

### บทที่ 3

#### ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

##### 1. ลักษณะทางกายภาพของไขมันเสียบ

ลักษณะทางกายภาพของไขมันเสียบที่ใช้ทดลองมีลักษณะเป็นของแข็งสีน้ำตาล ที่อุณหภูมิห้อง มีกลิ่นเหม็น ไม่ละลายน้ำเมื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือวิเคราะห์ Thin Layer Chromatography (TLC) มีปริมาณกรดไขมันอิสระ (FFA) = 94% (ภาพประกอบ 12) และลักษณะของเมทิลเอสเทอร์ที่ผลิตได้ จะมีกลิ่นเหม็นน้อยลง เมื่อมองด้วยตาเปล่าจะแยกชั้นเป็น 2 ชั้น โดยชั้นบนมีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลอ่อนและใสกว่า ส่วนชั้นล่างจะมีลักษณะเป็นตะกอนจับตัวเป็นก้อนสีน้ำตาลเข้มจนถึงดำ คาดว่าชั้นบนน่าจะเป็นเมทิลเอสเทอร์และชั้นล่างน่าจะเป็นส่วนที่ทำปฏิกิริยาไม่หมดและเมื่อผ่านกระบวนการจะได้เมทิลเอสเทอร์ ดังแสดงในภาพประกอบ 13



ภาพประกอบ 12 ไขมันปาล์มที่ได้จากบ่อน้ำเสียบ



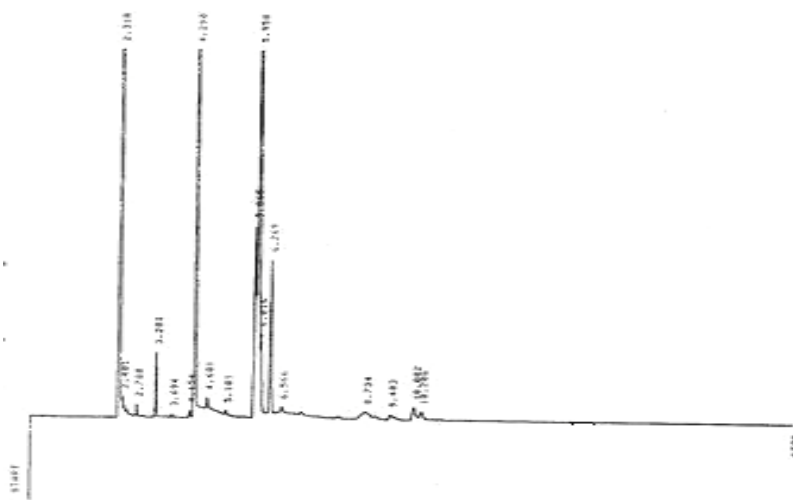
ภาพประกอบ 13 เมทิลเอสเทอร์จากฏิกิริยาเอสเตอร์ฟิเคชัน

## 2 องค์ประกอบทางเคมีของเมทิลเอสเทอร์ที่ได้จากตั้งปฏิกิริยา

จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี (Gas chromatography, GC) แสดงรายละเอียดของผลได้ในตาราง 1 และในภาพประกอบ 14

ตาราง 1 แสดงคุณลักษณะทางเคมีของเมทิลเอสเทอร์

องค์ประกอบในเมทิลเอสเทอร์	เปอร์เซ็นต์ร้อยละโดยน้ำหนัก
Methyl Myristate	1.093
Methyl Palmitate	51.667
Methyl Arachidate	5.990
Methyl Oleate	36.377
Methyl Linoleate	0.004
Methyl Linolenate	4.868
รวม	100



ภาพประกอบ 14 แสดงผลที่ได้ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (GC)

### 3. ผลการทดลอง และวิเคราะห์ผลการทดลอง

ในการทดลองจะเป็นการทดลองออกเป็น 2 ส่วน คือ การทดลองในชุดทำปฏิกิริยาศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมและการทดลองในขวดปิดสนิท (Screw capped bottle 400 ml) การทดลองในชุดค้นแบบของการผลิตเมทิลเอสเทอร์แบบกะและชุดกลั่นใส โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### 3.1 ชุดทำปฏิกิริยาศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมและการทดลองในขวดปิดสนิท

จากการทดลอง พบว่า ที่อุณหภูมิ 75–95°C ที่เวลา 3.00, 4.30 และ 6.00 ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์ผลได้เฉลี่ยของเมทิลเอสเทอร์เป็น 83.345, 92.876 และ 95.480 ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 ผลการทดลองชุดทำปฏิกิริยาศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสม

NO	weight of WPO(g)	weight of MEOH(g)	1% $H_2SO_4$	time (hrs)	temperature (°c)	%methyl ester	% Fatty acid	% triglyceride	% yield methyl ester
1	1000	1400	10	3.00	75	55.262	0.698	41.168	78.120
2	1000	1400	10	3.00	78	87.796	2.887	6.576	88.570
3	1000	1400	10	4.30	95	94.224	0.361	4.126	92.876
4	1000	1400	10	6.00	95	94.604	0	3.890	95.480
5	1000	1400	10	6.00	95	93.518	1.426	4.051	93.744

เพื่อยืนยันผลที่ได้จากกระบวนการผลิตจึงนำ ไขมันสัตว์ เมทานอล และกรดซัลฟิวริกใส่ในขวดปิดสนิท(Screw capped bottle 400 ml) นำมาทำปฏิกิริยาในอ่างทำความร้อน (water bath) ที่อุณหภูมิ 80-95 °C แล้วจึงนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง TLC ได้ค่าต่าง ๆ ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 ผลการทดลองในขวดปิดสนิท (Screw capped bottle 400 ml)

NO	weight of WPO(g)	weight of MEOH(g)	1%H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	time (hrs)	temperature (°c)	%methyl ester	% Fatty acid	%triglyceride
1	100	140	1	3.00	75	82.290	0.623	3.483
2	100	140	1	4.30	95	92.437	1.058	4.811
3	100	140	1	6.00	95	94.569	0.553	2.953

### 3.1.1 ผลการทดลองการแยกคืนเมทานอลกลับ

จากกระบวนการแยกคืนกลับเมทานอลจะได้ปริมาตรของเมทานอลรวมทั้งหมดคือ 1094 มิลลิลิตร พบว่า ปริมาตรของเมทานอลจะมากในช่วง 10 นาทีแรก หลังจากนั้นจะลดลงเร็วมากและไม่สามารถควมแน่นได้อีก โดยเฉพาะในส่วนหอคูดซับหลังจาก 10 นาทีแรก ตัวหอยจะเย็นจัด สังเกตได้จากการสัมผัส และไอน้ำที่เกิดขึ้นรอบๆ หอคูดซับ เมื่อถอดตัวหอคูดซับออกจากหอยยังคงมีกลิ่นของเมทานอล และตัวหอคูดซับบางส่วนยังมีลักษณะชื้นเต็มไปด้วยเมทานอลและน้ำแตกต่างจากตอนใส่ครั้งแรก

### 3.2 ชุดค้นแบบของการผลิตเมทิลเอสเทอร์แบบกะและชุดกลั่นใส

ลักษณะของเมทิลเอสเทอร์ที่ผลิตได้การทำปฏิกิริยาเอสเตอริฟิเคชัน จะมีกลิ่นเหม็นน้อยลง มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลเข้มและใส และเมื่อนำไปกลั่นใส จะได้ของเหลวใสสีเหลืองอ่อน ดังแสดงในภาพประกอบ 15



ภาพประกอบ 15 ลักษณะของเมทิลเอสเทอร์ที่ได้ทำปฏิกิริยาเอสเตอร์ฟิเคชันและการกลั่นใส

### 3.2.1 ผลการทดลองในชุดต้นแบบของการผลิตเมทิลเอสเทอร์แบบกะและชุดกลั่นใส

ในตาราง 4 และ 5 แสดงความเป็นเมทิลเอสเทอร์ และองค์ประกอบอื่นๆในเมทิลเอสเทอร์ที่ได้ และแสดงผลการวิเคราะห์เมทิลเอสเทอร์ที่ได้ด้วยเครื่อง TLC ในภาคผนวก ก ภาพประกอบ 26-37 ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อนำเมทิลเอสเทอร์จากถังปฏิกิริยามาทำการกลั่นใสเมทิลเอสเทอร์จะมีความบริสุทธิ์เพิ่มขึ้น และสามารถลดองค์ประกอบตัวอื่นๆลงได้ ทำให้น้ำมันเมทิลเอสเทอร์มีค่าใกล้เคียงกับค่าเมทิลเอสเทอร์มาตรฐาน CUNA ของประเทศอิตาลี

ตาราง 4 ผลการทดลองในชุดต้นแบบของการผลิตเมทิลเอสเทอร์แบบกะ

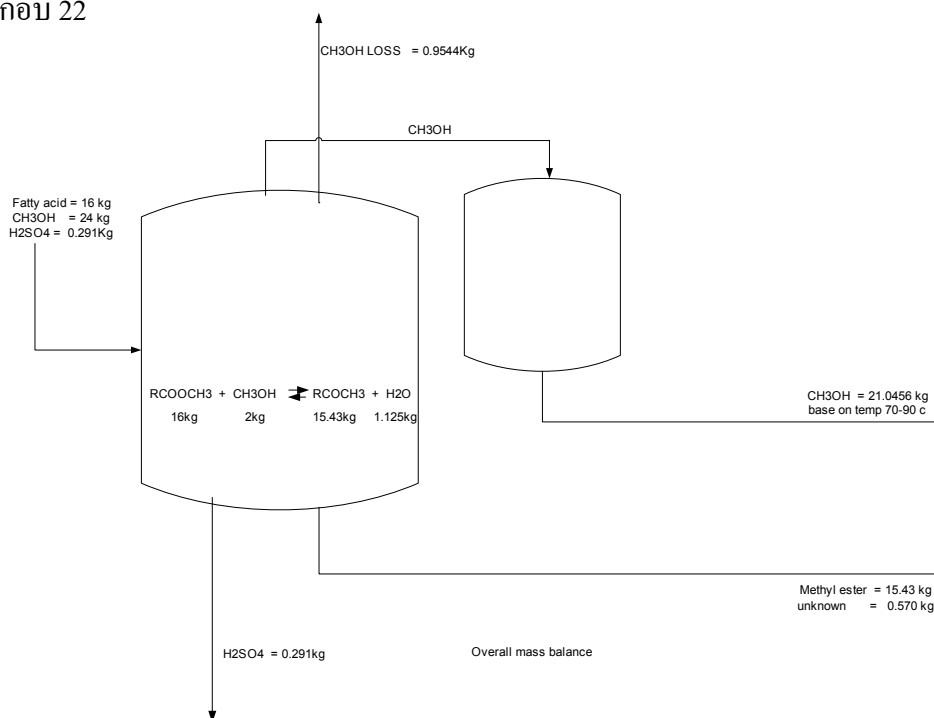
RUN NO	weight of WPO	weight of methanol	1% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	time	temperature	% methyl ester	% fatty acid	% tri glyceride	% di glyceride	% mono glyceride	% yield of methyl	% methanol recovery
1	16	24	0.291	6	85-95	97.429	0.48	0.352	0.0097	0.761	95.00	-
2	16	24	0.291	6	85-95	95.359	0.939	0.741	0.545	2.116	95.00	64.125
3	16	24	0.291	4	85-95	95.349	0.997	0	0.574	3.079	96.44	83.306
4	16	22.5	0.291	4	85-95	95.436	0.664	0.293	0.599	3.008	92.50	82.545
5	16	22.5	0.291	4	85-95	94.741	1.479	0	0.960	2.819	97.50	77.672
6	16	22.5	0.291	4	85-95	93.751	0.836	0	0.449	4.964	93.75	86.222

ตาราง 5 ผลการทดลองในชุดต้นแบบของการกลั่นไฮเมทิลเอสเทอร์

RUN NO	Volume of ME	time	temperature	% methyl ester	% fatty acid	% tri glyceride	% di glyceride	% mono glyceride	% yield of methyl
1	3	3	275-400	98.571	0.732	0.698	0	0	55.00
2	3	3	275-400	98.120	0.682	0	0	1.198	55.00
3	3	3	275-400	98.694	0.824	0	0	0.482	55.00
4	3	3	275-400	95.747	1.183	1.869	0	1.201	52.30
5	3	3	275-400	95.710	0.943	2.546	0	0.810	80.67

3.2.2 ผลการทดลองการดึงเมทานอลกลับ

จากผลการทดลองครั้งที่ 3 ใช้ไขมันปาล์ม 16 กิโลกรัม ทำปฏิกิริยากับเมทานอล 24 กิโลกรัม และกรดซัลฟิวริก 0.291 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิ 85 – 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ดังแสดงในภาพประกอบ 3 ได้เมทิลเอสเทอร์ 15.43 กิโลกรัม หรือ 96.44 % ของน้ำหนักวัตถุดิบ สามารถควบแน่นเมทานอลกลับมาได้ 21.045 กิโลกรัม เมทานอลใช้ในการทำปฏิกิริยา 2 กิโลกรัม สูญเสียไปในระหว่างการผลิต 0.955 กิโลกรัม จากเมทานอลที่ใส่เริ่มต้น 24 กิโลกรัม ดังแสดงในภาพประกอบ 22



ภาพประกอบ 16 คุณมวลสารของกระบวนการผลิตเมทิลเอสเทอร์จะไขมันปาล์ม

#### 4. วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของเมทิลเอสเทอร์

ผลจากการวิเคราะห์คุณสมบัติของเมทิลเอสเทอร์ในห้องปฏิบัติการทางเคมีเทียบกับค่ามาตรฐานของไบโอดีเซลตามมาตรฐาน ASTM D 6751 ของประเทศสหรัฐอเมริกา ค่าที่ได้แสดงในตาราง 6

ตาราง 6 คุณสมบัติของเมทิลเอสเทอร์เทียบกับค่ามาตรฐานของไบโอดีเซลตามมาตรฐาน ASTM D 6751 ของประเทศสหรัฐอเมริกา

รายการที่วิเคราะห์	หน่วย	วิธีทดสอบ	ค่ามาตรฐานของไบโอดีเซลตามมาตรฐาน ASTM D 6751		ค่าที่ได้จากห้องปฏิบัติการ
			เกณฑ์ต่ำสุด	เกณฑ์สูง	
ค่าความต้งจำเพาะ ที่	กรัม/มิลลิลิตร	ASTM D 1298			0.868
จุดวาบไฟ (Flash point)	°ซ	ASTM D 93	130	-	164
ค่าความหนืด ที่ 40°ซ	มม. <sup>2</sup> /วินาที	ASTM D 445	1.9	6.0	6.893
จุดขุ่น (Cloud point)	°ซ	ASTM D 2500	-	-	13
จุดไหลเท (Pour point)	°ซ	ASTM D 97	-	-	11
อุณหภูมิการกลั่นเทียบ	°ซ	ASTM D 86	-	360	345