18373

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การสกัดและการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของน้ำมันเมล็ดฟักทอง

Extraction and Analysis of Chemical and Physical Properties of Pumpkin Seed Oil

นายเกรียงศักดิ์ ภูษิต
นางสาววรพรรณ ศรีเจริญชัยกุล

ปพ.
ก764ก
2545

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....96501.....
วัน,เดือน,ปี.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นายเกรียงศักดิ์ ภูษิต และ นางสาววรพรรณ ศรีเจริญชัยกุล.2545.การสกัดและการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของน้ำมันเมล็ดฟักทอง (Extraction and Analysis of Chemical and Physical Properties of Pumpkin Seed Oil) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ. เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : ดร. ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม และ รศ.ดร. วรรณา ตั้งเจริญชัย. 51 หน้า

การสกัดและวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของน้ำมันจากเมล็ดฟักทอง พบว่า เมล็ดฟักทองให้ปริมาณน้ำมัน 32 - 37 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อนำน้ำมันที่สกัดได้มาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ซึ่งค่าที่วิเคราะห์ ได้แก่ Acid value , Iodine value , Saponification value , Unsaponifiable matter และ Peroxide value พบว่าน้ำมันเมล็ดฟักทองดิบค่าของ Acid value , Iodine value , Saponification value , Unsaponifiable matter และ Peroxide value เป็น 1.37 - 1.38 , 93 – 100 , 227-232 , 0.8 - 0.9 และ 4.3 - 4.7 ตามลำดับ และของน้ำมันเมล็ดฟักทองที่ผ่านการฟอกสีแล้ว คือ 0.9 - 1.2 , 112 – 120 , 272 – 308 , 0.7 - 0.8 และ 3.4 - 3.9 ตามลำดับ ส่วนค่าคุณสมบัติทางฟิสิกส์ที่วิเคราะห์ ได้แก่ ค่าความถ่วงจำเพาะ ค่าดัชนีหักเห และค่าสีของน้ำมันเมล็ดฟักทองดิบมีค่าเป็น 0.913 – 0.914 , 1.460 - 1.461 และ 25 - 29 ตามลำดับ และของเมล็ดฟักทองที่ผ่านการฟอกสีแล้วเป็น 0.913 - 0.914 , 1.460 - 1.461 และ มีค่าน้อยกว่า 13 ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมันของน้ำมันเมล็ดฟักทองโดยใช้เครื่อง Gas Liquid Chromatography พบว่า เมล็ดฟักทองดิบมีค่ากรดไขมันอิ่มตัว และกรดไขมันไม่อิ่มตัว เป็น 28.99 เปอร์เซ็นต์ และ 68.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเมล็ดฟักทองที่ผ่านการฟอกสีแล้ว มีค่า 22.73 เปอร์เซ็นต์ และ 73.62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากเปอร์เซนต์น้ำมัน และค่าที่วิเคราะห์ได้ของคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของน้ำมันเมล็ดฟักทอง แสดงให้เห็นว่า น้ำมันเมล็ดฟักทองสามารถที่จะนำมาปรับปรุงและพัฒนาเพื่อผลิตเป็นน้ำมันสำหรับบริโภคได้

.....เกรียงศักดิ์ ภูษิต.....		
.....วรพรรณ ศรีเจริญชัยกุล.....	.....	..... ๑ มีนาคม ๒๕๔๕ .....
ลายมือชื่อนักศึกษา	(อาจารย์เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์)	วัน/เดือน/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีนั้น คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ท่าน ผศ. เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ เป็นอย่างสูง ที่กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ให้คำแนะนำ และตรวจแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณ ดร. ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม และ รศ. ดร. วรรณา ตั้งเจริญชัย ที่กรุณาเป็นอาจารย์คณะกรรมการ รวมทั้งขอขอบพระคุณ ดร. ประเทืองศรี สินชัยศรี และเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ตึกวิจัยพืชน้ำมัน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ สารเคมีต่างๆ และให้ความสะดวกในการปฏิบัติงาน

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่เป็นอย่างสูง ที่ให้ความรัก ความอบอุ่น และเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

เกรียงศักดิ์ ภูษิต

วรพรรณ ศรีเจริญชัยกุล

14 กุมภาพันธ์ 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญรูปภาพ	จ
สารบัญภาคผนวก	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	2
2.1 ฟักทอง	2
2.2 ไขมันและน้ำมัน	4
บทที่ 3 อุปกรณ์วิธีการทดลอง	
3.1 อุปกรณ์	25
3.2 เครื่องมือ	25
3.3 สารเคมี	26
3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	26
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	
4.1 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันจากเมล็ดฟักทอง	31
4.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของน้ำมันเมล็ดฟักทอง	31
4.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของน้ำมันเมล็ดฟักทอง	32
4.4 การวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมันด้วยเครื่อง Gas Liquid Chromatography	33
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	37
เอกสารอ้างอิง	38
ภาคผนวก	39
ประวัติผู้เขียน	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1. แสดงชนิดของกรดไขมันที่พบในร่างกายคน 6
ตารางที่ 2. แสดงกรดไขมันและแหล่งของกรดไขมันที่พบในธรรมชาติ 7
ตารางที่ 3. แสดงปริมาณน้ำมันในพืชและเมล็ดพืชน้ำมันที่ปลูกในประเทศไทย 12
ตารางที่ 4. แสดงคุณสมบัติทางเคมีของไขมันและน้ำมันชนิดต่างๆ 19
ตารางที่ 5. แสดงปริมาณกรดลิโนเลอิกในน้ำมันพืชที่ทำจากวัตถุดิบต่างๆ 21
ตารางที่ 6. แสดงองค์ประกอบกรดไขมันของไขมันและน้ำมันชนิดต่างๆ 22
ตารางที่ 7. แสดงค่าความถ่วงจำเพาะและค่าดัชนีหักเหของไขมันและน้ำมันชนิดต่างๆ ที่วัดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส 24
ตารางที่ 8. แสดงค่าคุณสมบัติทางเคมีที่วิเคราะห์ได้จากน้ำมันเมล็ดฟักทอง 31
ตารางที่ 9. แสดงค่าคุณสมบัติทางฟิสิกส์ที่วิเคราะห์ได้จากน้ำมันเมล็ดฟักทอง 33
ตารางที่10.แสดงองค์ประกอบกรดไขมันของน้ำมันเมล็ดฟักทอง 36
ตารางที่11.แสดงค่าดัชนีหักเหที่อ่านได้จาก Butyrorefractometer 48
ตารางที่12.แสดงกลุ่มหมายเลขภายในวงล้อเทียบสีน้ำมันของสีแต่ละสี 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1. ผลฟักทองสด	2
ภาพที่ 2. เครื่อง Gas Liquid Chromatography	20
ภาพที่ 3. ตู้อบไฟฟ้าที่ควบคุมอุณหภูมิได้	27
ภาพที่ 4. เมล็ดฟักทองก่อนทำการบด	27
ภาพที่ 5. เมล็ดฟักทองบด	27
ภาพที่ 6. ชุดเครื่องมือ Soxhlet สำหรับสกัดน้ำมัน	26
ภาพที่ 7. เครื่องระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ออกจากน้ำมัน	26
ภาพที่ 8. ขวดหาความถ่วงจำเพาะ	28
ภาพที่ 9. Lovibond	29
ภาพที่10.แผ่นวงล้อเทียบสีน้ำมัน	29
ภาพที่11.หลอดใส่ตัวอย่าง	29
ภาพที่12.แสดงพีคและRetention timeของน้ำมันเมล็ดฟักทองดิบ	34
ภาพที่13.แสดงพีคและRetention timeของน้ำมันเมล็ดฟักทองที่ผ่านการฟอกสีแล้ว	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก

	หน้า
ภาคผนวก ก. การวิเคราะห์หาน้ำมันโดยใช้เครื่อง Soxhlet	39
ภาคผนวก ข. การวิเคราะห์หากรดไขมันอิสระหรือค่าของกรด	40
ภาคผนวก ค. การวิเคราะห์หาค่าไอโอดีน	41
ภาคผนวก ง. การวิเคราะห์หาค่าสปอนนิฟิเคชั่น	42
ภาคผนวก จ. การวิเคราะห์หาสารสปอนนิฟายไม่ได้	43
ภาคผนวก ฉ. การวิเคราะห์หาค่าเปอร์ออกไซด์	44
ภาคผนวก ช. การวิเคราะห์หาองค์ประกอบกรดไขมันโดยใช้ เครื่อง Gas Liquid Chromatography	45
ภาคผนวก ซ. การวัดค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์หรือความถ่วงจำเพาะ	47
ภาคผนวก ฌ. การวัดค่าดัชนีหักเห	48
ภาคผนวก ญ. การวัดสี	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในการเตรียมอาหารสำหรับบริโภคทั้งคาวและหวานจะเห็นว่ามีสารอาหารอยู่ชนิดหนึ่ง ซึ่งพบว่าใช้เป็นเครื่องปรุงร่วมอยู่ในอาหารแทบทุกชนิด สารอาหารที่ว่านี้คือน้ำมันและไขมัน การใช้น้ำมันหรือไขมันในการประกอบอาหาร เช่น ใช้สำหรับทอดหรือประกอบอาหาร ทำน้ำมันสลัด และใช้ประกอบในขนมหวานในรูปของกะทิ เนย หรือน้ำมันหอมระเหยที่ใช้แต่งกลิ่นขนม เป็นต้น น้ำมันและไขมันมีอยู่ทั่วไปตามธรรมชาติและพบในอาหารแทบทุกชนิด แม้แต่ในผลไม้และผักซึ่งมีลักษณะที่ไม่น่าจะมีน้ำมันหรือไขมันอยู่ด้วยก็ยังมีน้ำมันและไขมันประกอบอยู่ เช่น ในมังคุดมีน้ำมันอยู่ในส่วนที่บริโภคได้ประมาณร้อยละ 1 นอกจากนั้นผลไม้และผักบางชนิดยังมีน้ำมันและไขมันในปริมาณที่ค่อนข้างสูง เช่น งามีประมาณร้อยละ 50 มะพร้าวมีร้อยละ 35 เป็นต้น

เนื่องจากประเทศไทยขึ้นชื่อว่าเป็นประเทศเกษตรกรรม จึงมีผักและผลไม้มากมายหลายชนิดที่สามารถนำมาใช้สกัดน้ำมันสำหรับบริโภคได้ เช่น ฟักทองที่จัดว่าเป็นพืชผักสวนครัวของไทย ฟักทองมีปลูกกันมากหลายจังหวัด ราคาถูก และมีผลผลิตออกมาสู่ท้องตลาดตลอดทั้งปี ด้วยเหตุนี้เองจึงได้มีการคิดที่จะสกัดน้ำมันจากเมล็ดฟักทองขึ้นมา เพื่อเป็นวัตถุดิบแหล่งใหม่สำหรับการผลิตน้ำมันสำหรับบริโภคในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการสกัดน้ำมันจากเมล็ดฟักทองในระดับห้องปฏิบัติการ
2. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของน้ำมันจากเมล็ดฟักทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

2.1 ฟักทอง

ฟักทองเป็นพืชผักที่จัดอยู่ในกลุ่มพืชตระกูลแตง (Cucurbitaceae) ซึ่งได้แก่ ฟักทอง แตงกวา แตงร้าน ฟักแฟง มะระ บวบ แตงโม แคนตาลูป ฯลฯ เป็นพืชผักที่มีราคาถูก มีวิตามินเอสูง ช่วยบำรุงผิวพรรณและถนอมสายตา ผลฟักทองสดแสดงดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 ผลฟักทองสด

ชื่อวิทยาศาสตร์	*Cucurbita moschata* Decne
ชื่อวงศ์	Cucurbitaceae
ชื่ออังกฤษ	Pumpkin,Cushaw
ชื่อท้องถิ่น	น้ำเต้า , ฟักเขียว , มะน้ำแก้ว , มะฟักแก้ว , หมักคี้ส่า , หมักอื้อ , เหลืองเคส่า

2.1.1 <u>แหล่งปลูก</u>

มีหลายจังหวัด แต่ที่ปลูกมากคือ ศรีษะเกษ , สกลนคร , ขอนแก่น , กาญจนบุรี , ชุมพร และ ฉะเชิงเทรา ซึ่งจะทยอยกันให้ผลผลิตออกมาสู่ท้องตลาด ทำให้มีฟักทองขายตลอดปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 <u>คุณค่าทางอาหาร</u>

ในเนื้อฟักทองสด 100 กรัม จะมีคุณค่าทางอาหารดังนี้

โปรตีน	1.63	กรัม
ไขมัน	0.2	กรัม
เส้นใย	0.88	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	10.1	กรัม
วิตามินเอ	2,220	หน่วยสากล
พลังงาน	48.7	กิโลแคลอรี่

2.1.3 <u>ลักษณะทางพฤกษศาสตร์</u>

ฟักทองเป็นพืชผักที่มีลำต้นทอดและเลื้อยไปตามพื้นดินเช่นเดียวกับแตงโม มีดอกสีเหลือง ทั้งตัวผู้และตัวเมียจะแยกกันอยู่แต่อยู่ในต้นเดียวกัน ดังนั้นจึงต้องการช่วยผสมเกสรโดยวิธีธรรมชาติ เช่นลมพัดหรือมีแมลงผสมเกสร หรือผู้ปลูกช่วยผสมเกสรเพื่อการติดผล

ฟักทองเป็นไม้เถาอ่อน มีขนสากมือ มีหนวดสำหรับเกี่ยวพันทอดไปตามพื้นดิน จึงต้องการเนื้อที่ปลูกมากกว่าพืชผักอื่นๆ เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ที่มีอายุปีเดียว (ฤดูเดียว) เมื่อให้ผลแล้วก็ตายไป

ฟักทองมีหลายพันธุ์ทั้งแบบต้นเลื้อยและเป็นพุ่มเตี้ย พันธุ์เบามีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 50 – 60 วัน ส่วนพันธุ์หนักมีอายุตั้งแต่หยอดเมล็ดจนติดผลอ่อน 45 – 60 วัน และให้ผลแก่เมื่อ 120 – 180 วัน โดยทยอยเก็บผลได้หลายครั้งจนหมด

2.1.4 <u>พันธุ์ฟักทอง</u>

มีพันธุ์พื้นเมืองหลายพันธุ์ เรียกตามลักษณะของผล เช่น พันธุ์ข้องปลา จะมีลักษณะของผลคล้ายข้องปลา พันธุ์ผลมะพร้าว จะมีลักษณะของผลคล้ายมะพร้าว เป็นต้น

พันธุ์ดำ เมื่อแก่เปลือกจะมีสีเขียวเข้มอมดำ เปลือกจะขรุขระเป็นปุ่มปมคล้ายผิวคางคก (บางทีก็เรียกพันธุ์คางคก) ก้นของผลยุบเข้าไปในผล ทำให้ปลอกเปลือกยาก แต่เป็นพันธุ์หนักผลโต

พันธุ์น้ำตกผิวจะไม่ค่อยขรุขระนัก ก้นของผลจะนูนออกมา ทำให้ปลอกเปลือกง่าย ผลเล็กกว่าพันธุ์ดำเล็กน้อย

พันธุ์ฟักทองนี้จะมีชื่อเรียกแต่ละท้องถิ่นไม่เหมือนกัน มีขนาดรูปร่าง สี เปลือก ผล และเนื้อก็แตกต่างกันไป พันธุ์เบาให้ผลเล็ก อายุเก็บเกี่ยว 120 – 180 วัน โดยทยอยเก็บผลได้เรื่อยๆ 4 – 5 ครั้ง ต้นหนึ่งๆ จะให้ผลได้ 4 – 5 ผล หรือมากกว่าถึง 7 ผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

ฟักทองปลูกได้ในดินแทบทุกชนิดที่มีการปลูกผัก ขอบดินร่วนปนทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ดี และมีการระบายน้ำดี มีค่าความเป็น กรด – ด่าง ของดินระหว่าง 5.5 – 6.8 (ชอบดิน เป็นกรดเล็กน้อย) ชอบอากาศแห้ง ดินไม่ชื้นแฉะ และน้ำไม่ขัง ส่วนมากจะเริ่มปลูกในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม หรือหลังฤดูทำนา แต่สามารถปลูกได้ดีในปลายฤดูฝนและต้นฤดูหนาว คือช่วงเดือนกันยายน-ตุลาคม และปลูกได้ดีที่สุดคือ ช่วงเดือนพฤศจิกายน – กุมภาพันธ์

2.1.6 การเก็บเกี่ยว

ฟักทองเป็นพืชผักที่แมลงไม่ค่อยชอบทำลาย เมื่อผลแก่เก็บเกี่ยวได้เลยโดยสังเกตสีเปลือก สีจะกลมกลืนเป็นสีเดียวกันไม่แตกต่างกันมากนัก ดูนวลขึ้นเต็มทั้งผล คือมีนวลขึ้นตั้งแต่ขั้วจนตลอดก้นผล แสดงว่าแก่จัด การเก็บควรเหลือขั้วติดไว้ด้วยสักพอประมาณเพื่อช่วยให้เก็บรักษาได้นานขึ้น สามารถเก็บผลไว้รอขาย หรือบริโภคได้นานๆโดยไม่ต้องใส่ตู้เย็น

2.1.7 การให้ผลผลิต

ผลฟักทองจะทยอยเก็บได้ 5 – 6 ครั้ง โดยเก็บได้เรื่อยๆ ถ้าปลูกเดือนกุมภาพันธ์ จะเก็บผลได้เดือนมิถุนายน (พันธุ์หนัก) ทยอยเก็บไปได้เรื่อยๆ จนเดือนกรกฎาคม ต้นหนึ่งให้ผลผลิต 5 – 7 ผล 1 ไร่ให้ผลผลิตประมาณ 1 – 1.5 ตัน ถ้าดูแลรักษาใส่ปุ๋ยดีจะให้ผลผลิตถึง 2 ตัน (น้ำหนักสด) ถ้าพันธุ์เบาปลูกได้ 50 – 60 วัน ก็เก็บผลได้

2.2 ไขมันและน้ำมัน

2.2.1 ลิปิด

ลิปิดเป็นสารอินทรีย์ประเภทไขมัน หรือมีลักษณะคล้ายไขมัน ซึ่งมีในพืชและสัตว์ทั่วไป ลิปิดเป็นสารที่มีสมบัติทั่วๆไป คือ

1. ไม่ละลายในน้ำ
2. ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น แอลกอฮอล์ อีเทอร์ อาซิโตน และคาร์บอนเตตระคลอไรด์
3. ประกอบด้วย คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน บางครั้งก็มีไนโตรเจนและฟอสฟอรัสด้วย
4. ปฏิกริยาไฮโดรไลซีสให้กรดไขมันหรือรวมกับกรดไขมันให้เอสเทอร์
5. มีส่วนร่วมในเมตาบอลิซึมของพืชและสัตว์ (ศศิเกษมและพรรณี,2530)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 <u>การจำแนกประเภทของลิปิด</u>

2.2.2.1 ลิปิดธรรมดา หรือ ลิปิดเป็นกลาง (simple lipids , Neutral lipids)เป็นสารประกอบอินทรีย์จำพวกเอสเทอร์ของกรดไขมัน กับแอลกอฮอล์ แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ

2.2.2.1.1 น้ำมันและไขมัน (fats) เป็นเอสเทอร์ของกรดไขมัน กับ กลีเซอรอล เอสเทอร์ชนิดนี้ เรียกว่า กลีเซอไรด์ (glyceride)หากเป็นเอสเทอร์ชนิดที่เป็นของเหลวจะเรียกว่า น้ำมัน (oil) และถ้าเป็นของแข็งจะเรียกว่า ไขมัน (fat) กลีเซอไรด์แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ โมโนกลีเซอไรด์ (monoglyceride) ไดกลีเซอไรด์ (diglyceride) และไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) โดยขึ้นกับจำนวนโมเลกุลของกรดไขมันที่ทำปฏิกิริยากับกลีเซอรอล 1 โมเลกุล

2.2.2.1.2 ไข (wax) เป็นเอสเทอร์ของกรดไขมันกับแอลกอฮอล์ที่ไม่ใช่กลีเซอรอล โดยอาจเป็นเอสเทอร์ของกรดไขมัน กับ โมโนไฮดรอกซีอะลิฟาติกแอลกอฮอล์ เช่น สารพวก true waxes , เอสเทอร์ของคอเรสเตอรอล เอสเทอร์ของวิตามินเอ และดี

2.2.2.2 ลิปิดเชิง ประกอบ (compound lipids)

เป็นเอสเทอร์ของกรดไขมันและแอลกอฮอล์และมีสารประกอบอื่นรวมอยู่ด้วย แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

2.2.2.2.1 ฟอสโฟลิปิด (phospholipids) เป็นเอสเทอร์ของกรดไขมัน แอลกอฮอล์ หมู่ฟอสเฟต และสารประกอบกลุ่มอื่นๆ โดยส่วนใหญ่จะมีไนโตรเจนประกอบอยู่

2.2.2.2.2 ไกลโคลิปิด (glycolipids) เป็นเอสเทอร์ของกรดไขมัน และแอลกอฮอล์ที่มีกลุ่มของคาร์โบไฮเดรต เช่น กลูโคส หรือ กาแลคโตส และไนโตรเจนรวมอยู่ด้วย

2.2.2.2.3 ลิโปโปรตีน (lipoprotein) เป็นสารประกอบเอสเทอร์ของกรดไขมัน และแอลกอฮอล์รวมอยู่กับโมเลกุลของโปรตีน

2.2.2.3 อนุพันธ์ลิปิด (derived lipids)

เป็นสารประกอบที่เป็นอนุพันธ์ของไขมัน หรืออนุพันธ์ของไขมันประกอบ มีคุณสมบัติเหมือนไขมันได้แก่

2.2.2.3.1 กรดไขมัน (fatty acid)

2.2.2.3.2 แอลกอฮอล์ (alcohols) ซึ่งเป็นแอลกอฮอล์ชนิดที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่และโครงสร้างไม่แตกแขนง ยกเว้นบางชนิดที่มีโครงสร้างซับซ้อน เช่น สเตอรอล (sterol) ซึ่งเป็นสารประกอบที่จัดอยู่ในกลุ่มของสเตอรอยด์ (steroid) (วรรณา,2536)

2.2.3 <u>ไขมันและน้ำมัน</u>

เป็นเอสเทอร์ของของกรดไขมันกับกลีเซอรีน ไขมันจะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง ส่วนน้ำมันจะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง ไขมันและน้ำมันจะมีส่วนประกอบทางเคมีเหมือนกัน กรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไขมันที่มีในไขมันและน้ำมันอาจเป็นชนิดเดียวกันทั้ง 3 โมเลกุล หรือคนละชนิดก็ได้ ไขมันหรือน้ำมันจากสัตว์มีกรดไขมันที่อิ่มตัวอยู่มากและมักเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง ไขมันและน้ำมันจากสัตว์ได้แก่ ไขมันในเนื้อสัตว์ ไขมันในไข่แดง ไขมันในนม และน้ำมันหมู ส่วนไขมันและน้ำมันจากพืชมีกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวอยู่มาก (ยกเว้นน้ำมันมะพร้าว) ได้แก่ น้ำมันรำ น้ำมันถั่ว น้ำมันมะกอก น้ำมันข้าวโพด น้ำมันดอกคำฝอย และน้ำมันดอกทานตะวัน เป็นต้น (ศศิเกษมและพรรณี,2530)

2.2.4 <u>กรดไขมัน</u>

ในธรรมชาติกรดไขมันเกิดขึ้นในรูปที่เป็นองค์ประกอบของไตรกลีเซอไรด์อยู่ในไขมันและน้ำมัน ที่พบในรูปของกรดไขมันอิสระมีน้อย จำนวนคาร์บอนในโมเลกุลของกรดไขมันเป็นเลขคู่เสมอ เพราะการสังเคราะห์กรดไขมันมีสารเริ่มต้นเป็นหมู่อะเซทิล ซึ่งมีคาร์บอน 2 อะตอมมาต่อกันเป็นโมเลกุลที่ใหญ่ขึ้น พันธะในโมเลกุลของกรดไขมันมีทั้งที่เป็นพันธะเดี่ยวและพันธะคู่ กรด ไขมันที่มีพันธะเดี่ยวทั้งหมด เรียกว่า กรดไขมันชนิดอิ่มตัว (saturated fatty acid) ส่วนกรดไขมันที่มีพันธะคู่ 1 อัน หรือมากกว่า 1 อัน เรียกว่า กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) กรด ไขมันที่พบในอาหารจะมีจำนวนคาร์บอนตั้งแต่ 4 ถึง 24 อะตอม ส่วนที่พบมากในร่างกายมีจำนวนคาร์บอน 16 ถึง 20 อะตอม ชนิดของกรดไขมันที่พบในร่างกายคนและที่เป็นส่วนประกอบในโมเลกุลของลิปิด แสดงในตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 แสดงชนิดของกรดไขมันที่พบในร่างกายคน

DESCRIPTIVE NAME	SYSTEMATIC NAME	CARBON ATOMS	DOUBLE BONDS	POSITION OF DOUBLE BONDS
Acetic	-	2	0	
Butyric	-	4	0	
Caprylic	Octanoic	8	0	
Palmitic	Hexadecanoic	16	0	
Stearic	Octadecanoic	18	0	
Oleic	Octadecenoic	18	1	9
Linoleic	Octadecadienoic	18	2	9 , 12
Linolenic	Octadecadienoic	18	3	9 , 12 , 15
ɣ-Linolenic	Octadecadienoic	18	3	6 , 9 , 12
Arachidonic	Eicosatetraenoic	20	4	5 , 8 , 11 , 14

ที่มา: นิธิยา (2529)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 2 แสดงกรดไขมันและแหล่งของกรดไขมันที่พบในธรรมชาติ

ชื่อ	จำนวนคาร์บอน	จำนวนพันธะคู่	แหล่งที่พบมาก
Saturated Fatty Acid			
Butyric acid	4	-	Butter fat
Caproic acid	6	-	Butter fat , Coconut & palm nut oils
Caprylic acid	8	-	Butter fat , Coconut & palm nut oils
Capric acid	10	-	Butter fat , Coconut & palm nut oils
Lauric acid	12	-	Butter fat , Coconut & palm nut oils
Myristic acid	14	-	Animal & plant fat
Palmitic acid	16	-	Practically all animal & plant fats
Stearic acid	18	-	Animal & minor component of plant fat
Arachidic acid	20	-	Peanut oils , rambutan tallow
Unsaturated Fatty Acid			
Palmitoleic acid	16	1	Fish fat , plant fat
Oleic acid	18	1	Olive oil , coco butter , peanut oil
Linoleic acid	18	2	Sunflower oil , corn oil , cotton seed oil
Linolenic acid	18	3	Linseed oil , soy bean oil
Arachidonic acid	20	4	Animal fat
Other Fatty Acid			
Tuberculostearic acid	18	-	Tubercle bacilli
Ricinoleic acid	18	1	Castor oil
Chaulmocgric acid	18	1	Chaulmocgra oil

ที่มา: นิธิยา (2529)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4..1 กรดไขมันชนิดอิ่มตัว

กรดไขมันชนิดอิ่มตัวมีสูตรทั่วๆไปเป็น $C_nH_{2n}O_n$ เป็นกรดไขมันที่พันธะของคาร์บอนในโมเลกุลไม่สามารถรับไฮโดรเจนได้อีก กรดไขมันที่มีน้ำหนักโมเลกุลน้อย ได้แก่ กรดอะซิติก (คาร์บอน 2 อะตอม) และกรดบิวทีริด (คาร์บอน 4 อะตอม) เป็นกรดไขมันที่ละลายได้ดีในน้ำ กรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนตั้งแต่ 6 – 10 อะตอม ละลายน้ำได้เพียงเล็กน้อย ส่วนกรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนตั้งแต่ 12 อะตอมขึ้นไป ไม่ละลายน้ำ กรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนต่ำกว่า 10 อะตอม จะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง ส่วนกรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนตั้งแต่ 10 อะตอมขึ้นไป จะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง ตัวอย่างกรดไขมันชนิดอิ่มตัวแสดงในตารางที่ 2

2.2.4.2 กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว

กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยๆตามจำนวนพันธะคู่ได้ดังนี้

2.2.4.2.1 Monounsaturated Fatty Acid

เป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพนธะคู่ในโมเลกุลเพียง 1 อันมีสูตรทั่วๆไปเป็น $C_nH_{2n-1}COOH$ ตัวอย่างเช่นกรดโอเลอิก (oleic acid) กรดปาลมิโตเลอิก (palmitoleic acid) กรดไขมันทั้งสองชนิดนี้พบในไขมันทั่วไป

2.2.4.2.2 Polyunsaturated Fatty Acid

เป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่มากกว่า 1 อัน

ก. กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่ 2 อัน มีสูตรทั่วๆไปเป็น $C_nH_{2n-3}COOH$ ได้แก่ กรดลิโนเลอิก (linoleic acid) มีคาร์บอนในโมเลกุล 18 อะตอม มีพันธะคู่อยู่ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 9 และ 12 พบมากในน้ำมันพืช เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันงา น้ำมันถั่วลิสง น้ำมันข้าวโพด น้ำมันเมล็ดฝ้าย และน้ำมันเมล็ดทานตะวันเป็นต้น

ข. กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่ 3 อัน มีสูตรทั่วๆไปเป็น $C_nH_{2n-5}COOH$ ได้แก่ กรดลิโนเลนิก (linolenic acid) มีคาร์บอนในโมเลกุล 18 อะตอม มีพันธะคู่อยู่ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 9 , 12 และ 15 พบมากในน้ำมันพืช เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมัน linseed น้ำมันปลา และน้ำมันจากปลาทะเลต่างๆ

ค. กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่ 4 อัน มีสูตรทั่วๆไปเป็น $C_nH_{2n-7}COOH$ ได้แก่ กรดอะราดิโดนิค (arachidonicnic acid) มีคาร์บอนในโมเลกุล 20 อะตอม มีพันธะคู่อยู่ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 5 , 8 , 11 และ 14 พบเป็นจำนวนน้อยในน้ำมันถั่วลิสง แต่พบมากในน้ำมันตับปลา และน้ำมันจากปลาทะเลต่างๆ

2.2.5 <u>กระบวนการสกัดน้ำมันจากแหล่งวัตถุดิบและการทำให้บริสุทธิ์</u>

กระบวนการสกัดที่เหมาะสมจะพิจารณาจากเงื่อนไขดังนี้

1. เป็นกระบวนการที่ไม่ทำลายคุณภาพน้ำมันและไขมันที่สกัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ช่วยทำให้น้ำมันที่สกัดได้ปราศจากสิ่งปนเปื้อนที่ไม่ต้องการ

3. ช่วยให้สามารถสกัดน้ำมันออกมาได้มากที่สุด

4. เป็นวิธีที่ประหยัด

5. เป็นกระบวนการที่ทำให้กากหลังการสกัดมีมูลค่ามากที่สุดเท่าที่จะทำได้

โดยทั่วไปการสกัดน้ำมันหรือไขมันจากสัตว์หรือพืชจะใช้วิธีที่แตกต่างกัน คือ ในกรณีที่วัตถุดิบเป็นเนื้อสัตว์มักจะมีน้ำมันมาก จะใช้วิธีการเจียว (rendering)โดยมีการเตรียมเพียงการตัดแต่ง และทำความสะอาดก่อนนำไปเจียว ส่วนการสกัดน้ำมันจากเนื้อเยื่อพืชจะยุ่งยากกว่าโดยเฉพาะกรณีเมล็ดจะมีส่วนที่เป็นของแข็งมากกว่าน้ำมัน การสกัดจึงประกอบด้วยกระบวนการทำความสะอาดแยกสิ่งปนเปื้อน นอกจากนี้ควรมีการลดขนาดวัตถุดิบ ให้ความร้อน และความดัน เพื่อให้การสกัดน้ำมันในขั้นตอนต่อไปมีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่วนขั้นตอนการสกัดอาจเลือกใช้การบีบอัดหรือการสกัดด้วยตัวทำละลายตามความเหมาะสม

2.2.5.1 การสกัดแบบเจียว (rendering)

นิยมใช้กับเนื้อเยื่อไขมันจากสัตว์ที่มีลักษณะอ่อนและมีไขมันสูงโดยที่หลักการคือ การให้ความร้อนจนผนังเซลแตกและไขมันเปลี่ยนสภาพเป็นของเหลวไหลออกมาได้ง่ายการเจียวทำได้ 2 แบบ คือ

2.2.5.1.1 การเจียวแบบแห้ง (dry rendering) ทำการเจียวในภาชนะเปิดโดยไม่ให้เนื้อเยื่อเปียกน้ำ อุณหภูมิที่ใช้อยู่ระหว่าง 220 – 230 องศาฟาเรนไฮต์ หลังการเจียวเสร็จจะแยกไขมันออกจากกากโดยแยกด้วยเครื่องเหวี่ยง แล้วนำกากไปบีบอัดน้ำมันที่ยังหลงเหลืออีกเพื่อนำไปรวมกับน้ำมันที่แยกได้ส่วนแรก ส่วนที่เหลือจากการอัดจะนำไปใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์ต่อไป ไขมันที่สกัดได้จากวิธีนี้จะมีคุณภาพไม่ค่อยดี เพราะไขมันบางส่วนได้รับความร้อนสูงจากการสัมผัสกับผิวภาชนะโดยตรง จึงทำให้มีสีคล้ำเนื่องจากการเกิดออกซิเดชั่น

2.2.5.1.2 การเจียวแบบเปียก (wet rendering) ทำได้โดยการพ่นไอน้ำลงบนเนื้อเยื่อไขมันในภาชนะปิดที่ความดันต่ำประมาณ 45 –75 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ใช้เวลา 3 – 6 ชั่งโมง โดยควรทำในระบบสูญญากาศเพื่อป้องกันการเกิดออกซิเดชั่นและช่วยลดเวลาในการสกัดลง ความร้อนจากไอน้ำจะทำให้ผนังเซลถูกทำลายและยอมให้ไขมันออกมาได้ วิธีนี้เหมาะสำหรับกรณีที่ต้องการผลิตภัณฑ์ที่มีสี กลิ่น รส และคุณภาพการเก็บดี แม้จะมีประสิทธิภาพการสกัดค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับวิธีเจียวแห้ง

2.2.5.2 การสกัดโดยการบีบอัด (Hydraulic pressing)

การสกัดโดยการบีบอัดเป็นวิธีที่นิยมใช้กับเมล็ดพืชน้ำมัน เครื่องบีบมีหลายชนิดและกระบวนการมีทั้ง batch pressing และ continous pressing ซึ่งอาจเป็น cold pressing หรือ hot pressing ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. cold pressing นิยมใช้กับเมล็ดพืชที่มีปริมาณน้ำมันสูง เช่น งา ถั่วลิสง ถั่วเหลือง มะกอก และมะพร้าว เป็นต้น แรงกดที่ให้แก่เนื้อเยื่อของเมล็ดพืชจะทำให้ผนังเซลแตก บีบเอาน้ำมันแยกออกมา น้ำมันที่ได้นำไปใช้ได้เลยโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์

น้ำมันงาและน้ำมันถั่วลิสงที่สกัดแยกโดยวิธีนี้จะมีกลิ่นหอมคล้าย nutty flavour ส่วนน้ำมันมะกอกจะมีกลิ่นแรง แต่เป็นกลิ่นที่คนยอมรับ อย่างไรก็ดีการทำ cold pressing มีประสิทธิภาพต่ำ เพราะกากยังมีเปอร์เซนต์น้ำมันเหลืออยู่อีกมาก

ข. hot pressing มีประสิทธิภาพต่ำกว่า cold pressing กากที่เหลือจาก cold pressing จะนำมาทำต่อโดยใช้ hot pressing ซึ่งอาจเป็นเครื่องอัดแบบไฮโดรลิค (hydraulic batch press) หรือเครื่องอัดแบบสกรู (continuous screw press) หรือ expeller การสกัดแยกน้ำมันโดยวิธีเหล่านี้ใช้ความดันประมาณ 1 – 15 ตันต่อตารางนิ้ว และจะมีน้ำมันเหลืออยู่ในกากเพียง 2 – 4 เปอร์เซนต์เท่านั้น

เมล็ดพืชก่อนนำไปทำการบีบ ต้องทำความสะอาดแยกเอาสิ่งปลอมปนอื่นๆ เช่น เศษดิน ฝุ่น ก้อนอิฐหรือก้อนหินเล็กๆ และแยกเอาส่วนที่ไม่ให้น้ำมัน เช่น เศษเปลือกออกเสียก่อน โดยใช้ตะแกรงร่อนเอาสิ่งที่ใหญ่และเล็กกว่าเมล็ดพืชออกไป เมล็ดพืชที่สะอาดจะถูกนำไปบดหรือทำให้แตกเป็นชิ้นเล็กๆเพื่อให้บีบเอาน้ำมันออกมาได้ง่ายขึ้นเพราะการบดทำให้ผนังเซลของเมล็ดแตกออก การบดยิ่งละเอียดเท่าไรก็ยิ่งบีบน้ำมันได้ง่ายขึ้น แต่ไม่เหมาะถ้าใช้สกัดด้วยตัวทำละลายเพราะการบดละเอียดเกินไปจะทำให้เป็นผงไปอุดทางเดินของสารละลาย ทำให้สารละลายไหลไม่สะดวกจึงต้องบดให้ละเอียดพอประมาณ หรืออัดเป็นแผ่นบางๆ

เมล็ดพืชบางชนิดหลังจากบดให้ละเอียดแล้วจะถูกนำไปนึ่งให้ร้อนเพื่อทำลายโปรตีนที่ผนังเซล และลดความหนืดของน้ำมัน ทำให้น้ำมันไหลออกมาได้ง่าย การนึ่งขึ้นอยู่กับ เวลา อุณหภูมิ ความชื้นของเมล็ดพืช และเครื่องมือที่ใช้บีบน้ำมัน เช่น เครื่องอัดแบบไฮโดรลิคจะให้ผลดีที่สุดเมื่อเมล็ดฝ้ายมีความชื้น 5 – 6 เปอร์เซ็นต์ ถ้าเป็นเครื่องอัดแบบสกรู ถั่วเหลืองควรมีความชื้นประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ มะพร้าวและเมล็ดงา ควรมีความชื้นประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ ถ้าเมล็ดพืชมีความชื้นสูงจะทำให้มีน้ำมันเหลืออยู่ในกากมาก

กากที่ได้จากเครื่องอัดแบบสกรูจะมีน้ำมันเหลืออยู่ประมาณ 3 – 9 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับความเร็วของการหมุนสกรู สกรูที่หมุนเร็วมากจะอัดเมล็ดพืชบีบน้ำมันเร็ว น้ำมันจะเหลืออยู่ในกากมาก กากที่เหลือจากการบีบด้วยเครื่องอัดซึ่งมีน้ำมันเหลืออยู่ จะถูกนำไปสกัดแยกเอาน้ำมันที่เหลือออกอีกครั้งหนึ่งโดยใช้วิธีสกัดด้วยตัวทำละลายหรืออาจส่งกากขายให้กับโรงงานทำอาหารสัตว์

2.2.5.3 การสกัดด้วยตัวทำละลาย (solvent extraction)

การสกัดด้วยตัวทำละลายเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดไม่ว่าจะใช้วัตถุดิบชนิดใดก็ตาม จัดว่ามีข้อได้เปรียบมากที่สุด เช่น เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอัดซึ่งทำให้เหลือน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตกค้างในกากประมาณร้อยละ 2 – 3 เป็นอย่างต่ำ ในขณะที่การสกัดด้วยตัวทำละลายจะเหลือน้ำมันตกค้างในกากไม่เกินร้อยละ 1

วิธีการทำได้โดยให้ตัวทำละลายไหลซึมผ่านเมล็ดที่บดละเอียด น้ำมันที่อยู่ในเมล็ดจะละลายออกมากับตัวทำละลาย เมื่อน้ำมันละลายออกมาหมดแล้ว นำไปกลั่นแยกเอาตัวทำละลายออก สารละลายของน้ำมันในตัวทำละลายบางที่เรียกว่า miscella

น้ำมันที่ได้ออกมาเป็นน้ำมันที่ไม่บริสุทธิ์ เรียกว่า crude oil มักมีสารประกอบต่างๆปนอยู่มากมาย ต้องนำไปผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ต่อไป

มีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่อประสิทธิภาพการสกัดไขมันและน้ำมัน ได้แก่

ก. ปริมาณของตัวทำละลาย ถ้าใช้ปริมาณตัวทำละลายในการสกัดมากจะทำให้สกัดน้ำมันออกมาได้มาก มีน้ำมันเหลืออยู่ในกากน้อย แต่ถ้าใช้ตัวทำละลายมากก็ต้องใช้เวลานานในการกลั่นแยกเอาตัวทำละลายออก ทำให้เกิดการสูญเสียตัวทำละลายที่ระเหยออกไปสูงขึ้นด้วย ดังนั้นตัวทำละลายที่ใช้ควรมีปริมาณที่เหมาะสม โดยปกติการสกัดน้ำมันจากเมล็ดถั่วเหลือง เมล็ดนุ่น และเมล็ดฝ้าย จะใช้ตัวทำละลายต่อน้ำหนักของเมล็ดพืชที่สกัดในอัตราส่วนหนึ่งต่อหนึ่ง

ข. ชนิดของตัวทำละลาย มีตัวทำละลายหลายชนิดที่ใช้ในการสกัดน้ำมัน ตัวทำละลายแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป ต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับชนิดของเมล็ดพืช และไม่เป็นพิษแก่ร่างกาย ตัวทำละลายที่นิยมใช้มากที่สุดคือ เฮกเซน

ค. อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัด การสกัดน้ำมันตัวทำละลายต้องมีอุณหภูมิสูงประมาณ 60 องศาเซลเซียส เพื่อช่วยทำให้น้ำมันละลายออกมาจากเมล็ดพืชได้ง่าย

ง. ความหนาของแผ่นเมล็ดพืชอัด เมล็ดพืชก่อนนำมาสกัดจะถูกบดให้แตกเป็นชิ้นเล็กๆแล้วอัดให้เป็นแผ่น ปล่อยให้ตัวทำละลายไหลเข้าไปสัมผัส ถ้าเมล็ดพืชถูกบดให้ละเอียดเกินไปจะอัดกันแน่น ตัวทำละลายซึมผ่านเข้าไปได้ยาก ความหนาของแผ่นเมล็ดถั่วเหลืองที่เหมาะสมประมาณ 0.014 นิ้ว

จ. ความชื้นของเมล็ดพืช เมล็ดพืชที่นำมาสกัดน้ำมันไม่ควรมีความชื้นสูงเกิน 10 เปอร์เซ็นต์ และตัวทำละลายจะต้องไม่มีน้ำหรือความชื้นปนอยู่ เพราะจะทำให้สกัดน้ำมันออกได้ยาก

ฉ. เวลาที่ใช้ในการสกัด การสกัดน้ำมันด้วยตัวทำละลายต้องใช้เวลานานพอสมควร เพื่อให้ตัวทำละลายสามารถสกัดเอาน้ำมันออกมาให้ได้มากที่สุด โดยทั่วๆไปจะใช้เวลาประมาณ 1 – 2 ชั่วโมง

ข้อดีของการสกัดน้ำมันด้วยตัวทำละลาย

1. น้ำมันที่สกัดได้เทียบกับน้ำหนักวัตถุดิบมีอัตราร้อยละสูงกว่าวิธีแบบอื่นๆ

2. ทำให้ได้กากที่ปราศจากไขมันและได้กากโปรตีนที่ไม่เสียสภาพเนื่องจากไม่ได้ใช้ ความร้อนร่วมในกระบวนการสกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ได้น้ำมันที่มีคุณภาพสูงเนื่องจากมีการใช้ความร้อนเข้ามาเกี่ยวข้องน้อยในกระบวนการสกัด

4. ช่วยรักษาส่วนของวิตามินที่ละลายในไขมันที่อยู่ในวัตถุดิบ เช่น วิตามินเอ วิตามินอี เนื่องจากใช้ความร้อนไม่สูงในกระบวนการสกัด

ข้อเสียของการสกัดน้ำมันด้วยตัวทำละลาย

1. เครื่องมือที่ใช้สกัดมีราคาสูงเมื่อเทียบกับวิธีอื่น

2. ตัวทำละลายที่ใช้ติดไฟง่าย

3. สำหรับวัตถุดิบบางชนิด เช่น เมล็ดฝ้ายมีสารที่เป็นพิษต่อสัตว์ที่ไม่ใช่สัตว์เคี้ยวเอื้อง (non – ruminant) เนื่องจากความร้อนที่ใช้ในกระบวนการนี้ไม่เพียงพอในการทำลายพิษดังกล่าว

ปริมาณน้ำมันในพืชและเมล็ดพืชน้ำมันที่ปลูกในประเทศไทยแสดงดังตารางที่ 3.

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณน้ำมันในพืชและเมล็ดพืชน้ำมันที่ปลูกในประเทศไทย

ชนิดพืช	%น้ำมัน
มะพร้าว	50 – 75
ปาล์ม	35 – 55
ถั่วลิสง	45 – 55
งา	44 – 54
ทานตะวัน	25 – 40
คำฝอย	28 – 37
นุ่น	21 – 24
ฝ้าย	18 – 24
ถั่วเหลือง	18 – 22
กระเจี๊ยบ	18 – 20
รำข้าว	8 – 20
ข้าวโพด	3 – 7

ที่มา: ประเทืองศรี (2539)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6 ขั้นตอนในกรรมวิธีการผลิตและการวิเคราะห์น้ำมันโดยทั่วไปมีดังนี้

2.2.6.1 การเตรียมวัตถุดิบก่อนการสกัด ได้แก่

2.2.6.1.1 การทำแห้ง (pre – drying) มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความชื้นในวัตถุดิบ โดยมีเหตุผลหลายประการคือ

1. ทำให้สามารถตัดหรือบดวัตถุดิบให้มีขนาดเล็กลงได้ง่ายขึ้น
2. วัตถุดิบที่มีน้ำมากเกินไปอาจทำให้การสกัดไม่ได้ผลเท่าที่ควรโดยเฉพาะกรณีที่ใช้ตัวทำละลายในการสกัดเป็นอีเทอร์ หรือปิโตรเลียมอีเทอร์
3. ช่วยให้ไขมันหรือน้ำมันแยกออกจากเซลของตัวอย่างที่ใช้ในการสกัดได้ดีขึ้น
4. ทำให้สภาพอิมัลชั่นที่มีอยู่สูญเสียไปทำให้สามารถสกัดเอาไขมันที่มีอยู่ได้ง่ายกว่าเดิม

การเลือกอุณหภูมิที่ใช้ทำแห้งมักใช้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส เพื่อเลี่ยงการเกิดออกซิเดชั่นของไขมัน โดยมีความร้อนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา และใช้ความดันต่ำกว่า 760 มิลลิเมตรปรอทหรืออาจใช้ตู้อบที่มีการกำจัดไอน้ำออกให้รวดเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ ความชื้นที่เหมาะสมหลังการทำแห้งควรจะอยู่ในช่วงร้อยละ 5 – 7

2.2.6.1.2 การกำจัดสิ่งปนเปื้อน (decontamination) เพื่อกำจัดสิ่งปนเปื้อน เช่น หิน ดิน ทราย และโลหะที่เป็นปัจจัยในการส่งผลให้การบดวัตถุดิบไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร อาจใช้วิธีร่อนผ่านตะแกรง แล้วผ่านแท่งแม่เหล็กดูดแยกเศษโลหะออก สำหรับวัตถุดิบพวกเมล็ดฝ้าย หรือเมล็ดถั่วต่างๆ จะต้องกะเทาะเปลือกออกก่อน โดยอาจใช้การเป่าลม ลอยเปลือกในน้ำเกลือ หรือใช้สายพานที่ยกขึ้นทำให้เมล็ดซึ่งมีรูปร่างกลมไหลลงจากสายพานในขณะที่เปลือกนั้นแตกแล้วติดไปกับสายพาน

2.2.6.1.3 การบด (grinding) มีวัตถุประสงค์เพื่อลดขนาดอนุภาคของวัตถุดิบ เพื่อให้ตัวทำละลายสามารถแทรกซึมเข้าไปในตัวอย่างได้อย่างสมบูรณ์ ความละเอียดของอนุภาคจะพิจารณาให้เหมาะสมกับวิธีการสกัด โดยควรบดให้เป็นชิ้นเล็ก แต่ไม่ควรบดละเอียดจนเกินไป เพราะจะมีผลต่อการไหลของตัวทำละลายในระบบการสกัด โดยจะทำให้ระบบการกรองเกิดการอุดตันได้ และอาจเกิดการดูดซับน้ำมันที่สกัดได้บางส่วนทำให้ปริมาณน้ำมันที่สกัดได้น้อยลง

2.2.6.2 การสกัดด้วยตัวทำละลาย (solvent extraction)

การสกัดด้วยตัวทำละลายทำได้โดยการใช้ตัวทำละลายชะผ่านวัตถุดิบเพื่อสกัดไขมันและน้ำมันออกหลังจากนั้นระเหยเอาตัวทำละลายออกจากไขมันหรือน้ำมันที่สกัดได้ซึ่งเป็นน้ำมันดิบ (crude oil)

หลักในการเลือกตัวทำละลายที่ใช้สกัดควรพิจารณาจากปัจจัยดังนี้

1. สกัดไขมันหรือน้ำมันได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ไม่สามารถละลายสารที่ไม่ใช่ไขมันหรือน้ำมัน เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต กรดอะมิโน สเตอรอล และฟอสโฟลิปิด

3. ระเหยง่ายและไม่ตกค้าง

4. มีจุดเดือดต่ำ

5. ไม่ติดไฟ

6. ไม่เป็นพิษ

7. ซึมเข้าในอนุภาคของวัตถุดิบได้ง่าย

8. ควรเป็นสารองค์ประกอบเดี่ยวเพื่อป้องกันการแยกชั้นของตัวทำละลายเมื่อใช้ในการสกัด

อัตราส่วนของตัวทำละลายกับวัตถุดิบที่ใช้ขึ้นอยู่กับชนิดวัตถุดิบ วิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายที่เลือกใช้ และปัจจัยอื่นๆ โดยความเหมาะสมอาจได้จากการทดลองโดยใช้การประมวลผลทางสถิติช่วย

2.2.6.3 การทำให้บริสุทธิ์ (refining)

หลังจากได้น้ำมันดิบแล้วการจะผลิตเป็นน้ำมันเพื่อการบริโภคจะต้องผ่านขั้นตอนที่ทำให้น้ำมันมีความบริสุทธิ์และมีคุณภาพดีเพียงพอ โดยน้ำมันที่ดีต้องไม่มีสารอื่นปนอยู่นอกจากสารไตรกลีเซอไรด์ และวิตามินอี ดังนั้นสิ่งอื่นที่อาจมีอยู่จึงเป็นสิ่งปนเปื้อน ซึ่งรวมถึงกรดไขมันอิสระ โมโนและไดกลีเซอไรด์ ฟอสฟาไทด์ สเตอรอยด์ ไฮโดรคาร์บอน รงควัตถุ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน วิตามินอื่นๆ เป็นต้น ซึ่งสิ่งปนเปื้อนเหล่านี้จะต้องถูกกำจัดออกโดยกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ ซึ่งทำได้หลายกระบวนการซึ่งให้ผลแตกต่างกัน ดังนี้

2.2.6.3.1 การกำจัดสารเมือก (degumming) สารเมือกเป็นสารประกอบเชิงซ้อนซึ่งมีรูปแบบโมเลกุลที่หลากหลายในโมเลกุล แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ละลายในน้ำและกลุ่มที่ไม่ละลายในน้ำ เนื่องจากสารเมือกนี้มีคุณสมบัติเป็นอิมัลซิฟายเออร์ (emulsifier) และบางตัวสามารถทำปฏิกิริยากับโลหะพวกแคลเซี่ยม แมกนีเซียม เหล็ก และทองแดง ทำให้ความคงตัวต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของน้ำมันลดลง นอกจากนี้เมื่อถูกความร้อนน้ำมันจะเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มขึ้น และกลายเป็นน้ำมันที่มีคุณภาพต่ำลง ดังนั้นต้องกำจัดสารเมือกเหล่านี้ออกไปโดยใช้น้ำหรือสารละลายของกรด หรือเกลือของกรด ในปริมาณร้อยละ 2 – 3 ของปริมาณน้ำมัน เช่น ใช้สารละลายน้ำเกลือ หรือไพโรฟอสเฟตล้างเอาสารเมือกออกที่อุณหภูมิประมาณ 30 – 50 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นล้างเอาสารเมือกที่เกิดไฮเดรชั่น (hydration) หรือ ดีกราเดชั่น (degradation) ออกโดยการเหวี่ยงแยก โดยกระบวนการนี้อาจทำพร้อมกันกับขั้นตอนการแยกกรดไขมันอิสระโดยการทำให้เป็นกลางด้วยด่างเลยก็ได้ เนื่องจากในระบบที่มีด่างอยู่ด้วยจะช่วยให้สารเมือกละลายน้ำได้ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6.3.2 การทำให้เป็นกลางด้วยด่าง (neutralization) เป็นการกำจัดความเป็นกรดโดยการทำปฏิกิริยากับด่างที่อุณหภูมิที่เหมาะสม ซึ่งโดยส่วนมากด่างที่ใช้คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งกรดที่มีในน้ำมันได้แก่ กรดไขมันอิสระ และรงควัตถุที่เป็นกรด จะทำปฏิกิริยากับด่างแล้วได้สบู่ซึ่งจะกำจัดออกได้โดยการเหวี่ยงแยก

โดยปริมาณด่างที่เหมาะสมในการทำให้เป็นกลางนี้ควรทำให้น้ำมันหลังจากผ่านกระบวนการทำให้เป็นกลางแล้วสามารถทำให้ค่ากรดไขมันอิสระที่เหลืออยู่มีค่าระหว่างร้อยละ 0.01 – 0.03 จึงจะถือได้ว่าน้ำมันมีคุณภาพที่ดีเยี่ยม

การใช้ด่างในปริมาณที่มากเกินไปอาจจะไฮโดรไลซ์ไตรกลีเซอไรด์ที่มีอยู่ได้กรดไขมันอิสระ ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับด่างแล้วให้สบู่มากขึ้นทำให้สูญเสียน้ำมันบางส่วนไปได้

วิธีการในการทำให้เป็นกลางด้วยด่างอาจแตกต่างไปตามปัจจัยที่แตกต่างกัน เช่น ชนิด และค่าความเป็นกรดของน้ำมัน เป็นต้น ตัวอย่างวิธีการในการทำให้เป็นกลางด้วยด่าง เช่น ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือ โซเดียมคาร์บอเนตเข้มข้นร้อยละ 10 – 15 พ่นลงในน้ำมันที่อุณหภูมิ 75 – 85 องศาฟาเรนไฮด์ ซึ่งกวนตลอดเวลา แล้วเพิ่มอุณหภูมิจนถึง 130 – 185 องศาฟาเรนไฮด์ จะได้สบู่

2.2.6.3.3 การฟอกสี (Bleaching) เป็นกระบวนการที่ใช้แยกสารประกอบพวกรงควัตถุต่างๆ ซึ่งติดปนมากับน้ำมันออก รงควัตถุเหล่านี้ได้แก่ คลอโรฟิลล์และแคโรทีน การแยกเอาสารพวกรงควัตถุออกช่วยทำให้น้ำมันมีสีดีขึ้น กระบวนอื่นๆ ก็สามารถช่วยแยกสารประกอบพวกรงควัตถุได้ เช่น การทำให้เป็นกลางด้วยด่างสามารถแยกเอารงควัตถุที่ละลายในน้ำหรือที่มีคุณสมบัติเป็นกรดออกได้ การกำจัดกลิ่นช่วยแยกเอารงควัตถุที่ระเหยง่ายหรือกลั่นออกได้ด้วยไอน้ำ และพวกถูกทำลายได้ง่ายด้วยความร้อนออกได้ พวกรงควัตถุที่ถูกทำลายได้ง่ายด้วยความร้อน อาจสลายกลายเป็นสารประกอบชนิดใหม่ซึ่งไม่มีสีได้ นอกจากนั้นปฏิกิริยาการเติมไฮโดรเจน จะช่วยทำลายรงควัตถุที่รีดิวซ์ได้ง่ายด้วย

กระบวนการฟอกสีทำได้ง่ายโดยใช้ Bleaching agent ใส่ลงไปในน้ำมันที่มีอุณหภูมิประมาณ 160 – 180 องศาฟาเรนไฮด์ ในถังที่มีเครื่องกวนทำให้ร้อนขึ้นอีกจนอุณหภูมิถึง 220 – 240 องศาฟาเรนไฮด์ ประมาณ 20 – 30 นาที แล้วกรองเพื่อแยกเอา Bleaching agent ออกรงควัตถุจะถูกแยกออกมาพร้อม Bleaching agent ด้วย

Bleaching agent ที่นิยมใช้มี 3 ชนิดคือ

1. Neutral bleaching clay เช่น Fuller's earth และ alumina silicate
2. Acid process bleaching clay
3. Activated charcoal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Acid clay ทำได้โดยนำ clay มาผสมกับกรดกำมะถันหรือกรดเกลือ ส่วน charcoal ราคาค่อนข้างแพงกว่าชนิดอื่น และจะดูดน้ำมันไว้ด้วยเมื่อใช้ charcoal เพียงอย่างเดียว ดังนั้นจึงมักใช้ 5 - 10% โดยน้ำหนักของ Bleaching clay ผสมกับ charcoal ส่วน Acid clay จะเป็นตัวแยกเอารงควัตถุที่มีคุณสมบัติเป็นด่างออกจากน้ำมันได้

แซนโธฟิลด์เป็นรงควัตถุที่มีสีเหลือง ในโมเลกุลมีหมู่ไฮดรอกซิลเป็นโพลาร์ ซึ่งจะถูกแยกออกโดยใช้ Bleaching clay สำหรับคลอโรฟิลด์แยกออกโดยใช้ Acid clay หรือ charcoal ส่วนแคโรทีนมีมากในน้ำมันปาล์มและเป็นนอนโพลาร์ ซึ่งไม่สามารถแยกออกโดยวิธี adsorption แคโรทีนจะถูกทำลายได้โดยใช้ความร้อน นอกจากนี้แคโรทีนจะเปลี่ยนเป็นสารประกอบที่ไม่มีสีในกระบวนการกำจัดกลิ่น ส่วนไขมันจากสัตว์นิยมใช้ความร้อนในการฟอกสี

มีรงควัตถุบางชนิดที่ไม่สามารถแยกออกจากน้ำมันได้ คือรงควัตถุที่มีอยู่ในน้ำมันเมล็ดฝ้าย คือ gossypol ซึ่งจะมีปริมาณมากในน้ำมันเมล็ดฝ้ายที่ได้จากการบีบ หรือน้ำมันที่ได้จากเมล็ดฝ้ายที่เก็บไว้ในที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูง สาเหตุที่แยกไม่ออกเชื่อว่าอาจเป็นเพราะ gossypol ไปรวมตัวกับกรดไขมันบางชนิด เมื่อมีอุณหภูมิและความชื้นสูงทำให้แยกออกไม่ได้

2.2.6.3.4 การกำจัดกลิ่น (deodorization) เป็นกระบวนการกำจัดกลิ่นและflavour ออกจากไขมันและน้ำมันสารประกอบที่ถูกกำจัดออกเป็นพวกกรดไขมันอิสระ อัลดีไฮด์ คีโตน เปอร์ออกไซด์ รวมทั้งพวกสเตอรอล แวกซ์ โมโนกลีเซอไรด์ รงควัตถุบางชนิด และสารประกอบที่ได้จากปฏิกริยาออกซิเดชั่นของกรดไขมันสารที่ให้กลิ่นเหล่านี้จะมีอยู่ในน้ำมันประมาณ 0.2 – 0.5 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันที่ผ่านกระบวนการนี้แล้วไม่ควรมีสารเหล่านี้เหลืออยู่เกิน 1 เปอร์เซนต์ของที่มีอยู่เดิม

กระบวนการกำจัดกลิ่นเป็นการเป่าไอน้ำร้อนลงไปในน้ำมันร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 380 – 475 องศาฟาเรนไฮด์ ในภาชนะปิด ภายใต้ความดัน 6 – 12 มิลลิเมตรปรอท อุณหภูมิที่ใช้ต้องไม่สูงเกินไปเพราะจะทำให้เกิดโพลิเมอร์ได้ ในการทำมักนิยมใช้ batch system เป็นเครื่องมือที่มี large heated vessel มี steam sparger อยู่ด้านล่างและมี baffled vacuum ดูดออกอยู่ข้างบน น้ำมันจะถูกปั๊มเข้ามาขณะเย็นแล้วทำให้ร้อน กำจัดกลิ่นออก ทำให้เย็นอย่างรวดเร็วแล้วปั๊มออก ซึ่งใช้เวลาประมาณ 10 – 12 ชั่วโมง

ตามทฤษฎีการกำจัดกลิ่นจะทำให้น้ำมันที่ได้ไม่มีทั้งกลิ่นและ Flavour เลย อย่างไรก็ดีน้ำมันบางชนิดก็ยังมี flavour เหลืออยู่ ผู้ที่มีความชำนาญในการทดสอบเท่านั้นที่ตรวจพบได้ ส่วนการตรวจทางเคมีนั้นทำโดยการวัดค่าเปอร์ออกไซด์ ซึ่งต้องมีค่าเป็น 0 ในน้ำมันที่ผ่านกระบวนการกำจัดกลิ่นแล้วมักจะมีกรดไขมันอิสระเหลืออยู่ 0.02 – 0.04 % และมีโมโนกลีเซอไรด์เหลืออยู่ 0.3 – 0.5 % ไม่มีวิธีที่จะลดให้น้อยกว่านี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.7 <u>การตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของไขมันและน้ำมัน</u>

การตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของน้ำมันพืชแต่ละชนิด เป็นการตรวจสอบคุณลักษณะโดยเฉพาะเพื่อให้เหมาะสมสำหรับการบริโภค และความปลอดภัยของผู้บริโภค โดยกำหนดไว้เป็นมาตรฐานเดียวกัน ซึ่งมีค่าวิเคราะห์โดยเฉพาะอยู่หลายค่า ดังนี้

2.2.7.1 การตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี

2.2.7.1.1 การวิเคราะห์หากรดไขมันอิสระหรือค่าของกรด (Free fatty acid or acid value)

ค่ากรด (Acid value) ของน้ำมันหรือไขมันหมายถึง จำนวนมิลลิกรัมของโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ (Potassium hydroxide) ที่ต้องการสำหรับทำให้กรดไขมันอิสระเป็นกลางในตัวอย่างหนัก 1 กรัม การวิเคราะห์หาค่ากรดอาจกระทำได้ในรูปของค่ากรดไขมันอิสระ (Free fatty acid)

ค่ากรดที่วิเคราะห์ได้เป็นค่าแสดงบอกถึง การสลายตัวของกลีเซอไรด์ในน้ำมันและไขมัน ซึ่งเกิดขึ้นจากปฏิกริยาของเอนไซม์ไลเปส (Lipase) การสลายตัวของกลีเซอไรด์อาจเกิดขึ้นได้เนื่องจากความร้อนและแสงสว่าง ซึ่งถ้ามีปริมาณกรดสูงจะทำให้น้ำมันและไขมันเกิดกลิ่นหืนชนิด (hydrolytic rancidity) มีสีเข้มฟอกยากและทำให้น้ำมันแตกตัวมีปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้น ดังนั้นค่าของกรดต่ำแสดงว่าน้ำมันนั้นมีคุณภาพดี ค่ากรดจึงเป็นค่าที่ชี้บอกถึงสภาพและการยอมรับสำหรับการบริโภคน้ำมันและไขมัน

2.2.7.1.2 การวิเคราะห์หาค่าเปอร์ออกไซด์ (peroxide value)

Peroxide value คือ จำนวนมิลลิกรัมสมมูลของเปอร์ออกไซด์ต่อน้ำมันหรือไขมัน 1 กิโลกรัม น้ำมันและไขมันเมื่ออยู่ในขณะเก็บรักษาอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงทำให้มีกลิ่น และรสชาติผิดแผกไป หรือที่เรียกว่าเหม็นหืน ถ้าการเหม็นหืนเกิดเนื่องจากไขมันหรือ น้ำมันสัมผัสกับอากาศจะเกิดการเหม็นหืนที่เรียกว่า oxidative rancidity ได้ง่ายที่พันธะคู่ของกรด ไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ซึ่งเมื่อออกซิเจนทำปฏิกิริยากับน้ำมันจะเกิดสารเปอร์ออกไซด์ขึ้น น้ำมันและไขมันที่มีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเป็นส่วนประกอบในโมเลกุลมากหรือมีค่าไอโอดีนสูงจะเกิด oxidative rancidity ได้ง่าย ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีเกิดเป็นสารที่ระเหยได้และมีกลิ่นเกิดขึ้น

2.2.7.1.3 การวิเคราะห์หาค่าสปอนนิฟิเคชั่น (Saponification number or Saponification value)

ค่าสปอนนิฟิเคชั่นของน้ำมันและไขมัน หมายถึง จำนวนมิลลิกรัมของ Potassium hydroxide ที่ใช้ในการ sponify (alkaline hydrolysis) เพื่อทำให้กรดเกิดปฏิกริยาไฮโดรไลซิสโดยสมมูลเป็นกลางในตัวอย่างน้ำมันหรือไขมันหนัก 1 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

96501

ขณะเกิดปฏิกริยาสปอนนิฟิเคชั่น จะมีสบู่เกิดขึ้นดังตัวอย่าง

$$C_3H_5(C_{17}H_{25}COO)_3 + 3KOH \rightleftharpoons C_3H_5(OH)_3 + 3C_{17}H_{35}COOK$$

Stearin — Glycerol — Potassium stearate

น้ำมันและไขมันประกอบด้วยกรดไขมันที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำต้องการด่างสำหรับปฏิกริยาสปอนนิฟิเคชั่นสูง ดังนั้นค่าสปอนนิฟิเคชั่นจึงมีค่าในทางตรงกันข้ามกับน้ำหนักโมเลกุลของกรดไขมันในกลีเซอไรด์ ไขมันหรือน้ำมันที่โมเลกุลประกอบด้วยกรดไขมันที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำจะมีค่า S.V. สูง

2.2.7.1.4 การวิเคราะห์หาสารสปอนนิฟายไม่ได้ (Unsaponifiable matter)

Unsaponifiable matter หมายถึงสารประกอบที่เหลืออยู่ภายหลังการทำsaponification ซึ่งเป็นสารจำพวกไฮโดรคาร์บอน แอลกอฮอล์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง และสเตอรอล โดยปกติในไขมันและน้ำมันจะมี Unsaponifiable matter ไม่เกิน 2 %

2.2.7.1.5 การวิเคราะห์หาค่าไอโอดีน (Iodine value)

ค่าไอโอดีนของน้ำมันและไขมัน หมายถึง น้ำหนักของไอโอดีนที่ถูกดูดซึมด้วยตัวอย่างน้ำมันหรือไขมัน 100 ส่วนโดยน้ำหนัก น้ำมันและไขมันมีไตรกลีเซอไรด์ที่โครงสร้างประกอบด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว สามารถที่จะรวมตัวได้กับสารพวกฮาโลเจนได้จำนวนหนึ่ง ดังนั้นไขมันหรือน้ำมันจะทำปฏิกริยากับไอโอดีนที่ตำแหน่งพันธะคู่ของโมเลกุล ปฏิกริยาจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆในที่มืดไม่มีแสง ถ้ามีจำนวนพันธะคู่มากไอโอดีนจะถูก absorb มาก ค่าไอโอดีนจึงเป็นค่าที่แสดงถึงความไม่อิ่มตัวของกรดไขมัน (Degree of unsaturation) ของน้ำมันและไขมัน น้ำมันและไขมันที่มีความไม่อิ่มตัวสูงจะเกิดการเหม็นหืนเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นได้ง่ายยิ่งขึ้น

น้ำมันพืชที่มีค่าไอโอดีนสูงซึ่งแสดงว่ามีปริมาณกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวอยู่เป็นปริมาณมากนั้น ยังเป็นตัวชี้บ่งคุณค่าทางโภชนาการของไขมันหรือน้ำมันชนิดนั้นๆด้วย น้ำมันที่มีค่าไอโอดีนสูง จะมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เนื่องจากมีปริมาณกรดไขมันจำเป็นซึ่งเป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวมากด้วย

คุณสมบัติทางเคมีของไขมันและน้ำมันชนิดต่างๆแสดงดังตารางที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงคุณสมบัติทางเคมีของไขมันและน้ำมันชนิดต่างๆ

ชนิดของไขมันหรือน้ำมัน	Acid value	Iodine value	Saponification value	Unsaponifiable matter	Peroxide value
เนย	-	26-42	216-233	0.3-0.5	1.5-3.5
ไขวัว	-	40-48	190-200	0.2-0.3	0.5-0.6
น้ำมันหมู	-	53-77	190-202	0.2-0.4	0.4-0.6
น้ำมันปลาวาฬ	-	110-135	185-194	1.0-2.0	-
ไขแกะ	-	35-46	192-198	0.2-0.3	-
โคล่าบัตเตอร์	-	35-40	190-200	0.3-0.8	0.5
น้ำมันมะพร้าว	15	7-10	250-264	0.2-0.5	12-18
น้ำมันปาล์ม (kernel)	20	14-23	245-255	0.2-0.8	9-12
น้ำมันปาล์ม	15	44-54	195-205	0.2-0.8	0.2-0.3
น้ำมันข้าวโพด	1-2	103-130	187-193	1.3-2.0	-
น้ำมันเมล็ดฝ้าย	<1	99-113	189-198	0.6-1.5	-
น้ำมันลินสีด	3.5	170-204	188-196	0.5-1.6	-
น้ำมันมะกอก	2	80-88	188-196	0.5-1.7	-
น้ำมันถั่วลิสง	1	84-100	188-196	0.5-0.9	0.1-0.3
น้ำมันเรพสีด	2	97-108	170-180	0.5-1.5	-
น้ำมันงา	1-3	103-116	188-195	0.8-1.8	-
น้ำมันถั่วเหลือง	0.5	120-141	189-195	0.7-1.5	0.2-0.6
น้ำมันเมล็ดทานตะวัน	3	125-136	188-194	0.3-1.5	0.3

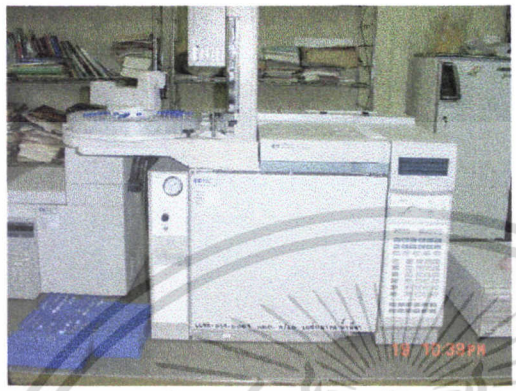
ที่มา: นิธิยา (2529)

2.2.7.1.6 การวิเคราะห์หาองค์ประกอบกรดไขมันโดยใช้ Gas Liquid Chromatography

Gas Liquid Chromatography (GLC) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์และแยกสารผสมที่ระเหยเป็นไอได้ง่าย เมื่อสารผสมระเหยกลายเป็นไอจะผ่านเข้าไปในคอลัมน์ซึ่งเป็นเฟสที่อยู่กับที่ประกอบด้วยของเหลวเคลือบอยู่บนของแข็งซับพอร์ท ของเหลวที่เป็นเฟสอยู่กับที่ต้องเป็นของเหลวที่มีความดันไอต่ำและมีความคงทนต่อความร้อนสูง สารผสมจะถูกพาออกจากคอลัมน์โดยก๊าซตัวพาซึ่งเป็นเฟสที่เคลื่อนที่ ส่วนประกอบต่างๆของสารผสมจะถูกแยกออกจากคอลัมน์ที่เวลาต่างๆกัน เนื่องจากการกระจายของสารผสมในระหว่างเฟสสองเฟสต่างกัน จึงทำให้สารแต่ละตัวใช้เวลาออกจากคอลัมน์ต่างกัน การกระจายของสารขึ้นกับ ความดันไอขององค์ประกอบของสารผสม และความสามารถในการดูดซึมของเฟสที่อยู่กับที่ การแยกโดยวิธีนี้จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ มวลโมเลกุล และโครงสร้างที่ต่างกันของสารผสม สารที่มีน้ำหนักโมเลกุลน้อยจะออกมาก่อน สารที่มีสูตรโครงสร้างที่ซับซ้อนมีกิ่งแขนงมากจะถูกดูดซับได้ดี ฉะนั้นการเลือกใช้เฟสที่อยู่กับที่จึงขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ต้องการแยก เครื่อง Gas Liquid Chromatography แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 เครื่อง Gas Liquid Chromatography

ส่วนประกอบสำคัญของเครื่อง Gas Liquid Chromatography

1. ก๊าซตัวพา

ที่นิยมใช้คือ He และ N_2 ส่วน H_2 มีใช้บ้าง การเลือกใช้ก๊าซตัวพาขึ้นอยู่กับชนิดของdetectors และต้องมีความบริสุทธิ์สูง ต้องไม่มีน้ำ และออกซิเจนปนอยู่

2. detectors

ในการวิเคราะห์นี้ใช้ Flame Ionization Detector , FID หลักการ คือ เมื่อสารอินทรีย์ออกจากคอลัมน์จะเข้าสู่ detector และจะถูกเผาโดยเปลวไฟที่เกิดจากการเผาไหม้ของก๊าซไฮโดรเจนในบรรยากาศของก๊าซออกซิเจน เกิดการไอออนไนเซชั่นได้อนุภาคโปรตรอนและ อิเล็คตรอน อนุภาคโปรตรอนจะวิ่งไปที่อิเลกโทรดของตัวเก็บ ทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างเปลวไฟกับอิเลกโทรดของตัวเก็บ และวัดออกมาในรูปของกระแสไฟฟ้า ค่าของกระแสไฟฟ้าจะเป็น สัดส่วนกับจำนวนอะตอมของคาร์บอนที่อยู่ในเปลวไฟ

3. เครื่องบันทึกผล (Recorder)

เครื่องบันทึกผลเป็นเครื่องที่ทำหน้าที่บันทึกข้อมูลที่ได้จาก detector และแปลงสัญญาณออกมาเป็น Peak chromatogram คอมพิวเตอร์จะคำนวณปรับพื้นที่ภายใต้พีคและแปลออกมาเป็นตัวเลข เนื่องจากไขมันเป็นสารที่ระเหยกลายเป็นไอได้ยาก ต้องใช้อุณหภูมิสูง จึงต้องนำไปทำอนุพันธ์ให้อยู่ในรูปที่ระเหยได้ง่าย เช่นการ esterification โดยทำ methylation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18373

การทำอนุพันธ์ (Derivatisation) มีหลายวิธี แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเพียงการ methylation ที่ใช้เพียงวิธีเดียว

เนื่องจากกรดไขมันเป็นสารที่มีพันธะไฮโดรเจนในโมเลกุล ทำให้สารนั้นมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลสูง ความดันไอต่ำ จุดเดือดสูง ถ้าฉีดสารเข้าคอลัมน์จะทำให้เกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างสารกับหมู่ที่มีสภาพขั้วของของแข็งซับพอร์ท มีผลให้พีคที่ได้มีหาง ซึ่งสามารถแก้ได้โดยแทนที่ไฮโดรเจนอะตอมให้เป็นอนุพันธ์ โดยปฏิกริยาอัลคิลเลชั่น ทำให้กรดไขมันอยู่ในรูปอัลคิลเอสเทอร์ โดยใช้ปฏิกริยา เอสเทอริฟิเคชั่น โดยนำกรดไขมันทำปฏิกริยากับกรด H_2SO_4 ในCH_3OH ดังสมการ

ปริมาณกรดลิโนเลอิกและองค์ประกอบกรดไขมันของน้ำมันพืชชนิดต่างๆ แสดงดังตารางที่ 5 และ6

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณกรดลิโนเลอิกในน้ำมันพืชที่ทำจากวัตถุดิบต่างๆ

ชนิดของน้ำมัน	ปริมาณกรดลิโนเลอิก (%)
ถั่วเหลือง	50-55
เมล็ดนุ่น	33-44
เมล็ดฝ้าย	42-54
รำข้าว	29-42
ข้าวโพด	39-42
ปาล์ม	1-2
มะพร้าว	1-12
น้ำมันหมู	0.2-1.4

ที่มา: ประเทืองศรี (2539)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ

ตารางที่ 9 แสดงองค์ประกอบกรดไขมันของไขมันและน้ำมันชนิดต่างๆ

กรดไขมัน	น้ำมันถั่วเหลือง	น้ำมันเมล็ดฝ้าย	น้ำมันข้าวโพด	น้ำมันถั่วลิสง	น้ำมันดอกคำฝอย	น้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน	น้ำมันมะกอก	น้ำมันรำข้าว	น้ำมันมะพร้าว	น้ำมันปาล์ม (kerned)	น้ำมันปาล์ม	น้ำมันหมู	ไขวัว
Caprylic acid	-	-	-	-	-	-	-	-	7.6	1.4	-	-	-
Capric acid	-	-	-	-	-	-	-	-	7.3	2.9	-	-	-
Lauric acid	-	-	-	-	-	-	-	-	48.2	50.9	0.1	0.3	-
Myristic acid	0.1	1.0	-	-	0.1	-	-	-	16.6	18.4	1.2	1.7	3.1
Myristoleic	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	0.4
Pentadecanoic acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-
Palmitic acid	10.5	25.0	11.5	11.0	6.7	7.0	16.9	18.9	8.0	8.7	46.8	26.2	29.1
Palmitoleic acid	-	0.7	-	-	-	-	1.8	-	1.0	-	-	4.0	34.0
Margaric acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	0.4
Heptadecenoic acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.4
Stearic acid	3.2	2.8	2.2	2.3	2.1	3.3	2.7	1.2	3.4	1.9	3.8	13.5	18.9
Oleic acid	22.3	17.1	26.6	51.0	12.9	14.3	61.9	42.8	5.0	14.6	37.5	42.9	44.0
Linoleic acid	54.5	52.7	38.7	30.9	77.5	75.4	14.8	35.8	2.5	1.2	10.0	9.0	0.3
Linolenic acid	8.3	-	0.8	-	-	-	0.6	0.7	-	-	-	0.3	-
Arachidic acid	0.2	-	0.2	0.7	0.5	-	0.4	-	-	-	0.2	0.2	-
Behenic acid	-	-	-	2.3	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-
Eicosenoic acid	0.9	-	-	-	0.5	-	0.1	-	-	-	0.3	0.8	-
Erucic acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Docosadienoic acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lignoceric acid	-	-	-	0.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tetracosenoic acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ที่มา: นิชิยา (2529)

2.2.7.2 การตรวจสอบคุณสมบัติทางฟิสิกส์

2.2.7.2.1 ความหนาแน่นสัมพัทธ์หรือความถ่วงจำเพาะ (Relative density or Specific gravity)

ความถ่วงจำเพาะใช้หาอัตราส่วนของน้ำหนักของตัวอย่างที่อุณหภูมิและปริมาตรเดียวกันต่ออัตราส่วนน้ำหนักของน้ำที่อุณหภูมิและปริมาตรเดียวกัน

ความถ่วงจำเพาะของไขมันหรือน้ำมันนิยมวัดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ยกเว้นกรณีที่ไขมันเป็นของแข็งและมีจุดหลอมเหลวสูง อาจวัดที่อุณหภูมิ 40 หรือ 60 องศาเซลเซียส ไขมันหรือน้ำมันที่มีจำนวนพันธะคู่ที่โมเลกุลของกรดไขมันเพิ่มขึ้น หรือมีจำนวนคาร์บอนเพิ่มขึ้น จะทำให้ค่าความถ่วงจำเพาะของไขมันและน้ำมันเพิ่มขึ้นด้วย

ความถ่วงจำเพาะของไขมันและน้ำมันชนิดต่างๆ แสดงดังตารางที่ 7

2.2.5.7.2 ค่าดัชนีหักเห (Refractive Index)

ค่าดัชนีหักเหเป็นตัวบ่งบอกดีกรีของการหักเหของลำแสงที่เกิดขึ้นเมื่อลำแสงผ่านจากตัวกลางโปร่งแสงหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง ค่าดัชนีหักเหของน้ำมันนี้สามารถวัดออกมาได้ และใช้เป็นค่าตรวจสอบชนิด คุณภาพ และความบริสุทธิ์ของไขมันและน้ำมัน โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Abbe'Reflactometer สามารถวัดที่อุณหภูมิ 25 , 40 , 50 หรือ 60 องศาเซลเซียส ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมัน

ค่าดัชนีหักเหของไขมันและน้ำมันชนิดต่างๆจะขึ้นอยู่กับความยาวของคาร์บอนในโมเลกุลของกรดไขมัน จำนวนพันธะคู่ และชนิดของไตรกรีเซอไรด์ที่เป็นส่วนประกอบ ไขมันหรือน้ำมันที่ประกอบด้วยกรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนเพิ่มขึ้น หรือมีจำนวนพันธะคู่เพิ่มขึ้นจะมีค่าดัชนีหักเหเพิ่มขึ้น และถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ค่าดัชนีหักเหลดลง

นอกจากนี้ค่าดัชนีหักเหยังใช้ติดตามปฏิกริยาในกระบวนการเติมไฮโดรเจนว่าปฏิกริยาเกิดขึ้นมากน้อยเพียงใด

ตัวอย่างค่าดัชนีหักเหของไขมันและน้ำมันชนิดต่างๆที่วัดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แสดงดังตารางที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงค่าความถ่วงจำเพาะและค่าดัชนีหักเหของไขมันและน้ำมันชนิดต่างที่วัดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ชนิดของไขมันและน้ำมัน	ความถ่วงจำเพาะ	ดัชนีหักเห
ไขแกะ	0.857 – 0.860	1.454 – 1.458
ไขวัว	0.860 – 0.870	1.454 – 1.458
เนย	0.865 – 0.870	1.453 – 1.456
โคคาบัตเตอร์	0.990 – 0.998	1.453 – 1.458
น้ำมันมะพร้าว	0.917 – 0.919	1.448 – 1.450
น้ำมันข้าวโพด	0.922 – 0.926	1.470 – 1.474
น้ำมันเมล็ดฝ้าย	0.916 – 0.918	1.463 – 1.470
น้ำมันหมู	0.858 – 0.864	1.459 – 1.461
น้ำมันลินสีด	0.931 – 0.938	1.477 – 1.482
น้ำมันมะกอก	0.909 – 0.915	1.466 – 1.468
น้ำมันปาล์ม kernel	0.860 – 0.873	1.449 – 1.452
น้ำมันปาล์ม	0.921 – 0.925	1.453 – 1.456
น้ำมันถั่วลิสง	0.917 – 0.921	1.467 – 1.470
น้ำมันงา	0.920 – 0.926	1.470 – 1.474
น้ำมันถั่วเหลือง	0.924 – 0.928	1.474 – 1.476
น้ำมันเมล็ดทานตะวัน	0.922 – 0.926	1.472 – 1.474
น้ำมันปลาวาฬ	0.917 – 0.927	1.470 – 1.477

ที่มา: นิธิยา (2529)

2.2.7.2.3 การวัดสี (Color test)

สีเป็นตัวชี้บ่งคุณภาพของน้ำมันได้ น้ำมันแต่ละชนิดจะมีสีแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับรงควัตถุที่มีปนอยู่ในวัตถุดิบที่นำมาใช้สกัดน้ำมัน และวิธีการกำจัดโดยการฟอกสี น้ำมันที่มีสีเหลืองอ่อนจะมีคุณภาพดีกว่าน้ำมันที่มีสีเหลืองเข้ม

น้ำมันที่สกัดได้จะวัดสีโดยใช้เครื่อง Lovibond ซึ่งใช้วัดสีของไขมันและน้ำมัน โดยการเปรียบเทียบกับสีมาตรฐานของแผ่นวงล้อเทียบสีที่มีหมายเลขติดอยู่ สีที่ได้จะแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มตามหมายเลข ดังตารางที่ 12 (ภาคผนวก ญ. การวัดสี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 อุปกรณ์

1. Erlenmeyer flask 250 มิลลิลิตร
2. Burette 10 , 25 มิลลิลิตร
3. กระบอกตวง 100 มิลลิลิตร
4. Dropper
5. ขวดวัดปริมาตร 1 ลิตร
6. Pipette 25 , 20 , 10 มิลลิลิตร
7. ขวดแก้วก้นกลมพร้อมชุดรีฟลักซ์
8. กรวยแยก
9. Descicater
10. Pycnometer
11. Thimble
12. กระดาษกรอง
13. ช้อนตักสาร

3.2 เครื่องมือ

1. Rotary vacumm
2. Soxhlet apparatus
3. ตู้อบไฟฟ้าที่ควบคุมอุณหภูมิได้
4. เทอร์โมมิเตอร์
5. เครื่องชั่ง4ตำแหน่ง
6. Evaporator
7. Refractometer
8. Lovibond
9. Gas Liquid Chromatography (GLC) HP 6890 series
10. เตาไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 สารเคมี

1. ปิโตรเลียมอีเทอร์
2. สารละลายผสมเอธิลแอลกอฮอล์ : ไดเอธิลอีเทอร์ (1:1)
3. สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มอล
4. สารละลายฟีนอล์ฟธาลีน 1% ในเอธิลแอลกอฮอล์ 95%
5. สารละลายคาร์บอนเตตระคลอไรด์
6. สารละลายวิจด์
7. สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ 10%
8. สารละลายอิ่มตัวโพแทสเซียมไอโอไดด์
9. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.1 นอร์มอล
10. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.01 นอร์มอล
11. สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ในเอธิลแอลกอฮอล์ 0.5 นอร์มอล
12. สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ในเอธิลแอลกอฮอล์ 2 นอร์มอล
13. สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ในเอธิลแอลกอฮอล์ 0.1 นอร์มอล
14. สารละลายไฮโดรคลอริก 0.5 นอร์มอล
15. สารละลายเอธิลแอลกอฮอล์ 95%
16. สารละลายเอธิลแอลกอฮอล์ 10%
17. สารละลายผสมกรดอะซิติก : คลอโรฟอร์ม (3:2)
18. น้ำแป้ง 1%
19. เบนซีน
20. กรดซัลฟูริกเข้มข้น
21. เมธานอล
22. เฮกเซน

3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.4.1 <u>การเตรียมวัตถุดิบเมล็ดฟักทอง</u>

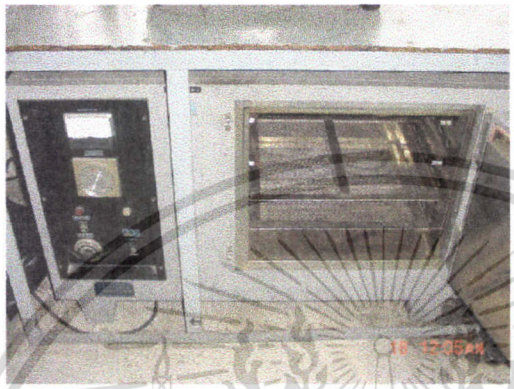
3.4.1.1 การคัดเลือกฟักทอง

ใช้ฟักทองพันธุ์เบา เพราะเป็นฟักทองที่หาซื้อง่ายและมีราคาถูก ส่วนที่นำมาใช้ในการทดลองคือเมล็ด เลือกใช้ฟักทองผลที่แก่จัดเพื่อให้มีเนื้อในเมล็ดมากทำให้ได้ปริมาณน้ำมันสูง โดยสังเกตที่สีของเปลือกสีจะกลมกลืนเป็นสีเดียวกันค่อนไปทางเหลือง มีนวลขึ้นตั้งแต่ขั้วไปจนตลอดก้านผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1.2 การเตรียมเมล็ดฟักทอง

ผ่าฟักทองและแยกเอาเมล็ดออกมาล้างด้วยน้ำสะอาดให้เศษเนื้อฟักทองที่ติดอยู่หลุดออกไปจนหมด นำเมล็ดไปสะเด็ดน้ำและเกลี่ยลงบนถาดอลูมิเนียม จากนั้นนำไปอบให้แห้งในตู้อบ (ภาพที่ 3) ที่ตั้งอุณหภูมิไว้ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลาประมาณ 30 นาที นำเมล็ดฟักทองที่อบแห้งแล้ว (ภาพที่ 4) มาบดให้ละเอียด (ภาพที่ 5) และเก็บไว้ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท



ภาพที่ 3 ตู้อบไฟฟ้าที่ควบคุมอุณหภูมิได้

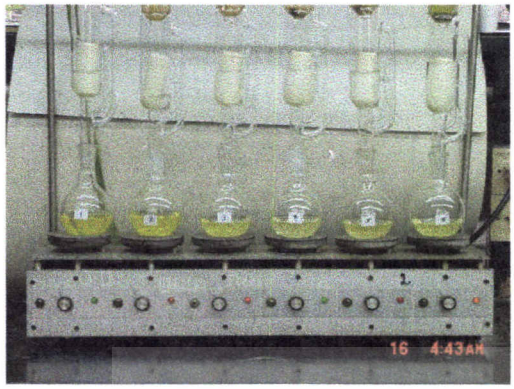
ภาพที่ 4 เมล็ดฟักทองก่อนทำการบด

ภาพที่ 5 เมล็ดฟักทองหลังทำการบดแล้ว

3.4.2 <u>การสกัดและวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันจากเมล็ดฟักทอง</u>

การสกัดน้ำมันจากเมล็ดฟักทองใช้วิธีสกัดด้วยตัวทำละลาย (solvent extraction) โดยใช้ปิโตรเลียมอีเทอร์และเครื่อง soxhlet (ภาพที่6) เป็นตัวสกัด ใช้เวลาสกัด 6 ชั่งโมง จากนั้นนำน้ำมันที่ได้ไประเหยแยกปิโตรเลียมอีเทอร์ (ภาพที่7) ออกจากน้ำมัน และคำนวณปริมาณน้ำมันที่ได้เป็นเปอร์เซนต์ (ประเทืองศรี,2539)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 ชุดเครื่องมือ soxhlet สำหรับสกัดน้ำมัน

ภาพที่ 7 เครื่องระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์

3.4.3 <u>การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของน้ำมันเมล็ดฟักทอง</u>

น้ำมันที่สกัดได้จากขั้นตอนที่ 3.4.2 นำมาทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของน้ำมันเมล็ดฟักทอง ดังนี้

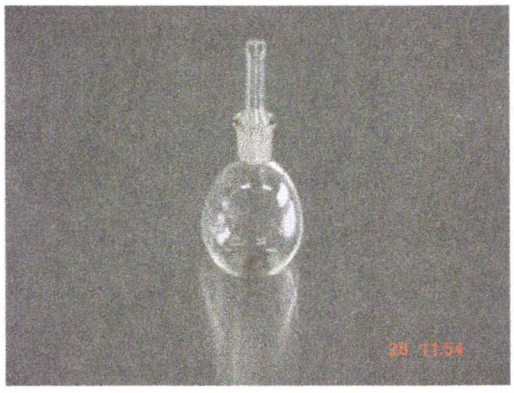
- วิเคราะห์หากรดไขมันอิสระหรือค่าของกรด
- วิเคราะห์หาค่าไอโอดีน
- วิเคราะห์หาค่าสปอนนิฟิเคชั่น
- วิเคราะห์หาสารสปอนนิฟายไม่ได้
- วิเคราะห์หาค่าเปอร์ออกไซด์
- วิเคราะห์หาองค์ประกอบกรดไขมันโดยใช้ Gas Liquid Chromatography

3.4.4 <u>การวิเคราะห์คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของน้ำมันเมล็ดฟักทอง</u>

น้ำมันที่สกัดได้จากขั้นตอนที่ 3.4.2 นำมาทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของน้ำมันเมล็ดฟักทอง ดังนี้

- ความหนาแน่นสัมพัทธ์หรือความถ่วงจำเพาะ โดยใช้ขวดหาค่าความถ่วงจำเพาะ (pycnometer) (ภาพที่ 8)

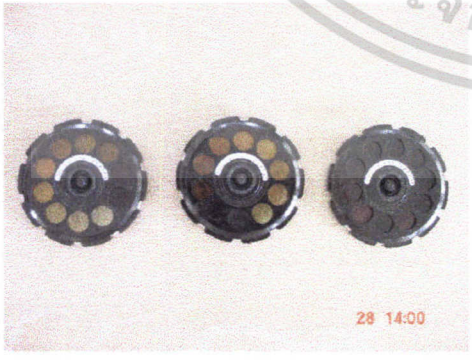
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



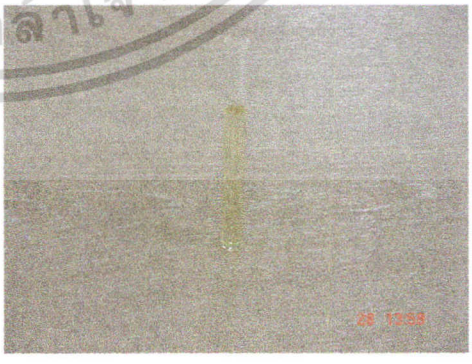
ภาพที่ 8 ขวดหาค่าความถ่วงจำเพาะ

- ค่าดัชนีหักเห โดยใช้เครื่อง Abbe'Reflectometer
- การวัดสี โดยใช้ Lovibond (ภาพที่ 9,10 และ11)

ภาพที่ 9 Lovibond



ภาพที่ 10 แผ่นวงล้อเทียบสี



ภาพที่ 11 หลอดใส่ตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5 <u>การฟอกสีน้ำมันเมล็ดฟักทอง</u>

การฟอกสีน้ำมันเมล็ดฟักทอง ทำได้โดยการปรับให้น้ำมันมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 160 – 180 องศาฟาเรนไฮต์ ก่อนการเติมสารฟอกสี (activated clay) หลังจากนั้นเร่งความร้อนให้สูงขึ้นถึง 220 – 240 องศาฟาเรนไฮต์ เป็นเวลา 20 – 30 นาที จึงกรองแยกเอาสารฟอกสีออกไป จากนั้นนำน้ำมันที่ผ่านการฟอกสีแล้วไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันจากเมล็ดฟักทอง

จากการทดลองพบว่าปริมาณน้ำมันที่สกัดได้จากเมล็ดฟักทองโดยใช้เครื่อง Soxhlet มีค่าอยู่ระหว่าง 32-37 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำมันที่สกัดได้จากเมล็ดพืชน้ำมันที่ปลูกในประเทศไทยดังตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าเมล็ดฟักทองมีปริมาณน้ำมันที่ใกล้เคียงกับน้ำมันจากดอกทานตะวันและคำฝอย ซึ่งก็นับได้ว่าเมล็ดฟักทองมีปริมาณน้ำมันที่สูงพอสมควร

4.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของน้ำมันเมล็ดฟักทอง

คุณสมบัติทางเคมีของน้ำมันเมล็ดฟักทองแสดงผลดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงค่าคุณสมบัติทางเคมีที่วิเคราะห์ได้จากน้ำมันเมล็ดฟักทอง

ชนิดของน้ำมัน	Acid value	Iodine value	Saponification value	Unsaponification value	Peroxide value
เมล็ดฟักทอง (ดิบ)	1.38-1.37	93-100	227-232	0.8-0.9	4.3-4.7
เมล็ดฟักทอง (ฟอกสี)	0.90-1.20	112-120	272-308	0.7-0.8	3.4-3.9

จากตารางที่ 8 ค่า Acid value ของน้ำมันเมล็ดฟักทองดิบและน้ำมันเมล็ดฟักทองที่ผ่านการฟอกสีแล้วมีค่าเป็น 1.38-1.37 และ 0.9-1.2 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันพืชชนิดอื่นๆจากตารางที่ 4 พบว่า Acid value ของน้ำมันเมล็ดฟักทองทั้งสองชนิดมีค่าต่ำ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าน้ำมันเมล็ดฟักทองเป็นน้ำมันที่มีคุณภาพดี เนื่องจากถ้าน้ำมันมีความเป็นกรดสูงแสดงว่าเกิดปฏิกริยา hydrolysis ของไขมันได้เป็นกรดไขมันอิสระ ซึ่งจะเป็นเหตุให้เกิดกลิ่นหืนแบบ hydrolytic rancidity และ ปฏิกริยาดังกล่าวจะเป็นปฏิกริยาลูกโซ่ที่ทำให้มีแนวโน้มที่จะเกิดสารอื่นๆที่ทำให้น้ำมันมีคุณภาพต่ำลงไปเรื่อยๆ นอกจากนี้ยังทำให้น้ำมันมีสีเข้มฟอกยาก

ค่า Iodine value ของน้ำมันเมล็ดฟักทองดิบและน้ำมันเมล็ดฟักทองที่ผ่านการฟอกสีแล้วมีค่าเป็น 93-100 และ 112-120 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันพืชชนิดอื่นๆจากตารางที่ 4 พบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Iodine value ของน้ำมันเมล็ดฟักทองทั้งสองชนิดมีค่าสูง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าน้ำมันเมล็ดฟักทองมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นส่วนประกอบอยู่ในปริมาณที่สูง และทำให้มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เนื่องจากมีปริมาณของกรดไขมันจำเป็นซึ่งเป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวมากด้วย

ค่า Saponification value ของน้ำมันเมล็ดฟักทองดิบและน้ำมันเมล็ดฟักทองที่ผ่านการฟอกสีแล้วมีค่าเป็น 227-232 และ 272-308 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันพืชชนิดอื่นๆจากตารางที่ 4 พบว่า Saponification value ของน้ำมันเมล็ดฟักทองทั้งสองชนิดมีค่าสูง ซึ่งค่าที่สูงนี้แสดงให้เห็นว่ากรดไขมันที่เป็นส่วนประกอบในโมเลกุลของไตรกรีเซอไรด์มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ

ค่า Unsaponification value ของน้ำมันเมล็ดฟักทองดิบและน้ำมันเมล็ดฟักทองที่ผ่านการฟอกสีแล้วมีค่าเป็น 0.8-0.9 และ 0.7-0.8 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันพืชชนิดอื่นๆจากตารางที่ 4 พบว่า Unsaponification value ของน้ำมันเมล็ดฟักทองทั้งสองชนิดมีค่าต่ำ ซึ่งค่าที่ต่ำนี้แสดงให้เห็นว่า น้ำมันเมล็ดฟักทองมีสารจำพวกไฮโดรคาร์บอน แอลกอฮอล์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง และสเตอรอลปนเปื้อนอยู่ในปริมาณต่ำ

ส่วนค่า Peroxide value ของน้ำมันเมล็ดฟักทองดิบและน้ำมันเมล็ดฟักทองที่ผ่านการฟอกสีแล้วมีค่าเป็น 4.3-4.7 และ 3.4-3.9 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันพืชชนิดอื่นๆจากตารางที่ 4 พบว่า Peroxide value ของน้ำมันเมล็ดฟักทองทั้งสองชนิดมีค่าสูง แต่เนื่องจากค่าเปอร์ออกไซด์เป็นค่าที่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาในการเก็บรักษา จึงไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบได้โดยตรงกับค่าในตารางที่ 8 เหมือนกับค่าอื่นๆ เพราะช่วงเวลาในการวัดอาจแตกต่างกัน แต่โดยทั่วไปแล้วค่า เปอร์ออกไซด์สามารถบอกถึงระดับของความเหม็นหืนแบบ oxiditive rancidity ของน้ำมันได้ ซึ่งเป็นการหืนเนื่องจากปฏิกริยา autoxidation ที่พันธะคู่ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว เกิดเป็น peroxide linkage ขึ้นระหว่างพันธะคู่ autoxidation จะเกิดขึ้นเองตลอดเวลาเมื่อไขมันและน้ำมันสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ การเกิดการหืนโดยวิธีนี้ทำให้กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวซึ่งเป็นกรดไขมันจำเป็นของร่างกายถูกทำลาย มีผลทำให้คุณค่าทางโภชนาการของน้ำมันลดลง และยังทำลายพวกวิตามินต่างๆที่ละลายในไขมันและน้ำมันอีกด้วย

4.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของน้ำมันเมล็ดฟักทอง

คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของน้ำมันเมล็ดฟักทองแสดงผลดังตารางที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 แสดงค่าคุณสมบัติทางฟิสิกส์ที่วิเคราะห์ได้จากน้ำมันเมล็ดฟักทอง

ชนิดของน้ำมัน	ค่าความถ่วงจำเพาะ Specific gravity	ค่าดัชนีหักเห Refractive index	ค่าสี Colour test
เมล็ดฟักทอง (ดิบ)	0.913	1.460-1.461	25-29
เมล็ดฟักทอง (ฟอกสี)	0.914	1.460-1.461	<13

จากตารางที่ 9 ค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) ของน้ำมันเมล็ดฟักทองดิบและน้ำมันเมล็ดฟักทองที่ผ่านการฟอกสีแล้ว มีค่าใกล้เคียงกันคือ 0.193 และ 0.194 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันและไขมันชนิดอื่นๆจากตารางที่ 7 พบว่า ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันเมล็ดฟักทองมีค่าใกล้เคียงกับน้ำมันมะกอก และมีค่าปานกลางเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันและไขมันชนิดอื่นๆ

ค่าดัชนีหักเห (Refractive index) ของน้ำมันเมล็ดฟักทองดิบและน้ำมันเมล็ดฟักทองที่ผ่านการฟอกสีแล้ว มีค่าเหมือนกันคือ 1.460-1.461 ค่าดัชนีหักเหของน้ำมันเมล็ดฟักทองทั้งสองชนิดมีค่าปานกลางเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันและไขมันชนิดอื่นๆตามตารางที่ 7 โดยทั่วไปค่าดัชนีหักเหเป็นค่าที่ใช้ตรวจสอบชนิดของน้ำมันหรือไขมัน ซึ่งน้ำมันหรือไขมันแต่ละชนิดจะมีค่าดัชนีหักเหเฉพาะตัวที่แตกต่างกัน และถ้าน้ำมันหรือไขมันประกอบด้วยกรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนเพิ่มขึ้น หรือมีจำนวนพันธะคู่เพิ่มขึ้น จะมีค่าดัชนีหักเหเพิ่มขึ้นด้วย

จากตารางที่ 9 สีของน้ำมันเมล็ดฟักทองดิบที่สกัดออกมาได้ เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับสีมาตรฐานของแผ่นวงล้อเทียบสี ค่าสีที่ได้จะอยู่ระหว่าง 25-29 ซึ่งเมื่อนำค่าที่ได้นี้ไปเปรียบเทียบกับตารางที่ 12 จะจัดอยู่ในกลุ่มน้ำมันที่มีสีเข้มออกสีเขียวเพราะในเมล็ดมีคลอโรฟิลด์อยู่ ต่อมาเมื่อนำน้ำมันเมล็ดฟักทองดิบมาผ่านฟอกสี สีของน้ำมันเมล็ดฟักทองเมื่อผ่านการฟอกสีแล้ว ค่าสีที่ได้จะต่ำกว่า 13 ซึ่งเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับตารางที่ 12 จะจัดอยู่ในกลุ่มน้ำมันที่ออกสีเหลือง

4.4 การวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมันของน้ำมันเมล็ดฟักทองด้วยเครื่อง Gas Liquid Chromatography

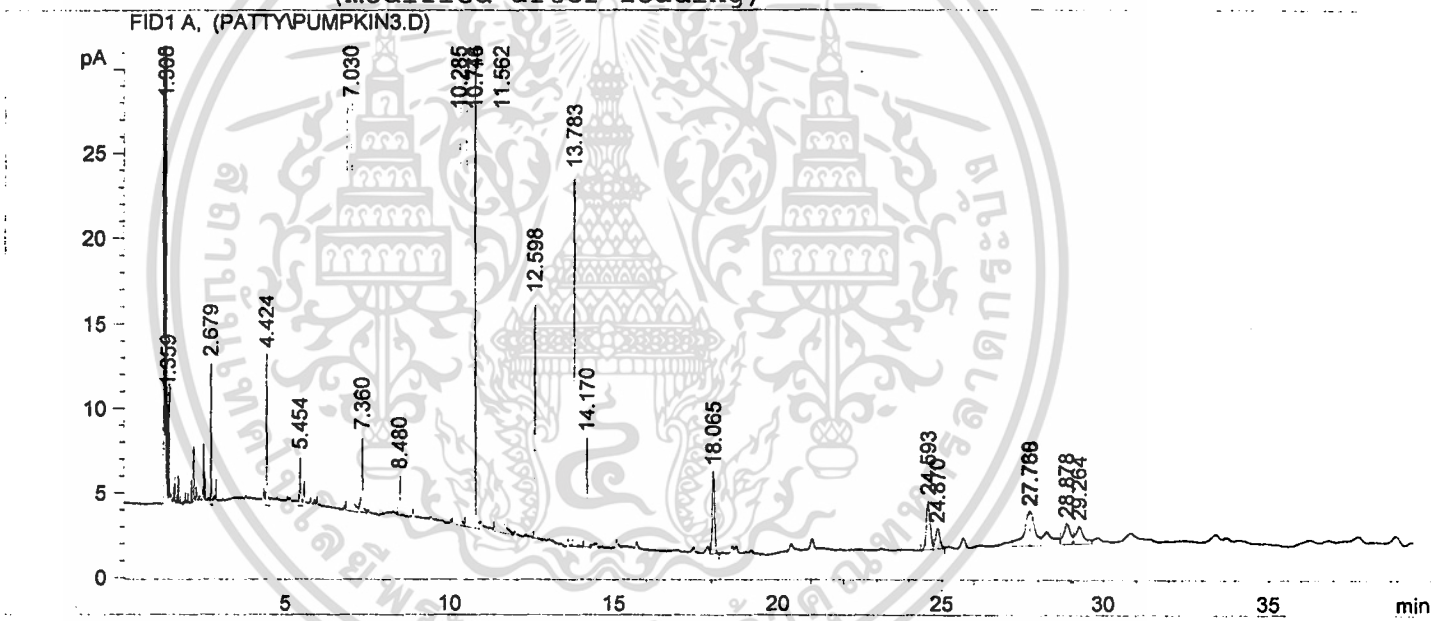
ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมันของน้ำมันเมล็ดฟักทองด้วยเครื่อง Gas Liquid Chromatography แสดงได้ดังภาพที่ 12 และ 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 12 แสดงพีคและRetention timeของน้ำมันเมล็ดฟักทองอบ

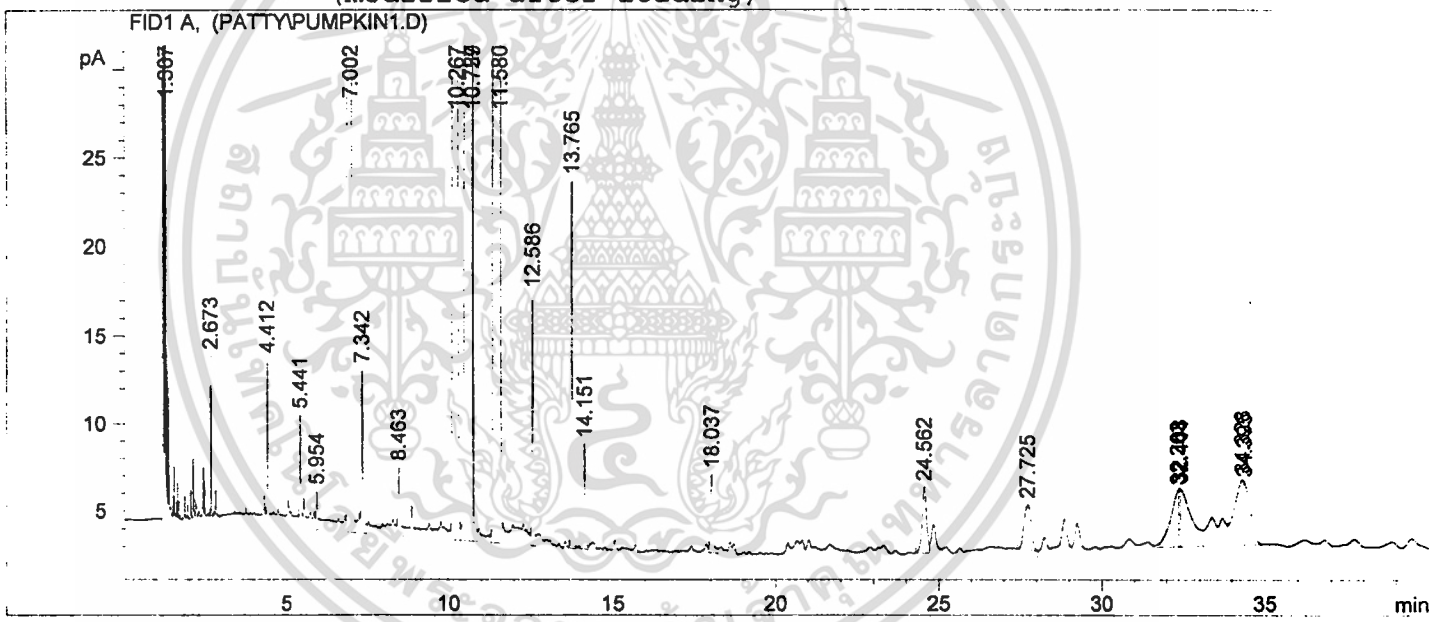
Injection Date : 26/6/01 19:30:32 PM Seq. Line : 2
Sample Name : Pumpkin whole S Vial : 13
Acq. Operator : Prateungsri SINCHISRI Inj : 1
Inj Volume : 1 µl

Sequence File : D:\HPCHEM\SEQUENCE\KHING.S
Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\FATINOW1.M
Last changed : 26/6/01 19:34:26 PM by Prateungsri SINCHISRI
(modified after loading)



ภาพที่ 13 แสดงพีคและRetention timeของน้ำมันเมล็ดฟักทองที่ผ่านกระบวนการโดยสีเขียว

```
Injection Date  : 26/6/01 16:34:47 PM
Sample Name     : Pumpkin Refine                          Vial :  11
Acq. Operator   : Prateungsri SINCHISRI                    Inj :   1
                                                  Inj Volume : 1 µl
Acq. Method     : C:\HPCHEM\1\METHODS\FATINOW1.M
Last changed    : 26/6/01 16:25:20 PM by Prateungsri SINCHISRI
                  (modified after loading)
Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\FATINOW1.M
Last changed    : 26/6/01 17:37:36 PM by Prateungsri SINCHISRI
                  (modified after loading)
```



จากภาพที่ 12 และ 13 ซึ่งแสดงให้เห็นพีคและ Retention timeของน้ำมันเมล็ดฟักทองดิบ และน้ำมันเมล็ดฟักทองที่ผ่านการฟอกสีแล้ว สามารถนำมาหาองค์ประกอบกรดไขมันของน้ำมันเมล็ดฟักทอง ซึ่งสรุปผลได้ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงองค์ประกอบกรดไขมันของน้ำมันเมล็ดฟักทอง

	เมล็ดฟักทอง (ดิบ)	เมล็ดฟักทอง (ฟอกสี)
Myristic acid (C14)	0.14%	0.14%
Palmitic acid (C16)	19.77%	15.39%
Palmitoleic acid (C16:1)	0.1%	0.18%
Stearic acid (C18)	8.58%	6.77%
Oleic acid (C18:1)	39.62%	35.72%
Linoleic acid(C18:2)	28.76%	37.42%
Linolenic acid(C18:3)	0.3%	0.3%
Arachidic acid(C20)	0.5%	0.43%
Total saturated	28.99%	22.73%
Total unsaturated	68.78%	73.62%

จากตารางที่ 10 สรุปได้ว่าน้ำมันเมล็ดฟักทองดิบ และน้ำมันเมล็ดฟักทองที่ผ่านการฟอกสีแล้วมีค่ากรดไขมันอิ่มตัวทั้งหมด 28.99% และ 22.73% ตามลำดับ และมีค่ากรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้งหมด 68.78% และ 73.62% ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันพืชชนิดอื่นๆในตารางที่ 6 แล้ว พบว่า น้ำมันเมล็ดฟักทองทั้งสองชนิดมีกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวทั้งหมดใกล้เคียงกับน้ำมันรำข้าว และเมื่อนำปริมาณกรดลิโนเลอิกของน้ำมันเมล็ดฟักทองดิบและน้ำมันเมล็ดฟักทองที่ผ่านการฟอกสีแล้วซึ่งมีค่าเป็น 28.76% และ37.42% ตามลำดับมาเปรียบเทียบกับน้ำมันชนิดอื่นๆในตารางที่ 5 พบว่า น้ำมันเมล็ดฟักทองทั้งสองชนิดมีปริมาณกรดลิโนเลอิกใกล้เคียงกับน้ำมันรำข้าวเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองพบว่า ปริมาณน้ำมันที่สกัดได้จากเมล็ดฟักทองมีค่าสูงพอสมควร คือ 32-37 เปอร์เซนต์ และจากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ Iodine value และ Saponification value พบว่า ค่าทั้งสองนี้มีค่าสูงเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันพืชชนิดอื่น ทำให้สรุปได้ว่าน้ำมันเมล็ดฟักทองมีองค์ประกอบที่เป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวอยู่ในปริมาณสูง นอกจากนี้น้ำมันเมล็ดฟักทองยังมีจุดเด่นที่น่าสนใจ คือ มีค่า Acid value ต่ำซึ่งแสดงให้เห็นว่าน้ำมันเมล็ดฟักทองเป็นน้ำมันที่มีคุณภาพดี เนื่องจากค่า Acid value เป็นค่าที่ชี้บอกถึงสภาพและการยอมรับสำหรับการบริโภคน้ำมัน นอกจากนี้ค่าองค์ประกอบกรดไขมันที่วิเคราะห์ได้จากเครื่อง Gas Liquid Chromatography แสดงให้เห็นว่าน้ำมันเมล็ดฟักทองมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงกว่ากรดไขมันอิ่มตัว และมีค่าใกล้เคียงกับน้ำมันรำข้าว ส่วนคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของน้ำมันเมล็ดฟักทองโดยทั่วไปแล้วมีค่าที่อยู่ในช่วงเดียวกับน้ำมันพืชที่นิยมบริโภคกันทั่วไปในประเทศไทย

ประเทศไทยมีฟักทองเป็นผลผลิตออกมาสู่ตลาดตลอดทั้งปี รวมถึงเมล็ดฟักทองยังเป็น by product ของผลิตภัณฑ์บางชนิด เช่น อาหารสำหรับเด็กทารก ซุป และข้าวตุ๋น จึงมีความเป็นไปได้ว่าประเทศไทยสามารถที่จะนำเมล็ดฟักทองมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตน้ำมันพืชเพื่อบริโภคได้ในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

นิธิยา รัตนาปนนท์.2529. วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน . กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 126 หน้า

ประเทืองศรี สินชัยศรี.2539. คู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ไขมัน น้ำมัน และคุณค่าอาหาร. กรุงเทพมหานคร : กลุ่มวิจัยพืชน้ำมันและสารธรรมชาติจากพืช ตึกวิจัยพืชน้ำมัน กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร. 54 หน้า

ศศิเกษม ทองยงค์ และ พรรณี เดชกำแหง.2530. เคมีอาหารเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. 207 หน้า

วิไลศรี ลิมปพยอม.2541. น้ำมันพืชและการตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์. กรุงเทพมหานคร : กลุ่มงานวิจัยน้ำมันพืชและสารธรรมชาติที่เกิดจากพืช กองเกษตรเคมี. 16 หน้า

วรรณา ตั้งเจริญชัย.2536. เคมีอาหาร. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 280 หน้า

สายงานเคมีพืชน้ำมันและสารธรรมชาติ.2530. คู่มือการใช้ประโยชน์ และตรวจสอบคุณภาพของพืชน้ำมัน และน้ำมันพืช52ชนิด. กรุงเทพมหานคร : กลุ่มวิจัยพืชน้ำมันและสารธรรมชาติจากพืช กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร. 124 หน้า

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา.2529. น้ำมันสำหรับบริโภค. กสิกร 59 (2) : 52-54.

AOAC.1995. AOAC Official Methods of Analysis. Food and Drug Administration : David Firestone. 53 pp.

A.O.C.S.1964. Sampling and Analysis of Commercial Fats and Oils. A.O.C.S.Official Method Cc 13a-43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์หาน้ำมันโดยใช้เครื่อง Soxhlet

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างที่แห้งและบดละเอียดแล้วประมาณ 2-3 กรัมใส่ในทิมเบิล
2. ใส่ทิมเบิลใน Extraction tube ของเครื่อง Soxhelt
3. ใส่ปิโตรเลียมอีเทอร์จำนวน 100 มิลลิลิตรลงในขวดแก้วก้นกลม
4. ต่อขวดแก้วเข้ากับ Extraction tube แล้วต่อ Extraction tube เข้ากับหลอดควบแน่น อุดปลายบนด้วยสำลีของเครื่องควบแน่น ให้ความร้อนที่ขวดแก้ว โดยควบคุมอุณหภูมิให้มีการไซฟอนของตัวทำละลาย 5-6 ครั้งต่อชั่วโมง
5. ทำการสกัดติดต่อกันเป็นเวลา 6-8 ชั่วโมง
6. นำน้ำมันที่สกัดได้ในขวดแก้วก้นกลมไประเหยเอาปิโตรเลียมอีเทอร์ออกให้หมดโดยใช้ชุดกลั่น
7. อบตัวอย่างน้ำมันให้แห้งในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100-102°ซ นาน 30 นาที
8. นำมาทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก หน่วยเป็นเปอร์เซนต์ (%) ของเมล็ดฟักทองอบแห้ง
9. คำนวณหาปริมาณน้ำมันที่สกัดได้โดยใช้สูตร

$$\text{ปริมาณน้ำมัน} = 100(W_1-W_2)/W$$

เมื่อ W คือ น้ำหนักตัวอย่างที่อบแห้งแล้วเป็นกรัม

W_1 คือ น้ำหนักขวดแก้วและน้ำมันที่สกัดได้ซึ่งอบแห้งแล้วเป็นกรัม

W_2 คือ น้ำหนักขวดแก้วเป็นกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์หากรดไขมันอิสระหรือค่าของกรด

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างน้ำมัน 5 กรัมใส่ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลายผสม Ethyl alcohol : Diethyl ether (1:1) จำนวน 100 มิลลิลิตร
3. หยด Phenolphthalein 1% ใน Ethyl alcohol 95% 2-3 หยด
4. ไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐาน Potassium hydroxide เข้มข้น 0.1 นอร์มอลทีละหยดจนได้สารละลายสีชมพูคงตัวนาน 30 วินาทีและจดปริมาตรที่ใช้ไปในการไตเตรท
5. คำนวณค่าของกรด จากสูตร

$$\text{ค่าของกรด (Acid value)} = \frac{56.1 \times N \times a}{W}$$

เมื่อ a คือ ปริมาตรสารละลายมาตรฐาน Potassium hydroxide เข้มข้น 0.1 N.ที่ใช้ไตเตรท (มิลลิลิตร)

N คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน Potassium hydroxide เป็น Normality

W คือ น้ำหนักตัวอย่างเป็นกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์หาค่าไอโอดีน

วิธีการ

1. หลอมตัวอย่างน้ำมันที่อุณหภูมิ 60°ซ-70 °ซ และกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4
2. ชั่งตัวอย่างน้ำมัน 0.2-0.3 กรัมใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
3. เติมคาร์บอนเตตระคลอไรด์ 10 มิลลิลิตร
4. เติมสารละลายวิจค์ 25 มิลลิลิตร
5. ปิดจุกแล้วเขย่าอย่างแรง ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 30-60 นาที
6. เติมโปแตสเซียมคลอไรด์เข้มข้น 10% จำนวน 20 มิลลิลิตร
7. เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร
8. ไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.1 เข้มข้นนอร์มอลจนสารละลายเป็นสีเหลืองอ่อนๆ
9. เติมน้ำแป้ง 1% 2-3 หยด
10. ไตเตรทต่อจนสารละลายสีน้ำเงินหายไปและจดปริมาตรที่ใช้ไปในการไตเตรท
11. ทำการวิเคราะห์อีกครั้งโดยใช้ blank ทดลองเช่นเดียวกับตัวอย่าง
12. คำนวณค่าไอโอดีน จากสูตร

$$\text{ค่าไอโอดีน (I.V.)} = \frac{S - B \times N \times 12.69}{W}$$

เมื่อ B คือ ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้ไตเตรท blank (มิลลิลิตร)

S คือ ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้ไตเตรทตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

N คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟตเป็นนอร์มอล

W คือ น้ำหนักตัวอย่างเป็นกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์หาค่าสปอนนิฟิเคชั่น

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างน้ำมัน 1-2 กรัม ใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ในเอธิลแอลกอฮอล์ 0.5 นอร์มอล จำนวน 25 มิลลิลิตร
3. นำไปรีฟลักซ์ 1 ชั่งโมง แล้วทิ้งไว้ให้เย็น
4. เติมฟีนอล์ฟธาลีน 4-5 หยด แล้วนำไปไตเตรทกับสารละลายไฮโดรคลอริก 0.5 นอร์มอลจนสีชมพูหายไป จดปริมาตรที่ใช้ไปในการไตเตรท
5. ทำการวิเคราะห์อีกครั้งโดยใช้ blank เช่นเดียวกับตัวอย่างโดยใช้น้ำกลั่นแทน
6. คำนวณค่าสปอนนิฟิเคชั่น จากสูตร

$$\text{ค่าสปอนนิฟิเคชั่น (S.V.)} = \frac{56.1 \times N(B-S)}{W}$$

เมื่อ B คือ ปริมาตรสารละลายไฮโดรคลอริก 0.5 นอร์มอลที่ใช้ในการไตเตรทกับ blank (มิลลิลิตร)

S คือ ปริมาตรสารละลายไฮโดรคลอริก 0.5 นอร์มอลที่ใช้ในการไตเตรทกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

N คือ ความเข้มข้นของสารละลายไฮโดรคลอริกเป็นนอร์มอล

W คือ น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์หาสารสปอนนิฟายไม่ได้

วิธีการ

1. หลอมตัวอย่างน้ำมันที่อุณหภูมิ 60°ซ-70°ซ และกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4
2. ชั่งตัวอย่างน้ำมัน 5 กรัมใส่ขวดก้นกลมขนาด 250 มิลลิลิตร
3. เติมสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ในเอธานอล 2 นอร์มอล จำนวน 50 มิลลิลิตร รีฟลักซ์ 1 ชั่วโมง แล้วทิ้งไว้ให้เย็น
4. ล้างขวดรีฟลักซ์ด้วยสารละลายเอธิลแอลกอฮอล์ 95% จำนวน 20 มิลลิลิตร น้ำกลั่น 80 มิลลิลิตรและปิโตรเลียมอีเทอร์ 50 มิลลิลิตร เทใส่กรวยแยก
5. เขย่าอย่างแรงแล้วตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น ชั้นบนเป็นชั้นอีเทอร์ ชั้นล่างเป็นสบู่และแอลกอฮอล์
6. ไขชั้นสบู่และแอลกอฮอล์ (ชั้นล่าง) ใส่กรวยแยก เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ 50 มิลลิลิตร เขย่าตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น ทำซ้ำ 4 ครั้ง
7. ไขชั้นบนที่ได้ไปรวมกับชั้นอีเทอร์ (ชั้นบน) ทั้งหมดกรวยใส่แยก เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร เขย่าตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น นำชั้นอีเทอร์ (ชั้นบน) เติมสารละลายเอธิลแอลกอฮอล์ 10% จำนวน 25 มิลลิลิตร เขย่าตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น
8. ไขชั้นอีเทอร์ (ชั้นบน) ทั้ง 3 ครั้งใส่กรวยแยก เติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร เขย่าตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น ทำซ้ำ 5 ครั้ง แล้วทดสอบชั้นล่างให้เป็นกลางโดยทดสอบกับฟีนอล์ฟธาลีน
9. นำชั้นอีเทอร์ (ชั้นบน) ทั้งหมดถ่ายใส่ขวด
10. นำไประเหยเอาปิโตรเลียมอีเทอร์ออก แล้วทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น
11. เติมสารละลายเอธิลแอลกอฮอล์ 95% จำนวน 50 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน
12. นำไปไตเตรทกับสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ในเอธานอล 1 นอร์มอลโดยใช้ฟีนอล์ฟธาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ จดปริมาตรที่ใช้
13. คำนวณค่าสารสปอนนิฟายไม่ได้ จากสูตร

$$\text{ค่าสารสปอนนิฟายไม่ได้ (U.S.M.)} = \frac{N \times V \times 100 \times 282}{W \times 1000}$$

เมื่อ V คือ ปริมาตรสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ในเอธานอล 1 นอร์มอลที่ใช้ในการไตเตรทกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

N คือ ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ในเอธานอลเป็นนอร์มอล

W คือ น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

การวิเคราะห์หาค่าเปอร์ออกไซด์

วิธีการ

1. หลอมตัวอย่างน้ำมันที่อุณหภูมิ 60°ซ-70°ซ และกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4
2. ชั่งตัวอย่างน้ำมัน 5-10 กรัมใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
3. เติมสารละลายผสม HOAc:$CHCl_3$(3:2) จำนวน 50 มิลลิลิตร
4. เติมสารละลายอิ่มตัวโปตัสเซียมไอโอไดด์ 1 มิลลิลิตร เขย่าแรงๆ 1 นาที
5. เติมน้ำกลั่น 70 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน
6. ไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.01 นอร์มอล จนสารละลายสีเหลืองหายไปเกือบหมด
7. เติมน้ำแป้ง 0.5 มิลลิลิตร 1%จนได้สารละลายสีน้ำเงิน
8. ไตเตรทต่อจนสีน้ำเงินจางหายไปและจดปริมาตรที่ใช้ไปในการไตเตรท
9. ทำการวิเคราะห์อีกครั้งโดยใช้ blank เช่นเดียวกับตัวอย่างโดยใช้น้ำกลั่นแทน
10. คำนวณค่าเปอร์ออกไซด์ จากสูตร

$$\text{ค่าเปอร์ออกไซด์ (P.V.)} = \frac{1000 \times (S - B) \times N}{W}$$

เมื่อ S คือ ปริมาตรสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.01นอร์มอล ที่ใช้กับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

B คือ ปริมาตรสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.01นอร์มอล ที่ใช้กับ blank (มิลลิลิตร)

N คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต เป็น นอร์มอล

W คือ น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช

การวิเคราะห์หาองค์ประกอบกรดไขมันโดยใช้ Gas Liquid Chromatography

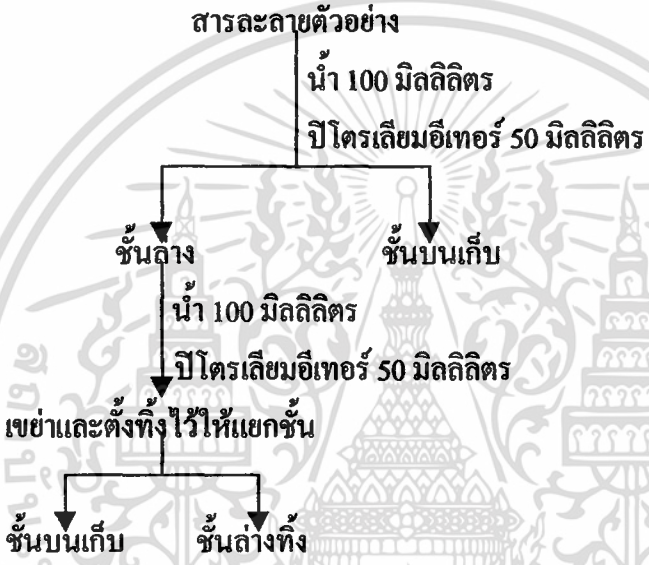
วิธีการ

1. การเตรียม methyl ester

1.1 ชั่งตัวอย่างน้ำมัน 0.5 กรัมใส่ขวดก้นกลมขนาด 250 มิลลิลิตร

1.2 เติมเมธานอล 180 มิลลิลิตร เบนซีน 60 มิลลิลิตร และกรดซัลฟูริกเข้มข้น 2 มิลลิลิตร

1.3 นำไปรีฟลักซ์นาน 2.5 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เย็นนำไปใส่กรวยแยก



นำชั้นบนที่เก็บมารวมกันใส่กรวยแยก เติมน้ำ 100 มิลลิลิตร เขย่าและตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น ไขชั้นน้ำออก ทำเช่นนี้จนกระทั่งชั้นน้ำที่ไขออกมีความเป็นกรดน้อยโดยจะได้สีเหลืองเมื่อทดสอบกับ methyl orange

1.4 นำชั้นบนไประเหยเอาปิโตรเลียมอีเทอร์ออกด้วย rotary evaporator จะได้ methyl ester ของกรดไขมัน

2. การใช้เครื่อง Gas Liquid Chromatography

สภาวะการทดลอง

เครื่อง GLC Hewlett Packard 6890

Column	HP-INNOWAX
Column temp:	170°ซ
Injection temp:	250°ซ
Detector	FID
Carrier gas	He

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flow rate 156 ml./min.

Injection volume1µl

2.1 นำ methyl ester ที่เตรียมไว้มา 5 มิลลิกรัม ละลายด้วย Hexane ให้มีปริมาตรเป็น 1.5 มิลลิลิตร แล้วนำไปฉีดเข้าเครื่อง GLC

2.2 คลิกที่ไอคอน instrument 1 online

2.3 เลือก Method ที่ต้องการจากแถบเมนูแล้วคลิก Load method

2.4 กำหนดลำดับการฉีดสาร ชื่อสาร และอื่นๆโดยเลือก Sequence ที่แถบเมนูแล้วคลิก Sequence table

2.5 กำหนดการจัดเก็บข้อมูล ตั้งชื่อไฟล์ของสารโดยเลือก Sequence ที่แถบเมนูแล้วคลิก Sequence parameter

2.6 ถ้าต้องการแก้ไขค่าต่างๆ หรือต้องการตั้งค่าใหม่ ให้เลือก Instrument ที่แถบเมนูแล้วคลิก Edit parameter ซึ่งจะปรากฏรูปของส่วนต่างๆถ้าต้องการจะแก้ค่าใดก็คลิกที่รูปนั้น

2.7 เมื่อทำการแก้ไขหรือตั้งค่าเสร็จแล้วให้รอจนหน้าจอขึ้น Ready แถบสีเขียวแล้วกด Start เครื่องก็จะทำงานตามเวลาที่กำหนดไว้ ซึ่งจะได้พีคออกมาและถูกจัดเก็บในไฟล์ที่ตั้งไว้

2.8 การนำข้อมูลมาใช้โดย ที่แถบเมนูเลือก View คลิก Data Analysis ที่แถบเมนูเลือกไฟล์ คลิก Load Signal เลือกไฟล์ที่ข้อมูลนั้นอยู่

2.9 การทำ calibration โดยที่แถบเมนูเลือก calibration คลิกNew calibration table ใส่ค่าความเข้มข้นของสาร ชื่อสาร ให้ตรงกับค่า RT ของสารแล้วคลิก OK ที่แถบเมนูเลือกไฟล์ คลิก Save as method ตั้งชื่อ method

2.10การนำ calibration มาใช้ให้ทำตามข้อ 2 และข้อ 7 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ซ

การวัดค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์หรือความถ่วงจำเพาะ

วิธีการ

1. ชั่งขวดหาค่าความถ่วงจำเพาะที่แห้งและบันทึกน้ำหนัก
2. เปิดจุกเติมน้ำที่อุณหภูมิ 20°ซจนเต็มแล้วจุ่มไว้ใน water bath ที่มีอุณหภูมิ 25°ซ $\pm$ 2°ซ เป็นเวลา 30 นาที
3. ยกขวดออกมาเช็ดให้แห้งสนิทแล้วชั่งน้ำหนัก
4. หลอมตัวอย่างน้ำมันและกรองผ่านกระดาษกรองปรับอุณหภูมิให้ได้ 25°ซ $\pm$ 2°ซ เทลงในขวด อย่าให้มีฟองอากาศ
5. ปิดจุกแล้ววางใน water bath ที่มีอุณหภูมิ 25°ซ $\pm$ 2°ซ เป็นเวลา30 นาที
6. ยกขวดออกมาเช็ดให้แห้งสนิทแล้วชั่งน้ำหนัก
7. คำนวณค่า Specific gravity จากสูตร

$$\text{Specific gravity (25°ซ)} = \frac{\text{wt.of oil}}{\text{wt. of water}}$$

กรณีที่อุณหภูมิไม่เป็น 25°ซ ให้ใช้สูตร

$$\text{Specific gravity (25°ซ)} = \text{Specific gravity ที่อุณหภูมิใดๆ} + 0.00064(T - 25)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฌ

การวัดค่าดัชนีหักเห

วิธีการ

1. ปรับอุณหภูมิน้ำมันให้ได้ 20 °ซ หรือ 25°ซ ถ้าเป็นไขมันปรับอุณหภูมิให้ได้ 40°ซ
2. หยดน้ำมันที่กรองผ่านกระดาษกรองแล้วลงบนปริซึมด้านล่าง
3. ปิดฝาแล้วปรับเลนส์จนอ่านค่าได้ชัดเจนที่อุณหภูมิคงที่ที่ 25°ซ $\pm$ 2°ซ
4. คำนวณค่าดัชนีหักเหจากค่าที่อ่านได้โดยใช้ตาราง

ตารางที่ 11 แสดงค่าดัชนีหักเหที่อ่านได้จาก Butyrorefractometer

Reading	Index of Refraction	Reading	Index of Refraction
40.0	1.4524	60.0	1.4659
40.5	1.4527	60.5	1.4662
41.0	1.4531	61.0	1.4665
41.5	1.4534	61.5	1.4668
42.0	1.4538	62.0	1.4672
42.5	1.4541	62.5	1.4675
43.0	1.4545	63.0	1.4678
43.5	1.4548	63.5	1.4681
44.0	1.4552	64.0	1.4685
44.5	1.4555	64.5	1.4688
45.0	1.4558	65.0	1.4691
45.5	1.4562	65.5	1.4694
46.0	1.4565	66.0	1.4697
46.5	1.4569	66.5	1.4700
47.0	1.4572	67.0	1.4704
47.5	1.4576	67.5	1.4707
48.0	1.4579	68.0	1.4710
48.5	1.4583	68.5	1.4713
49.0	1.4586	69.0	1.4717
49.5	1.4590	69.5	1.4720
50.0	1.4593	70.0	1.4723
50.5	1.4596	70.5	1.4726
51.0	1.4600	71.0	1.4729
51.5	1.4603	71.5	1.4732

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

52.0	1.4607	72.0	1.4735
52.5	1.4610	72.5	1.4738
53.0	1.4613	73.0	1.4741
53.5	1.4616	73.5	1.4744
54.0	1.4619	74.0	1.4747
54.5	1.4623	74.5	1.4750
55.0	1.4626	75.0	1.4753
55.5	1.4629	75.5	1.4756
56.0	1.4633	76.0	1.4759
56.5	1.4636	76.5	1.4762
57.0	1.4639	77.0	1.4765
57.5	1.4642	77.5	1.4768
58.0	1.4646	78.0	1.4771
58.5	1.4649	78.5	1.4774
59.0	1.4652	79.0	1.4777
59.5	1.4656	79.5	1.4780

ที่มา: ประเทืองศรี 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ญ

การวัดสี

วิธีการ

1. หลอมตัวอย่างน้ำมันและกรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 2
3. เทตัวอย่างน้ำมันลงในหลอดแก้วใสสำหรับใส่ตัวอย่าง ให้มีความสูงประมาณ 2/3 ของความสูงหลอด แล้วนำหลอดใส่ตัวอย่างมาใส่ในช่องสำหรับใส่ตัวอย่างของเครื่อง Lovibond
4. กดสวิซต์แหล่งกำเนิดแสง
5. เลือกแผ่นวงล้อเทียบสี 1 คู่ที่มีสีอยู่ในช่วงที่ครอบคลุมสีของตัวอย่างใส่ลงในช่องสำหรับใส่แผ่นวงล้อเทียบสีทั้งสองข้างของเครื่อง Lovibond แล้วหมุนให้ตรงกับสีที่ต้องการ
   แผ่นวงล้อเทียบสีมีทั้งหมด 4 แผ่นซึ่งแต่ละแผ่นจะประกอบด้วยหมายเลข ดังนี้
   แผ่นที่ 1: 1,5,9,11A,11B,11C,13,17,21
   แผ่นที่ 2: 3,7,11, 11A,11B,11C,15,19,23
   แผ่นที่ 3: 25,29,33,37,41,45
   แผ่นที่ 4: 27,31,35,39,43
   หมายเลขภายในแผ่นวงล้อเทียบสีสามารถแบ่งได้เป็น 5 กลุ่มสี ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 12 แสดงกลุ่มหมายเลขภายในวงล้อเทียบสีน้ำมันของสีแต่ละสี

Light Colored Fats	Predominantly Yellow Fats	Dark Fats (Red Cast)	Very Dark Fats (Predominantly Green)	Very Dark Fats (Predominantly Red)
1	11	13	21	31
3	11A	15	23	33
5	11B	17	25	35
7	11C	19	27	37
9			29	39
				41
				13
				45

ที่มา: A.O.C.S.1964

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นายเกรียงศักดิ์ ภูษิต เกิดเมื่อวันที่ 8 เดือนธันวาคม พ.ศ.2522 จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเมื่อ พ.ศ.2541 จากโรงเรียนโยธินบูรณะ และสำเร็จการศึกษาระดับอุดมศึกษาจาก ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ.2545

นางสาววรพรรณ ศรีเจริญชัยกุล เกิดเมื่อวันที่ 4 เดือนมิถุนายน พ.ศ.2523 จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเมื่อ พ.ศ.2541 จากโรงเรียนอัสสัมชัญคอนแวนต์ และสำเร็จการศึกษาระดับอุดมศึกษาจาก ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ.2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้