

การพัฒนากระบวนการทำกลีเซอรินบริสุทธิ์จากผลพลอยได้ของ
การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันใช้แล้ว
Development of Glycerine Purification Process from
By-product of Biodiesel Production Process from Used-oil

พันเอกหญิง พัดชา เพิ่มพิพัฒน์
Colonel Patcha Permpipat

กองวิชาเคมี ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า นครนายก 26001 ประเทศไทย
Department of Chemistry, Academic Division, Chulachomklao Royal Military Academy,
Nakon Nayok 26001, Thailand

Corresponding Author. E-mail : Patcha.ph@crma.ac.th

(Received: September 26, 2022, Revised: March 22, 2023, Accepted: March 27, 2023)

บทคัดย่อ : ปัจจุบันประเทศไทยมีการใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้น ทำให้ต้องมีการมองหาแหล่งพลังงานทางเลือกเข้ามาทดแทนพลังงานหลักที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ไบโอดีเซลเป็นหนึ่งในพลังงานทางเลือกที่น่าสนใจในอนาคต งานวิจัยนี้จึงมีความสนใจในการสกัดแยกกลีเซอรินจากกลีเซอรินดิบ ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันใช้แล้ว เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าและช่วยลดต้นทุนการผลิตไบโอดีเซล โดยใช้กรดซัลฟิวริก 8 M และกรดฟอสฟอริก 8 M ในอัตราส่วนกรดต่อน้ำหนักของกลีเซอรินดิบที่ 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 และ 20% สำหรับการสกัดแยกกลีเซอรินจากกลีเซอรินดิบ หลังจากนั้นกลีเซอรินที่สกัดได้จะถูกนำมาผ่านชุดกรองสุญญากาศ เพื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์ของกลีเซอริน ผลการวิจัยพบว่าชั้นของกลีเซอรินจะแยกตัวได้เร็วและได้กลีเซอรินปริมาณมากขึ้น เมื่อค่ากรด-เบส ของสารละลายกลีเซอรินมีค่าใกล้เคียง 2 เมื่อใช้กรดซัลฟิวริกที่อัตราส่วนกรดต่อน้ำหนักของกลีเซอรินดิบ 10% สามารถผลิตกลีเซอรินได้มากที่สุดและมีค่าเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์เท่ากับ 89.7 ± 0.01 และเมื่อใช้กรดฟอสฟอริกที่อัตราส่วนกรดต่อน้ำหนักของกลีเซอรินดิบ 16% สามารถผลิตกลีเซอรินได้มากที่สุดและมีค่าเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์เท่ากับ 87.7 ± 0.01 ทั้งนี้กระบวนการสกัดแยกกลีเซอรินให้บริสุทธิ์โดยใช้กรดซัลฟิวริก 8 M สามารถเพิ่มค่าเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์ของกลีเซอรินจาก 40.2 ± 0.02 เป็น 89.7 ± 0.01 และกระบวนการสกัดแยกกลีเซอรินให้บริสุทธิ์โดยใช้กรดฟอสฟอริก 8 M สามารถเพิ่มค่าเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์ของกลีเซอรินจาก 40.2 ± 0.02 เป็น 87.7 ± 0.01

คำสำคัญ: กลีเซอริน กลีเซอรินดิบ การทำให้บริสุทธิ์

Abstract : In the present time, humans are using more and more energy, which has caused the need to look for the alternative energy to replace the current energy. Biodiesel is an interesting one of the alternative energy sources in the future. Moreover, if the cost of biodiesel's production is lower, it will make the biodiesel as an attractive fuel. So, the researcher is interested in extraction of glycerine from crude glycerine in order to add value to the crude glycerine and help to reduce the cost of biodiesel production. The researcher had studied the separation of glycerine by using 8 M of sulfuric acid and 8 M of phosphoric acid. The percentage of each acid ratio by weight of crude glycerine at 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 and 20 were used in the separation process. After the separation process, the separated glycerine was taken through a vacuum extraction process in order to increase the percentage of glycerine purity. From the research, it was found that when pH of glycerine solution was close to 2, the glycerine layer was separated quickly and there was a large amount of glycerine. For sulfuric acid, the percentage of acid ratio by weight of crude glycerine at 10% gave the largest amount of glycerine at the percentage of glycerine purity of 89.7 ± 0.01 . For phosphoric acid, the percentage of acid ratio by weight of crude glycerine at 16% gave the largest amount of glycerine at the percentage of glycerine purity of 87.7 ± 0.01 . The purification process of glycerine extraction by using 8 M of sulfuric acid could increase the percentage of glycerine purity from $40.2\pm 0.02\%$ to $89.7\pm 0.01\%$. The purification process of glycerine extraction by using 8 M of phosphoric acid could increase the percentage of glycerine purity from $40.2\pm 0.02\%$ to $87.7\pm 0.01\%$.

Keywords : Glycerine, Crude Glycerine, Purification

1. บทนำ

กลีเซอรินเป็นสารโพลีไฮดรอลิกแอลกอฮอล์ (Polyhydric Alcohol) ที่มีสูตรเคมี คือ $C_3H_8O_3$ เนื่องจากมีโครงสร้างเป็นหมู่ไฮดรอกซิล 3 หมู่ จึงสามารถละลายน้ำและแอลกอฮอล์ได้ดี มีรสหวาน และมีความคงตัวสูงในสภาวะปกติของการใช้งานและการเก็บรักษา ดังนั้นกลีเซอรินจึงถูกนำไปใช้เป็นส่วนตั้งต้นในการสังเคราะห์สารเคมีอื่น ๆ เช่น ใช้เป็นส่วนผสมหรือเป็นตัวช่วยในกระบวนการผลิตไฮโดรเจน [1] เครื่องสำอาง ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด เมทานอล และเภสัชภัณฑ์ เป็นต้น โดยทั่วไปกลีเซอรินสามารถผลิตได้หลายวิธี เช่น กระบวนการสะaponification (Saponification) ซึ่งจะใช้น้ำมันหรือไขมันทำปฏิกิริยากับเบสได้สบู่เป็นผลิตภัณฑ์ และมีกลีเซอรินเกิดขึ้นเป็นผลิตภัณฑ์ร่วม การสังเคราะห์จากโพพิลีนและการหมักน้ำตาลด้วยไซเตียมไบซิลเฟตและยีสต์ เป็นต้น ปัจจุบันไบโอดีเซลจัดเป็นหนึ่งในพลังงานทางเลือก (Alternative Energy) ซึ่งเป็นพลังงานหมุนเวียน และนิยมใช้ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันในการผลิต [2] ซึ่งจะได้ผลิตภัณฑ์ร่วมคือไบโอดีเซลและกลีเซอรินดิบ [3] ซึ่งเมื่อนำไปจำหน่ายเป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันเตาก็จะมีราคาประมาณ 4-10 บาทต่อกิโลกรัม แต่หากนำกลีเซอรินดิบไปผ่านกระบวนการสกัดแยกเพื่อทำให้บริสุทธิ์ ก็จะเป็นการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจให้กับกลีเซอรินดิบ โดยกลีเซอรินบริสุทธิ์เกรดยา (Pharmaceutical Grade) ราคาจะอยู่ที่ประมาณ 200 บาทต่อกิโลกรัม กรมพลังงานทหารได้ร่วมมือกับกระทรวงพลังงานในการวิจัยพัฒนาสนับสนุนระบบการผลิตไบโอดีเซลขนาดเล็กที่มีกำลังผลิตได้ครั้งละ 100 ลิตร โดยมีวัตถุประสงค์เป็นน้ำมันพืชใช้แล้วหรือน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ ซึ่งในการผลิตแต่ละครั้งจะมีกลีเซอรินดิบตกค้าง 10% ของปริมาณไบโอดีเซลที่ผลิตได้ ทั้งนี้เครื่องมือดังกล่าวได้ถูกแจกจ่ายและนำไปใช้ในหน่วยทหารเกือบทั่วประเทศ [4] ปัจจุบันกลีเซอรินดิบส่วนเกินในตลาดที่ได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ

[5] ส่วนใหญ่ถูกนำไปใช้ล้างคราบน้ำมันหรือเมาเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งทำให้เกิดแก๊สที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต และเป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมได้ในอนาคต [6] ดังนั้นการทำกลีเซอรินดิบให้บริสุทธิ์ จะช่วยเพิ่มมูลค่าของกลีเซอรินดิบซึ่งนำไปสู่การลดต้นทุนในการผลิตไบโอดีเซล ทำให้เกิดการกระตุ้นและส่งเสริมการผลิตและใช้ไบโอดีเซลเพิ่มขึ้น

การทำกลีเซอรินดิบให้บริสุทธิ์มีหลายวิธี เช่น การแยกสลายด้วยไฟฟ้า (Electrolysis) และการตกตะกอนด้วยไฟฟ้า (Electrocoagulation) เพื่อกำจัดเกลือ การกลั่นด้วยระบบสุญญากาศ การใช้เทคนิคโครมาโทกราฟี และการใช้เบนโทไนด์ ซึ่งมีความสามารถในการดูดซับและขจัดสิ่งสกปรก เช่น กรดไขมันอิสระ เมทิลเอสเทอร์น้ำ และโพแทสเซียมภายในกลีเซอรินดิบ [7] เป็นต้น

2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาชนิดและอัตราส่วนกรดโดยน้ำหนักของกลีเซอรินดิบที่มีผลต่อปริมาณ และเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์ของกลีเซอรินที่ได้จากการสกัดแยกกลีเซอรินดิบซึ่งเป็นผลพลอยได้ของการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันใช้แล้ว

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

W.N.R.W. Isahak et al. [8] ได้ศึกษาเทคนิคการทำกลีเซอรินดิบซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการผลิตไบโอดีเซลให้บริสุทธิ์ จะช่วยให้การผลิตไบโอดีเซลเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและลดค่าใช้จ่ายในการผลิตไบโอดีเซลลง ปัจจุบันมีเทคนิคและเทคโนโลยีใหม่ ๆ ในการทำกลีเซอรินให้บริสุทธิ์ เช่น การกรองด้วยอัลตราฟิลเตรชัน การใช้เรซินในการแลกเปลี่ยนไอออน และการกลั่นด้วยระบบสุญญากาศ เป็นต้น จากการศึกษาพบว่า หากนำเทคนิคที่เหมาะสมมาใช้ร่วมกันมากกว่าหนึ่งวิธีจะช่วยเพิ่มค่าความบริสุทธิ์ของกลีเซอรินมากขึ้น

สุพะไชย์ จินดาวุฒิกล และคณะ [9] ได้ศึกษาการทำกลีเซอรินดิบซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลให้บริสุทธิ์ด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟี โดยใช้กรดซัลฟิวริกเพื่อแยกเกลือออกไป พบว่าที่ค่าความเป็นกรด-เบส เท่ากับ 2 สามารถตกตะกอนเกลือได้ดีที่สุด เมื่อกรองเกลือกับสารเจือปนอื่น ๆ ออกแล้ว ต่อไปนำไปฟอกสีและกำจัดกลิ่นด้วยถ่านกัมมันต์ หลังจากนั้นนำไปกำจัดเมทานอลและน้ำโดยนำสารที่ได้ไปไว้ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 120 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จะได้กลีเซอรินบริสุทธิ์ 89% และหากนำมากรองด้วยเทคนิคคอลัมน์โครมาโทกราฟีเพิ่มเติม กลีเซอรินจะมีค่าความบริสุทธิ์เพิ่มขึ้นเป็น 92.19% ซึ่งสามารถนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสบู่ และโลชั่น

สายฝน อ่อนทอง [10] ได้ศึกษาการเพิ่มมูลค่าของกลีเซอรินดิบที่ได้จากการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว โดยเลือกใช้กรดไฮโดรคลอริกและซัลฟิวริกที่ค่าความเป็นกรด-เบสและอุณหภูมิต่าง ๆ กัน จากการศึกษาพบว่า การสกัดกลีเซอรินดิบด้วยกรดซัลฟิวริก ที่มีค่าความเป็นกรด-เบส เท่ากับ 2 ที่อุณหภูมิ 70 °C จะได้กลีเซอรินที่มีความบริสุทธิ์ 91%

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า การนำวิธีการทำกลีเซอรินให้บริสุทธิ์ที่เหมาะสมมากกว่า 1 วิธี มาใช้ร่วมกันสามารถเพิ่มค่าเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์ของกลีเซอรินได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาการทำกลีเซอรินดิบให้บริสุทธิ์โดยใช้กรดในการสกัดแยกกับการกรองและการกลั่นด้วยระบบสุญญากาศ

4. วิธีดำเนินการศึกษา

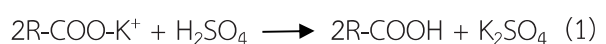
งานวิจัยนี้ได้นำกลีเซอรินดิบ ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มใช้แล้วของกรมอุทกหารเรือ มาทำให้มีความบริสุทธิ์มากขึ้น โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 4.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบเบื้องต้นของกลีเซอรินดิบ ตัวอย่างกลีเซอรินดิบที่นำมาวิเคราะห์นั้น เป็น

กลีเซอรินดิบที่ได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันใช้แล้วของกรมอุทกหารเรือ แขวงศิริราช เขตบางกอกน้อย จ.กรุงเทพมหานคร โดยใช้โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งการเก็บสารตัวอย่างดำเนินการในช่วงเดือนเมษายน และนำมาวิเคราะห์เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์ของกลีเซอริน, เปอร์เซ็นต์ของน้ำ และความหนาแน่น ตามลำดับ

4.2 การสกัดแยกกลีเซอรินจากกลีเซอรินดิบโดยใช้กรด ได้แก่ กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) และกรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) เพื่อขจัดสบู่ ซึ่งเป็นไปตามขั้นตอนการสกัดแยกของ สุจิตรา เชื้อพรหม [11] แต่ใช้โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) แทนโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ในการปรับค่าความเป็นกรด-เบส ให้เป็นกลาง

4.2.1 การแยกกลีเซอรินจากกลีเซอรินดิบโดยใช้กรดซัลฟิวริก เมื่อชั่งสารกลีเซอรินดิบ 60 กรัม ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร จากนั้นเติมเมทานอล 30% ของน้ำหนักกลีเซอรินดิบลงในบีกเกอร์ คนสารให้เข้ากันตลอดเวลาด้วยเครื่องกวนสารเชิงกล (Hot Plate Magnetic Stirrer) ที่ระดับความเร็วรอบ 350 rpm เป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นเติมกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 8 M โดยใช้ปริมาตรกรดที่ 6% ของน้ำหนักกลีเซอรินดิบและกวนต่อเนื่องอีก 30 นาที หลังจากนั้นนำบีกเกอร์ลงจากเครื่องกวนสารเชิงกล ปรับค่าความเป็นกรด-เบส ให้เป็นกลาง และปล่อยให้เกลือโพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) ที่เกิดขึ้นจากการทำปฏิกิริยาตามสมการที่ 1 และ 2 ตกตะกอนโดยสมบูรณ์



ขั้นตอนต่อไปกรองแยกเกลือ K_2SO_4 ที่ตกตะกอนออก โดยใช้ชุดกรองสุญญากาศและกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 จากนั้นนำกลีเซอรินที่กรองเกลือ K_2SO_4 ออกแล้วไปใส่ไว้ในกรวยแยกและปล่อยให้

กลีเซอริน กรดไขมัน คอลลอยด์ของสบู่ และสิ่งเจือปนอื่น ๆ แยกตัวออกจากกันโดยตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 1 คืน ในลำดับต่อไปให้ทำขั้นตอนซ้ำอีกครั้งโดยแต่ละครั้งให้เปลี่ยนปริมาณกรดเป็น 8, 10, 12, 14, 16, 18 และ 20% ของน้ำหนักกลีเซอรินดิบ

4.2.2 การแยกกลีเซอรินจากกลีเซอรินดิบโดยใช้กรดฟอสฟอริก

ชั่งสารกลีเซอรินดิบ 60 กรัม ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร จากนั้นเติมเมทานอล 30% ของน้ำหนักกลีเซอรินดิบลงในบีกเกอร์ คนสารให้เข้ากันตลอดเวลาด้วยเครื่องกวนสารเชิงกล ที่ระดับความเร็วรอบ 350 rpm เป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นเติมกรดฟอสฟอริกความเข้มข้น 8 M โดยใช้ปริมาณกรดที่ 6% ของน้ำหนักกลีเซอรินดิบ และกวนต่อเนื่องอีก 30 นาที หลังจากนั้นนำบีกเกอร์ลงจากเครื่องกวนสารเชิงกล ปรับค่าความเป็นกรด-เบสให้เป็นกลาง และปล่อยให้เกลือโพแทสเซียมฟอสเฟต (K_3PO_4) ที่เกิดขึ้นจากการทำปฏิกิริยาตามสมการที่ 3 และ 4 ตกตะกอนโดยสมบูรณ์



กรองแยกเกลือ K_3PO_4 ที่ตกตะกอนออก โดยใช้ชุดกรองสุญญากาศ (Vacuum Extraction) และกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 ดังภาพที่ 1 จากนั้นนำกลีเซอรินที่กรองเกลือ K_3PO_4 ออกแล้วไปใส่ไว้ในกรวยแยก และปล่อยให้กลีเซอริน กรดไขมัน คอลลอยด์ของสบู่ และสิ่งเจือปนอื่น ๆ แยกตัวออกจากกันโดยตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 1 คืน ในลำดับต่อไปให้ทำขั้นตอนซ้ำอีกครั้งโดยแต่ละครั้งให้เปลี่ยนปริมาณกรดที่ 8, 10, 12, 14, 16, 18 และ 20% ของน้ำหนักกลีเซอรินดิบ ตามลำดับ สำหรับตะกอนเกลือ K_3PO_4 ที่กรองได้จะมีลักษณะดังภาพที่ 2



ภาพที่ 1 การกรองตะกอนเกลือด้วยชุดกรองสุญญากาศ



ภาพที่ 2 ตะกอนเกลือที่กรองได้จากเครื่องกรองสุญญากาศ

4.3 การแยกกลีเซอรินจากกรดไขมันและสิ่งเจือปนอื่น ๆ โดยใช้กรวยแยก ตามขั้นตอนของ M.R. Nanda, Z. Yuan. [12] แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การแยกชั้นของเฟสของเหลวในกรวยแยกหลังตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง

นำกลีเซอรินดังกล่าวมาไขแยกเอาชั้นกลีเซอรินออกจากกรดไขมัน คอลลอยด์ของสบู่ และสิ่งเจือปนอื่น ๆ จากนั้นจดบันทึกน้ำหนักและปริมาตรของกลีเซอรินที่แยกได้ ต่อมานำกลีเซอรินที่แยกได้มาเติมเฮกเซน 25 มิลลิลิตร เขย่าและตั้งสารทิ้งไว้ 20 นาที เพื่อขจัดกรดไขมันที่ตกค้างในกลีเซอริน หลังจากนั้นนำสารไปใส่ในกรวยแยกเพื่อไขแยกชั้นกลีเซอรินออกจากเฮกเซน และนำกลีเซอรินที่แยกได้ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปไว้ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Laboratory Water Bath) ที่ 70 °C เพื่อระเหยเฮกเซนที่ตกค้างออกจากกลีเซอริน

4.4 การกำจัดสี (Decolorizing) และกำจัดกลิ่น (Deodorizing) โดยใช้ผงถ่านกัมมันต์ (Activated-Charcoal Powder) ขนาด -100 Mesh ตามขั้นตอนของ นพวรรณ ชันญพานิช [13] แต่มีการปรับสัดส่วนของถ่านกัมมันต์ต่อกลีเซอรินตามความเหมาะสม

นำกลีเซอรินที่ผ่านการแยกสิ่งเจือปนโดยใช้กรวยแยกมาปรับค่าความเป็นกรด-เบสให้เป็นกลาง โดยใช้สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 5 M จากนั้นเติมผงถ่านกัมมันต์ ขนาด -100 Mesh ในอัตราส่วนของถ่านกัมมันต์ต่อกลีเซอรินเป็น 1:5 โดยน้ำหนัก และนำไปกวนผสมโดยใช้เครื่องกวนสารเชิงกลที่ระดับความเร็วรอบ 350 rpm

ที่อุณหภูมิ 40 °C เป็นเวลา 30 นาที ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การใส่ผงถ่านกัมมันต์ขนาด -100 Mesh เพื่อขจัดสี

เมื่อสารผสมกันเรียบร้อยแล้วนำสารดังกล่าวไปกรองแยกผงถ่านกัมมันต์ออกจากกลีเซอรินโดยใช้ชุดกรองสุญญากาศและกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การกรองผงถ่านด้วยชุดกรองสุญญากาศ

หลังจากนั้นนำกลีเซอรินบริสุทธิ์ที่ได้จากการสกัดแยกด้วยชุดกรองสุญญากาศไปเก็บไว้ในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร โดยเก็บตัวอย่าง 3 ครั้ง ต่อ 1 สารตัวอย่าง เพื่อนำไปกลั่นด้วยระบบสุญญากาศต่อไป

4.5 การนำกลีเซอรินที่ได้ไปกลั่นด้วยระบบสุญญากาศตามขั้นตอนการสกัดแยกของ สัจจิรา เชื้อพรหม [14]

นำกลีเซอรินที่แยกได้จากข้อ 4.4 ไปกลั่นแยกเมทานอลและน้ำออกโดยใช้เครื่องกลั่นแบบลดความดัน (Rotary Evaporator) โดยตั้งค่ากลั่นแบบลดความดันที่อุณหภูมิ 60 °C และความดัน 280 mbar ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การเพิ่มความบริสุทธิ์ของกลีเซอรินโดยการกลั่นแบบสุญญากาศ

โดยสารตัวอย่างที่ผ่านการกลั่นแบบสุญญากาศ จะถูกนำไปเก็บไว้ในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร เพื่อนำไปไทเทรต และคำนวณหาค่า Percent Recovery ตามสมการที่ 5 ต่อไป

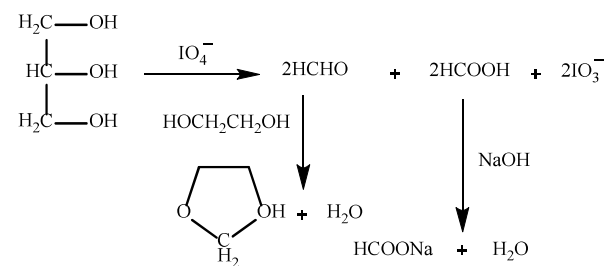
$$\% \text{ Recovery} = \frac{\text{จำนวนกรัมสารที่สกัดแยกได้}}{\text{จำนวนกรัมของสารตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100 \quad (5)$$

4.6 การหาปริมาณกลีเซอริน โดยการไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ตาม มอก.337-2538

ซึ่งกลีเซอรินตัวอย่างให้ได้น้ำหนัก 0.50 กรัม และใส่ในบีกเกอร์ จากนั้นเติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 50 มิลลิลิตร หยดสารบรอมโทมอลบลูอินดิเคเตอร์ 5 ถึง 7 หยด แล้วปรับค่าความเป็นกรด-เบสของสารละลายให้เป็นกรด ด้วยสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 0.2 M ต่อมาปรับค่าความเป็นกรด-เบสของสารละลายอีกครั้งให้เป็นกลาง ด้วย

สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.05 M ลำดับต่อไปเตรียมตัวควบคุม (Blank) โดยใช้ น้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร แทนกลีเซอรินตัวอย่าง และใช้วิธีการเตรียมเช่นเดียวกับที่กล่าวมาข้างต้น จากนั้นเปิดสารละลายโซเดียมเปอร์ไอโอดेट 50 มิลลิลิตร ลงในสารละลายกลีเซอรินตัวอย่างและตัวควบคุม แกว่งบีกเกอร์เบา ๆ และปิดด้วยกระจกนาฬิกา จากนั้นนำสารละลายกลีเซอรินตัวอย่างและตัวควบคุมไปตั้งไว้ในที่มืด ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นเติมสารละลายไอโธนไดออล 10 มิลลิลิตร ลงในสารละลายกลีเซอรินตัวอย่างและตัวควบคุม แกว่งบีกเกอร์เบา ๆ และตั้งทิ้งไว้ในที่มืด ที่อุณหภูมิห้องอีก 20 นาที

นำสารละลายกลีเซอรินตัวอย่างและตัวควบคุมมาเติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 300 มิลลิลิตร แล้วนำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.125 M โดยสารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีฟ้าเมื่อถึงจุดยุติ บันทึกปริมาตรสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้จากบิวเรต โดยอ่านละเอียดถึง 0.01 มิลลิลิตร ซึ่งปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในกระบวนการไทเทรตแสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 สมการปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการไทเทรตกลีเซอริน

หลังจากนั้นนำปริมาตรสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่บันทึกได้ไปคำนวณหาปริมาณกลีเซอรินตามสมการที่ 6

%ปริมาณกลีเซอรินโดยน้ำหนัก=9.206 × M {(T1-T2)/W} (6)
เมื่อ T1 คือ ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
ที่ใช้ในการไทเทรตกลีเซอรินตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

T2 คือ ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
ที่ใช้ในการไทเทรตกลีเซอรินตัวควบคุม (มิลลิลิตร)

M คือ ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
ที่เตรียมเทียบเท่ากับความเข้มข้น 0.125 M

W คือ น้ำหนักกลีเซอรินตัวอย่าง (g)

4.7 การวิเคราะห์หาความบริสุทธิ์และความหนาแน่น
ของกลีเซอรินที่แยกได้ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี
แมสสเปกโตรเมทรี (Agilent GC รุ่น 6890/MS รุ่น 5975)
เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี ชนิดใช้ตัวตรวจวัดแบบเฟรม
ไอออนไนเซชัน (GC-FID) พีโคโนมิเตอร์ (Pycnometer) และ
ไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer)

นำกลีเซอรินที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าเปอร์เซ็นต์ความ
บริสุทธิ์ และความหนาแน่น ตามลำดับ โดยการวิเคราะห์
จะดำเนินการภายใต้สภาวะแวดล้อมตามเงื่อนไขที่กำหนด
ไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สภาวะที่เหมาะสมของเครื่องมือในการวิเคราะห์
ความบริสุทธิ์ของกลีเซอริน

