

### บทที่ 3

#### ผลและวิจารณ์

#### 1. คุณภาพทางเคมีของน้ำมันปาล์ม

วิเคราะห์ทางเคมีของวัตถุดิบน้ำมันปาล์มแต่ละชนิดคือ ปาล์มโอเลอิน ปาล์มสเตียริน และปาล์มมิดเฟลคชัน ซึ่งเป็นวัตถุดิบเริ่มต้นในการคัดแปรน้ำมัน โดยคุณภาพของน้ำมันปาล์มที่ผลิตเพื่อจำหน่าย นำเข้าเพื่อจำหน่ายหรือที่จำหน่ายเพื่อใช้รับประทานหรือปรุงแต่งอาหาร ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 22

ตารางที่ 22 คุณสมบัติทางเคมีของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์

Chemical properties of refine palm oils.

Parameter (mg/g oil)	Refine palm oils		
	PO	PS	PMF
Acid value	0.097	0.039	0.105
Peroxide value	8.97	5.07	9.91
Saponification value	194.95	201.57	193.79
Iodine value (wijs)	58.59	39.10	56.44

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของวัตถุดิบน้ำมันปาล์ม พบว่าน้ำมันปาล์มสำหรับการวิจัยมีคุณสมบัติทางเคมีอยู่ในเกณฑ์ของมาตรฐาน เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพของน้ำมันปาล์มซึ่งมีค่ามาตรฐานของ acid value peroxide value และ saponification value จะต้อง น้อยกว่า10 น้อยกว่า10 และ190 - 209 มิลลิกรัมต่อน้ำมัน 1 กรัม ตามลำดับ และค่ามาตรฐาน iodine value ของปาล์มโอเลอิน และ ปาล์มสเตียริน

คือ มากกว่าหรือเท่ากับ 55 และ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 48 (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม, 2528)

## 2. สมบัติของไขมันเลียนแบบเนยโกโก้ที่ได้จากส่วนต่างๆของน้ำมันปาล์มดัดแปรโดยใช้ปฏิกิริยาเอซิโดไลซิส

น้ำมันปาล์มโอเลอิน ปาล์มสเตียริน และปาล์มมิดแฟรคชัน ผสมกับกรดไขมันสเตียริก เมื่อผ่านการดัดแปรด้วยปฏิกิริยาเอซิโดไลซิสโดยมีเอนไซม์ lipozyme IM เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่อุณหภูมิและเวลาในแต่ละระดับ ทำให้เกิดการสับเปลี่ยนกรดไขมันบนไตรกลีเซอไรด์รวมถึงเกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบและจุดหลอมเหลวของไขมันจากการวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบของไขมันในไขมันดัดแปรพบว่าปริมาณไตรกลีเซอไรด์จะลดลงแต่ปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิและเวลาของปฏิกิริยาสูงขึ้น ส่งผลให้จุดหลอมเหลวของไขมันดัดแปรเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นจึงคัดเลือกสถานะของปฏิกิริยาจากการทดลองทั้งหมดซึ่งให้ไขมันดัดแปรที่มีปริมาณไตรกลีเซอไรด์สูง ปริมาณกรดไขมันอิสระต่ำและมีจุดหลอมเหลวใกล้เคียงกับเนยโกโก้ ดังแสดงในตารางที่ 23 เมื่อนำไขมันดัดแปรจากสถานะที่คัดเลือกได้ข้างต้นมาวิเคราะห์รูปแบบการหลอมเหลวเปรียบเทียบกับเนยโกโก้ดังแสดงในตารางที่ 24 พบว่าไขมันดัดแปรจากปาล์มโอเลอินที่อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา 55 องศาเซลเซียส เวลา 12 ชั่วโมง มีช่วงการหลอมเหลวใกล้เคียงกับเนยโกโก้มากกว่าสถานะอื่นๆในน้ำมันชนิดเดียวกัน เช่นเดียวกับน้ำมันปาล์มมิดแฟรคชัน ส่วนไขมันดัดแปรจากปาล์มสเตียรินจะมีช่วงการหลอมเหลวต่างจากเนยโกโก้ เนื่องจากในปาล์มสเตียรินมีกรดไขมันชนิดอิ่มตัวสูงกว่าน้ำมันปาล์มจากส่วนอื่นๆทำให้การสับเปลี่ยนกรดไขมันบนไตรกลีเซอไรด์มีโอกาสเกิดเป็น trisaturated triglyceride สูงกว่าในน้ำมันชนิดอื่น (Berger, 2001) โดยไขมันดัดแปรจากปาล์มสเตียรินที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เวลา 15 ชั่วโมง มีช่วงการหลอมเหลวใกล้เคียงเนยโกโก้มากกว่าไขมันดัดแปรจากสถานะอื่นในน้ำมันชนิดเดียวกัน

ตารางที่ 23 คุณสมบัติของไขมันเลียนแบบเนยโกโก้ที่ได้จากน้ำมันปาล์มดัดแปร

Properties of cocoa butter-like fat from modified palm oil.

Palm oil	Reaction Temp (°C)	Reaction Time (h)	Triglyceride (%)	Free fatty acid (%)	Melting Point (°C)
PO:St*	45	12	72.02	13.52	28.0
	45	15	73.98	10.33	27.5
	55	12	71.27	10.89	29.5
	55	15	69.25	13.8	29.0
	55	18	65.26	17.26	29.5
PMF:St*	45	12	72.96	15.02	29.0
	45	15	69.78	19.63	29.0
	45	18	71.04	12.78	30.5
	55	12	74.02	14.54	29.5
	55	15	69.58	16.08	30.5
PS:St*	45	12	76.90	12.59	36.0
	45	15	74.02	14.28	36.0
	55	12	65.04	16.44	35.0
	55	15	67.99	17.08	35.5
CB*	-	-	97.19	0.84	29.0

\* PO = Palm olein ; PMF = Palm midfraction ; PS = Palm stearin ; St = Stearic acid  
and CB = Cocoa butter

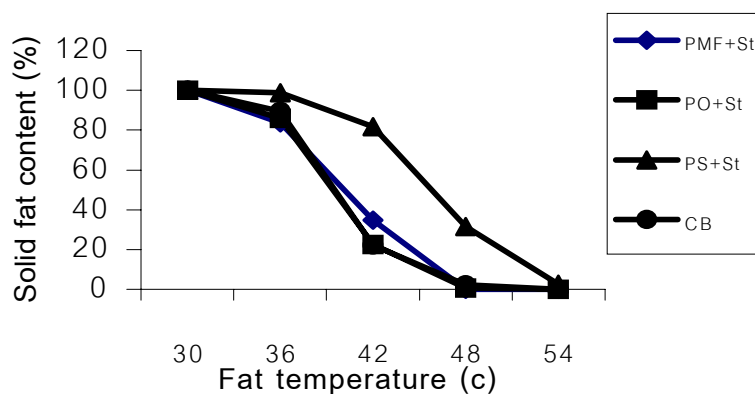
ตารางที่ 24 ช่วงการหลอมเหลวของไขมันเลียนแบบเนยโกโก้ที่ได้จากน้ำมันปาล์ม  
ดัดแปร

Melting range of cocoa butter-like fat from modified palm oil.

Palm oil	Reaction Temp (°C)	Reaction Time (h)	Onset (°C)	T max (°C)	Endset (°C)
PO:St*	45	12	31.1	36.8	54.9
	45	15	30.1	38.1	52.6
	55	12	31.7	39.3	48.9
	55	15	31.6	40.7	53.7
	55	18	30.8	38.6	54.1
PMF:St*	45	12	28.8	38.4	53.8
	45	15	30.1	37.8	52.7
	45	18	30.9	39.1	53.0
	55	12	31.2	39.3	51.1
	55	15	30.7	40.4	54.3
PS:St*	45	12	28.9	54.5	64.8
	45	15	25.6	50.6	61.4
	55	12	29.8	48.6	59.0
	55	15	34.4	46.8	56.6
CB*	-	-	31.5	39.6	48.1

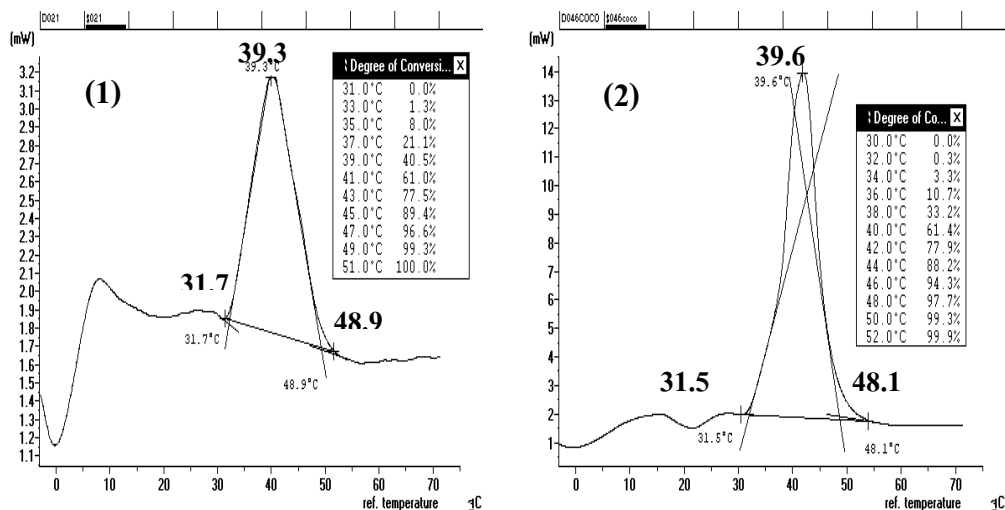
\* PO = Palm olein ; PMF = Palm midfraction ; PS = Palm stearin ; St = Stearic acid  
and CB = Cocoa butter

จากผลการเปลี่ยนแปลง Solid fat content (SFC) ของไขมันเลียนแบบเนยโกโก้ที่คัดเลือกได้จากน้ำมันปาล์ม 3 ชนิด ซึ่งแสดงถึงปริมาณไขมันส่วนแข็งที่มีอยู่เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป พบว่ารูปแบบการเปลี่ยนแปลง SFC ของน้ำมันปาล์มโอเลอินไม่แตกต่างกัน SFC ของเนยโกโก้ ( $p>0.05$ ) ดังแสดงในภาพที่ 14 อย่างไรก็ตาม น้ำมันปาล์มมิดแฟรคชันผสมกรดสเตียริกก็มีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของ SFC ใกล้เคียงกับเนยโกโก้เช่นกัน แต่น้ำมันปาล์มมิดแฟรคชันมีผู้ผลิตน้อยรายต่างกับน้ำมันโอเลอิน ดังนั้นจึงเลือกไขมันเลียนแบบเนยโกโก้ที่คัดแปรได้จากปาล์มโอเลอินผสมกรดไขมันสเตียริกโดยปฏิกิริยาเอซิโดไลซิสที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เวลา 12 ชั่วโมง ดังแสดงในภาพที่ 15 เพื่อใช้ทำการศึกษาในขั้นต่อไป



ภาพที่ 14 ผลของอุณหภูมิต่อปริมาณไขมันส่วนแข็งของไขมันเลียนแบบเนยโกโก้จากน้ำมัน 3 ชนิดเปรียบเทียบกับเนยโกโก้

Effect of temperature on solid fat content of cocoa butter-like fat (CBL) from palm oil midfraction (PMF) with stearic acid (St), PO with St, and PS with St compare with cocoa butter (CB).



ภาพที่ 15 รูปแบบการหลอมเหลวของไขมันเลียนแบบเนยโกโก้จากน้ำมันปาล์ม  
โอเลอินกับกรดไขมันสเตียริก ทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 55<sup>0</sup>ซ และเวลา 12  
ชั่วโมง (1) และ เนยโกโก้ (2)

Melting profile of cocoa butter like fat (CBL) from palm olein with stearic  
acid at 55<sup>0</sup> C for 12 h (1) and cocoa butter (CB) (2).

### 3. ผลการคัดเลือกสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ช็อกโกแลตชนิดแท่งและชนิดเคลือบ

#### 3.1 คัดเลือกสูตรพื้นฐานในการผลิตช็อกโกแลตชนิดแท่ง

การผลิตช็อกโกแลตชนิดแท่งมาจำนวน 3 สูตร ซึ่งมีส่วนผสมในการผลิตเหมือน  
กันแต่มีความแตกต่างกันในด้านปริมาณของส่วนผสม ทำการผลิตช็อกโกแลตทั้ง 3 สูตร  
โดยใช้ไขมันเลียนแบบเนยโกโก้ที่ได้จากการดัดแปรมาเป็นส่วนผสมแทนเนยโกโก้  
ทั้งหมดในการผลิต เนื่องจากต้องการหาสูตรที่เหมาะสมสำหรับใช้กับไขมันเลียนแบบ  
เนยโกโก้มากที่สุด เมื่อศึกษาคุณลักษณะของช็อกโกแลตชนิดแท่งทั้ง 3 สูตรได้ผลดังนี้

##### 3.1.1 ค่าความแข็งของช็อกโกแลต

ค่าความแข็งของช็อกโกแลตทั้ง 3 สูตรแสดงในตารางที่ 25 แสดงให้เห็นว่า  
ช็อกโกแลตที่มีการใช้ปริมาณไขมันเลียนแบบเนยโกโก้สูงจะทำให้ความแข็งของ  
ช็อกโกแลตลดลงเนื่องจากไขมันเป็นส่วนหนึ่งของของเหลว (liquid phase) เพียงส่วนเดียว