# การเปรียบเทียบและปรับปรุงกระบวนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว (กรณีศึกษาชุมชนบางนาค)

# Comparison and Improvement of Biodiesel Production Process from Used Vegetable Oil (A Case Study of Bangnak Community)

ทวีศักดิ์ ขัตติยวรรณ วศ.ม. (Taweesak Kattiyawan, M.Eng.)[1]

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้เป็นการเปรียบเทียบและปรับปรุงกระบวนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วให้กับชุมชนบางนาค อำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาส โดยศึกษาปริมาณการได้คืนของน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว (%yield), คุณลักษณะการเป็นของเหลวที่สำคัญ รวมถึงต้นทุนในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว โดยแบ่งน้ำมันพืชที่ใช้แล้วออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่เป็นของเหลว, เป็นไข, และเป็นของเหลวผสมไข แล้วนำมาผลิตเป็นน้ำมันไบโอดีเซลโดยผ่านกระบวนการทำปฏิกิริยาแบบทรานส์เอสเตอริฟิเคชัน จากนั้นเปรียบเทียบการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วจาก คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ (มนร.) กับการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วจากชุมชนบางนาค พบว่า ปริมาณการได้คืนของน้ำมัน (%yield) ทั้ง 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่เป็นของเหลว, เป็นไข, และเป็นของเหลวผสมไขจากการผลิตโดย มนร. คิดเป็น 92.7, 84.9 และ 90.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ คุณสมบัติการเป็นของเหลวของเชื้อเพลิง คือการเป็นไข โดยน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วเมื่อตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องไม่มีไขเกิดขึ้น, มีจุดวาบไฟ 70 องศาเซลเซียส, ค่าความร้อนต่ำ 50,015 กิโลจูนต่อกิโลกรัม และต้นทุนในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว ในส่วนที่เป็นของเหลว, เป็นไข, และเป็นของเหลวผสมไขรวมเป็นเงิน 26.34, 32.08 และ 30.03 บาทต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วของชุมชนบางนาค พบว่า ปริมาณการได้คืนของน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว (%yield) ทั้ง 3 ส่วน ได้แก่ส่วนที่เป็นของเหลว, เป็นไข, และเป็นของเหลวผสมไขจากการผลิตโดยชุมชนบางนาค คิดเป็น 80, 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ คุณสมบัติการเป็นของเหลวของเชื้อเพลิง คือการเป็นไข โดยน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว เมื่อตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องไม่มีไขเกิดขึ้น, มีจุดวาบไฟ 72 องศาเซลเซียส, ค่าความร้อนต่ำ 50,010 กิโลจูนต่อกิโลกรัมและต้นทุนในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว ในส่วนที่เป็นของเหลว, เป็นไข, และเป็นของเหลวผสมไข รวมเป็นเงิน 32.64, 43.52 และ 37.36 บาทต่อลิตร

**คำสำคัญ :** ไบโอดีเซล ปฏิกิริยาทรานส์เอสเตอริฟิเคชัน น้ำมันพืชใช้แล้ว

**Abstract**

This study aimed to improve the process of biodiesel production from used vegetable oil for Bangnak Community, Muang District of Narathiwat. The study was conducted on the basis of the quantity of percentage yield of the oil, the important characteristic of liquid, and the cost of the biodiesel production. The used vegetable oil was divided into three parts: liquid, wax, and mixed-wax liquid. These kinds of substance were produced to be biodiesel oil by tranesterification. Then, the study compared the biodiesel production from used vegetable oil, produced by Faculty of Engineering, Princess of Naradhiwas University (PNU)

[1] อาจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

with that of Bangnak Community. The study revealed that the quantity of the percentage yield of all the three parts of the biodiesel production produced by PNU, the liquid, the wax and the mixed-wax liquid, was 92.7%, 84.9%, and 90.8% respectively. The characteristic of liquid of fuel was being the wax. When the biodiesel oil was put in a room temperature, it did not turn into wax. The flash point of the biodiesel was at 70 degree Celsius. The Heating Value (HV) / Lower Heating Value (LHV) were 50,015 kilojoules per kilogram. And the costs of the biodiesel production with regard to the liquid, the wax, and the mixed-wax liquid were 26.34, 32.08, and 30.03 baht per liter respectively. Furthermore, the study found that concerning the biodiesel production of Bangnak Community, the quantity of the percentage yield of the liquid, the wax, and the mixed-wax liquid was 80%, 60%, and 70% respectively. The characteristic of liquid of fuel was being the wax. When the biodiesel oil was put in a room temperature, it did not turn into wax. The flash point of the biodiesel was at 72 degree Celsius. The Heating Value (HV) / Lower Heating Value (LHV) were 50,010 kilojoules per kilogram. And the costs of the biodiesel production with regard to the liquid, the wax, and the mixed-wax liquid were 32.64, 43.52, and 37.36 baht per liter.

**Keywords :** Biodiesel, Transesterification, Waste cooking oil blended

**บทนำ**

ในปัจจุบันปริมาณการใช้พลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มมากขึ้น ขณะที่แหล่งพลังงานสำรองลดลงส่งผลให้ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มสูงขึ้น จึงมีการวิจัยด้านพลังงานทดแทนชนิดต่างๆ เช่น น้ำมันเชื้อเพลิงทดแทนจากน้ำมันพืช และพลังงานชีวมวล ทำให้น้ำมันพืชที่ใช้แล้วจึงเป็นวัตถุดิบในการผลิต เชื้อเพลิงทดแทนหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากหาได้ง่ายในชุมชน ต้นทุนต่ำ และยังช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อม น้ำมันพืชโดยทั่วไป มีกรดไขมันเป็นองค์ประกอบ ซึ่งประกอบด้วย ไตรกลีเซอไรด์ (TG) ในปริมาณสูง มีไดกลีเซอไรด์ (DG) โมโนกลีเซอไรด์ (MG) และกรดไขมันอิสระ (FFA) ผสมเล็กน้อย (Ramadhas, Jayaraj, & Muraleedharan, 2004) น้ำมันพืชมีคุณสมบัติบางส่วนแตกต่างจากดีเซล เช่น การเกิดไข ความหนืด และความหนาแน่น ด้วยเหตุนี้จึงต้องปรับปรุงคุณสมบัติเชื้อเพลิงซึ่งทำได้หลายวิธี เช่น การลดยางเหนียว การลดกรดไขมันอิสระ การทำปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน (ไกรวุฒิ ศิริอนันตภัทร์, 2534) การทำปฏิกิริยาเอสเตอริฟิเคชัน (Leung, Wu & Leung, 2010) การทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเตอริฟิเคชั่น (Noureddini & Zhu, 1997) การแยกไขโดยตั้งทิ้งไว้ การแยกไขที่อุณหภูมิต่ำ การใช้สารเติมแต่ง การอุ่นน้ำมัน และการผสมดีเซล (ปริญญา หม่อมพิบูลย์, ธีระยุทธ หลีวิจิตร, และกำพล ประทีปชัยกูร, 2554)

ปัจจุบันการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วในระดับชุมชน หมู่บ้าน ครัวเรือน ได้สนใจมาใช้วัตถุดิบเหลือใช้ที่สามารถนำมาใช้ใหม่ เช่น น้ำมันพืชที่ใช้แล้ว มาผลิตน้ำมันไบโอดีเซลมาใช้เองในชุมชน แต่เนื่องจากกลุ่มชุมชน และกลุ่มชาวบ้านบางส่วนยังขาดความเข้าใจในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลที่ถูกต้อง ซึ่งจะส่งผลถึงต้นทุน และคุณสมบัติน้ำมันในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว

ชุมชนบางนาค อำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาสเป็นชุมชนหนึ่งที่มีการรวมตัวกัน เพื่อผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว โดยทางชุมชนได้รับเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วจากทางภาครัฐ เพื่อช่วยเป็นแรงกระตุ้นและสร้างความเข้มแข็งให้ชุมชนด้านการนำของเหลือใช้มาใช้ใหม่ หลังจากได้รับเครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วจากภาครัฐ ตัวแทนของชุมชนบางนาคได้เข้ารับการสาธิตการใช้เครื่องผลิตน้ำมันไบโอดีเซลในระยะเวลาสั้น จึงทำให้ตัวแทนในชุมชนไม่เข้าใจในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วจึงเกิดปัญหาในกระบวนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลบางขั้นตอน นั่นคือให้ปริมาณการได้คืนของน้ำมันไบโอดีเซลน้อย ไม่คุ้มค่ากับต้นทุนที่ลงทุนไป

จากปัญหาดังกล่าวทางคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ (มนร.) จึงสนใจที่จะศึกษาวิจัยปัญหาการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วของชุมชนเพื่อที่จะหาข้อบกพร่องของขั้นตอนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล และปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีคุณภาพ ทั้งนี้เพื่อให้ชุมชนบางนาคได้มีความรู้ ความเข้าใจกระบวนการผลิตน้ำมันไบดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้

**วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

1. เปรียบเทียบปริมาณการได้คืน ต้นทุนและคุณสมบัติของน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วของชุมชนบางนาคกับของมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์
2. ปรับปรุงกระบวนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วของชุมชนบางนาค

**ระเบียบวิธีวิจัย**

ด้วยกลุ่มชุมชนบางนาค อำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาส ได้ขอคำปรึกษาจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ ในเรื่องการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วมีปริมาณการได้คืนของน้ำมันไบโอดีเซล ต้นทุนการผลิตและคุณสมบัติน้ำมันไบโอดีเซลต่ำกว่ามาตรฐาน จากปัญหาดังกล่าวคณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาปัญหาที่ได้รับจากตัวแทนชุมชนบางนาค มาวางแผนการทำงาน (ดังภาพที่ 1) พร้อมกับจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์และวัตถุดิบในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว ดังนี้

**1. กระบวนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว** ทำได้โดยทั่วไป 3 กระบวนการ ดังนี้ (กิตติศักดิ์ ทวีสินโสภา, 2548)

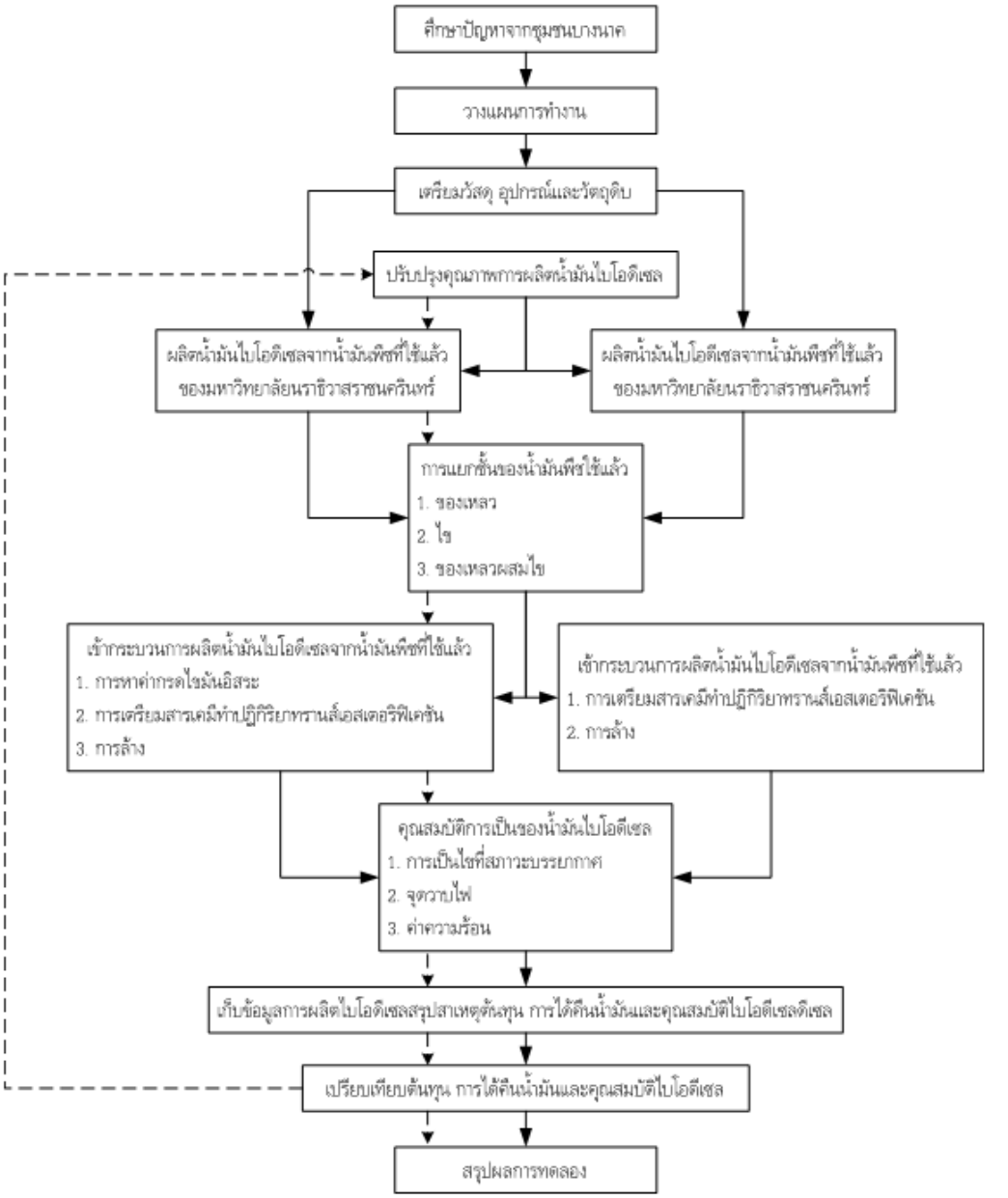
**1.1 กระบวนการแยกส่วนน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว**

งานวิจัยนี้ทดลองโดยจะทดสอบเบื้องต้นเพื่อหาปริมาณการได้คืนจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วที่แยกออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนของเหลว, ส่วนไข และส่วนของเหลวผสมไข

1.1.1 ส่วนที่เป็นของเหลว เป็นส่วนที่มาจากส่วนบนของน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว ซึ่งมีลักษณะเป็นของเหลว และเมื่อนำไปทำปฏิกิริยา และการล้างเสร็จ จะมีปริมาณการได้คืนที่เหมาะสมแล้วอยู่ที่ 80-90 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้เมทานอลที่ 20 เปอร์เซ็นต์ โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 เปอร์เซ็นต์

1.1.2 ส่วนที่เป็นไข เป็นส่วนที่มาจากส่วนล่างของน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว ซึ่งไม่ได้ผ่านกระบวนการไทเทรต และการไล่ความชื้นออก ก่อนการทำปฏิกิริยา เมื่อทำปฏิกิริยาโดยใช้เมทานอลที่ 20 เปอร์เซ็นต์ โซเดียมไฮ ดรอกไซด์ 1 เปอร์เซ็นต์ มาทำปฏิกิริยาทางเคมี Transesterification จะเกิดเป็นสบู่ (Saponification) เมื่อผ่านกระบวนการล้างเสร็จปริมาณการได้คืนอยู่ที่ 60 เปอร์เซ็นต์ ถือว่าได้ปริมาณน้อย

1.1.3 ส่วนที่ของเหลวผสมไข เป็นการนำทั้งสองส่วนข้างต้นมาผสมกัน ซึ่งไม่ได้ผ่านกระบวนการไทเทรต และการไล่ความชื้นออก ก่อนการทำปฏิกิริยา เมื่อทำปฏิกิริยาโดยใช้เมทานอลที่ 20 เปอร์เซ็นต์ โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 เปอร์เซ็นต์ มากวนผสมกันแล้วจะเกิดเป็นสบู่เหมือนกับส่วนที่ 2 และเมื่อผ่านกระบวนการล้างเสร็จสิ้นปริมาณการได้คืนอยู่ที่ 50 เปอร์เซ็นต์ ถือว่าปริมาณน้อยมาก จากนั้นนำน้ำมันดังกล่าวเข้ากระบวนการผลิตเป็นน้ำมันไบโอดีเซลตามกระบวนการทั้ง 1 และ 2 ข้างต้น




**ภาพที่ 1** วิธีการวิจัย

**1.2 กระบวนการทำปฏิกิริยา** ดังนี้

นำน้ำมันพืชที่ใช้แล้วจากทั้งในระบบการผลิตแบบ มนร. และการผลิตในชุมชนบางนาคมากรองเพื่อแยกสิ่งเจือปนมาอย่างละ 1 ลิตร ใส่บีกเกอร์ จากนั้นนำมาไทเทรต เพื่อหาปริมาณด่างที่ต้องใช้ในปริมาณที่พอดีในการทำปฏิกิริยา ในส่วนของขั้นตอนการไทเทรต สามารถทำได้โดยชั่งน้ำมันพืชที่ใช้แล้วน้ำหนักโดยเฉลี่ย 4.00 กรัม มาผสมกับไอโซโพรพานอลในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 หยด ฟีนอล์ฟทาลีนหยดลงในน้ำมัน 3 หยดและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

ความเข้มข้น 0.1 โมล พร้อมกับสังเกตการเปลี่ยนสีของน้ำมัน อ่านปริมาณการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์แล้วนำมาคำนวณหาค่าปริมาณกรดไขมันอิสระ (%FFA) ดังสมการ 1

$$\%FFA = \frac{ml \times N \times 25.6}{g} \quad (1)$$

เมื่อ ml = ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไตรเตรท
N = ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (โมลาร์)
g = น้ำหนักน้ำมัน (กรัม)
FFA = ปริมาณกรดไขมันอิสระที่มีอยู่ในน้ำมันพืชใช้แล้ว (wt.%)

เมื่อทราบค่าปริมาณกรดไขมันอิสระ มาคำนวณหาค่าปริมาณ โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเตอริฟิเคชัน ต่อไป เปิดเครื่องทำความร้อน (heater) เพื่อให้ความร้อนแก่น้ำมันพืชใช้แล้วที่อุณหภูมิ 100-110 องศาเซลเซียส แล้วควบคุมอุณหภูมิที่ 100-110 องศาเซลเซียส จนกว่าน้ำในน้ำมันพืชที่ใช้แล้วหมดโดยสังเกตจากฟองอากาศที่ออกจากน้ำมันวัตถุดิบ จากนั้นปรับ heater โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส เพื่อรอทำปฏิกิริยา จากนั้นเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่คำนวณได้มาละลายด้วยเมทานอล โดยใช้สัดส่วนของเมทานอลที่ 23 เปอร์เซ็นต์ มาละลายเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นนำเมทานอลเทใส่ในบีกเกอร์ กวนสารละลายกับน้ำมันพืชที่ใช้แล้วให้เกิดการผสมกันและเกิดปฏิกิริยาเคมีใช้เวลากวน 90 นาที แล้วปิดเครื่องกวน จะได้เมทิลเอสเตอร์ และกลีเซอ รอลผสมกันอยู่ ตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง เพื่อให้เกิดการแยกชั้นที่ดีระหว่างชั้นเมทิลเอสเตอร์ซึ่งอยู่ด้านบนกับชั้นกลีเซอรอลซึ่งอยู่ด้านล่าง ถ่ายชั้นกลีเซอรอลออก

**1.3 กระบวนการล้าง** ดังนี้

กระบวนการล้างไบโอดีเซลโดยใช้ด้วยน้ำประมาณ 2-3 ครั้ง เพื่อให้น้ำมันไบโอดีเซลที่ได้สะอาด แล้วตรวจสอบค่า PH ให้เป็นกลาง (สังเกตจากน้ำที่ล้าง) แล้วถ่ายน้ำทิ้งไป การไล่น้ำออกจากน้ำมันไบโอดีเซล จะต้องให้ความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 100-110 องศาเซลเซียส จนกว่าไม่มีฟองอากาศผุดขึ้นมาจากนั้นตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วเก็บในถังเก็บน้ำมันไบโอดีเซลโดยปิดฝาให้สนิท

**2. ทดสอบและเปรียบเทียบคุณสมบัติของน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว**

นำน้ำมันไบโอดีเซลที่ได้จากทั้ง 2 แหล่งผลิตทั้งจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์และชุมชนบางนาคทดสอบคุณสมบัติความเป็นน้ำมันไบโอดีเซล ดังนี้ 1. การเป็นไขที่สภาวะบรรยากาศ, 2. จุดวาบไฟ และ 3. ค่าความร้อน โดยทดสอบด้วยเครื่องมือวัดตามมาตรฐาน ASTM ที่สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

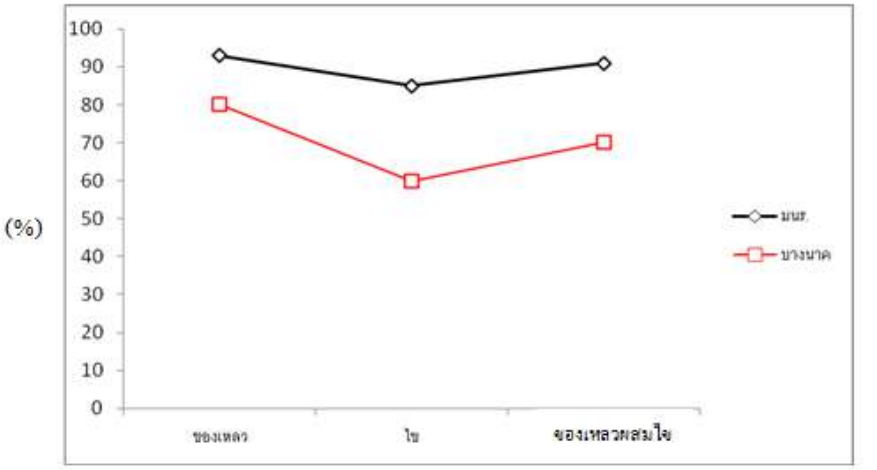
**3. เปรียบเทียบต้นทุนน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว**

ศึกษาต้นทุนต่อหน่วย (บาท) ของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล โดยประกอบไปด้วย น้ำมันพืชที่ใช้แล้ว เมทานอล โซเดียมไฮดรอกไซด์ น้ำประปา และไฟฟ้า ที่ใช้ในส่วนของเหลว ไข และส่วนผสมกัน เทียบกับปริมาณการได้คืน (% volbasis)

**ผลการวิจัย**

**1. การเปรียบเทียบปริมาณการได้คืนของน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วของ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร และของชุมชนบางนาค**

จากการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วทั้ง 3 ส่วน คือส่วนที่เป็นของเหลว, เป็นไข, และส่วนของเหลวผสมไข พบว่า ในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเตอริฟิเคชัน ที่เกิดจากการนำน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว มาทำปฏิกิริยากับเมทานอลที่สัดส่วน 23 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จะได้น้ำมันไบโอดีเซลซึ่งมีปริมาณการได้คืนของน้ำมัน (%yield) ทั้ง 3 ชนิด คือ ส่วนที่เป็นของเหลว ส่วนที่เป็นไข และส่วนที่เป็นของเหลวผสมกับไข คิดเป็น 92.7, 84.9 และ 90.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล ทั้ง 3 ชนิดของชุมชนบางนาค มีปริมาณการได้คืนของน้ำมัน (%yield) คิดเป็น 80, 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ดังภาพที่ 2) ดังนั้นการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตขึ้นจากมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ มีปริมาณการได้คืน มากกว่าการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตจากชุมชนบางนาค 12.7, 24.9 และ 20.8 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ตามลำดับ




**ภาพที่ 2** การเปรียบเทียบการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว
จากมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์และชุมชนบางนาค

**2. เปรียบเทียบต้นทุนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วของ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ และของชุมชนบางนาค**

ต้นทุนในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว จะคิดต้นทุนทั้งกระบวน (ดังตารางที่ 1) จะเห็นว่าราคาต้นทุนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วของ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ในส่วนของของเหลว ส่วนไข และส่วนของเหลวผสมไข มีราคาต้นทุนรวมเป็น 26.34, 32.08, และ 30.03 บาทต่อลิตร ตามลำดับ โดยในส่วนของของเหลวมีราคาต้นทุนต่ำที่สุด เนื่องจาก เมื่อผ่านกระบวนการผลิตตลอดทั้งกระบวนการ มีปริมาณการได้คืน (%yield) มากที่สุด จึงทำให้ราคาต้นทุนต่ำส่วนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วของชุมชนบางนาค จะเห็นว่าราคาต้นทุนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลในส่วนของของเหลว ส่วนไข และส่วนของเหลวผสมไข มีราคาต้นทุนรวมเป็น 32.64, 43.52, และ 37.36 บาทต่อลิตร ตามลำดับ โดยในส่วนของของเหลวมีราคาต้นทุนต่ำที่สุด เนื่องจาก เมื่อผ่านกระบวนการผลิตตลอดทั้งกระบวนการ มีปริมาณการได้คืน (%yield) มากที่สุด จึงทำให้ราคาต้นทุนต่ำ แต่เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนจะสูงกว่าการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วของมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

**ตารางที่ 1** ต้นทุนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วของ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ และของชุมชนบางนาค

| วัตถุดิบ | ต้นทุน/หน่วย (บาท) | น้ำมันพืชที่ใช้แล้ว/ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ของ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ | | | ต้นทุนวัตถุดิบการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลของ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ (บาท) | | | น้ำมันพืชที่ใช้แล้ว/ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ของชุมชนบางนาค | | | ต้นทุนวัตถุดิบการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลของชุมชนบางนาค (บาท) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ส่วนของเหลว | ส่วนของไข | ส่วนที่ผสมกัน | ส่วนของเหลว | ส่วนของไข | ส่วนที่ผสมกัน | ส่วนของเหลว | ส่วนของไข | ส่วนที่ผสมกัน | ส่วนของเหลว | ส่วนของไข | ส่วนที่ผสมกัน |
| น้ำมันพืชใช้แล้ว (L) | 11.11 | 1 | 1 | 1 | 11.11 | 11.11 | 11.11 | 1 | 1 | 1 | 11.11 | 11.11 | 11.11 |
| เมทานอล (kg) | 43.84 | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 10.08 | 10.08 | 10.08 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 8.77 | 8.77 | 8.77 |
| โซเดียมไฮดรอกไซด์ (kg) | 48 | 0.008056 | 0.00812 | 0.008768 | 0.39 | 0.39 | 0.42 | 0.01126 | 0.01134 | 0.01207 | 0.54 | 0.54 | 0.58 |
| น้ำประปา (L) | 0.0141 | 2 | 2 | 2 | 0.0282 | 0.0282 | 0.0282 | 4 | 4 | 4 | 0.06 | 0.06 | 0.06 |
| ไฟฟ้า (kW/h) | 2.76 | 1.02 | 2.04 | 2.04 | 2.81 | 5.63 | 5.63 | 2.04 | 2.04 | 2.04 | 5.63 | 5.63 | 5.63 |
| | | | | ต้นทุนรวม (บาท) | 24.42 | 27.24 | 27.27 | | | ต้นทุนรวม (บาท) | 26.11 | 26.11 | 26.15 |
| | | | | ปริมาณการได้คืน (% vol.basis) | 92.7 | 84.9 | 90.8 | | | ปริมาณการได้คืน (% vol.basis) | 80 | 60 | 70 |
| | | | | ต้นทุนไบโอดีเซล (บาท/ลิตร) | **26.34** | **32.08** | **30.03** | | | ต้นทุนไบโอดีเซล (บาท/ลิตร) | **32.64** | **43.52** | **37.36** |

*ข้อมูลราคาวัตถุดิบเดือน เมษายน 2558

**3. ทดสอบและเปรียบเทียบคุณสมบัติของน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว**

คุณสมบัติของน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วได้ผลการทดสอบคุณสมบัติต่างๆดังนี้ (ดังตารางที่ 2)

**ตารางที่ 2** คุณสมบัติของน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว

| ชนิดคุณสมบัติ/หน่วย | ชนิดน้ำมัน | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | น้ำมันดีเซล | น้ำมันไบโอดีเซล มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ | น้ำมันไบโอดีเซลชุมชนบางนาค | มาตรฐานดีเซล | มาตรฐานไบโอดีเซลชุมชน |
| การเป็นไขที่สภาวะบรรยากาศ | ไม่เป็นไข | ไม่เป็นไข | ไม่เป็นไข | ไม่เป็นไข | ไม่เป็นไข |
| จุดวาบไฟ ($^0$C) ASTM D93 | 69 | 70 | 72 | ≥52** | ≥120*** |
| ค่าความร้อน (kJ/kg) LHV ASTM D240 | N.A* | 50,015 | 50,010 | 42,947 | 41,293 |

*N.A. ไม่มีค่าที่แน่นอน, **ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน (2556), ***ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน (2550),

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่า ค่าการเป็นไขของน้ำมันทั้งหมดจะไม่เป็นไขที่สภาวะบรรยากาศ ส่วนจุดวาบไฟจะมีค่าสูงกว่าน้ำมันดีเซล คือน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตจาก มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ จะมีค่าจุดวาบไฟที่ 70 องศาเซลเซียส ส่วนน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตจากชุมชนบางนาคจะมีค่าจุดวาบไฟที่ 72 องศาเซลเซียส และค่าความร้อน LHV น้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตจาก มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ จะมีค่าความร้อน 50,015 กิโลจูนต่อกิโลกรัม ส่วนน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตจากชุมชนบางนาคจะมีค่าความร้อน 50,010 กิโลจูนต่อกิโลกรัม

**อภิปรายผล**

การเปรียบเทียบกระบวนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วด้วยกระบวนการทั่วไป จากส่วนของเหลว ไข และส่วนที่เป็นของเหลวผสมกับไข พบว่า ส่วนของเหลวมีปริมาณการได้คืนของน้ำมัน (% yield) สูงสุด ทั้งการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วของ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ และชุมชนบางนาค แต่การผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วทั้ง 3 ส่วนจาก มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์พบว่า มีปริมาณได้คืนของน้ำมัน (% yield) มากกว่าชุมชนบางนาค สำหรับในส่วนของที่เป็นของเหลวผสมกับไข เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตไบโอดีเซลจาก 3 ส่วน พบว่า ส่วนของเหลว มีการลงทุนต่ำที่สุด แต่ให้ปริมาณการได้คืน (% vol.basis) สูงที่สุด และค่าความร้อนของน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วทั้ง 2 ที่มีค่าไม่ต่างกัน ทั้งนี้สำหรับปริมาณการได้คืนและปริมาณต้นทุนวัตถุ จะต้องขึ้นกับคุณภาพน้ำมันพืชที่ใช้แล้วเป็นหลัก เพราะน้ำมันพืชที่ใช้แล้วแต่ละที่จะมีค่า กรดไขมันอิสระ (FFA) มากน้อยไม่เท่ากัน

จากการศึกษาวิจัยและปรับปรุงคุณภาพกระบวนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วของชุมชนบางนาค ทุกกระบวนการแล้ว การผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วทั้ง 3 ส่วน ของน้ำมันพืชที่ใช้แล้วคือส่วนที่เป็นของเหลว, ไข, และส่วนที่เป็นของผสมกัน พบว่าในส่วนของกระบวนการทำปฏิกิริยา รวมถึงส่วนการเตรียมสารเคมีที่จะทำปฏิกิริยาของ

น้ำมันพืชที่ใช้แล้วทั้ง 3 ส่วนไม่ถูกต้อง เนื่องจากไม่มีการหากรดไขมันอิสระจึงส่งผลทำให้ปริมาณการได้คืนของน้ำมันไบโอดีเซลได้น้อยกว่าปกติคือ 50-60 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ ซึ่งตามหลักทฤษฎีแล้วจะได้ประมาณ 80-90 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบจึงจำเป็นต้องหาค่ากรดไขมันอิสระทุกๆครั้ง เพื่อจะได้ปริมาณการได้คืนน้ำมันไบโอดีเซลให้คุ้มค่ากับการลงทุนในการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วนำไปใช้งานในการใช้ชีวิตประจำวันได้อย่างยั่งยืน

**สรุปและข้อเสนอแนะ**

เมื่อพิจารณาปริมาณการได้คืนซึ่งเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่เป็นตัวบ่งชี้ในด้านราคาของการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำพืชที่ใช้แล้ว โดยส่วนที่เป็นของเหลว ไข และของเหลวผสมไข มีปริมาณการได้คืนสูงทั้ง 3 ส่วน ของกระบวนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วจาก มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์และชุมชนบางนาค ซึ่งต้นทุนการผลิตในส่วนของของเหลวมีราคาต่ำที่สุด และเมื่อพิจารณาถึงคุณสมบัติการเป็นของเหลวของเชื้อเพลิงทดแทนดีเซลคือการเป็นไข โดยการเกิดไขของน้ำมันไบโอดีเซลจะไม่มีไขเกิดขึ้น รวมถึงจุดวาบไฟ และค่า ปริมาณความร้อน มาตรฐานดีเซลเครื่องยนต์การเกษตรแต่เมื่อนำดีเซลใช้งานจริงในเครื่องยนต์ดีเซลการเกษตรสามารถใช้งานได้ดีและไม่พบปัญหาใดๆ จึงสรุปได้ว่าน้ำมันไบโอดีเซลสามารถใช้ในเครื่องยนต์ดีเซลการเกษตรได้ดีเช่นเดียวกัน ดังนั้นการเลือกน้ำมันไบโอดีเซลเมื่อพิจารณาถึงปริมาณการได้คืน ต้นทุนการผลิต และคุณสมบัติการเป็นของเหลว พบว่าน้ำมันพืชที่ใช้แล้วในส่วนที่เป็นของเหลวเป็นน้ำมันไบโอดีเซลที่น่าสนใจมากที่สุด ส่วนน้ำมันพืชใช้แล้วในส่วนของเหลวผสมไข และส่วนไข เป็นน้ำมันไบโอดีเซลเป็นที่น่าสนใจรองลงมา

**กิตติกรรมประกาศ**

งานวิจัยเรื่องนี้ได้รับเงินสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ พ.ศ. 2557

**รายการอ้างอิง**

ไกรวุฒิ ศิริอนันตภัทร์. (2534). **การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันดิบที่ได้บีบผลปาล์มทั้งผล.** วิทยานิพนธ์อุตสาหกรรมเกษตรมหาบัณฑิต สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กิตติศักดิ์ ทวีสินโสภา. (2548). **การผลิตเมทิลเอสเตอร์จากน้ำมันปาล์มหีบรวม โดยใช้กระบวนการผลิตแบบ Esterification และ Transesterification.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ปริญญา หม่อมพิบูลย์, ธีระยุทธ หลีวิจิตร, และกำพล ประทีปชัยกูร. (2554). กระบวนการและต้นทุนในการผลิตเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ จากน้ำมันปาล์มดิบหีบรวม. **การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 24**, 20-22 ตุลาคม 2553 จังหวัดอุบลราชธานี.

ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน (2550). **เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน (น้ำมันไบโอดีเซลชุมชน)**. ราชกิจจานุเบกษา. เล่มที่ 124. ฉบับที่ 3. ตอนพิเศษ 62 ง.

ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน (2556). **เรื่อง กำหนดลักษณะคุณภาพน้ำมันดีเซล. ราชกิจจานุเบกษา.** เล่มที่ 130. ตอนพิเศษ 13 ง.

Leung, D.Y.C., Wu, X. & Leung, M.K.H. (2010). A review on biodiesel production using catalyzed Transesterification. **Applied Energy, 87**, 1083-1095.

Noureddini, H. & Zhu, D. (1997). Kinetics of Transesterification of Soybean Oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society, 74**, 1457-1463.

Ramadhas, A. S., Jayaraj, S. & Muraleedharan, C. (2004). Use of vegetable oils as I.C. Engine fuels-A review. **Renewwable Energy, 29**, 727-742.