บทที่ 4

ผลการทดลอง วิเคราะห์และวิจารณ์

4.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติของสารตั้งต้น

จากผลการทดลองหาค่ากรด และค่าสปอนนิฟิเคชั่น สามารถนำมาคำนวณหาค่าน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยของน้ำมันมะพร้าว น้ำมันเนื้อในเมล็ดปาล์ม และไขสัตว์ได้ นอกจากนั้นยังสามารถคำนวณปริมาณกรดไขมันอิสระได้อีกด้วย ผลการทดลองดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ผลการศึกษาคุณสมบัติของสารตั้งต้น

ตัวอย่าง	ค่ากรด	ค่าสปอนนิฟิเคชั่น	น้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ย	ปริมาณกรดไขมันอิสระ (% wt)
น้ำมันมะพร้าว	4.20	256 (250-264)	658.7	1.50
น้ำมันเนื้อในเมล็ดปาล์ม	4.39	247 (245-255)	683.2	1.56
ไขสัตว์	6.02	192 (193-202)	878.1	3.03

หมายเหตุ ค่าสปอนนิฟิเคชั่น ในวงเล็บคือ ค่าจากเอกสารอ้างอิง (3)

เมทธิลแอลกอฮอล์ที่ใช้ในการทดลองวัดความถ่วงจำเพาะได้ = 0.8041 กรัม/มิลลิลิตร

4.2 ผลการหาปริมาณเมทธิลเอสเทอร์ทั้งหมดที่ เกิดขึ้น

จากผลการทดลองผลิตเมทธิลเอสเทอร์ โดยใช้ปริมาณเมทธานอลมากเกินพอ และทำการทดลองนาน 4 ชั่วโมง จนกระทั่งปริมาณเมทธิลเอสเทอร์ ที่ได้คงที่ (แสดงไว้ในภาคผนวก ช. ข้อ 4) สรุปได้ดัง ตารางที่ 16 และ 17

ตารางที่ 16 ปริมาณเมทธิลเอสเทอร์แต่ละชนิดที่เกิดขึ้น สำหรับน้ำมันมะพร้าว และน้ำมันเนื้อในเมล็ดปาล์ม

เมทธิลเอสเทอร์ / น้ำมันพืช	methyl laurate		methyl myristate		methyl palmitate	
	น.น.ต่อเอสเทอร์ทั้งหมด(%)	โมล/น้ำมันพืช 100 กรัม	น.น.ต่อเอสเทอร์ทั้งหมด(%)	โมล/น้ำมันพืช 100 กรัม	น.น.ต่อเอสเทอร์ทั้งหมด(%)	โมล/น้ำมันพืช 100 กรัม
น้ำมันมะพร้าว	47.1 (44-52)	0.2214	17.0 (13-19)	0.0708	8.8 (8-11)	0.0327
น้ำมันเนื้อในเมล็ดปาล์ม	46.7 (40-52)	0.2197	14.5 (14-18)	0.0603	7.8 (7-9)	0.0292

ตารางที่ 17 ปริมาณเมทธิลเอสเทอร์ทั้งหมดที่เกิดขึ้น สำหรับไขสัตว์

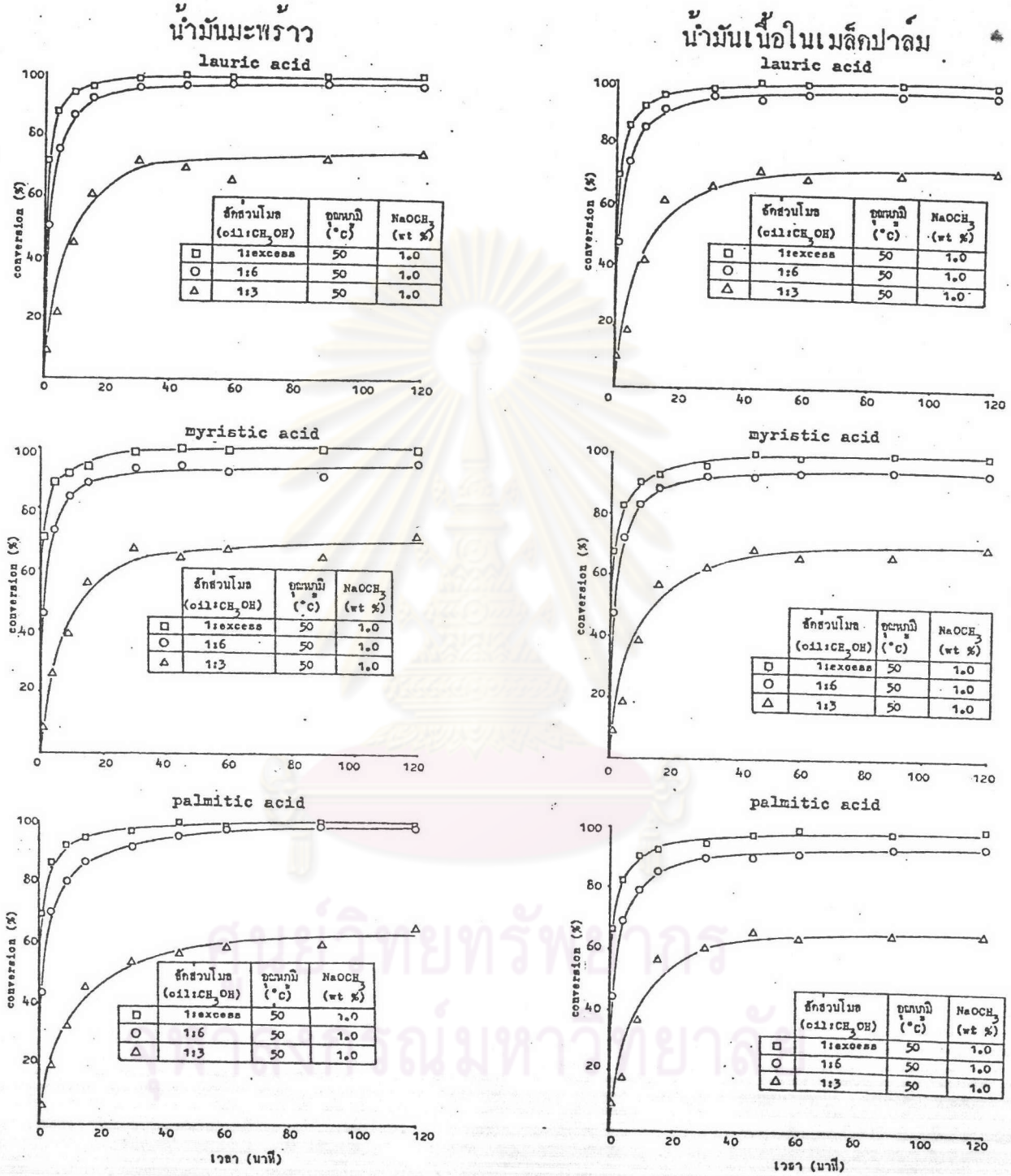
methyl myristate		methyl palmitate		methyl stearate	
น.น.ต่อเอสเทอร์ทั้งหมด (%)	โมล/ไขสัตว์ 100 กรัม	น.น.ต่อเอสเทอร์ทั้งหมด (%)	โมล/ไขสัตว์ 100 กรัม	น.น.ต่อเอสเทอร์ทั้งหมด (%)	โมล/ไขสัตว์ 100 กรัม
2.9 (2-8)	0.012	28.2 (24-37)	0.105	35.6 (14-29)	0.120

ชนิดและปริมาณของเมทธิลเอสเทอร์ทั้งหมดก็คือ ชนิดและปริมาณของกรดไขมันทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำมันพืชและไขสัตว์นั่นเอง พบว่าค่าที่ได้จากตัวอย่างที่ใช้มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่แสดงในเอกสารอ้างอิง ค่าเหล่านี้มีความสำคัญในการทดลองขั้นต่อไป เพื่อศึกษาจลนศาสตร์ของปฏิกิริยาการผลิตเมทธิลเอสเทอร์

4.3 ผลของอัตราส่วนโมลต่อ การเกิดเมทธิลเอสเทอร์

จากการทดลองใช้อัตราส่วนของน้ำมันพืชต่อเมทานอลเป็น 1:3 1:6 โมล และเมทานอลมากเกินพอ พบว่าเมื่อสัดส่วนของเมทานอลมากขึ้น การ เกิดเมทธิลเอสเทอร์ก็จะมาก และ conversion ของกรดไขมันชนิดต่าง ๆ ในน้ำมันมะพร้าว จะเหมือนกับน้ำมันเนื้อในเมล็ดปาล์ม พบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 9 นาที conversion ของกรดไขมันที่อัตราส่วนโมลต่าง ๆ คือ 44%, 86% และ 94% ตามลำดับ เมื่อเวลาผ่านไป 2 ชั่วโมง conversion ที่อัตราส่วน 1:3 โมล จะคงที่ ๆ 72-74% ที่อัตราส่วน 1:6 โมล จะคงที่ ๆ 93-97% และเมื่อใช้เมทานอลมากเกินพอ จะคงที่ ๆ 98-99% แสดงดังรูปที่ 20

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 20 แสดงผลกระทบของอัตราส่วนจำนวนโมลของสารตั้งต้นต่อ การเกิดเมทธิลเอสเทอร์ของกรดไขมันชนิดต่าง ๆ ในน้ำมันมะพร้าว และน้ำมันเนื้อในเมล็ดปาล์ม

4.4 การวิเคราะห์รูปแบบสมการอัตราเร็ว

จากการวิเคราะห์ทางจลนศาสตร์ของปฏิกิริยา สมการอัตราเร็วที่น่าจะเป็นไปได้ คือ $-r_{Fa} = K C_{Fa}$, $-r_{Fa} = K C_{Fa}^2$ และ $-r_{Fa} = K C_{Me} C_{Fa}$ (การวิเคราะห์โดยละเอียดแสดงในภาคผนวก ค.)

จากสมดุลมวลสารสำหรับเครื่องปฏิกรณ์แบบไม่ต่อเนื่องจะได้ว่า

$$-r_{Fa} = \frac{-d}{dt} C_{Fa} \qquad (30)$$

และเมื่ออินทิเกรตสมการอัตราเร็วแบบต่าง ๆ จะได้ผลดังนี้

(1) $-r_{Fa} = K C_{Fa}$ จะได้

$$t = \frac{1}{K} \ln \left[\frac{1}{1-X_{Fa}} \right] \qquad (31)$$

(2) $-r_{Fa} = K C_{Fa}^2$ จะได้

$$t = \frac{1}{K C_{Fao}} \left[\frac{X_{Fa}}{1-X_{Fa}} \right] \qquad (32)$$

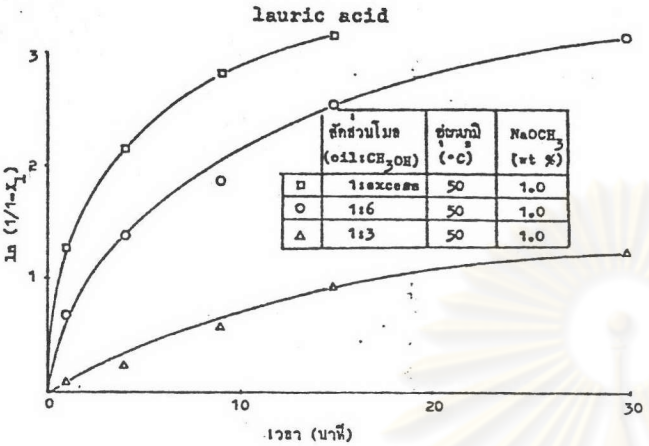
(3) $-r_{Fa} = K C_{Meo} C_{Fa}$ จะได้

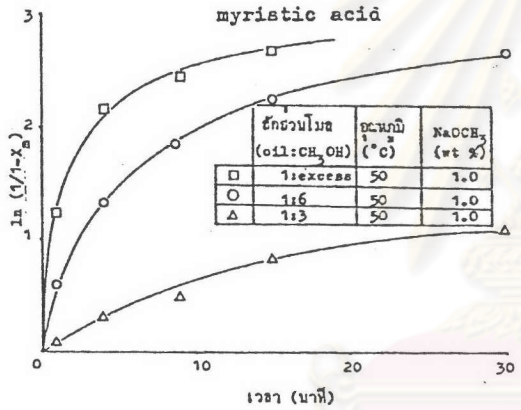
$$t = \frac{1}{KC_{Meo}(M-1)} \ln \left[\frac{M-X_{Me}}{M(1-X_{Me})} \right] \qquad (33)$$

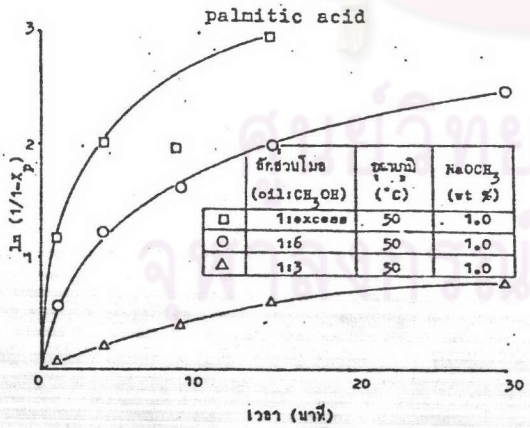
การทดสอบว่า สมการอัตราเร็วจะสอดคล้องกับรูปแบบใดในสามรูปแบบที่เสนอไว้นั้น กระทำได้โดยการพล็อตกราฟ โดยใช้ข้อมูล conversion จากการทดลองที่ใช้อัตราส่วนโมลสารตั้งต้นต่าง ๆ กัน (ตัวอย่างการคำนวณ แสดงไว้ในภาคผนวก ค. ข้อ 2) ผลการทดสอบแสดงดังรูปที่ 21, 22 และ 23

4.4.1 ทดสอบสมการอัตราเร็วแบบ $-r_{Fa} = K C_{Fa}$

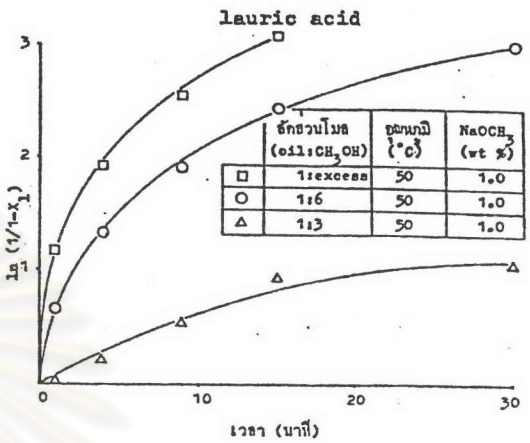
น้ำมันมะพร้าว

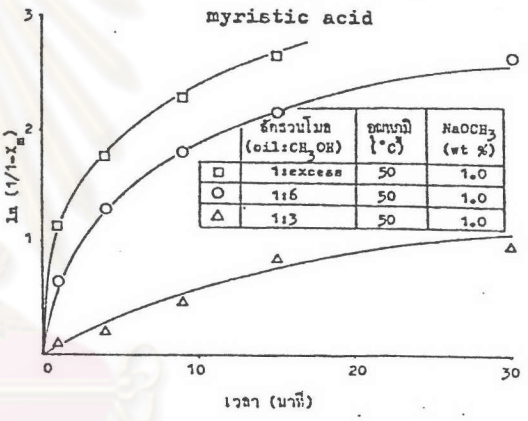


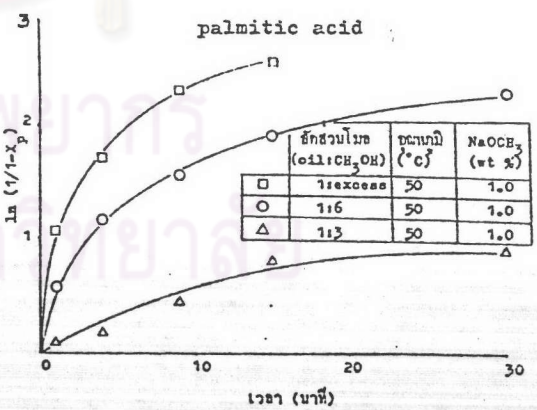




น้ำมันเนื้อในเมล็ดปาล์ม







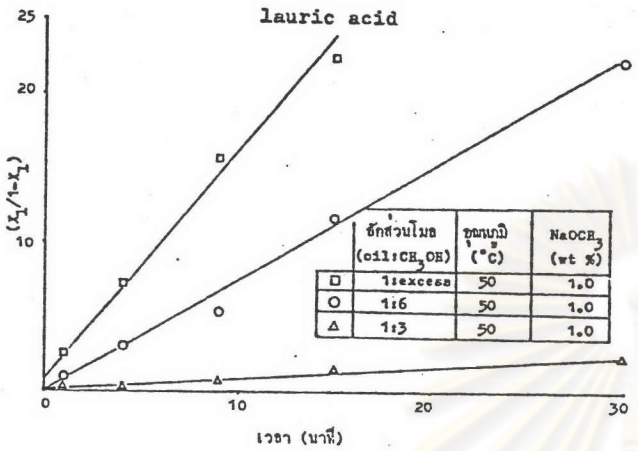
รูปที่ 21 กราฟแสดงการทดสอบสมการอัตราเร็วแบบ $-r_{Fa} = K C_{Fa}$

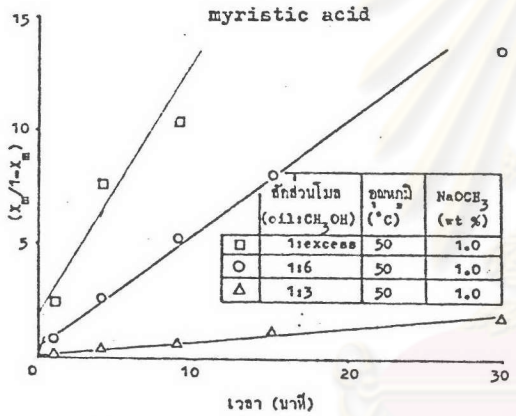
จะเห็นได้ว่าลักษณะกราฟที่ได้เป็นเส้นโค้ง จึงสรุปได้ว่าสมการอัตราเร็วแบบ $-r_{Fa} = K C_{Fa}$ ไม่ใช่สมการอัตราเร็วของปฏิกิริยาการผลิตเมทธิลเอสเทอร์

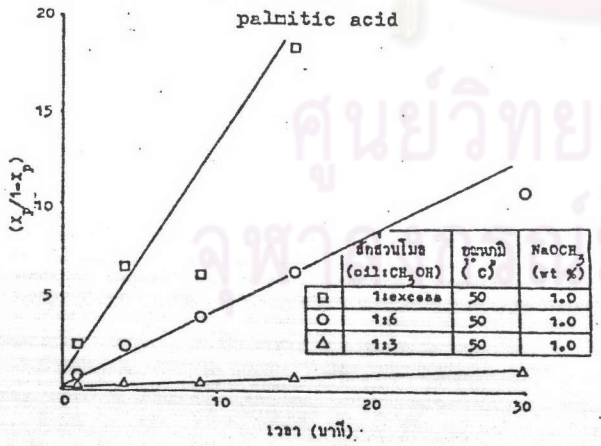
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4.2 ทดสอบสมการอัตราเร็วแบบ $-r_{Fa} = K C_{Fa}^2$

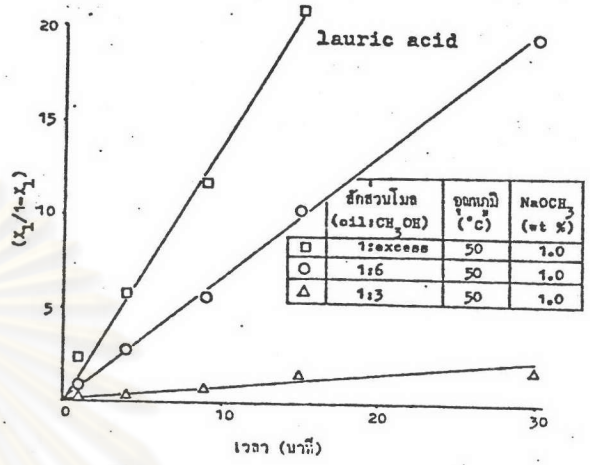
น้ำมันมะพร้าว

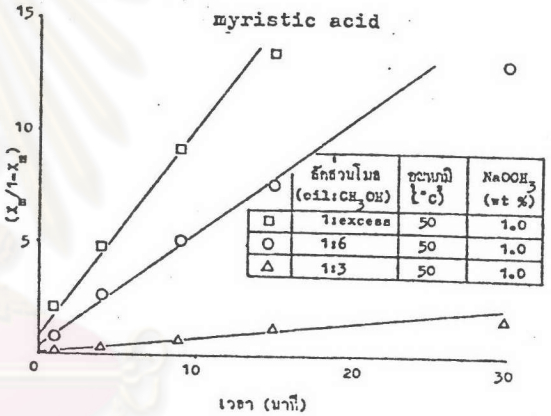


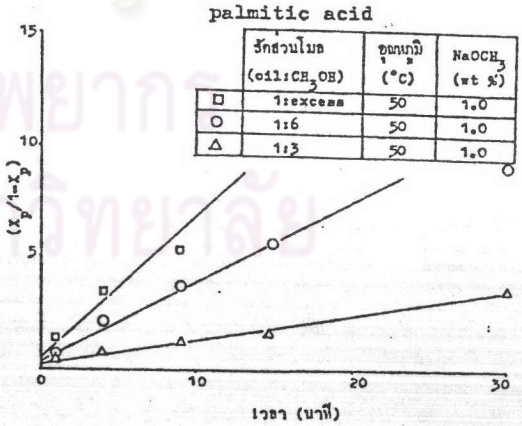




น้ำมันเนื้อในเมล็ดปาล์ม





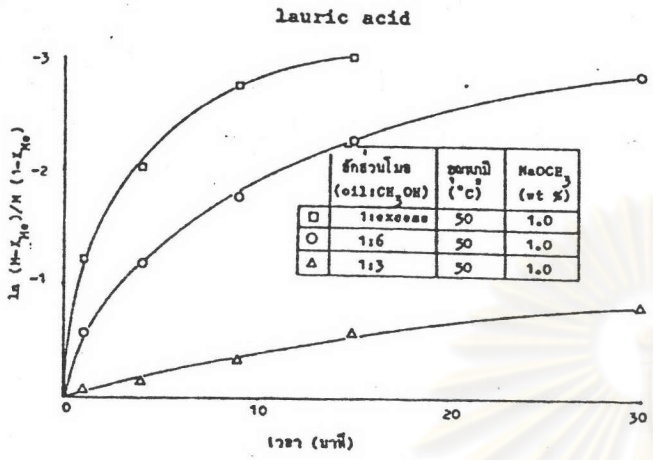


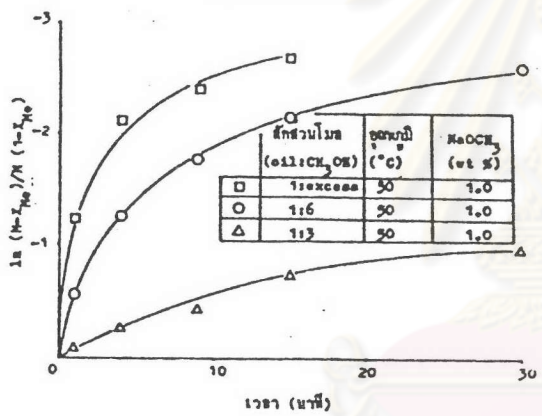
รูปที่ 22 กราฟแสดงการทดสอบสมการอัตราเร็วแบบ $-r_{Fa} = K C_{Fa}^2$

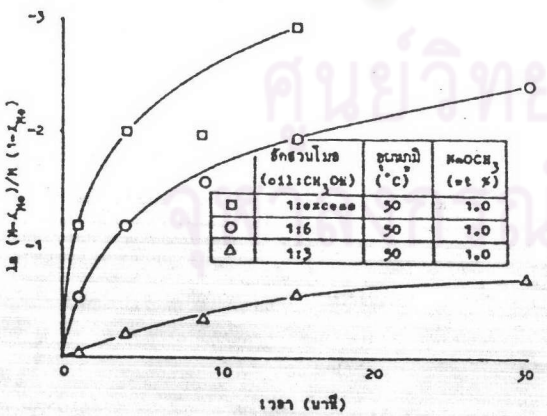
จากกราฟจะเห็นได้ว่ามีลักษณะเป็นเส้นตรง จึงสรุปได้ว่าสมการอัตราเร็วการผลิตเมทธิลเอสเทอร์มีรูปแบบเป็น $-r_{Fa} = K C_{Fa}^2$

4.4.3 ทดสอบสมการอัตราเร็วแบบ $-r_{Fa} = K C_{Me} C_{Fa}$

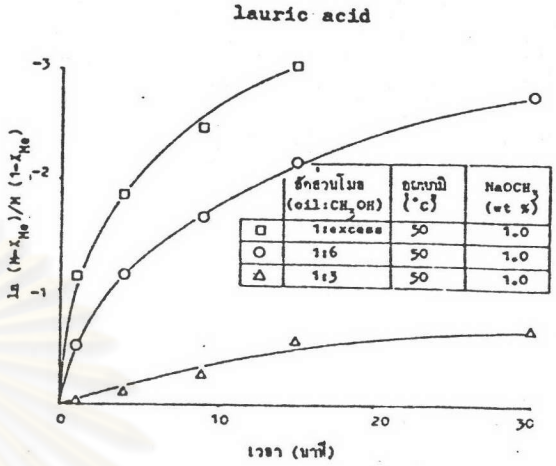
น้ำมันมะพร้าว

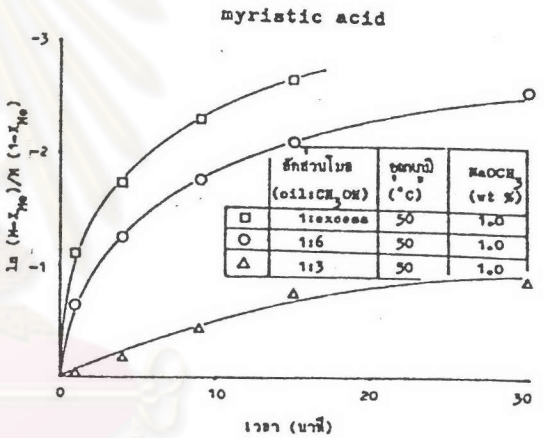


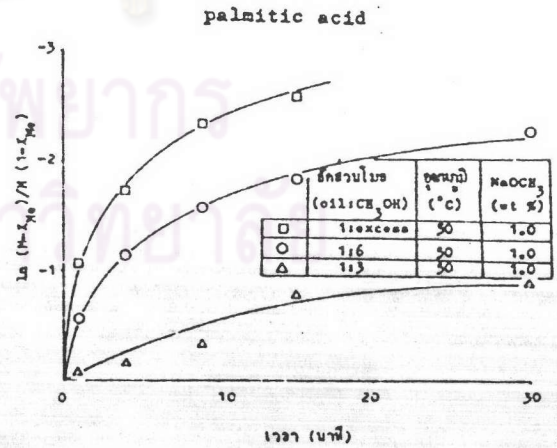




น้ำมันเนื้อในเมล็ดปาล์ม







รูปที่ 23 กราฟแสดงการทดสอบสมการอัตราเร็วแบบ $-r_{Fa} = K C_{Me} C_{Fa}$

จากลักษณะกราฟที่ได้เป็นเส้นโค้ง สรุปได้ว่ารูปแบบสมการอัตราเร็วแบบนี้ ไม่ใช่รูปแบบสมการอัตราเร็วการผลิตเมทธิลเอสเทอร์

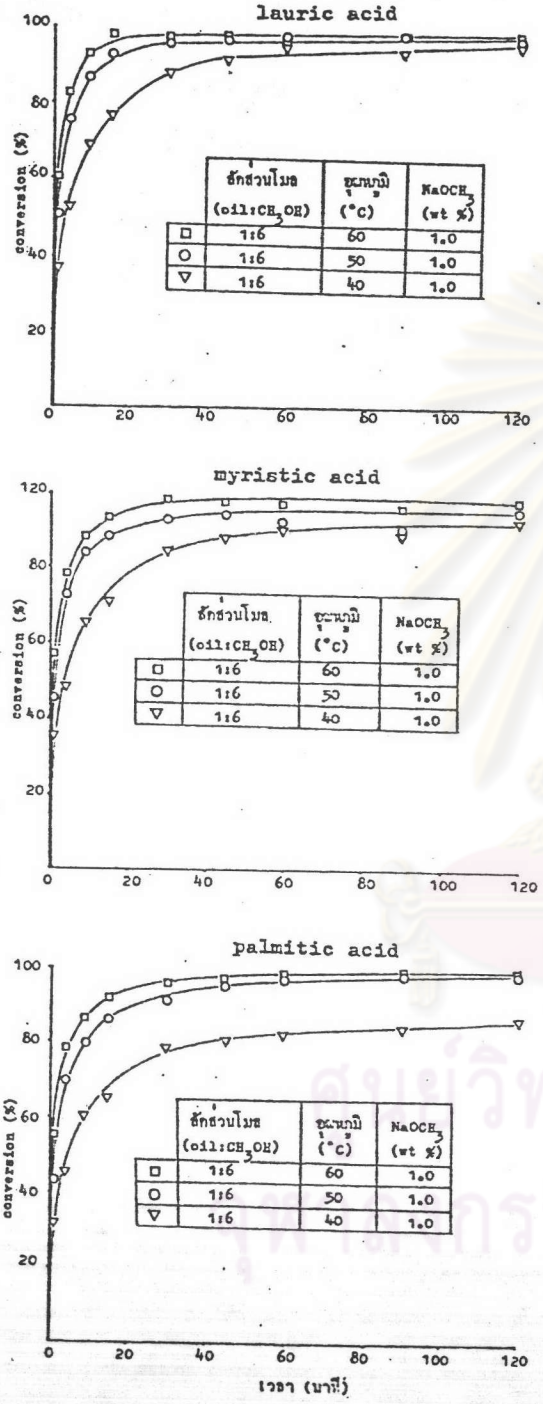
จากกราฟ สรุปได้ว่า สมการอัตราเร็วการผลิตเมทธิลเอสเทอร์ชนิดต่าง ๆ จากน้ำมันมะพร้าว และน้ำมันเนื้อในเมล็ดปาล์มจะเป็นสมการอันดับสองขึ้นกับความเข้มข้นของกลุ่มกรดไขมันในน้ำมันพืช

4.5 ผลกระทบของอุณหภูมิ

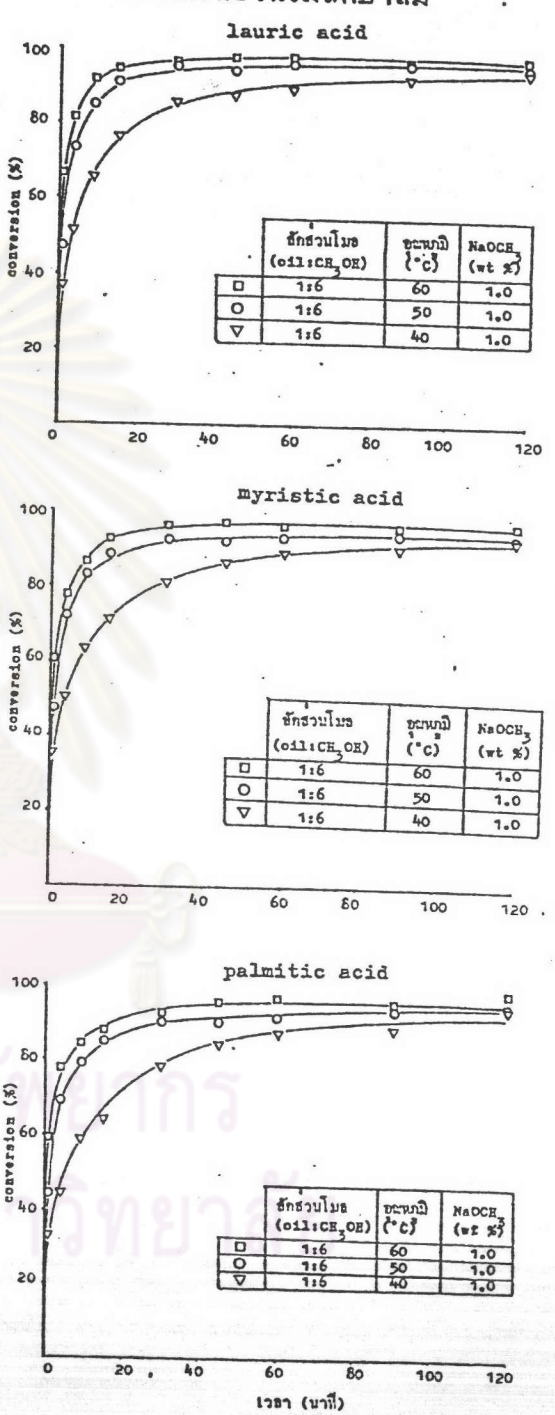
จากการทดลองโดยใช้อัตราส่วนจำนวนโมลของ น้ำมันพืช ต่อ เมทานอล คงที่ 1: 6 โมล ปริมาณ ของตัวเร่งปฏิกิริยาคงที่คือ 1 เปอร์เซนต์ แต่ใช้อุณหภูมิเป็น 40°C, 50°C และ 60°C ผลการทดลองพบว่าเมื่ออุณหภูมิสูง ขึ้น conversion ของกรดไขมันชนิดต่าง ๆ ไปเป็นเมทธิลเอสเทอร์ จะมากกว่าที่อุณหภูมิต่ำอย่างชัดเจนในช่วงแรก และเมื่อเวลาผ่านไป 2 ชั่วโมง conversion จะใกล้เคียงกัน แสดงดังรูปที่ 24

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

น้ำมันมะพร้าว



น้ำมันเนื้อในเมล็ดปาล์ม



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 24 แสดงผลกระทบของอุณหภูมิต่อการเกิดเมทธิลเอสเทอร์ของกรดไขมันชนิดต่าง ๆ ในน้ำมันมะพร้าว และน้ำมันเนื้อในเมล็ดปาล์ม

4.5.1 <u>การหาค่าคงที่อัตราเร็วในการผลิตที่อุณหภูมิต่าง ๆ</u> จากการที่ทราบว่าสมการอัตราเร็ว เป็นแบบอันดับสองขึ้นกับความเข้มข้นของกรดไขมัน โดยคิดว่าความเข้มข้นของเมทานอลคงที่ จะสามารถหาค่าคงที่อัตราเร็วที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้โดยวิธีกราฟ จากสมการ

$$t = \frac{1}{K\ C_{Fao}} \quad \frac{X_{Fa}}{1-X_{Fa}} \quad \text{โดย} \quad K = K_{Fa}C_{Meo}$$

เมื่อเขียนกราฟระหว่าง $X_{Fa}/1-X_{Fa}$ กับเวลา ค่าความชันก็คือ $K\ C_{Fao}$ ฉะนั้น จะหาค่า K ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้ และจะได้ K_{Fa} ซึ่งเป็นค่าคงที่อัตราเร็วในการผลิตเมทธิลเอสเทอร์ (หน่วยของ K_{Fa} คือ (กิโลกรัม)^2/(โมล)^2 (นาที))

จากการทดลองผลิตเมทธิลเอสเทอร์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ จะหาค่า K_{Fa} ได้จากรูปที่ 25 ซึ่งสรุปได้ดัง ตารางที่ 18, 19 และ 20

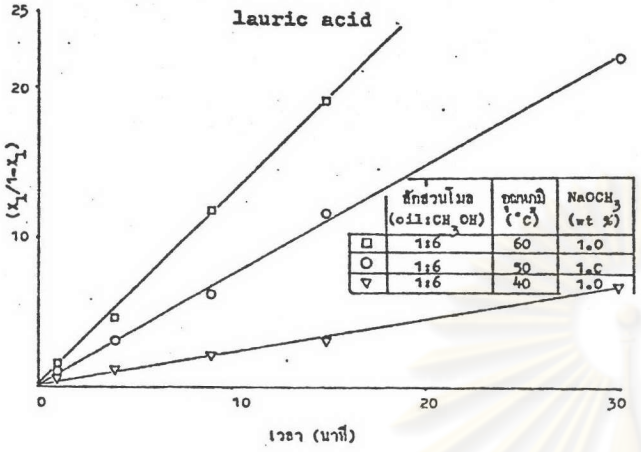
<u>ตารางที่ 18</u> แสดงค่า K และ K_1 ของการผลิต methyl laurate ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

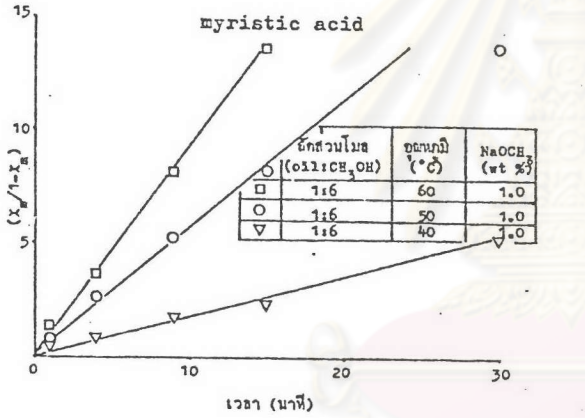
สภาวะการทดลอง น้ำมันพืชต่อ เมทานอล 1:6 โมล
ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 1.0 %

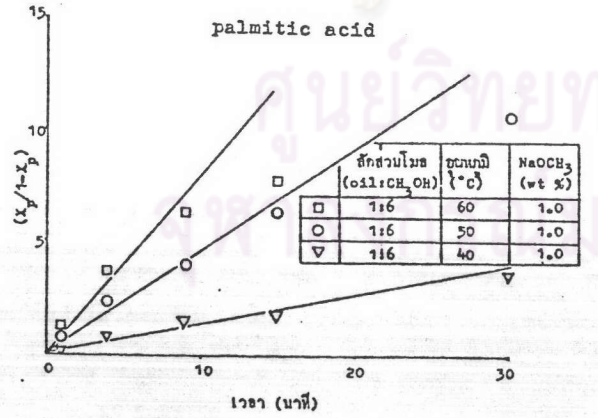
อุณหภูมิ (°C)	น้ำมันมะพร้าว		น้ำมันเนื้อในเมล็ดปาล์ม	
	K	K_1	K	K_1
40	0.131	0.019	0.111	0.017
50	0.440	0.064	0.389	0.058
60	0.762	0.110	0.677	0.101

จะเห็นว่าค่า K_1 ของน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันเนื้อในเมล็ดปาล์มมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งพบว่ามีค่าอยู่ในช่วงความผิดพลาดอันเนื่องมาจากการวัด (การวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ง.) จึงสรุปได้ว่า อัตราการผลิตเมทธิลเอสเทอร์ จากน้ำมันพืชทั้งสองมีค่าคงที่อัตราเร็วเหมือนกัน

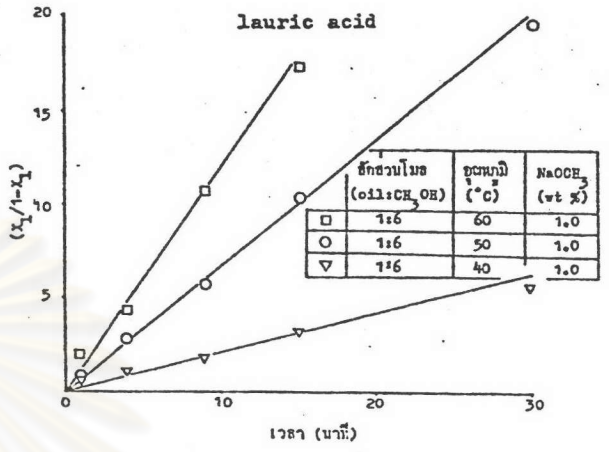
น้ำมันมะพร้าว

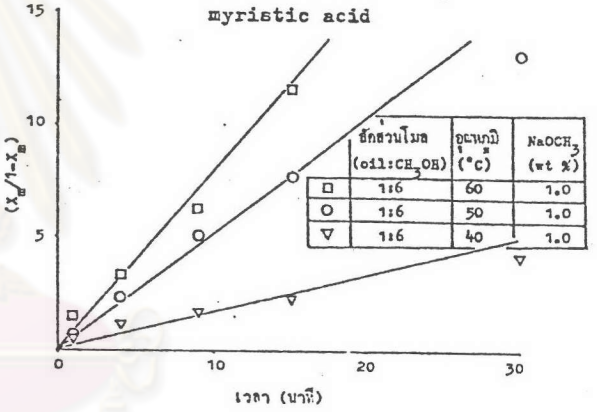


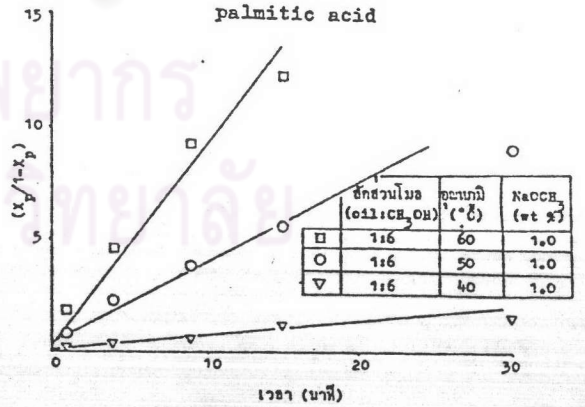




น้ำมันเนื้อในเมล็ดปาล์ม







ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 25 แสดงการหาค่าคงที่อัตราเร็วในการผลิตเมทธิลเอสเทอร์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน

ตารางที่ 19 แสดงค่า K และค่า K_m ของการผลิต methyl myristate ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

สภาวะการทดลอง น้ำมันพืชต่อเมทานอล 1:6 โมล
ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 1.0 %

อุณหภูมิ (°C)	น้ำมันมะพร้าว		น้ำมันเนื้อในเมล็ดปาล์ม	
	K	K_m	K	K_m
40	0.315	0.046	0.297	0.044
50	0.838	0.121	0.931	0.138
60	1.66	0.241	1.58	0.235

ตารางที่ 20 แสดงค่า K และ K_{p_i} ของการผลิต methyl palmitate ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

สภาวะการทดลอง น้ำมันพืชต่อเมทานอล 1:6 โมล
ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 1.0 %

อุณหภูมิ (°C)	น้ำมันมะพร้าว		น้ำมันเนื้อในเมล็ดปาล์ม	
	K	K_p	K	K_p
40	0.487	0.071	0.505	0.075
50	1.41	0.205	1.32	0.197
60	2.06	0.298	1.88	0.280

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.5.2 <u>การหาค่า K_o และ E ตามทฤษฎีของ Arrhenius</u> จากค่าคงที่อัตราเร็วการผลิตเมทธิลเอสเทอร์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ จะนำมาหาผลกระทบของอุณหภูมิตามทฤษฎีของ Arrhenius จากสมการ

$$K = K_o e^{-E/RT}$$

$$\ln K = \ln K_o - E/RT \qquad (34)$$

เมื่อเขียนกราฟระหว่าง ln K กับ 1/T ก็จะหาค่า K_o และค่า activation energy (E) สำหรับการผลิตเมทธิลเอสเทอร์ชนิดต่าง ๆ ได้ จากรูปที่ 26 ซึ่งสรุปได้ดัง ตารางที่ 21

<u>ตารางที่ 21</u> แสดงค่า K_o และค่า E ของการผลิตเมทธิลเอสเทอร์ชนิดต่าง ๆ

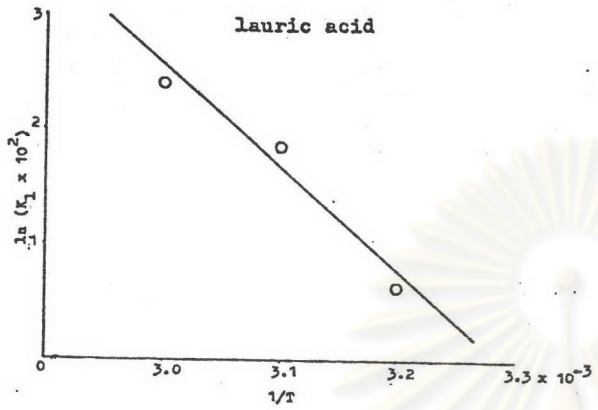
ชนิดเมทธิลเอสเทอร์	น้ำมันมะพร้าว		น้ำมันเนื้อในเมล็ดปาล์ม	
	K_o	E	K_o	E
methyl laurate	3.42×10^{10}	17.39	6.46×10^{10}	17.87
methyl myristate	1.79×10^{10}	16.49	2.08×10^{10}	16.57
methyl palmitate	8.45×10^{8}	14.29	1.14×10^{8}	13.02

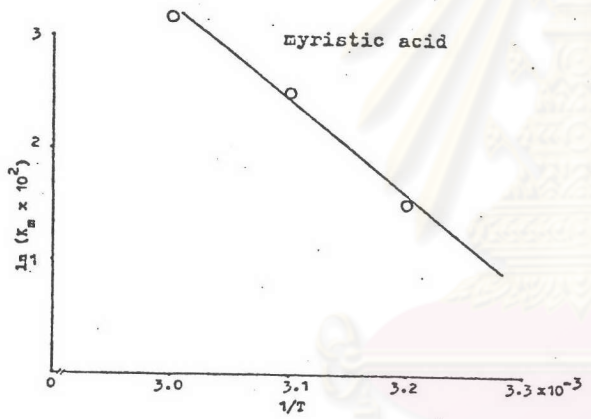
<u>หมายเหตุ</u> (1) K_o มีหน่วยเป็น (กิโลกรัม)^2/(โมล)^2(นาที)

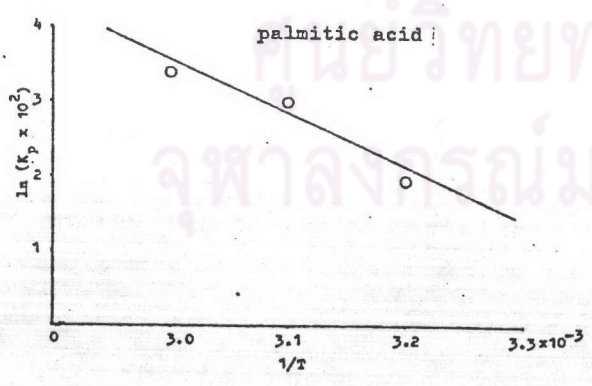
(2) E มีหน่วยเป็น (กิโลแคลอรี่)/(โมล)

(3) ค่าจุดตัดหาได้จากการคำนวณด้วยวิธี linear regression (รายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ค.)

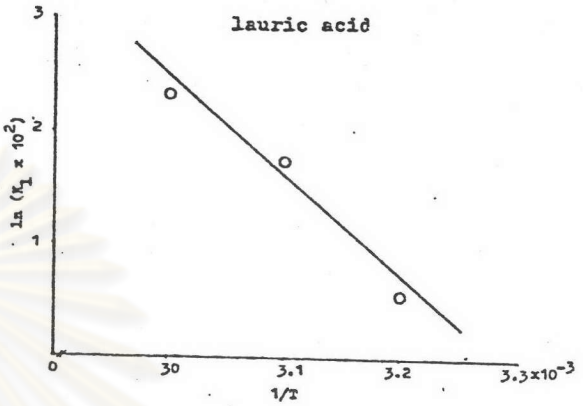
น้ำมันมะพร้าว

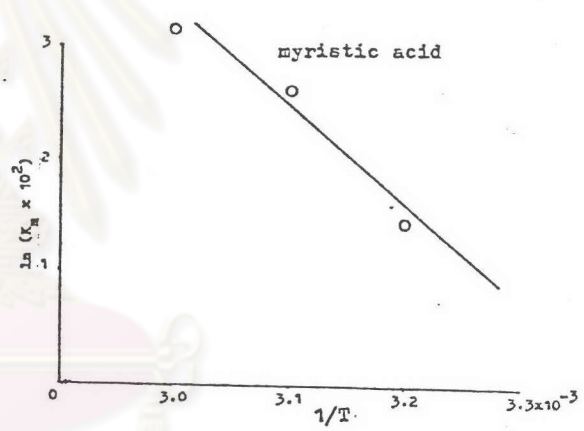


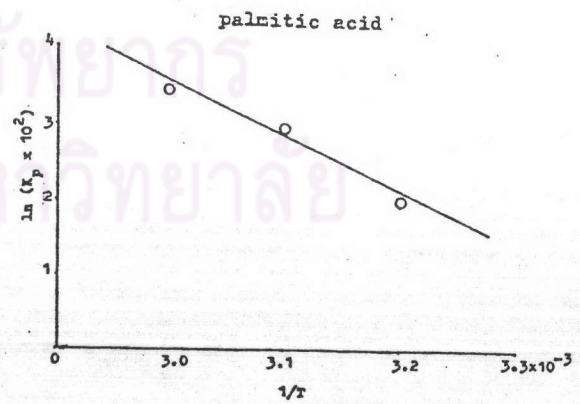




น้ำมันเนื้อในเมล็ดปาล์ม





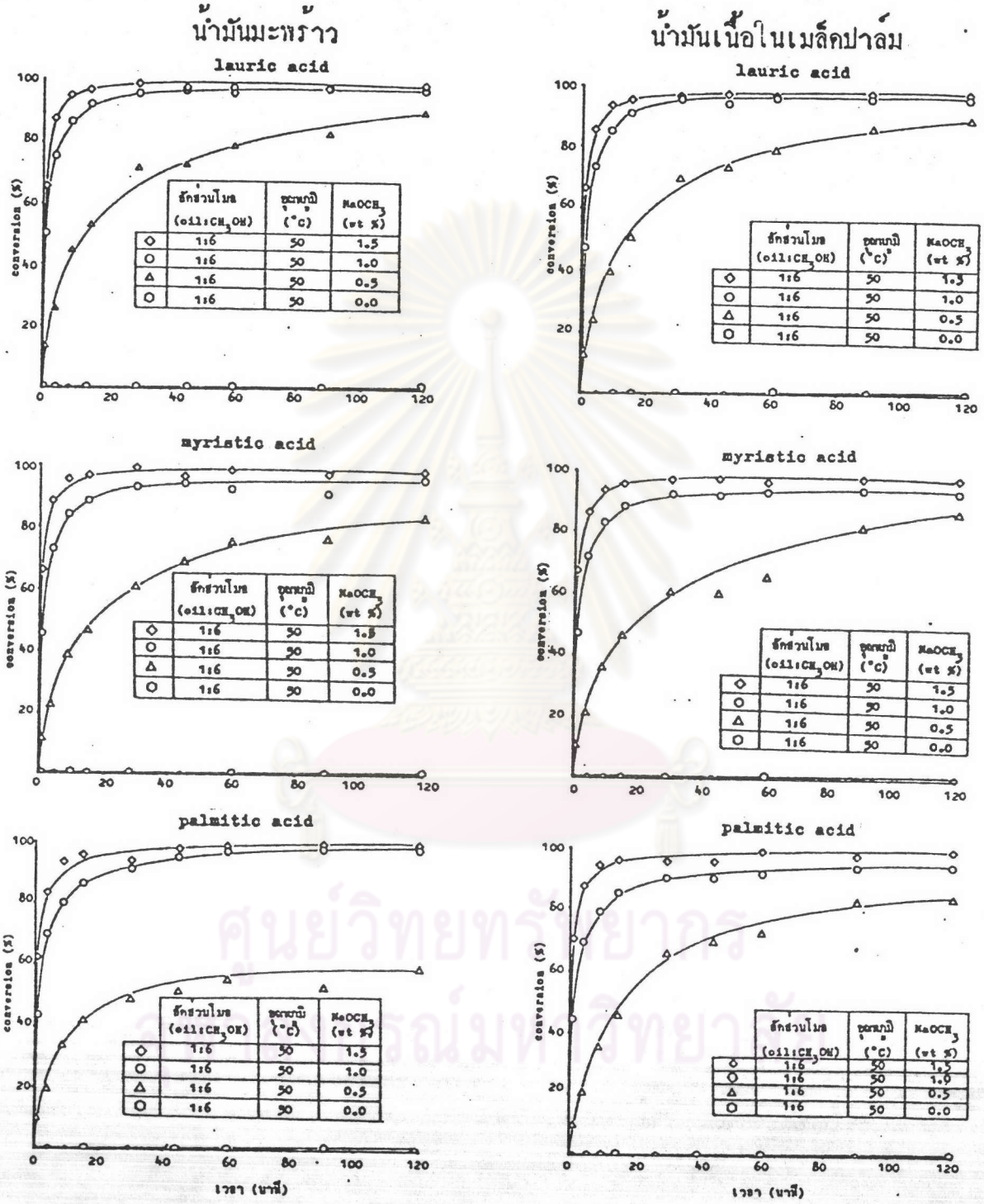


รูปที่ 26 แสดงการหาค่า K_o และ E ตามทฤษฎีของ Arrhenius

4.6 ผลกระทบของปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา

จากการทดลองผลิตเมทธิลเอสเทอร์ โดยใช้อัตราส่วน น้ำมันพืชต่อเมทานอล เป็น 1: 6 โมล อุณหภูมิ 50°C แต่เปลี่ยนแปลง ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยาคือ โซเดียมเมทอกไซด์ เป็น 0%, 0.5%, 1.0% และ 1.5% โดยน้ำหนักเทียบกับน้ำหนัก น้ำมันพืช ผลการทดลองพบว่า ที่ 0% conversion ของกรดไขมันต่าง ๆ แทบจะไม่มี ในขณะที่ 0.5% มีน้อยกว่าที่ 1.0% และ 1.5% แต่ก็เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อเวลามากขึ้น แสดงดังรูปที่ 27

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

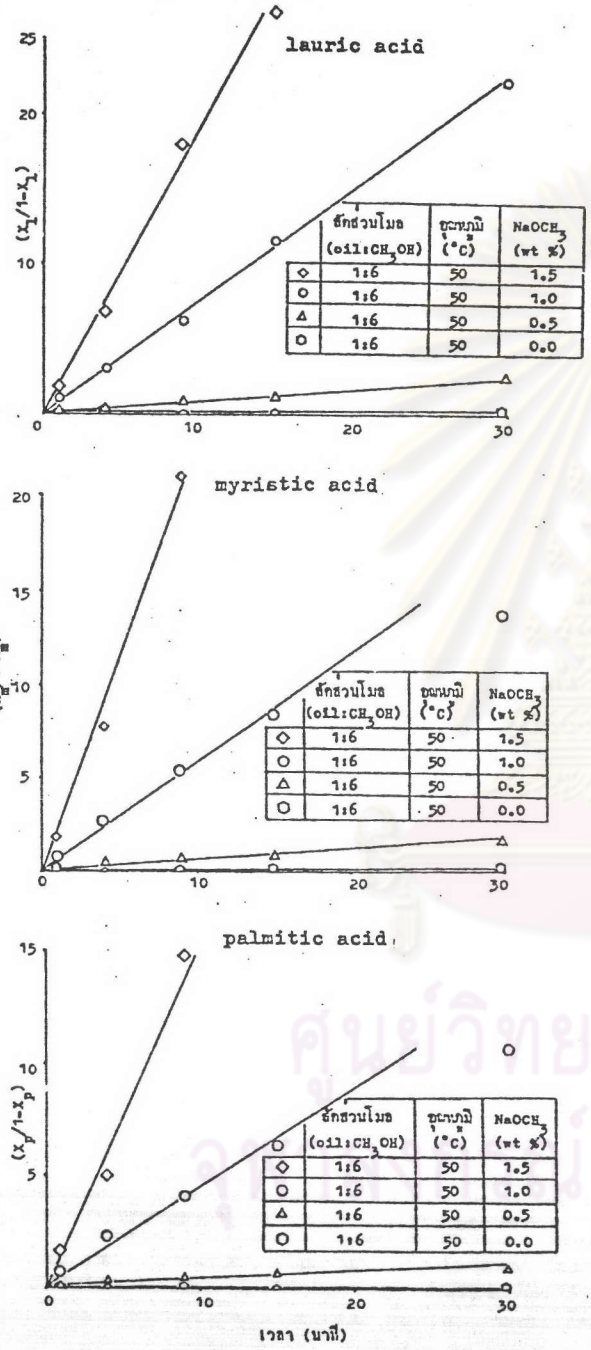


รูปที่ 27 แสดงผลกระทบของปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาต่อการเกิดเมทธิลเอสเทอร์ของกรดไขมันชนิดต่าง ๆ ในน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันเนื้อในเมล็ดปาล์ม

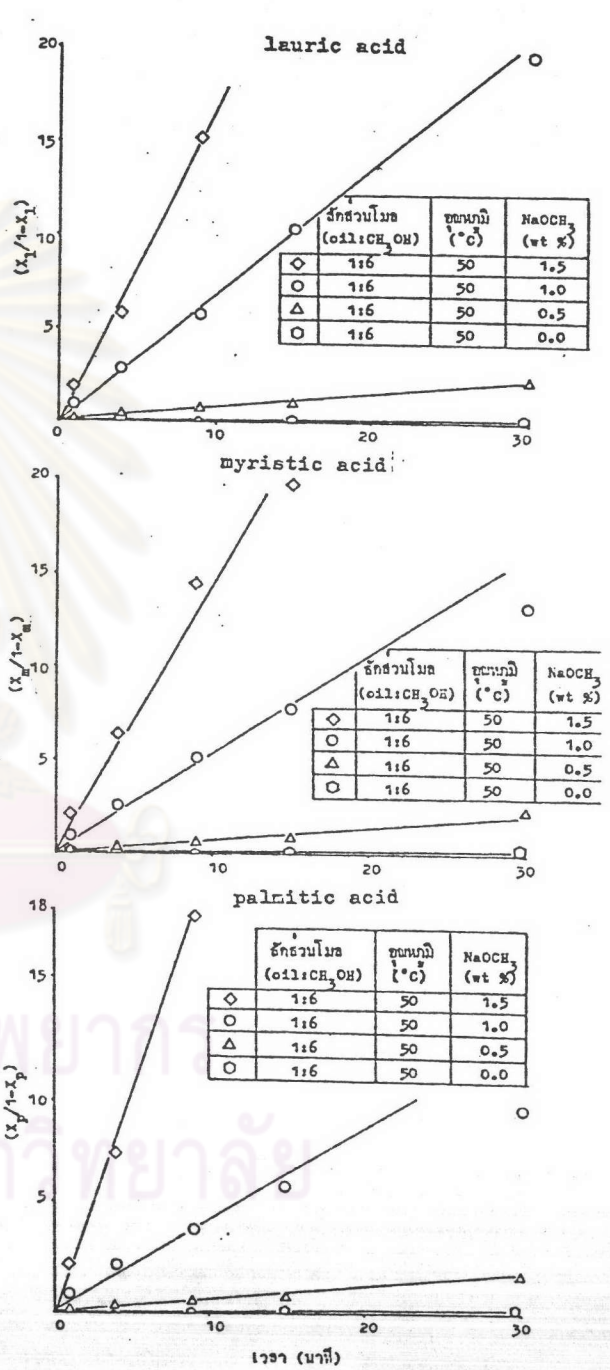
4.6.1 การหาค่าคงที่อัตราเร็วในการผลิตที่ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยาต่างกัน

หาได้ด้วยวิธีเดียวกับการหาค่าคงที่อัตราเร็วที่อุณหภูมิต่าง ๆ ตามข้อ 4.5.1

น้ำมันมะพร้าว



น้ำมันเนื้อในเมล็ดปาล์ม



รูปที่ 28 แสดงการหาค่าคงที่อัตราเร็วการผลิตเมทธิลเอสเทอร์ชนิดต่าง ๆ ที่ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยาต่างกัน

จากค่าความชัน จากรูปที่ 28 จะหาค่าคงที่อัตราการผลิตได้ดังตารางที่ 22 , 23 และ 24 .

ตารางที่ 22 แสดงค่า K และ K_1 ของการผลิต methyl laurate ที่ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยาต่างกัน

สภาวะการทดลอง น้ำมันพืชต่อเมทานอล 1:6 โมล

อุณหภูมิ 50 °c

ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยา	น้ำมันมะพร้าว		น้ำมันเนื้อในเมล็ดปาล์ม	
	K	K_1	K	K_1
0.0 %	2.8×10^{-5}	4.0×10^{-6}	7.4×10^{-5}	1.1×10^{-6}
0.5 %	0.048	0.0068	0.044	0.0065
1.0 %	0.440	0.064	0.389	0.058
1.5 %	1.09	0.159	0.952	0.142

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 23 แสดงค่า K และ K_m ของการผลิต methyl myristate ที่ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยาต่างกัน

สภาวะการทดลอง น้ำมันพืชต่อเมทานอล 1:6 โมล

อุณหภูมิ 50 °C

ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยา	น้ำมันมะพร้าว		น้ำมันเนื้อในเมล็ดปาล์ม	
	K	K_m	K	K_m
0.0 %	2.1×10^{-4}	3.0×10^{-5}	2.4×10^{-4}	3.5×10^{-5}
0.5 %	0.116	0.017	0.163	0.242
1.0 %	0.838	0.121	0.931	0.138
1.5 %	4.13	0.599	2.89	0.431

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 24 แสดงค่า K และ K_p ของการผลิต methyl palmitate ที่ปริมาณ ของตัวเร่งปฏิกิริยาต่างกัน

สภาวะการทดลอง น้ำมันพืชต่อ เมทานอล 1:6 โมล

อุณหภูมิ 50 °C

ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยา	น้ำมันมะพร้าว		น้ำมันเนื้อในเมล็ดปาล์ม	
	K	K_p	K	K_p
0.0 %	3.0×10^{-4}	4.3×10^{-5}	4.8×10^{-4}	7.1×10^{-5}
0.5 %	0.130	0.019	0.283	0.042
1.0 %	1.42	0.205	1.32	0.197
1.5 %	6.27	0.910	8.12	1.210

4.6.2 การหาผลกระทบของปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาต่อค่าคงที่อัตราเร็ว

ผลของปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาต่อค่าคงที่อัตราเร็วจะพิจารณาจากสมการ

$$K_{ob} t = (K_N + K_c C_c^n) t \qquad (35)$$

เมื่อ $K_{ob} = K_o$ และ $K_N = K_{Fa} e^{E/RT}$

K_N = ค่าคงที่อัตราเร็วเมื่อไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยา (0.0%)

จากสมการ (35) จะได้

$$\ln (K_o - K_N) = \ln (K_c) + n \ln (C_c) \qquad (36)$$

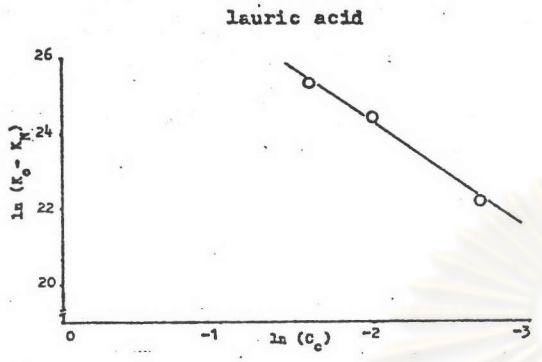
เมื่อเขียนกราฟระหว่าง $\ln (K_o - K_N)$ กับ $\ln (C_c)$ ก็จะหาค่า n ได้

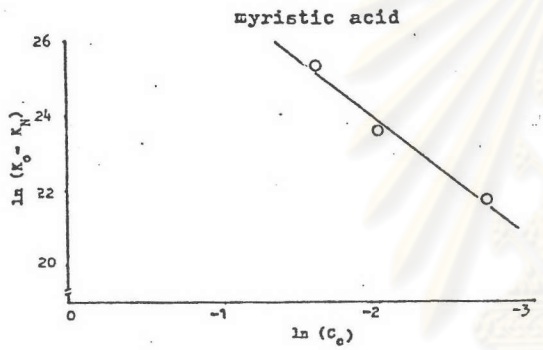
จากรูปที่ 29 พบว่า ค่า n ของกรดไขมันชนิดต่าง ๆ มีค่าประมาณ 3

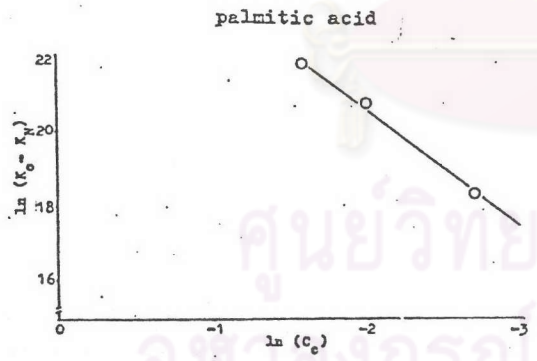
และเมื่อเขียนกราฟระหว่าง K_o กับ C_c^3 จะหาค่า K_c ได้จากความชัน (แสดงดังรูปที่ 30) ค่า K_N และ K_C สำหรับเมทธิลเอสเทอร์ชนิดต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 25

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

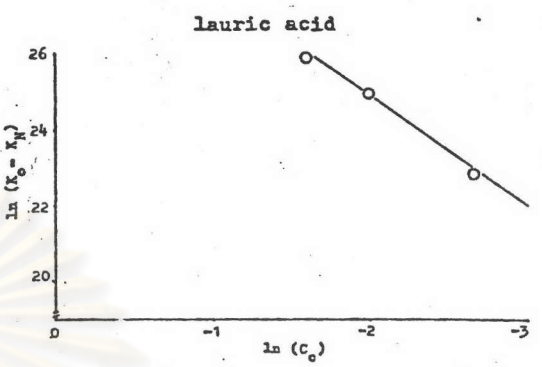
น้ำมันมะพร้าว

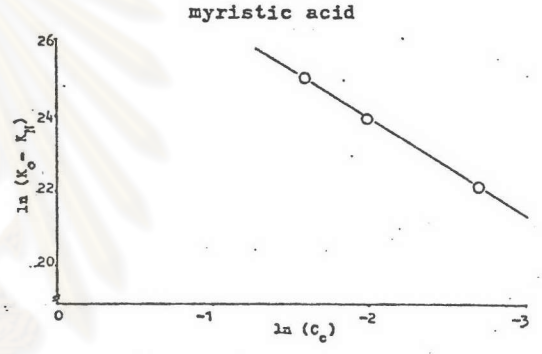


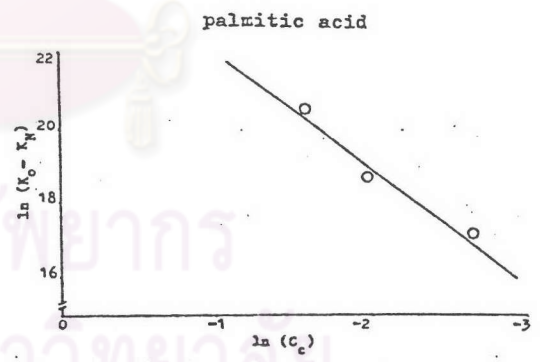




น้ำมันเนื้อในเมล็ดปาล์ม



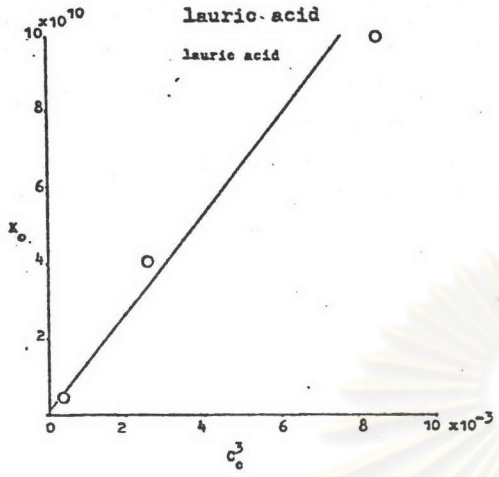


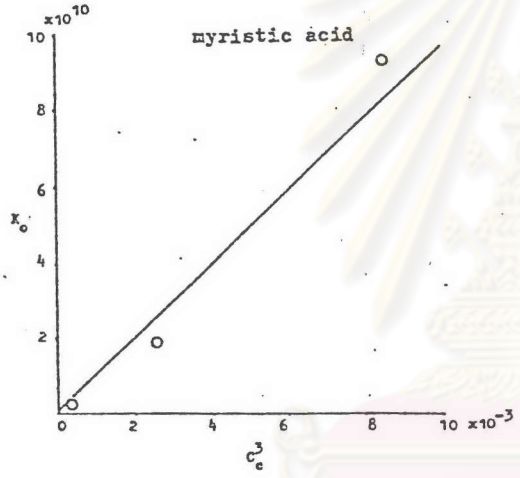


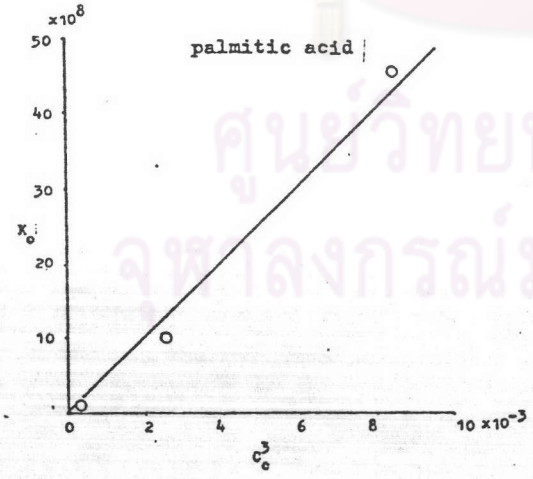
รูปที่ 29 การหาค่า n ของกรดไขมันชนิดต่าง ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

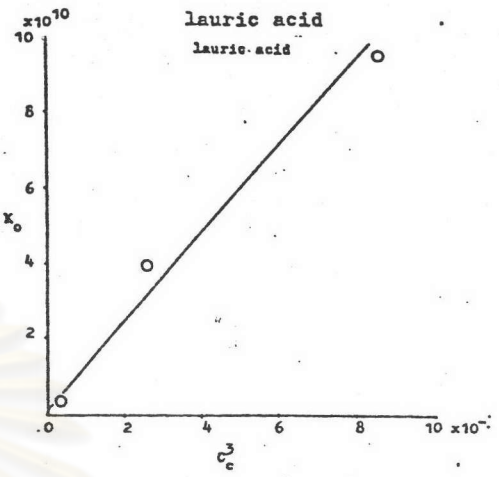
น้ำมันมะพร้าว

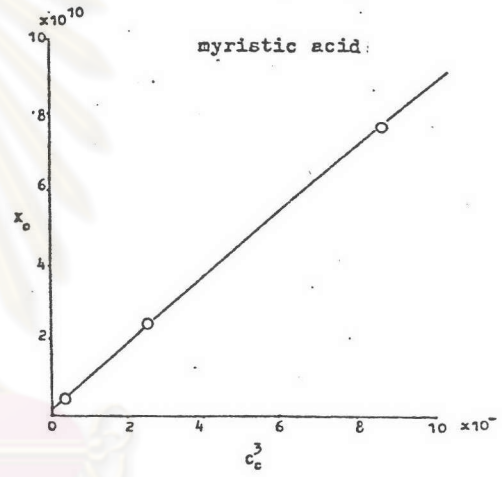


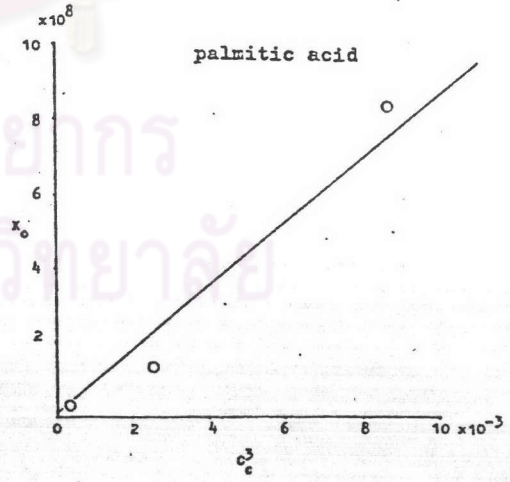




น้ำมันเนื้อในเมล็ดปาล์ม







รูปที่ 30 การหาค่า K_c ของกรดไขมันชนิดต่าง ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 25 แสดงค่า K_N และ K_c สำหรับการผลิตเมทธิลเอสเทอร์

ชนิดเมทธิลเอสเทอร์	น้ำมันมะพร้าว		น้ำมันเนื้อในเมล็ดปาล์ม	
	K_N	K_c	K_N	K_c
methyl laurate	2.53×10^{6}	1.18×10^{13}	1.46×10^{7}	2.17×10^{13}
methyl myristate	4.72×10^{6}	1.11×10^{13}	6.21×10^{6}	8.68×10^{12}
methyl palmitate	2.13×10^{5}	5.44×10^{11}	4.90×10^{4}	9.68×10^{10}

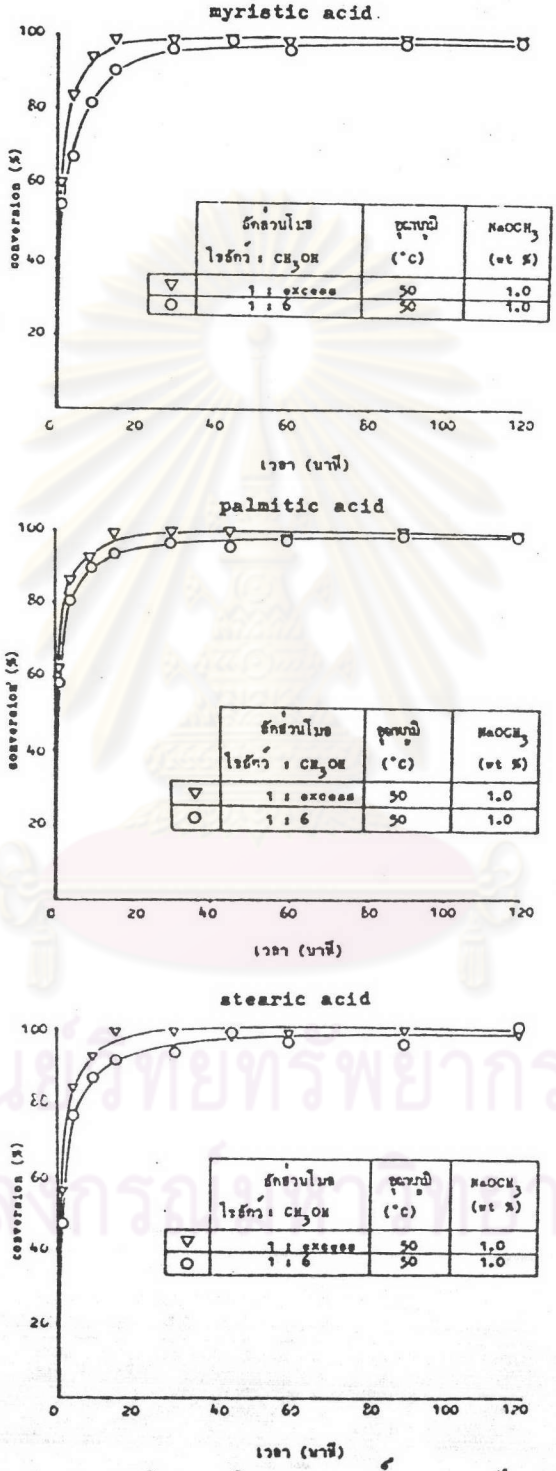
หมายเหตุ K_N มีหน่วยเป็น (กิโลกรัม $)^2/($โมล$)^2$(นาที)

K_c มีหน่วยเป็น (กิโลกรัม $)^3/($โมล$)^3$(นาที)

4.7 ผลการทดลองผลิตเมทธิลเอสเทอร์จากไขสัตว์

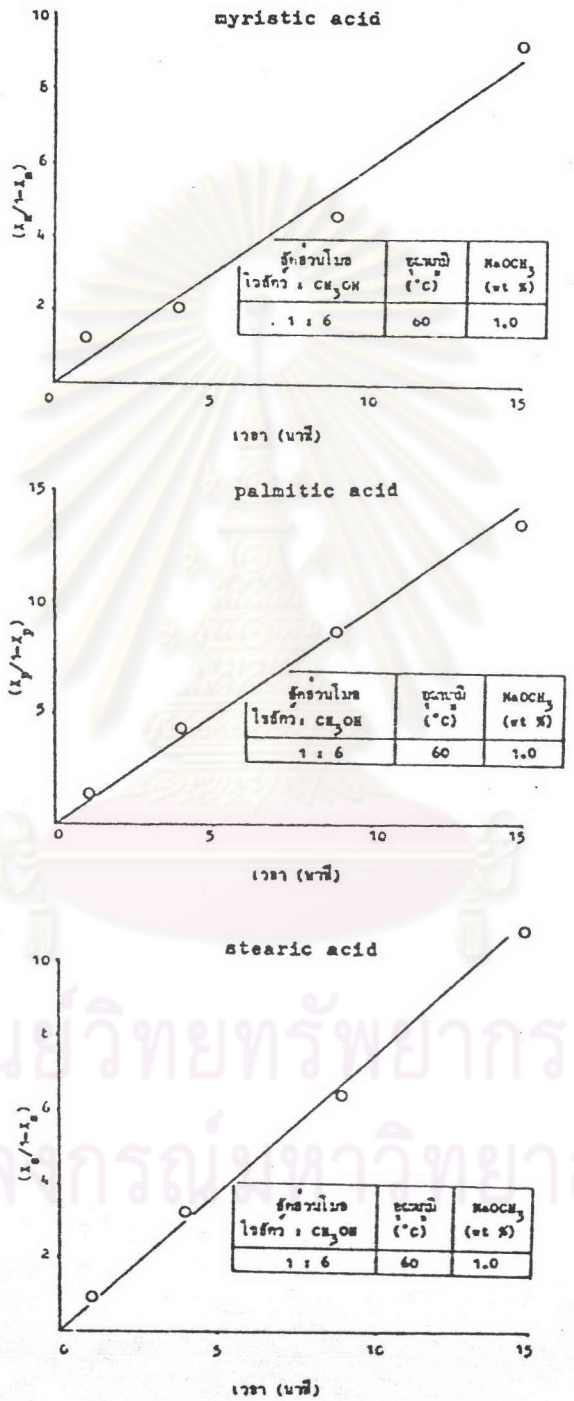
จากการทดลองผลิตเมทธิลเอสเทอร์จากไขสัตว์ โดยใช้อัตราส่วนไขสัตว์ต่อ เมทานอล เป็น 1:6 โมล ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 1.0% โดนน้ำหนักเทียบกับไขสัตว์ และอุณหภูมิ 60°c พบว่า การเกิดเมทธิลเอสเทอร์ จะเร็วมากในช่วงแรก ๆ และจะเริ่มคงที่เมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที และกรดไขมันทั้งสามชนิด มีลักษณะ conversion เหมือนกัน แสดงดังรูปที่ 31

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 31 แสดงการเกิดเมทธิลเอสเทอร์ของกรดไขมันชนิดต่าง ๆ ในไขสัตว์

4.7.1 <u>การหาค่าคงที่อัตราเร็วการผลิตเมทธิลเอสเทอร์ชนิดต่าง ๆ จากไขสัตว์</u> หาได้โดยวิธีกราฟ เช่นเดียวกับข้อ 4.5.1 แสดงดังรูปที่ 32



รูปที่ 32 การหาค่าคงที่อัตราเร็วการผลิตเมทธิลเอสเทอร์ชนิดต่าง ๆ จากไขสัตว์

ค่าความชันจากรูปที่ 32 จะเป็นค่าคงที่อัตราเร็วการผลิต ซึ่งแสดงดังตารางที่ 26

ตารางที่ 26 แสดงค่า K_{Fa} สำหรับการผลิตเมทธิลเอสเทอร์ชนิดต่าง ๆ จากไขสัตว์

ชนิดของเมทธิลเอสเทอร์	K_{Fa}
methyl myristate	1.062
methyl palmitate	0.189
methyl stearate	0.132

หมายเหตุ (1) ค่าคงที่อัตราเร็วมีหน่วยเป็น (กิโลกรัม)^2/(โมล)^2 (นาที)

(2) สภาวะที่ทดลองคือ อัตราส่วนไขสัตว์ต่อเมทานอล เป็น 1:6 โมล อุณหภูมิ 60° C และปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้คือ 1.0% โดยน้ำหนักเทียบกับน้ำหนักไขสัตว์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย