ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การแยกครูดแคโรทีนจากน้ำมันปาล์มดิบ

(Crude Carotene Extraction from Palm Oil)

โดย

นายทรงพล คำยัง รหัสนักศึกษา 40044428

นายปฤงคพ ดีปัญญา รหัสนักศึกษา 40044436

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

ประสงค์ ฝึกหมอ ..... 15/มิ.ย./44 **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**

(ประสงค์ ฝึกหมอ)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

( )

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17514

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การแยกครูดแคโรทีนจากน้ำมันปาล์มดิบ

(Crude Carotene Extraction from Palm Oil)

T096772

นายทรงพล คำยัง
นายปฤงคพ ดีปัญญา

ปพ.
ท141ก
2543

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....96772.....
วัน,เดือน,ปี.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรงพล คำยัง และ ปฤงคพ ดีปัญญา :2544.การแยกครูดแคโรทีนจากน้ำมันปาล์มดิบ (Crude Carotene Extraction from Palm Oil) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา อ. ประมวล ศรีกาหลง

จากการทดลอง ที่ 1 นำน้ำมันปาล์มดิบเพียงอย่างเดียว การทดลองที่ 2 นำน้ำมันปาล์มดิบผสมน้ำมันดอกทานตะวัน อัตราส่วน 1 : 2 และการทดลองที่ 3 นำน้ำมันปาล์มดิบผสมเฮกเซน อัตราส่วน 1 : 2 ไปหมุนเหวี่ยงที่อุณหภูมิ 0 5 15 และ25 องศาเซลเซียส โดยแต่ละอุณหภูมิ หมุนเหวี่ยง ที่ความเร็วรอบ 700 1400 และ 2100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที พบว่า ทุกการทดลอง จะสามารถแยกครูดแคโรทีนได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 2100 รอบต่อนาที และวิธีการทดลองที่สามารถแยกครูดแคโรทีนได้ดีเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้คือ การทดลองที่ 3 การทดลองที่ 2 และการทดลองที่ 1 สำหรับการทดลองที่ 4 นำน้ำมันปาล์มผสมกับสารละลายผสม คาร์บอนเตตระคลอไรด์ เฮกเซน ที่อัตราส่วนคลอรีน 30 มิลลิลิตรจะสามารถแยกครูดแคโรทีนได้ดีที่สุด และ การทดลองที่ 5 นำน้ำมันปาล์มดิบผสมสารละลายด่างเข้มข้น 1 นอล์มัล และให้ความร้อนที่อัตราส่วน 1 : 2 จะสามารถแยกครูดแคโรทีนได้ดีที่สุด

ปฤงคพ ดีปัญญา	ประมวล ศรีกาหลง	15 มี.ค 44
ลายมือชื่อนักศึกษา	รายชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา	วันเดือนปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานโครงการปัญหาพิเศษฉบับนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงเป็นรูปเล่มโดยสมบูรณ์ได้ โดยได้รับความกรุณาจาก อ.ประมวล ศรีกาหลง กรุณาเป็นที่ปรึกษาปัญหาพิเศษตลอดจนให้คำปรึกษา คำแนะนำ และความช่วยเหลือด้วยดีเสมอมา รวมทั้งเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกคนที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในระหว่างปฏิบัติการ จึงขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ที่คอยให้กำลังใจและเอาใจใส่ และขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจมาโดยตลอด

นายทรงพล คำยัง
นายปฤงคพ ดีปัญญา
16 มีนาคม 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญรูป	จ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. งานตรวจเอกสาร	2
3. วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	18
4. ผลการทดลอง	21
5. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	29
เอกสารอ้างอิง	31
ภาคผนวก	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตางรางที่	หน้า
2.1 กรดไขมันสามัญบางชนิด	4
2.2 กรดไขมันของน้ำมันปาล์ม	5
2.3 มาตรฐานคุณภาพของน้ำมันปาล์ม	8
2.4 แสดงปริมาณเบต้าแคโรทีนในอาหาร	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1. กราฟที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ของค่า L, a, b ของน้ำมันปาล์ม ที่อุณหภูมิ 0^0C 700 rpm 21
2. กราฟที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ของค่า L, a, b ของน้ำมันปาล์ม ที่อุณหภูมิ 0^0C 1400 rpm 21
3. กราฟที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ของค่า L, a, b ของน้ำมันปาล์ม ที่อุณหภูมิ 0^0C 2100 rpm 22
4. กราฟที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ของค่า L, a, b ของน้ำมันปาล์ม ที่อุณหภูมิ 5^0C 700 rpm 22
5. กราฟที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ของค่า L, a, b ของน้ำมันปาล์ม ที่อุณหภูมิ 5^0C 1400 rpm 23
6. กราฟที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ของค่า L, a, b ของน้ำมันปาล์ม ที่อุณหภูมิ 5^0C 2100 rpm 23
7. กราฟที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ของค่า L, a, b ของน้ำมันปาล์ม ที่อุณหภูมิ 15^0C 700 rpm 24
8. กราฟที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ของค่า L, a, b ของน้ำมันปาล์ม ที่อุณหภูมิ 15^0C 1400 rpm 24
9. กราฟที่ 9 แสดงความสัมพันธ์ของค่า L, a, b ของน้ำมันปาล์ม ที่อุณหภูมิ 15^0C 2100 rpm 25
10. กราฟที่ 10 แสดงความสัมพันธ์ของค่า L, a, b ของน้ำมันปาล์ม ที่อุณหภูมิ 25^0C 700 rpm 25
11. กราฟที่ 11 แสดงความสัมพันธ์ของค่า L, a, b ของน้ำมันปาล์ม ที่อุณหภูมิ 25^0C 700 rpm 26
12. กราฟที่ 12 แสดงความสัมพันธ์ของค่า L, a, b ของน้ำมันปาล์ม ที่อุณหภูมิ 25^0C 2100 rpm 26
13. กราฟที่ 13 แสดงความสัมพันธ์ของค่า L, a, b ของน้ำมันปาล์ม เมื่อเก็บไว้ในที่มีแสง 27
14. กราฟที่ 14 แสดงความสัมพันธ์ของค่า L, a, b ของน้ำมันปาล์ม เมื่อเก็บไว้ในที่มืด 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ หน้า

15. กราฟที่ 15 แสดงความสัมพันธ์ของค่า L, a, b ของน้ำมันปาล์ม
ที่ผสมด่างในอัตราส่วนต่างๆ 28
16. ภาพที่ 1 แสดงลักษณะสีและปริมาณน้ำมันปาล์มดิบหลังจากการผ่านหมุนเหวี่ยง
ที่อุณหภูมิ 25^{0}C ที่ความเร็วรอบ 2100 รอบต่อนาที 32
17. ภาพที่ 2 แสดงลักษณะสีและปริมาณของน้ำมันปาล์มดิบเมื่อผสมน้ำมันดอกทานตะวัน
อัตราส่วน 1 : 2 หลังจากการผ่านหมุนเหวี่ยงที่อุณหภูมิ 25^{0}C
ความเร็วรอบ 2100รอบต่อนาที 32
18. ภาพที่ 3 แสดงลักษณะสีและปริมาณน้ำมันปาล์มดิบเมื่อผสมเฮกเซนอัตราส่วน 1: 2
หลังจากการ ผ่านหมุนเหวี่ยงที่อุณหภูมิ 25^{0}C ความเร็วรอบ 2100 รอบต่อนาที 33
19. ภาพที่ 4 แสดงการแยกชั้นไม่รวมตัวกันของ คลอไรด์ (Cl_2),
คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl_4) และเฮกเซน 33
20. ภาพที่ 5 แสดงการแยกชั้นของสารผสมออกเป็น 2 ชั้น หลังจากการคนผสม
เข้าด้วยกัน 34
21. ภาพที่ 6 แสดงการแยกชั้นของสารผสมหลังจากเติมน้ำมันปาล์มดิบและ
คนผสมให้เข้ากัน 34
22. ภาพที่ 7 แสดงลักษณะสีจากปฏิกิริยาระหว่างน้ำมันปาล์มและสารละลายผสม
ที่แปรค่าระดับความเข้มข้นของสารละลายคาร์บอนเตตระคลอไรด์(CCl_4)
10 20 และ 30 มิลลิลิตร เมื่อเก็บไว้ในที่มีแสงเป็นเวลา 5 นาที 35
23. ภาพที่ 8 แสดงลักษณะสีของของเหลวที่แยกได้ในชั้นบนสุดจากการหมุนเหวี่ยง
สารละลาย ที่แปรค่าระดับความเข้มข้นของสารละลายคาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl_4)
10 20 และ 30 มิลลิลิตร เมื่อเก็บไว้ในที่มีแสงเป็นเวลา 5 นาที 35
24. ภาพที่ 9 แสดงลักษณะสีจากปฏิกิริยาระหว่างน้ำมันปาล์มและสารละลายผสม
ที่แปรค่าระดับความเข้มข้นของสารละลายคาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl_4)
10 20 และ 30 มิลลิลิตร เมื่อเก็บไว้ในที่มืดเป็นเวลา 5 นาที 36
25. ภาพที่ 10 แสดงลักษณะสีของของเหลวที่แยกได้ในชั้นบนสุดจากการหมุนเหวี่ยง
สารละลาย ที่แปรค่าระดับความเข้มข้นของสารละลายคาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl_4)
10 20 และ 30 มิลลิลิตร เมื่อเก็บไว้ในที่มีแสงเป็นเวลา 5 นาที 36
26. ภาพที่ 11 แสดงผลของการทำปฏิกิริยาระหว่างน้ำมันปาล์มดิบกับสารละลายด่าง
โซเดียมไฮดรอก ไซด์ เข้มข้น 1 นอล์มัลในอัตราส่วน 1 : 1, 1 : 2และ 2 : 1 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ หน้า

27. ภาพที่ 12 แสดงลักษณะสีและปริมาณของของเหลวที่แยกได้ในชั้นบนสุด
ที่ผ่านการหมุนเหวี่ยงระหว่างน้ำมันปาล์มดิบกับสารละลาย
ด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 1 นอล์มัลในอัตราส่วน 1: 1, 1 : 2และ 2 : 1 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันเป็นที่ทราบเป็นอย่างดีว่า เบต้าแคโรทีนเป็นสารอาหารที่มีความสำคัญต่อร่างกาย เนื่องจากเป็นสารตั้งต้นของการสร้างวิตามินเอ ซึ่งในน้ำมันปาล์มจะมีเบต้าแคโรทีนอยู่สูง แต่ในทางอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม เบต้าแคโรทีนจะถูกทำลายในกระบวนการผลิต และเมื่อนำน้ำมันปาล์มที่ผ่านการทำให้บริสุทธิ์แล้วมาทำการผลิตมาการีน จะต้องมีการเติมเบต้าแคโรทีน ลงไปเพื่อปรับปรุงสีอีกครั้งหนึ่ง โดยสั่งซื้อจากต่างประเทศ ซึ่งมีมูลค่าในการนำเข้าในแต่ละปีสูง เมื่อพิจารณาคุณสมบัติของเบต้าแคโรทีน เปรียบเทียบกับไตรกลีเซอไรด์ พบว่ามีคุณสมบัติที่แตกต่างกันหลายด้าน เช่น น้ำหนักโมเลกุล คุณสมบัติในการทำปฏิกิริยากับด่าง (รศ.ดร นิธิยา รัตนาปนนท์) เป็นต้น จึงมีความเป็นไปได้ที่จะสามารถแยก เบต้าแคโรทีน ออกจาก ไตรกลีเซอร์ไรด์ได้ และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับได้แก่

1. สามารถนำครูดแคโรทีนที่สูญเสียไปกับกระบวนการทำน้ำมันให้บริสุทธิ์กลับมาใช้ได้
2. ช่วยส่งเสริมอุตสาหกรรมอาหารในประเทศ
3. เป็นกระบวนการขั้นต้นในการแยกเบต้าแคโรทีนบริสุทธิ์ เนื่องจากเป็นการเพิ่มความเข้มข้นของครูดแคโรทีนก่อนการทำให้บริสุทธิ์
4. นำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยี และการออกแบบเครื่องมือต้นแบบสำหรับการแยกครูดแคโรทีน

วัตถุประสงค์

1. แยกครูดแคโรทีนออกจากน้ำมันปาล์ม
2. ตรวจสอบคุณลักษณะด้านสีครูดแคโรทีนที่แยกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

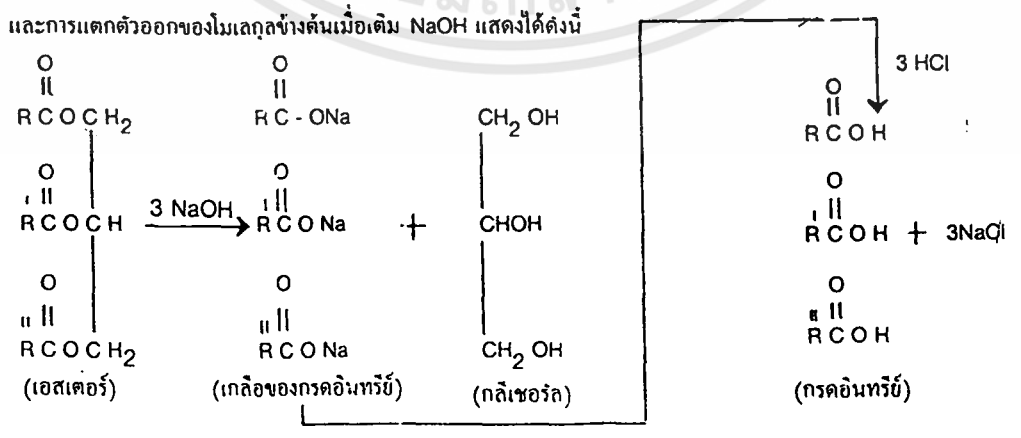
งานตรวจเอกสาร

น้ำมันปาล์มก็เหมือนกับน้ำมันพืชและไขมันสัตว์ที่ทานได้ (edible oil) ชนิดอื่น ๆ เช่น น้ำมันมะพร้าว ถั่วเหลือง ถั่วลิสง มะกอก มันหมู มันวัว เป็นสารอินทรีย์จำพวกหนึ่ง เรียกว่า เอสเตอร์ (ester) ซึ่งโมเลกุลประกอบด้วยสารเคมี 2 ชนิด คือ กลีเซอรัล (glycerol) หรือ กลีเซอริน (glycerin) มีสูตร $CH_2(OH)-CH(OH)-CH_2(OH)$ และ กรดอินทรีย์หรือ กรดคาบอกซิลิค(caboxylic acid) เชื่อมต่อเข้าด้วยกันด้วยพันธะเคมีที่แข็งแรง

เมื่อนำน้ำมันชนิดใดชนิดหนึ่งมาเติมเบสแก่ เช่น โซดาไฟ หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) แล้วทำให้ร้อน โมเลกุลจะแตกออกเป็น 2 ส่วนคือ กลีเซอรัลและเกลือของกรดอินทรีย์ ซึ่งเมื่อทำให้เป็นกลางโดยเติมกรด เช่น กรดเกลือหรือกรดไฮโดรคลอริค (HCl) จะได้กรดอินทรีย์เป็นผลิตผล ปฏิกริยาอื่น ๆ เช่น การย่อยสลายโดยเอนไซม์ไลเปส (lipase) หรือไฮโดรลิซิส (hydrolysis, หมายถึงให้ทำปฏิกริยากับน้ำ) ก็ให้ผลอย่างเดียวกัน คือโมเลกุลของไขมันให้กลีเซอรัลและกรดอินทรีย์เป็นผลิตผล นี่เป็นหลักฐานและสาเหตุที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์ทราบว่าน้ำมันที่กินได้ รวมทั้งน้ำมันปาล์มแท้จริงแล้วมีโมเลกุลอย่างไร สูตรทั่วไปของน้ำมันแสดงได้ ดังนี้

โมเลกุลของน้ำมันและไขมัน (สูตร ก)

และการแตกตัวออกของโมเลกุลข้างต้นเมื่อเติม NaOH แสดงได้ดังนี้



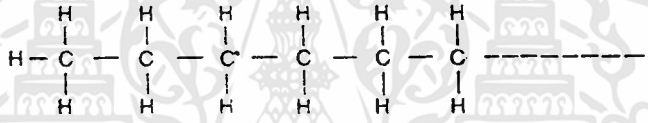
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเหตุที่กรดอินทรีย์ชนิดนี้ได้มาจากน้ำมันหรือไขมันจึงนิยมเรียกว่ากรดไขมัน (fatty acid) ส่วนกรดไขมันที่พบในน้ำมันพืชรวมทั้งในน้ำมันปาล์ม เมื่อนำน้ำมันมาวิเคราะห์นิยมเรียกว่า กรดไขมันอิสระ(frec fatty acid) กรดไขมันอิสระเดิมก็เป็นเอสเทอร์แต่โมเลกุลได้แตกสลายลงโดยเอนไซม์หรือโดยปฏิกริยาไฮโดรลิซิส(Hydrolysis)

การนำน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์มาเติมเบสแก่ เช่น NaOH ทำให้โมเลกุลของเอสเตอร์แตกออกได้เกลือของกรดอินทรีย์หรือกรดไขมัน เกลือของกรดไขมันนี้ก็คือสบู่นั่นเอง วิธีการนี้เป็นวิธีการทำสบู่โดยอุตสาหกรรมและโดยชาวบ้านทั่วไป

ธรรมชาติของกรดอินทรีย์ของน้ำมันปาล์ม

หมู่ R ในสูตรของโมเลกุลของน้ำมัน แทนไฮโครคาร์บอนโซ่ยาว หมายความว่าโมเลกุลของ R มีธาตุคาร์บอน(C) และไฮโดรเจน(H) เท่านั้นโดยมีคาร์บอนอะตอมต่อกันเป็นแถว (เรียกว่าโซ่) ดังนี้

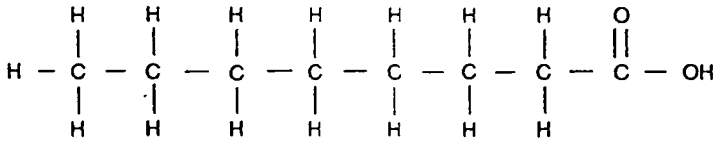


โซ่ไฮโดรคาร์บอน

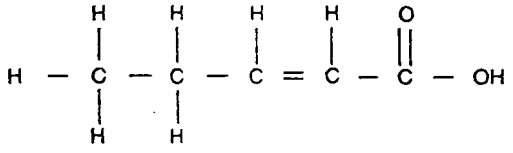
แต่ละโซ่มีจำนวน C อะตอมไม่เท่ากัน (นี้เป็นเหตุผลที่เราใช้อักษร R, R′, R″ เพื่อเน้นว่า R ทั้งสามแตกต่างกัน)ที่แปลกก็คือแต่ละโซ่จะมีจำนวน C อะตอมเป็นเลขคี่เสมอไป (ถ้านับ C ของ $\overset{O}{\overset{\|}{C}}$ด้วย กรดอินทรีย์ของน้ำมันหรือไขมันมีจำนวน C เป็นเลขคู่เสมอไป) ทั่วไปมีจำนวนคาร์บอน 11-19 ตัว นอกจากนี้แล้วโซ่คาร์บอนอาจจะอิ่มตัว (saturated) หรือไม่อิ่มตัว (unsaturated) ก็ได้ โซ่คาร์บอนอิ่มตัวหมายถึงพันธะระหว่าง คาร์บอน-คาร์บอน เป็นพันธะเกี่ยวหมด ส่วนโซ่คาร์บอนไม่อิ่มตัวคือมีพันธะระหว่างคาร์บอน-คาร์บอน เป็นพันธะคู่ ซึ่งอาจมีเพียงอันเดียว หรือ 2 อัน 3 อันหรือมากกว่านั้นก็ได้

กรดไขมันที่มีหมู่ R เป็นไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัวเรียกว่า กรดไขมันอิ่มตัว ที่มีความไม่อิ่มตัวอยู่ด้วยเรียกว่า กรดไขมันไม่อิ่มตัว กรดไขมันที่ยิ่งมีจำนวนพันธะคู่มาก ยิ่งเป็นกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวมากตามลำดับ ตัวอย่างแสดงโมเลกุลของกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว คือ ดังนี้

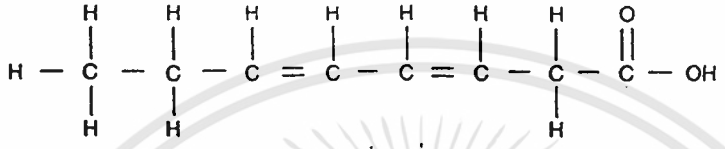
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตัวอย่างกรดไขมันอิ่มตัว



ตัวอย่างของกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มี 1 พันธะคู่



ตัวอย่างของกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มี 2 พันธะค่

ถ้าเอสเทอร์(น้ำมัน) มีกรดไขมันหรือ หมู่ R เป็นแบบอิ่มตัว เรียกว่าน้ำมันหรือไขมันอิ่มตัว ตรงกันข้ามถ้ามีหมู่ R เป็นแบบไม่อิ่มตัวก็เรียกว่าน้ำมันหรือไขมันไม่อิ่มตัว

กรดไขมันแต่ละชนิดมีชื่อเรียกเฉพาะ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 กรดไขมันสามัญบางชนิด

ชื่อกรด	สูตร	
ลอริก (lauric acid)	$CH_3(CH_2)_{10}COOH$	กรดไขมันอิ่มตัว
ไมริสติก (myristic acid)	$CH_3(CH_2)_{12}COOH$	
ปัลมิติก (palmitic acid)	$CH_3(CH_2)_{14}COOH$	
สเตียริก (stearic acid)	$CH_3(CH_2)_{16}COOH$	
โอลิอิก (oleic acid)	$CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7COOH$	กรดไขมันไม่อิ่มตัว
ลิโนลิอิก (linoleic acid)	$CH_3(CH_2)_4CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_7COOH$	
ลิโนลินิก (linolenic acid)	$CH_3CH_2CH=CHCH_2CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_7COOH$	

ความอิ่มตัวหรือไม่อิ่มตัวของกรดอินทรีย์ในโมเลกุลของน้ำมัน(เอสเทอร์)มีผลต่อสมบัติทางกายภาพของน้ำมันนั้น น้ำมันที่มีความไม่อิ่มตัวมากจะมีจุดหลอมเหลวต่ำ ยิ่งมีความไม่อิ่มตัวมากจะมีจุดหลอมเหลวต่ำลงมาก โมเลกุลของน้ำมันปาล์มมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวอยู่มากจึงปรากฏเป็นของเหลว (น้ำมัน) ที่อุณหภูมิห้อง น้ำมันบางชนิด เช่น มันหมู มีหมู่ R ส่วนใหญ่อิ่มตัว ทำให้มีจุดหลอมเหลวสูง มันหมูจึงปรากฏเป็นของแข็ง (ไขมัน) ที่อุณหภูมิปกติหรืออุณหภูมิห้อง ($25^{\circ}C$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พึงสังเกตว่า น้ำมัน (oil) และไขมัน (fat) ต่างเป็นสารอินทรีย์จำพวกเอสเทอร์แต่เรียกแตกต่างกัน เพราะสถานะตามที่ปรากฏ ณ อุณหภูมิห้องแตกต่างกัน ถ้าเป็นของเหลวเรียกว่าน้ำมัน แต่ถ้าเป็นของแข็งเรียกว่าไขมัน

องค์ประกอบของกรดไขมันของน้ำมันปาล์ม

จากการนำน้ำมันปาล์มมาวิเคราะห์ โดยทำให้โมเลกุลของเอสเทอร์แตกสลายเป็นกลีเซอรัลและกรดไขมัน แล้ววิเคราะห์กรดไขมันที่ได้ ผลของการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 กรดไขมันของน้ำมันปาล์ม

กรดอิ่มตัว			กรดไม่อิ่มตัว			
กรด	จำนวนคาร์บอนของกรด	%	กรด	จำนวนคาร์บอนของกรด	จำนวนพันธะคู่	%
ไมริสติก (myristic)	14	2	โอลิอิก (oleic)	18	1	39
ปัลมิติก (palmitic)	16	43	ลิโนลีอิก (linoleic)	18	2	9
สเตียริก (stearic)	18	7	ลิโนลีนีอิก (linoleneic)	18	3	เล็กน้อย
รวม		52	รวม			48

จากตารางที่ 2.2 จะเห็นได้ว่าน้ำมันปาล์มมีกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวในปริมาณเกือบเท่า ๆ กัน และองค์ประกอบของกรดไขมันข้างต้น อาจแปรผันได้บ้างขึ้นกับพันธุ์ปาล์ม ดินฟ้าอากาศ และสถานที่เพาะปลูก เป็นต้น

นอกจากนี้ในน้ำมันปาล์มยังมีน้ำอย่างอื่นอยู่บ้างเล็กน้อย โดยที่โมเลกุลของมันไม่ใช่เอสเทอร์ ซึ่งประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อ	ปริมาณ(ส่วนในล้านส่วน)
แคโรทินอยด์ (Carotenoids)	500-700
โทโคเฟอรัล (Tocopherols)	500-800
สเตอรัล (Sterols)	300
ฟอสฟาไทด์ (Phosphatides)	500-1,000
แอลกอฮอล์ (Alcohol)	800

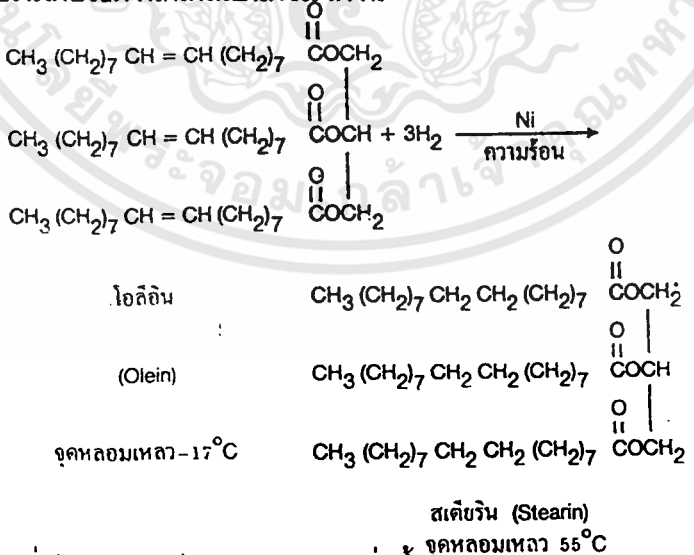
สารแคโรทีนอยด์ (Carotenoids) มีสีแดงส้ม ทำให้น้ำมันปาล์มดิบมีสีส้ม แต่หลังจากการฟอกสีแล้วสารนี้จะถูกกำจัดออกไปทำให้น้ำมันปาล์มใสและไม่มีสี

ปฏิกริยาของน้ำมันปาล์ม

เนื่องจากน้ำมันปาล์ม (รวมทั้งน้ำมันที่ทานได้ชนิดอื่น ๆ) เป็นเอสเทอร์จึงสามารถเกิดปฏิกริยาทางเคมีของเอสเทอร์ทั่ว ๆ ไป ที่สำคัญมีดังนี้

1. ซัฟโฟนิฟิเคชั่น (Saponification) หรือการทำสบู่ น้ำมันพืชและไขสัตว์สามารถทำปฏิกริยากับเบสแก่ เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) หรือ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ได้กลีเซอรีลและเกลือโซเดียม หรือโพแทสเซียมของกรดไขมัน ซึ่งก็คือสบู่นั่นเอง

2. ไฮโดรจิเนชั่น (Hydrogonation) ไขมันหรือน้ำมันที่ไม่อิ่มตัวอาจทำให้อิ่มตัวได้โดยการเพิ่มไฮโดรเจนให้กับพันธะคู่ในโมเลกุลภายใต้สภาวะที่เหมาะสมและมีตัวเร่งด้วยเช่น เพิ่มไฮโดรเจนให้กับโอลีอินเปลี่ยนเป็นสเตียรินโดยใช้ผงนิกเกิลเป็นตัวเร่งดังนี้



ผลิตภัณฑ์หลังเพิ่มไฮโดรเจนมีจุดหลอมเหลวเพิ่มขึ้น ตัวอย่างข้างต้นโอลีอินเป็นของเหลว (น้ำมัน) มีจุดหลอมเหลว -17°C ส่วนสเตียรินเป็นของแข็ง (ไขมัน) มีจุดหลอมเหลว 55°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

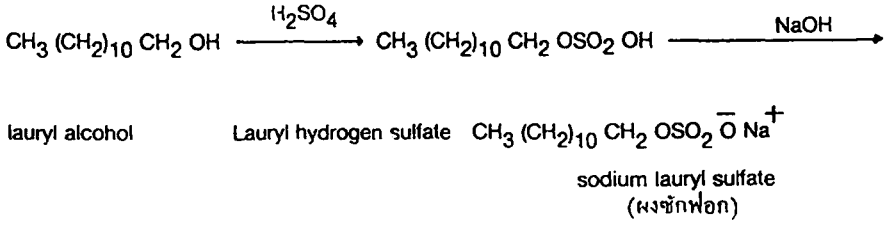
น้ำมันพืชที่มีความไม่อิ่มตัวสูง มีข้อเสียในแง่ที่ว่าน้ำมันเหล่านี้เกิดเหม็นหืนง่าย (เรียกว่า rancidity) เพราะพันธะคู่ในโมเลกุลถูกออกซิไดส์ได้โดยง่าย ดังนั้นจึงนิยมนำน้ำมันพืชมาผ่านกระบวนการไฮโดรจิเนชั่นเพื่อลดความไม่อิ่มตัวลง

กระบวนการเพิ่มไฮโดรเจนทั่วไปไม่จำเป็นต้องเพิ่มไฮโดรเจนจนอิ่มตัวหมด ทั้งโมเลกุลน้ำมันพืชส่วนใหญ่จะมีสถานะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้องเมื่อเพิ่มไฮโดรเจนกับพันธะคู่เพียงบางส่วนเท่านั้น ดังนั้นโดยการควบคุมสภาวะของปฏิกริยาก็จะสามารถเตรียมโอลีโอมาร์การีน (oleomargarines) หรือเนยเทียมได้โดยที่เนยเทียมยังมีความไม่อิ่มตัวเหลืออยู่

3. ไฮโดรจิโนลิซีส (hydrogenolysis) เมื่อนำน้ำมันที่ไม่อิ่มตัวมาทำปฏิกริยากับไฮโดรเจนโดยใช้ภาวะที่รุนแรงพอ ไม่เพียงแต่พันธะคู่จะกลายเป็นพันธะเดี่ยวแล้ว หมู่ $\overset{O}{\overset{\|}{C}}$ ของโมเลกุลจะถูกเปลี่ยนไปเป็น CH_2 ด้วย ได้แอลกอฮอล์เป็นผลิตผล เช่น

เรียกปฏิกริยาข้างต้นว่าไฮโดรเจโนลิซิส (hydrogenolysis)

เมื่อนำแอลกอฮอล์โซ่ยาวมาทำปฏิกริยากับกรดซัลฟูริก จะได้อัลกิลไฮโดรเจนซัลเฟตซึ่งเมื่อทำสะเทินด้วยเบส เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์จะได้เกลือโซเดียมซัลเฟตของไฮโดรคาร์บอนโซ่ยาว ซึ่งใช้เป็นผงซักฟอก ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผงซักฟอกมีอำนาจในการชำระล้างทำนองเดียวกับสบู่ และใช้ได้ดีกว่าในน้ำกระด้าง (น้ำที่มี Ca^{2+}และ Mg^{2+}อยู่มาก) เพราะเกลือซัลเฟตของแคลเซียมและแมกนีเซียมสามารถละลายน้ำได้ แต่เกลือคาร์บอกซิเลตของแคลเซียม และแมกนีเซียมไม่ละลายน้ำ

มาตรฐานคุณภาพของน้ำมันปาล์ม

น้ำมันปาล์มดิบที่สกัดมาได้จะต้องมีคุณภาพได้มาตรฐานจึงจะจำหน่ายได้ในราคาดีในทางปฏิบัติโดยทั่วๆ ไปนั้น คุณภาพของน้ำมันปาล์มจะวัดด้วย 3 ค่า คือกรดไขมันอิสระ (FFA) ความชื้น และสิ่งสกปรก เพราะความชื้นและสิ่งสกปรกที่มากเกินไปจะเป็นสาเหตุให้เกิดกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นในน้ำมันปาล์มได้ มาตรฐานคุณภาพของน้ำมันปาล์มมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2.3 มาตรฐานคุณภาพของน้ำมันปาล์ม

รายการ	ระดับคุณภาพ (วัดเป็น %)				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	เลว
กรดไขมันอิสระ	น้อยกว่า 2	2.0-2.7	2.8-3.7	3.8-5.0	เกิน 5.0
ความชื้น	น้อยกว่า 0.1	0.1-0.19	0.2-0.39	0.4-0.6	เกิน 0.6
สิ่งสกปรก	น้อยกว่า .005	.005-.001	.001-.025	.026-.050	เกิน 0.05

สำหรับมาตรฐานคุณภาพที่ใช้ทางการค้าในเมืองไทยประกอบด้วย กรดไขมันอิสระไม่เกิน 5 % ความชื้นไม่เกิน 0.5 % และสิ่งสกปรกไม่เกิน 0.05%

นอกเหนือจากค่าต่างๆ ที่กล่าวมาแล้ว การวัดคุณภาพของน้ำมันปาล์มยังประกอบด้วยค่าต่าง ๆ อีกหลายค่า ซึ่งค่าที่ควรทราบมีดังนี้

1. ค่าไอโอดีน (Iodine Value, IV) เป็นตัววัดปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวในน้ำมันปาล์ม ค่าที่วัดเป็นน้ำหนักเป็นกรัมของไอโอดีนที่ทำปฏิกริยากับน้ำมันหนัก 100 กรัม ค่าไอโอดีนควรอยู่ระหว่าง 52-55

2. ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide Value, PV) เป็นค่าที่ใช้วัดความหืนในน้ำมันปาล์มโดยวัดเป็นปริมาณออกซิเจนที่ว่องไวต่อปฏิกิริยาทางเคมีที่มีอยู่ในน้ำมัน คือ เป็นมิลลิกรัมสมมูลต่อน้ำมัน 1 กิโลกรัม ตามมาตรฐานค่านี้ไม่ควรเกิน 10

3. ปริมาณเหล็ก (Fe) หมายถึงปริมาณเหล็กที่เจือปนอยู่ในน้ำมันปาล์มค่ามาตรฐานไม่ควรเกิน 4 ส่วนในล้านส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทองแดง (Cu) หมายถึงประมาณทองแดงที่เจือปนอยู่ในน้ำมันปาล์มตามมาตรฐาน ค่านี้ไม่ควรเกิน 0.2 ส่วนในล้านส่วน

5. สารหนู (Asenic) มีได้ไม่เกิน 0.1 ส่วนในล้านส่วน

6. ตะกั่ว มีได้ไม่เกิน 0.2 ส่วนในล้านส่วน

7. ปริมาณสบู่ มีได้ไม่เกิน 0.005%

<u>การกลั่นน้ำมันปาล์มให้บริสุทธิ์</u>

การกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์นั้นเป็นการนำเอาน้ำมันปาล์มดิบมาขจัดเอาสิ่งเจือปนต่างๆออกไป จนกระทั่งน้ำมันมีความบริสุทธิ์ตามมาตรฐานที่กำหนดสำหรับสารเจือปนในน้ำมันดิบจำแนกออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มไฮโดรไลติค (Hydrolytic) ประกอบด้วยความชื้น สิ่งสกปรก กรดไขมันอิสระ กลีเซอไรด์ และเอ็นไซม์ต่าง ๆ

2. กลุ่มออกซิเดทีฟ (Oxidative) ประกอบด้วย เศษผงโลหะ สารออกซิเดชันต่าง ๆ เม็ดสี โทโคเฟอริล (Tocopherols) และ ฟอสฟาไทด์ (Phosphatides)

3. สารที่เป็นตัวเร่งให้เกิดสารพิษ ได้แก่ สารประกอบจำพวกไนโตรเจน กำมะถัน และฮาโลเจน ตลอดจน ฟอสฟาไทด์ และสารออกซิเดชันต่าง ๆ ด้วย

กระบวนการกลั่นน้ำมันบริสุทธิ์มีอยู่ 2 แบบ คือ กระบวนการทางเคมี (Chemical Refine) กับกระบวนการทางกายภาพ (Physical Refine) ซึ่งแต่ละกระบวนการมีขั้นตอน และรายละเอียดดังนี้

1. กระบวนการทางเคมี เป็นกระบวนการที่กลั่นน้ำมันให้บริสุทธิ์โดยใช้สารเคมีเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นต้นทุนการผลิตต่อหน่วยจึงค่อนข้างสูง และยังมีการสูญเสียน้ำมันในระหว่างการผลิตมาก กระบวนการผลิตเริ่มด้วยการกำจัดสารเจือปนจำพวกฟอสโฟไลปิดส์ หรือ ฟอสฟาไทด์ออกไปก่อนด้วยกรดฟอสฟอริค (H_3PO_4) ต่อจากนั้นก็ผ่านกระบวนการกำจัดกรดไขมันอิสระ เรียกว่า กระบวนการทำให้เป็นกลาง (Neutralization) โดยใช้สารละลายโซดาไฟ ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับกรดไขมันอิสระกลายเป็นไขสบู่ ซึ่งเป็นสารแขวนลอยและละลายน้ำได้ เมื่อผ่านการล้างด้วยน้ำร้อนหลาย ๆ ครั้ง ก็จะได้น้ำมันที่มีกรดไขมันอิสระไม่เกิน 0.3% ออกมา จากนั้นน้ำมันจะถูกนำไปไล่ความชื้นออกแล้วในไปฟอกสีด้วยดินฟอกสีที่อุณหภูมิ 90-100 $^{\circ}C$ เมื่อฟอกสีแล้วก็นำไปกรองเอาดินฟอกออกด้วยเครื่องกรอง ต่อจากนั้นก็ผ่านเข้ากระบวนการกำจัดกลิ่น (Deodorization) ซึ่งเป็นการพ่นไอน้ำเข้าไปภายใต้ สูญญากาศเพื่อแยกเอากรดที่หลงเหลืออยู่พร้อมทั้งแอลดีไฮด์ (Aldehydes) และคีโตน (Ketones) ซึ่งเป็นตัวที่ทำให้น้ำมันหืนออกไป กระบวนการนี้จะฟอกสีน้ำมันได้ด้วยน้ำมันที่ผ่านกระบวนการนี้แล้วจะบริสุทธิ์ เรียกว่า น้ำมันอาร์บีดี (RBD Palmoil) ซึ่งพร้อมที่จะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมขั้นต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กระบวนการทางกายภาพ เป็นกระบวนการต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอนใหญ่ คือ

2.1 การกำจัดสิ่งเจือปนจำพวกฟอสฟาไทด์และโปรตีนด้วยกรดฟอสฟอริค เช่นเดียวกัน สารเจือปนจะรวมตัวกันเป็นก้อน (Coahulation)

2.2 ทำการฟอกสีน้ำมันด้วยดินฟอก ประมาณ 1-2% จากนั้นก็ผ่านเข้าเครื่องกรองเพื่อแยกเอาดินฟอก ตลอดจนตะกอนของฟอสฟาไทด์และโปรตีนออกจากน้ำมัน

2.3 การกำจัดกรด (Deacidification) พร้อม ๆ กับการกำจัดกลิ่น(Deodorization) เพื่อแยกเอากรดไขมันอิสระและสารออกซิเดชันเม็ดสี แอลดีไฮด์ และคีโตนออกจากน้ำมัน โดยพ่นไอน้ำที่อุณหภูมิ 240-260^{o}C ภายใต้สูญญากาศที่ 1-4 มม.ปรอท เป็นเวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง ก็จะได้น้ำมันอาร์บีดี เช่นเดียวกัน

กระบวนการทางกายภาพมีข้อดีหลายประการ คือ ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยจะต่ำกว่า เพราะใช้สารเคมีน้อย และน้ำมันไม่สูญเสียมาก กระบวนการแบบนี้สามารถแยกเอากรดไขมันอิสระที่มีความบริสุทธิ์สูงถึง 95% ออกมาได้ ซึ่งจะนำไปแยกส่วนทำผลิตภัณฑ์ได้มากมายหลายชนิด และประการสุดท้ายจะไม่มีน้ำเสียที่เกิดจากการล้างไขสบู่ เช่นกระบวนการแบบเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแปรรูปขั้นสุดท้าย

น้ำมันปาล์มที่กลั่นให้บริสุทธิ์แล้ว สามารถนำไปใช้แปรรูปในอุตสาหกรรมอุปโภคและบริโภคได้มากมาย ทั้งการแปรรูปโดยตรงและการนำไปเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ สำหรับในที่นี้จะได้กล่าวถึงเฉพาะผลิตภัณฑ์หลัก ๆ ที่น้ำมันปาล์มมีบทบาทมาก ๆ รวม 10 ชนิด ดังต่อไปนี้

1. น้ำมันปรุงอาหาร ตามปกติน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิห้องจะมีลักษณะแยกเป็นสองส่วน คือ น้ำมันส่วนใน หรือ โอเลอีน (Olein) ซึ่งมีอยู่ประมาณ 65-70% และน้ำมันส่วนข้น หรือ สเตียริน (Stearin) ซึ่งมีอยู่ 30-35% ดังนั้นในการทำน้ำมันปรุงอาหารจะต้องนำเอาน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์มาแยกส่วนเอาน้ำมันส่วนในออกมาเรียกว่า กระบวนการแยกส่วน (Fractionation) ซึ่งมีอยู่หลายวิธี อย่างไรก็ดีน้ำมันโอเลอีนก็จะมีสภาพเป็นของเหลวใสที่อุณหภูมิ 18-20°C แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำลงมาจนถึง 7 °C นั้นน้ำมันจะเริ่มขุ่นเป็นตะกอน ดังนั้นจึงต้องนำไปผสมกับน้ำมันชนิดอื่น เช่น ถ้าผสมกับน้ำมันถั่วเหลืองในอัตราส่วน 50:50 จนขุ่น (Could Point) นี้จะลดลงมาเหลือประมาณ 0.5°C

2. มาการีน หรือเนยเทียม มักจะทำจากน้ำมันปาล์ม ทั้งนี้เพราะมีคุณสมบัติทางกายภาพเหมาะสมกับการทำมาการีน ซึ่งมีลักษณะเป็นของแข็ง นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติพิเศษคือละลายได้รวดเร็วเมื่อสัมผัสลิ้น เนื่องจากมาการีนมีหลายแบบ ดังนั้นจึงมีสูตรการทำต่าง ๆ มากมาย โดยทั่วไปในเชิงอุตสาหกรรมนั้นสูตรการทำมาการีนมักจะใช้น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ 60% น้ำมันเมล็ดใน 30% และน้ำมันปาล์มสเตียริน อีก 10%

3. น้ำมันทอด (Frying Fat) ในวงการอุตสาหกรรมที่ใช้น้ำมันทอดนั้นน้ำมันปาล์มมักจะมีบทบาทมากเนื่องจากมีราคาถูก และมีคุณสมบัติอยู่ตัวได้ดีกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่น ๆ คือ ไม่ออกซิไดส์กับอากาศเมื่อถูกความร้อนจนมีกลิ่นหืน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการทอดน้ำมันในเชิงอุตสาหกรรมนั้นมักจะใช้น้ำมันปาล์มเติมไฮโดรเจน ซึ่งจะมีคุณสมบัติอยู่ตัวเป็นพิเศษ และยังทำให้วัสดุที่นำมาทอดมีลักษณะกรอบอีกด้วย ในเชิงอุตสาหกรรมทอดมักจะใช้ในการทำมันฝรั่งทอด โดนัท ข้าวเกรียบกรอบ และบะหมี่สำเร็จรูป เป็นต้น

4. เนยขาว (Shortining) น้ำมันปาล์มที่ฟอกบริสุทธิ์สามารถแปรรูปให้เป็นเนยขาวได้โดยทำให้เย็นตัวอย่างฉับพลัน ที่อุณหภูมิประมาณ -40°C เนยขาวมักจะนำมาใช้ทำผลิตภัณฑ์ได้มากมาย เช่น ทำขนมไข่ ไส้ขนมปังกรอบ ขนมพาย และหน้าขนมเค็ก เป็นต้น

5. น้ำมันปาล์มเติมไฮโดรเจน (Hydrogonated Palm oil) น้ำมันปาล์มเมื่อนำมาเติมไฮโดรเจนจะทำให้พันธะคู่ในโมเลกุลของน้ำมันแตกตัวออกและไฮโดรเจนจะเติมเข้าไปแทนที่ ทำให้น้ำมันเป็นของแข็งและอยู่ตัวไม่ออกซิไดส์กับอากาศ จึงนำมาใช้เป็นน้ำมันทอด ทำขนมปังกรอบ หรือ เวเฟอร์ (wafers) และเครื่องสำอาง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. นมข้นหวาน ปัจจุบันน้ำมันปาล์มได้นำมาใช้เป็นส่วนผสมในอุตสาหกรรมนมข้นหวานกันมากเนื่องจากมีคุณสมบัติเหมาะสมหลายอย่าง เช่น ไม่มีกลิ่นผิดปกติ เป็นต้น สำหรับในประเทศไทยมีการใช้น้ำมันปาล์มในอุตสาหกรรมนมข้นหวานประมาณปีละ 2,500-3,600 ตัน

7. ไอศกรีม ปัจจุบันน้ำมันปาล์มสามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตไอศกรีม โดยใช้ร่วมกับน้ำมันมะพร้าวอย่างละครึ่ง สำหรับในประเทศไทยมีการใช้น้ำมันปาล์มในการผลิตไอศกรีมโดยเฉลี่ยเดือนละ 300-400 ตัน

8. คอฟฟี่เมท นมผง และนมเทียม ในอุตสาหกรรมผลิตคอฟฟี่เมท นมผง และนมเทียมเลี้ยงทารก มักจะใช้น้ำมันปาล์มสเตียรินเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต

9. กรดไขมันอิสระ (Palm Fatty Acid Distilled, PFAD) เป็นส่วนที่ได้มาจากกระบวนการสุดท้ายของการกลั่นบริสุทธิ์แบบกายภาพ โดยที่กรดนี้จะมีความบริสุทธิ์สูงประมาณ 95% ถ้าหากนำไปแยกส่วนเป็นกรดต่าง ๆ ออกมาได้จะสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมหลายชนิด ยกตัวอย่างเช่น กรดลอริค (Lauric acid) ใช้ทำเป็นเรซิ่นสำหรับอุตสาหกรรมสี กรดปาล์มมิติก (Palmitic acid) ใช้นำไปเลี้ยงเชื้อราซึ่งใช้สกัดเป็นยาปฏิชีวนะ กรดโอลิอิค (Oleic acid) นำไปใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ กรดสเตียริค (Stearic acid) นำไปผลิตเป็นเครื่องสำอางและสบู่ฟอกตัวเด็ก และกรดลิโนเลอิค (Linoleic acid) นำไปใช้เป็นยาฉีดลดไขมันในเส้นเลือด เป็นต้น

10. สบู่ น้ำมันปาล์มสามารถนำมาใช้ผลิตสบู่ได้ดี ทั้งสบู่ฟอกร่างกายและสบู่ซักล้าง

เบต้าแคโรทีน

เกือบสองร้อยปีที่ผ่านมา ชื่อ "แคโรทีน" (Carotene) นักวิทยาศาสตร์รู้จักในนามสาร สีเหลืองส้ม ที่ให้วิตามินเอแก่ร่างกายมนุษย์ แต่ในช่วงสิบปีมานี้แคโรทีน แคโรทีนมิใช่เพียงแค่สารที่ให้แต่วิตามินเออีกต่อไป แคโรทีน มีบทบาทในการต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่น สาเหตุสำคัญของการเสื่อมสภาพของเซลล์ จึงเชื่อกันว่า เบต้าแคโรทีน ช่วยชะลอความแก่และป้องกันโรคร้าย แคโรทีนเป็นสารประกอบในกลุ่มสารประกอบแคโรทีนอยด์ (Carotenoid) พบมากในผักและผลไม้ตามธรรมชาติ ซึ่งมีมากกว่า 400 ชนิด ตั้งแต่ผลไม้สีเหลืองจนถึงสีแดง เมื่อก่อนเรารู้ว่าแคโรทีนอยด์ เป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอ หรือ โปรวิตามินเอ (Provitamin A) ซึ่งสามารถในการเปลี่ยนเป็นวิตามินเอขึ้นอยู่กับชนิดของแคโรทีนอยด์ โดยเบต้าแคโรทีนมีความสามารถมากที่สุด เบต้าแคโรทีน 1 โมเลกุล สามารถเปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้ 2 โมเลกุล เมื่อเปลี่ยนเป็นวิตามินเอแล้ว จะช่วยร่างกายมนุษย์ในการมองเห็น การเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ การเพิ่มภูมิต้านทานโรค รักษาเยื่อบุผิวของอวัยวะต่าง ๆ และช่วยขับสารที่ป้องกันการติดเชื้อ แต่ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ได้พบบทบาทใหม่ของแคโรทีน คือ สามารถต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นที่ยอมรับกันว่า วงการแพทย์ในปัจจุบันมีความเจริญก้าวหน้ามากกว่าในอดีต ดังเห็นได้จากการมีการคิดค้นวิธีการรักษาโรคและดูแลสุขภาพ ตลอดจนคิดค้นและพัฒนายารักษาโรค อาหารบำรุงร่างกายต่าง ๆ มีผลให้มนุษย์เรามีอายุยืนยาวขึ้น เมื่อคนมีอายุยืนยาวขึ้นย่อมต้องการมีชีวิตอยู่อย่างมี "คุณภาพ" กล่าวคือมีสุขภาพแข็งแรง ดูสดใสและอ่อนกว่าวัยที่แท้จริง

ปกติร่างกายของคนเราจะมีการสร้างและการทำลายของเซลล์อยู่ตลอดเวลา แต่การสร้างจะมีมากกว่าการทำลาย จนกระทั่งอายุประมาณ 30 ปี ร่างกายก็จะเริ่มมีการทำลายมากกว่าการสร้างและเริ่มมีสัญญานของความเสื่อม หรือความแก่เกิดขึ้น คือ ผิวหนังจะเริ่มแห้ง เกิดฝ้าและตกกระ เริ่มมีรอยเหี่ยวย่นและรอยตีนกา รูปร่างมีการเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะจะอ้วนขึ้น หลังเริ่มโก่งและผมเริ่มขาว มีอาการปวดเมื่อยตามร่างกาย เช่น ปวดคอ เข่าและหลัง มีอาการเหนื่อยง่ายและเป็นลมบ่อย สายตาเริ่มพร่ามัว การได้ยินเสื่อมลง บางรายมีอาการกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ นอกจากนี้ระบบต่าง ๆ ในร่างกาย เช่น การย่อยอาหารและการขับถ่ายก็ทำงานได้น้อยลงเช่นกัน

เบตาแคโรทีนมีมากในผักและผลไม้ที่มีสีเหลืองเข้มหรือสีส้มเข้ม และพบในผักที่สีเขียวเข้มตัวอย่างเช่น ผักที่มีสีเหลืองหรือสีส้ม เช่นแครอท มันเทศ ฟักทอง

ผลไม้ที่มีสีเหลืองหรือสีส้ม เช่น แคนตาลูป มะละกอ มะม่วงสุก แอพริคอท (apricot) เนทารีน (nectarines) พีช (peaches)

ผักที่มีสีเขียวเข้ม เช่น ยอดแค ใบกะเพรา ใบขี้เหล็ก ใบยอ ผักกะเฉด ผักโขม บรอคโคลี่

ผักและผลไม้ชนิดอื่น ๆ ที่นับว่าเป็นแหล่งที่ดีเช่นกัน เช่น มะเขือเทศ ผักคะน้า ใบตั้งโอ๋ ผักปวยเล้ง ผักกวางตุ้ง ผักกาดหอม หน่อไม้ฝรั่ง ถั่วลันเตา กะหล่ำปลี ข้าวโพด

<u>ตารางที่ 2.4</u> แสดงปริมาณเบต้าแคโรทีนในอาหาร

ชนิดอาหาร	เบตาแคโรทีน ไมโครกรัม/100 ก.	ชนิดอาหาร	เบตาแคโรทีน ไมโครกรัม/100 ก.
ผัก			
ยอดแค	8,654	ยอดสะเดา	3,611
ใบกระเพรา	7,857	ใบเตย	2,987
ใบขี้เหล็ก	7,181	ใบตั้งโอ๋	2,722
แครอท	6,994	ใบผักคะน้า	2,512
เห็ดขมิ้น	5,494	ผักปวยเล้ง	2,520
ยอดผักแล้ว	4,366	ผักกวางตุ้ง	1,808
ใบยอ	3,999	ผักกาดหอม	1,719

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผักกะเฉด	3,710	
ผลไม้		
มะม่วงแก้วสุก	1,945	
แคนตาลูป	3,400	IV ของวิตามินเอ/100 ก.อาหาร
แอพริคอท (apricot)	2,700	
เนทารีน (nectarines)	1,650	
พรุน,แห้ง	1,600	
พีช (peach)	1,000	
เชอรี่ (cherries)	1,000	
แตงโม	590	

ที่มา : ทัศนีย์ (2540)

ปริมาณเบต้าแคโรทีนในผักและผลไม้สามารถแปรผันได้ตามฤดูกาลความสดหรือความแก่ของผักและผลไม้ชนิดนั้น การเก็บรักษาผักและวิธีการประกอบอาหาร

ผลไม้ปริมาณของเบต้าแคโรทีนสามารถได้จากปฏิกิริยาของเอนไซม์การถูกแสงหรือการได้รับออกซิเจน กระบวนการที่มีผลทำให้ปริมาณเบต้าแคโรทีนในอาหารลดลง เช่น การทำแห้งของผักและผลไม้ชนิดต่าง ๆ และกระบวนการไฮโดรจีเนชันของน้ำมันพืช

ร่างกายสามารถดูดซึมเบต้าแคโรทีนได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของผักโดยผักสีเขียวจะถูกดูดซึมได้ดีกว่าผักสีแดงหรือสีเหลือง 2-3 เท่า ปริมาณไขมันและโปรตีน ที่ร่างกายได้รับอย่างเหมาะสมและน้ำดี ยังมีความสำคัญในการละลายเบต้าแคโรทีนจึงเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซึมได้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย โดยเฉลี่ยแล้วร่างกายสามารถดูดซึมเบต้าแคโรทีน ได้ปริมาณ 25-27 % เท่านั้น

การแยกและหน้าที่ตามธรรมชาติของ แคโรทีนอยด์

1. การแยก

แคโรทีนอยด์ถูกพิจารณาบ่อย ๆ ว่าเป็นองค์ประกอบของพืชอย่างเดียว แต่แคโรทีนอยด์ยังพบในแบคทีเรีย เห็ดรา สาหร่าย และในสัตว์ โดยเฉพาะ นก ปลา และสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง

1.1 ในพืช แคโรทีนอยด์เกิดขึ้นอยู่ทั่วไปในคลอโรพลาสต์ของเนื้อเยื่อสีเขียว แต่สีของ แคโรทีนอยด์ถูกปิดบังโดยคลอโรฟิลล์ ในใบไม้ทุกชนิด โดยแท้จริงแล้วจะประกอบด้วย แคโรทีนอยด์หลัก ๆ เหมือนกัน คือ ทู- แคโรทีน (To-carotene) โดยทั่วไปประมาณ 25-30 % ของทั้งหมด ลิวทีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(lutein) ประมาณ 45% ไวโอลาแซนทิน (violaxanthin) ประมาณ 15% และ นีโอแซนทิน (neoxanthin) ประมาณ15% แอลฟา-แคโรทีน (α-carotene) จำนวนน้อย ๆ แอลฟา- และ เบต้า- คริปโตแซนทิน (α- and β- cryptoxanthin) ซีแซนทิน (zeaxanthin) แอนเทอราแซนทิน (antheraxanthin) และ ลิวทีน-5,6 อีพอกไซด์ (lutein – 5,6 – epoxide) ที่ถูกพบบ่อย ๆ และ แลคทูคาแซนทิน (lactucaxanthin) เป็นแซนโทรฟิลด์ (xanthophyll) หลักในพืชบางชนิด

ปริมาณขององค์ประกอบของ แคโรทีนอยด์ในพืชส่วนใหญ่ คล้าย ๆ กัน ถึงแม้ว่าบางโอกาสจะพบในพืชที่อยู่ภายใต้การปกปิดจากสิ่งอื่น ๆ

ลักษณะเฉพาะของแคโรทีนอยด์ที่จำแนกออกได้ในผลไม้

- การสะสมของ แคโรทีนอยด์ในคลอโรพลาสต์
- ไลโคพีนจำนวนมาก ๆ และอนุพันธ์ไฮดรอกซีของมัน (เช่น มะเขือเทศ)
- เบต้าแคโรทีนจำนวนมาก ๆ และอนุพันธ์ไฮดรอกซีของมัน (เช่น พีช)
- การสะสมของ 5,6- หรือ 5,8 อีพอกซีคาโรทีนอยด์ (5,6- หรือ 5,8- epoxycarotenoid) (เช่น คาลัมโบลา)
- อะโพแคโรทีนอยด์ (Apocaroteniod) จำนวนมาก (เช่น Citrus spp)
- แคโรทีนอยด์พิเศษ (เช่น แคปแซนทินในพริก)

ถึงแม้ว่า แคโรทีนอยด์จะมีถูกพบมากในราก ตัวอย่างเช่นแครอท และมันฝรั่งหวานซึ่งมี แคโรทีนอยด์สูงมาก ส่วนใหญ่เป็นแคโรทีนในทำนองเดียวกันกับเมล็ดพืชบางชนิดที่มีสีเนื่อง มาจากถูกย้อมสีโดยแคโรทีนอยด์ เช่น ซีแซนทินในข้าวโพด และอะโพแคโรทีนอยด์จำนวนมาก ในเปลือกหุ้มเมล็ดของข้าวโพด (มากถึง 10 % ในน้ำหนักแห้ง)

ดอกไม้สีเหลืองส่วนใหญ่มีสีเพราะแคโรทีนอยด์นั่นคือ แซนโทรฟิลด์ อีพอกไซด์ในการสกัดดอกไม้ เช่น ดอกมาริโกลด์ (marigold) จะได้ ลิวทีนเป็นจำนวนมาก

1.2 ในสัตว์ ถึงแม้ว่าแคโรทีนอยด์จะถูกพบในนกและปลาบางชนิด แคโรทีนอยด์ยังถูกพบในสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังด้วย ในนกแคโรทีนอยด์มีสีเหลืองหรือสีแดงที่ขนนก แต่แคโรทีนอยด์ ยังสำคัญกับสีผิวหนังของไก่และในไข่แดงอีกด้วย ในปลา ตัวอย่างเช่น เนื้อของปลาซาลมอล (salmon) และปลาเทร้าต์ (tront) พบแอสทาแซนทิน และแคนทาแซนทิน (astaxanthin และ canthaxanthin) ในสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่อาศัยในน้ำเช่น กุ้งฝอย ปู และกุ้งก้ามกราม แอสทาแซนทิน และแคโรทีนอยด์อื่น ๆ ถูกพบในจำนวนมากและบ่อยครั้งจะอยู่ในรูปแคโรทีนโปรตีน คอมเพลกซ์ (carotenoprotein complexe) มีสีเขียว ม่วง หรือ น้ำเงิน ในขณะที่มีชีวิต แต่จะเปลี่ยนเป็นสีแดง เมื่อถูกนำไปประกอบอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.หน้าที่ทางธรรมชาติ

แคโรทีนอยด์มีหน้าที่และคุณสมบัติเฉพาะที่ทำให้แคโรทีนอยด์มีคุณสมบัติดูดซับแสง(สี) ได้ ในดอกไม้ ผลไม้ และ สัตว์หลายชนิด หน้าที่ของแคโรทีนอยด์คือ ในเนื้อเยื่อของพืชสีเขียว แคโรทีนอยด์จะมีหน้าที่สำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสงโดย [3-6]-แคโรทีนอยด์ ที่อยู่ในคลอโรพลาสต์ ในเนื้อเยื่อไทลาคอยด์ ใน pigment-protein complexe of photosystem 1 และ 2 ที่ซึ่ง แคโรทีนอยด์ทำหน้าที่เป็นรงควัตถุที่เก็บเกี่ยวแสง (ส่วนใหญ่คือแซนโทรฟิลด์) แคโรทีนอยด์มีความสำคัญเป็นพิเศษในการเป็นสารป้องกันการเกิดออกซิเดชั่นจากแสง (photo-oxidation) โดย single oxygen $^1O_2$ เมื่อพลังงานแสงถูกดูดซับมากเกินไปหน่วยคลอโรฟิลด์ที่เก็บแสงเพื่อที่จะไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง คลอโรฟิลด์ที่ว่องไวบางโมเลกุลจะผ่านเข้าไปในระบบเพื่อให้พลังงานที่น้อยมากแต่อยู่ได้นาน พลังงานของคลอโรฟิลด์จะถูกส่งผ่านไปยังออกซิเจน กลายเป็น singlet $^1O_2$ ซึ่งมีความว่องไวสูงซึ่งสามารถทำลายไขมันและเนื้อเยื่อได้ แคโรทีนอยด์โดยเฉพาะ เบต้าแคโรทีนในคลอโรพลาสต์ที่เป็นสารประกอบโปรตีน จะป้องกันโดยระงับพลังงานของ คลอโรฟิลด์ ทำให้ไม่สามารถสร้าง $^1O_2$ ได้ ถ้า $^1O_2$ ถูกสร้างขึ้น

นอกจากนี้แคโรทีนอยด์ยังป้องกันเนื้อเยื่อ ที่ไม่สามารถสังเคราะห์แสงหรือเนื้อเยื่อที่ ถูกออกซิเดชั่นจากแสง ในคนไข้ที่แพ้แสงอย่างมากเพราะว่าการสังเคราะห์ เม็ดเลือดผิดปกติ นำมาสู่การสะสมของ free porphyoins ในผิวหนัง โมเลกุลของ free porphyrin ของ $^1O_2$ ซึ่งเป็นสาเหตุในการทำงานเนื้อเยื่อผิดปกติ การอักเสบ และอื่น ๆ ซึ่งเบต้าแคโรทีน สามารถป้องกันสิ่งเหล่านี้ได้

คุณสมบัติโดยทั่วไปและความเสถียร

ผลึก Carotenoid มีหลายรูปแบบ มีสีส้ม-แดง จนถึงม่วง และบางครั้งสีดำ ขึ้นอยู่กับรูปร่างและขนาดจุดหลอมเหลวสูง โดยปกติแล้วอยู่ระหว่าง 130-220 $^{\circ}$C ผลึกจะว่องไวต่อการออกซิเดทีฟเมื่อเจอกับอากาศ และผลึกจะถูกเก็บใน บรรยากาศที่ไม่เกิดปฏิกิริยาตอบโต้ หรือภายใต้สูญญากาศ แคโรทีนอยด์บริสุทธิ์จะเสถียรมากถ้าอยู่ในน้ำมันพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสารกันหืน (antioxidant) เช่น แอลฟา-โทโคเฟอร์ (α- tocopher) เพอ์ออกซาเลทของน้ำมันอิ่มตัว ผลึกแคโรทีนอยด์มีความสามารถในการละลายน้อย จะไม่ละลายในน้ำ ละลายเล็กน้อยในน้ำมันพืชและสามารถละลายได้ดีในตัวทำละลายคลอรีน เช่น คลอโรฟอร์ม(chloroform) และ ไดคลอโรฟอร์มมีเทน(dichloromethane) ผลึกโดยทั่วไปจะละลายช้า ถึงแม้ว่าอัตราการละลายจะเพิ่มขึ้นเมื่อให้ความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

96772

บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

1. น้ำมันปาล์มดิบ (Crude Palm Oil)น้ำมันทานตะวัน (ตรากุ๊ก)
2. สารละลายเฮกเซน (Hexane)
3. สารละลายคลอรีน (Chlorine ; Cl_2)
4. สารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodiumhydroxide ; NaOH)
5. สารละลายคาร์บอนด์เตตระคลอไรด์ (Carbontetrachloride ; CCL_4)

3.2 อุปกรณ์

1. เครื่องหมุนเหวี่ยง (CENTRIKON T-24K)
2. เครื่องวัดสี MINOLTA CHROMAMETER
3. เครื่องแมกเนติก สเตอร์เรอร์ (VAROMAG)
4. Hot plate (THERMOLYNE)
5. กรวยแก้ว
6. บีกเกอร์
7. หลอดทดลอง
8. กระบอกตวง
9. แท่งแก้วคน

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 ทดลองแยกครูดแคโรทีนจากน้ำมันปาล์มดิบด้วยวิธีการเหวี่ยงแยก

1. วัดสีน้ำมันปาล์มดิบ โดยก่อนทำการวัดจะต้องเข่ยาจนเข้ากันก่อน
2. นำน้ำมันปาล์มดิบใส่หลอด Centrifuge

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการเหวี่ยงแยกด้วยเครื่อง Centrifuge ที่อุณหภูมิ 0, 5, 15และ 25 องศาเซลเซียส โดยแต่ละอุณหภูมิจะเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ 700, 1400และ 2100 รอบต่อนาที
4. แยกน้ำมันส่วนที่เป็นของแข็งและของเหลวออกจากกัน
5. ทำการวัดสีน้ำมันส่วนที่เป็นของแข็ง
6. นำค่าสีที่วัดได้จากการวัดสีน้ำมันส่วนที่เป็นของแข็งไปเปรียบเทียบกับค่าสีที่วัดได้จากน้ำมันปาล์มดิบ

3.3.2 ทดลองแยกครูดแคโรทีนจากน้ำมันปาล์มดิบด้วยวิธีการผสมน้ำมันชนิดอื่นที่มีจุดแข็งตัวต่ำ

1. วัดสีน้ำมันปาล์มดิบ โดยก่อนทำการวัดจะต้องเขย่าจนเข้ากันก่อน
2. นำน้ำมันปาล์มดิบผสมกับน้ำมันดอกทานตะวันอัตราส่วน 1 : 2
3. ทำการเหวี่ยงแยกด้วยเครื่อง Centrifuge ที่อุณหภูมิ 0, 5, 15และ 25 องศาเซลเซียส โดยแต่ละอุณหภูมิจะเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ 700, 1400และ 2100 รอบต่อนาที
4. แยกน้ำมันส่วนที่เป็นของแข็งและของเหลวออกจากกัน
5. ทำการวัดสีน้ำมันส่วนที่เป็นของแข็ง
6. นำค่าสีที่วัดได้จากการวัดสีน้ำมันส่วนที่เป็นของแข็งไปเปรียบเทียบกับค่าสีที่วัดได้จากน้ำมันปาล์มดิบ

3.3.3 ทดลองแยกครูดแคโรทีนจากน้ำมันปาล์มดิบด้วยวิธีการผสมเฮกเซน

1. วัดสีน้ำมันปาล์มดิบ โดยก่อนทำการวัดจะต้องเขย่าจนเข้ากันก่อน
2. นำน้ำมันปาล์มดิบผสมกับเฮกเซนในอัตราส่วน 1 : 2
3. ทำการเหวี่ยงแยกด้วยเครื่อง Centrifuge ที่อุณหภูมิ 0, 5, 15และ 25 องศาเซลเซียส โดยแต่ละอุณหภูมิจะเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ 700, 1400และ 2100 รอบต่อนาที
4. แยกน้ำมันส่วนที่เป็นของแข็งและของเหลวออกจากกัน
5. ทำการวัดสีน้ำมันส่วนที่เป็นของแข็ง
6. นำค่าสีที่วัดได้จากการวัดสีน้ำมันส่วนที่เป็นของแข็งไปเปรียบเทียบกับค่าสีที่วัดได้จากน้ำมันปาล์มดิบ

3.3.4 ทดลองแยกครูดแคโรทีนจากน้ำมันปาล์มดิบด้วยวิธีการใช้ตัวทำละลายผสม

1. วัดสีน้ำมันปาล์มดิบ โดยก่อนทำการวัดจะต้องเขย่าจนเข้ากันก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. นำเฮกเซนผสมกับคาร์บอนด์เตตระคลอไรด์ ด้วยอัตราส่วน 1 : 1 และผสม คลอรีน 6 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณ 10, 20และ 30 มิลลิลิตร ตามลำดับ (2 ชุดการทดลอง) เก็บไว้ในที่มืด 5 นาที
3. ผสมน้ำมันปาล์มดิบกับสารละลายผสมอัตราส่วน 1 : 1 ทั้ง 2 ชุดการทดลอง
4. ทำการเหวี่ยงแยกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 2100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที
5. เทแยกน้ำมันเฉพาะส่วนที่เป็นของเหลวออกจากออกจากหลอด Centrifuge
6. ทำการวัดสีน้ำมันส่วนที่เป็นของเหลว
7. ค่าสีที่วัดได้จากการวัดสีน้ำมันส่วนที่เป็นของเหลว ไปเปรียบเทียบกับค่าสีที่วัดได้จากน้ำมันปาล์มดิบ

3.3.5 ทดลองแยกครูดแคโรทีนจากน้ำมันปาล์มดิบด้วยวิธีการใช้สารละลายด่าง

1. วัดสีน้ำมันปาล์มดิบ โดยก่อนทำการวัดจะต้องเขย่าจนเข้ากันก่อน
2. นำน้ำมันปาล์มดิบผสมกับสารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 1 นอล์มัล ในอัตราส่วน 1 : 1, 1 : 2และ 2 : 1 ตามลำดับ
3. ให้ความร้อนระหว่างทำปฏิกิริยาด้วย Hot plate และคนตลอดเวลา เป็นเวลา 10 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น
4. แยกของเหลวที่อยู่ด้านบน ไปทำการเหวี่ยงแยกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 2100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที
5. เทแยกน้ำมันเฉพาะส่วนที่เป็นของเหลวออกจากหลอด Centrifuge
6. ทำการวัดสีน้ำมันส่วนที่เป็นของเหลว
7. นำค่าสีที่วัดได้จากการวัดสีน้ำมันส่วนที่เป็นของเหลว ไปเปรียบเทียบกับค่าสีที่วัดได้จากน้ำมันปาล์มดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

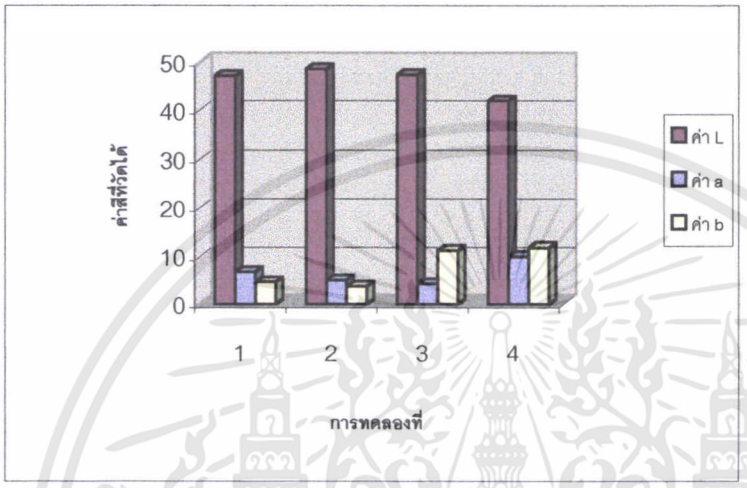
17514

บทที่ 4

ผลการทดลอง

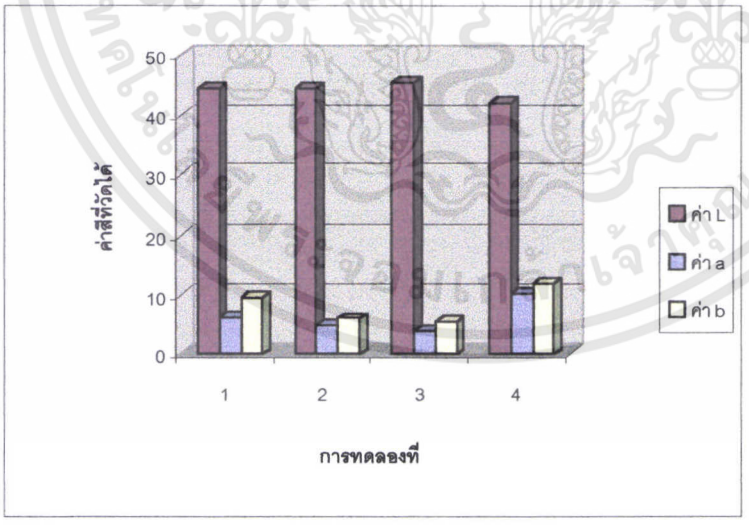
ผลการทดลองที่ 1-3 ทดลองแยกครูดแคโรทีนจากน้ำมันปาล์มดิบด้วยวิธีการเหวี่ยงแยก, ผสมน้ำมันชนิดอื่นที่มีจุดแข็งตัวต่ำ และผสมเฮกเซน

กราฟที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ของค่า L, a, b ของน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิ 0^0C 700 rpm



จากกราฟพบว่าความสามารถในการแยกครูดแคโรทีน จากมากไปน้อยดังนี้คือ การทดลองที่ 3 , 2 และ 1 ตามลำดับ โดยดูจากค่า a ที่มีค่าลดลง เมื่อเทียบกับการทดลองที่ 4 (สีแดงจางลง)

กราฟที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ของค่า L, a, b ของน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิ 0^0C 1400 rpm



จากกราฟพบว่าความสามารถในการแยกครูดแคโรทีน จากมากไปน้อยดังนี้คือ การทดลองที่ 3 , 2 และ 1 ตามลำดับ โดยดูจากค่า a ที่มีค่าลดลง เมื่อเทียบกับการทดลองที่ 4 (สีแดงจางลง)

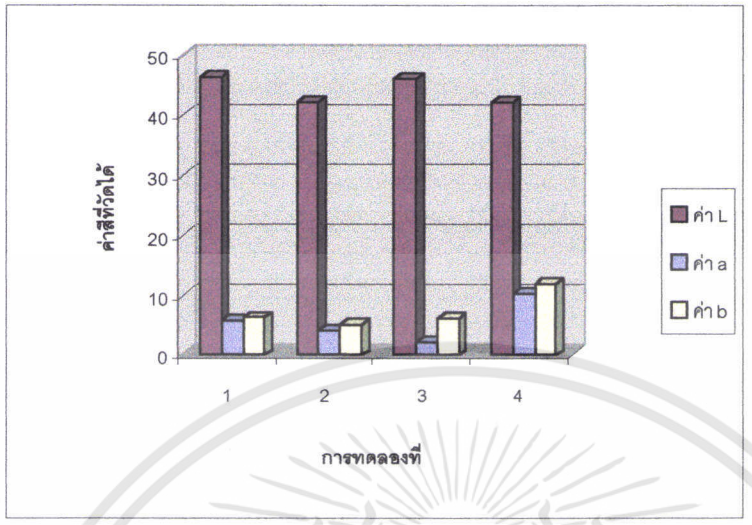
หมายเหตุ 1 คือ การทดลองที่ 1 น้ำมันปาล์มดิบเพียงอย่างเดียว

2 คือ การทดลองที่ 2 น้ำมันปาล์มดิบผสมน้ำมันดอกทานตะวันอัตราส่วน 1 : 2

3 คือ การทดลองที่ 3 น้ำมันปาล์มดิบผสมเฮกเซนอัตราส่วน 1 : 2 4 คือ น้ำมันปาล์มดิบที่ไม่ผ่านกระบวนการใดๆ

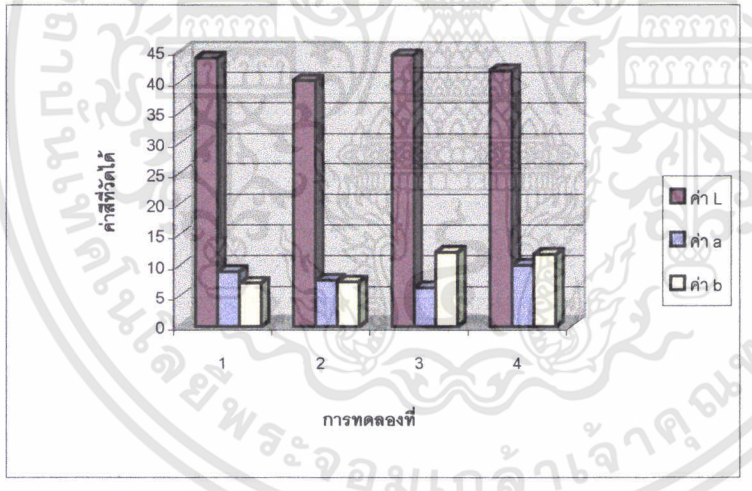
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

กราฟที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ของค่า L, a, b ของน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิ 0^0C 2100 rpm



จากกราฟพบว่าความสามารถในการแยกครูดแคโรทีน จากมากไปน้อยดังนี้คือ การทดลองที่ 3 , 2 และ 1 ตามลำดับ โดยดูจากค่า a ที่มีค่าลดลง เมื่อเทียบกับการทดลองที่ 4 (สีแดงจางลง)

กราฟที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ของค่า L, a, b ของน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิ 5^0C 700 rpm



จากกราฟพบว่าความสามารถในการแยกครูดแคโรทีน จากมากไปน้อยดังนี้คือ การทดลองที่ 3 , 2 และ 1 ตามลำดับ โดยดูจากค่า a ที่มีค่าลดลง เมื่อเทียบกับการทดลองที่ 4 (สีแดงจางลง)

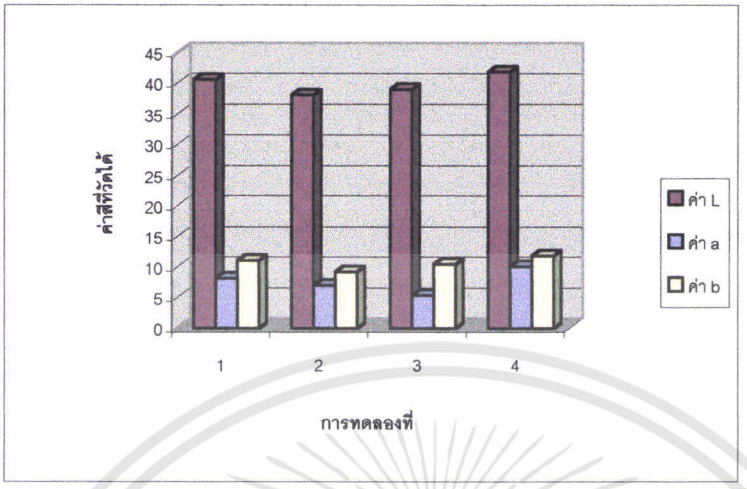
หมายเหตุ 1 คือ การทดลองที่ 1 น้ำมันปาล์มดิบเพียงอย่างเดียว

2 คือ การทดลองที่ 2 น้ำมันปาล์มดิบผสมน้ำมันดอกทานตะวันอัตราส่วน 1 : 2

3 คือ การทดลองที่ 3 น้ำมันปาล์มดิบผสมเฮกเซนอัตราส่วน 1 : 2 4 คือ น้ำมันปาล์มดิบที่ไม่ผ่านกระบวนการใดๆ

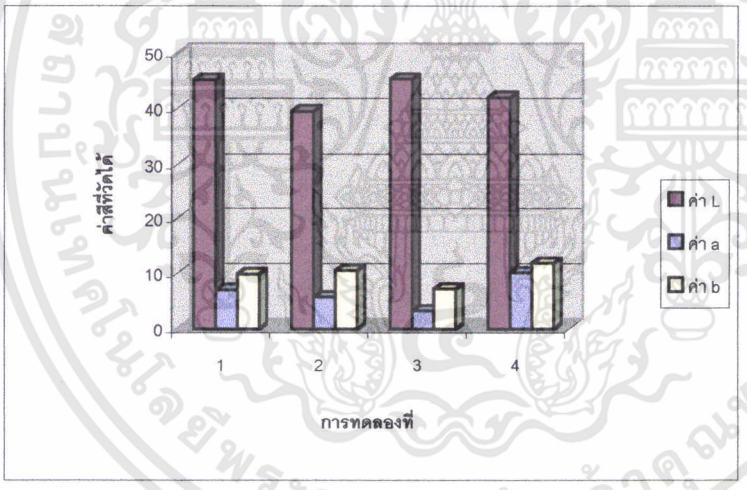
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ของค่า L, a, b ของน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิ 5^0C 1400 rpm



จากกราฟพบว่าความสามารถในการแยกครูดแคโรทีน จากมากไปน้อยดังนี้คือ การทดลองที่ 3 , 2 และ 1 ตามลำดับ โดยดูจากค่า a ที่มีค่าลดลง เมื่อเทียบกับการทดลองที่ 4 (สีแดงจางลง)

กราฟที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ของค่า L, a, b ของน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิ 5^0C 2100 rpm



จากกราฟพบว่าความสามารถในการแยกครูดแคโรทีน จากมากไปน้อยดังนี้คือ การทดลองที่ 3 , 2 และ 1 ตามลำดับ โดยดูจากค่า a ที่มีค่าลดลง เมื่อเทียบกับการทดลองที่ 4 (สีแดงจางลง)

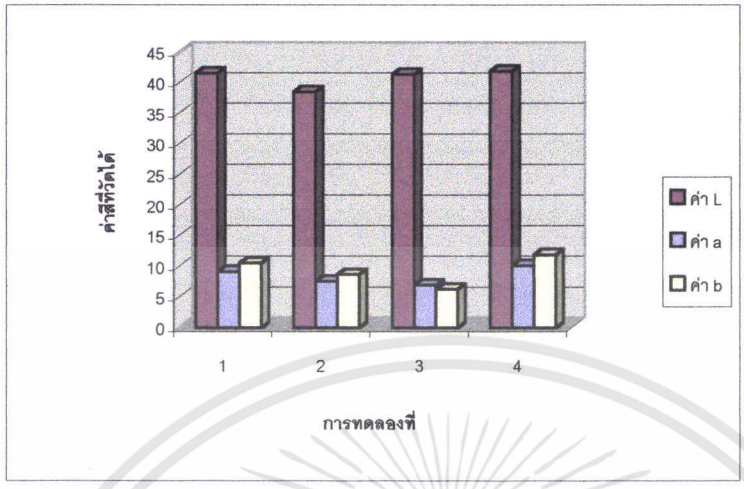
หมายเหตุ 1 คือ การทดลองที่ 1 น้ำมันปาล์มดิบเพียงอย่างเดียว

2 คือ การทดลองที่ 2 น้ำมันปาล์มดิบผสมน้ำมันดอกทานตะวันอัตราส่วน 1 : 2

3 คือ การทดลองที่ 3 น้ำมันปาล์มดิบผสมเฮกเซนอัตราส่วน 1 : 2 4 คือ น้ำมันปาล์มดิบที่ไม่ผ่านกระบวนการใดๆ

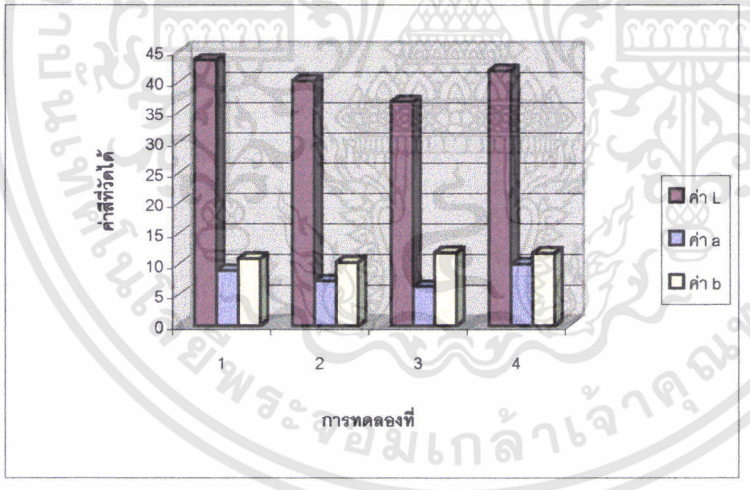
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ของค่า L, a, b ของน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิ 15^0C 700 rpm



จากกราฟพบว่าความสามารถในการแยกครูดแคโรทีน จากมากไปน้อยดังนี้คือ การทดลองที่ 3 , 2 และ 1 ตามลำดับ โดยดูจากค่า a ที่มีค่าลดลง เมื่อเทียบกับการทดลองที่ 4 (สีแดงจางลง)

กราฟที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ของค่า L, a, b ของน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิ 15^0C 1400 rpm



จากกราฟพบว่าความสามารถในการแยกครูดแคโรทีน จากมากไปน้อยดังนี้คือ การทดลองที่ 3 , 2 และ 1 ตามลำดับ โดยดูจากค่า a ที่มีค่าลดลง เมื่อเทียบกับการทดลองที่ 4 (สีแดงจางลง)

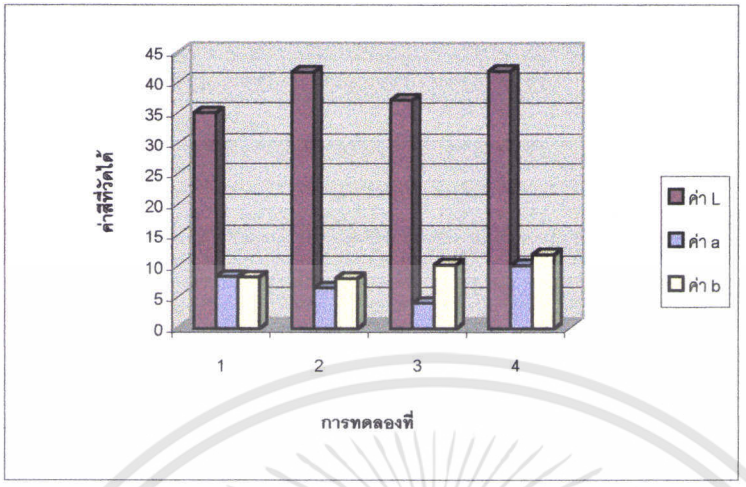
หมายเหตุ 1 คือ การทดลองที่ 1 น้ำมันปาล์มดิบเพียงอย่างเดียว

2 คือ การทดลองที่ 2 น้ำมันปาล์มดิบผสมน้ำมันดอกทานตะวันอัตราส่วน 1 : 2

3 คือ การทดลองที่ 3 น้ำมันปาล์มดิบผสมเฮกเซนอัตราส่วน 1 : 2 4 คือ น้ำมันปาล์มดิบที่ไม่ผ่านกระบวนการใดๆ

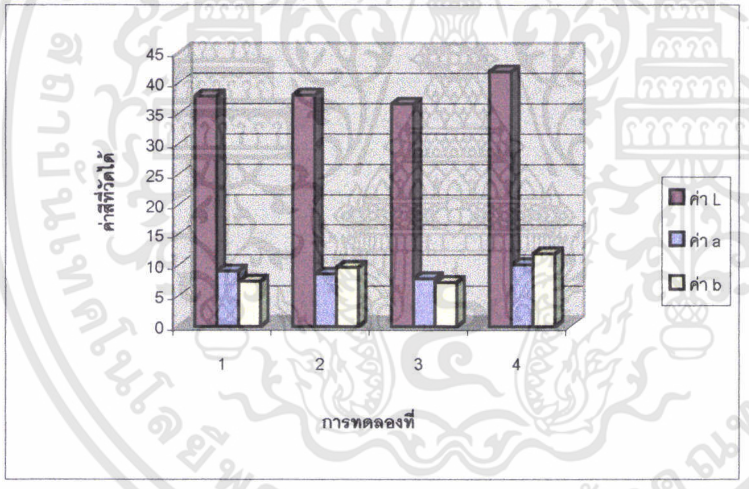
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟที่ 9 แสดงความสัมพันธ์ของค่า L, a, b ของน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิ 15^{0}C 2100 rpm



จากกราฟพบว่าความสามารถในการแยกครูดแคโรทีน จากมากไปน้อยดังนี้คือ การทดลองที่ 3 , 2 และ 1 ตามลำดับ โดยดูจากค่า a ที่มีค่าลดลง เมื่อเทียบกับการทดลองที่ 4 (สีแดงจางลง)

กราฟที่ 10 แสดงความสัมพันธ์ของค่า L, a, b ของน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิ 25^{0}C 700 rpm



จากกราฟพบว่าความสามารถในการแยกครูดแคโรทีน จากมากไปน้อยดังนี้คือ การทดลองที่ 3 , 2 และ 1 ตามลำดับ โดยดูจากค่า a ที่มีค่าลดลง เมื่อเทียบกับการทดลองที่ 4 (สีแดงจางลง)

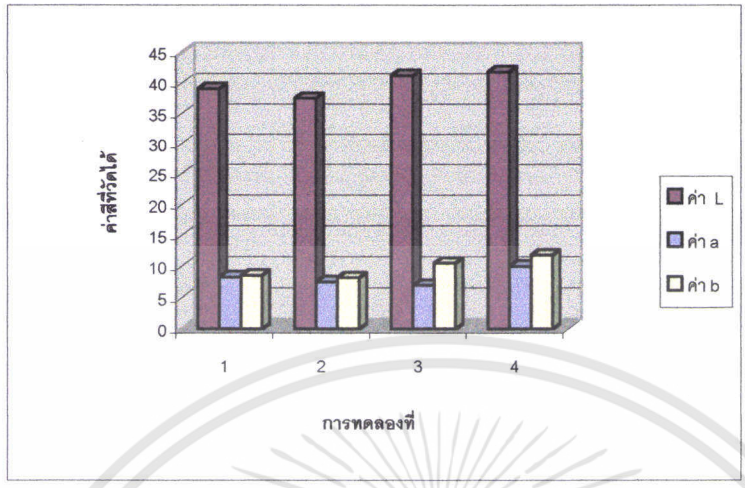
หมายเหตุ 1 คือ การทดลองที่ 1 น้ำมันปาล์มดิบเพียงอย่างเดียว

2 คือ การทดลองที่ 2 น้ำมันปาล์มดิบผสมน้ำมันดอกทานตะวันอัตราส่วน 1 : 2

3 คือ การทดลองที่ 3 น้ำมันปาล์มดิบผสมเฮกเซนอัตราส่วน 1 : 2 4 คือ น้ำมันปาล์มดิบที่ไม่ผ่านกระบวนการใดๆ

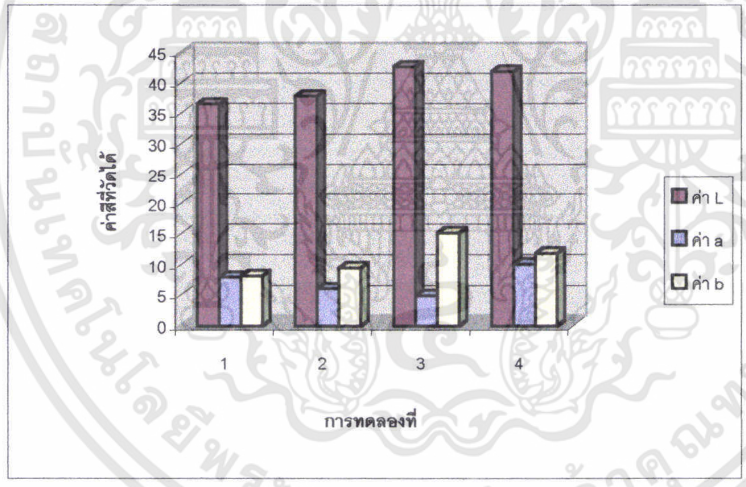
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟที่ 11 แสดงความสัมพันธ์ของค่า L, a, b ของน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิ 25^{0}C 1400 rpm



จากกราฟพบว่าความสามารถในการแยกครูดแคโรทีน จากมากไปน้อยดังนี้คือ การทดลองที่ 3 , 2 และ 1 ตามลำดับ โดยดูจากค่า a ที่มีค่าลดลง เมื่อเทียบกับการทดลองที่ 4 (สีแดงจางลง)

กราฟที่ 12 แสดงความสัมพันธ์ของค่า L, a, b ของน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิ 25^{0}C 2100 rpm



จากกราฟพบว่าความสามารถในการแยกครูดแคโรทีน จากมากไปน้อยดังนี้คือ การทดลองที่ 3 , 2 และ 1 ตามลำดับ โดยดูจากค่า a ที่มีค่าลดลง เมื่อเทียบกับการทดลองที่ 4 (สีแดงจางลง)

หมายเหตุ 1 คือ การทดลองที่ 1 น้ำมันปาล์มดิบเพียงอย่างเดียว

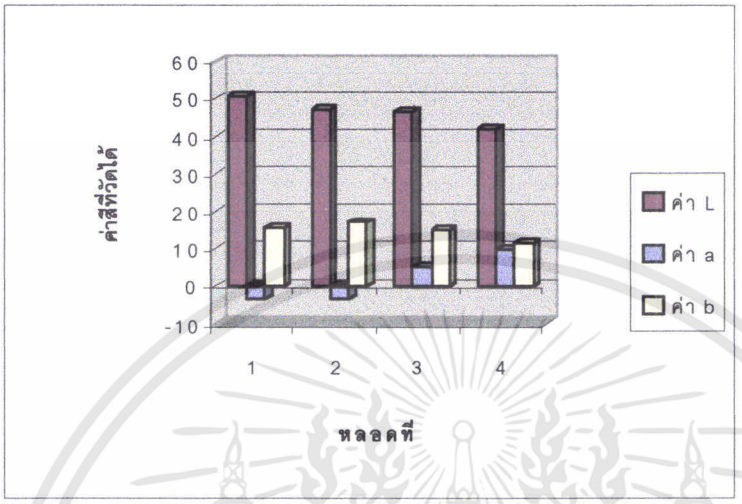
2 คือ การทดลองที่ 2 น้ำมันปาล์มดิบผสมน้ำมันดอกทานตะวันอัตราส่วน 1 : 2

3 คือ การทดลองที่ 3 น้ำมันปาล์มดิบผสมเฮกเซนอัตราส่วน 1 : 2 4 คือ น้ำมันปาล์มดิบที่ไม่ผ่านกระบวนการใดๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

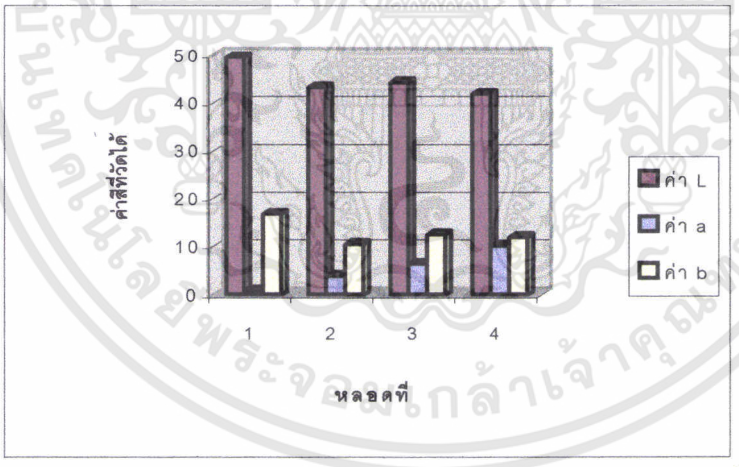
ผลการทดลองที่ 4 ทดลองแยกครูดแคโรทีนจากน้ำมันปาล์มดิบด้วยวิธีการใช้ตัวทำละลายผสม

กราฟที่ 13 แสดงความสัมพันธ์ของค่า L, a, b ของน้ำมันปาล์มเมื่อเก็บไว้ในที่มีแสง



จากกราฟพบว่าความสามารถในการแยกครูดแคโรทีน จากมากไปน้อยดังนี้คือ การทดลองที่ 3 , 2 และ 1 ตามลำดับ โดยดูจากค่า a ที่มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับการทดลองที่ 4 (สีแดงเข้มขึ้น)

กราฟที่ 14 แสดงความสัมพันธ์ของค่า L, a, b ของน้ำมันปาล์มเมื่อเก็บไว้ในที่มืด



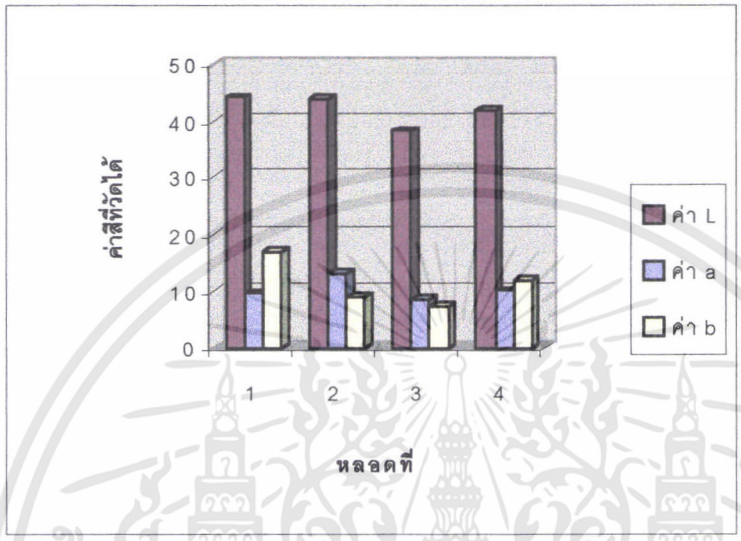
จากกราฟพบว่าความสามารถในการแยกครูดแคโรทีน จากมากไปน้อยดังนี้คือ การทดลองที่ 3 , 2 และ 1 ตามลำดับ โดยดูจากค่า a ที่มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับการทดลองที่ 4 (สีแดงเข้มขึ้น)

หมายเหตุ
1 คือ ผสมคาร์บอนด์เตตระคลอไรด์ในปริมาณ 10 มิลลิลิตร
2 คือ ผสมคาร์บอนด์เตตระคลอไรด์ในปริมาณ 20 มิลลิลิตร
3 คือ ผสมคาร์บอนด์เตตระคลอไรด์ในปริมาณ 30 มิลลิลิตร
4 คือ น้ำมันปาล์มดิบที่ไม่ผ่านกระบวนการใดๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองที่ 5 ทดลองแยกครูดแคโรทีนจากน้ำมันปาล์มดิบด้วยวิธีการใช้สารละลายด่าง

กราฟที่ 15 แสดงความสัมพันธ์ของค่า L, a, b ของน้ำมันปาล์มที่ผสมด่างในอัตราส่วนต่างๆ



จากกราฟพบว่าความสามารถในการแยกครูดแคโรทีน จากมากไปน้อยดังนี้คือ การทดลองที่ 2 , 1 และ 3 ตามลำดับ โดยดูจากค่า a ที่มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับการทดลองที่ 4 (สีแดงเข้มขึ้น)

หมายเหตุ

1 คือ อัตราส่วนน้ำมันปาล์มดิบกับสารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 : 1

2 คือ อัตราส่วนน้ำมันปาล์มดิบกับสารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 : 2

3 คือ อัตราส่วนน้ำมันปาล์มดิบกับสารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2 : 1

4 คือ น้ำมันปาล์มดิบที่ไม่ผ่านกระบวนการใดๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและวิจารณ์

สรุปผลการทดลองที่ 1-3

ทดลองแยกครูดแคโรทีนจากน้ำมันปาล์มดิบด้วยวิธีการเหวี่ยงแยก, ผสมน้ำมันชนิดอื่นที่มีจุดแข็งตัวต่ำ และผสมเฮกเซน สรุปได้ดังนี้

จากการทดลอง ที่ 1 นำน้ำมันปาล์มดิบเพียงอย่างเดียว การทดลองที่ 2 นำน้ำมันปาล์มดิบผสมน้ำมันดอกทานตะวัน อัตราส่วน 1 : 2 และการทดลองที่ 3 นำน้ำมันปาล์มดิบผสมเฮกเซน อัตราส่วน 1 : 2 ไปหมุนเหวี่ยงที่อุณหภูมิ 0 5 15 และ25 องศาเซลเซียส โดยแต่ละอุณหภูมิ หมุนเหวี่ยง ที่ความเร็วรอบ 700 1400และ2100 เป็นเวลา 10 นาที พบว่า ทุกการทดลอง จะสามารถแยกครูดแคโรทีนได้ดีที่สุด ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 2100 รอบต่อนาที ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันปาล์มดิบมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นสเตียริน และ โอเลอิน ซึ่งสเตียรินจะมีคุณสมบัติแข็งตัวที่อุณหภูมิต่ำ จึงทำให้การหมุนเหวี่ยงที่ตั้งอุณหภูมิไว้เป็น 0 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิต่ำสุดที่ใช้ในการทดลอง) สามารถแยกองค์ประกอบส่วนนี้ไปได้ดีที่สุด และเมื่อสเตียรินแข็งตัวจนมีลักษณะคล้ายของแข็ง (ไขสีขาว) ซึ่งเมื่อหมุนเหวี่ยงด้วยความเร็วที่ยิ่งสูงขึ้นถึงระดับ 2,100 รอบต่อนาที (ความเร็วสูงสุดที่ใช้ในการทดลอง) จึงสามารถแยกได้ดีที่สุด และ วิธีการทดลองที่สามารถแยกแยกครูดแคโรทีนได้ดีเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้คือ การทดลองที่ 3 การทดลองที่ 2 และการทดลองที่ 1 ทั้งนี้เนื่องจากการทดลองที่ 3 เป็นการใช้เฮกเซนผสมในน้ำมันดิบก่อนการหมุนเหวี่ยง โดยเฮกเซนจะเป็นตัวทำละลายที่ดีของครูดแคโรทีน ทำให้ครูดแคโรทีนละลายออกจากส่วนของสเตียรินและโอเลอินบางส่วนมาอยู่ในเฮกเซน และเนื่องจากเฮกเซนไม่แข็งตัวที่อุณหภูมิต่ำจึงสามารถแยกครูดแคโรทีนได้ดีที่สุด และสำหรับการทดลองที่ 2 การนำน้ำมันดอกทานตะวันผสมกับน้ำมันปาล์มดิบ อัตราส่วน 2 : 1ได้ปริมาณครูดแคโรทีนเป็นลำดับที่ 2 รองจากการใช้เฮกเซนผสมในน้ำมันปาล์มดิบก่อนการหมุนเหวี่ยง ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันดอกทานตะวันมีคุณสมบัติไม่แข็งตัวที่อุณหภูมิต่ำและสามารถเป็นตัวทำละลายที่ดีของครูดแคโรทีนอีกด้วย

สรุปผลการทดลองที่ 4

ทดลองแยกครูดแคโรทีนจากน้ำมันปาล์มดิบด้วยวิธีการใช้ตัวทำละลายผสม สรุปได้ดังนี้

เมื่อเติม Cl_2 ลงไปตามด้วย CCl_4 และเฮกเซนโดยยังไม่ทำการเขย่า ปรากฏว่า เกิดการแยกชั้นเป็น 3 ชั้น ชั้นล่างสุดเป็น CCl_4 ชั้นกลางเป็น Cl_2 และชั้นบนสุดเป็นเฮกเซน เนื่องด้วย CCl_4 มีความถ่วงจำเพาะสูงกว่า Cl_2 และเฮกเซน ส่วนเฮกเซนมีความถ่วงจำเพาะต่ำกว่า Cl_2 เมื่อทำการเขย่าอย่างรุนแรงสารละลายผสมเกิดการแยกชั้นเป็น 2 ชั้น คาดได้ว่า CCl_4 ไปรวมกับเฮกเซน เพราะ CCl_4 ไปไม่รวมกับน้ำและเฮกเซนไม่รวมกับน้ำเช่นกัน ซึ่งแสดงถึงความไม่มีขั้วของสารทั้งสองชนิด เมื่อเติมน้ำมันลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วเขย่าให้เข้ากันอย่างรุนแรง ตั้งทิ้งไว้ สารละลายผสมเกิดการแยกชั้นเป็น 3 ชั้น คาดว่าชั้นล่างเป็น Cl_2 ชั้นกลางเป็น สเตอรินและชั้นบนสุดเป็น CCl_4, เฮกเซน และโอเลอิน ซึ่งมีเบต้าแคโรทีนละลายผสมกันอยู่

หลังจากทำปฏิกิริยาทั้งในที่มืดและสว่างแล้ว นำไปเหวี่ยงแยก ตั้งทิ้งไว้ ผลที่ได้ปรากฏว่าตัวอย่างที่เติม Cl_2 30 มิลลิลิตรจะมีสีที่เข้มกว่าตัวอย่างที่เติม Cl_2 20 และ10 มิลลิลิตรเช่นเดียวกับตัวอย่างที่เติม Cl_2 20 มิลลิลิตรจะมีสีที่เข้มกว่าตัวอย่างที่เติม Cl_2 10 มิลลิลิตร คาดได้ว่าสีที่เข้มขึ้นน่าจะมีปริมาณเบต้าแคโรทีนอยู่สูง อาจจะสรุปได้ว่า เฮกเซนที่ถูกปรับขั้วด้วยปริมาณ Cl_2 ที่เพิ่มขึ้นจะมีผลต่อการสกัดแยกของ ครูดเบต้าแคโรทีน ที่เพิ่มขึ้นด้วย หรือ เป็นไปได้ว่า Cl_2 ทำปฏิกิริยากับสเตอรินมากขึ้นด้วย ปริมาณ Cl_2 ที่เพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณส่วนที่เป็นน้ำมันน้อยลง สีของครูดเบต้าแคโรทีน จึงเข้มขึ้น

เมื่อเทียบระหว่างระดับปริมาณ Cl_2 ที่เท่ากัน ในที่มืดและที่สว่างทำให้ทราบได้ว่าความเข้มของสีครูดเบต้าแคโรทีนที่วัดได้ไม่เท่ากันโดยในที่มืดจะมีสีเข้มกว่าในที่สว่าง แสดงว่าขั้วของเฮกเซนมีผลต่อการสกัดแยกของ ครูดเบต้าแคโรทีน (Cl_2 ทำปฏิกิริยากับเฮกเซนทำให้ขั้วเปลี่ยนไป)

สรุปผลการทดลองที่ 5

ทดลองแยกครูดแคโรทีนจากน้ำมันปาล์มดิบด้วยวิธีการใช้สารละลายด่าง สรุปได้ดังนี้

จากการทดลองพบได้ว่าลักษณะสีและปริมาณของของเหลวที่แยกได้ในชั้นบนสุดที่ผ่านการหมุนเหวี่ยงระหว่างน้ำมันปาล์มดิบผสมกับสารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 1 นอล์มัลในอัตราส่วน 2 : 1 ให้ปริมาณของเหลวที่มากว่าอัตราส่วน 1: 1 และ 1: 2 (ตามลำดับ) เนื่องจากปริมาณสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ไม่เพียงพอในการเกิดปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชั่นอย่างสมบูรณ์ สำหรับตัวอย่างที่มีอัตราส่วนน้ำมันปาล์มกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็น 1:1 จะให้ปริมาณของแข็งมากกว่า(โดยยังมีลักษณะที่เป็นไขปนอยู่ในของเหลว ลักษณะคล้ายสบู่เหลว) เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชั่นยังไม่สมบูรณ์ และตัวอย่างที่มีอัตราส่วนน้ำมันปาล์มกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็น 1:2 จะให้ปริมาณของเหลวในปริมาณที่น้อยที่สุด เนื่องจากสารละลายเกิดปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชันได้มาก (เกือบสมบูรณ์)

อัตราส่วนระหว่างน้ำมันปาล์มดิบกับสารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 นอล์มัลในอัตราส่วน 1:2 มีความเหมาะสมที่จะนำไปศึกษาหาปริมาณครูดเบต้าแคโรทีนในน้ำมันปาล์มดิบ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ทัศนีย์ ลิ้มสุวรรณ .2540. "บทบาทใหม่ของเบต้าแคโรทีน".ใน วิจิตร บุณยะโทตระ บรรณาธิการ. ฟิตเนส 8,90 :101-104. กรุงเทพมหานคร:บริษัท สาระทรรศน์ จำกัด

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2529. วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อุบลรัตน์ ประดิษฐ์กุล . "คุณค่าของเบต้าแคโรทีนต่อสุขภาพ." วารสารวิทยาศาสตร์. 52,4 : 208-209. กรุงเทพมหานคร: สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย.

Brennan J.G. ,Butters J.R., Cowell N.D. and Lilly A.E.V . 1976. solid-liquid Extraction and Expression. Food Engineering Operations :175-207.

Hamilton R.J. and A.Bhati. 1980. Palm Oil Processing. Fats and Oils : Chemistry and Technology : 222.

Houghton, J.D. 1992. Natural Food Colorants in Hendry G.A.F et al. New York: avi

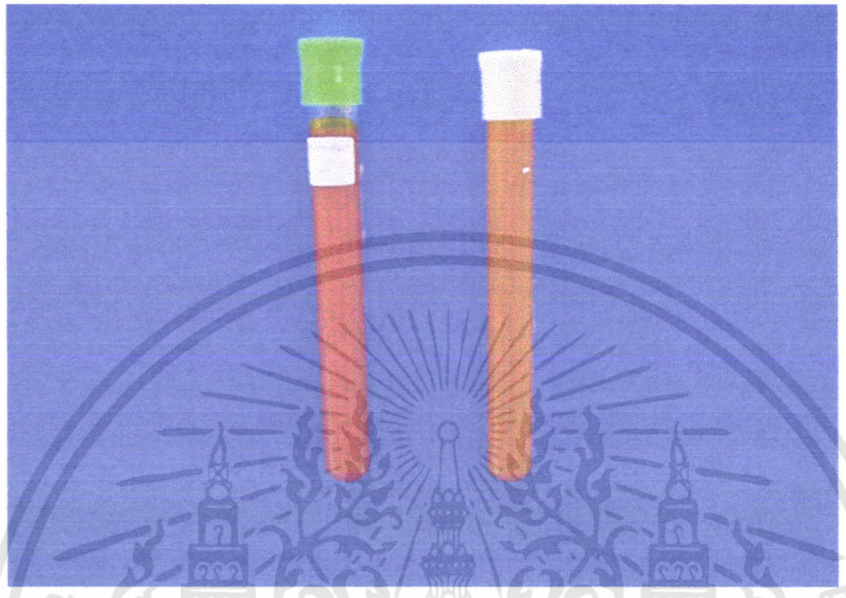
Koteha, P.M. and Desai, B.B. 1992 . "carot" insalunkhe, D.K. et al. Handbook of vegetable science and technology : 119-135 . India: marcel dekker, Inc.

Pzdzislaw E. Sikorski .1997. Food Colorants. Chemical and Functional Properties of Food Components :191-210.

Swern Danial.1982. Refining and Bleaching. Bailey's Industrial Oil and Fat Products :253-292.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

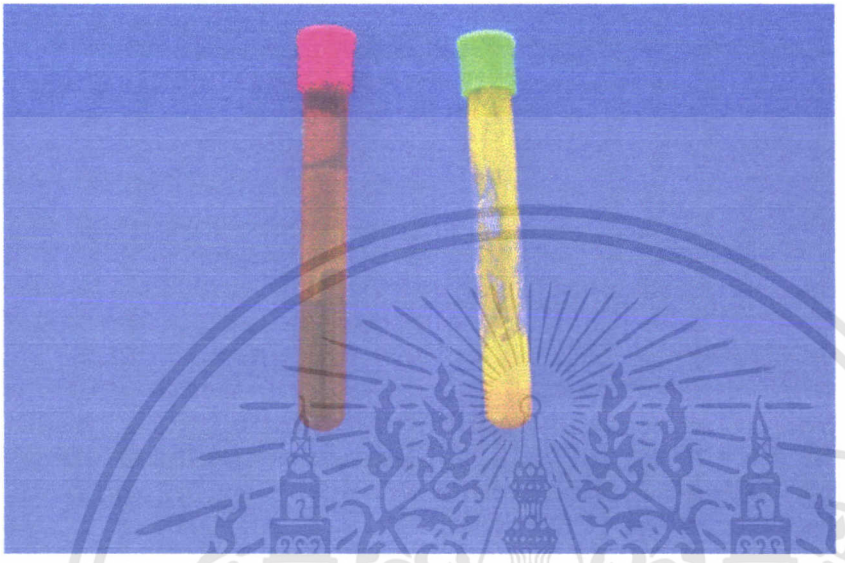
ภาคผนวก



ภาพที่ 1 แสดงลักษณะสีและปริมาณน้ำมันปาล์มดิบหลังจากการผ่านหมุนเหวี่ยงที่อุณหภูมิ 25^{0}C ที่ความเร็วรอบ 2,100 รอบต่อนาที

ภาพที่ 2 แสดงลักษณะสีและปริมาณน้ำมันปาล์มดิบเมื่อผสมน้ำมันดอกทานตะวันอัตราส่วน 1: 2 หลังจากการผ่านหมุนเหวี่ยงที่อุณหภูมิ 25^{0}C ที่ความเร็วรอบ 2,100 รอบต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 แสดงลักษณะสีและปริมาณน้ำมันปาล์มดิบเมื่อผสมเฮกเซนในอัตราส่วน 1: 2 หลังจากการผ่านหมุนเหวี่ยงที่อุณหภูมิ 25°C ที่ความเร็วรอบ 2,100 รอบต่อนาที

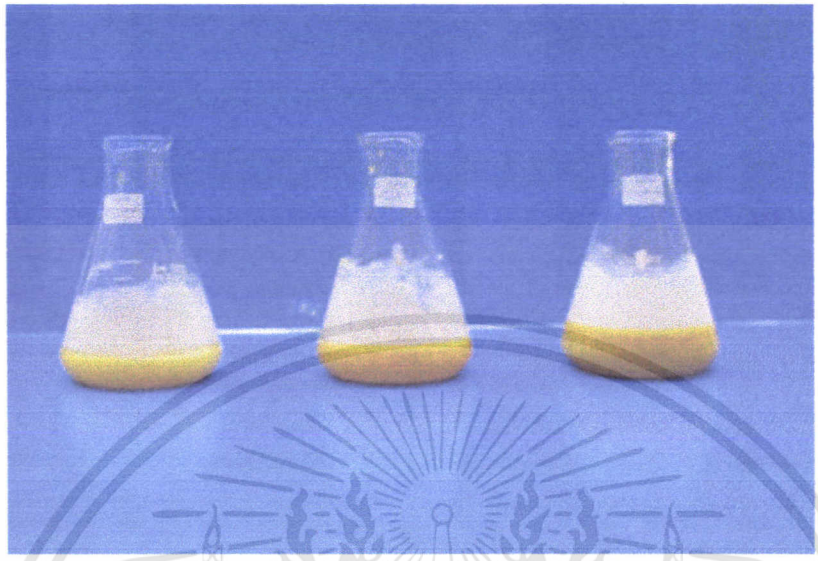
ภาพที่ 6 แสดงการแยกชั้นของสารผสมหลังจากการเติมน้ำมันปาล์มดิบและคนผสมให้เข้ากั

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4 แสดงการแยกชั้นไม่รวมตัวกันของคลอไรด์ (Cl_2),คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl_4) และเฮกเซน

ภาพที่ 5 แสดงการแยกชั้นของสารผสมออกเป็น 2 ชั้น หลังจากการคนผสมเข้าด้วยกัน

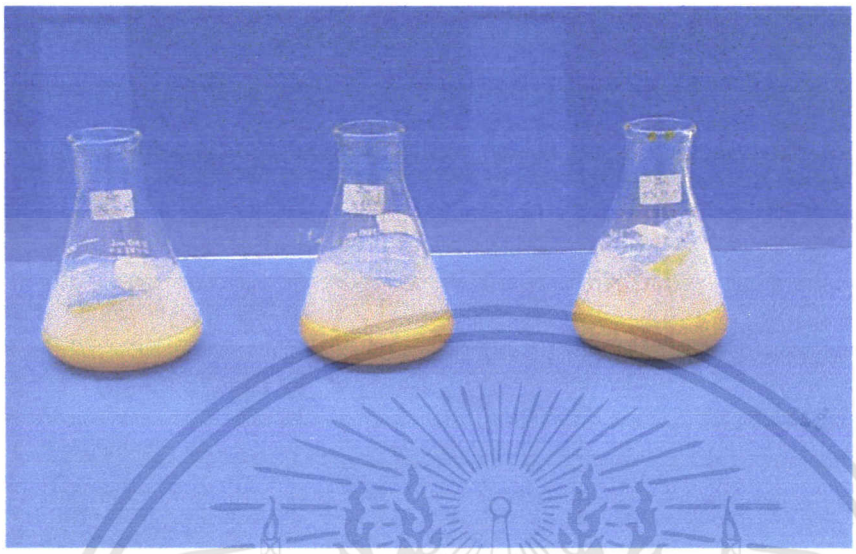
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



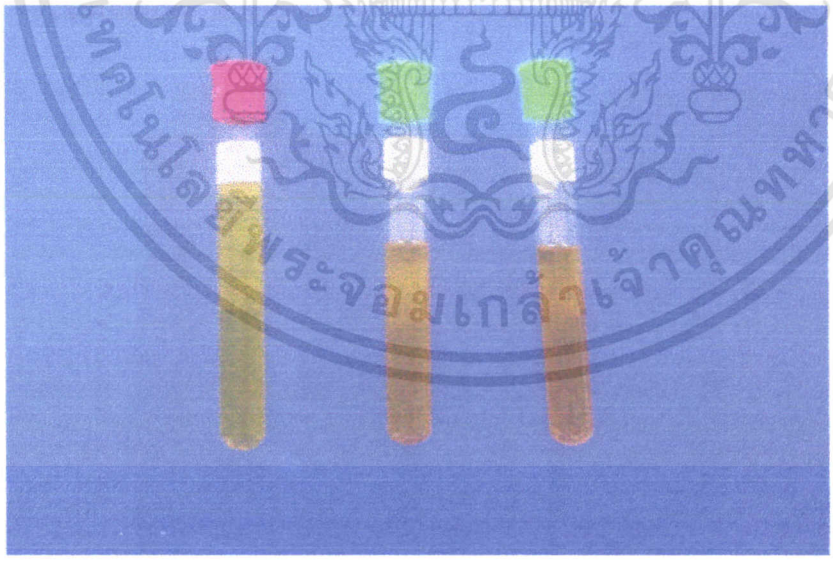
ภาพที่ 7 แสดงลักษณะสีจากปฏิกิริยาระหว่างน้ำมันปาล์มและสารละลายผสมที่แปรค่าระดับความเข้มข้นของสารละลายคาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl_4) 10 20 และ 30 มิลลิลิตร เมื่อเก็บไว้ในที่มีแสง

ภาพที่ 8 แสดงลักษณะสีของเหลวที่แยกได้ในชั้นบนสุดจากการหมุนเหวี่ยงสารละลายที่แปรค่าระดับความเข้มข้นของสารละลายคาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl_4) 10 20 และ 30 มิลลิลิตรเมื่อเก็บไว้ในที่มีแสงเป็นเวลา 5 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



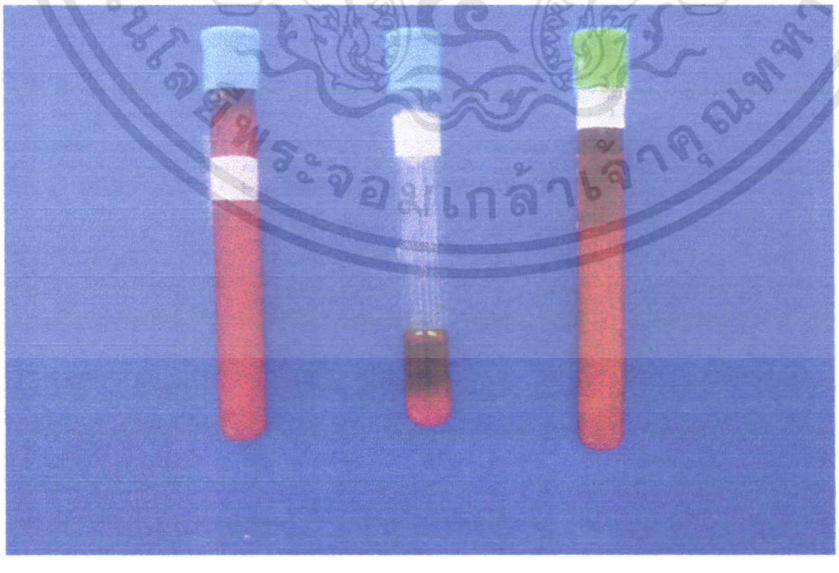
ภาพที่ 9 แสดงลักษณะจากปฏิกิริยาระหว่างน้ำมันปาล์มและสารละลายผสมที่แปรค่าระดับความเข้มข้นของสารละลายคาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl_4) 10 20 และ 30 มิลลิลิตรเมื่อเก็บไว้ในที่มืดเป็นเวลา 5 นาที



ภาพที่ 10 แสดงลักษณะสีของของเหลวที่แยกได้ในชั้นบนสุดจากการหมุนเหวี่ยงสารละลาย ที่แปรค่าระดับความเข้มข้นของสารละลายคาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl_4) 10 20 และ 30 มิลลิลิตรเมื่อเก็บไว้ในที่มีแสงเป็นเวลา 5 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 11 แสดงผลของการทำปฏิกิริยาระหว่างน้ำมันปาล์มดิบกับสารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 นอร์มัล ในอัตราส่วน 1:1 , 1:2 และ 2:1



ภาพที่ 12 แสดงลักษณะสีและปริมาณของเหลวที่แยกได้ในชั้นบนสุดที่ผ่านการหมุนเหวี่ยงระหว่างน้ำมันปาล์มดิบกับสารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 นอร์มัล ในอัตราส่วน 1:1 , 1:2 และ 2:1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้