

การผลิตไบโอดีเซลโดยใช้แอลกอฮอล์ที่ก้นจากกลีเซอริน Biodiesel Production Using Alcohol Recovery from Glycerin

สุกันต์ จารุจารีต¹, รัตนชัย ไพรินทร์² และแก้วกันยา สูดประเสริฐ¹

¹สายวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

²คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

126 ถ.ประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140 โทร 0-2470-8000 E-mail: j_sukan@hotmail.com

Sukan Jarujareet¹, Rattanachai Pairintra² and Kaokanya Sudaprasert¹

¹Department of Energy Technology, School of Energy Environmental and Materials, King Mongkut's University of Technology Thonburi

²School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi

126 Pracha-Utid Road, Bangmod, Toongkru, Bangkok 10140 Thailand Tel: 0-2470-8000 E-mail: j_sukan@hotmail.com

บทคัดย่อ

การผลิตไบโอดีเซลจะมีผลพลอยได้จากการทำปฏิกิริยา คือ กลีเซอริน และเนื่องจากการผลิตไบโอดีเซลจะต้องใช้แอลกอฮอล์ใน ปริมาณที่มากกว่าค่าทางทฤษฎีเพื่อให้เกิดการทำปฏิกิริยาที่สมบูรณ์ เมื่อสิ้นสุดการทำปฏิกิริยาแล้วจะมีแอลกอฮอล์เหลือในกลีเซอรินเป็น ปริมาณมาก งานวิจัยจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการก้นแอลกอฮอล์จาก กลีเซอรินเพื่อนำไปใช้ในการผลิตไบโอดีเซลอีกครั้ง โดยใช้ชุดกลั่นแบบ ลำดับส่วนภายใต้ความดันคงที่ สามารถก้นได้ครั้งละ 3 ลิตร ดำเนินการก้นเมทานอลโดยการให้ความร้อนอย่างช้าๆ จนถึงอุณหภูมิ 78, 80, 82 และ 84°C และก้นโดยให้ความร้อนอย่างต่อเนื่องจนถึง อุณหภูมิ 84°C และ 95°C แล้วนำเมทานอลที่ได้ไปใช้ในการผลิตไบโอดีเซล จากการทดลองพบว่า การก้นโดยให้ความร้อนอย่างช้าๆ ณ อุณหภูมิการก้น 84°C จะได้ปริมาณเมทานอลเฉลี่ยมากที่สุดที่ 323 มิลลิลิตร คิดเป็น 10.77% ของปริมาณกลีเซอรินที่นำมาก้น มีความบริสุทธิ์เฉลี่ย 99.03% มีต้นทุนการก้นที่ 17.79 บาทต่อลิตร และการ ก้นโดยให้ความร้อนอย่างต่อเนื่องจนถึงอุณหภูมิ 84 และ 95°C จะได้ ปริมาณเมทานอลเฉลี่ย 392 มิลลิลิตร คิดเป็น 13.07% ของปริมาณ กลีเซอรินที่นำมาก้น มีความบริสุทธิ์เฉลี่ย 97.20% และ 631 มิลลิลิตร คิดเป็น 21.03% ของปริมาณกลีเซอรินที่นำมาก้น มีความบริสุทธิ์ เฉลี่ย 96.13% ตามลำดับ เมื่อนำเมทานอลบริสุทธิ์ 99.03% ที่ก้นได้ ไปใช้ในการผลิตไบโอดีเซล พบว่า ได้ %Methyl ester ต่ำกว่าเมื่อใช้ เมทานอลบริสุทธิ์ 99.80% เล็กน้อย แต่มีต้นทุนการผลิตสูงกว่ามาก

คำสำคัญ: ก้นลำดับส่วน/กลีเซอริน/ไบโอดีเซล/ปฏิกิริยาทรานส์-เอสเตอร์ฟิเคชัน/เมทานอล

Abstract

Glycerin is typically produced as a by-product in biodiesel production process. Since an excess amount of alcohols is

necessarily exploited for a complete chemical reaction, much of remaining alcohol therefore contains in glycerin when the process ends. This research aims to distill the remaining alcohol from glycerin and reuse it in biodiesel production by means of fractional column distillation under constant pressure and a 3-liter batch distillation. Methanol is distilled by a slow heating to the temperatures at 78°C, 80°C, 82°C and 84°C, and also by a continuous heating to the temperatures at 84°C and 95°C, then it is used for biodiesel production process. The results show that the slow heating to 84°C is the most effective, yielding the maximum methanol quantity of 323 ml. or 10.77% of glycerin, by measuring with hydrometer at 20°C having 99.03% purity at capital cost of 17.79 baht per liter. The continuous heating to 84°C and 95°C yields the methanol quantity of 392 ml. or 13.07% of glycerin, having 97.20% purity and 631 ml. or 21.03% of glycerin, having 96.13% purity, respectively. Biodiesel product produced by this distilled methanol at 99.03% purity has a slightly lower ester percentage but much higher production cost is required when compared to the one made of 99.80% purity methanol.

Keywords: Biodiesel/Fractional Distillation/Glycerin/Methanol/Transesterification

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศกำลังพัฒนา รัฐบาลได้กำหนดแผนการ พัฒนาประเทศในด้านต่างๆ อย่างหลากหลาย ส่งผลให้เกิดการพัฒนา ประเทศและการเจริญเติบโตในทุกๆ ด้าน โดยเฉพาะด้านเศรษฐกิจซึ่งมี การขยายตัวและเจริญเติบโตในอัตราที่สูง ส่งผลให้ต้องมีการจัดหา

แหล่งพลังงานเพื่อรองรับการเจริญเติบโตดังกล่าว แหล่งพลังงานที่สำคัญที่สุดคือน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งถูกนำมาใช้ในการพัฒนาประเทศเกือบทุกด้าน ปัจจุบันราคาน้ำมันมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นเรื่อยๆ และมีความผันผวนตามสภาพเศรษฐกิจและสังคมของโลก ทำให้ประเทศไทยจำเป็นต้องดำเนินมาตรการต่างๆ เพื่อลดการนำเข้าน้ำมันโดยเฉพาะน้ำมันดีเซลจากต่างประเทศให้ได้มากที่สุด ทั้งการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน การส่งเสริมการประหยัดพลังงานและการหาแหล่งพลังงานทดแทนอื่นๆ ที่มีศักยภาพและสามารถผลิตได้โดยใช้วัตถุดิบภายในประเทศ หนึ่งในนั้นคือการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล โดยการนำน้ำมันพืชหรือน้ำมันจากไขสัตว์มาทำเป็นเชื้อเพลิงพลังงานทางเลือกส่งผลให้ช่วยลดการสูญเสียเงินตราให้แก่ต่างประเทศ เพิ่มความมั่นคงทางด้านพลังงานของประเทศและยังเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรผู้ปลูกพืชพลังงาน

ไบโอดีเซล (Biodiesel) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำน้ำมันพืชต่างๆ หรือน้ำมันจากไขสัตว์ไปผ่านกระบวนการทางเคมี (ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน, Transesterification) โดยการเติมแอลกอฮอล์ เช่น เมทานอลหรือเอทานอลและตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) หรือโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) เพื่อเปลี่ยนโครงสร้างของน้ำมันที่เป็นไตรกลีเซอไรด์ให้เกิดเป็น Organic Acid Ester เรียกว่า ไบโอดีเซล และมีกลีเซอริน (Glycerin) เป็นผลพลอยได้ซึ่งจะผลิตได้ปริมาณร้อยละ 25 ของปริมาณน้ำมันที่ใช้ในกระบวนการทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน (หรือประมาณร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก) [1]

จากปริมาณการผลิตไบโอดีเซลที่เพิ่มขึ้นมากในปัจจุบัน ทำให้ได้ปริมาณกลีเซอรินเพิ่มขึ้นมากตามไปด้วย ผู้ผลิตไบโอดีเซลรายย่อยจำนวนมากไม่สามารถใช้ประโยชน์จากกลีเซอรินที่ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เนื่องจากกลีเซอรินที่ได้มีความบริสุทธิ์ต่ำเพียงประมาณ 40% ซึ่งไม่สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ ได้ เช่น อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง ยารักษาโรค เป็นต้น โดยบางรายนำไปเป็นเชื้อเพลิงในการให้ความร้อนสำหรับกระบวนการผลิตไบโอดีเซล ซึ่งการเผากลีเซอรินในช่วงอุณหภูมิต่ำจะก่อให้เกิดสารระเหยที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและยังก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม บางรายนำไปทิ้งโดยไม่ได้ใช้ประโยชน์ ในขณะที่การทำไบโอดีเซลจะต้องใช้แอลกอฮอล์บริสุทธิ์ 99.80% สำหรับทำปฏิกิริยาในกระบวนการทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน ซึ่งแอลกอฮอล์ที่ความบริสุทธิ์ดังกล่าวมีราคาที่สูงมาก กล่าวคือ เมทานอลมีราคาลิตรละ 12.50 บาท [2] และเอทานอลมีราคาลิตรละ 21.01 บาท [3] ทั้งนี้ต้นทุนของแอลกอฮอล์ที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซลอยู่ที่ประมาณ 15-25% [4] การดำเนินการกลั่นเพื่อนำเอาแอลกอฮอล์ออกจากกลีเซอรินแล้วนำกลับไปใช้ในการผลิตไบโอดีเซลอีกครั้งหนึ่งจึงเป็นอีกหนทางที่จะช่วยลดปริมาณการซื้อแอลกอฮอล์บริสุทธิ์และส่งผลในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานจากกลีเซอริน เนื่องจากกลีเซอรินที่ผ่านการกลั่นเอาแอลกอฮอล์ออกแล้วจะมีความบริสุทธิ์มากขึ้น สามารถลดต้นทุนในการผลิตไบโอดีเซลลง เพิ่มความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ ลดมลพิษที่เกิดจากการเผากลีเซอรินดิบและส่งผลให้ภาพรวมของการผลิตไบโอดีเซลมีประสิทธิภาพทั้งระบบสูงขึ้นด้วย

งานวิจัยนี้จึงออกแบบและสร้างอุปกรณ์การกลั่นลำดับส่วนภายใต้ความดันคงที่เพื่อนำมาใช้ในการกลั่นกลีเซอริน ภายใต้แนวความคิดที่ว่าผู้ผลิตไบโอดีเซลในระดับชุมชนทุกคนสามารถสร้างไว้ใช้งานได้ ดังนั้น ชุดการกลั่นจึงต้องสร้างได้โดยง่าย ต้นทุนการสร้าง การดำเนินการและการบำรุงรักษาต่ำ มีวิธีการใช้งานไม่ยุ่งยาก เมื่อกลั่น

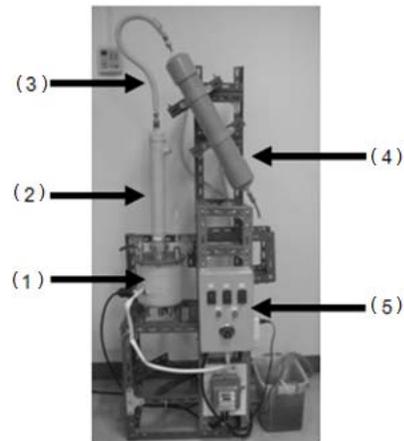
แอลกอฮอล์ออกจากกลีเซอรินแล้ว ทำการทดสอบสมบัติของแอลกอฮอล์ว่าเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการผลิตไบโอดีเซลมากน้อยเพียงใด และการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์จะทำให้ทราบถึงความคุ้มค่าและจุดคุ้มทุนของการกลั่นแอลกอฮอล์จากกลีเซอรินสำหรับนำไปใช้ในการผลิตไบโอดีเซล

2. วัตถุประสงค์และวิธีการทดลอง

2.1 วัตถุประสงค์และอุปกรณ์

กลีเซอรินที่ใช้ในการกลั่นเป็นผลพลอยได้จากการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วโดยใช้เมทานอลในการทำปฏิกิริยา เมื่อกลั่นได้เมทานอลออกมาแล้วนำกลับไปทำการผลิตไบโอดีเซลจากวัตถุดิบคือน้ำมันปาล์มโอเลอิน, น้ำมันมะพร้าว และไขมันวัว

เครื่องกลั่นเป็นชนิดกลั่นลำดับส่วนภายใต้ความดันคงที่ สามารถกลั่นได้ครั้งละ 3 ลิตร หม้อต้ม (1) ทำจาก Stainless Steel ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 180 มิลลิเมตร สูง 180 มิลลิเมตร ทุ้มฉนวนเซรามิก มีปริมาตร 4.6 ลิตร ให้ความร้อนโดยใช้ Heater ขนาด 1,000 วัตต์ ควบคุมอุณหภูมิโดย Thermostat กลีเซอรินถูกกลั่นผ่านหอกลั่นแบบบรรจุ (2) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหอกลั่น 40 มิลลิเมตร สูง 400 มิลลิเมตร ทุ้มฉนวนเซรามิก บรรจุใส่ในเป็นลูกแก้วกลมขนาด 15 มิลลิเมตร ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดการสัมผัสกันระหว่างไอและของเหลวอย่างเต็มที่ ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มประสิทธิภาพในการถ่ายโอนมวลสาร ทำให้แอลกอฮอล์ที่ได้มีความบริสุทธิ์สูงขึ้น [5] โดยแอลกอฮอล์จะควบแน่นผ่านท่อทองแดง (3) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร ติดตั้งในคอนเดนเซอร์แลกเปลี่ยนความร้อนโดยใช้ น้ำ (4) รายละเอียดแสดงดังรูปที่ 1



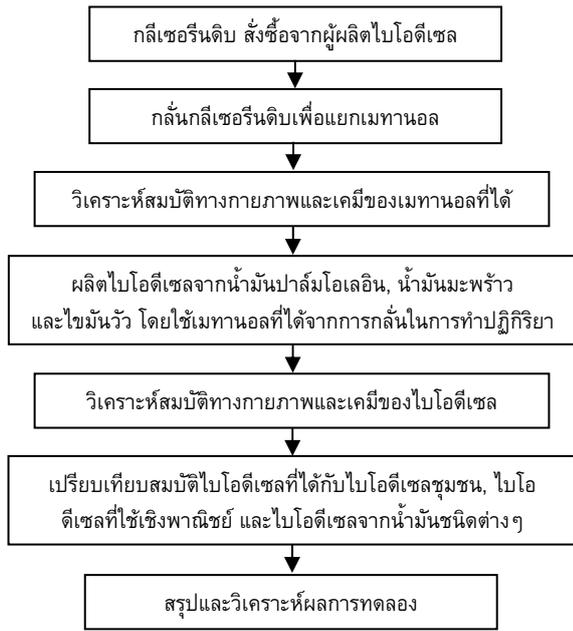
- (1) คือ หม้อต้มกลีเซอรินทุ้มด้วยฉนวนเซรามิก
- (2) คือ หอกลั่นแบบบรรจุทุ้มด้วยฉนวนเซรามิก
- (3) คือ ท่อทองแดงทุ้มด้วยฉนวน
- (4) คือ คอนเดนเซอร์แลกเปลี่ยนความร้อน
- (5) คือ อุปกรณ์ควบคุมระบบไฟฟ้า

