

การศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ฟิสิกส์ คุณค่าทางโภชนาการ และการควบคุมคุณภาพน้ำมันเมล็ดชา

## Study on the physicochemical properties, nutrition value and quality control of Tea seed oil

สุปรียา ศุขเกษม วิไลศรี ลิ้มปพยอม อมรา ชินภูติ นุชนาฏ ณ ระนอง

กลุ่มวิจัยและพัฒนาการแปรรูปผลิตผลเกษตร

สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

### บทคัดย่อ

น้ำมันเมล็ดชาเป็นน้ำมันพืชบริโภคที่มีคุณภาพสูง มีองค์ประกอบกรดไขมันที่ดีต่อร่างกายคล้ายน้ำมันมะกอก ได้มีการนำมาทดลองปลูกต้นชา *Camellia oleifera* จากสาธารณรัฐประชาชนจีน เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำมันเมล็ดชาในประเทศไทย ปัจจุบันได้มีการผลิตและจำหน่ายน้ำมันเมล็ดชาในประเทศ จึงได้ศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ฟิสิกส์ คุณค่าทางโภชนาการ และการควบคุมคุณภาพน้ำมันเมล็ดชาที่ผลิตและจำหน่ายในประเทศและน้ำมันเมล็ดชาที่นำเข้ามาจำหน่ายในประเทศที่ห้องปฏิบัติการ สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร ปี 2556 เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำมาตรฐานน้ำมันเมล็ดชาของประเทศไทย จากผลการวิเคราะห์พบว่าน้ำมันเมล็ดชาที่ผลิตและจำหน่ายในประเทศ 2 ฤดูกาลผลิต และน้ำมันเมล็ดชาที่นำเข้ามีค่าของกรด ค่าเปอร์ออกไซด์ และปริมาณสาร unsaponifiable อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำมันและไขมันสำหรับบริโภคของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และมาตรฐาน Codex ส่วนค่าไอโอดีน ค่าสaponification ค่าสี จุดหลอมเหลว จุดเกิดควัน จุดวาบไฟ ค่าความถ่วงจำเพาะที่ 25°C และค่าดัชนีหักเหของแสงที่ 40°C มีค่าใกล้เคียงกันสำหรับองค์ประกอบกรดไขมัน พบว่าน้ำมันเมล็ดชาทั้ง 2 แหล่งผลิตมีปริมาณกรดโอเลอิกมากที่สุด น้ำมันเมล็ดชาที่ผลิตในประเทศมีปริมาณอยู่ระหว่าง 69.21-74.88 % และน้ำมันเมล็ดชานำเข้ามีปริมาณ 76.07% และมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวมากกว่า 80% น้ำมันเมล็ดชาที่นำเข้ามีปริมาณวิตามินอีในรูป alpha-tocopherol เท่ากับ 15.20 mg/100g มากกว่าน้ำมันเมล็ดชาที่ผลิตในประเทศ แต่มีปริมาณคาโรทีนและฟอสฟอรัสใกล้เคียงกัน

### คำนำ

น้ำมันเมล็ดชา (Tea seed oil หรือ Camellia seed oil หรือ Camellia oil) เป็นที่รู้จักในประเทศจีนมานานกว่า 1,000 ปี เป็นน้ำมันพืชที่มีคุณภาพสูง มีสีเหลืองใส มีสารโภชนาการสูง มีประโยชน์มากจนได้ชื่อว่าเป็นน้ำมันมะกอกแห่งโลกตะวันออก (oriental olive oil) เนื่องจากมีองค์ประกอบกรดไขมันที่ดีต่อร่างกายคล้ายน้ำมันมะกอก น้ำมันเมล็ดชา มีองค์ประกอบกรดไขมัน ดังนี้ กรดโอเลอิก 78-86% กรดลิโนเลอิก 8.6% กรดลิโนเลนิก 0.8-1.6% กรดปาล์มมิติก 8.8% กรดสเตียริก 2.0% จากการที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวตำแหน่งเดียว (monounsaturated fatty acid) คือกรดโอเลอิก (oleic acid) หรือ โอเมก้า 9 (omega-9) สูงมากกว่า 80% จึงช่วยลดอัตราเสี่ยงของไขมันในเลือดสูง ช่วยลดระดับ LDL (Low

Density Lipoprotein) และเพิ่มระดับ HDL (High Density Lipoprotein) ในร่างกาย ป้องกันการเกิดโรคหลอดเลือดตีบตัน โรคอัมพาต โรคความดัน โรคเบาหวาน และโรคหัวใจ (He *et al.*, 2011) และมีเบต้าแคโรทีน ( $\beta$ -carotene) 25.13 g/100g (Fazel *et al.*, 2008) มีวิตามินอีในรูปโทโคฟีรอล (alpha-tocopherol) 38.93 mg/100g (Sahari and Amooi, 2013) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ธรรมชาติที่ช่วยยับยั้งการเกิดออกซิเดชันในน้ำมัน ทำให้น้ำมันมีความคงตัว สามารถเก็บได้ดีที่อุณหภูมิห้อง และเก็บได้นานโดยไม่ต้องเติมสารกันหืน จึงมีการนำน้ำมันเมล็ดชามาเป็นน้ำมันบริโภคและประกอบอาหารนำไปใช้เป็นน้ำมันสลัด และใช้ในการทำซอส มาการิน น้ำมันเมล็ดชามีสาร squalene และสารฟลาโวนอยด์ที่มีบทบาทในการต้านมะเร็งและด้านการอักเสบ มีสารโพลีฟีนอลจากชา (tea polyphenol) ซึ่งเป็นสารผสมคาเทชิน (catechin) ฟลาโวนอล กรดพินอลิก ที่ช่วยปกป้องผิว จึงนำไปผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางบำรุงผิวพรรณและเส้นผม เช่น ครีม โลชั่นบำรุงผิว ครีมกันแดด สบู่ แชมพูสระผม ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่ผลิตจากน้ำมันเมล็ดชาจะช่วยปรับสภาพผิวให้เรียบเนียนขึ้น เพิ่มความชุ่มชื้นและความยืดหยุ่น ลดความหยابกร้านและริ้วรอย มีสาร saponin ซึ่งเป็นสารต้านแบคทีเรีย ต้านมะเร็ง บรรเทาอาการปวด ฆ่าแมลงและหนอน และยังเป็นสารลดแรงตึงผิว (surfactant) สารอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) จึงมีการใช้เป็นส่วนผสมที่สำคัญในยารักษาโรคผิวหนังที่เกิดจากแบคทีเรียและเชื้อรา และยาฆ่าแมลง รวมทั้งใช้ในอุตสาหกรรมน้ำมันหล่อลื่นและสี (Rajaei *et al.*, 2005, He *et al.*, 2011) น้ำมันเมล็ดชาเป็นแหล่งของฟอสฟอรัส แมกนีเซียม แคลเซียม เหล็ก และแมงกานีส

ในปี 2547 สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารีทรงมีพระราชดำริให้สำนักงานมูลนิธิชัยพัฒนา ร่วมกับมูลนิธิแม่ฟ้าหลวงดำเนินการศึกษาและทดลองปลูกต้นชาน้ำมัน สายพันธุ์ *Camellia oleifera* จากสาธารณรัฐประชาชนจีน เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำมันเมล็ดชาในประเทศไทย โดยได้ทดลองปลูกในแถบพื้นที่ที่มีความสูงมากกว่า 500 เมตรจากน้ำทะเลทางภาคเหนือของประเทศไทย โดยมีศูนย์วิจัยและพัฒนาชาน้ำมันและพืชน้ำมันที่ตั้งอยู่ ตำบลเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย เป็นหน่วยงานในการผลิตน้ำมันเมล็ดชาและผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ (นิรนาม, 2555)

ปัจจุบันได้มีการผลิตและจำหน่ายน้ำมันเมล็ดชาในประเทศแล้ว แต่ยังไม่มีการศึกษาข้อมูลคุณสมบัติทางเคมี ฟิสิกส์ คุณค่าทางโภชนาการของน้ำมันเมล็ดชาในประเทศ ขณะที่ในต่างประเทศได้มีการศึกษาโดย Sahari *et al.* (2004) ได้วิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมันน้ำมันเมล็ดชาพบว่ามีกรดโอเลอิก 56% กรดลิโนเลอิก 22% กรดลิโนเลนิก 0.3% จากปริมาณกรดโอเลอิกที่พบมีปริมาณอยู่ระหว่างกรดโอเลอิกในน้ำมันทานตะวันและน้ำมันมะกอก และมีอายุการเก็บนานกว่าน้ำมันทานตะวันแต่เท่ากับน้ำมันมะกอก Chen (2007) ได้วิเคราะห์น้ำมันเมล็ดชา (*Camellia oleifera*) พบว่ามีค่าความถ่วงจำเพาะ (relative density หรือ specific gravity) ที่ 25°C เท่ากับ 0.904 มีองค์ประกอบกรดไขมัน คือ กรดปาล์มมิติก 18.3% กรดโอเลอิก 54.95% กรดลิโนเลอิก 22.41% และ กรดลิโนเลนิก 0.17% และมีปริมาณ alpa-tocopherol 21.13 mg/100g Rajaei *et al.* (2008) ได้ทดลองสกัดน้ำมันเมล็ดชาด้วยสารปิโตรเลียมเบนซิน จุดเดือด 50-70°C แล้วนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมันพบว่ามีกรดปาล์มมิติก 21.5% กรดสเตียริก 2.9% กรดโอเลอิก 49.5% และกรดลิโนเลอิก 20.4% และ Feas *et al.* (2013) ได้สกัดน้ำมันจากเมล็ดชาพันธุ์ *Camellia oleifera* พันธุ์ *C. reticulata* และ พันธุ์ *C. sasanqua* และ

วิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมัน พบว่ามีปริมาณกรดโอเลอิก 83.77, 84.47 และ 82.3% ปริมาณกรดลิโนเลอิก 7.78, 5.69 และ 6.2% และกรดลิโนเลอิก 0.41, 0.26 และ 0.3% ตามลำดับ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาข้อมูลดังกล่าวเพื่อจัดทำเป็นมาตรฐานน้ำมันเมล็ดชาของประเทศไทยต่อไป

### วิธีดำเนินการ

#### อุปกรณ์

1. น้ำมันเมล็ดชาที่ผลิตและจำหน่ายในประเทศ ฤดูกาลผลิตปี 2555 และ 2556  
น้ำมันเมล็ดชาที่นำเข้ามาจำหน่ายในประเทศ 2 รุ่นสินค้า (Lot)
2. เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (UV-VIS Spectrophotometer) Shimadzu UV-24
3. เตาเผาไฟฟ้า (muffle furnace) Stuart Scientific
4. เครื่องกวนและให้ความร้อนแบบแผ่น (hot plate stirrer) SBS Model A-06 serie H
5. ตู้อบ (oven) Memmert
6. เครื่องวัดสี Lovibondtintometer Model E
7. เครื่องวัดจุดวาบไฟและจุดติดไฟ (Flash and Fire Point Tester)
8. เครื่องวัดดัชนีหักเหของแสงแบบ Abbe (Abbe Refractometer)
9. โพรพานอล (propanol) AR grade
10. โทลูอีน (toluene) AR grade
11. เอทานอล (ethanol) เข้มข้น 95% (v/v)
12. ฟีนอล์ฟทาเลอิน (phenolphthalein) ความเข้มข้น 1% (w/v) ในเอทานอล เข้มข้น 95%
13. สารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ (potassium hydroxide) ความเข้มข้น 0.1 N
14. กรดอะซิติก (acetic acid) gracial, AR grade
15. คลอโรฟอร์ม (chloroform) AR grade
16. สารละลายโปแตสเซียมไอโอไดด์ (potassium iodide) เข้มข้น 10% (w/v)
17. น้ำแป้ง ความเข้มข้น 1% (w/v)
18. สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต (sodium thiosulfate,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) ความเข้มข้น 0.1 N
19. สารละลายวิจส์ (Wijs solution)
20. ไซโครเฮกเซน (cyclohexane) AR grade
21. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต (sodium thiosulfate) ความเข้มข้น 0.01 N
22. เฮกเซน (n-hexane) AR grade
23. สารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ (potassium hydroxide) ความเข้มข้น 0.5 mol/l ในเอทานอล เข้มข้น 95%
24. กรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) เข้มข้น 0.5 mol/l
25. สารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ (potassium hydroxide) ความเข้มข้น 1 mol/l ในเอทานอล เข้มข้น 95%

26. เอทานอล (ethanol) เข้มข้น 50% (v/v)
27. ซิงค์ออกไซด์ (zinc oxide) AR grade
30. กรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) เข้มข้น 37%
31. สารละลายโซเดียมโมลิบเดต
32. สารละลายไฮดราซีนซัลเฟต ความเข้มข้น 0.015% (w/v)
33. สารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 50% (w/v)
34. สารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร
35. อุปกรณ์เครื่องแก้วและสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์

## วิธีการ

นำน้ำมันเมล็ดชาที่ผลิตและจำหน่ายในประเทศและน้ำมันเมล็ดชาที่นำเข้าและจำหน่ายในประเทศมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ฟิสิกส์ คุณค่าทางโภชนาการ ดังนี้

1. ปริมาณความชื้น ตามวิธี ISO 662 : 1980
2. ค่าของกรด ตามวิธี ISO 660:1996
3. ค่าเปอร์ออกไซด์ ตามวิธี IUPAC 2.501
4. ค่าไอโอดีน ตามวิธี IUPAC 2.205 (Wijs method)
5. ค่าสaponifi์เคชั่น ตามวิธี IU 2.202
6. ปริมาณสาร unsaponifiable ตามวิธี ISO/FDIS 18609:2000 (E)
7. ปริมาณฟอสฟอรัส ตามวิธี AOCS Ca 12-55 (1997)
8. ค่าสี ตามวิธี AOCS Cc 13e-92 (1997)
9. ค่าความถ่วงจำเพาะ (Relative density) ตามวิธี AOCS Cc 10a-25 Reapproved 1993
10. ค่าดัชนีหักเหของแสง (Refractive index) ตามวิธี AOCS Cc 7-25 (1993)
11. จุดหลอมเหลว (melting point) ตามวิธี AOCS Cc 1-25 (1997)
12. จุดเกิดควัน (smoke point) ตามวิธี AOCS Cc 9a-48 (1997)
13. จุดวาบไฟ (flash point) ตามวิธี AOCS Cc 9a-48 (1997)
14. ปริมาณคาโรทีน ตามวิธี BS 684 (1997)
15. ปริมาณวิตามินอี ตามวิธี In house method based on Journal of Chromatography A (1998). 825:127-133 โดยสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 งามวงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ  
และ In house method based on Liquid Chromatographic Analysis of Food and Beverage Vol.2, 1979 โดยบริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ
16. องค์กรประกอบกรดไขมัน ตามวิธี In house method based on Compendium of Methods for Food Analysis, Thailand (2003) โดยสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 งามวงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ

และ In house method TE-CH-208 based on AOAC 996.06 (2012) โดยบริษัท  
ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ

### เวลาและสถานที่

เวลา ตุลาคม 2555 – กันยายน 2556

สถานที่ ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยและพัฒนาการแปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตร

สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตร

### ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ฟิสิกส์ คุณค่าทางโภชนาการของน้ำมันเมล็ดชาที่ผลิตและจำหน่ายในประเทศ จำนวน 2 ฤดูกาลผลิต เปรียบเทียบกับน้ำมันเมล็ดชาที่นำเข้าจากต่างประเทศมาจำหน่ายในประเทศ 2 รุ่นสินค้า แสดงผลดังตารางที่ 1 จากการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น พบว่าน้ำมันเมล็ดชาจะมีค่าเฉลี่ยความชื้นอยู่ระหว่าง 0.01-0.04% เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรมที่กำหนดไว้ว่า น้ำมันพืชบริโภคมีปริมาณความชื้นน้ำมันไม่เกิน 0.2% และค่ามาตรฐานของ Codex ที่กำหนดไว้ว่า ไม่เกิน 0.1% พบว่า น้ำมันเมล็ดชามีปริมาณความชื้นอยู่ในมาตรฐานที่กำหนด

การวิเคราะห์ค่าของกรด พบว่า น้ำมันเมล็ดชาที่ผลิตในประเทศมีค่าของกรดโดยเฉลี่ยสูงกว่าน้ำมันเมล็ดชาที่นำเข้า และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่เกิน 0.6 mg KOH/g พบว่าน้ำมันเมล็ดชาทั้งสองแหล่งผลิตมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

การวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ พบว่าน้ำมันเมล็ดชาที่ผลิตในประเทศ 2 ฤดูกาลผลิตมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนน้ำมันเมล็ดชาที่นำเข้าบางรุ่นสินค้านี้มีค่าสูง อาจเนื่องจากเป็นตัวอย่างที่นำเข้ามาและจำหน่ายไม่หมดจึงค้างอยู่ในท้องตลาด เพราะค่าเปอร์ออกไซด์เป็นค่าที่บ่งชี้ถึงการเกิดออกซิเดชันของน้ำมัน ถ้าค่าสูงแสดงว่ามีการเกิดออกซิเดชันแล้วให้ผลผลิตเป็นสารเปอร์ออกไซด์มาก และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่เกิน 10 meq/kg พบว่าน้ำมันทั้ง 2 แหล่งผลิตและทุกรุ่นสินค้าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

การวิเคราะห์ค่าไอโอดีนซึ่งเป็นค่าที่บ่งชี้ระดับของความไม่อิ่มตัวของน้ำมัน จึงเป็นค่าเฉพาะของน้ำมันแต่ละชนิด จากผลการวิเคราะห์พบว่าค่าไอโอดีนอยู่ในช่วงใกล้เคียงกันและใกล้เคียงกับ Bockisch (1998) ที่รายงานว่าน้ำมันเมล็ดชามีค่าไอโอดีนเท่ากับ 85-94 เมื่อนำไปเทียบกับมาตรฐาน Codex ของน้ำมันมะกอก (Codex, 2001)ที่กำหนดไว้อยู่ในช่วง 75-94 จะเห็นว่าค่าไอโอดีนของน้ำมันเมล็ดชาสามารถเทียบเคียงระดับความไม่อิ่มตัวเท่ากับน้ำมันมะกอก และค่าไอโอดีนต่ำแสดงว่าน้ำมันเมล็ดชามีกรดไขมันไม่อิ่มตัวตำแหน่งเดียวสูงและกรดไขมันอิ่มตัวต่ำเหมาะสำหรับการนำไปใช้ในการบริโภค การผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ โพลีเมอร์ชีวภาพ น้ำมันหล่อลื่นชีวภาพ แต่ไม่ใช่ไขมันแห้งเร็ว (non-drying oil) จึงไม่เหมาะที่จะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการเคลือบต่างๆ (Yahaya, *et al.*, 2011)

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางเคมี ฟิสิกส์และคุณค่าทางโภชนาการของน้ำมันเมล็ดชา

รายการ	น้ำมันเมล็ดชาที่ผลิตและจำหน่ายในประเทศ		น้ำมันเมล็ดชาที่นำเข้ามาจำหน่ายในประเทศ	
	ผลิตปี 2555	ผลิตปี 2556	Lot 1	Lot 2
Moisture and volatile matter (%)	0.01	0.01	0.03	0.04
Acid value (mgKOH/g)	0.31-0.34	0.23	0.11	0.16
Peroxide value (meq/kg)	4.00-4.84	4.26	5.09	7.82
Iodine value (Wijs)	84.97-86.20	83.36	85.21	85.52
Saponification value (mgKOH/g)	187-194	180.85	193.96	181.44
Unsaponifiable matter (%)	0.23-0.74	0.77	0.58	0.87
Refractive index ( $n_D^{40}$ )	1.4605	1.4605	1.4600	1.4600
Relative Density (25°C/water20°C)	0.900-0.904	0.9048	0.9027	0.9010
Color (cell 5 1/4" Lovibound)	10Y 0.7R-10Y1.0R	10Y0.7R	5Y0.7R	5Y0.7R
Melting point	7	7	7	7
Smoke point (°C)	200-220	220	210	220
Flash point (°C)	320-330	330	320	320
Phosphorus (%)	<0.1	<0.01	<0.1	<0.1
B-carotene (mg/kg)	0.58-0.83	0.94	0.56	0.86
Vitamin E (alpha-tocopherol, mg/100g)	2.66	ND	15.20	-
Fatty Acid Compositions (%)				
Palmitic acid (C16:0)	12.72	9.81	8.64	-
Stearic acid (C18:0)	2.39	2.67	2.92	-
Oleic acid (C18:1)	69.21	74.88	76.07	-
Linoleic acid (C18:2)	10.74	11.40	7.70	-
Linolenic acid (C18:3)	0.26	0.32	ND	-
Eicosenoic acid (C20:1)	0.28	0.48	0.26	-

ND = Not Detected

การวิเคราะห์ค่าสaponification index เป็นค่าที่บอกถึงจำนวนมิลลิกรัม (mg) ของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ที่ใช้ในการไฮโดรไลซ์น้ำมันอย่างสมบูรณ์ 1 g ได้เป็นสบู่และกลีเซอรอล น้ำมันที่มีค่าสaponification index สูงแสดงว่ากรดไขมันที่เป็นส่วนประกอบของไตรกลีเซอไรด์มีน้ำหนักโมเลกุลน้อย จึงมีจำนวนโมเลกุลของไตรกลี- เซอไรด์ต่อหน่วยน้ำหนักจำนวนมาก ต้องใช้ต่างจำนวนมากในการไฮโดรไลซ์ น้ำมันเมล็ดชาทั้ง 2 แหล่งผลิตมีค่าสaponification index ใกล้เคียงกับการรายงานของ Sahari *et al.* (2004) ที่วิเคราะห์ค่าสaponification index ของน้ำมันเมล็ดชาได้เท่ากับ  $194.9 \pm 1$  mg KOH/g ซึ่ง Yahaya *et al.* (2011) ได้กล่าวว่าน้ำมันเมล็ดชา มีค่าสaponification index ที่เหมาะในการนำไปผลิตสบู่

การวิเคราะห์ปริมาณสาร unsaponifiable ซึ่งเป็นสารที่ปนอยู่ในน้ำมันที่เหลือจากการทำ สaponification เช่น สารประกอบจำพวกไฮโดรคาร์บอน คีโตน แอลกอฮอล์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง และ ไฟโต- สเตอรอล (phytosterol) ค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้สำหรับน้ำมันพืชบริโภคต้องไม่เกิน 1.5% จากผลการ วิเคราะห์น้ำมันเมล็ดชาทั้ง 2 แหล่งผลิตมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสเป็นการวิเคราะห์เพื่อควบคุมคุณภาพกระบวนการรีไฟน์น้ำมัน เนื่องจากจะต้องมีการกำจัดฟอสฟอรัสออกตามขั้นตอนต่างๆ ขั้นตอนที่มีการกำจัดออกมากที่สุดคือ การ กำจัดกัม (degumming) และฟอสฟอรัสที่เหลือจะถูกกำจัดออกอีกในขั้นตอนการทำให้เป็นกลาง (neutralization) และการฟอกสี (bleaching) ต่อไป จากการวิเคราะห์น้ำมันเมล็ดชาพบว่าปริมาณ ฟอสฟอรัสต่ำมากแสดงว่ากระบวนการรีไฟน์สามารถกำจัดกัมออกไปได้เกือบหมด

การวิเคราะห์ค่าสี น้ำมันเมล็ดชาทั้ง 2 แหล่งผลิตมีสีเหลืองใส จากการวิเคราะห์ค่าสีจะได้ค่าสี เหลือง(Y)สูงกว่าค่าสีแดง(R) โดยน้ำมันเมล็ดชาที่ผลิตในประเทศมีสีเหลืองมากกว่า ขณะที่ค่าสีแดง ใกล้เคียงกัน การที่ค่าสีต่างกันนั้นขึ้นอยู่กับกระบวนการรีไฟน์ซึ่งมีขั้นตอนการฟอกสีที่อาจแตกต่างกัน ซึ่ง น้ำมันพืชที่มีสีเหลืองอ่อนจะเหมาะในการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ที่ต้องความสว่างใส เพราะจะไม่ส่งผลกระทบต่อ สีของผลิตภัณฑ์

การวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะ (Relative Density) และค่าดัชนีหักเหของแสง (Refractive index) เป็นค่าเฉพาะของน้ำมันแต่ละชนิด น้ำมันเมล็ดชาทั้ง 2 แหล่งผลิตมีค่าใกล้เคียงกัน และใกล้เคียง กับที่ Bockisch (1998) รายงานว่าน้ำมันเมล็ดชามีค่าความถ่วงจำเพาะที่ 25°C เท่ากับ 0.899-0.904 และ ค่าดัชนีหักเหของแสง ที่ 40°C เท่ากับ 1.466-1.470

การวิเคราะห์จุดหลอมเหลว คืออุณหภูมิที่ไขมันมีการเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำมัน ซึ่งจุดหลอมเหลว ของไขมันจะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับจุดหลอมเหลวของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบของกลีเซอไรด์ กรดไขมันที่มี ขนาดโมเลกุลใหญ่จะมีจุดหลอมเหลวสูง แต่จุดหลอมเหลวจะลดลงเมื่อกรดไขมันมีความไม่อิ่มตัวเพิ่มขึ้น จากผลการวิเคราะห์น้ำมันเมล็ดชาทั้ง 2 แหล่งผลิตมีจุดหลอมเหลวเท่ากัน คือ 7°C ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำแสดงว่า น้ำมันเมล็ดชามีลักษณะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง และมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงคือมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวมากกว่า 80%

การวิเคราะห์จุดเกิดควันและจุดวาบไฟ จุดเกิดควัน เป็นระดับอุณหภูมิที่จะทำให้ไขมันเริ่มสลาย กลายเป็นควันน้ำมันขึ้นมา และเมื่อน้ำมันได้รับความร้อนต่อไปจนไอน้ำมันผสมกับออกซิเจนในอากาศได้ สัดส่วนพอเหมาะจะติดไฟเมื่อสัมผัสประกายไฟจะเรียกระดับอุณหภูมินี้ว่าจุดวาบไฟ น้ำมันพืชที่มีจุดเกิด ควันและจุดวาบไฟสูงจะปลอดภัยต่อสุขภาพมากกว่าน้ำมันพืชที่มีจุดเกิดควันและจุดวาบไฟต่ำ และจะช่วย ลดความเสี่ยงต่อการได้รับสารก่อมะเร็ง ผลวิเคราะห์น้ำมันเมล็ดชาทั้ง 2 แหล่งผลิตมีจุดเกิดควันและจุดวาบไฟสูง จะสามารถทนความร้อนได้สูงเหมาะสำหรับใช้ในการประกอบอาหาร

การวิเคราะห์ปริมาณคาโรทีน ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอ ที่จะช่วยให้ผิวหนังมีความยืดหยุ่น ป้องกันโรคผิวหนัง ลดรอยเหี่ยวย่นได้ น้ำมันเมล็ดชาทั้ง 2 แหล่งผลิตมีปริมาณใกล้เคียงกัน

การวิเคราะห์ปริมาณวิตามินอี โดยวิเคราะห์สาร alpha-tocopherol ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์ที่สำคัญ พบว่าน้ำมันเมล็ดชาที่ผลิตได้ในประเทศมีปริมาณน้อยกว่า อาจเนื่องจากกระบวนการรีไฟน์ที่จะทำให้

สูญเสียวิตามินอีในขั้นตอนการกำจัดกลิ่นที่ใช้ความร้อนสูง หรือปริมาณวิตามินอีในเมล็ดขาน้ำมันในแต่ละแหล่งผลิตไม่เท่ากัน หรือน้ำมันเมล็ดชาที่ผลิตในต่างประเทศอาจมีการเติมวิตามินอีหลังจากน้ำมันผ่านกระบวนการรีไฟน์

การวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมัน ปริมาณกรดไขมันของน้ำมันเมล็ดชาทั้ง 2 แหล่งผลิตมีสัดส่วนใกล้เคียงกัน โดยมีปริมาณกรดโอเลอิกสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ Sahari *et al.* (2004) ที่พบว่าน้ำมันเมล็ดชามีกรดโอเลอิก 56% กรดลิโนเลอิก 22% กรดลิโนเลนิก 0.3% และ Chen (2007) ที่พบว่าน้ำมันเมล็ดชามีกรดปาล์มมิติก 18.3% กรดโอเลอิก 54.95% กรดลิโนเลอิก 22.41% กรดลิโนเลนิก 0.17% และรายงานของ He *et al.* (2011) ที่รายงานว่าน้ำมันเมล็ดชามีกรดปาล์มมิติก 8.8% กรดสเตียริก 2.0% กรดโอเลอิก 78.86% กรดลิโนเลอิก 8.6% กรดลิโนเลนิก 0.8-1.6% จะเห็นว่าน้ำมันเมล็ดชาทุกตัวอย่างมีกรดโอเลอิกสูงที่สุด แต่มีปริมาณของกรดไขมันอื่นๆแตกต่างกัน อาจเนื่องจากสภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ พันธุ์ที่แตกต่างกัน และเมื่อเทียบกับปริมาณกรดโอเลอิกของน้ำมันมะกอกตามมาตรฐาน Codex ที่อยู่ในช่วง 55.0-83.0% พบว่าน้ำมันเมล็ดชาทั้ง 2 แหล่งผลิตมีปริมาณกรดโอเลอิกอยู่ในช่วงเดียวกับน้ำมันมะกอก

### สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

คุณสมบัติทางเคมี ฟิสิกส์ คุณค่าทางโภชนาการของน้ำมันเมล็ดชาที่ผลิตและจำหน่ายในประเทศ และน้ำมันเมล็ดชาที่นำเข้ามาจำหน่ายในประเทศมีปริมาณความชื้นอยู่ระหว่าง 0.01-0.04% ค่าของกรด 0.11-0.34 mg KOH/g ค่าเปอร์ออกไซด์ 4.00-7.82 meq/kg และปริมาณสาร unsaponifiable 0.23-0.87% ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำมันและไขมันบริโภคของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ค่าไอโอดีนมีค่าอยู่ระหว่าง 83.36 - 86.20 ค่าสaponification index เท่ากับ 180.85-194 mg KOH/g ค่าสีน้ำมันเมล็ดชาที่นำเข้าจะมีสีอ่อนกว่าเพราะมีค่าสีเหลืองน้อยกว่า แต่มีค่าสีแดงใกล้เคียงกัน น้ำมันเมล็ดชาทั้ง 2 แหล่งผลิตมีค่าความถ่วงจำเพาะที่ 25°C และค่าดัชนีหักเหของแสง ที่ 40°C ใกล้เคียงกันคือ 0.9000-0.9048 และ 1.4600-1.4605 ตามลำดับ มีจุดหลอมเหลวเท่ากัน คือ 7°C จุดเกิดควันอยู่ระหว่าง 200-220°C และจุดวาบไฟที่ 320-330°C สำหรับคุณค่าทางโภชนาการน้ำมันเมล็ดชาทั้ง 2 แหล่งผลิตมีปริมาณกรดโอเลอิกมากกว่ากรดไขมันชนิดอื่น คือน้ำมันเมล็ดชาที่ผลิตในประเทศมีปริมาณ 69.21-74.88% น้ำมันเมล็ดชาที่นำเข้ามีปริมาณ 76.07% และมีปริมาณกรดไขมันอื่นแตกต่างกันไป แต่มีสัดส่วนของกรดไขมันไม่แตกต่างกันมากนัก น้ำมันเมล็ดชาทั้ง 2 แหล่งผลิตมีปริมาณคาโรทีนใกล้เคียงกัน คือ 0.58-0.94 mg/kg เช่นเดียวกับปริมาณฟอสฟอรัสที่มีปริมาณน้อยกว่า 0.01% ส่วนปริมาณวิตามินอีในรูป alpha-tocopherol พบว่าน้ำมันเมล็ดชาที่นำเข้าจะมีปริมาณมากกว่าคือ 15.20 mg/100g ขณะที่น้ำมันเมล็ดชาที่ผลิตในประเทศมีเพียง 2.66 mg/100g

จากคุณสมบัติต่างๆของน้ำมันเมล็ดชาจะเห็นว่าเป็นน้ำมันที่มีคุณภาพสูง มีความคงตัวสูง มีจุดเกิดควันและจุดวาบไฟสูง เหมาะสำหรับการบริโภค การประกอบอาหารและใช้ในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เนื่องจากมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง โดยเฉพาะกรดโอเลอิกที่เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวตำแหน่งเดียว และมีวิตามินอีที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติ



## คำขอบคุณ

ขอขอบคุณนางสาวบุณทริก พันธุ์น้อยและนางกนกนวล เจนเกษการณที่ให้ความช่วยเหลือในการเตรียมตัวอย่างและช่วยวิเคราะห์ตัวอย่างในการทำวิจัยนี้

## เอกสารอ้างอิง

นิรนาม. 2555. มารูจัก ชาน้ำมันมีประโยชน์ต่อสุขภาพ

<http://www.dailynews.co.th/Content/Article/13619> เข้าถึงเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2556

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2533. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำมันและไขมัน สำหรับบริโภค. มอก.47-2533. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

AOCS. 1997. Official Method and Recommended Practices of the AOCS. 5<sup>th</sup> ed. American Oil Chemist Society, Chicago.

Bockisch, M. 1998. Fats and Oils Handbook. AOCS Press Campaign, Illinois. 838 p. .

Chen, Y. 2007. Physiochemical properties and bioactivities of tea seed (*Camellia oleifera*) oil. Thesis for the Degree Master of Science Food, Nutrition and Culinary Science. The Graduate School of Clemson University. 103p.

CODEX Alimentarius. 2001. CODEX Standard for Olive oil, Virgin and Refined, and for Refined Olive-Pomace Oil. CODEX STAN 33-198 (Rev.1-1989), CODEX Alimentarius volume 8 - 2001.

Fazel, M., M. A. Sahari and M. Barzegar. 2008. Determination of main tea seed oil antioxidants and their effects on common kilka oil. International Food Research Journal. 15(2) : 209-217.

Feas, X., L. M. Estevinho, C. Salinero, P. Vela, M. J. Sainz, M. P. Vazquez-Tato and J. A. Seijas. 2013. Triacylglyceride, antioxidant and antimicrobial features of virgin *Camellia oleifera*, *C. reticulata* and *C. sasanqua* oils. Molecules. 18 : 4573-4587.

He, L., Z. Guo-ying, Z Huai-yen and L. Jun-ang. 2011. Research progress on the health function of tea oil. Journal of Medicinal Plant research. 5(4) : 485-489.

Rajaei, A., M. Barzegar and Y. Yamini. 2005. Supercritical fluid extraction of tea seed oil and its comparisons with solvent extraction. Eur Food Res. Technol. 220 : 401-405.

Rajaei, A., M. Barzegar and M. A. Sahari. 2008. Comparison of antioxidative effect of tea and sesame seed oils extracted by different methods. J. Agric. Sci. Technol. 10 : 345-350.

Sahari, M. A., D. Ataii and M. Hamedi. 2004. Characteristics of tea seed oil in comparison with sunflower and olive oil and its effect as natural antioxidant. JAOCS. 81(6) : 585-588.

- Sahari, M. A. and M. Amooi. 2013. Tea seed oil : extraction, composition, applications, functional and antioxidant properties. *Academia Journal of Medicinal Plants*. 1(4) : 068-079.
- Yahaya, L. E., K. O. Adebawale, B. I. Olu-Owolabi and A. R. R. Menoss. 2011. Compositional analysis of Tea (*Camillia sinensis*) seed oil and its application. *Int. J. Res. Chem. Environ.* 1(2) : 153-158.

### ภาคผนวก

#### 1. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ตามวิธี ISO 662 : 1980

การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างที่ได้รับมาทำการกวนผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วจึงนำไปดำเนินการวิเคราะห์ต่อไป

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

ตั้งอุณหภูมิตู้อบที่  $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$  อบด้วยอุณหภูมิเนี่ยมเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนอย่างละเอียด 0.0001 g และชั่งตัวอย่างที่เตรียมไว้อย่างละเอียดใส่ถ้วยอลูมิเนียม 10 g นำไปอบในตู้อบ อบจนกระทั่งได้น้ำหนักคงที่ แล้วนำออกมาใส่โถดูดความชื้นตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนัก นำไปคำนวณตามสูตร

$$\text{ความชื้น (\%)} = \frac{(W_1 - W_2)}{W} \times 100$$

$W$  = น้ำหนักตัวอย่าง

$W_1$  = น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและน้ำหนักถ้วยอลูมิเนียม

$W_2$  = น้ำหนักตัวอย่างหลังอบและน้ำหนักถ้วยอลูมิเนียม

#### 2. การวิเคราะห์ค่าของกรด ตามวิธี ISO 660:1996

การเตรียมสาร

สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (potassium hydroxide) ความเข้มข้น 0.1 N

ชั่งโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 5.6 g ละลายในเอทานอล เข้มข้น 95% และปรับปริมาตรเป็น 1 l ตั้งทิ้งไว้ค้างคืน นำเฉพาะส่วนใสเก็บใส่ขวดสีชา และนำมาหาความเข้มข้นที่แน่นอน โดยการชั่งกรดโพแทสเซียมฟาทาเลท (acid potassium phthalate,  $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ ) ที่อบแล้วที่อุณหภูมิ  $120^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 2 ชั่วโมง อย่างละเอียดจำนวน 0.8 g ใส่ flask รูปชมพู่ขนาด 300 ml บันทึกน้ำหนักไว้ เติมน้ำกลั่น 50 ml และเขย่าเบาจนละลายหมด เติมฟีนอล์ฟทาลีน เป็นอินดิเคเตอร์ 3 หยด แล้วนำไปไทเทรตกับสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่เตรียมไว้ บันทึกปริมาตรสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ นำไปคำนวณตามสูตร

$$\text{ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (N)} = \frac{\text{น้ำหนักของ KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4 \text{ (g)}}{\text{ปริมาตรของ KOH (ml)} \times 0.2044}$$

การวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่างอย่างละเอียด 5 g ใส่ flask รูปชมพู่ขนาด 250 ml เติมสารทำละลายผสมที่ประกอบด้วยโปรพานอลและโทลูอิน อัตราส่วน 1:1 ที่ทำให้เป็นกลางแล้วปริมาณ 50 ml เขย่าให้เข้ากัน เติมฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ 3-4 หยด ไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 0.1 N จนกระทั่งสารละลายมีสีชมพูคงอยู่เป็นเวลา 30 วินาที และทำ blank ด้วย บันทึกปริมาตรของสารละลายที่ใช้ นำไปคำนวณตามสูตร

$$\text{ค่าของกรด (มิลลิกรัมของโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อกรัมน้ำมัน)} = \frac{A \times N \times 56.1}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

A = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไทเทรต

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นนอร์มอล

### 3. การวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ตามวิธี IUPAC 2.501

การเตรียมสาร

สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต (sodium thiosulfate,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) ความเข้มข้น 0.1 N

ซิงโครไดมไฮโอซัลเฟต 24.9 g ละลายในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรเป็น 1 l แล้วนำไปหาความเข้มข้นที่แน่นอน โดยการซิงโครไดมไดโครเมต (potassium dichromate,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) ที่บดและอบแห้งแล้วที่อุณหภูมิ  $110^\circ\text{C}$  อย่างละเอียดจำนวน 0.16-0.22 g ใน flask รูปชมพู่ขนาด 500 ml เติมน้ำ 25 ml และเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 5 ml แล้วเติมสารละลายโปแตสเซียมไอโอไดด์เข้มข้น 10% ปริมาตร 20 ml หมุนให้เข้ากันดีทิ้งไว้ 5 นาที หลังจากนั้นเติมน้ำกลั่น 100 ml นำไปไตเตรตกับสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่เตรียมไว้ จนสีเหลืองของสารละลายหายไป แล้วเติมน้ำแบริ่งเข้มข้น 1% เป็นอินดิเคเตอร์ 1-2 ml และไตเตรตต่อไปจนกระทั่งสีน้ำเงินของสารละลายหายไป บันทึกปริมาตรสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้ นำไปคำนวณตามสูตร

$$\text{ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต (N)} = \frac{20.394 \times \text{น้ำหนักของ } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ (g)}}{\text{ปริมาตรของ } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \text{ (ml)}}$$

การวิเคราะห์

ซิงน้ำมันอย่างละเอียดจำนวน 5 g ใส่ flask รูปชมพู่ที่มีจุกแก้วปิดขนาด 250 ml เติมนคลอโรฟอร์มปริมาณ 10 ml เขย่าให้น้ำมันละลาย แล้วเติมกรดอะซิติกปริมาณ 15 ml เขย่าเบา หลังจากนั้นเติมสารละลายโปแตสเซียมไอโอไดด์ที่อิ่มตัว 1 ml เขย่าอย่างแรง 1 นาที เก็บไว้ในที่มืด 5 นาที แล้วนำออกมาเติมน้ำกลั่นปริมาณ 75 ml นำไปไตเตรตกับสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) เข้มข้น 0.01N จนมีสีเหลืองอ่อน เติมน้ำแบริ่งเป็นอินดิเคเตอร์ แล้วไตเตรตต่อไปจนสารละลายมีสีขาว และทำ blank ด้วย บันทึกปริมาณของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต เข้มข้น 0.01N ที่ใช้ในการไตเตรตตัวอย่าง และ blank นำไปคำนวณตามสูตร

$$\text{ค่าเปอร์ออกไซด์ (meq/kg)} = \frac{(A-B) \times N \times 1000}{\text{น้ำหนักของน้ำมัน}}$$

A = ปริมาณของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้ในการไตเตรตตัวอย่าง

B = ปริมาณของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้ในการไตเตรต blank

N = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้ในการไตเตรต

### 4. การวิเคราะห์ค่าไอโอดีนตามวิธี IUPAC 2.205 (Wijs method)

การเตรียมสาร

สารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต (sodium thiosulfate) ความเข้มข้น 0.01 N

นำสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต (sodium thiosulfate) ความเข้มข้น 0.1 N ที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนมา 100 ml และปรับให้มีปริมาตร 1 ml

การวิเคราะห์

ชั่งน้ำมันอย่างละเอียดตามค่าไอโอดีนที่คาดไว้ 0.20 g ใส่ flask รูปชมพู่ที่มีจุกแก้วปิดขนาด 500 ml เติมไฮโครเฮกเซนปริมาณ 15 ml เพื่อละลายน้ำมัน แล้วเติมสารละลาย Wijs ปริมาณ 25 ml ปิดจุกและเขย่าเบาๆ วางขวดไว้ในที่มืด 1 ชั่วโมง เมื่อครบเวลานำออกมาเติมสารละลายโปแตสเซียม-ไอโอไดด์ เข้มข้น 10% ปริมาณ 20 ml และน้ำกลั่นปริมาณ 150 ml แล้วนำไปไตเตรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.1 N โดยใช้ น้ำ แป้ง เป็นอินดิเคเตอร์ เขย่าแรงๆ จนหมดสีน้ำเงิน และทำ blank ด้วย บันทึกปริมาตรสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.1 N ที่ใช้นำไปคำนวณตามสูตร

$$\text{ค่าไอโอดีน} = \frac{(A - B) \times N \times 12.69}{\text{น้ำหนักน้ำมัน}}$$

A = ปริมาณของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้ในการไตเตรตตัวอย่าง

B = ปริมาณของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้ในการไตเตรต blank

N = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้ในการไตเตรต

#### 5. การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสตามวิธี AOCS Ca 12-55 (1997)

การเตรียมสาร

สารละลายโซเดียมโมลิบเดต

เตรียมโดยเติมกรดซัลฟูริก (sulfuric acid) เข้มข้น 140 ml ลงในน้ำกลั่น 300 ml ที่ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วเติมโซเดียมโมลิบเดต 12.5 g เติมน้ำจนมีปริมาตรครบ 500 ml เขย่าให้เข้ากันดีทิ้งไว้ก่อนนำไปใช้ 24 ชั่วโมง

การเตรียมกราฟมาตรฐาน

เจือจางสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัสให้มีความเข้มข้น 0.01 mg/ml ใช้ปิเปตดูดสารดังกล่าวมา 0, 1, 2, 4, 6, 8 และ 10 ml ลงในขวดปริมาตรขนาด 50 ml จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 0.0, 0.01, 0.02, 0.04, 0.06, 0.08 และ 0.10 mg/ml ตามลำดับ ปรับให้ได้ปริมาตร 10 ml ในแต่ละขวดด้วยน้ำกลั่น เติมสารละลายไฮดราซีนซัลเฟต 8.0 ml และสารละลายโซเดียมโมลิบเดต 2.0 ml ผสมให้เข้ากัน ปิดจุกและเขย่ากลับไปมา 3 - 4 ครั้ง เปิดจุกแล้วนำไปต้มในอ่างน้ำเดือด 10 นาที ทำให้เย็นในอ่างน้ำ เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรครบ 50 ml สารละลายจะมีสีฟ้า วัดการดูดกลืนแสงที่ 650 นาโนเมตร ด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสง นำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟมาตรฐาน

การวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่างน้ำมัน  $3.0 - 3.2 \pm 0.001$  กรัมในครุชชีเบล เติมซิงค์ออกไซด์ 0.5 g เผาบนเตาไฟฟ้าโดยให้ความร้อนอย่างช้าๆ และค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนไหม้หมด นำเข้าเตาเผาอุณหภูมิ 550-600°C นาน

ประมาณ 2 ชั่วโมง นำครุซีบีลออกจากเตาเผาทิ้งไว้ให้เย็น เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 5 ml และน้ำกลั่น 5 ml ปิดด้วยกระจกนาฬิกา ต้มสารละลายนาน 5 นาที แล้วกรองผ่านกระดาษกรองวอทแมนเบอร์ 4 ลงในขวดปริมาตรขนาด 100 ml แล้วล้างตะกอนด้วยน้ำกลั่นร้อน 5 ml ประมาณ 4 ครั้ง ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ค่อยๆ หยดสารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์จนเกิดตะกอนสีขาว และค่อยๆ หยดกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นลงไปจนกระทั่งตะกอนหายไป และหยดเพิ่มอีก 2 หยด นำมาเติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรครบ 100 ml ให้ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่าง 10 ml ลงในขวดปริมาตรขนาด 50 ml แล้วทำเช่นเดียวกับการเตรียมกราฟมาตรฐาน นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานฟอสฟอรัส และทำ blank เช่นเดียวกับการเตรียมตัวอย่าง แล้วนำไปคำนวณตามสูตร

$$\text{ปริมาณฟอสฟอรัส (ppm)} = \frac{10 (A - B)}{5 (W)} \times 10000$$

A = ปริมาณฟอสฟอรัสของตัวอย่างเป็นมิลลิกรัม

B = ปริมาณฟอสฟอรัสของ blank เป็นมิลลิกรัม

W = น้ำหนักตัวอย่างเป็นกรัม