



ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved

## ภาคผนวก ก-1

### การวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินอี

การวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินอีในตัวอย่างดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าว และวิตามินอีในสารที่สกัดได้จากสภาวะต่างๆ โดยใช้เครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) ซึ่งอ้างอิงวิธีการวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน AOCS (Method Ce 8-89) (AOCS, 1997) โดยรายละเอียดการวิเคราะห์ ดังนี้

#### 1. การเตรียมตัวอย่าง

ตัวอย่างดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าว และตัวอย่างวิตามินอีที่สกัดได้จากสภาวะต่างๆ จะต้องนำไปผ่านการทำ cold saponification เพื่อกำจัดสิ่งแปลกปลอมซึ่งจะมีผลกระทบต่อการใช้เครื่อง HPLC โดยจะต้องเอาใจใส่เป็นพิเศษเกี่ยวกับอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา ซึ่งขั้นตอนการทำ cold saponification มีขั้นตอน ดังนี้

(1) ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่าง 2 g ใส่ลงใน flat-bottom flask ขนาด 100 mL แล้วละลายตัวอย่างนั้นด้วย Ethanol 96% ปริมาตร 8 mL โดยการหมุนแกว่งเบาๆ จากนั้นเติม pyrogallol 100 mg และหมุนแกว่งเบาๆ ให้ละลาย แล้วพ่นก๊าซไนโตรเจน (N<sub>2</sub>) เข้าไปแทนที่อากาศ จากนั้นเติมสารละลาย KOH 60% (w/w) 4 mL แล้วพ่นก๊าซไนโตรเจนไล่อากาศอีกครั้งก่อนปิดด้วยจุกแก้ว นำ flask ไปแช่ใน water bath ที่อุณหภูมิ 26°C เป็นเวลา 10 นาที โดยมีการเขย่าตลอดเวลา ซึ่งขั้นตอนต่างๆ จะต้องกระทำโดยไม่ให้ถูกแสงแดดโดยตรง อาจใช้ขวดสีชาหรือหุ้มด้วย aluminum foil

(2) เติม deionized water 50 mL และถ่ายตัวอย่างใส่ลงใน separating funnel ขนาด 250 mL ล้าง flask ด้วย diethyl ether 50 mL [Diethyl ether – peroxide free ที่เติม 0.1% (w/w) pyrogallol] เทใส่รวมกันใน separating funnel แล้วเขย่าสกัดเป็นเวลา 1 นาที ให้เปิดวาล์วไล่ความดันที่เกิดขึ้นด้วย จากนั้นตั้งทิ้งไว้ให้เกิดการแยกชั้น ไนเออซาร์ละลายส่วนล่าง (aqueous layer) ใต separating funnel อันใหม่ และสกัดซ้ำด้วย diethyl ether 30 mL อีก 4 ครั้ง แล้วจึงรวมส่วนของ ether extracts

(3) ล้างส่วนของ diethyl ether extracts ที่รวมได้ด้วย deionized water 50 mL (เขย่าด้วยความระมัดระวังเพื่อป้องกันการเกิดอิมัลชัน) จากนั้นเติม hydrochloric acid 0.01 M 30 mL และเติม Sodium sulphate-anhydrous 3 g ผสมให้เข้ากันเบาๆ เพื่อช่วยดูดซับน้ำ จากนั้นแยกส่วน diethyl ether ออกจากส่วนที่เป็นน้ำ เก็บสารที่ได้ใน round bottom flask สีชาที่ใช้สำหรับ rotary evaporator

(4) นำไประเหยไล่ diethyl ether ออกภายใต้สภาวะลดความดันโดยใช้ rotary film evaporator ที่อุณหภูมิไม่เกิน 40°C และความดัน 330 mbar ถ้ายังมีส่วนของเหลวเหลืออยู่ใน round bottom flask ให้เติม ethanol 99% และนำไประเหยซ้ำอีกครั้งที่อุณหภูมิไม่เกิน 40°C และความดัน 72 mbar จากนั้นล้างส่วนที่เหลือด้วยเฮกเซน แล้วถ่ายสารละลายใส่ใน volumetric flask ขนาด 50 mL พร้อมปรับปริมาตรด้วยเฮกเซน จากนั้นทำการเจือจางให้เหมาะสมในรูปของ prepared test solution กรองสารละลายตัวอย่างด้วยเมมเบรนที่มีความพรุน 0.45 ไมครอน เก็บสารละลายที่ได้ไว้ในหลอดสีชาขนาด 2 mL และเก็บไว้ในตู้แช่แข็งอุณหภูมิต่ำกว่า -20°C ก่อนฉีดเข้าเครื่อง HPLC จะต้องนำมาวางไว้ในสภาพอุณหภูมิปกติไม่น้อยกว่า 30 นาที

## 2. วิธีวิเคราะห์

วิเคราะห์หาปริมาณวิตามินอีโดยใช้เครื่อง HPLC ยี่ห้อ SHIMADZU-HPLC รุ่น HPLC LC-10Avp เป็นเครื่องระบบ Low Pressure Gradient ซึ่งประกอบด้วย SCL-10A System controller, DGU-14A In-Line Degasser, FCV-10AL Switching Valve, LC-10AD Pump, CTO-10A Oven ใช้คอลัมน์ชนิด silica column บรรจุด้วย microparticulate silica ซึ่งมีขนาดเฉลี่ย 0.5  $\mu\text{m}$  (Spherisorb<sup>R</sup> S5W) ขนาด 250×4.0 mm (Waters part No. PSS845540) โดยมีส่วนของ Guard column ชนิดเดียวกับคอลัมน์ และฉีดสารตัวอย่างเข้าสู่คอลัมน์แบบ Manual injection ตรวจวัดปริมาณสารตัวอย่างด้วย RF-10A Fluorescence Detector และควบคุมการทำงานของเครื่องโดยใช้โปรแกรม LCsolution Software บนเครื่องคอมพิวเตอร์ HP Compaqdx2000 MT ของ Hewlett Packard ที่ต่อพ่วงกับเครื่อง HPLC

### (1) สภาวะที่ใช้วิเคราะห์ดังนี้

Mobile phase	: Hexane:Isopropanol
Isocratic condition	: 99.5:0.5
Injection volume	: 20 $\mu\text{l}$
Flow rate	: 1.5 mL/min
Analysis time	: 15 min
Column temperature	: 30°C
Detector	: Fluorescence Detector (Excitation 290 nm/Emission 330 nm)
Calibration	: External standard calibration

## (2) ขั้นตอนการวิเคราะห์

## (2.1) การเตรียมสารละลายมาตรฐานของโทโคเฟอรอล

(2.1.1) สารละลายมาตรฐานของแอลฟา-โทโคเฟอรอล ( $\alpha$ -Tocopherol standard stock solution)

ชั่งน้ำหนักสารมาตรฐานแอลฟา-โทโคเฟอรอล อย่างละเอียดและเที่ยงตรง 10 mg ใส่ลงใน volumetric flask ขนาด 100 mL ทำการปรับปริมาตรด้วยเฮกเซน จากนั้นเปิดสารละลายดังกล่าว 10 mL ใส่ในขวดแก้วก้นกลมสีชา (round-bottom flask) แล้วนำไประเหยเอาเฮกเซนออก โดยใช้เครื่อง rotary evaporator ที่อุณหภูมิไม่เกิน 40°C และความดัน 330 mbar จากนั้นแทนที่อากาศภายในฟลาสด้วยก๊าซไนโตรเจน และเอาฟลาสออกจากเครื่องทันทีที่เฮกเซนระเหยหมดแล้วเติมเมทานอล 10 mL และหมุนแกว่งเพื่อละลายโทโคเฟอรอลที่ติดอยู่ จากนั้นนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 292 nm แล้วคำนวณความเข้มข้น (as  $\mu\text{g}/\text{mL}$   $\alpha$ -Tocopherol) โดยหารค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ด้วยแฟกเตอร์ 0.0076

(2.1.2) สารละลายมาตรฐานของเบตา-แกมมา- และเดลตา-โทโคเฟอรอล ( $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ -Tocopherol standard stock solution)

การเตรียม stock solutions และสารละลายมาตรฐานของเบตา-แกมมา- และเดลตา-โทโคเฟอรอลเพื่อนำไปวัดด้วย UV spectrometry มีขั้นตอนการทำเหมือนการเตรียมสารละลายมาตรฐานแอลฟา-โทโคเฟอรอล จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานแต่ละอนุพันธ์ที่ความยาวคลื่นและใช้ค่า corresponding divisor factor เพื่อคำนวณหาค่าความเข้มข้น ดังนี้

$$296 \text{ nm } \beta\text{-Tocopherol} = 0.0089$$

$$298 \text{ nm } \gamma\text{-Tocopherol} = 0.0091$$

$$298 \text{ nm } \delta\text{-Tocopherol} = 0.0087$$

## (2.1.3) Mixed tocopherol standards working solution

ผสม stock solutions ของสารละลายมาตรฐานโทโคเฟอรอลอนุพันธ์ต่างๆ ในปริมาณที่เหมาะสม เพื่อเตรียมเป็น Mixed tocopherol standards working solution แล้วทำการเจือจางด้วยเฮกเซนให้สารละลายมาตรฐานผสมมีความเข้มข้นของโทโคเฟอรอลอนุพันธ์ต่างๆ ระหว่าง 1-5  $\mu\text{g}/\text{mL}$



ภาคผนวก ข

การคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved

## ภาคผนวก ข-1

## ปริมาณของวิตามินอีในตัวอย่างวิเคราะห์

## (1) ปริมาณของแอลฟา-โทโคเฟอรอล ในตัวอย่างวิเคราะห์หน่วยเป็น ug/g

การคำนวณปริมาณของแอลฟา-โทโคเฟอรอล ในตัวอย่างวิเคราะห์ หน่วยเป็น ug/g อ้างอิงวิธีการวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน AOCS (Method Ce 8-89) (AOCS, 1997)

$$\frac{C \times a \times D \times 25}{A \times m}$$

โดยที่ C = ความเข้มข้นของสารมาตรฐานแอลฟา-โทโคเฟอรอล (ug/mL)

A = ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใต้กราฟของสารมาตรฐานแอลฟา-โทโคเฟอรอล

a = ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใต้กราฟของแอลฟา-โทโคเฟอรอลในตัวอย่างวิเคราะห์

m = น้ำหนักของตัวอย่าง (ดิสทิลเลตเริ่มต้น หรือ ผลิตภัณฑ์วิตามินอีที่สกัดได้) ที่ใช้ในการวิเคราะห์

D = Dilution factor เช่น test solution ที่เตรียมจากอัตราส่วน 1:10 ของ test portion solution กรณีนี้ค่า dilution factor เท่ากับ 10 เป็นต้น

## (2) ปริมาณของ เบตา-, แกมมา- และเดลตา-โทโคเฟอรอลในตัวอย่าง

คำนวณเหมือนปริมาณของแอลฟา-โทโคเฟอรอล ในตัวอย่างโดยใช้ข้อมูลจากโครมาโทกราฟฟีที่มีความสัมพันธ์กับสารมาตรฐานโทโคเฟอรอล ซึ่งวิธีนี้อ้างอิงวิธีการวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน AOCS (Method Ce 8-89) (AOCS, 1997)

