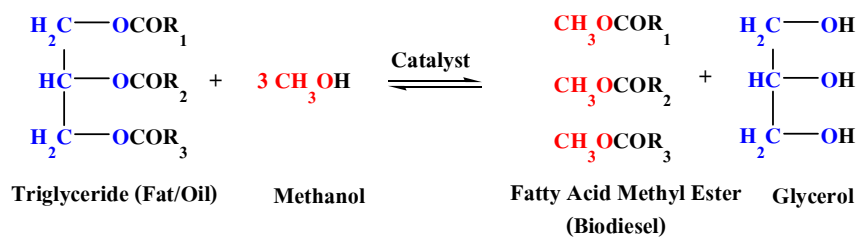


**การวิเคราะห์ไบโอดีเซลอย่างง่ายด้วยเทคนิคทินเลเยอร์โครมาโทกราฟี (TLC)
A Simple Analysis of Biodiesel by Thin Layer Chromatography (TLC)**รุชชัย รสชาติ^{1*}, เทอดเกียรติ แก้วพวง¹, บุญญาวัฒน์ อยู่สุข², วินิช พรหมอารักษ์¹¹ สาขาวิชาเคมี สำนักวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เลขที่111 ถ.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000² ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120
E-mail: roschat1@gmail.com**บทคัดย่อ**

ปัจจุบันการวิเคราะห์ปริมาณร้อยละเมทิลเอสเทอร์หรือไบโอดีเซลสามารถวิเคราะห์ด้วยเทคนิคขั้นสูงต่าง ๆ เช่น แก๊สโครมาโทกราฟี (GC) โครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC) และเทคนิคนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโตรสโกปี (NMR) โดยที่เทคนิคเหล่านี้ต้องทำในห้องปฏิบัติการขั้นสูงและมีค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ตัวอย่างที่สูงมาก ดังนั้นงานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอเทคนิคการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ไบโอดีเซลอย่างง่ายด้วยเทคนิคทินเลเยอร์โครมาโทกราฟี (TLC) ซึ่งเป็นวิธีการที่ง่าย สะดวก รวดเร็ว และประหยัด ในการวิเคราะห์ปริมาณร้อยละเมทิลเอสเทอร์หรือไบโอดีเซล โดยสามารถวิเคราะห์ได้ทั้งในเชิงคุณภาพด้วยการเทียบค่าระยะทางการเคลื่อนที่ของสารต่อระยะการเคลื่อนที่ของตัวทำละลาย (R_f) ของไบโอดีเซลมาตรฐานและไบโอดีเซลตัวอย่าง และการวิเคราะห์เชิงปริมาณโดยการคำนวณตามสมการ $y = 205x - 76$ เมื่อ y คือร้อยละเมทิลเอสเทอร์หรือไบโอดีเซล x คือค่า R_f โดยสมการนี้เป็นสมการเส้นตรงและมีค่า $R^2 = 0.994$ เทคนิคทินเลเยอร์โครมาโทกราฟี (TLC) นั้นนอกจากสามารถวิเคราะห์ร้อยละไบโอดีเซลทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณแล้ว ยังสามารถใช้ในการตรวจสอบการดำเนินไปของปฏิกิริยาการผลิตไบโอดีเซลได้ด้วย ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ได้กับการผลิตไบโอดีเซลทั้งในระดับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ขนาดกลาง วิชาศึกษาชุมชน การศึกษาวิจัยและการพัฒนาการผลิตไบโอดีเซลอีกด้วย

คำสำคัญ: เมทิลเอสเทอร์, ไบโอดีเซล, เทคนิคทินเลเยอร์โครมาโทกราฟี (TLC)**1. ที่มาและความสำคัญ**

