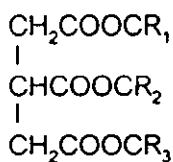


ตรวจเอกสาร

น้ำมันปาล์ม

น้ำมันปาล์มได้จากผลของต้นปาล์มซึ่งเป็นพืชที่อยู่ในตระกูล *Palmae* เช่นเดียวกับมะพร้าว ตาล จากและระกำ มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Elaeis guineensis jacq* พันธุ์ที่นิยมปลูกกันทั่วไปคือ พันธุ์เทนเนอรา (Tenera) (เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธ์, 2531) ทะลายปาล์มสด (Fresh Fruit Bunch-FFB) เป็นผลผลิตจากต้นปาล์มจะประกอบด้วย ทะลายเปล่า (Bunch) และผลปาล์ม (Fruit) ซึ่งภายในประกอบด้วยส่วนของชั้นเปลือก (Mesocarp) ในชั้นนี้จะมีน้ำมันเรียกว่าน้ำมันปาล์ม (Palm Oil) จากชั้นเปลือกจะมีชั้นกะลา (Shell) ซึ่งหุ้มเมล็ดในอยู่ ภายในเมล็ดจะมีน้ำมันอีกชนิดหนึ่งเรียกว่า Palm Kernel Oil (PKO) มีส่วนประกอบทางเคมีแตกต่างไปจากน้ำมันปาล์ม ปาล์มพันธุ์เทนเนอราที่นิยมปลูกโดยทั่วไปเมื่อมีอายุได้ 8 ปี จะมีปริมาณน้ำมันในผลปาล์มประมาณ 22% และในเมล็ดในปาล์มประมาณ 2.5% จากน้ำหนักทะลายปาล์มสด โดยปริมาณน้ำมันจากเปลือกซึ่งเป็นตัวที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูงสุดนั้น จะมีปริมาณแตกต่างกันไปตามอายุของปาล์ม พันธุ์ปาล์ม ตลอดจนการดูแลรักษา ในกรณีที่ปาล์มมีอายุน้อยปริมาณน้ำมันจากเปลือกก็จะมีน้อยไปด้วย (ผาสุก กุลละวณิช และคณะ, 2531)

น้ำมันปาล์มและน้ำมันเมล็ดในปาล์มจะเหมือนน้ำมันพืชและไขมันสัตว์ที่บริโภคได้โดยทั่วไปซึ่งจะมีโครงสร้างที่ประกอบด้วยกลีเซอรอล (glycerol) หรือ กลีเซอริน (glycerine) และกรดอินทรีย์หรือกรดคาร์บอกซิลิก (carboxylic acid) ดังรูปที่ 1 ซึ่งในน้ำมันปาล์มและน้ำมันเมล็ดในปาล์มจะมีกรดอินทรีย์หรือกรดไขมันเป็นองค์ประกอบดังตารางที่ 1 ส่งผลให้น้ำมันปาล์มและน้ำมันเมล็ดในปาล์มมีสมบัติทางกายภาพและทางเคมีดังตารางที่ 2



รูปที่ 1 : โมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์

ที่มา : Coultate (1979)

ตารางที่ 1 ชนิดและปริมาณกรดไขมันในน้ำมันปาล์มและน้ำมันเมล็ดในปาล์ม

กรดไขมัน	จำนวนคาร์บอน	ปริมาณกรดไขมัน (%)	
		น้ำมันปาล์ม	น้ำมันเมล็ดในปาล์ม
Caproic	C 6:0	-	0.3-1
Caprylic	C 8:0	-	2.8-4
Capric	C 10:0	-	3.0-4
Lauric	C 12:0	0.3	48-50
Myristic	C 14:0	1-2	16-17.7
Palmitic	C 16:0	29-48	8-8.2
Stearic	C 18:0	4-7	1.7-2.4
Oleic	C 18:1	34-39	12-16
Linoleic	C 18:2	9-11	1.6-3
Linolenic	C 18:3	0.3	-
Arachidic	C 20:0	0.2	0.1

ที่มา : ดัดแปลงจาก Weiss (1973), Coultate (1989) และ Shukla (1995)

ตารางที่ 2 สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำมันปาล์มและน้ำมันเมล็ดในปาล์ม

สมบัติทางเคมี/กายภาพ	น้ำมันปาล์ม	น้ำมันเมล็ดในปาล์ม
จุดหลอมเหลว	40-43	20
ค่าสaponifiเคชัน	195-250	243-255
ค่าไอโอดีน	45-56	14-24
ค่าดัชนีหักเหแสง	1.4565-1.4585	1.449-1.452

ที่มา : ดัดแปลงจาก Weiss (1973), Coultate (1989) และ Shukla (1995)

ส่วนต่าง ๆ ของ น้ำมันปาล์ม (palm oil fraction)

น้ำมันปาล์ม (Palm oil) มีสภาพเป็น semi-solid ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เมื่อผ่านการแยกส่วน (fractionation) จะได้เป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของของเหลว คือ olein และส่วนของของแข็ง คือ stearin ในสัดส่วน 7:3 และเมื่อผ่าน double fractionation จะได้ส่วนของ palm mid-fraction ด้วยซึ่งส่วนนี้จะมียังประกอบของไตรกลีเซอไรด์พวก POP อยู่เป็นปริมาณมาก องค์ประกอบกรดไขมันของส่วนต่าง ๆ ของน้ำมันปาล์มแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 องค์ประกอบกรดไขมันของ olein และ stearin จาก palm oil

กรดไขมัน	Olein	Stearin	Palm mid fraction
C12:0	0.1-1.1	0.1-0.6	0.1
C14:0	0.9-1.4	1.1-1.9	0.8
C16:0	37.9-41.7	7.2-73.8	52.8
C16:1	0.1-0.4	0.05-0.2	-
C18:0	4.0-4.8	4.4-5.6	6.7
C18:1	40.7-43.9	15.9-37.0	34.7
C18:2	10.4-13.4	3.2-9.8	3.9
C18:3	0.1-0.6	0.1-0.6	0.1

ที่มา: Ooi และคณะ (1995)

เอนไซม์ไลเปส (Lipases)

เอนไซม์ไลเปส (E.C. 3.1.1.3) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า กลีเซอรอลเอสเทอร์ไฮโดรเลส (glycerol ester hydrolases) เป็นเอนไซม์ที่ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสโมเลกุลของเอซิลกลีเซอไรด์ได้ผลิตภัณฑ์เป็น ไดกลีเซอไรด์ โมโนกลีเซอไรด์ กรดไขมันและกลีเซอรอล (Macrae, 1983) ปฏิกิริยาสามารถเกิดแบบย้อนกลับได้ขึ้นอยู่กับภาวะควบคุมสภาวะแวดล้อมของสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยา

Shahani (1975) กล่าวว่าไลเปสเป็นเอนไซม์กลุ่มหนึ่งในเอสเทอร์ส ที่สามารถเร่งปฏิกิริยาการย่อยสลายเอสเทอร์ที่ไม่ละลายน้ำ พวกไตรกลีเซอไรด์ได้ดี นอกจากนี้ไลเปสยังสามารถเร่งปฏิกิริยาการย่อยสลายสารประกอบประเภทอื่น ๆ ที่ประกอบด้วยหมู่คาร์บอกซิลิกเอสเทอร์ ซึ่งไม่ใช่เอซิลกลีเซอไรด์ทั้งที่มีในธรรมชาติหรือจากการสังเคราะห์โดยที่ปฏิกิริยาจะมีความจำเพาะเจาะจงกับโครงสร้างไอโซเมอร์ของสับสเตรทสูง (Malcata, et al., 1990) จุดเด่นของไลเปสคือ มีสับสเตรทหลายชนิดและมีความจำเพาะเจาะจงสูง ในปัจจุบันนี้เอนไซม์ไลเปสจึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการสังเคราะห์สารอินทรีย์ต่าง ๆ ทดแทนการสังเคราะห์ทางเคมี เพื่อผลิตสารที่สำคัญได้แก่ การสังเคราะห์ตัวยาที่ใช้ทางด้านเภสัชกรรม การสังเคราะห์สารตัวกลางและการปรับปรุงโครงสร้างของไขมันจากธรรมชาติ ดังนั้นปัจจุบันไลเปสจึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ มากมาย ได้แก่ อุตสาหกรรมอาหารและยา ผงซักฟอก เครื่องสำอาง และเครื่องหนัง นอกจากนี้ยังมีการนำไลเปสมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากชุมชน และจากโรงงานอุตสาหกรรมอาหารด้วย (Godtfredsen, 1993; Bosley, และ Peilow 1996)

Yoon และคณะ (1996) กล่าวว่าเอนไซม์ไลเปส (EC 3.1.1.3) ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาการย่อยสลายด้วยน้ำ (hydrolysis) และปฏิกิริยาสังเคราะห์กลีเซอไรด์และเอสเทอร์ ปฏิกิริยาการสังเคราะห์กลีเซอไรด์มีหลายแบบได้แก่

- การสังเคราะห์ระหว่างแอลกอฮอล์กับกรดไขมันอิสระ (esterification)
- การแลกเปลี่ยนกลุ่ม acyl ระหว่างเอสเทอร์กับกรด (acidolysis)
- การแลกเปลี่ยนกลุ่ม acyl ระหว่างเอสเทอร์กับแอลกอฮอล์หรือกลีเซอรอล (alcoholysis)
- การแลกเปลี่ยนกลุ่ม acyl ระหว่างเอสเทอร์ (interesterification)

เอนไซม์ไลเปสละลายในน้ำแต่สับสเตรทส่วนใหญ่ไม่ละลายน้ำ การเร่งปฏิกิริยาจึงเกิดได้ดีที่บริเวณผิวสัมผัสระหว่างน้ำกับสับสเตรท (oil-water interface) (Shahani, 1975) เมื่อมีการค้นพบว่าเอนไซม์ไลเปสสามารถคงตัวและทำงานได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ จึงได้มีการนำเอาตัวทำละลายอินทรีย์มาใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวการสัมผัสระหว่างน้ำและน้ำมันทำให้อัตราเร็วของปฏิกิริยาเกิดได้ดีขึ้น

ปฏิกิริยาอินเตอร์เอสเทอร์ฟิเคชัน เป็นกระบวนการที่ใช้ในอุตสาหกรรมไขมันและ น้ำมันเพื่อตัดแปรงค์ประกอบและปริมาณของไตรกลีเซอไรด์ที่มาผสมกัน ปรับปรุงลักษณะทางกายภาพและคุณค่าทางโภชนาการเพื่อนำไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เช่น เนยเทียม และเนยขาว เป็นต้น ในกระบวนการอินเตอร์เอสเทอร์ฟิเคชันทางเคมีจะใช้ sodium methal หรือ sodium methoxide เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาโดยใช้ในการปรับเปลี่ยนกลุ่ม เอซิล ระหว่างโมเลกุลของ กลีเซอไรด์ซึ่ง

ได้กลีเซอไรด์ผสมที่มีกรดไขมันกระจายอยู่ในโมเลกุลแบบสุ่มนอกจากนี้ยังสามารถใช้กับไตรกลีเซอไรด์ที่ผสมกับกรดไขมัน เมื่อต้องการทำให้กลีเซอไรด์ในผลิตภัณฑ์ที่มีกรดไขมันอิสระที่ต้องการมากขึ้น Rousseau และคณะ (1996) ศึกษาปฏิกิริยาอินเตอร์เอสเทอร์ฟิเคชันทางเคมี ของไขมันเนยผสมกับน้ำมันคาโนลา ในอัตราส่วน 90:10 80:20 70:30 60:40 50:50 40:60 30:70 20:80 10:90 (w/w) โดยมี sodium methoxide เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในปริมาณร้อยละ 0.5 (w/w) ที่ช่วงอุณหภูมิ 5-40 องศาเซลเซียส พบว่าปฏิกิริยาอินเตอร์เอสเทอร์ฟิเคชันทางเคมีมีผลทำให้คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของไขมันเปลี่ยนแปลง คือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีจุดหลอมเหลวต่ำลงและมีปริมาณไขมันที่เป็นส่วนแข็ง (solid fat content: SFC) ลดลง เมื่อนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์เนยสามารถปาดแผ่ออกได้ดี (spreadability) เช่นเดียวกับ Petrauskaite และคณะ (1998) ที่ได้ทำการศึกษาปฏิกิริยาอินเตอร์เอสเทอร์ฟิเคชันทางเคมีของไขมันอิ่มตัว ได้แก่ palm stearin หรือ fully hydrogenated soybean oil ผสมกับน้ำมันถั่วเหลืองธรรมดาในอัตราส่วน 10:90 20:80 30:70 40:60 50:50 palm stearin หรือ fully hydrogenated soybean oil: soybean oil (w/w) โดยมี sodium methoxide เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ในปริมาณร้อยละ 0.2 (w/w) ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที พบว่าไขมันผสมที่มีการใช้ไขมันอิ่มตัวร้อยละ 30-50 จะมี plasticity curve อยู่ในช่วงเดียวกับ shorting และ stick-type margarines ที่ขายทางการค้า และไขมันผสมที่มีการใช้ไขมันอิ่มตัวร้อยละ 20 มีคุณสมบัติที่เหมาะสมจะนำไปผลิตเป็น soft tub -type margarines สำหรับใช้ในผลิตภัณฑ์ลูกกวาดส่วนไขมันผสมที่มีการใช้ palm stearin ร้อยละ 40 หรือที่มีการใช้ fully hydrogenated soybean oil มากกว่าร้อยละ 20 มีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีไม่แตกต่างจากไขมันที่ใช้ในอุตสาหกรรมและพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยาอินเตอร์เอสเทอร์ฟิเคชันมีปริมาณ trans - fatty acid (TFA) ต่ำกว่าร้อยละ 0.1 ซึ่งมีค่าน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับไขมันทางการค้าที่ใช้ในอาหารที่มีค่าประมาณร้อยละ 1.3-12.1

Neff และคณะ (1994) ทำการปรับปรุงความคงตัวต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมันถั่วเหลือง โดยเกิดปฏิกิริยาอินเตอร์เอสเทอร์ฟิเคชันทางเคมีระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองกับน้ำมันปาล์มโอเลอิน ในอัตราส่วน 90:10 80:20 70:30 และ 50:50 โดยน้ำหนัก โดยมี sodium methoxide เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในปริมาณร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ความคงตัวต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ขึ้นกับกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบและโครงสร้างของไตรกลีเซอไรด์ จากการศึกษาพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มี กรดลิโนเลนิกและกรดลิโนเลอิก เพิ่มขึ้น แต่มีกรดโอเลอิก ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันถั่วเหลืองธรรมดา ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีความเสถียรมากกว่าโดยกรดไขมันในโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์มีการกระจายแบบสุ่ม เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Hiroaki และคณะ (1995) ศึกษาการปรับปรุงความคงตัวต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมันถั่วเหลือง โดยเกิดปฏิกิริยาอินเตอร์เอสเทอร์ฟิเคชันทางเคมีระหว่างน้ำมันถั่วเหลืองกับ methyl stearate ในอัตราส่วน 20:80 (โดยน้ำหนัก) มี sodium methoxide เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ในปริมาณ

ร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มี กรด stearic เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 3.1 เป็นร้อยละ 14.6 และอยู่ในตำแหน่งที่ 1,3 ของโครงสร้างไตรกลีเซอโรลในปริมาณร้อยละ 82.2 ที่เหลืออยู่ในคาร์บอนตำแหน่งที่ 2 ของโครงสร้างไตรกลีเซอโรลอีกร้อยละ 17.8 ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีโครงสร้างไตรกลีเซอโรลเป็นแบบ LLS LOS SLP SLS และ SOP เพิ่มขึ้น แต่มีโครงสร้างแบบ LLL LLO LOP OOO และ POO ลดลงเมื่อเทียบกับน้ำมันถั่วเหลืองธรรมดา (L: linoleic, O; oleic S: stearic และ P: palmitic) นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ได้ยังมีค่า degree of unsaturation และ oxidizability ลดลงจาก 1.61 เป็น 1.39 และ 0.74 เป็น 0.64 ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันถั่วเหลืองธรรมดา ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยาอินเตอร์เอสเทอร์ฟิเคชันทางเคมี จึงมีความคงตัวต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันมากกว่า

ในปัจจุบันได้มีการใช้เอนไซม์จากจุลินทรีย์แทนการใช้สารเคมี ซึ่งปฏิกิริยาที่ถูกเร่งโดยเอนไซม์จะสามารถย้อนกลับได้ ดังนั้นปฏิกิริยา Hydrolysis และปฏิกิริยาการสังเคราะห์ไตรกลีเซอไรด์จึงเกิดขึ้น ซึ่งการสลายและสังเคราะห์กลีเซอไรด์ขึ้นมาใหม่เกิดจาก acyl migration ระหว่างโมเลกุลของกลีเซอไรด์และให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยาอินเตอร์เอสเทอร์ฟิเคชัน ในสภาวะที่มีปริมาณน้ำในระบบที่น้อยมากหรือที่เรียกว่า low-water environment หรือ microaqueous system ซึ่งทำให้ปฏิกิริยา Hydrolysis ของไขมันเกิดขึ้นน้อยที่สุด และเอนไซม์ไลเปสก็จะเร่งปฏิกิริยาอินเตอร์เอสเทอร์ฟิเคชันเป็นปฏิกิริยาหลัก การใช้เอนไซม์ไลเปสชนิดไม่จำเพาะต่อตำแหน่งในไตรกลีเซอไรด์ในการเร่งปฏิกิริยาอินเตอร์เอสเทอร์ฟิเคชันของไตรกลีเซอไรด์ จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เหมือนกับผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการอินเตอร์เอสเทอร์ฟิเคชันทางเคมีแต่ถ้าใช้เอนไซม์ไลเปสที่มีความจำเพาะต่อตำแหน่งที่ 1 และ 3 จะเกิดการเปลี่ยนแปลงในตำแหน่ง 1,3 ของไตรกลีเซอไรด์ ทำให้เกิดไตรกลีเซอไรด์ใหม่หรือได้ไตรกลีเซอไรด์ที่มีกรดไขมันที่เติมลงไปมากขึ้น

วิธีการทางเคมีและเอนไซม์มีข้อแตกต่างกันบ้าง ได้แก่วิธีทางเคมีปฏิกิริยามีความรุนแรงควบคุมได้ยาก จะได้กลีเซอไรด์ผสมที่มีกรดไขมันกระจายอยู่ในโมเลกุลของกลีเซอไรด์แบบสุ่ม และไม่สามารถกำหนดผลิตภัณฑ์ที่เราต้องการได้ ส่วนวิธีการใช้เอนไซม์มีข้อดีคือ แหล่งของเอนไซม์มีหลากหลาย ปฏิกิริยาไม่มีความรุนแรง ควบคุมได้ง่ายและสามารถกำหนดผลิตภัณฑ์ที่เราต้องการได้

โกโก้บัตเตอร์ (Cocoa Butter)

โกโก้บัตเตอร์เป็นไขมันที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในเมล็ดโกโก้โดยมีอยู่ในปริมาณร้อยละ 48-49 และมีองค์ประกอบกรดไขมันเป็นแบบเฉพาะตัวคือ มีกรด palmitic stearic และ oleic ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกันและส่วนใหญ่กรดไขมันอิ่มตัว คือ stearic และ palmitic จะอยู่ในตำแหน่ง 1 และ 3 ของไตรกลีเซอไรด์ ดังแสดงในตารางที่ 4 นอกจากนี้โกโก้บัตเตอร์มีสมบัติการหลอมเหลวในช่วงอุณหภูมิที่แคบคือ 30-35 องศาเซลเซียส (Wainwright, 1996)

ตารางที่ 4 Typical chemical and physical properties of cocoa butter

Fatty Acid composition(%)		Triglyceride Profile (%)	
C16:0 (P)	25	POST	36.3 – 41.2
C18:0 (St)	36	StOSt	23.7 – 28.8
C18:1 (O)	34	POP	13.8 – 18.4
C18:2 (L)	3	StOO	2.7– 6.0
C20:0 (Ar)	1	StLP	2.4 – 6.0
Specific gravity at 15°C	0.970 - 0.998	PLSt	2.4 – 4.3
Refractive index at 40°C	1.4565 -1.4570	POO	1.9 – 5.5
Melting point	30 – 35°C	StOAr	1.6 – 2.9
Saponification value	188 –195	PLP	1.5 – 2.5
Iodine value	35 – 40	StLSt	1.2 – 2.1
Unsaponifiable residue	.3 – 0.8	OoAr	0.8 – 1.8
Titer	48 – 50°C	StoSt	0.2 – 1.5
		POL	0.2 1.1
		OOO	0.2 – 0.9

ที่มา: Wainwright (1996)

การผลิตโกโก้บัตเตอร์ เริ่มจากทำความสะอาดเมล็ดโกโก้ ที่ผ่านการหมักและผึ่งให้แห้งแล้ว เพื่อกำจัดพวก เศษดิน หิน ทราาย และเมล็ดที่แตกหักออกไป จากนั้นนำไปอบ แล้วกะเทาะเปลือกออก ส่วนที่ได้ เรียกว่า โกโก้ nibs (Cocoa nibs) อุณหภูมิที่ใช้ในการอบจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของเมล็ดโกโก้ และชนิดของผลิตภัณฑ์ที่จะทำ เมื่อกะเทาะเปลือกออกไปแล้ว แยกเอาเปลือกออก แล้วนำโกโก้ nibs ไปบด โกโก้ nibs นี้จะมีไขมันอยู่ประมาณร้อยละ 51-56 เมื่ออบความร้อนที่เกิดจากการเสียดสีจะทำให้ไขมันหลอมเหลว ของเหลวนี้เรียกว่า Chocolate liquor ซึ่งจะนำไปทำผลิตภัณฑ์ช็อกโกแลตชนิดต่าง ๆ ต่อไป ถ้านำ Chocolate liquor นี้ไปบีบอัด ด้วยแรงสูงๆ ไขมันโกโก้

(cocoa butter) จะแยกตัวออกมา ส่วนที่เหลืออยู่เมื่อทำให้เย็น แล้วนำไปบดจะได้ผงโกโก้ (cocoa powder) ใช้ขงเป็นเครื่องตีม หรือใช้แต่งกลิ่นอาหารต่าง ๆ ซึ่งจะให้กลิ่นช็อกโกแลตแต่จะมีไขมันน้อยกว่าช็อกโกแลต

ไขมันทดแทนโกโก้บัตเตอร์ (Cocoa Butter Alternatives)

Smith (2001) กล่าวไว้ว่าไขมันทดแทนโกโก้บัตเตอร์แบ่งได้เป็น 3 กลุ่มหลัก คือ

- Lauric substitutes or cocoa butter substitutes (CBSs) เป็นไขมันที่มี รูปแบบการหลอมเหลว (melting profile) คล้ายกับโกโก้บัตเตอร์ (CB) แต่โครงสร้างต่างกัน
- Nonlauric substitutes or cocoa butter replacers (CBRs) โดยทั่วไปจะเป็น soft or liquid oil ซึ่งผ่านการ hydrogenation มีพฤติกรรมหลอมเหลวและ chainlength ของ triglycerol คล้ายกับ CB แต่โครงสร้างแตกต่าง
- Cocoa butter equivalents (CBEs)
เป็นไขมันที่มีรูปแบบการหลอมเหลว ขนาดโมเลกุล รูปผลึก (polymorphism) และ องค์ประกอบไตรกลีเซอไรด์ คล้ายกับ CB

Wainwright (1996) รายงานถึงความแตกต่างคุณลักษณะของ CB CBE CBR และ CBS ดังแสดงในตารางที่ 5 และ 6 นอกจากนี้ Lipp and Anklam (1998) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบไตรกลีเซอไรด์หลักของไขมันทดแทนโกโก้บัตเตอร์ไว้ว่า CBE มีองค์ประกอบไตรกลีเซอไรด์หลักเป็น POP POS และ SOS ส่วน CBR มี PEE และ SEE และ CBS มี LLL LLM และ LMM เป็นองค์ประกอบหลัก (P = Palmitic S= Stearic O= Oleic E= Elaidic L= Lauric และ M = Myristic)

การผลิตไขมันทดแทนโกโก้บัตเตอร์สามารถทำได้หลายวิธีโดยส่วนใหญ่ได้จากกระบวนการตัดแปรรูปไขมันพืชด้วยกระบวนการต่าง ๆ เช่น hydrogenation, interesterification และ fractionation เป็นต้น Underraga (2001) ศึกษา การใช้ palm oil midfraction (POMF) เป็น Cocoa butter equivalent (CBE) โดยผ่านกระบวนการ enzymatic interesterification ซึ่งในน้ำมัน POMF มีไตรกลีเซอไรด์หลายชนิด หลังการ interesterification พบว่า POMF มีปริมาณของไตรกลีเซอไรด์แต่ละชนิดใกล้เคียงโกโก้บัตเตอร์มากขึ้น ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 5 Distinguishing characteristics of cocoa butter and cocoa butter alternative

Percent	Cocoa Butter	CBE	CBR	CBS
C8	-	-	-	3
C10	-	-	-	3
C12	-	-	-	54
C14	-	-	-	20
C16	25	30	12	9
C18	36	30	14	10
C18:1	34	35	67	-
C18:2	3	3	6	-
Tempering required	Yes	Yes	Yes	No
Stable crystal	β	β	β'	β'

ที่มา: Wainwright (1996)

ตารางที่ 6 Typical fatty acid compositions and triglyceride profiles for selected CBE feedstocks

	Cocoa	Palm	Illipe	Shea	Sal	Kokum
Palmitic (P)	25	45	16	4	5	2
Stearic (St)	36	5	46	43	44	57
Oleic (O)	34	38	35	45	40	40
Linoleic (L)	2	10	-	7	2	1
Arachidic (Ar)	1	-	2	--	7	-
PPP	-	5	-	5	-	-
POSt	39	3	35	140	11	5
StOSt	26	-	45	-	42	72
POP	16	26	7	2	1	-
StOAr	2	-	4	-	13	-
StLP	4	2	-	-	-	-
PLP	2	7	-	-	-	-
StLSt	1	2	-	-	-	-
PPO	-	5	-	-	-	-
StOO	4	3	3	27	16	15
POO	4	19	-	2	3	-
StOL	-	-	-	6	1	-
OOO	-	3	-	5	3	2

ที่มา: Wainwright (1996)

ตารางที่ 7 องค์ประกอบของไตรกลีเซอไรด์ใน POMF, Cocoa Butter และ CBE ที่ได้จากกระบวนการ interesterification POMF (รายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์)

Sample	POP	POS	SOS	Other TGs.	DGs.
POMF	74.3	14.3	2.0	9.4	-
CB	23.4	42.8	27.5	3.6	2.7
CBE	23.4	38.5	20.2	8.2	9.7

ที่มา : Undurraga และคณะ (2001)

ช็อกโกแลต

ช็อกโกแลตสามารถจำแนกได้เป็น 3 ชนิดใหญ่ ๆ (Jackson, 1999) ได้แก่

- ช็อกโกแลตนม (Milk Chocolate) อาจมีการแบ่งเป็นชนิดย่อย ๆ อีก เช่น
 - ช็อกโกแลตรสนมชนิดรสอ่อน (Light Milk Chocolate) ซึ่งใส่โกโก้แมสปริมาณน้อยลงกว่าปกติ
 - ช็อกโกแลตรสนมชนิดครีม (Cream Milk Chocolate) มีปริมาณนมและไขมันนมสูงกว่าปกติ
- ช็อกโกแลตชนิดไม่ใส่นม (Dark Chocolate) สามารถแบ่งประเภทเรียงลำดับปริมาณโกโก้แมสจากน้อยไปหามากได้ดังนี้
 - ช็อกโกแลตไม่ใส่นมชนิดหวาน (Sweet Chocolate)
 - ช็อกโกแลตไม่ใส่นมชนิดกึ่งหวาน (Semi-Sweet Chocolate)
 - ช็อกโกแลตไม่ใส่นมชนิดหวาน-ขม (Bitter-Sweet Chocolate)
- ช็อกโกแลตขาว (White Chocolate) เป็นช็อกโกแลตที่ไม่มีโกโก้แมสเป็นส่วนประกอบ

ส่วนประกอบของช็อกโกแลต

ช็อกโกแลตชนิดต่าง ๆ มีส่วนประกอบดังแสดงในตารางที่ 8, 9 และ 10

ตารางที่ 8 Dark chocolate recipes (% composition)

Ingredient	Bittersweet chocolate			Dark chocolate		
	High	Average	Low	High	Average	Low
Blended beans/cocoa mass	70	60.65	55.00	43.00	39.62	35.00
Sugar	29.8	36.25	42.04	48.00	48.08	50.37
Added cocoa butter	-	2.60	1.70	7.83	11.75	14.15
Lecithin	0.30	0.30	0.30	0.30	0.35	0.30
Salt				0.06	0.06	0.06
Vanillin		0.20		0.04	0.14	0.12
Vanilla beans						
Total fat	37.10	35.35	31.40	31.20	33.10	33.10

Even in the 1950s fat contents varied for specific uses, e.g. moulding 32%, enrobing 34.5% , piping 29.0%, spinning 38.0%. As was noted earlier, current levels may be much lower,

ที่มา : Talbot (1999)

ตารางที่ 9 Dark chocolate recipe (% composition) (Williams, 1950)

Ingredient	Dark chocolate
Blended beans/cocoa mass	43.18
Sugar	43.40
Added cocoa butter	13.04
Lecithin	0.30
Salt	
Vanillin	
Vanilla beans	
Total fat	36.35

ที่มา : Talbot (1999)

ตารางที่ 10 Typical CBE coating recipes (% composition)

Ingredient	Dark chocolate		Milk chocolate		White chocolate	
	A	B	A	B	A	B
Cocoa mass	40	20	10	10	-	-
Cocoa powder	-	10	-	-	-	-
Full-cream milk powder	-	-	20	-	20	-
Skim-milk powder	-	-	-	15	5	-
CBE	10	20	22	27	27	32
Sugar	50	50	48	48	48	48
Total fat	32	32	32.5	32	32	32

In all recipes 0.4% of lecithin is used.

These recipes are only for use with CBE, which are compatible with both cocoa butter and milk fats

ที่มา : Talbot (1999)

กระบวนการผลิตช็อกโกแลตมีขั้นตอนพื้นฐาน 4 ขั้นตอน (Wainwright, 1996)

1. การผสม (Mixing)
2. การลดขนาด (Refining)
3. การนวด (Conching)
4. การตกผลึก (Crystallization)

การผลิตช็อกโกแลตเริ่มด้วยการผสม Chocolate liquor น้ำตาลขนาด 50-60 μm และโกโก้บัตเตอร์ ตามอัตราส่วนจากนั้นตัวอย่างจะถูกป้อนไปตามลูกกลิ้ง เป็นการทำให้ขนาดอนุภาคเล็กลง ซึ่งเดิมมีมากกว่า 30 μm ลดลงเหลือต่ำกว่า 6 μm ซึ่งในระหว่างการบดหรือไมโครสร้างของน้ำตาลบางส่วนจะแตกซึ่งจะทำให้ช็อกโกแลตแผ่ราบสามารถเคลื่อนตัวได้เร็วขึ้นผ่านช่องว่างของลูกกลิ้งได้ง่าย หลังจากนั้นน้ำตาลจะอยู่ในรูป Amorphous หลังจากผ่านการทำให้ละเอียดหรือการลดขนาดแล้ว จะเป็นขั้นตอนการนวดเพื่อให้เกิดการกระจายตัวของโกโก้บัตเตอร์เพื่อปกคลุม น้ำตาลและอนุภาคไขมัน การนวดต้องต่อเนื่อง และต้องควบคุมแรงเฉือนและควบคุมอุณหภูมิ ลักษณะทางกายภาพจะเกิดการกระจายตัวเป็นเนื้อเดียวกัน dark chocolate จะนวดที่อุณหภูมิประมาณ 70-82°C ในขณะที่ milk chocolate ใช้อุณหภูมิในการนวดต่ำกว่า เพราะอาจทำให้โปรตีนเสียสภาพไปได้ การนวดเป็นการปรับปรุงคุณภาพของกลิ่นรส โดยความร้อนและแรงเสียดทานจากการนวดจะทำให้กรดไขมันที่ระเหยได้ระเหยออกไป และเป็นการลดความชื้นของส่วนผสมให้เหลือประมาณ 0.6-0.8% เพื่อให้ส่วนผสมรวมกันเป็นเนื้อเดียว นอกจากนี้การนวดทำให้ปฏิกิริยาระหว่างกรดอะซิติกกับน้ำตาลรีดิวซ์ ซึ่งเกิดกลิ่นรสในปฏิกิริยา Millard Reaction ด้วย

ส่วนการปรับผลึกเป็นการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปผลึก เปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางกายภาพของไขมัน ซึ่งจะมีผลต่อลักษณะปรากฏของช็อกโกแลต เช่นการแตกหักเนื้อสัมผัส และรวมไปถึงการยอมรับด้านอื่น ๆ ของผลิตภัณฑ์ เทคนิคการปรับผลึกเพื่อพัฒนาให้เกิดผลึกที่เสถียร มีด้วยกัน 4 ขั้นตอน คือ (Wainwright 1996)

1. การหลอมให้สมบูรณ์
2. การทำให้เย็น เริ่มให้เกิดการตกผลึก
3. เพิ่มอุณหภูมิ เล็กน้อย เพื่อหลอมโครงสร้าง ที่ไม่เสถียรให้หมดไป
4. พัฒนาโครงสร้างผลึก