เครื่องมือ (Equipment)	เงื่อนไข (Condition)
Agilent GC รุ่น 6890/MS รุ่น 5975	
Column	DB-5ms, 30 m
Manual injection volume	0.2 µL
Injection Model	split
Split Ratio	100:1
Gas Carrier	He
Gas CarrierFlow	1 mL/min
Oven Temp	40 °C-250 °C

เครื่องมือ (Equipment)	เงื่อนไข (Condition)
Agilent Mass Selective Detector รุ่น 5975	
Solvent delay	0.0 min
Transfer line temp	280 °C
Mass range	32-350 amu
FID detector	
Heater	280 °C
Gas	H ₂
Gas Flow	30 mL/min
Flame	On

5. ผลการศึกษา

5.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบเบื้องต้นของ
กลีเซอรินดิบ

กลีเซอรินดิบที่มีลักษณะดังภาพที่ 8 ถูกนำไป
วิเคราะห์หาองค์ประกอบพื้นฐานโดยใช้เครื่อง GC6890/
MS5975, GC-FID7890A, Karl Fischer Titrator,
Hydrometer และ Pycnometer



ภาพที่ 8 กลีเซอรินดิบจากกรรมอุตสาหกรรมเร็ว

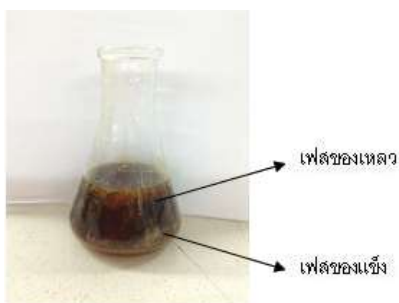
เพื่อหาค่าเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์ของกลีเซอริน เปอร์เซ็นต์ของน้ำ ความหนาแน่น และค่าความเป็นกรด-เบส ผลการวิเคราะห์ สรุปได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของกลีเซอรินดิบจากกรรมอุทหากรเร็ว

ปัจจัยที่วิเคราะห์	ตัวอย่างกลีเซอรินดิบ (กรรมอุทหากรเร็ว)
1. ลักษณะทางกายภาพ	สารมีความหนืดและมีสีน้ำตาลเข้ม
2. ค่าความเป็นกรดเบส	8.72±0.02
3. ความหนาแน่น (g/cm ³)	1.018±0.01
4. เปอร์เซ็นต์ของกลีเซอริน	40.2±0.02
5. เปอร์เซ็นต์ของน้ำ	1.96±0.01
6. เปอร์เซ็นต์ของสิ่งเจือปนอื่น ๆ	57.84±0.02

5.2 ผลการสกัดแยกกลีเซอรินจากกลีเซอรินดิบโดยใช้กรด

5.2.1 ผลการแยกกลีเซอรินจากกลีเซอรินดิบโดยใช้กรดซัลฟิวริก 8 M พบว่า สารละลายเกลือเกิดการตกตะกอนที่ก้นภาชนะ ทำให้เกิดการแยกเฟสของสารเป็น 2 เฟส คือเฟสที่เป็นของเหลวจะอยู่ด้านบน และเฟสที่เป็นของแข็งอยู่ด้านล่าง แสดงดังภาพที่ 9 และปริมาณของเฟสของเหลวและของแข็ง แสดงดังตารางที่ 3



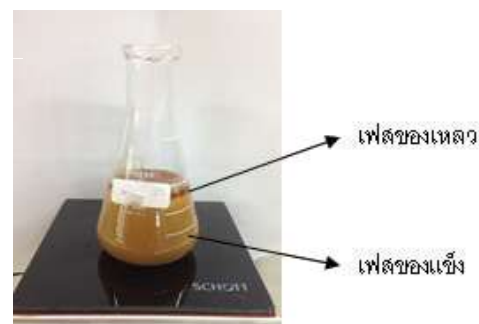
ภาพที่ 9 การตกตะกอนของผลึกเกลือหลังเติมกรดซัลฟิวริก

ตารางที่ 3 ปริมาณของเฟสของเหลวและเฟสของแข็งหลังการเติมกรดซัลฟิวริกลงไปผสม

ปริมาณกรด (%ของน้ำหนักกลีเซอรินดิบ)	ปริมาณของเหลวที่แยกได้ (g)	ปริมาณเกลือที่แยกได้ (g)	ค่ากรด-เบส (pH)
6	44.03±0.25	4.60±0.05	4.21±0.21
8	43.75±0.20	4.52±0.10	2.86±0.15
10	43.96±0.35	4.58±0.05	1.98±0.22
12	44.16±0.20	4.53±0.05	0.35±0.01
14	44.33±0.20	4.57±0.15	0.15±0.01
16	44.30±0.25	4.61±0.10	0.00±0.00
18	44.34±0.25	4.53±0.05	0.00±0.00
20	44.67±0.20	4.56±0.05	0.00±0.00

หมายเหตุ ทำการทดลอง 3 ครั้ง และนำมาหาค่าเฉลี่ยกับค่า S.D. สำหรับแต่ละสารตัวอย่าง

5.2.2 ผลการแยกกลีเซอรินจากกลีเซอรินดิบ 60 กรัม โดยใช้กรดฟอสฟอริก 8 M พบว่า สารละลายเกลือเกิดการตกตะกอนที่ก้นภาชนะ ทำให้เกิดการแยกเฟสของสารเป็น 2 เฟส คือเฟสที่เป็นของเหลวจะอยู่ด้านบน และเฟสที่เป็นของแข็งอยู่ด้านล่าง แสดงดังภาพที่ 10 และปริมาณของเฟสของเหลวและของแข็ง แสดงดังตารางที่ 4



ภาพที่ 10 การตกตะกอนของผลึกเกลือหลังเติมกรดฟอสฟอริก

ตารางที่ 4 ปริมาณของเฟสของเหลวและเฟสของแข็ง หลังการเติมกรดฟอสฟอริกลงไปผสม

ปริมาณกรด (%ของ น้ำหนัก กลีเซอรินดิบ)	ปริมาณ ของเหลวที่ แยกได้ (g)	ปริมาณ เกลือที่ แยกได้ (g)	ค่า กรด-เบส
6	39.36±0.23	4.58±0.05	6.33±0.10
8	43.66±0.20	4.52±0.05	5.27±0.22
10	43.13±0.25	4.57±0.10	4.80±0.21
12	44.15±0.25	4.51±0.02	3.41±0.15
14	44.23±0.30	4.57±0.03	2.69±0.25
16	44.17±0.23	4.58±0.10	2.15±0.18
18	44.34±0.22	4.52±0.05	1.77±0.22
20	44.47±0.25	4.55±0.03	1.56±0.25