ในปัจจุบันหลายประเทศทั่วโลกได้มีการศึกษาวิจัยและส่งเสริมการใช้น้ำมันไบโอดีเซลอย่างกว้างขวาง รวมทั้งภาครัฐของไทยได้มีการส่งเสริมให้มีการผลิตและใช้น้ำมันไบโอดีเซลภายในประเทศ ทั้งในส่วนระดับวิสาหกิจชุมชนและระดับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เพื่อเป็นการลดการนำเข้าพลังงานเชื้อเพลิงปิโตรเลียมจากต่างประเทศที่มีราคาสูง และเป็นการส่งเสริมให้มีการพึ่งพาตนเองในด้านพลังงาน ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายทางด้านเศรษฐกิจและแผนพัฒนาประเทศ โดยที่น้ำมันไบโอดีเซลนั้นเป็นสารเคมีจำพวกอัลคิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน (Fatty Acid Alkyl Ester) ที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาเคมีของสารไตรกลีเซอไรด์ (น้ำมันพืชและไขมันสัตว์) กับสารแอลกอฮอล์โมเลกุลขนาดเล็ก (นิยมใช้เมทานอลหรือเอทานอล) โดยมีตัวเร่งปฏิกิริยา (อาจเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาประเภทต่าง กรด เอนไซม์ หรือของแข็ง) ที่เรียกว่าปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน (Transesterification reaction) โดยเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาจะได้น้ำมันไบโอดีเซลและกลีเซอรอล (Glycerol) เป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้ (By Product) ตามสมการสมเคมีดังนี้ [1-4]

**รูปที่ 1** แสดงสมการเคมีที่เกิดปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชันในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล

การผลิตและการใช้น้ำมันไบโอดีเซลในปัจจุบันเป็นที่แพร่หลายทั่วโลก ทั้งในประเทศยุโรป อเมริกา แอฟริกา และเอเชีย โดยมีการกำหนดมาตรฐานของน้ำมันไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน ได้แก่ มาตรฐานของสหรัฐอเมริกา ASTM D6751 และมาตรฐานของสหภาพยุโรป EN14124 [5, 6] สำหรับประเทศไทยมีการผลิตและใช้ไบโอดีเซลอย่างแพร่หลายทั้งในภาคการขนส่งและภาคการเกษตร แต่การตรวจสอบและควบคุมคุณภาพของน้ำมันไบโอดีเซลในกระบวนการผลิตทั้งในระดับอุตสาหกรรมและระดับชุมชน ที่ไม่มีห้องปฏิบัติการสำหรับการวิเคราะห์ตรวจสอบคุณภาพของน้ำมันไบโอดีเซล และไม่มีเงินทุนมากพอที่จะส่งตัวอย่างเพื่อทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตรวจสอบปริมาณร้อยละโดยน้ำหนักเมทิลเอสเทอร์ของน้ำมันไบโอดีเซล ตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน เรื่องการกำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน พ.ศ. 2550 [7] ที่เป็นค่าตัวเลขสำคัญที่สุดที่จะมีผลต่อคุณสมบัติอื่น ๆ ของน้ำมันไบโอดีเซล เช่น ค่าความหนืด จุดวาบไฟ และเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เป็นต้น ปัญหาน้ำมันไบโอดีเซลที่ไม่ได้มาตรฐานจะส่งผลกระทบต่อเนื่องไปถึงการนำไปใช้ประโยชน์กับเครื่องยนต์ที่อาจทำให้เครื่องยนต์เกิดความเสียหายได้

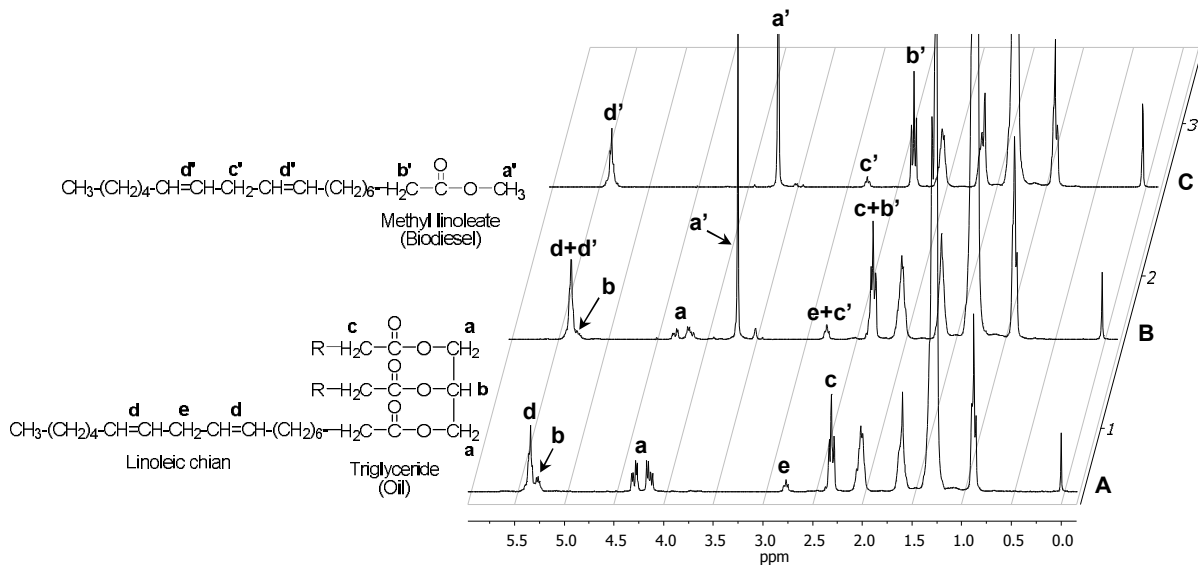
ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้นำเสนอการวิเคราะห์ไบโอดีเซลอย่างง่ายด้วยเทคนิคทินเลเยอร์โครมาโทกราฟี (TLC) ที่เป็นการทดสอบค่าปริมาณร้อยละโดยน้ำหนักเมทิลเอสเทอร์ของน้ำมันไบโอดีเซลประเภทอัลคิลเอสเทอร์ที่สามารถวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำมันไบโอดีเซลได้อย่างง่าย สะดวก รวดเร็ว

และมีราคาถูก และสามารถประยุกต์ใช้ในการติดตามการเกิดปฏิกิริยาการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล การทดสอบคุณภาพของน้ำมันไบโอดีเซลได้ทั้งในระดับอุตสาหกรรม วิชาหกิจชุมชน และการศึกษาวิจัยในด้านต่าง ๆ อีกด้วย

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิเคราะห์ปริมาณร้อยละโดยน้ำหนักเมทิลเอสเทอร์ของน้ำมันไบโอดีเซลจะสามารถทำได้โดยการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคและเครื่องมือขั้นสูง เช่น วิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี (Gas chromatography (GC)) ตามมาตรฐาน EN1410 และกำหนดให้ค่ามาตรฐานร้อยละโดยน้ำหนักเมทิลเอสเทอร์ของน้ำมันไบโอดีเซลต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 96.5 โดยเทคนิคนี้จะใช้สารเมทิลเฮปตะเดคะโนเอท (methyl hepta decanoate) หรือสาร C₁₇ เป็นสารมาตรฐานอ้างอิง [8] เทคนิคและวิธีการวิเคราะห์น้ำมันไบโอดีเซลนี้เป็นที่ยอมรับของมาตรฐานสากลทั่วโลก เนื่องจากค่าความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์น้อยกว่าประมาณ ± 2%

การวิเคราะห์ด้วยเครื่องนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโตรสโคปี (Nuclear magnetic resonance spectroscopy (NMR)) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า “เทคนิคโปรตอนเอ็นเอ็มอาร์ (1H-NMR)” เป็นวิธีที่สะดวกและรวดเร็วในการติดตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาระหว่างน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์กับแอลกอฮอล์ โดยสามารถวิเคราะห์ได้ทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ จากพีคของหมู่เมทิลีน (methylene group, α - CH₂) ในโครงสร้างของเอสเทอร์ของน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ (ไตรกลีเซอไรด์) พบค่าเคมีคัลชิฟต์ (chemical shift, δ) ที่ 2.3 ppm ลักษณะพีคเป็นทริปเปต (triplet peak) และพีคของหมู่เมทอกซิล (methoxyl group, - OCH₃) ในเอสเทอร์หลังจากเกิดปฏิกิริยาพบค่าเคมีคัลชิฟต์ที่ 3.7 ppm ลักษณะพีคเป็นซิงเกิลต์ (singlet peak) ซึ่งพีคนี้ใช้ในการติดตามการเกิดปฏิกิริยา ค่าเคมีคัลชิฟต์และลักษณะพีคของโปรตอนในโครงสร้างของน้ำมันไบโอดีเซลแสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2: สเปกตรัม ¹H-NMR ของ (A) น้ำมันปาล์มที่เป็นวัตถุดิบ (B) น้ำมันไบโอดีเซลจากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันที่ ปฏิกิริยาเกิดไม่สมบูรณ์ (C) น้ำมันไบโอดีเซลจากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันที่ปฏิกิริยาเกิดสมบูรณ์

$$\%Yield \cdot of \cdot FAME = 100x \left(\frac{2A_{OCH_3}}{3A_{\alpha-CH_2}} \right) \quad (1)$$

เมื่อ %Yield of FAME : ร้อยละการเกิดเมทิลเอสเทอร์ $A_{\alpha-CH_2}$ คือ พื้นที่ใต้พีคของเมทิลีนโปรตอนในโครงสร้างไตรกลีเซอไรด์ (α - CH₂, 2.3 ppm, triplet) A_{OCH_3} คือ พื้นที่ใต้พีคของโปรตอนในโครงสร้างของเมทิลเอสเทอร์ (- OCH₃, 3.7 ppm, singlet) และค่าแฟคเตอร์ 2 และ 3 : จำนวนโปรตอนที่สร้างพันธะกับเมทิลีนคาร์บอน (methylene carbon) และเมทอกซิลคาร์บอน (methoxyl carbon) ตามลำดับ [6, 9] อย่างไรก็ตามแม้เทคนิค ¹H-NMR จะเป็นเทคนิควิธีที่สะดวก รวดเร็ว ในการวิเคราะห์ทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณของน้ำมันไบโอดีเซล แต่ด้วยข้อจำกัดด้านเครื่องมือเนื่องจากเครื่อง NMR มีราคาสูงมากทำให้นักลงทุนในการวิเคราะห์น้ำมันไบโอดีเซลด้วยเทคนิคและวิธีการนี้จึงมีต้นทุนสูงตามไปด้วย นอกจากเทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟี (GC) และเทคนิค ¹H-NMR แล้วนั้น การวิเคราะห์ด้วยเครื่องโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High-performance liquid chromatography (HPLC)) และการวิเคราะห์ด้วยเครื่องฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี (Fourier transforms infrared spectroscopy (FT-IR)) เป็นเทคนิคและวิธีการที่ได้มีการนำมาใช้ในการวิเคราะห์น้ำมันไบโอดีเซลอีกด้วย [10, 11]

เทคนิคและวิธีการวิเคราะห์ที่ใช้เครื่องมือดังกล่าวทั้งหมดข้างต้นนั้น ต้องใช้ระยะเวลาและความชำนาญของผู้ที่จะวิเคราะห์ที่สูงมาก ค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ที่มีราคาสูง และวิธีการดังกล่าวข้างต้นไม่สามารถใช้เพื่อการติดตามตรวจสอบการดำเนินไปของการเกิดปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันของการเปลี่ยนสารตั้งต้นน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ไบโอดีเซลได้อย่างรวดเร็วได้ ปัญหาดังกล่าวเป็นอุปสรรคต่อกระบวนการผลิตไบโอดีเซลอย่างมากทั้งในระดับอุตสาหกรรมและชุมชน เนื่องจากไม่สามารถกำหนดได้ว่าควรหยุดการทำปฏิกิริยาที่เวลาใด ซึ่งบางครั้งการทำปฏิกิริยาที่ใช้เวลาน้อยเกินไปปฏิกิริยาอาจเกิดไม่สมบูรณ์ ผลิตภัณฑ์ไบโอดีเซลที่ได้ อาจจะไม่ผ่านมาตรฐาน เมื่อนำไปใช้กับเครื่องยนต์อาจทำให้เกิดการเสียหายได้ หรือถ้ามีการทำปฏิกิริยาที่ใช้เวลานานเกินไปจะส่งผลต่อการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตที่มากขึ้น เป็นผลให้ต้นทุนการผลิตไบโอดีเซลสูงขึ้นตามไปด้วย

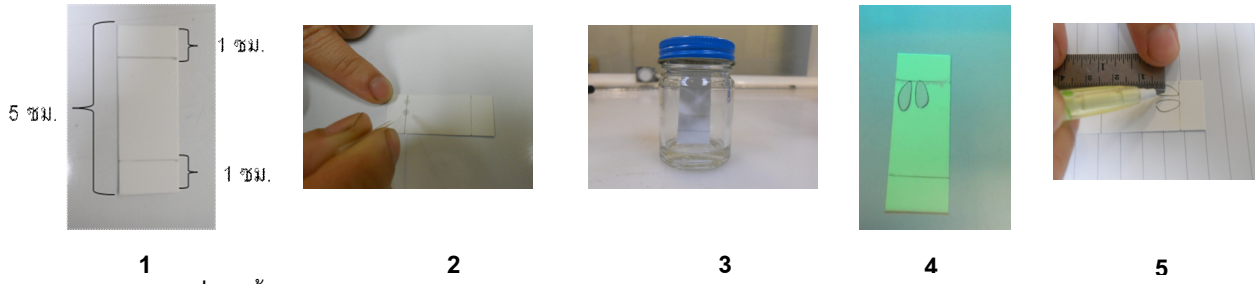
3. วัสดุอุปกรณ์ สารเคมีและวิธีการทดลอง

3.1. วัสดุอุปกรณ์ สารเคมี

ภาชนะบรรจุสารผสมที่ประกอบด้วยสารประกอบอินทรีย์ปิโตรเลียมอีเทอร์ (petroleum ether) สารประกอบอินทรีย์แอซิโตน (acetone) และสารประกอบกรดอะซิติก (acetic acid) ในอัตราส่วนผสม 9:3:1 ที่เป็นสารละลาย แผ่นทิลเล-เยอร์โครมาโทกราฟี (TLC) หลอดรูเล็ก (capillary tube) หลอดรังสียูวี (UV-Lamp) เฮกเซน (hexane) น้ำมันไบโอดีเซลมาตรฐาน ไม้บรรทัด ดินสอ

3.2. วิธีการทดลอง

ตัดแผ่นทิลเลเยอร์โครมาโทกราฟี (TLC) ให้ได้ขนาดความกว้างและความยาวเท่ากับ 2 ซม. และ 5 ซม. ตามลำดับ (1) จากนั้นใช้ไม้บรรทัดและดินสอขีดเส้นจากขอบบนและขอบล่างตามความยาวด้านละ 1 ซม. (2) ทำการหยดน้ำมันไบโอดีเซลตัวอย่างและหยดน้ำมันไบโอดีเซลมาตรฐานลงในแผ่นทิลเลเยอร์โครมาโทกราฟี (TLC) ที่ขีดเส้นไว้โดยใช้หลอดรูเล็ก (capillary tube) และล้างหลอดรูเล็กด้วยสารละลายเฮกเซน (3) จากนั้นนำแผ่นทิลเลเยอร์โครมาโทกราฟี (TLC) ที่หยดน้ำมันไบโอดีเซลตัวอย่างและน้ำมันไบโอดีเซลมาตรฐานใส่ลงในภาชนะที่บรรจุสารผสมที่ประกอบด้วยสารประกอบอินทรีย์ปิโตรเลียมอีเทอร์ (petroleum ether) สารประกอบอินทรีย์แอซิโตน (acetone) และสารประกอบกรดอะซิติก (acetic acid) ที่เป็นสารละลายในอัตราส่วนผสม 9:3:1 ที่มีสารในปริมาณความสูงประมาณ 0.5 ซม. โดยวางแผ่นทิลเลเยอร์โครมาโทกราฟี (TLC) ด้านที่หยดน้ำมันไบโอดีเซลตัวอย่างและน้ำมันไบโอดีเซลมาตรฐานไว้ด้านล่าง (4) จากนั้นเมื่อสารผสมที่เป็นตัวทำละลายเคลื่อนที่จนถึงขีดด้านบนของแผ่นทิลเลเยอร์โครมาโทกราฟี (TLC) ให้นำแผ่นทิลเลเยอร์โครมาโทกราฟี (TLC) ออกจากภาชนะรอให้แผ่นทิลเลเยอร์โครมาโทกราฟี (TLC) แห้งและนำไปส่องด้วยหลอดรังสียูวี (UV-lamp) จะปรากฏสีของน้ำมันไบโอดีเซลเป็นสีชมพูอ่อน ๆ ขีดรอบจุดด้วยดินสอ (5) จากนั้นวัดระยะทางที่สารเคลื่อนที่ (น้ำมันไบโอดีเซล) และระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่เพื่อคำนวณหาค่า R_f และปริมาณร้อยละเมทิลเอสเทอร์ของน้ำมันไบโอดีเซลต่อไป



รูปที่ 2: ขั้นตอนการวิเคราะห์หา เม้นไบโอดีเซลด้วยเทคนิคทิลเลเยอร์โครมาโทกราฟี (TLC) และรังสียูวี (CV)

$$R_f = \frac{A_{cm}}{B_{cm}} \quad (2)$$

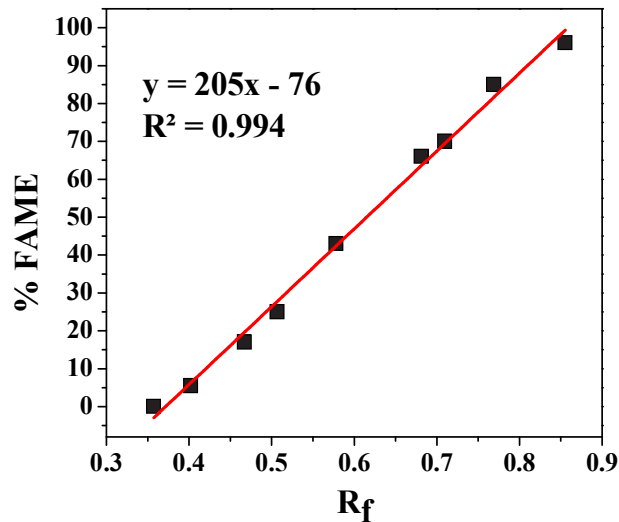
เมื่อ A คือ ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ได้โดยวัดจากจุดกึ่งกลางของสารที่ขีดดินสอขีดไว้รอบมีหน่วยเป็นเซนติเมตรและ B คือ ระยะของสารผสมที่เป็นตัวทำละลายเคลื่อนที่ได้มีหน่วยเป็นเซนติเมตรเช่นเดียวกัน

4. ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการนำน้ำมันไบโอดีเซลมาตรฐานที่ทราบค่าปริมาณร้อยละเมทิลเอสเทอร์ที่แน่นอนโดยการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี (GC) [8] และเทคนิคโปรตอนนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโตรสโคปี ($^1\text{H-NMR}$) [9-11] นำมาทดลองหาค่าร้อยละเมทิลเอสเทอร์ด้วยเทคนิคทิลเลเยอร์โครมาโทกราฟี (TLC) และรังสียูวี (CV) พบว่าเมื่อนำค่า R_f ของน้ำมันไบโอดีเซลมาตรฐานที่มีค่าปริมาณร้อยละเมทิลเอสเทอร์ต่าง ๆ ที่ได้มาสร้างเป็นกราฟจะได้กราฟเส้นตรงที่มีค่า $R^2 = 0.994$ และได้ค่าสมการเส้นตรงคือ

$$y = 205x - 76 \quad (3)$$

เมื่อ y คือ ค่าปริมาณร้อยละเมทิลเอสเทอร์ของน้ำมันไบโอดีเซล และ x คือ ค่า R_f ของน้ำมันไบโอดีเซล



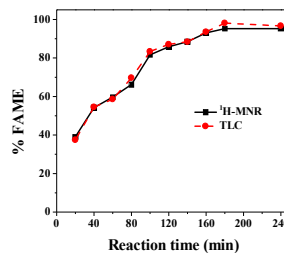
รูปที่ 3: แสดงกราฟเส้นตรงและสมการเส้นตรงที่ได้จากการนำค่า R_f ของน้ำมันไบโอดีเซลมาตรฐานที่ทราบปริมาณร้อยละเมทิลเอสเทอร์ที่แน่นอนนำมาทดสอบด้วยเทคนิคทิลเลเยอร์โครมาโทกราฟี(TLC) และรังสียูวี (CV)

การทดสอบน้ำมันไบโอดีเซลด้วยเทคนิคทิลเลเยอร์โครมาโทกราฟี (TLC) และรังสียูวี (CV) สามารถวิเคราะห์ปริมาณร้อยละเมทิลเอสเทอร์ได้ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยที่ในเชิงปริมาณสามารถทำการทดสอบวัดระยะทางการเคลื่อนที่ของน้ำมันไบโอดีเซลและระยะทางการเคลื่อนที่ของสารผสมที่เป็นสารละลายแล้วคำนวณค่า R_f จากนั้นทำการคำนวณปริมาณร้อยละเมทิลเอสเทอร์ของน้ำมันไบโอดีเซลตามสมการ (3) และการวิเคราะห์ร้อยละเมทิลเอสเทอร์ของน้ำมันไบโอดีเซลเชิงคุณภาพสามารถทำได้โดยการเทียบค่า R_f กับน้ำมันไบโอดีเซลมาตรฐานที่มีปริมาณร้อยละเมทิลเอสเทอร์มากกว่าร้อยละ 96.5 โดยค่า R_f ที่คำนวณได้ต้องไม่น้อยกว่า 0.830 และไม่มากกว่า 0.860



รูปที่ 4: (1) แสดงน้ำมันไบโอดีเซลตัวอย่าง (a) จำนวนร้อยละเมทิลเอสเทอร์ตามสูตรจากสมการเส้นตรงด้วยเทคนิค TLC ได้ 95.18 % ค่าที่วิเคราะห์ได้จริงจาก ¹H-NMR ได้ 96.0 % และค่า R_f = 0.835 (b) น้ำมันไบโอดีเซลมาตรฐาน; (2) แสดงผลการติดตามความก้าวหน้าของปฏิกิริยาการผลิตไบโอดีเซลโดยวิเคราะห์ด้วยเทคนิค TLC (ตัวอย่างที่ 1 ปฏิกิริยาเกิดสมบูรณ์ ในขณะที่ตัวอย่างที่ 2 3 และ 4 ปฏิกิริยาเกิดยังไม่สมบูรณ์)

เมื่อนำน้ำมันไบโอดีเซลตัวอย่างมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคโปรตอนนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโตรสโคปี (¹H-NMR) เปรียบเทียบกับเทคนิคทิลเลเยอร์โครมาโทกราฟี (TLC) และรังสียูวี (CV) พบว่ามีค่าใกล้เคียงกันมากโดยผลการทดลองมีค่าความคลาดเคลื่อน ± 3 %



รูปที่ 5: แสดงการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำมันไบโอดีเซลด้วยเทคนิคโปรตอนนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโตรสโคปี (¹H-NMR) กับเทคนิคทิลเลเยอร์โครมาโทกราฟี (TLC) และรังสียูวี (CV)



5. สรุปผลการทดลอง

การวิเคราะห์ไบโอดีเซลอย่างง่ายด้วยเทคนิคทินเลเยอร์โครมาโทกราฟี (TLC) และรังสียูวี (UV) นี้เป็นเทคนิคที่ง่าย สะดวก รวดเร็ว และประหยัด ที่สามารถวิเคราะห์น้ำมันไบโอดีเซลได้ในเชิงคุณภาพด้วยการเทียบค่าระยะทางการเคลื่อนที่ของสารต่อระยะการเคลื่อนที่ของตัวทำละลาย (R_f) ของน้ำมันไบโอดีเซลมาตรฐานและไบโอดีเซลตัวอย่าง ซึ่งการวิเคราะห์เชิงปริมาณสามารถคำนวณตามสมการ $y = 205x - 76$ เมื่อ y คือร้อยละเมทิลเอสเทอร์หรือเปอร์เซ็นต์ไบโอดีเซล เมื่อ x คือค่า R_f โดยสมการนี้เป็นสมการเส้นตรงและมีค่า $R^2 = 0.994$ โดยที่เทคนิคทินเลเยอร์โครมาโทกราฟี (TLC) นั้นนอกจากสามารถวิเคราะห์ร้อยละไบโอดีเซลทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณแล้ว ยังสามารถใช้ในการตรวจสอบการดำเนินไปของปฏิกิริยาการผลิตไบโอดีเซลได้ด้วย สามารถประยุกต์ใช้ได้กับการผลิตไบโอดีเซลทั้งในระดับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ขนาดกลาง วิชาหกิจชุมชน การศึกษาวิจัยและการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลอีกด้วย และค่าการวิเคราะห์ที่ได้เมื่อเปรียบกับวิธีมาตรฐาน เช่น การวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (GC) และการวิเคราะห์ด้วยเครื่องนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโตรสโคปี (NMR) ให้ค่าผลการวิเคราะห์ปริมาณร้อยละเมทิลเอสเทอร์ของน้ำมันไบโอดีเซลที่ใกล้เคียงกันมาก โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนเพียง $\pm 3\%$

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากโครงการทุนสถาบันบัณฑิตวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทย (TGIST 01-55-011) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช) ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

7. บรรณานุกรม

- [1] J. Boroa, D. Deka, A.J. Thakurb, A review on solid oxide derived from waste shells as catalyst for biodiesel production, *Renew and Sustain Energy Rev* 16 (2012) 904–910.
- [2] A. Kawashima, K. Matsubara, K. Honda, Development of heterogeneous base catalysts for biodiesel production, *Bioresource Technol* 99 (2008) 3439–3443.
- [3] J. Boroa, D. Deka, A.J. Thakurb, A review on solid oxide derived from waste shells as catalyst for biodiesel production, *Renew and Sustain Energy Rev* 16 (2012) 904–910.
- [4] H. Liu, L. Su, Y. Shao, L. Zou, Biodiesel production catalyzed by cinder supported CaO/KF particle catalyst, *Fuel* 97 (2012) 651–657.
- [5] M. Morshed, K. Ferdous, M.R. Ferdous, M.S.I. Mazumder, M.A. Islam, Md.T. Uddin, Rubber seed oil as a potential source for biodiesel production in Bangladesh. *Fuel* 90 (2011) 2981–2986.
- [6] W. Roschat, M. Kacha, B. Yoosuk, T. Sudyoosuk, V. Promarak, Biodiesel production based on heterogeneous process catalyzed by solid waste coral fragment. *Fuel* 2012; 98; 194–202.
- [7] BIOTOP. “มาตรฐานไบโอดีเซล,” มาตรฐานไบโอดีเซลชุมชน พ.ศ. 2549 ตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน สำหรับเครื่องยนต์การเกษตร และมาตรฐานไบโอดีเซล B100 ระดับอุตสาหกรรมพ.ศ. 2548 ตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน. www.biotop99.com/biodiesel_standards_t.html. 6 สิงหาคม, 2557.
- [8] B. Yoosuk, P. Krasae, B. Puttasawat, P. Udomsap, M. Viriya-empikul, K. Faungnawakij, Magnesia modified with strontium as a solid base catalyst for transesterification of palm olein, *Chem. Engin. J.* 162 (2010) 58–66.
- [9] C. M. Garcia, S. Teixeira, L. L. Marciniuk, U. Schuchardt, Transesterification of soybean oil catalyzed by sulfated zirconia. *Bioresource Technol* 99 (2008) 6608–6613.
- [10] G. J. Suppes, M. A. Dasari, E. J. Doskocil, P. J. Mankidy, M. J. Goff, Transesterification of soybean oil with zeolite and metal catalysts. *Applied Catalysis A: General* 257 (2004) 213–223.
- [11] S. O'Donnell, I. Demshemino, M. Yahaya, I. and Linus Okoro, A review on the Spectroscopic Analyses of Biodiesel. *European International Journal of Science and Technology* 2 (2013) 137–146.