## (3) ปริมาณของโทโคไตรอีนอลในตัวอย่าง

สามารถคำนวณได้โดยใช้ค่า C และ A ที่มีความสัมพันธ์กับโทโคเฟอรอล วิธีนี้อ้างอิงวิธีการวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน AOCS (Method Ce 8-89) (AOCS, 1997)

## ภาคผนวก ข-2

## ค่าผลผลิต (%)

สามารถคำนวณได้โดยวิธีที่อ้างอิง จาก Kim (2005)

$$\text{ค่าผลผลิต (\%)} = \left[ \frac{\text{น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ที่ได้ (g)}}{\text{น้ำหนักของดิสทิลเลตเริ่มต้น (g)}} \right] \times 100$$

**ภาคผนวก ข-3****ค่าการตกผลึก (%)**

สามารถคำนวณได้โดยวิธีที่อ้างอิง จาก Kim (2005)

$$\text{ค่าการตกผลึก (\%)} = 100 - \text{ค่าผลผลิต (\%)}$$

(ค่าการตกผลึก (%) ที่สภาวะการสกัดใดๆ = 100 - ค่าผลผลิต (%) ที่สภาวะการสกัดนั้นๆ)

**ภาคผนวก ข-4****relative recovery (%)**

สามารถคำนวณได้โดยวิธีที่อ้างอิง จาก Kim (2005)

$$\text{relative recovery (\%)} = \frac{[\text{ความเข้มข้นของวิตามินอีในผลิตภัณฑ์ที่ได้ (mg/kg)} \times \text{น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ที่ได้ (g)}]}{[\text{ความเข้มข้นของวิตามินอีในคิสทิลเลตเริ่มต้น (mg/kg)} \times \text{น้ำหนักของคิสทิลเลตเริ่มต้น (g)}]} \times 100$$

**ภาคผนวก ข-5****ความสามารถในการจับอนุมูลอิสระ DPPH radical**

ความสามารถในการจับอนุมูลอิสระ DPPH radical สามารถคำนวณโดยวิธีที่อ้างอิง จาก Kim (2005)

$$\text{DPPH scavenging effect (\%)} = \left[ \frac{(A_0 - A_1)}{A_0} \right] \times 100$$

$A_0$  = ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 nm ของปฏิกิริยาควบคุม (สารละลาย blank ที่ไม่มีการเติมวิตามินอี)

$A_1$  = ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 nm ของสารละลายตัวอย่างที่มีการเติมวิตามินอี

**ภาคผนวก ข-6****การยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดลิโนเลอิก (%)**

การยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดลิโนเลอิก (%) สามารถคำนวณโดยวิธีที่อ้างอิง จาก Kim (2005)

$$\% \text{ inhibition} = 100 - \left[ \frac{A_1}{A_0} \right] \times 100$$



$A_0$  = ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 500 nm ของปฏิกิริยาควบคุม (สารละลาย blank ที่ไม่มีการเติมวิตามินอี)

$A_1$  = ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 500 nm ของสารละลายตัวอย่างที่มีการเติมวิตามินอี



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved



ภาคผนวก ค

ตารางผลการทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved

ตารางที่ ค-1 ความเข้มข้นของวิตามินอีในพันธุ์ต่างๆ ในสิ่งทดลองต่างๆ

สิ่งทดลอง	สัดส่วนเมล็ด: เฮกเซน	อุณหภูมิ	อัตราการกิน	ความเข้มข้นของวิตามินอีในพันธุ์ต่างๆ (mg/kg)					
				เมล็ดฟัก-โทโตฟอรอด	เมล็ดฟัก-โทโตโครซิเนล	เมล็ดฟัก-โทโตฟอรอด	เมล็ดฟัก-โทโตฟอรอด	เมล็ดฟัก-โทโตฟอรอด	เมล็ดฟัก-โทโตโครซิเนล
1	1:1	-10	250	3109.173±396.7097	692.7761±132.1366	156.0851±20.8538	2444.1593±358.9432	9572.8590±1437.1485	
2	1:2	-10	250	3129.4967±217.5942	711.0320±91.5024	154.9117±11.4198	2408.0515±117.8713	9417.7135±463.2600	
3	1:3	-10	250	2786.2388±438.3354	637.3323±120.6042	138.7546±27.0885	2112.5054±343.0410	8217.8557±1388.9149	
4	1:4	-10	250	2881.9035±302.9091	652.9596±108.0209	148.0666±13.1612	1995.9909±523.2503	7974.8494±1846.2143	
5	1:1	-10	500	2993.1622±210.0018	704.1096±46.4232	154.7523±14.5645	2306.6412±354.7902	9049.5860±1381.7376	
6	1:2	-10	500	3219.1798±269.3961	753.1292±74.5184	158.3136±15.5374	2270.5997±552.0163	9026.9977±1911.2499	
7	1:3	-10	500	2947.3665±506.2977	678.7559±153.7866	145.1429±30.4340	2048.4370±886.8046	8129.7228±3294.9021	
8	1:4	-10	500	2843.7406±338.2737	622.0273±145.4710	149.2804±22.6552	2039.5954±653.3635	8079.5219±2356.8243	
9	1:1	-15	250	3017.2499±703.4561	691.1825±178.7900	155.0814±35.7480	2101.8319±807.5126	8327.0219±2958.2644	
10	1:2	-15	250	3107.8564±434.6470	711.6993±120.4909	155.7468±19.9435	2330.0908±180.7051	9121.0054±728.8069	
11	1:3	-15	250	3206.8098±147.5861	724.5110±88.7323	156.6167±11.0571	2342.6882±269.9331	9194.2255±1024.1022	
12	1:4	-15	250	3016.9701±224.9122	685.1144±105.7493	148.1227±15.4271	2094.5379±493.3212	8171.6832±1897.0025	
13	1:1	-15	500	2396.7790±274.2618	509.2268±33.6591	135.0228±22.5198	1707.2181±632.7663	6732.7085±2300.2792	
14	1:2	-15	500	3094.5417±515.1705	719.0146±134.9217	152.3979±30.0398	2144.6099±753.8378	8400.7176±2907.6549	
15	1:3	-15	500	2949.3549±237.0220	641.4231±26.2448	146.0695±15.0631	2258.0179±354.6368	8820.8074±1379.6242	
16	1:4	-15	500	2498.3586±438.4941	549.9923±83.8316	132.4129±22.7184	1733.2376±618.1522	6807.4653±2311.7526	

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

**ตารางที่ ค-1 ความเข้มข้นของวิตามินอีในพันธุ์ต่างๆ ในสิ่งทดลองต่างๆ (ต่อ)**

สิ่งทดลอง	สัดส่วนเมล็ด: เสกชน	อุณหภูมิ	อัตรา การกวน	ความเข้มข้นของวิตามินอีในพันธุ์ต่างๆ (mg/kg)					
				เคลตา-โทโคเฟอร์รอล	เคลตา-โทโคไตรนอล	โทโคเฟอร์รอลรวม	โทโคไตรนอลรวม	วิตามินอีรวม	
1	1:1	-10	250	228.0176±15.7341	713.5293±40.9847	5937.4356±783.5976	10979.1645±1609.1288	16916.6001±2389.5756	
2	1:2	-10	250	216.5899±10.4011	688.1474±22.3951	5909.0498±345.0302	10816.893±570.9964	16725.9428±914.6045	
3	1:3	-10	250	201.4729±25.1499	630.5842±78.9300	5238.9718±831.6571	9485.7723±1587.0800	14724.7441±2417.1824	
4	1:4	-10	250	212.7957±8.3365	659.3395±32.9959	5238.7567±835.6745	9287.1486±1986.4488	14525.9053±2822.1069	
5	1:1	-10	500	215.8277±13.5499	678.8406±39.4640	5670.6834±588.0508	10432.5362±1464.8664	16102.9196±2050.1348	
6	1:2	-10	500	224.8758±11.9445	700.9819±41.0088	5872.9689±817.5871	10481.1088±2009.0550	16354.0777±2822.9486	
7	1:3	-10	500	207.2840±27.0622	643.8482±92.0072	5348.2303±1445.2492	9452.3270±3539.4618	14800.5573±4984.0923	
8	1:4	-10	500	215.3655±23.7044	668.9785±78.5851	5247.9819±1034.7970	9370.5278±2578.8149	14618.5096±3611.5015	
9	1:1	-15	250	224.5508±39.9698	695.6805±130.8886	5498.7140±1586.5073	9713.8850±3267.8501	15212.5990±4852.7503	
10	1:2	-15	250	219.0463±28.2238	688.1625±90.4905	5812.7403±655.9870	10520.8672±922.0571	16333.6076±1577.1937	
11	1:3	-15	250	219.9939±11.2879	692.7010±32.8501	5926.1086±419.0133	10611.4375±1109.2656	16537.5461±1527.4545	
12	1:4	-15	250	213.5329±13.8784	668.3075±48.1022	5473.1636±699.3657	9525.1051±2003.7867	14998.2686±2696.2341	
13	1:1	-15	500	204.1122±20.8684	627.4044±73.2494	4443.1321±923.8812	7869.3396±2398.4590	12312.4716±3310.2876	
14	1:2	-15	500	220.2174±30.0514	689.6186±96.3749	5611.7669±1327.4261	9809.3508±3136.6128	15421.1176±4463.8186	
15	1:3	-15	500	206.2141±21.1345	648.2949±69.6006	5559.6564±626.5347	10110.5254±1472.1581	15670.1818±2098.2739	
16	1:4	-15	500	197.7667±23.3678	614.2279±80.2147	4561.7756±1092.2280	7971.6854±2474.6914	12533.4611±3563.1669	

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ ค-2 ความเข้มข้นของวิตามินอีอนุพันธ์ต่างๆ ในวิตามินอีรวมในสิ่งทดลองต่างๆ

สิ่งทดลอง	อัตราส่วน :เฮกเซน	อุณหภูมิ	อัตรา การกวน	ความเข้มข้นของวิตามินอีอนุพันธ์ต่างๆ (%)		
				แอลฟา- โทโคเฟอรอล	แอลฟา- โทโคไตรอีนอล	เบตา- โทโคเฟอรอล
1	1:1	-10	250	18.4±0.5	4.1±0.2	0.9±0.0
2	1:2	-10	250	18.7±0.4	4.2±0.3	0.9±0.0
3	1:3	-10	250	18.9±0.4	4.3±0.1	0.9±0.0
4	1:4	-10	250	20.1±1.9	4.5±0.2	1.0±0.1
5	1:1	-10	500	18.7±1.2	4.4±0.3	1.0±0.0
6	1:2	-10	500	19.9±2.3	4.7±0.5	1.0±0.1
7	1:3	-10	500	20.9±4.5	4.7±0.7	1.0±0.2
8	1:4	-10	500	19.9±3.0	4.3±0.1	1.0±0.1
9	1:1	-15	250	20.2±1.7	4.6±0.3	1.0±0.1
10	1:2	-15	250	19.0±0.9	4.3±0.4	1.0±0.0
11	1:3	-15	250	19.4±1.1	4.4±0.4	0.9±0.0
12	1:4	-15	250	20.4±2.6	4.6±0.7	0.1±0.1
13	1:1	-15	500	20.1±3.7	4.3±1.0	1.1±0.1
14	1:2	-15	500	20.7±3.2	4.8±0.6	1.0±0.1
15	1:3	-15	500	18.9±1.1	4.1±0.4	0.9±0.0
16	1:4	-15	500	20.5±3.1	4.5±0.7	1.1±0.1