หมายเหตุ ทำการทดลอง 3 ครั้ง และนำมาหาค่าเฉลี่ยกับค่า S.D. สำหรับแต่ละสารตัวอย่าง

5.3 ผลการแยกกลีเซอรินจากกรดไขมันและ สิ่งเจือปนอื่น ๆ โดยใช้กรวยแยก

เมื่อนำเฟสของเหลวที่ได้จากการกรองเกลือออกไป ใส่ในกรวยแยกตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง ของเหลวในกรวยแยก เกิดการแยกชั้น และกลีเซอรินที่ได้จากการแยกโดยใช้ กรวยแยกมีลักษณะเป็นสีน้ำตาล และปริมาณชั้น กลีเซอรินที่แยกได้จากกรวยแยกสารของกรดแต่ละชนิด แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปริมาณชั้นกลีเซอรินที่แยกได้จากการใช้ กรวยแยกของกรดแต่ละชนิด

ชนิดกรด	ปริมาณกรด (%ของน้ำหนัก กลีเซอรินดิบ)	ปริมาณชั้นกลีเซอรินที่ แยกได้จากการใช้ กรวยแยก (g)	
H ₂ SO ₄	6	22.42±0.25	
	8	22.52±0.22	
	10	23.65±0.15	
	12	22.55±0.34	
	14	22.02±0.27	
	16	21.95±0.20	
	18	21.75±0.22	
	20	21.76±0.25	
	H ₃ PO ₄	6	20.23±0.23
		8	21.76±0.25
10		22.46±0.21	
12		22.74±0.24	
14		22.95±0.25	
16		23.15±0.23	
18		22.75±0.22	
20		22.56±0.25	

หมายเหตุ ทำการทดลอง 3 ครั้ง และนำมาหาค่าเฉลี่ยกับ ค่า S.D. สำหรับแต่ละสารตัวอย่าง

5.4 ผลการกำจัดสีและกำจัดกลิ่น โดยการใช้ผงถ่าน กัมมันต์ขนาด -100 Mesh

กำจัดสีและกำจัดกลิ่น โดยการใช้ผงถ่านกัมมันต์ ขนาด -100 Mesh และทำการกรองด้วยชุดกรองสุญญากาศ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ปริมาณกลีเซอรินหลังการขจัดสีด้วยผง ถ่านกัมมันต์ขนาด -100 Mesh

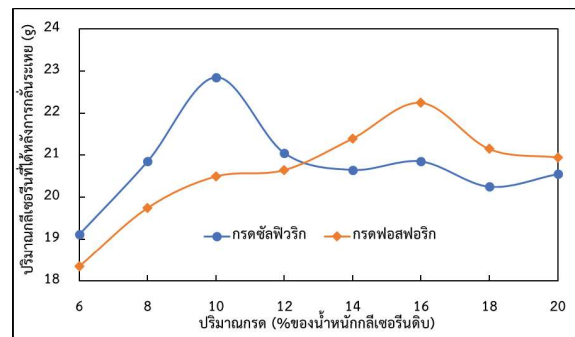
ชนิดกรด	ปริมาณกรด (%ของ น้ำหนัก กลีเซอรินดิบ)	ปริมาณกลีเซอรินหลังการ ขจัดสีด้วยผงถ่านกัมมันต์ ขนาด -100 Mesh (g)
H ₂ SO ₄	6	20.23±0.35
	8	21.76±0.45
	10	23.25±0.25
	12	21.95±0.28
	14	21.39±0.24
	16	21.05±0.28
	18	20.95±0.15
	20	21.10±0.22
H ₃ PO ₄	6	19.26±0.41
	8	20.81±0.36
	10	21.61±0.15
	12	21.75±0.34
	14	22.26±0.22
	16	22.85±0.25
	18	21.95±0.20
	20	21.81±0.23

หมายเหตุ ทำการทดลอง 3 ครั้ง และนำมาหาค่าเฉลี่ยกับ ค่า S.D. สำหรับแต่ละสารตัวอย่าง

5.5 ผลการนำกลีเซอรินที่ได้ไปกลั่นในระบบ สูญญากาศ

หลังผ่านกระบวนการขจัดสีด้วยการเติมผงถ่านกัมมันต์ ขนาด -100 Mesh กลีเซอรินจะมีสีใสมากขึ้น แต่ยังมี

สิ่งเจือปนที่ละลายได้ในกลีเซอรินผสมอยู่ ดังนั้นเพื่อให้ กลีเซอรินมีความบริสุทธิ์มากขึ้น จึงนำกลีเซอรินที่ได้ จากการกำจัดสีไปกลั่นด้วยระบบสูญญากาศ โดยกำหนด ความดันที่ 280 mbar ณ อุณหภูมิที่ 60 °C เพื่อระเหยน้ำและ เมทานอลออก และทำให้กลีเซอรินมีความบริสุทธิ์มากขึ้น โดยปริมาณกลีเซอรินที่แยกได้หลังการกลั่นด้วยระบบ สูญญากาศ แสดงดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 ปริมาณกลีเซอรินที่แยกได้หลังการกลั่นด้วย ระบบสูญญากาศ

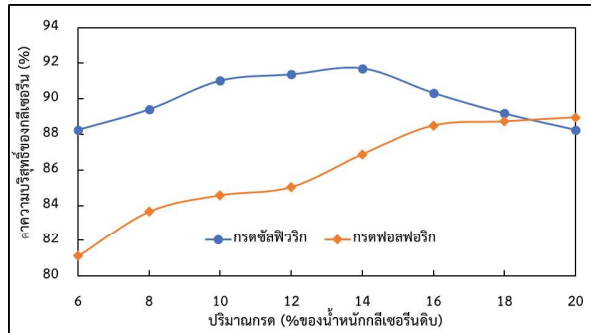
5.6 ผลการหาค่าปริมาณกลีเซอรินโดยการไทเทรต ตาม มอก.337-2538

กลีเซอรินที่ผ่านกระบวนการกลั่นด้วยระบบ สูญญากาศถูกนำมาไทเทรตตาม มอก. 337-2538 โดยใช้กลีเซอรินที่สกัดได้ 0.5 กรัม มาไทเทรตกับสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.125 M โดยปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ ของน้ำกลั่นที่ใช้เป็นตัวควบคุม เท่ากับ 4.50 ลูกบาศก์- เซนติเมตร ผลการไทเทรตกลีเซอรินด้วยสารละลายโซเดียม- ไฮดรอกไซด์ แสดงดังตารางที่ 7 และค่าความบริสุทธิ์ของ กลีเซอรินที่ได้จากกระบวนการสกัดโดยใช้กรดซัลฟิวริก และกรดฟอสฟอริก แสดงดังภาพที่ 12

ตารางที่ 7 ปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรต
กลีเซอรินที่ได้จากสกัดแยกของกรดแต่ละชนิด

ชนิดกรด	ปริมาณกรด (%ของน้ำหนัก กลีเซอรินดิบ)	ปริมาตร NaOH ที่ใช้ ในการไทเทรต (cm ³)
H ₂ SO ₄	6	42.85±0.02
	8	43.35±0.01
	10	44.05±0.02
	12	44.20±0.02
	14	44.35±0.01
	16	43.75±0.02
	18	43.25±0.01
	20	42.58±0.02
H ₃ PO ₄	6	39.75±0.02
	8	40.85±0.02
	10	41.25±0.01
	12	41.45±0.02
	14	42.25±0.01
	16	42.95±0.01
	18	43.05±0.02
	20	43.15±0.02

หมายเหตุ ทำการทดลอง 3 ครั้ง และนำมาหาค่าเฉลี่ยกับ
ค่า S.D. สำหรับแต่ละสารตัวอย่าง



ภาพที่ 12 ค่าความบริสุทธิ์ของกลีเซอริน

หลังจากการวิเคราะห์ เปรอร์เซ็นต์ของกลีเซอรินโดย
วิธีการไทเทรตเบื้องต้น พบว่ากลีเซอรินที่ได้จากการใช้
กรดซัลฟิวริกในการสกัดแยกกลีเซอรินให้บริสุทธิ์นั้น ใน
ช่วงปริมาณกรดที่ 10-14% โดยน้ำหนักของกลีเซอรินดิบ
จะเป็นช่วงที่มีค่าความบริสุทธิ์ของกลีเซอรินสูง และมีค่า
ความบริสุทธิ์ของกลีเซอรินไม่แตกต่างกันมากนัก แสดง
ดังภาพที่ 11 แต่ที่ปริมาณกรดซัลฟิวริก 10% โดยน้ำหนัก
ของกลีเซอรินดิบ สามารถสกัดแยกกลีเซอรินบริสุทธิ์ได้
ปริมาณมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 23.25±0.25 กรัม และมีค่า
ความบริสุทธิ์เท่ากับ 91.02±0.15% สำหรับกรดฟอสฟอริก
ที่ปริมาณกรด 16% โดยน้ำหนักของกลีเซอรินดิบ สามารถ
สกัดแยกกลีเซอรินบริสุทธิ์ได้ปริมาณมากที่สุด ซึ่งมีค่า
เท่ากับ 22.85±0.25 กรัม และมีค่าความบริสุทธิ์เท่ากับ
88.49±0.18% ในทางอุตสาหกรรมการสกัดแยกกลีเซอริน
จะคุ้มค่าเมื่อสามารถสกัดแยกได้ในปริมาณมากและมีค่า
ความบริสุทธิ์มากกว่า 80% ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้เลือก
ปริมาณกรดซัลฟิวริกที่ 10% โดยน้ำหนักของกลีเซอรินดิบ
และปริมาณกรดฟอสฟอริกที่ 16% โดยน้ำหนักของ
กลีเซอรินดิบ ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-MS GC-FID
และ Pycnometer เพื่อยืนยันค่าความบริสุทธิ์และ
หาค่าความหนาแน่น และสมบัติทางกายภาพของ
กลีเซอรินบริสุทธิ์ต่อไป

5.7 ผลการวิเคราะห์กลีเซอรินที่ได้ด้วยเครื่อง GC-MS GC-FID และ Pycnometer

หลังจากการวิเคราะห์กลีเซอรินที่แยกได้โดยใช้เครื่อง GC-MS GC-FID และ Pycnometer เพื่อหาค่าความบริสุทธิ์และสมบัติทางกายภาพ ผลการวิเคราะห์กลีเซอรินที่ได้จากกรดซัลฟิวริก 10% โดยน้ำหนักของกลีเซอรินดิบ และกลีเซอรินที่ได้จากกรดฟอสฟอริก 16% โดยน้ำหนักของกลีเซอรินดิบ แสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์กลีเซอรินที่แยกได้ด้วยเครื่อง GC-MS GC-FID และ Pycnometer เพื่อหาค่าความบริสุทธิ์ และสมบัติทางกายภาพ

ปัจจัยที่วิเคราะห์	กรดซัลฟิวริก 10% โดยน้ำหนักของกลีเซอรินดิบ	กรดฟอสฟอริก 16% โดยน้ำหนักของกลีเซอรินดิบ
1.ลักษณะทางกายภาพ	ไม่มีสีและมี ความหนืด	ไม่มีสีและมี ความหนืด
2.ค่าความเป็นกรด-เบส	7.05±0.02	6.98±0.02
3.ความหนาแน่น (g/cm ³)	1.249±0.02	1.238±0.02
4. เปอร์เซ็นต์ของกลีเซอริน	89.7±0.01	87.7±0.01
5. เปอร์เซ็นต์ของน้ำ	7.8±0.01	9.4±0.01
6. เปอร์เซ็นต์ของสิ่งเจือปนอื่น ๆ	2.20±0.02	2.60±0.02

6. สรุปและอภิปรายผล

6.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของกลีเซอรินดิบจากกรรมอุณหารเรือ

กลีเซอรินดิบของกรรมอุณหารเรือเป็นกลีเซอรินดิบที่ได้จากการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันใช้แล้วโดยใช้โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา มีลักษณะเป็นสีน้ำตาลเข้ม มีค่าความเป็นกรด-เบสเท่ากับ 8.72 ± 0.02 และมีความหนาแน่นใกล้เคียงกับน้ำ และมีค่าเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์อยู่ที่ 40.2 ± 0.02 เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับกลีเซอรินทางการค้า พบว่ากลีเซอรินดิบดังกล่าวยังมีค่าเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์ต่ำกว่าค่ามาตรฐานของกลีเซอรินทางการค้า

6.2 การศึกษาชนิดและความเข้มข้นของกรดที่มีผลต่อปริมาณ และเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์ของกลีเซอริน ความเข้มข้นของกรดมีผลต่อปริมาณและความบริสุทธิ์ของกลีเซอริน หากกรดมีความเข้มข้นสูง ๆ จะทำให้ค่าความเป็นกรด-เบส มีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางลดลงอย่างรวดเร็วกว่ากรดที่มีความเข้มข้นต่ำ ๆ ซึ่งค่าความเป็นกรด-เบสที่ใกล้เคียงกับ 2 จะทำให้มีปริมาณกลีเซอรินที่แยกชั้นออกมา มาก ทั้งนี้จากการทดลองกรดซัลฟิวริกสามารถสกัดแยกกลีเซอรินบริสุทธิ์ได้ดีที่สุด เมื่อเทียบกับกรดชนิดอื่น ๆ ภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน ในขณะที่กรดฟอสฟอริกสามารถสกัดแยกกลีเซอรินได้ในปริมาณที่ใกล้เคียงกับการใช้กรดซัลฟิวริก ซึ่งมีค่าผลต่างกันเพียงเล็กน้อย นอกจากนี้กรดฟอสฟอริกมีฤทธิ์การกัดกร่อนและกลีนิรรุนแรงน้อยกว่ากรดซัลฟิวริก จึงทำให้มีความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับกระบวนการผลิตมากยิ่งขึ้น ดังนั้นกรดฟอสฟอริกจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับภาคอุตสาหกรรมในการนำมาใช้ในกระบวนการสกัดแยกกลีเซอรินจากกลีเซอรินดิบ

6.3 การวิเคราะห์อัตราส่วนที่เหมาะสมในการสกัดแยกกลีเซอริน

การสกัดแยกกลีเซอรินจากกลีเซอรินดิบโดยใช้กรดซัลฟิวริก พบว่าที่ปริมาณกรด 10% ของน้ำหนักกลีเซอรินดิบ

มีความเหมาะสมมากที่สุด เพราะสามารถแยกกลีเซอรินได้ในปริมาณมากและมีเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์อยู่ที่ 89.7 ± 0.01 โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์ของกลีเซอรินเพิ่มขึ้นจากเดิม 49.5 ± 0.01 และมีค่า % recovery เท่ากับ 38.75 ส่วนการสกัดแยกกลีเซอรินจากกลีเซอรินดิบโดยใช้กรดฟอสฟอริก พบว่า ที่ปริมาณกรด 16% ของน้ำหนักกลีเซอรินดิบ มีความเหมาะสมมากที่สุด เพราะสามารถแยกกลีเซอรินได้ในปริมาณมากและมีเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์อยู่ที่ 87.7 ± 0.01 โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์ของกลีเซอรินเพิ่มขึ้นจากเดิม 47.5 ± 0.01 และมีค่า % recovery เท่ากับ 38.08 ซึ่งกลีเซอรินบริสุทธิ์ที่ได้จากทั้ง 2 กรณี ผ่านเกณฑ์ค่ามาตรฐานที่กระทรวงอุตสาหกรรมกำหนด จึงสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบเริ่มต้นในอุตสาหกรรมการผลิตสารทำความสะอาด สบู่ และอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ เป็นต้น

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงบประมาณจากกองทุนพัฒนาโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า (กทพ.ร.จปร.) ขอขอบคุณ ผศ.ดร.รจพรณ นิรัฐศิลป์ อาจารย์วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ปรึกษางานวิจัย และน.อ.บพิท ทศเทพพิทักษ์ ผอ.โรงเรียนช่างกรรมอุตสาหกรรมเรือ ที่ให้คำแนะนำต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

8. บรรณานุกรม

- (1) B. Giuseppe et al., "Glycerol production and transformation." A critical review with particular emphasis on glycerol reforming reaction for producing hydrogen in conventional and membrane reactors Membrane, Vol. 7(2) pp.1-31, (2017).
- (2) K. Colombo et al., "Production of biodiesel from soybean oil and methanol, catalyzed by calcium oxide in a recycle reactor." South African Journal of Chemical Engineering, Vol. 28, pp. 19-25, (2019).
- (3) D.P. Fernando, M.D. Anabela, and A.A.C. Barros, "Purification of residual glycerol recovered from biodiesel production." South African Journal of Chemical Engineering, Vol. 29, pp. 42-51, (2019).
- (4) บุญญกรณ์ วาณิชชาติ, "พลังงานทดแทนและความมั่นคงของประเทศ," วารสารเทคโนโลยีป้องกันประเทศ, ฉบับที่ 18, หน้า 30-35, (2558).
- (5) S.M. Oluwasegus et al., "Review of different purification techniques for crude glycerol from biodiesel production." Journal of Energy Research and Reviews, Vol. 2(1), pp. 1-6, (2018).
- (6) เกียรติกร อัครมาศบันลือ และวราภรณ์ บรรจง, "การศึกษาการกลั่นแยกออกจากกลีเซอรอลดิบซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ร่วมจากการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล," วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก, หน้า 44-49, ปีที่ 3(1), (2553).
- (7) E. Anzar et al, "Purification of crude glycerol from biodiesel by-product by adsorption using bentonite." Indonesian Journal of Fundamental and Applied Chemistry, Vol. 3(3), pp. 83-88, (2018).
- (8) W.N.R.W. Ischak et al., "Recovery and purification of crude glycerol from vegetable oil transesterification." Separation & Purification Reviews, Vol. 44(3), pp.250-267, (2014).
- (9) สุพะไชย์ จินดาวุฒิกล และคณะ, "การทำกลีเซอรอลดิบให้บริสุทธิ์ด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟี," วารสารผลงานวิชาการกรมวิทยาศาสตร์บริการ ปีที่ 4(4), หน้า 81-88, (2558).
- (10) สายฝน อ่อนทอง, "การศึกษามูลค่าเพิ่มของกลีเซอรอลดิบที่ได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล" ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, (2557).
- (11) สุจิตรา พรหมเชื้อ, วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน, เพ็ญศิริ จำรัสจาย และ วิษี ศรีรักษา, "การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตกลีเซอรอลบริสุทธิ์." สุราษฎร์ธานี : ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมัน สุราษฎร์ธานี, (2549).
- (12) M.R. Nanda, Z. Yuan, W. Qin, M.A. Poirier and X. Chunbao, "Purification of crude glycerol using acidification: Effects off acid types and product characterization." Austin Chemical Engineering, Vol. 1(1), pp. 1004-1010, (2014).
- (13) นพวรรณ ชันญพานิช, วัฒนา ปั้นเสม และบุญมี บุญผลานันท์, "การทำกลีเซอรินจากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลให้บริสุทธิ์." วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 19(1), หน้า 66-72, (2552).
- (14) สุจิตรา พรหมเชื้อ, วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน, เพ็ญศิริ จำรัสจาย และ วิษี ศรีรักษา, "การศึกษาการผลิตกลีเซอรินบริสุทธิ์โดยวิธีการกลั่น," รายงานผลงานวิจัยและพัฒนาด้านพืชและเทคโนโลยีการเกษตร หน้า 239-240, (2551).