บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการสังเคราะห์กลีเซอรอลโมโนลอเรทจากกลีเซอรอลดิบที่ได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลโดยใช้เอนไซม์ไลเปสจากยางมะละกอ ผู้วิจัยได้นำเสนอรายงานผลการวิจัยออกเป็นส่วนที่สำคัญ 5 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 คุณสมบัติของเอนไซม์ไลเปสจากยางมะละกอ

ตอนที่ 2 คุณสมบัติของน้ำมันมะพร้าว

ตอนที่ 3 คุณสมบัติของกลีเซอรอลดิบก่อน- และ หลังการทำให้บริสุทธิ์

ส่วนที่ 4 ผลของปัจจัยต่างๆที่มีต่อการสังเคราะห์กลีเซอรอล โมโนลอเรท

ส่วนที่ 5 ร้อยละผลผลิตของกลีเซอรอล โมโนลอเรทที่สังเคราะห์ได้จากกลีเซอโรไลซีสของน้ำมันมะพร้าวกับกลีเซอรอลดิบ และ ที่ได้จากกลีเซอโรไลซีสของน้ำมันมะพร้าวกับกลีเซอรอลบริสุทธิ์

คุณสมบัติของเอนไซม์ไลเปสจากยางมะละกอ

ยางมะละกอสด 100 กรัม ได้จากการกรีดผลมะละกอดิบประมาณ 30 ผล เนื่องจากเอนไซม์ไลเปสอยู่ในส่วนที่ไม่ละลายของยางมะละกอ ดังนั้นจึงแยกเอนไซม์ไลเปสออกจากน้ำยางมะละกอโดยการหมุนเหวี่ยง จากการทดสอบกิจกรรมของเอนไซม์ไลเปสในการเร่งปฏิกิริยาการย่อยน้ำมันมะพร้าวด้วยน้ำ (Hydrolysis) ในส่วนของสารละลายใสกับส่วนของตะกอนในยางมะละกอ พบว่าเฉพาะส่วนของตะกอนเท่านั้นที่มีสามารถเร่งปฏิกิริยาการย่อยน้ำมันมะพร้าวด้วยน้ำ ผลการทดลองแสดงในตาราง 4.1 จะเห็นได้ว่าในยางมะละกอสด 100 กรัม มีเอนไซม์ไลเปสที่อยู่ในตะกอนแห้งเพียง 10 กรัม และมีกิจกรรมในการย่อยสลายน้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 925$\pm$23 ยูนิตต่อกรัมของตะกอนยางมะละกอแห้ง ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส จากนั้นทำการตรวจสอบคุณสมบัติบางประการของเอนไซม์ไลเปสที่เตรียมได้ เช่น ปริมาณความจุน้ำ (Water Content, C_w) ปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity, A_w) อุณหภูมิ และ ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในการเร่งปฏิกิริยาการย่อยสลายน้ำมันมะพร้าว ผลการทดลองแสดงไว้ในตาราง 4.2, ภาพที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับ

ตาราง 4.1 การย่อยสลายน้ำมันมะพร้าวของเอนไซม์ไลเปสซึ่งแยกได้จากยางมะละกอสด

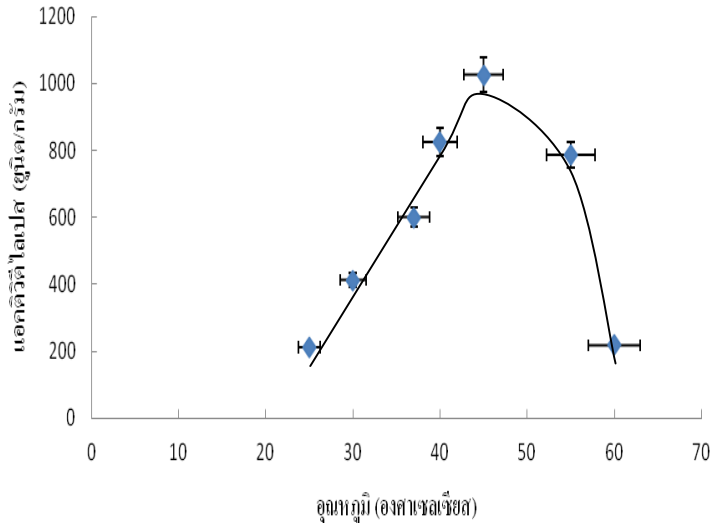
ขั้นตอน	น้ำหนัก (กรัม)	กิจกรรมในการย่อย (ยูนิตต่อกรัม)	ผลรวมของกิจกรรม (ยูนิต)
ยางมะละกอสด	100	80 ± 35	8,000
หลังจากหมุนเหวี่ยง:			
สารละลายใส	62.0	0	0
ตะกอนเปียก	38.0	200 ± 55	7600
ไลโอฟิไลเซชัน:			
ตะกอนแห้ง	10.0	925 ± 23	9,250

ตาราง 4.2 ปริมาณความจุน้ำ (C_w) และ ปริมาณน้ำอิสระ (A_w) ของไลเปสที่แยกได้จากยางมะละกอ

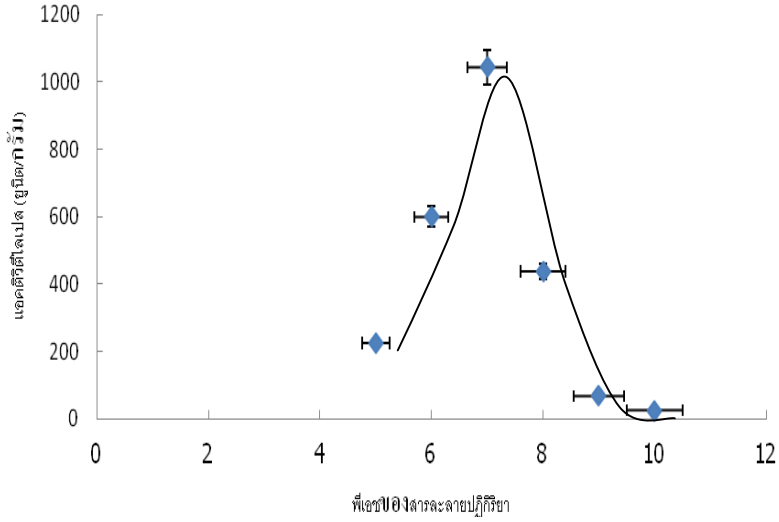
ตัวอย่างไลเปส	ปริมาณความจุน้ำในไลเปส			ปริมาณน้ำอิสระ	
	น้ำหนักไลเปส (กรัม)	น้ำหนักน้ำ ที่อ่านได้จากเครื่อง (ไมโครกรัม)	C_w (%)	ความชื้นสัมพัทธ์	A_w
1	0.20	7,500	3.75	41.2	0.412
2	0.21	7,980	3.80	41.5	0.415
3	0.21	7,266	3.46	39.0	0.390
4	0.20	7,920	3.96	38.1	0.381
5	0.20	7,180	3.59	42.0	0.420
6	0.20	7,000	3.50	41.1	0.411
7	0.20	7,500	3.75	38.5	0.385
8	0.21	7,140	3.40	36.9	0.369
9	0.20	7,140	3.57	40.0	0.400
10	0.21	7,245	3.45	37.0	0.370
		เฉลี่ย	3.62		0.395

ปริมาณน้ำในเอนไซม์เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเร่งปฏิกิริยาที่มีน้ำอยู่น้อยหรือในสภาวะปฏิกิริยาที่มีตัวทำละลายอินทรีย์ของเอนไซม์ ซึ่งโดยทั่วไปควรจะต้องมีปริมาณต่ำกว่าร้อยละ 10 โดยน้ำหนักของเอนไซม์ จากตาราง 4.2 จะเห็นได้ว่าไลเปสจากยางมะละกอที่เตรียมได้นี้มีปริมาณความจุ

น้ำโดยเฉลี่ยร้อยละ 3.62 ± 0.17 และ ปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.395 ± 0.02 ซึ่งสามารถนำไปใช้เร่งปฏิกิริยากลีเซอโรไลซีสของน้ำมันมะพร้าวได้



ภาพที่ 4.1 อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเร่งปฏิกิริยาการย่อยสลายน้ำมันมะพร้าวของไลเปสจากยางมะละกอ



ภาพที่ 4.2 ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในการเร่งปฏิกิริยาการย่อยสลายน้ำมันมะพร้าวของไลเปสจากยางมะละกอ

จากภาพที่ 4.1 และ 4.2 จะเห็นได้ว่าไลเปสจากยางมะละกอมีอุณหภูมิและค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในการเร่งปฏิกิริยาย่อยสลายน้ำมันมะพร้าวที่ 45±2.2 °ซ และ พีเอช 7±0.35 ตามลำดับ

สำหรับการหาปริมาณโปรตีนในเอนไซม์ไลเปสจากยางมะละกอ 3 ครั้ง พบว่าปริมาณโปรตีนโดยเฉลี่ยของเอนไซม์ที่เตรียมได้เท่ากับ 9.85±0.15 เปอร์เซ็นต์ เมื่อคำนวณค่ากิจกรรมจำเพาะ (Specific Activity) ของเอนไซม์พบว่ามีค่าเท่ากับ 812.18±3.5 ยูนิตต่อมิลลิกรัมโปรตีน

คุณสมบัติของน้ำมันมะพร้าว

จากการใช้มะพร้าวขูดที่หาซื้อได้จากตลาดในชุมชนปริมาณ 1 กิโลกรัม มาสกัดแบบเย็นทำให้ได้น้ำมันมะพร้าวปริมาตร 700 มิลลิลิตร คิดเป็น 70 เปอร์เซนต์ของเนื้อมะพร้าว จากการศึกษาปริมาณของกรดไขมันแต่ละชนิด และรูปแบบของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในไตรกลีเซอไรด์ของน้ำมันมะพร้าวโดย GC-MS ผลการศึกษาแสดงไว้ในตาราง 4.3 จะเห็นได้ว่าน้ำมันมะพร้าวประกอบด้วยกรดลอริก (C12:0) ในปริมาณสูงที่สุด รองลงมาคือกรดไมริสติก (C14:0) สำหรับรูปแบบของไตรกลีเซอไรด์หลักที่พบในน้ำมันมะพร้าวได้แก่ LaLaLa, LaLaM, CLaLa, LaMM และ CCLa เมื่อ La คือ กรดลอริก, M คือ กรดไมริสติก และ C คือ กรดคาร์ปริก

น้ำมันมะพร้าวที่สกัดได้มีค่าสปอนิฟิเคชันและค่าไอโอดีนเท่ากับ 256±12 mg KOH/g oil และ 8.4±0.42 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3 ชนิดและปริมาณของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในน้ำมันมะพร้าว

องค์ประกอบของน้ำมันมะพร้าว	ปริมาณ (%)
กรดคาร์โปรอิก (C6:0)	0.5
กรดคาร์พรีลิก (C8:0)	7.3
กรดคาร์ปริก (C10:0)	6.5
กรดลอริก (C12:0)	49.2
กรดไมริสติก (C14:0)	17.4
กรดปาล์มมิติก (C16:0)	7.8
กรดสเตียริก (C18:0)	3.0
กรดโอเลอิก (C18:1)	6.5
กรดไลโนเลอิก (C18:2)	1.8

คุณสมบัติของกลีเซอรอลดิบก่อน- และ หลังการทำให้บริสุทธิ์

กลีเซอรอลดิบที่ได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลโดยวิธีทรานส์เอสเทอริฟิเคชันของน้ำมันที่เหลือจากการทอดอาหารซึ่งเร่งด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งรวบรวมได้จากหลักสูตรเคมีประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ เมื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบพบว่า กลีเซอรอลดีบมีสีดำ มีค่าพีเอชเท่ากับ 11.85±0.59 ปริมาณกลีเซอรอลร้อยละ 38.00±1.90 ปริมาณเถ้าร้อยละ 3.20±0.16 ปริมาณน้ำร้อยละ 6.30±0.31 ความหนาแน่น 1.105±0.05 g/cm^3 และความหนืดเท่ากับ 49.50±2.47 cSt ดังแสดงในตาราง 4.4 หลังจากนำกลีเซอรอลดิบไปทำให้บริสุทธิ์โดยแยกสารเจือปนและสกัดด้วยเอทานอล แล้วนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบของกลีเซอรอลดิบที่ผ่านการทำให้บริสุทธิ์ในเบื้องต้นพบว่า มีสีน้ำตาลอ่อน มีค่าพีเอช 7.11±0.35 มีปริมาณกลีเซอรอลร้อยละ 80.04±4.00 ปริมาณเถ้าร้อยละ 1.90±0.09 ปริมาณน้ำร้อยละ 2.80±0.14 ความหนาแน่น 1.205±0.06 g/cm^3 และ ความหนืด 108.40±5.42 cSt (ตาราง 4.4) ดังนั้นในการศึกษาขั้นต่อไปจะใช้กลีเซอรอลดิบหลังทำให้บริสุทธิ์

ตาราง 4.4 องค์ประกอบของกลีเซอรอลดิบก่อน- และหลังการทำให้บริสุทธิ์

องค์ประกอบ	ผลจากการวิเคราะห์	
	กลีเซอรอลดิบก่อนทำให้บริสุทธิ์	กลีเซอรอลดิบหลังการทำให้บริสุทธิ์
พีเอช	11.85±0.59	7.11±0.35
ปริมาณกลีเซอรอล (%)	38.00±1.90	80.04±4.00
เถ้า (%)	3.20±0.16	1.90±0.09
ปริมาณน้ำ (%)	6.30±0.31	2.80±0.14
ความหนาแน่น ที่ 20 °ซ (g/cm^3)	1.105±0.05	1.205±0.06
ความหนืด ที่ 40 °ซ (cSt)	49.50±2.47	108.40±5.42
สี	ดำ	น้ำตาลอ่อน

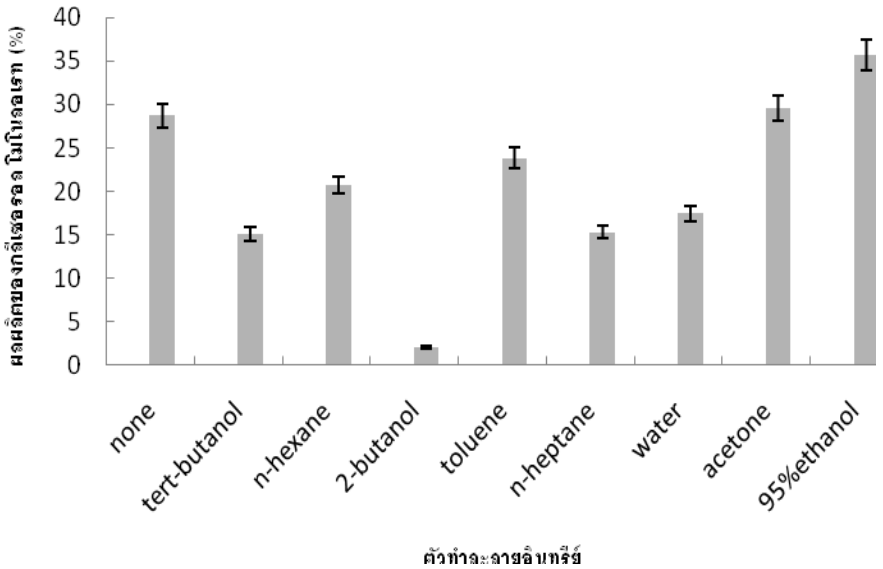
ผลของปัจจัยต่างๆที่มีต่อการสังเคราะห์กลีเซอรอล โมโนลอเรท

การสังเคราะห์กลีเซอรอลโมโนลอเรทจากปฏิกิริยากลีเซอโรไลซีสของน้ำมันมะพร้าวกับกลีเซอรอลดิบหลังทำให้บริสุทธิ์โดยใช้ไลเปสจากยางมะละกอเป็นตัวเร่งปฏิกิริยานั้น พบว่าการใช้

กลีเซอรอลดิบและน้ำมันมะพร้าวในอัตราส่วนโดยโมลเท่ากับ 6: 1 ควบคุมอุณหภูมิของปฏิกิริยาให้คงที่เท่ากับ 40 องศาเซลเซียส ในเครื่องเขย่าด้วยความเร็ว 250 รอบต่อนาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จะได้ผลผลิตของกลีเซอรอล โมโนลอเรท 28.69±1.43 เปอร์เซนต์ ไดกลีเซอไรด์ 20.53±1.02 เปอร์เซ็นต์ และกรดไขมัน 9.96±0.49 เปอร์เซนต์ โดยมีปริมาณของไตรกลีเซอไรด์คงเหลือ 40.82±2.04 เปอร์เซนต์ ผลของการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยากลีเซอโรไลซีส ผู้วิจัยขอนำเสนอดังนี้

1. ผลของชนิดตัวทำละลายอินทรีย์

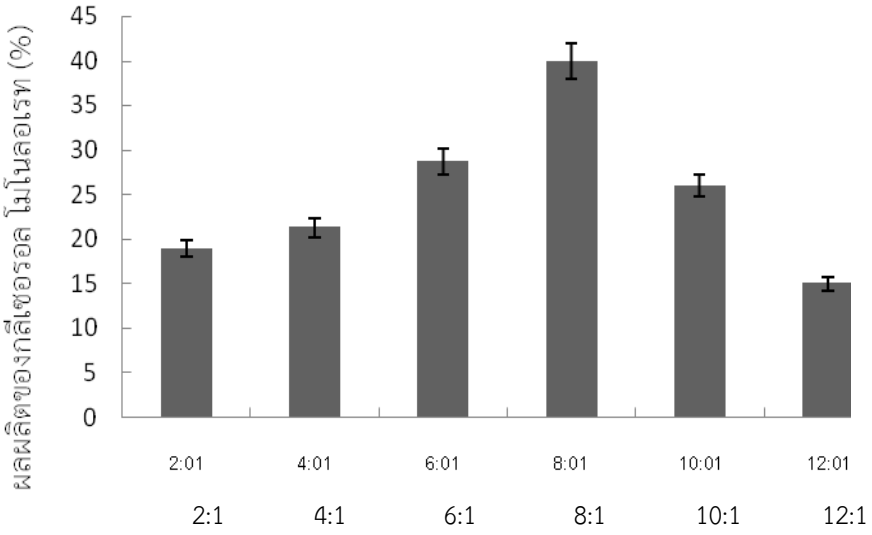
การเติมตัวทำละลายอินทรีย์ลงไปในปฏิกิริยากลีเซอโรไลซีสของน้ำมันมะพร้าวจะช่วยทำให้น้ำมันและกลีเซอรอลละลายซึ่งกันและกันได้ดีขึ้น ดังนั้นจึงมีการศึกษาผลของชนิดของตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีต่อปฏิกิริยากลีเซอโรไลซีสของน้ำมันมะพร้าวกับกลีเซอรอลดิบซึ่งเร่งด้วยเอนไซม์ไลเปสจากยางมะละกอ ผลการทดลองแสดงไว้ในภาพที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าการเติมเอทานอลลงไปในปฏิกิริยาทำให้ได้ผลผลิตของกลีเซอรอล โมโนลอเรทเพิ่มขึ้นอีก 7 เปอร์เซนต์ จากปฏิกิริยาที่ไม่มีการเติมตัวทำละลาย ขณะที่การเติม เทอร์-บิวทานอล, นอร์มอล-เฮกเซน, 2-บิวทานอล, โทลูอีน, นอร์มอล-เฮปเทน และน้ำ ลงไปในปฏิกิริยาทำให้ผลผลิตของกลีเซอรอล โมโนลอเรทลดลง สำหรับการเติมอะซีโตนลงในปฏิกิริยาจะได้ผลผลิตกลีเซอรอล โมโนลอเรทใกล้เคียงกับปฏิกิริยาที่ไม่มีการเติมตัวทำละลายอินทรีย์



ภาพที่ 4.3 ร้อยละผลผลิตของกลีเซอรอล โมโนลอเรทที่ได้จากกลีเซอโรไลซีสของน้ำมันมะพร้าวซึ่งเร่งด้วยไลเปสจากยางมะละกอที่มีการเติมตัวทำละลายอินทรีย์ชนิดต่างๆ

2. ผลของอัตราส่วนโดยโมลของกลีเซอรอลดิบต่อน้ำมันมะพร้าว

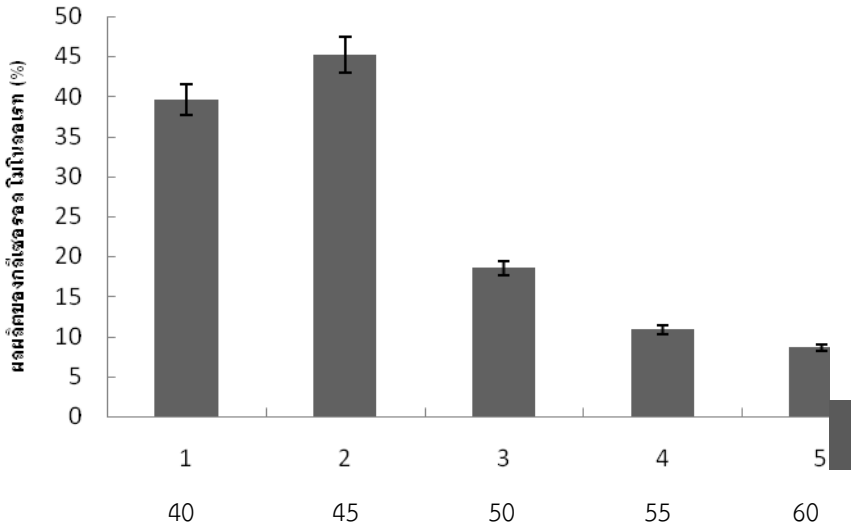
จากการศึกษาผลของอัตราส่วนโดยโมลของกลีเซอรอลดิบต่อน้ำมันมะพร้าวตั้งแต่ 2:1 ถึง 12:1 ที่มีต่อปฏิกิริยากลีเซอโรไลซีสซึ่งเร่งด้วยไลเปสจากยางมะละกอ พบว่า จากการใช้อัตราส่วนโดยโมลของกลีเซอรอลดิบต่อน้ำมันมะพร้าวตามทฤษฎีเท่ากับ 2:1 จะทำให้ได้ปริมาณของกลีเซอรอล โมโนลอเรทเพียง 18.96±0.94 เปอร์เซนต์ เมื่ออัตราส่วนโดยโมลของกลีเซอรอลต่อน้ำมันมะพร้าวเพิ่มขึ้น ทำให้ได้ผลผลิตของกลีเซอรอล โมโนลอเรท เพิ่มขึ้นด้วย ปฏิกิริยากลีเซอโรไลซีสที่ใช้อัตราส่วนโดยโมลของกลีเซอรอลต่อน้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 8: 1 จะให้ผลผลิตกลีเซอรอล โมโนลอเรทสูงสุดเท่ากับ 39.59±1.77 เปอร์เซนต์ เมื่อเพิ่มอัตราส่วนโดยโมลของกลีเซอรอลต่อน้ำมันมะพร้าวมากกว่า 8:1 ทำให้ผลผลิตของกลีเซอรอล โมโนลอเรทลดลง ดังแสดงในภาพที่ 4.4 ดังนั้นในการศึกษาขั้นตอนต่อไปจะใช้อัตราส่วนโดยโมลของกลีเซอรอลต่อน้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 8: 1 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าการใช้อัตราส่วนของกลีเซอรอลต่อน้ำมันมะพร้าวที่มากกว่า 8:1 อาจมีผลไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ได้เนื่องจากปริมาณของกลีเซอรอลที่มากเกินไป (Munio, Esteban, Robles, Hita, Jimenez, Gonzalez, Camacho & Molina. 2008 : 1033-1039)



ภาพที่ 4.4 ร้อยละผลผลิตของกลีเซอรอล โมโนลอเรท เมื่อใช้อัตราส่วนโดยโมลของกลีเซอรอลต่อน้ำมันมะพร้าวตั้งแต่ 2:1 ถึง 12:1

3. ผลของอุณหภูมิ

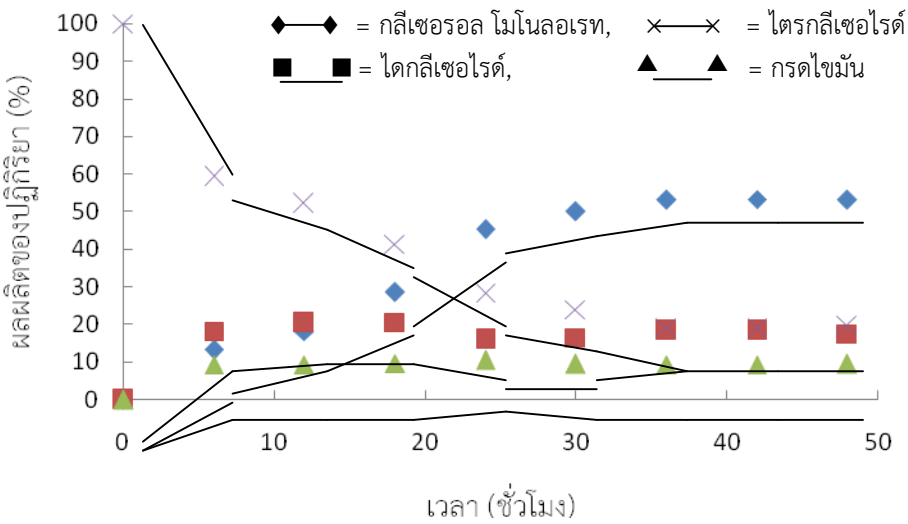
จากการศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่อการเกิดปฏิกิริยากลีเซอโรไลซีสของน้ำมันมะพร้าวซึ่งเร่งด้วยไลเปสจากยางมะละกอ พบว่าที่อุณหภูมิ 45 °ซ ได้ผลผลิตของกลีเซอรอล โมโนลอเรทสูงที่สุด (45.24±2.26 เปอร์เซนต์) ดังแสดงในภาพที่ 4.5 เมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น เป็น 50-60 °ซ ทำให้ผลผลิตของกลีเซอรอล โมโนลอเรทลดลง ดังนั้นในการศึกษาขั้นตอนต่อไปจะใช้อุณหภูมิเท่ากับ 45 °ซ ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าที่อุณหภูมิสูงกว่า 45 °ซ อาจจะมีผลทำให้เอนไซม์เสียสภาพจึงไม่สามารถเร่งปฏิกิริยาได้



ภาพที่ 4.5 ร้อยละผลผลิตของกลีเซอรอล โมโนลอเรท เมื่อทำปฏิกิริยากลีเซอโรไลซีสของน้ำมันมะพร้าวที่อุณหภูมิต่างๆ

4. ผลของเวลา

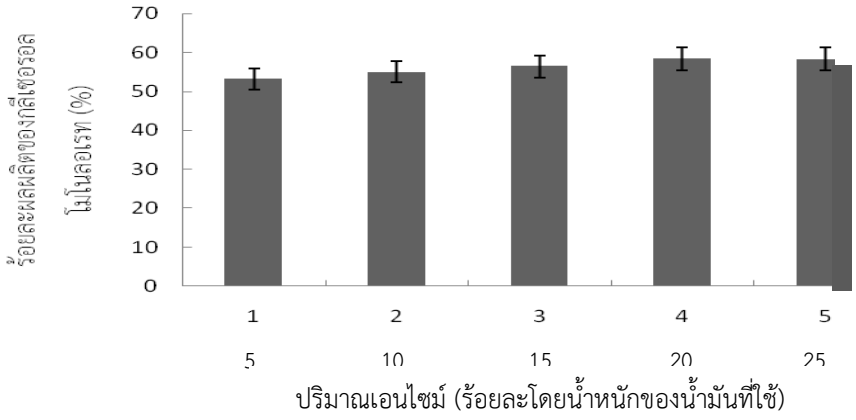
จากการศึกษาผลของเวลาที่มีต่อการเกิดปฏิกิริยากลีเซอโรไลซีสของน้ำมันมะพร้าวซึ่งเร่งด้วยไลเปสจากยางมะละกอ พบว่าตั้งแต่เวลาที่ 36 ชั่วโมง จะทำให้ได้ผลผลิตของกลีเซอรอลโมโนลอเรทสูงที่สุดเท่ากับ 53.18±2.65 เปอร์เซนต์ ดังแสดงในภาพที่ 4.6 ดังนั้นในการศึกษาขั้นตอนต่อไปจะควบคุมเวลาของปฏิกิริยาให้เท่ากับ 36 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.6 ร้อยละผลผลิตของปฏิกิริยาจากกลีเซอโรไลซีสของน้ำมันมะพร้าวที่เวลาต่างๆ

5. ผลของปริมาณเอนไซม์

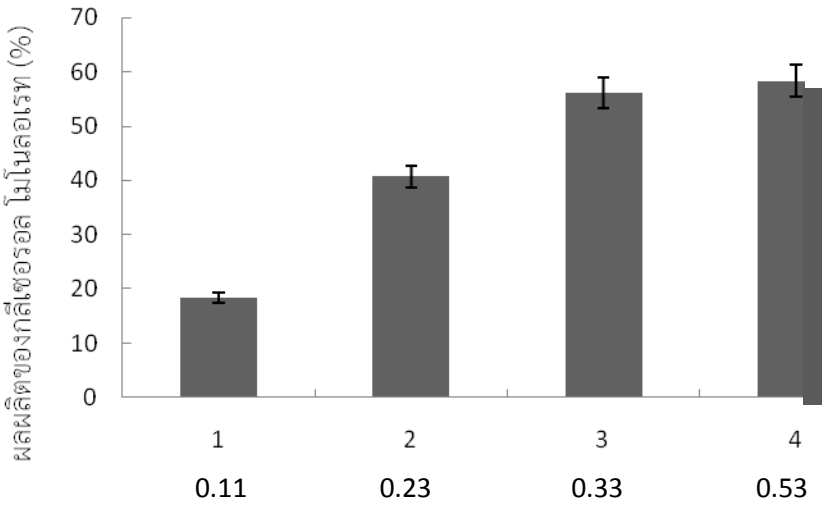
จากการศึกษาผลของปริมาณเอนไซม์ไลเปสจากยางมะละกอที่ใช้ในการเร่งปฏิกิริยากลีเซอโรไลซีสของน้ำมันมะพร้าว พบว่าการใช้ปริมาณเอนไซม์เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 5 ของน้ำมันที่ใช้จนถึงร้อยละ 20 จะทำให้ได้ร้อยละผลผลิตของกลีเซอรอล โมโนลอเรทเพิ่มขึ้นตามไปด้วย และ เมื่อใช้เอนไซม์ร้อยละ 20 ของน้ำมันที่ใช้จะได้ร้อยละผลผลิตของกลีเซอรอล โมโนลอเรทสูงที่สุด (58.35±2.91 เปอร์เซนต์) ถ้าเพิ่มปริมาณเอนไซม์ที่ใช้จนถึงร้อยละ 25 ของน้ำมันที่ใช้ ไม่มีผลทำให้ได้ร้อยละผลผลิตของกลีเซอรอล โมโนลอเรทเพิ่มขึ้นแต่อย่างใดดังแสดงในภาพที่ 4.7 ดังนั้นในการทดลองขั้นต่อไปจะใช้เอนไซม์ไลเปสจากยางมะละกอร้อยละ 20 ของน้ำมันที่ใช้



ภาพที่ 4.7 ร้อยละผลผลิตของกลีเซอรอล โมโนลอเรท จากกลีเซอโรไลซีสของน้ำมันมะพร้าวซึ่งใช้ไลเปสจากยางมะละกอที่ปริมาณต่างๆเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

6. **ผลของปริมาณน้ำเริ่มต้นของเอนไซม์**

จากการศึกษาผลของปริมาณน้ำเริ่มต้น (a_w) ที่ค่าต่างๆ ของเอนไซม์ไลเปสจากยางมะละกอ ที่มีต่อการเร่งปฏิกิริยากลีเซอโรไลซีสของน้ำมันมะพร้าวกับกลีเซอรอลดิบ พบว่า เอนไซม์ที่มีปริมาณน้ำเริ่มต้นเท่ากับ 0.11 เร่งปฏิกิริยาแล้วให้ผลผลิตกลีเซอรอล โมโนลอเรทเพียง 18.32±0.92 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำให้เอนไซม์มีปริมาณน้ำเริ่มต้นเพิ่มขึ้นจะทำให้ได้ผลผลิตกลีเซอรอล โมโนลอเรทเพิ่มขึ้นด้วย โดยเอนไซม์ที่มีปริมาณน้ำเริ่มต้นเท่ากับ 0.53 จะสามารถเร่งปฏิกิริยาแล้วให้ผลผลิตกลีเซอรอล โมโนลอเรทสูงที่สุด (58.3±2.91 เปอร์เซนต์) ดังแสดงในภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 ร้อยละผลผลิตของกลีเซอรอล โมโนลอเรท จากกลีเซอโรไลซีสของน้ำมันมะพร้าวซึ่งเร่งโดยไลเปสจากยางมะละกอซึ่งมีปริมาณน้ำเริ่มต้นต่างๆ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

ร้อยละผลผลิตของกลีเซอรอล โมโนลอเรทที่สังเคราะห์ได้จากกลีเซอโรไลซีสของน้ำมันมะพร้าวกับกลีเซอรอลดิบ และ ที่ได้จากกลีเซอโรไลซีสของน้ำมันมะพร้าวกับกลีเซอรอลบริสุทธิ์

จากการศึกษาปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยากลีเซอโรไลซีสของน้ำมันมะพร้าวกับกลีเซอรอลดิบซึ่งเร่งด้วยไลเปสจากยางมะละกอ ทำให้ทราบผลของปัจจัยต่างๆที่มีต่อการเกิดปฏิกิริยาเมื่อนำปัจจัยต่างๆ ดังกล่าวมาใช้ผลิตกลีเซอรอล โมโนลอเรท จากกลีเซอโรไลซีสของน้ำมันมะพร้าวกับกลีเซอรอลดิบ และ กลีเซอโรไลซีสของน้ำมันมะพร้าวกับกลีเซอรอลบริสุทธิ์ ในขนาดการผลิต 0.5 ลิตร พบว่าได้ผลผลิตของกลีเซอรอล โมโนลอเรท เท่ากับ 46.73±2.33 เปอร์เซนต์ และ 51.65±2.58

เปอร์เซนต์ ตามลำดับ ที่เหลือเป็นผลผลิตของกลีเซอรอล โมโนคาพิลเรท, กลีเซอรอล โมโนคาร์เพรท, กลีเซอรอล โมโนไมริสเตท, กลีเซอรอล โมโนปาล์มมิเตท และ กลีเซอรอล โมโนโอลีเอต ดังแสดงในตาราง 4.5

ตาราง 4.5 องค์ประกอบของโมโนกลีเซอไรด์ที่ผลิตได้จากกลีเซอโรไลซีสของน้ำมันมะพร้าวซึ่งเร่งด้วยไลเปสจากยางมะละกอ

ชนิดของโมโนกลีเซอไรด์	ผลผลิตจากกลีเซอโรไลซีส (เปอร์เซ็นต์)	
	น้ำมันมะพร้าว+กลีเซอรอลดิบ	น้ำมันมะพร้าว+กลีเซอรอลบริสุทธิ์
กลีเซอรอล โมโนลอเรท	46.73	51.65
กลีเซอรอล โมโนคาพิลเรท	15.35	14.35
กลีเซอรอล โมโนคาเพรท	6.40	6.30
กลีเซอรอล โมโนไมริสเตท	17.05	16.00
กลีเซอรอล โมโนปาล์มมิเตท	6.58	6.40
กลีเซอรอล โมโนโอลีเอต	7.89	5.3