ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

การเตรียมแคโรทีนอยด์สกัดจากน้ำมันปาล์มดิบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการศึกษา

1. การเตรียมแคโรทีนอยด์ในรูปน้ำมัน

1.1 การดีกัมน้ำมันปาล์มดิบ

ทำการดีกัมน้ำมันปาล์มดิบตามวิธีของพัชรินทร์และคณะ (2548) โดยนำน้ำมันปาล์มดิบ เทลงหม้อ ตั้งไฟ แล้วเติมกรดซิตริก 0.02% และ กรดฟอสฟอริก 0.08% จากนั้นกวนผสมสารละลายจนสารละลายมีอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 15 นาที แล้วนำมากรองระบบสุญญากาศ โดยใช้กระดาษกรองน้ำตาล

1.2 การสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

ทำการสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบตามวิธีของพัชรินทร์และคณะ (2548) ดังนี้

ทำการปั๊ม propylene glycol เข้าถังผสม แล้วเติมเฮกเซนจำนวน 4,300 มิลลิลิตร ลงถังสกัด จากนั้นชั่งน้ำมันปาล์มดิบที่ได้จากข้อ 3.4.1 จำนวน 1,434 กรัม ทำให้ร้อน จนมีอุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิของถังสกัดเท่ากับ -10 องศาเซลเซียส ปั๊มน้ำมันปาล์มดิบที่ทำให้ร้อนแล้วเข้าสู่เครื่องสกัด โดยใช้ความเร็วของใบพัดในการกวนเท่ากับ 250 รอบ/นาที เมื่ออุณหภูมิของถังสกัดคงที่ที่ -10 องศาเซลเซียส ปล่อยไว้เป็นเวลา 5 นาที แล้วทำการกรองโดยระบบสุญญากาศ เพื่อเอาไขมันเหลือทิ้งออก สารที่ได้เรียกว่า สารผสมระหว่างน้ำมันปาล์มดิบกับเฮกเซน

1.3 การระเหยตัวทำละลายออกจากสารผสมระหว่างน้ำมันปาล์มดิบกับเฮกเซน

ทำการระเหยตัวทำละลายออกจากสารผสมระหว่างน้ำมันปาล์มดิบกับเฮกเซน โดยเทสารผสมระหว่างน้ำมันปาล์มดิบกับเฮกเซน ที่ได้จากข้อ 1.2 ลงอ่างสำหรับบรรจุสารสกัด จากนั้นเปิดเครื่องระเหยระบบสุญญากาศ เพื่อทำการระเหยตัวทำละลายออก ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จนตัวทำละลายระเหยไปจนหมด (พัชรินทร์และคณะ, 2548) สารที่ได้ เรียกว่า สารสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. เตรียมแคโรทีนอยด์ในรูปอิมัลชั่น

วิธีการเตรียมแคโรทีนอยด์ในรูปอิมัลชั่นประยุกต์จากวิธีของ Thanasukarn และคณะ ดังนี้

น้ำกลั่น 100 ml

↓

เติม 0.1 M Sodium acetate buffer pH 5.5 จำนวน 18 กรัม

↓

ทำการเติม Tween 20 จำนวน 0.2 g

↓

เติม BHT 0.05 กรัม

↓

เติมแคโรทีนอยด์สกัด 350,400 และ450 มิลลิลิตร ตามลำดับ

↓

ผสมให้เข้ากันโดยเครื่อง Sonicator แล้วปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร

↓

ได้แคโรทีนอยด์ในรูปอิมัลชันร้อยละ 35 40 และ45 %โดยปริมาตร ตามลำดับ

จากนั้นบรรจุในขวดสีชาเก็บ 4 องศาเซลเซียส ในที่มืด

3. การเก็บรักษาในสภาวะควบคุมความชื้นสัมพัทธ์

การควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ ประยุกต์จากวิธีของ Ashok และคณะ ทำโดยชั่งสารละลายเกลืออิ่มตัว 8 ชนิด ได้แก่ CH_3COOH, $MgCl_2$, K_2CO_3, $Mg(NO_3)_2$, KI, NaCl, KNO_3 และ $(NH_4)_2SO_4$ (ซึ่งทำให้ได้สภาวะความชื้นสัมพัทธ์เป็น 23.1, 33.2, 44.1, 52.9, 68.9, 75.3, 81.3 และ 95.69 %.ตามลำดับ) 500 กรัม เทลงใน Sorption Bottle ดังภาคผนวก ค ภาพที่ 8 จากนั้นเติมน้ำกลั่นลงไปให้สูงเหนือเกลืออิ่มตัวประมาณ 3 เซนติเมตรทิ้งไว้ 2 วัน ทำการใส่ฐานรองและชั้นตะแกรง ก่อนชั่งตัวอย่าง 5 กรัมใส่ถ้วยพลาสติก ทำการปิดฝาให้สนิท หุ้มด้วยกระดาษฟรอยด์และกระดาษสีดำเพื่อป้องกันแสง ทำการสุ่มตัวอย่างทุก 4 วัน เพื่อวัดค่า a_w ของตัวอย่าง เมื่อตัวอย่างมีค่า a_w คงที่ นำไปหาปริมาณความชื้น (AOAC, 2000) เพื่อนำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟ Sorption Isotherm

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์คุณภาพกายภาพ ทางเคมีและจุลชีววิทยา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. คุณภาพทางกายภาพ

1.1 การหาความชื้น

วิธีการ

ความชื้นทั้งหมด ใช้วิธีวิเคราะห์หมายเลข 920.151 (AOAC, 2000) โดยอบ Moisture Can และ ฝา ด้วย ตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 100 $\pm$ 2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30นาที แล้ว ปล่อยให้เย็นใน โถดูดความชื้น นาน 30 นาที ชั่งน้ำหนัก Moisture Can และ ฝาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่อง (Satorius A102S, Germany) ที่ความละเอียด 4 ตำแหน่ง ชั่งตัวอย่างประมาณ 5 กรัม ใส่ลงใน Moisture Can นำไปอบที่อุณหภูมิ 100 $\pm$ 2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 ชั่วโมง โดยไม่ปิดฝา Moisture Can เมื่อครบเวลา ปิดฝา Moisture Can แล้วนำไปใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นเป็นเวลา 30 นาที นำไปอบต่อ และ นำมาชั่งน้ำหนักทุกชั่วโมงจนน้ำหนักคงที่ ใช้วิธีคำนวณดังนี้

วิธีการคำนวณ

$$\text{ความชื้น (\% wet basis)} = \frac{\text{น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง}}{\text{น้ำหนักอาหารเริ่มต้น}} \times 100$$

หรือ

$$\text{ความชื้น (\% dry basis)} = \frac{\text{น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง}}{\text{น้ำหนักของแข็งแห้ง}} \times 100$$

1.2 การความพรุน

การหาความพรุน(ประยุกต์จากวิธีของ Onwalata และคณะ, 1996) คำนวณจากสูตรดังนี้

$$\text{ความพรุน} = \frac{\text{ความหนาแน่นจริง} - \text{ความหนาแน่นจากการเคาะ}}{\text{ความหนาแน่นจริง}}$$

โดย ความหนาแน่นจริง (มิลลิลิตร) คือ ปริมาตรจริงของตัวอย่างที่อ่านได้จากกระบอกตวง และความหนาแน่นจากการเคาะ (มิลลิลิตร)คือ ปริมาตรของตัวอย่างที่อ่านได้หลังเคาะกระบอกตวง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. คุณภาพทางเคมี

2.1 การวัดค่า a_w

ค่า a_w วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Aqualab model series 3 (Decagon Device Inc., Pullman, USA.) เปิดเครื่องวัด a_w ไว้เป็นเวลา 30 นาที ก่อนการวิเคราะห์ ใส่ตัวอย่างลงในตลับให้มีความสูงไม่เกินครึ่งตลับ ใส่ตลับตัวอย่างในเครื่องรอจนเครื่องแสดงค่าที่คงที่ บันทึกค่า a_w และอุณหภูมิ