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ ค-2 ความเข้มข้นของวิตามินอีอนุพันธ์ต่างๆ ในวิตามินอีรวมในสิ่งทดลองต่างๆ (ต่อ)

สิ่งทดลอง	คิสทิลเลต :เฮกเซน	อุณหภูมิ	อัตราการกวน	ความเข้มข้นของวิตามินอีอนุพันธ์ต่างๆ (%)		
				แกมมา-โทโคเฟอรอล	แกมมา-โทโคไตรอินอล	เดลตา-โทโคเฟอรอล
1	1:1	-10	250	14.4±0.2	56.5±0.6	1.4±0.1
2	1:2	-10	250	14.4±0.2	56.3±0.5	1.3±0.0
3	1:3	-10	250	14.3±0.0	55.8±0.5	1.4±0.1
4	1:4	-10	250	13.6±1.0	54.6±2.0	1.5±0.2
5	1:1	-10	500	14.3±0.4	56.1±1.6	1.3±0.1
6	1:2	-10	500	13.8±1.2	54.9±2.5	1.4±0.2
7	1:3	-10	500	13.4±1.8	53.8±5.0	1.5±0.4
8	1:4	-10	500	13.8±1.2	54.8±2.9	1.5±0.2
9	1:1	-15	250	13.6±1.0	54.3±1.9	1.5±0.2
10	1:2	-15	250	14.3±0.3	55.9±1.0	1.3±0.1
11	1:3	-15	250	14.1±0.4	55.5±1.1	1.3±0.1
12	1:4	-15	250	13.9±0.9	54.2±3.0	1.4±0.2
13	1:1	-15	500	13.6±1.6	53.9±4.5	1.7±0.3
14	1:2	-15	500	13.7±1.1	53.7±4.0	1.5±0.3
15	1:3	-15	500	14.4±0.4	56.2±1.4	1.3±0.1
16	1:4	-15	500	13.6±1.3	53.6±3.9	1.6±0.3

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ ค-2 ความเข้มข้นของวิตามินอีอนุพันธ์ต่างๆ ในวิตามินอีรวมในสิ่งทดลองต่างๆ (ต่อ)

สิ่งทดลอง	คิสทิลเลต :เฮกเซน	อุณหภูมิ	อัตราการกวน	ความเข้มข้นของวิตามินอีอนุพันธ์ต่างๆ (%)		
				เตลตา-โทโคไตรีนอล	โทโคเฟอร์รอลรวม	โทโคไตรีนอลรวม
1	1:1	-10	250	4.2±0.3	35.1±0.4	64.9±0.5
2	1:2	-10	250	4.1±0.1	35.3±0.2	64.7±0.2
3	1:3	-10	250	4.3±0.2	35.6±0.3	64.4±0.4
4	1:4	-10	250	4.6±0.6	35.2±1.0	63.8±1.2
5	1:1	-10	500	4.2±0.3	35.3±0.8	64.7±1.0
6	1:2	-10	500	4.4±0.6	36.1±1.2	63.9±1.4
7	1:3	-10	500	4.6±1.1	36.8±2.6	63.2±3.2
8	1:4	-10	500	4.7±0.7	36.2±1.7	63.8±2.1
9	1:1	-15	250	4.7±0.6	36.4±0.9	63.6±1.1
10	1:2	-15	250	4.2±0.2	35.6±0.5	64.4±0.6
11	1:3	-15	250	4.2±0.2	35.9±0.6	64.1±0.8
12	1:4	-15	250	4.5±0.5	36.7±1.6	63.3±2.0
13	1:1	-15	500	5.3±0.9	36.5±2.1	63.5±2.6
14	1:2	-15	500	4.6±0.9	36.9±2.0	63.1±2.5
15	1:3	-15	500	4.1±0.2	35.6±0.7	64.4±0.8
16	1:4	-15	500	5.1±1.0	36.8±1.8	63.2±2.2

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ ค-3 ผลผลิตของการสกัดวิตามินอีในสิ่งทดลองต่างๆ

สิ่งทดลอง	คิสทิลเลต:เฮกเซน	อุณหภูมิ	อัตราการกวน	ผลผลิต (%)
1	1:1	-10	250	43.5 <sup>c</sup> ±0.3
2	1:2	-10	250	77.1 <sup>g</sup> ±0.1
3	1:3	-10	250	69.2 <sup>d</sup> ±0.1
4	1:4	-10	250	74.6 <sup>f</sup> ±0.5
5	1:1	-10	500	32.1 <sup>b</sup> ±0.1
6	1:2	-10	500	78.1 <sup>gh</sup> ±0.1
7	1:3	-10	500	90.5 <sup>l</sup> ±0.2
8	1:4	-10	500	99.7 <sup>m</sup> ±0.2
9	1:1	-15	250	43.6 <sup>c</sup> ±0.9
10	1:2	-15	250	73.1 <sup>e</sup> ±0.3
11	1:3	-15	250	84.1 <sup>j</sup> ±0.1
12	1:4	-15	250	78.5 <sup>hi</sup> ±0.2
13	1:1	-15	500	19.8 <sup>a</sup> ±2.0
14	1:2	-15	500	73.2 <sup>e</sup> ±0.2
15	1:3	-15	500	79.5 <sup>i</sup> ±0.1
16	1:4	-15	500	85.5 <sup>k</sup> ±0.1

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่าง  
กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )



ตารางที่ ค-4 การตกผลึกของการสกัดวิตามินอีในสิ่งทดลองต่างๆ

สิ่งทดลอง	คิสทิลเลต:เฮกเซน	อุณหภูมิ	อัตราการกวน	การตกผลึก (%)
1	1:1	-10	250	56.5 <sup>k</sup> ±0.3
2	1:2	-10	250	22.9 <sup>g</sup> ±0.1
3	1:3	-10	250	30.8 <sup>j</sup> ±0.1
4	1:4	-10	250	25.4 <sup>h</sup> ±0.2
5	1:1	-10	500	67.9 <sup>l</sup> ±0.1
6	1:2	-10	500	21.9 <sup>fg</sup> ±0.1
7	1:3	-10	500	9.5 <sup>b</sup> ±0.2
8	1:4	-10	500	0.3 <sup>a</sup> ±0.2
9	1:1	-15	250	56.4 <sup>k</sup> ±1.0
10	1:2	-15	250	26.9 <sup>i</sup> ±0.3
11	1:3	-15	250	15.9 <sup>d</sup> ±0.1
12	1:4	-15	250	21.5 <sup>ef</sup> ±0.2
13	1:1	-15	500	80.2 <sup>m</sup> ±2.1
14	1:2	-15	500	26.8 <sup>i</sup> ±0.2
15	1:3	-15	500	20.4 <sup>c</sup> ±0.1
16	1:4	-15	500	14.5 <sup>c</sup> ±0.1

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ๕ ค่า relative recovery ของวิตามินอีอนุพันธ์ต่างๆ

สิ่งทดลอง	สัดส่วนเมล็ด: เฮกเซน	อุณหภูมิ	อัตรา การกวน	Relative recovery (%) ของวิตามินอีอนุพันธ์ต่างๆ				
				แอลฟา- โทโคเฟอรอล	แอลฟา- โทโคไตรอีนอล	เบตา- โทโคเฟอรอล	แกมมา- โทโคเฟอรอล	แกมมา- โทโคไตรอีนอล
1	1:1	-10	250	32.9 <sup>b</sup> ±0.4	30 <sup>b</sup> ±0.7	33.7 <sup>b</sup> ±1.2	32.7 <sup>bc</sup> ±1.9	32.4 <sup>b</sup> ±1.7
2	1:2	-10	250	58.1 <sup>de</sup> ±5.5	54.8 <sup>cd</sup> ±1.1	58.3 <sup>cd</sup> ±8.1	57.5 <sup>defg</sup> ±8.5	57.0 <sup>de</sup> ±7.9
3	1:3	-10	250	48.8 <sup>c</sup> ±0.5	46.7 <sup>c</sup> ±1.5	48.9 <sup>c</sup> ±4.9	47.3 <sup>cd</sup> ±1.7	46.5 <sup>c</sup> ±2.2
4	1:4	-10	250	56.5 <sup>d</sup> ±0.8	52.6 <sup>cd</sup> ±2.5	60.7 <sup>de</sup> ±5.0	45.9 <sup>cd</sup> ±7.5	47.1 <sup>c</sup> ±5.1
5	1:1	-10	500	27.9 <sup>b</sup> ±1.0	27.9 <sup>b</sup> ±1.0	29.9 <sup>b</sup> ±1.2	28.9 <sup>ab</sup> ±0.7	28.7 <sup>ab</sup> ±0.5
6	1:2	-10	500	75.6 <sup>gh</sup> ±1.7	76 <sup>gh</sup> ±2.8	74.2 <sup>fg</sup> ±3.6	64.2 <sup>efg</sup> ±16.6	65.6 <sup>e</sup> ±14.0
7	1:3	-10	500	81.2 <sup>±7.0</sup>	82.0 <sup>h</sup> ±8.4	84.1 <sup>gh</sup> ±4.0	82.4 <sup>h</sup> ±8.9	81.9 <sup>fg</sup> ±9.2
8	1:4	-10	500	81.8 <sup>±4.7</sup>	81.1 <sup>h</sup> ±6.0	89.7 <sup>h</sup> ±7.6	83.2 <sup>h</sup> ±11.4	82.4 <sup>g</sup> ±11.6
9	1:1	-15	250	32.9 <sup>b</sup> ±2.2	31.5 <sup>b</sup> ±1.7	34.8 <sup>b</sup> ±2.9	26.6 <sup>ab</sup> ±5.1	27.1 <sup>ab</sup> ±3.5
10	1:2	-15	250	58.7 <sup>de</sup> ±5.2	55.9 <sup>de</sup> ±1.3	61.9 <sup>de</sup> ±8.8	58.9 <sup>defg</sup> ±4.5	58.3 <sup>de</sup> ±4.2
11	1:3	-15	250	77.0 <sup>hi</sup> ±2.6	77.6 <sup>gh</sup> ±1.7	75.9 <sup>fg</sup> ±7.6	72.3 <sup>gh</sup> ±10.7	72.2 <sup>efg</sup> ±10.0
12	1:4	-15	250	63.3 <sup>def</sup> ±3.2	59.5 <sup>de</sup> ±9.1	62.4 <sup>de</sup> ±2.5	50.9 <sup>def</sup> ±5.3	50.4 <sup>cd</sup> ±4.8
13	1:1	-15	500	14.1 <sup>a</sup> ±1.9	12.5 <sup>a</sup> ±1.5	16.7 <sup>a</sup> ±1.2	14.4 <sup>a</sup> ±0.7	14.2 <sup>a</sup> ±0.8
14	1:2	-15	500	69.2 <sup>fg</sup> ±2.3	69.2 <sup>fg</sup> ±3.8	71.1 <sup>ef</sup> ±0.9	67.5 <sup>fg</sup> ±1.5	66.9 <sup>def</sup> ±1.8
15	1:3	-15	500	68.5 <sup>fg</sup> ±0.6	62.1 <sup>ef</sup> ±0.9	70.4 <sup>ef</sup> ±1.5	70.0 <sup>gh</sup> ±1.9	69.3 <sup>efg</sup> ±2.2
16	1:4	-15	500	65.0 <sup>ef</sup> ±6.6	60.9 <sup>def</sup> ±1.8	71.1 <sup>ef</sup> ±3.6	63.8 <sup>efg</sup> ±4.7	63.0 <sup>de</sup> ±4.9

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ตารางที่ ก-5 ค่า relative recovery ของวิตามินอีอนุพันธ์ต่าง ๆ (ต่อ)

สิ่งทดลอง	สัดส่วนเมล็ด: เฮกเซน	อุณหภูมิ	อัตรา การกวน	Relative recovery (%) ของวิตามินอีอนุพันธ์ต่าง ๆ				วิตามินอีรวม
				เดลดตา-โทโคเฟอรอล	เดลดตา-โทโคไตรอีนอล	โทโคเฟอรอลรวม	โทโคไตรอีนอลรวม	
1	1:1	-10	250	37.8 <sup>b</sup> ±0.6	37.4 <sup>b</sup> ±2.1	33.0 <sup>b</sup> ±1.1	32.5 <sup>b</sup> ±1.6	32.7 <sup>b</sup> ±1.4
2	1:2	-10	250	60.6 <sup>cd</sup> ±8.4	61.6 <sup>d</sup> ±9.0	57.9 <sup>cd</sup> ±6.9	57.2 <sup>cd</sup> ±7.5	42.6 <sup>cd</sup> ±7.3
3	1:3	-10	250	54.0 <sup>c</sup> ±0.0	53.5 <sup>c</sup> ±0.1	48.3 <sup>c</sup> ±1.1	46.9 <sup>c</sup> ±2.0	47.4 <sup>c</sup> ±1.7
4	1:4	-10	250	65.3 <sup>de</sup> ±2.1	63.6 <sup>def</sup> ±2.1	52.5 <sup>c</sup> ±3.7	48.5 <sup>c</sup> ±4.7	49.9 <sup>c</sup> ±4.4
5	1:1	-10	500	30.1 <sup>b</sup> ±0.8	29.9 <sup>b</sup> ±0.5	28.4 <sup>b</sup> ±0.9	28.7 <sup>b</sup> ±0.5	28.6 <sup>b</sup> ±0.7
6	1:2	-10	500	79.0 <sup>gh</sup> ±1.4	77.9 <sup>hi</sup> ±0.7	71.0 <sup>±</sup> 7.8	67.0 <sup>ef</sup> ±12.4	68.4 <sup>ef</sup> ±10.8
7	1:3	-10	500	84.3 <sup>hi</sup> ±3.8	83.4 <sup>ij</sup> ±4.4	81.9 <sup>g</sup> 7.6	82.0 <sup>g</sup> ±8.8	81.9 <sup>g</sup> ±8.4
8	1:4	-10	500	92.6 <sup>±</sup> 6.9	91.4 <sup>±</sup> 7.6	83.0 <sup>g</sup> ±7.6	82.8 <sup>g</sup> ±11.0	82.9 <sup>g</sup> ±9.8
9	1:1	-15	250	38.0 <sup>b</sup> ±0.9	37.1 <sup>b</sup> ±1.0	30.5 <sup>b</sup> ±3.4	28.0 <sup>b</sup> ±3.3	28.9 <sup>b</sup> ±3.3
10	1:2	-15	250	63.4 <sup>d</sup> ±8.2	62.8 <sup>de</sup> ±8.0	59.0 <sup>cd</sup> ±5.1	58.4 <sup>cd</sup> ±4.3	58.6 <sup>cd</sup> ±4.6
11	1:3	-15	250	78.3 <sup>gh</sup> ±5.4	78.3 <sup>hi</sup> ±4.6	75.1 <sup>g</sup> ±6.1	72.9 <sup>fg</sup> ±9.1	73.6 <sup>fg</sup> ±8.1
12	1:4	-15	250	67.3 <sup>def</sup> ±0.1	66.4 <sup>defg</sup> ±0.4	58.3 <sup>cd</sup> ±0.6	51.9 <sup>cd</sup> ±3.5	54.2 <sup>cd</sup> ±2.5
13	1:1	-15	500	17.9 <sup>a</sup> ±1.7	17.6 <sup>a</sup> ±1.6	14.5 <sup>a</sup> ±0.8	14.3 <sup>a</sup> ±0.5	14.3 <sup>a</sup> ±0.5
14	1:2	-15	500	72.8 <sup>efg</sup> ±0.1	72.3 <sup>efgh</sup> ±0.5	68.7 <sup>def</sup> ±1.8	67.3 <sup>ef</sup> ±1.8	67.8 <sup>ef</sup> ±1.8
15	1:3	-15	500	72.8 <sup>efg</sup> ±1.4	72.6 <sup>efgh</sup> ±1.6	69.3 <sup>ef</sup> ±1.0	69.0 <sup>efg</sup> ±1.9	69.1 <sup>ef</sup> ±1.6
16	1:4	-15	500	75.5 <sup>gh</sup> ±3.8	74.6 <sup>gh</sup> ±4.5	65.0 <sup>def</sup> ±5.7	63.5 <sup>def</sup> ±4.6	64.1 <sup>def</sup> ±5.0

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ค-6 ค่า DPPH scavenging effect ของวิตามินอีที่ความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้นของวิตามินอี (mg/kg)	DPPH scavenging effect (%)
1.25	84.9 <sup>a</sup> ±0.9
2.5	85.9 <sup>b</sup> ±0.3
5	94.5 <sup>c</sup> ±0.4
10	98.9 <sup>d</sup> ±0.1
20	98.8 <sup>d</sup> ±0.2
40	98.9 <sup>d</sup> ±0.1
60	98.3 <sup>d</sup> ±0.2
80	98.5 <sup>d</sup> ±0.1
100	98.6 <sup>d</sup> ±0.4
125	98.3 <sup>d</sup> ±0.5
150	98.2 <sup>d</sup> ±0.1
200	98.0 <sup>d</sup> ±0.4
300	98.1 <sup>d</sup> ±0.1
400	97.6 <sup>d</sup> ±0.2
500	97.7 <sup>d</sup> ±0.2
600	97.8 <sup>d</sup> ±0.9
700	97.3 <sup>d</sup> ±1.0

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวดิ่งที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่าง  
กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ค-7 ค่าความสามารถในการรีดิวส์ (ค่าการดูดกลืนแสงที่ 700 nm) ของวิตามินอีที่ความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้นของวิตามินอี (mg/kg)	ค่าความสามารถในการรีดิวส์ (ค่าการดูดกลืนแสงที่ 700 nm)
0	0.1158 <sup>a</sup> ±0.0012
1.25	0.1200 <sup>b</sup> ±0.0002
2.50	0.1214 <sup>c</sup> ±0.0004
5.00	0.1241 <sup>d</sup> ±0.0002
10.00	0.1277 <sup>c</sup> ±0.0006

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวดิ่งที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่าง  
กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ค-8 การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดคลิโนเลอิก (ค่าการดูดกลืนแสงที่ 500 nm) ที่  
ความเข้มข้นของวิตามินอีต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดคลิโนเลอิก (ค่าการดูดกลืนแสงที่ 500 nm)				
	0	1.25	2.5	5	10
0	0.1181±0.0014	0.1094±0.0005	0.1078±0.0001	0.1059±0.0008	0.1033±0.0009
1	0.9257±0.0912	0.1697±0.0091	0.0876±0.0049	0.0840±0.0017	0.0836±0.0015
2	1.0348±0.0036	0.1454±0.0004	0.1328±0.0070	0.1270±0.0070	0.1249±0.0087
3	1.5633±0.1026	0.1334±0.0084	0.1265±0.0101	0.1068±0.0042	0.1013±0.0032
4	1.7475±0.1534	0.2136±0.0303	0.2101±0.0051	0.1660±0.0084	0.1474±0.0051
5	1.5137±0.0143	0.3064±0.0509	0.2771±0.0056	0.2152±0.0012	0.2120±0.0021

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ ค-9 ความสัมพันธ์ของการยับยั้งการเกิดเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้นของวิตามินอีต่างๆ  
กับระยะเวลาการเก็บ

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	การยับยั้งการเกิดเปอร์ออกไซด์ (%) ที่ความเข้มข้นของวิตามินอีต่างๆ			
	1.25	2.5	5	10
0	7.4	8.7	10.3	12.5
1	81.7	90.5	90.9	90.9
2	85.9	87.2	87.7	87.9
3	91.5	91.9	93.2	93.5
4	87.8	88.0	91.0	92.0
5	79.8	81.7	85.8	86.0

**ตารางที่ ค-10 ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการรีดิวส์ (ค่าการดูดกลืนแสงที่ 700 nm)**

**และการยับยั้งการเกิดเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้นของวิตามินอีต่างๆ**

ความเข้มข้นของ วิตามินอี (mg/kg)	การยับยั้งการเกิด เปอร์ออกไซด์ (%)	ความสามารถในการรีดิวส์ (ค่าการดูดกลืนแสงที่ 700 nm)
1.25	87.8±1.1	0.1200 <sup>b</sup> ±0.0002
2.50	88.0±1.1	0.1214 <sup>c</sup> ±0.0004
5.00	91.0±1.2	0.1241 <sup>d</sup> ±0.0002
10.00	92.0±0.7	0.1277 <sup>c</sup> ±0.0006

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

**ตารางที่ ค-11 ปริมาณมาลอนอัลดีไฮด์ (ค่าการดูดกลืนแสงที่ 532 nm) ที่เกิดขึ้นเมื่อเติม  
วิตามินอีที่ความเข้มข้นต่างๆ**

ความเข้มข้นของวิตามินอี (mg/kg)	ปริมาณมาลอนอัลดีไฮด์ (ค่าการดูดกลืนแสงที่ 532 nm)
0.00	0.2640 <sup>a</sup> ±0.0170
1.25	0.1225 <sup>b</sup> ±0.0177
2.50	0.1120 <sup>b</sup> ±0.0156
5.00	0.1085 <sup>b</sup> ±0.0007
10.00	0.0985 <sup>b</sup> ±0.0035

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่าง  
กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ค-12 การจับอนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์ของสารต้านอนุมูลอิสระชนิดต่างๆ

สารต้านอนุมูลอิสระ	การจับอนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์ (%)
BHA	53.7 <sup>b</sup> ±0.7342
BHT	51.6 <sup>c</sup> ±1.0862
TBHQ	40.1 <sup>d</sup> ±1.5258
PG	40.1 <sup>d</sup> ±0.8802
α-tocopherol ของ Sigma aldrich	53.0 <sup>bc</sup> ±0.5485
วิตามินอีที่สกัดได้	58.5 <sup>a</sup> ±0.7034

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ค-13 การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดคลอโรเลอิก (ค่าการดูดกลืนแสงที่ 500 nm) ของสารต้านอนุมูลอิสระชนิดต่างๆ

สารต้านอนุมูลอิสระ	การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดคลอโรเลอิก (ค่าการดูดกลืนแสงที่ 500 nm)					
	0 วัน	1 วัน	2 วัน	3 วัน	4 วัน	5 วัน
control	0.1864 <sup>a</sup> ±0.0019	0.7721 <sup>a</sup> ±0.0114	1.6558 <sup>a</sup> ±0.0131	1.9863 <sup>a</sup> ±0.0007	2.2889 <sup>a</sup> ±0.0005	1.7794 <sup>a</sup> ±0.0171
BHA	0.1508 <sup>d</sup> ±0.0025	0.1212 <sup>d</sup> ±0.0049	0.1489 <sup>f</sup> ±0.0006	0.1032 <sup>f</sup> ±0.0044	0.1561 <sup>g</sup> ±0.0039	0.1200 <sup>f</sup> ±0.0028
BHT	0.1452 <sup>c</sup> ±0.0014	0.1047 <sup>c</sup> ±0.0005	0.2081 <sup>e</sup> ±0.0016	0.2164 <sup>e</sup> ±0.0018	0.4451 <sup>c</sup> ±0.0193	0.5549 <sup>d</sup> ±0.0257
TBHQ	0.1829 <sup>a</sup> ±0.0024	0.1377 <sup>c</sup> ±0.0080	0.3456 <sup>c</sup> ±0.0207	0.3854 <sup>f</sup> ±0.0084	0.8263 <sup>b</sup> ±0.0253	0.8794 <sup>b</sup> ±0.0015
PG	0.1761 <sup>b</sup> ±0.0033	0.3565 <sup>b</sup> ±0.0069	0.5452 <sup>b</sup> ±0.0204	0.5794 <sup>b</sup> ±0.0028	0.5882 <sup>d</sup> ±0.0026	0.5667 <sup>d</sup> ±0.0039
$\alpha$ -tocopherol ของ Sigma aldrich	0.1560 <sup>c</sup> ±0.0031	0.1421 <sup>c</sup> ±0.0021	0.2463 <sup>d</sup> ±0.0209	0.5238 <sup>c</sup> ±0.0246	0.6244 <sup>c</sup> ±0.0027	0.7362 <sup>c</sup> ±0.0063
วิตามินอีที่สกัดได้	0.1409 <sup>f</sup> ±0.0017	0.1383 <sup>c</sup> ±0.0031	0.1460 <sup>f</sup> ±0.0037	0.2332 <sup>c</sup> ±0.0023	0.2323 <sup>f</sup> ±0.0005	0.2363 <sup>c</sup> ±0.0001

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )



ตารางที่ ค-14 การยับยั้งการเกิดเปอร์ออกไซด์ของสารต้านอนุมูลอิสระชนิดต่างๆ

ระยะเวลา การเก็บ (วัน)	การยับยั้งการเกิดเปอร์ออกไซด์ (%) ของสารต้านอนุมูลอิสระชนิดต่างๆ					
	BHA	BHT	TBHQ	PG	$\alpha$ - tocopherol ของ Sigma aldrich	วิตามินอีที่ สกัดได้
0	19.1 <sup>bc</sup> ±2.0	22.1 <sup>ab</sup> ±1.4	1.8 <sup>c</sup> ±0.4	5.5 <sup>d</sup> ±2.1	16.3 <sup>c</sup> ±2.5	24.4 <sup>a</sup> ±1.4
1	84.3 <sup>b</sup> ±0.8	86.4 <sup>a</sup> ±0.2	82.2 <sup>c</sup> ±0.8	53.8 <sup>d</sup> ±1.3	81.6 <sup>c</sup> ±0.5	82.1 <sup>c</sup> ±0.5
2	91.0 <sup>a</sup> ±0.1	87.4 <sup>b</sup> ±0.2	79.1 <sup>d</sup> ±1.3	67.1 <sup>c</sup> ±1.0	85.1 <sup>c</sup> ±1.2	91.2 <sup>a</sup> ±0.3
3	94.8 <sup>a</sup> ±0.2	89.1 <sup>b</sup> ±8.9	80.6 <sup>c</sup> ±0.4	70.8 <sup>c</sup> ±0.1	73.6 <sup>d</sup> ±1.2	88.3 <sup>b</sup> ±0.1
4	93.2 <sup>a</sup> ±0.2	80.6 <sup>c</sup> ±0.8	63.9 <sup>f</sup> ±1.1	74.3 <sup>d</sup> ±0.1	72.7 <sup>c</sup> ±0.1	89.8 <sup>b</sup> ±0.0
5	93.3 <sup>a</sup> ±0.2	68.8 <sup>c</sup> ±1.2	50.6 <sup>e</sup> ±0.6	68.1 <sup>c</sup> ±0.5	58.6 <sup>d</sup> ±0.1	86.7 <sup>b</sup> ±0.1

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่าง  
กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ค-15 ปริมาณมาลอนัลดีไฮด์ (ค่าการดูดกลืนแสงที่ 532 nm) ที่เกิดขึ้นเมื่อเติมสารต้าน  
อนุมูลอิสระชนิดต่างๆ

สารต้านอนุมูลอิสระ	ปริมาณมาลอนัลดีไฮด์ (ค่าการดูดกลืนแสงที่ 532 nm)
control	0.2942 <sup>a</sup> ±0.0018
BHA	0.1118 <sup>f</sup> ±0.0011
BHT	0.1347 <sup>d</sup> ±0.0029
TBHQ	0.1631 <sup>b</sup> ±0.0016
PG	0.1448 <sup>c</sup> ±0.0011
$\alpha$ -tocopherol ของ Sigma aldrich	0.1270 <sup>e</sup> ±0.0026
วิตามินอีที่สกัดได้	0.1006 <sup>e</sup> ±0.0006

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวดิ่งที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่าง  
กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ค-16 ความเข้มข้นของวิตามินอีในพันธุ์ต่างๆ ที่อุณหภูมิ 95°C

เวลา (ชั่วโมง)	ความเข้มข้นของวิตามินอีในพันธุ์ต่างๆ (mg/kg)						
	แอลฟา-โทโคเฟอรอล	แอลฟา-โทโคไตรอีนอล	เบตา-โทโคเฟอรอล	แกมมา-โทโคเฟอรอล	แกมมา-โทโคไตรอีนอล	เดลตา-โทโคเฟอรอล	เดลตา-โทโคไตรอีนอล
0	246.6109 <sup>a</sup> ±5.0643	61.1850 <sup>a</sup> ±2.1678	7.7670 <sup>b</sup> ±0.7551	181.4262 <sup>ef</sup> ±2.5913	673.2294 <sup>c</sup> ±13.1865		
4	262.5181 <sup>b</sup> ±2.9190	67.2997 <sup>b</sup> ±1.9462	7.6171 <sup>ab</sup> ±0.5660	180.6164 <sup>ef</sup> ±1.4100	669.3894 <sup>c</sup> ±4.8615		
8	272.2463 <sup>de</sup> ±8.2135	70.7184 <sup>c</sup> ±1.3222	8.0695 <sup>bc</sup> ±0.4428	183.5326 <sup>f</sup> ±4.8317	680.7802 <sup>c</sup> ±17.4863		
12	268.4226 <sup>cd</sup> ±3.5612	68.9331 <sup>bc</sup> ±2.2907	7.9937 <sup>bc</sup> ±0.3767	175.7944 <sup>cd</sup> ±4.8135	649.1591 <sup>b</sup> ±16.4074		
24	273.5482 <sup>de</sup> ±4.8250	70.9211 <sup>c</sup> ±2.4758	8.9829 <sup>d</sup> ±0.3821	179.3106 <sup>de</sup> ±3.6182	670.2811 <sup>b</sup> ±7.9945		
48	272.7463 <sup>de</sup> ±3.2030	68.7379 <sup>bc</sup> ±1.1181	7.4365 <sup>ab</sup> ±0.5454	171.3784 <sup>ab</sup> ±1.9640	633.9586 <sup>b</sup> ±7.5315		
72	275.1325 <sup>c</sup> ±2.6236	68.8729 <sup>bc</sup> ±2.3993	8.4558 <sup>cd</sup> ±0.7820	172.6179 <sup>bc</sup> ±2.2632	637.6525 <sup>ab</sup> ±5.6284		
96	263.0592 <sup>bc</sup> ±4.2564	69.7629 <sup>bc</sup> ±1.7986	7.0539 <sup>a</sup> ±0.2784	167.6859 <sup>a</sup> ±1.8168	625.0534 <sup>a</sup> ±3.7313		

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ค-16 ความเข้มข้นของวิตามินอีในพืชต่างๆ ที่อุณหภูมิ 95°C (ต่อ)

เวลา (ชั่วโมง)	ความเข้มข้นของวิตามินอีในพืชต่างๆ (mg/kg)					
	เดลตา-โทโคเฟอรอล	เดลตา-โทโคไตรโนล	โทโคเฟอรอลรวม	โทโคไตรโนลรวม	วิตามินอีรวม	วิตามินอีรวม
0	12.2523 <sup>b</sup> ±0.2396	30.4306 <sup>cd</sup> ±0.5372	448.0563 <sup>a</sup> ±7.1049	764.8450 <sup>c</sup> ±12.5335	1212.9013 <sup>bc</sup> ±18.4681	
4	12.0194 <sup>b</sup> ±0.2288	29.6534 <sup>ab</sup> ±0.6169	462.7711 <sup>b</sup> ±3.9711	766.3425 <sup>c</sup> ±6.2310	1229.1136 <sup>cd</sup> ±8.9565	
8	12.2547 <sup>b</sup> ±0.2397	30.5666 <sup>cd</sup> ±0.9318	476.1030 <sup>c</sup> ±13.5222	782.0651 <sup>d</sup> ±19.4813	1258.1682 <sup>c</sup> ±2.5067	
12	12.1666 <sup>b</sup> ±0.2234	30.8553 <sup>d</sup> ±0.5003	464.3772 <sup>b</sup> ±8.5972	748.9475 <sup>b</sup> ±16.2068	1213.3247 <sup>bc</sup> ±23.9202	
24	12.2505 <sup>b</sup> ±0.2416	31.1941 <sup>d</sup> ±0.8689	474.0922 <sup>c</sup> ±8.1993	772.3963 <sup>cd</sup> ±10.2717	1246.4885 <sup>de</sup> ±18.0174	
48	12.1957 <sup>b</sup> ±0.2076	29.3759 <sup>ab</sup> ±0.4784	463.7568 <sup>b</sup> ±5.2804	732.0724 <sup>a</sup> ±7.4013	1195.8292 <sup>b</sup> ±11.7517	
72	12.2045 <sup>b</sup> ±0.2235	29.8446 <sup>bc</sup> ±0.3169	468.4106 <sup>bc</sup> ±4.3163	736.3699 <sup>ab</sup> ±7.7424	1204.7806 <sup>b</sup> ±10.6174	
96	11.2149 <sup>a</sup> ±0.2062	28.9548 <sup>a</sup> ±0.4587	449.0139 <sup>a</sup> ±5.3850	723.7711 <sup>a</sup> ±3.7408	1172.7849 <sup>a</sup> ±7.5857	

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

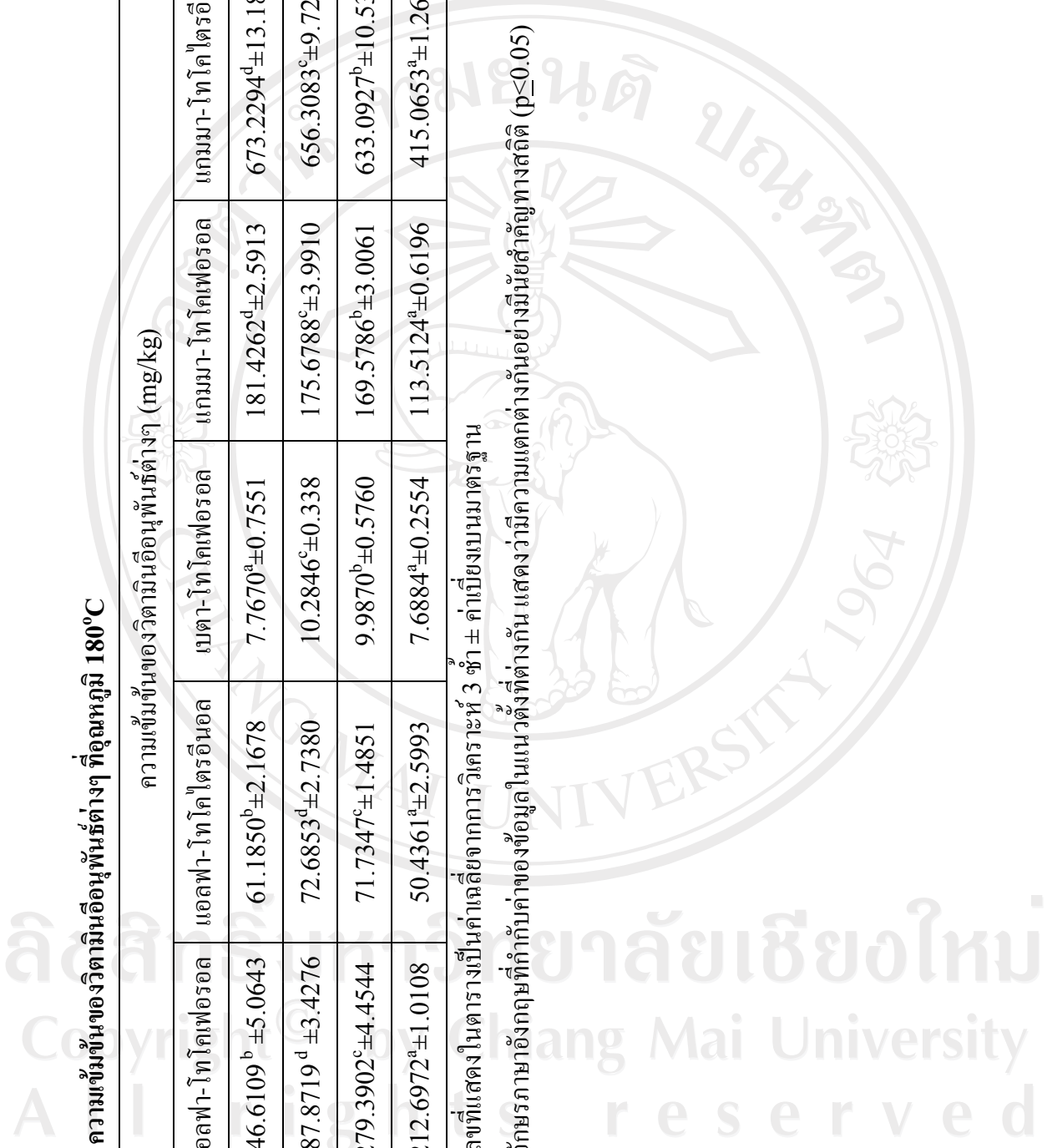
ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ ค-17 ความเข้มข้นของวิตามินอีของพืชพันธุ์ต่างๆ ที่อุณหภูมิ 180°C

เวลา (ชั่วโมง)	ความเข้มข้นของวิตามินอีของพืชพันธุ์ต่างๆ (mg/kg)					
	แอลฟา-โทโคเฟอรอล	แอลฟา-โทโคไตรอีนอล	เบตา-โทโคเฟอรอล	แกมมา-โทโคเฟอรอล	แกมมา-โทโคไตรอีนอล	
0	246.6109 <sup>b</sup> ±5.0643	61.1850 <sup>b</sup> ±2.1678	7.7670 <sup>a</sup> ±0.7551	181.4262 <sup>d</sup> ±2.5913	673.2294 <sup>d</sup> ±13.1865	
1	287.8719 <sup>d</sup> ±3.4276	72.6853 <sup>d</sup> ±2.7380	10.2846 <sup>c</sup> ±0.338	175.6788 <sup>c</sup> ±3.9910	656.3083 <sup>c</sup> ±9.7257	
3	279.3902 <sup>c</sup> ±4.4544	71.7347 <sup>c</sup> ±1.4851	9.9870 <sup>b</sup> ±0.5760	169.5786 <sup>b</sup> ±3.0061	633.0927 <sup>b</sup> ±10.5313	
6	212.6972 <sup>a</sup> ±1.0108	50.4361 <sup>a</sup> ±2.5993	7.6884 <sup>a</sup> ±0.2554	113.5124 <sup>a</sup> ±0.6196	415.0653 <sup>a</sup> ±1.2605	

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )



ตารางที่ ค-17 ความเข้มข้นของวิตามินอีในเนื้อพันธุ์ต่างๆ ที่อุณหภูมิ 180°C (ต่อ)

เวลา (ชั่วโมง)	ความเข้มข้นของวิตามินอีในเนื้อพันธุ์ต่างๆ (mg/kg)					
	เดลตา-โทโคเฟอรอล	เดลตา-โทโคไตรอีนอล	โทโคเฟอรอลรวม	โทโคไตรอีนอลรวม	โทโคไตรอีนอลรวม	วิตามินอีรวม
0	12.2523 <sup>c</sup> ±0.2396	30.4306 <sup>c</sup> ±0.5372	448.0563 <sup>b</sup> ±7.1050	764.8450 <sup>c</sup> ±12.5335	1212.9013 <sup>c</sup> ±18.4681	
1	12.3421 <sup>c</sup> ±0.4874	30.8377 <sup>c</sup> ±0.6051	486.1773 <sup>c</sup> ±6.9501	759.8313 <sup>c</sup> ±10.6280	1246.0086 <sup>d</sup> ±17.3244	
3	12.0264 <sup>b</sup> ±0.5945	30.1000 <sup>b</sup> ±0.3952	470.9821 <sup>b</sup> ±6.9056	734.9278 <sup>b</sup> ±11.8122	1205.9099 <sup>b</sup> ±18.3217	
6	9.9186 <sup>a</sup> ±0.2485	24.4758 <sup>a</sup> ±0.2329	343.8166 <sup>a</sup> ±1.6331	489.9772 <sup>a</sup> ±3.9936	833.7939 <sup>a</sup> ±4.0141	

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ 18 ความเข้มข้นของวิตามินอีในพันธุ์ต่างๆ ที่อุณหภูมิ 30°C

เวลา (วัน)	ความเข้มข้นของวิตามินอีในพันธุ์ต่างๆ (mg/kg)					
	แอตฟา- โทโคเฟอรอล	แอตฟา- โทโคไตรอีนอล	เบตา- โทโคเฟอรอล	แกมมา- โทโคเฟอรอล	แกมมา- โทโคไตรอีนอล	
0	1220.0986 <sup>a</sup> ±10.9679	320.3123 <sup>a</sup> ±3.3203	47.1462 <sup>a</sup> ±0.7767	874.9567 <sup>a</sup> ±6.6125	3280.5528 <sup>a</sup> ±25.7741	
15	916.3494 <sup>b</sup> ±5.7857	233.7320 <sup>b</sup> ±2.6183	36.2465 <sup>bc</sup> ±0.4097	672.1061 <sup>de</sup> ±1.2581	2516.9849 <sup>cd</sup> ±3.1613	
30	897.0389 <sup>bcd</sup> ±1.5743	231.7826 <sup>b</sup> ±1.7178	35.3606 <sup>bcd</sup> ±0.2672	669.7205 <sup>de</sup> ±1.0542	2509.3574 <sup>cd</sup> ±3.9206	
45	909.2479 <sup>bc</sup> ±4.1211	236.6090 <sup>b</sup> ±0.7498	32.7857 <sup>cdef</sup> ±0.5210	701.3910 <sup>bc</sup> ±2.5104	2601.8349 <sup>b</sup> ±11.6287	
60	870.7855 <sup>de</sup> ±3.5736	219.2241 <sup>c</sup> ±1.2146	33.3967 <sup>cde</sup> ±0.4541	683.3368 <sup>cd</sup> ±3.4236	2544.5124 <sup>bc</sup> ±4.7057	
75	908.2297 <sup>bc</sup> ±1.7164	228.0104 <sup>bc</sup> ±1.8138	31.5246 <sup>def</sup> ±0.1985	709.7387 <sup>b</sup> ±1.0337	2605.0557 <sup>b</sup> ±3.5047	
90	848.1180 <sup>e</sup> ±8.8071	217.8621 <sup>c</sup> ±2.1828	30.5373 <sup>ef</sup> ±0.3559	656.1227 <sup>c</sup> ±6.1172	2444.9502 <sup>d</sup> ±7.7900	
105	848.2049 <sup>cde</sup> ±4.2560	217.8844 <sup>bc</sup> ±1.0944	30.5392 <sup>b</sup> ±1.4735	656.1662 <sup>b</sup> ±1.9118	2445.1123 <sup>b</sup> ±4.3443	
120	848.2918 <sup>bcd</sup> ±3.6354	217.9068 <sup>bc</sup> ±0.9716	30.5410 <sup>b</sup> ±0.1932	656.2097 <sup>bc</sup> ±0.5817	2445.2744 <sup>b</sup> ±22.3115	

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

**ตารางที่ ก-18 ความเข้มข้นของโทโคเฟอรอลรวม โทโคไตรอีนอลรวม และวิตามินอีรวม ที่อุณหภูมิ 30°C (ต่อ)**

เวลา (วัน)	ความเข้มข้นของ โทโคเฟอรอลรวม โทโคไตรอีนอลรวม และวิตามินอีรวม (mg/kg)				
	เดลตา-โทโคเฟอรอล	เดลตา-โทโคไตรอีนอล	โทโคเฟอรอลรวม	โทโคไตรอีนอลรวม	วิตามินอีรวม
0	51.2402 <sup>a</sup> ±0.8314	137.4862 <sup>a</sup> ±1.1112	2193.4417 <sup>a</sup> ±18.8627	3738.3513 <sup>a</sup> ±29.2073	5931.7930 <sup>a</sup> ±47.8840
15	41.3103 <sup>b</sup> ±0.2817	107.6880 <sup>bc</sup> ±0.4671	1666.0123 <sup>bc</sup> ±7.5428	2858.4049 <sup>bc</sup> ±4.6280	4524.4173 <sup>b</sup> ±11.5498
30	41.8639 <sup>de</sup> ±0.1876	106.4765 <sup>ef</sup> ±0.2926	1643.9839 <sup>bc</sup> ±1.9372	2847.6165 <sup>cd</sup> ±4.1473	4491.6004 <sup>b</sup> ±8.0733
45	44.0567 <sup>c</sup> ±0.2378	110.6485 <sup>cd</sup> ±0.3743	1687.4813 <sup>bc</sup> ±6.9477	2949.0923 <sup>b</sup> ±12.8696	4636.5736 <sup>b</sup> ±19.8018
60	43.8532 <sup>cd</sup> ±0.1813	111.8194 <sup>bc</sup> ±0.4288	1631.3722 <sup>cd</sup> ±6.9603	2875.5559 <sup>bc</sup> ±5.65211	4506.9281 <sup>b</sup> ±6.0809
75	46.4756 <sup>b</sup> ±0.2575	112.1766 <sup>bc</sup> ±0.4899	1695.9686 <sup>b</sup> ±2.0440	2945.2427 <sup>b</sup> ±4.0844	4641.2113 <sup>b</sup> ±10.0400
90	44.5393 <sup>bc</sup> ±0.2627	103.9587 <sup>f</sup> ±0.2821	1579.3172 <sup>d</sup> ±15.2094	2766.7710 <sup>d</sup> ±8.8535	4346.0882 <sup>c</sup> ±14.8964
105	44.5410 <sup>bc</sup> ±0.2254	103.9627 <sup>bc</sup> ±0.4012	1579.4512 <sup>bc</sup> ±7.4561	2766.9594 <sup>b</sup> ±6.1043	4346.4106 <sup>b</sup> ±7.5761
120	44.5427 <sup>cd</sup> ±0.0638	103.9667 <sup>b</sup> ±0.4123	1579.5851 <sup>bc</sup> ±4.5096	2767.1478 <sup>bc</sup> ±24.6896	4346.7330 <sup>b</sup> ±39.8113

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )



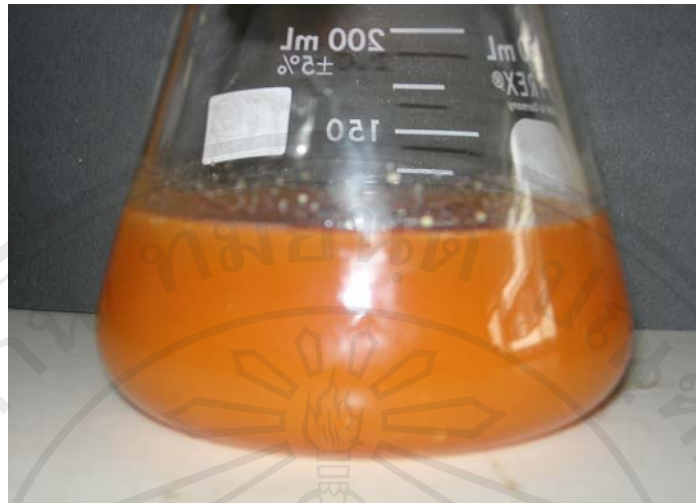
ภาคผนวก ง

รูปภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved

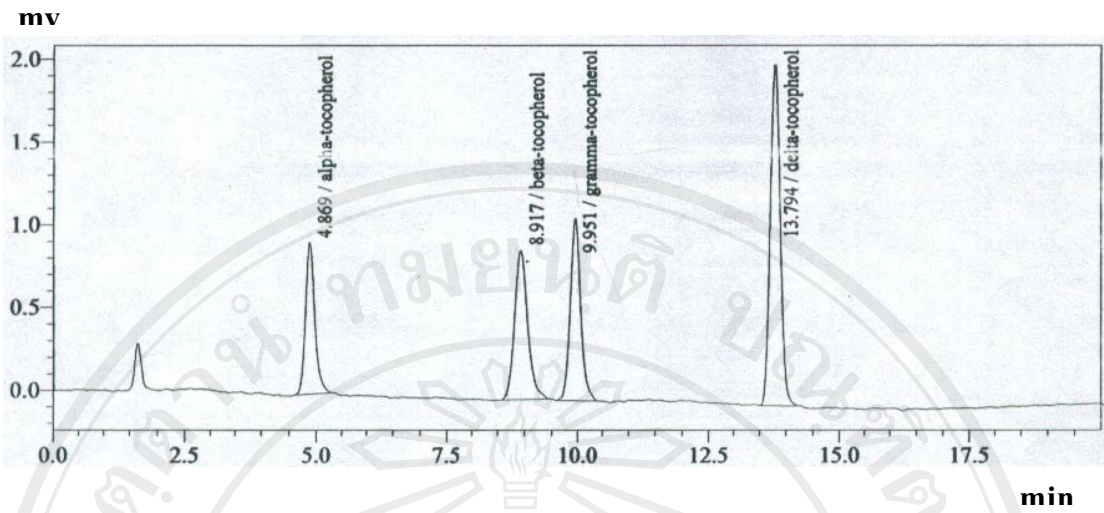




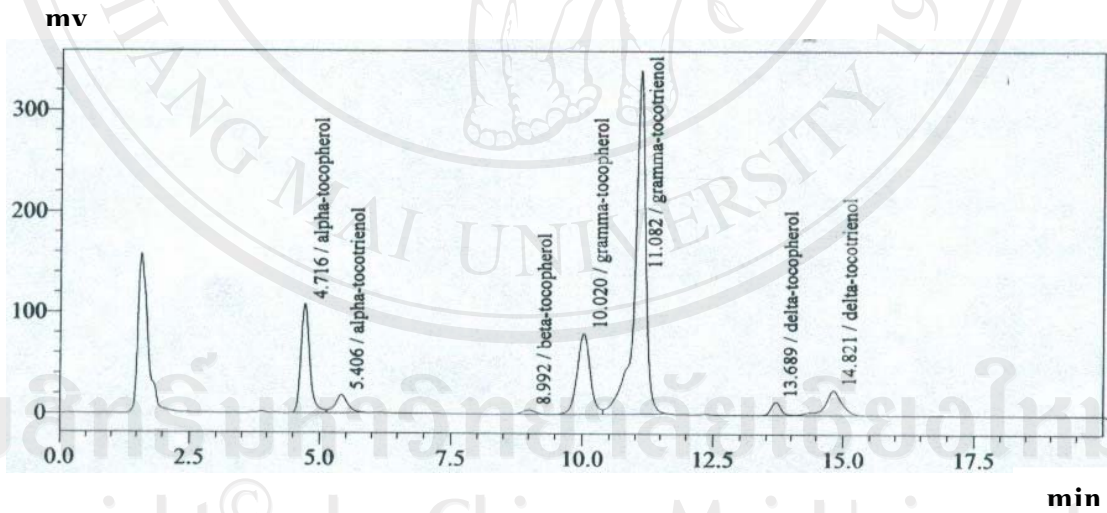
รูปที่ ง-1 คิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าว



รูปที่ ง-2 วิตามินอีที่สกัดจากคิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวโดยใช้เฮกเซนที่อุณหภูมิต่ำ



รูป ง-3 โครมาโทแกรมของสารมาตรฐาน แอลฟา-, เบตา-, แกมมา- และเดลตา-โทโคเฟอรอล



รูป ง-4 โครมาโทแกรมของวิตามินอีอนุพันธ์ต่างๆ ที่สกัดได้จากคิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าว

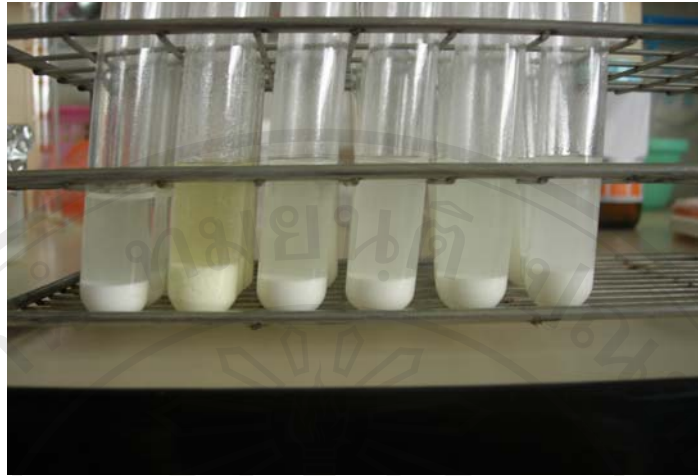
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright © by Chiang Mai University  
 All rights reserved



รูปที่ ๕-5 การลดลงของอนุมูลอิสระ DPPH ในการวิเคราะห์สมบัติการจับอนุมูลอิสระ DPPH ของวิตามินอีที่สกัดจากคิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวที่ความเข้มข้น 0, 1.25, 2.50, 5.00, 10.00 และ 700 mg/kg ตามลำดับ



รูปที่ ๕-6 การลดลงของปริมาณเปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้น ในการวิเคราะห์สมบัติการต้านการเกิดออกซิเดชัน โดยวิธีเฟอริกไทโอไซยานเนตในกรดคลิโนเลอิกของวิตามินอีที่สกัดจากคิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวที่ความเข้มข้น 0, 1.25, 2.50, 5.00 และ 10.00 mg/kg ตามลำดับ



รูปที่ ง-7 สารละลายตัวอย่างวิตามินอีผสมกับสารละลายกรดไตรคลอโรอะซิติก 20% และสารละลายกรดไทโอบาบิทวอลิก ในการวิเคราะห์สมบัติการยับยั้งการเกิด มาลอนัลดีไฮด์ โดยวิธีกรดไทโอบาบิทวอลิกในกรดลิโนเลอิก



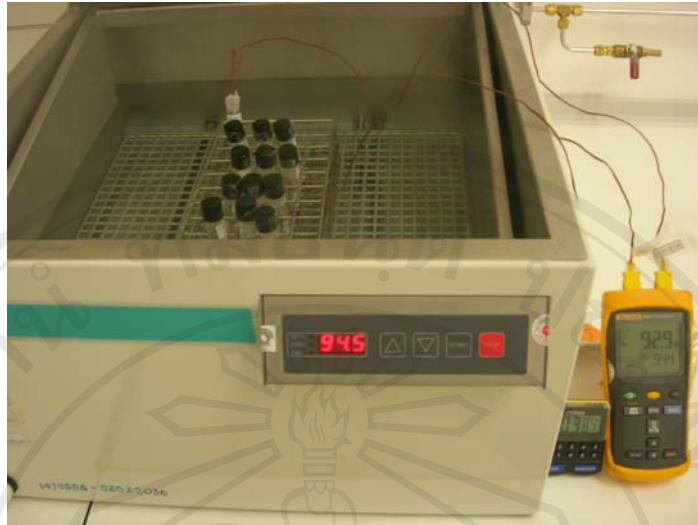
รูปที่ ง-8 การลดลงของมาลอนัลดีไฮด์ที่เกิดขึ้น ในการวิเคราะห์สมบัติการยับยั้งการเกิด มาลอนัลดีไฮด์ โดยวิธีกรดไทโอบาบิทวอลิกในกรดลิโนเลอิกของวิตามินอีที่สกัด จากคัสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวที่ความเข้มข้น 0, 1.25, 2.50, 5.00 และ 10.00 mg/kg ตามลำดับ



รูปที่ ง-9 ปริมาณของฟอร์มซาแซนที่เกิดขึ้นจาก NBT ในปฏิกิริยาที่มีอนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์ ในการวิเคราะห์สมบัติการจับอนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์ของ BHA, BHT, TBHQ, PG, แอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์ของ Sigma aldrich และวิตามินอีที่สกัดจากคิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าว ตามลำดับ



รูปที่ ง-10 ปริมาณเปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้น ในการวิเคราะห์สมบัติการต้านการเกิดออกซิเดชัน โดยวิธีเฟอริกไทโอไซยานเนตในกรดลิโนเลอิกของ BHA, BHT, TBHQ, PG, แอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์ของ Sigma Aldrich และวิตามินอีที่สกัดจากคิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าว ตามลำดับ



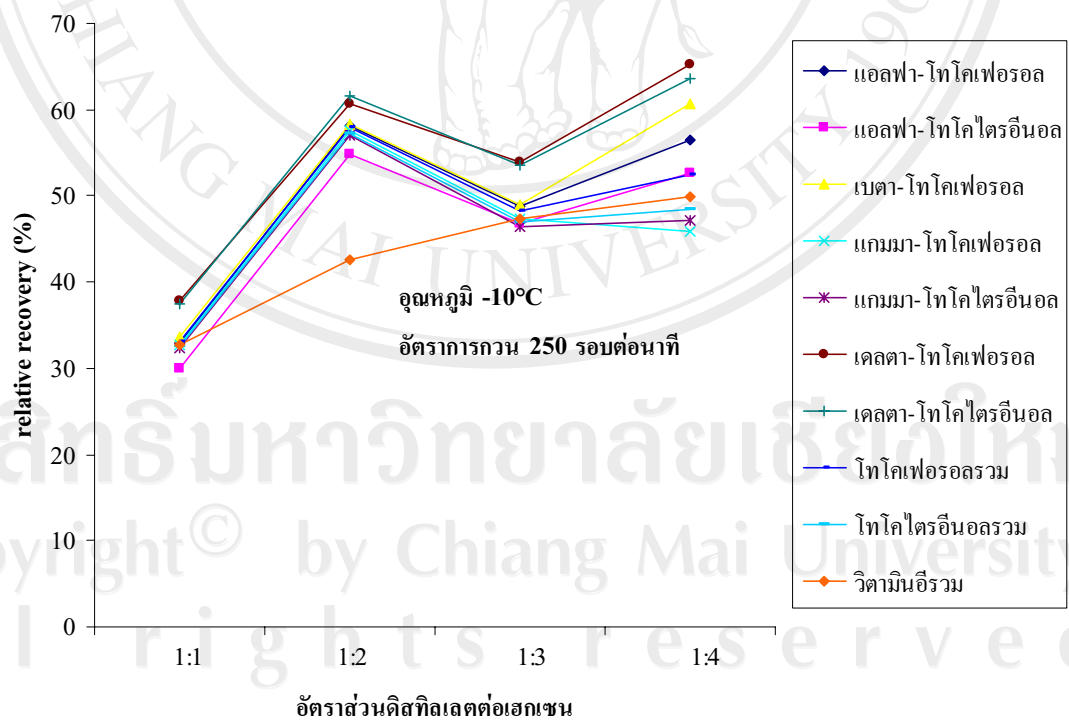
รูปที่ ง-11 วิตามินอีที่สกัดจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวบรรจุอยู่ในหลอดทดลองที่แช่อยู่ใน water bath ในการศึกษาความคงตัวที่อุณหภูมิ 95 และ 180°C



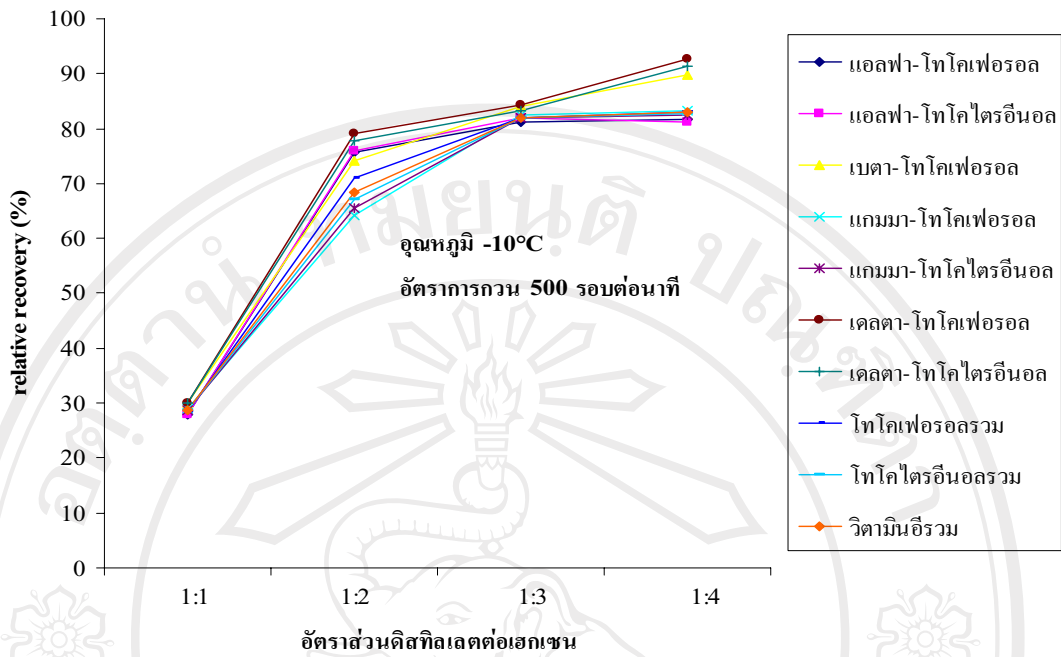
รูปที่ ง-12 ตัวอย่างของวิตามินอีที่สกัดจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวที่เก็บรักษาไว้ใน Incubator สำหรับศึกษาความคงตัวที่อุณหภูมิ 30°C



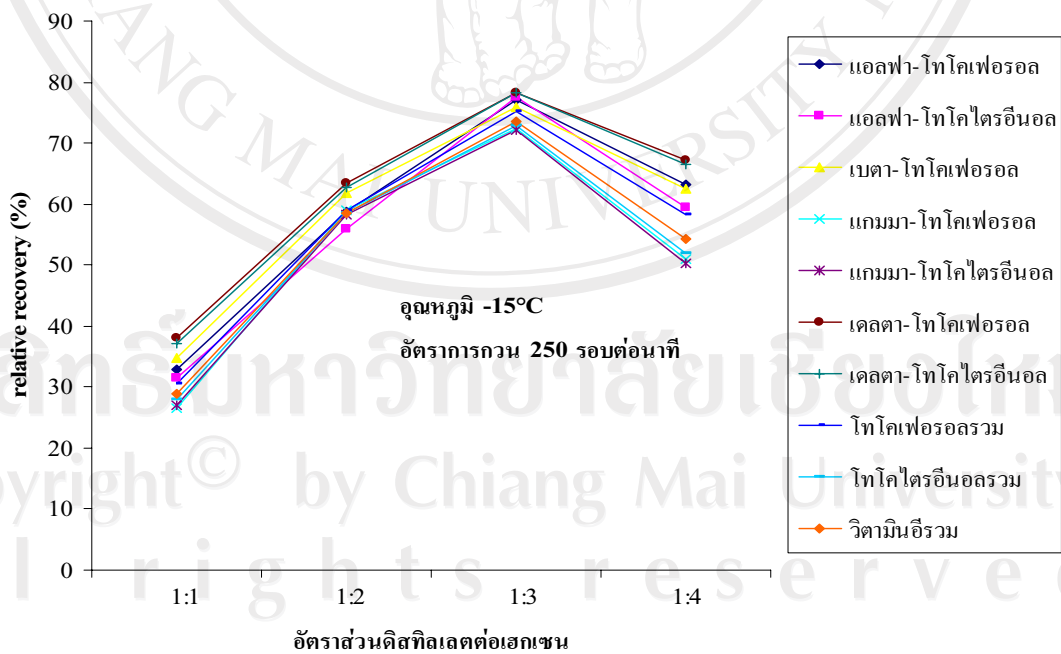
รูปที่ ง-13 การบรรจุตัวอย่างของวิตามินอีที่สกัดจากคิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าว  
สำหรับศึกษาความคงตัวที่อุณหภูมิ 30°C



รูปที่ ง-14 ค่า relative recovery ของการสกัดวิตามินอีที่อัตราส่วนคิสทิลเลตต่อเฮกเซนต่างๆ ณ  
อุณหภูมิ -10°C และอัตราการกวน 250 รอบต่อนาที

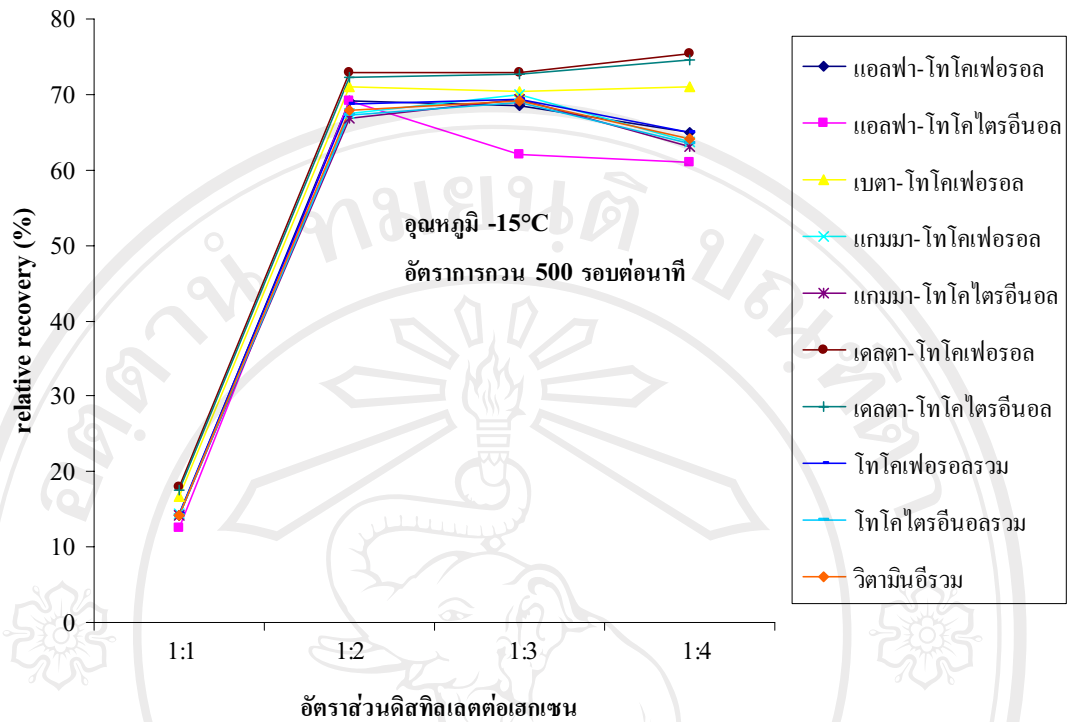


รูปที่ ง-15 ค่า relative recovery ของการสกัดวิตามินอีที่อัตราส่วนคิสทิลเลตต่อเฮกเซนต่างๆ ณ อุณหภูมิ -10°C และอัตราการกววน 500 รอบต่อนาที



รูปที่ ง-16 ค่า relative recovery ของการสกัดวิตามินอีที่อัตราส่วนคิสทิลเลตต่อเฮกเซนต่างๆ ณ อุณหภูมิ -15°C และอัตราการกววน 250 รอบต่อนาที





รูปที่ ง-17 ค่า relative recovery ของการสกัดวิตามินอีที่อัตราส่วนคิสทิลเลตต่อเฮกเซนต่างๆ ณ อุณหภูมิ  $-15^{\circ}\text{C}$  และอัตราการกวน 500 รอบต่อนาที

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวธิดารัตน์ หน่อสุวรรณ
วัน เดือน ปี เกิด	23 พฤษภาคม 2525
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวัดโนนทัยพายัพ ปีการศึกษา 2542 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีวเคมีและชีวเคมีเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2546

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved