

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

พอลิไวนิลคลอไรด์ (พีวีซี) เป็นวัตถุดิบที่นำมาใช้งานในการผลิตผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ในภาคอุตสาหกรรมในปริมาณมากเป็นอันดับต้นๆ เนื่องจากพีวีซีมีสมบัติที่นำไปใช้งานได้หลากหลาย และมีราคาถูก นอกจากนั้นพีวีซียังสามารถแบ่งประเภทตามลักษณะการนำไปใช้งานได้ 2 ประเภท คือ พีวีซีแข็ง (Rigid PVC) และ พีวีซีนิ่ม (Plasticized PVC) ซึ่งในกรณีหลังได้จากการเติมสารเสริมสภาพพลาสติก (plasticizer) เพื่อให้พลาสติกมีความอ่อนนุ่มและยืดตัวได้สูง

สารเสริมสภาพพลาสติกสำหรับพีวีซีส่วนใหญ่จะเป็นสารในกลุ่มพทาเลต (Phthalates) หรือออดีเพต (Adipates) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ได (2-เอทิลเฮกซิล) พทาเลต (di(2-ethylhexyl) phthalate, DOP) [1] แต่อย่างไรก็ตาม จากข้อมูลที่มีผู้ศึกษาไว้พบว่า DOP มีแนวโน้มจะก่อให้เกิดผลร้ายต่อเนื้อเยื่อของสัตว์และมนุษย์ เช่น ต่อมใต้สมอง ตับ และอวัยวะสืบพันธุ์ของเพศชาย นอกจากนี้ผลผลิตที่ได้จากการสลาย DOP ยังถูกจัดเป็นสารก่อมะเร็ง [2]

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จึงทำให้มีการค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับแนวทางการป้องกันอันตรายจากสารเสริมสภาพพลาสติกดังกล่าว ยกตัวอย่างเช่น การลดการย้ายที่ (Migrate) ของพทาเลตที่มาอยู่บริเวณผิวชิ้นงานให้น้อยลง โดยการดัดแปลงให้สารเสริมสภาพพลาสติกเข้าทำปฏิกิริยากับสายโซ่โมเลกุลของพีวีซีด้วยพันธะโควาเลนต์ [3] อย่างไรก็ตาม แนวทางดังกล่าวยังไม่ใช่วิธีการแก้ปัญหอย่างถาวร เนื่องจาก ผู้ใช้ยังมีโอกาสที่จะสัมผัสกับพทาเลตได้อยู่และเมื่อนำสารดังกล่าวไปผสมกับพีวีซีแล้ว ยังให้ประสิทธิภาพที่ไม่ดี นอกจากนั้นยังมีอีกหลายงานวิจัย [4-6] ได้พัฒนาน้ำมันพืชจากธรรมชาติ เช่น น้ำมันดอกทานตะวัน น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันปาล์ม มาดัดแปลงใช้แทนสารเสริมสภาพพลาสติกในกลุ่มพทาเลต ซึ่งก่อนที่จะนำน้ำมันพืชดังกล่าวมาใช้เป็นสารเสริมสภาพพลาสติกได้นั้น จะต้องทำการดัดแปลงโครงสร้างทางเคมีของน้ำมันก่อน เพื่อเพิ่มสภาพขั้วให้ใกล้เคียงกับพีวีซีและสามารถเข้ากันได้ดีกับพีวีซี ซึ่งแนวทางต่างๆที่ใช้ในการดัดแปลงโครงสร้างของน้ำมันพืชเพื่อใช้เป็นสารเสริมสภาพพลาสติกที่ใช้ทั่วไป สรุปดังนี้

1. การทำน้ำมันพืชอีพอกไซด์ (Epoxidized Vegetable oil)

โดยการนำน้ำมันพืชไปทำปฏิกิริยากับกรดอะซิติกและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เพื่อเปลี่ยนโครงสร้างจากพันธะคู่ไปเป็นหมู่อีพอกไซด์ [5, 7] อย่างไรก็ตาม จากการทดลองประยุกต์ใช้งาน พบว่า สารเสริมสภาพพลาสติกที่ได้จากวิธีนี้ยังไม่สามารถเข้ากับพีวีซีได้ เนื่องจากมีข้อจำกัดอยู่ที่น้ำหนักโมเลกุลที่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับพลาสต์ และกรดไขมันส่วนใหญ่มีปริมาณพันธะไม่อิ่มตัวต่ำ [8] ทำให้การเข้ากันได้กับพีวีซีมีจำกัด

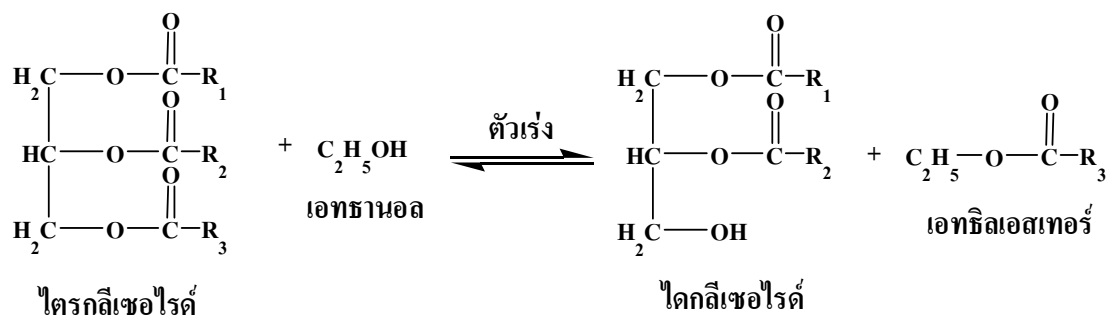
2. การทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน (Transesterification) และปฏิกิริยาอีพอกซิเดชัน (Epoxidation) [6]

สารเสริมสภาพพลาสติกที่ได้จากวิธีนี้จะมีน้ำหนักโมเลกุลที่ต่ำกว่า วิธีที่ 1 เนื่องจากสารดังกล่าวมีโครงสร้างเคมีเป็นแบบเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน ดังนั้น สารเสริมสภาพพลาสติกที่ได้จากวิธีนี้จะเกิดการเคลื่อนย้ายมาอยู่ที่ผิวของผลิตภัณฑ์ได้ง่าย นอกจากนั้นยังพบว่า สภาพขั้วยังขึ้นอยู่กับชนิดของแอลกอฮอล์ที่ใช้ [9] กล่าวคือ ถ้าแอลกอฮอล์มีจำนวนคาร์บอนมาก สภาพขั้วก็จะต่ำลง ในขณะที่แอลกอฮอล์ที่มีจำนวนคาร์บอนต่ำ เช่น เมทานอล เอทานอล จะเข้ากับพีวีซีได้ดีขึ้น แต่ก็เกิดการเคลื่อนย้ายของสารดังกล่าวออกมาที่ผิวชิ้นงานได้ง่ายเช่นกัน

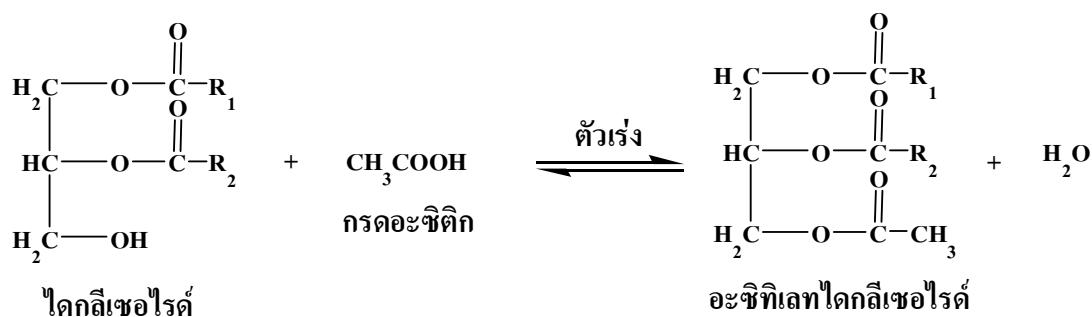
3. การดัดแปลงโครงสร้างเคมีของน้ำมันพืชให้เป็นโมโนกลีเซอไรด์หรือไดกลีเซอไรด์ [4, 10]

สารเสริมสภาพพลาสติกที่ได้จากวิธีนี้ ซึ่งได้จากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันบางส่วน (Partial Transesterification) ระหว่างไตรกลีเซอไรด์ (จากน้ำมันพืช) กับแอลกอฮอล์ แล้วทำปฏิกิริยาเอซิลเลชันและอีพอกซิเดชันต่อ (ดังรูปที่ 1.1) จะมีน้ำหนักโมเลกุลที่ต่ำ และมีสภาพขั้วที่สูงเมื่อเทียบกับโครงสร้างน้ำมันดัดแปลงที่ได้จากวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 จึงคาดว่าน้ำมันที่ได้จากการดัดแปลงด้วยวิธีนี้จะเข้ากันได้กับพีวีซี มากกว่าทั้งสองวิธีดังกล่าวข้างต้น อย่างไรก็ตาม น้ำมันดัดแปลงที่ได้จากวิธีนี้ จะให้โครงสร้างเคมีของโมโนกลีเซอไรด์หรือไดกลีเซอไรด์ที่หลากหลาย เนื่องจากหมู่อัลคิล (-R) ที่เกาะอยู่ที่แขนของโมโนกลีเซอไรด์และ/หรือไดกลีเซอไรด์นั้น มาจากกรดไขมันที่อยู่ในน้ำมันพืช ซึ่งประกอบไปด้วยกรดไขมันต่างๆ หลายชนิด (ดังแสดงในตารางที่ 1) ดังนั้นถ้ากรดไขมันที่มาเกาะที่แขนของโมโนกลีเซอไรด์หรือไดกลีเซอไรด์เป็นกรดไขมันที่อิ่มตัวสูง ก็จะทำให้ปฏิกิริยาอีพอกซิเดชันเกิดขึ้นได้จำกัด

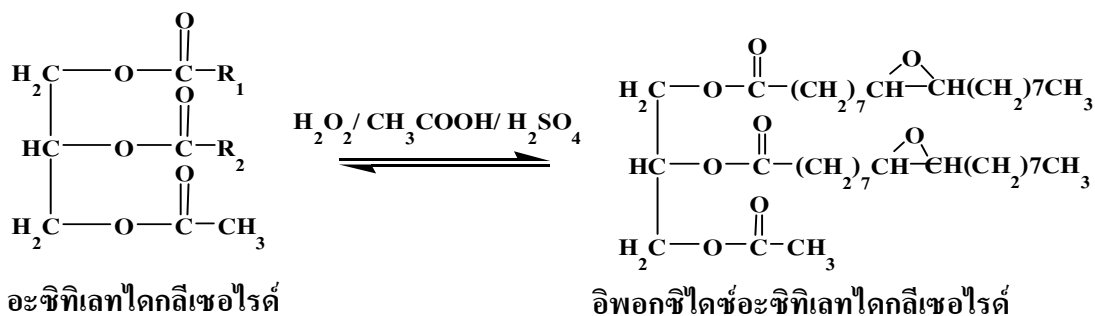
ก)



ข)



ค)



* R = $-(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{CH}_3$

รูปที่ 1.1 โครงสร้างเคมีของสารไดกลีเซอไรด์อีพอกไซด์ที่ได้หลังจากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน (ก) ปฏิกิริยาเอซิลเลชัน (ข) และปฏิกิริยาอีพอกซิเดชัน (ค)

ตารางที่ 1.1 องค์ประกอบของกรดไขมันที่อยู่ในน้ำมันเมล็ดยางพาราและน้ำมันถั่วเหลือง [11]

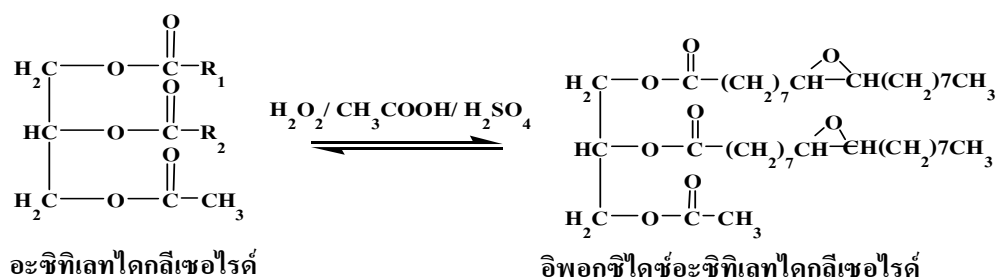
องค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมัน	น้ำมันเมล็ดยางพารา (ร้อยละ)	น้ำมันถั่วเหลือง (ร้อยละ)
Myristic C _{14:0}	2.2	0.1
Palmitic C _{16:0}	7.6	12.0
Stearic C _{18:1}	10.7	4.0
Oleic C _{18:1}	20.0	24.0
Linoleic C _{18:2}	36.0	52.0
Linolenic C _{18:3}	23.5	8.0

เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยฯ จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาน้ำมันดัดแปลงที่มีโครงสร้างเคมีดังรูปที่ 1.1 (ค) โดยการทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันระหว่างกลีเซอรอลกับกรดไขมันและกรดอะซิติก ได้เป็น อะซิติกเลทโมโน-และ/หรืออะซิติกเลทไดกลีเซอไรด์ จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ดังกล่าวไปทำปฏิกิริยาอีพอกซิเดชัน (ดังรูปที่ 1.2) ซึ่งข้อดีของวิธีนี้ คือ สามารถกำหนดชนิดของกรดไขมันสำหรับใช้ในการทำปฏิกิริยาได้ ทำให้มีความแม่นยำของโครงสร้างที่เกิดขึ้นและสมบัติที่ได้จะคงที่กว่า นอกจากนั้นยังมีข้อสังเกตว่า การใช้กรดอะซิติกมาเข้าทำปฏิกิริยาร่วมด้วยนั้น จะส่งผลให้โมเลกุลของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีส่วนของหมู่เอสเทอร์ต่อไฮโดรคาร์บอนสูงขึ้น จึงคาดว่าน่าจะช่วยให้สารดังกล่าวมีสภาพขั้วที่สูงขึ้น

ก)



ข)

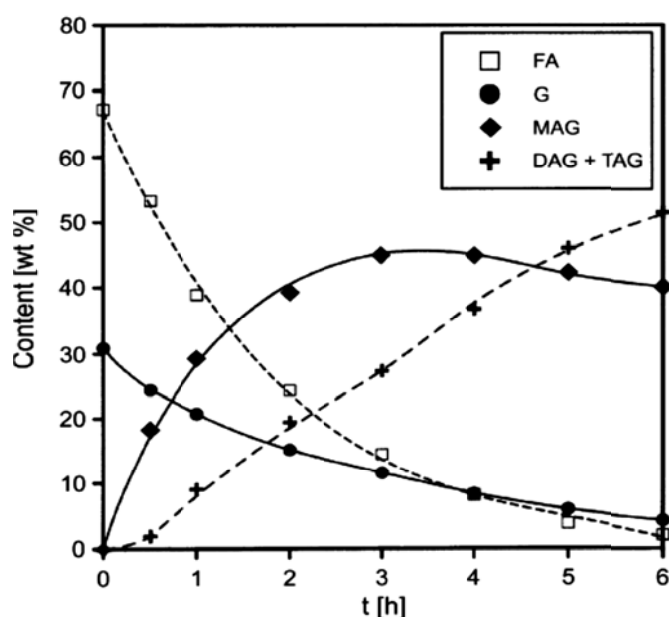


* R = $-(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{CH}_3$

รูปที่ 1.2 โครงสร้างเคมีของสารไดกลีเซอไรด์อีพอกไซด์ที่ได้หลังจากปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน (ก) และปฏิกิริยาอีพอกซิเดชัน (ข)

1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

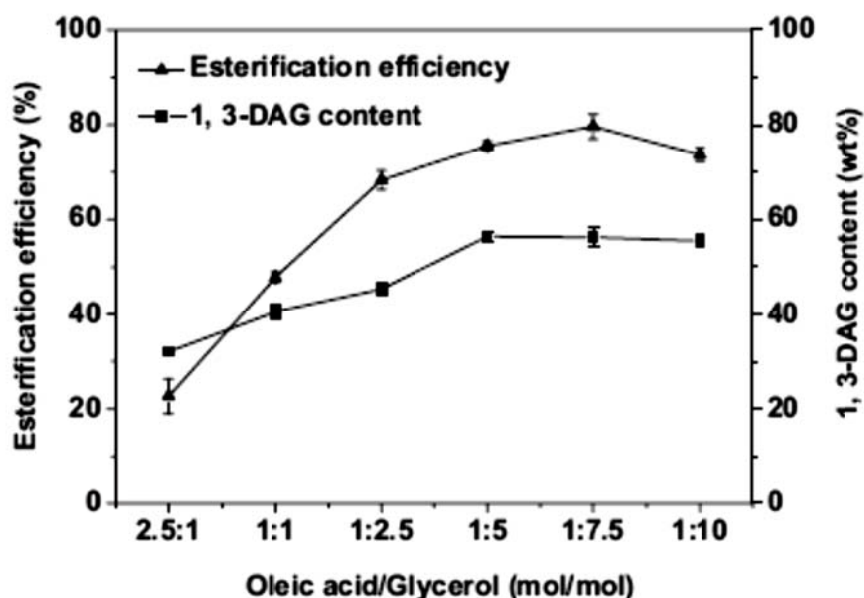
Macierzanka และคณะ [12] ศึกษาการสังเคราะห์อัลคิลกลีเซอรอลด้วยปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชันระหว่างกลีเซอรอลกับกรดไขมัน 4 ชนิด ได้แก่ กรดลอริก กรดไมริสติก กรดปาล์มมิก และกรดสเตียริก พบว่า เมื่อเวลาในการสังเคราะห์เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณโมโนอัลคิลกลีเซอรอลมีแนวโน้มลดลง (รูปที่ 1.3) เนื่องจากผลิตภัณฑ์ดังกล่าว สามารถเกิดปฏิกิริยาต่อไปเป็นไดอัลคิลกลีเซอรอลและไตรอัลคิลกลีเซอรอล



รูปที่ 1.3 ผลของเวลาในการสังเคราะห์ที่มีต่อปริมาณของกรดไขมัน กลีเซอรอล โมโนอัลคิลกลีเซอรอล และสารผสมระหว่างไดอัลคิลกลีเซอรอลกับไตรอัลคิลกลีเซอรอล [12]

ในขณะที่ Hee-Guk และคณะ [13] ศึกษาผลของสภาวะในการทำปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชันระหว่างกลีเซอรอลกับกรดไขมันที่ได้จากน้ำมันปลาแซลมอนโดยใช้เอนไซม์เป็นตัวเร่ง พบว่าอัตราส่วนโดยโมลระหว่างกลีเซอรอลและกรดไขมัน และปริมาณของตัวเร่ง มีผลต่อปริมาณโมโนอัลคิลกลีเซอรอลที่ได้ กล่าวคือถ้าอัตราส่วนโดยโมลมากเกินไป จะทำให้ปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชันเกิดได้เร็ว จึงทำให้ได้ไตรอะซิลกลีเซอรอลมากและมีปริมาณโมโนอะซิลกลีเซอรอลน้อย

Liu และคณะ [14] ศึกษาผลของการใช้เอนไซม์ในการเร่งปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันระหว่างกลีเซอรอลกับกรดโอเลอิกเพื่อสังเคราะห์ 1, 3 ไดอัลคิลกลีเซอรอล พบว่า ประสิทธิภาพของกรดโอเลอิกในการเข้าทำปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นเมื่อสัดส่วนโดยโมลของกลีเซอรอลเพิ่มขึ้น (รูปที่ 1.4) ทั้งนี้เนื่องจากกลีเซอรอลที่มากเกินไปจะไปดูดซับน้ำที่เป็นผลพลอยได้จากปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันไว้ ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นส่งผลให้ปฏิกิริยาดำเนินไปข้างหน้ามากกว่าปฏิกิริยาย้อนกลับ ซึ่งจากการศึกษาในงานวิจัยดังกล่าวสรุปได้ว่า สภาวะที่ให้ปริมาณ 1, 3 ไดอัลคิลกลีเซอรอลมากที่สุด คือ สัดส่วนโดยโมลระหว่างกรดโอเลอิกต่อกลีเซอรอลเท่ากับ 1:5 อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ปริมาณเอนไซม์เท่ากับร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนัก และเวลาในการทำปฏิกิริยาเท่ากับ 1.5 ชั่วโมง

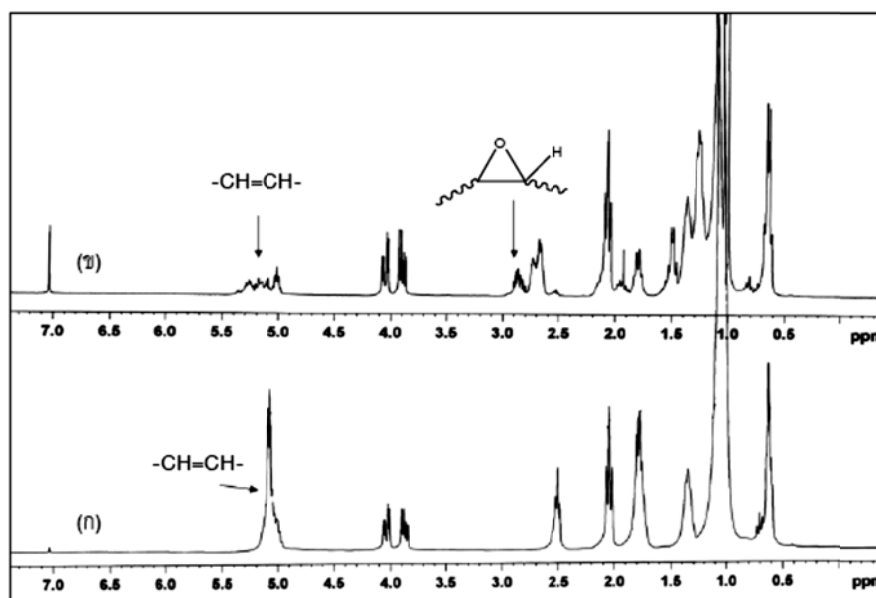


รูปที่ 1.4 ผลของสัดส่วนโดยโมลระหว่างกรดโอเลอิกต่อกลีเซอรอลที่มีต่อไดอัลคิลกลีเซอรอล [14]

Tripathi และคณะ [15] สังเคราะห์ ไดอัลคิลกลีเซอรอล (DAG) และ โมโนเอคิลกลีเซอรอล (MAG) ผ่านปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันระหว่างกลีเซอรอลกับกรดโอเลอิกโดยใช้เอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา พบว่าได้ปริมาณไดอัลคิลกลีเซอรอล (DAG) และ โมโนเอคิลกลีเซอรอล (MAG) ถึงร้อยละ 54.17 และร้อยละ 33.06 ตามลำดับ

Basher และคณะ [16] ศึกษาปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมันพืชและกรดไขมัน พบว่า การใช้กรดซัลฟิวริกเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาจะให้ประสิทธิภาพดีกว่าเมื่อเทียบกับการใช้กรดฟอสฟอริกและกรดไนตริก นอกจากนี้ยังพบว่า ในกรณีที่ทำปฏิกิริยาโดยใช้อุณหภูมิและความเข้มข้นของกรดสูง จะช่วยให้ใช้เวลาในการสังเคราะห์น้อยลง นอกจากนี้ยังพบว่า การใช้ตัวเร่งร่วมกันระหว่างเมทอลลิคไฮดรอกไซด์ (Metallic hydroxide) กับไทเทเนียม (Titanium) จะให้ปริมาณไดเอสเทอร์สูงถึงร้อยละ 80 ซึ่งสูงกว่าเมื่อเทียบกับการใช้เมทอลลิคไฮดรอกไซด์ และไทเทเนียม อย่างเดียว โดยกรณีหลังจะให้ไดเอสเทอร์ร้อยละ 42 และ 4 ตามลำดับ

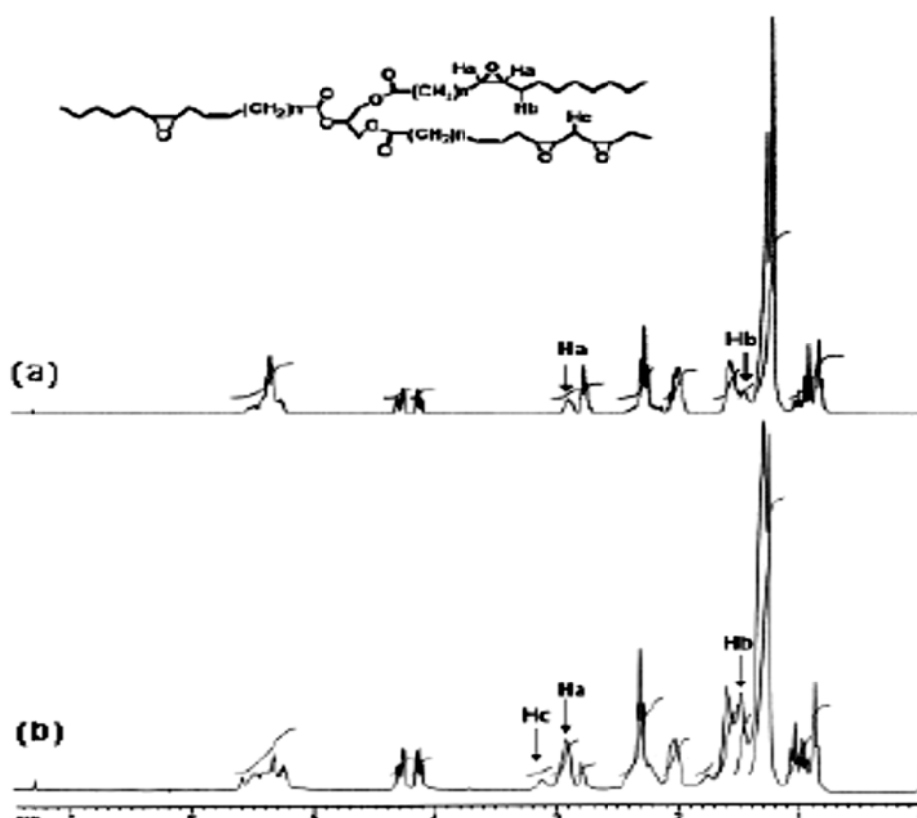
พิมพ์ชนก และคณะ [17] ศึกษาการสังเคราะห์น้ำมันถั่วเหลืองอีพอกไซด์ด้วยปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยปรับเปลี่ยนตัวแปรในการทำปฏิกิริยาซึ่งได้แก่ ปริมาณกรดอะซิติก ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา อุณหภูมิ และเวลาในการทำปฏิกิริยา จากการวิเคราะห์ปริมาณอีพอกไซด์ด้วยเทคนิคโปรตอนนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโตรสโคปี ($^1\text{H-NMR}$) พบพิกที่สำคัยเกิดขึ้นใหม่ที่ตำแหน่ง chemical shift เท่ากับ 3.0-3.15 ppm ซึ่งเป็นตำแหน่งของโปรตอนที่ติดกับหมู่อีพอกไซด์ (รูปที่ 1.5) ในขณะที่ตำแหน่ง Chemical shift เท่ากับ 5.3-5.6 ppm ซึ่งบ่งบอกถึงพันธะคู่ ($\text{C}=\text{C}$) จะมีความเข้มของสัญญาณลดลง



รูปที่ 1.5 สเปกตรัม $^1\text{H-NMR}$ ของ ก) น้ำมันถั่วเหลือง ข) น้ำมันถั่วเหลืองอีพอกไซด์ [17]

Meyer และคณะ [18] ศึกษาปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันสบู่ดำ โดยใช้กรดฟอร์มิกและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นสารเคมีตั้งต้น พบว่า น้ำมันสบู่ดำออกซิไดซ์ที่ได้จะมีปริมาณออกไซด์ค่าน้ำมันถั่วเหลืองออกซิไดซ์ ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันสบู่ดำมีปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวต่ำกว่า

ในขณะที่ Téllez และคณะ [7] วิเคราะห์โครงสร้างของน้ำมันลินสีดออกซิไดซ์ด้วยเทคนิคโปรตอนนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโตรสโคปี ($^1\text{H-NMR}$) พบพีคที่ตำแหน่ง 2.9 ppm และ 3.1 ppm (รูปที่ 1.6) ที่แสดงถึงโปรตอนของเมทิลีนที่อยู่ระหว่างหมู่ฟอสเฟต 2 หมู่ และพบพีคที่ตำแหน่ง 5.4 ppm ที่แสดงถึงพันธะคู่ ($\text{C}=\text{C}$) ซึ่งมีแนวโน้มพื้นที่ใต้พีคลดลงตามปริมาณออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น



รูปที่ 1.6 สเปกตรัม $^1\text{H-NMR}$ ของ a) น้ำมันลินสีดออกซิไดซ์ร้อยละ 20
b) น้ำมันลินสีดออกซิไดซ์ร้อยละ 54 [7]

กล่าวโดยสรุป จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ผ่านมา พบว่า อุณหภูมิที่สามารถใช้ในการทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันระหว่างกลีเซอรอลกับกรดไขมันอยู่ในช่วง 130-250 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลา 6 ชั่วโมง [12] และปริมาณตัวเร่ง (เอนไซม์) ที่ใช้อยู่ในช่วงร้อยละ 1.0-5.0 โดยน้ำหนัก [14, 15] .และพบว่าเวลา

อุณหภูมิ ปริมาณตัวเร่ง และสัดส่วนโดยโมลเป็นปัจจัยที่สำคัญ ที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยา เอสเทอร์ฟิเคชันระหว่างกลีเซอรอลกับกรดไขมัน อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันระหว่างกลีเซอรอลกับกรดไขมันระหว่างกรดไขมันกับกรดอะซิติกยังมีอยู่น้อยมาก ในขณะที่ผลของปัจจัยหรือตัวแปรในการทำปฏิกิริยาดังกล่าวต่อโครงสร้างของไดกลีเซอไรด์ และ/หรือโมโนกลีเซอไรด์ เป็นสิ่งสำคัญและยังไม่พบว่ามีผู้รายงาน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะศึกษาผลของสภาวะในการทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันระหว่างกลีเซอรอลกับกรดไขมัน (กรดโอเลอิกและกรดอะซิติก) ที่ส่งผลต่อโครงสร้างของอะซิทธิเลทไดโอเลอเททและ/หรืออะซิทธิเลทโมโนโอเลอเทท นอกจากนั้นงานวิจัยนี้ยังสนใจที่จะศึกษาผลของการใช้กรดไขมันอีพอกซิไดซ์แทนการใช้กรดไขมันแบบปกติในการทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน โดยคาดหวังว่า วิธีการดังกล่าวจะให้ปริมาณของ อะซิทธิเลทไดโอเลอเททและ/หรืออะซิทธิเลทโมโนโอเลอเททที่สูงกว่า

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1.3.1 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะในการทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันระหว่าง กลีเซอรอลกับกรดไขมันและกรดอะซิติกที่ส่งผลต่อโครงสร้างของอะซิทธิเลทโมโนโอเลอเทท และ/หรืออะซิทธิเลทไดโอเลอเททที่ได้
- 1.3.2 เพื่อศึกษาผลของการใช้กรดไขมันอีพอกซิไดซ์ แทนการใช้กรดไขมันแบบปกติในการทำ ปฏิกิริยา ตามข้อที่ 1

1.4 ขอบเขตของการดำเนินงานวิจัย

- 1.4.1 ศึกษาสภาวะในการทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันของกรดไขมัน (กรดโอเลอิกกับกรดอะซิติก) โดย ปรับเปลี่ยนสัดส่วนโดยโมลระหว่างกรดอะซิติกกับกรดโอเลอิกเป็น 3:1 5:1 และ 7:1 และ ปรับเปลี่ยนเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาหลังเติมกรดอะซิติกเป็น 60 90 และ 120 นาที ตามลำดับ
- 1.4.2 ศึกษาผลของการใช้กรดโอเลอิกอีพอกซิไดซ์ แทนการใช้กรดไขมันแบบปกติในการทำ ปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน ที่มีต่อโครงสร้างของอีพอกซิไดซ์อะซิทธิเลทไดโอเลอเทท (อะซิทธิเลท-อีพอกซิไดซ์ไดโอเลอเทท)
- 1.4.3 ปัจจัยทางโครงสร้างของกลีเซอไรด์อีพอกซิไดซ์ที่ทำการศึกษาในที่นี้คือ จำนวนหมู่แทนที่ และตำแหน่งในการแทนที่ในกลีเซอไรด์
- 1.4.4 ศึกษาความเป็นไปได้ในการผสมขึ้นรูปและทดสอบสมบัติเชิงกลของพีวีซีคอมปาวด์ โดยใช้ สารตั้งเคราะห์ที่เตรียมได้จากข้อ 1.3.1 และ 1.3.2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 สามารถนำความรู้ที่ได้รับมาใช้เป็นแนวทางในการเตรียมและควบคุมโครงสร้างของกิลีเซอไรด์ได้
- 1.5.2 เป็นแนวทางในการพัฒนาเป็นสารเสริมสภาพพลาสติกสำหรับพีวีซีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับกรดไขมัน