การสังเคราะห์กลีเซอรอลคาร์บอเนตจากกลีเซอรอลดิบผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลของน้ำมันปาล์ม

Glycerol Carbonate Production from Crude Glycerol, a By-Product from Palm Oil-Biodiesel Production

พรพรรณ สิระมนต์[1*] และ วิทยา ปั้นสุวรรณ[2]
Pornpun Siramon[1*] and Vittaya Punsuvon[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ประโยชน์กลีเซอรอลดิบผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลของน้ำมันปาล์มโดยการสังเคราะห์เป็นสารเคมีมูลค่าเพิ่ม คือ กลีเซอรอลคาร์บอเนต ซึ่งเป็นสารเคมีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และมีความต้องการใช้มากในอุตสาหกรรมหลายประเภท รวมทั้งยังมีราคาสูง การศึกษาเริ่มต้นจากการเพิ่มความบริสุทธิ์ให้แก่ตัวอย่างกลีเซอรอลโดยการทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟูริกที่ความเข้มข้นต่างๆ จากนั้นจึงนำกลีเซอรอลที่ผ่านการทำบริสุทธิ์แล้วนี้มาทำการสังเคราะห์เป็นสารกลีเซอรอลคาร์บอเนตโดยการทำปฏิกิริยากับยูเรีย และมี $ZnCl_2$ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาภายใต้สภาวะการสังเคราะห์ที่ไม่รุนแรง แล้วจึงทำการตรวจสอบคุณสมบัติของกลีเซอรอลคาร์บอเนตที่สังเคราะห์ได้ จากผลการศึกษาพบว่ากลีเซอรอลคาร์บอเนตที่สังเคราะห์ได้นี้ให้ค่าร้อยละผลผลิตกลีเซอรอลคาร์บอเนตสูงสุดเท่ากับ 75.50 ซึ่งให้ค่าใกล้เคียงกับผลการสังเคราะห์โดยใช้กลีเซอรอลทางการค้าที่ทำการสังเคราะห์ที่สภาวะเดียวกันนี้

ABSTRACT

This research aims to elucidate the utilization feasibility of crude glycerol, a by-product generated from palm oil-biodiesel production, for converting into the value-added glycerol carbonate, which is a high cost green-chemical that can be used in the large industrial applications. In this work, crude glycerol was treated with different concentrations of sulfuric acid to increase the purity. Purified glycerol was further used for the synthesis of glycerol carbonate by reacted with urea in the presence of $ZnCl_2$ as a suitable catalyst. The identification and quantification of glycerol carbonate produced in each reaction was determined. The results found that glycerol carbonate was successfully synthesized with the highest yield as 75.50%. The glycerol carbonate production yield from this method was not significantly different compared to the use of commercial glycerol.

Key Words: biodiesel, crude glycerol, glycerol carbonate, palm oil

*Corresponding author; e-mail address: pornpun.sir@kmutt.ac.th

[1]มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขตราชบุรี ราชบุรี 70150

[1]King Mongkut's University of Technology Thonburi (Ratchaburi Campus), Ratchaburi 70150

[2]ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[2]Department of Chemistry, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

เนื่องจากปัญหาสิ่งแวดล้อม และการลดลงของแหล่งพลังงานจากฟอสซิลในปัจจุบัน จึงมีความจำเป็นอย่างมากในการค้นคว้าหาแหล่งพลังงานทางเลือกที่ยั่งยืนเพื่อทดแทนแหล่งพลังงานดังกล่าว ไบโอดีเซลก็เป็นทางเลือกหนึ่งที่ทั่วโลกตระหนัก และให้ความสำคัญเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทน ซึ่งเป็นผลทำให้อุตสาหกรรมการผลิตไบโอดีเซลหรือน้ำมันดีเซลชีวภาพมีกำลังการผลิตที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ปัจจุบันประเทศไทยนั้นมีการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มเป็นหลัก

ไบโอดีเซล (biodiesel) คือน้ำมันเชื้อเพลิงที่ผลิตจากน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ โดยผ่านกระบวนการที่ทำให้โมเลกุลเล็กลง (ปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ริฟิเคชั่น) ให้อยู่ในรูปของเอทิลหรือเมทิลเอสเทอร์ และได้กลีเซอรอลดิบประมาณร้อยละ 10 โดยน้ำหนักของน้ำมันตั้งต้นเป็นผลพลอยได้ ทั้งนี้องค์ประกอบของกลีเซอรอลดิบที่ได้จะมีปริมาณกลีเซอรอลอยู่ร้อยละเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซล กลีเซอรอลที่ได้นี้ยังมีมูลค่าและสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่อเนื่องต่างๆ ต่อไปได้มากมาย เช่น อุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอาง เป็นต้น หากต้องการเพิ่มมูลค่าผลพลอยได้ของกลีเซอรอลจะต้องนำมาทำให้บริสุทธิ์ยิ่งขึ้นเพื่อให้ได้ pharmaceutical grade ซึ่งจะต้องมีความบริสุทธิ์ที่ 99.5% ขึ้นไป กระบวนการแยกกลีเซอรอลให้บริสุทธิ์จัดเป็นวิธีการเพิ่มมูลค่าของผลพลอยได้และลดต้นทุนในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลวิธีหนึ่ง แต่ต้องใช้ต้นทุนสูงมากในกระบวนนี้ (Thompson and He, 2006) ที่ผ่านมาจึงพบว่าโรงงานไบโอดีเซลหลายแห่งไม่ได้นำกลีเซอรอลมาใช้ประโยชน์แต่อย่างใด แต่กลับปล่อยทิ้งรวมกับของเสียต่างๆ ซึ่งเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายให้กับโรงงานในการกำจัดอีกด้วย ดังนั้นหากมีการวิจัยและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากกลีเซอรอลดิบให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าอย่างมีประสิทธิภาพก็จะสามารถรองรับปัญหาดังกล่าวได้ แนวทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจในการเพิ่มมูลค่าให้กับกลีเซอรอลที่เป็นเสมือนของเหลือทิ้งจำนวนมากจากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล ได้แก่ การใช้กลีเซอรอลเป็นสารตั้งต้นในการผลิตสารเคมีต่างๆ และกลีเซอรอลคาร์บอเนต (glycerol carbonate) ก็เป็นสารเคมีที่มีการใช้มากในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น ใช้เป็นตัวทำละลาย เป็นสารเติมแต่ง (additive) ในอุตสาหกรรมสี ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง อุตสาหกรรมเคมี และพลาสติก เป็นหน่วยพื้นฐานของพอลิเมอร์ และใช้ในทางการแพทย์ (Kim *et al*. (2007); Johnson and Taconi (2007)) ราคาของกลีเซอรอลคาร์บอเนตทางการค้านั้นสูงกว่า 50,000 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความน่าสนใจ และมีมูลค่าสูงตัวหนึ่ง ดังนั้นการสังเคราะห์กลีเซอรอลคาร์บอเนตโดยใช้กลีเซอรอลที่ได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มจึงเป็นตัวเลือกที่น่าสนใจมาก และยังเป็นการเพิ่มมูลค่าและลดปัญหาจากขยะกลีเซอรอลได้อีกด้วย

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาปฏิกิริยาการสังเคราะห์กลีเซอรอลคาร์บอเนตจากตัวอย่างกลีเซอรอลที่ได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลของน้ำมันปาล์มและยูเรีย ซึ่งวิธีการนี้มีข้อเด่น คือ เป็นวิธีที่ใช้สภาวะในการสังเคราะห์ที่ไม่รุนแรง สารเคมีที่ใช้ราคาไม่แพง และเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินและควบคุมปฏิกิริยานั้นสามารถจัดเตรียมขึ้นเองได้

อุปกรณ์หรือวิธีการ

การรวบรวมตัวอย่างกลีเซอรอลจากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลของน้ำมันปาล์ม

งานวิจัยนี้ได้ใช้ตัวอย่างกลีเซอรอลที่ได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลของน้ำมันปาล์มที่ผลิตจากเครื่องผลิตไบโอดีเซลมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (KuB-200) โดยทำการรวบรวมตัวอย่างกลีเซอรอล

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และวิเคราะห์ปริมาณกลีเซอรอลในตัวอย่างโดยเทคนิค High Performance Liquid Chromatography (HPLC) ตามวิธีของ Hazimah และคณะ (2003)

การทำบริสุทธิ์ตัวอย่างกลีเซอรอลเบื้องต้น

ทำการเพิ่มความบริสุทธิ์ให้แก่ตัวอย่างกลีเซอรอล โดยการทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟูริกที่ความเข้มข้นต่างๆ (ปริมาณกรดซัลฟูริก 3 - 9% โดยน้ำหนักตัวอย่างกลีเซอรอล) และตรวจวิเคราะห์ปริมาณกลีเซอรอลในตัวอย่างที่ผ่านการทำบริสุทธิ์โดยเทคนิค HPLC

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสังเคราะห์กลีเซอรอลคาร์บอเนตจากปฏิกิริยาระหว่างตัวอย่างกลีเซอรอล และยูเรีย โดยมีตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสม

- **การศึกษาตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสม**

การหาชนิดของตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดสำหรับใช้ในปฏิกิริยาการสังเคราะห์กลีเซอรอลคาร์บอเนตจากกลีเซอรอลทางการค้า (ความบริสุทธิ์ 99.5%) โดยใช้อัตราส่วนเชิงโมลของกลีเซอรอล : ยูเรีย : ตัวเร่งปฏิกิริยา เท่ากับ 1 : 1.5 : 0.06 โดยตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ในการศึกษามีจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ (1) $MgSO_4$ (2) $MgCl_2$ (3) ZnO (4) $ZnCl_2$ (5) $ZnSO_4$ และใช้เวลาในการดำเนินปฏิกิริยาทั้งสิ้น 6 ชั่วโมง ตามวิธีการของ Okutsu และ Kitsuki (2002) ทำการเก็บตัวอย่าง และตรวจวิเคราะห์ปริมาณกลีเซอรอลคาร์บอเนตที่สังเคราะห์ได้โดยเทคนิค HPLC

- **การหาสภาวะที่เหมาะสมในการสังเคราะห์กลีเซอรอลคาร์บอเนตจากปฏิกิริยาระหว่างกลีเซอรอล และยูเรีย**

ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสังเคราะห์กลีเซอรอลคาร์เนตโดยใช้กลีเซอรอลทางการค้า และยูเรีย โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาสมที่ได้จากการศึกษาเบื้องต้น หลังจากนั้นจึงดำเนินการสังเคราะห์กลีเซอรอลคาร์บอเนตโดยใช้ตัวอย่างกลีเซอรอลจากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลของน้ำมันปาล์มที่สภาวะที่เหมาะสมที่ได้ทำการศึกษา

- **การตรวจวิเคราะห์เชิงคุณภาพกลีเซอรอลคาร์บอเนตที่สังเคราะห์ได้**

ตรวจวิเคราะห์เชิงคุณภาพกลีเซอรอลคาร์บอเนตที่สังเคราะห์ได้จากตัวอย่างกลีเซอรอลจากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลของน้ำมันปาล์มที่สภาวะที่เหมาะสม และเปรียบเทียบโครงสร้างกับสารมาตรฐานกลีเซอรอลคาร์บอเนต (91.8%, Aldrich) โดยเทคนิค Proton Nuclear Magnetic Resonance Spectrometry (^{1}H-NMR)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการศึกษาองค์ประกอบของตัวอย่างกลีเซอรอล

ตัวอย่างกลีเซอรอลจากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลของน้ำมันปาล์มที่ผลิตจากเครื่องต้นแบบ KuB-200 นั้น เมื่อวัดค่า pH พบว่ามีค่าเท่ากับ 11.70 แสดงผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของตัวอย่างกลีเซอรอลในตารางที่ 1 ซึ่งพบว่าตัวอย่างกลีเซอรอลนี้มีความบริสุทธิ์ค่อนข้างต่ำ (ปริมาณกลีเซอรอล 36.65%)

Table 1 Characteristic of crude glycerol sample from palm oil-biodiesel production

Parameters	Weight percentage
Glycerol content	36.65
Water content	10.00
Ash content	5.25
Matter organic non glycerol (MONG)	48.10

ผลของการทำบริสุทธิ์ตัวอย่างกลีเซอรอลเบื้องต้น

ผลจากการเพิ่มความบริสุทธิ์ให้แก่ตัวอย่างกลีเซอรอล โดยการทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟูริกที่ความเข้มข้นต่างๆ (ปริมาณกรดซัลฟูริก 3 - 9% โดยน้ำหนักตัวอย่างกลีเซอรอล) พบว่าเมื่อใช้ปริมาณกรดซัลฟูริกต่อตัวอย่างกลีเซอรอลในอัตราส่วน 2 : 50 (ร้อยละ 4) นั้นสามารถเพิ่มความบริสุทธิ์ให้แก่ตัวอย่างกลีเซอรอลได้สูงที่สุด คือ จากความบริสุทธิ์ร้อยละ 36.65 เป็นร้อยละ 92.43 และให้ร้อยละผลได้เท่ากับ 18.71 ซึ่งที่สภาวะการทำบริสุทธิ์นี้สามารถเพิ่มความบริสุทธิ์ให้แก่ตัวอย่างกลีเซอรอลได้ค่อนข้างสูง แต่ให้ปริมาณร้อยละผลได้ต่ำ

ผลของการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสังเคราะห์กลีเซอรอลคาร์บอเนตจากปฏิกิริยาระหว่างตัวอย่างกลีเซอรอล และยูเรีย โดยมีตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสม

ปฏิกิริยาการสังเคราะห์กลีเซอรอลคาร์บอเนตจากกลีเซอรอล และยูเรีย โดยมีตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดต่างๆ จะได้ผลผลิตเป็นกลีเซอรอลคาร์บอเนต และ NH_3 (g) ดังแสดงปฏิกิริยาในภาพ 1

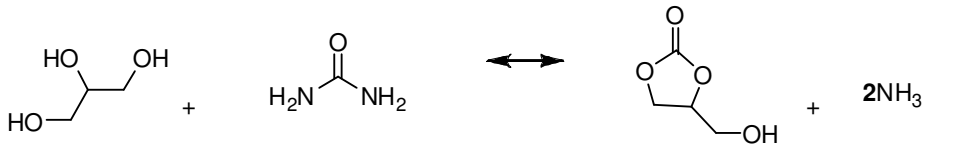

Figure 1 The synthesis of glycerol carbonate from glycerol and urea

- **ผลของการศึกษาตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสม**

ผลของการศึกษาเพื่อหาชนิดของตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดสำหรับใช้ในปฏิกิริยาการสังเคราะห์กลีเซอรอลคาร์บอเนตโดยใช้กลีเซอรอลทางการค้า แสดงในตารางที่ 2

Table 2 Comparison of the efficiency of various catalysts for synthesis of glycerol carbonate from commercial glycerol and urea

Catalyst	Glycerol carbonate yield (%)*	Glycerol conversion (%)**
$MgSO_4$	52.50	58.52
$MgCl_2$	60.04	62.83
ZnO	67.78	66.61
$ZnCl_2$	74.97	73.65
$ZnSO_4$	66.28	68.51

* = [(amount of produced glycerol carbonate) / (initial amount of glycerol)] × 100

** = {[(Initial amount of glycerol) – (amount of residual glycerol)] / (Initial amount of glycerol)} × 100

จากผลการศึกษานี้พบว่าตัวเร่งปฏิกิริยาที่ให้ค่าร้อยละผลผลิตกลีเซอรอลคาร์บอเนตสูงที่สุด ได้แก่ $ZnCl_2$ โดยให้ค่าร้อยละผลผลิตของกลีเซอรอลคาร์บอเนตสูงสุดเท่ากับ 74.97 และค่าร้อยละคอนเวอร์ชั่นของกลีเซอรอลเท่ากับ 73.65 ซึ่งสามารถสรุปประสิทธิภาพของตัวเร่งปฏิกิริยาทั้งหมดที่ทำการศึกษาเป็นดังนี้ คือ $ZnCl_2$ > ZnO > $ZnSO_4$ > $MgCl_2$ > $MgSO_4$

- **ผลของการหาสภาวะที่เหมาะสมในการสังเคราะห์กลีเซอรอลคาร์บอเนตจากปฏิกิริยาระหว่างกลีเซอรอล และยูเรีย**

ทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสังเคราะห์กลีเซอรอลคาร์เนตโดยใช้กลีเซอรอลทางการค้า และยูเรีย โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ได้จากการศึกษาเบื้องต้น ($ZnCl_2$) หลังจากนั้นจึงดำเนินการสังเคราะห์กลีเซอรอลคาร์บอเนตโดยใช้ตัวอย่างกลีเซอรอลจากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลของน้ำมันปาล์มที่สภาวะที่เหมาะสม

ผลของการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสังเคราะห์กลีเซอรอลคาร์บอเนตจากปฏิกิริยาระหว่างกลีเซอรอลทางการค้า และยูเรีย โดยมี $ZnCl_2$ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

ในการหาสภาวะที่เหมาะสมในการสังเคราะห์กลีเซอรอลคาร์บอเนตจากกลีเซอรอลทางการค้า และยูเรีย โดยมี $ZnCl_2$ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยานั้น ได้ทำการศึกษาที่อัตราส่วนเชิงโมลของกลีเซอรอล: ยูเรีย: ตัวเร่งปฏิกิริยาในอัตราส่วนต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 3 และจากผลการทดลองพบว่าที่อัตราส่วนเชิงโมลของกลีเซอรอล: ยูเรีย: ตัวเร่งปฏิกิริยา ($ZnCl_2$) ที่ 1: 1.5: 0.06 นั้น ให้ค่าร้อยละผลผลิตของกลีเซอรอลคาร์บอเนตที่สูงสุด (76.97%)

Table 3 The synthesis of glycerol carbonate from commercial glycerol and urea using $ZnCl_2$ as a catalyst

Mole ratio of glycerol: urea: $ZnCl_2$	Glycerol carbonate yield (%)*	Glycerol conversion (%)**
1 : 1 : 0.03	54.46	65.08
1 : 1 : 0.06	58.70	65.76
1 : 1 : 0.09	54.30	63.43
1 : 1.5 : 0.03	70.03	71.40
1 : 1.5 : 0.06	76.97	76.65
1 : 1.5 : 0.09	73.94	74.15
1 : 2 : 0.03	65.59	68.63
1 : 2 : 0.06	67.79	68.89
1 : 2 : 0.09	67.35	72.83

* = [(amount of produced glycerol carbonate) / (initial amount of glycerol)] × 100

** = {[(Initial amount of glycerol) – (amount of residual glycerol)] / (Initial amount of glycerol)} × 100

จากการศึกษาเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการสังเคราะห์กลีเซอรอลคาร์บอเนตจากปฏิกิริยาระหว่างกลีเซอรอลทางการค้า และยูเรียนั้น สามารถสรุปได้ว่า $ZnCl_2$ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการดำเนินปฏิกิริยาดังกล่าว และสรุปได้ว่าสภาวะที่เหมาะสมในการสังเคราะห์กลีเซอรอลคาร์บอเนต คือ การใช้อัตราส่วนเชิงโมลของกลีเซอรอล: ยูเรีย: ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ 1: 1.5: 0.06 ซึ่งจะให้ค่าร้อยละผลผลิตของกลีเซอรอลคาร์บอเนตสูงสุดเท่ากับ 76.97 และค่าร้อยละคอนเวอร์ชั่นของกลีเซอรอลเท่ากับ 76.65

ผลของการสังเคราะห์กลีเซอรอลคาร์บอเนตจากตัวอย่างกลีเซอรอลจากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลของน้ำมันปาล์มที่สภาวะที่เหมาะสม

การสังเคราะห์กลีเซอรอลคาร์บอเนตจากตัวอย่างกลีเซอรอลที่ได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลของน้ำมันปาล์ม (ความบริสุทธิ์ 92.43%) โดยดำเนินการสังเคราะห์ที่สภาวะที่เหมาะสมที่ได้จากการศึกษา คือ การใช้อัตราส่วนเชิงโมลของตัวอย่างกลีเซอรอล: ยูเรีย: ตัวเร่งปฏิกิริยา ($ZnCl_2$) ที่ 1: 1.5: 0.06 โดยใช้ระยะเวลาการทำปฏิกิริยาที่ 6 ชั่วโมง พบว่าได้ค่าร้อยละผลผลิตของกลีเซอรอลคาร์บอเนตสูงสุดเท่ากับ 75.50 และค่าร้อยละคอนเวอร์ชั่นของกลีเซอรอลเท่ากับ 76.05

ผลการตรวจวิเคราะห์เชิงคุณภาพกลีเซอรอลคาร์บอเนตที่สังเคราะห์ได้

ผลการตรวจวิเคราะห์เชิงคุณภาพของกลีเซอรอลคาร์บอเนตที่สังเคราะห์ได้ด้วยเทคนิค NMR spectroscopy เปรียบเทียบกับสารมาตรฐานกลีเซอรอลคาร์บอเนต ดังแสดงผลการวิเคราะห์ ^{1}H-NMR ในภาพที่ 2 ซึ่งจากผลการวิเคราะห์พบว่าตัวอย่างที่ทำการสังเคราะห์ได้นี้เป็นโครงสร้างโมเลกุลของกลีเซอรอลคาร์บอเนต แต่ค่อนข้างมีความไม่บริสุทธิ์สูง ดังนั้นการศึกษากระบวนการแยกกลีเซอรอลคาร์บอเนตที่ได้ให้บริสุทธิ์จึงมีความจำเป็น

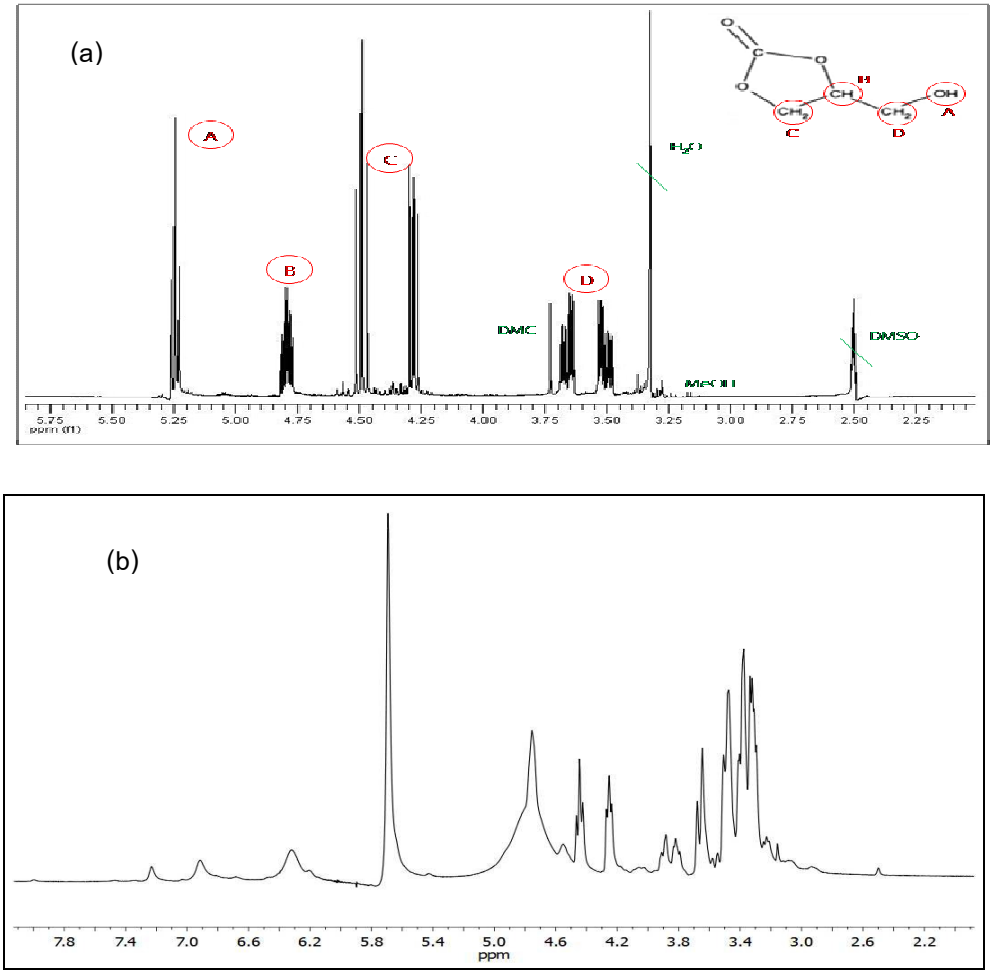

Figure 2 ^{1}H-NMR (400 MHz, DMSO-d_6) spectra of (a) standard glycerol carbonate (91.8%, Aldrich) and (b) glycerol carbonate from the reaction of glycerol sample with urea

สรุป

ตัวอย่างกลีเซอรอลที่ได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลของน้ำมันปาล์มที่ผลิตจากเครื่องต้นแบบ KuB-200 นั้นมีความบริสุทธิ์ค่อนข้างต่ำ (ปริมาณกลีเซอรอล 36.65%) และเมื่อทำการเพิ่มความบริสุทธิ์ให้กับตัวอย่างกลีเซอรอลโดยการไฮโดรไลซ์ด้วยกรดซัลฟูริกที่ความเข้มข้นต่างๆ พบว่าการใช้ปริมาณกรดซัลฟูริกต่อกลีเซอรอลดิบในปริมาณร้อยละ 4 (โดยน้ำหนัก) สามารถเพิ่มความบริสุทธิ์ของกลีเซอรอลได้มากที่สุดเท่ากับ 92.43% และให้ร้อยละผลได้เท่ากับ 18.71 และเมื่อนำตัวอย่างกลีเซอรอลที่ผ่านการเพิ่มความบริสุทธิ์นี้มาทำการสังเคราะห์เป็นสารกลีเซอรอลคาร์บอเนต โดยดำเนินการสังเคราะห์ที่สภาวะที่เหมาะสม คือ การใช้อัตราส่วนเชิงโมลของตัวอย่างกลีเซอรอล: ยูเรีย: ตัวเร่งปฏิกิริยา ($ZnCl_2$) ที่ 1: 1.5: 0.06 โดยใช้ระยะเวลาการทำปฏิกิริยาที่ 6 ชั่วโมง พบว่าได้ค่าร้อยละผลผลิตของกลีเซอรอลคาร์บอเนตสูงสุดเท่ากับ 75.50 และค่าร้อยละคอนเวอร์ชั่นของกลีเซอรอลเท่ากับ 76.05 เมื่อตรวจสอบโครงสร้างของกลีเซอรอลคาร์บอเนตที่สังเคราะห์ได้นี้พบว่าเป็นโครงสร้าง

เช่นเดียวกับสารมาตรฐานกลีเซอรอลคาร์บอเนต แต่ค่อนข้างมีความไม่บริสุทธิ์สูง จึงมีความจำเป็นในการศึกษากระบวนการแยกกลีเซอรอลคาร์บอเนตนี้ให้บริสุทธิ์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนทุนในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Hazimah, A.H., T.L. Ooi and A. Salmiah. 2003. Recovery of glycerol and diglyceral from glycerin pitch. **Journal of Oil Palm Research** 15(1): 1-5.

Johnson, D.T. and K. A. Taconi. 2007. The glycerin glut: options for the value-added conversion of crude glycerol resulting from biodiesel production. **Environmental Progress** 26(4): 338-348.

Kim, S.C., Y.H. Kim, H. Lee, D.Y. Yoon and B.K. Song. 2007. Lipase-catalyzed synthesis of glycerol carbonate from renewable glycerol and dimethyl carbonate through transesterification. **Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic** 49: 75–78.

Okutsu, M. and T. Kitsuki. 2002. Process for the preparation of glycerol carbonate. **US Patent** 6,495,703 B1.

Thompson, J.C. and B.B. He. 2006. Characterization of crude glycerol from biodeisel production from multiple feedstocks. **Applied Engineering in Agriculture** 22(2): 261-265.