

abst

ข้อมูลข่าวสาร วศ.

ข้อมูลข่าวสารของกรมวิทยาศาสตร์บริการ
ตาม พ.ร.บ. ข้อมูลข่าวสารของราชการ พ.ศ. 2540

วศ
กช
อว 7

ผลงานที่เสนอให้ประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง
นักวิทยาศาสตร์ 6 ว

เรื่องที่ 1

การศึกษาส่วนประกอบของกรดไขมันในน้ำมันปาล์ม

โดย

นางสาวปราณี แซ่โค้ว

นักวิทยาศาสตร์ 5

กลุ่มงานคุณค่าทางโภชนาการ

กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ข้อมูลข่าวกรอง
กรมวิทยาศาสตร์บริการ
ตาม พ.ร.บ. ข้อมูลข่าวสาร พ.ศ. 2540

ผลงานที่เสนอให้ประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง

นักวิทยาศาสตร์ 6 ว

เลขหมาย กศ
กษ
๑๖๗
เลขทะเบียน ๙๘๗๒
วันที่ 4 พฤศจิกายน ๒๕๖๔

เรื่องที่ 1

การศึกษาส่วนประกอบของกรดไขมันในน้ำมันปาล์ม

ด้วยเอกฉันท์นาการ
จาก
กศ.

โดย

นางสาวปราณี แซ่โค้ว

นักวิทยาศาสตร์ 5

กลุ่มงานคุณค่าทางโภชนาการ

กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

บทคัดย่อ

น้ำมันปาล์มเป็นน้ำมันพืชที่ผลิตจากปาล์มน้ำมันซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญชนิดหนึ่งของไทย และเป็นน้ำมันที่มีส่วนแบ่งตลาดการบริโภคภายในประเทศสูงสุด การผลิตน้ำมันปาล์มจำเป็นต้องมีการควบคุมคุณภาพให้ได้มาตรฐาน เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค และเพื่อให้สามารถแข่งขันได้ในตลาดต่างประเทศ เกณฑ์กำหนดในเรื่องส่วนประกอบของกรดไขมัน (fatty acid composition) มีความสำคัญอย่างยิ่งในการควบคุมคุณภาพของน้ำมันปาล์ม ทั้งนี้ เพื่อป้องกันการปลอมปน และด้วยเหตุผลด้านคุณค่าทางโภชนาการ จึงมีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานขึ้นทั้งมาตรฐานภายในประเทศ และมาตรฐานระหว่างประเทศ

จากการศึกษาวิเคราะห์ส่วนประกอบของกรดไขมันในตัวอย่างน้ำมันปาล์มชนิดต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ น้ำมันปาล์มธรรมชาติ น้ำมันปาล์มผ่านกรรมวิธี และน้ำมันปาล์มโอสตี้อื่นผ่านกรรมวิธี จำนวนทั้งหมด 38 ตัวอย่าง ด้วยวิธีแก๊สโครมาโตกราฟี (Gas chromatographic method) โดยการเปลี่ยนกรดไขมันที่อยู่ในรูปไตรกลีเซอไรด์ในน้ำมันให้เป็นเมทิลเอสเทอร์แล้วฉีดเข้าเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี พบว่า ส่วนใหญ่ชนิดและปริมาณของกรดไขมันอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานต่าง ๆ ได้แก่ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 56 (พ.ศ. 2524) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 288 - 2535 และมาตรฐานโคเด็กซ์ (Codex Standard) โดยมีกรดปาล์มมิติคเป็นกรดไขมันอิ่มตัวที่มีปริมาณสูงสุดถึงร้อยละ 38 - 52 ของกรดไขมันทั้งหมด รองลงมาคือ กรดไขมันไม่อิ่มตัวจำพวก กรดโอเลอิกร้อยละ 34 - 46 และ กรดไลโนเลอิกร้อยละ 8 - 17 ของกรดไขมันทั้งหมด นอกจากนี้ ยังพบกรดไขมันอิ่มตัวจำพวก กรดสเตียริก กรดลอริก กรดไมริสติก กรดอาราซิดิก และกรดไขมันไม่อิ่มตัวจำพวก กรดปาล์มมิโตเลอิก และกรดไลโนลีนิก อีกในปริมาณเล็กน้อยรวมกันแล้วประมาณร้อยละ 10 ของกรดไขมันทั้งหมด

สารบัญ

	หน้า
ความเป็นมา	1
คำนำ	2
- วัตถุประสงค์	10
- ระยะเวลาการดำเนินงาน	11
- ประโยชน์ที่ได้รับ	11
วัตถุประสงค์ อุปกรณ์และวิธีการ	11
ผลการวิเคราะห์	14
วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง	22
เอกสารอ้างอิง	26
ภาคผนวก	27
- รูปที่ 3 โครมาโตแกรมแสดงส่วนประกอบของกรดไขมัน ในตัวอย่างน้ำมันปาล์มธรรมชาติ	28
- รูปที่ 4 โครมาโตแกรมแสดงส่วนประกอบของกรดไขมัน ในตัวอย่างน้ำมันปาล์มผ่านกรรมวิธี	29
- รูปที่ 5 โครมาโตแกรมแสดงส่วนประกอบของกรดไขมัน ในตัวอย่างน้ำมันปาล์มโพลีอินผ่านกรรมวิธี	30
- รูปที่ 6 กราฟแสดงชนิดและปริมาณของกรดไขมันที่พบ ในน้ำมันปาล์มชนิดต่าง ๆ	31
- ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 56 (พ.ศ. 2524)	32
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 288 - 2535	41

สารบัญตารางและรูปภาพ

	หน้า
ตาราง	
ตารางที่ 1 : ส่วนประกอบของกรดไขมันในน้ำมันปาล์มจากเนื้อปาล์ม ตามประกาศฯ ฉบับที่ 56 (พ.ศ. 2524)	8
ตารางที่ 2 : ส่วนประกอบของกรดไขมันในน้ำมันปาล์มจากเมล็ดปาล์ม ตามประกาศฯ ฉบับที่ 56 (พ.ศ. 2524)	9
ตารางที่ 3 : ส่วนประกอบของกรดไขมันในน้ำมันปาล์มจากเนื้อปาล์ม ตามมอก. 288 - 2535	9
ตารางที่ 4 : ส่วนประกอบของกรดไขมันในน้ำมันปาล์มจากเนื้อปาล์ม และจากเมล็ดปาล์ม ตามมาตรฐานโคเด็กซ์	10
ตารางที่ 5 : ผลวิเคราะห์ส่วนประกอบของกรดไขมันในตัวอย่างน้ำมันปาล์มธรรมชาติ	16
ตารางที่ 6 : ผลวิเคราะห์ส่วนประกอบของกรดไขมันในตัวอย่างน้ำมันปาล์มผ่านกรรมวิธี	17
ตารางที่ 7 : ผลวิเคราะห์ส่วนประกอบของกรดไขมันในตัวอย่างน้ำมันปาล์มโซลีสอื่น	18
ตารางที่ 8 : เปรียบเทียบผลวิเคราะห์ส่วนประกอบของกรดไขมันในตัวอย่างน้ำมันปาล์ม ธรรมชาติกับมาตรฐานต่าง ๆ	19
ตารางที่ 9 : เปรียบเทียบผลวิเคราะห์ส่วนประกอบของกรดไขมันในตัวอย่างน้ำมันปาล์ม ผ่านกรรมวิธีกับมาตรฐานต่าง ๆ	20
ตารางที่ 10 : เปรียบเทียบผลวิเคราะห์ส่วนประกอบของกรดไขมันในตัวอย่างน้ำมันปาล์ม โซลีสอื่นผ่านกรรมวิธีกับมาตรฐานต่าง ๆ	21

สารบัญตารางและรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปภาพ	
รูปที่ 1 : กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ	5
รูปที่ 2 : กระบวนการกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์	6
รูปที่ 3 : โคโรมาโตแกรมแสดงส่วนประกอบของกรดไขมัน ในตัวอย่างน้ำมันปาล์มธรรมชาติ	28
รูปที่ 4 : โคโรมาโตแกรมแสดงส่วนประกอบของกรดไขมัน ในตัวอย่างน้ำมันปาล์มผ่านกรรมวิธี	29
รูปที่ 5 : โคโรมาโตแกรมแสดงส่วนประกอบของกรดไขมัน ในตัวอย่างน้ำมันปาล์มโพลีอินผ่านกรรมวิธี	30
รูปที่ 6 : กราฟแสดงชนิดและปริมาณของกรดไขมันที่พบ ในน้ำมันปาล์มชนิดต่าง ๆ	31

ความเป็นมา

ภายใต้ข้อตกลงทางการค้าระหว่างประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเขตการค้าเสรีอาเซียน (AFTA) น้ำมันปาล์มเป็นหนึ่งในสินค้าเกษตรที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบค่อนข้างมาก จึงต้องมีการกำหนดแนวทางการพัฒนาขึ้นในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 เพื่อเป็นการรองรับการเปลี่ยนแปลงและผลกระทบที่จะเกิดขึ้น โดยแนวทางการพัฒนาในครั้งนี้ได้กำหนดให้มีการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันปาล์ม รวมทั้งแผนการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม เพื่อให้ประเทศไทยมีอำนาจต่อรองทางการตลาดกับต่างประเทศได้ในอนาคตอันใกล้ ถ้าการผลิตน้ำมันปาล์มในประเทศมีคุณภาพได้มาตรฐาน และผลิตได้มากเกินความต้องการบริโภคในประเทศ จนสามารถแข่งขันได้ในตลาดต่างประเทศ แม้ว่าปัจจุบันมาเลเซียจะเป็นประเทศที่ผลิตน้ำมันปาล์มมากที่สุดในโลก และเป็นศูนย์กลางการซื้อขายน้ำมันปาล์มในทวีปเอเชีย

มาตรฐานของน้ำมันปาล์มในด้าน ส่วนประกอบของกรดไขมัน (fatty acid composition) นับว่ามีความสำคัญมากนอกเหนือจากมาตรฐานอื่น ๆ เช่น ค่าไอโอดีน ค่าของกรดหรือกรดไขมันอิสระ ค่าเพอร์ออกไซด์ ซึ่งมีการกำหนดมาตรฐานของน้ำมันปาล์มไว้ใน ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 56 (พ.ศ. 2524) และในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 288 - 2535 การกำหนดส่วนประกอบของกรดไขมันไว้เป็นมาตรฐาน ก็เพื่อป้องกันการปลอมปนน้ำมัน แต่เนื่องจากปัจจุบันมีการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ปาล์มใหม่ ๆ ทำให้ส่วนประกอบของกรดไขมันมีการเปลี่ยนแปลงไป นอกเหนือจากค่าที่แปรผันได้เนื่องจากสภาพดินฟ้าอากาศ สถานที่เพาะปลูก ซึ่งเป็นตัวแปรตามธรรมชาติที่มีผลต่อส่วนประกอบของกรดไขมันอยู่แล้ว กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพได้ทำการวิเคราะห์ส่วนประกอบของกรดไขมัน ในตัวอย่างน้ำมันปาล์มที่ส่งมาจากหน่วยงานราชการและเอกชน เพื่อการขอขึ้นทะเบียนอาหาร การรับรองคุณภาพของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ตัวอย่างของกลางจากการลักลอบนำเข้าน้ำมันปาล์ม และตัวอย่างน้ำมันปาล์มอื่น ๆ ที่หน่วยงานเอกชนส่งมาตรวจสอบคุณภาพเพื่อการซื้อขาย และได้เก็บรวบรวมข้อมูลไว้เพื่อประกอบการพิจารณาปรับปรุงแก้ไขข้อกำหนด ในมาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และให้สอดคล้องกับมาตรฐานระหว่างประเทศที่จัดทำขึ้นโดยคณะกรรมการโคเด็กซ์ (Codex Alimentarius Commission) ซึ่งประเทศไทยเป็นสมาชิกอยู่ โดยไม่ทำให้ข้อกำหนดของโคเด็กซ์มาเป็นข้อกีดกันทางการค้าของประเทศไทย

คำนำ

น้ำมันปาล์มผลิตจากปาล์มน้ำมันซึ่งเป็นพืชยืนต้นในตระกูลพาล์มมาเซีย (Palmaceae) เช่นเดียวกับ มะพร้าว จาก อินทผาลัม และตาลโตนด ปาล์มน้ำมันมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า อีเลอสิส กินีนิซิส (*Elaeis guineensis*) มีถิ่นกำเนิดในแถบตะวันตกของทวีปแอฟริกา และได้แพร่หลายเข้าไปในประเทศต่าง ๆ ในทวีปอเมริกาใต้ และทวีปเอเชีย จนกระทั่งกลายมาเป็นพืชอุตสาหกรรมที่สำคัญของประเทศมาเลเซีย โดยมาเลเซียเป็นผู้ส่งออกน้ำมันปาล์มรายใหญ่ที่สุดของโลกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2508 เป็นต้นมา

สำหรับประเทศไทยนั้น ตามหลักฐานพบว่าได้มีผู้นำปาล์มน้ำมันเข้ามาปลูกที่จังหวัดสงขลา ก่อนสงครามโลกครั้งที่สอง และต่อมาในปี พ.ศ. 2511 ก็ได้มีการปลูกปาล์มน้ำมันในเชิงการค้าเป็นครั้งแรกที่จังหวัดกระบี่และสตูล โดยได้รับการส่งเสริมจากรัฐบาล และนำพันธุ์ปาล์มมาจากมาเลเซีย หลังจากนั้นมาการปลูกปาล์มน้ำมันก็ได้รับการส่งเสริมอย่างมากจากทั้งภาครัฐและเอกชน เนื่องจากเกษตรกรที่ปลูกปาล์มน้ำมันได้รับผลตอบแทนสูงกว่าพืชเศรษฐกิจอื่นในขณะนั้น เช่น ยางพารา ทำให้พื้นที่การปลูกปาล์มน้ำมันขยายตัวขึ้นอย่างรวดเร็วภายในระยะเวลาไม่ถึง 25 ปี โดยมีพื้นที่ปลูกในปี พ.ศ. 2511 เพียง 1.5 พันไร่ เพิ่มขึ้นถึงเกือบ 9 แสนไร่ในปี พ.ศ. 2534 ตามรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม พื้นที่ปลูกทั้งหมดอยู่ในภาคใต้ซึ่งมีลักษณะภูมิอากาศที่เหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันที่รู้จักกันแพร่หลายมีอยู่ 3 พันธุ์คือ พันธุ์ดูรา (Dura) พันธุ์พิสิเฟอรา (Pisifera) และพันธุ์เทนเนอรา (Tenera) หรือ พันธุ์ดีพี (DP) ซึ่งเป็นพันธุ์ผสมระหว่างพันธุ์ดูราและพิสิเฟอรา และเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกกันมากเพราะเป็นพันธุ์ที่ให้น้ำมันมาก มีผลผลิตต่อไร่สูง ให้ทะลายปาล์มใหญ่ และมีจำนวนผลปาล์มต่อทะลายมาก ปาล์มชนิดนี้เจริญเติบโตได้ดีในที่ที่มีอากาศอบอุ่น มีแสงแดดพอ และมีฝนตกสม่ำเสมอตลอดปี เริ่มให้ผลตั้งแต่ 3 ปีขึ้นไป มีอายุได้ถึง 40 ปี ทะลายปาล์มสดจะประกอบด้วยทะลายเปล่า (bunch) และผลปาล์ม (fruit) ภายในผลประกอบด้วยส่วนของชั้นเปลือก (mesocarp) ในชั้นนี้จะมีน้ำมันเรียกว่า น้ำมันปาล์ม (Palm oil) จากชั้นเปลือกจะมีกะลา (shell) หุ้มเมล็ดในอยู่ภายในเมล็ดในจะมีน้ำมันอีกชนิดหนึ่งเรียกว่า น้ำมันเมล็ดในปาล์ม (Palm kernel oil) ซึ่งมีส่วนประกอบทางเคมีแตกต่างไปจากน้ำมันปาล์ม

โดยทั่วไปน้ำมันพืชที่ใช้บริโภคประกอบด้วยไตรกลีเซอไรด์เป็นส่วนใหญ่ คุณค่าทางโภชนาการของน้ำมันพืชแต่ละชนิดจะขึ้นกับชนิดและสัดส่วนของกรดไขมัน (fatty acid composition) ที่อยู่ในไตรกลีเซอไรด์ โดยเฉพาะปริมาณกรดไขมันจำเป็น (essential fatty acids) ในน้ำมันพืชนั้น ๆ ได้แก่ กรดไลโนลีนิก (C 18:2) กรดไลโนลีนิก (C 18:3) และกรดอาราชิไดนิค (C 20:4) ซึ่งเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (polyunsaturated fatty acids, PUFA) น้ำมันพืชหลายชนิด เช่น น้ำมันดอกทานตะวัน น้ำมันดอกคำฝอย น้ำมันข้าวโพด น้ำมันถั่วเหลือง เป็นแหล่งที่ดีของ PUFA โดยมีปริมาณกรดไลโนลีนิกสูงกว่าร้อยละ 50 ของกรดไขมันทั้งหมด ถ้าร่างกายได้รับน้ำมันพืชเหล่านี้ในปริมาณที่พอเหมาะก็จะให้ผลในการลด

ระดับโคเลสเตอรอล (cholesterol) ในเลือดได้ สำหรับน้ำมันปาล์มที่ใช้บริโภคแม้จะมีปริมาณกรดไลโนลีนิกไม่สูงนักคืออยู่ในช่วงร้อยละ 8 - 17 ของกรดไขมันทั้งหมด แต่มีปริมาณกรดโอเลอิก (C 18:1) ซึ่งเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดที่มีพันธะคู่หนึ่งตำแหน่ง (monounsaturated fatty acids, MUFA) สูงถึงร้อยละ 34 - 46 ของกรดไขมันทั้งหมด และปัจจุบันมีผลงานวิจัยทางการแพทย์และโภชนาการที่บ่งชี้ว่า น้ำมันชนิดที่มีกรดโอเลอิกสูงน่าจะให้ผลในการลดระดับโคเลสเตอรอลในเลือดได้ด้วย ดังนั้นกฎเกณฑ์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เพื่อตรวจสอบว่าน้ำมันพืชชนิดใดให้ผลดีหรือผลเสียต่อระดับโคเลสเตอรอลในเลือด ซึ่งดูได้จากสัดส่วนระหว่างปริมาณ PUFA เทียบกับปริมาณกรดไขมันอิ่มตัว หรือที่เรียกว่า P / S ratio โดยให้มีค่าไม่ต่ำกว่า 0.45 จึงจะให้ผลดีอาจต้องมีการเปลี่ยนแปลง เพราะกฎเกณฑ์ดังกล่าวมิได้นำเอาปริมาณ MUFA มาพิจารณาด้วย สำหรับน้ำมันปาล์มที่ใช้บริโภคแม้จะมีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวสูงคือมีกรดปาล์มิติกสูงถึงร้อยละ 32 - 59 ของกรดไขมันทั้งหมด แต่ก็มีกรดโอเลอิกอยู่ในปริมาณสูงซึ่งให้ผลดีต่อการลดระดับโคเลสเตอรอลได้เช่นกัน

