วารสารวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 มกราคม – ธันวาคม 2563

Journal of Science and Technology
Vol. 3 No. 1 January – December 2020

การตรวจสอบความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเตอร์ในไบโอดีเซลด้วยทินเลเยอร์โครมาโทกราฟี

Determination of Quantity of Methyl Ester in Biodiesel by Thin Layer Chromatography (TLC)

สายฝน เกียวสัมพันธ์[1]
Saifon Geywsumpun[1]

Received: April 15, 2020
Revised: June 24, 2020
Accepted: June 25, 2020

บทคัดย่อ

ไบโอดีเซลประเทศไทยมี 2 มาตรฐานตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน ได้แก่ มาตรฐานไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) และมาตรฐานไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน (ไบโอดีเซล B100) มาตรฐานไบโอดีเซลดังกล่าวมีความแตกต่างในเรื่องค่าสมบัติสำคัญของไบโอดีเซลแต่ละชนิด จากการศึกษาพบว่าข้อกำหนดคุณภาพของปริมาณเมทิลเอสเตอร์ซึ่งเป็นสารประกอบหลักที่แสดงว่าปฏิกิริยาเกิดสมบูรณ์ ต้องมีค่าร้อยละความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเตอร์อย่างน้อย 96.5 จึงจะจัดเป็นไบโอดีเซล ชนิด B100 ซึ่งในทางเคมีสามารถใช้แสงอัลตร้าไวโอเลต (Ultraviolet:UV) ที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร ส่องไปบนแผ่น TLC (Thin Layer Chromatography) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ทางเคมีที่ใช้ทดสอบความบริสุทธิ์ของสาร สิ่งที่ปรากฏคือจุด (Spot) ที่ปรากฏภายใต้แสงอัลตร้าไวโอเลต โดยการเปรียบเทียบระหว่าง Spot ของไบโอดีเซลตัวอย่าง (Unknown Samples) ที่เราสงสัยว่าจะเป็นไบโอดีเซลชนิดใด กับ Spot ของไบโอดีเซลมาตรฐาน ซึ่งเป็นไบโอดีเซลชนิด B100 ที่ทราบร้อยละความบริสุทธิ์ที่แน่นอน ผลที่ได้รับคือการใช้แสงอัลตร้าไวโอเลตตรวจสอบความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซล ให้ผลสอดคล้องกับการตรวจสอบความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเตอร์โดยใช้เครื่องมือขั้นสูงในห้องปฏิบัติการเคมี และสามารถใช้เป็นวิธีตรวจสอบชนิดของไบโอดีเซลเบื้องต้นได้

คำสำคัญ : ไบโอดีเซล เมทิลเอสเตอร์ ทินเลเยอร์โครมาโทกราฟี

[1] กองวิชาฟิสิกส์และเคมี ฝ่ายศึกษา โรงเรียนนายเรือ
Department of Physic and Chemistry, Education Branch, Royal Thai Naval Academy
E-mail: Saifon_narak@hotmail.com

Abstract

According to the notification of Department of Energy Business biodiesel in Thailand can be categorized into two types, which are biodiesel for agricultural engines (commodity biodiesel) and fatty acid methyl ester (FAME)-typed biodiesel (biodiesel B100). These two types of biodiesel have different characteristics and specifications. As reported in the literature, the minimum methyl ester content in B100 is specified at 96.5 percent by mass. In this study, the utilization of ultraviolet (UV) light operation at 254 nm wavelength coupled with Thin Layer Chromatography (TLC) is proposed in order to determine methyl ester content in unknown biodiesel. The silica gel on the TLC plate is first impregnated with a fluorescent material that glows under UV light. A spot then can interfere with the fluorescence and appear as a dark spot on a glowing background. A comparison between the spot of unknown biodiesel and spot of B100 can be made where methyl ester content in B100 is exactly known. It is found that the result of methyl ester content in unknown sample obtained from using UV light is consistent with that obtained from sophisticated instrument in chemical laboratory. Thus, this simple and affordable technique can be utilized in the preliminary determination of type of biodiesel.

***Keywords*:** Biodiesel, Methyl Ester, Thin Layer Chromatography

1. บทนำ

ไบโอดีเซล (Biodiesel) คือเชื้อเพลิงที่ได้จากน้ำมันพืชหรือสัตว์ที่ผ่านกระบวนการทางเคมีเกิดเป็นสารที่เรียกว่าเมทิลเอสเทอร์หรือเอทิลเอสเทอร์ ไบโอดีเซลมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลที่กลั่นจากน้ำมันปิโตรเลียม สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลได้ดีโดยไม่ต้องทำการดัดแปลงเครื่องยนต์ เป็นพลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) และเป็นเชื้อเพลิงที่ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม สามารถลดปัญหาการเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) อันเป็นสาเหตุของสภาวะก๊าซเรือนกระจก และลดการเกิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เนื่องจากในน้ำมันพืชหรือน้ำมันสัตว์ไม่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ การเผาไหม้ของไบโอดีเซลเกิดได้สมบูรณ์ ลดปัญหาการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ออกสู่บรรยากาศ กระบวนการผลิตไบโอดีเซลมีปัจจัยสำคัญที่ต้องพิจารณา คือ อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเกิดปฏิกิริยา อัตราส่วนของแอลกอฮอล์ต่อน้ำมันที่ใช้ ชนิดและความเข้มข้นของตัวเร่งปฏิกิริยา เวลาที่ใช้ทำปฏิกิริยา ความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซลที่ได้ [1]

ไบโอดีเซลปราศจากกำมะถันและสารอะโรมาติก เนื่องจากเป็นพลังงานที่มาจากพืช สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ประมาณร้อยละ 70 เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล เมื่อเติมไบโอดีเซลร้อยละ 1-2 ผสมกับน้ำมันดีเซล พบว่าเป็นการเพิ่มค่าการหล่อลื่นให้กับน้ำมันดีเซลช่วยยืดอายุการใช้งานของเครื่องยนต์ [2]

การใช้ไบโอดีเซลที่ผลิตได้จากการเปลี่ยนองค์ประกอบของน้ำมันพืชหรือไขสัตว์ที่มีโครงสร้างโมเลกุลเป็นไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) ให้เป็นสารประกอบเอสเตอร์ (Esters) ไบโอดีเซลเป็นพลังงานทดแทน (Alternative Energy) ที่สามารถใช้แทนน้ำมันดีเซล โดยใช้น้ำมันพืชหรือไขสัตว์ทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ เช่น เมทานอล อาศัยตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งอาจเป็น กรด เบส หรือเอนไซม์ แต่ส่วนใหญ่จะใช้เบสแก่ เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ โพแทสเซียม ไฮดรอกไซด์ จะได้เมทิลเอสเทอร์หรือที่เรียกว่าไบโอดีเซล และกลีเซอรอล ปัจจัยที่ทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้อย่างสมบูรณ์ยังขึ้นอยู่กับเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา ปริมาณน้ำและกรดไขมันอิสระที่มากับวัตถุดิบ มีผลต่อความสมบูรณ์ของการเกิดปฏิกิริยา เพราะน้ำและกรดไขมันอิสระจะไปยับยั้งการเกิดปฏิกิริยา น้ำมันพืชหรือไขสัตว์ที่มีปริมาณกรดไขมันอิสระสูงจึงควรเร่งปฏิกิริยาด้วยกรด ส่วนความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซลที่สังเคราะห์ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณเมทานอล กลีเซอรีนอิสระ และสบู่ที่หลงเหลืออยู่ในปฏิกิริยา นอกจากนี้ไบโอดีเซลยังเป็นพลังงานหมุนเวียน เนื่องจากน้ำมันพืชหรือไขสัตว์ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซล สามารถผลิตขึ้นใหม่ได้ในเวลาไม่นาน เครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงจะปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ เถ้า ฝุ่นละออง และแก๊สพิษชนิดต่าง ๆ ออกมาน้อยกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลจากปิโตรเลียม [3]

เนื่องจากน้ำมันไบโอดีเซลตามมาตรฐานสากลนั้น มีคุณสมบัติเทียบเคียงได้กับน้ำมันดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันปิโตรเลียม ผลกระทบต่อเครื่องยนต์ถือได้ว่าไม่มีผลทางด้านลบหรือในกรณีของเครื่องยนต์เก่าอาจมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนซีลยางบางส่วนเท่านั้นเอง โดยทั่วไปการใช้น้ำมันไบโอดีเซลในต่างประเทศนิยมนำไปผสมเป็นสูตรต่างๆ เช่น

B2 หมายถึง อัตราส่วนไบโอดีเซล ร้อยละ 2 กับดีเซลร้อยละ 98 มีจำหน่ายทั่วไปในมลรัฐมินนิโซตา ประเทศสหรัฐอเมริกา และจะบังคับใช้ทั้งมลรัฐในปี พ.ศ. 2548

B5 หมายถึง อัตราส่วนไบโอดีเซล ร้อยละ 5 กับดีเซลร้อยละ 95 มีจำหน่ายทั่วไปในประเทศฝรั่งเศส โดยกว่าครึ่งของน้ำมันดีเซลที่จำหน่ายเป็นน้ำมันสูตร B5

B20 หมายถึง อัตราส่วนไบโอดีเซล ร้อยละ 20 กับดีเซลร้อยละ 80 เป็นน้ำมันผสมที่คณะกรรมการไบโอดีเซลแห่งชาติ และสำนักงานป้องกันสิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกาแนะนำให้ใช้ตามกฎหมายยานยนต์เชื้อเพลิงทดแทนของประเทศ (Alternative Motor Fuels Act : AMFA 1988) ปัจจุบันนิยมใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยเฉพาะรถของบริษัทและรถของหน่วยงานราชการกว่า 147 แห่ง รวมทั้งการใช้ยานยนต์ในพื้นที่ที่ต้องคำนึงถึงมลพิษเป็นพิเศษ เช่น รถรับส่งนักเรียน รถประจำทาง เรือ หรือเครื่องจักรกลที่ใช้ในเหมืองแร่ ทั้งนี้ได้รับการรับรองจากบริษัทผู้ผลิตระบบหัวฉีดและเครื่องยนต์

B40 หมายถึง อัตราส่วนไบโอดีเซล ร้อยละ 40 กับดีเซลร้อยละ 60 เป็นสูตรที่ใช้ในรถขนส่งมวลชนในประเทศฝรั่งเศส ทั้งนี้เพื่อผลในการลดมลพิษ

B100 หมายถึงน้ำมันไบโอดีเซลร้อยละ 100 ที่ใช้ในประเทศเยอรมนีและออสเตรียโดยได้รับการรับรองจากบริษัทผู้ผลิตรถยนต์รายใหญ่ของประเทศ [4]

2. มาตรฐานไบโอดีเซล

สำหรับประเทศไทยคุณภาพของไบโอดีเซลมี 2 มาตรฐาน ได้แก่ มาตรฐานไบโอดีเซล B100 ใช้รายละเอียดแนบท้ายประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่องกำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน พ.ศ.2556 และ มาตรฐานไบโอดีเซลชุมชน ใช้รายละเอียดแนบท้ายประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่องกำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซล) พ.ศ.2549

จากมาตรฐานไบโอดีเซลตามรายละเอียดแนบท้ายประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน พ.ศ.2556 หมายถึง ไบโอดีเซล B100 และ

เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ.2549 หมายถึง ไบโอดีเซลชุมชน ซึ่งไบโอดีเซล B100 มีข้อกำหนดคุณภาพมากกว่าไบโอดีเซลชุมชน แต่ผู้เขียนสนใจค่าร้อยละความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเตอร์เป็นหลัก เนื่องจากเป็นค่าที่ถูกกำหนดให้ไบโอดีเซลต้องมีความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเตอร์สูงมากกว่าร้อยละ 96.5 โดยน้ำหนัก ค่าเมทิลเอสเตอร์ร้อยละโดยน้ำหนักตามปกติต้องวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือขั้นสูงในห้องปฏิบัติการเคมีที่เรียกว่า GC (Gas Chromatography) แต่หากไม่มีเครื่องมือตัวนี้ส่วนใหญ่จะส่งวิเคราะห์ตามสถาบันที่รับวิเคราะห์ซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูง ผู้เขียนจึงคิดหาวิธีการ ที่จะทดสอบไบโอดีเซลเบื้องต้นเพื่อให้สามารถตอบได้ว่าไบโอดีเซลที่ผลิตได้นั้นเป็นไบโอดีเซลที่อยู่ในมาตรฐานใด เพื่อให้สามารถนำไบโอดีเซลที่ผลิตได้นั้นไปใช้ให้เหมาะสมต่อเครื่องยนต์ ไม่ก่อความเสียหายกับเครื่องยนต์ ดังนั้นผู้เขียนจึงนำเทคนิค Thin Layer Chromatography:TLC มาใช้ในการคัดแยกความบริสุทธิ์เบื้องต้นของไบโอดีเซลในการศึกษาครั้งนี้ และใช้หลักการอ่านจุดที่ปรากฏบนแผ่น TLC ภายใต้แสงยูวี เพราะการสังเกตด้วยสายตาเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถแยกได้ว่าไบโอดีเซล B100 แตกต่างจากไบโอดีเซลชุมชนอย่างไร

