโรไลซิสเพื่อให้สามารถใช้ในเชิงพาณิชย์ได้ โดยการศึกษาอัตราส่วนน้ำมันไพโรไลซิสในน้ำมันดีเซลเปรียบเทียบกับเกณฑ์คุณภาพมาตรฐานน้ำมันดีเซลสำหรับเครื่องยนต์รอบต่ำในประเทศไทย งานวิจัยก่อนหน้าได้มีการศึกษาการไพโรไลซิสพลาสติกประเภทโพลีเอทิลีนที่อุณหภูมิเฉลี่ย 600-700 องศาเซลเซียส น้ำมันไพโรไลซิสที่ได้มีค่าความถ่วงจำเพาะ 0.789 ค่าความหนืด 5.92 เซนติสโตกส์ตามเกณฑ์คุณภาพมาตรฐาน ค่าจุดวาบไฟต่ำกว่า 27 องศาเซลเซียสซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์คุณภาพมาตรฐาน วิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำมันไพโรไลซิสผสมน้ำมันดีเซลที่อัตราส่วนน้ำมันไพโรไลซิสร้อยละ 5 10 15 และ 20 โดยปริมาตร โดยใช้วิธีทดสอบตามมาตรฐาน American Society for Testing and Materials (ASTM) เมื่ออัตราส่วนน้ำมันไพโรไลซิสเพิ่มขึ้น ค่าความถ่วงจำเพาะและค่าจุดวาบไฟของน้ำมันผสมลดลงในขณะที่ค่าความหนืดสูงขึ้น คุณสมบัติทั้ง 3 รายการทดสอบของน้ำมันไพโรไลซิสผสมน้ำมันดีเซลผ่านเกณฑ์คุณภาพมาตรฐานในทุกอัตราส่วน[6] งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาอัตราส่วนน้ำมันไพโรไลซิสในน้ำมันดีเซลที่เหมาะสม โดยทดสอบคุณสมบัติเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำมันดีเซลหมุนเร็วตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซล พ.ศ.2562 เพื่อผลักดันให้น้ำมันไพโรไลซิสเป็นเชื้อเพลิงจากพลังงานทดแทนในภาคขนส่งได้

วิธีการวิจัย

ตัวอย่างน้ำมันไพโรไลซิสจากขยะพลาสติกจำนวน 2 ตัวอย่าง ได้แก่ น้ำมันไพโรไลซิสตัวอย่างที่ 1 (1PO) ใช้วัตถุดิบเป็นขยะพลาสติกจากหลุมฝังกลบ ซึ่งประกอบไปด้วยพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีนและพอลิโพรพิลีน แหล่งที่มาจากศูนย์เชื้อเพลิงและพลังงานชีวมวล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จังหวัดสระบุรี และน้ำมันไพโรไลซิสตัวอย่างที่ 2 (2PO) ใช้วัตถุดิบผสมหลายชนิด ได้แก่ พลาสติกชนิดพอลิเอทิลีน พลาสติกชนิดพอลิโพรพิลีน ยาง และน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว แหล่งที่มาจากบริษัท จีอาร์ดี เทคโนโลยี จำกัด และตัวอย่างน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว (ADO) จำนวน 1 ตัวอย่าง จากห้องปฏิบัติการทดสอบคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง กรมธุรกิจพลังงาน โดยทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีตามรายการทดสอบที่เกี่ยวข้อง ด้วยเครื่องมือที่รองรับวิธีทดสอบตามมาตรฐานในห้องปฏิบัติการทดสอบคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง ได้แก่ ค่าความถ่วงจำเพาะ ตามวิธีทดสอบมาตรฐาน ASTM D4052 โดย Density Meter ยี่ห้อ Anton Parr รุ่น DMA4500M ค่าความหนืด ตามวิธีทดสอบมาตรฐาน ASTM D445 โดย Viscosity Meter ยี่ห้อ Cannon รุ่น CAV2100 ค่าจุดไหลเท ตามวิธีทดสอบมาตรฐาน ASTM D97 โดย Cloud and Pour point Apparatus ยี่ห้อ Stanhope-Seta รุ่น 93531-7V ค่ากำมะถัน ตามวิธีทดสอบมาตรฐาน ASTM D5453 โดย Elemental Analyzer ยี่ห้อ Antek รุ่น MultiTek ค่าจุดวาบไฟ ตามวิธีทดสอบมาตรฐาน ASTM D93 โดย Flash Point Analyzer ยี่ห้อ Petrotest รุ่น PM4 และค่าการกลั่น ตามวิธีทดสอบมาตรฐาน ASTM D86 โดย Automatic Distillation ยี่ห้อ PAC รุ่น OptiDist โดยนำตัวอย่างน้ำมันไพโรไลซิสทั้ง 2 ตัวอย่างมาเปรียบเทียบกับค่าการทดสอบและค่าตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพสำหรับน้ำมันดีเซลของประกาศกรมธุรกิจพลังงาน[7] ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปวิธีทดสอบและเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา เทียบตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพของประกาศกรมธุรกิจพลังงาน

รายการทดสอบ	งานวิจัยใช้ศึกษา		ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน	
	วิธีทดสอบ	เครื่องมือทดสอบ	วิธีทดสอบ	อัตราสูงต่ำ
ความถ่วงจำเพาะ ณ อุณหภูมิ 15.6/15.6 องศาเซลเซียส	ASTM D4052	Density Meter ยี่ห้อ Anton Parr รุ่น DMA4500M	ASTM D1298	ไม่ต่ำกว่า 0.81 และไม่สูงกว่า 0.87
ความหนืด ณ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส (เซนติสโตกส์)	ASTM D445	Viscosity Meter ยี่ห้อ Cannon รุ่น CAV2100	ASTM D445	ไม่ต่ำกว่า 1.8 และไม่สูงกว่า 4.1
จุดไหลเท (องศาเซลเซียส)	ASTM D97	Cloud and Pour point Apparatus ยี่ห้อ Stanhope-Seta รุ่น 93531-7V	ASTM D97	ไม่สูงกว่า 10
กำมะถัน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ASTM D5453	Elemental Analyzer ยี่ห้อ Antek รุ่น MultiTek	ASTM D2622	ไม่สูงกว่า 0.005
จุดวาบไฟ (องศาเซลเซียส)	ASTM D93	Flash Point Analyzer ยี่ห้อ Petrotest รุ่น PM4	ASTM D93	ไม่ต่ำกว่า 52
การกลั่น อุณหภูมิของส่วนที่กลั่นได้โดยปริมาตรในอัตรา ร้อยละเก้าสิบ (องศาเซลเซียส)	ASTM D86	Automatic Distillation ยี่ห้อ PAC รุ่น OptiDist	ASTM D86	ไม่สูงกว่า 357

การทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้นของน้ำมันไพโรไลซิสและน้ำมันดีเซลดำเนินการทดสอบจำนวน 4 รายการ ได้แก่ ความถ่วงจำเพาะ ความหนืด กำมะถัน และจุดวาบไฟ สำหรับการศึกษาอัตราส่วนของน้ำมันไพโรไลซิสทั้ง 2 ตัวอย่าง ในน้ำมันดีเซล ดำเนินการทดสอบในช่วงอัตราส่วนร้อยละ 10 20 30 40 และ 50 โดยปริมาตร จากนั้นเลือกอัตราส่วนน้ำมันไพโรไลซิสข้างต้นที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพทุกรายการทดสอบ เพื่อศึกษาอัตราส่วนน้ำมันไพโรไลซิสผสมสูงสุด

ในน้ำมันดีเซล โดยเพิ่มอัตราส่วนร้อยละ 1 โดยปริมาตร และดำเนินการทดสอบจำนวน 6 รายการ ได้แก่ ความถ่วงจำเพาะ ความหนืด จุดไหลเท กำมะถัน จุดวาบไฟ และการกลั่น

สำหรับการศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เบื้องต้นในการผสมน้ำมันไฟโรไลซิสในน้ำมันดีเซลที่อัตราส่วนน้ำมันไฟโรไลซิสปริมาณมากที่สุดที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ด้วยการเปรียบเทียบราคา ณ โรงกลั่นของน้ำมันดีเซลและราคา ณ โรงกลั่นของน้ำมันดีเซลที่มีอัตราส่วนผสมน้ำมันไฟโรไลซิส โดยใช้ข้อมูลราคา ณ โรงกลั่นของน้ำมันดีเซลและราคาอ้างอิงไปโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน ประจำเดือนมกราคม พ.ศ.2562 ที่สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงานเผยแพร่[8] ทั้งนี้กำหนดให้ราคาอ้างอิงน้ำมันเตาชนิดที่ 1 แทนราคาน้ำมันไฟโรไลซิสสำหรับการคำนวณราคาอ้างอิงหน้าโรงกลั่นของน้ำมันดีเซลที่มีอัตราส่วนผสมน้ำมันไฟโรไลซิส ตามสมการที่ 1 ดังนี้

$$\text{ราคา ณ โรงกลั่น} = [(1 - x - y)(\text{MOPS} + \text{พรีเมียม})] + [x(\text{B100})] + [y(\text{PO})] \quad (1)$$

กำหนดให้	x	คือ ร้อยละ 6.8 โดยปริมาตรไปโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ในน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว
	y	คือ ร้อยละโดยปริมาตรน้ำมันไฟโรไลซิสในน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว
	MOPS + พรีเมียม	คือ ราคาน้ำมันดีเซลหมุนเร็วอ้างอิงราคากลางของตลาดภูมิภาคเอเชียรวมค่าขนส่ง
	B100	คือ ราคาอ้างอิงไปโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน
	PO	คือ ราคาไฟโรไลซิสโดยใช้ราคาอ้างอิงน้ำมันเตาชนิดที่ 1

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

การทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้นจำนวน 4 รายการทดสอบ ได้แก่ ความถ่วงจำเพาะ ความหนืด กำมะถัน และจุดวาบไฟของน้ำมันไฟโรไลซิสจำนวน 2 ตัวอย่าง เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล พบว่าค่าความถ่วงจำเพาะ ค่าความหนืด และค่าจุดวาบไฟของน้ำมันไฟโรไลซิสทั้งสองตัวอย่างมีค่าต่ำกว่าน้ำมันดีเซล โดยที่ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันไฟโรไลซิสตัวอย่างที่ 1 และ 2 มีค่า 0.80 และ 0.82 ตามลำดับ ต่ำกว่าค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันดีเซล 0.85 ค่าความหนืดของน้ำมันไฟโรไลซิสตัวอย่างที่ 1 และ 2 มีค่า 2.9 และ 2.6 เซนติสโตกส์ ตามลำดับ ต่ำกว่าค่าความหนืดของน้ำมันดีเซล 3.2 เซนติสโตกส์ ค่าจุดวาบไฟของน้ำมันไฟโรไลซิสตัวอย่างที่ 1 และ 2 มีค่า 31 และต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ต่ำกว่าค่าจุดวาบไฟของน้ำมันดีเซล 63 องศาเซลเซียส ในขณะที่ค่ากำมะถันของน้ำมันไฟโรไลซิสทั้งสองตัวอย่างสูงกว่าน้ำมันดีเซล โดยที่ค่ากำมะถันของน้ำมันไฟโรไลซิสตัวอย่างที่ 1 และ 2 มีค่าร้อยละ 0.012 และ 0.114 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ สูงกว่าค่ากำมะถันของน้ำมันดีเซลร้อยละ 0.004 โดยน้ำหนัก นอกจากนี้ยังพบว่าค่าจุดไหลเทของน้ำมันไฟโรไลซิสตัวอย่างที่ 1 มีค่า 24 องศาเซลเซียส สูงกว่าจุดไหลเทของน้ำมันดีเซล 0 องศาเซลเซียส แต่ค่าจุดไหลเทของน้ำมันไฟโรไลซิสตัวอย่างที่ 2 มีค่า -27 องศาเซลเซียส ต่ำกว่าจุดไหลเทของน้ำมันดีเซล

