

## รายการอ้างอิง

- Eder S.R. et al (1982). *Fetta Seifen Anstrict* 84:136 Henderson  
J.H. et al (1991). 1st International meeting on Fat & Oil  
Technology, Symposium & Exhibition, Sao Paolo, Brazil.
- Hofmann,U. Endell,K. and Wilm,D. (1933).- Z. Kristallogr.  
86 (5-6),p.340-348.
- Howes P.D. et al (1991). "Bleaching Earth, Trends and Developments  
in Bleaching". Proceedings of PORIM International
- Kirk Othmer's (1953).- 'Encyclopedia of Chemical Technology.'  
p.559. (The Interscience Encyclopedia Inc.: New York.)
- Lal V.K. & Gasper A. (1991). "Crude Palm Oil - Quality Requirments  
for Good Refined Products". Proceedings of PORIM Interna-  
tional Conference. p.243
- Lamar, R.S. (1953).-Calif. J. Mines Geol. 49 : p.297-337.  
Conference. p.55
- Maza A., Ormsbee R.A. & Strecker L.R. (1992. "Effects of Deodo-  
rization and Steam-Refining Parameters on Finished Oil  
Quality". *J.A.O.C.S.* 69(10) 95-1056.
- Siddiqui, H.M.K. (1968).- "Bleching Earth." p.42-43. (Pergamon  
Press: London.)
- Siew W.L. et al (1989. "Quality Index for Crude Palm Oil". Seminar  
on Application of Discriminant Functions in the Palm Oil  
Industry", Bangi, July 1989.
- TAIPALE, G. (1959).-US. Patent 2,892,800.
- Thomas,C.L.,Hickey,J.and Stecker,G.(1950).-Ind.Eng.Chem. 42 : 866.

ภาคผนวก ก  
วิทยาศาสตร์ของไขมันและน้ำมัน

คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของไขมันและน้ำมัน

คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของไขมันและน้ำมันมีประโยชน์ในการใช้จำแนก และชี้บ่งชนิดของไขมันและน้ำมันคุณสมบัติทางด้านฟิสิกส์ที่สำคัญได้แก่

1. จุดหลอมเหลว (Melting point) คืออุณหภูมิที่ทำให้ไขมันละลายไขมันส่วนใหญ่มีจุดหลอมเหลวเป็นช่วงอุณหภูมิอาจจะกว้างหรือแคบขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของไขมัน เช่นไขมันที่ประกอบด้วยไตรกลีเซอไรด์ชนิดเดียวกันหมด จะมีจุดหลอมเหลวที่แน่นอนจุดหลอมเหลวของไขมันและน้ำมันจะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับจุดหลอมเหลวของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบ จุดหลอมเหลวของไขมันชนิดต่างๆดังแสดงในตารางที่ 6

จุดหลอมเหลวของกรดไขมันจะเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนคาร์บอนในโมเลกุลของกรดไขมันเพิ่มขึ้นและจุดหลอมเหลวของกรดไขมันจะลดลงเมื่อมีจำนวนพันธะคู่ในโมเลกุลของกรดไขมันเพิ่มขึ้น

ถ้าเอาไขมันหรือกรดไขมันมาทำให้ร้อนเพิ่มอุณหภูมิขึ้นอย่างช้าๆไขมันจะค่อย ๆ หลอมตัวกลายเป็นของเหลวเมื่อทำให้เย็นลงจะกลับเป็นของแข็ง แต่ถ้าทำให้หลอมเหลวใหม่อีกครั้งหนึ่งอุณหภูมิที่ทำให้หลอมเหลวจะสูงขึ้นเล็กน้อย แต่ถ้าทำให้ไขมันเย็นลงอย่างรวดเร็ว เมื่อนำไปหลอมเหลวจะหลอมเหลวที่อุณหภูมิต่ำกว่าเมื่อทำให้ร้อนอีกครั้งหนึ่งจุดหลอมเหลวของไขมันและน้ำมันชนิดต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 7

2. จุดแข็งตัว (Solidifying point) คืออุณหภูมิที่ทำให้ไขมันหรือน้ำมันกลายเป็นของแข็งอุณหภูมิที่ทำให้ไขมันหรือน้ำมันเริ่มแข็งตัวเป็นของแข็งเรียกว่าเกิด Solidification เรียกจุดนี้ว่า Solidifying Point อุณหภูมินี้มักจะต่ำกว่าจุดหลอมเหลว 2-3 องศาเซลเซียส ไขมันหรือน้ำมันที่ประกอบด้วยไตรกลีเซอไรด์หลายๆ ชนิดต่างกันจุดแข็งตัวจะเป็นช่วงกว้าง (บางที่เรียกว่า Titer) ไขมันและน้ำมันแต่ละชนิดที่ Titer ต่างกันดังแสดงในตารางที่ 7

3. การละลาย (Solubility) ไขมันและน้ำมันทุกชนิดไม่ละลายในน้ำแต่ละละลายได้ดีในตัวทำละลาย ตัวทำละลายไขมันได้แก่ปีโตรเลียมอีเทอร์, เฮกเซน, ไดเอทิลอีเทอร์, คลอโร-

ฟอร์, เบนซีน, เอทิลแอลกอฮอล์, อะซิโตน, คาร์บอนไดซัลไฟด์, ไฮโดรเจนเฮกเซนและคาร์บอนเตตระคลอไรด์พวกที่เป็น Unsymmetricalmixed Triglycerides จะละลายได้ดีกว่าพวกที่เป็น Symmetrical Triglycerides

4. ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) ความถ่วงจำเพาะของไขมันหรือน้ำมันจะนิยามวัดที่ 25 องศาเซลเซียส ยกเว้นกรณีที่มีไขมันเป็นของแข็งและมีจุดหลอมเหลวสูงอาจวัดที่ 40 หรือ 60 องศาเซลเซียสไขมันหรือน้ำมันที่มีจำนวนพันธะคู่ที่โมเลกุลของกรดไขมันเพิ่มขึ้นหรือมีจำนวนคาร์บอนเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าความถ่วงจำเพาะของไขมันและน้ำมันเพิ่มขึ้นด้วยค่าความถ่วงจำเพาะของไขมันและน้ำมันชนิดต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 7

5. การหักเหของแสง (Refractive index) เป็นการวัดองศาการหักเหของลำแสงที่เกิดขึ้นเมื่อแสงผ่านจากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง เช่น การหักเหของแสงจากอากาศผ่านทะลุน้ำมันตัวอย่างจะเกิดการหักเหของแสงที่วัดเป็นองศาได้ค่าการหักเหของแสงซึ่งมีประโยชน์ในการป้องกันการตรวจสอบชนิดคุณภาพและความบริสุทธิ์ของไขมันและน้ำมันการวัดค่าการหักเหของแสงนิยามวัดที่ 25 องศาเซลเซียส แต่ถ้าไขมันมีจุดหลอมเหลวสูงจะวัดที่ 40 หรือ 60 องศาเซลเซียส ค่าการหักเหของแสงของไขมันและน้ำมันชนิดต่างๆจะขึ้นอยู่กับความยาวของคาร์บอนในโมเลกุลของกรดไขมัน, จำนวนพันธะคู่และชนิดไตรกลีเซอไรด์ที่เป็นส่วนประกอบไขมันหรือน้ำมันที่ประกอบด้วยกรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนเพิ่มขึ้นหรือมีจำนวนพันธะคู่เพิ่มขึ้นจะมีการหักเหของแสงเพิ่มขึ้นและถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ค่าการหักเหของแสงลดลงนอกจากนั้นค่าการหักเหของแสงยังใช้ติดตามปฏิกิริยาในขบวนการเติมไฮโดรเจนว่าปฏิกิริยาเกิดขึ้นมากน้อยเพียงใด ค่าการหักเหของแสงวัดได้โดยใช้ Refractometer เช่น Abbe Refractometer ค่าการหักเหของแสงของไขมันและน้ำมันชนิดต่างๆดังแสดงในตารางที่ 7

#### 6. Smoke point, Flash point และ Fire point

Smoke point คืออุณหภูมิที่ไขมันได้รับความร้อนจนเกิดเป็นควันขึ้น

Flash point คืออุณหภูมิที่ไขมันหรือน้ำมันกลายเป็นไอแล้วรวมตัวกับอากาศเกิดติดไฟขึ้น

Fire point คืออุณหภูมิที่ไขมันหรือน้ำมันเกิดการเผาไหม้

Smoke point หรือจุดที่เป็นควันของไขมันและน้ำมันเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของไขมันและน้ำมันในการใช้ทอดอาหารน้ำมันหรือไขมันสำหรับใช้ทอดอาหารที่ต้องทนความร้อนไม่สลายตัวเป็น

ควันที่อุณหภูมิต่ำ เพราะถ้าเกิดควันขณะทอดจะทำให้อาหารมีกลิ่นควันติดไปด้วย จุดที่เป็นควันของน้ำมันและไขมันแต่ละชนิดจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณกรดไขมันอิสระที่มีอยู่ในไขมันหรือน้ำมัน, เวลาที่ใช้ทอด, ผิวหน้าของไขมันหรือน้ำมันที่ถูกอากาศขณะทอดและเศษผงหรือสารอื่นๆ ที่ปนอยู่ในไขมันหรือน้ำมัน

ปริมาณกรดไขมันอิสระที่มีอยู่ในไขมันหรือน้ำมันมีความสัมพันธ์ต่ออุณหภูมิที่ทำให้เกิดควัน ถ้าไขมันหรือน้ำมันมีกรดไขมันอิสระต่ำจะทำให้ Smoke point สูง ถ้ามีปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้น Smoke point จะลดลงรวมทั้ง Flash point และ Fire point ด้วย ตัวอย่างเช่น

ปริมาณกรดไขมันอิสระ	Smoke point	Flash point	Fire point
0.04 %	425	620	690
1.00 %	320	585	680

ค่า Smoke point, Flash point และ Fire point ของน้ำมันชนิดต่างๆดังแสดงในตารางที่ 8

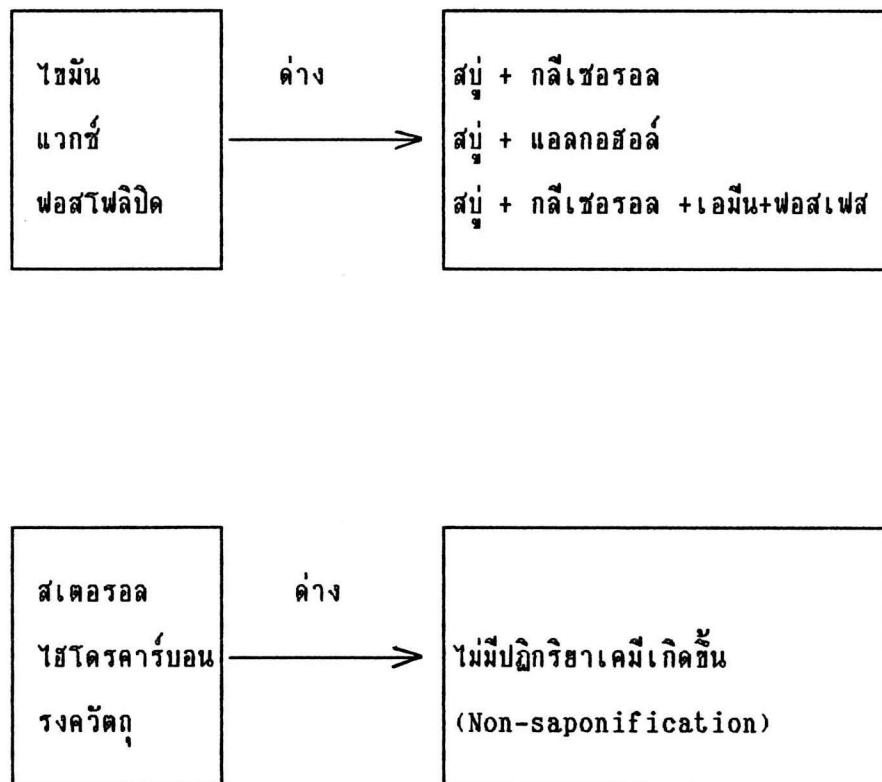
7. สี (Colour) เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของน้ำมันได้ น้ำมันแต่ละชนิดจะมีสีแตกต่างกันขึ้นอยู่กับรงควัตถุที่ปนอยู่ในวัตถุดิบที่นำมาใช้สกัดน้ำมันและวิธีการกำจัดสีโดยการฟอกสีน้ำมันที่มีสีเหลืองอ่อนจะมีคุณภาพดีกว่าน้ำมันที่มีสีเหลืองเข้ม

#### คุณสมบัติทางเคมีของลิปิด

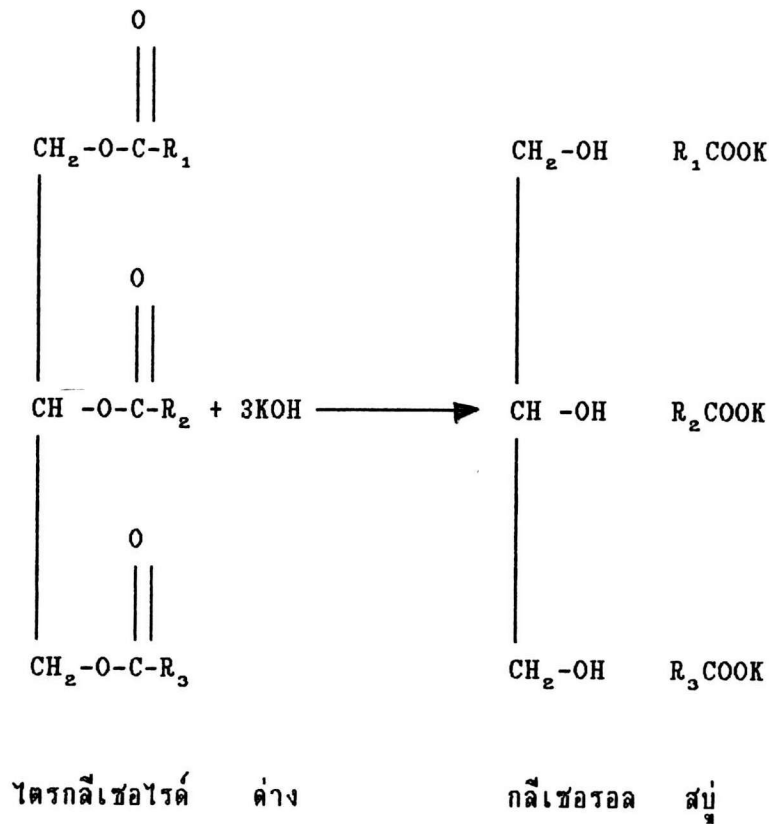
เนื่องจากลิปิดแต่ละชนิดมีส่วนประกอบและโครงสร้างของโมเลกุลต่างกันทำให้มีคุณสมบัติทางเคมีและเกิดปฏิกิริยากับสารต่าง ๆ แตกต่างกันคุณสมบัติทางเคมีที่สำคัญได้แก่

1. การไฮโดรไลซิส (Hydrolysis) ไขมันบางชนิดจะถูกไฮโดรไลซ์ได้ด้วย กรด, ด่างและ

เอ็นไซม์ การไฮโดรไลซ์ลิปิดด้วยด่างเรียกว่า Saponification ซึ่งจะได้ กลีเซอรอล กรดไขมันที่เรียกว่าสบู่ ลิปิดที่ถูกไฮโดรไลซ์ด้วยด่างเรียกว่า Saponifiable matter เช่น ไตรกลีเซอไรด์ ฟอสโฟลิปิดและแว็กซ์ ส่วนลิปิดที่ไม่ถูกไฮโดรไลซ์ด้วยด่างเรียกว่า Unsaponifiable matter หรือ Non-saponifiable matter ปฏิกริยาไฮโดรไลซิสของลิปิดชนิดต่าง ๆ ด้วยด่างสรุปดังนี้

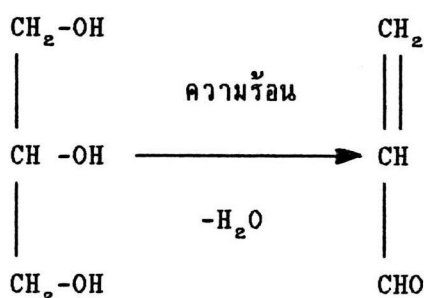


ปฏิกิริยาการไฮโดรไลซิสของไขมันด้วยด่าง เป็นดังนี้



Unsaponifiable matter หมายถึงสารที่ปนอยู่ในไขมันหรือน้ำมันซึ่งจะเหลืออยู่ภายหลังการทำ saponification ได้แก่สารประกอบจำพวกไฮโดรคาร์บอน คีโตน แอลกอฮอล์ ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงและสเตอรอล (คอเลสเตอรอลและฟิโตสเตอรอล เป็นต้น) โดยปกติไขมันหรือน้ำมันจะมี Unsaponifiable matter ปนอยู่ไม่เกิน 2 % ปริมาณ Unsaponifiable matter ที่มีอยู่ในไขมันและน้ำมันชนิดต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 9

ปฏิกิริยาการไฮโดรไลซิสอาจเกิดขึ้นจากการที่ไขมันหรือน้ำมันได้รับความร้อนสูง เช่น การทอดอาหารไขมันหรือน้ำมันจะไฮโดรไลซ์ได้เป็นกรดไขมันอิสระและกรีเซอรอลเมื่อได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นกลีเซอรอลจะสลายตัวได้สารพวก acrolein ซึ่งระเหยเป็นควันและมีกลิ่นเหม็น



ไขมันและน้ำมันที่ได้จากพืช หรือสัตว์แต่ละชนิด มักมีส่วนประกอบของ ไตรกลีเซอไรด์ค่อนข้างแน่นอนดังนั้นปริมาณต่างที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาต่อไขมัน หรือน้ำมันจำนวนหนึ่งจะมีค่าแน่นอนและเป็นค่าเฉพาะซึ่งสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณสมบัติเฉพาะตัวของไขมัน หรือน้ำมันแต่ละชนิดได้เรียกค่านี้ว่า Saponification Number Value (S.N. หรือ S.V.)

Saponification Number คือจำนวนมิลลิกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ที่ใช้ในการไฮโดรไลส์ไขมัน หรือน้ำมันอย่างสมบูรณ์จำนวน 1 กรัม ได้เป็นสบู่ และกลีเซอรอล

ค่า S.N ใช้เป็นตัวชี้บ่งขนาดโมเลกุล หรือน้ำหนักโมเลกุลของกรดไขมันที่เป็นส่วนประกอบในโมเลกุลของไขมัน หรือน้ำมันนั้นๆ ไขมันหรือน้ำมันมีค่า S.N สูงแสดงว่ากรดไขมันที่เป็นส่วนประกอบในโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์ มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำมาก จึงมีจำนวนโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์ต่อหน่วยน้ำหนักเป็นจำนวนมากจึงต้องใช้ค่าเป็นจำนวนมากในการไฮโดรไลส์ ในทำนองเดียวกันถ้าค่า S.N ต่ำแสดงว่ากรดไขมันที่เป็นส่วนประกอบในโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์มีน้ำหนักโมเลกุลมาก จึงมีจำนวนโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์ต่อหน่วยน้ำหนักมีจำนวนน้อยทำให้ใช้ค่าน้อยในการไฮโดรไลส์ค่า S.N. ของไขมันและน้ำมันชนิดต่างๆ แสดงในตารางที่ 9 สำหรับการไฮโดรไลส์ไขมันหรือน้ำมันด้วยกรดและเอนไซม์ก็จะได้กรดไขมันและกลีเซอรอล

2. Halogenation เป็นปฏิกิริยาการเติมสารพวก Halogen เข้าไปที่พันธะคู่ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวในโมเลกุลของลิพิด Halogen ที่นิยมใช้ เป็นตัวบ่งชี้ปริมาณของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวคือ ไอโอดีน ค่าที่ได้เรียกว่า Iodine Number หรือ Iodine Value (I.N หรือ I.V)

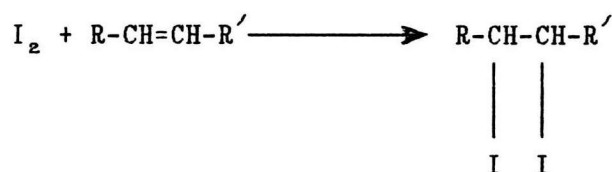
Iodine Number คือจำนวนกรัมของไอโอดีนที่เข้าไปทำปฏิกิริยากับพันธะคู่ของกรด

ไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่เป็นส่วนประกอบในโมเลกุลของไขมันหรือน้ำมัน 100 กรัม

ค่า I.N. เป็นตัวชี้บ่งว่าไขมันหรือน้ำมันมีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเป็นส่วนประกอบอยู่ในโมเลกุลมากน้อยเพียงใดถ้าค่า I.N. สูงแสดงว่ามีปริมาณกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเป็นส่วนประกอบมากและจะเกิดการหืนชนิด oxidative rancidity ได้ง่ายด้วย

น้ำมันพืชที่มีค่า I.N. สูงซึ่งแสดงว่ามีปริมาณกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวอยู่มากนั้นยังเป็นตัวชี้บ่งคุณค่าทางโภชนาการของไขมันหรือน้ำมันชนิดนั้นๆ ด้วยน้ำมันที่มีค่า I.N. สูงจะมีคุณค่าทางโภชนาการสูงเนื่องจากมีปริมาณของกรดไขมันจำเป็นซึ่งเป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวมากด้วย

การหาค่า I.N. มีวิธี คือใช้ Wuj solution ซึ่งเป็นสารละลายไอโอดีนในกรดซัลฟิวริกและมีไอโอดีนโมโนคลอไรด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาส่วนอีกวิธีหนึ่งใช้ Hanus reagent เป็นสารละลายไอโอดีนในกรดซัลฟิวริกและมีไอโอดีนโมโนโบรมไนด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการทำปฏิกิริยาต้องเติมสารละลายไอโอดีนให้มากเกินไปปริมาณไอโอดีนที่เหลือหาได้โดยการไตเตรทด้วยสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟตมาตรฐานโดยใช้น้ำแข็งเป็นอินดิเคเตอร์ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้



น้ำมันที่มีค่า I.N. ต่ำกว่า 100 จัดว่าเป็น non-drying Oil

น้ำมันที่มีค่า I.N. ระหว่าง 100-130 จัดว่าเป็น semi-drying oil และน้ำมันที่มีค่า I.N. สูงกว่า 130 จัดว่าเป็น drying oil



ค่า I.N. ของไขมันและน้ำมันชนิดต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 9

3. Hydrogenation เป็นปฏิกิริยาการเติมไฮโดรเจนเข้าไปที่พันธะคู่ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวในโมเลกุลของไขมันและน้ำมันโดยใช้นิกเกิลเป็นคะตะลิสต์อาจเรียกปฏิกิริยานี้ว่า hardening เป็นปฏิกิริยาที่นิยมใช้มากในอุตสาหกรรมอาหารประเภทไขมัน เช่นการทำเนยเทียม (margarine) และเนยขาว (shortening) การทำ hydrogenation จะทำให้น้ำมันซึ่งเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้องเปลี่ยนเป็นของแข็ง ความแข็งของไขมันที่ได้ขึ้นอยู่กับ degree of hydrogenation เช่นการทำมาการีน texture ของมาการีนต้อง spread ได้ เป็นต้น

4. การหืน (Rancidity) เป็นปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของไขมันและน้ำมันทำให้มีกลิ่นและคุณสมบัติเปลี่ยนไป การหืนเกิดขึ้นได้ 3 แบบดังนี้

ก. Hydrolytic rancidity เป็นการหืนที่เกิดจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสไขมันและน้ำมันด้วยเอ็นไซม์ไลเปสและความชื้นทำให้น้ำมันเกิดการสลายตัวได้เป็นกรดไขมันอิสระทำให้มีกลิ่นโดยเฉพาะกรดไขมันชนิดที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ และละลายง่ายจะมีกลิ่นเหม็นหืนมาก เช่นการหืนของน้ำมันมะพร้าว เนย และน้ำมันหมู เป็นต้น เมื่อเกิดอาการหืนจะทำให้ไขมันและน้ำมันมีกลิ่นและรสชาติเปลี่ยนไป

อย่างไรก็ดีไขมันและน้ำมันบางชนิด เมื่อเกิด hydrolytic rancidity แล้วไม่สามารถสังเกตได้ด้วยอาการมกกลิ่น หรือชิมรส ต้องตรวจวิเคราะห์โดยวิธีทางเคมี คือต้องวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันอิสระที่เกิดขึ้นค่าที่ได้เรียกว่า Acid Value (A.V.)

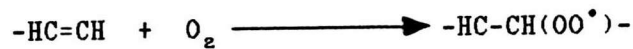
ค่า A.V. ของไขมันหรือน้ำมันคือจำนวนมิลลิกรัมของโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการทำกรดไขมันอิสระที่มีอยู่ในไขมันหรือน้ำมันจำนวน 1 กรัม เป็นกลางซึ่งนิยมเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของกรดโอเลอิก

ดังนั้นค่า A.V. จะเป็นตัวชี้บ่งภาวะการหืนของไขมันและน้ำมันถ้าค่า A.V. สูงแสดงว่าไตรกลีเซอไรด์ถูกไฮโดรไลซ์เป็นกรดไขมันอิสระมาก แสดงว่าเกิดการหืนมาก

ข. Oxidative rancidity เป็นการหืนเนื่องจากปฏิกิริยา autoxidation ที่พันธะคู่ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเกิดเป็น peroxide linkage ขึ้นระหว่างพันธะคู่ autoxidation จะเกิดขึ้นเองตลอดเวลาเมื่อไขมันและน้ำมันได้สัมผัสกับออกซิเจนในอากาศการหืนด้วยปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นในอาหารโดยเฉพาะไขมันและน้ำมันที่ใช้ปรุงอาหารจะเกิดมากที่สุดโลหะ

เช่นทองแดงและตะกั่วจะเป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้น นอกจากนั้นความร้อนและแสงยังมีผลช่วยเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วย

ปฏิกิริยาการเกิด peroxide linkage มีดังนี้



การเกิดการหืนโดยวิธีนี้ทำให้กรดไขมันไม่อิ่มตัวซึ่งเป็นกรดไขมันจำเป็นต่อร่างกายถูกทำลาย มีผลทำให้คุณค่าทางโภชนาการของไขมันและน้ำมันลดลงด้วยและยังทำลายพวกวิตามินต่างๆ ที่ละลายในไขมันและน้ำมันอีกด้วย

การหืนโดยวิธีออกซิเดชันนี้อาจเกิดได้โดยมีเอนไซม์ lipoxidase ช่วยเร่งปฏิกิริยาซึ่งเป็น enzymatic oxidation ไขมันและน้ำมันที่เกิด oxidative rancidity จะมีค่า I.N. ลดต่ำลง การตรวจวิเคราะห์ว่าไขมันและน้ำมันเกิด oxidative rancidity มากน้อยเท่าใด ทำได้โดยการหาค่า Peroxide Value (P.V.) คือการหาปริมาณสาร peroxide ที่เกิดขึ้นในน้ำมันหรือไขมันนั้น

ค่า P.V. หมายถึงจำนวนมิลลิลิตรของ สารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟตความเข้มข้น 0.002 นอร์มัล ที่ใช้ในการไตเตรทน้ำมันหรือไขมัน 1 กรัม หรือหมายถึงจำนวนมิลลิสมมูลย์ของ peroxide oxygen ที่มีในน้ำมันหรือไขมัน 1 กิโลกรัม ถ้าค่า P.V. สูงแสดงว่าน้ำมันหรือไขมันเกิด oxidative rancidity มาก

การเกิด oxidative rancidity ยังทดสอบได้โดยใช้ Kreis reaction ไขมันหรือน้ำมันที่ถูกออกซิไดซ์จะทำปฏิกิริยากับ phloroglucinol ในสารละลายที่เป็นกรดจะทำให้เกิดสีแดง

ค. Ketonic rancidity เป็นการเกิดปฏิกิริยา enzymatic oxidation ที่โมเลกุล

ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ได้เป็นสารประกอบจำพวกคีโตน เป็นต้น

วิธีการป้องกันไม่ให้เกิดการเหม็นทำได้โดยการใส่สารกันเหม็น เช่น วิตามินอี หรือ Butylated Hydroxy Toluene (BHT) เติมลงในไขมัน น้ำมัน หรืออาหารเพื่อยับยั้งการเกิดออกซิเดชัน

5. Reichert Meissl Number (R.M.N.) เป็นการวัดปริมาณของกรดไขมันที่ระเหยได้และละลายในน้ำ (volatile water soluble fatty acid) ซึ่งเป็นกรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนในโมเลกุล 4 อะตอมและ 6 อะตอม คือกรดบิวทิริก และกรดคาโปรอิก ตามลำดับ

ค่า R.M.N. หมายถึงจำนวนมิลลิกรัมของสารละลายต่าง เช่น โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัลที่ใช้ในการทำให้กรดไขมันที่ระเหยได้และละลายในน้ำซึ่งกลั่นออกมาจากไขมันหรือน้ำมันจำนวน 5 กรัม เป็นกลางค่า R.M.N. ใช้ในการวิเคราะห์เนยเพื่อทดสอบการปนปลอมของเนยซึ่งอาจใช้น้ำมันชนิดอื่นแทนไขมันนม ค่า R.M.N. ของไขมันหรือน้ำมันชนิดต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 9 เนยมีค่า R.M.N. สูงที่สุด

6. Polenske Number (P.N.) เป็นการวัดปริมาณของไขมันที่ระเหยได้และไม่ละลายในน้ำ (volatile water insoluble fatty acid) ซึ่งเป็นกรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนในโมเลกุลระหว่าง 8 ถึง 14 อะตอม ได้แก่ กรดคาปริลิก, คาปริค, ลอริค และไมริสติก สำหรับกรดคาปริลิกและคาปริคละลายในน้ำได้บ้างเล็กน้อย ดังนั้นอาจพบอยู่ในส่วนที่ละลายได้ในน้ำด้วย ซึ่งจะมีผลต่อทั้งค่า R.M.N. และ P.N.

ค่า P.N. หมายถึงจำนวนมิลลิกรัมของสารละลายต่าง ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัลที่ใช้ในการทำให้กรดไขมันที่ระเหยได้แต่ไม่ละลายในน้ำซึ่งกลั่นออกมาจากไขมันหรือน้ำมันจำนวน 5 กรัม เป็นกลางค่า P.N. ของเนยประมาณ 1.5-3.5 ส่วนของน้ำมันมะพร้าวประมาณ 12-18 ค่า P.N. ของไขมันหรือน้ำมันบางชนิดดังแสดงในตารางที่ 9

## 2. ส่วนประกอบทางเคมีของไขมันและน้ำมัน

ไขมันและน้ำมันชนิดต่างๆ ประกอบด้วยไตรกลีเซอไรด์มากมายหลายชนิดและโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์แต่ละชนิดยังประกอบด้วยไขมันที่แตกต่างกันอีกด้วยซึ่งอาจเป็นทั้งกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวและกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ชนิดและปริมาณของกรดไขมันที่เป็นส่วนประกอบ

ในโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์ที่มีอยู่ในไขมันและน้ำมันต่างๆ เป็นตัวกำหนดคุณสมบัติของไขมัน และน้ำมันให้แตกต่างกันชนิด และปริมาณของกรดไขมันที่เป็นส่วนประกอบในไขมัน และน้ำมัน ชนิดต่างๆดังแสดงในตารางที่ 10

ส่วนประกอบอื่นที่พบในไขมันและน้ำมัน

ไขมันและน้ำมันที่สกัดออกมาจากวัตถุดิบทั้งพืชและสัตว์นอกจากประกอบด้วยไตรกลีเซอไรด์เป็นส่วนใหญ่แล้ว ยังมีสารประกอบอื่นๆ ปนอยู่ด้วยได้แก่ ฟอสโฟลิปิด สเตอรอล ไฮโดรคาร์บอนต่างๆ รงควัตถุต่างๆ และวิตามินอี เป็นต้น ปริมาณของสารประกอบเหล่านี้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับวัตถุดิบและแหล่งที่มาของวัตถุดิบนั้นๆ นอกจากนั้นยังมีสารประกอบบางอย่างที่เกิดขึ้นภายหลังขบวนการแปรรูป หรือเกิดขึ้นระหว่างการเก็บรักษา เช่นกรดไขมันอิสระและสารประกอบพวกเปอร์ออกไซด์ เป็นต้น

ก. ฟอสโฟลิปิดเป็นลิปิดชนิดหนึ่งที่โมเลกุลประกอบด้วย กลีเซอรอล กรดไขมัน กรดฟอสฟอริก ซึ่งหมู่ไฮดรอกซิลของกรดฟอสฟอริกจะไปเอสเทอร์ไรฟิดกับพวกเอมีนแอลกอฮอล์ได้เป็นเลซีทิน และเซฟาลิน เป็นต้น (ดูรายละเอียดหน้า 19)

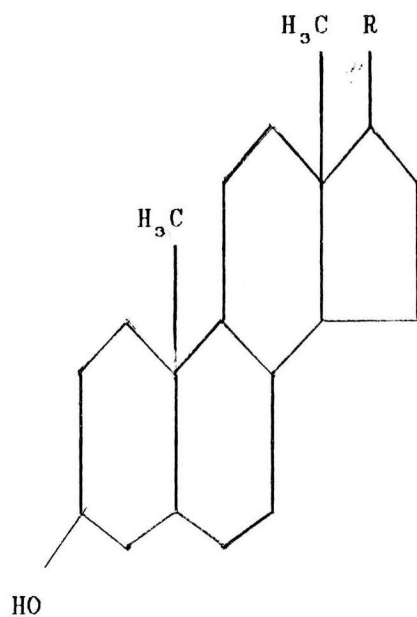
ฟอสโฟลิปิดมักพบเป็นสารประกอบเชิงซ้อนรวมอยู่กับคาร์โบไฮเดรต และโปรตีนในส่วนที่เป็นโครงสร้างของผนังเซลล์ของพืชส่วนในสัตว์พบมากในเนื้อเยื่อชนิดต่างๆ เช่น สมอง ตับ ไต หัวใจ ไข่แดง และไขมันสัตว์ ปริมาณของฟอสโฟลิปิดแปรปรวนตามชนิดของเนื้อเยื่อ และชนิดของสัตว์

ปริมาณฟอสโฟลิปิดในน้ำมันพืชแต่ละชนิดจะแปรปรวนขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ความแก่ของเมล็ด วิธีการสกัด ภูมิอากาศ และธรรมชาติของดินที่ใช้ปลูกพืช ปริมาณฟอสโฟลิปิดในไขมันหรือน้ำมัน ดังแสดงในตารางที่ 11

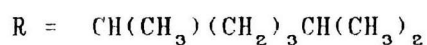
ข. สเตอรอล พบเพียงเล็กน้อยทั้งในไขมันและน้ำมันที่มาจากสัตว์และพืช สเตอรอลจะอยู่ในส่วนของ unsaponifiable matter ตัวอย่างเช่น wheatgerm oil มี unsaponifiable matter ประมาณ 1.6-2.7 เปอร์เซ็นต์

สเตอรอลที่พบในไขมันสัตว์เรียกว่า ซูโฮสเตอรอล (zoosterol) ได้แก่ โทเลสสเตอรอล, 7-ดีไฮโดรโทเลสสเตอรอล และไดไฮโดรโทเลสสเตอรอลส่วนสเตอรอลที่พบในน้ำมันพืชเรียกว่าไฟโตสเตอรอล (phytosterols) มี 2 ชนิดคือ เบต้าซิโตสเตอรอล ( $\beta$ -sito-

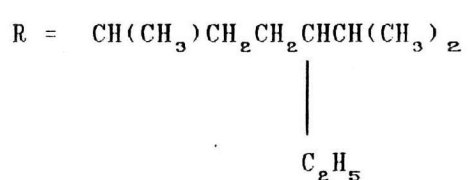
sterol,  $C_{29}H_{50}O$ ) และสติกมาสเตอร์อล (stigmasterol,  $C_{29}H_{48}O$ ) สูตรโครงสร้าง  
 สร่างของสเตอรอลมีดังนี้



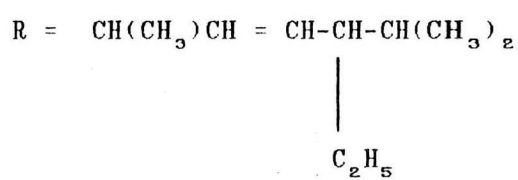
โทเลสเตอรอล



เบต้า-สิทอสเตอรอล



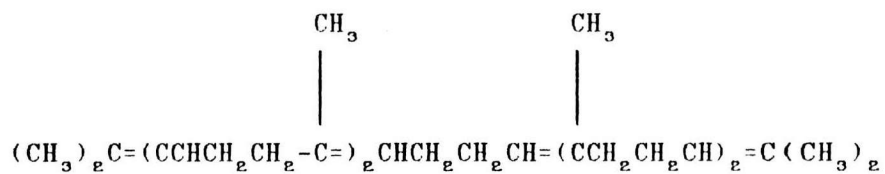
สติกมาสเตอร์อล



บีต้า-สโทสเตอรอลพบมากในน้ำมันเมล็ดฝ้ายสติกม่าสโทสเตอรอลพบมากในน้ำมันถั่วลิสง และแกมม่า-สโทสเตอรอลพบมากในน้ำมันถั่วเหลือง แต่พบเพียงเล็กน้อยใน wheat และ rye-germ oils

สโทสเตอรอลอีกชนิดหนึ่งที่พบทั้งในสัตว์และพืชได้แก่ เออโคสเตอรอล พบมากในไข่แดง ปริมาณสโทสเตอรอลในไขมันหรือน้ำมันชนิดต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 12 สโทสเตอรอลที่พบมีทั้งที่เป็นอิสระและที่เป็นเอสเทอร์กับกรดไขมันสามารถแยกออกจากกันได้โดยการรีไฟน์ด้วยค่า อย่างไรก็ตามก็ภายหลังกการรีไฟน์แล้วยังพบสโทสเตอรอลปนอยู่บ้างเล็กน้อย

ค. ไฮโดรคาร์บอน ในไขมันและน้ำมันจะมีไฮโดรคาร์บอนต่างๆ ทั้งชนิดอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวปนอยู่บ้างเล็กน้อยประมาณ 0.1-1.0 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ซึ่งจะรวมอยู่กับสโทสเตอรอลใน ส่วนที่เป็น unsaponifiable matter ไฮโดรคาร์บอนที่มีปริมาณมากที่สุด คือ สควอลีน (squalene,  $C_{30}H_{50}$ ) พบครั้งแรกในน้ำมันตับปลาลาตามเมื่อปี ค.ศ. 1960 จัดเป็นสารไม่มีสีเป็นไฮโดรคาร์บอนชนิดไม่อิ่มตัวมีพันธะคู่อยู่ในโมเลกุล 6 อัน มีสูตรโครงสร้างดังนี้



สควอลีน

ปริมาณสควอลีนในไขมันหรือน้ำมันบางชนิดแสดงในตารางที่ 13

นอกจากสควอลีนแล้ว ในน้ำมันมะกอกยังมีไฮโดรคาร์บอนชนิดอื่น ๆ ซึ่งมีจำนวนคาร์บอนตั้งแต่ 13-36 อะตอมเป็นไฮโดรคาร์บอนทั้งชนิดอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวรวมอยู่ด้วยในน้ำมันถั่วลิสงมีไฮโดรคาร์บอน 15-16 อะตอม

สควอลีนพบในน้ำมันตับปลาน้ำมันรำข้าว น้ำมันมะกอกและน้ำมันถั่วเหลือง ยังพบว่ามีไฮโดรคาร์บอนชื่อ กาดูซีน (gadusene,  $C_{16}H_{32}$ ) ในน้ำมันตับปลาค็อดและยังพบ prist-

ane ( $C_{18}H_{28}$ ), zamene ( $C_{19}H_{30}$ ) และ cetorhinene ในน้ำมันตับปลาอีกด้วย

จ. รงควัตถุ รงควัตถุที่ละลายได้ดีในไขมันและน้ำมันคือ แคโรทีนอยด์ เป็นสารที่ให้สีเหลืองถึงสีแดงเข้มขึ้นขึ้นอยู่กับชนิดของแคโรทีนอยด์ ชนิดที่พบมากที่สุด คือ บีต้าแคโรทีน ในน้ำมันปลาที่สกัดมาโดยยังไม่ได้ฟอกสีจะมีแคโรทีนอยด์ประมาณ 0.05-0.2 เปอร์เซ็นต์

สารจำพวกแคโรทีนอยด์ไม่สามารถแยกออกจากไขมันหรือน้ำมันได้โดยการรีไฟน์ด้วย ค้างแต่การทำไฮโดรจิเนชั่นจะช่วยลดจำนวนพันธะคู่ในโมเลกุลของแคโรทีนอยด์ให้น้อยลงมีผลทำให้สีจางลงสารพวกแคโรทีนอยด์ไม่ค่อยทนความร้อนดังนั้นการฟอกสีที่ใช้อุณหภูมิสูงหรือการกำจัดกลิ่นโดยใช้ไอน้ำจะช่วยทำให้สีจางลงได้สารแคโรทีนอยด์สามารถกำจัดออกจากน้ำมันได้โดยใช้ Fuller's earth หรือ carbon

น้ำมันมะกอกและน้ำมันถั่วเหลืองที่สกัดจากวัตถุดิบที่มีสีเขียวอาจได้น้ำมันที่มีสีเขียวของคลอโรฟิลล์ปนออกมาด้วย โดยแกคีน้ำมันถั่วเหลืองจะมีคลอโรฟิลล์ประมาณ 1500 ไมโครกรัมต่อลิตร

จ. วิตามินอี วิตามินอี หรือโทโคเฟอรอลละลายได้ดีในไขมันและน้ำมันดังนั้นในการสกัดไขมันหรือน้ำมันจะมีวิตามินอีปนออกมาด้วยมีประโยชน์ช่วยทำหน้าที่เป็นสารต้านออกซิเดชั่นของน้ำมันได้น้ำมันที่ผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์วิตามินอีจะถูกทำลายประมาณ 6 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น วิตามินอีมีหลายชนิดได้แก่แอลฟา, บีต้า, แกมมา และเดลต้า-โทโคเฟอรอล บีต้า-โทโคเฟอรอล พบเฉพาะใน wheat germ oil เท่านั้นปริมาณวิตามินอีในไขมันหรือน้ำมันชนิดต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 6 จุดหลอมเหลวของกรดไขมันชนิดต่าง ๆ

กรดไขมันชนิดอิ่มตัว	จุดหลอมเหลว (°C)
กรดบิวทีริก	-7.9
กรดคาโปรอิก	-3.4
กรดคาโปรลิก	16.7
กรดคาปริค	31.6
กรดคลอริก	44.2
กรดไมริสติก	54.4
กรดปาลมิติก	62.9
กรดสเตียริก	69.6
กรดอะแรชีติก	75.3
กรดปืชีนิก	79.9
กรดลิกโนเซอิก	84.1
กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว	
กรดปาลมิโตเลอิก	0.5
กรดโอเลอิก	16.3
กรดลิโนเลอิก	-5.0
กรดลิโนเลนิก	-11.0
กรดอะแรชีโดนิก	-49.5

(ตัดลอกจากเอกสารประกอบการเรียบเรียงหมายเลข 7)



ตารางที่ 7 คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของไขมันชนิดต่าง ๆ

ชนิดของไขมันและ น้ำมัน	จุดหลอมเหลว (°C)	Titer (°C)	ความถ่วงจำเพาะ ที่ 25°C	การหักเหของแสง ที่ 25°C
ไขมันแกะ	44-51	3-48	0.857-0.860	1.454-1.458
ไขมันวัว	40-48	40-47	0.860-0.870	1.454-1.458
ไขมัน	28-36	33-38	0.865-0.870	1.453-1.456
ไขมันบัตเตอร์	28-36	45-50	0.990-0.998	1.453-1.458
น้ำมันมะพร้าว	23-28	20-24	0.917-0.919	1.448-1.450
น้ำมันข้าวโพด	-10 ถึง -12	14-20	0.922-0.926	1.470-1.474
น้ำมันเมล็ดฝ้าย	-2 ถึง 2	31-37	0.916-0.918	1.463-1.470
น้ำมันหมู	33-46	34-42	0.858-0.864	1.459-1.461
น้ำมันลินสีด	-16 ถึง -25	19-21	0.931-0.938	1.477-1.482
น้ำมันมะกอก	-3 ถึง 0	17-26	0.909-0.915	1.466-1.468
น้ำมันปาล์ม kernel	24-28	20-28	0.860-0.873	1.449-1.452
น้ำมันปาล์ม	27-50	40-47	0.921-0.925	1.453-1.456
น้ำมันถั่วลิสง	-2	26-32	0.917-0.921	1.467-1.470
น้ำมันงา	-4 ถึง 0	20-25	0.920-0.926	1.470-1.474
น้ำมันถั่วเหลือง	-20 ถึง -23	20-21	0.924-0.928	1.474-1.476
น้ำมันเมล็ดทานตะวัน	-16 ถึง -18	16-20	0.922-0.926	1.472-1.474
น้ำมันปลาวาฬ	-	22-24	0.917-0.927	1.470-1.477

(คัดลอกจากเอกสารประกอบการเรียบเรียงหมายเลข 13)

ตารางที่ 8 ค่า Smoke point, Flash point และ Fire point  
ของไขมันและน้ำมันชนิดต่างๆ

ชนิดของไขมัน	Smoke point		Flash point		Fire point	
	°F	°C	°F	°C	°F	°C
น้ำมันระหุ่ง refined	392	200	568	298	635	335
น้ำมันระหุ่ง dehydroated	348	176	570	299	638	337
น้ำมันข้าวโพด crude	352	178	562	294	655	346
น้ำมันข้าวโพด refined	440	227	618	326	678	359
น้ำมันลิ้นสัด raw	325	163	540	287	667	353
น้ำมันลิ้นสัด refined	320	160	588	309	680	360
น้ำมันมะกอก virgin	391	199	610	321	682	361
น้ำมันถั่วเหลือง espeller, crude	357	181	564	296	664	351
น้ำมันถั่วเหลือง extract, crude	410	210	603	317	670	354
น้ำมันถั่วเหลือง refine	492	256	618			

คัดลอกมาจากเอกสารประกอบการเรียบเรียงหมายเลข 7

ตารางที่ 9 คุณสมบัติทางเคมีของไขมันและน้ำมันชนิดต่าง ๆ

ชนิดของไขมัน หรือน้ำมัน	Unsaponi- fiable matter(%)	S.V.	I.V.	R.M.V.	P.V.
เนย	0.3-0.5	216-233	26-24	26-34	1.5-3.5
ไขวัว	0.2-0.3	190-200	40-48	0.2-0.6	0.5-0.6
น้ำมันหมู	0.2-0.4	190-202	53-77	0.2-0.6	0.4-0.6
น้ำมันปลาวาฬ	1-2	185-194	110-135	1-2	-
ไขแกะ	0.2-0.3	192-198	35-46	0.3	-
โคคาบัตเตอร์	0.3-0.8	190-200	35-40	0.3-1.0	0.5
น้ำมันมะพร้าว	0.2-0.5	250-264	7-10	6-8	12-18
น้ำมันปาล์ม kernel	0.2-0.8	245-255	14-23	4-7	9-12
น้ำมันปาล์ม	0.2-0.8	195-205	44-54	0.1-0.5	0.2-0.3
น้ำมันข้าวโพด	1.3-2.0	187-193	103-130	0.3-0.5	-
น้ำมันเมล็ดฝ้าย	0.6-1.5	189-198	99-113	0.7-0.9	-
น้ำมันลินสีด	0.5-1.6	188-196	170-204	-	-
น้ำมันมะกอก	0.5-1.7	188-196	80-88	0.3-0.8	-
น้ำมันถั่วลิสง	0.5-0.9	188-196	84-100	0.5	0.1-0.3
น้ำมันเรพสีด	0.5-1.5	170-180	97-108	0.8	-
น้ำมันงา	0.8-1.8	188-195	103-116	1-2.8	-
น้ำมันถั่วเหลือง	0.7-1.5	189-195	120-141	0.4-0.7	0.2-0.6
น้ำมันเมล็ดทานตะวัน	0.3-1.5	188-194	125-136	0.3-0.6	0.3

ตารางที่ 10(ก) ชนิดและปริมาณของกรดไขมันและน้ำมันชนิดต่าง ๆ (เปอร์เซ็นต์  
โดยน้ำหนัก)

กรดไขมัน	น้ำมัน มะกอก	น้ำมัน เรพส์	น้ำมัน มะพร้าว	น้ำมันปาล์ม kernel	น้ำมัน ปาล์ม	น้ำมัน หมู
Caprylic acid	-	-	7.6	1.4	-	-
Capric acid	-	-	7.3	2.9	-	-
Lauric acid	-	-	48.2	50.9	0.1	0.3
Myristoleic acid	-	0.1	16.6	18.4	1.2	1.7
Myristoleic acid	-	-	-	-	-	0.2
Pentadecanoic acid	-	-	-	-	-	0.1
Palmitic acid	16.9	4.0	8.0	8.7	46.8	26.2
Palmitoleic acid	1.8	0.1	1.0	-	-	4.0
Margaric acid	-	-	-	-	-	0.5
Heptadecenoic acid	-	-	-	-	-	0.3
Stearic acid	2.7	1.3	3.4	1.9	3.8	13.5
Oleic acid	61.9	17.4	5.0	14.6	37.5	42.9
Linoleic acid	14.8	12.7	2.5	1.2	10.0	9.0
Linolenic acid	0.6	5.3	-	-	-	0.3
Arachidic acid	0.4	0.9	-	-	0.2	0.2
Behenic acid	0.2	0.7	-	-	-	-
Eicosenoic acid	0.1	10.4	-	-	0.3	0.8
Erucic acid	-	45.6	-	-	-	-
Docosadienoic acid	-	0.1	-	-	-	-
Lignoceric acid	-	0.2	-	-	-	-
Tetracosenoic acid	-	0.6	-	-	-	-

ตารางที่ 10(ข) ชนิดและปริมาณของกรดไขมันและน้ำมันชนิดต่าง ๆ (เปอร์เซ็นต์ โดย น้ำหนัก)

กรดไขมัน	น้ำมัน ถั่วเหลือง	น้ำมัน เมล็ดฝ้าย	น้ำมัน ข้าวโพด	น้ำมัน ถั่วลิสง	น้ำมันดอก คำฝอย	น้ำมันเมล็ด ดอกทานตะวัน
Caprylic acid	-	-	-	-	-	-
Capric acid	-	-	-	-	-	-
Lauric acid	-	-	-	-	-	-
Myristoleic acid	0.1	1.0	-	-	0.1	-
Myristoleic acid	-	-	-	-	-	-
Pentadecanoic acid	-	-	-	-	-	-
Palmitic acid	10.5	25.0	11.5	11.0	6.7	7.0
Palmitoleic acid	-	0.7	-	-	-	-
Margaric acid	-	-	-	-	-	-
Heptadecenoic acid	-	-	-	-	-	-
Stearic acid	3.2	2.8	2.2	2.3	2.0	3.3
Oleic acid	22.3	17.1	26.6	51.0	12.9	14.3
Linoleic acid	54.5	52.7	58.7	30.9	77.5	75.4
Linolenic acid	8.3	-	0.8	-	-	-
Arachidic acid	0.2	-	0.2	0.7	0.5	-
Behenic acid	-	-	-	2.3	-	-
Eicosenoic acid	0.9	-	-	-	0.5	-
Erucic acid	-	-	-	-	-	-
Docosadienoic acid	-	-	-	-	-	-
Lignoceric acid	-	-	-	0.8	-	-
Tetracosenoic acid	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 11 ปริมาณฟอสโฟลิปิดในไขมันและน้ำมันบางชนิด

ชนิดของน้ำมันพืช (crude)	ปริมาณฟอสโฟลิปิด( % by WT)
น้ำมันถั่วเหลือง	1.1-3.2 (เฉลี่ยประมาณ 1.8)
น้ำมันข้าวโพด	1 - 2
น้ำมันเมล็ดฝ้าย	0.7 - 0.9
น้ำมันข้าวสาลี	0.08 - 2.0
น้ำมันรำข้าว	0.5
น้ำมันลิ้นจี่	0.3
น้ำมันถั่วลิสง	0.3 - 0.4
น้ำมันงา	0.1
น้ำมันเรพลัด	0.1
เนย	0.6 - 1.4
ไข่ขาว	0.07
น้ำมันหมู	0.05
ไข่แกะ	0.01

คัดลอกจากเอกสารประกอบการเรียบเรียงหมายเลข 12

ตารางที่ 12 ปริมาณสเตอรอลในไขมันและน้ำมันชนิดต่าง ๆ

ชนิดของไขมันหรือน้ำมัน	ปริมาณสเตอรอล ( % by WT)
น้ำมันปาล์ม	0.03
น้ำมันระหุง	0.50
น้ำมันรำข้าว	0.75
น้ำมันตับปลาสกัด	7.60
น้ำมันตับปลาค็อด	0.42 - 0.54
ไขวัว	0.08 - 0.14
น้ำมันหมู	0.11 - 0.12
เนย	0.24 - 0.50
โกล์ดบัคเตอร์	0.17 - 0.20
น้ำมันข้าวโพด	0.58 - 1.00
น้ำมันเมล็ดฝ้าย	0.26 - 0.31
น้ำมันมะพร้าว	0.42 - 0.54
น้ำมันมะกอก	0.23 - 0.31
น้ำมันปาล์ม kernel	0.06 - 0.12
น้ำมันถั่วลิสง	0.19 - 0.25
น้ำมันเรพลัด	0.35 - 0.50
น้ำมันลินลีน	0.37 - 0.42
น้ำมันงา	0.43 - 0.55
น้ำมันถั่วเหลือง	0.15 - 0.38
wheat germ oil	1.3 - 1.7

คัดลอกจากเอกสารประกอบการเรียบเรียงหมายเลข 12

ตารางที่ 13 ปริมาณสควอลีนในไขมันและน้ำมันบางชนิด

ชนิดของไขมันและน้ำมัน	ปริมาณสควอลีน ค่าเฉลี่ย	(mg/100 g) ช่วงปริมาณ
น้ำมันมะกอก	383	136 - 708
น้ำมันข้าวโพด	28	16 - 42
น้ำมันถั่วลิสง	27	8 - 49
น้ำมันเรพลัด	26	24 - 28
น้ำมันเมล็ดทานตะวัน	12	8 - 19
น้ำมันถั่วเหลือง	12	5 - 22
น้ำมันเมล็ดฝ้าย	8	3 - 15
น้ำมันเมล็ดมาสตาร์ด	7	7
น้ำมันงา	5	3 - 9
น้ำมันลินสีด	4	4
น้ำมันมะพร้าว	2	2
น้ำมันโกโก้	0	0

คัดลอกจากเอกสารประกอบการเรียบเรียงหมายเลข 12



ตารางที่ 14 ปริมาณโทโคเฟอรอลในไขมันและน้ำมันชนิดต่าง ๆ

ชนิดของไขมันหรือน้ำมัน	ปริมาณโทโคเฟอรอล ( by WT % )			
	แอลฟา	แกมมา	เดลต้า	รวม
เนย	-	-	-	0.002-0.004
โคคาบัตเตอร์	-	-	-	0.003-0.013
น้ำมันมะกอก	-	-	-	0.003-0.030
น้ำมันตับปลาสด	-	-	-	0.0260
น้ำมันดอกคำฝอย crude	-	-	-	0.0800
น้ำมันลินสีด	-	-	-	0.1100
น้ำมันระหุ่ง	-	-	-	0.0500
น้ำมันงา refined	-	-	-	0.0180
น้ำมันเมล็ดทานตะวัน	-	-	-	0.0070
ไข่ขาว	-	-	-	0.0010
น้ำมันหมู	0.0023	-	-	0.0027
น้ำมันมะพร้าว	0.0036	-	-	0.0083
น้ำมันปาล์ม	0.03-0.05	-	-	0.0560
น้ำมันรำข้าว crude	0.075	0.026	-	0.1010
น้ำมันรำข้าว refined	0.058	0.033	-	0.0910
น้ำมันข้าวโพด refined	0.009	0.081	-	0.0900
น้ำมันเมล็ดกระเจียว	0.031	0.043	-	0.0740
น้ำมันเมล็ดฝ้าย crude	0.076	0.034	-	0.1100
น้ำมันเมล็ดฝ้าย	0.041	0.036	0.009	0.0860
น้ำมันถั่วลิสง	0.013	0.014	0.007	0.0860
น้ำมันถั่วเหลือง	0.020	0.098	0.050	0.1680
wheat germ oil(crude)	0.060	0.040	0.005	0.18-0.45

## ภาคผนวก ข.

### ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับน้ำมันปาล์ม

น้ำมันปาล์มเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมน้ำมันพืช ที่ใช้ในการบริโภค และอุตสาหกรรมในรูปของน้ำมันปาล์ม (Palm oil) นอกจากใช้ในการบริโภคแล้ว น้ำมันปาล์มยังใช้เป็นวัตถุดิบในกิจการอุตสาหกรรมหลายประเภท โดยมีการนำเข้าจากต่างประเทศ เช่น มาเลเซีย และสิงคโปร์เป็นส่วนใหญ่และในขณะเดียวกันรัฐบาลได้ให้การส่งเสริมการลงทุนแก่อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มภายในประเทศเพื่อสนับสนุนให้มีการขยายตัวในธุรกิจสวนปาล์ม เพื่อเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรในภาคใต้ แต่ขณะเดียวกันก็ได้ให้ความคุ้มครองแก่ธุรกิจอุตสาหกรรมประเภทนี้ทำให้มีการใช้น้ำมันปาล์มจากต่างประเทศแทนที่จะใช้วัตถุดิบที่ผลิตได้ภายใน เนื่องจากต้นทุนถูกกว่า และจากการที่รัฐบาลเพิ่มภาษีการนำเข้าน้ำมันปาล์มเมื่อเดือนกรกฎาคม 2524 นี้ จึงเป็นที่คาดหมายกันว่าโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ จะหันมาใช้วัตถุดิบน้ำมันปาล์มที่ผลิตขึ้นได้ในประเทศแทน ทำให้โรงงานสกัดและกลั่นน้ำมันปาล์มภายในประเทศสามารถแข่งขันกับน้ำมันปาล์มสำเร็จรูปจากต่างประเทศได้

### การผลิต

ปาล์มน้ำมัน (Oil palm) เป็นพืชในสกุลปาล์ม ชอบอากาศในเขตร้อนที่มีฝนตกชุกหรือแถบศูนย์สูตรที่มีความชื้นสูงใกล้ทะเลมีเนื้อดินสมบูรณ์และน้ำไม่ขัง เช่นดินเหนียวปนทรายเนื้อดินมีความสามารถในการดูดซับน้ำได้ดีมีการถ่ายเทอากาศดีและมีความเป็นกรด (PH) ประมาณ 4.0-5.0 อุณหภูมิเฉลี่ย 23-29 องศาเซลเซียสความชื้น 70-80 เปอร์เซ็นต์และต้องการแสงแดดอย่างน้อย 1,500-1,900 ชั่วโมงต่อปี ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ต้องการน้ำมากปริมาณน้ำฝนต่ำสุดที่จะให้การปลูกปาล์มน้ำมันได้ผลอยู่ในอัตราเฉลี่ย 1,524 มิลลิเมตร (60 นิ้ว) ต่อปี บริเวณที่มีน้ำฝนเกิน 2,032 มิลลิเมตร (80 นิ้ว) เป็นพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการปลูกอย่างอื่น

เนื้อที่ปลูกปาล์มน้ำมันและสวนปาล์มในจังหวัดต่างๆ ของประเทศไทยได้เพิ่มขึ้นตามลำดับตั้งแต่ปี 2519 เป็นต้นมาผลผลิตปาล์มน้ำมันของไทยเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 33.5 ต่อปี ในปัจจุบันประเทศไทยมีเนื้อที่ปลูกปาล์มน้ำมันทั้งสิ้น 228,240 ไร่ เป็นเนื้อที่เก็บเกี่ยว

76,062 ไร่และผลผลิตในรูปผลปาล์มสด 131,620 เมตริกตัน(ดูรายละเอียดตารางที่ 2) ส่วนใหญ่ปลูกมากในเขตจังหวัดกระบี่ สตูล ชุมพร และสุราษฎร์ธานี โดยได้รับการส่งเสริมจากคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนรวม 9 ราย คิดเป็นเนื้อที่ 122,038 ไร่ (ดูรายละเอียดตารางที่ 3)

แนวโน้มของผลผลิตปาล์มน้ำมันที่ผลิตได้ในรูป TIME TREND ได้ดังนี้

$$Y = 32,624.73 + 14,678.51 T$$

โดยที่ Y = ปริมาณผลผลิตในแต่ละปี หน่วย 1/1,000 เมตริกตัน

T = เวลาเป็นปีโดยให้ปี 2519 มีค่า T = 0 ปี 2520 ค่า T = 1...

ผลผลิตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ พันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทยได้แก่พันธุ์ Tenera เพราะให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง ประมาณ 23-26 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลในระยะ 3-4 ปี หลังปลูกและจะมีผลผลิตสูงในปีที่ 9 ปาล์มพันธุ์นี้ให้ผลคุ้มค่าคือให้ผลผลิตได้นานถึง 25 ปีเฉลี่ยปาล์มน้ำมันอายุระหว่างปีที่ 9-25 จะให้ผลผลิตประมาณไร่ละ 3.2-4 เมตริกตันตามสถิติของผู้ผลิตที่สำคัญ เช่นมาเลเซีย ได้ผลผลิตประมาณ 1.4 เมตริกตันต่อไร่ในระยะปาล์มที่ให้ผลผลิตเต็มที่จะให้ผลผลิตประมาณ 3-4 เมตริกตันต่อไร่ การที่จะได้ผลผลิตปาล์มน้ำมันสูงนั้น ผู้ปลูกจะต้องมีความรู้ ความชำนาญเกี่ยวกับปาล์มน้ำมันและการปฏิบัติรักษาตามหลักวิชาการอย่างแท้จริง

ผลปาล์มน้ำมันมักประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 2 ส่วนที่ทำให้ไขมัน คือส่วนนอก หรือส่วนที่เรียกว่า เนื้อนอก (pericarp) มีน้ำมันร้อยละ 20 เรียกว่าน้ำมันปาล์ม (palm oil) ส่วนที่เป็นเมล็ดปาล์ม (palm kernel) ให้ไขมันร้อยละ 45-50 เรียกว่าน้ำมันเมล็ดปาล์ม (palm kernel oil) ผลปาล์มน้ำมันที่ยังไม่แก่พอจะมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่ำ แต่ถ้าแก่เกินไปก็จะมีกรดไขมันอิสระ (free fatty acid) สูงซึ่งน้ำมันปาล์มและน้ำมันเมล็ดปาล์มคุณภาพดีจะต้องมีกรดไขมันอิสระเพียงประมาณร้อยละ 1-2 (ตามมาตรฐานสากล มีได้ไม่เกินร้อยละ

5) ดังนั้นเมื่อเก็บผลจากต้นแล้วจะต้องเข้าโรงงานสกัดภายใน 24 ชั่วโมงมิฉะนั้นจะมีกรดไขมันอิสระสูงขึ้น คุณภาพจะเสื่อมลง การปลูกปาล์มน้ำมัน จึงต้องทำควบคู่ไปกับการตั้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มซึ่งต้องลงทุนสูงกว่าการทำสวนผลไม้และพืชอื่นเพราะต้องอาศัยเทคนิคสูง โดยทั่วไปกำลังผลิตของเครื่องอาจจะเป็นปัจจัยสำคัญที่จะกำหนดขนาดของสวนปาล์มมาหรับเครื่องอัดมีหลายแบบ แต่ที่เหมาะสมคือ เครื่องอัดแบบไฮดรอลิก (Hydraulic pressure) ซึ่งมีกำลังการผลิตสูงเมื่อเทียบกับเครื่องจักรแบบอื่นๆ เครื่องจักรแบบนี้สามารถอัดผลปาล์มได้ 5 เมตริกตันต่อชั่วโมง ซึ่งโรงงานสกัดน้ำมันขนาดเล็กที่สุดที่มีประสิทธิภาพในการผลิตที่เหมาะสมจะติดตั้งเครื่องขนาดนี้ 2 เครื่อง ซึ่งเท่ากับมีกำลังการผลิตที่จะอัดปาล์มได้ 10 เมตริกตันต่อชั่วโมง จะสามารถคำนวณขนาดของสวนปาล์มที่เหมาะสมได้ดังนี้

- สมมุติฐาน ก. ถ้าโรงงานมีกำลังผลิตขนาด 10 เมตริกตันต่อชั่วโมง  
 ข. ผลผลิตปาล์มของเดือนที่ให้ผลผลิตสูงสุดเท่ากับร้อยละ 12.5 ของผลผลิตทั้งปี  
 ค. ผลผลิตปาล์มสดเฉลี่ย 3.25 เมตริกตัน/ไร่/ปี  
 ง. เวลาทำงานของเครื่องจักร 500 ชั่วโมง/เดือน

จากสมมุติฐานข้างต้นสามารถคำนวณหาขนาดของสวนปาล์มได้ดังนี้

ในรอบ 1 เดือน โรงงานต้องการผลปาล์ม	= 500 x 10	
	= 5,000	เมตริกตัน
ผลผลิตปาล์มของเดือนที่ให้ผลสูงสุด	= $\frac{3.25 \times 12.5}{100}$	
	= 406	เมตริกตัน
ขนาดของสวนปาล์มที่เหมาะสม	= 5,000 ÷ 406	= 12,300 ไร่

ดังนั้น สวนปาล์มน้ำมันที่จะให้ผลดีที่สุดควรมีขนาดประมาณ 12,300 ไร่

โดยการวิเคราะห์ทางการเงินของโครงการส่วนปาล์มขนาด 12,300 ไร่ รวมทั้งโรงงานอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มกำลังผลิต 10 เมตริกตันต่อชั่วโมง

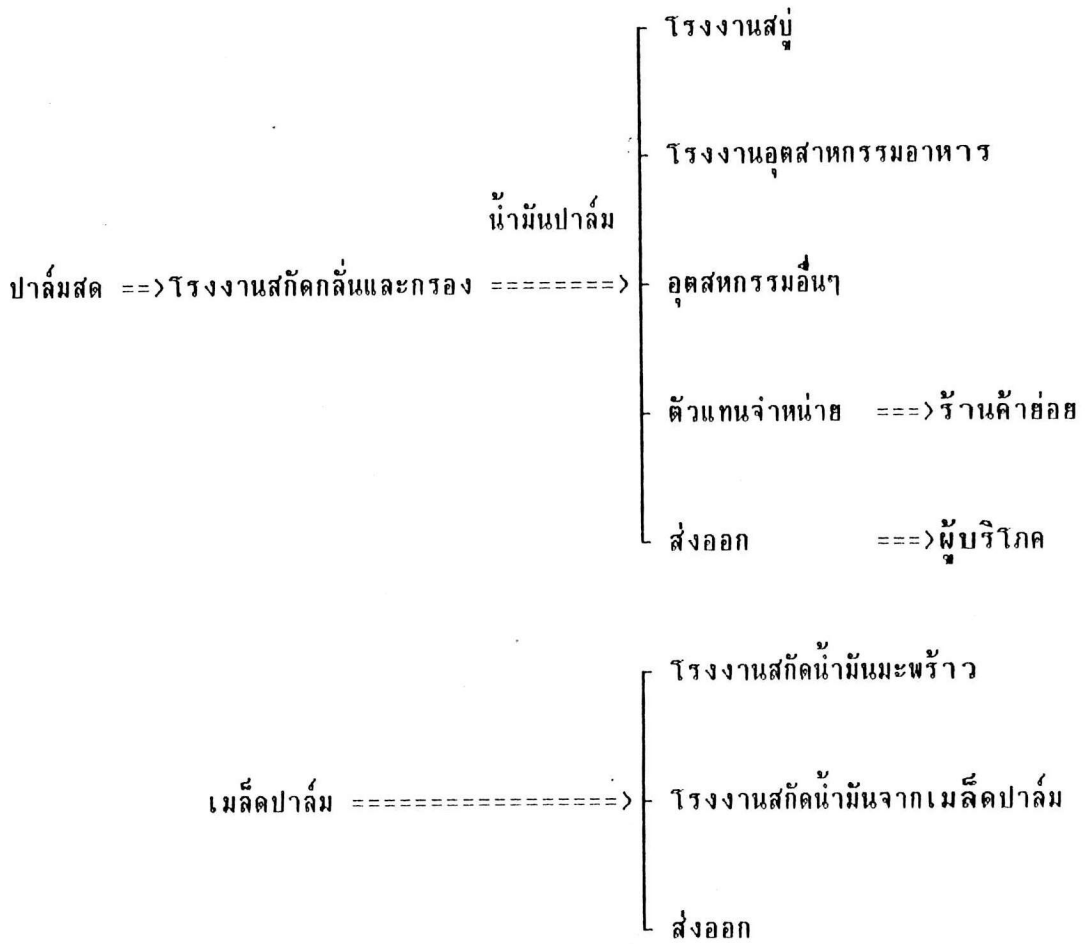
ปัจจุบันโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม และโรงกลั่นยังไม่สามารถทำการผลิตได้เต็มกำลังการผลิตของโรงงานเนื่องจากวัตถุดิบภายในประเทศยังไม่เพียงพอป้อนโรงงาน และต้นทุนในการกลั่นค่อนข้างสูงโรงงานสกัดและกลั่นน้ำมันปาล์มที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุนในปี 2523 เป็นต้นมาทั้งหมด 10 ราย (ดูรายละเอียดตารางที่ 5) เป็นโรงงาน 5 รายและโรงกลั่น 3 รายดังนี้

1. บริษัทไทยอุตสาหกรรมน้ำมัน และส่วนปาล์ม จำกัด
2. บริษัทสยามปาล์มน้ำมัน ปละอุตสาหกรรม จำกัด
3. บริษัทสหปาล์มไทย จำกัด
4. บริษัทปาล์มไทยพัฒนา จำกัด
5. บริษัทอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด

สำหรับเมล็ดปาล์มซึ่งในขณะนี้ยังไม่มีโรงงานสกัดโดยตรง ผู้ผลิตจำหน่ายให้โรงงานสกัดน้ำมันมะพร้าว (ใช้แทนมะพร้าว) โดยมีการติดต่อโดยตรงระหว่างเจ้าของวัตถุดิบ และเจ้าของโรงงานสกัดน้ำมันมะพร้าวและบางส่วนส่งออกจำหน่ายต่างประเทศโดยตรงระหว่างน้ำมันที่ได้จากเมล็ดปาล์มมีวิถีทางการตลาดเช่นเดียวกับ น้ำมันปาล์ม(ดูแผนภูมิแสดงขั้นตอนทางการตลาดของน้ำมันปาล์ม)

2. การค้ากับต่างประเทศการนำเข้าส่วนใหญ่นำเข้าจากมาเลเซีย และสิงคโปร์จำแนกเป็นรายชนิดตามตารางที่ 6 ตามสถิติกรมศุลกากรในปี 2523 ไทยนำเข้าน้ำมันปาล์มทั้งสิ้น 70.8 ล้านลิตรมูลค่า 967 ล้านบาท เทียบกับการนำเข้าปริมาณ 13.3 ล้านลิตรมูลค่า 233 ล้านบาท ในปี 2522 สูงขึ้นกว่า 3 เท่าตัว

แผนภูมิแสดงขั้นตอนทางการตลาดของน้ำมันปาล์ม



การที่มีการนำน้ำมันเข้าจากมาเลเซียและสิงคโปร์มากเนื่องจากสาเหตุทั้งภายในและภายนอก คือมาเลเซียไม่สามารถระบายน้ำมันปาล์มของตนออกไปสู่ตลาดโลกได้คล่องตัวเหมือนก่อนเพราะสหรัฐฯตัดสัมพันธ์ทางการค้ากับโซเวียตทำให้สหรัฐอเมริกามีเมล็ดพืชน้ำมันเหลืออยู่จึงนำมาผลิตน้ำมันพืชได้มาก และระบายออกสู่ตลาดโลกมากขึ้นจึงทำให้ราคาน้ำมันพืชสำเร็จรูปของมาเลเซียตกต่ำลงมากจากที่เคยขายได้ตันละ 700 เหรียญสหรัฐฯ เหลือประมาณ 500-510 เหรียญสหรัฐฯ ดังนั้นน้ำมันปาล์มจากมาเลเซียจึงทะลักเข้าสู่ประเทศไทยมากประกอบกับมาตรการภาษีขาเข้าของไทยอยู่ในระดับต่ำ ตั้งแต่ปี 2517 เป็นต้นมาราคาเพียงลิตรละ 25 สตางค์เมื่อราคาน้ำมันปาล์มสำเร็จรูปจากต่างประเทศมีราคาต่ำมากเป็นเหตุจูงใจให้ผู้นำน้ำมันปาล์มมาใช้มากขึ้น ราคานำเข้าน้ำมันปาล์มประมาณลิตรละ 13.65-14.28 บาทเมื่อเทียบกับราคาน้ำมันพืชชนิดอื่น เช่น น้ำมันรำข้าวลิตรละ 18-20 บาท น้ำมันถั่วลิสงลิตรละ 20-22 บาท น้ำมันถั่วเหลืองบริสุทธิ์ลิตรละ 40-45 บาท น้ำมันข้าวโพดลิตรละ 50-60 บาท

อนึ่ง ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2524 ได้มีการเปลี่ยนแปลงพิกัดอัตราอากรขาเข้าโดยเก็บตามสภาพน้ำมันปาล์มนำเข้า ดังนี้

- |  |   |
|--|---|
| - น้ำมันปาล์มดิบกลั่น หรือทำให้บริสุทธิ์แล้ว | เสียภาษีตามสภาพลิตรละ 0.25 บาท                                |
| - สำหรับน้ำมันปาล์มพืงบริโภค                 | เสียภาษีตามสภาพลิตรละ 1.00 บาท<br>หรือ 15 % ของราคา ซี ไอ เอฟ |
| - น้ำมันปาล์มตัดแปลง                         | เสียภาษีตามสภาพลิตรละ 1.32 บาท                                |
| - น้ำมันปาล์มตัดแปลงบริโภค                   | เสียภาษีตามสภาพลิตรละ 1.00 บาท<br>หรือ 15 % ของราคา ซี ไอ เอฟ |
| - น้ำมันปาล์มเติมไฮโดรเจน(บริโภคได้)         | เสียภาษีตามสภาพลิตรละ 4.40 บาท<br>หรือ 25 % ของราคา ไอ ซี เอฟ |
| - น้ำมันปาล์มแข็ง (ใช้ทำสบู่)                | เสียภาษีตามสภาพลิตรละ 0.70 บาท                                |

นอกจากภาษีอากรขาเข้าดังกล่าวแล้วยังต้องเสียภาษีการค้าอีก ร้อยละ 7 ของรายรับที่กรมศุลกากรประเมินได้ ภาษีบำรุงเทศบาล 10 % ของภาษีการค้าและค่าธรรมเนียมพิเศษการนำเข้า ซึ่งน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ที่เหมาะสมสำหรับบริโภคได้ทันที (RBD. PALM OLEIN) ในอัตราร้อยละ 20 ของราคา CIF

สำหรับปี 2524 (ตั้งแต่ มกราคม-ตุลาคม) มีปริมาณการนำเข้าทั้งหมด 36 ล้านลิตร มูลค่า 428 ล้านบาทราคา ซี ไอ เอฟ ประมาณ 11 ล้านบาท/ลิตร ส่วนใหญ่จะนำเข้ามาจากมาเลเซีย สิงคโปร์ นอกนั้นก็ มี ญี่ปุ่น อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ เนเธอร์แลนด์ เยอรมัน สหรัฐฯ และออสเตรเลีย ราคาน้ำมันปาล์มดิบในประเทศเฉลี่ยประมาณตันละ 12,500 บาท ลดลงจากปี 2523 ร้อยละ 1.15 ราคาผลปาล์มสดที่โรงงานรับซื้อก็โลกรัมละ 1.40 บาท ลดลงจากปีก่อนร้อยละ 6.7

ตารางที่ 7 ราคาน้ำมันปาล์มดิบตลาดภายในประเทศ

พ.ศ.	บาท/ตัน
2521	11,393
2522	12,874
2523	12,646
2524	12,500

- ที่มา
1. จากการสอบถาม
  2. บริษัท ลีแวก์บราเธอร์(ประเทศไทย) จำกัด



ตารางที่ 2 ไข่ไก่เพาะปลูกปาล์มและผลผลิตปาล์มน้ำมัน

พ.ศ.	ไข่ไก่เพาะปลูก (ไร่)	ไข่ไก่เก็บเกี่ยว (ไร่)	ผลผลิต (เมตริกตัน)	ผลผลิต/ไร่ (เมตริกตัน)
2519	35,600	22,700	31,660	1.395
2520	59,650	27,200	42,601	1.566
2521	105,800	36,600	53,236	1.455
2522	136,100	52,400	62,195	1.187
2523	178,787	52,676	94,614	1.796
2524	223,240	76,062	131,620	1.730

- ที่มา
1. กรมส่งเสริมสหกรณ์ กระทรวงเกษตร และสหกรณ์
  2. กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตร และสหกรณ์
  3. กรมประชาสัมพันธ์ กระทรวงมหาดไทย
  4. สืบถามจากแหล่งผลิตต่าง ๆ

หมายเหตุ ผลผลิตคิดในรูปผลปาล์มสด

ตารางที่ 3 ผู้ที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุนกิจการปลูกปาล์มน้ำมัน

	ที่ตั้ง	วันอนุมัติ	วันเปิด ดำเนินการ	เนื้อที่ปลูกปาล์ม (ไร่)
1. บริษัทไทยอุตสาหกรรมน้ำมัน และสวนปาล์ม จำกัด	กระบี่	22 พค. 15	9 พค. 17	20,000 (17,000)
2. บริษัทปาล์มไทยพัฒนา จำกัด	สตูล	26 มค. 19	-	10,000 (4,000)
3. บริษัทสยามปาล์มน้ำมัน และอุตสาหกรรม จำกัด	กระบี่	15 มีค. 21	-	15,000 (5,000)
4. บริษัทสหไทยน้ำมันพืช จำกัด	ชุมพร	19 เมษ. 21	-	20,000  (แปลงเพาะชำ 500)
5. บริษัทพิจานปาล์มพัฒนา จำกัด	กระบี่	18 ธค. 21	-	5,000 (3,000)
6. บริษัทสหอุตสาหกรรม น้ำมันปาล์ม จำกัด	กระบี่ สุราษฎร์ธานี	28 กพ. 22	-	20,000 (3,000)
7. บริษัทรุ่งเรืองปาล์มออยล์ จำกัด	ชุมพร	29 ตค. 22	-	10,000
8. บริษัททักษิณปาล์ม จำกัด	สุราษฎร์ธานี	21 กค. 23	-	12,000
9. บริษัทปะทังการเพาะปลูก จำกัด	ชุมพร	21 กค. 23	-	10,038
			รวม	122,038

ตารางแสดง ต้นทุนการทำสวนป่าล้มขนาด 12,300 ไร่ (ตั้งแต่ปีที่เริ่มปลูกจนถึงปีที่ 25)

ปี	ค่าโคลน ทางป่า	ค่าก่อสร้างถนน	ค่าใช้จ่าย ในการปลูก	ค่าบำรุง รักษา	ค่าใช้จ่าย ในการ เก็บเกี่ยว	รวม	มูลค่าปัจจุบัน พัฒนา
-2	2,365	-	-	-	-	2,365	2,365.00
-1	2,365	2,118	10,428	-	-	14,911	12,530.25
0	2,365	2,118	10,428	-	-	14,911	10,529.62
1	-	-	-	3,410	-	3,410	2,023.55
2	-	-	-	3,410	-	3,410	1,700.49
3	-	-	-	3,410	-	3,410	1,428.99
4	-	-	-	3,410	-	3,410	1,200.83
5	-	-	-	3,623	688	4,311	1,275.73
6	-	-	-	3,623	1,378	5,001	1,243.63
7	-	-	-	3,623	1,608	5,231	1,093.14
8	-	-	-	3,623	1,722	5,345	932.62
9	-	-	-	3,623	1,837	5,460	805.73
10	-	-	-	3,623	1,837	5,460	677.08
11	-	-	-	3,623	1,837	5,460	568.99
12	-	-	-	3,623	1,837	5,460	478.14
13	-	-	-	3,623	1,837	5,460	401.80
14	-	-	-	3,623	1,837	5,460	337.66
15	-	-	-	3,623	1,837	5,460	283.75
16	-	-	-	3,623	1,837	5,460	238.45
17	-	-	-	3,623	1,837	5,460	200.37

ตารางแสดง ต้นทุนการทำสวนป่าส้มขนาด 12,300 ไร่ (ตั้งแต่ปีที่เริ่มปลูกจนถึงปีที่ 25)

ปี	ค่าโค่น ถางป่า	ค่าก่อสร้างถนน	ค่าใช้จ่าย ในการปลูก	ค่าบำรุง รักษา	ค่าใช้จ่าย ในการ เก็บเกี่ยว	รวม	มูลค่าปัจจุบัน พันบาท
18	-	-	-	3,623	1,837	5,460	168.38
19	-	-	-	3,623	1,837	5,460	141.50
20	-	-	-	3,623	1,837	5,460	118.91
21	-	-	-	3,623	1,837	5,460	99.92
22	-	-	-	3,623	1,837	5,460	83.97
23	-	-	-	3,623	1,837	5,460	70.56
24	-	-	-	3,623	1,837	5,460	59.30
25	-	-	-	3,623	1,837	5,460	49.83
รวม	7,095	4,236	20,856	89,723	36,625	158,535	41,114.19

ต้นทุนของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม กำลังการผลิต 10 ตันต่อชั่วโมง  
จัดตั้งประกอบกับสวนปาล์มขนาด 12,300 ไร่

ปี	โรงงานและ เครื่องจักร	ต้นทุน อื่น ๆ	ค่าใช้จ่ายใน การปฏิบัติงาน	รวม	มูลค่าปัจจุบัน
-2	-	-	-	-	-
-1	-	-	-	-	-
0	-	-	-	-	-
1	-	825	63.8	888.8	527.43
2	-	385	456.5	841.5	419.64
3	6,336.60	815	671.0	7,822.6	3,278.13
4	6,336.60	-	951.5	7,288.1	2,556.50
5	-	-	1,241.9	1,241.9	367.51
6	-	-	1,855.7	1,855.7	461.47
7	6,195.20	-	1,855.7	1,855.7	1,682.46
8	-	-	1,855.7	1,855.7	325.88
9	-	-	1,855.7	1,855.7	273.85
10	-	-	1,855.7	1,855.7	230.13
11	-	-	1,855.7	1,855.7	193.38
12	-	-	1,855.7	1,855.7	162.51
13	-	-	1,855.7	1,855.7	193.39
14	-	-	1,855.7	1,855.7	1622.51

ต้นทุนของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม กำลังการผลิต 10 ตันต่อชั่วโมง  
จัดตั้งประกอบด้วยสวนปาล์มขนาด 12,300 ไร่

ปี	โรงงานและ เครื่องจักร	ต้นทุน อื่น ๆ	ค่าใช้จ่ายใน การปฏิบัติงาน	รวม	มูลค่าปัจจุบัน
15	-	-	1,855.7	1,855.7	136.56
16	-	-	1,855.7	1,855.7	114.76
17	-	-	1,855.7	1,855.7	136.57
18	-	-	1,855.7	1,855.7	114.76
19	-	-	1,855.7	1,855.7	96.44
20	-	-	1,855.7	1,855.7	81.04
21	-	-	1,855.7	1,855.7	68.10
22	-	-	1,855.7	1,855.7	57.23
23	-	-	1,855.7	1,855.7	48.09
24	-	-	1,855.7	1,855.7	40.41
25	-	-	1,855.7	1,855.7	33.96
รวม	18,868.40	2,025	40,498.70	61,392.10	111,772.71

ตารางที่ 4 ปริมาณน้ำมันปาล์มที่ผลิตได้

พ.ศ.	ปริมาณการผลิต	อัตราเปลี่ยนแปลงร้อยละ
2519	3,300	
2520	5,000	51.52
2521	8,000	60.00
2522	11,000	37.50
2523	16,084	46.22
2524	22,375	39.11
2525	33,040	47.66

ตารางที่ 5 โรงงานสกัดน้ำมันที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุน

ชื่อ	ที่ตั้ง	วันอนุมัติ	กำลังผลิตต่อปี
1. บริษัทไทยอุตสาหกรรมน้ำมัน และสวนปาล์ม จำกัด	กระบี่	22 พค. 15	น้ำมันปาล์มดิบ 17,600 ตัน เมล็ดปาล์ม 3,520 ตัน
2. บริษัทปาล์มไทยพัฒนา จำกัด	สตูล ภูเก็ต	26 มค. 19	น้ำมันปาล์ม 21,600 ตัน เมล็ดปาล์ม 5,760 ตัน
3. บริษัทศรีนครน้ำมันพืชเคมี จำกัด	กทม.	19 มค. 21	น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ 1.2 ล้านลิตร
4. บริษัทสยามปาล์มน้ำมัน และอุตสาหกรรม จำกัด	กระบี่ ตรัง	15 มีค. 21	น้ำมันปาล์มดิบ 18,000 ตัน น้ำมันเมล็ดปาล์ม 3,000 ตัน
5. บริษัทสหปาล์มไทย จำกัด	ชุมพร	19 เมษ. 21	น้ำมันปาล์มดิบ 6,240 ตัน เมล็ดปาล์ม 1,092 ตัน
6. บริษัทเซาท์เทอร์นปาล์มออยล์ จำกัด	ชุมพร	28 กพ. 22	น้ำมันปาล์มดิบ 14,400 ตัน เมล็ดปาล์ม 2,620 ตัน
7. บริษัทสหอุตสาหกรรม น้ำมันปาล์ม จำกัด	สุราษฎร์ กระบี่	28 กพ. 22	น้ำมันปาล์มดิบ 10,000 ตัน น้ำมันเมล็ดปาล์ม 1,750 ตัน
8. บริษัทชุมพรอุตสาหกรรม น้ำมันปาล์ม จำกัด	ชุมพร	9 พค. 23	น้ำมันปาล์ม 9,000 ตัน เมล็ดปาล์ม 1,575 ตัน
9. บริษัททักษิณปาล์ม จำกัด	สุราษฎร์	21 กค. 23	น้ำมันปาล์ม 4,800 ตัน เมล็ดปาล์ม 1,080 ตัน
10. บริษัทพี ไอ ที อุตสาหกรรม จำกัด	—	12 ธค. 23	น้ำมันปาล์ม 2,420 ตัน



ตารางที่ 6 ปริมาณและมูลค่านำเข้า และส่งออกน้ำมันปาล์มแยกเป็นรายชนิด

นำเข้า	2522		2523	
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
น้ำมันปาล์มดิบกลั่น หรือทำให้บริสุทธิ์แล้ว	13,909.0	196,554.6	58,703.3	809,573.1
น้ำมันปาล์มเติม	1,160.8	18,986.2	1,630.0	26,018.4
ไฮโดรเจน				
น้ำมันปาล์มตัดแปลง	89.7	2,200.5	16.3	473.3
น้ำมันเมล็ดปาล์ม	—	—	3,823.4	46,038.7
บริโภครได้				
น้ำมันเมล็ดปาล์ม	1,186.7	15,651.7	6,648.4	84,963.7
บริโภครไม่ได้				
รวม	16,346.3	233,393.0	70,821.5	967,066.8
ส่งออก				
น้ำมันปาล์มดิบกลั่น หรือทำให้บริสุทธิ์แล้ว	218.7	214.4	—	—
น้ำมันปาล์มตัดแปลง	—	—	30	214.2
น้ำมันเมล็ดปาล์ม	60	391.7	—	—
บริโภครไม่ได้				
รวม	278.7	606.1	30	214.2

ตารางที่ 7 ราคาน้ำมันปาล์มดิบตลาดภายในประเทศ

ปี	บาท/ตัน
2521	11,393
2522	12,874
2523 <sup>*</sup>	12,646
2524 <sup>*</sup>	12,500

ที่มา : 1. จากการสอบถาม

\* 2. บริษัทลีเวอร์บริราเซอร์ (ประเทศไทย) จำกัด

ภาคผนวก ค.  
วิธีการวิเคราะห์ ฟงฟอกสี  
ปริมาณกรดทั้งหมด (Acid Content)

เครื่องมือ

1. บีกเกอร์ ขนาด 250 มล.
2. Volumetric Flask ขนาด 250 มล.
3. อุปกรณ์ดูดกรอง Vacuum Suction
4. Volumetric Flask ขนาด 100 มล.
5. Flask ขนาด 250 มล.

สารเคมี

1. ฟงฟอกสี
2. Sodium Hydroxide (NaOH) 0.1 Normal
3. Silver Nitrate ( $\text{AgNO}_3$ ) 0.1 Normal

วิธีการทำ

การเตรียมตัวอย่าง

1. ชั่งฟงฟอกสี 25 กรัม ลงในบีกเกอร์ ขนาด 250 มล.
2. ตวงน้ำกลั่นใส่ใน Volumetric Flask ขนาด 250 มล. แล้วเติมใส่ในบีกเกอร์ ในข้อ 1 ประมาณ 100 มล.
3. นำไปอุ่นบนเตาจนน้ำเริ่มเดือด จึงยกลง ทั้งให้เย็นสักครู่จึงนำน้ำกลั่นใน Volumetric Flask มาเติมลงไปอีกประมาณ 50 มล. แล้วนำไปกรอง
4. กรองโดยใช้ Suction ด้านส่วนที่ติดอยู่ในบีกเกอร์ด้วยน้ำกลั่นที่เหลือใน Volumetric Flask (ห้ามเติมน้ำกลั่นอีกเด็ดขาด)
5. นำน้ำส่วนที่กรองได้ไปใช้ในการหาปริมาณกรดในรูปของ Sulphuric Acid

การหาปริมาณ Sulphuric Acid

1. นำตัวอย่างจากการเตรียมตัวอย่างมา 100 มล. โดยใช้ Volumetric Flask ขนาด 100 มล.
2. ถ่ายตัวอย่างใส่ใน Flask ขนาด 250 มล. เติม Phenolphthalene 5-10 หยด
3. นำไปไตเตรทกับ Sodium Hydroxide Solution 0.1 Normal จุดยุติ เป็นสีชมพูจาง ๆ ทำ blank ด้วย

การคำนวณ

$$\% \text{ Sulphuric Acid} = (NV) \times 4.9 / W$$

V = ปริมาตรของ Sodium Hydroxide Solution ที่ไตเตรทได้

N = Normality ของ Sodium Hydroxide Solution

W = น้ำหนักของตัวอย่างฟงฟอกสีที่ใช้

### การฟอกสี (Bleaching Test)

#### เครื่องมือ

1. เทอร์โมมิเตอร์
2. บีกเกอร์ ขนาด 250 มล.
3. Stirred Heating plate
4. Magnetic bar

#### สารเคมี

1. ผงฟอกสี
2. กรดฟอสฟอริก ความเข้มข้น 85%

#### วิธีการทำ

1. ชั่งตัวอย่างน้ำมันปาล์มดิบที่ต้องการฟอกสี 100 กรัมใส่ในบีกเกอร์
3. เติมกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้น 85% ปริมาณ 0.08% ทำให้ร้อนต่อจนถึง 90 °C คงที่นาน 30 นาที
3. ให้ความร้อนน้ำมันให้ถึง 110 °C เติมผงฟอกสีปริมาณที่ต้องการลงไป และทำให้ร้อนต่อจนถึง 125 °C คงที่นาน 30 นาที
4. กรองโดยใช้ Vacuum Suction
5. อ่านค่าสีโดยใช้ Tintometer Lovibond Model E ใช้ Cell 5.25"

ปริมาณน้ำมันที่ตกค้างในผงฟอกสีที่ใช้แล้ว (Oil Content)

เครื่องมือ

1. เครื่องสกัดแบบ Soxhlet
2. Thimble
3. ตู้อบสูญญากาศ
4. Desiccator
5. Flat Bottom Flask ขนาด 250 ml

สารเคมี

Petroleum Ether ( Bp = 40-60°C )

วิธีการทำ

1. บดตัวอย่างประมาณ 20-50 g ให้ละเอียดแล้วรึบบรรจุตัวอย่างที่บดแล้วลงในภาชนะที่ปิดสนิทไม่ให้อากาศเข้าได้
2. ใช้ตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักแน่นอนประมาณ 5 g อบไว้ในตู้อบสูญญากาศที่ 95-100°C
3. นำขวดแก้วกันแบนที่สะอาด เข้าอบในตู้ที่ 100°C นาน 2 ชม. แล้วทิ้งให้เย็นใน Desiccator จึงนำมาชั่ง จนได้น้ำหนักคงที่
4. ชั่งตัวอย่างที่แห้งให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน ประมาณ 2 g ใส่ใน Thimble แล้วปิดด้วยสำลีที่สะอาด แล้วสอด Thimble เข้าในเครื่องสกัด ซึ่งต่ออยู่กับเครื่องควบแน่น (Condenser)
5. ใส่ Petroleum Ether ประมาณ 180 ml. ในขวดแก้วแล้วต่อเข้ากับเครื่องสกัดแบบ Soxhlet สกัดประมาณ 6 ชม. โดยใช้ความร้อนที่ตั้งไว้ที่ 40-60°C คอยตรวจเสมอว่ามีน้ำไหลผ่านเครื่องอยู่ตลอดเวลา
6. เมื่อครบ 6 ชม. แล้ว ก็ให้ความร้อนต่อไป จนกระทั่งเกือบไม่มี Ether เหลือในขวดแก้วแล้วนำเอาขวดแก้วและนำเอาขวดแก้วและเครื่องสกัด Soxhlet ออกจากเครื่อง
7. อบขวดแก้วในเตาอบที่ 105°C นาน 4 ชม. ทิ้งให้เย็นใน Desiccator แล้วชั่งหาน้ำหนักที่ถูกต้อง

วิธีการคำนวณ

$$\% \text{ ไขมัน } = (B-A) \times 100 / W$$

A = น้ำหนักของ Flask ที่สะอาดและอบแห้งจนได้น้ำหนักคงที่

B = น้ำหนักของ Flask + ไขมันหลังจากอบแห้งแล้ว

W = น้ำหนักของตัวอย่าง อาหารแห้งที่ใส่ใน Thimble

ปริมาณความชื้น (Moisture and Volatiled:M&V)

เครื่องมือ

1. ตู้อบอุณหภูมิ 103 °C
2. Desiccator, Containing Sillica Gel
3. Aluminium OR Stainless Steel Moisture Dishes

วิธีการทำ

1. นำ Dish ที่สะอาดอบในตู้ 103 °C นาน 15 นาที ทิ้งให้เย็นใน Desiccator ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
2. ชั่ง ผงฟอกสี อย่างแน่นอนประมาณ 10 กรัม
3. นำเข้าตู้อบ 105°C นาน 3 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นใน Desiccator ชั่งน้ำหนัก
4. อบอีกครั้งประมาณ 30 นาที ทิ้งให้เย็นใน Desiccator ชั่งน้ำหนักซ้ำๆ เช่นนี้จนกว่าจะได้น้ำหนักคงที่

การคำนวณ

$$\% \text{ Moisture and Volatile Matter} = \frac{\text{Loss in Weight} \times 100}{\text{Weight of Sample}}$$

วิธีการวิเคราะห์ น้ำมันปาล์ม  
กรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid: FFA)

เครื่องมือ

1. Conical Flask ขนาด 250 ml.
2. Electric Heating Plate and Stirrer
3. Weight Balance

สารเคมี

1. Ethanol (ETOH) 95% ทำให้เป็นกลางโดยใช้ Phenolphthalene (๑๑) 3 หยด แล้วเติม Sodium Hydroxide Solution จนได้สีชมพูจาง
2. Phenolphthalene (๑๑) 1% (W/V) ใน 95% ETOH
3. Standard Sodium Hydroxide Solution

วิธีการทำ

1. ชั่งตัวอย่างน้ำมันประมาณ 10 กรัม (ถ้าเป็นน้ำมันกรดใช้ 2-3 กรัม) ใน Conical Flask จดน้ำหนักที่แน่นอนของน้ำหนัก 2 ตำแหน่ง
2. เติม 95% ETOH Solution ประมาณ 30 ml นำไปอุ่นให้ร้อนประมาณ 60°C หรือให้เดือด
3. หยด Phenolphthalene 3-4 หยด
4. ไตเตรตด้วย Standard Sodium Hydroxide Solution จนได้จุดยุติสีชมพูจาง ๆ หรือสีส้มแดงเข้ม และคงที่เป็นเวลาประมาณ 30 วินาที

การคำนวณ

$$\% \text{ FFA (as palmitic) } = 25.6 \text{ VN/W}$$

V = ปริมาตรของ Standard Sodium Hydroxide Solution ที่ใช้  
ไตเตรท (ml)

N = Normality ของ Sodium Hydroxide Solution

W = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

การทำมาตรฐานสารละลาย Sodium Hydroxide Solution

เครื่องมือ

1. Conical Flask ขนาด 250 ml
2. Electric Heating Plate and Stirrer

สารเคมี

1. Potassium Hydrogen Phthalate อบให้แห้งที่ 120°C เป็นเวลา 2 ชม. จากนั้นทำให้เย็น
2. Phenolphthalene Indicator 1.0 % W/V ใน 95% Ethanol

วิธีการทำ

1. ชั่ง Phthalate อย่างแม่นยำ 0.4+/-0.02 กรัมใน Conical Flask ที่สะอาดและแห้ง ใส่น้ำหนัก Phthalate ที่แน่นอนทศนิยม 4 ตำแหน่ง
2. เติมน้ำกลั่น 50 มล.
3. นำไปอุ่นบน Hot Plate พร้อมแกว่งเบา ๆ จนกระทั่ง Phthalate ละลายหมด ทด  $\phi\phi$  3-4 ทด
4. ไตเตรทกับสารละลาย Sodium Hydroxide Solution ที่เตรียม จนกระทั่งถึงจุดยุติ ได้สารละลายสีชมพูจาง
5. ทำ 3 ครั้งหาค่าเฉลี่ย (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)

การคำนวณ

$$\text{Normality of Sodium Hydroxide} = 4.8995 \text{ W / V}$$

$$W = \text{น้ำหนักของ Phthalate}$$

$$V = \text{ปริมาตรของ Sodium Hydroxide}$$



ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide Value:PV)

(METHOD 1 FOR OIL : OLEIN,RSBO,RSFO,RCNO,ECT)

เครื่องมือ

1. Pipette 1 ml
2. Conical Flask with glass stopper 250 ml

สารเคมี

1. Acetic acid - Chloroform Solution  
Acetic : Chloroform = 3:2 (V/V)
2. Potassium Iodide Solution, saturated, aqueous  
ละลาย KI ในน้ำกลั่นจนสารละลายอิ่มตัว
3. Sodium Thiosulphate Solution 0.002 N
4. Starch Indicator Solution 1 % W/V

วิธีการทำ

1. 称ตัวอย่าง 5.00+/-0.05 g ใน Conical Flask 250 ml
2. เติมสารละลาย Acetic- Chloroform 25 ml และสารละลายอิ่มตัว Potassium Iodide 0.5 ml (~10 หยด )
3. ปิดฝาเขย่าอย่างแรงเป็นเวลา 1 นาที จากนั้นเติมน้ำกลั่น 30 มล.
4. ไตเตรทกับ 0.002 N Sodium Thiosulphate โดยใช้น้ำแป้งเป็น indicator (จากค่าไปหาไอสปรกติ)
5. ทำ blank ควบคู่ไปด้วย

การคำนวณ

$$\text{Peroxide Value (PV)} = 1000 (S-B)N/W$$

N = normality ของ Sodium thiosulphate

S = ml ที่ใช้ไตเตรทของตัวอย่าง

B = ml ที่ใช้ไตเตรทของ blank

W = น้ำหนักของตัวอย่าง

ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide Value: PV)

(METHOD 2 FOR FAT : Refined Palm Oil)

เครื่องมือ

1. Pipette 1 ml
2. Conical Flask with glass stopper 250 ml

สารเคมี

1. Chloroform Solution
2. Acetic acid (glacial) solution
3. Potassium Iodide Solution, saturated, aqueous  
ละลาย KI ในน้ำกลั่นจนสารละลายอิ่มตัว
4. Sodium Thiosulphate Solution 0.002 N
5. Starch Indicator Solution 1 % W/V

วิธีการทำ

1. ชั่งตัวอย่าง 5.00 +/- 0.05 g ใน Conical Flask 250 ml
2. เติมสารละลาย Chloroform 10 ml เขย่าให้ไขมันละลาย  
เติม Acetic acid เขย่าให้เข้ากัน
3. ละสารละลายอิ่มตัว Potassium Iodide 0.5 ml (~10 หยด)
4. ปิดฝาเขย่าอย่างแรงเป็นเวลา 1 นาที จากนั้นเติมน้ำกลั่น 30 มล.
5. ไตเตรทกับ 0.002 N Sodium Thiosulphate โดยใช้น้ำแป้งเป็น  
indicator (จากดำไปหาใสปรกติ)
6. ทำ blank ความคู่ไปด้วย

การคำนวณ

$$\text{Peroxide Value (PV)} = 1000 (S-B)N/W$$

N = normality ของ Sodium Thiosulphate

S = ml ที่ใช้ไตเตรทของตัวอย่าง

B = ml ที่ใช้ไตเตรทของ blank

W = น้ำหนักของตัวอย่าง

ค่าฟอสฟอรัส(Phosphorus)เครื่องมือ

1. ปิเปต
2. Crucible
3. Watch glass
4. Burner Bunsen
5. Triangle
6. Tripod
7. Volumetric Flask ขนาด 100 มล.
8. High Precision Balance
9. Spectrophotometer MILTONROY model 1001PLUS
10. กระดาษวัด pH

สารเคมี

1. Magnesium Carbonate ( $MgCO_3$ )
2. 25% (W/V) HCl  
ละลาย conc. HCl 169 มล. เติมน้ำให้ครบ 250 มล.
3. NaOH 10 % (W/V)  
ละลาย NaOH 10 กรัม เติมน้ำให้ครบ 100 มล.
4. Reduction Solution  
ละลาย 0.500 กรัม ของ Methol และ 1.25 กรัม ของ  $Na_2SO_3$   
และ 75 กรัม ของ  $Na_2S_2O_5$  เติมน้ำให้ครบ 1000 มล.
5. Sulphate Molybdate Reagent  
ละลาย 25 กรัม ของ Ammonium Molybdate ใน 10 นอร์มัล  $H_2SO_4$   
250 ml เติมน้ำให้ครบ 1000 ml
6. Sodium Acetate Solution  
ละลาย Sodium Acetate 340 กรัม เติมน้ำให้ครบ 1000 มล.

วิธีการทำ

1. ชั่งตัวอย่างน้ำมันอย่างละเอียด 2-3 กรัม ใส่ใน Crucible
2. ชั่ง  $MgCO_3$  ในอัตราส่วน 0.05 กรัม ต่อ ตัวอย่าง 1 กรัม
3. นำไปตั้งเผาบนเตาไฟฟ้า จนหมดควัน
4. นำไปเผาต่อบนตระเกียงแก๊สจนสารกลายเป็นซีแก่สีขาวหมด
5. ใช้กระดาษกรองปิดไว้ ตั้งให้เย็น
6. เติม HCl (25%) ลงไป 5 มล ถ้าได้สารละลายช่นให้นำไปทำให้ร้อน ถ้ายังไม่ใสให้นำมากรองโดยล้างด้วย HCl เล็กน้อย แล้วล้างด้วยน้ำกลั่น
7. ถ่ายสารละลายลงใน Volumetric flask ขนาด 100 มล. ใช้ HCl ล้างจาก Crucible ให้หมด
8. ทำให้สารละลายเป็นกลางด้วย NaOH Solution 10%
9. เติมน้ำกลั่นลงไปให้ได้ปริมาตรประมาณ 45 มล.
10. ใช้ปิเปตลด Reduction Solution 20 มล. เติมลงใน Flask
11. ใช้ปิเปตลด Sulphate Molybdate 10 ml เขย่าให้เข้ากัน
12. ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 20 นาทีพอดี
13. เติม Sodium Acetate 20 มล.
14. เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรครบ 100 มล.
15. เขย่าให้เข้ากัน นำมาวัดค่า Absorbance ที่ 720 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectrophotometer MILTONROY model 1001PLUS ปรับ Blank ก่อน

การคำนวณ

$$\text{Phosphorus (ppm)} = 840.34 \times W/A$$

A = ค่า Absorbance ของตัวอย่าง

W = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

ต่อไปนี้เป็นชุดสำเนาจากมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำมันและไขมันสำหรับบริโภค

หรับบริโภค

มอก. 47-2533

## มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำมันและไขมันสำหรับบริโภค

### 1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ชนิด คุณสมบัติที่ต้องการ วัตถุประสงค์เพื่ออาหาร สารปนเปื้อน สุขลักษณะ การบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบน้ำมันและไขมันสำหรับบริโภค
- 1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมถึง น้ำมันผสมหรือไขมันผสมที่ได้จากพืชหรือสัตว์ รวมทั้งน้ำมันและไขมันของพืชหรือสัตว์ที่ยังไม่มีมาตรฐานกำหนดขึ้นไว้โดยเฉพาะ
- 1.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ไม่ครอบคลุมถึง น้ำมันและไขมันจากสัตว์น้ำ ชอร์ตเทนิง(shortening) น้ำมันสลัด(salad oil) และน้ำมันหรือไขมันที่ยังต้องผ่านกรรมวิธีก่อนจึงจะใช้บริโภคได้

### 2. บทนิยาม

- ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้
- 2.1 น้ำมันและไขมันสำหรับบริโภค ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า "น้ำมันและไขมัน" หมายถึง อาหารซึ่งเป็นกลีเซอไรด์ของกรดไขมันต่าง ๆ ที่ได้จากพืชหรือสัตว์ ไขมันสัตว์ต้องได้มาจากสัตว์ที่มีสุขภาพดี และคุณภาพเหมาะสมที่จะใช้เป็นอาหาร
  - 2.2 น้ำมันและไขมันธรรมชาติ(virgin oil and fat) หมายถึง น้ำมันและไขมันที่ได้จากวิธีทางกล ความร้อน หรือวิธีทางกลร่วมกับความร้อน อาจทำให้สะอาดขึ้นโดยการล้างด้วยน้ำ หึ่งให้ตกตะกอน กรอง และหมุนเหวี่ยงเท่านั้น
  - 2.3 น้ำมันและไขมันผ่านกรรมวิธี (refined oil and fat or non-virgin oil and fat) หมายถึง น้ำมันและไขมันที่ผ่านกรรมวิธีการกำจัดกรด และอาจฟอกสีและ/หรือกำจัดกลิ่นด้วยก็ได้

### 3. ชนิด

- 3.1 น้ำมันและไขมันแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ
  - 3.1.1 น้ำมันและไขมันธรรมชาติ
  - 3.1.2 น้ำมันและไขมันผ่านกรรมวิธี

มอก. 47-2533

#### 4. คุณลักษณะที่ต้องการ

##### 4.1 ลักษณะทั่วไป

4.1.1 สี มีสีตามลักษณะเฉพาะของน้ำมันและไขมันนั้น ๆ

4.1.2 กลิ่นและรส มีกลิ่นและรสตามลักษณะเฉพาะของน้ำมันและไขมันนั้น ๆ และต้องไม่มีกลิ่นหืน  
การทดสอบให้ทำโดยการตรวจหิขิจ

##### 4.2 คุณลักษณะทางเคมี

ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณลักษณะทางเคมี  
(ข้อ 4.2)

รายการ ที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด	วิธีทดสอบตาม
1	ค่าของกรด(acid value) มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ไม่เกิน - น้ำมันและไขมันธรรมชาติ - น้ำมันและไขมันผ่านกรรมวิธี	4.0 0.6	IUPAC (1979) ข้อ 2.201
2	ค่าเปอร์ออกไซด์(peroxide value) มิลลิกรัมสมมูลเปอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อตัวอย่าง 1 กิโลกรัม ไม่เกิน	10	IUPAC (1979) ข้อ 2.501

#### 5. วัตถุเจือปนอาหาร

ไม่อนุญาตให้ใช้วัตถุเจือปนอาหารในน้ำมันและไขมันธรรมชาติ ส่วนน้ำมันและไขมันผ่านกรรมวิธี ถ้าใช้วัตถุเจือปนอาหารให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณดังต่อไปนี้

##### 5.1 สี

สีตามรายชื่อต่อไปนี้ขอมให้ใช้ได้ปริมาณที่เหมาะสม เพื่อความมุ่งหมายที่จะปรับสีของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ให้เหมือนธรรมชาติ หรือให้สม่ำเสมอ แต่ในการเติมสีจะต้องไม่ใช่เพื่อเป็นการหลอกลวงหรือทำให้ผู้บริโภคเข้าใจผิด โดยบิดบังส่วนเสียหรือความดีของคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้น หรือทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นดูเหมือนมีคุณค่ามากกว่าที่เป็นจริง

5.1.1 บีตา-แคโรทีน (beta-carotene)

5.1.2 อัญมัตโต (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 วัตถุที่ใช้ปรุงแต่งกลิ่นและรส

การแต่งกลิ่นและรสให้เหมือนธรรมชาติ จะต้องไม่เป็นการหลอกลวง บิดบัง ซ่อนเร้นข้อเสียหาของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ หรือทำให้ผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ดูเหมือนมีคุณค่ามากกว่าที่เป็นจริง ให้ใช้วัตถุปรุงแต่งกลิ่นและรสตามธรรมชาติหรือสังเคราะห์ที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

## 5.3 สารกันหืน (antioxidant)

ถ้าใช้สารกันหืน ให้ใช้ตามที่กำหนดข้อใดข้อหนึ่งดังต่อไปนี้

- 5.3.1 โพรพิล ออกทิล และโดเดซิลแกลเลต (propyl octyl and dodecyl gallate) อย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกันไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม  
การทดสอบให้ปฏิบัติตาม IUPAC(1979) ข้อ 2.621
- 5.3.2 บิวทิลไฮดรอกซีโทลูอีน(butylated hydroxy toluene) หรือที่เรียกกันว่า บีเอชที(BHT) บิวทิลไฮดรอกซีอะนิโซล (butylated hydroxyanisole) หรือที่เรียกกันว่า บีเอชเอ (BHA) และเทอร์เชียรีบิวทิลไฮดรอกควิโนน(tertiary butyl hydroquinone) หรือที่เรียกกันว่า ทีบีเอชคิว (TBHQ) อย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกันไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม  
การทดสอบให้ปฏิบัติตาม IUPAC(1979) ข้อ 2.622 ยกเว้นทีบีเอชคิวให้ทดสอบตามข้อ 11.2
- 5.3.3 สารพวกแกลเลตรวมกับบีเอชเอ หรือบีเอชที และ/หรือทีบีเอชคิว ต้องไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่สารพวกแกลเลต ต้องไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม  
การทดสอบให้ปฏิบัติตาม IUPAC(1979) ข้อ 2.621 และข้อ 2.622 ยกเว้นทีบีเอชคิวให้ทดสอบตามข้อ 11.2
- 5.3.4 อัสคอร์บิลพาลมิเตต(ascorbyl palmitate) และอัสคอร์บิลสเตียเรต(ascorbyl stearate) อย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกันไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม  
การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 11.3
- 5.3.5 โทโคฟีรอล (tocopherol) ให้ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม

มอก.47-2533

#### 4. คุณลักษณะที่ต้องการ

##### 4.1 ลักษณะทั่วไป

4.1.1 สี มีสีตามลักษณะเฉพาะของน้ำมันและไขมันนั้น ๆ

4.1.2 กลิ่นและรส มีกลิ่นและรสตามลักษณะเฉพาะของน้ำมันและไขมันนั้น ๆ และต้องไม่มีกลิ่นหืน การทดสอบให้ทำโดยการตรวจหีนิจ

##### 4.2 คุณลักษณะทางเคมี

ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

#### ตารางที่ 1 คุณลักษณะทางเคมี

(ข้อ 4.2)

รายการที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด	วิธีทดสอบตาม
1	ค่าของกรด(acid value) มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ไม่เกิน - น้ำมันและไขมันธรรมชาติ - น้ำมันและไขมันผ่านกรรมวิธี	4.0 0.6	IUPAC(1979) ข้อ 2.201
2	ค่าเปอร์ออกไซด์(peroxide value) มิลลิกรัมสมมูลเปอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อตัวอย่าง 1 กิโลกรัม ไม่เกิน	10	IUPAC(1979) ข้อ 2.501

#### 5. วัตถุเจือปนอาหาร

ไม่อนุญาตให้ใช้วัตถุเจือปนอาหารในน้ำมันและไขมันธรรมชาติ ส่วนน้ำมันและไขมันผ่านกรรมวิธี ถ้าใช้วัตถุเจือปนอาหารให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณดังต่อไปนี้

##### 5.1 สี

สีตามรายชื่อต่อไปนี้ยอมให้ใช้ได้ ในปริมาณที่เหมาะสม เพื่อความมุ่งหมายที่จะปรับสีของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ให้เหมือนธรรมชาติ หรือให้สม่ำเสมอ แต่ในการเค็มสีจะต้องไม่ใช้ เพื่อเป็นการหลอกลวงหรือทำให้ผู้บริโภคเข้าใจผิด โดยบิดบังส่วนเสียหรือความดีของคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้น หรือทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นดูเหมือนมีคุณค่ามากกว่าที่เป็นจริง

5.1.1 บีตา-แคโรทีน (beta-carotene)

5.1.2 อัมมันโต (annatto)



มอก.47-2533

## 5.4 สารเสริมฤทธิ์สารกันหืน(antioxidant synergist)

5.4.1 กรดซิตริกและโซเดียมซิเตรต(citric acid and sodium citrate) ให้ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม

## 6. สารปนเปื้อน

6.1 สารปนเปื้อนในน้ำมันและไขมันจะมีได้ไม่เกิน เกณฑ์ที่กำหนดในตารางที่ 2

## ตารางที่ 2 สารปนเปื้อน

(ข้อ 6.1)

รายการที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด	วิธีทดสอบตาม
1	น้ำและสารที่ระเหยได้ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	0.2	IUPAC(1979) ข้อ 1.121
2	สิ่งอื่นที่ไม่ละลาย ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	0.05	IUPAC(1979) ข้อ 2.604
3	สนุ่ ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	0.005	CAC/RM 13
4	เหล็ก มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่เกิน		CAC/RM 14
4.1	น้ำมันและไขมันธรรมชาติ	5.0	
4.2	น้ำมันและไขมันผ่านกรรมวิธี	2.5	
5	ทองแดง มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่เกิน		
5.1	น้ำมันและไขมันธรรมชาติ	0.4	AOAC(1980) ข้อ 25.044 ถึงข้อ 25.048
5.2	น้ำมันและไขมันผ่านกรรมวิธี	0.1	AOAC(1984) ข้อ 25.066 ถึงข้อ 25.071
6	ตะกั่ว มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่เกิน	0.1	AOAC(1984) ข้อ 25.119 ถึงข้อ 25.129 และข้อ 25.114 ถึงข้อ 25.118
7	สารหนู มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่เกิน	0.1	AOAC(1984) ข้อ 25.048 และข้อ 25.049
8	ไซโคลโทรฟีนอยด์แฟคตีแอซิด คำนวณเป็นกรดมาลวา ลิก(malvalic acid) ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	0.4	AOAC(1980) ข้อ 28.109 ถึงข้อ 28.112
9	อะฟลาทอกซิน ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ไม่เกิน	20.0	AOAC(1984) ข้อ 26.026 ถึงข้อ 26.036

## 7. สัญลักษณ์

- 7.1 สัญลักษณ์ ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กำหนดสัญลักษณ์ของอาหาร มาตรฐานเลขที่ มอก. 34

## 8. การบรรจุ

- 8.1 ให้บรรจุน้ำมันและไขมันในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท ไม่รั่วซึม ผิวภายในของภาชนะบรรจุรวมทั้ง จุกหรือฝา(ถ้ามี) ต้องปราศจากสิ่งหรือสารอื่นใดที่ละลายได้ในน้ำมันและไขมัน
- 8.2 ภาชนะบรรจุที่เป็นพลาสติกให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ภาชนะพลาสติกและฟิล์มพลาสติก สำหรับบรรจุน้ำมันและไขมันบริโภค มาตรฐานเลขที่ มอก. 654
- 8.3 ปริมาตรสุทธิหรือน้ำหนักสุทธิของน้ำมันและไขมันในแต่ละภาชนะบรรจุต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 11.1

## 9. เครื่องหมายและฉลาก

- 9.1 ที่ภาชนะบรรจุน้ำมันและไขมันทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน
- (1) ข้อความที่แสดงว่าเป็นน้ำมันหรือไขมันสำหรับบริโภคธรรมดา หรือน้ำมันหรือไขมันสำหรับบริโภค ผ่านกรรมวิธี แล้วแต่กรณี
  - (2) ข้อความที่แสดงว่าเป็นน้ำมันหรือไขมันที่ได้จากพืชหรือสัตว์ชนิดใด
  - (3) ส่วนผสมของน้ำมันนั้น ๆ (ถ้าเป็นน้ำมันผสม)
  - (4) น้ำหนักสุทธิ เป็นกรัมหรือกิโลกรัม หรือปริมาตรสุทธิ เป็นลูกบาศก์เซนติเมตรหรือลูกบาศก์เดซิเมตร
  - (5) วัตถุประสงค์อาหารและปริมาณที่ใช้ (ถ้ามี)
  - (6) เดือน ปีที่ทำ
  - (7) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
- ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น
- 9.2 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นั้นได้ คอเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

มอก. 47-2533

### 10. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

- 10.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง น้ำมันและไขมันชนิดเดียวกัน บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดและขนาดเดียวกัน มีเครื่องหมายการค้าเดียวกัน ที่ทำขึ้นในคราวเดียวกันหรือในเวลา 8 ชั่วโมงถ้าทำต่อเนื่อง หรือที่ส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน
- 10.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้
- 10.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบการบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก และลักษณะทั่วไป
- 10.2.1.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ 3
- 10.2.1.2 จำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามข้อ 4.1 ข้อ 8. และข้อ 9. ในแต่ละรายการ ต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับที่กำหนดในตารางที่ 3 จึงจะถือว่าน้ำมันและไขมันรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

#### ตารางที่ 3 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบการบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก และลักษณะทั่วไป

(ข้อ 10.2.1)

ขนาดรุ่น หน่วยภาชนะบรรจุ	ขนาดตัวอย่าง หน่วยภาชนะบรรจุ	เลขจำนวน ที่ยอมรับ
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

- 10.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบคุณลักษณะทางเคมี วัตถุเจือปนอาหาร และสารปนเปื้อน
- 10.2.2.1 ให้นำตัวอย่างจากข้อ 10.2.1 มาภาชนะบรรจุละเท่า ๆ กัน ผสมกันอย่างรวดเร็ว ให้ได้ตัวอย่างรวมไม่น้อยกว่า 2 ลูกบาศก์เดซิเมตร เก็บตัวอย่างไว้ในภาชนะที่สะอาด แห้ง ปิดให้สนิท

10.2.2.2 ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4.2 ข้อ 5. และข้อ 6. ทุกรายการ จึงจะถือว่าน้ำมันและไขมัน  
 รุนนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

### 10.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างน้ำมันและไขมันต้องเป็นไปตามข้อ 10.2.1.2 และข้อ 10.2.2.2 ทุกข้อ จึงจะถือว่าน้ำมันและ  
 ไขมันรุนนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

## 11. การทดสอบ

### 11.1 ปริมาตรสุทธิหรือน้ำหนักสุทธิ

#### 11.1.1 ปริมาตรสุทธิ

11.1.1.1 น้ำมันที่มีขนาดบรรจุไม่เกิน 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร

ให้ทดสอบที่อุณหภูมิ  $30 \pm 2$  องศาเซลเซียส โดยเทน้ำมันลงในกรวยบอกตวงมาตรฐานจนหมด  
 แล้วคว่ำทิ้งไว้ให้น้ำมันหยดต่อไปอีก 10 นาที อ่านปริมาตรที่ได้

11.1.1.2 น้ำมันที่มีขนาดบรรจุเกิน 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร

ให้ทดสอบโดยวิธีซึ่งน้ำหนัก หากความหนาแน่นสัมพันธ์ แล้วคำนวณหาปริมาตร

11.1.1.3 น้ำมันหรือไขมันที่มีสภาพกึ่งเหลวกึ่งแข็งในอุณหภูมิปกติ

ให้ปฏิบัติตามข้อ 11.1.1.1 หรือข้อ 11.1.1.2

#### 11.1.2 น้ำหนักสุทธิ

ให้ทดสอบโดยวิธีซึ่งตัวอย่างทั้งภาชนะบรรจุ แล้วหักลบด้วยน้ำหนักภาชนะบรรจุเปล่า

### 11.2 พีอีเอชคิว

#### 11.2.1 เครื่องมือ

11.2.1.1 กรวยแยกขนาด 200 และ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร

11.2.1.2 ก๊าซลิควิดโครมาโทกราฟ ซึ่งประกอบด้วยเฟลมไอออไนเซชันดีเทกเตอร์ (flame ioniza-  
 tion detector) และคอลัมน์แก้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.3 เซนติเมตร ยาว  
 200 เซนติเมตร บรรจุด้วยโครโมซอร์บ P ขนาด 150 ถึง 180 ไมครอน ซึ่งเคลือบด้วย  
 ไดเอทิลีนไกลคอลซัคซิเนต (diethylene glycol succinate, DEGS) ร้อยละ 5 โดย  
 น้ำหนัก และกรดฟอสฟอริกร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก สามารถปรับสภาวะการใช้งานได้ดังนี้  
 อุณหภูมิของคอลัมน์ 196 องศาเซลเซียส ดีเทกเตอร์ (detector) 250 องศาเซลเซียส  
 อินเจกชันพอร์ต (injection port) 250 องศาเซลเซียส และอัตราการไหลของก๊าซใน  
 โครเจน 35 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที

มอก.47-2533

11.2.1.3 เครื่องระเหยแบบหมุน (rotary evaporator)

11.2.2 สารเคมี สารละลายและวิธีเตรียม

11.2.2.1 เอทิลแอลกอฮอล์

11.2.2.2 แอนไฮดริสโซเดียมซัลเฟต

11.2.2.3 สารละลายนอร์แมลเฮกเซน-เอทิลแอลกอฮอล์ 1+1

11.2.2.4 สารละลายนอร์แมลเฮกเซน-เอทิลแอลกอฮอล์ 99+1

11.2.2.5 สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 20 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

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 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ในขวดแก้วปริมาตรขนาด 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร 6 ใบตามลำดับ เติมเอทิลแอลกอฮอล์จนถึงขีดปริมาตร ฉีกสารละลาย 0.004 ลูกบาศก์เซนติเมตร (4 ไมโครลิตร) จากแต่ละขวดเข้าเครื่องก๊าซลิควิดโครมาโทกราฟี เขียนกราฟมาตรฐานระหว่างความสูงของยอด(peak) เป็นมิลลิเมตร กับปริมาณที่มีเอชคิว เป็นมิลลิกรัม

11.2.4 วิธีทดสอบ

ซึ่งตัวอย่างประมาณ 5 กรัม ให้ทรานส์ฟาร์เมกซ์ที่แน่นอน 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 กรองแล้วนำสารละลายไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยแบบหมุน เครื่องอ่างน้ำ(water bath) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ให้เหลือ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วฉีกสารละลายนี้ 0.004 ลูกบาศก์เซนติเมตรเข้าเครื่องก๊าซลิควิดโครมาโทกราฟี กำหนดหาปริมาณที่มีเอชคิวจากกราฟโดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน

11.3 อีส์คอร์บิลทาล์มิเทค

11.3.1 เครื่องมือ

11.3.1.1 เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 มิลลิกรัม

มอก.47-2533

- 11.3.1.2 เครื่องหมุนเหวี่ยง มีความเร็ว 2 500 รอบต่อนาที มีหลอดหมุนเหวี่ยงขนาด 50 ลูกบาศก์ เซนติเมตรพร้อมจุกแก้ว
- 11.3.1.3 ไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิกวิดโครมาโทกราฟี(high performance liquid chromatograph) ซึ่งมีที่บรรจุตัวอย่างขนาด 0.02 ลูกบาศก์เซนติเมตร (20  $\mu$ l) และมีคอลัมน์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 4.6 มิลลิเมตร ยาว 25 เซนติเมตร บรรจุด้วยโครมาทอกราฟีไดอะมีน (chromogabond diamine) ขนาด 5 ไมโครเมตร
- 11.3.1.4 เครื่องผสมขีปนหมุน (vortex mixer) หรือชนิดอื่นที่เหมาะสม
- 11.8.1.5 เครื่องชั่งน้ำ
- 11.3.2 สารเคมี สารละลายและวิธีเตรียม
- 11.3.2.1 เมทานอล ชั้นคุณภาพโครมาโทกราฟี
- 11.3.2.2 สารละลายผสม  
ผสมโมโนเบสิกโพแทสเซียมฟอสเฟตโพแทสเซียม 0.02 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ที่มีความเป็นกรด-ด่าง 3.5 กับเมทานอลในอัตราส่วน 30 : 70 โดยปริมาตร
- 11.3.2.3 อีสเตอร์บิลพาล์มิเทค ชั้นคุณภาพเอ็นเอฟหรือเอฟซีซี (National Formulary, NF or Food Chemical Codex, FCC)
- 11.3.3 การเตรียมสารละลายตัวอย่าง  
ซึ่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ให้ทรานส์นัทที่แน่นอน ใส่ในหลอดหมุนเหวี่ยง เติมเมทานอล 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปิดจุกแล้วผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมนาน 1 นาที เพื่อสกัดตัวอย่าง แล้วจึงนำเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 2 500 รอบต่อนาที นาน 5 นาที หรือจนได้ชั้นเมทานอลใส หากจำเป็นต้องทำให้เจือจาง อาจทำได้โดยเติมเมทานอลจนได้สารละลายที่มีความเข้มข้นประมาณ 10 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
- 11.3.4 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน  
ซึ่งอีสเตอร์บิลพาล์มิเทคให้ได้น้ำหนัก 10 มิลลิกรัมพอดี ละลายและทำให้เจือจางด้วยเมทานอล จนมีความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
- 11.3.5 วิธีทดสอบ
- 11.3.5.1 ผ่านสารละลายตัวอย่าง 0.02 ลูกบาศก์เซนติเมตร เข้าไปในเครื่องไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิกวิดโครมาโทกราฟี แล้วไล่ (eluted) ด้วยสารละลายผสม (ข้อ 11.3.2.2) ที่ไหลผ่านด้วยอัตราเร็ว 1.0 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที

มอก.47-2533

11.3.5.2 ปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 11.3.5.1 โดยใช้สารละลายมาตรฐาน (ข้อ 11.3.4)  
แทนสารละลายตัวอย่าง

11.3.5.3 หาปริมาณร้อยละของโพแทสเซียมในตัวอย่างจากกราฟ โดยเปรียบเทียบกับกราฟของ  
สารละลายมาตรฐาน

## มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำมันปาล์มสำหรับบริโภค

### 1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ประเภทและชนิด คุณลักษณะที่ห้องการ วัตถุประสงค์ เจือปนอาหาร สารปนเปื้อน สัญลักษณ์ การบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบน้ำมันปาล์มสำหรับบริโภค

### 2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

- 2.1 น้ำมันปาล์มสำหรับบริโภค ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า "น้ำมันปาล์ม" หมายถึง น้ำมันที่ได้จากเนื้อ (mesocarp) ของผลปาล์มน้ำมันที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า เอลลีส กิเนเนนซิส (Elaeis guineensis) ใช้เพื่อการบริโภค และในอุตสาหกรรมทำผลิตภัณฑ์อาหาร
- 2.2 น้ำมันปาล์มธรรมชาติ (virgin palm oil) หมายถึง น้ำมันปาล์มที่ได้จากวิธีทางกล ความร้อน หรือวิธีทางกลร่วมกับความร้อน อาจทำให้สะอาดขึ้นโดยการล้างด้วยน้ำ หึ่งให้ตกตะกอน กรองและหมุนเหวี่ยง (centrifuge) เท่านั้น
- 2.3 น้ำมันปาล์มผ่านกรรมวิธี (refined palm oil or non-virgin palm oil) หมายถึง น้ำมันปาล์มที่ผ่านกรรมวิธีกำจัดกรดไขมันอิสระ ฟอสฟอรัส และกำจัดกลิ่น
- 2.4 น้ำมันปาล์มโอลีนผ่านกรรมวิธี (refined palm olein) หมายถึง น้ำมันปาล์มที่ผ่านกรรมวิธี เช่นเดียวกับข้อ 2.3 และแยกโครกสี เซโรไตต์ที่มีจุดหลอมเหลวสูงออก มีจุดขุ่น (cloud point) ไม่เกิน 10 องศาเซลเซียส



มอก. 288-2535

### 3. ประเภทและชนิด

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

### 4. คุณสมบัติที่ต้องการ

- 4.1 ลักษณะทั่วไป
- 4.1.1 สี
    - มีสีตามลักษณะเฉพาะของน้ำมันปาล์มแต่ละประเภท
  - 4.1.2 กลิ่นและรส
    - มีกลิ่นและรสตามลักษณะเฉพาะของน้ำมันปาล์มแต่ละประเภท และต้องไม่มีกลิ่นหืน
    - การทดสอบให้ทำโดยการตรวจหิขิจ
- 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)

รายการที่	คุณสมบัติ	เกณฑ์กำหนด				วิธีทดสอบ
		น้ำหนักสุทธิรวมซ้ำ	น้ำหนักสุทธิซ้ำกรรมวิธี	น้ำหนักสุทธิซ้ำกรรมวิธี 1	น้ำหนักสุทธิซ้ำกรรมวิธี 2	
1	ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (relative density) ที่ 50/20 องศาเซลเซียส	0.891 ถึง 0.899	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	CAC/RM 9
2	ดัชนีหักเห (refractive index) ที่ ๒๐ องศาเซลเซียส	1.455 ถึง 1.456	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	IUPAC(1979) ข้อ 2.102 AOCS Cc 6-25
3	จุดหลอมเหลว	0.2	0.2	0.2	0.2	IUPAC(1979) ข้อ 2.601
4	น้ำหนักสารที่ระเหยได้ ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ร้อยละโดยน้ำหนัก	0.05	0.05	0.05	0.05	IUPAC(1979) ข้อ 2.204
5	สิ่งอื่นที่ไม่ละลาย (insoluble impurities) ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	50 ถึง 55	50 ถึง 55	ไม่ต่ำกว่า 60	55 ถึง 60	IUPAC(1979) ข้อ 2.205
6	ค่าไอโอดีน แอมวิจ์ (iodine value, I.V.)	190 ถึง 209	190 ถึง 209	190 ถึง 209	190 ถึง 209	IUPAC(1979) ข้อ 2.202
7	ค่าสะพอนิฟิเคชัน (saponification value) มิถิลกรัมไขมัน/กรัมไขมัน	12	12	8	10	IUPAC(1979) ข้อ 2.401
8	สารที่ละลายในไขมัน (unsaponifiable matter) ปริมาณต่อไขมัน 1 กิโลกรัม ไม่เกิน	4	0.6	0.6	0.6	IUPAC(1979) ข้อ 2.201
9	ค่าของกรด (acid value) มิถิลกรัมไขมัน/กรัมไขมัน	10	10	10	10	IUPAC(1979) ข้อ 2.501
10	ค่าเปอร์ออกไซด์ (peroxide value) มิถิลกรัมไขมัน/กรัมไขมัน	0	0.005	0.005	0.005	CAC/RM 13
11	ออกซิเจนต่อไขมัน 1 กิโลกรัม ไม่เกิน	500 ถึง 2 000	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	AOAC(1984) ข้อ 43.008
12	บีตาแคโรทีน (beta carotene) มิถิลกรัมต่อกิโลกรัม					ข้อ 43.013

มอก. 288-2535

## ตารางที่ 2 องค์ประกอบของกรดไขมัน

(ข้อ 4.3)

หน่วยเป็นร้อยละ

รายการ ที่	กรดไขมัน	เกณฑ์ที่กำหนด	
		น้ำมันปาล์มธรรมชาติและ น้ำมันปาล์มผ่านกรรมวิธี	น้ำมันปาล์มโอสลิน 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	กรดไลโนเลอิก (linoleic acid)	5 ถึง 14	10 ถึง 16
8	กรดไลโนเลนิก (linolenic acid)	ไม่เกิน 1.5	ไม่เกิน 1.5
9	กรดอาราซิก (arachidic acid)	ไม่เกิน 1.0	ไม่เกิน 1.0

## 5. วัตถุเจือปนอาหาร

อาจใช้วัตถุเจือปนอาหารได้ตามชนิดและปริมาณที่กำหนดต่อไปนี้

## 5.1 สี

สีตามรายชื่อต่อไปนี้ขอมิให้ใช้ได้ในปริมาณที่เหมาะสม เพื่อความมุ่งหมายที่จะปรับสีของผลิตภัณฑ์ประเภทนั้น ๆ ให้เหมือนธรรมชาติ หรือให้สม่ำเสมอ แต่ในการเติมสีจะต้องไม่ใช้เพื่อเป็นการหลอกลวง หรือทำให้ผู้บริโภคเข้าใจผิด โดยมิบังส่วนเสียหรือความดีของผลิตภัณฑ์นั้น หรือทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นดูเหมือนมีคุณค่ามากกว่าที่เป็นจริง

- 5.1.1 บีตา-แคโรทีน (beta-carotene)
- 5.1.2 อังนัตโต (annatto)
- 5.1.3 เคอร์คิวมิน (curcumin)
- 5.1.4 แคนทานแซนทิน (canthaxanthine)

มก.288-2535

- 5.1.5 บีตา-อะโป-8'-แคโรทีนัล (beta-apo-8'-carotenal)
- 5.1.6 เมทิลและเอทิลเอสเทอร์ของกรคมบีตา-อะโป-8'-แคโรทีโนอิก (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 บิวทิลเลคเต ไฮดรอกซี โทลูอีน (butylated hydroxy toluene) หรือที่เรียกกันว่า บีเอชที (BHT) บิวทิลเลคเต 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

มอก. 288-2535

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/EM 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. สุกซ์ลักษณะ

7.1 สุกซ์ลักษณะ ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กำหนดสุกซ์ลักษณะของอาหาร มาตรฐานเลขที่ มอก. 34

8. การบรรจุ

8.1 ให้บรรจุน้ำมันปาล์มในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท ไม่รั่วซึม ผิวภายในของภาชนะบรรจุรวมทั้งจุดหรือฝา (ถ้ามี) ต้องปราศจากสีหรือสารอื่นใดที่ละลายได้ในน้ำมันปาล์ม

มอก. 288-2535

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

### 9. เครื่องหมายและฉลาก

- 9.1 ภาชนะบรรจุน้ำมันปาล์มทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน
- (1) คำว่า "น้ำมันปาล์มสำหรับบริโภคธรรมดา" หรือ "น้ำมันปาล์มสำหรับบริโภคผ่านกรรมวิธี" หรือ "น้ำมันปาล์มสำหรับบริโภคโอสถอินผ่านกรรมวิธีชนิดที่ 1" หรือ "น้ำมันปาล์มสำหรับบริโภคโอสถอินผ่านกรรมวิธีชนิดที่ 2" แล้วแต่กรณี
  - (2) น้ำหนักสุทธิ เป็นกรัมหรือกิโลกรัม หรือปริมาตรสุทธิ เป็นลูกบาศก์เซนติเมตรหรือลูกบาศก์เดซิเมตร
  - (3) วัตถุประสงค์อาหารและปริมาณที่ใช้ (ถ้ามี)
  - (4) เค็มน ปีที่ทำ
  - (5) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ภาษาคำต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น
- 9.2 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

### 10. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

- 10.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง น้ำมันปาล์มประเภทและชนิดเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดและขนาดเดียวกัน มีเครื่องหมายการค้าเดียวกัน ที่ทำขึ้นในคราวเดียวกัน หรือในช่วงเวลา 8 ชั่วโมงถ้าทำต่อเนื่อง หรือที่ส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาดังกล่าว
- 10.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากับทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้
- 10.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบการบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก และลักษณะทั่วไป
    - 10.2.1.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน ตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ 4

มอก. 288-2535

ตารางที่ 4 แผนการจัดตัวอย่างสำหรับการทดสอบการบรรจุ 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 การซีกตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบคุณลักษณะทางฟิสิกส์และทางเคมี 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

มอก. 288-2535

- 11.1.1.1 น้ำมันปาล์มที่มีขนาดบรรจุไม่เกิน 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร ให้ทดสอบที่อุณหภูมิ  $30 \pm 2$  องศาเซลเซียส โดยให้น้ำมันลงในกระบอกความจุมาตรฐานจนหมด แล้วคว่ำทิ้งไว้ให้น้ำมันหยดคั่งไปอีก 10 นาที อ่านปริมาตรที่ได้
- 11.1.1.2 น้ำมันปาล์มที่มีขนาดบรรจุเกิน 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร ให้ทดสอบโดยวิธีซึ่งน้ำหนัก ทาความหนาแน่นสัมพัทธ์ แล้วคำนวณหาปริมาตร
- 11.1.1.3 น้ำมันปาล์มที่มีสภาพกึ่งเหลวกึ่งแข็งในอุณหภูมิปกติ ให้ปฏิบัติตามข้อ 11.1.1.1 หรือข้อ 11.1.1.2
- 11.1.2 น้ำหนักสุทธิ  
ให้ทดสอบโดยวิธีซึ่งตัวอย่างทั้งภาชนะบรรจุแล้วหักลบด้วยน้ำหนักภาชนะบรรจุเปล่า
- 11.2 พีเอชคิว
- 11.2.1 เครื่องมือ
- 11.2.1.1 กรวยแยกขนาด 200 และ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- 11.2.1.2 ก๊าซลิควิดโครมาโทกราฟ ซึ่งประกอบด้วยเปลวไอออนเซชันดีเทกเตอร์ (flame ionization detector) และคอลัมน์แก้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.3 เซนติเมตร ยาว 200 เซนติเมตร บรรจุด้วยโครโมโซร์บ 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 แอนไฮดริสโซเดียมซัลเฟต
- 11.2.2.3 สารละลายนอร์แมลเฮกเซน-เอทิลแอลกอฮอล์ 1 + 1
- 11.2.2.4 สารละลายนอร์แมลเฮกเซน-เอทิลแอลกอฮอล์ 99 + 1
- 11.2.2.5 สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 20 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร



มอก.288-2535

- 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 เติมเอทิลแอลกอฮอล์ถึงขีดปริมาตร จึคสารละลาย 0.004 ลูกบาศก์เซนติเมตร (4 ไมโครลิตร) จากแต่ละขวดเข้าเครื่องก๊าซลิควิดโครมาโทกราฟ เขียนกราฟมาตรฐานระหว่างความสูงของยอด (peak) เป็นมิลลิเมตร กับปริมาตรที่มีเอชคิว เป็นมิลลิกรัม

11.2.4 วิธีทดสอบ

ซึ่งตัวอย่างประมาณ 5 กรัม ให้ทรานส์ฟัทที่แน่นอน ละลายในสารละลายนอร์แมล เฮกเซน-เอทิลแอลกอฮอล์ (ข้อ 11.2.2.4) 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ่ายใส่กรวยแยกขนาด 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่านาน 5 นาที แยกชั้นน้ำออก สกัคซ้ำอีก 2 ครั้ง รวมชั้นน้ำไว้ในกรวยแยกขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำชั้นน้ำมาสกัคด้วยสารละลายนอร์แมล เฮกเซน-เอทิลแอลกอฮอล์ (ข้อ 11.2.2.3) 2 ครั้ง ครั้งละ 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่านาน 5 นาที รวมชั้นสารละลายใส่ในขวดจุกแก้ว เติมแอนไฮดรัสโซเดียมซัลเฟตเพื่อดูดน้ำ กรองแล้วนำสารละลายไประเหยตัวด้วยเครื่องระเหยแบบหมุนบนเครื่องอังน้ำ (water bath) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ให้เหลือ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วจึคสารละลายนี้ 0.004 ลูกบาศก์เซนติเมตร เข้าเครื่องก๊าซลิควิดโครมาโทกราฟ คำนวหาปริมาตรที่มีเอชคิวจากกราฟโดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน

11.3 อีส์คอร์บิล พาล์มิเทค

11.3.1 เครื่องมือ

- 11.3.1.1 เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 มิลลิกรัม
- 11.3.1.2 เครื่องหมุนเหวี่ยง มีความเร็ว 2 500 รอบต่อนาที มีหลอดหมุนเหวี่ยงขนาด 50 ลูกบาศก์เซนติเมตรหรือจุกแก้ว
- 11.3.1.3 ไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโทกราฟ (high performance liquid chromatograph) ซึ่งมีที่บรรจุตัวอย่างขนาด 0.02 ลูกบาศก์เซนติเมตร ( $20 \mu\text{l}$ ) และมีคอลัมน์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 4.6 มิลลิเมตร ยาว 25 เซนติเมตร บรรจุด้วยโครมีกามอนด์ไดแอมีน (chromogabond diamine) ขนาด 5 ไมโครเมตร

มอก. 288-2535

- 11.3.1.4 เครื่องผสมชนิดหมุน (vortex mixer) หรือชนิดอื่นที่เหมาะสม
- 11.3.1.5 เครื่องอั่งน้ำ
- 11.3.2 สารเคมี สารละลายและวิธีเตรียม
- 11.3.2.1 เมทานอล ชั้นคุณภาพโครมาโทกราฟี
- 11.3.2.2 สารละลายผสม  
ผสมโมโนเบสิกโพแทสเซียมฟอสเฟต 0.02 โมลต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ที่มีความเป็นกรด-ด่าง 3.5 กับเมทานอลในอัตราส่วน 30 : 70 โดยปริมาตร
- 11.3.2.3 อีส์คอร์บิล พาล์มิเทค ชั้นคุณภาพเอ็นเอฟหรือเอฟซีซี (National Formulary, NF or Food Chemical Codex, FCC)
- 11.3.3 การเตรียมสารละลายตัวอย่าง  
ซึ่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ให้ทรานส์น้ำหนักที่แน่นอน ใส่ในหลอดหมุนเหวี่ยง เติมเมทานอล 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร บิดจุกแล้วผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมนาน 1 นาที เพื่อสกัดตัวอย่าง แล้วจึงนำเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 2 500 รอบต่อนาที นาน 5 นาที หรือจนได้ชั้นเมทานอลใส หากจำเป็นต้องทำให้เจือจาง อาจทำได้โดยเติมเมทานอลจนได้สารละลายที่มีความเข้มข้นประมาณ 10 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
- 11.3.4 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน  
ซึ่งอีส์คอร์บิล พาล์มิเทคให้ค้ำน้ำหนัก 10 มิลลิกรัมพอดี ละลายและทำให้เจือจางด้วยเมทานอลจนมีความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
- 11.3.5 วิธีทดสอบ
- 11.3.5.1 ผ่านสารละลายตัวอย่าง 0.02 ลูกบาศก์เซนติเมตร เข้าไปในเครื่องไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโทกราฟี 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 หาปริมาณอีส์คอร์บิล พาล์มิเทค ในตัวอย่างจากกราฟโดยเปรียบเทียบกับกราฟของสารละลายมาตรฐาน

ภาคผนวก จ.

ต่อไปนี้เป็นชุดสำเนาจากมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดินกัมมันต์หรือผง  
ฟอกสี ซึ่งเป็นฉบับร่าง เว้นขอความเห็นจากผู้ใช้และผู้ผลิต (คาดว่าจะเสร็จสมบูรณ์เดือน  
มิถุนายน พ.ศ. 2539)

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ดินกัมมันต์

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด คุณสมบัติที่ต้องการ การบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก การชัก  
ตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบดินกัมมันต์ที่ใช้ฟอกสีน้ำดื่มเท่านั้น

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

- 2.1 ดินกัมมันต์ (activated clay) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเบงโตนต์มาทำปฏิกิริยากับกรดหรือ  
สารเคมีอื่น ๆ มีหลายสี เช่น สีขาว สีเหลืองอ่อน สีเทา สีน้ำตาลอ่อน สีเขียว

3. คุณสมบัติที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป

ต้องเป็นผงละเอียด ปราศจากสิ่งแปลกปลอมที่มองเห็นได้  
การทดสอบให้ทำโดยการตรวจฉินิจ

3.2 คุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมี

ต้องเป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณลักษณะทางฟิสิกส์และทางเคมี

(ข้อ 3.2)

รายการ ที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด	วิธีทดสอบ ตาม
1	ความชื้น ร้อยละ	8.0 ถึง 15.0	ข้อ 7.2
2	ความเป็นกรด(ค่าความเป็นกรดซัลฟิวริก) ร้อยละของน้ำหนักอบแห้ง ไม่เกิน	0.2	ข้อ 7.3
3	ความเป็นกรด-ด่าง เมื่อทำให้เป็นสารละลาย ร้อยละ 0.1 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร	2.8 ถึง 3.5	ข้อ 7.4
4	ประสิทธิภาพในการพอกสี โดยไลวียอนด์สเกล ไม่เกิน -สีแดงของน้ำมันที่พอกสีด้วยคิมกันด์คัตวอย่างเข้ม กว่าสีแดงของน้ำมันที่พอกสีด้วยคิมกันด์มาตรฐาน -สีเหลืองของน้ำมันที่พอกสีด้วยคิมกันด์คัตวอย่าง เข้มกว่าสีเหลืองของน้ำมันที่พอกสีด้วยคิมกันด์ มาตรฐาน	0.2  3	ข้อ 7.5
5	การคั่งน้ำมันไว้ ร้อยละ ไม่เกิน	3๑5	ข้อ 7.6
6	ความหนาแน่นเชิงปริมาตร กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ไม่เกิน	0.9	ข้อ 7.7
7	ค่าที่ค้ำงบแรง ร้อยละ ไม่เกิน แรง 125 ไมโครเมตร แรง 53 ไมโครเมตร	20.0 40.0	ข้อ 7.8

4. การบรรจุ

- 4.1 ให้บรรจุคิมกันด์ในภาชนะบรรจุที่ไม่ทำปฏิกิริยากับคิมกันด์ สะอาดแห้ง ปิดได้สนิท และกันความชื้นได้
- 4.2 หากมิได้ตกลงกันเป็นอย่างอื่น น้ำหนักสุทธิของคิมกันด์ในแต่ละภาชนะบรรจุให้เป็น 25 กิโลกรัม และต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

## 5. เครื่องหมายและฉลาก

- 5.1 ที่ภาชนะบรรจุคินัมมังก์ทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน
- (1) คำว่า "คินัมมังก์"
  - (2) น้ำหนักสุทธิ เป็นกิโลกรัม
  - (3) เดือน ปีที่ทำ และ/หรือรหัสรุ่นที่ทำ
  - (4) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
- ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น
- 5.2 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

## 6. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

- 6.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง คินัมมังก์ที่บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดและขนาดเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขาย ในระยะเวลาเดียวกัน
- 6.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากับทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้
- 6.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบการบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก
- 6.2.1.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ 2
  - 6.2.1.2 จำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามข้อ 4. และข้อ 5. ในแต่ละรายการ ต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับที่กำหนดในตารางที่ 2 จึงจะถือว่าคินัมมังก์รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ 2 แผนการซักร้อย่างสำหรับการทดสอบการบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก  
(ข้อ 6.2.1)

ขนาดรุ่น หน่วยภาชนะบรรจุ	ขนาดตัวอย่าง หน่วยภาชนะบรรจุ	เลขจำนวนที่ยอมรับ
ไม่เกิน 90	2	0
91 ถึง 500	8	1
501 ถึง 3 200	13	2
เกิน 3 200	20	3

6.2.2 การซักร้อย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบคุณลักษณะที่ต้องการ

6.2.2.1 ให้ซักร้อย่างจากข้อ 6.2.1 โดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสมซักร้อย่างตลอดความลึกของแต่ละภาชนะบรรจุ ภาชนะบรรจุละเท่า ๆ กัน นำมาผสมกันให้ได้น้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 2 กิโลกรัม เก็บตัวอย่างไว้ในภาชนะที่สะอาด แห้ง และกันความชื้นได้

6.2.2.2 ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3. ทุกรายการ จึงจะถือว่าคืนมันต์รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

6.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างคืนมันต์ต้องเป็นไปตามข้อ 6.2.1.2 และข้อ 6.2.2.2 ทุกข้อ จึงจะถือว่าคืนมันต์รุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

7. การทดสอบ

7.1 ข้อกำหนดทั่วไป

7.1.1 ให้ใช้วิธีทดสอบที่กำหนดในมาตรฐานนี้ หรือวิธีอื่นใดที่ให้ผลเทียบเท่า ในกรณีที่มีข้อโต้แย้ง ให้ใช้วิธีที่กำหนดในมาตรฐานนี้

7.1.2 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น น้ำกลั่นและสารเคมีที่ใช้ต้องมีความบริสุทธิ์เหมาะสมสำหรับใช้ในการวิเคราะห์

7.2 การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น

7.2.1 เครื่องมือ

7.2.1.1 ชวดชั่งกับแบบพร้อมฝาปิด ที่ทราบมวลแน่นอนแล้ว

7.2.1.2 ตู้อบไฟฟ้าที่ควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 105 ถึง 110 องศาเซลเซียส

### 7.2.2 วิธีวิเคราะห์

7.2.2.1 ชั่งตัวอย่างประมาณ 10 กรัม ในขวดชั่ง ให้ทราบมวลแม่นยำ เปิดฝาออกแล้วนำขวดชั่งพร้อมฝาไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 ถึง 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ปิดฝา และนำขวดชั่งพร้อมฝาออกจากตู้อบไฟฟ้า ตั้งทิ้งให้เย็นในเคบิกเคเตอร์ ชั่ง แล้วอบซ้ำอีกเป็นเวลา 30 นาที ทำให้เย็นแล้วชั่ง ปฏิบัติเช่นนี้จนค่าที่ชั่งได้ 2 ครั้งติดต่อกันแตกต่างกันไม่เกิน 5 มิลลิกรัม

### 7.2.3 วิธีคำนวณ

คำนวณหาความชื้น จากสูตร

$$\text{ความชื้น ร้อยละ} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100$$

เมื่อ  $m_0$  คือ มวลของขวดชั่งพร้อมฝาปิด เป็นกรัม

$m_1$  คือ มวลของขวดชั่งพร้อมฝาปิดและตัวอย่างก่อนอบ เป็นกรัม

$m_2$  คือ มวลของขวดชั่งพร้อมฝาปิดและตัวอย่างหลังอบ เป็นกรัม

### 7.3 การวิเคราะห์หาความเป็นกรด

#### 7.3.1 สารละลายและวิธีเตรียม

7.3.1.1 สารละลายโบรมไฮมอลบลูอินดิเคเตอร์ในเอทานอล 0.001 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ละลายโบรมไฮมอลบลูอินดิเคเตอร์ 0.1 กรัม ด้วยเอทานอล ร้อยละ 50 โดยปริมาตร จนสารละลายมีปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

7.3.1.2 สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.02 โมลต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

#### 7.3.2 วิธีวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ให้ทราบมวลแม่นยำ ถ่ายใส่บีกเกอร์ขนาด 400 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่น 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร คนให้เข้ากันด้วยแท่งแก้วและต้มให้เดือดเป็นเวลา 10 นาที ตั้งทิ้งไว้ กรอง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นเทใส่ขวดหมึ้อองแล้วถ่ายใส่ขวดแก้วปริมาตรขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร ใช้ปิเปตคูดสารละลายนี้ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ในขวดแก้วรูปกรวยขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมสารละลายโบรมไฮมอลบลูอินดิเคเตอร์ในเอทานอล 2 ถึง 3 หยด แล้วไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์จนถึงจุดยุติ เมื่อสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีน้ำเงินแกมเขียว

### 7.3.3 วิธีคำนวณ

คำนวณหาความเป็นกรด จากสูตร

$$\frac{\text{ความเป็นกรด (คำนวณเป็นกรดซัลฟิวริก)}}{\text{ร้อยละของน้ำหนักของแห้ง}} = \frac{1.225 Vc}{m (100 - M)}$$

เมื่อ V คือ ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไทเทรตกับสารละลายตัวอย่าง เป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

c คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นโมลต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

m คือ มวลของตัวอย่าง เป็นกรัม

M คือ ปริมาณความชื้นของตัวอย่าง เป็นร้อยละ (ข้อ 7.2.3)

## 7.4 การวิเคราะห์หาความเป็นกรด-ด่าง

### 7.4.1 เครื่องมือ

เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) ประกอบด้วยกลาสส์อิเล็กโทรดและคาโลเมลอิเล็กโทรด (glass and calomel electrodes) ที่มีความไวและอ่านค่าได้ละเอียดถึง 0.05 หน่วย ก่อนใช้ต้องปรับเครื่องมือให้ได้มาตรฐานที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง 10 ถึง 11 ด้วยสารละลายมาตรฐานบัฟเฟอร์

### 7.4.2 วิธีวิเคราะห์

ละลายตัวอย่าง  $10 \pm 0.001$  กรัม ในน้ำกลั่นที่ต้มเดือดใหม่ ๆ และปล่อยให้เย็นลงเท่าอุณหภูมิห้อง แล้วให้มีปริมาตรทั้งหมดเป็น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร วัดความเป็นกรด-ด่างที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสให้ได้ค่าละเอียดถึง 0.1 หน่วย

## 7.5 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพในการพอกสี

### 7.5.1 เครื่องมือ

7.5.1.1 แท่งให้ความร้อนที่มีเครื่องคนแม่เหล็กไฟฟ้า

7.5.1.2 กระดาษกรองวัดแมน เบอร์ 1

7.5.1.3 มาตรฐานเทียบสีแบบโลวิบอนด์ (Lovibond tintometer or colourimeter)

### 7.5.2 สารเคมี

7.5.2.1 น้ำมันพาล์มคิม สีส้มสด

7.5.2.2 คินกันมันต์มาตรฐาน AOCS



SAOT 1994  
 หมายเหตุ คิมกันมันต์ AOCs หมายถึง คิมกันมันต์ที่ได้รับการรับรองจาก American Oil  
 Chemists Society

7.5.3 วิธีวิเคราะห์

7.5.3.1 ชั่งน้ำมันปาล์มดิบ ประมาณ 100 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ ให้ความร้อนจนแห้งให้ความร้อนด้วย เครื่องผสมแม่เหล็กไฟฟ้าพร้อมกับคนตลอดเวลาจนกระทั่งน้ำมันปาล์มดิบมีอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส หยุดให้ความร้อนและหยุดคน ใส่ตัวอย่างประมาณ 6 กรัมอย่างรวดเร็ว เข้า บีกเกอร์เบา ๆ จนกระทั่งตัวอย่างจมลงในน้ำมันปาล์มดิบ ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที พร้อมกับคนตลอดเวลา หยุดให้ความร้อนตั้งทิ้งไว้จนมีอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส หยุดคน กรองน้ำมันปาล์มดิบด้วยกระดาษกรองวัดแวน วัสดุของน้ำมัน ปาล์มดิบที่ฟอกสีแล้วในเซลล์แก้วด้วยมาตรการเทียบสีแบบโลวิบอนด์

7.5.3.2 ปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 7.5.3.1 แต่ใช้คิมกันมันต์มาตรฐาน AOCs แทนตัวอย่าง

7.5.3.3 เปรียบเทียบสีของน้ำมันปาล์มดิบที่ฟอกสีแล้วในข้อ 7.5.3.1 กับข้อ 7.5.3.2

7.6 การวิเคราะห์หาการคงน้ำไว้

7.6.1 เครื่องมือ

7.6.1.1 กระดาษกรองวัดแวน เบอร์ 1 และเบอร์ 42

7.6.1.2 ผ้าฝ้ายดูดซึม (absorbent cotton)

7.6.1.3 เครื่องสกัดซอกซ์เล็ต (soxhlet extraction apparatus)

7.6.2 สารเคมี

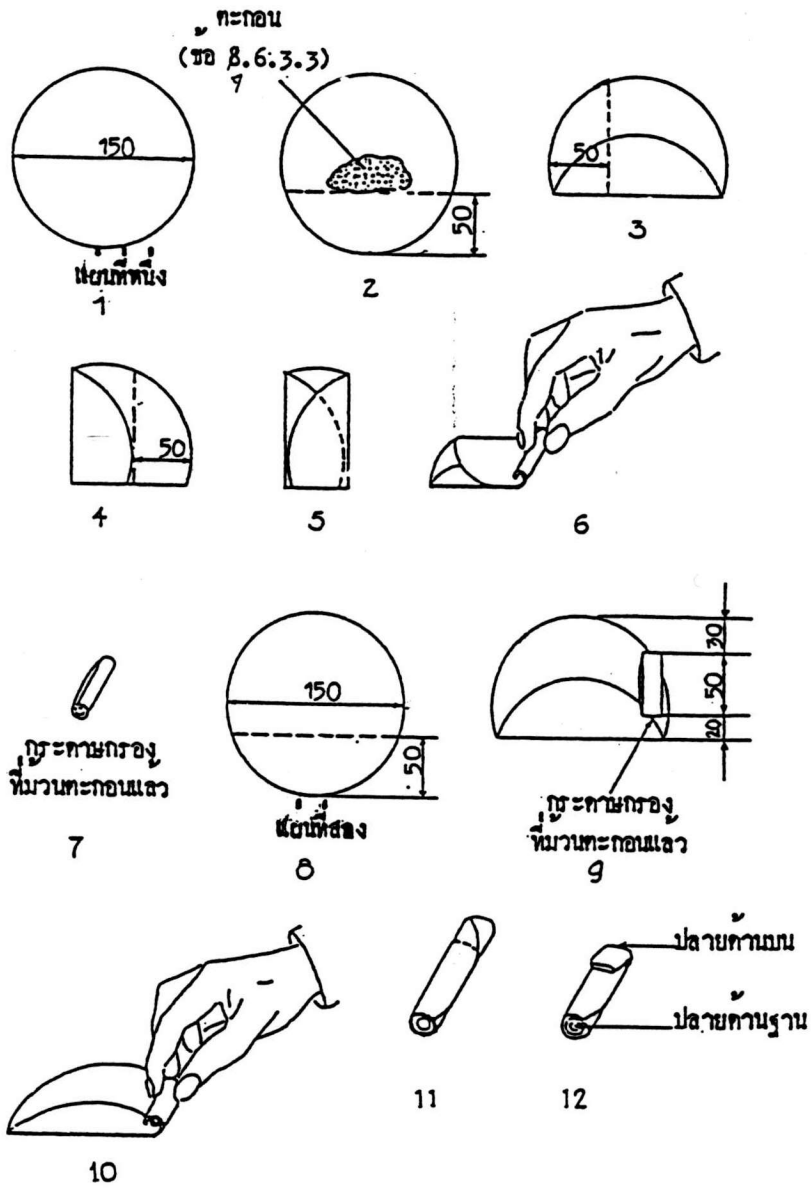
7.6.2.1 น้ำมันเมล็ดฝ้ายผ่านการรมวิธีขจัดสิ่งสกปรก (washed cottonseed oil) หรือ น้ำมันถั่วเหลืองผ่านการรมวิธีขจัดสิ่งสกปรก (washed soy oil)

7.6.2.2 บิโตรเลียมอีเทอร์ มีจุดเดือดแรก ไม่น้อยกว่า 60 องศาเซลเซียส และจุดแห้งไม่เกิน 80 องศาเซลเซียส

7.6.3 วิธีวิเคราะห์

7.6.3.1 ชั่งน้ำมันเมล็ดฝ้ายผ่านการรมวิธีขจัดสิ่งสกปรก หรือน้ำมันถั่วเหลืองผ่านการรมวิธีขจัดสิ่งสกปรก 200 ± 0.1 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในที่ 1 ใส่ตัวอย่าง ประมาณ 10 กรัมลงในบีกเกอร์ ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส พร้อมกับกวนที่แห้ง แก้วคนตลอดเวลา วางกระดาษกรองวัดแวน เบอร์ 1 ลงในกรวยบุคเนอรัแล้วทำให้เปียก ด้วยน้ำมันชนิดเดียวกับที่ใส่ในบีกเกอร์ปริมาณเล็กน้อยเพื่อให้กระดาษกรองแนบติดกับกรวย ให้

- ความร้อนในเครื่องอังน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 90 องศาเซลเซียส เปิดเครื่องสุญญากาศ คนของเหลวในหมึกเกอร์พร้อมกับเทใส่ในกรวยบุคคลเนอร์อย่างรวดเร็ว ปรับความดันสุญญากาศเป็น  $100 \pm 10$  มิลลิเมตรปรอท
- 7.6.3.2 ชั่งน้ำมันเมล็ดฝ้ายผ่านกรรมวิธีขจัดสิ่งสกปรก หรือน้ำมันถั่วเหลืองผ่านกรรมวิธีขจัดสิ่งสกปรก  $200 \pm 0.1$  กรัม ใส่ลงในหมึกเกอร์ขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในที่ 2 ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส
- 7.6.3.3 เมื่อตะกอนบนกรวยบุคคลเนอร์ (ข้อ 7.6.3.1) ไม่ปรากฏคราบน้ำมัน ให้เทน้ำมันในหมึกเกอร์ในที่ 2 (ข้อ 7.6.3.2) ลงบนตะกอนอย่างรวดเร็ว โดยให้คงความดันสุญญากาศเป็น  $100 \pm 10$  มิลลิเมตรปรอท กรองจนกระทั่งอัตราการไหลของน้ำมันจากกรวยบุคคลเนอร์เป็น 15 วินาทีต่อหยด ปิดเครื่องสุญญากาศ
- 7.6.3.4 ชั่งตะกอนที่กรองได้จากข้อ 7.6.3.3 ประมาณ 5 กรัม ให้ทราบมวลแน่นอนใส่ลงในกระตาะกรองวัดแวน เบอร์ 42 แคนท์หนึ่ง ม้วนกระตาะกรองคังแสดงในรูปที่ 1 แล้วนำไปวางบนกระตาะกรองวัดแวนเบอร์ 42 แคนท์ที่สอง ม้วนกระตาะกรองวัดแวนแคนท์ที่สองคังแสดงในรูปที่ 1 เพื่อป้องกันไม่ให้ตัวอย่างหลุดออกจากกระตาะกรองวัดแวน วางชั้นผ้าฝ้ายคูดซึ่งมีปลายคัมบนสุดของกระตาะกรองวัดแวนที่มีม้วนไว้เพื่อให้มีโตรเลียมอีเทอร์กระจายตัวได้ทั่วตัวอย่าง แล้วใส่ลงในเครื่องสกัดซอกซ์เล็ต เติมมีโตรเลียมอีเทอร์ 75 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในขวดสกัดที่ทราบมวลแน่นอนแล้วก่อนต่อเข้ากับหลอดสกัด
- 7.6.3.5 ให้ความร้อนบนเครื่องอังน้ำหรือเตาไฟฟ้าจนกระทั่งอัตราหยดของมีโตรเลียมอีเทอร์ที่หยดจากเครื่องควบแน่นลงมาที่กึ่งกลางของฐานกรวยไม่น้อยกว่า 150 หยดต่อนาที ระบายปริมาณมีโตรเลียมอีเทอร์ในขณะที่ใช้สกัดให้คงเดิม โดยการเติมมีโตรเลียมอีเทอร์ทดแทนส่วนที่ระเหยออกไป สกัดเป็นเวลา 3 ชั่วโมง คั่งทิ้งไว้ให้เย็น ถอดขวดสกัดออกจากเครื่องสกัด ระบายมีโตรเลียมอีเทอร์บนเครื่องอังน้ำหรือเครื่องอังน้ำจนกระทั่งหมดกลิ่น คั่งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เช็ดภายนอกขวดสกัดให้สะอาดปราศจากความชื้นและฝุ่น แล้วชั่ง
- 7.6.3.6 ปฏิบัติซ้ำตามข้อ 7.6.3.5 จนได้มวลคงที่



รูปที่ 1 การทำรูตะกอนกรอง  
(ข้อ 7.6.3.4)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

## 7.6.4 วิธีคำนวณ

คำนวณหาการคั่งน้ำมันไว้ จากสูตร

$$\text{การคั่งน้ำมันไว้} \text{ (ร้อยละ)} = \frac{100 m_0}{m_1} \times 100$$

เมื่อ  $m_0$  คือ มวลของน้ำมันที่ยังคงเหลืออยู่ในขวดสกัด เป็นกรัม

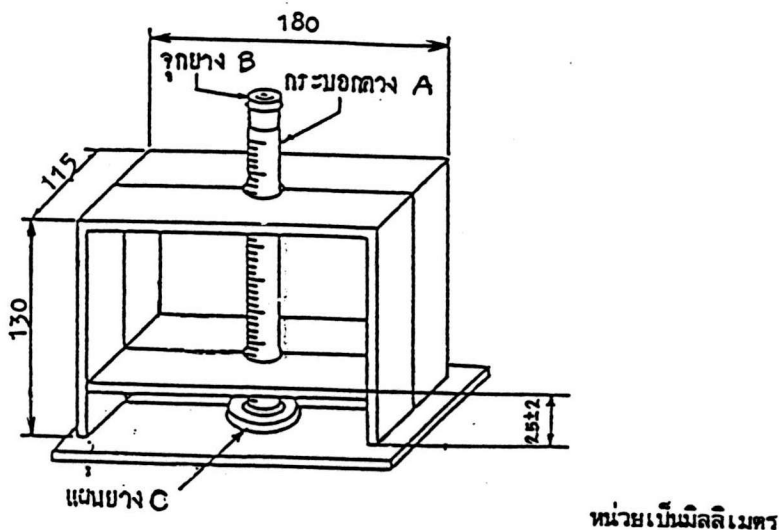
$m_1$  คือ มวลของตะกอน (ข้อ 7.6.3.6) เป็นกรัม

## 7.7 การทดสอบหาความหนาแน่นเชิงปริมาตร

## 7.7.1 เครื่องมือ

7.7.1.1 เครื่องทดสอบความหนาแน่นเชิงปริมาตร ดังรูปที่ 2 ประกอบด้วย

- (1) กระจกบอควาง A เป็นกระจกบอควางกันแบบหรือมจุกยาง B ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่สอบเทียบแล้ว โดยช่วงปริมาตรที่ 25 ถึง 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะมีขีดแสดงปริมาตรทุก 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร ระยะระหว่างขีดปริมาตรที่ศูนย์กับขีดปริมาตรที่ 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร อยู่ในช่วง 220 ถึง 240 มิลลิเมตร น้ำหนัก กระจกบอควางพร้อมจุกยางเท่ากับ  $250 \pm 5$  กรัม
- (2) แผ่นยาง C เป็นแผ่นยางรองฐานที่มีความแข็ง 25 ถึง 50 IRHD และเมื่อยกกระจกบอควาง A ขึ้นสูงสุดแล้ว มีระยะห่างระหว่างกระจกบอควาง A กับแผ่นยาง C เท่ากับ  $25 \pm 2$  มิลลิเมตร



รูปที่ 2 เครื่องทดสอบความหนาแน่นเชิงปริมาตร  
(ข้อ 7.๗.1.1)

#### 7.7.2 วิธีทดสอบ

เอียงกระบอกตวง A ที่ทราบมวลแน่นอนแล้ว เล็กน้อย ถ่ายตัวอย่างประมาณ 80 ถึง 100 กรัม ลงในกระบอกตวง A จนถึงขีดปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยระมัดระวังไม่ให้ตัวอย่างถูก กัด ซึ่งปิดจุกหย่าง B ยกกระบอกตวง A ขึ้นสูงจากระดับเดิม  $25 \pm 2$  มิลลิเมตร แล้วปล่อยกระบอก ตวง A ลงมาให้แผ่นหย่าง C กระแทกกับพื้น ปฏิบัติเช่นเดียวกันนี้จนครบ 50 ครั้ง แล้วอ่านปริมาตร ของตัวอย่างในกระบอกตวง

#### 7.7.3 วิธีคำนวณ

คำนวณหาความหนาแน่นเชิงปริมาตร จากสูตร

$$\text{ความหนาแน่นเชิงปริมาตร กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร} = \frac{m}{V}$$

เมื่อ  $m$  คือ มวลของตัวอย่าง เป็นกรัม

$V$  คือ ปริมาตรของตัวอย่างที่อ่านได้ เป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

#### 7.8 การทดสอบภาคที่ค้างบนแรง

ให้ปฏิบัติตาม มอก.74 โดยใช้แรง 125 ไมโครเมตร และแรง 53 ไมโครเมตร แทนแรง 45 ไมโคร เมตร

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายศักดิ์ชัย พุทธิสิงห์
วัน/เดือน/ปี เกิด	2 ธันวาคม 2508
ที่อยู่	33 หมู่ 9 ต.ตาลเดี่ยว อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในปีการศึกษา 2531
ประวัติการทำงาน	1. บริษัทโชคชัยแคร์ ฟาร์ม จำกัด ปี พ.ศ.2531 ถึง พ.ศ.2532 2. บริษัทมรกต อินดัสตรี จำกัด (มหาชน) ปี พ.ศ.2533 ถึง ปัจจุบัน