



รายงานการวิจัย

(การศึกษาและสร้างเครื่องแยกสกัดวิตามินE จากน้ำมันปาล์มดิบ)

(Study and Made Machine separate vitamin E from crude palm oil)

โดย
ชื่อหัวหน้าโครงการ นายปัญญา แดงวิไลลักษณ์
ชื่อผู้ร่วม นายวชร กาลาสี
นายคิษฐ์พร ตุงโสธานนท์
นายชัยรัตน์ เพชรศิริ

RCH
TP
683
P3
ป524ก

ที่ปรึกษา

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วันเดือนปี.....

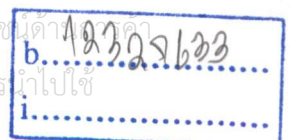
ชื่อที่ปรึกษา นายจารุวัตร เจริญสุข

116848
16 ส.ย. 2554

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ 2551

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ใดๆ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การศึกษาและสร้างเครื่องแยกสกัดวิตามินE จากน้ำมันปาล์มดิบ

นายปัญญา แดงวิไลลักษณ์
รายงานฉบับสมบูรณ์ 2553

บทคัดย่อ

ปัจจุบันวิตามินอี เป็นสิ่งหนึ่งที่มีความสำคัญทางด้านการแพทย์ อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม วิตามินอีเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีความสำคัญต่อร่างกาย ซึ่งร่างกายมนุษย์ไม่สามารถสร้างขึ้นเองได้ วิตามินอีมีชื่อเรียกทางเคมีว่า โทโคฟีรอล (Tocopherol) เป็นพวกแอลกอฮอล์ไม่อิ่มตัว มีอยู่ในธรรมชาติ 4 ชนิดด้วยกัน อัลฟา (Alpha) เบต้า (Beta) แกมมา (Gamma) และ เดลต้า (Delta) อัลฟาโทโคฟีรอล (Alphatocopherol) เป็นตัวที่สำคัญที่สุดเนื่องจากมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้ดี วิตามินอีเป็นวิตามินที่มีการค้นพบกันมานาน แต่วิตามินอีที่มีการศึกษาและพูดถึงกันมากคือ โทโคไตรีนอล (Tocotrienols) ซึ่งเป็นวิตามินที่ได้จากน้ำมันปาล์ม และมีบทบาทสำคัญคล้าย โทโคฟีรอล ที่มีในน้ำมันพืชทั่วไป เราจึงศึกษาการสกัดวิตามินอีจากน้ำมันปาล์มดิบโดยการกลั่นแบบลำดับส่วน ซึ่งการทดลองโครงการนี้ได้ศึกษาจากโครงการเครื่องสกัดวิตามินอีจากน้ำมันปาล์มดิบ โดยศึกษาอัตราส่วนผสมจากการเติมสารละลายเอทานอล (Etanol) และน้ำมันปาล์มดิบ ใช้เวลาในการเหวี่ยงแยก 20 นาที จะได้ปริมาณวิตามินอีมากที่สุด และหลังจากได้ทดลองจากเครื่องสกัดวิตามินอีจากน้ำมันปาล์มดิบ โดยการกลั่นแบบลำดับส่วนในโครงการนี้ พบว่า ในน้ำมันปาล์มดิบที่ได้จากการหีบแยกจากโรงงานจะพบปริมาณของวิตามินอีที่มากที่สุด และเมื่อผ่านเครื่องสกัดวิตามินอีพบว่า อัตราส่วนผสมระหว่างน้ำมันปาล์มกับเอทานอล คือ 1:1.5 ทำการสกัดที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 550 mm.Hg ได้ปริมาณวิตามินอีมากที่สุด คือ 571.22 มิลลิกรัมต่อลิตร

Study and Made Machine separate vitamin E from crude palm oil

Mr.Panya Daungvilailux

Report 2010

ABSTRACT

Today, vitamin E is a substance that valuable for the medical cosmetic and food industrial. Vitamin E is the important anti-oxidant substance and the physiology could not auto-generated. Vitamin E or Tocopherols (or TCP) are a class of chemical compounds of which many have vitamin E activity. Such as Alpha, Beta, Gamma and Delta. Alphotocopherol be worthy of Vitamin E. Moreover, Tocotrienols and Tocotrienols' be important of oil palm. Which are from Fractional distillation Palm Oil Machine

This experimental project studied on the Demolition vitamin E of crude plam oil experiment by studied ratio of the addition of Ethanol and crude palm oil. Spending 20 minutes in centrifuge machine will result in highest amount of Vitamin E. After the trial of vitamin E extracted from crude palm oil by fractional distillation the result showed that palm oil from the ark process from factory has the highest amount of vitamin E. And after put the vitamin E through extractor we found that ratio between palm oil and ethanol is 1:1.5, extraction at 130 degrees Celsius at a pressure of 500 mm.Hg is the most vitamin E of 571.22 ppm.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้เพราะความร่วมมือจากหลายๆ ฝ่ายด้วยกัน หน่วยงานแรกที่จะกล่าวถึงคือ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ได้ให้การสนับสนุนงบประมาณในการวิจัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร ที่สนับสนุนด้านเครื่องมือและสถานที่ และ ศูนย์วิจัยปาล์มสุราษฎร์ธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจวิเคราะห์หาวิตามินอี ข้าพเจ้าขอขอบคุณ ณ ที่นี้

นายปัญญา แดงวิไลลักษณ์

เมษายน 2553



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	V
สารบัญตาราง	VI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 การดำเนินงาน	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 วรรณกรรมปริทัศน์	3
2.1 บทนำ	3
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของวิตามินอี	6
2.3.1 วิตามินอี	6
2.3.2 ข้อมูลทั่วไปของวิตามินอี	8
2.3.3 คุณสมบัติของวิตามินอี	8
2.3.4 ประโยชน์ต่อร่างกาย	8
2.3.5 แหล่งที่พบ	8
2.3.6 ปริมาณที่แนะนำ	9
2.3.7 ผลของการขาดวิตามินอี	10
2.3.8 วิตามินอีจำแนกตามคุณสมบัติ	10
2.3.9 วิธีการสกัดวิตามินอี	12
2.3.10 การกลั่น	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 ทฤษฎีและการคำนวณ	15
3.1 ทฤษฎีของไบกวน	15
3.2 ความเร็วเชิงมุม	17
3.3 ความเร่งเชิงมุม	19
3.4 การคำนวณหาขนาดของเพลลา เครื่องหมุนเหวี่ยงแยก	20
3.5 สมการการถ่ายเทความร้อนของฮีทเตอร์	24
3.6 ทฤษฎีของปั๊มสุญญากาศ	24
บทที่ 4 อุปกรณ์การทดลอง	26
4.1 การสร้างอุปกรณ์การทดลอง	26
4.1.1 เครื่องผสมหรือเครื่องกวน	26
4.1.2 ชุดไบกวน	26
4.1.3 ถังแลกเปลี่ยนความร้อน	27
4.1.4 เครื่องหมุนเหวี่ยงแยก	27
4.1.5 ขวดบรรจุ	28
4.1.6 เครื่องกลั่นเอธานอล	29
4.1.7 ชุดควบคุมวงจรไฟฟ้า	30
4.2 การทดลอง	31
4.2.1 วัสดุและอุปกรณ์	31
4.2.2 วิธีการทดลอง	31
4.3 การตรวจวิเคราะห์วิตามินอีด้วยเครื่อง HPLC	34

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 ผลการทดลอง	37
5.1 การเตรียมตัวอย่างในการวิเคราะห์วิตามินอี	37
5.1.1 อุปกรณ์และสารเคมี	37
5.1.2 วิธีการ	37
5.2 การฉีดตัวอย่าง	37
5.2.1 อุปกรณ์และสารเคมี	37
5.2.2 ขอบเขตของเครื่อง HPLC	38
5.2.3 วิธีการวิเคราะห์	38
5.2.4 การฉีดตัวอย่าง	38
5.3 ผลการทดลองครั้งที่ 1	39
5.4 ผลการทดลองครั้งที่ 2	39
5.5 ผลการทดลองครั้งที่ 3	40
5.6 เปรียบเทียบผลการทดลองทั้งหมด	40
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง	44
6.1 สรุปผลการทดลอง	44
6.2 ข้อเสนอแนะ	44
เอกสารอ้างอิง	45
ภาคผนวก	46
ก การออกแบบเครื่อง	47
ข กราฟผลการวิเคราะห์วิตามินอี	56

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 ปริมาณวิตามินอีในน้ำมันชนิดต่างๆ	1
1.2 ปริมาณวิตามินเอ ภายในพืชและผลไม้	1
2.1 โครงสร้างทางเคมีของวิตามินอี	6
2.2 กระบวนการกลั่นลำดับส่วนที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมปิโตรเลียม	14
3.1 กระบวนการกวนเร็ว	16
3.2 กระบวนการกวนช้า	17
3.3 ทิศทางของความเร็วเชิงมุม	18
3.4 ความเร็วเชิงมุม	18
3.5 ค่าคงที่ของบี้มสุญญากาศ	25
4.1 ถึงผสม	26
4.2 ใบกวนภายในถัง	27
4.3 ถึงแลกเปลี่ยนความร้อน	27
4.4 เครื่องเหวี่ยงแยก	28
4.5 เครื่องเหวี่ยงแยกที่ติดกับโครงสร้าง	28
4.6 ขวดพลาสติกที่ใส่ในเครื่องเหวี่ยงแยก	28
4.7 ส่วนประกอบของเครื่องกลั่น	29
4.8 บี้มสุญญากาศ	30
4.9 แผงวงจรไฟฟ้า	30
4.10 เติมตัวอย่างสารใส่ขวดพลาสติก	31
4.11 ลักษณะใส่ขวดเพื่อเหวี่ยง	32
4.12 ลักษณะการแยกชั้น	32
4.13 สารตัวอย่างที่ได้จากเครื่องเหวี่ยงแยกจะเป็นสารใส ๆ ที่อยู่ด้านบน	33
4.14 หม้อต้มน้ำมัน	33
4.15 การกลั่นตัวของเอทานอล	33
4.16 วิตามินอีที่สกัดได้พร้อมส่งวิเคราะห์	34
4.17 ขวดสีชา	34
4.18 เครื่องอัลตราโซนิก	35
4.19 เฮกเซนสำหรับเครื่อง HPLC	35
4.20 สารตัวอย่าง ปริมาตร 50 ppm	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.21 เครื่อง HPLC	36
4.22 คอลัมน์ของเครื่อง HPLC	36



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ชื่อทางเคมีและชื่อทั่วไปของวิตามินอี	7
5.1 ผลการวิเคราะห์หิวตามินอีของเครื่องสกัดวิตามินอี ครั้งที่ 1	39
5.2 ผลการวิเคราะห์หิวตามินอีของเครื่องสกัดวิตามินอี ครั้งที่ 2	39
5.3 ผลการวิเคราะห์หิวตามินอีของเครื่องสกัดวิตามินอี ครั้งที่ 3	40
5.4 ผลการวิเคราะห์หิวตามินอีในน้ำมันปาล์มดิบก่อนทำการสกัด	40
5.5 ผลการวิเคราะห์หิวตามินอีของเครื่องสกัดวิตามินอี	41

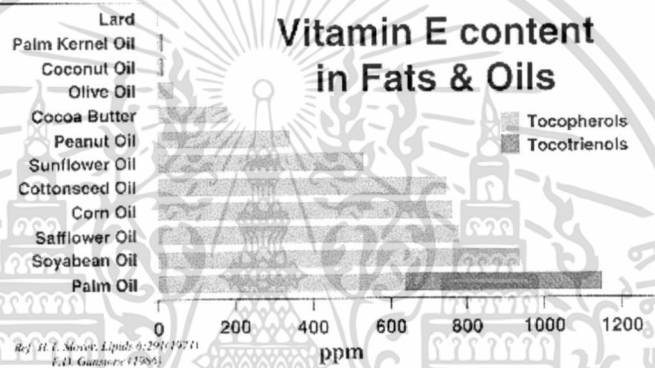


บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

ในปัจจุบันประเทศไทยได้มีการปลูกปาล์มน้ำมันมีประมาณ 2 ล้านไร่และรัฐบาลนี้ก็ได้ประกาศไว้ว่าจะขยายพื้นที่ปลูกให้ได้ถึง 10 ล้านไร่ ภายใน 25 ปี ซึ่งจะเห็นได้ว่าประเทศไทยเราจะมีปริมาณน้ำมันที่ได้จากปาล์มน้ำมันไว้ใช้สำหรับบริโภคและอุปโภค จากงานวิจัยหลากหลายชิ้นได้ทำการทดลองนำน้ำมันปาล์มมาทำน้ำมันผสม น้ำมันไบโอดีเซล ฯลฯ เพื่อสามารถนำมาใช้กับเครื่องยนต์ได้แต่ราคาน้ำมันที่ได้กล่าวมาแล้วยังมีราคาสูงกว่าน้ำมันดีเซล แต่จากที่ทีมวิจัยของเราได้ทำการหาข้อมูลผลปรากฏว่าน้ำมันปาล์มมีปริมาณวิตามิน E และ A อยู่ปริมาณมากดังรูปที่ 1.11 และ 1.2



รูปที่ 1.1 ปริมาณวิตามิน E ในน้ำมันชนิดต่างๆ

FOOD	µg RETINOL EQUIVALENT / 100g E.P.
Oranges	21
Bananas	50
Tomatoes	130
Carrots	400
Red Palm Oil (refined)	5,000
Crude Palm Oil	6,700

รูปที่ 1.2 ปริมาณวิตามิน A ภายในพืชและผลไม้

จากข้อมูลดังกล่าวเราจะเห็นได้ว่าภายในน้ำมันปาล์มมีคุณค่า และคุณประโยชน์อยู่ในปริมาณมาก ซึ่งถ้าเราแยกวิตามิน E และ A ออกจากน้ำมันปาล์มแล้วนำน้ำมันปาล์มดังกล่าวมาทำไบโอดีเซลก็จะช่วยลดต้นทุนของไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มได้มากเพราะวิตามิน E ชนิด Tocopherols มูลค่าที่สูงและวิตามิน E ชนิด Tocotrienols มีมูลค่าสูงมาก ซึ่งทั้งสองชนิดมีราคาแพงมากและมีมากในน้ำมันปาล์ม ส่วน Fatty Acid Methyl Ester จากน้ำมันปาล์ม คือไขที่เกิดขึ้นจากน้ำมันปาล์มเป็นของเหลือใช้จากโรงงานจึงทำให้โดยมีราคาถูกแต่เราสามารถนำมาทำไบโอดีเซลได้เพื่อเพิ่มมูลค่า

วิตามินอี เป็นสิ่งหนึ่งที่มีความสำคัญทางการแพทย์ อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องสำอาง เพราะวิตามินอีมีสารต้านอนุมูลอิสระช่วยทำให้ไขมันในเส้นเลือดเสถียร ช่วยในการป้องกันการจับตัวของเลือด ทั้งยังมีฤทธิ์ลดคอเลสเตอรอล ทำให้ร่างกายมีการนำพาออกซิเจนได้อย่างสะดวก ทั้งทางด้านความงามยังทำให้ลดการเกิดริ้วรอยบนผิวหนัง ลดรอยแผลเป็น เป็นต้น

การนำน้ำมันปาล์มมาสกัดวิตามินอีเนื่องจากน้ำมันปาล์มมีปริมาณวิตามินอีอยู่จำนวนมาก และปาล์มเป็นพืชเศรษฐกิจของไทยปลูกมากในพื้นที่ทางภาคใต้ของประเทศไทย จากการค้นคว้าข้อมูลได้พบว่าน้ำมันปาล์มมีปริมาณของวิตามินอีสูง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในหลายๆ ทาง และยังสามารถทำให้ฟื้นฟูเศรษฐกิจปาล์มได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาทางกายภาพที่มีผลต่อการสลายตัวและวิธีการแยก วิตามิน อี จากน้ำมันปาล์มดิบ โดยสร้างเครื่องสกัดวิตามิน อี

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. สกัดวิตามินอีจากน้ำมันปาล์มดิบ 4 ชนิดคือ น้ำมันปาล์มดิบที่ได้จากการหีบรวมจากโรงงาน , น้ำมันปาล์มดิบที่ได้จากการหีบแยกเองโดยผ่านการอบด้วยไมโครเวฟ , น้ำมันปาล์มดิบที่ได้จากการหีบแยกเองโดยผ่านการอบด้วยตู้ Oven , น้ำมันปาล์มดิบที่ได้จากการหีบแยกจากโรงงาน
2. ใช้อุณหภูมิระหว่าง 50-130 องศาเซลเซียสภายในถึงน้ำมัน
3. ใช้ระบบสุญญากาศในระบบการกลั่นที่ความดัน 550 mm.Hg

1.4 การดำเนินงาน

1. จัดทำโครงสร้างของเครื่องสกัดวิตามินอี
2. ดำเนินการทดลองตามเงื่อนไขที่กำหนด
3. นำตัวอย่างจากการทดลองไปตรวจหาปริมาณวิตามินอีโดยใช้เครื่อง HPLC ในการตรวจวิเคราะห์
4. สรุปผลการดำเนินโครงการที่ผ่านมา

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อการสกัดวิตามินอี
2. สามารถสร้างเครื่องสกัดวิตามินอีจากน้ำมันปาล์มดิบได้

บทที่ 2

วรรณกรรมปริทรรศน์

2.1 บทนำ

วิตามินเป็นสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหารที่จำเป็นสำหรับร่างกายคนเราอย่างยิ่ง ปัจจุบันมนุษย์ได้ให้ความสำคัญในการดูแลรูปร่าง ผิวพรรณมากขึ้น และจากการศึกษาวิตามินอีทำให้ร่างกายแข็งแรง อ่อนเยาว์ ผิวพรรณสวยงาม แล้ววิตามินเอียยังมีสารที่สามารถยับยั้งโรคร้ายต่างๆ ได้มากมาย เช่น โรคหัวใจ โรคมะเร็ง โรคสมองเสื่อม โรคภูมิแพ้ และยังสามารเป็นสารยับยั้งอนุมูลอิสระ ช่วยทำให้ไขมันในเลือดเสถียร ป้องกันการจับตัวของเลือด เป็นต้น ทำให้ในปัจจุบันประเทศไทยได้มีการพัฒนาการสกัดวิตามินอี อยู่หลายวิธี ซึ่งในแต่ละวิธีก็จะได้ปริมาณวิตามินอีที่ไม่เท่ากัน

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปี พ.ศ. 2548 พชรินทร์ ระวียัน และคณะ [1] ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้ประดิษฐ์เครื่องสกัดต้นแบบ เพื่อใช้สกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบ และใช้สกัดวิตามินอี จากดิสทิลเลทของน้ำมันปาล์ม เครื่องสกัดนี้ใช้ตัวทำละลายที่อุณหภูมิต่ำในการสกัด เป็นเครื่องสกัดที่มีการทำงานที่ไม่ยุ่งยาก ใช้เทคโนโลยีพื้นฐาน สามารถซ่อมบำรุงได้ง่าย มีการทำงานในระบบปิด จึงไม่สร้างมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ตัวทำละลายที่ใช้แล้วสามารถหมุนเวียนนำกลับไปใช้ใหม่ได้ และเป็นเครื่องที่สามารถขยายขนาดในเชิงพาณิชย์ได้ เครื่องสกัดต้นแบบซึ่งมีกำลังการผลิตขนาด 7 ลิตร สามารถสกัดแคโรทีนอยด์ออกมาจากน้ำมันปาล์มดิบได้ 52% สารสกัดมีแคโรทีนอยด์เข้มข้น 558 พีพีเอ็ม ซึ่งสามารถนำไปทำให้เข้มข้นได้ตามต้องการต่อไป กระบวนการสกัดสามารถควบคุมปริมาณ โลหะหนักและตัวทำละลายตกค้างได้ตามมาตรฐาน เมื่อนำแคโรทีนอยด์ที่สกัดได้ไปทดลองผลิตเป็นสีผสมอาหาร พบว่ามีคุณภาพเทียบเท่ากับสีจากแคโรทีนอยด์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ แคโรทีนอยด์ที่ทำเป็นผง สามารถใช้เป็นส่วนผสมในอาหารแห้งได้สะดวก นอกจากนี้ แคโรทีนอยด์ที่สกัดได้ ยังมีการนำไปทดลองใช้ผสมในนมผง เพื่อเสริมวิตามินเออีกด้วย การสกัดวิตามินอีจากดิสทิลเลทของ น้ำมันปาล์ม พบว่าสกัดวิตามินเอออกมาได้ 27% ได้วิตามินที่มีความเข้มข้น γ , β , α 0.8% วิตามินอีที่สกัดได้มีครบทั้ง 8 อนุพันธ์ ได้แก่ -โทโคไตรอีนอล โดยพบ δ - และ γ , β , α - โทโคเฟอรอล และ δ และ -โทโคไตรอีนอล ในปริมาณสูง δ -โทโคไตรอีนอล และ α -โทโคเฟอรอล, α มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ที่ -โทโคเฟอรอลสังเคราะห์ และ PG เป็นต้น α ใช้ในท้องตลาด เช่น BHT, นอกจากนี้วิตามินอีที่สกัดได้ยังมีความคงตัวสูง สามารถเก็บไว้ได้นาน และสามารถนำไปใช้ในกระบวนการผลิตที่ใช้อุณหภูมิสูงได้ดี จึงสามารถนำไปใช้ เป็นสารกันหืนในน้ำมันที่ใช้ทอดอาหารได้

อย่างมีประสิทธิภาพ จากการ วิเคราะห์ความคุ้มค่าในการสกัดแคโรทีนอยด์โดยใช้เครื่องต้นแบบ เมื่อนำน้ำมันปาล์มดิบ 100 กิโลกรัม พบว่า ค่าวัตถุดิบและสารเคมีที่ใช้ในการผลิตแคโรทีนอยด์เข้มข้น 1% ปริมาณ 1 กิโลกรัม ประมาณ 2,200 บาท ซึ่งที่ราคาขายขั้นต่ำคือ 5,000 บาทต่อกิโลกรัม จะได้สี จากแคโรทีนอยด์มูลค่า 4,495 บาท มีส่วนต่าง 2,295 บาท และยังสามารถผลิตภัณฑ์พลอยได้ ได้แก่ ไขมันที่มีสมบัติใกล้เคียงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มธรรมชาติ ที่สามารถนำไปทำน้ำมันบริโภค สบู่ แชมพู หรือไบโอดีเซล ได้ต่อไป สำหรับการสกัดวิตามินอี พบว่ามีต้นทุนส่วนใหญ่อยู่ที่ การสร้างระบบทำความเย็น มีต้นทุนวัตถุดิบต่ำกว่าการสกัดแคโรทีนอยด์ และยังขายได้ราคาที่สูงกว่า การสกัดแคโรทีนอยด์และวิตามินอีจากปาล์มน้ำมัน โดยใช้เครื่องสกัดที่เป็นนวัตกรรมของคนไทย นอกจากจะช่วยลดการนำเข้าผลิตภัณฑ์ และเครื่องจักรการผลิตจากต่างประเทศแล้ว ยังเป็นการช่วย เสริมสร้างเศรษฐกิจชุมชนในภาคใต้ ที่มีการปลูกปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจให้เข้มแข็งและยั่งยืนต่อไป

ปี พ.ศ. 2548 สุภาภรณ์ คีตกลาส [2] และคณะ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ได้มีการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์ที่ให้ผลว่า วิตามินอี คือ สารอาหารสำคัญในการป้องกันโรคภัยแรง เช่น โรคหัวใจ โรคมะเร็ง โรคสมองเสื่อม และโรคที่มาพร้อมกับความเสื่อมโทรมของเซลล์ เช่น โรคภูมิแพ้ และอาการแก่วัย (Senility) และยังสามารถ เป็นสารยับยั้งอนุมูลอิสระ (Free-radical quenching) ช่วยทำให้ไขมันในเลือดเสถียร ป้องกันการจับตัวของเลือด (Anticlotting) เป็นต้น โดยทั่วไป วิตามินอีจะแบ่งออกเป็น วิตามินที่มาจากธรรมชาติและ วิตามินที่ได้จากการสังเคราะห์ ซึ่งพบว่าวิตามินอีที่ได้จากธรรมชาติจะให้ผลมากกว่าวิตามินอีสังเคราะห์ 1.36 เท่า โดยปริมาณที่เท่ากัน และร่างกายยังสามารถเก็บและดูดซึมวิตามินอีจากธรรมชาติ ได้ดีกว่าวิตามินอีสังเคราะห์ถึง 2 เท่า ดังนั้นความต้องการวิตามินอีที่มาจากธรรมชาติจึงมีมากขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งทำให้มีความสนใจที่จะผลิตวิตามินอีจากแหล่งธรรมชาติและได้ทำการพัฒนาเทคนิคต่างๆ ที่ใช้ในการสกัดเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงขึ้นเพิ่มมากขึ้น

พืชกลุ่มน้ำมันที่ให้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่มากกว่าพืชน้ำมันชนิดอื่นๆ ทุกชนิด จึงเป็นพืชน้ำมันที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของโลก ซึ่งปลูกมากในพื้นที่ทางภาคใต้ของประเทศไทย โดยทั่วไปแล้ว ผลผลิตที่ได้จากปาล์มน้ำมันจะอยู่ในรูปของทะเลาะปาล์มสด ซึ่งเกษตรกรจะทำการผลิตเพื่อส่งเข้าโรงงานสกัดน้ำมันที่กระจายอยู่ตาม จังหวัดต่างๆ ทางภาคใต้ โดยจะมีกำลังการผลิตรองรับทะเลาะปาล์มสดได้ประมาณ 395,017 ตัน/เดือน สำหรับส่วนประกอบอื่นๆ ของต้นปาล์มน้ำมันสามารถนำมาเพิ่มมูลค่าได้มากมายและใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น ต้นปาล์มน้ำมันนิยมใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ กะลาปาล์มใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตถ่านกัมมันต์ (Activated carbon) โดยจะใช้ในการดูดซับก๊าซพิษต่างๆ เช่น NH_3 , NO_2 แต่สำหรับส่วนประกอบอื่นๆ ของต้นปาล์มไม่ว่าจะเป็นทะเลาะปาล์มน้ำมัน ทางใบ ปาล์มน้ำมัน ใบปาล์มน้ำมันและกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน เกษตรกรจะใช้ทำปุ๋ย อาหารสัตว์และเชื้อเพลิงเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งหากสามารถนำเอาองค์ประกอบเหล่านี้มาทำการเพิ่มมูลค่า จะทำให้

เกษตรกรรมมีรายได้เพิ่มขึ้นอย่างมาก ใบปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งวิตามินหนึ่งที่ถูกผู้วิจัยให้ความสนใจในการนำมาสกัดวิตามินอี เพราะว่าใบปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งที่มีวิตามินอีประมาณ 0.49 % โดยน้ำหนักแห้ง ดังนั้นกลุ่มผู้วิจัยจึงคิดว่าถ้าหากสามารถสกัดวิตามินอีจากใบปาล์มน้ำมันได้ จะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับของเหลือทิ้งทางการเกษตรกรรม เนื่องจากใบปาล์มน้ำมันถือเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรอย่างหนึ่ง โดยที่เกษตรกรจะทำการตัดแต่งทางใบปาล์มน้ำมันเฉลี่ยปีละ 18 - 25 ทางใบ เพื่อนำทางใบปาล์มที่ตัดแล้วมากระจายรอบโคนต้นเพื่อทำเป็นปุ๋ยและเพื่อลดการ ระเหยของน้ำต่อไป ด้วยเหตุนี้กลุ่มผู้วิจัยคิดว่าถ้าหากเราสามารถนำใบปาล์มน้ำมันที่เหลือทิ้ง ดังกล่าว มาทำการสกัดวิตามินอีจะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้เกษตรกรได้ไม่น้อย เนื่องจากใบปาล์มน้ำมันถือเป็นวัตถุดิบที่หาง่าย ราคาถูก สำหรับงานวิจัยนี้กลุ่มผู้วิจัยจะทำการสกัดวิตามินอีจากใบปาล์ม น้ำมันโดยใช้วิธีการสกัดด้วยของไหลวิกฤตยิ่งยวด ซึ่งจะทำการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดและศึกษาปัจจัยต่างๆ คือ จะทำการศึกษาอุณหภูมิในเครื่องสกัด ความดันในเครื่องสกัด และอัตราการป้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นต้น สำหรับการวิเคราะห์ HPLC (High performance liquid chromatography)

ปี พ.ศ. 2548 M. Marsin Sanagi [3] การควบคุมความดันของของเหลวในเครื่องสกัด (Pressurized liquid extraction (PLE)) ไปพร้อมกับการรักษาระดับให้ปกติในการทำโครมาโทกราฟี (Chromatography) ของของเหลว คือ การประเมินค่าของเป้าหมายใหม่เพื่อหาค่า เบต้าแคโรทีน และวิตามินอี ในน้ำมันที่ได้จากการหีบเอาน้ำมันของเส้นใยปาล์ม การสกัดจะเป็นการแบบต่อเนื่องก็จะมี การไหลของสารละลายไหลวนตลอดโดยหาความดันที่เหมาะสม(PLE)จากการ สกัดด้วยเครื่องชอกเสียดสภาวะที่เหมาะสม(PLE) จากตัวอย่าง 5 g 80 °C 1500 psi 20 นาที สกัดที่ปริมาตร 50% รวมกับระบบ NPLC จากตัวอย่างสกัดได้ 3.7–4.0 mg.ml⁻¹ของวิตามินอีและเบต้าแคโรทีน 3.3–3.5 mg.ml⁻¹

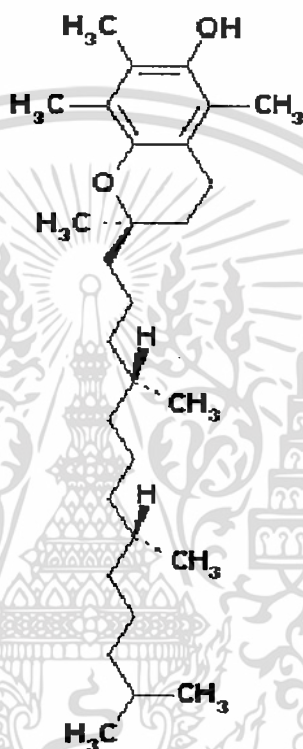
ปี พ.ศ. 2550 ประกอบ กิจไชยา [4] ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วัตถุประสงค์ของโครงการ เพื่อแยกวิตามินอีจากน้ำมันปาล์มดิบทำการสร้างเครื่องกลั่น โมเลกุลและทดลองเพื่อแยกวิตามินอีแยกวิตามินอีจากน้ำมันปาล์มดิบโดยการดูดซับในหลอดดูดซับ สร้างเทคโนโลยีการแยกวิตามินอีจากน้ำมันปาล์มดิบที่สามารถใช้งานได้จริงในระดับอุตสาหกรรม

ปี พ.ศ. 2550 Harrison Lik Nang Lau [5] ตัวอย่างจากการหีบจากเมล็ดปาล์มสดและเส้นใย แล้วสกัดด้วยวิธีการสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหนือวิกฤต (SC-CO₂) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เพื่อทำให้วิตามินอีและแคโรทีนมีความเข้มข้นมากขึ้น โดยใช้วิธีการสกัดแบบต่อเนื่องแบ่งออกเป็น 3 ช่วง; ช่วงแรกใช้การสกัดที่ 10 MPa ช่วงที่สองนำสารไตรกลีเซอไรด์ออกที่ 20 MPa และ ช่วงที่สามทำให้แคโรทีนเข้มข้นขึ้นโดยการทำให้ตกผลึกที่ความดัน 30 MPa

2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของวิตามินอี [6]

2.3.1 วิตามินอี (Vitamin E or Tocopherol)

วิตามินอี ประกอบด้วย Tocopherols และ Tocotrinols ซึ่งพบในผัก น้ำมันพืช เมล็ดพืช ข้าวโพด ถั่ว แป้งสาลี เนยเทียม เนื้อสัตว์ และนม โดยมี Alpha-tocopherol และ Gammatocopherol เป็นตัวที่ Active ที่สุด ซึ่งร่างกายต้องการวิตามินอีในรูปของ Alpha-Tocopherols ประมาณ 10 มิลลิกรัมต่อวัน สูตรโครงสร้างของวิตามินอีมีดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 โครงสร้างทางเคมีของวิตามินอี

วิตามินอี เป็นสาร Antioxidants ตัวที่สำคัญ พบใน Plasma และเม็ดเลือดแดง โดยปกติจะ ช่วยปกป้องเซลล์ผิวหนัง ชนิด Cell membrane lipid จากการถูก Peoxidation ให้เกิดอนุมูลอิสระที่ทำลาย เซลล์

จากการศึกษาพบว่าผิวหนังบริเวณที่มีต่อม Sebaceous (ต่อมไขมัน) มากเช่น ใบหน้า จะมีปริมาณของวิตามินอีมากกว่าบริเวณแขนถึง 20 เท่า เนื่องจากต่อม Sebaceous glands เป็นช่องทางที่สำคัญ ในการหลั่งวิตามินอีออกสู่ผิวหนัง

ร่างกายของคนเราไม่สามารถสร้างวิตามินอีได้ ต้องได้รับจากภายนอก คืออาหารที่รับประทานและการให้เสริม เช่น วิตามินอีในรูปของยาเม็ดหรือชนิดทา วิตามินอี เป็นคำสามัญทั่วไป ซึ่งรวมถึงสารอื่นๆที่แสดงฤทธิ์ทางชีววิทยาเหมือนวิตามินอี ที่ได้รับจากธรรมชาติ มีชื่อทางเคมีว่า d-alpha-tocopherol ในธรรมชาติมีสาร 8 ชนิดที่มีฤทธิ์เหมือนวิตามินอี คือ

1. d-alpha-tocopherol
2. d-beta-tocopherol
3. d-gamma-tocopherol
4. d-delta-tocopherol
5. d-alpha-tocotrienol
6. d-beta-tocotrienol
7. d-gamma-tocotrienol
8. d-delta-tocotrienol

แต่เนื่องจากวิตามินอี หรือ alpha-tocopherol เป็นสารไม่คงตัวและจะสูญเสียสภาพเมื่อสัมผัสกับอากาศ ความร้อนและแสงแดดดังนั้นจึงต้องใช้อนุพันธ์ของวิตามินอี คือ อนุพันธ์ Acetate และ Succinate ของวิตามินอี แทนซึ่งมีความคงตัวมากกว่ารูปแบบของวิตามินอีที่ใช้เป็นวิตามินอีเสริม

วิตามินที่ได้จากธรรมชาติจะมีชื่อเริ่มต้นว่า d- ส่วนวิตามินที่สังเคราะห์มีชื่อเริ่มต้นว่า dl- ดังในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ชื่อทางเคมีและชื่อทั่วไปของวิตามินอี

ชื่อทางเคมี	ชื่อทั่วไป
d-alpha-tocopherol	Natural vitamin e
d-alpha-tocopherol acetate	Natural vitamin acetate
d-alpha-tocopherol acid succinate	Natural vitamin e acid succinate
d-alpha ,d-beta ,d-gamma ,d-delta-tocopherol	Natural mixed tocopherol
dl-alpha-tocopherol	Synthetic vitamin e
dl-alpha-tocopherol acetate	Synthetic vitamin e acetate
dl-alpha-tocopherol acid succinate	Synthetic vitamin e acid succinate

วิตามินอี ที่ได้จากธรรมชาติและวิตามินอี ที่ได้จากสังเคราะห์แตกต่างกัน จากการวิจัยพบว่า วิตามินอี ที่ได้จากธรรมชาติมีประสิทธิภาพสูงกว่า ที่ได้จากการสังเคราะห์ประมาณ 36% เนื่องจากวิตามินอี ที่ได้จากธรรมชาติจะค้างค้ำอยู่ตามเนื้อเยื่อได้นานกว่าวิตามินอีที่ได้จากการสังเคราะห์

2.3.2 ข้อมูลทั่วไปของวิตามินอี [7]

วิตามินอีเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญในร่างกาย ร่างกายไม่สามารถสร้างขึ้นได้ มีชื่อทางเคมีว่า Tocopherol เป็นพวกแอลกอฮอล์ไม่อิ่มตัว มีอยู่ ในธรรมชาติ 7 ชนิดด้วยกัน ได้แก่ -alpha, -beta, -delta, -epsilon, -osta, -gamma และ -zeta Alphetocopherol เป็นตัวที่สำคัญที่สุดเนื่องจากมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้ดี วิตามินอีเป็นวิตามินที่มีการค้นพบกันมานาน แต่วิตามินอีที่มีการศึกษาและพูดถึงกันมากคือ โทโคไตรอีนอล (Tocotrienols) ซึ่งเป็นวิตามินที่ได้จากน้ำมันปาล์ม และมีบทบาทสำคัญคล้าย โทโคฟีรอล ที่มีในน้ำมันพืชต่างๆ ไป

2.3.3 คุณสมบัติของวิตามินอี [7]

วิตามินอีที่บริสุทธิ์จะมีสีเหลืองอ่อนค่อนข้างเหนียวเหมือนน้ำมัน สามารถละลายได้ในไขมันและตัวทำละลายไขมัน ทนความร้อนได้สูงถึง 200 องศาเซลเซียส ทนต่อกรด แต่ถูกทำลายได้ง่ายในด่าง แสงอัลตราไวโอเล็ต ออกซิเดชัน หรือในน้ำมันเหม็นหืน

หากขาดอาจทำให้เกิดภาวะผิดปกติต่อกระบวนการปฏิกิริยาต่างๆ ในร่างกาย เราพบว่าเมื่อร่างกายได้รับวิตามินอีไปพร้อมกับอาหาร วิตามินอีจะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายยังผนังลำไส้เล็กไปพร้อมกับไขมัน และพร้อมกับวิตามินที่ละลายในไขมันชนิดอื่นๆ เช่น วิตามิน เอ, วิตามิน ดี และวิตามิน เค และปกติเมื่อร่างกายได้รับวิตามินอีเข้าไปแล้วจะเก็บสะสมไว้ในไขมันในร่างกาย แต่พบว่าในคนที่รับประทานกรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated Fatty Acids) หรือฮอร์โมนเอสโตรเจน (Estrogen) เช่น ยาเม็ดคุมกำเนิด (Contraceptive Pill) จะมีผลทำให้วิตามินอีที่สะสมไว้ใช้ประโยชน์ในร่างกายถูกขับ (Depletion) ออกจากแหล่งสะสมไปจนอาจทำให้เกิดภาวะขาดวิตามินอีได้

2.3.4 ประโยชน์ต่อร่างกาย [7]

1. ช่วยป้องกันเซลล์ในร่างกายให้ทำหน้าที่ได้อย่างสมบูรณ์
2. ยับยั้งการทำลายหรือเสื่อมสภาพของเซลล์ต่างๆ อันเนื่องมาจากการเกิดอนุมูลอิสระซึ่งเกิดจากกระบวนการเมตาบอลิซึม ในร่างกายและมลพิษในสิ่งแวดล้อม เช่น ไนโตรเจนไดออกไซด์ โลหะหนักต่างๆ สารพวกไฮโดรคาร์บอน ควีนบูทรี เป็นต้น
3. ลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่างๆ เช่น โรคที่เกี่ยวข้องกับหลอดเลือด โรคหัวใจ โรคต่อกระดูก โรคข้ออักเสบ เป็นต้น
4. ช่วยทำให้ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายทำงานได้ปกติ
5. ช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นให้กับผิวหนัง

2.3.5 แหล่งที่พบ [7]

วิตามินอีพบมากใน น้ำมันพืช เช่นจากถั่วเหลือง ข้าวโพด และดอกคำฝอย น้ำมันจมูกข้าวสาลี น้ำมันตับปลา น้ำมันมะกอก น้ำมันเมล็ดทานตะวัน นอกจากนี้ยังพบในผักใบเขียว และพบน้อยลงใน เนื้อ ปลา ผลไม้ เป็นต้น

ถึงแม้ว่าวิตามินอีจะค่อนข้างทนต่อความร้อนและไม่ละลายในน้ำก็ตาม แต่การประกอบอาหารที่ใช้ความร้อนสูงๆ เช่น การทอด รวมทั้งการหมักหั่นของน้ำมันก็อาจทำให้วิตามินอีสูญเสียสภาพไปได้

น้ำมันข้าวโพด 1 ซ้อนโต๊ะให้พลังงาน 120 กิโลแคลอรี มีวิตามินอี 9 มก. เหมาะสำหรับผัด ทอดหรือเป็นน้ำมันสลัด ส่วนใหญ่เป็นการนำเข้ามาจากต่างประเทศ จึงมีราคาสูงกว่าน้ำมันอื่นเล็กน้อย

น้ำมันเมล็ดฝ้าย 1 ซ้อนโต๊ะให้พลังงาน 130 กิโลแคลอรี มีวิตามินอี 4.8 มก. เหมาะสำหรับทอด เพราะทนความร้อนที่อุณหภูมิสูง 230 องศาเซลเซียส ทำให้อาหารกรอบนาน และยังนำไปผัดและเป็นน้ำสลัดได้ด้วย

น้ำมันมะกอก 1 ซ้อนโต๊ะให้พลังงานประมาณ 130 กิโลแคลอรี มีวิตามินอี 4.8 มก. เหมาะสำหรับอาหารผัด และเป็นน้ำมันที่เหมาะสมกับผู้ควบคุมน้ำหนัก เพราะเป็นไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน

น้ำมันปาล์ม 1 ซ้อนโต๊ะให้พลังงาน 130 กิโลแคลอรี มีวิตามินอี 7.8 มก. เป็นน้ำมันพืชที่นิยมใช้ที่สุดในร้านอาหารส่วนใหญ่ เพราะมีราคาไม่แพง หากนำไปทอด อาหารจะมีความกรอบนาน แต่รับประทานมาก ๆ ไม่ดีต่อหัวใจเพราะมีไขมันอิ่มตัวสูง

น้ำมันดอกคำฝอย 1 ซ้อนโต๊ะให้พลังงาน 130 กิโลแคลอรี มีวิตามินอี 13.8 มก. เป็นน้ำมันพืชที่ได้รับความนิยมไม่แพ้ น้ำมันมะกอก เพราะมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง เหมาะสำหรับทำน้ำสลัด อบขนม และปรุงอาหารประเภทผัด

น้ำมันถั่วเหลือง 1 ซ้อนโต๊ะให้พลังงาน 130 กิโลแคลอรี มีวิตามินอี 4.5 มก. เป็นน้ำมันที่ได้รับความนิยมเช่นกัน เพราะมีราคาไม่สูงมาก และเป็นไขมันไม่อิ่มตัว

น้ำมันดอกทานตะวัน 1 ซ้อนโต๊ะให้พลังงาน 130 กิโลแคลอรี มีวิตามินอี 14.1 มก. เป็นน้ำมันที่กำลังได้รับความนิยม เพราะนอกจากจะมีวิตามินอีสูง ยังไม่เป็นอันตรายต่อการเสี่ยงเป็นหลอดเลือดหัวใจตีบตัน

2.3.6 ปริมาณที่แนะนำ [7]

ผู้ใหญ่ (อายุ 18 ปีขึ้นไป) ทัวไปเข้าใจว่าได้รับปริมาณวิตามินอีเพียงพอจากอาหารต่าง ๆ ผู้ที่ควบคุมอาหาร หรือมีปัญหาถ้าใส่ทำงานไม่ปกติ ก็อาจต้องการอาหารเสริม ปริมาณวิตามินอีที่แนะนำต่อวันมีหน่วยที่เรียกว่า Alpha-tocopherol Equivalent (ATE) ซึ่งเสมือนกับค่า Internation Units (IU) ที่ฉลากอาหารเสริมนิยมใช้กัน ตามค่าที่กล่าวข้างต้น 1 มิลลิกรัม ATE = 1.5 IU
หญิงตั้งครรภ์ทุกวัย 15 มิลลิกรัม (หรือ 22.5 IU)

สำหรับหญิงให้นมบุตรทุกวัย 19 มิลลิกรัม (หรือ 28.5 IU)

สำหรับผู้ใหญ่อายุ 18 ปีขึ้นไป สามารถใช้ได้ทั้งปริมาณสูงสุดต่อวันคือ 1,000 มิลลิกรัม (หรือ 1,500 IU) แต่ไม่เหมาะกับผู้ที่อยู่ในช่วงตั้งครรภ์หรือให้นมบุตร

เด็ก (อายุต่ำกว่า 18 ปี)

เด็กอายุ 9-13 ปี ที่ 11 มิลลิกรัมต่อวัน (16.5 IU) ไม่ควรเกิน 600 มก. (900 IU)

เด็กอายุ 14-18 ปี รับประทานที่ 15 มิลลิกรัมต่อวัน (22.5 IU) ไม่ควรเกิน 800 มก. (1,200 IU)

หญิงตั้งครรภ์ทุกวัย 15 มิลลิกรัม (หรือ 22.5 IU)

สำหรับหญิงให้นมบุตรทุกวัย 19 มิลลิกรัม (หรือ 28.5 IU)

2.3.7 ผลของการขาดวิตามินอี [7]

อาการขาดวิตามินอี คือ ระบบการไหลเวียนโลหิตผิดปกติ โดยเฉพาะปลายมือปลายเท้า อาจส่งผลกระทบต่อกล้ามเนื้อหัวใจ เกิดกล้ามเนื้ออ่อนแรง เม็ดเลือดแดงแตกง่าย อายุขัยของเม็ดเลือดลดลง การดูดซึมเหล็กลดลง และอาจทำให้ตับและไตถูกทำลายได้

โรคหัวใจกำเริบ วิตามินอีมีหน้าที่ในการจับสารที่เข้ามาทำลายภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขาดวิตามินอีทำให้สารเหล่านี้เข้าไปทำปฏิกิริยากับไขมันในเลือดทำให้เนื้อเยื่อต่างๆ เสื่อมสภาพเร็วยิ่งขึ้น นำไปสู่ภาวะหลอดเลือดแดงแข็ง ก่อให้เกิดก้อนเลือดและที่สุดทำให้เกิดโรคหัวใจกำเริบได้

ระบบประสาทมีปัญหา ในกรณีของคนที่มีร่างกายมีปัญหาในการดูดซึมไขมันและในเด็กทารกที่คลอดก่อนกำหนด การได้รับวิตามินอีต่ำกว่าปริมาณที่กำหนดอาจทำให้เกิดความเสียหายต่อระบบประสาทและเป็นโรคโลหิตจางได้ เนื่องจากเซลล์เม็ดเลือดแดงในร่างกายถูกทำลาย

2.3.8 วิตามินอีจำแนกตามคุณสมบัติได้ดังนี้ [7]

1. การเป็นสารแอนติออกซิแดนต์ วิตามินอีเป็นสารแอนติออกซิแดนต์ได้เพราะสามารถยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของ lipid ชนิดไม่อิ่มตัว (Lipid peroxides) ในผิวหนังได้ ทั้งนี้เพราะเยื่อเซลล์ (Cell membrane) ประกอบด้วย Phospholipid ซึ่งส่วนใหญ่เป็น Lipid ชนิดไม่อิ่มตัวสามารถเกิด Lipid peroxides ได้ และมีผลต่อความแก่ก่อนวัยของผิว เมื่อเกิดปฏิกิริยา Lipid peroxides จะได้ malondialdehyde (MDA) ซึ่ง MDA จะทำปฏิกิริยา Cross-link กับสารคอลลาเจน ทำให้ปริมาณ Soluble collagen ลดลง และ Insoluble collagen เพิ่มมากขึ้น ทำให้ความยืดหยุ่นของผิวลดลง จากการทดลองในหนูไม่มีขน (Hairless mice) พบว่ามีวิตามินอีอะซีเตต ในปริมาณ 5% จะช่วยลดการเกิด MDA ลงไป 40-80% ต่อมามีการทดลองในคน ผลการทดลองสนับสนุนคุณสมบัติวิตามินอีและอนุพันธ์ของวิตามินอี ว่าสามารถช่วยลดความชราภาพของผิว เนื่องจากป้องกันการเกิด Free radical และยับยั้งการเกิด Lipid peroxidation ให้ลดลง วิตามินอีจึงมีบทบาทสำคัญในการป้องกันการเกิด Free radical และยับยั้งการเกิด Lipid peroxide

2. การชะลอความชราภาพของผิว เป็นที่ทราบกันว่า Free radical มีผลต่อความชราภาพของผิว เพราะจะทำให้มีการทำลายเซลล์และทำให้เซลล์ตาย การออกกำลังกายที่มากเกินไปและความเครียดทำให้มี Free radical เกิดขึ้นในขณะที่ปริมาณออกซิเจนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ Free radical ยังเกิดจากเอ็นไซม์ต่าง ๆ ได้ เช่น Superoxide Dimutase และ Catalase วิตามินอีช่วยชะลอความชราภาพของผิว จากการทดลองพบว่า วิตามินอี ในปริมาณ 5% เมื่อทาบนผิวจะช่วยลดปริมาณเอ็นไซม์ Ornithine dicarboxylase บนผิว ซึ่งจะเพิ่มมากขึ้น เมื่อผิวโดนแสง UV ได้ถึง 91% วิตามินอีช่วยเพิ่ม

ความยืดหยุ่นของผิวโดยมีผลต่อ Elastic fiber ในผิวชั้น Dermis และ Connective tissue collagen เนื่องจากวิตามินอี ไม่สามารถซึมซับไปได้ถึง Subepidermis tissue ดังนั้นการใช้วิตามินอี จะได้ผลดี ถ้ามีการรับประทานร่วมด้วย

3. การป้องกันแสงอุลตราไวโอเล็ต แสงแดดเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้ผิวแก่ก่อนวัย มีการทดลองในผิวสัตว์ทดลองพบว่าแสง UV-B (ความยาวคลื่น 220-320 นาโนเมตร) เป็นตัวทำให้เกิด Free radical ในผิวหนังสัตว์ทดลอง แต่ถ้ามีการทาวิตามินอีอะซีเตต ในผิวของหนูไม่มีขน ก่อนจะฉายแสงอุลตราไวโอเล็ตในช่วง UV-B พบว่าวิตามินอีอะซีเตต ช่วยลดอาการแดงได้ 40-55 % จากการดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน พบว่า ผิวที่ทาวิตามินอีอะซีเตตก่อนการฉายแสงอุลตราไวโอเล็ต ในช่วง UV-B จะมีการป้องกันเซลล์ผิวชั้นนอก และช่วยป้องกันการอักเสบด้วย โดยสรุป วิตามินอีอะซีเตต สามารถยับยั้งกลไกการเกิด Free radical เนื่องจากการได้รับแสง UV-B

4. การให้ความชุ่มชื้นกับผิว ปัจจัยที่มีผลสำคัญที่สุดต่อความชราภาพของผิวคือ ผิวแห้ง และการขาดสมดุลหรือเกิดความบกพร่องของความสามารถในการอุ้มน้ำของ Stratum corneum ในชั้นผิวหนังจะทำให้สูญเสียน้ำและแห้ง จากการศึกษาคุณสมบัติการให้ความชุ่มชื้นกับผิว โดยใช้วิตามินอีอะซีเตต ในรูปของอิมัลชันที่ความเข้มข้น 1, 2.5 และ 5% ทาบนผิวและวัดค่าการสูญเสียน้ำ (Transepidermal water loss, TEWL) พบว่าวิตามินอีอะซีเตตที่ความเข้มข้น 1.0 และ 2.5% จะไม่ค้ยเห็นผลเท่าไรนัก แต่ที่ความเข้มข้น 5.0% จะลดการสูญเสียน้ำได้ 19% หลังการทา 3 นาที และ 24% หลังการทาต่อเนื่องกัน 4 วัน ซึ่งประสิทธิภาพของวิตามินอีอะซีเตตจะเพิ่มขึ้นหากทาซ้ำและทาบ่อยๆ

5. การดูแลและปรับสภาพเส้นผม อนุพันธ์ของวิตามินอีซึ่งเป็นที่รู้จักกันมากที่สุดที่นิยมใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ดูแลปรับสภาพผม คือ วิตามินแพนทีนอล (Panthenol) ซึ่งมีคุณสมบัติมากในการให้ความชุ่มชื้นบนเส้นผมและหนังศีรษะ จะคงอยู่บนเส้นผมและหนังศีรษะได้เป็นเวลานาน ต่อมาได้มีการศึกษาซึ่งชี้ให้เห็นอย่างเด่นชัดว่าวิตามินอื่น ๆ และอนุพันธ์เหล่านั้น นอกเหนือจากแพนทีนอล มีบทบาทสำคัญในการดูแลและป้องกันเส้นผม หนังศีรษะไม่ให้ถูกทำลาย โดยความร้อน ความแห้ง การตัดหรือย้อมผม เส้นผมต้องสัมผัสกับสารเคมี จากการทดลอง ใช้แชมพูและครีมนวดผม ที่มีส่วนผสมของวิตามินอีอะซีเตต 1% สระผมที่ไม่เคยตัดหรือย้อมมาก่อน และประเมินผลความสามารถในการติดค้างบนเส้นผมและการแทรกซึมไปในเส้นผม พบว่า มีการติดอยู่บนเส้นผมและหนังศีรษะได้นาน หลังจากการใช้ติดต่อกัน 5 ครั้ง

6. การช่วยลดการอักเสบ วิตามินอีสามารถลดและบรรเทาการอักเสบได้ นอกจากนี้ยังช่วยยับยั้งการระคายเคืองต่อผิว อาการแพ้รวมทั้งการอักเสบและการคันด้วย อนุพันธ์วิตามินอีใหม่ ๆ ที่น่าสนใจนอกเหนือจากวิตามินอีอะซีเตตได้แก่ วิตามินอีลิโนเลอเทอ (Vitamin E Linoleate) และวิตามินอีนิโคตินเนท (Vitamin E Nicotinate) วิตามินอีลิโนเลอเทอ สามารถแทรกซึมลงไปได้ถึงเซลล์ผิวหนังชั้น Stratum corneum ช่วยรักษาระดับน้ำ ในเซลล์ ทำให้ผิวชุ่มชื้น มีคุณสมบัติเป็นตัวให้ความชุ่มชื้นผิวได้ระยะเวลานาน ทั้งนี้ เพราะมีการสะสมวิตามินอีลิโนเลอเทอ ในชั้น Stratum corneum และส่วนบนของ

ชั้น Epidermis สำหรับวิตามินอีโคติเนทจะช่วยเพิ่มการไหลเวียนของโลหิต (Microcirculation) ช่วยทำให้สภาพผิวดีขึ้น

2.3.9 วิธีการสกัดวิตามินอี [7]

1. การสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหนือวิกฤต คือ นำตัวอย่างในปริมาณ ที่ต้องการ ใส่ในหน่วยสกัด ปรับอุณหภูมิคงที่ ที่เราต้องการ ความดันและอัตราการไหลของคาร์บอนไดออกไซด์เหนือวิกฤตตามที่เราต้องการ ทำการสกัดโดยบรรจุตัวทำละลาย ในหลอดทดลองเพื่อรองรับสารที่สกัดได้ จากนั้นนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC

2. การสกัดด้วยการทำละลายภายใต้สภาวะบรรยากาศ คือ นำตัวอย่างที่เราจะสกัดในปริมาณ ที่เราต้องการ ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด สกัดโดยการเขย่าที่ความเร็ว ตามการทดลองของเรานานเป็นเวลา ที่เราต้องการ กรองและนำสารละลายที่สกัดได้ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC

3. การสกัดด้วยเครื่องชกเส็ดภายใต้สภาวะสุญญากาศ คือ นำตัวอย่างที่เราต้องการในปริมาณ ที่เหมาะสม ใส่ในกรวยกระดาษ เดิมตัวทำละลาย ลงในขวดก้นกลม ปรับอุณหภูมิเครื่องสกัด ให้ได้ตามที่ต้องการ หน่วยเป็นองศาเซลเซียส เปิดปั๊มสุญญากาศให้ความเร็วอยู่ในช่วง ที่เราทดลอง ทำการสกัดด้วยตัวทำละลายใส่เป็นเวลา ตามการทดลอง

4. การสกัดด้วยวิธีทางเคมี ในขั้นแรกนำวัสดุตัวอย่างที่บดแล้วมาสกัดด้วยเฮพแทน ตามด้วยปฏิกิริยาการทำให้เป็นสบู่ โดยด่าง KOH แยกสารที่ทนต่อการสลายด้วยด่าง ออกจากผลิตภัณฑ์ที่ได้ แล้วนำสารที่เหลือมาทำให้เกิดสีม่วงแดงโดยปฏิกิริยา วัดปริมาณวิตามินอีทั้งหมด โดยเทียบกับเอลฟาโทโคฟีรอลมาตรฐาน

2.3.10 การกลั่น (distillation) [8]

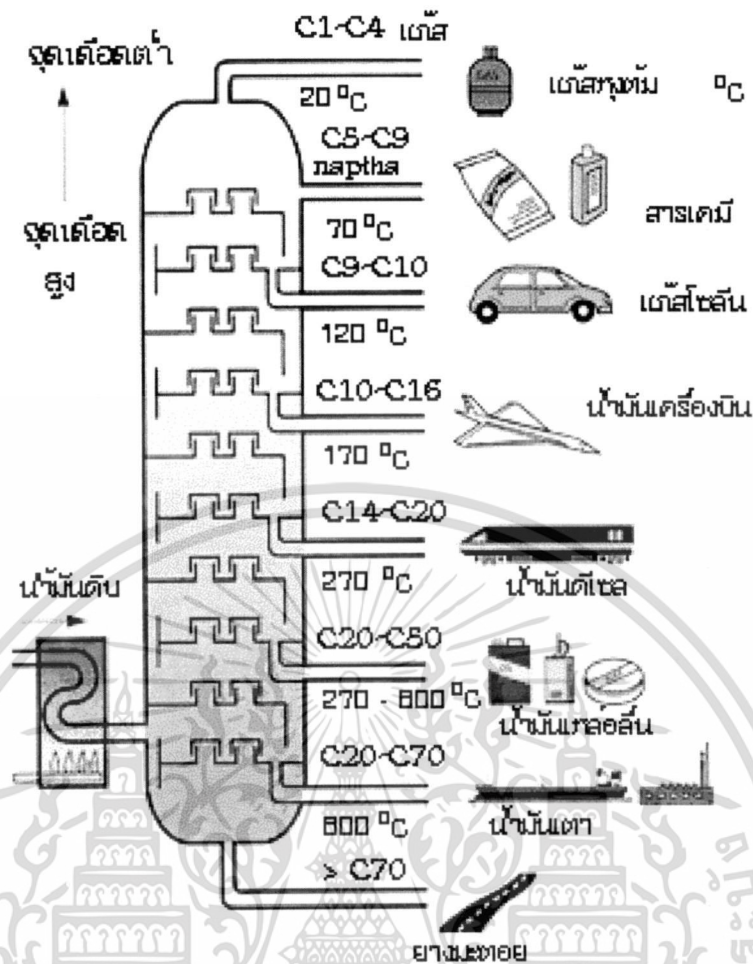
1. การกลั่นแบบธรรมดา (Normal distillation) การกลั่นเป็นการแยกของเหลวที่สามารถระเหยได้ ซึ่งมีองค์ประกอบตั้งแต่ 2 ขึ้นไป การกลั่นแบบธรรมดาเหมาะสำหรับใช้กลั่นของผสมในของเหลวที่มีจุดเดือด (Boiling point) แตกต่างกันมาก

2. การกลั่นลำดับส่วน (Fractional distillation) การกลั่นลำดับส่วนเป็นวิธีการแยกของเหลวที่สามารถระเหยได้ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป มีหลักการเช่นเดียวกันกับการกลั่นแบบธรรมดา คือ เพื่อต้องการแยกองค์ประกอบในสารละลายให้ออกจากกัน แต่ก็จะมีส่วนที่แตกต่างจากการกลั่นแบบธรรมดา คือ การกลั่นแบบกลั่นลำดับส่วนเหมาะสำหรับใช้กลั่นของเหลวที่เป็นองค์ประกอบของสารละลายที่จุดเดือดต่างกันน้อยๆ ในขั้นตอนของกระบวนการกลั่นลำดับส่วน จะเป็นการนำไอของแต่ละส่วนไปควบแน่น แล้วนำไปกลั่นซ้ำและควบแน่นไอรื้อเรื่อยๆ ซึ่งเทียบได้กับการการกลั่นแบบธรรมดาหลาย ๆ ครั้งนั่นเอง ความแตกต่างของการกลั่นลำดับส่วนกับการกลั่นแบบธรรมดา จะอยู่ที่คอลัมน์ โดยคอลัมน์ของการกลั่นลำดับส่วนจะมีลักษณะเป็นชั้นซับซ้อน เป็นชั้นๆ ในขณะที่คอลัมน์แบบธรรมดาจะเป็นคอลัมน์ธรรมดา ไม่มีความซับซ้อนของคอลัมน์

นอกจากนี้ ในการกลั่นแบบลำดับส่วน จะต้องมีการเพิ่มอุณหภูมิอย่างช้า ๆ ดังนั้น จำเป็นที่จะต้องมีอุปกรณ์ที่ให้ความร้อน (Heater) และสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ เพราะของผสมที่กลั่นแบบลำดับส่วนมักจะมีจุดเดือดที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งตรงกันข้ามกับการกลั่นแบบธรรมดา ความร้อนที่ให้ไม่จำเป็นต้องควบคุมเหมือนการกลั่นลำดับส่วน แต่ก็ไม่ควรให้ความร้อนที่สูงเกินไป เพราะความร้อนที่สูงเกินไป อาจจะไปทำลายสารที่เราต้องการกลั่น เพราะฉะนั้น ประสิทธิภาพในการกลั่นลำดับส่วนจึงดีกว่าการกลั่นแบบธรรมดา ดังรูปที่ 2.2 แสดงกระบวนการกลั่นแบบลำดับส่วน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 กระบวนการกลั่นแบบลำดับส่วนที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมปิโตรเลียม

ในโครงการนี้ได้ทำการสร้างเครื่องสกัดวิตามินอีจากน้ำมันปาล์มดิบโดยวิธีการกลั่นแบบลำดับส่วน ได้ทดลองการทำงานของเครื่องและได้ศึกษาถึงปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการสกัดวิตามินอีจากน้ำมันปาล์มดิบ เมื่อได้ตัวอย่างจากการสกัดก็จะส่งตัวอย่างที่ได้ไปตรวจหาปริมาณวิตามินอีที่มีในตัวอย่างโดยใช้เครื่อง HPLC ในการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ทฤษฎีและการคำนวณ

สำหรับบทนี้จะเป็นการนำเอาทฤษฎีและการคำนวณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบส่วนประกอบและอุปกรณ์ที่ใช้ในเครื่องสกัดวิตามินอีจากน้ำมันปาล์มดิบ เพื่อให้เครื่องสกัดวิตามินอีทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและตรงตามขอบเขตที่ต้องการ โดยมีทฤษฎีการออกแบบดังนี้

3.1 ทฤษฎีของใบกวน

สมการพื้นฐานในการออกแบบถังกวน

ปริมาตรความจุของน้ำภายในถังกวน

$$V = Qt \quad (3.1)$$

ขนาดความลึกของถัง = ความลึกของน้ำ + ระดับของมาตรวัดคิสระ
กำลังที่ได้จากกระบวนการกวน

$$P = \mu VG^2 \quad (3.2)$$

กำลังของมอเตอร์ในการกวน ในหนึ่งปริมาณน้ำ

$$W = \frac{P}{V} \quad (3.3)$$

เมื่อ

V = ปริมาตรของน้ำภายในถังกวน หน่วยปริมาตร

μ = ค่าความหนืดพลศาสตร์ของน้ำ หน่วย lb-sec/ft²

G = ความเร็วเกรเดียนท์ของใบกวน หน่วยฟุตต่อวินาทีต่อฟุต หรือต่อ วินาที ซึ่งหา

ค่าได้ค่าอัตราส่วนของความเร็วปลายของใบกวนกับ เส้นผ่านศูนย์กลางของใบกวน

P = กำลังในการขับใบกวนของมอเตอร์ หน่วย ft-lb/sec หรือหน่วย N-m/sec หรือ

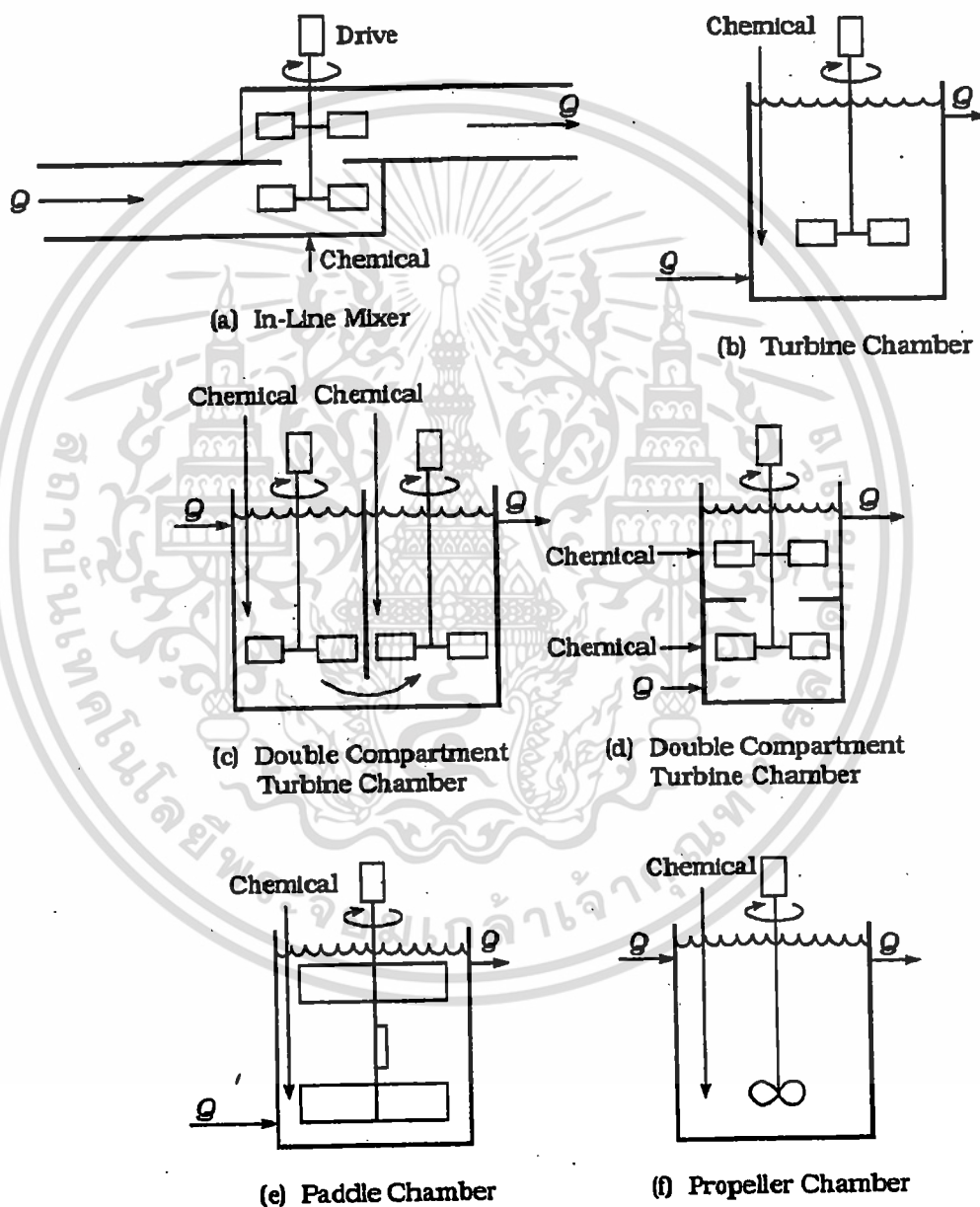
หน่วยวัตต์

W = กำลังในการขับใบกวน ซึ่งคิดต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของของเหลว หรือน้ำที่

นำมากวน หน่วย ft-lb/sec-ft³

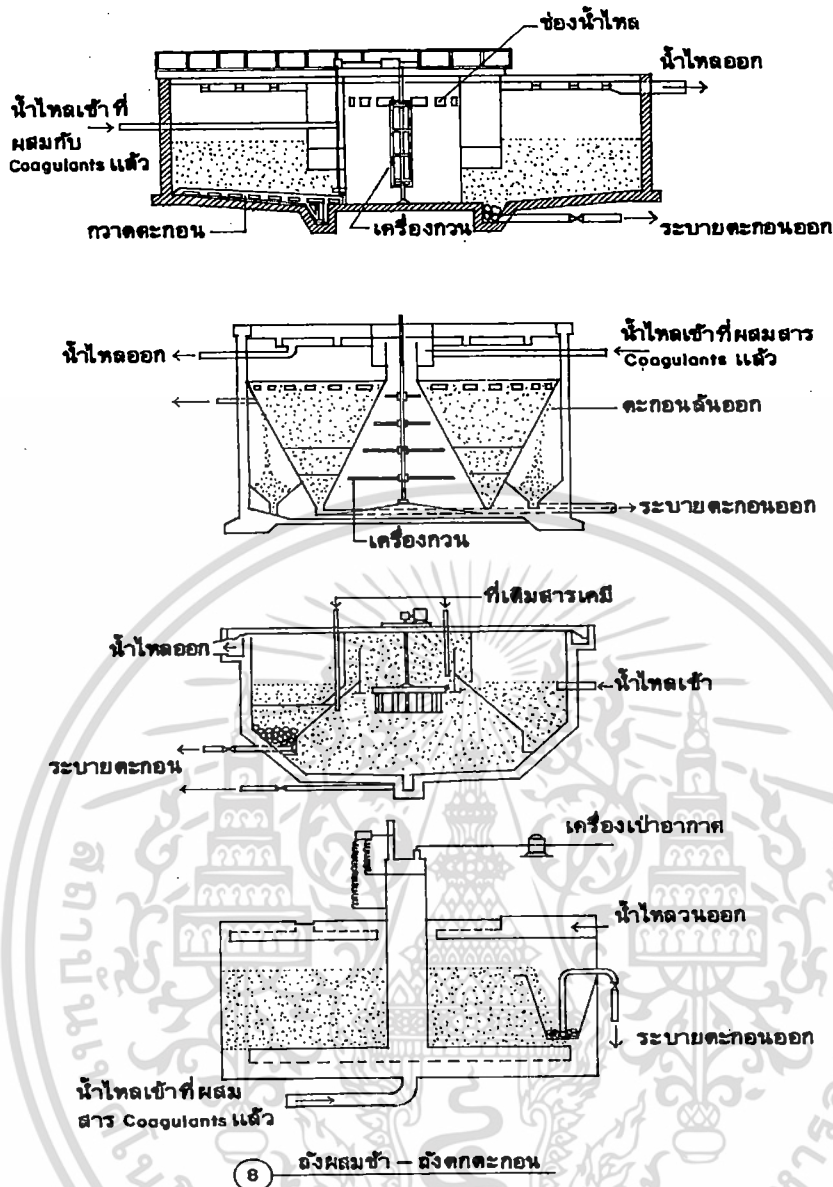
ชนิดของระบบการกวนเร็ว ระบบการกวนเร็วมีมากมายหลายวิธีด้วยกัน เช่น การกวนด้วยใบกวน แรงลมเป่าลงในน้ำ เพื่อทำให้เกิดการกวนอย่างรวดเร็ว การกวนแบบไหลผ่านแผ่นกั้น ในช่วงเป็นรอยต่อระหว่างแผ่นกั้น เป็นต้น ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.1

ส่วนระบบการกวนช้า มักเป็นระบบกวนด้วยใบกวนเป็นส่วนใหญ่ หรือเป็นระบบการกวนที่น้ำเกิดการไหลผ่านเวียนด้วยความเร็วช้ามากจนมีค่าใกล้เคียงกับศูนย์ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.1 กระบวนการกวนเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



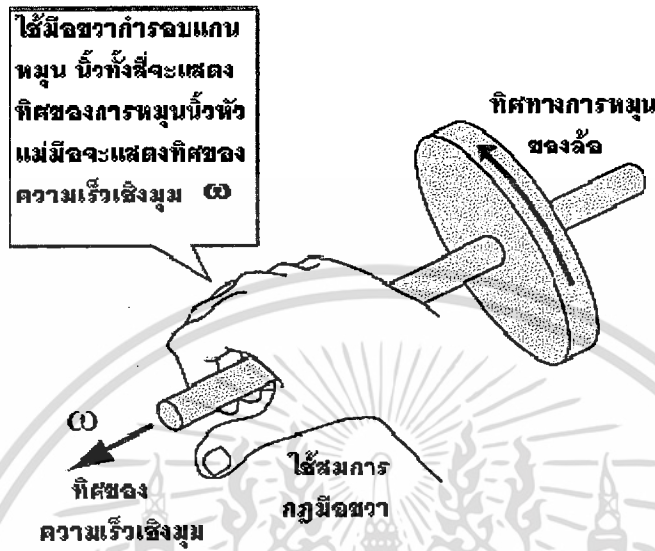
รูปที่ 3.2 กระบวนการกวนช้า

3.2 ความเร็วเชิงมุม (Angular velocity) หมายถึงการกระจัดเชิงมุมที่เปลี่ยนไปใน 1 หน่วยเวลา มีทิศเกี่ยวกับการกระจัดเชิงมุม เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็น rad/s

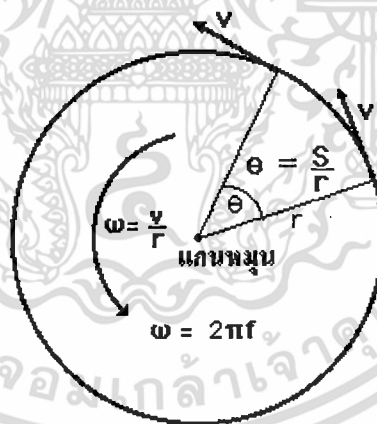
$$\text{ความเร็วเชิงมุม} = \frac{\text{การกระจัดเชิงมุม}}{\text{เวลา}}$$

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \text{ rad/s} \tag{3.4}$$

Vector Angular Velocity



รูปที่ 3.3 ทิศทางของความเร็วเชิงมุม



รูปที่ 3.4 ความเร็วเชิงมุม

สำหรับวัตถุที่หมุนรอบแกนหมุนทุก ๆ จุดบนวัตถุจะมีความเร็วเชิงมุมเท่ากัน ความเร็วในแนวเส้นสัมผัสของทุก ๆ จุดบนวัตถุจะแปรผันตามความเร็วเชิงมุมและระยะทางจากจุดหมุนมายังตำแหน่งนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$v = \omega r \text{ หรือ } \omega = \frac{v}{r} \quad (3.5)$$

ความเร็วเชิงมุม หมายถึง การกระจัดเชิงมุมที่เปลี่ยนไปในหนึ่งหน่วยเวลา

$$\omega_{avg} = \frac{\Delta\theta}{\Delta T} = \frac{\theta - \theta_0}{t} \quad (3.6)$$

ถ้า v คงที่ การกระจัดเชิงมุมจะคำนวณได้จาก

$$\theta = \theta_0 + \omega t \quad (3.7)$$

3.3 ความเร่งเชิงมุม (Angular Acceleration ; α)

ความเร่งเชิงมุม หมายถึง ความเร็วเชิงมุมที่เปลี่ยนไปในหนึ่งหน่วยเวลา

ให้ α = ความเร่งเชิงมุม

$\Delta\omega$ = ความเร็วเชิงมุมที่เปลี่ยนไป

Δt = เวลาที่เปลี่ยนไป

จะได้

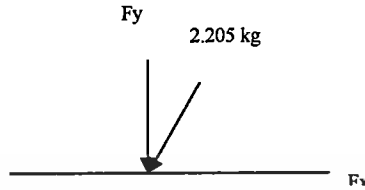
$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} \text{ rad/s}^2$$

หรือ

$$\alpha = \frac{\omega - \omega_0}{t} \text{ rad/s} \quad (3.8)$$

3.4 การคำนวณหาขนาดของเพลลา เครื่องหมุนเหวี่ยงแยก

หาน้ำหนักของขวดใส่น้ำมันปาล์ม จากน้ำมันปาล์ม 5 กรัม ได้ปริมาณ 4.535 มิลลิลิตร ต้องการน้ำมันปาล์ม 2 ลิตร เพราะฉะนั้นได้น้ำหนักของน้ำมันปาล์มที่อยู่ในขวด 2.205 กิโลกรัม



$$F_y = 2.205(10^3) \sin 60$$

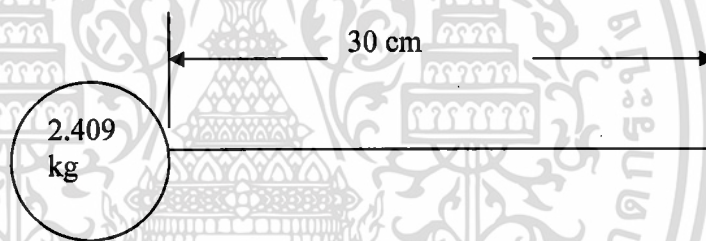
$$= 1.909 \text{ กิโลกรัม}$$

$$F_x = 2.205(10^3) \cos 60$$

$$= 1.1205 \text{ กิโลกรัม}$$

เพราะฉะนั้น $F_y +$ น้ำหนักตัวรับขวด $= 1.909 + 0.5 = 2.409$ กิโลกรัม

โมเมนต์ของแรงหนีศูนย์กลาง



จากสูตร

$$I = kmr^2 \quad (3.9)$$

$$T = I\alpha \quad (3.10)$$

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

$$\omega = 2\pi N$$

เมื่อ

T = ทอร์ก (แรงบิด) มีหน่วยเป็นเป็น นิวตัน.เมตร

k = จำนวนมวลทั้งหมด

m = มวล (กิโลกรัม)

r = รัศมี (เมตร)

I = โมเมนต์ความเฉื่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

α = ความเร่งเชิงมุม

ω = ความเร็วเชิงมุม (rad/s)

N = ความเร็วรอบ (rpm)

t = เวลา (วินาที)

แทนค่าจาก

$$\begin{aligned}\omega &= 2\pi N \\ &= 2\pi \frac{2860}{60} \\ &= 299.5 \text{ rad/s}\end{aligned}$$

หมุนจากหยุดนิ่งถึงความเร็วเชิงมุม = 299.5 rad/s ใช้เวลา 2 นาที

$$\alpha = \frac{299.5 - 0}{180 - 0}$$

$$= 1.664 \text{ m/s}^2$$

$$I = kmr^2$$

$$= 6(2.409)(10^3)0.3^2 = 1300.86 \text{ นิวตัน}$$

$$T = I\alpha$$

$$= 1300.86(1.664)$$

$$= 2164.63 \text{ นิวตัน.เมตร}$$

มู่เลย์

$$T = \frac{P}{2\pi N}$$

$$= \frac{1500}{2\pi 2860}$$

$$= 5 \text{ นิวตัน.เมตร}$$

แรงจากมู่เลย์

$$T = Fr$$

เมื่อรัศมีเท่ากับ 0.1 เมตร

$$F = \frac{T}{r}$$

$$= \frac{5}{0.1}$$

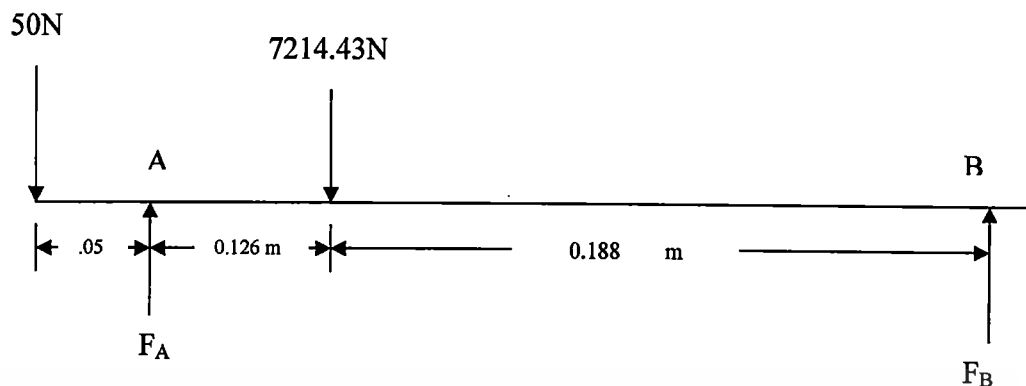
$$= 50N$$

แรงจากจานเหวี่ยง

$$F = \frac{2164.63}{0.3}$$

$$= 7215.43 \text{ นิวตัน}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หาแรง F_B ให้ F_A เป็นจุดหมุน

$$[\sum M_A = 0]$$

$$50(0.05) - 7215.43(0.126) + F_B(0.314) = 0$$

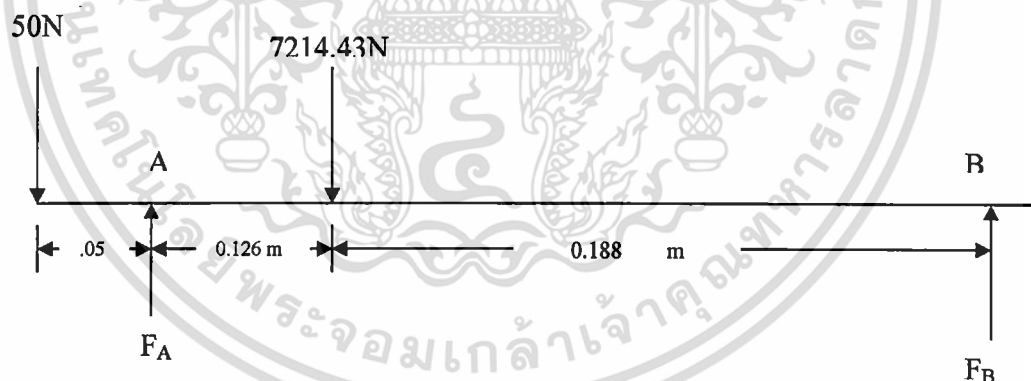
$$F_B = 2887.4 \text{ นิวตัน.เมตร}$$

หาแรง F_A

$$[\sum F_y = 0]$$

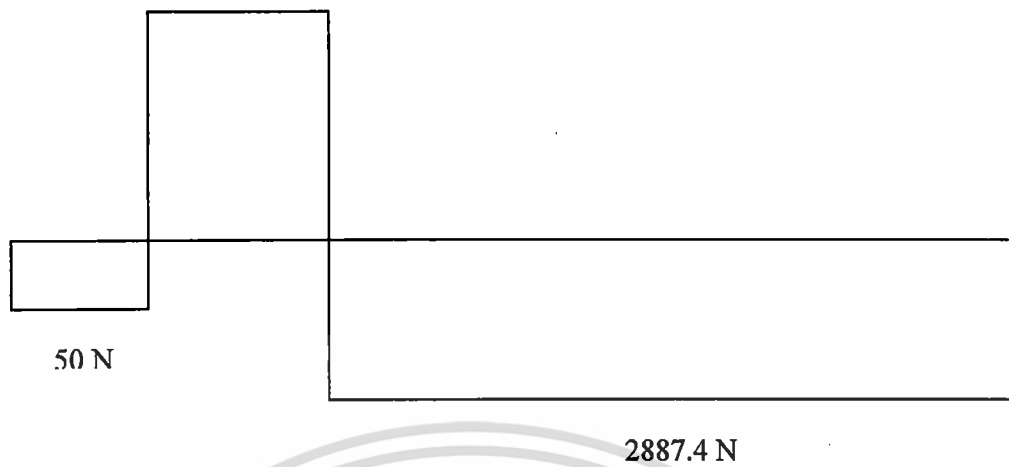
$$-50 + F_A - 7215.43 + 2887.4 = 0$$

$$F_B = 4378.03 \text{ นิวตัน}$$



4328.03 N

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ให้ $M_m = T_a = 0$

$M_a = 542.83$ นิวตัน.เมตร

$T_m = 2164.63$ นิวตัน.เมตร

เลือกใช้เหล็ก ASTM 1006 HR มี $S_{ut} = 300$ MPa $S_y = S_e = 170$ MPa

สมมติให้ $K_f = K_{fs} = n = 1$

จากสมการของไซเดอร์เบอร์

$$d = \left\{ \frac{32n}{\pi} \left[\left(K_f \frac{M_a}{S_e} \right)^2 + \left(K_{fs} \frac{T_m}{S_y} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right\}^{\frac{1}{3}} \quad (3.11)$$

$d = 0.0507$ เมตร

\therefore เลือกใช้เพลานขนาด 2 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 สมการการถ่ายเทความร้อนของฮีทเตอร์

$$Q = mC_p\Delta T \quad (3.12)$$

เมื่อ	Q	=	อัตราการถ่ายเทความร้อน (กิโลจูล)
	m	=	มวล (กิโลกรัม)
	C_p	=	ค่าความร้อนจำเพาะที่ความดันคงที่ (kJ/kg.k)
	ΔT	=	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

3.6 ทฤษฎีของปั๊มสุญญากาศ [9]

การคำนวณหาเวลาในการระบายอากาศของปั๊มสุญญากาศ

$$t = \frac{v}{q} \ln \frac{p_o}{p_i} \quad (3.13)$$

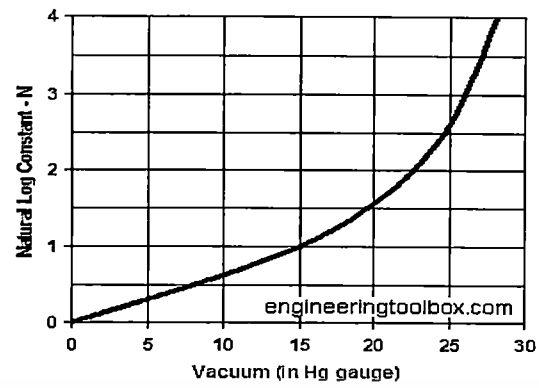
เมื่อ	t	= เวลา (s)
	v	= ปริมาตรของอากาศที่อยู่ข้างใน (m^3)
	q	= อัตราการไหลของปั๊มสุญญากาศ (m^3/s)
	p_o	= ความดันก่อนเข้าหรือความดันปกติ (m.bar)
	p_i	= ความดันสุดท้าย (m.bar)

สูตรคำนวณที่ได้เร็วขึ้น

$$t = \frac{v}{qN} \quad (3.14)$$

เมื่อ	N	= ค่าคงที่ของปั๊มสุญญากาศ
	$N=1$	เมื่อสุญญากาศมากกว่า 15 in.Hg
	$N=2$	เมื่อสุญญากาศมากกว่า 22.5 in.Hg
	$N=3$	เมื่อสุญญากาศมากกว่า 26 in.Hg
	$N=4$	เมื่อสุญญากาศมากกว่า 28 in.Hg

แทนค่าที่ได้ลงในตาราง ดังแสดงในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.5 ค่าคงที่ของปั๊มสุญญากาศ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

อุปกรณ์การทดลอง

กระบวนการสร้างเครื่องสกัดวิตามินอีจะต้องแบ่งขบวนการออกเป็น 3 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ

1. การทดลองโดยใช้น้ำมันปาล์มดิบเพื่อหาปริมาณวิตามินอี
2. สร้างเครื่องทดลองหรือเครื่องสกัดตามที่ได้ออกแบบไว้
3. การส่งตัวอย่างที่สกัดได้เพื่อทดสอบหาปริมาณวิตามินอีที่มีอยู่ในตัวอย่างที่ได้จากการสกัดโดยเครื่องสกัดวิตามินอีจากน้ำมันปาล์ม

4.1 การสร้างอุปกรณ์การทดลอง

4.1.1 เครื่องผสมหรือเครื่องกวน

ชุดของเครื่องผสมทำจากสแตนเลส หนา 2 มิลลิเมตร ส่วนของตัวถังมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร สูง 43 เซนติเมตร มีความจุสูงสุดถึงเท่ากับ 30 ลิตร ที่ต่อกับชุดมอเตอร์ดีดใบกวน 25 วัตต์ ที่ความเร็วรอบสูงสุดของการกวน 340 รอบ/นาที ดังแสดงในรูปที่ 4.1

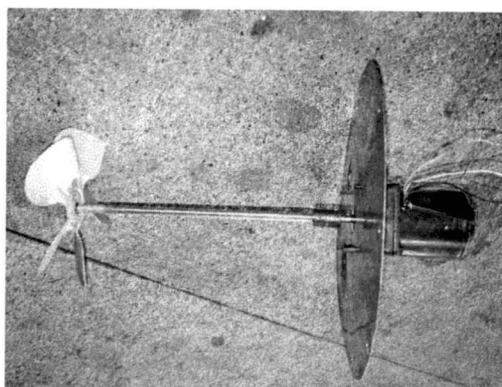


รูปที่ 4.1 ถังผสม

4.1.2 ชุดใบกวน

ชุดของใบกวนจะต่อเข้ากับมอเตอร์ 25 วัตต์ ที่ความเร็วรอบ 340 รอบ/นาที และจะมีซิลป้องกันกร้าวและป้องกันการสัมผัสกับอากาศให้ได้มากที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ใบกวนภายในถัง

4.1.3 ถังแลกเปลี่ยนความร้อน

จะเติมน้ำแข็งเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนความร้อนของชุดควบแน่นได้ดีขึ้น ดัง

รูปที่ 4.3

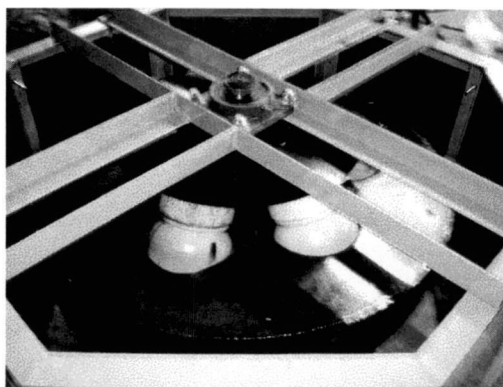


รูปที่ 4.3 ถังแลกเปลี่ยนความร้อน

4.1.4 เครื่องหมุนเหวี่ยงแยก

ใบของจานเหวี่ยงทำด้วยเหล็กแผ่นหนา 3 มิลลิเมตร ส่วนที่เป็นกระบอกเพื่อรองรับขวดพลาสติกทำด้วยสแตนเลสหนา 2 มิลลิเมตร และเพลทำจากเหล็กแข็งเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว รองรับขวดพลาสติกได้ 6 ขวด ดังแสดงในรูปที่ 4.4 และ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



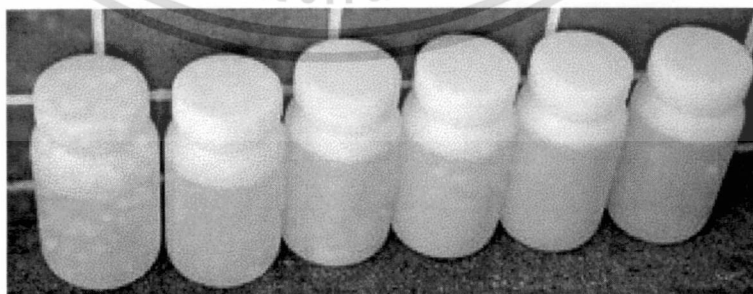
รูปที่ 4.4 เครื่องเหวี่ยงแยก



รูปที่ 4.5 เครื่องเหวี่ยงแยกที่ติดกับ โครงสร้าง

4.1.5 ขวดบรรจุ

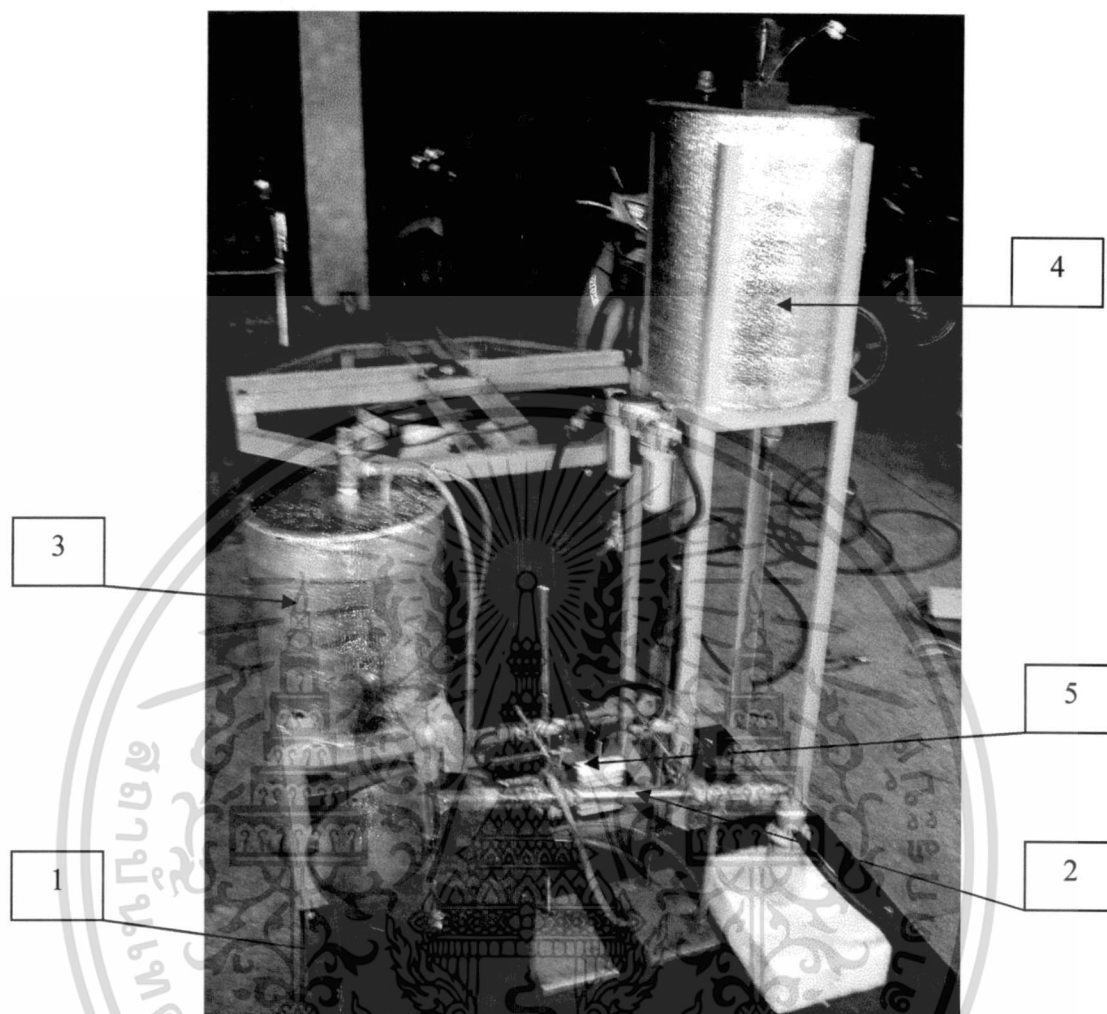
ขวดบรรจุที่ใช้สำหรับใส่น้ำมันปาล์มและเอธานอลที่ผ่านการผสมกันมาแล้วในเครื่องกวนมีขนาด 2 ลิตรและจะต้องใส่ในเครื่องเหวี่ยงแยกให้ครบทั้ง 6 ช่อง เพื่อลดการแกว่งและรักษาสมดุลให้ได้มากที่สุด รูปที่ 4.6 แสดงลักษณะของขวดบรรจุที่ใช้



รูปที่ 4.6 ขวดพลาสติกที่ใส่ในเครื่องเหวี่ยงแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.6 เครื่องกลั่นเอธานอล



รูปที่ 4.7 ส่วนประกอบของเครื่องกลั่น

ตัวเครื่องกลั่นเอธานอลจะมีอุปกรณ์หลัก ๆ อยู่ 5 ชนิด ดังแสดงในรูปที่ 4.7

หมายเลข 1 คือ ตัวให้ความร้อนหรือหม้อต้มน้ำ ในส่วนของตัวนี้จะให้ความร้อนตั้งแต่ 0 - 200 องศาเซลเซียส มีฉนวนหุ้มทำจากแผ่นเล็กหนา 3 มิลลิเมตร ที่ต่อเข้ากับตัว ฮีตเตอร์ 1 ตัวขนาด 3000 วัตต์ และมีเทอร์โมคอปเปอเรอร์ (Thermocouple) 1 ตัว เพื่อวัดอุณหภูมิ

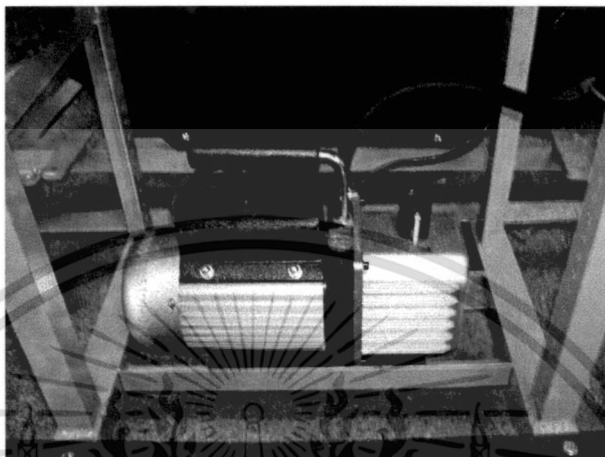
หมายเลข 2 คือ ชุดกลั่น

หมายเลข 3 คือ ถังแลกเปลี่ยนความร้อนเป็นถังขนาด 30 ลิตร จะเติมน้ำแข็งเพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างน้ำที่ไหลจากวาล์วน้ำจะมีขดสายยางม้วนเป็นวงกลมข้างในเพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนได้ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลข 4 คือ ถังผสมทำจากสแตนเลส ภายในมีใบกวน เพื่อกวนให้น้ำมันปาล์มดิบและเอธานอลผสมเข้ากัน

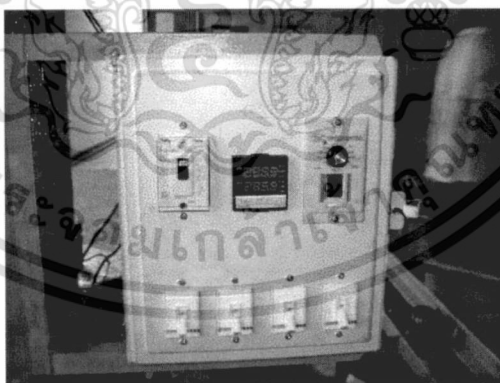
หมายเลข 5 คือ ปั๊มสุญญากาศเป็นปั๊มที่ดูดอากาศออกจากเครื่องกลั่นเพื่อที่จะใช้อุณหภูมิที่ต่ำลงเป็นปั๊มที่มีประสิทธิภาพเท่ากับ 85 ลิตร/นาที ดังแสดงในรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 ปั๊มสุญญากาศ

4.1.7 ชุดควบคุมวงจรไฟฟ้า

ชุดควบคุมวงจรไฟฟ้าจะเป็นตัวควบคุมการเปิดปิดของมอเตอร์ทั้งหมดและควบคุมอุณหภูมิของเครื่องต้มน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 แผงวงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลอง

การทดลองนี้เพื่อหาความสามารถในการสกัดวิตามินอีและหาเวลาที่เหมาะสมในการกวนและอัตราการผลิตระหว่างเอธานอลกับน้ำมันปาล์มที่เหมาะสมพร้อมทั้งหาเวลาที่กลั่นตัวที่เวลาเท่าไรให้ได้ปริมาณวิตามินอีที่มากที่สุด โดยมีวัสดุและอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

4.2.1 วัสดุและอุปกรณ์

1. เครื่องสกัดวิตามินอีจากน้ำมันปาล์มดิบ
2. เอธานอล
3. น้ำมันปาล์มดิบ
4. อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบของการกวน
5. เครื่องควบคุมความถี่ของกระแสไฟฟ้าในมอเตอร์สามเฟสของเครื่องเหวี่ยงแยก
6. เครื่องมือวัดความเร็วรอบ
7. น้ำแข็ง

4.2.2 วิธีการทดลอง

1. ผสมน้ำมันปาล์มดิบและเอธานอลในอัตราส่วนที่กำหนดลงในขวดพลาสติก
2. เทน้ำมันปาล์มดิบและเอธานอลที่อยู่ในขวดพลาสติกลงในถังผสม
3. จากนั้นเปิดมอเตอร์ให้กวนในเวลาที่เรากำหนด
4. พอได้เวลาจากเครื่องผสมเสร็จให้เปิดวาล์วที่ด้านล่างของถังผสมเพื่อเทออกในปริมาณ 2 ลิตรแล้วปิดฝาให้แน่น ดังในรูปที่ 4.10

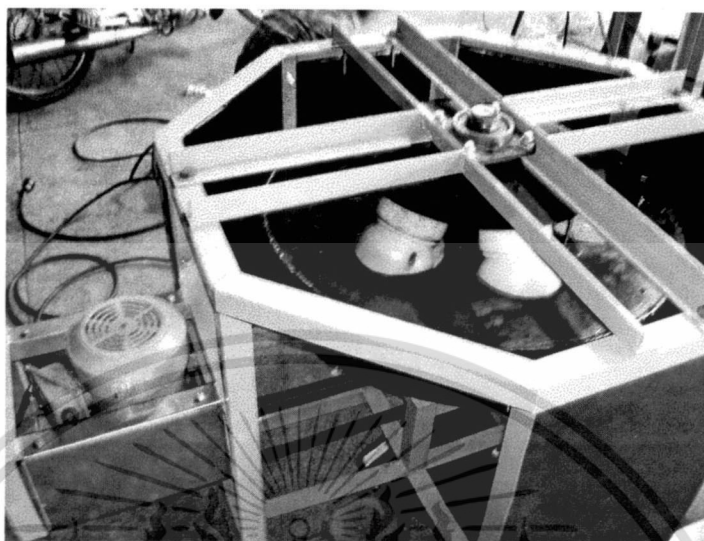


รูปที่ 4.10 เดิมตัวอย่างสารใส่ขวดพลาสติก

5. จากนั้นนำขวดที่ใส่สารตัวอย่างไปเข้าเครื่องเหวี่ยงแยกให้ครบทั้ง 6 ช่อง เพื่อสร้างความสมดุลแล้วเปิดเดินเครื่องเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 850 รอบต่อนาที ใช้เวลา 20 นาที ก่อนเปิดเครื่องให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุมความถี่ของอินเวอร์เตอร์ที่ความถี่ 20 Hz จะได้ความเร็วรอบที่ต้องการ นำเครื่องวัดความเร็วรอบมาจับควาได้ความเร็วรอบที่ต้องการหรือไม่ รูปที่ 4.11 แสดงลักษณะของเครื่องเหวี่ยงแยก



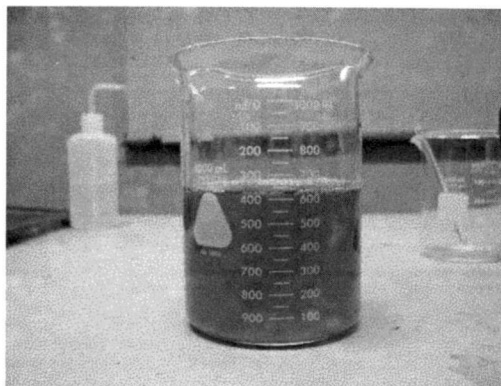
รูปที่ 4.11 ลักษณะใส่ขวดเพื่อเหวี่ยง

6. เมื่อเหวี่ยงเสร็จแล้วให้ดูว่ามีตะกอนตกอยู่จำนวนเท่าไร จากนั้นก็เทสารตัวอย่างออกใส่ในขวดแก้วที่เราเตรียมไว้ แต่พยายามอย่าให้มีตะกอนไหลออกตาม ดังแสดงในรูปที่ 4.12 และ 4.13



รูปที่ 4.12 ลักษณะการแยกชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

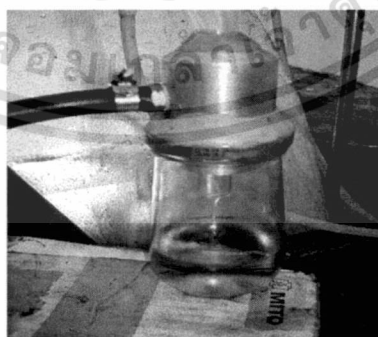


รูปที่ 4.13 สารตัวอย่างที่ได้จากเครื่องเหวี่ยงแยกจะเป็นสารใส ๆ ที่อยู่ด้านบน

7. พอได้สารตัวอย่างแล้วก็นำไปเข้าเครื่องกลั่น ให้ความร้อนของหม้อต้มน้ำมันที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เปิดปั๊มสุญญากาศ เปิดปั๊มน้ำจากถังน้ำเย็นเพื่อแลกเปลี่ยนความร้อน รอจนกว่าเอธานอลออกไหลออกมาจนหมดหรือจนกว่าไม่มีสารใดหยดลงมาอีก ในช่วงอุณหภูมินี้ หลังจากนั้นเก็บสารตัวอย่างที่หยดออกมา ดังแสดงในรูปที่ 4.14 และ 4.15



รูปที่ 4.14 หม้อต้มน้ำมัน



รูปที่ 4.15 การกลั่นตัวของเอธานอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. หลังจากนั้นก็ทำการเพิ่มอุณหภูมิเป็น 200 องศาเซลเซียส เก็บสารตัวอย่างที่เหลือ ใส่ขวดสีชาแล้วห่อด้วยฟลอยเพื่อป้องกันแสง แล้วจากนั้นก็ส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินอี ดังแสดงในรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 วิตามินอีที่สกัดได้พร้อมส่งวิเคราะห์

4.3 การตรวจวิเคราะห์วิตามินอีด้วยเครื่อง HPLC

1. เทตัวอย่างลงในขวดสีชา ก่อนทำการ DEGAS ดังแสดงในรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 ขวดสีชา

2. นำสารที่เตรียมไว้มาเข้าเครื่องอัลตราโซนิก เพื่อทำการ DEGAS ได้เอาฟองอากาศออกจากสารทั้งหมด ใช้เวลาประมาณ 10 นาที ดังแสดงในรูปที่ 4.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 เครื่องอัลตราโซนิค

3. นำสารที่ได้จากการ DEGAS มาชั่งให้ได้น้ำหนัก 2 กรัม หลังจากนั้นใส่ในขวดแก้ว (Volumetric flask) ขนาด 25 มิลลิลิตร เติมเฮกเซนลงไป และปรับให้ได้ 25 มิลลิลิตร เขย่าให้สารละลายให้หมด ดังแสดงในรูปที่ 4.19



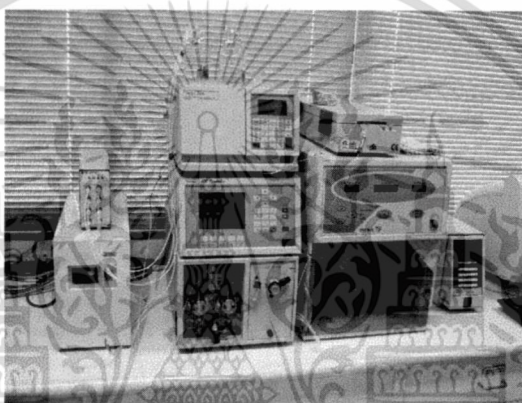
รูปที่ 4.19 เฮกเซนสำหรับเครื่อง HPLC

4. นำสารที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC โดยใช้สารมาตรฐาน (Standard) ปริมาณ 50 ppm ดังแสดงในรูปที่ 4.20, 4.21 และ 4.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 สารตัวอย่าง ปริมาตร 50 ppm



รูปที่ 4.21 เครื่อง HPLC



รูปที่ 4.22 คอลัมน์ของเครื่อง HPLC

5. ทำการสรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

ผลการทดลอง

5.1 การเตรียมตัวอย่างในการวิเคราะห์วิตามินอี

5.1.1 อุปกรณ์และสารเคมี มีดังต่อไปนี้

1. ตัวอย่างน้ำมันที่สกัดจากเครื่อง SFE
2. ขวดแก้ว (Volumetric flask) ขนาด 25 มิลลิลิตร
3. หลอดดูด (Syringe) 5 มิลลิลิตร
4. กรองหลอดดูด (Syringe Filters) 13 มิลลิเมตร และ 0.45 ไมโครเมตร
5. ขวดแก้วสีชา 4 มิลลิลิตร
6. เฮกเซน

5.1.2 วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างน้ำมัน 2.00 กรัม ใส่ในขวดแก้ว 25 มิลลิลิตร
2. เติมเฮกเซนและปรับให้ได้ 25 มิลลิลิตร เขย่าให้ตัวอย่างละลายให้หมด
3. นำตัวอย่างที่ได้มากรองด้วยกรองหลอดดูด(เอากรองหลอดดูดไปสวมกับหลอดดูดก่อนกรอง)
4. ใส่ตัวอย่างลงในหลอดแก้ว 4 มิลลิลิตร

5.2 การฉีดตัวอย่าง

5.2.1 อุปกรณ์และสารเคมี มีดังต่อไปนี้

1. เครื่อง HPLC รุ่น Water 2487
2. เครื่องชั่งน้ำความถี่ที่เหนือเสียง (Ultrasonic water bath)
3. หลอดดูด 100 μ l. 2 อัน
4. หลอดดูด 100 มิลลิลิตร
5. ขวดใส่โมบายเฟสขนาด 500 มิลลิลิตร
6. ขวดแก้วขนาด 500 มิลลิลิตร
7. ไพเปต (Pipette) 2.5 มิลลิลิตร
8. เฮกเซน
9. โพรเพน (Propan-2-ol)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2 ขอบเขตของเครื่อง HPLC

วิธีการทดสอบ:	อ้างอิง WI-RES-HPLC-001 และ REF-RES-HPLC-032 Rev.0	
เครื่องมือทดสอบ:	Agilent 1100 Series HPLC	
เทคนิคการทดสอบ:	HPLC แบบผันกลับ (Reverse phase HPLC)	
สภาวะการทดสอบ:	คอลัมน์	:Lichrospher RP-18 4.0*250 มิลลิเมตร และ 5 ไมโครเมตร
	อัตราการไหล	:1.0 มิลลิลิตร/นาที และ อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส
	โมบายเฟส(Mobile phase):	อะซิโตไนไตรล์ (Acetonitrile) 70% :เมทานอล (Methanol) 30%
	เครื่องตรวจจับ (Detector):	เครื่องตรวจจับช่วงความยาวคลื่น (Variable Wavelength Detector) ที่ความยาวคลื่น 292 นาโนเมตร
	การฉีด (Injection)	: 20 ไมโครลิตร

5.2.3 วิธีการวิเคราะห์

1. เปิดเครื่อง HPLC ทิ้งไว้ 5 นาที
2. เตรียมโมบายเฟส 500 มิลลิลิตร
 - ตูดโพรเพนมา 2.5 มิลลิลิตร ใส่ในขวดแก้ว 500 มิลลิลิตร
 - ปรับด้วยเฮกเซนให้ได้ 500 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน
 - ใส่ในขวดโมบายเฟสขนาด 500 มิลลิลิตร
 - นำไปดีแก๊ส (Degas) ด้วยเครื่องอิงน้ำความถี่ที่เหนือเสียง

5.2.4 การฉีดตัวอย่าง

1. นำสายโมบายเฟส A ไปใส่ในขวดโมบายเฟส
2. ตูดสารโมบายเฟสด้วยหลอดดูด 100 มิลลิลิตร เพื่อไล่อากาศประมาณ 1-2 หลอด
3. ปรับระดับอัตราการไหลที่ 1 มิลลิลิตร 1 นาที รอจนเส้นขอบนิ่งประมาณ 1 ชั่วโมง
4. ฉีดสารมาตรฐาน (Standard) ก่อน (ตูดมา 100 μ l. แต่เครื่องจะรับเพียง 20 μ l.) ใช้เวลา 45 นาที
5. ฉีดตัวอย่างน้ำมันที่เตรียมไว้ (ตูดมา 100 μ l. แต่เครื่องจะรับเพียง 20 μ l.) ใช้เวลา 45 นาที
6. เมื่อฉีดตัวอย่างครบแล้วนำมาแปรผลโดยเทียบกับตัวมาตรฐาน

- หมายเหตุ
1. ใช้เครื่อง HPLC รุ่น Water 2487
 2. ฉีดตัวอย่างครั้งละ 20 ไมโครลิตร/1 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ใช้เวลาตัวอย่างละ 45 นาที
4. ใช้โบบายเฟส 500 มิลลิลิตร ได้ตัวอย่าง 7 ตัวอย่างต่อหนึ่งวัน

5.3 ผลการทดลองครั้งที่ 1

ตารางที่ 5.1 ผลการวิเคราะห์วิตามินอีของเครื่องสกัดวิตามินอี ครั้งที่ 1

ลำดับที่	ชื่อตัวอย่าง	วิตามินอี α -tocopherol (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)	%RSD
1	#1	น้อยกว่า 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	-
2	#2	น้อยกว่า 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	-
3	#3	น้อยกว่า 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	-
4	#4	น้อยกว่า 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	-
5	#5	น้อยกว่า 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	-
6	#6	น้อยกว่า 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	-
7	#7	น้อยกว่า 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	-
8	#8	น้อยกว่า 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	-

หมายเหตุ ส่งตรวจศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

5.4 ผลการทดลองครั้งที่ 2

ตารางที่ 5.2 ผลการวิเคราะห์วิตามินอีของเครื่องสกัดวิตามินอี ครั้งที่ 2

ลำดับ ที่	ชื่อ ตัวอย่าง	ชนิดของวิตามินอี (ppm)							
		Alpha t	Alpha t3	Beta t	Beta t3	Delta t	Delta t3	Gamma t	Gamma t3
1	#9	9.434	17.223	0	0	0	45.06	0	18.482
2	#10	6.088	7.496	0	0	0	30.176	0	0
3	#11	-	-	-	-	-	-	-	-
4	#12	-	-	-	-	-	-	-	-
5	#13	-	-	-	-	-	-	-	-
6	#14	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ 1. เครื่องหมาย – คือไม่สามารถตรวจวิเคราะห์ได้ เนื่องจากตัวอย่างที่เตรียมไว้ไม่สามารถเข้ากับตัวทำละลายได้

2. ส่งตรวจศูนย์วิจัยปาล์มสุราษฎร์ธานี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 ผลการทดลองครั้งที่ 3

ตารางที่ 5.3 ผลการวิเคราะห์วิตามินอีของเครื่องสกัดวิตามินอี ครั้งที่ 3

ลำดับ ที่	ชื่อ ตัวอย่าง	ชนิดของวิตามินอี (ppm)							
		Alpha t	Alpha t3	Beta t	Beta t3	Delta t	Delta t3	Gamma t	Gamm a t3
1	#15	0	14.92	0	387.84	0	0	55.925	0
2	#16	0	11.814	0	237.313	322.087	0	0	0
3	#17	0	0	3.993	20.791	43.224	0	65.243	0
4	#18	0	0.302	18.485	57.815	152.138	0	17.36	426.714

หมายเหตุ ส่งตรวจศูนย์วิจัยปาล์มสุราษฎร์ธานี

5.6 เปรียบผลการทดลองทั้งหมด

ตารางที่ 5.4 ผลการวิเคราะห์วิตามินอีในน้ำมันปาล์มดิบก่อนทำการสกัด

ลำดับ ที่	ชื่อ ตัวอย่าง	ชนิดของวิตามินอี (ppm)								Total
		Alpha t	Alpha t3	Beta t	Beta t3	Delta t	Delta t3	Gamma t	Gamma t3	
1	#1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	#9	9.434	17.223	0	0	0	45.06	0	18.482	90.199
3	#17	0	0	3.993	20.79	43.22	0	65.243	0	133.246
4	#18	0	0.302	18.48	57.81	152.1	0	17.36	426.714	672.766

หมายเหตุ ตัวอย่างที่ 1 คือ น้ำมันปาล์มดิบที่ได้จากการหีบรวมจากโรงงาน

ตัวอย่างที่ 9 คือ น้ำมันปาล์มดิบที่ได้จากการหีบแยกเองโดยผ่านการอบด้วยไมโครเวฟ

ตัวอย่างที่ 17 คือ น้ำมันปาล์มดิบที่ได้จากการหีบแยกเองโดยผ่านการอบด้วยตู้ Oven

ตัวอย่างที่ 18 คือ น้ำมันปาล์มดิบที่ได้จากการหีบแยกจากโรงงาน

ตารางที่ 5.5 ผลการวิเคราะห์วิตามินอีของเครื่องสกัดวิตามินอี

ลำดับ ที่	ชื่อ ตัวอย่าง	ชนิดของวิตามินอี (ppm)								Total
		Alpha t	Alpha t3	Beta t	Beta t3	Delta t	Delta t3	Gamma t	Gamma t3	
1	#2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	#3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	#4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	#5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	#6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	#7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	#8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	#10	6.088	7.496	0	0	0	30.17	0	0	43.754
9	#15	0	14.92	0	387.84	0	0	55.925	0	458.68
10	#16	0	11.814	0	237.31	322.1	0	0	0	571.22

หมายเหตุ ตัวอย่างที่ 2 คือ อัตราส่วนผสม 5:20 สกัดที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส ใช้น้ำมันปาล์มดิบ
ที่ได้จากการหีบรวมจากโรงงาน

ตัวอย่างที่ 3 คือ อัตราส่วนผสม 5:25 สกัดที่อุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส ใช้น้ำมันปาล์มดิบ
ที่ได้จากการหีบรวมจากโรงงาน

ตัวอย่างที่ 4 คือ อัตราส่วนผสม 5:25 สกัดที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส ใช้น้ำมันปาล์มดิบ
ที่ได้จากการหีบรวมจากโรงงาน

ตัวอย่างที่ 5 คือ อัตราส่วนผสม 5:20 สกัดที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ใช้น้ำมันปาล์มดิบ
ที่ได้จากการหีบรวมจากโรงงาน

ตัวอย่างที่ 6 คือ อัตราส่วนผสม 5:15 สกัดที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส ใช้น้ำมันปาล์มดิบ
ที่ได้จากการหีบรวมจากโรงงาน

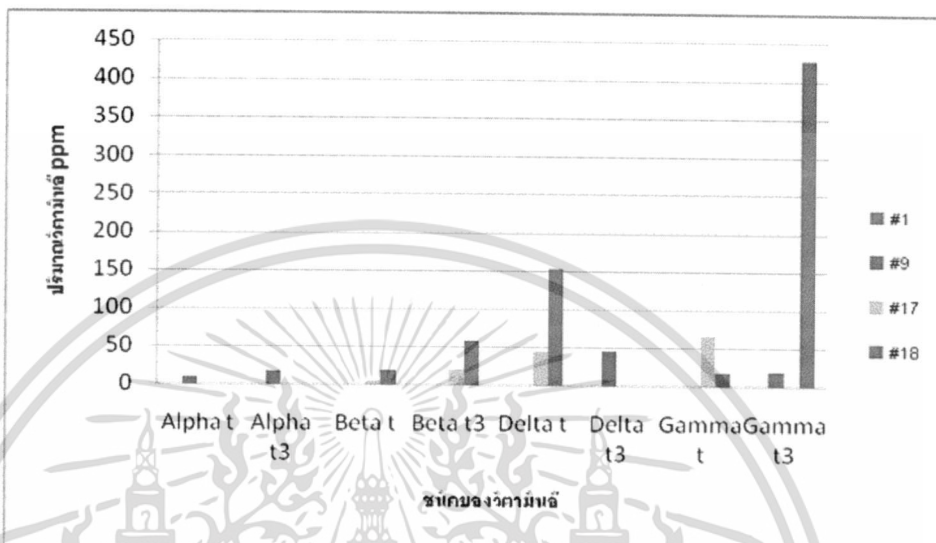
ตัวอย่างที่ 7 คือ อัตราส่วนผสม 5:15 สกัดที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ใช้น้ำมันปาล์มดิบที่
ได้จากการหีบรวมจากโรงงาน

ตัวอย่างที่ 8 คือ อัตราส่วนผสม 5:25 สกัดที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ใช้น้ำมันปาล์มดิบ
ที่ได้จากการหีบรวมจากโรงงาน

ตัวอย่างที่ 10 คือ อัตราส่วนผสม 1:1.5 สกัดที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ใช้น้ำมันปาล์ม
ดิบที่ได้จากการหีบแยกเองโดยผ่านการอบด้วยไมโครเวฟ

ตัวอย่างที่ 15 คือ อัตราส่วนผสม 1:1.5 สกัดที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส ใช้น้ำมันปาล์มคิบที่ได้จากการหีบแยกเองโดยผ่านการอบด้วยตู้ Oven

ตัวอย่างที่ 16 คือ อัตราส่วนผสม 1:1.5 สกัดที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส ใช้น้ำมันปาล์มคิบที่ได้จากการหีบแยกจากโรงงาน



รูปที่ 5.1 เปรียบเทียบปริมาณวิตามินอีในน้ำมันปาล์มคิบ

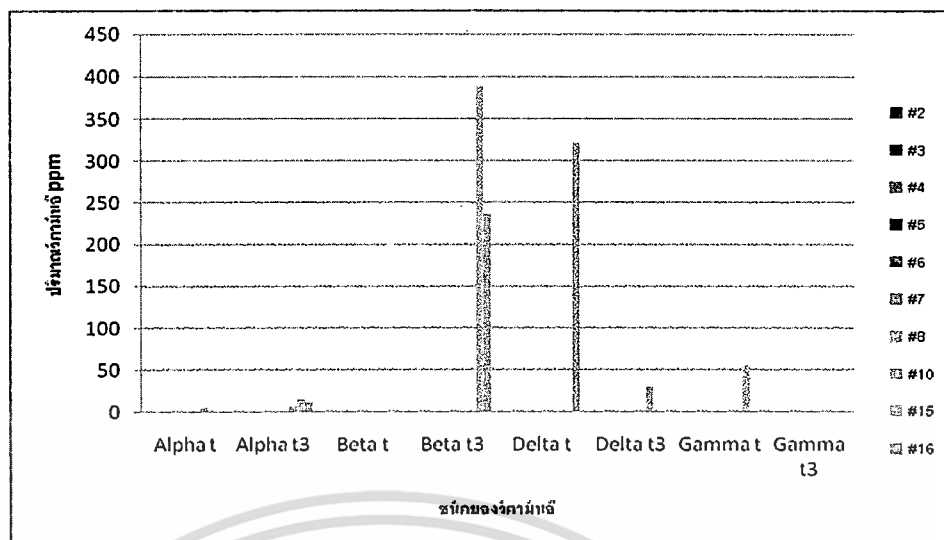
จากรูปที่ 5.1 พบว่าน้ำมันปาล์มคิบที่ได้จากการหีบแยกจากโรงงานมีปริมาณวิตามินอีอยู่มากที่สุดคือ แกมมา โทโคไตรอีนอล (Gamma-tocotrienol) ซึ่งจากรูปเป็นการเปรียบเทียบปริมาณวิตามินอีที่มีอยู่ในน้ำมันปาล์มคิบที่ได้จากกระบวนการที่ต่างกัน คือ

ตัวอย่างที่ 1 คือ น้ำมันปาล์มคิบที่ได้จากการหีบรวมจากโรงงาน

ตัวอย่างที่ 9 คือ น้ำมันปาล์มคิบที่ได้จากการหีบแยกเองโดยผ่านการอบด้วยไมโครเวฟ

ตัวอย่างที่ 17 คือ น้ำมันปาล์มคิบที่ได้จากการหีบแยกเองโดยผ่านการอบด้วยตู้ Oven

ตัวอย่างที่ 18 คือ น้ำมันปาล์มคิบที่ได้จากการหีบแยกจากโรงงาน



รูปที่ 5.2 เปรียบเทียบปริมาณวิตามินอีที่ได้จากเครื่องสกัด

จากรูปที่ 5.2 พบว่าตัวอย่างที่ 15 มีปริมาณวิตามินอีอยู่มากที่สุด โดยมีอัตราส่วนผสม 1:1.5 สกัดที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส ใช้น้ำมันปาล์มดิบที่ได้จากการหีบแยกเองโดยผ่านการอบด้วยตู้ Oven ซึ่งจากรูปเป็นการเปรียบเทียบปริมาณวิตามินอีที่ได้จากการสกัด ซึ่งมีอัตราส่วนการผสม อุณหภูมิ และน้ำมันปาล์มดิบที่ต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลการทดลอง

6.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าน้ำมันปลาล์มดิบที่ได้จากการหีบแยกจากโรงงานจะพบปริมาณของวิตามินอีที่มากที่สุด และเมื่อผ่านเครื่องสกัดวิตามินอีแล้ว น้ำมันปลาล์มดิบที่ได้จากการหีบแยกจากโรงงานจะพบปริมาณวิตามินอีมากที่สุด คือ 571.22 ppm ซึ่งมีอัตราส่วนผสมระหว่างน้ำมันปลาล์มกับเฮกซานอลคือ 1:1.5 ทำการสกัดที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 550 mm.Hg ซึ่งผลการวิเคราะห์วิตามินอีได้มาโดยการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC

6.2 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 น้ำมันปลาล์มดิบที่นำมาใช้ในการสกัดจากต้องเก็บไว้ในภาชนะที่มีฝาปิดมิดชิด เพื่อป้องกันไม่ให้วิตามินอีสลายตัวเมื่อสัมผัสกับอากาศ

5.4.2 สร้างความสมดุลให้ตัวเหวี่ยงแยกให้มีความสมดุล โดยการทดสอบด้วยเครื่องวัดสมดุล

เอกสารอ้างอิง

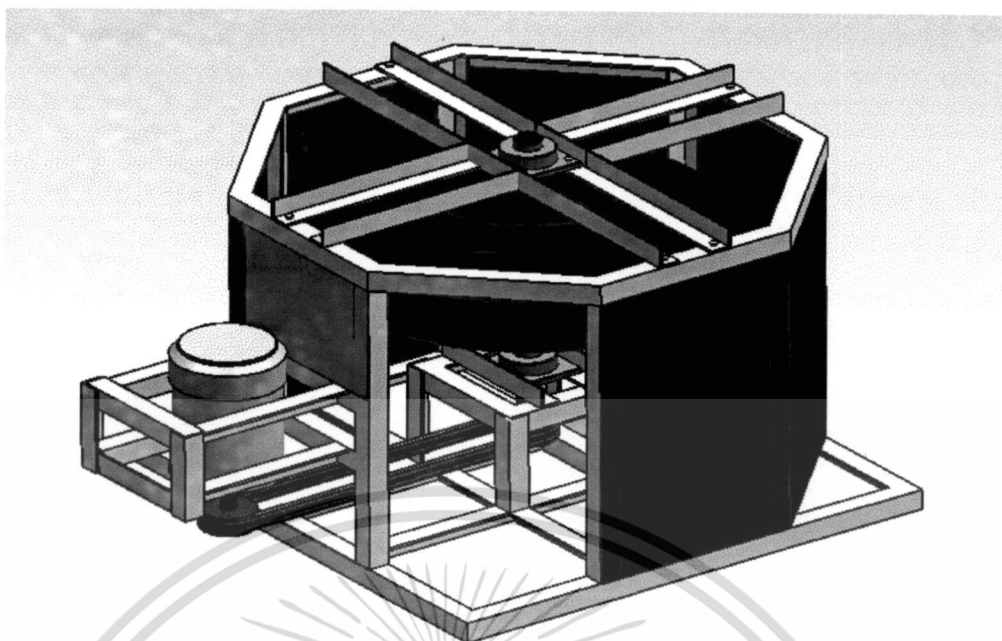
- [1] พชรินทร์ ระเบียบ. แครโรทีนอยด์และวิตามินอีจากปาล์มน้ำมัน. สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย. 2551.
- [2] สุภาภรณ์ คี๊กลาส. “การสกัดวิตามินอีจากใบปาล์ม.” ปรินญาณิพนธ์ปริญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี, 2550.
- [3] M. Marsin Sanagi. Determination of carotene. Malaysia. 2005. Available : <http://www.sciencedirect.com/> [2 ตุลาคม 2009]
- [4] ประกอบ กิจไชยา. การแยกวิตามินอีจากน้ำมันปาล์มดิบ. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). 2550.
- [5] Harrison Lik Nang Lau. Selective extraction of palm carotene. Malaysia. 2007. Available : <http://www.sciencedirect.com/> [20 ตุลาคม 2009]
- [6] โครงสร้างของวิตามินอี. แหล่งที่มา : <http://collagenaplus.igetweb.com/index.php?mo=3&art=11433> [20 ตุลาคม 2009]
- [7] คุณสมบัติของวิตามินอี. แหล่งที่มา : <http://www.biopluschem.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=176603> [20 พฤศจิกายน 2009]
- [8] การกลั่น. แหล่งที่มา : http://www.pkc.ac.th/kobori/Assets/ChemistryMahidol2/www.il.mahidol.ac.th/course/apchemistry2/liquid_solution/solution_distillation.htm [20 พฤศจิกายน 2009]
- [9] The Engineering ToolBox. [online] 2005. แหล่งที่เข้าถึง : [http://www.Vacuum - Evacuation Time.com](http://www.Vacuum-Evacuation Time.com) [20 สิงหาคม 2008]



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

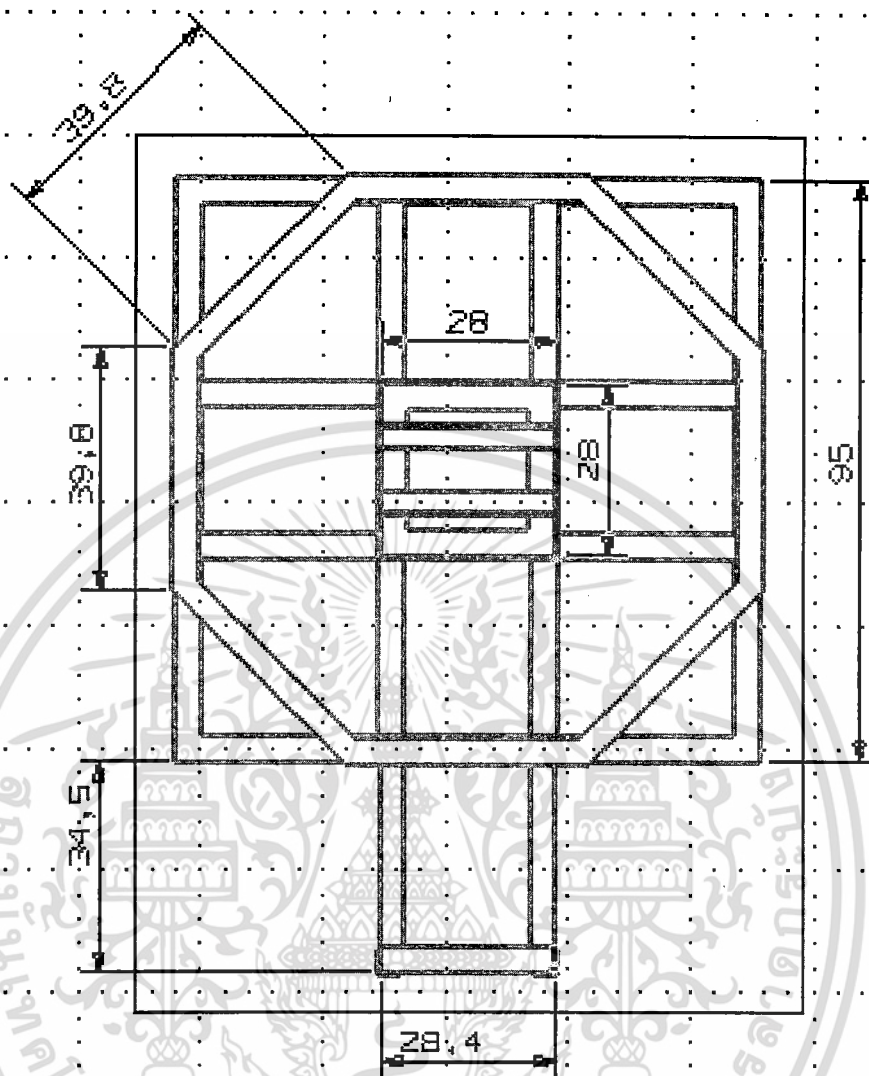


รูปที่ ก.1 เครื่องเหวี่ยงแยก



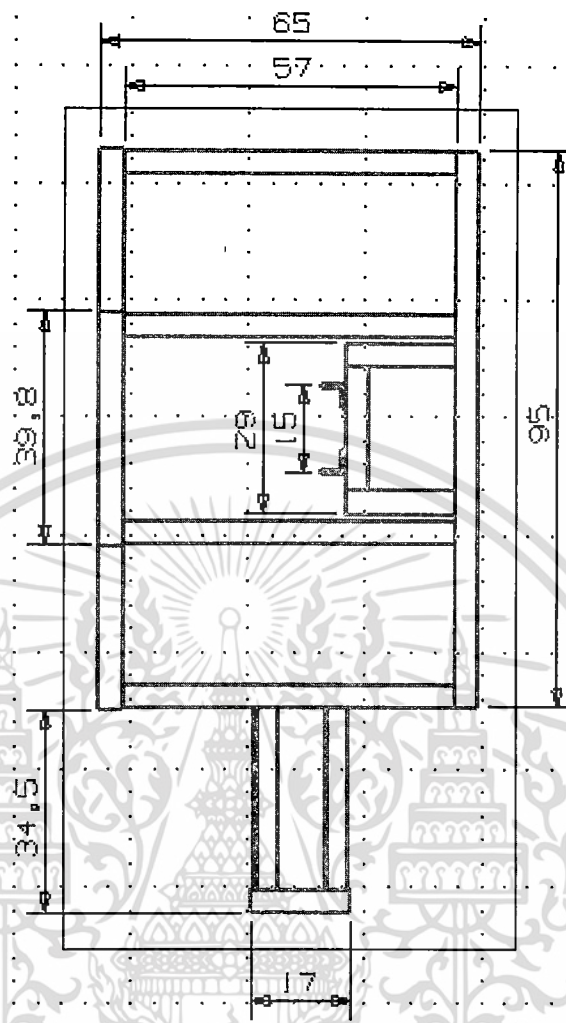
รูปที่ ก.2 เครื่องกลั่นและผสมสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



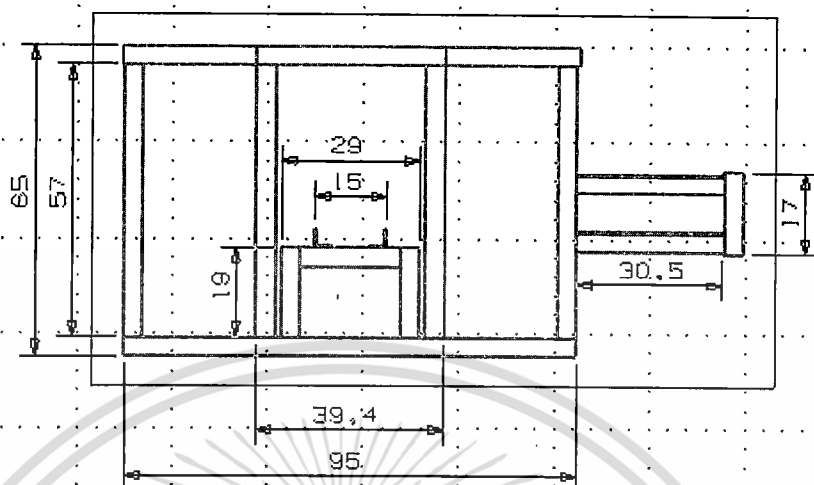
รูปที่ ก.3 เครื่องเหวี่ยงแยกจากด้านบน (หน่วยเป็นเซนติเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



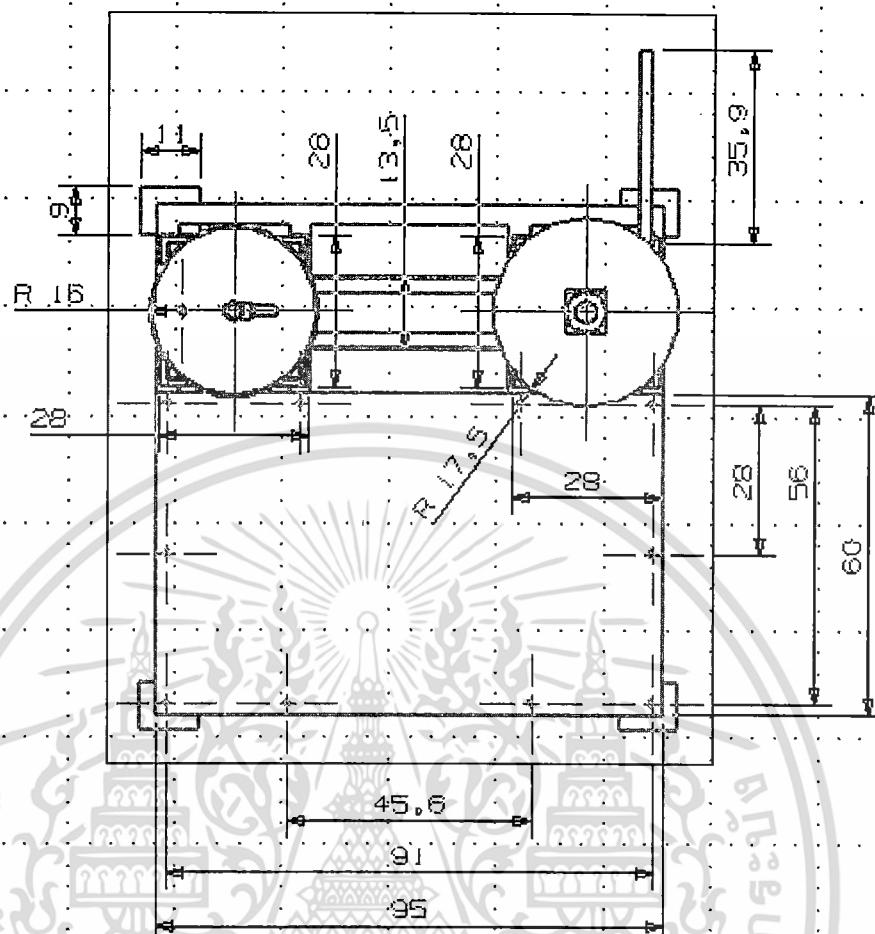
รูปที่ ก.4 เครื่องเหวี่ยงแยกจากด้านข้าง (หน่วยเป็นเซนติเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



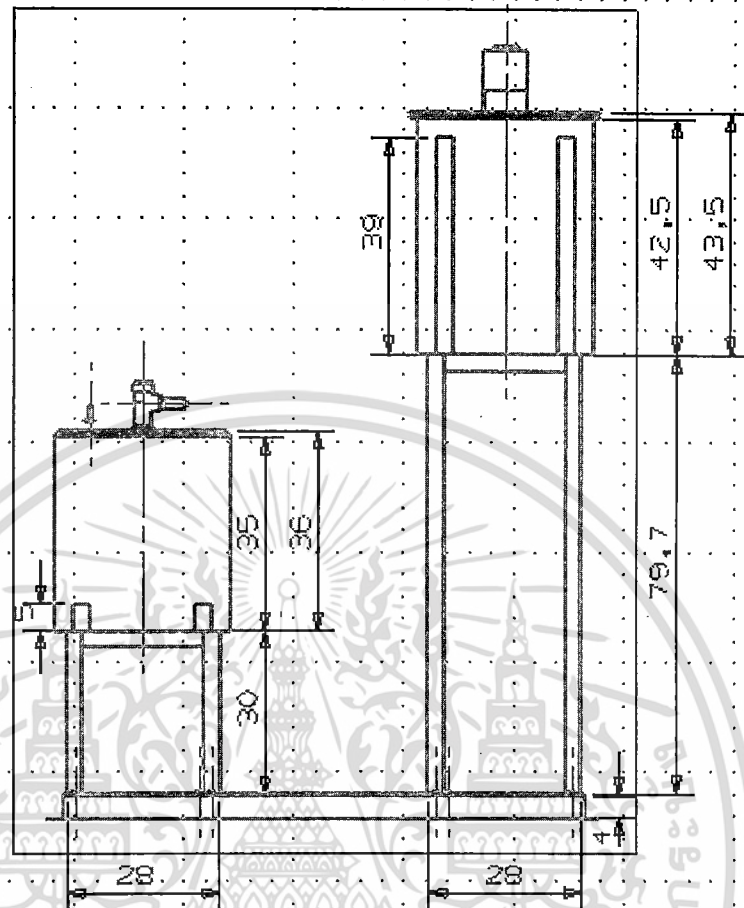
รูปที่ ก.5 เครื่องเหวี่ยงแยกจากด้านข้าง (หน่วยเป็นเซนติเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



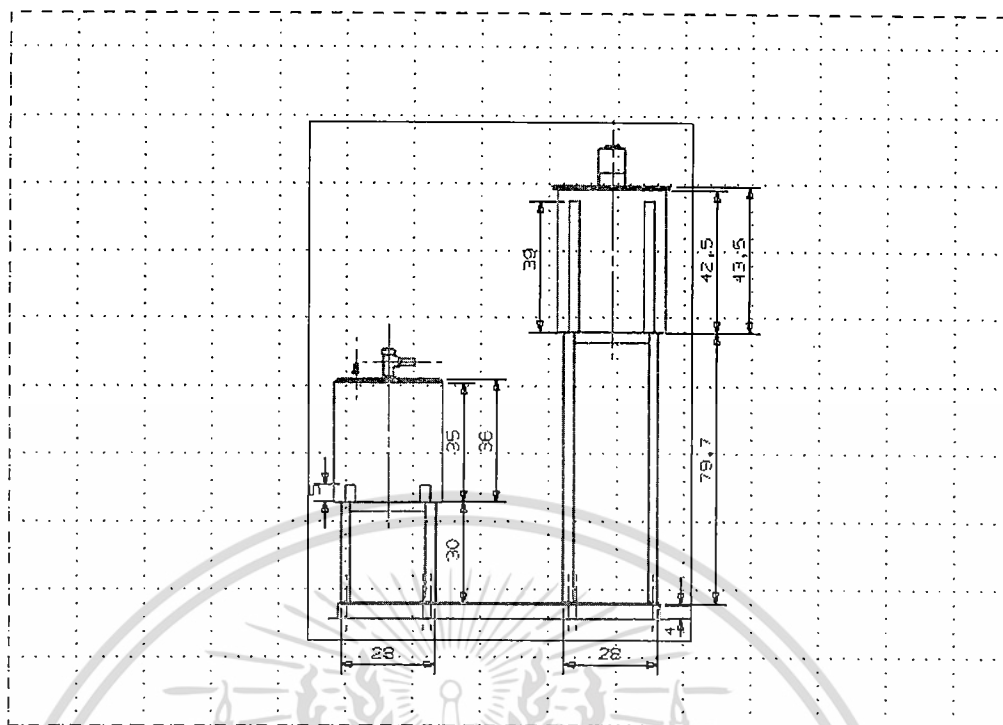
รูปที่ ก.6 เครื่องสกัดจากด้านบน (หน่วยเป็นเซนติเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



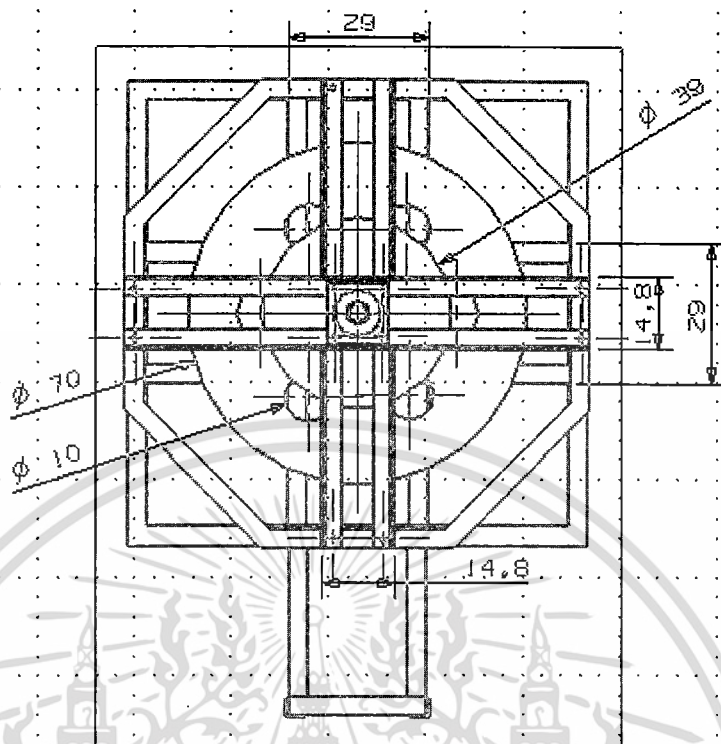
รูปที่ ก.7 เครื่องสกัดจากด้านหน้า (หน่วยเป็นเซนติเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.8 เครื่องสกดจากด้านหลัง (หน่วยเป็นเซนติเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.9 เครื่องเหียงแยกจากด้านบน (หน่วยเป็นเซนติเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

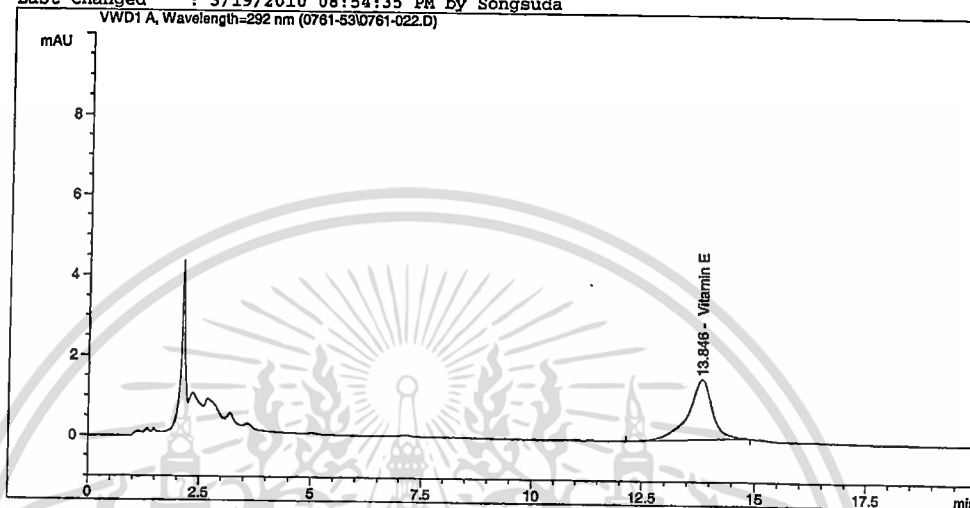
Data File C:\HPCHEM\1\DATA\0761-53\0761-022.D

Sample Name: vit E 10 ppm

lichrospherRP-18 4*250mm 5um
1 ml/min , ACN:MeOH70:30, 35C

```

=====
Injection Date : 3/17/2010 23:38:57 PM      Seq. Line : 22
Sample Name    : vit E 10 ppm                Location  : Vial 44
Acq. Operator  : Songsuda                    Inj       : 1
Acq. Instrument: Instrument 1                 Inj Volume: 20 µl
Acq. Method    : C:\HPCHEM\1\METHODS\0911-52M\0761-53.M
Last changed   : 3/17/2010 18:36:08 PM by Songsuda
                  (modified after loading)
Analysis Method: C:\HPCHEM\1\METHODS\0911-52M\0761-53C.M
Last changed   : 3/19/2010 08:54:35 PM by Songsuda
=====
  
```



```

=====
External Standard Report
=====
  
```

```

Sorted By      : Signal
Calib. Data Modified : 3/19/2010 08:54:02 PM
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
  
```

Signal 1: VWD1 A, Wavelength=292 nm

RetTime [min]	Type	Area mAU	Amt/Area *s	Amount [mg/L]	Grp	Name
13.846	PBA	56.25950	1.77289e-1	9.97420		Vitamin E

Totals : 9.97420

Results obtained with enhanced integrator!

*** End of Report ***

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\0761-53\0761-027.D

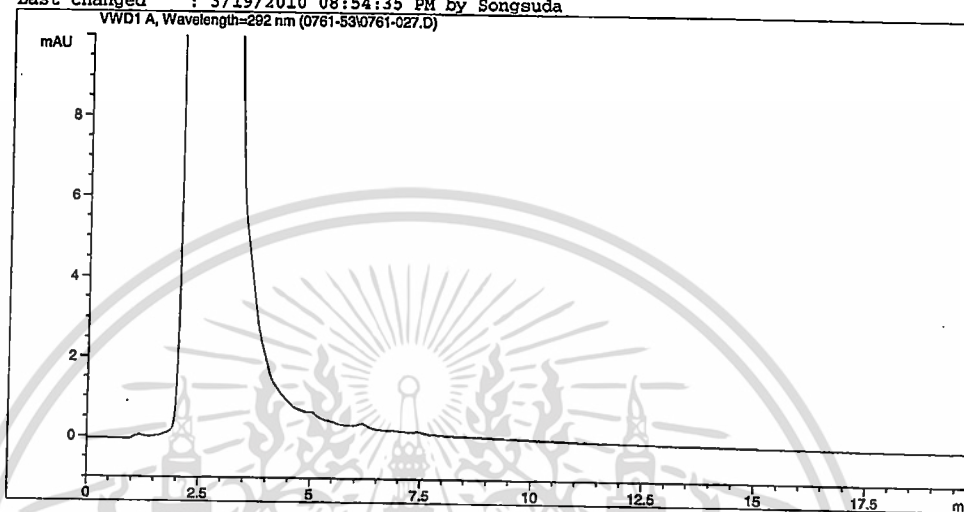
Sample Name: #1

lichrospherRP-18 4*250mm 5um
1 ml/min , ACN:MeOH70:30, 35C

```

=====
Injection Date : 3/18/2010 01:29:13 PM      Seq. Line : 27
Sample Name    : #1                          Location  : Vial 11
Acq. Operator  : Songsuda                    Inj       : 1
Acq. Instrument : Instrument 1                Inj Volume: 20 µl
Acq. Method    : C:\HPCHEM\1\METHODS\0911-52M\0761-53.M
Last changed   : 3/17/2010 18:36:08 PM by Songsuda
                (modified after loading)
Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\0911-52M\0761-53C.M
Last changed   : 3/19/2010 08:54:35 PM by Songsuda
=====

```



```

=====
External Standard Report
=====

```

```

Sorted By      : Signal
Calib. Data Modified : 3/19/2010 08:54:02 PM
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

```

Signal 1: VWD1 A, Wavelength=292 nm

RetTime [min]	Type	Area mAU*s	Amt/Area	Amount [mg/L]	Grp	Name
13.863	-	-	-	-	-	Vitamin E

Totals : 0.00000

Results obtained with enhanced integrator!
1 Warnings or Errors :

Warning : Calibrated compound(s) not found

Instrument 1 3/19/2010 09:15:04 PM Songsuda

Page 1 of 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\0761-53\0761-030.D

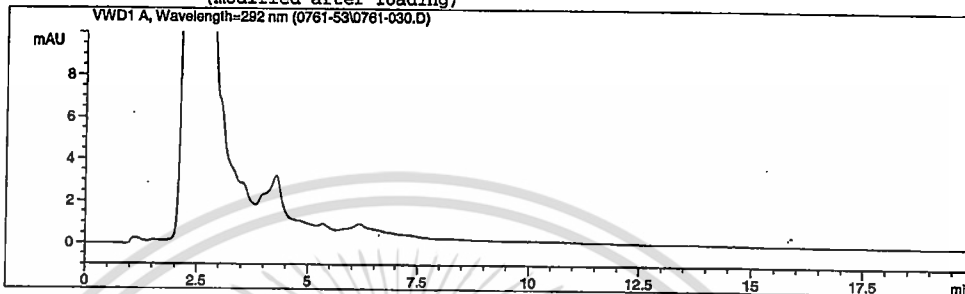
Sample Name: #2

lichrospherRP-18 4*250mm 5um
1 ml/min , ACN:MeOH70:30, 35C

```

=====
Injection Date : 3/18/2010 02:35:11 PM      Seq. Line : 28
Sample Name    : #2                          Location  : Vial 12
Acq. Operator  : Songsuda                     Inj       : 1
Acq. Instrument : Instrument 1                 Inj Volume: 20 µl
Acq. Method    : C:\HPCHEM\1\METHODS\0911-52M\0761-53.M
Last changed   : 3/17/2010 18:36:08 PM by Songsuda
                (modified after loading)
Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\0911-52M\0761-53C.M
Last changed   : 3/19/2010 09:18:12 PM by Songsuda
                (modified after loading)
=====

```



External Standard Report

```

=====
Sorted By      : Signal
Calib. Data Modified : 3/19/2010 08:54:02 PM
Multiplier    : 1.0000
Dilution      : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

```

Signal 1: VWD1 A, Wavelength=292 nm

RetTime [min]	Type	Area mAU *s	Amt/Area	Amount [mg/L]	Grp	Name
13.863	-	-	-	-	-	Vitamin E

Totals : 0.00000

Results obtained with enhanced integrator!

1 Warnings or Errors :

Warning : Calibrated compound(s) not found

Area Percent Report

```

=====
Sorted By      : Signal
Calib. Data Modified : 3/19/2010 08:54:02 PM
Multiplier    : 1.0000
Dilution      : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

```

Signal 1: VWD1 A, Wavelength=292 nm

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area mAU *s	Area %	Name
1	13.863	-	0.0000	0.00000	0.0000	Vitamin E

Instrument 1 3/19/2010 09:19:03 PM Songsuda

Page 1 of 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\0761-53\0761-033.D

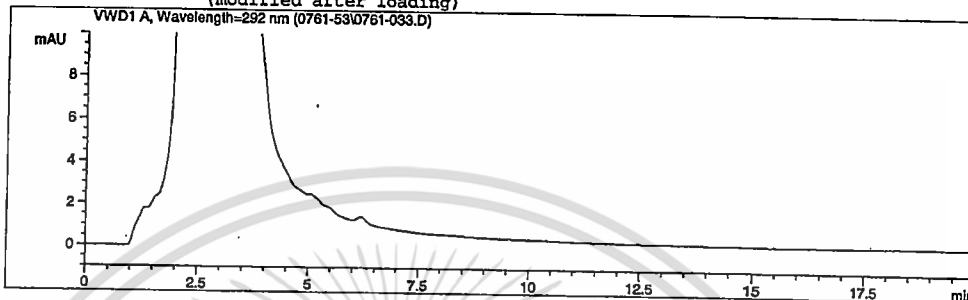
Sample Name: #3

lichrospherRP-18 4*250mm 5um
1 ml/min , ACN:MeOH70:30, 35C

```

=====
Injection Date : 3/18/2010 03:41:13 PM      Seq. Line : 29
Sample Name    : #3                          Location  : Vial 13
Acq. Operator  : Songsuda                     Inj       : 1
Acq. Instrument: Instrument 1'                 Inj Volume: 20 µl
Acq. Method    : C:\HPCHEM\1\METHODS\0911-52M\0761-53.M
Last changed   : 3/17/2010 18:36:08 PM by Songsuda
                (modified after loading)
Analysis Method: C:\HPCHEM\1\METHODS\0911-52M\0761-53C.M
Last changed   : 3/19/2010 09:18:12 PM by Songsuda
                (modified after loading)
=====

```



External Standard Report

```

=====
Sorted By      : Signal
Calib. Data Modified : 3/19/2010 08:54:02 PM
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
=====

```

Signal 1: VWD1 A, Wavelength=292 nm

RetTime [min]	Type	Area mAU	Amt/Area *s	Amount [mg/L]	Grp	Name
13.863	-	-	-	-	-	Vitamin E

Totals : 0.00000

Results obtained with enhanced integrator:

1 Warnings or Errors :

Warning : Calibrated compound(s) not found

Area Percent Report

```

=====
Sorted By      : Signal
Calib. Data Modified : 3/19/2010 08:54:02 PM
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
=====

```

Signal 1: VWD1 A, Wavelength=292 nm

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area mAU	Area *s	Area %	Name
1	13.863	-	0.0000	0.00000	0.0000	0.0000	Vitamin E

Instrument 1 3/19/2010 09:20:55 PM Songsuda

Page 1 of 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\0761-53\0761-036.D

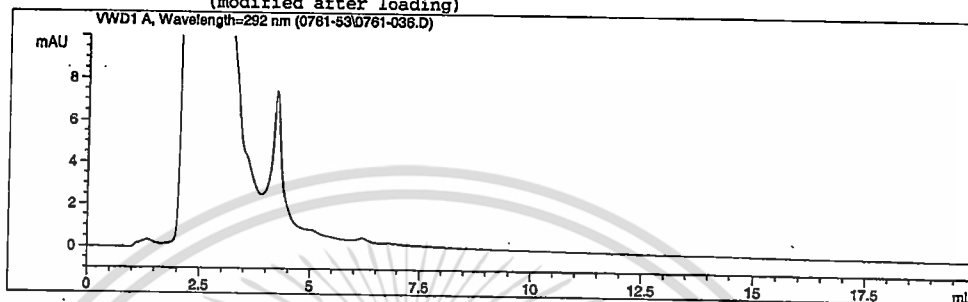
Sample Name: #4

lichrospherRP-18 4*250mm 5um
1 ml/min , ACN:MeOH70:30, 35C

```

=====
Injection Date : 3/18/2010 04:47:19 PM      Seq. Line : 30
Sample Name    : #4                          Location  : Vial 14
Acq. Operator  : Songsuda                     Inj       : 1
Acq. Instrument : Instrument 1                 Inj Volume: 20 µl
Acq. Method    : C:\HPCHEM\1\METHODS\0911-52M\0761-53.M
Last changed   : 3/17/2010 18:36:08 PM by Songsuda
                  (modified after loading)
Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\0911-52M\0761-53C.M
Last changed   : 3/19/2010 09:18:12 PM by Songsuda
                  (modified after loading)
=====

```



```

=====
External Standard Report
=====

```

```

Sorted By      : Signal
Calib. Data Modified : 3/19/2010 08:54:02 PM
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

```

Signal 1: VWD1 A, Wavelength=292 nm

RetTime [min]	Type	Area mAU*s	Amt/Area	Amount [mg/L]	Grp	Name
13.863						Vitamin E
Totals :				0.00000		

Results obtained with enhanced integrator!

1 Warnings or Errors :

Warning : Calibrated compound(s) not found

```

=====
Area Percent Report
=====

```

```

Sorted By      : Signal
Calib. Data Modified : 3/19/2010 08:54:02 PM
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

```

Signal 1: VWD1 A, Wavelength=292 nm

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area mAU*s	Area %	Name
1	13.863		0.0000	0.00000	0.0000	Vitamin E

Instrument 1 3/19/2010 09:21:43 PM Songsuda

Page 1 of 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\0761-53\0761-039.D

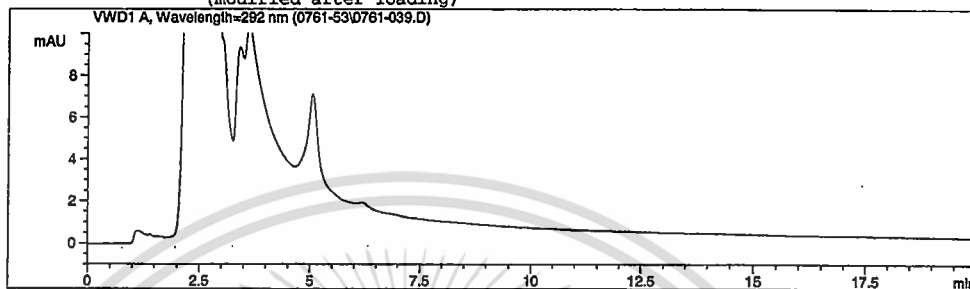
Sample Name: #5

lichrospherRP-18 4*250mm 5um
1 ml/min , ACN:MeOH70:30, 35C

```

=====
Injection Date : 3/18/2010 05:53:31 PM      Seq. Line : 31
Sample Name    : #5                          Location  : Vial 15
Acq. Operator  : Songsuda                     Inj       : 1
Acq. Instrument: Instrument 1                 Inj Volume: 20 µl
Acq. Method    : C:\HPCHEM\1\METHODS\0911-52M\0761-53.M
Last changed   : 3/17/2010 18:36:08 PM by Songsuda
                (modified after loading)
Analysis Method: C:\HPCHEM\1\METHODS\0911-52M\0761-53C.M
Last changed   : 3/19/2010 09:18:12 PM by Songsuda
                (modified after loading)
=====

```



```

=====
External Standard Report
=====

```

```

Sorted By      : Signal
Calib. Data Modified : 3/19/2010 08:54:02 PM
Multiplier    : 1.0000
Dilution      : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

```

Signal 1: VWD1 A, Wavelength=292 nm

RetTime [min]	Type	Area mAU*s	Amt/Area	Amount [mg/L]	Grp	Name
13.863						Vitamin E

Totals : 0.00000

Results obtained with enhanced integrator!
1 Warnings or Errors :

Warning : Calibrated compound(s) not found

```

=====
Area Percent Report
=====

```

```

Sorted By      : Signal
Calib. Data Modified : 3/19/2010 08:54:02 PM
Multiplier    : 1.0000
Dilution      : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

```

Signal 1: VWD1 A, Wavelength=292 nm

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area mAU*s	Area %	Name
1	13.863		0.0000	0.00000	0.0000	Vitamin E

Instrument 1 3/19/2010 09:22:32 PM Songsuda

Page 1 of 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\0761-53\0761-042.D

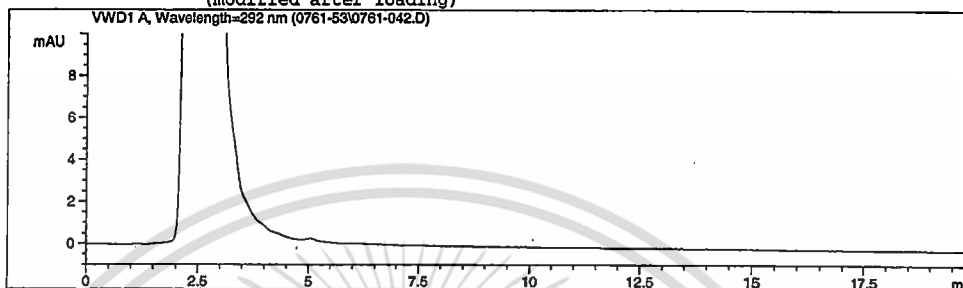
Sample Name: #6

LichrospherRP-18 4*250mm 5um
1 ml/min , ACN:MeOH70:30, 35C

```

=====
Injection Date : 3/18/2010 06:59:41 PM      Seq. Line : 32
Sample Name   : #6                          Location  : Vial 16
Acq. Operator : Songsuda                     Inj       : 1
Acq. Instrument : Instrument 1                Inj Volume: 20 µl
Acq. Method   : C:\HPCHEM\1\METHODS\0911-52M\0761-53.M
Last changed  : 3/17/2010 18:36:08 PM by Songsuda
                (modified after loading)
Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\0911-52M\0761-53C.M
Last changed  : 3/19/2010 09:18:12 PM by Songsuda
                (modified after loading)
=====

```



```

=====
External Standard Report
=====

```

```

Sorted By      : Signal
Calib. Data Modified : 3/19/2010 08:54:02 PM
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

```

Signal 1: VWD1 A, Wavelength=292 nm

RetTime [min]	Type	Area mAU *s	Amt/Area	Amount [mg/L]	Grp	Name
13.863	-	-	-	-	-	Vitamin E

Totals : 0.00000

Results obtained with enhanced integrator!

1 Warnings or Errors :

Warning : Calibrated compound(s) not found

```

=====
Area Percent Report
=====

```

```

Sorted By      : Signal
Calib. Data Modified : 3/19/2010 08:54:02 PM
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

```

Signal 1: VWD1 A, Wavelength=292 nm

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area mAU *s	Area %	Name
1	13.863	-	0.0000	0.00000	0.0000	Vitamin E

Instrument 1 3/19/2010 09:23:25 PM Songsuda

Page 1 of 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\0761-53\0761-045.D

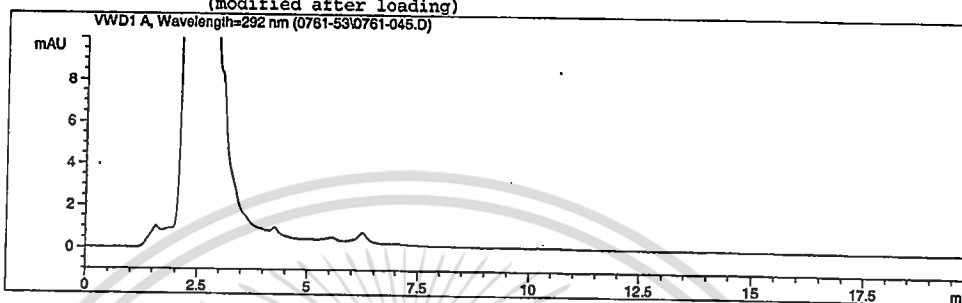
Sample Name: #7

lichrospherRP-18 4*250mm 5um
1 ml/min , ACN:MeOH70:30, 35C

```

=====
Injection Date : 3/18/2010 08:06:01 PM      Seq. Line : 33
Sample Name   : #7                          Location  : Vial 17
Acq. Operator : Songsuda                     Inj       : 1
Acq. Instrument : Instrument 1                Inj Volume: 20 µl
Acq. Method   : C:\HPCHEM\1\METHODS\0911-52M\0761-53.M
Last changed  : 3/17/2010 18:36:08 PM by Songsuda
                (modified after loading)
Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\0911-52M\0761-53C.M
Last changed  : 3/19/2010 09:18:12 PM by Songsuda
                (modified after loading)
=====

```



```

=====
External Standard Report
=====

```

```

Sorted By      : Signal
Calib. Data Modified : 3/19/2010 08:54:02 PM
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

```

Signal 1: VWD1 A, Wavelength=292 nm

RetTime [min]	Type	Area mAU*s	Amt/Area	Amount [µg/L]	Grp	Name
13.863						Vitamin E

```
Totals : 0.00000
```

Results obtained with enhanced integrator!

1 Warnings or Errors :

Warning : Calibrated compound(s) not found

```

=====
Area Percent Report
=====

```

```

Sorted By      : Signal
Calib. Data Modified : 3/19/2010 08:54:02 PM
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

```

Signal 1: VWD1 A, Wavelength=292 nm

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area mAU*s	Area %	Name
1	13.863		0.0000	0.00000	0.0000	Vitamin E

Instrument 1 3/19/2010 09:24:13 PM Songsuda

Page 1 of 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\0761-53\0761-048.D

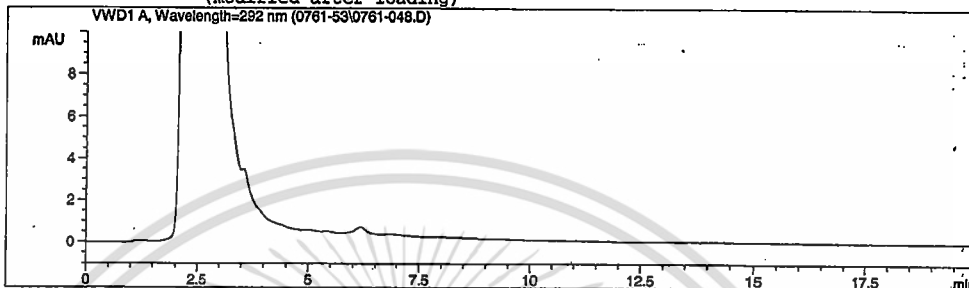
Sample Name: #8

lichrospherRP-18 4*250mm 5um
1 ml/min , ACN:MeOH70:30, 35C

```

=====
Injection Date : 3/18/2010 09:12:15 PM      Seq. Line : 34
Sample Name    : #8                          Location  : Vial 18
Acq. Operator  : Songsuda                     Inj       : 1
Acq. Instrument : Instrument 1                 Inj Volume: 20 µl
Acq. Method    : C:\HPCHEM\1\METHODS\0911-52M\0761-53.M
Last changed   : 3/17/2010 18:36:08 PM by Songsuda
                  (modified after loading)
Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\0911-52M\0761-53C.M
Last changed   : 3/19/2010 09:18:12 PM by Songsuda
                  (modified after loading)
=====

```



External Standard Report

```

=====
Sorted By      : Signal
Calib. Data Modified : 3/19/2010 08:54:02 PM
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
=====

```

Signal 1: VWD1 A, Wavelength=292 nm

RetTime [min]	Type	Area mAU*s	Amt/Area	Amount [mg/L]	Grp	Name
13.863	-	-	-	-	-	Vitamin E

Totals : 0.00000

Results obtained with enhanced integrator!

1 Warnings or Errors :

Warning : Calibrated compound(s) not found

Area Percent Report

```

=====
Sorted By      : Signal
Calib. Data Modified : 3/19/2010 08:54:02 PM
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
=====

```

Signal 1: VWD1 A, Wavelength=292 nm

Instrument 1 3/19/2010 09:26:44 PM Songsuda

Page 1 of 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้