การทดสอบคุณสมบัติของน้ำมันไฟโรไลซิสผสมน้ำมันดีเซลที่อัตราส่วนน้ำมันไฟโรไลซิสร้อยละ 10 20 30 40 และ 50 โดยปริมาตร จำนวน 6 รายการทดสอบ ได้แก่ ความถ่วงจำเพาะ ความหนืด จุดไหลเท กำมะถัน จุดวาบไฟ และการกลั่น ผลการทดสอบสำหรับน้ำมันไฟโรไลซิสตัวอย่างที่ 1 (1PO) พบว่าเมื่ออัตราส่วนน้ำมันไฟโรไลซิสเพิ่มขึ้น ค่าความถ่วงจำเพาะ ค่าความหนืด และค่าจุดวาบไฟของน้ำมันผสมลดลง ในขณะที่ค่าจุดไหลเท ค่ากำมะถันและค่าอุณหภูมิของส่วนที่กลั่นได้ที่อัตราการระเหยร้อยละ 90 โดยปริมาตรของน้ำมันผสมสูงขึ้น ทั้งนี้ น้ำมันไฟโรไลซิสผสมน้ำมันดีเซลที่อัตราส่วนน้ำมันไฟโรไลซิสร้อยละ 20 โดยปริมาตร มีค่าจุดไหลเทและค่ากำมะถันสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพ อย่างไรก็ตาม น้ำมันไฟโรไลซิสผสมน้ำมันดีเซลที่อัตราส่วนน้ำมันไฟโรไลซิสร้อยละ 10 โดยปริมาตร มีคุณสมบัติผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพทั้ง 6 รายการทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบคุณสมบัติน้ำมันผสมระหว่างน้ำมันไฟโรไลซิสตัวอย่างที่ 1 และน้ำมันดีเซล

รายการทดสอบ	อัตราสูงต่ำ	1PO10	1PO20	1PO30	1PO40	1PO50
ความถ่วงจำเพาะ	ไม่ต่ำกว่า 0.81 และไม่สูงกว่า 0.87	0.84	0.84	0.83	0.83	0.83
ความหนืด (เซนติสโตกส์)	ไม่ต่ำกว่า 1.8 และไม่สูงกว่า 4.1	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1
จุดไหลเท (องศาเซลเซียส)	ไม่สูงกว่า 10	6	12	15	15	18
กำมะถัน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ไม่สูงกว่า 0.005	0.005	0.006	0.007	0.008	0.008
จุดวาบไฟ (องศาเซลเซียส)	ไม่ต่ำกว่า 52	56	52	47	43	41
อุณหภูมิของส่วนที่กลั่นได้โดยปริมาตร ในอัตราร้อยละเก้าสิบ (องศาเซลเซียส)	ไม่สูงกว่า 357	354.1	356.6	359.4	361.9	365.5

สำหรับน้ำมันไฟโรไลซิสตัวอย่างที่ 2 (2PO) ผลการทดสอบพบว่าเมื่ออัตราส่วนน้ำมันไฟโรไลซิสเพิ่มขึ้นค่าความถ่วงจำเพาะ ค่าความหนืด ค่าจุดวาบไฟ และค่าจุดไหลเทของน้ำมันผสมลดลง ในขณะที่ค่ากำมะถันและค่าอุณหภูมิของส่วนที่กลั่นได้ที่อัตราการระเหยร้อยละ 90 โดยปริมาตรของน้ำมันผสมสูงขึ้น ทั้งนี้ น้ำมันไฟโรไลซิสผสมน้ำมันดีเซลที่อัตราส่วนน้ำมันไฟโรไลซิสร้อยละ 10 โดยปริมาตร มีคุณสมบัติไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพสำหรับน้ำมันดีเซลหมุนเร็วตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน 1 รายการทดสอบ โดยมีค่ากำมะถันร้อยละ 0.018 โดยน้ำหนัก เกณฑ์มาตรฐานกำหนดให้ไม่สูงกว่าร้อยละ 0.005 โดยน้ำหนัก และผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพ 5 รายการทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบคุณสมบัติน้ำมันผสมระหว่างน้ำมันไฟโรไลซิสตัวอย่างที่ 2 และน้ำมันดีเซล

รายการทดสอบ	อัตราสูงต่ำ	2PO10	2PO20	2PO30	2PO40	2PO50
ความถ่วงจำเพาะ	ไม่ต่ำกว่า 0.81 และไม่สูงกว่า 0.87	0.84	0.84	0.84	0.83	0.83
ความหนืด (เซนติสโตกส์)	ไม่ต่ำกว่า 1.8 และไม่สูงกว่า 4.1	3.2	3.1	3.0	3.0	3.0
จุดไหลเท (องศาเซลเซียส)	ไม่สูงกว่า 10	-3	-3	-6	-6	-12
กำมะถัน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ไม่สูงกว่า 0.005	0.018	0.032	0.037	0.065	0.079
จุดวาบไฟ (องศาเซลเซียส)	ไม่ต่ำกว่า 52	53	44	38	32	28
อุณหภูมิของส่วนที่กลั่นได้โดยปริมาตร ในอัตราร้อยละเก้าสิบ (องศาเซลเซียส)	ไม่สูงกว่า 357	352.9	354.0	356.4	356.8	357.9

จากผลการทดสอบคุณสมบัติของน้ำมันไฟโรไลซิสผสมน้ำมันดีเซลข้างต้น แสดงให้เห็นว่าอัตราส่วนน้ำมันไฟโรไลซิสตัวอย่างที่ 1 ที่สามารถผสมในน้ำมันดีเซลหมุนเร็วและผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพ คืออัตราส่วนมากกว่าร้อยละ 10 โดยปริมาตรแต่ไม่เกินร้อยละ 20 โดยปริมาตร ส่วนอัตราส่วนน้ำมันไฟโรไลซิสตัวอย่างที่ 2 ที่สามารถผสมในน้ำมันดีเซลหมุนเร็วและผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพ คืออัตราส่วนน้อยกว่าร้อยละ 10 โดยปริมาตร ผู้วิจัยเลือกน้ำมันไฟโรไลซิสตัวอย่างที่ 1 ผสมน้ำมันดีเซลที่อัตราส่วนน้ำมันไฟโรไลซิสร้อยละ 10 โดยปริมาตรแต่ไม่เกินร้อยละ 20 โดยปริมาตร เพื่อศึกษาอัตราส่วนน้ำมันไฟโรไลซิสปริมาณมากที่สุดที่สามารถผสมในน้ำมันดีเซลและผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพ โดยทำการศึกษาอัตราส่วนน้ำมันไฟโรไลซิสเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 โดยปริมาตร ที่อัตราส่วนน้ำมันไฟโรไลซิส

ร้อยละ 11 12 13 14 15 16 17 18 และ 19 โดยปริมาตร จากการทดสอบพบว่าน้ำมันไพโรไลซิสผสมน้ำมันดีเซลที่อัตราส่วนน้ำมันไพโรไลซิสร้อยละ 18 โดยปริมาตร มีคุณสมบัติผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพสำหรับน้ำมันดีเซลหมุนเร็วตามประกาศกรมธุรกิจพลังงานทั้ง 6 รายการ โดยที่มีค่าความถ่วงจำเพาะ 0.84 เกณฑ์มาตรฐานกำหนดให้ค่าความถ่วงจำเพาะอยู่ในช่วง 0.81-0.87 ค่าความหนืด 3.1 เซนติสโตกส์ เกณฑ์มาตรฐานกำหนดให้ค่าความหนืดอยู่ในช่วง 1.8-4.1 เซนติสโตกส์ ค่าจุดไหลเท 9 องศาเซลเซียส เกณฑ์มาตรฐานกำหนดให้ไม่สูงกว่า 10 องศาเซลเซียส ค่ากำมะถันร้อยละ 0.005 โดยน้ำหนัก เกณฑ์มาตรฐานกำหนดให้ไม่สูงกว่าร้อยละ 0.005 โดยน้ำหนัก ค่าจุดวาบไฟ 52 องศาเซลเซียส เกณฑ์มาตรฐานกำหนดให้ไม่ต่ำกว่า 52 องศาเซลเซียส และค่าอุณหภูมิของส่วนที่กลั่นได้ที่อัตราการระเหยร้อยละ 90 โดยปริมาตร 355 องศาเซลเซียส เกณฑ์มาตรฐานกำหนดให้ไม่สูงกว่า 357 องศาเซลเซียส นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบปริมาณความร้อนของน้ำมันดีเซลและน้ำมันดีเซลที่มีอัตราส่วนผสมน้ำมันไพโรไลซิสร้อยละ 18 โดยปริมาตร ดังแสดงในตารางที่ 4 พบว่ามีปริมาณความร้อนใกล้เคียงกันอยู่ที่ 10,691 แคลอรีต่อกรัม และ 10,701 แคลอรีต่อกรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ผลการศึกษาอัตราส่วนน้ำมันไพโรไลซิสปริมาณมากที่สุดที่สามารถผสมในน้ำมันดีเซล

รายการทดสอบ	1PO11	1PO12	1PO13	1PO14	1PO15	1PO16	1PO17	1PO18	1PO19
ความถ่วงจำเพาะ	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84
ความหนืด (เซนติสโตกส์)	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
จุดไหลเท (องศาเซลเซียส)	6	6	6	6	9	9	9	9	12
กำมะถัน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
จุดวาบไฟ (องศาเซลเซียส)	56	56	55	55	54	54	54	52	52
อุณหภูมิของส่วนที่กลั่นได้									
โดยปริมาตรในอัตราร้อยละ	354.0	354.8	355.0	354.8	355.3	356.0	355.7	355.4	356.2
เก้าสิบ (องศาเซลเซียส)									

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาคุณสมบัติของอัตราส่วนน้ำมันไพโรไลซิสในน้ำมันดีเซลตามประกาศกรมธุรกิจพลังงานเรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซล พ.ศ.2562 พบว่าอัตราส่วนน้ำมันไพโรไลซิสตัวอย่างที่ 1 (1PO) ที่สามารถผสมในน้ำมันดีเซลหมุนเร็วและผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพ คืออัตราส่วนมากกว่าร้อยละ 10 โดยปริมาตร แต่ไม่เกินร้อยละ 20 โดยปริมาตร ส่วนอัตราส่วนน้ำมันไพโรไลซิสตัวอย่างที่ 2 (2PO) ที่สามารถผสมในน้ำมันดีเซลหมุนเร็วและผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพ คืออัตราส่วนน้อยกว่าร้อยละ 10 โดยปริมาตร อัตราส่วนน้ำมันไพโรไลซิสที่ผสมใน 2 ตัวอย่างแตกต่างกันตามวัตถุดิบตั้งต้นที่ใช้ในกระบวนการไพโรไลซิส โดยน้ำมันไพโรไลซิสตัวอย่างที่ 1 ใช้วัตถุดิบเป็นขยะพลาสติกจากหลุมฝังกลบ ซึ่งประกอบไปด้วยพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีนและพอลิโพรพิลีน ส่วนน้ำมันไพโรไลซิสตัวอย่างที่ 2 ใช้วัตถุดิบผสมหลายชนิด ได้แก่ พลาสติกชนิดพอลิเอทิลีน พลาสติกชนิดพอลิโพรพิลีน ยาง และน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว วัตถุดิบที่ต่างกันดังกล่าวส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำมันผสม ทำให้น้ำมันดีเซลผสมน้ำมันไพโรไลซิสตัวอย่างที่ 2 มีค่ากำมะถันสูง เมื่อทำการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันไพโรไลซิสตัวอย่างที่ 2 ที่ผสมน้ำมันดีเซลที่อัตราส่วนน้ำมันไพโรไลซิสร้อยละ 10 โดยปริมาตร (2PO10) ด้วยถ่านกัมมันต์ในอัตราส่วนถ่านต่อน้ำมัน 2 ต่อ 5 เป็นเวลา 36 ชั่วโมง พบว่าค่ากำมะถันไม่เปลี่ยนแปลง และการศึกษาอัตราส่วนผสมน้ำมันไพโรไลซิสปริมาณมากที่สุดที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพสำหรับน้ำมันดีเซลหมุนเร็วตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน โดยใช้ น้ำมันไพโรไลซิสตัวอย่างที่ 1 (1PO) โดยทำการศึกษา

อัตราส่วนน้ำมันไพโรไลซิสเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 โดยปริมาตร ที่อัตราส่วนน้ำมันไพโรไลซิสร้อยละ 11 12 13 14 15 16 17 18 และ 19 โดยปริมาตร พบว่าน้ำมันไพโรไลซิสผสมน้ำมันดีเซลที่มีอัตราส่วนน้ำมันไพโรไลซิสร้อยละ 18 โดยปริมาตร มีคุณสมบัติผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพสำหรับน้ำมันดีเซลหมุนเร็วตามประกาศกรมธุรกิจพลังงานทั้ง 6 รายการทดสอบเมื่อวิเคราะห์ความคั่งค่าทางเศรษฐศาสตร์เบื้องต้นในการผสมน้ำมันไพโรไลซิสในน้ำมันดีเซล โดยเปรียบเทียบราคา ณ โรงกลั่นของน้ำมันดีเซลและราคา ณ โรงกลั่นของน้ำมันดีเซลที่มีอัตราส่วนผสมน้ำมันไพโรไลซิสร้อยละ 18 โดยปริมาตร พบว่าราคา ณ โรงกลั่นของน้ำมันดีเซลที่มีอัตราส่วนผสมน้ำมันไพโรไลซิสต่ำกว่าราคา ณ โรงกลั่นของน้ำมันดีเซลเฉลี่ยอยู่ที่ 0.19 บาท/ลิตร ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ในการผลักดันให้น้ำมันไพโรไลซิสเป็นเชื้อเพลิงจากพลังงานทดแทน ในภาคขนส่งต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ได้รับความอนุเคราะห์ตัวอย่างน้ำมันไพโรไลซิสจากศูนย์เชื้อเพลิงและพลังงานชีวมวล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จังหวัดสระบุรี และบริษัท จีอาร์ดี เทคโนโลยี จำกัด และได้รับความอนุเคราะห์ตัวอย่างน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว เครื่องมือทดสอบคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิงจากห้องปฏิบัติการทดสอบคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง กรมธุรกิจพลังงาน

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2560). รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย 2560. นครปฐม : บริษัท ชัน แพคเกจจิ้ง (2014) จำกัด
- [2] บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน). (2557) โครงการศึกษาการใช้้ำมันดีเซลหมุนเร็วที่มีส่วนผสมของไบโอดีเซลในอัตราส่วนร้อยละ 20 ในรถบรรทุกขนาดใหญ่โดยวิธีการทดสอบภาคสนาม.
- [3] มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. (2560). โครงการศึกษาความเป็นไปได้และความเหมาะสมของการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงสังเคราะห์ (Biomass to Liquid: BTL) จากชีวมวลด้วยวิธี Fast Pyrolysis. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน
- [4] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2558). แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก ปี พ.ศ.2558-2579.
- [5] กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่. เทคโนโลยีการผลิตพลังงาน/เชื้อเพลิงจากขยะพลาสติก. โครงการส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีการนำวัสดุเหลือใช้และกากของเสียมาใช้ประโยชน์. 1-11.
- [6] วราคม วงศ์ชัย. (2557). ผลกระทบของอัตราส่วนผสมน้ำมันไพโรไลซิสและน้ำมันดีเซลต่อสมรรถนะและก๊าซไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม. 10 (2), 72-84.
- [7] กรมธุรกิจพลังงาน. (2562). ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซล ปี พ.ศ. 2562.
- [8] สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. โครงสร้างราคาน้ำมัน สืบค้นเมื่อ 1 มกราคม-4 กุมภาพันธ์ 2562, จาก <http://www.eppo.go.th/index.php/th/petroleum/price/structure-oil-price>.