3. การใช้แสงอัลตร้าไวโอเลต (UV) ตรวจสอบความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซล

แหล่งกำเนิดแสงยูวีแหล่งใหญ่ที่สุดคือจากดวงอาทิตย์ และที่ได้จากการสังเคราะห์ขึ้นเองโดยมนุษย์ได้แก่ Black Light, UV Lamp, UV LEDs, UV Laser เป็นต้น แสงยูวีจัดอยู่ในช่วงแสงที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า (Invisible Light Wavelength) ซึ่งมีความยาวคลื่นสั้นกว่าช่วงแสงที่มองเห็นได้ (Visible Light Wavelength) แต่ยาวกว่ารังสี X-Rays แสงยูวีมีคุณสมบัติพิเศษคือมีพลังงานสูงเป็นพิเศษทำให้มีความสามารถในการส่องทะลุผ่านผิววัสดุได้ง่ายกว่าแสงที่เห็นทั่วๆ ไป [5]

การอ่านจุดที่ปรากฏบนแผ่น TLC ภายใต้แสงยูวีนั้นต้องใช้ตัวดูดซับที่ผสมอินดิเคเตอร์ฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งเมื่อแผ่น TLC กระทบแสงยูวี ที่ช่วงความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร จะสะท้อนแสงออกมาเป็นสีเขียว ดังนั้นเมื่อมีสารตัวอย่างที่สามารถดูดซับแสงยูวี ได้ตรงจุดใดบนแผ่น TLC ก็จะบดบังการเรืองแสงของแผ่น TLC เกิดเป็นจุดสีม่วงขึ้นที่จุด ๆ นั้น จึงทำให้สามารถสังเกตเห็นจุดของสารตัวอย่างที่ Develop ได้ [6]

การนำแสงอัลตร้าไวโอเลต (UV) มาใช้ในการตรวจสอบความบริสุทธิ์ของสารทางเคมี เป็นเทคนิคที่ใช้มานานแล้วโดยใช้ควบคู่กับเทคนิคโครมาโตกราฟี เพื่อส่องดูจุด (Spot) ของสารที่เคลื่อนไปบนแผ่น TLC สามารถตรวจสอบความบริสุทธิ์ของสารที่มีปริมาณน้อย จากประสบการณ์ของผู้เขียนในเรื่องการผลิตและควบคุมคุณภาพการผลิตทั้งไบโอดีเซล B100 และไบโอดีเซลชุมชน มีข้อสังเกตที่พบว่า เมื่อนำไบโอดีเซลที่ผลิตได้ส่งวิเคราะห์ผล จนทราบว่าเป็นไบโอดีเซล B100 ค่าข้อกำหนดของเมทิลเอสเตอร์ร้อยละโดยน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 96.5 ซึ่งต้องใช้เทคนิคการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatography : GC และค่าเมทิลเอสเตอร์ที่วิเคราะห์ได้นี้เป็นค่าหลักที่สอดคล้องกับการวิเคราะห์ทางเคมีเบื้องต้นในห้องปฏิบัติการเรื่องโครมาโตกราฟีแบบแผ่นบาง (Thin Layer Chromatography : TLC) ผู้เขียนจึงนำกระบวนการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค TLC นี้มาใช้ในการประดิษฐ์เป็นกล่องเครื่องมือต้นแบบตรวจติดตามความบริสุทธิ์ของการผลิตไบโอดีเซล โดยอาศัยหลอดแสงยูวีที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร มาเป็นแหล่งกำเนิดแสงยูวีติดตั้งในกล่องทึบแสง ใช้หลักการของการใช้แสงยูวีส่องผ่านแผ่น TLC ที่สามารถสะท้อนกลับที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร มาใช้เพื่อให้เป็นวิธีที่ง่าย สะดวก และราคาถูก เหมาะสำหรับตรวจสอบเบื้องต้นว่าไบโอดีเซลที่ผลิตได้นั้นจัดเป็นไบโอดีเซล B100 หรือไบโอดีเซลชุมชน ก่อนนำไปส่งวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการส่งวิเคราะห์สูงกว่ามาก เพื่อยืนยันผลการวิเคราะห์ว่าเป็นไบโอดีเซลชนิด B100 จริง ดังรูป

รูปที่ 1 แสดงอุปกรณ์เครื่องต้นแบบตรวจติดตามความบริสุทธิ์ของการผลิตไบโอดีเซล

กรณีของไบโอดีเซลชุมชนก็สามารถตรวจสอบด้วยกระบวนการ TLC เช่นเดียวกัน โดยหลักการ TLC จะใช้การจุ่ม (Spot) สารตัวอย่าง (Unknown Sample) เทียบกับสารมาตรฐาน (Standard) ลงบนแผ่น TLC ชนิดซิลิกาเจลที่มีสารเรืองแสงความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร แล้วจึงผ่านกระบวนการชะสารโดยใช้สารละลายอินทรีย์ผสมช่วยชะพา Spot ของสารตัวอย่างและสารมาตรฐานให้ขึ้นไปในระดับที่กำหนดไว้บนแผ่น TLC จากนั้นใช้คีมคีบแผ่น TLC นี้ออกมาผึ่งให้แห้ง แล้วนำไปส่องดูภายใต้แสง UV จะพบ Spot 2 จุดสีม่วงดำ วัดระดับจุดระหว่างจุดของไบโอดีเซลตัวอย่าง เทียบกับจุดของไบโอดีเซลมาตรฐาน (ไบโอดีเซลมาตรฐานมีความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเตอร์ร้อยละ 98.7 จัดเป็นไบโอดีเซล B100) โดยการสังเกตระดับของจุดทั้งสอง ถ้าอยู่ในระดับเดียวกันถือว่าไบโอดีเซลตัวอย่างมีค่าความบริสุทธิ์เทียบเท่าไบโอดีเซลมาตรฐาน หมายความว่าไบโอดีเซลตัวอย่างนั้นเป็นไบโอดีเซล B100 สำหรับกรณีที่ระดับของ spot ของไบโอดีเซลตัวอย่าง อยู่ต่ำกว่าไบโอดีเซลมาตรฐาน หมายความว่าไบโอดีเซลตัวอย่างนั้นเป็นไบโอดีเซลชุมชน

นำไบโอดีเซลตัวอย่างที่ผลิตจากพืชน้ำมันชนิดต่าง ๆ ทดสอบด้วยการใช้เทคนิค TLC แล้วส่องผ่านแสงยูวี ไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC พบว่า ผลการทดลองที่เป็นไบโอดีเซล B100 ให้ผลวิเคราะห์ร้อยละปริมาณเมทิลเอสเตอร์มากกว่า 96.5 ทุกตัวอย่าง ในขณะที่ไบโอดีเซลที่ทดสอบด้วยเทคนิค TLC ให้ผลว่าเป็นไบโอดีเซลชุมชนให้ผลวิเคราะห์ร้อยละปริมาณเมทิลเอสเตอร์ต่ำกว่า 96.5 ทุกตัวอย่าง จากผลการทดสอบดังกล่าวทำให้เครื่องต้นแบบตรวจติดตามความบริสุทธิ์ของการผลิตไบโอดีเซลที่ใช้แสงยูวีกับ TLC ในการตรวจสอบความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเตอร์ในไบโอดีเซล มีความถูกต้อง แม่นยำ สามารถนำไปใช้งานได้ทั้งในห้องปฏิบัติการเคมี สามารถใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการผลิตไบโอดีเซลได้ [7]

รูปที่ 2 แสดงตัวอย่างไบโอดีเซลจากน้ำมันชนิดต่าง ๆ

4. เทคนิค TLC

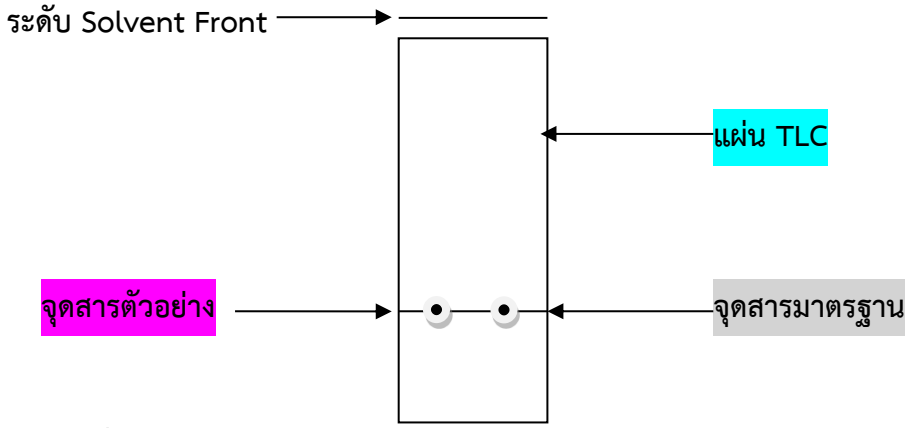
ทินเลเยอร์โครมาโทกราฟี (Thin Layer Chromatography) หรือ TLC เป็นวิธีการแยกสารที่สามารถแยกสารปริมาณน้อย ๆ ใช้เป็นเทคนิคในการตรวจสอบจำนวนสารประกอบที่มีอยู่ในสารผสม สามารถใช้ตรวจสอบความบริสุทธิ์ของสาร ตรวจสอบปฏิกิริยาที่กำลังดำเนินอยู่ว่าสมบูรณ์หรือไม่ ทั้งยังใช้หาตัวดูดซับและตัวทำละลายที่เหมาะสมสำหรับการแยกสารนั้น ซึ่งถือว่าเป็นวิธีที่ง่าย และใช้เวลาไม่มากนัก วิธีการทำงานโดยสารที่ต้องการแยกจะถูกจุดลงบนแผ่น TLC ที่ปลายด้านหนึ่ง เป็นจุดเล็ก ๆ แล้วนำแผ่น TLC นี้ไปจุ่มในภาชนะที่มีตัวทำละลายบรรจุอยู่ โดยเอาปลายด้านที่มีสารจุดอยู่จุ่มลงไป ตัวทำละลายซึ่งทำหน้าที่เป็นเฟสเคลื่อนที่จะเคลื่อนพาสารบนตัวดูดซับขึ้นไปตามแผ่น TLC โดยการซึมผ่านรูเล็ก (Capillary Action) ในขณะเดียวกันตัวดูดซับจะพยายามดึงหรือยึดเอาสารนั้นไว้ จึงทำให้สารเคลื่อนที่ไปได้ช้ากว่าตัวทำละลาย อัตราส่วนของระยะทางจากจุดเริ่มต้นที่สารนั้นเคลื่อนที่ต่อระยะทางสูงสุดที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ (Solvent Front) จะมีค่าคงที่เรียกว่า ค่า Rf ซึ่งย่อมาจาก Retention Factor ค่า Rf เป็นค่าเฉพาะตัวของสารแต่ละชนิด ดังนั้นสารต่างชนิดกันจะมีค่า Rf ต่างกัน แต่สารที่มีค่า Rf เท่ากัน ไม่จำเป็นต้องเป็นสารชนิดเดียวกัน โดยปกติค่า Rf จะเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของตัวดูดซับ ชนิดของตัวทำละลายและความหนาของตัวดูดซับ

Rf = ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ได้ (ซม.) /ระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ (ซม.)

ประโยชน์ของเทคนิค TLC คือ ใช้แยกสารที่มีปริมาณน้อยๆ ได้ ทั้งสารที่มีสีและไม่มีสี และสามารถใช้ทดสอบความบริสุทธิ์ของสารที่สนใจ เพราะสารตัวอย่างที่บริสุทธิ์ย่อมให้จุดเพียงจุดเดียวบนแผ่น TLC [8]

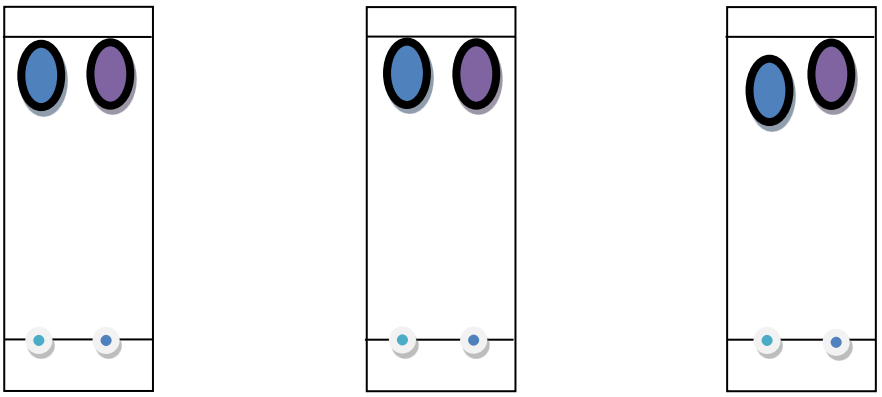
5. การทดลองและผลการทดลอง

เป็นการศึกษาการเปลี่ยนน้ำมันตัวอย่างให้เป็นเมทิลเอสเตอร์ (ไบโอดีเซล) ในระดับห้องปฏิบัติการ เช่น ใช้วัตถุดิบเป็น น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันรำข้าว ทำปฏิกิริยากับเมทานอล ใช้โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ผลิตเมทิลเอสเตอร์ผ่านกระบวนการทรานส์เอสเตอริฟิเคชัน นำไบโอดีเซลที่ได้ไปทำการจุด ลงบนแผ่น TLC ที่เตรียมไว้ทางด้านซ้ายของแผ่น และจุดสารมาตรฐานทางด้านขวาของแผ่น TLC ก่อน Develop ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 จุดของสารตัวอย่างด้านซ้าย เปรียบเทียบสารมาตรฐานด้านขวา ก่อน Develop

จากนั้นทำการ Develop แล้วนำไปส่องดูจุดที่ปรากฏภายใต้หลอดแสงยูวีภายในกล่องทึบแสง จะได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4



ไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ ไบโอดีเซลจากน้ำมันถั่วเหลือง ไบโอดีเซลจากน้ำมันรำข้าว

รูปที่ 4 จุด (Spot) ของสารตัวอย่างด้านซ้าย เปรียบเทียบสารมาตรฐานด้านขวา หลัง Develop ภายใต้หลอดแสงยูวี

จากนั้นนำไบโอดีเซลไปวิเคราะห์หาปริมาณร้อยละเมทิลเอสเตอร์โดยใช้เทคนิค GC ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC

ตัวอย่างไบโอดีเซล	ร้อยละเมทิลเอสเตอร์
1. จากน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์	97
2. จากน้ำมันถั่วเหลือง	98
3. จากน้ำมันรำข้าว	95

จากรูปที่ 3 เป็นตัวอย่างของจุดของเมทิลเอสเตอร์จากน้ำมันตัวอย่าง เมื่อเปรียบเทียบกับเมทิลเอสเตอร์มาตรฐาน ก่อน Develop ยังไม่มีจุดใด ๆ ปรากฏบนแผ่น TLC

จากรูปที่ 4 พบว่าถ้าจุดของสารตัวอย่างอยู่ในระดับเดียวกับจุดของสารมาตรฐานหลังผ่านการ develop ส่องดูภายใต้หลอดแสงยูวีที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร แสดงว่าสารตัวอย่างนั้นมีค่าความบริสุทธิ์เทียบเท่าสารมาตรฐานแสดงว่าสารตัวอย่างชนิดนั้นเป็นไบโอดีเซลชนิด B100 หรือเข้าใกล้ความเป็น B100 นั่นเอง แต่หากพบว่าจุดของสารตัวอย่างอยู่ระดับต่ำกว่าสารมาตรฐานแสดงว่า

สารตัวอย่างชนิดนั้นเป็นไบโอดีเซลชุมชน การทดลองนี้มีความสอดคล้องกับผลในตารางที่ 1 นั่นคือ ร้อยละเมทิลเอสเตอร์ของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ เท่ากับ 97 ร้อยละเมทิลเอสเตอร์ของน้ำมันถั่วเหลือง เท่ากับ 98 จัดเป็นไบโอดีเซลชนิด B100 เนื่องจากมีร้อยเมทิลเอสเตอร์มากกว่า 96.5 ในขณะที่ร้อยละเมทิลเอสเตอร์ของน้ำมันรำข้าว เท่ากับ 95 จึงจัดว่าเป็นไบโอดีเซลชุมชน เนื่องจากจุดของสารตัวอย่างอยู่ในระดับต่ำกว่าระดับจุดของสารมาตรฐาน และมีค่าร้อยละเมทิลเอสเตอร์น้อยกว่า 96.5 แสดงว่าสารตัวอย่างนั้นมีความบริสุทธิ์น้อยกว่าสารมาตรฐาน

6. สรุป

ปริมาณร้อยละเมทิลเอสเทอร์ แสดงถึงความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซล และการเกิดปฏิกิริยาการผลิตไบโอดีเซล ที่สมบูรณ์ มาตรฐานกำหนดให้มีปริมาณมากกว่าร้อยละ 96.5 โดยน้ำหนัก เมื่อปริมาณเอสเตอร์น้อยกว่าที่มาตรฐานกำหนด ซึ่งอาจเกิดจากระหว่างกระบวนการผลิตอาจมีปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งเกิดความผิดพลาด ส่งผลให้ความบริสุทธิ์ที่ได้มากน้อยแตกต่างกัน ในความเป็นจริงมีหลายค่าพารามิเตอร์ที่จะต้องตรวจวิเคราะห์ (24-26 ค่าพารามิเตอร์) เพื่อให้ได้มาซึ่งการรับรองคุณภาพของไบโอดีเซลตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน ให้สามารถนำไปใช้กับเครื่องยนต์ได้อย่างเหมาะสม อาจนำไปใช้โดยตรงหรือนำไปผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนต่าง ๆ แต่จากประสบการณ์ของผู้เขียนพบว่า ค่าร้อยละเมทิลเอสเตอร์จัดเป็นค่าที่สำคัญที่สุด เพราะหากค่าดังกล่าวนี้อยู่ในเกณฑ์ของมาตรฐาน B100 แล้ว พบว่าค่าพารามิเตอร์อื่น ๆ อีกหลายค่าจะสอดคล้องกับค่าร้อยละเมทิลเอสเตอร์เสมอ

การเลือกใช้เทคนิค TLC ภายใต้การส่องผ่านด้วยหลอดแสงยูวี ที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร เป็นวิธีที่ง่ายในการคัดแยกชนิดของไบโอดีเซลเบื้องต้น ราคาถูก วิธีการไม่ยุ่งยาก สามารถทำการทดสอบซ้ำ ๆ จนแน่ใจว่าไบโอดีเซลชนิดเมทิลเอสเตอร์ที่ผลิตได้นั้นเป็นไบโอดีเซลชนิด B100 จะทำให้ผู้ผลิตเกิดความมั่นใจในคุณภาพการผลิต และยังเป็นโอกาสที่สามารถแก้ไขระหว่างกระบวนการผลิต เพื่อให้เกิดความมั่นใจ แล้วจึงนำผลผลิตนั้นส่งวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือขั้นสูง เช่น GC เพื่อวิเคราะห์หาค่าร้อยละความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเตอร์เทียบการสารมาตรฐาน เป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายกว่าการที่ผลิตไบโอดีเซลแล้วนำส่งวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือขั้นสูงทันที เพราะจะเป็นการสิ้นเปลืองเนื่องจากค่าส่งวิเคราะห์มีราคาสูง

เอกสารอ้างอิง

[1] Antolin G, Tinaut FV, Briceno Y, Castano V, Perez C, Ramirez AI. Optimization of biodiesel production by sunflower oil transesterification. Bioresource Technology. 2002;83(2):111-4.

[2] Bournay L, Casanave D, Delfort B, Hillion G, Chodorge JA. New heterogeneous process for biodiesel production: A way to improve the quality and the value of the crude. Catalysis Today. 2005;106(1-4):190-2.

[3] Van GJ. Biodiesel processing and production. Fuel Processing Technology. 2005;86: 1097-1107.

[4] คณะกรรมาธิการพลังงาน สภาผู้แทนราษฎร. พลังงานทดแทนเอทานอลและไบโอดีเซล. กรุงเทพฯ: แปลนพริ้นติ้ง; 2545.

[5] เมกกะฟิล. แสงยูวีคืออะไร. [อินเทอร์เน็ต]. นนทบุรี: เมกกะฟิล; 2563. [สืบค้นเมื่อ 9 เม.ย. 2563].จาก: http://www.megafil.co.th/index.php?lay=show&ac=article&Id=539644324&Ntype=15

[6] การอ่านแผ่น TLC ภายใต้แสง UV. [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: ; 2560. [สืบค้นเมื่อ 10 เม.ย. 2563]. จาก: https://elife-news.blogspot.com/2017/11/tlc-uv.html

[7] กรมวิทยาศาสตร์ทหารเรือ สำนักงานวิจัยและพัฒนาการทางทหารกองทัพเรือเอกสารวิจัย. โครงการวิจัยและพัฒนาเรื่องเครื่องต้นแบบตรวจติดตามความบริสุทธิ์ของการผลิตไบโอดีเซล. กรุงเทพฯ: กรม; 2555.

[8] ธิติมา รุกขไชยศิริกุล. ปฏิบัติการอินทรีย์เคมี 1. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง; 2529.