รูปที่ 1 เครื่องกลั่นลำดับส่วนภายใต้ความดันคงที่

2.2 วิธีการทดลอง

งานวิจัยนี้ทำการผลิตไบโอดีเซลจากวัตถุดิบน้ำมันปาล์มโอเลอิน, น้ำมันมะพร้าว และไขมันวัว โดยใช้แอลกอฮอล์ (เมทานอล) ที่ได้จากการกลั่นกลีเซอรินซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมัน

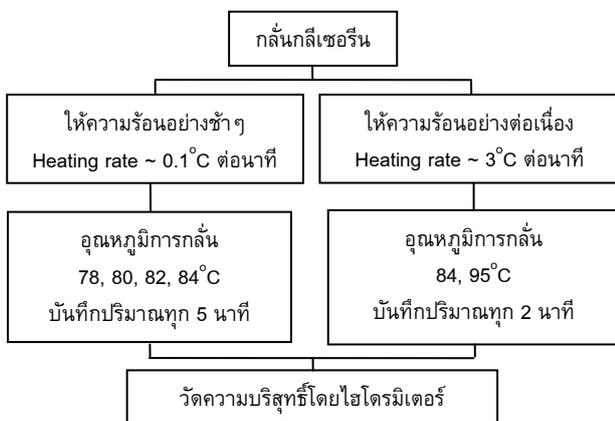
พืชใช้แล้ว แล้วนำกลับมาใช้ในการผลิตไบโอดีเซลอีกครั้ง มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยแสดงดังแผนภาพรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนภาพขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

2.2.1 กลั่นเมทานอลออกจากกลีเซอรินดิบโดยเครื่องกลั่นลำดับส่วนภายใต้ความดันคงที่

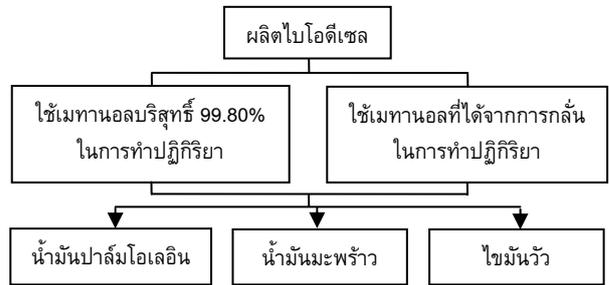
อุณหภูมิกลีเซอรินที่นำมากลั่นมีค่าเท่ากับอุณหภูมิห้อง คือ มีค่าประมาณ 30-31°C แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรก กลั่นโดยให้ความร้อนอย่างช้าๆ โดยมี heating rate ประมาณ 0.1°C ต่อ นาที กลั่นจนกระทั่งถึงอุณหภูมิการกลั่นที่ 78, 80, 82 และ 84°C บันทึกข้อมูลปริมาณเมทานอลที่กลั่นได้ทุกๆ 5 นาที จนกระทั่งปริมาณเมทานอลที่ได้คงที่จึงหยุดการกลั่น ส่วนที่สอง กลั่นเมทานอลโดยให้ความร้อนอย่างต่อเนื่อง โดยมี heating rate ประมาณ 3°C ต่อ นาที จนกระทั่งถึงอุณหภูมิ 84 และ 95°C จึงหยุดการกลั่น บันทึกข้อมูลปริมาณเมทานอลที่กลั่นได้ทุกๆ 2 นาที การกลั่นทุกครั้งควบคุมอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่ 25°C วัดความบริสุทธิ์ของเมทานอลที่อุณหภูมิ 20°C โดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ ทำการทดลองซ้ำแต่ละอุณหภูมิการกลั่นจำนวน 3 ครั้ง มีขั้นตอนการทดลองดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ขั้นตอนการทดลองกลั่นเมทานอลจากกลีเซอริน

2.2.2 ผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มโอเลอิน, น้ำมันมะพร้าวและไขมันวัว

ใช้เมทานอลบริสุทธิ์ 99.80% ในการทำปฏิกิริยาเปรียบเทียบกับเมื่อใช้เมทานอลที่ได้จากการกลั่น มีขั้นตอนการทดลองดังรูปที่ 4 และสภาวะการดำเนินการดังตารางที่ 1



รูปที่ 4 ขั้นตอนการทดลองผลิตไบโอดีเซล

ตารางที่ 1 สภาวะการทดลองผลิตไบโอดีเซล

วัตถุดิบ	ตัวเร่งปฏิกิริยา	อัตราส่วนโดยโมล แอลกอฮอล์ต่อน้ำมันตั้งต้น	อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา (°C)	ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยา (นาที)
น้ำมันปาล์มโอเลอิน	1%KOH	6:1	60	120
น้ำมันมะพร้าว	1% NaOH	6:1	60	120
ไขมันวัว	0.5% NaOH	6:1	55	90

ทดสอบไบโอดีเซลที่ได้เพื่อหาค่า %Methyl ester เปรียบเทียบระหว่างการผลิตไบโอดีเซลโดยใช้เมทานอลบริสุทธิ์ 99.80% กับเมื่อใช้เมทานอลที่ได้จากการกลั่น

2.2.3 กำหนดต้นทุนการกลั่น

โดยคิดค่าเสื่อมราคาของชุดกลั่นเป็นศูนย์เมื่อสิ้นปีที่ 5 และทำการกลั่นสัปดาห์ละ 6 วัน วันละ 4 ครั้ง คิดเป็นเดือนละ 26 วัน หรือปีละ 312 วัน ดังนั้น ในระยะเวลา 5 ปี ทำการกลั่นรวม 1,560 วัน หรือคิดเป็น 6,240 ครั้ง สามารถกลั่นกลีเซอรินได้รวม 18,720 ลิตร

2.2.4 หาความคุ้มค่าในการดำเนินการผลิตไบโอดีเซล

หาความคุ้มค่าในการดำเนินการผลิตไบโอดีเซลโดยคิดจากสูตรการคำนวณราคาไบโอดีเซลโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน

3. ผลการทดลอง

3.1 การกลั่นเมทานอลออกจากกลีเซอริน

3.1.1 การกลั่นโดยให้ความร้อนอย่างช้าๆ

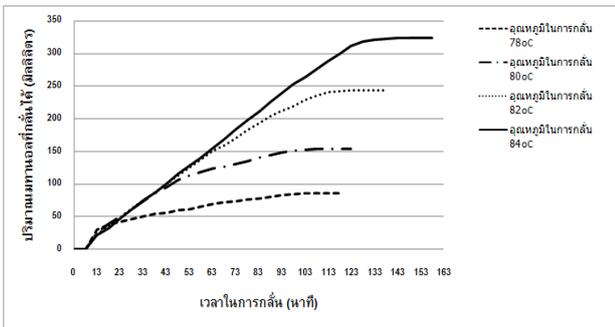
ในทุกๆ อุณหภูมิการทดลอง เมทานอลจะเริ่มกลั่นตัวที่นาทีที่ 8 หลังจากเปิด heater ให้ความร้อน หรือที่อุณหภูมิของกลีเซอรินในหม้อต้มมีค่าประมาณ 76.50°C สำหรับการกลั่นที่อุณหภูมิ 78°C พบว่าในช่วง 10 นาทีแรกหลังจากเมทานอลเริ่มกลั่นตัวจะมีอัตราการกลั่น (yield) ที่สูง หลังจากนั้นจะค่อยๆ ลดลง จนกระทั่งถึงนาทีที่ 98 จึงหยุด

กลั่นตัว ได้ปริมาณเมทานอลเฉลี่ย 86 มิลลิลิตร คิดเป็น 2.87% ของปริมาณกลีเซอรินที่นำมากลั่น มีความบริสุทธิ์เฉลี่ย 99.10% ใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยจำนวน 0.280 หน่วย

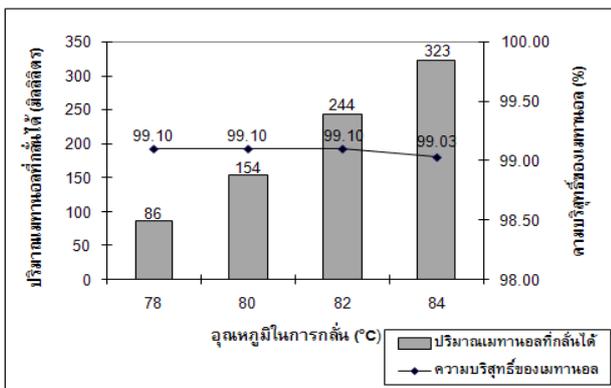
การทดลองกลั่นที่อุณหภูมิ 80°C พบว่าในช่วง 20 นาทีแรกของการกลั่นจะได้ปริมาณเมทานอลในอัตราใกล้เคียงกับการกลั่นที่อุณหภูมิ 78°C แต่หลังจากนาทีที่ 20 ปริมาณเมทานอลที่ได้จะเริ่มมากกว่าอย่างเห็นได้ชัดและมีอัตราการกลั่นตัวที่ค่อนข้างคงที่จนกระทั่งถึงนาทีที่ 113 จึงหยุดกลั่นตัว ได้ปริมาณเมทานอลเฉลี่ย 154 มิลลิลิตร คิดเป็น 5.13% ของปริมาณกลีเซอรินที่นำมากลั่น มีความบริสุทธิ์เฉลี่ย 99.10% ใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยจำนวน 0.393 หน่วย

การทดลองกลั่นที่อุณหภูมิ 82°C พบว่า อัตราการกลั่นตัวของเมทานอลจะใกล้เคียงกับการกลั่นที่อุณหภูมิ 80°C จนกระทั่งเมื่อเวลาถึงนาทีที่ 43 อัตราการกลั่นตัวจะเพิ่มขึ้นมากกว่า จนกระทั่งถึงนาทีที่ 123 จึงหยุดกลั่นตัว ได้ปริมาณเมทานอลเฉลี่ย 244 มิลลิลิตร คิดเป็น 8.13% ของปริมาณกลีเซอรินที่นำมากลั่น มีความบริสุทธิ์เฉลี่ย 99.10% ใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยจำนวน 0.530 หน่วย

การทดลองกลั่นที่อุณหภูมิ 84°C พบว่า อัตราการกลั่นตัวของเมทานอลจะใกล้เคียงกับการกลั่นที่อุณหภูมิต่ำกว่า แต่หลังจากนาทีที่ 73 ปริมาณเมทานอลที่ได้มีค่ามากขึ้น จนกระทั่งหยุดกลั่นตัวที่นาทีที่ 143 ได้ปริมาณเมทานอลเฉลี่ย 323 มิลลิลิตร คิดเป็น 10.77% ของปริมาณกลีเซอรินที่นำมากลั่น มีความบริสุทธิ์เฉลี่ย 99.03% ใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยจำนวน 0.60 หน่วย โดยมีรายละเอียดของปริมาณเมทานอลที่กลั่นได้เทียบกับเวลาในการกลั่น ณ อุณหภูมิการกลั่นต่างๆ แสดงดังกราฟรูปที่ 5 และปริมาณและความบริสุทธิ์ของเมทานอลที่กลั่นได้ ณ ช่วงอุณหภูมิการกลั่นต่างๆ แสดงดังกราฟรูปที่ 6



รูปที่ 5 ปริมาณเมทานอลที่กลั่นได้เทียบกับเวลา ณ อุณหภูมิการกลั่นต่างๆ โดยการให้ความร้อนอย่างช้าๆ (0.1°C ต่อนาที)

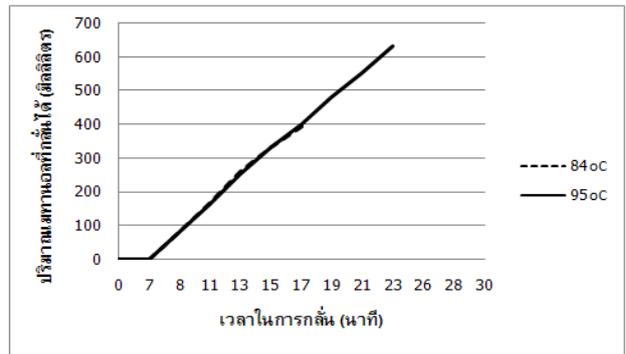


รูปที่ 6 ปริมาณและความบริสุทธิ์ของเมทานอลที่กลั่นได้ ณ อุณหภูมิการกลั่นต่างๆ โดยการให้ความร้อนอย่างช้าๆ (0.1°C ต่อนาที)

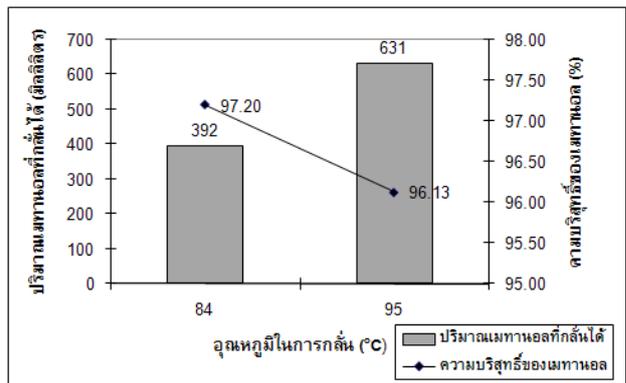
จากการกราฟรูปที่ 5 และ 6 พบว่า เมื่ออุณหภูมิการกลั่นมีค่าเพิ่มขึ้น จะทำให้ได้ปริมาณของเมทานอลเพิ่มมากขึ้นไปด้วย แต่ทั้งนี้ การกลั่นที่อุณหภูมิสูงเกินไปจะทำให้ได้สารอื่นๆ ที่ตกค้างในกลีเซอรินออกมาด้วย ทำให้เมทานอลที่ได้มีความบริสุทธิ์ลดลง อีกทั้งถ้าอุณหภูมิการกลั่นสูงใกล้เคียง 100°C จะทำให้น้ำซึ่งอาจมีหลงเหลืออยู่ในกลีเซอรินกลั่นตัวออกมาด้วย ซึ่งจะส่งผลให้ความเข้มข้นของเมทานอลลดลงอย่างมาก

3.1.2 การกลั่นโดยให้ความร้อนอย่างต่อเนื่อง

เมทานอลจะเริ่มกลั่นตัวในนาทีที่ 7 และมีการกลั่นตัวตลอดเวลาในอัตราที่ค่อนข้างคงที่ สำหรับการกลั่นจนถึงอุณหภูมิ 84°C จะได้ปริมาณเมทานอลเฉลี่ย 392 มิลลิลิตร คิดเป็น 13.07% ของปริมาณกลีเซอรินที่นำมากลั่น มีความบริสุทธิ์เฉลี่ย 97.20% ใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยจำนวน 0.246 หน่วย และสำหรับการกลั่นจนถึงอุณหภูมิ 95°C จะได้ปริมาณเมทานอลเฉลี่ย 631 มิลลิลิตร คิดเป็น 21.03% ของปริมาณกลีเซอรินที่นำมากลั่น มีความบริสุทธิ์เฉลี่ย 96.13% ใช้พลังงานไฟฟ้าจำนวน 0.360 หน่วย รายละเอียดปริมาณเมทานอลที่กลั่นได้เทียบกับเวลาแสดงดังกราฟรูปที่ 7 และรายละเอียดค่าความบริสุทธิ์และปริมาณเมทานอลสุทธิที่กลั่นได้ ณ อุณหภูมิต่างๆ แสดงไว้ดังกราฟรูปที่ 8



รูปที่ 7 ปริมาณเมทานอลที่กลั่นได้เทียบกับเวลา ณ อุณหภูมิการกลั่นต่างๆ โดยการให้ความร้อนอย่างต่อเนื่อง (3°C ต่อนาที)



รูปที่ 8 ปริมาณและความบริสุทธิ์ของเมทานอลที่กลั่นได้ ณ อุณหภูมิการกลั่นต่างๆ โดยการให้ความร้อนอย่างต่อเนื่อง (3°C ต่อนาที)

3.2 การผลิตไบโอดีเซลจากวัตถุดิบชนิดต่างๆ โดยใช้เมทานอล 99.80% เปรียบเทียบกับเมทานอลที่ได้จากการกลั่น

ดำเนินการผลิตไบโอดีเซลจากวัตถุดิบคือ น้ำมันปาล์มโอเลอิน, น้ำมันมะพร้าว และไขมันวัว ตามสภาวะการทดลองซึ่งแสดงไว้ใน

ตารางที่ 1 โดยใช้แอลกอฮอล์บริสุทธิ์ 99.80% และแอลกอฮอล์ที่ได้จากการกลั่นในการทำปฏิกิริยา ได้ผลการทดลองดังนี้

3.2.1 ความบริสุทธิ์ไบโอดีเซล (%Methyl ester)

การวิเคราะห์หาความบริสุทธิ์ไบโอดีเซล หรือ %Methyl ester ทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) ด้วยเฟสเคลื่อนที่ (Mobile phase: isooctane: toluene: acetic acid, 65:35:0.15 v/v) แสดงผลการทดลองแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่า %Methyl ester เฉลี่ยจากวัตถุดิบชนิดต่างๆ โดยใช้เมทานอล 99.80% และเมทานอลที่ได้จากการกลั่น

วัตถุดิบ	แอลกอฮอล์	อุณหภูมิการกลั่น (°C)	ความบริสุทธิ์เมทานอล (%)	%Methyl ester
น้ำมันปาล์มโอเลอิน	บริสุทธิ์ 99.80%	-	99.80	99.00
	กลั่นโดยให้ความร้อนอย่างช้าๆ	78	99.10	98.85
		80	99.10	99.00
		82	99.10	98.95
		84	99.03	98.20
กลั่นโดยให้ความร้อนอย่างต่อเนื่อง	84	97.20	95.10	
	95	96.13	89.40	
น้ำมันมะพร้าว	บริสุทธิ์ 99.80%	-	99.80	99.65
	กลั่นโดยให้ความร้อนอย่างช้าๆ	84	99.03	95.45
ไขมันวัว	บริสุทธิ์ 99.80%	-	99.80	99.65
	กลั่นโดยให้ความร้อนอย่างช้าๆ	84	99.03	99.45

จากตารางที่ 2 พบว่าการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มโอเลอินและใช้เมทานอลที่ได้จากการกลั่นโดยให้ความร้อนอย่างช้าๆ ซึ่งมีค่าความบริสุทธิ์ 99.03-99.10% ในการทำปฏิกิริยา จะได้ %Methyl ester เฉลี่ยที่ 98.75% ซึ่งมีค่าน้อยกว่าเมื่อใช้เมทานอลบริสุทธิ์ 99.80% ในการทำปฏิกิริยาอยู่เล็กน้อยแต่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน (ไบโอดีเซลเชิงพาณิชย์) [6] ซึ่งกำหนดอยู่ที่ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 96.5 โดยน้ำหนัก สำหรับเมทานอลที่ได้จากการกลั่นโดยให้ความร้อนอย่างต่อเนื่องซึ่งมีค่าความบริสุทธิ์ 97.20 และ 96.13% เมื่อใช้ในการทำปฏิกิริยาจะได้ %Methyl ester ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน โดย %Methyl ester จะลดลงเมื่อเมทานอลที่ใช้ในการทำปฏิกิริยามีความบริสุทธิ์ลดลง เนื่องจากความบริสุทธิ์ของเมทานอลที่ลดลงหมายถึงการที่มีน้ำเจือปนอยู่ในเมทานอลมากขึ้น น้ำจะไปขัดขวางการเกิดปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันทำให้การเปลี่ยนจากไตรกลีเซอไรด์ไปเป็นเมทิลเอสเทอร์เกิดได้น้อยลง ซึ่งจากการวิเคราะห์โดยเครื่อง HPLC พบว่าโครมาโตแกรมของเมทิลเอสเทอร์ที่ใช้เมทานอลที่มีความบริสุทธิ์สูงจะเหลือปริมาณไตรกลีเซอไรด์น้อยกว่าเมื่อใช้เมทานอลที่มีความบริสุทธิ์ต่ำกว่า สำหรับการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันมะพร้าว พบว่า เมื่อใช้เมทานอลที่ได้จากการกลั่นโดยให้ความร้อนอย่างช้าๆ ซึ่งมีค่าความบริสุทธิ์ 99.03% ในการทำปฏิกิริยา จะได้ %Methyl ester เฉลี่ย 95.45% ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน และการผลิตไบโอดีเซลจากไขมันวัวโดยใช้

เมทานอลที่ได้จากการกลั่นโดยให้ความร้อนอย่างช้าๆ ซึ่งมีค่าความบริสุทธิ์ 99.03% ในการทำปฏิกิริยา จะได้ %Methyl ester เฉลี่ย 99.45% และผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน

3.2.2 ความหนืดของไบโอดีเซล

การหาค่าความหนืดที่ 40°C ของไบโอดีเซลที่ได้จากวัตถุดิบน้ำมันปาล์มโอเลอินร่วมกับการใช้เมทานอลที่ได้จากการกลั่นโดยให้ความร้อนอย่างช้าๆ จนถึงอุณหภูมิ 84°C (มีค่าความบริสุทธิ์ 99.03%) ในการทำปฏิกิริยา เปรียบเทียบกับเมื่อใช้เมทานอลบริสุทธิ์ 99.80% ให้ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความหนืดของไบโอดีเซล

เมทานอล	ความหนืด (เซนติสโตกส์)
บริสุทธิ์ 99.80%	5.108
บริสุทธิ์ 99.03% ได้จากการกลั่น	5.145

ค่าความหนืดของน้ำมันไบโอดีเซลที่ได้จากการใช้เมทานอลที่ได้จากการกลั่นในการทำปฏิกิริยาจะมีค่าสูงกว่าไบโอดีเซลที่ได้จากการใช้เมทานอลบริสุทธิ์ 99.80% เล็กน้อย (ประมาณ 0.73%) เนื่องจากความบริสุทธิ์ของเมทานอลที่น้อยกว่าหมายถึงปริมาณน้ำที่เจือปนมีมากกว่าน้ำที่เจือปนในเมทานอลจะไปขัดขวางการเกิดปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันส่งผลเปลี่ยนจากไตรกลีเซอไรด์เป็นเมทิลเอสเทอร์เกิดได้น้อยลง และเนื่องจากไตรกลีเซอไรด์มีค่าความหนืดสูงกว่าเมทิลเอสเทอร์ ดังนั้น ปริมาณไตรกลีเซอไรด์ที่เพิ่มขึ้นจึงทำให้ค่าความหนืดเพิ่มสูงขึ้นด้วยเช่นกัน ค่าความหนืดของไบโอดีเซลในตารางที่ 3 นั้นถือว่า มีค่าสูงกว่ามาตรฐานตามข้อกำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน (ไบโอดีเซลเชิงพาณิชย์) พ.ศ. 2550 ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน ซึ่งกำหนดค่าระหว่าง 3.5-5.0 เซนติสโตกส์ โดยมีค่าสูงกว่าประมาณ 2.9% แต่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามข้อกำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ. 2550 ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน [7] ซึ่งกำหนดค่าระหว่าง 1.9-8.0 เซนติสโตกส์

3.2.3 ความหนาแน่นของไบโอดีเซล

การหาค่าความหนาแน่นที่ 15°C ของไบโอดีเซลที่ได้จากวัตถุดิบน้ำมันปาล์มโอเลอินร่วมกับการใช้เมทานอลที่ได้จากการกลั่นโดยให้ความร้อนอย่างช้าๆ จนถึงอุณหภูมิ 84°C (มีค่าความบริสุทธิ์ 99.03%) ในการทำปฏิกิริยา เปรียบเทียบกับเมื่อใช้เมทานอลบริสุทธิ์ 99.80% ให้ผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความหนาแน่นของไบโอดีเซล

เมทานอล	ความหนาแน่น (kg/m ³)
บริสุทธิ์ 99.80%	575.50
บริสุทธิ์ 99.03% ได้จากการกลั่น	575.75

ความหนาแน่นของน้ำมันไบโอดีเซลที่ได้จากการใช้เมทานอลที่ได้จากการกลั่นในการทำปฏิกิริยาจะมีค่าสูงกว่าไบโอดีเซลที่ได้จากการใช้เมทานอลบริสุทธิ์ 99.80% เพียงเล็กน้อยเท่านั้น (ประมาณ 0.04%) ด้วยเหตุผลเช่นเดียวกับหัวข้อ 3.2.2 เนื่องจากไตรกลีเซอไรด์มีค่า

ความหนาแน่นสูงกว่าเมทิลเอสเทอร์ ดังนั้น ปริมาณไตรกลีเซอไรด์ที่เพิ่มขึ้นจึงทำให้ค่าความหนาแน่นเพิ่มสูงขึ้นด้วยเช่นกัน ค่าความหนาแน่นของไบโอดีเซลในตารางที่ 4 นั้น ถือว่ามีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามข้อกำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน (ไบโอดีเซลเชิงพาณิชย์) พ.ศ. 2550 และเกณฑ์มาตรฐานตามข้อกำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ. 2550 ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน ซึ่งกำหนดค่าระหว่าง 860-900 kg/m³

3.3 การคำนวณต้นทุนการกลั่น

คำนวณต้นทุนการกลั่น โดยคิดค่าเสื่อมราคาของชุดกลั่นเป็นศูนย์เมื่อสิ้นปีที่ 5 และทำการกลั่นสัปดาห์ละ 6 วัน วันละ 4 ครั้ง รวมปริมาณกลีเซอรินที่นำมากลั่นเท่ากับวันละ 12 ลิตร หรือสัปดาห์ละ 72 ลิตร (ไม่คิดค่าแรงและราคากลีเซอรินในต้นทุนการกลั่น เนื่องจากตั้งสมมติฐานไว้ว่า กลีเซอรินได้มาจากการผลิตไบโอดีเซลภายในครัวเรือนหรือชุมชน ผู้ผลิตนำกลีเซอรินที่ได้มากลั่นเพื่อนำแอลกอฮอล์กลับไปใช้ใหม่โดยไม่ได้ออกกลีเซอรินจากผู้ผลิตรายอื่น) สำหรับข้อมูลการกลั่นที่นำมาคำนวณ คิดจากสภาวะการกลั่นที่ได้ปริมาณเมทานอลมากที่สุด โดยที่มีความบริสุทธิ์สูงสุด คือ การกลั่นโดยให้ความร้อนอย่างช้าๆ ที่อุณหภูมิ 84°C ซึ่งได้ปริมาณเมทานอลครั้งละ 268 มิลลิลิตร ใช้พลังงานไฟฟ้าไป 0.60 หน่วย

1. ชุดอุปกรณ์การกลั่นมีมูลค่า 13,000 บาท คิดค่าเสื่อมราคาเป็นศูนย์เมื่อสิ้นปีที่ 5 โดยไม่คิดดอกเบี้ย

ทำการกลั่นปีละ 312 วัน (เดือนละ 26 วัน) ภายในระยะเวลา 5 ปี ทำการกลั่นรวม 1560 วัน หรือคิดเป็น 6240 ครั้ง ดังนั้น ต้นทุนค่าใช้จ่ายสำหรับอุปกรณ์การกลั่นสามารถหาได้จาก

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุน} &= \text{ราคาอุปกรณ์การกลั่น} / \text{จำนวนครั้งการกลั่น} \\ &= 13,000 / 6240 \\ &= 2.08 \text{ บาท ต่อครั้ง} \end{aligned}$$

2. ต้นทุนค่าไฟฟ้า ในการกลั่น 1 ครั้ง ใช้ไฟฟ้าไปจำนวน 0.60 หน่วย กลั่นวันละ 4 ครั้ง ใช้ไฟฟ้าไปจำนวน 2.40 หน่วยต่อวัน หรือ 62.40 หน่วย ต่อเดือน

- คิดค่าไฟฟ้าอัตราปกติ ประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก [8] ค่าบริการ 228.17 บาทต่อเดือน ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 2.4649 บาทต่อหน่วย ดังนั้น ค่าไฟฟ้าต่อเดือนสามารถหาได้จาก

$$\begin{aligned} \text{ค่าไฟฟ้า} &= \text{ค่าบริการ} + (\text{จำนวนหน่วยที่ใช้} \times \text{ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย}) \\ &= 228.17 + (62.40 \times 2.4649) \\ &= 381.98 \text{ บาท ต่อเดือน} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าไฟฟ้าต่อวัน} &= \text{ค่าไฟฟ้าต่อเดือน} / \text{จำนวนวันที่กลั่น} \\ &= 381.98 / 26 \\ &= 14.69 \text{ บาท} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าไฟฟ้าต่อครั้งการกลั่น} &= \text{ค่าไฟฟ้าต่อวัน} / \text{จำนวนครั้งที่กลั่น} \\ &= 14.69 / 4 \\ &= 3.67 \text{ บาท} \end{aligned}$$

3. ต้นทุนรวม (ต่อครั้งการกลั่น)

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนรวม} &= \text{ต้นทุนอุปกรณ์ (ต่อครั้ง)} + \text{ต้นทุนค่าไฟฟ้า (ต่อครั้ง)} \\ &= 2.08 + 3.67 \\ &= 5.75 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ดังนั้น ในการกลั่น 1 ครั้ง

ได้ปริมาณเมทานอล 0.268 ลิตร มีค่าใช้จ่าย 5.75 บาท

$$\begin{aligned} \text{เมทานอล 1 ลิตร มีค่าใช้จ่าย} &= (1 \times 5.75) / 0.268 \\ &= 21.46 \text{ บาท} \end{aligned}$$

สำหรับต้นทุนของสภาวะการกลั่นอื่นๆ แสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ต้นทุนการกลั่น ณ สภาวะการกลั่นต่างๆ

สภาวะการกลั่น	อุณหภูมิการกลั่น (°C)	ต้นทุนรวม (บาทต่อลิตร)
ให้ความร้อนอย่างช้าๆ	78	59.79
	80	37.73
	82	30.02
	84	21.46
ให้ความร้อนอย่างต่อเนื่อง	84	11.90
	95	7.68
เมทานอล 99.80%		12.50

4. ความคุ้มค่าในการดำเนินการ

หาราคาน้ำมันไบโอดีเซล จากสมการ (1) [9]

$$B100 = 0.97CPO + 0.15MtoH + 3.32 \quad (1)$$

เมื่อ B100 คือ ราคาขายไบโอดีเซล (B100) ในกรุงเทพมหานคร หน่วย บาท/ลิตร

CPO คือ ราคาขายน้ำมันปาล์มดิบในเขตกรุงเทพมหานคร หน่วย บาท/กิโลกรัม

MtoH คือ ราคาขายเมทานอลในกรุงเทพมหานคร หน่วย บาท/กิโลกรัม

ดังนั้น

$$\begin{aligned} \text{ราคาขายไบโอดีเซล} &= (0.97)(26.00) + (0.15)(21.46) + 3.32 \\ &= 31.76 \text{ บาท} \end{aligned}$$

หมายเหตุ

1. ราคาน้ำมันปาล์มดิบ จากประกาศราคาสินค้าเกษตรที่สำคัญ [10]

2. ราคาของเมทานอลที่นำมาคำนวณเป็นราคาต่อหน่วยของเมทานอลที่ได้จากการกลั่น

เห็นได้ว่า การกลั่นกลีเซอรินสำหรับนำมาใช้ในการผลิตไบโอดีเซลอีกครั้งจะมีความคุ้มทุนเมื่อราคาน้ำมันดีเซลในตลาดมีค่าสูงกว่า 31.76 บาท

4. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

การดำเนินการกลั่นเอาแอลกอฮอล์ออกจากกลีเซอรินซึ่งเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลสามารถกระทำได้โดยใช้เครื่องกลั่นลำดับส่วนภายใต้ความดันคงที่ โดยบรรจุเบดไว้ข้างในหอกลั่นเพื่อที่จะทำให้แอลกอฮอล์ที่ได้จากการกลั่นมีความบริสุทธิ์ที่สูงขึ้นจากการทดลองกลั่นกลีเซอรินซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันไข่แล้ว พบว่าอุณหภูมิที่เมทานอลเริ่มกลั่นตัวมีค่าสูงกว่าค่าทางทฤษฎีที่ 64.70°C มาก เนื่องจากภายในหม้อต้มกลีเซอรินไม่มีระบบการสูบไหลวนหรือการกวนด้วยใบพัด ทำให้ต้องใช้อุณหภูมิที่สูงขึ้นเพื่อที่จะเอาชนะแรงดึงดูดระหว่างมวลของกลีเซอริน อีกอุณหภูมิดังกล่าวเป็นการวัดอุณหภูมิของกลีเซอรินภายในหม้อต้มไม่ใช่การวัด

อุณหภูมิของไอเมทานอลก่อนที่จะกลั่นตัวซึ่งต้องทำการวัดอุณหภูมิในท่อทองแดงตำแหน่งก่อนเข้าท่อคอนเดนเซอร์ แต่เนื่องจากไม่สามารถติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์ที่ตำแหน่งดังกล่าวได้จึงไม่สามารถวัดอุณหภูมิไอเมทานอลก่อนกลั่นตัวได้ เมทานอลที่กลั่นได้มีความบริสุทธิ์สูงถึง 99.10% สามารถนำไปใช้ในการผลิตไบโอดีเซลได้โดยไบโอดีเซลที่ได้มี %Methyl ester น้อยกว่าเมื่อใช้เมทานอลบริสุทธิ์ 99.80% ที่สั่งซื้อจากโรงงานผู้ผลิตเล็กน้อย

เมทานอลที่ได้จากการกลั่นจะมีกลิ่นเหมือนน้ำมันใช้แล้ว คือ มีกลิ่นปลาหมึกทอด การดำเนินการเพื่อขจัดกลิ่นดังกล่าวออกก่อนจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการนำแอลกอฮอล์ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น นอกเหนือจากนำไปผลิตไบโอดีเซล

การกลั่นโดยให้ความร้อนอย่างช้าๆ (Heating rate ~ 0.1°C) จะได้สารผลิตภัณฑ์คือเมทานอลที่มีความบริสุทธิ์สูงถึง 99.10% แต่จะต้องใช้เวลาในการกลั่นนานและได้ปริมาณเมทานอลค่อนข้างน้อย ทำให้ต้นทุนต่อหน่วยการกลั่นมีค่าสูง ในขณะที่การกลั่นโดยให้ความร้อนอย่างต่อเนื่อง (Heating rate ~ 3°C) จะได้เมทานอลปริมาณมาก มีต้นทุนต่อหน่วยการกลั่นน้อยลงแต่ค่าความบริสุทธิ์จะลดลงไปด้วย

เมื่อวิเคราะห์ต้นทุนการกลั่นสำหรับสถานะที่ให้ความบริสุทธิ์ของเมทานอลสูงที่สุด พบว่า ต้นทุนการดำเนินการมีค่าค่อนข้างสูง คือ 21.46 บาทต่อลิตร ซึ่งมีราคาสูงกว่าราคาเมทานอล 99.80% ที่จำหน่ายในท้องตลาดที่ราคาดังกล่าว 12.50 บาท ประมาณ 72% ทั้งนี้ เนื่องจากชุดอุปกรณ์การกลั่นมีขนาดเล็กทำให้ความสามารถในการกลั่นมีน้อย ต้นทุนต่อหน่วยจึงมีค่าสูง

การทดลองทั้งหมดข้างต้นแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ของการกลั่นแอลกอฮอล์ออกจากกลีเซอริน เพื่อนำไปใช้ในการผลิตไบโอดีเซลอีกครั้ง หรือนำแอลกอฮอล์ไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น โดยการกลั่นผ่านเครื่องกลั่นซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่สามารถสร้าง ใช้งานและบำรุงรักษาได้ง่าย ส่งผลให้สามารถลดการนำเข้าแอลกอฮอล์บริสุทธิ์จากต่างประเทศ อีกทั้งการนำกลีเซอรินมากลั่นจะช่วยลดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากมาจากนำกลีเซอรินไปเผาเป็นเชื้อเพลิง แต่อุปสรรคที่สำคัญคือความคุ้มค่าของการดำเนินการ เนื่องจากจะเห็นได้ว่าต้นทุนการกลั่นต่อลิตรของแอลกอฮอล์มีค่าค่อนข้างสูง ส่วนหนึ่งเป็นเพราะชุดอุปกรณ์หม้อต้มกลีเซอรินไม่มีระบบการกวนหรือการไหลวน ทำให้ต้องใช้อุณหภูมิในการกลั่นสูงกว่าจุดเดือดของแอลกอฮอล์ค่อนข้างมาก การพยายามลดต้นทุนการดำเนินการ เช่น การขยายขนาดชุดอุปกรณ์การกลั่นให้ใหญ่ขึ้น เปลี่ยนชนิดวัสดุของอุปกรณ์บางส่วนและเพิ่มส่วนการกวนหรือการไหลวนของกลีเซอรินจะสามารถลดต้นทุนการกลั่นลงได้

5. ข้อเสนอแนะ

5.1 วิธีการให้ความร้อนในกระบวนการกลั่นกลีเซอริน ช่วงระยะเวลาตั้งแต่เมทานอลเริ่มกลั่นตัว ควรจะให้ความร้อนอย่างช้าๆ เพื่อให้ไอของเมทานอลได้มีโอกาสสัมผัสกับลูกแก้วซึ่งบรรจุไว้ในหอกลั่น ซึ่งจะส่งผลให้เมทานอลที่กลั่นได้มีค่าความบริสุทธิ์ที่สูง การให้ความร้อนอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ถึงอุณหภูมิที่กำหนดไว้จะทำให้เกิดการกลายเป็นไอที่รวดเร็วเกินไปจนทำให้คุณสมบัติของเบด (ลูกแก้ว) ที่บรรจุไว้เสียไป ค่าความบริสุทธิ์ของเมทานอลจะลดลง