การแปรรูปปาล์มน้ำมันเป็นกระบวนการอุตสาหกรรมต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วยกระบวนการ 3 ขั้นตอนคือ

1. การแปรรูปขั้นต้น ได้แก่ การสกัดหรือหีบเอาน้ำมันออกจากเปลือกผลปาล์มซึ่งเรียกว่า น้ำมันปาล์มดิบ (crude palm oil) และน้ำมันจากเมล็ดในปาล์ม (crude palm kernel oil) การสกัดน้ำมันจากผลปาล์มนั้น สกัดเอากากเปลือกนอกของผลปาล์มที่สุกเต็มที่แล้วซึ่งมีสีเหลืองแสด และต้องนำมาสกัดทันทีภายใน 24 ชั่วโมงหลังจากที่ได้ตัดทะลายมาแล้ว เพื่อจะได้น้ำมันคุณภาพดี ถ้าปล่อยไว้นานจะทำให้ผลปาล์มเกิดปฏิกิริยาทางเคมีภายใน ทำให้น้ำมันเปลี่ยนสภาพไปเป็นกรดไขมันอิสระ ทำให้ได้น้ำมันที่มีค่าของกรดสูงขึ้น ทะลายปาล์มสุกเมื่อมาถึงโรงงานต้องนำมาต้มหรือ อบด้วยไอน้ำที่ความดันสูง เพื่อฆ่าจุลินทรีย์ และทำลายเอ็นไซม์ที่มีอยู่ในผลปาล์มซึ่งทำให้เกิดกรดไขมันอิสระ แล้วจึงนำไปแยกเอาผลปาล์มออกจากทะลาย ผลปาล์มที่ได้นี้จะถูกนำไปเข้าเครื่องย่อย จากนั้นก็จะป้อนเข้าเครื่องหีบเพื่ออัดเอาน้ำมันออกมา น้ำมันที่สกัดได้จะมี น้ำ ลังสกปรก และกากเส้นใยปนอยู่ จึงต้องนำไปทำให้สะอาดโดยผ่านเข้าไปในถังกรอง แยกเอาน้ำและสิ่งสกปรกออก แล้วผ่านเข้าไปเข้าเครื่องเหวี่ยงเอาตะกอนออก เพื่อแยกน้ำมันให้ใสสะอาดขึ้น จากนั้นนำไปไล่ความชื้นให้ได้มาตรฐาน แล้วเก็บไว้ในถังเพื่อรอการจำหน่ายไปยังโรงงานกลั่นน้ำมันบริสุทธิ์ต่อไป

กากผลปาล์มที่เหลือจากการอัดน้ำมันออกแล้วประกอบด้วย กากเส้นใย และเมล็ดใน จะนำมาแยกเอากาก และเมล็ดในออกจากกัน เมล็ดในที่ได้จะมีกะลำนุ่มอยู่ มีส่วนเนื้อสีขาวแน่นเต็มเมล็ด จะต้องนำไปกะเทาะให้กะลาแตก แยกเอาส่วนเนื้อไปอบให้แห้ง และจำหน่ายให้กับโรงงานสกัดน้ำมันต่อไป กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบแสดงไว้ในรูปที่ 1

2. การแปรรูปขั้นที่สอง เป็นการนำเอาน้ำมันปาล์มดิบ และน้ำมันเมล็ดในดิบมาทำการกลั่นให้บริสุทธิ์ โดยแยกเอาสิ่งเจือปนต่าง ๆ ออกไป เพื่อนำไปใช้ในการอุปโภคและบริโภคต่อไป กระบวนการกลั่นน้ำมันให้บริสุทธิ์มีอยู่ 2 แบบ คือ

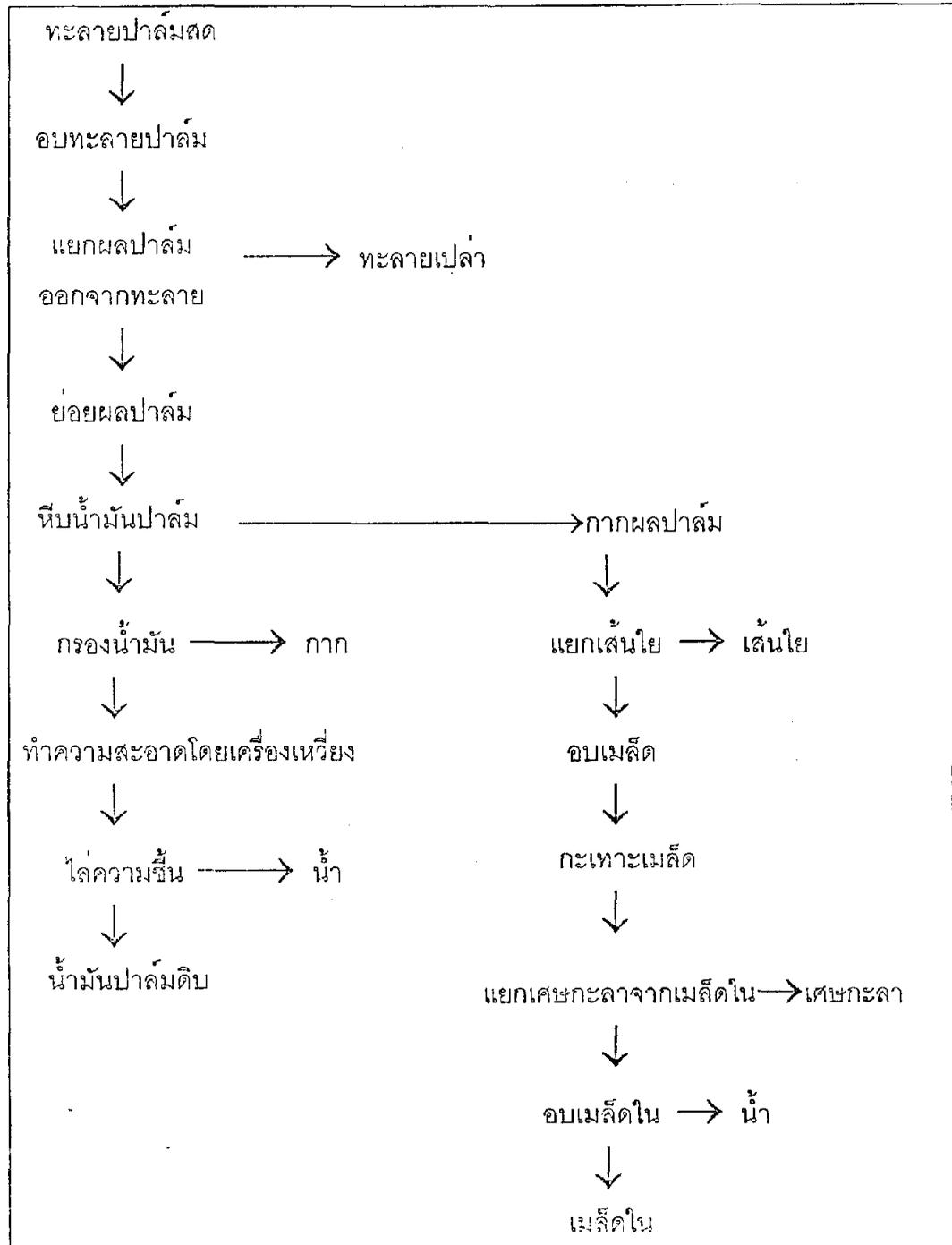
2.1 กระบวนการทางเคมี (chemical refining) เริ่มด้วยการกำจัดสารเจือปนจำพวกฟอสฟาไทด์ (phosphatides) ออกไปก่อนด้วยกรดฟอสฟอริก แล้วผ่านกระบวนการกำจัดกรดไขมันอิสระ โดยใช้สารละลายโซดาไฟ ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับกรดไขมันอิสระกลายเป็นโซสบู่ แล้วผ่านการล้างด้วยน้ำร้อนหลาย ๆ ครั้ง จากนั้นน้ำมันจะถูกนำไปไล้ความชื้น แล้วนำไปฟอกสีด้วยดินฟอกสี เมื่อฟอกสีแล้วก็นำไปกรองเอาดินฟอกออกด้วยเครื่องกรอง ต่อจากนั้นก็ผ่านเข้ากระบวนการกำจัดกลิ่น ซึ่งเป็นการพ่นไอน้ำเข้าไปภายใต้สุญญากาศ เพื่อแยกเอากรดที่หลงเหลืออยู่พร้อมทั้งแอลดีไฮด์ (aldehydes) และคีโตน (ketones) ซึ่งเป็นตัวที่ทำให้มีกลิ่นเหม็นออกไป น้ำมันที่ผ่านกระบวนการนี้แล้วจะบริสุทธิ์ เรียกว่า น้ำมันปาล์มอาร์บีดี (refined bleached deodorized , RBD palm oil)

2.2 กระบวนการทางกายภาพ (physical refining) เป็นกระบวนการต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

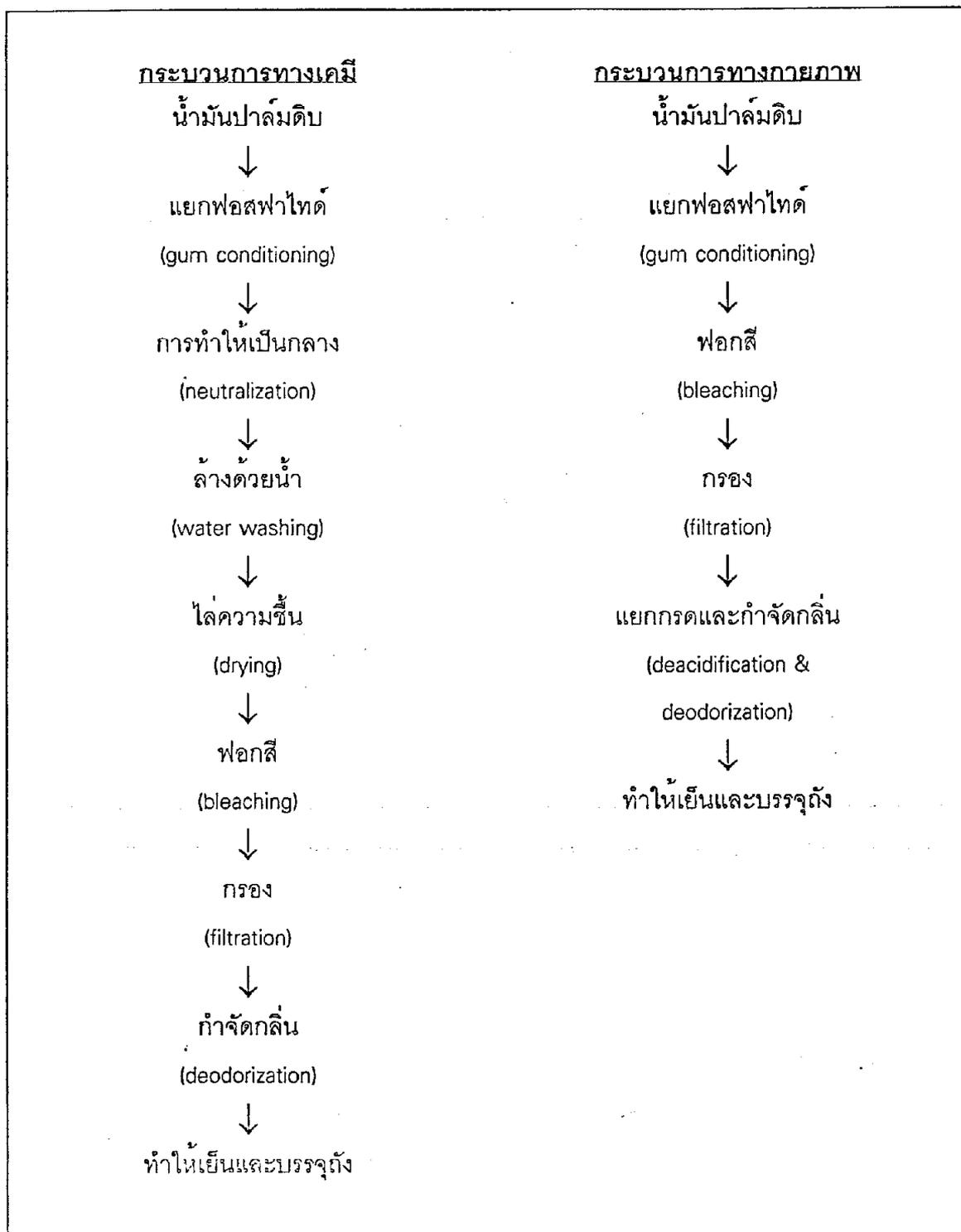
- 1) การกำจัดสิ่งเจือปนจำพวกฟอสฟาไทด์ และโปรตีนด้วยกรดฟอสฟอริก สารเจือปนจะรวมตัวกันเป็นก้อน (coagulation)
- 2) ทำการฟอกสีด้วยดินฟอก จากนั้นผ่านเข้าเครื่องกรองเพื่อแยกเอาดินฟอก ตลอดจนเจือปนของฟอสฟาไทด์ และโปรตีนออกจากน้ำมัน
- 3) การกำจัดกรดไขมันอื่น ๆ กับการกำจัดกลิ่น เพื่อแยกเอากรดไขมันอิสระและสารออกซิเดชัน เม็ดสี แอลดีไฮด์ และคีโตนออกจากน้ำมัน โดยพ่นไอน้ำที่อุณหภูมิ 240 - 260 องศาเซลเซียส ภายใต้สุญญากาศ เป็นเวลา 1 - 2 ชั่วโมง ก็จะได้ น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ เช่นกัน

3. การแปรรูปขั้นสุดท้าย เป็นการนำเอาน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์แล้วไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น นำไปใช้ในการทำมาการีน หรือเนยเทียม เนยขาว (shortening) นมข้นหวาน ไอศกรีมครีมเทียม นมผง นมแปลงไขมัน สบู่ น้ำมันปรุงอาหาร ใช้ในอุตสาหกรรมเบเกอรี่กึ่งสำเร็จรูป มันฝรั่งทอดกรอบ ขนมปังกรอบ อุตสาหกรรมทำเครื่องสำอาง อุตสาหกรรมฟอกหนังและสิ่งทอ ใช้ทำน้ำมันหล่อลื่น และใช้ในวงการแพทย์

ตามปกติน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิห้องจะแยกเป็นสองส่วน คือ น้ำมันส่วนใส หรือโอเลอิน (olein) มีอยู่ประมาณ ร้อยละ 65-70 และน้ำมันส่วนขุ่น หรือสเตียรีน (stearin) ซึ่งมีอยู่ร้อยละ 30-35 ดังนั้นในการทำน้ำมันปรุงอาหาร จะต้องนำเอาน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์มาแยกเอาน้ำมันส่วนใสออกมา โดยกระบวนการแยกส่วน (fractionation) ได้น้ำมันปาล์มโอเลอิน



รูปที่ 1 กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ



รูปที่ 2 กระบวนการกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ทั้ง 2 แบบ

องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันปาล์มสำหรับบริโภค พบว่า โดยทั่วไปน้ำมันปาล์มประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัว และไม่อิ่มตัวในปริมาณเกือบเท่า ๆ กัน ได้แก่ กรดไมริสติก (myristic acid) กรดปาล์มิติก (palmitic acid) และกรดสเตียริก (stearic acid) ซึ่งเป็นกรดไขมันอิ่มตัวประมาณร้อยละ 24.3 และ 7 ตามลำดับ ส่วนกรดไขมันไม่อิ่มตัว มีกรดปาล์มิโตลิก (palmitoleic acid) กรดโอลิก (oleic acid) กรดไลโนลิก (linoleic acid) ประมาณร้อยละ 0.5 3.9 และ 9 ตามลำดับ โดยองค์ประกอบของกรดไขมันเหล่านี้ อาจแปรผันได้ขึ้นกับพันธุ์ปาล์ม ดินฟ้าอากาศ และสถานที่เพาะปลูก นอกจากนี้ น้ำมันปาล์มยังมีสารประกอบคาโรทีน (carotene) ซึ่งร่างกายนำไปสังเคราะห์เป็นวิตามินเอได้ ในปริมาณสูงถึง 500 - 700 ส่วนในน้ำมันล้านส่วน แต่สารประกอบพวกนี้จะสลายตัวไปเมื่อทำให้น้ำมันร้อน หรือในการฟอกสีน้ำมันปาล์มดิบสารนี้ก็จะถูกกำจัดออกไป แต่มีประโยชน์มากในการผลิตมาการ์린 หรือเนยเทียม ซึ่งต้องการให้มีสีเหลือง

สำหรับน้ำมันเมล็ดในปาล์มประกอบด้วย กรดไขมันอิ่มตัวมากกว่ากรดไขมันไม่อิ่มตัวมาก กล่าวคือ มีกรดไขมันอิ่มตัวสูงถึงประมาณร้อยละ 83 โดยส่วนใหญ่เป็นกรดลอริก (lauric acid) ถึงร้อยละ 48 กรดไมริสติก (myristic acid) ร้อยละ 18 กรดปาล์มิติก (palmitic acid) ร้อยละ 8 ส่วนกรดไขมันไม่อิ่มตัวอื่น ๆ ที่พบคือ กรดคาโปรอิก (caproic acid) กรดคาปริลิก (caprylic acid) กรดคาปริค (capric acid) และกรดสเตียริก (stearic acid) พบจำนวนเล็กน้อย กรดไขมันไม่อิ่มตัว ประกอบด้วยกรดโอลิก (oleic acid) กรดไลโนลิก (linoleic acid) ร้อยละ 16 และ 2 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า น้ำมันเมล็ดในปาล์มมีองค์ประกอบของกรดไขมันคล้ายคลึงกับน้ำมันมะพร้าวมาก คือมีกรดไขมันอิ่มตัวสูง และเป็นกรดลอริกมากที่สุดเช่นกัน

การควบคุมคุณภาพของน้ำมันปาล์มในประเทศไทยนั้น มีหน่วยงานที่ได้จัดทำมาตรฐานของน้ำมันปาล์มไว้ 2 แห่งคือ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข ซึ่งได้กำหนดให้น้ำมันปาล์มเป็นอาหารควบคุมเฉพาะต้องขึ้นทะเบียนอาหาร ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 56 (พ.ศ. 2524) และสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมก็ได้กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำมันปาล์มสำหรับบริโภคไว้ใน มอก. 288 - 2535 โดยแยกประเภทน้ำมันปาล์มเป็นชนิดต่าง ๆ ดังนี้

(1) น้ำมันปาล์มจากเนื้อปาล์ม (palm oil) ได้แก่

- น้ำมันปาล์มธรรมชาติ (virgin palm oil) ซึ่งหมายถึง น้ำมันปาล์มที่ได้จากการบีบอัดโดยวิธีทางกล ความร้อน หรือ วิธีทางกลร่วมกับความร้อน อาจทำให้สะอาดขึ้นโดยการล้างด้วยน้ำ ตั้งให้ตก ตะกอน กรองและหมุนเหวี่ยงเท่านั้น ซึ่งก็คือ น้ำมันปาล์มดิบ

- น้ำมันปาล์มผ่านกรรมวิธี (refined palm oil or non-virgin palm oil) หมายถึง น้ำมันปาล์มที่ผ่านกรรมวิธีทำให้บริสุทธิ์ โดยการกำจัดกรดไขมันอิสระ ฟอสฟอรัส และกำจัดกลิ่น

(2) น้ำมันปาล์มโอลีนจากเนื้อปาล์ม (palm olein)

(3) น้ำมันปาล์มสเตียรินจากเนื้อปาล์ม (palm stearin)

- (4) น้ำมันปาล์มจากเมล็ดปาล์ม (palm kernel oil)
 (5) น้ำมันปาล์มโอสลินจากเมล็ดปาล์ม (palm kernel olein)
 (6) น้ำมันปาล์มสเตียรีนจากเมล็ดปาล์ม (palm kernel stearin)

และมีการกำหนดคุณลักษณะทางฟิสิกส์และทางเคมีต่าง ๆ ไว้เป็นมาตรฐาน ได้แก่ สี กลิ่นและรส ปริมาณน้ำและสารที่ระเหยได้ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ปริมาณสบู่ ค่าของกรด ค่าเพอร์ออกไซด์ ค่าไอโอดีนแบบวิจส์ เป็นต้น รวมทั้งมีเกณฑ์กำหนดเรื่องการใช้วัตถุเจือปนอาหาร เช่น สารกันหืน (antioxidant) สารเสริมฤทธิ์สารกันหืน (antioxidant synergist) สี และเกณฑ์กำหนดของปริมาณสารปนเปื้อน คือ โลหะหนักจำพวก เหล็ก สารหนู ทองแดง และตะกั่ว ไว้เป็นมาตรฐาน (รายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก)

สำหรับส่วนประกอบของกรดไขมัน มีการกำหนดไว้โดยแบ่งตามชนิดของน้ำมันปาล์ม แต่การกำหนดช่วงของกรดไขมันบางชนิดในประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 56 (พ.ศ. 2524) และในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 288 - 2535 แตกต่างกันเล็กน้อย นอกจากนี้สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมยังไม่มีกำหนดมาตรฐานของน้ำมันจากเมล็ดปาล์ม รายละเอียดเกณฑ์กำหนดส่วนประกอบของกรดไขมันตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 56 (พ.ศ. 2524) และตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 288 - 2535 แสดงไว้ในตารางที่ 1 - 3

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของกรดไขมันเป็นร้อยละของกรดไขมันทั้งหมด ในน้ำมันปาล์มจากเนื้อปาล์มธรรมชาติและผ่านกรรมวิธี น้ำมันปาล์มโอสลินจากเนื้อปาล์ม และน้ำมันปาล์มสเตียรีนจากเนื้อปาล์ม ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 56 (พ.ศ. 2524)

กรดไขมัน	เกณฑ์ที่กำหนด
กรดลอริก (lauric acid)	ไม่เกิน 1.2
กรดไมริสติก (myristic acid)	0.5 ถึง 5.9
กรดปาล์มิติก (palmitic acid)	32 ถึง 59
กรดปาล์มิตอเลอิก (palmitoleic acid)	ไม่เกิน 0.6
กรดสเตียริก (stearic acid)	1.5 ถึง 8.0
กรดโอเลอิก (oleic acid)	27 ถึง 52
กรดไลโนลีนอิก (linoleic acid)	5 ถึง 14
กรดไลโนลีนิก (linolenic acid)	ไม่เกิน 1.5
กรดอาราชิติก (arachidic acid)	ไม่เกิน 1.0

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบของกรดไขมันเป็นร้อยละของกรดไขมันทั้งหมด ในน้ำมันปาล์มจาก เมล็ดปาล์ม น้ำมันปาล์มโอสี่อื่นจากเมล็ดปาล์ม และน้ำมันปาล์มสเตียรินจากเมล็ดปาล์ม ตาม ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 56 (พ.ศ. 2524)

กรดไขมัน	เกณฑ์ที่กำหนด
กรดคาโปรอิก (caproic acid)	ไม่เกิน 0.5
กรดคาปริลิก (caprylic acid)	2.4 ถึง 6.2
กรดคาปริค (capric acid)	2.6 ถึง 7.0
กรดลอริก (lauric acid)	41 ถึง 55
กรดไมริสติก (myristic acid)	14 ถึง 20
กรดปาล์มิติก (palmitic acid)	6.5 ถึง 11
กรดสเตียริก (stearic acid)	1.3 ถึง 3.5
กรดโอเลอิก (oleic acid)	10 ถึง 23
กรดไลโนลีนิก (linoleic acid)	0.7 ถึง 5.4

ตารางที่ 3 ส่วนประกอบของกรดไขมันเป็นร้อยละของกรดไขมันทั้งหมด ในน้ำมันปาล์มจาก เนื้อปาล์ม ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 288 - 2535

กรดไขมัน	เกณฑ์ที่กำหนด	
	น้ำมันปาล์มธรรมชาติและ น้ำมันปาล์มผ่านกรรมวิธี	น้ำมันปาล์มโอสี่อื่น ผ่านกรรมวิธี
กรดลอริก (lauric acid)	ไม่เกิน 1.2	ไม่เกิน 1.2
กรดไมริสติก (myristic acid)	0.5 ถึง 5.9	0.5 ถึง 5.9
กรดปาล์มิติก (palmitic acid)	32 ถึง 59	32 ถึง 59
กรดปาล์มิตอเลอิก (palmitoleic acid)	น้อยกว่า 0.6	น้อยกว่า 0.6
กรดสเตียริก (stearic acid)	1.5 ถึง 8.0	1.5 ถึง 6.0
กรดโอเลอิก (oleic acid)	27 ถึง 52	35 ถึง 52
กรดไลโนลีนิก (linoleic acid)	5 ถึง 14	10 ถึง 16
กรดไลโนลินิก (linolenic acid)	ไม่เกิน 1.5	ไม่เกิน 1.5
กรดอาราซิดิก (arachidic acid)	ไม่เกิน 1.0	ไม่เกิน 1.0

สำหรับมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศ โดยคณะกรรมการโคเด็กซ์ (Codex Alimentarius Commission) ก็มีการกำหนดเกณฑ์ส่วนประกอบของกรดไขมันในน้ำมันปาล์มจากเนื้อปาล์ม และในน้ำมันปาล์มจากเมล็ดปาล์ม ไว้ใน Fatty acid composition of fats and oils ALINORM 79 / 17 Appendix XI ดังรายละเอียดในตารางที่ 4 ซึ่งมาตรฐานสำหรับน้ำมันบริโภคของโคเด็กซ์นี้ จะมีการปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม และทันสมัยอยู่เสมอ การเก็บรวบรวมข้อมูลส่วนประกอบของกรดไขมันในน้ำมันปาล์มที่ผลิตขึ้นในประเทศไทย เพื่อเสนอต่อคณะกรรมการโคเด็กซ์ที่ประเทศไทยเป็นสมาชิกอยู่ จึงเป็นเรื่องที่จำเป็น ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้ข้อกำหนดของ Codex มาเป็นข้อกีดกันทางการค้าในอนาคต

ตารางที่ 4 ส่วนประกอบของกรดไขมันเป็นร้อยละของกรดไขมันทั้งหมด ในน้ำมันปาล์มตามมาตรฐานโคเด็กซ์ : Fatty acid composition of fats and oils ALINORM 79 / 17 Appendix XI

กรดไขมัน	เกณฑ์ที่กำหนด	
	น้ำมันปาล์มจากเนื้อปาล์ม	น้ำมันปาล์มจากเมล็ดปาล์ม
กรดคาโปรอิก (caproic acid)	-	น้อยกว่า 0.5
กรดคาปริลิก (caprylic acid)	-	2.4 ถึง 6.2
กรดคาปริค (capric acid)	-	2.6 ถึง 7.0
กรดลอริก (lauric acid)	น้อยกว่า 1.2	41 ถึง 55
กรดไมริสติก (myristic acid)	0.5 ถึง 5.9	14 ถึง 20
กรดปาล์มิติก (palmitic acid)	32 ถึง 59	6.5 ถึง 11
กรดปาล์มิตอเลอิก (palmitoleic acid)	น้อยกว่า 0.6	-
กรดสเตียริก (stearic acid)	1.5 ถึง 8.0	1.3 ถึง 3.5
กรดโอเลอิก (oleic acid)	27 ถึง 52	10 ถึง 23
กรดไลโนลอิก (linoleic acid)	5 ถึง 14	0.7 ถึง 5.4
กรดไลโนลินิก (linolenic acid)	น้อยกว่า 1.5	-
กรดอาราซิดิก (arachidic acid)	น้อยกว่า 1.0	-

วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบของกรดไขมัน (fatty acid composition) ในน้ำมันปาล์มชนิดต่าง ๆ ที่ผลิตในประเทศไทยได้แก่ น้ำมันปาล์มดิบ น้ำมันปาล์มผ่านกรรมวิธี และน้ำมันปาล์มโอสี่ชั้น โดยใช้วิธีการแก๊สโครมาโตกราฟี (Gas chromatography) หรือ GC method

2. เพื่อเปรียบเทียบส่วนประกอบของกรดไขมันในน้ำมันปาล์มชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวกับเกณฑ์กำหนดในมาตรฐานซึ่งได้แก่ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 56 (พ.ศ. 2524) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 288 - 2535 และ มาตรฐานโคเด็กซ์ (Codex)

ระยะเวลาการดำเนินงาน

ตั้งแต่ เดือนมีนาคม พ.ศ. 2539 ถึง เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาปรับปรุงแก้ไขเกณฑ์กำหนดส่วนประกอบของกรดไขมัน (fatty acid composition) ในมาตรฐานน้ำมันปาล์มของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่องน้ำมันปาล์มของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา
2. เพื่อให้ข้อมูลทางวิชาการเกี่ยวกับปริมาณกรดไขมันอิ่มตัว และกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่พบในน้ำมันปาล์ม ซึ่งมีความสำคัญทางด้านโภชนาการและสุขภาพ แก่หน่วยงานของรัฐ และประชาชนทั่วไป

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาทดลอง

ตัวอย่างที่ใช้ทำการวิเคราะห์หาส่วนประกอบของกรดไขมัน เป็นน้ำมันปาล์มจากเนื้อปาล์ม ที่หน่วยงานเอกชนส่งมาวิเคราะห์เพื่อขอขึ้นทะเบียนอาหาร ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 56 (พ.ศ. 2524) เรื่องกำหนดน้ำมันปาล์มเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ และวิเคราะห์เพื่อควบคุมคุณภาพวัตถุดิบรวมทั้งประกอบการซื้อขาย และน้ำมันปาล์มที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมส่งมาเพื่อรับรองคุณภาพตามมาตรฐานน้ำมันปาล์มสำหรับบริโภค ตามมอก. 288 - 2535 ในช่วงเวลา ตั้งแต่ เดือนมีนาคม พ.ศ. 2539 ถึง เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540 แบ่งเป็น น้ำมันปาล์มดิบ 8 ตัวอย่าง น้ำมันปาล์มผ่านกรรมวิธี 10 ตัวอย่าง และน้ำมันปาล์มโอสี่อื่นผ่านกรรมวิธี 20 ตัวอย่าง รวมทั้งหมด 38 ตัวอย่าง

หมายเหตุ ไม่ได้ทำการวิเคราะห์ส่วนประกอบของกรดไขมันในน้ำมันปาล์มจากเมล็ดปาล์มชนิดต่าง ๆ เนื่องจากมีตัวอย่างน้ำมันปาล์มดังกล่าวส่งมาวิเคราะห์น้อยมาก จนไม่เพียงพอสำหรับการเก็บข้อมูลการวิเคราะห์ส่วนประกอบของกรดไขมัน (fatty acid composition) วิธีที่ใช้คือ ก๊าซโครมาโตกราฟี (Gas chromatographic method) ตาม AOAC (1995)

หลักการ ทำการเปลี่ยนไตรกลีเซอไรด์เอสเตอร์ (triglycerides esters) ในน้ำมันไปเป็นเมทิลเอสเตอร์ (methyl esters) ที่ระเหยได้ง่ายกว่าด้วยโบรอนไตรฟลูออไรด์ในเมทานอล (methanolic boron trifluoride solution) แล้ววิเคราะห์ส่วนประกอบของกรดไขมันที่อยู่ในรูปเมทิลเอสเตอร์ (fatty acid methyl esters) ด้วยเครื่องก๊าซโครมาโตกราฟี (gas chromatograph) หรือ GC โดยข้อมูลสำคัญที่ได้จากเครื่องก๊าซโครมาโตกราฟีซึ่งสามารถนำไปใช้เพื่อการตรวจพิสูจน์ชนิดของกรดไขมัน และหาปริมาณกรดไขมันแต่ละชนิดได้มีดังนี้

- (1) เวลาที่สารแต่ละชนิดใช้ในการเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์จากจุดเริ่มต้นถึงจุดสูงสุดของพีค (peak) ซึ่งเรียกว่า retention time ที่ได้จากโครมาโตแกรม (chromatogram) สามารถใช้ในการวิเคราะห์เชิงคุณภาพได้ โดยขีดสารมาตรฐานของกรดไขมันชนิดต่าง ๆ เปรียบเทียบกับสารตัวอย่าง

เพื่อบ่งชี้พีคของกรดไขมันแต่ละชนิด (identification of peaks) ในสารตัวอย่าง โดยชนิดของคอลัมน์และสภาวะของการวิเคราะห์ที่ใช้ในการวิเคราะห์สารมาตรฐาน และสารตัวอย่างต้องเหมือนกัน

(2) ขนาดของพีคซึ่งอาจคำนวณเป็นพื้นที่ใต้พีค (peak area) หรือความสูง (peak height) สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณได้ ในกรณีของการวิเคราะห์ส่วนผสมของกรดไขมัน (fatty acid composition) นี้ใช้วิธี area normalization โดยการรวมพื้นที่ใต้พีคทั้งหมดทุกพีคที่ปรากฏในโครมาโตแกรมเข้าด้วยกันแล้วกำหนดให้ พื้นที่ใต้พีคทั้งหมด (total peak areas) เท่ากับร้อยละ 100 และถ้าดีเทคเตอร์ (detector) มีความไวต่อสารทุกตัวที่วิเคราะห์เท่ากัน หรือมี detector response เท่ากัน จะถือว่าร้อยละของพื้นที่ใต้พีคทั้งหมดก็คือ ร้อยละขององค์ประกอบทุกตัวรวมกัน หรือคือปริมาณกรดไขมันทั้งหมด (total fatty acids) ตัวอย่างเช่น ถ้าในตัวอย่างน้ำมันมีกรดไขมันอยู่ทั้งหมด 4 ชนิด เมื่อฉีดเข้าเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ จะได้โครมาโตแกรมดังรูป



เนื่องจาก วิธี area normalization นี้พื้นที่ใต้พีคของสารแต่ละชนิดจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับปริมาณของสารเหล่านั้น ดังนั้นเมื่อต้องการหาปริมาณกรดไขมันแต่ละชนิด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดไขมันทั้งหมด) สามารถหาได้จากสูตร

$$\text{กรดไขมันชนิดที่ 1} = \frac{\text{พื้นที่ใต้พีคที่ 1}}{\text{พื้นที่ใต้พีคทั้งหมด (1 + 2 + 3 + 4)}} \times 100$$

1. เครื่องมือ

- 1.1 ขวดแก้วสำหรับทำปฏิกิริยา (reaction flask) ขนาด 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- 1.2 เครื่องควบแน่น (condenser)
- 1.3 ชิ้นกระเบื้อง (boiling chip) ที่ปราศจากไขมัน
- 1.4 บีเปดที่มีขีดปริมาตรขนาด 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- 1.5 หลอดแก้ว (test tube) และหลอดดูด (dropper) พร้อมลูกยาง
- 1.6 เครื่อง Gas Chromatograph ของ Shimadzu รุ่น GC - 8A
- 1.7 เครื่อง Integrator ของ Shimadzu รุ่น C - R3A Chromatopac

2. สารเคมี

- 2.1 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในเมทานอลความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล (ละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ 2 กรัมใน 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรของเมทานอลที่มีน้ำไม่เกิน ร้อยละ 0.5)
- 2.2 สารละลายโบรอนไตรฟลูออไรด์ในเมทานอล (BF_3 - MeOH reagent) เข้มข้นร้อยละ 12 ถึง 15
- 2.3 เฮกเซนบริสุทธิ์ (chromatographic grade)
- 2.4 สารละลายอิมิตัวของโซเดียมคลอไรด์ในน้ำ
- 2.5 แอนไฮดรัสโซเดียมซัลเฟต
- 2.6 สารมาตรฐานที่ใช้ในการบ่งชี้ชนิดของกรดไขมันคือ AOCS Oil Reference Mixes RM - 6 ของบริษัท Supelco ซึ่งประกอบด้วย methyl ester mixtures ของ
 - (C 14:0) myristate 2.0 %
 - (C 16:0) palmitate 30.0 %
 - (C 16:1) palmitoleate 3.0 %
 - (C 18:0) stearate 14.0 %
 - (C 18:1) oleate 41.0 %
 - (C 18:2) linoleate 7.0 %
 - (C 18:3) linolenate 3.0 %

3. วิธีวิเคราะห์

- 3.1 ชั่งตัวอย่างประมาณ 100 - 250 มิลลิกรัม ใสในขวดแก้วขนาด 50 ลูกบาศก์ เซนติเมตร
- 3.2 เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในเมทานอล (ข้อ 2.1) 4 ลูกบาศก์เซนติเมตร และเติมขึ้นกระเบื้องเล็กน้อย ต่อเข้ากับเครื่องควบแน่น
- 3.3 รีฟลักซ์จนกระทั่งหยดของน้ำมันหายไป (ใช้เวลาประมาณ 5 - 10 นาที)
- 3.4 เติมสารละลายโบรอนไตรฟลูออไรด์ในเมทานอล (ข้อ 2.2) 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยให้เปิดปล่อยสารละลายให้ไหลผ่านลงมาจากด้านบนของเครื่องควบแน่น แล้ว ต้มให้เดือดต่อไปอีก 2 นาที
- 3.5 เติมเฮกเซน 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผ่านลงมาจากด้านบนของเครื่องควบแน่น ต้มให้ เดือดอีก 1 นาที
- 3.6 หยุดให้ความร้อน นำขวดแก้วออกจากเครื่องควบแน่น แล้วเติมสารละลายอิมิตัวของ โซเดียมคลอไรด์ (ข้อ 2.4) 4 - 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่าขวดแก้วเบา ๆ หลาย ๆ ครั้ง

จากนั้นเติมสารละลายอีมีตัวของไซเตียมคลอไรด์ลงไปอีกเล็กน้อย เพื่อให้ชั้นของสารละลายเฮกเซนลอยขึ้นมาที่คอขวด ตั้งทิ้งให้สารละลายแยกชั้น

- 3.7 ดูดสารละลายเฮกเซนชั้นบนประมาณ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยใช้หลอดดูด ใสลงในหลอดแก้ว เติมแอนไฮดรัสไซเตียมซัลเฟตปริมาณเล็กน้อย เพื่อดูดน้ำ แล้วดูดสารละลายเฮกเซนที่แห้งใส่หลอดแก้วอันใหม่ อาจทำการเจือจางสารละลายเฮกเซนนี้ให้เหมาะสม เพื่อให้ความเข้มข้นของเมทิลเอสเตอร์อยู่ในช่วงร้อยละ 5 - 10
- 3.8 นำสารละลายเมทิลเอสเตอร์ที่ได้จากข้อ 3.7 ไปวิเคราะห์หาส่วนประกอบของกรดไขมันโดยฉีดเข้าเครื่อง Gas Chromatograph Shimadzu GC - 8A และฉีดสารมาตรฐานในข้อ 2.6 เทียบ เพื่อใช้ในการบ่งชี้พีคที่ได้ (identification of peaks) โดยใช้คอลัมน์และสภาวะของการวิเคราะห์ดังนี้

สารที่ใช้บรรจุคอลัมน์ : GP 10 % SP - 2330 on 100 / 120 Chromosorb WAW

ชนิดของคอลัมน์ : คอลัมน์แก้ว ขนาด 2.5 m x 2.6 mm ID

โปรแกรมของอุณหภูมิที่ใช้ใน Oven : 150 °C to 200 °C at 2 °C / min

ชนิดของDetector : FID (270 °C)

ชนิดของก๊าซตัวพา (carrier gas) : ไนโตรเจน ความเร็ว 20 มิลลิลิตร / นาที

ความดัน 1.25 กิโลกรัม / ตารางเซนติเมตร

อุณหภูมิของ injection port : 270 °C

ขนาดที่ฉีด (injection size) : 0.5 ไมโครลิตร

- 3.9 บันทึก คำนวณ และรายงานผลการวิเคราะห์โดยวิธี area normalization ด้วยเครื่อง Shimadzu C - R3A Chromatopac

4 วิธีคำนวณ ใช้วิธี area normalization โดยถือว่าองค์ประกอบทุกตัวที่มีอยู่ในตัวอย่างจะถูกพา (elute) ออกจากคอลัมน์ทั้งหมด ปรากฏเป็นพีค (peak) ต่าง ๆ ในโครมาโตแกรม (chromatogram) ดังนั้นผลรวมของพื้นที่ใต้พีคทั้งหมด (total peak areas) จะเท่ากับ ผลรวมขององค์ประกอบทุกตัว (sum of all components) ซึ่งเท่ากับร้อยละ 100

$$\text{กรดไขมัน } i \quad \text{ร้อยละของกรดไขมันทั้งหมด} = \frac{A_i \times 100}{\sum A_i}$$

เมื่อ A_i = พื้นที่ใต้พีคของกรดไขมัน i

$\sum A_i$ = ผลรวมของพื้นที่ใต้พีคทั้งหมดของกรดไขมันทุกตัว

ผลการวิเคราะห์

- ส่วนประกอบของกรดไขมันในตัวอย่างน้ำมันปาล์มธรรมชาติ หรือน้ำมันปาล์มดิบ ผลวิเคราะห์ดังตารางที่ 5
- ส่วนประกอบของกรดไขมันในตัวอย่างน้ำมันปาล์มผ่านกรรมวิธี ผลวิเคราะห์ดังตารางที่ 6

3. ส่วนประกอบของกรดไขมันในตัวอย่างน้ำมันปาล์มโพลีอินผ่านกรรมวิธี ผลวิเคราะห์ดังตารางที่ 7
4. จากชนิดและปริมาณของกรดไขมันที่ตรวจวิเคราะห์พบในน้ำมันปาล์ม ทั้ง 3 ประเภท นำไปสรุปหาช่วงของกรดไขมันแต่ละชนิดที่พบ และคำนวณหาค่าเฉลี่ยของกรดไขมัน เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับส่วนประกอบของกรดไขมัน กับเกณฑ์กำหนดในมาตรฐานต่าง ๆ ได้แก่ มาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 56 (พ.ศ. 2524) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตาม มอก. 288 - 2535 และ มาตรฐาน Codex ได้ผลดังตารางที่ 8 - 10
5. โครมาโตแกรม (chromatogram) แสดงส่วนประกอบของกรดไขมันที่พบในตัวอย่างน้ำมันปาล์มธรรมชาติ น้ำมันปาล์มผ่านกรรมวิธี และน้ำมันปาล์มโพลีอินผ่านกรรมวิธี แสดงไว้ในรูปที่ 3 - 5
6. เมื่อนำค่าเฉลี่ย (mean) ของปริมาณกรดไขมันชนิดต่าง ๆ ที่พบในตัวอย่างน้ำมันปาล์มธรรมชาติ น้ำมันปาล์มผ่านกรรมวิธี และน้ำมันปาล์มโพลีอินผ่านกรรมวิธี ไปเขียนกราฟเพื่อเปรียบเทียบชนิดและปริมาณของกรดไขมันที่พบในตัวอย่างน้ำมันปาล์มทั้ง 3 ชนิด ได้กราฟในรูปที่ 6

ตารางที่ 5 ผลวิเคราะห์ส่วนประกอบของกรดไขมันในตัวอยางน้ำมันปาล์มธรรมชาติ

ส่วนประกอบของกรดไขมัน (ร้อยละของกรดไขมันทั้งหมด)	หมายเลขปฏิบัติการของตัวอย่าง									
	PZ. 370	QU. 380	RB. 394	RL. 441	RX. 613	RW. 925	RZ. 853	SZ. 301		
C 12:0 กรดลอริก	0.32	3.26	0.20	0.42	2.46	3.75	2.95	0.19		
C 14:0 กรดไมริสติก	1.20	2.12	1.04	1.19	1.93	2.17	1.94	0.87		
C 16:0 กรดปาล์มิติก	44.61	45.19	45.57	45.70	46.91	43.92	44.61	43.95		
C 16:1 กรดปาล์มิตอเลอิก	0.23	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ		
C 18:0 กรดสเตียริก	4.62	3.86	4.03	3.52	3.62	3.69	3.70	3.31		
C 18:1 กรดโอเลอิก	37.15	36.34	39.01	38.70	34.07	34.48	36.26	40.53		
C 18:2 กรดไลโนเลอิก	11.11	8.68	9.79	9.86	9.81	10.44	9.14	11.15		
C 18:3 กรดไลโนเลนิก	0.43	0.20	0.21	0.36	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ		
C 20:0 กรดอาราคิก	0.33	0.28	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ		
อื่น ๆ	ไม่พบ	0.07	0.15	0.25	1.20	1.55	1.40	ไม่พบ		

ตารางที่ 6 ผลวิเคราะห์ส่วนผสมของกรดไขมันในตัวอยางน้ำมันปลาดีผ่านกรรมวิธี

ส่วนประกอบของกรดไขมัน (ร้อยละของกรดไขมันทั้งหมด)	หมายเลขปฏิบัติการของตัวอย่าง											
	SQ. 355	SV. 35	SX. 756	TH. 427	TI. 61	TI. 125	TI. 126	TI. 127	TI. 173	TI. 314		
C 12:0 กรดลอริก	0.64	1.51	0.27	0.20	0.18	0.13	0.15	0.26	0.23	0.17		
C 14:0 กรดไมริสติก	1.31	2.01	0.86	0.64	0.78	0.65	0.65	0.95	0.72	0.90		
C 16:0 กรดปาล์มิติก	46.69	51.71	42.84	37.56	43.92	41.10	40.33	40.76	40.24	41.50		
C 16:1 กรดปาล์มิตอิลิก	ไม่พบ	ไม่พบ	0.08	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.04	0.04	ไม่พบ	ไม่พบ		
C 18:0 กรดสเตียริก	3.98	3.26	3.07	2.75	2.95	2.81	2.75	2.99	3.01	2.73		
C 18:1 กรดโอเลอิก	37.58	33.82	39.81	42.72	39.96	43.15	42.63	43.61	44.62	39.57		
C 18:2 กรดไลโนลิก	9.80	7.57	11.58	16.13	10.64	12.16	13.45	11.39	11.18	15.13		
C 18:3 กรดไลโนลินิก	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ		
C 20:0 กรดอาราคิก	ไม่พบ	ไม่พบ	1.49	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ		
อื่น ๆ	ไม่พบ	0.12	ไม่พบ	ไม่พบ	1.57	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ		

ตารางที่ 7 ผลวิเคราะห์ส่วนประกอบของกรดไขมันในตัวอย่างน้ำมันปาล์มโอดีเอ็นผ่านกรรมวิธี

ส่วนประกอบของกรดไขมัน (ร้อยละของกรดไขมันทั้งหมด)	หมายเลขปฏิบัติการของตัวอย่าง																			
	QY.	QW.	RC.	RJ.	RK.	RN.	RP.	RY.	RX.	SA.	SO.	SV.	SX.	SX.	SY.	TA.	TG.	TH.	TI.	
C 12:0 กรดลอริก	0.30	0.42	0.32	0.46	0.30	ไม่พบ	ไม่พบ	0.58	0.24	0.42	0.40	0.41	0.29	0.46	0.31	0.26	0.30	0.38	0.21	
C 14:0 กรดไมริสติก	1.05	1.05	1.14	1.25	1.04	1.68	1.70	0.92	0.81	0.89	1.12	1.17	0.87	0.95	0.83	0.81	0.89	0.67	0.73	
C 16:0 กรดปาล์มิติก	39.35	37.65	40.28	41.73	38.60	39.82	37.49	37.40	38.39	39.26	39.20	41.46	37.38	40.19	39.26	37.39	38.51	39.53	38.47	
C 16:1 กรดปาล์มิโตลิก	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.20	1.37	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.11	0.09	0.09	0.09	ไม่พบ	0.07	ไม่พบ	ไม่พบ	
C 18:0 กรดสเตียริก	3.68	3.36	3.46	3.69	3.88	4.06	3.96	3.28	3.46	3.64	3.37	3.70	2.95	2.71	2.75	3.79	2.52	2.66	2.17	
C 18:1 กรดโอเลอิก	44.42	46.16	43.68	41.90	44.16	42.81	43.53	45.27	43.70	43.30	43.15	41.52	44.27	41.03	43.26	44.51	44.32	45.00	41.19	
C 18:2 กรดไลโนลีนอิก	10.61	11.06	10.72	10.76	11.80	10.65	11.13	10.65	11.40	12.29	11.24	11.63	14.15	13.39	12.83	13.24	13.39	11.76	17.23	
C 18:3 กรดไลโนเลนิก	0.20	0.20	0.10	0.21	0.16	0.20	0.38	0.20	ไม่พบ	ไม่พบ	0.11	ไม่พบ	ไม่พบ	1.18	0.67	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	
C 20:0 กรดอารากิสิก	0.30	ไม่พบ	0.20	ไม่พบ	ไม่พบ	0.28	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.21	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	
อื่น ๆ	0.09	0.10	0.10	ไม่พบ	0.06	0.30	0.44	1.70	2.00	0.20	1.20	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	

ตารางที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบผลวิเคราะห์สภาวะของกรดไขมันที่พบในตัวอยางน้ำมันปลาสมัครชาติ กับ เกณฑ์กำหนดในมาตรฐานต่าง ๆ ของน้ำมันปลาสมัครชาติ

ส่วนประกอบของกรดไขมัน (ร้อยละของกรดไขมันทั้งหมด)	ตัวอยางน้ำมันปลาสมัครชาติ		เกณฑ์กำหนดมาตรฐาน	
	ช่วงที่พบ (Range)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ประกาศ ฯ ฉบับที่ 56 (2524)	มอก. 288 - 2535
C 12:0 กรดลอริก	0.2 - 3.8	1.7	ไม่เกิน 1.2	ไม่เกิน 1.2
C 14:0 กรดไมริสติก	0.9 - 2.2	1.6	0.5 - 5.9	0.5 - 5.9
C 16:0 กรดปาล์มิติก	43.9 - 46.9	45.1	32 - 59	32 - 59
C 16:1 กรดปาล์มิตอลิก	0 - 0.2	0.03	ไม่เกิน 0.6	น้อยกว่า 0.6
C 18:0 กรดสเตียริก	3.3 - 4.6	3.8	1.5 - 8.0	1.5 - 8.0
C 18:1 กรดโอเลอิก	34.1 - 40.5	37.1	27 - 52	27 - 52
C 18:2 กรดไลโนเลอิก	8.7 - 11.2	10.0	5 - 14	5 - 14
C 18:3 กรดไลโนเลนิก	0 - 0.4	0.2	ไม่เกิน 1.5	น้อยกว่า 1.5
C 20:0 กรดอาราคิก	0 - 0.3	0.1	ไม่เกิน 1.0	ไม่เกิน 1.0
				โคเดกซ์ (Codex)
				น้อยกว่า 1.2
				0.5 - 5.9
				32 - 59
				น้อยกว่า 0.6
				1.5 - 8.0
				27 - 52
				5 - 14
				ไม่เกิน 1.5
				น้อยกว่า 1.0

ตารางที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบผลวิเคราะห์สว่นประกอบของกรดไขมันที่พบในตัวอยางน้ำมันปลาผานกรรมวิธี กับ เกณฑ์กำหนดในมาตรฐานต่าง ๆ ของน้ำมันปลาผานกรรมวิธี

สว่นประกอบของกรดไขมัน (รอยละของกรดไขมันทั้งหมด)	ตัวอยางน้ำมันปลาผานกรรมวิธี		เกณฑ์กำหนดมาตรฐาน		
	ช่วงที่พบ (Range)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ประกาศ 4 ฉบับที่ 56 (2524)	มอก. 288 - 2535	โคเด็กซ์ (Codex)
C 12:0 กรดลอริก	0.1 - 1.5	0.4	ไม่เกิน 1.2	ไม่เกิน 1.2	น้อยกว่า 1.2
C 14:0 กรดไมริสติก	0.6 - 2.0	1.0	0.5 - 5.9	0.5 - 5.9	0.5 - 5.9
C 16:0 กรดปาล์มิติก	37.6 - 51.7	42.7	32 - 59	32 - 59	32 - 59
C 16:1 กรดปาล์มิโตลินิก	0 - 0.1	0.02	ไม่เกิน 0.6	น้อยกว่า 0.6	น้อยกว่า 0.6
C 18:0 กรดสเตียริก	2.7 - 4.0	3.0	1.5 - 8.0	1.5 - 8.0	1.5 - 8.0
C 18:1 กรดโอลินิก	33.8 - 44.6	40.8	27 - 52	27 - 52	27 - 52
C 18:2 กรดไลโนลินิก	7.6 - 16.1	11.9	5 - 14	5 - 14	5 - 14
C 18:3 กรดไลโนลินิก	0	0	ไม่เกิน 1.5	ไม่เกิน 1.5	น้อยกว่า 1.5
C 20:0 กรดอาราคิก	0 - 1.5	0.2	ไม่เกิน 1.0	ไม่เกิน 1.0	น้อยกว่า 1.0

ตารางที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบผลวิเคราะห์สภาวะของกรดไขมันที่พบในตัวอยางน้ำมันปลาดีเอ็นเอผ่านกรรมวิธี กับ เกณฑ์กำหนดในมาตรฐานต่าง ๆ ของน้ำมันปลาดีเอ็นเอ

ส่วนประกอบของกรดไขมัน (ร้อยละของกรดไขมันทั้งหมด)	ตัวอย่างน้ำมันปลาดีเอ็นเอ		เกณฑ์กำหนดมาตรฐาน	
	ช่วงที่พบ (Range)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ประกาศ ฯ ฉบับที่ 56 (2524)	มอก. 288 - 2535
C 12:0 กรดลอริค	0 - 0.6	0.3	ไม่เกิน 1.2	ไม่เกิน 1.2
C 14:0 กรดไมริสติก	0.7 - 1.7	1.0	0.5 - 5.9	0.5 - 5.9
C 16:0 กรดปาล์มิติก	37.4 - 41.7	39.1	32 - 59	32 - 59
C 16:1 กรดปาล์มิโตลิก	0 - 1.4	0.1	ไม่เกิน 0.6	น้อยกว่า 0.6
C 18:0 กรดสเตียริก	2.2 - 4.1	3.3	1.5 - 8.0	1.5 - 6.0
C 18:1 กรดโอเลอิก	41.0 - 46.2	43.4	27 - 52	35 - 52
C 18:2 กรดไลโนลิก	10.6 - 17.2	12.1	5 - 14	10 - 16
C 18:3 กรดไลโนลินิก	0 - 1.2	0.2	ไม่เกิน 1.5	ไม่เกิน 1.5
C 20:0 กรดอาราคิด	0 - 2.2	0.2	ไม่เกิน 1.0	ไม่เกิน 1.0

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์หาส่วนประกอบของกรดไขมันในตัวอย่างน้ำมันปาล์มชนิดต่าง ๆ พบว่า

1. จากตัวอย่างน้ำมันปาล์มธรรมชาติจำนวน 8 ตัวอย่าง (ตารางที่ 5) พบ ชนิดและปริมาณของกรดไขมันต่าง ๆ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานเกือบทั้งหมด ยกเว้น กรดลอริกซึ่งพบสูงเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ตาม ประกาศ ฯ ฉบับที่ 56 (พ.ศ. 2524) มอก. 288 - 2535 และโคเด็กซ์ คือ สูงเกินร้อยละ 1.2 ของกรดไขมันทั้งหมด รวม 4 ตัวอย่าง ได้แก่ ตัวอย่างหมายเลขปฏิบัติการที่ QU. 380 RX. 613 RW. 925 และ RZ. 853 โดยพบ กรดลอริกในปริมาณร้อยละ 3.26 2.46 3.75 และ 2.95 ของกรดไขมันทั้งหมด ตามลำดับ

สำหรับช่วงของกรดไขมัน (ค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุด) แต่ละชนิดที่พบ และค่าเฉลี่ยของกรดไขมันชนิดนั้น ๆ ซึ่งสรุปไว้ในตารางที่ 8 จะเห็นได้ว่า ช่วงของกรดไขมันเกือบทุกชนิดที่พบในตัวอย่างน้ำมันปาล์มธรรมชาติ อยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนด ยกเว้น กรดลอริกพบในช่วงร้อยละ 0.2 - 3.8 และมีค่าเฉลี่ย เป็นร้อยละ 1.7 ของกรดไขมันทั้งหมด ซึ่งเกินกว่าที่มาตรฐานกำหนด

2. จากตัวอย่างน้ำมันปาล์มผ่านกรรมวิธี(มีเกณฑ์มาตรฐานส่วนประกอบของกรดไขมันที่กำหนดไว้เหมือนในน้ำมันปาล์มธรรมชาติ จำนวน 10 ตัวอย่าง (ตารางที่ 6) พบ

- ตัวอย่างที่มีปริมาณกรดลอริกเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ สูงเกินร้อยละ 1.2 ของกรดไขมันทั้งหมด จำนวน 1 ตัวอย่าง คือ ตัวอย่างหมายเลขปฏิบัติการที่ SV. 35 ซึ่งมีปริมาณกรดลอริก ร้อยละ 1.51 ของกรดไขมันทั้งหมด

- ตัวอย่างที่มีปริมาณกรดไลโนลีนเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ เกินร้อยละ 5 - 14 ของกรดไขมันทั้งหมด จำนวน 2 ตัวอย่าง ได้แก่ ตัวอย่างหมายเลขปฏิบัติการที่ TH. 427 และ TI. 314 ซึ่งพบปริมาณกรดไลโนลีนร้อยละ 16.13 และ 15.13 ของกรดไขมันทั้งหมด ตามลำดับ

- ตัวอย่างที่มีปริมาณกรดอราซิดิกเกินมาตรฐาน 1 ตัวอย่าง คือ ตัวอย่างหมายเลขปฏิบัติการที่ SX. 756 ซึ่งมีกรดอราซิดิกร้อยละ 1.49 ของกรดไขมันทั้งหมด เกินมาตรฐานที่กำหนดให้มีกรดอราซิดิกไม่เกินร้อยละ 1.0 ของกรดไขมันทั้งหมด

สำหรับช่วงของกรดไขมันแต่ละชนิดที่พบในตัวอย่างน้ำมันปาล์มผ่านกรรมวิธี และค่าเฉลี่ยของกรดไขมันชนิดนั้น ๆ ได้สรุปไว้ในตารางที่ 9 จะเห็นได้ว่า ชนิดและปริมาณของกรดไขมันเกือบทั้งหมดอยู่ในช่วงมาตรฐาน ยกเว้น กรดลอริกพบในช่วงร้อยละ 0.1 - 1.5 กรดไลโนลีนร้อยละ 7.6 - 16.1 และกรดอราซิดิกร้อยละ 0 - 1.5 ของกรดไขมันทั้งหมด ซึ่งเกินกำหนดมาตรฐาน ส่วนค่าเฉลี่ยของกรดไขมันทุกชนิดที่กำหนดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมด

3. กรณีน้ำมันปาล์มโอสี่ผ่านกรรมวิธีมีเกณฑ์กำหนดมาตรฐานตามประกาศ ฯ ฉบับที่ 56 (พ.ศ. 2524) และตามโคเด็กซ์เหมือนน้ำมันปาล์มทั้ง 2 ชนิดข้างต้น แต่เกณฑ์กำหนดมาตรฐานตาม มอก. 288 - 2535 เปลี่ยนไปเล็กน้อย โดย มีช่วงกำหนดของ กรดสเตียริก กรดโอสี่ และกรดไลโนลีน ค่าเฉลี่ยตามลำดับดังนี้คือ เปลี่ยนจากร้อยละ 1.5 - 8.0 เป็น 1.5 - 6.0 จากร้อยละ 27 - 52

เป็น 35 - 52 และจากร้อยละ 5 - 14 เป็น 10 - 16 ของกรดไขมันทั้งหมด และพบว่า จากตัวอย่าง น้ำมันปาล์มโอสีอื่นผ่านกรรมวิธี จำนวน 20 ตัวอย่าง (ตารางที่ 7) มี

- ตัวอย่างที่มีปริมาณกรดปาล์มโอสีอิ่มตัวเกินมาตรฐาน คือ สูงเกินร้อยละ 0.6 ของกรดไขมันทั้งหมด จำนวน 1 ตัวอย่าง คือ ตัวอย่างหมายเลขปฏิบัติการที่ RP. 878 ซึ่งมีปริมาณกรดปาล์มโอสีอิ่มตัวร้อยละ 1.37 ของกรดไขมันทั้งหมด

- ตัวอย่างที่มีปริมาณกรดไลโนลินิกเกินช่วงมาตรฐานของประกาศ ฯ ฉบับที่ 56 (พ.ศ. 2524) และโคเด็กซ์ ซึ่งกำหนดไว้เท่ากันโดยกำหนดให้อยู่ในช่วงร้อยละ 5 - 14 ของกรดไขมันทั้งหมด จำนวน 2 ตัวอย่าง คือ ตัวอย่างหมายเลขปฏิบัติการที่ SV. 797 และ TI. 315 มีปริมาณกรดไลโนลินิกร้อยละ 14.15 และ 17.23 ของกรดไขมันทั้งหมด ซึ่งถ้าพิจารณาตามเกณฑ์กำหนดของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 288 - 2535 จะมีตัวอย่าง TI. 315 เพียงตัวอย่างเดียวที่มีกรดไลโนลินิกเกินมาตรฐาน คือ เกินร้อยละ 16 ของกรดไขมันทั้งหมด

- ตัวอย่างที่มีปริมาณกรดอราซิติกเกินมาตรฐาน 1 ตัวอย่าง คือ ตัวอย่างหมายเลขปฏิบัติการที่ SY. 31 ซึ่งมีกรดอราซิติกร้อยละ 2.23 ของกรดไขมันทั้งหมด เกินมาตรฐานที่กำหนดให้มีกรดอราซิติกไม่เกินร้อยละ 1.0 ของกรดไขมันทั้งหมด

สำหรับช่วงของกรดไขมันแต่ละชนิดที่พบในตัวอย่างน้ำมันปาล์มโอสีอื่นผ่านกรรมวิธี และค่าเฉลี่ยของกรดไขมันชนิดนั้น ๆ ได้สรุปไว้ในตารางที่ 10 จะเห็นได้ว่า ชนิดและปริมาณของกรดไขมันเกือบทั้งหมดอยู่ในช่วงมาตรฐาน ยกเว้น กรดปาล์มโอสีอิ่มตัวพบในช่วงร้อยละ 0 - 1.4 กรดไลโนลินิก ร้อยละ 10.6 - 17.2 และกรดอราซิติกร้อยละ 0 - 2.2 ของกรดไขมันทั้งหมด ซึ่งเกินกำหนดมาตรฐาน ส่วนค่าเฉลี่ยของกรดไขมันทุกชนิดที่กำหนดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมด

4. เมื่อเปรียบเทียบชนิดและปริมาณกรดไขมันที่พบในตัวอย่างน้ำมันปาล์มธรรมชาติ น้ำมันปาล์มผ่านกรรมวิธี และน้ำมันปาล์มโอสีอื่นผ่านกรรมวิธี ดังแสดงด้วยกราฟในรูปที่ 6 พบว่า น้ำมันปาล์มทั้ง 3 ชนิดมีส่วนประกอบของกรดไขมันชนิดต่าง ๆ ตามที่มาตรฐานกำหนด ในปริมาณโดยเฉลี่ยใกล้เคียงกันเป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ กรดไมริสติก (C 14:0) กรดปาล์มโอสีอิ่มตัว (C 16:1) กรดสเตียริก (C 18:0) กรดไลโนลินิก (C 18:3) และกรดอราซิติก (C 20:0) ส่วนกรดลอริก (C 12:0) พบในน้ำมันปาล์มผ่านกรรมวิธี และน้ำมันปาล์มโอสีอื่นผ่านกรรมวิธีในปริมาณใกล้เคียงกัน แต่พบในน้ำมันปาล์มธรรมชาติในปริมาณสูงกว่าประมาณร้อยละ 1 ของกรดไขมันทั้งหมด

สำหรับกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบหลักของน้ำมันปาล์มได้แก่ กรดปาล์มโอสีอิ่มตัว (C 16:0) จากการวิเคราะห์พบว่า ในน้ำมันปาล์มธรรมชาติมีปริมาณโดยเฉลี่ยร้อยละ 45.1 น้ำมันปาล์มผ่านกรรมวิธีร้อยละ 42.7 และน้ำมันปาล์มโอสีอื่นผ่านกรรมวิธีร้อยละ 39.1 ของกรดไขมันทั้งหมด จะเห็นว่า น้ำมันปาล์มธรรมชาติมีกรดปาล์มโอสีอิ่มตัวสูงที่สุด เนื่องจากเป็นน้ำมันที่ยังไม่ผ่านกรรมวิธีกำจัดกรดไขมันอิสระ และยังไม่ผ่านการแยกไตรกลีเซอไรด์ที่มีจุดหลอมเหลวสูง (หรือไตรกลีเซอไรด์ที่มีกรดไขมันอิ่มตัวสูงเป็นองค์ประกอบ) ออก จึงทำให้น้ำมันปาล์มธรรมชาติมีลักษณะทางกายภาพที่พบคือ

ประกอบไปด้วย ส่วนบนที่เป็นของเหลวใส และส่วนล่างที่เป็นไขแยกชั้นกัน กรณีน้ำมันปาล์มผ่านกรรมวิธี แม้จะมีการกำจัดกรดไขมันอิสระออกไป แต่ยังไม่ผ่านกระบวนการแยกส่วนเพื่อแยกเอาน้ำมันส่วนใสออกจากน้ำมันส่วนขุ่นที่มีจุดหลอมเหลวสูง จึงมีส่วนที่เป็นไขนอนกันเล็กน้อยที่อุณหภูมิห้อง และเมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ๆ จะยังมีไขตกตะกอนนอนกันมากขึ้น ในขณะที่น้ำมันปาล์มโอสีอื่นผ่านกรรมวิธีมีกรดไขมันอิ่มตัวจำพวกสเตียริก (C 18:0) และปาล์มิติก (C 16:0) ต่ำลง เนื่องจากผ่านการแยกส่วนเอาน้ำมันส่วนใส หรือโอสีอื่น ออกจากน้ำมันส่วนที่เป็นไข หรือสเตียรีนแล้ว จึงมีผลทำให้น้ำมันปาล์มโอสีอื่นผ่านกรรมวิธีมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวคือ กรดโอเลอิก (C 18:1) และ กรดไลโนลีนิก (C 18:2) สูงกว่าน้ำมันปาล์มผ่านกรรมวิธีและน้ำมันปาล์มธรรมชาติ กล่าวคือ น้ำมันปาล์มโอสีอื่นผ่านกรรมวิธีมีกรดโอเลอิกโดยเฉลี่ยร้อยละ 43.4 น้ำมันปาล์มผ่านกรรมวิธีมีร้อยละ 40.8 และน้ำมันปาล์มธรรมชาติมีเพียงร้อยละ 37.1 ของกรดไขมันทั้งหมด ส่วนกรดไลโนลีนิกพบในน้ำมันปาล์มโอสีอื่นผ่านกรรมวิธี และน้ำมันปาล์มผ่านกรรมวิธี โดยเฉลี่ยในปริมาณใกล้เคียงกัน คือร้อยละ 12.1 และ 11.9 ส่วนน้ำมันปาล์มธรรมชาติพบเพียงร้อยละ 10.0 ของกรดไขมันทั้งหมด

นอกจากนี้ยังพบว่า ในน้ำมันปาล์มทั้ง 3 ชนิดมี ส่วนประกอบของกรดไขมันที่กำหนดทุกชนิดอยู่ในช่วงแคบกว่าช่วงมาตรฐานต่าง ๆ ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันปาล์มที่ผลิตขึ้นในประเทศไทยส่วนใหญ่สกัดมาจากปาล์มน้ำมันที่แพร่หลายเพียง 3 พันธุ์ คือ พันธุ์ดูรา พันธุ์พิลีเฟอรา และพันธุ์เทเนอรา จึงทำให้ส่วนผสมของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบของน้ำมันปาล์มแต่ละชนิดไม่แตกต่างกันมากนัก โดยช่วงของกรดไขมันแต่ละชนิดที่พบจะอยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน แต่ปัจจุบันความนิยมในการบริโภคน้ำมันปาล์มได้เพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก ดังปรากฏในรายงานเรื่อง อุตสาหกรรมน้ำมันพืช ของสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทยที่เสนอต่อสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรมเมื่อปี พ.ศ. 2534 พบว่า น้ำมันปาล์มมีส่วนแบ่งตลาดการบริโภคภายในประเทศสูงสุดถึงร้อยละ 64 ของการบริโภคน้ำมันพืชรวม น้ำมันพืชที่มีส่วนแบ่งตลาดรองลงมาคือ น้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 12 น้ำมันมะพร้าวร้อยละ 10 น้ำมันละหุ่งร้อยละ 5 น้ำมันรำข้าวร้อยละ 3 น้ำมันถั่วลิสงร้อยละ 1 และน้ำมันพืชอื่น ๆ อีกร้อยละ 4 สำหรับน้ำมันปาล์มมีส่วนแบ่งตลาดการบริโภครวมสูงขึ้นเกือบทุกปีในช่วงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520 ถึง พ.ศ. 2534 โดยอัตราการขยายตัวเฉลี่ยของส่วนแบ่งตลาดน้ำมันปาล์มคือ ร้อยละ 12.53 ต่อปี การขยายตัวอย่างรวดเร็วของอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มทำให้มีการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ปาล์มใหม่ ๆ ขึ้นเพื่อให้มีส่วนประกอบของกรดไขมันที่ให้ทั้งคุณค่าทางโภชนาการ และมีคุณสมบัติทางกายภาพเหมาะสมในการใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่าง ๆ ทำให้ส่วนประกอบของกรดไขมันมีการเปลี่ยนแปลงไป จึงสมควรมีการวิเคราะห์เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลของส่วนประกอบของกรดไขมันในน้ำมันปาล์ม รวมทั้งน้ำมันพืชชนิดอื่น ๆ ที่อาจมีการปรับปรุงพันธุ์พืชน้ำมันนั้น ๆ ในทำนองเดียวกัน เป็นระยะ ๆ เช่น ทุก ๆ 3 - 5 ปี เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ทันสมัย และสอดคล้องกับความก้าวหน้าของการวิจัยและพัฒนา และเป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาปรับปรุงแก้ไขเกณฑ์กำหนดในเรื่อง ส่วนประกอบ

ของกรดไขมันในมาตรฐานต่าง ๆ โดยเฉพาะมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศคือ มาตรฐานโคเด็กซ์ เพื่อไม่ให้ข้อกำหนดของโคเด็กซ์ มาเป็นข้อกีดกันทางการค้าน้ำมันพืชของไทยในอนาคต

5. ในด้านคุณค่าทางโภชนาการของน้ำมันที่ใช้บริโภค โดยทั่วไปจะพิจารณาจากปริมาณกรดไขมันจำเป็น (essential fatty acids) ที่อยู่ในรูปของไตรกลีเซอไรด์ในน้ำมันพืชนั้น ๆ ซึ่งเป็นพวกกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (polyunsaturated fatty acids , PUFA) ได้แก่ กรดไลโนลีนิก (C 18:2) กรดไลโนลีนิก (C 18:3) และกรดอาราชิโดนิก (C 20:4) PUFA เหล่านี้ทำหน้าที่แตกต่างจากกรดไขมันอิ่มตัว โดยร่างกายใช้ PUFA ในลักษณะที่เป็นโมเลกุลโครงสร้างและโมเลกุลทำงาน ไม่ใช่พอเหมาะจะให้ผลในการลดระดับโคเลสเตอรอล (cholesterol) ในเลือดได้ ตัวอย่างน้ำมันพืชที่มีกรดไลโนลีนิกสูงกว่าร้อยละ 50 ของกรดไขมันทั้งหมด ได้แก่ น้ำมันดอกทานตะวัน น้ำมันดอกคำฝอย น้ำมันข้าวโพด และน้ำมันถั่วเหลือง

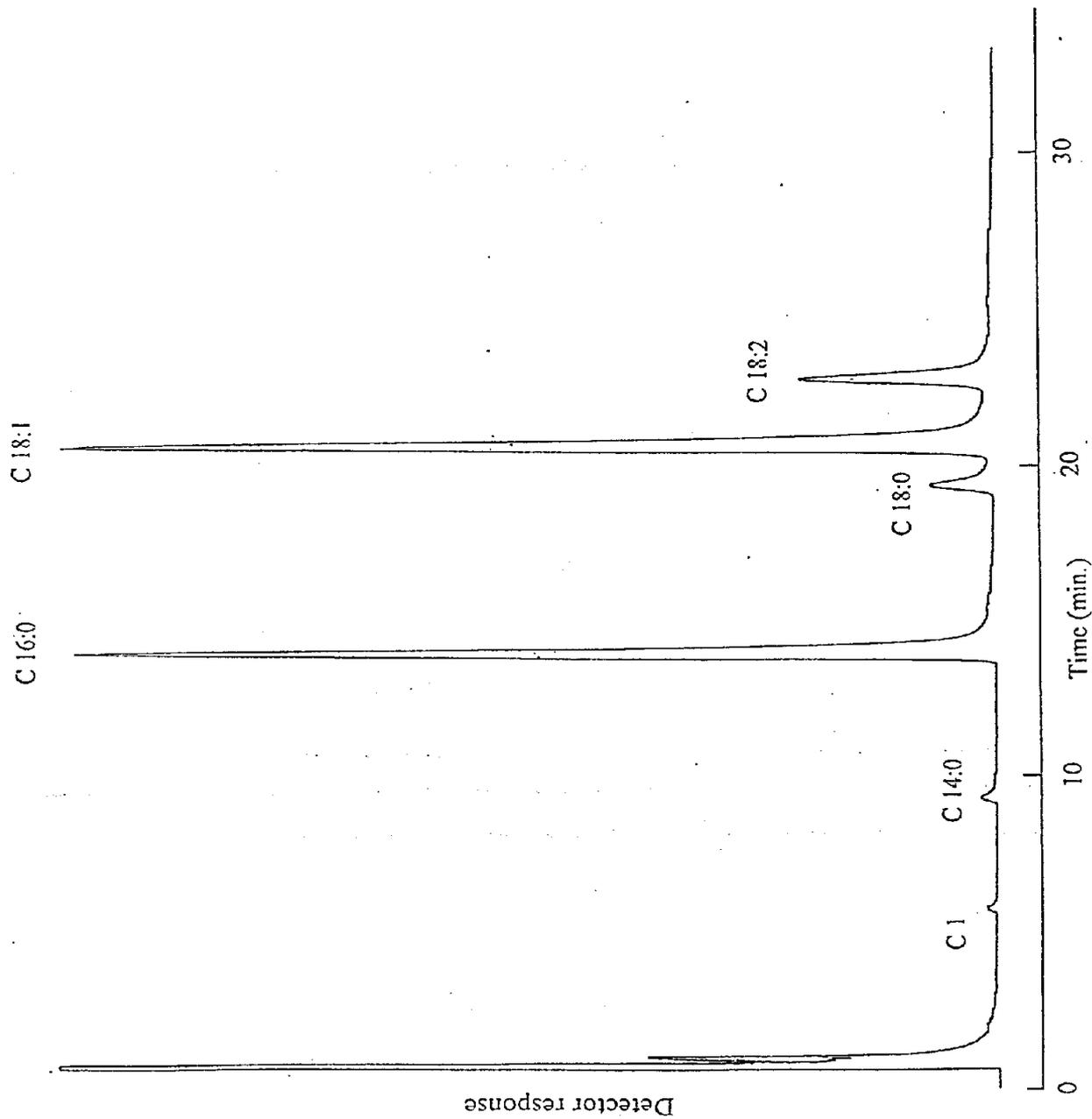
สำหรับน้ำมันปาล์มที่ใช้สำหรับบริโภค จากผลการวิเคราะห์พบว่า แม้จะมีปริมาณกรดไลโนลีนิกไม่สูงนัก คืออยู่ในช่วงร้อยละ 8 - 17 ของกรดไขมันทั้งหมด แต่มีปริมาณกรดโอเลอิกสูงถึงประมาณร้อยละ 34 - 46 ของกรดไขมันทั้งหมด ซึ่งปัจจุบันมีผลงานวิจัยทางการแพทย์และทางโภชนาการ (5) ที่บ่งชี้ว่า น้ำมันพืชที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดที่มีพันธะคู่หนึ่งตำแหน่ง (monounsaturated fatty acids , MUFA) เช่น กรดโอเลอิก (C 18:1) น่าจะให้ผลในการลดระดับโคเลสเตอรอลในเลือดด้วย และน่าจะให้ผลดีมากกว่ากรดไลโนลีนิกด้วยซ้ำ ดังนั้นการรับประทานน้ำมันปาล์มในปริมาณที่พอเหมาะก็อาจช่วยลดภาวะไขมันในเลือดสูงซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด เช่น หลอดเลือดหัวใจอุดตัน หลอดเลือดแดงแข็ง กล้ามเนื้อหัวใจตายได้เช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

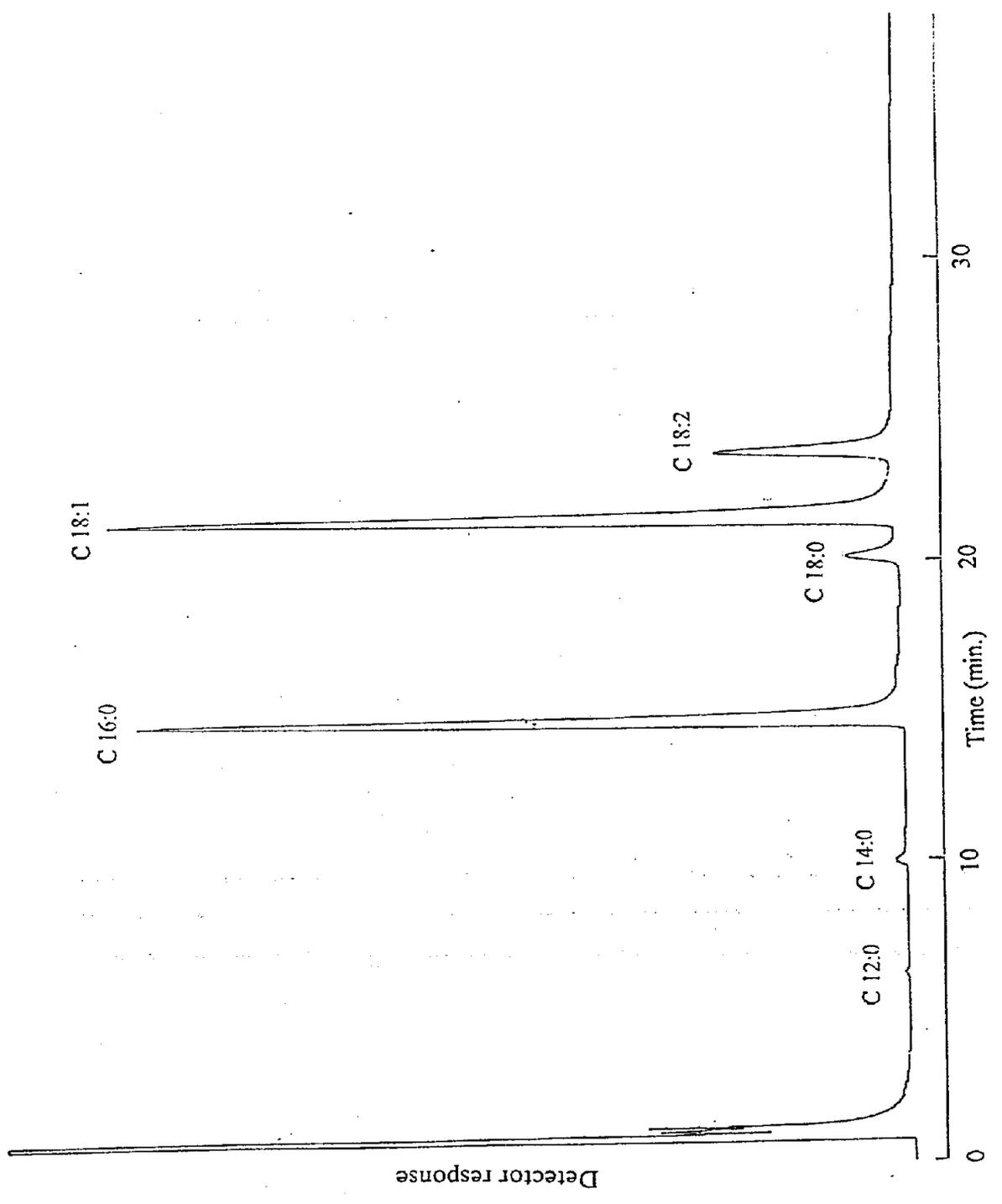
1. โครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็ก อันเนื่องมาจากพระราชดำริ. ปาล์มน้ำมันและอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม คู่มือเกษตรกร. สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2528.
2. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 56 (พ.ศ. 2524) เรื่อง น้ำมันปาล์ม พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522. กรุงเทพฯ : กระทรวงสาธารณสุข, 2530.
3. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำมันปาล์มสำหรับบริโภค มอก. 288. 2535.
4. สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย. รายงานการศึกษา เรื่อง อุตสาหกรรมน้ำมันพืช เสนอสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ, 2536.
5. ธิดา นิงสานนท์ และ อรวรรณ เรื่องสมบูรณ. สารอาหารที่นิยมใช้เพื่อเสริมสุขภาพและต้านโรค. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล คณะเภสัชศาสตร์, 2535.
6. ประหยัด โกมารทัต. การใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการดัดแปลงไขมันเพื่อประโยชน์ทางโภชนาการและผลิตภัณฑ์อาหาร. เอกสารการประชุมเรื่อง การผสมผสานเทคโนโลยีชีวภาพ โภชนาการ และเทคโนโลยีการอาหาร จัดโดย ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ และสถาบันวิจัยโภชนาการ กรุงเทพฯ : กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน, 2531.
7. Maclellan, M. Palm Oil. *JAACS* 60(2), 1983, pp. 368 - 373.
8. Helrick, K. (ed.) Official Methods of Analysis of AOAC International. 16 th ed. AOAC International, Virginia, 1995.
9. Gas Chromatograph Shimadzu GC - 8A Instruction Manual and Chromatopac C - R3A Instruction Manual. Shimadzu Corporation, Analytical Instruments Plant, Kyoto, Japan.

ภาคผนวก

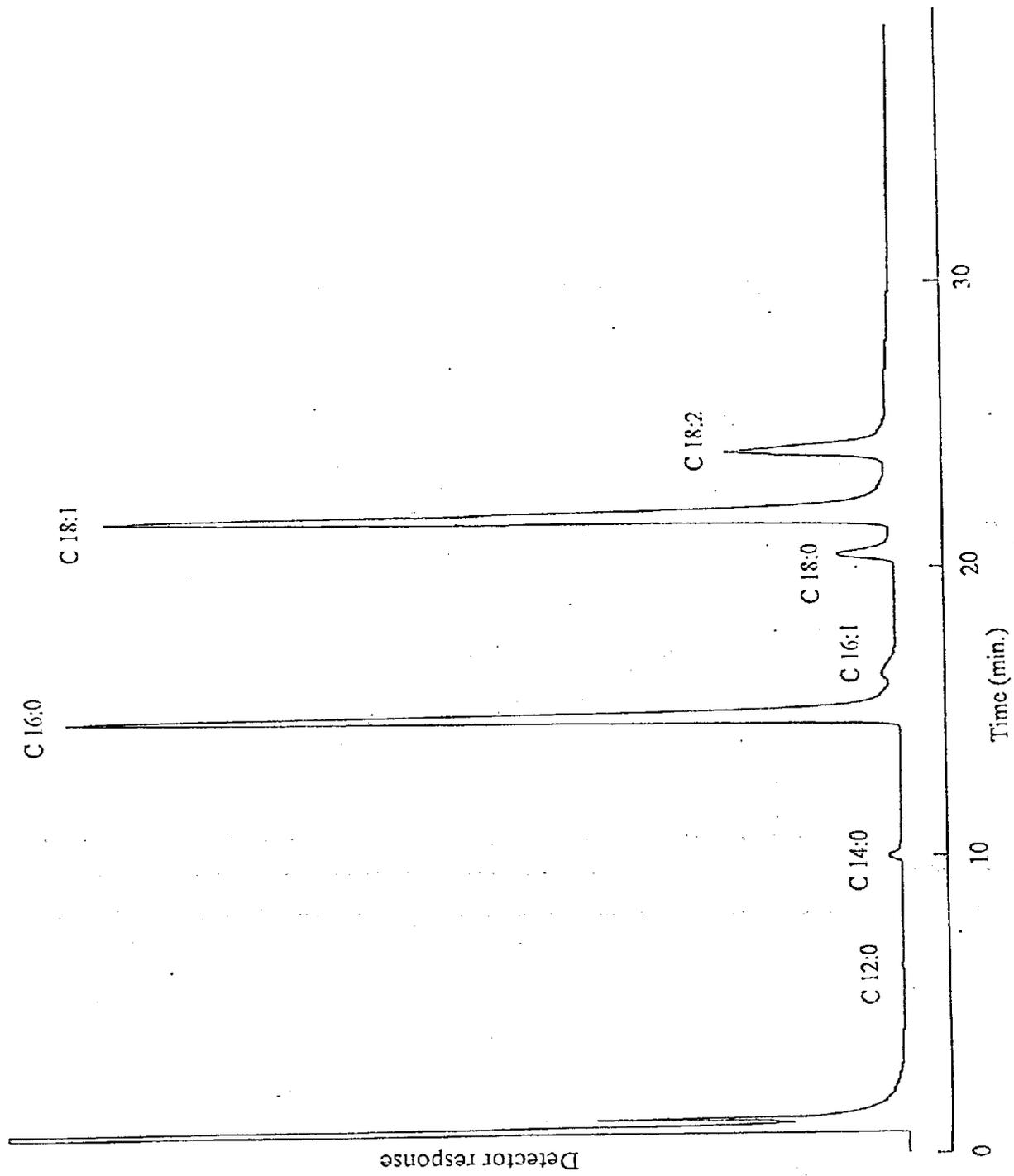
รูปที่ 3 โคโรมาโตแกรมแสดงส่วนประกอบของกรดไขมันที่พบในตัวอย่งน้ำมันปาล์มธรรมชาติ



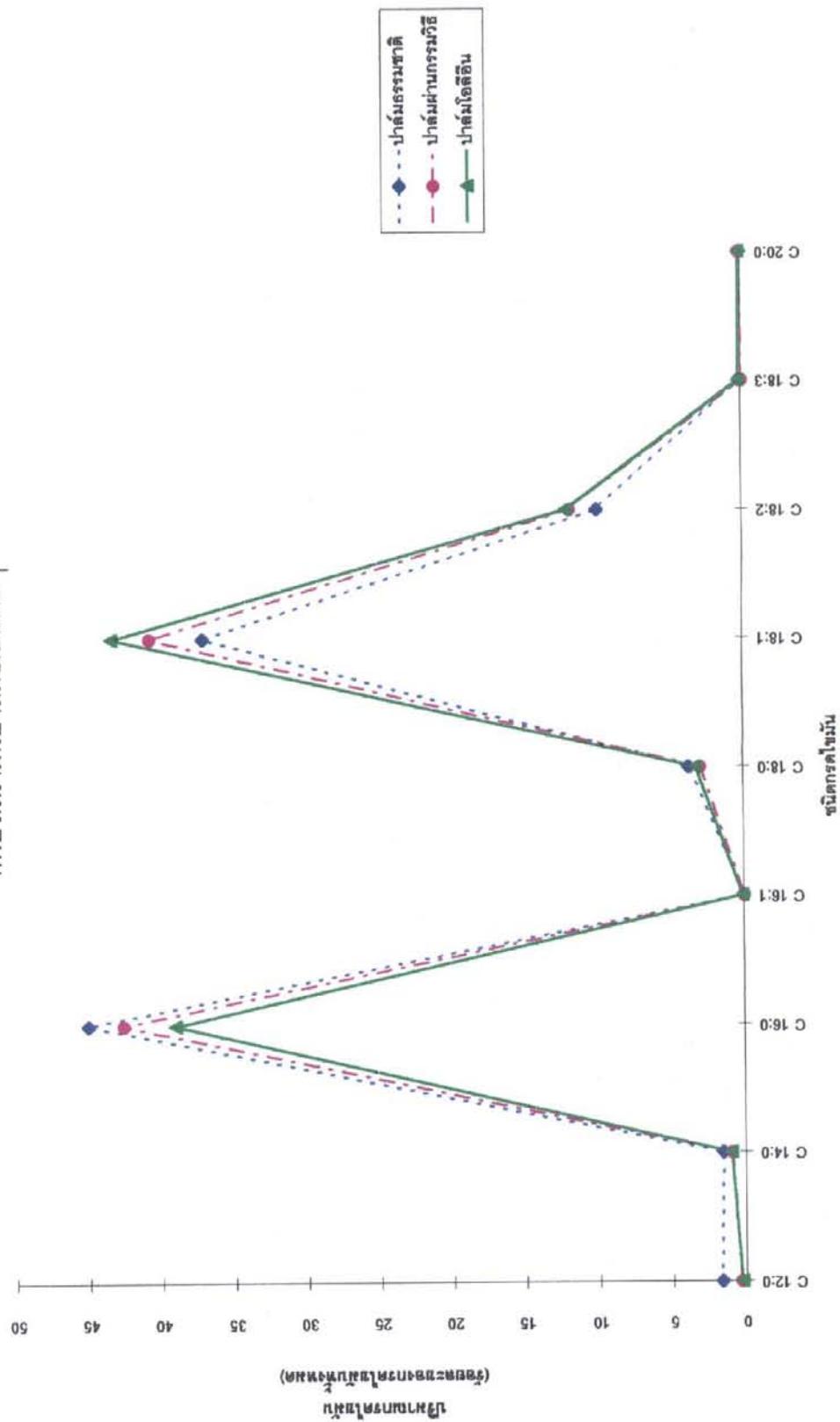
รูปที่ 4 โครมาโตแกรมแสดงส่วนประกอบของกรดไขมันที่พบในตัวอย่างน้ำมันปลาสดผ่านกรรมวิธี



รูปที่ ๕ โครมาโตแกรมแสดงส่วนประกอบของกรดไขมันที่พบในตัวอย่างน้ำมันปาล์มโอดีซีผ่านกรรมวิธี



รูปที่ 6 กราฟแสดงชนิดและปริมาณของกรดไขมัน
ที่พบในน้ำมันปาล์มชนิดต่างๆ



(สำเนา)

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

ฉบับที่ 56 (พ.ศ. 2524)

เรื่อง น้ำมันปาล์ม

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6 (1) (2) (4) (5) (7) และ (10) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้น้ำมันปาล์มที่ได้จากผลของต้นปาล์มที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า อีเลอีส กินีเอนซิส (*Elaeis guineensis*) เป็นอาหารควบคุมเฉพาะ

ข้อ 2 น้ำมันปาล์มแบ่งออกได้ ดังต่อไปนี้

- (1) น้ำมันปาล์มจากเนื้อปาล์ม (Palm oil)
- (2) น้ำมันปาล์มโอลีอินจากเนื้อปาล์ม (Palm olein)
- (3) น้ำมันปาล์มสเตียร์อินจากเนื้อปาล์ม (Palm stearin)
- (4) น้ำมันปาล์มจากเมล็ดปาล์ม (Palm kernel oil)
- (5) น้ำมันปาล์มโอลีอินจากเมล็ดปาล์ม (Palm kernel olein)
- (6) น้ำมันปาล์มสเตียร์อินจากเมล็ดปาล์ม (Palm kernel stearin)

ข้อ 3 การผลิตน้ำมันปาล์มให้ทำได้ ดังนี้

(1) วิธีธรรมชาติ ทำโดยการบีบอัดโดยใช้ความร้อนหรือวิธีธรรมชาติอื่น ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา และนำมาทำให้สะอาดโดยการล้าง การตั้งไว้ให้ตกตะกอน การกรอง หรือการหมุนเหวี่ยง

(2) วิธีผ่านกรรมวิธี ทำโดยนำน้ำมันปาล์มที่ได้จากวิธีธรรมชาติหรือที่ได้จากการสกัดด้วยสารละลายตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา และนำมาผ่านกรรมวิธีทำให้บริสุทธิ์อีกครั้งหนึ่ง

(3) วิธีอื่นตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

ข้อ 4 น้ำมันปาล์มตามข้อ 2 (1) (2) และ (3) ที่ผลิตเพื่อจำหน่าย นำเข้าเพื่อจำหน่าย หรือที่จำหน่าย เพื่อใช้รับประทานหรือใช้ปรุงแต่งอาหาร ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานดังต่อไปนี้

(1) มีค่าของกรด (Acid value) ไม่เกิน 10 มิลลิกรัมโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ ต่อน้ำมัน 1 กรัม สำหรับน้ำมันปาล์มที่ทำโดยวิธีธรรมชาติ และไม่เกิน 0.6 มิลลิกรัมโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ ต่อน้ำมัน 1 กรัม สำหรับน้ำมันปาล์มที่ทำโดยวิธีผ่านกรรมวิธี

(2) มีค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value) ไม่เกิน 10 มิลลิกรัมสมมูลย์เปอร์ออกไซด์ออกซิเจน ต่อน้ำมัน 1 กิโลกรัม

(3) มีส่วนประกอบของกรดไขมันเป็นร้อยละของกรดไขมันทั้งหมด โดยใช้วิธีแก๊สลิควิด โครมาโตกราฟี หรือ จี แอล ซี (Gas Liquid Chromatography) หรือ GLC ดังนี้

กรดลอริก	(Lauric acid)	ไม่เกิน 1.2
กรดไมริสติก	(Myristic acid)	ระหว่าง 0.5 ถึง 5.9
กรดปาล์มมิติก	(Palmitic acid)	ระหว่าง 32 ถึง 59
กรดปาล์มมิโตลิก	(Palmitoleic acid)	ไม่เกิน 0.6
กรดสเตียริก	(Stearic acid)	ระหว่าง 1.5 ถึง 8.0
กรดโอลีอิก	(Oleic acid)	ระหว่าง 27 ถึง 52.0
กรดไลโนลิก	(Linoleic acid)	ระหว่าง 5.0 ถึง 14
กรดไลโนลินิก	(Linolenic acid)	ไม่เกิน 1.5
กรดอราซิดิก	(Arachidic acid)	ไม่เกิน 1.0

(4) มีค่าสaponification value (Saponification value) ระหว่าง 190 ถึง 209 มิลลิกรัมโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ ต่อน้ำมัน 1 กรัม

(5) มีค่าไอโอดีนแบบวิจส์ (Iodine value Wijs) ดังนี้

(ก) ระหว่าง 50 - 56 สำหรับน้ำมันปาล์มจากเนื้อปาล์ม

(ข) ไม่น้อยกว่า 55 สำหรับน้ำมันปาล์มโอลีนจากเนื้อปาล์ม

(ค) ไม่เกิน 48 สำหรับน้ำมันปาล์มสเตียรินจากเนื้อปาล์ม

(6) มีสารที่สaponification ไม่ได้ (Unsaponifiable matter) ไม่เกินร้อยละ 1.2 ของ

น้ำหนัก

(7) มีสิ่งทีระเหยได้ (Volatile matter) ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ไม่เกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนัก

(8) มีปริมาณสบู่ (Soap content) ไม่เกินร้อยละ 0.005 ของน้ำหนัก

(9) มีกลิ่นและรสตามลักษณะเฉพาะของน้ำมันปาล์มจากเนื้อปาล์ม

(10) มีสิ่งอื่นที่ไม่ละลาย (Insoluble impurities) ไม่เกินร้อยละ 0.05 ของน้ำหนัก

(11) มีปริมาณคาโรทีนน้อยทั้งหมด คำนวณเป็นเบตา-คาโรทีน ไม่น้อยกว่า 500 มิลลิกรัม ต่อน้ำมัน 1 กิโลกรัม และไม่เกิน 2,000 มิลลิกรัม ต่อน้ำมัน 1 กิโลกรัม สำหรับน้ำมันปาล์มที่ทำโดยวิธีธรรมชาติ

(12) ไม่มีกลิ่นหืน

(13) ไม่มีน้ำมันแร่

น้ำมันปาล์มที่ผลิตตามวิธีอื่นในข้อ 3 (3) ให้ได้รับการยกเว้นไม่ต้องมีคุณภาพหรือ มาตรฐานตาม (3) (4) (5) (6) (9) และ (11) แต่ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามที่ได้รับการเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

ข้อ 5 น้ำมันปาล์มตามข้อ 2 (4) (5) และ (6) ที่ผลิตเพื่อจำหน่าย นำเข้าเพื่อจำหน่าย หรือที่จำหน่าย เพื่อใช้รับประทานหรือใช้ปรุงแต่งอาหาร ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานดังต่อไปนี้

(1) มีค่าของกรด (Acid value) ไม่เกิน 0.6 มิลลิกรัมโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ ต่อน้ำมัน 1 กรัม สำหรับน้ำมันปาล์มที่ทำโดยวิธีผ่านกรรมวิธี

(2) มีค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value) ไม่เกิน 10 มิลลิกรัมสมมูลย์เปอร์ออกไซด์ออกซิเจน ต่อน้ำมัน 1 กิโลกรัม

(3) มีส่วนประกอบของกรดไขมันเป็นร้อยละของกรดไขมันทั้งหมด โดยใช้วิธีแก๊สลิควิด โครมาโตกราฟี หรือ จี แอล ซี (Gas Liquid Chromatography) หรือ GLC ดังนี้ เว้นแต่น้ำมันปาล์มโกลีนจากเมล็ดปาล์มและน้ำมันปาล์มสเตียรินจากเมล็ดปาล์ม ให้มีได้ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

กรดคาโปรอิก Caproic acid ไม่เกิน 0.5

กรดคาปริลิก Caprylic acid ระหว่าง 2.4 ถึง 6.2

กรดคาปริค Capric acid ระหว่าง 2.6 ถึง 7.0

กรดลอริก	Lauric acid	ระหว่าง 41 ถึง 55
กรดไมริสติก	Myristic acid	ระหว่าง 14 ถึง 20
กรดปาล์มมิตติค	Palmitic acid	ระหว่าง 6.5 ถึง 11
กรดสเตียริก	Stearic acid	ระหว่าง 1.3 ถึง 3.5
กรดโอเลอิก	Oleic acid	ระหว่าง 10 ถึง 23
กรดไลโนลิก	Linoleic acid	ระหว่าง 0.7 ถึง 5.4

(4) มีค่าสaponification (Saponification value) ระหว่าง 230 ถึง 254 มิลลิกรัม โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ ต่อน้ำมัน 1 กรัม

(5) มีค่าไอโอดีนแบบวิจส์ (Iodine value Wijs) ระหว่าง 13 ถึง 23 เว้นแต่น้ำมันปาล์มโอลีอินจากเมล็ดปาล์ม และน้ำมันปาล์มสเตียรินจากเมล็ดปาล์ม ให้มีได้ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

(6) มีสารที่สaponification ไม่ได้ (Unsaponifiable matter) ไม่เกินร้อยละ 1 ของน้ำหนัก

(7) มีสิ่งระเหยได้ (Volatile matter) ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ไม่เกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนัก

(8) มีปริมาณสบู่ (Soap content) ไม่เกินร้อยละ 0.005 ของน้ำหนัก

(9) มีกลิ่นและรสตามลักษณะเฉพาะของน้ำมันปาล์มจากเมล็ดปาล์ม

(10) มีสิ่งอื่นที่ไม่ละลาย (Insoluble impurities) ไม่เกินร้อยละ 0.05 ของน้ำหนัก

(11) ไม่มีกลิ่นหืน

(12) ไม่มีน้ำมันแร่

น้ำมันปาล์มที่ผลิตตามวิธีอื่นในข้อ 3 (3) ให้ได้รับการยกเว้นไม่ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตาม (3) (4) (5) (6) และ (9) แต่ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

ข้อ 6 น้ำมันปาล์มที่ใช้วัตถุเจือปนอาหาร (Food additives) หรือที่มีสารปนเปื้อน (Contaminants) ต้องใช้หรือมีได้ตามชนิดและปริมาณที่กำหนดไว้ในบัญชีท้ายประกาศนี้เท่านั้น

ข้อ 7 น้ำมันปาล์มที่ใช้ประโยชน์อย่างอื่นนอกจากใช้รับประทานหรือใช้ปรุงแต่งอาหาร ให้ได้รับการยกเว้นไม่ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อกำหนดที่ระบุไว้ในข้อ 4 ข้อ 5 และข้อ 6 แต่ต้องแสดงฉลากไว้ที่ภาชนะบรรจุว่า “ห้ามใช้รับประทาน” ด้วยตัวอักษรสีแดงขนาดไม่เล็กกว่า 1 เซนติเมตรในกรอบพื้นสีขาว และในฉลากนั้นให้แสดงเครื่องหมายที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาออกให้ไว้ด้วย

ข้อ 8 ภาชนะบรรจุที่ใช้บรรจุน้ำมันปาล์มที่ใช้รับประทานหรือใช้ปรุงแต่งอาหารให้ปฏิบัติ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ภาชนะบรรจุ

ข้อ 9 การแสดงฉลากของน้ำมันปาล์มที่ใช้รับประทานหรือใช้ปรุงแต่งอาหาร ให้ปฏิบัติ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ฉลาก

ประกาศฉบับนี้ไม่กระทบกระเทือนถึงใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหารซึ่งออกให้ตาม ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 22 (พ.ศ. 2522) เรื่อง กำหนดน้ำมันและไขมันเป็นอาหาร ควบคุมเฉพาะและกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน วิธีการผลิตและฉลากสำหรับน้ำมันและไขมัน เว้นแต่เฉพาะส่วนที่เกี่ยวกับน้ำมันปาล์มจากเนื้อปาล์มตามข้อ 2 (1) (2) หรือ (3) หรือ น้ำมันปาล์ม จากเมล็ดปาล์มตามข้อ (2) (4) (5) หรือ (6) ให้ผู้ที่ได้รับใบสำคัญขึ้นทะเบียนตำรับอาหารตาม ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับดังกล่าวมาดำเนินการแก้ไขตำรับอาหารให้มีรายละเอียดถูกต้อง ตามประกาศฉบับนี้ ภายในเก้าสิบวันนับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

ประกาศฉบับนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 20 มกราคม 2524

(ลงชื่อ) ทองหยด-จิตตวีระ

(นายทองหยด จิตตวีระ)

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

(ตัดจากราชกิจจานุเบกษา เล่ม 98 ตอนที่ 46 วันที่ 24 มกราคม 2524)

บัญชีวัตถุเจือปนในอาหาร (Food Additives)

อันดับ	ประเภทวัตถุเจือปนในอาหาร	ชื่อวัตถุเจือปนในอาหาร	ปริมาณสูงสุดที่อนุญาต เป็นร้อยละของน้ำหนัก	หมายเหตุ
1.	สี (Colour) ให้ใช้ได้เพื่อ ความมุ่งหมายที่จะทำให้อาหาร กัณฑ์มีสีเหมือนธรรมชาติ	(ก) เบตา-คาโรทีน (beta-carotene) (ข) สีคัมสเตอร์ (annatto) (ค) เคอร์คิวมิน (curcumin) (ง) แคนธาแซนทีน (canta-xanthine) (จ) เบตา-อะโป-8'-คาโรทีนาล (beta-apo-8'-carotenal) (ฉ) เมทิลและเอทิลเอสเทอร์ของกรด เบตา-อะโป-8'-คาโรทีนอิก เอซิด (methyl and ethyl ester of-beta-apo-8'-carotenoic acid)	ไม่กำหนด ไม่กำหนด ไม่กำหนด ไม่กำหนด ไม่กำหนด ไม่กำหนด	
2.	กลิ่น (flavours) : ให้ใช้สาร แต่งกลิ่นสังเคราะห์ที่ไม่เป็น อันตรายต่อสุขภาพ เพื่อแต่ง กลิ่นตามข้อ 4 (9) และข้อ 5 (9)			

บัญชีวัตถุเจือปนในอาหาร (Food Additives)

อันดับ	ประเภทวัตถุเจือปนในอาหาร	ชื่อวัตถุเจือปนในอาหาร	ปริมาณสูงสุดที่หาได้ เป็นร้อยละของน้ำหนัก	หมายเหตุ
3.	วัตถุกันหืน (Antioxidants)	(ก) โพรพิล ออกทิล และ โดเดซิล แกลเลต (propyl, octyl and dodecyl gallates) (ข) บิวทิลเตต ไฮดรอกซีโทลูอิน (butylated hydroxytoluene, BHT) บิวทิลเตต ไฮดรอกซีอะนิโซล (butylated hydroxyanisole, BHA) เทอร์โทลารี บิวทิล ไฮโดรควิโนน (tertiary butyl hydroquinone, TBHQ) (ค) สารพวกแกลเลต (gallates) ร่วมกับ BHA หรือ BHT หรือ TBHQ หรือรวมทั้งสามอย่างไว้ด้วยกัน (ง) แอสคอร์บิลพัลมิเตต (ascorbyl palmitate) (จ) แอสคอร์บิลสเตียเรต (ascorbyl stearate)	0.01 0.02 0.02 0.05 0.05	จะใช้อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือใช้รวมกันได้ไม่เกิน ร้อยละ 0.01 ของน้ำหนัก จะใช้อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือใช้รวมกันได้ไม่เกิน ร้อยละ 0.02 ของน้ำหนัก วัตถุกันหืนตาม (ง) และ (จ) จะใช้อย่างใดอย่างหนึ่งหรือใช้รวมกันได้ไม่เกินร้อยละ 0.05 ของน้ำหนัก

บัญชีวัตถุเจือปนในอาหาร (Food Additives)

อันดับ	ประเภทวัตถุเจือปนในอาหาร	ชื่อวัตถุเจือปนในอาหาร	ปริมาณสูงสุดที่อนุญาตให้ใช้ได้ เป็นร้อยละของน้ำหนัก	หมายเหตุ
		(ก) โทโคเฟอรอลชนิดธรรมชาติและ ชนิดสังเคราะห์ (natural and syn- thetic tocopherols) (ข) ไดอริล ไทไอโคโพรไพโอเนท (diaryl thiodipionate)	ไม่กำหนด 0.02	
4.	สารเสริมวัตถุกันหืน (Antioxidant synergists)	(ก) กรดซิตริกและโซเดียมซิเตรท (citric acid and sodium citrate) (ข) ไอโซโพรพิลซิเตรท (isopropyl citrate) (ค) กรดฟอสฟอริก (phosphoric acid) (ง) โมโนกลีเซอไรด์ซิเตรท (mono- glyceride citrate)	ไม่กำหนด 0.01 0.01 0.01	สารเสริมฤทธิ์วัตถุกัน หืน (ข) และ (ง) จะ ใช้อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือใช้รวมกันได้ไม่เกิน ร้อยละ 0.01 ของ น้ำหนัก
5.	วัตถุกันฟอง (Antifoaming agents)	ไดเมทิล โพลีซิล็อกเซน (dimethyl poly- siloxane) อย่างเดียว หรือผสมกับซิลิโคน ไดออกไซด์	0.001	

บัญชีสารปนเปื้อน (Contaminants)

อันดับ	สารปนเปื้อน	ปริมาณสูงสุดที่ใหม่ได้เป็นมิลลิกรัมตอกิโลกรัม	หมายเหตุ
1.	สารปนเปื้อน ปริมาณหลัก : ในน้ำมันปาล์มธรรมชาติ ในน้ำมันปาล์มผ่านกรรมวิธี	5.0 2.5	
2.	ปริมาณทองแดง : ในน้ำมันปาล์มธรรมชาติ ในน้ำมันปาล์มผ่านกรรมวิธี	0.4 0.1	
3.	ปริมาณตะกั่ว	0.1	
4.	ปริมาณสารหนู	0.1	

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
น้ำมันปาล์มสำหรับบริโภค

มอก. 288—2535

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 2461175

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 109 ตอนที่ 52
วันที่ 21 เมษายน พุทธศักราช 2535

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำมันปาล์มสำหรับบริโภค

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ประเภทและชนิด คุณลักษณะที่ต้องการ วัตถุประสงค์อาหาร สารปนเปื้อน สัญลักษณ์ การบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบน้ำมันปาล์มสำหรับบริโภค

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

- 2.1 น้ำมันปาล์มสำหรับบริโภค ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า "น้ำมันปาล์ม" หมายถึง น้ำมันที่ได้จากเนื้อ (mesocarp) ของผลปาล์มน้ำมันที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า เอลเลียส กิเนเนนซิส (Elaeis guineensis) ใช้เพื่อการบริโภค และในอุตสาหกรรมห้ำผลิตภัณฑ์อาหาร
- 2.2 น้ำมันปาล์มธรรมชาติ (virgin palm oil) หมายถึง น้ำมันปาล์มที่ได้จากวิธีทางกล ความร้อน หรือวิธีทางกลร่วมกับความร้อน อาจทำให้ใสสะอาดขึ้นโดยการล้างด้วยน้ำ ตั้งให้ตกตะกอน กรองและหมุนเหวี่ยง (centrifuge) เท่านั้น
- 2.3 น้ำมันปาล์มผ่านกรรมวิธี (refined palm oil or non-virgin palm oil) หมายถึง น้ำมันปาล์มที่ผ่านกรรมวิธีกำจัดกรดไขมันอิสระ ฟอสฟอรัส และกำจัดกลิ่น
- 2.4 น้ำมันปาล์มโอสี่ผ่านกรรมวิธี (refined palm olein) หมายถึง น้ำมันปาล์มที่ผ่านกรรมวิธีเช่นเดียวกับข้อ 2.3 และแยกไตรกลีเซอไรด์ที่มีจุดหลอมเหลวสูงออก มีจุดขุ่น (cloud point) ไม่เกิน 10 องศาเซลเซียส

3. ประเภทและชนิด

- 3.1 น้ำมันปาล์มแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ
 - 3.1.1 น้ำมันปาล์มธรรมชาติ
 - 3.1.2 น้ำมันปาล์มผ่านกรรมวิธี
 - 3.1.3 น้ำมันปาล์มโพลีอื่นผ่านกรรมวิธี แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ
 - 3.1.3.1 ชนิดที่ 1
 - 3.1.3.2 ชนิดที่ 2

4. คุณลักษณะที่ต้องการ

- 4.1 ลักษณะทั่วไป
 - 4.1.1 สี
 - มีสีตามลักษณะเฉพาะของน้ำมันปาล์มแต่ละประเภท
 - 4.1.2 กลิ่นและรส
 - มีกลิ่นและรสตามลักษณะเฉพาะของน้ำมันปาล์มแต่ละประเภท และต้องไม่มีกลิ่นที่ผิดปกติหรือรสผิดปกติ
- 4.2 คุณลักษณะทางฟิสิกส์และทางเคมี
 - ให้เป็นไปตามตารางที่ 1
- 4.3 องค์ประกอบของกรดไขมัน
 - ให้เป็นไปตามตารางที่ 2
 - การทดสอบให้ปฏิบัติตาม IUPAC(1979) ข้อ 2.301 และข้อ 2.302

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมี
(ข้อ 4.2)

รายการ ที่	คุณสมบัติ	เกณฑ์กำหนด				วิธีทดสอบ
		น้ำมันปาล์ม		น้ำมันปาล์มโกลด์สีส้มผ่านกรรมวิธี		
		ผ่านกรรมวิธี	ผ่านกรรมวิธี	ชนิดที่ 1	ชนิดที่ 2	
1	ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (relative density) ที่ 50/20 องศาเซลเซียส	0.891 ถึง 0.899	ไม่กำหนด	ไม่เกิน 5	ไม่เกิน 10	CAC/IM 9
2	ดัชนีหักเห (refractive index) ที่ no 50 องศาเซลเซียส	1.455 ถึง 1.456	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	IUPAC(1979) ข้อ 2.102 AOCS Cc 6-25
3	จุดหลอม องศาเซลเซียส	0.2	0.2	0.2	0.2	IUPAC(1979) ข้อ 2.601
4	น้ำหนักและค่าดัชนีหักเหที่ 105 องศาเซลเซียส ร้อยละโดยน้ำหนัก	0.05	0.05	0.05	0.05	IUPAC(1979) ข้อ 2.204
5	สิ่งที่มีไม่ละลาย (insoluble impurities) ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	50 ถึง 55	50 ถึง 55	ไม่น้อยกว่า 60	55 ถึง 60	IUPAC(1979) ข้อ 2.205
6	ค่าไอโอดีน แบบวิงส์ (iodine value, Wjg)	190 ถึง 209	190 ถึง 209	190 ถึง 209	190 ถึง 209	IUPAC(1979) ข้อ 2.202
7	ค่าสะหรณีไฮโดรเจน (saponification value) มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อตัวอย่าง 1 กรัม	12	12	8	10	IUPAC(1979) ข้อ 2.401
8	ค่าที่สะหรณีไฮดรอกไซด์ (unsaponifiable matter) กรัมต่อตัวอย่าง 1 กิโลกรัม ไม่เกิน	4	0.6	0.6	0.6	IUPAC(1979) ข้อ 2.201
9	ค่าคงที่กรด (acid value) มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ไม่เกิน	10	10	10	10	IUPAC(1979) ข้อ 2.501
10	ค่าเปอร์ออกไซด์ (peroxide value) มิลลิกรัมสมมูลเปอร์ออกไซด์ต่อตัวอย่าง 1 กิโลกรัม ไม่เกิน	0	0.005	0.005	0.005	CAC/IM 13
11	ค่าร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	500 ถึง 2 000	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	AOAC(1984) ข้อ 43.008 ถึงข้อ 43.013
12	เบต้าแคโรทีน (beta carotene) มิลลิกรัมต่อตัวอย่าง					

ตารางที่ 2 องค์ประกอบของกรดไขมัน

(ข้อ 4.3)

หน่วยเป็นร้อยละ

รายการ ที่	กรดไขมัน	เกณฑ์ที่กำหนด	
		น้ำมันปาล์มธรรมชาติและ น้ำมันปาล์มผ่านกรรมวิธี	น้ำมันปาล์มโอสี่อื่น ผ่านกรรมวิธี
1	กรดลอริก (lauric acid)	ไม่เกิน 1.2	ไม่เกิน 1.2
2	กรดไมริสติก (myristic acid)	0.5 ถึง 5.9	0.5 ถึง 5.9
3	กรดพาล์มิติก (palmitic acid)	32 ถึง 59	32 ถึง 59
4	กรดพาล์มิตอเลอิก (palmitoleic acid)	น้อยกว่า 0.6	น้อยกว่า 0.6
5	กรดสเตียริก (stearic acid)	1.5 ถึง 8.0	1.5 ถึง 6
6	กรดโอเลอิก (oleic acid)	27 ถึง 52	35 ถึง 52
7	กรดไลโนลีนิก (linoleic acid)	5 ถึง 14	10 ถึง 16
8	กรดไลโนลินิก (linolenic acid)	ไม่เกิน 1.5	ไม่เกิน 1.5
9	กรดอาราชิติก (arachidic acid)	ไม่เกิน 1.0	ไม่เกิน 1.0

5. วัตถุเจือปนอาหาร

อาจใช้วัตถุเจือปนอาหารได้ตามชนิดและปริมาณที่กำหนดต่อไปนี้

5.1 สี

สีตามรายชื่อต่อไปนี้ยอมให้ใช้ได้ ในปริมาณที่เหมาะสม เพื่อความมุ่งหมายที่จะปรับสีของผลิตภัณฑ์ประเภทนั้น ๆ ให้เหมือนธรรมชาติ หรือให้สม่ำเสมอ แต่ในการเติมสีจะต้องไม่ใช่เพื่อเป็นการหลอกลวง หรือทำให้ผู้บริโภคเข้าใจผิด โดยบิดบังส่วนเสียหรือความดีของคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้น หรือทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นดูเหมือนมีคุณค่ามากกว่าที่เป็นจริง

5.1.1 บีตา-แคโรทีน (beta-carotene)

5.1.2 อันโนโต (annatto)

5.1.3 เคอร์คิวมิน (curcumin)

5.1.4 แคนทาแซนทีน (canthaxanthine)

5.1.5 บีตา-อะโป-8'-แคโรทีนัล (beta-apo-8'-carotenal)

5.1.6 เมทิลและเอทิลเอสเทอร์ของกรดบีตา-อะโป-8'-แคโรทีนอิก (methyl and ethyl ester of beta-apo-8'-carotenoic acid)

5.2 สารกันหืน (antioxidant)

ถ้าใช้สารกันหืน ให้ใช้ตามที่กำหนดข้อใดข้อหนึ่งดังต่อไปนี้

5.2.1 โพรพิล ออกทิล และโดเดซิลแกลเลต (propyl, octyl and dodecyl gallate) อย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกันไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม IUPAC(1979) ข้อ 2.621

5.2.2 บิวทิลเลคเตด ไฮดรอกซีโทลูอีน (butylated hydroxy toluene) หรือที่เรียกกันว่า บีเอชที (BHT) บิวทิลเลคเตด ไฮดรอกซีอะนิโซล (butylated hydroxyanisole) หรือที่เรียกกันว่า บีเอชเอ (BHA) และเทอร์เชียรี บิวทิล ไฮโดรควิโนน (tertiary butyl hydroquinone) หรือที่เรียกกันว่า ทีบีเอชคิว (TBHQ) อย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกันไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม IUPAC(1979) ข้อ 2.622 ยกเว้นทีบีเอชคิวให้ทดสอบตามข้อ 11.2

5.2.3 สารพวกแกลเลตรวมกับบีเอชเอหรือบีเอชที และ/หรือทีบีเอชคิวต้องไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่สารพวกแกลเลตต้องไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม IUPAC(1979) ข้อ 2.621 และข้อ 2.622 ยกเว้นทีบีเอชคิวให้ทดสอบตามข้อ 11.2

5.2.4 อัสคอร์บิล พาล์มิเตต (ascorbyl palmitate) และอัสคอร์บิล สเตียเรต (ascorbyl stearate) อย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกันไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 11.3

5.2.5 โทโคฟีรอล (tocopherol) ให้ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม

5.3 สารเสริมฤทธิ์สารกันหืน (antioxidant synergist)

5.3.1 กรดซิตริกและโซเดียมซิเตรต (citric acid and sodium citrate) ให้ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม

6. สารปนเปื้อน

6.1 สารปนเปื้อนในน้ำมันปาล์มจะมีได้ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สารปนเปื้อน

(ข้อ 6.1)

หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

รายการ ที่	สารปนเปื้อน	เกณฑ์ที่กำหนด		วิธีทดสอบ ตาม
		น้ำมันปาล์ม ธรรมชาติ	น้ำมันปาล์มผ่านกรรมวิธี และน้ำมันปาล์มโอดีอื่น ผ่านกรรมวิธี	
1	เหล็ก	5	1.5	CAC/RM 14
2	สารหนู	0.1	0.1	AOAC(1984) ข้อ 25.048 และข้อ 25.049
3	ทองแดง	0.4	0.1	AOAC(1980) ข้อ 25.044 ถึงข้อ 25.048 AOAC(1984) ข้อ 25.066 ถึงข้อ 25.071
4	ตะกั่ว	0.1	0.1	AOAC(1984) ข้อ 25.119 ถึงข้อ 25.129 และข้อ 25.114 ถึงข้อ 25.118

7. สุขลักษณะ

7.1 สุขลักษณะ ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กำหนดสุขลักษณะของอาหาร มาตรฐานเลขที่ มอก. 34

8. การบรรจุ

8.1 ให้นำบรรจุน้ำมันปาล์มในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท ไม่รั่วซึม ผิวภายในของภาชนะบรรจุรวมทั้งจุดหรือฟวา (ถ้ามี) ต้องปราศจากสีหรือสารอื่นใดที่ละลายได้ในน้ำมันปาล์ม

- 8.2 ภาชนะบรรจุที่เป็นพลาสติกให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ภาชนะพลาสติกและฟิล์มพลาสติก สำหรับบรรจุน้ำมันและไขมันบริโภค มาตรฐานเลขที่ มอก. 654
- 8.3 ปริมาตรสุทธิหรือน้ำหนักสุทธิของน้ำมันปาล์มในแต่ละภาชนะบรรจุต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 11.1

9. เครื่องหมายและฉลาก

- 9.1 ที่ภาชนะบรรจุน้ำมันปาล์มทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน
- (1) คำว่า "น้ำมันปาล์มสำหรับบริโภคธรรมชาติ" หรือ "น้ำมันปาล์มสำหรับบริโภคผ่านกรรมวิธี" หรือ "น้ำมันปาล์มสำหรับบริโภคโอสี่อื่นผ่านกรรมวิธีชนิดที่ 1" หรือ "น้ำมันปาล์มสำหรับบริโภคโอสี่อื่นผ่านกรรมวิธีชนิดที่ 2" แล้วแต่กรณี
 - (2) น้ำหนักสุทธิ เป็นกรัมหรือกิโลกรัม หรือปริมาตรสุทธิ เป็นลูกบาศก์เซนติเมตรหรือลูกบาศก์เดซิเมตร
 - (3) วัตถุเจือปนอาหารและปริมาณที่ใช้ (ถ้ามี)
 - (4) เดือน ปีที่ทำ
 - (5) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
 ที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น
- 9.2 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

10. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

- 10.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง น้ำมันปาล์มประเภทและชนิดเดียวกัน หาโดยกรรมวิธีเดียวกัน บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดและขนาดเดียวกัน มีเครื่องหมายการค้าเดียวกัน ที่ทำขึ้นในคราวเดียวกัน หรือในช่วงเวลา 8 ชั่วโมงถ้าทำต่อเนื่อง หรือที่ส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน
- 10.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้
- 10.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบการบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก และลักษณะทั่วไป
- 10.2.1.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน ตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบการบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก และลักษณะทั่วไป
(ข้อ 10.2.1)

ขนาดรุ่น หน่วยภาชนะบรรจุ	ขนาดตัวอย่าง หน่วยภาชนะบรรจุ	เลขจำนวนที่ยอมรับ
ไม่เกิน 500	3	0
501 ถึง 3 200	13	1
3 201 ถึง 35 000	20	2
35 001 ถึง 500 000	32	3
500 001 ขึ้นไป	50	5

10.2.1.2 จำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามข้อ 4.1 ข้อ 8. และข้อ 9. ในแต่ละรายการ ต้องไม่เกิน เลขจำนวนที่ยอมรับที่กำหนดในตารางที่ 2 จึงจะถือว่าน้ำมันปาล์มรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

10.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบคุณลักษณะทางฟิสิกส์และทางเคมี องค์ประกอบของ กรดไขมัน วัตถุเจือปนอาหาร และสารปนเปื้อน

10.2.2.1 ให้นำตัวอย่างจากข้อ 10.2.1 มาภาชนะบรรจุละเท่า ๆ กัน ผสมกันอย่างรวดเร็ว ให้ได้ ตัวอย่างรวมไม่น้อยกว่า 2 ลูกบาศก์เดซิเมตร เก็บตัวอย่างไว้ในภาชนะที่สะอาดแห้ง และ ปิดให้สนิท

10.2.2.2 ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4.2 ข้อ 4.3 ข้อ 5. และข้อ 6. ทุกรายการ จึงจะถือว่าน้ำมัน ปาล์มรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

10.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างน้ำมันปาล์มต้องเป็นไปตามข้อ 10.2.1.2 และข้อ 10.2.2.2 ทุกข้อ จึงจะถือว่าน้ำมันปาล์ม รุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

11. การทดสอบ

11.1 ปริมาตรสุทธิหรือน้ำหนักสุทธิ

11.1.1 ปริมาตรสุทธิ

- 11.1.1.1 น้ำมันปาล์มที่มีขนาดบรรจุไม่เกิน 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร ให้ทดสอบที่อุณหภูมิ 30 ± 2 องศาเซลเซียส โดยให้น้ำมันลงในกระบอกตวงมาตรฐานจนหมด แล้วคว่ำทิ้งไว้ให้น้ำมันหยดต่อไปอีก 10 นาที อ่านปริมาตรที่ได้
- 11.1.1.2 น้ำมันปาล์มที่มีขนาดบรรจุเกิน 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร ให้ทดสอบโดยวิธีซึ่งน้ำหนัก หากความหนาแน่นสัมพัทธ์ แล้วคำนวณหาปริมาตร
- 11.1.1.3 น้ำมันปาล์มที่มีสภาพกึ่งเหลวกึ่งแข็งในอุณหภูมิปกติ ให้ปฏิบัติตามข้อ 11.1.1.1 หรือข้อ 11.1.1.2

11.1.2 น้ำหนักสุทธิ

ให้ทดสอบโดยวิธีซึ่งตัวอย่างทั้งภาชนะบรรจุแล้วหักลบด้วยน้ำหนักภาชนะบรรจุเปล่า

11.2 ที่มีเอชคิว

11.2.1 เครื่องมือ

11.2.1.1 กรวยแยกขนาด 200 และ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร

11.2.1.2 ก๊าซลิควิดโครมาโทกราฟ ซึ่งประกอบด้วยเฟลมไอออไนเซชันดีเทกเตอร์ (flame ionization detector) และคอลัมน์แก้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.3 เซนติเมตร ยาว 200 เซนติเมตร บรรจุด้วยโครโมซอร์บ P ขนาด 150 ถึง 180 ไมครอน ซึ่งเคลือบด้วยไดเอทิลีนไกลคอลซัคซิเนต (diethylene glycol succinate, DEGS) ร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก และกรดฟอสฟอริก ร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก สามารถปรับสภาวะการใช้งานได้ดังนี้ อุณหภูมิของคอลัมน์ 196 องศาเซลเซียส ดีเทกเตอร์ (detector) 250 องศาเซลเซียส อินเจกชันพอร์ต (injection port) 250 องศาเซลเซียส และอัตราการไหลของก๊าซไนโตรเจน 35 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที

11.2.1.3 เครื่องระเหยแบบหมุน (rotary evaporator)

11.2.2 สารเคมี สารละลายและวิธีเตรียม

11.2.2.1 เอทิลแอลกอฮอล์

11.2.2.2 แอนไฮดริคัสโซเดียมซิลเฟต

11.2.2.3 สารละลายนอร์แมล เฮกเซน-เอทิลแอลกอฮอล์ 1 + 1

11.2.2.4 สารละลายนอร์แมล เฮกเซน-เอทิลแอลกอฮอล์ 99 + 1

11.2.2.5 สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 20 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

11.2.2.6 สารละลายมาตรฐานที่มีเอชคิว 1 000 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
ละลายที่มีเอชคิว 100 มิลลิกรัมในเอทิลแอลกอฮอล์ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

11.2.3 การเตรียมกราฟมาตรฐาน

ใช้ปิเปตต์ดูดสารละลายมาตรฐานที่มีเอชคิว 0 2 4 6 8 และ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตรใส่ในขวดแก้วปริมาตรขนาด 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร 6 ใบตามลำดับ เติมเอทิลแอลกอฮอล์จนถึงขีดปริมาตร ฉีดสารละลาย 0.004 ลูกบาศก์เซนติเมตร (4 ไมโครลิตร) จากแต่ละขวดเข้าเครื่องก๊าซลิควิดโครมาโทกราฟ เขียนกราฟมาตรฐานระหว่างความสูงของยอด (peak) เป็นมิลลิเมตร กับปริมาณที่มีเอชคิว เป็นมิลลิกรัม

11.2.4 วิธีทดสอบ

ชั่งตัวอย่างประมาณ 5 กรัม ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน ละลายในสารละลายนอร์แมลเฮกเซน-เอทิลแอลกอฮอล์ (ข้อ 11.2.2.4) 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ่ายใส่กรวยแยกขนาด 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่านาน 5 นาที แยกชั้นน้ำออก สกัดซ้ำอีก 2 ครั้ง รวมชั้นน้ำไว้ในกรวยแยกขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำชั้นน้ำนี้มาสกัดด้วยสารละลายนอร์แมลเฮกเซน-เอทิลแอลกอฮอล์ (ข้อ 11.2.2.3) 2 ครั้ง ครั้งละ 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่านาน 5 นาที รวมชั้นสารละลายใส่ในขวดจุกแก้ว เติมแอนไฮดริสโซเดียมซัลเฟตเพื่อดูดน้ำ กรองแล้วนำสารละลายไประเหยที่หัวหลอดด้วยเครื่องระเหยแบบหมุนบนเครื่องอ่างน้ำ (water bath) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ให้เหลือ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วฉีดสารละลายนี้ 0.004 ลูกบาศก์เซนติเมตร เข้าเครื่องก๊าซลิควิดโครมาโทกราฟ คำนวณหาปริมาณที่มีเอชคิวจากกราฟโดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน

11.3 อีส์คอร์มิล พาล์มิเตด

11.3.1 เครื่องมือ

11.3.1.1 เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 มิลลิกรัม

11.3.1.2 เครื่องหมุนเหวี่ยง มีความเร็ว 2 500 รอบต่อนาที มีหลอดหมุนเหวี่ยงขนาด 50 ลูกบาศก์เซนติเมตรหรือมจกแก้ว

11.3.1.3 ไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโทกราฟ (high performance liquid chromatograph) ซึ่งมีหัวบรรจุตัวอย่างขนาด 0.02 ลูกบาศก์เซนติเมตร (20/41) และมีคอลัมน์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 4.6 มิลลิเมตร ยาว 25 เซนติเมตร บรรจุด้วยโครมีกาบอนด์ไดแอมีน (chromogabond diamine) ขนาด 5 ไมโครเมตร

11.3.1.4 เครื่องผสมชนิดหมุน (vortex mixer) หรือชนิดอื่นที่เหมาะสม

11.3.1.5 เครื่องชั่งน้ำ

11.3.2 สารเคมี สารละลายและวิธีเตรียม

11.3.2.1 เมทานอล ชั้นคุณภาพโครมาโทกราฟิก

11.3.2.2 สารละลายผสม

ผสมโมโนเบสิกโพแทสเซียมฟอสเฟต 0.02 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ที่มีความเป็นกรด-ด่าง 3.5 กับเมทานอลในอัตราส่วน 30 : 70 โดยปริมาตร

11.3.2.3 ไซสคอร์บิล ฮาล์มิเทค ชั้นคุณภาพเอ็นเอฟหรือเอฟซีซี (National Formulary, NF or Food Chemical Codex, FCC)

11.3.3 การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

ซึ่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ให้ทรานส์นิกที่แน่นอน ใส่ในหลอดหมุนเหวี่ยง เติมเมทานอล 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปิดจุกแล้วผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมนาน 1 นาที เพื่อสกัดตัวอย่าง แล้วจึงนำเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 2 500 รอบต่อนาที นาน 5 นาที หรือจนได้ชั้นเมทานอลใส หากจำเป็นต้องทำให้เจือจาง อาจทำได้โดยเติมเมทานอลจนได้สารละลายที่มีความเข้มข้นประมาณ 10 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

11.3.4 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

ซึ่งไซสคอร์บิล ฮาล์มิเทคให้ได้น้ำหนัก 10 มิลลิกรัมพอดี ละลายและทำให้เจือจางด้วยเมทานอลจนมีความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

11.3.5 วิธีทดสอบ

11.3.5.1 ผ่านสารละลายตัวอย่าง 0.02 ลูกบาศก์เซนติเมตร เข้าไปในเครื่องไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโทกราฟ แล้วไล่ (eluted) ด้วยสารละลายผสม (ข้อ 11.3.2.2) ที่ไหลผ่านด้วยอัตราเร็ว 1.0 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที

11.3.5.2 ปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 11.3.5.1 โดยใช้สารละลายมาตรฐาน (ข้อ 11.3.4) แทนสารละลายตัวอย่าง

11.3.5.3 หาปริมาณไซสคอร์บิล ฮาล์มิเทค ในตัวอย่างจากกราฟโดยเปรียบเทียบกับกราฟของสารละลายมาตรฐาน