ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานความร้อนและความหนืดของน้ำมันพืชใช้แล้วผสมกับน้ำมันดีเซล

อีลีหย๊ะ สนิโซ* เชิดตระกูล หอมจำปา* และ สูรายา เจ๊ะเต๊ะ*

บทคัดย่อ

น้ำมันพืชที่ใช้แล้วสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซลได้ งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาค่าพลังงานความร้อนและสัมประสิทธิ์ความหนืดของน้ำมันพืชที่ใช้แล้วผสมกับน้ำมันดีเซลที่อัตราส่วนผสมเท่ากับ 02:98, 05:95, 10:90, 15:85, 18:82, 20:80 และ 50:50 % โดยปริมาตร จากการทดลองพบว่าน้ำมันผสมที่อัตราส่วนเท่ากับ 18:82 % โดยปริมาตร มีค่าพลังงานความร้อนสูงสุดเท่ากับ 5.14×10^4 kJ/kg โดยค่าพลังงานความร้อนจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนผสมเพิ่มขึ้นจนถึงที่อัตราส่วนผสมเท่ากับ 18:82% โดยปริมาตร จากนั้นค่าพลังงานความร้อนของน้ำมันผสมจะมีค่าลดลงเมื่ออัตราส่วนผสมเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดของน้ำมันผสมที่อัตราส่วนผสมเท่ากับ 18:82 % โดยปริมาตร จะมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 2.39×10^{-1} N.s/m^2 โดยค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนผสมเพิ่มขึ้น และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานความร้อนกับค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดของน้ำมันผสมพบว่า ค่าพลังงานความร้อนมีความสัมพันธ์แบบโพลิโนเมียลกับค่าสัมประสิทธิ์ความหนืด โดยเมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดของน้ำมันผสมเพิ่มขึ้นค่าพลังงานความร้อนจะมีค่าลดลง

คำสำคัญ: น้ำมันพืชใช้แล้ว น้ำมันดีเซล พลังงานความร้อน สัมประสิทธิ์ความหนืด

* ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
133 ถนน เทศบาล 3 อำเภอเมือง จังหวัดยะลา 95000, e-mail: Saniso.E@hotmail.com

The Relationship of Thermal Energy and Viscosity of Used Vegetable Oil and Diesel Oil Mixture

Eleeyah Saniso* Cherdtrakul Homjumpa* and Suraya Cheteh*

Abstract

Used vegetable oil has been taken into accounted to use as raw material for producing of bio-diesel. The research is to investigate the thermal energy content and coefficient of viscosity of used vegetable oil mixed with diesel oil at mixed ratio of 02:98, 05:95, 10:90, 15:85, 18:82, 20:80 and 50:50 % by volume. The results have shown that the oil blended ratio at 18:82% by volume have maximum of net heating value (NHV) is 5.14×10^{4} kJ/kg. The NHV is increasing with oil blended ratio increased to the oil blended ratio of 18:82% by volume, after that is decreased with increasing the mixed ratio. Whilst, the coefficient of viscosity of blended oil at mixed ratio of 18:82 % by volume is minimum, is 2.39×10^{-1} N.s/m^2. The coefficient of viscosity is increasing with the mixed oil ratio increased. Finally, to consider the relationship between the NHV and coefficient of viscosity of mixed oil, shown that the NHV is polynomial function with the coefficient of viscosity. The coefficient of viscosity is increasing, NHV are decreased.

Keywords: Used Vegetable Oil Diesel Oil Thermal Energy Coefficient of Viscosity

* Department of Science, Faculty of Science Technology and Agriculture, Yala Rajabhat University, 133 Tesaban Road 3, Amphur Muang, Yala 95000, Thailand. e-mail: Saniso.E@hotmail.com

บทนำ

น้ำมันเป็นพลังงานที่สำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจ และเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำเนินชีวิตของประชาชนในทุกภูมิภาคของโลก รวมถึงประเทศไทยที่ต้องใช้น้ำมันใน 3 ภาคหลัก คือ ภาคอุตสาหกรรม ภาคขนส่ง และภาคครัวเรือน (1-3) นับวันความต้องการใช้น้ำมันจะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ตามสภาพเศรษฐกิจ และอุตสาหกรรมที่เจริญก้าวหน้าอย่างต่อเนื่องในขณะที่พลังงานน้ำมันกำลังจะหมดไปจากโลกทุกขณะ ทำให้ในหลายประเทศรวมทั้งประเทศไทยต้องทำการศึกษาค้นคว้า และทำการวิจัยเกี่ยวกับเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมัน เช่น ไบโอดีเซล (Biodiesel) ซึ่งสา

มารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ 1) ไบโอดีเซลที่ได้จากน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ ซึ่งสามารถนำมาใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลได้เลย 2) ไบโอดีเซลแบบลูกผสม ซึ่งได้จากการนำน้ำมันพืชหรือน้ำมันจากไขมันสัตว์มาผสมกับน้ำมันก๊าด หรือน้ำมันดีเซล เช่น โคโคดีเซล (Coco-diesel) และปาล์มดีเซล (Palm-diesel) เป็นต้น และ 3) ไบโอดีเซลแบบเอสเตอร์ ซึ่งเป็นไบโอดีเซลที่ได้จากกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เรียกว่า ทรานเอสเทอริฟิเคชั่น (Transesterification process) คือ การนำเอาน้ำมันจากพืชหรือสัตว์มาทำปฏิกิริยากับแอลกอออล์โดยใช้กรด หรือด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (4,5)

ภาวะวิกฤติพลังงานในปัจจุบันก่อให้เกิดผลกระทบต่อการดำรงชีวิตประจำวันของคนไทยทั้งทางตรงและทางอ้อมที่นับวันพลังงาน ก็เริ่มหมดลงไปเรื่อย ๆ ทำให้ประเทศไทยต้องนำน้ำมันไบโอดีเซลเข้ามาใช้เพราะเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ที่เหมาะสมในการประหยัดพลังงาน (3,4) จากรายงานการวิจัยพบว่า น้ำมันพืชที่ผ่านการทอดแล้ว ถ้านำกลับมาใช้ซ้ำจะเป็นอันตรายต่อมนุษย์ กล่าวคือ จะมีสารก่อมะเร็งที่เป็นอันตรายอย่างยิ่งต่อการเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็ง แต่ในขณะเดียวกันก็พบว่าน้ำมันพืชเหล่านี้สามารถนำมาผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนที่แตกต่างกันแล้วนำไปใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กได้ ซึ่งเป็นการนำน้ำมันพืชที่ใช้แล้วมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้อีกทางหนึ่ง (6-8)

จากข้อมูลการศึกษาด้านพลังงานทดแทนโดยเฉพาะไบโอดีเซล พบว่าไบโอดีเซลผลิตได้จากน้ำมันพืช ไขมันสัตว์ และน้ำมันจากสาหร่าย (2-4) น้ำมันพืชใช้แล้วที่นำมาใช้ทอดอาหารจะมีสิ่งปนเปื้อนผสมอยู่ การนำกลับมาใช้ประกอบอาหารซ้ำ ซึ่งกระทำอยู่ในปัจจุบันจะมีมลพิษของสารแตกตัวจากการทอดซ้ำ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ เช่น ยับยั้งการเจริญเติบโตของร่างกาย เป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดโรคมะเร็ง (7,9) แต่การนำน้ำมันพืชที่ผ่านการทอดแล้วมาผสมกับน้ำมันดีเซลจะกลายเป็นพลังงานทดแทนอย่างหนึ่งที่สามารถใช้ได้จริงกับเครื่องยนต์ดีเซลแต่ทั้งนี้ก็ต้องขึ้นอยู่กับพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเช่น อัตราส่วนผสมที่เหมาะสม สัมประสิทธิ์การเผาไหม้ ค่าความร้อน ความหนืด ความหนาแน่น กลีเซอรีนทั้งหมด ความเป็นกรด-ด่าง และการเกิดเขม่าควัน (6,8) การหาค่าพลังงานความร้อนและค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดของน้ำมันผสมเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งที่ต้องคำนึงถึงก่อนที่จะนำไปใช้กับเครื่องยนต์ โดยเฉพาะเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงชนิดของน้ำมันพืชใช้แล้วและอัตราส่วนผสมระหว่างน้ำมันทั้งสอง จากผลการทดลองพบว่า ค่าพลังงานความร้อนของน้ำมัน ไบโอดีเซลผสมกับน้ำมันดีเซลจะมีค่าลดลงเมื่ออัตราส่วนผสมเพิ่มสูงขึ้น และจังหวะฉีดเชื้อเพลิงจะเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนผสมของน้ำมันไบโอดีเซลที่เพิ่มสูงขึ้น โดยเครื่องยนต์จะมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซล 100% (8,10,11)

ดังนั้น การนำน้ำมันพืชใช้แล้วผสมกับน้ำมันดีเซลเพื่อใช้งานจริงน่าจะมีอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดเป็นการเฉพาะที่ทำให้ค่าพลังงานความร้อนมีค่าสูงสุดค่าหนึ่ง และที่อัตราส่วนผสมนี้ค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดน่าจะมีค่าต่ำที่สุดด้วย

การวิจัยนี้จึงได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาค่าพลังงานความร้อน ค่าสัมประสิทธิ์ความหนืด และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานความร้อนกับค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดของน้ำมันพืชที่ผ่านการทอดไก่มาแล้วผสมกับน้ำมันดีเซลที่อัตราส่วนผสมโดยปริมาตรแตกต่างกันเพื่อหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดในการนำน้ำมันผสมไปใช้จริงในเครื่องยนต์ดีเซล

วิธีการ

งานวิจัยนี้เป็นการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดด้วยอุปกรณ์วัดความหนืดและวิเคราะห์ค่าพลังงานด้วยเครื่องวิเคราะห์พลังงานจากอิเลคโตรฟิสิโอโลยี (Autobomb calorimeter) ของน้ำมันพืชที่ผ่านการทอดไก่มาแล้วผสมกับน้ำมันดีเซล โดยการกรองน้ำมันพืชใช้แล้วด้วยเครื่องปั๊มดูด อากาศ GAST รุ่น DOA-P104-BN แล้วนำน้ำมัน พืช ใช้แล้วผสมกับน้ำมันดีเซลทั้งหมด 7 อัตราส่วน ได้แก่ 02:98, 05:95, 10:90, 15:85, 18:82, 20:80 และ 50:50 % โดยปริมาตร จากนั้นนำน้ำมันพืชใช้แล้ว น้ำมันดีเซล และน้ำมันผสมทั้ง 7 อัตราส่วน ไปวิเคราะห์ค่าพลังงานความร้อนและค่าสัมประสิทธิ์ความหนืด

การวิเคราะห์ค่าพลังงานความร้อนด้วยเครื่องวิเคราะห์พลังงานจากอิเลคโตรฟิสิโอโลยีตามมาตรฐาน ASTM D 2015 (12) โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้ 1) ทำการเทียบเครื่องวิเคราะห์พลังงานความร้อนจากอิเลคโตรฟิสิโอโลยีด้วยสารมาตรฐาน Benzoic acid (C_6H_5COOH) 2) นำตัวอย่างน้ำมันบรรจุลงในครูซิเบิล (Crucibles) แล้วชั่งหนักด้วยเครื่องชั่งอิเลคทรอนิคส์ (Digital balance, Model AT 400 METTLER TOLEDO) ความละเอียด 0.0001 g 3) นำตัวอย่างน้ำมันบรรจุลงในอินิชันเทอร์มินัล (Ignition terminal) แล้วต่อวงจรจุดระเบิดโดยมี เส้นลวดและเส้นด้ายยาว 6 และ 12 cm ตามลำดับ เป็นตัวเชื่อมต่อเข้ากับขั้วอิเล็กโทรด (Electrode) ของวงจรจุดระเบิด 4) นำไปบรรจุลงในตัวเติมออกซิเจน (Oxygen bomb) ซึ่งเติมน้ำกลั่นลงไป 1 cm^3 5) ทำการเติมก๊าซออกซิเจนลงในตัวเติมออกซิเจน 30 bar แล้วทดสอบวงจรจุดระเบิด 6) นำตัวเติมออกซิเจนบรรจุลงใน Vessel ที่บรรจุน้ำกลั่น และมีขาตั้งรองรับตัวเติมออกซิเจนอยู่โดยให้น้ำหนักของ Vessel รวมน้ำกลั่นเท่ากับ 2.8 kg 7) ตรวจสอบอุณหภูมิของ Water jacket และ Vessel ที่ต้องเท่ากันหรือแตกต่างกันไม่เกิน 0.5 °C จึงจะทำการจุดระเบิดได้ 8) ทำการป้อนข้อมูลให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อส่งคำสั่งให้เครื่องวิเคราะห์พลังงานความร้อนจากอิเลคโตรฟิสิโอโลยี ทำการจุดระเบิดอัตโนมัติ โดยจะใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที จึงจะได้ข้อมูลการวิเคราะห์ค่าพลังงานความร้อนของตัวอย่างน้ำมันออกมา 9) นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์และสรุปผลดังที่จะได้กล่าวต่อไป

การวิเคราะห์ค่าความหนืดในการทดลองนี้ได้พิจารณาในรูปของสัมประสิทธิ์ความหนืดซึ่งมีขั้นตอนการทดลอง ดังนี้ 1) ทำการชั่งลูกกลมโลหะด้วยเครื่องชั่งอิเลคทรอนิคส์ความละเอียด 0.0001 g และวัดเส้นผ่านศูนย์กลางด้วยไมโครมิเตอร์ความละเอียด 0.01 mm (ทำซ้ำ 3 ครั้ง แล้วใช้ค่าเฉลี่ย) 2) ตวงน้ำมัน 275.0 cm^3 มาชั่งน้ำหนักแล้วคำนวณหาค่าความหนาแน่นของน้ำมัน 3) นำน้ำมันรินใส่ลงในหลอดแก้วขนาดเส้นผ่าน

ศูนย์กลาง 3.5 cm 100 cm 4) ปล่อยลูกกลมโลหะลงในหลอดแก้วในข้อ 3 พร้อมจับเวลาแล้วบันทึกผล (ทำซ้ำ 3 ครั้ง แล้วใช้ค่าเฉลี่ย) 5) ทำการทดลองซ้ำ ตามข้อ 2-4 โดยเปลี่ยนตัวอย่างน้ำมันที่ได้เตรียมไว้ตามอัตราส่วน ผสมต่างๆ แล้วบันทึกผล 7) นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดของน้ำมันตาม สมการ (12) แล้วบันทึกผล

ผล

จากการทดลองวิเคราะห์ค่าพลังงานความร้อนและค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดของน้ำมันดีเซล น้ำมันพืชใช้แล้ว และน้ำมันผสมที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1 เมื่อนำข้อมูลการวิเคราะห์ค่าพลังงานความร้อนและค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดที่ได้มาเขียนกราฟจะได้ (ภาพที่ 1 และภาพที่ 2) โดยค่าพลังงานความร้อนของน้ำมันดีเซลมีค่า เท่ากับ 4.61×10^4 kJ/kg ในขณะที่น้ำมันพืชใช้แล้วมีค่าพลังงานความร้อนเท่ากับ 3.99×10^4 kJ/kg ส่วน น้ำมันผสมที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ นั้น ค่าพลังงานความร้อนจะมีค่าเพิ่มขึ้นจนถึงที่อัตราส่วนผสม เท่ากับ 18:82 % โดยปริมาตร จากนั้นค่าพลังงานความร้อนจะมีค่าลดลงเมื่ออัตราส่วนผสมเพิ่มขึ้น และเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดพบว่าน้ำมันดีเซลมีความหนืดเท่ากับ 2.48×10^{-1} N.s/m^2 น้ำมันพืชใช้แล้วมีค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดเท่ากับ 7.34×10^{-1} N.s/m^2 ส่วนน้ำมันผสมที่อัตราส่วนผสมต่างๆ นั้นพบว่า เมื่ออัตราส่วนผสมเพิ่มขึ้นค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดจะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น

$$\text{S.D.} = \sqrt{\frac{\Sigma(x-\bar{x})^2}{N-1}}$$

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของน้ำมันดีเซล น้ำมันพืชใช้แล้วและน้ำมันผสม[1] ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

ชนิดของน้ำมัน	พลังงานความร้อน (kJ/kg)		สัมประสิทธิ์ความหนืด (N.s/m^2)	
	ค่าเฉลี่ย[2]	S.D.[3]	ค่าเฉลี่ย[2]	S.D.[3]
น้ำมันดีเซล	$4.61 \quad 10^4$	$2.39 \quad 10^2$	$2.48 \quad 10^{-1}$	5.37×10^{-3}
น้ำมันพืชใช้แล้ว	3.99×10^4	$3.23 \quad 10^2$	7.34×10^{-1}	2.13×10^{-2}
น้ำมันผสม (02:98% โดยปริมาตร)	4.64×10^4	2.38×10^2	$2.42 \quad 10^{-1}$	$1.05 \quad 10^{-2}$
น้ำมันผสม (05:95% โดยปริมาตร)	$4.80 \quad 10^4$	2.71×10^2	2.45×10^{-1}	$7.13 \quad 10^{-3}$
น้ำมันผสม (10:90% โดยปริมาตร)	$4.98 \quad 10^4$	$5.24 \quad 10^2$	2.53×10^{-1}	5.34×10^{-3}
น้ำมันผสม (15:85% โดยปริมาตร)	$5.06 \quad 10^4$	$4.78 \quad 10^2$	2.44×10^{-1}	$4.89 \quad 10^{-3}$
น้ำมันผสม (18:82% โดยปริมาตร)	$5.14 \quad 10^4$	7.96×10^2	2.39×10^{-1}	0.00
น้ำมันผสม (20:80% โดยปริมาตร)	4.56×10^4	$0.98 \quad 10^2$	2.74×10^{-1}	$5.34 \quad 10^{-3}$
น้ำมันผสม (50:50% โดยปริมาตร)	$4.43 \quad 10^4$	$0.56 \quad 10^2$	$3.50 \quad 10^{-1}$	6.40×10^{-3}

[1]น้ำมันผสม คือ อัตราส่วนผสมระหว่างน้ำมันพืชใช้แล้ว : น้ำมันดีเซล (% โดยปริมาตร)

[2]ค่าเฉลี่ยจากการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง [3]คำนวณได้จาก เมื่อ S.D คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน,

X คือ ข้อมูลจากการทดลอง, $\bar{x}$ คือ ข้อมูลจากการทดลองเฉลี่ย N คือ จำนวนครั้งการทดลอง

ภาพที่ 1 ค่าพลังงานความร้อนของน้ำมัน

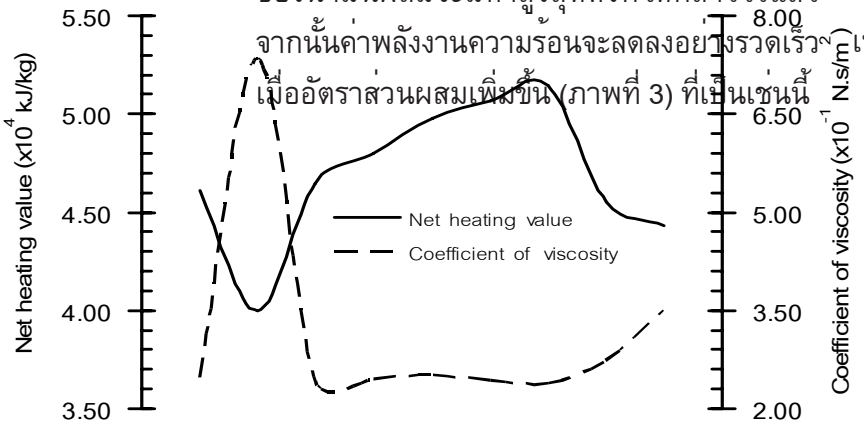
(1) น้ำมันดีเซล (2) น้ำมันพืชใช้แล้ว (3) น้ำมันผสม 02:98% โดยปริมาตร (4) น้ำมันผสม 05:95% โดยปริมาตร (5) น้ำมันผสม10:90% โดยปริมาตร (6) น้ำมันผสม 15:85% โดยปริมาตร (7) น้ำมันผสม 18:82% โดยปริมาตร (8) น้ำมันผสม 20:80% โดยปริมาตร (9) น้ำมันผสม 50:50% โดยปริมาตร

ภาพที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดของน้ำมัน

(1) น้ำมันดีเซล (2) น้ำมันพืชใช้แล้ว (3)น้ำมันผสม 02:98% โดยปริมาตร (4) น้ำมันผสม 05:95% โดยปริมาตร (5) น้ำมันผสม 10:90% โดยปริมาตร (6) น้ำมันผสม 15:85% โดยปริมาตร (7) น้ำมันผสม 18:82% โดยปริมาตร (8) น้ำมันผสม 20:80% โดยปริมาตร (9) น้ำมันผสม 50:50% โดยปริมาตร

วิจารณ์

จากการวิเคราะห์ค่าพลังงานความร้อนและค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดของน้ำมันผสมที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ สามารถอธิบายได้ดังนี้ค่าพลังงานความร้อน ของน้ำมันผสม ที่อัตราส่วนผสม เท่ากับ 18:82% โดยปริมาตร มีค่าสูงสุด คือ 5.16×10^{4} kJ/kg รองลงมา คือ น้ำมันผสมที่อัตราส่วนผสมเท่ากับ 15:85, 10:90, 05:95, 02:98, 20:80 และ 50:50% โดยปริมาตรซึ่งมีค่าพลังงานความร้อนเท่ากับ 5.06×10^{4}, 4.98×10^{4}, 4.80×10^{4}, 4.64×10^{4}, 4.56×10^{4} และ 4.43×10^{4} kJ/kg ตามลำดับ โดยค่าพลังงานความร้อนของน้ำมันผสม จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนผสมเพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของนพดล พินธุกนก และคณะ (11) จนถึงที่อัตราส่วนผสมเท่ากับ 18:82% โดยปริมาตร ค่าพลังงานความร้อนของน้ำมันผสมจะมีค่าสูงสุดดังที่ได้กล่าวไว้แล้ว จากนั้นค่าพลังงานความร้อนจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่ออัตราส่วนผสมเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 3) ที่เป็นเช่นนี้เป็นไปได้ว่า น้ำมันผสมที่อัตราส่วนดังกล่าวเกิดการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างทางเคมีบางประการ ซึ่งไม่ได้ทำการวิเคราะห์ในการทดลองนี้ ค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดของน้ำมันผสมที่อัตราส่วนผสมเท่ากับ 18:82% โดยปริมาตร มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 2.39×10^{-1} รองลงมา คือ น้ำมันผสมที่อัตราส่วนผสมเท่ากับ 02:98, 15:85, 05:95,10:90, 20:80 และ 50:50% โดยปริมาตร ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดเท่ากับ 2.42×10^{-1}, 2.44×10^{-1}, 2.45×10^{-1}, 2.53×10^{-1}, 2.74×10^{-1} และ 3.50×10^{-1} N.s/m^2 ตามลำดับ โดยค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ เมื่ออัตราส่วนผสมเพิ่มขึ้น ยกเว้นที่อัตราส่วนผสมเท่ากับ 18:82% โดยปริมาตร ค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดจะมีค่าต่ำสุด ดังที่ได้กล่าวไว้แล้ว จากนั้นค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่ออัตราส่วนผสมเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบค่าพลังงานความร้อนและค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดของน้ำมัน

จากข้อมูลข้างต้นเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานความร้อน และค่าสัมประสิทธิ์ความหนืด ของน้ำมันผสมที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ พบว่าเมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าพลังงานความร้อนก็จะเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย แต่เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วจะส่งผลให้ค่าพลังงานความร้อนเปลี่ยนแปลงไปในทางตรงกันข้าม คือ ค่าพลังงานความร้อนจะลดลงอย่างรวดเร็ว (ภาพที่ 4) ผลดังกล่าวคล้ายกับผลจากการทดลองของศูนย์วิจัย Brookhaven National Laboratory (13) และเมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์สมการถดถอย (14) เพื่อหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานความร้อน และค่าสัมประสิทธิ์ความหนืด พบว่าสามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ซึ่งอยู่ในรูปของสมการ โพลิโนเมียลที่มีดีกรีเท่ากับ 4 โดย รูปแบบสมการที่ได้มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.9987 (R^2 = 0.9987) ดังนี้

$$\eta = -16.164(NHV)^4 + 294.32(NHV)^3 - 1997.7(NHV)^2 + 5985.9(NHV) - 6671.1 \quad (1)$$

เมื่อ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความหนืด (N.s/ m^2) และ NHV คือ ค่าพลังงานความร้อนสุทธิ (kJ/kg)

$$\eta = -16.164(NHV)^4 + 294.32(NHV)^3 - 1997.7(NHV)^2 + 5985.9(NHV) - 6671.1 \qquad (R^2 = 0.9987)$$

η

ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานความร้อนและค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดของน้ำมันผสมที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ (% โดยปริมาตร)

ดังนั้น จากผลการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดและค่าพลังงานความร้อนของน้ำมันพืชที่ผ่านการทอดไก่มาแล้วผสมกับน้ำมันดีเซลที่อัตราส่วนผสมแตกต่างกัน ได้แก่ 02:98, 05:95, 10:90, 15:85, 18:82, 20:80 และ 50:50% โดยปริมาตร ข้างต้นทำให้ทราบว่าที่อัตราส่วนผสมเท่ากับ 18:82% โดยปริมาตรมีความเป็นไปได้มากที่สุดในการที่จะนำไปใช้งานจริงกับเครื่องยนต์ดีเซลเนื่องจากที่อัตราส่วนผสมดังกล่าวน้ำมันผสมมีค่าพลังงานความร้อนสูงสุด และมีค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดต่ำสุดซึ่งจะส่งผลโดยตรงกับการจุดระเบิดของเครื่องยนต์

จากผลการวิจัยดังกล่าวพอที่จะเสนอแนะได้ว่าควรทำการศึกษาคุณสมบัติทางเคมี เช่น โครงสร้าง

โมเลกุลและพันธะการยืดเหนียว เป็นต้น เพื่อใช้ประกอบการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานความร้อนและสัมประสิทธิ์ความหนืดของน้ำมันผสมที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ อีกทั้งควรนำน้ำมันผสมที่ได้ไปทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซลจริง เพื่อทดสอบค่าแรงบิด กำลัง อัตราการ สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ การสึกหรอ ของเครื่องยนต์ และความหนาแน่นของควัน เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ศาสตราจารย์ ดร.เวคิน นพนิตย์ ที่ช่วยวิจารณ์นิพนธ์ต้นฉบับ ขอขอบคุณ อาจารย์มะรูดิง กาซา ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง และขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อิสริยาภรณ์ ดำรงรักษ์ ที่ช่วยตรวจสอบและให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเขียนรายงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. กระทรวงพลังงาน : ส่งเสริมการใช้พลังงานสะอาด. วารสารพลังงาน.12 : 30-32, 2549.
2. สมัย ใจอินทร์ : แนวทางการพัฒนาการใช้เชื้อเพลิง ชีวมวลสำหรับประเทศไทย. วารสารโลกพลังงาน. 4(11) : 58- 64, 2544.
3. ประทีป ช่วยเกิด : นโยบายพลังงานภาคขนส่งของประเทศไทย. วารสารพลังงาน. 7 : 28-38, 2549.
4. สถานจัดการและอนุรักษ์พลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ : ไบโอดีเซลคืออะไร. วารสารโลกพลังงาน. 4(13): 30, 2544.
5. The national bio-diesel board : Fuel quality and performance troubleshooting guide. [cite 8/12/2007] Available from : http://www.biodiesel. org/resources/fuel-fuelqualityguide/
6. กระทรวงพลังงาน : การผลิตน้ำมันจากพืช. วารสารพลังงาน. 12 : 19, 2549.
7. สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน : สถานการณ์พลังงานไทยในช่วง 9 เดือนแรกของปี 2549. วารสารนโยบายพลังงาน.(74): 49-50, 2549.
8. เสนีย์ พันโยธา :การศึกษาการนำน้ำมันพืชที่ใช้แล้วมาใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก. วารสารสมาคมนักวิจัย. 11 : 41-49, 2549.
9. The Petroleum Institute of Thailand.m.d. [cite 22/5/2007] Available from : http:// ptit.org/oilbusiness/safety/diesel/02.html
10. จักราวุธ สารปรัง และ วัชระ เพิ่มชาติ : การศึกษากระบวนการผลิตไบโอดีเซลแบบไม่ต่อเนื่องจากน้ำมันพืชใช้แล้วในรายงานการประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยมหาสารคามวิจัยครั้งที่ 3 ในวโรกาสพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงเจริญพระชนมายุครบ 80 พรรษา วันที่ 6-7 เดือน กันยายน 2550 ณ โรงแรมตักสิลา จังหวัดมหาสารคาม (บทคัดย่อ) หน้า 89, 2550.
11. นพดล พินธุกนก จิรวรรณ เตียรถ์สุวรรณมานะ อมรกิจบำรุง ทะนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์ และพิพัฒน์ พิชเยนทร โยธิน : ผลของจังหวะการฉีดเชื้อเพลิงต่อส มรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ไบโอดีเซลผสมน้ำมันดีเซล. อ้างเมื่อ 8 ธันวาคม 2550. สืบค้นจาก URL: http:// www. energy-based.Nrct.go.th/Article
12. ASTM : American Society for Testing and Material. Easton, Md., Philadelphia. pp. 66-85, 1986.
13. Brookhaven Science Associates : Biodiesel for heating in Connecticut, Department of energy; Brookhaven National Laboratory, U.S. [cite 8/12/

2007] Available from : http://ct.gov/dep/lib/dep/p2/energybiodiesel_heatingct.pdf

14. ทรงศิริ แต้สมบัติ : การพยากรณ์เชิงปริมาณ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 487 หน้า, 2549.