5.2 เนื่องจากการกลั่นโดยให้ความร้อนอย่างช้าๆ และการให้ความร้อนอย่างต่อเนื่องจนถึงอุณหภูมิที่กำหนด จะให้ผลิตภัณฑ์เมทานอลซึ่งมีสมบัติต่างกัน รวมถึงต้นทุนการดำเนินการก็แตกต่างกันด้วย การเลือก

การกลั่นแบบผสมผสานจะสามารถก่อให้เกิดประโยชน์ที่สูงที่สุดได้ ยกตัวอย่างเช่น หากราคาเมทานอล 99.80% ในท้องตลาดมีราคาสูงก็เลือกการกลั่นโดยให้ความร้อนอย่างช้าๆ เพื่อที่จะนำเมทานอลที่มีความบริสุทธิ์สูงไปใช้ในการผลิตไบโอดีเซล แต่หากราคาเมทานอลในท้องตลาดถูกลงก็เลือกการกลั่นโดยให้ความร้อนอย่างต่อเนื่องเพื่อที่จะได้เมทานอลปริมาณมากขึ้นโดยมีความบริสุทธิ์ลดลง แล้วนำเมทานอลที่ได้ไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ เช่น นำไปผลิตเป็นเจลล้างมือ เป็นต้น

5.3 ควรศึกษาเพิ่มเติมเพื่อติดตั้งระบบการดูดน้ำออกจากเมทานอลที่กลั่นได้ โดยเลือกใช้การกลั่นโดยให้ความร้อนอย่างต่อเนื่องซึ่งจะได้ผลิตภัณฑ์เมทานอลเป็นปริมาณมากแต่มีความบริสุทธิ์น้อย จากนั้นนำเมทานอลที่ได้ผ่านระบบการดูดน้ำออกจากเมทานอลเพื่อให้เมทานอลมีความบริสุทธิ์สูงขึ้นสำหรับนำไปใช้ในการผลิตไบโอดีเซล แต่ทั้งนี้ ต้องมีการศึกษาถึงต้นทุนการดำเนินการด้วยว่ามีความคุ้มค่าเพียงใด

5.4 เนื่องจากการใช้ heater เพื่อให้ความร้อนแก่กลีเซอริน ส่งผลให้มีความร้อนเป็นอย่างไร เช่น จากพลังงานแสงอาทิตย์ จะสามารถช่วยลดต้นทุนการดำเนินการกลั่นลงได้ แต่ทั้งนี้ ต้องมีการวิจัยเพื่อศึกษาถึงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นว่ามีความเหมาะสมเพียงใด

5.5 ควรเพิ่มระบบการสูบลมหรือการกวนด้วยใบพัดในหม้อต้มกลีเซอริน เพื่อที่จะทำให้อุณหภูมิที่เมทานอลกลั่นตัวลดลง ส่งผลให้ลดพลังงานไฟฟ้าลงได้

5.6 สำหรับการขยายขนาดของเครื่องกลั่นสำหรับนำไปใช้ในระบที่มีขนาดใหญ่ขึ้นสามารถทำได้ ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายต่อหน่วยการกลั่นลงได้ แต่ต้องมีการคำนวณค่าใช้จ่ายอื่นๆ เช่น ค่าแรงงาน ค่าน้ำหล่อเย็น เป็นต้น เข้าไปด้วย เพื่อเป็นการสะท้อนต้นทุนที่แท้จริง

5.7 ชุดอุปกรณ์การกลั่นที่สร้างขึ้น นอกจากจะใช้กลั่นแอลกอฮอล์ออกจากกลีเซอรินแล้วยังสามารถปรับปรุงและประยุกต์ไปใช้ประโยชน์อื่นๆ เกี่ยวกับการผลิตไบโอดีเซลเพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์สูงสุด โดยหม้อต้มและชุดกลั่นกลีเซอรินสามารถใช้ประโยชน์ได้ถึง 3 ด้านเป็นอย่างน้อย คือ ใช้เป็นหม้อต้มเพื่อไล่น้ำในวัตถุดิบตั้งต้นและในไบโอดีเซล ใช้เป็นถังปฏิกรณ์สำหรับผลิตไบโอดีเซล และใช้เป็นเครื่องกลั่นเพื่อกลั่นแอลกอฮอล์ออกจากกลีเซอริน โดยเป็นการดำเนินการผลิตไบโอดีเซลแบบครบวงจร

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่ให้ทุนในการทำงานวิจัย ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ ที่ห้องปฏิบัติการ Lipid คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี ที่คอยให้ความรู้และคำแนะนำในการทำงานวิจัยนี้จนประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี และขอขอบพระคุณทุกๆ คน ในครอบครัวที่คอยให้กำลังใจผู้วิจัยมาโดยตลอด

เอกสารอ้างอิง

1. Galan, M.I., Bonet, J., Sire, R., Reneaume, J.M. and Plesu, A.E., 2009, "From residual to useful oil: Revalorization of glycerin from the biodiesel synthesis", Journal of Bioresource Technology, Vol. 100, pp. 3775-3778.
2. ข้อมูลจาก I.C.P. Chemicals Co., Ltd ณ วันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2553

3. สำนักนโยบายปิโตรเลียมและปิโตรเคมี, "ราคาน้ำมันวันนี้", [Online], Available: http://www.eppo.go.th/retail_prices.html [17 กุมภาพันธ์ 2553]
4. Chantaraporn Phalakornkule, Anurak Petiruksakul and Wirote Puthavithi, 2009, "Biodiesel Production in A Small Community: Case Study in Thailand", Resource, Conservation and Recycling, Vol. 53, pp. 129-135.
5. กิตติศักดิ์ ฟุ้งประเสริฐพานิช และไชยพันธ์ ครั้นเล็ก, 2549, การออกแบบเครื่องกลั่นแอลกอฮอล์ขนาดเล็ก, ปริญญาโท วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี หน้า 1-68.
6. กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2550, ประกาศกรมธุรกิจพลังงานเรื่องกำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน พ.ศ. 2550, [Online], Available: [http://bta.excise.go.th/link_law_1/law_biodiesel/p_turakid_\(30-4-50\)bio.pdf](http://bta.excise.go.th/link_law_1/law_biodiesel/p_turakid_(30-4-50)bio.pdf) [3 กรกฎาคม 2552]
7. กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2549, ประกาศกรมธุรกิจพลังงานเรื่องกำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ. 2549, [Online], Available:http://www.dede.go.th/dede.fileadmin/usr/bers/biodiesel/community_biodiesel_2007.pdf [3 กรกฎาคม 2552]
8. การไฟฟ้านครหลวง, "อัตราค่าไฟฟ้าจำแนกตามกิจการไฟฟ้า", [Online], Available: <http://www.mea.or.th/tariffbywork.htm>. [17 กุมภาพันธ์ 2553]
9. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, "วิธีการกำหนดราคาไบโอดีเซล", [Online], Available: <http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=881> [17 กุมภาพันธ์ 2553]
10. สำนักส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร กรมการค้าภายใน, "ราคาสินค้าเกษตรที่สำคัญ ประจำวันอังคารที่ 16 กุมภาพันธ์ 2553", [Online], Available: http://agri.dit.go.th/web_dit_main/admin/uploadfiles/upload_files/%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B8%A2%E0%B8%A7%E0%B8%B1%E0%B8%9916-02-53.pdf [17 กุมภาพันธ์ 2553]