2.2 การวัดค่าสี

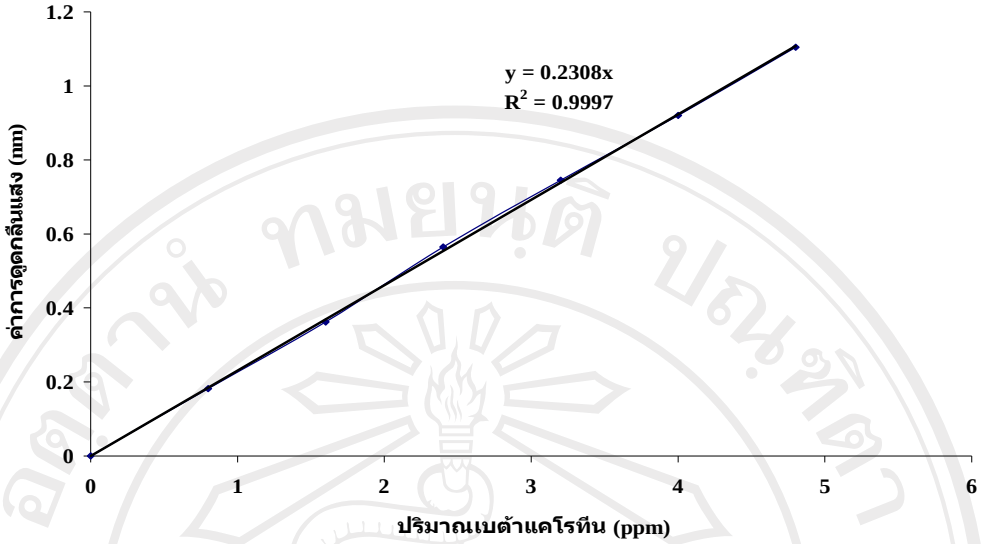
ค่าสีโดยใช้เครื่องวัดสี Minolta (CR-300) (Minolta co.,Ltd, Osaka, Japan) เปรียบเทียบความเที่ยงตรงของค่าสีด้วย Stand 1ard Calibration Plate ตั้งค่า illuminant เท่ากับ C ใส่ตัวอย่างลงในภาชนะให้มีความสูง 1 cm ใช้หัววัดสีวางทาบลงบนตัวอย่างในแนวตั้งฉากและอ่านค่า แสดงผลการวัดในระบบ CIELAB (L ,a*,b*) โดยค่า L หมายถึงความสว่าง ค่า a* หากเป็น + หมายถึงสีแดง หากเป็น – จะเป็นสี เขียว ค่า b* เป็น + หมายถึง สี เหลือง หากเป็น – จะเป็นสีน้ำเงิน

2.3 วิธีการสร้างกราฟมาตรฐานบีตาแคโรทีน

สร้างกราฟมาตรฐานบีตาแคโรทีน ตามวิธีที่ดัดแปลงจาก AOAC (2002) ดังนี้

1. ชั่งบีตาแคโรทีนมาตรฐาน 0.0100 กรัม ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร ละลายด้วยเฮกเซนจำนวน 2.5 มิลลิลิตร
2. ปรับปริมาตรสารละลายในข้อ 1 ให้ครบ 100 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร ด้วยเฮกเซน
3. ปิเปตสารละลายในข้อ 2 มา 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 50 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร ด้วยเฮกเซน
4. ปิเปตสารละลายในข้อ 3 มา 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดปรับปริมาตร ปรับปริมาตรให้ครบ 25 มิลลิลิตร ด้วยเฮกเซน
5. นำสารละลายมาตรฐานบีตา-แคโรทีนในข้อ 4 ทั้งหมด มาที่เตรียมไว้มาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตที่ความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร โดยใช้เฮกเซนเป็น blank บันทึกค่าที่วัดได้
6. นำค่าที่วัดได้มาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณบีตาแคโรทีน (ppm) กับค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้ แล้วทำสมการเส้นตรงจากกราฟ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ ข.1 กราฟมาตรฐานความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณบีตาแคโรทีน (ppm) กับค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร

2.4 การวิเคราะห์หาปริมาณแคโรทีนอยด์รวม

ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมด (ประยุกต์จากวิธีของ Ribeiro *et al*, 2008)

สมมติชั่งตัวอย่าง 0.100 กรัม ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยเฮกเซน นำสารละลายตัวอย่าง ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร โดยใช้สารละลายเฮกเซนเป็นแบลงค์ สามารถหาค่าปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมด (ไมโครกรัม/กรัม) ของตัวอย่างได้ดังนี้

จากภาพ ข.1 กราฟมาตรฐานบีตาแคโรทีน ได้สมการเส้นตรง คือ y = 0.2308x

แทนค่า A_{450} = 0.5167 ลงในค่า y ของสมการจะได้ค่า x คือ ปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมด (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.2387 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

ปริมาตรสารละลายเฮกเซน 1 มิลลิลิตร มีปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมด 2.2387 ไมโครกรัม

ดังนั้น ปริมาตรสารละลายเฮกเซนที่ใช้ คือ 100 มิลลิลิตร จะมีปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมด

= 2.2387 x 100 ไมโครกรัม

= 223.87 ไมโครกรัม

ปริมาณตัวอย่างที่ใช้ 0.100 กรัม มีปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมด 223.87 ไมโครกรัม

ดังนั้น ปริมาณตัวอย่าง 1 กรัม มีปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมด = $\frac{223.87}{0.1}$ ไมโครกรัม

= 2,238.7 ไมโครกรัม/กรัมตัวอย่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.5 การหาร้อยละของประสิทธิภาพในการกักเก็บสาร

การหาร้อยละของประสิทธิภาพในการกักเก็บสาร สามารถคำนวณได้จากสูตร(ประยุกต์จากวิธีของ Shu และคณะ, 2006) ดังนี้

$$\text{ร้อยละของประสิทธิภาพในการกักเก็บสาร} = \frac{\text{ปริมาณแคโรทีนอยด์สุดท้ายในผลิตภัณฑ์}}{\text{ปริมาณแคโรทีนอยด์เริ่มต้นในผลิตภัณฑ์}} \times 100$$

ทำการชั่งตัวอย่าง 0.1000 กรัม ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยเฮกเซน นำสารละลายตัวอย่าง ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร โดยใช้สารละลายเฮกเซน เป็นแบลงค์ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่างที่อ่านได้ นำไปคำนวณปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดตามวิธี 2.4

2.6 การสร้างกราฟ Sorption Isotherm

การสร้างกราฟ Sorption Isotherm ตามวิธีของ Debnath และคณะ

ทำการวัดค่า a_w ของตัวอย่าง ตามวิธี 2.1 และหาปริมาณความชื้น ตามวิธี 1.1 ในระบบควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ 8 ระดับ จากนั้นทำการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า a_w กับปริมาณความชื้น กราฟที่ได้เรียกว่า Sorption isoterm

3. คุณภาพทางจุลชีววิทยา

3.1 การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ตามวิธี AOAC (2000) ดังนี้

ละลายอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA) 23.5 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร นำสารละลายอาหารเลี้ยงเชื้อไปต้มคนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ต้มเป็นช่วงๆ ถ่ายอาหารเลี้ยงเชื้อที่ต้มแล้วในขวดอาหารเลี้ยงเชื้อและฆ่าเชื้อ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที รอให้อาหารเลี้ยงเชื้อเย็นตัว

ใส่ตัวอย่างลงในถุง polypropylene ที่ผ่านการฆ่าเชื้อและชั่งตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักแน่นอนประมาณ 10 กรัม ใส่ลงในขวดที่มีน้ำ Maximum Recovery Diluents (MRD) แล้ว 90 มิลลิลิตร เขย่าเบา (Dilution ที่ 10^{-1}) ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างขึ้นมา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองขนาด 10 มิลลิลิตร ที่มี MRD 9 มิลลิลิตร ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างขึ้นมา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองขนาด 10 มิลลิลิตร ที่มี MRD 9 มิลลิลิตร (Dilution ที่ 10^{-2}) ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างขึ้นมา 1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองขนาด 10 มิลลิลิตร ที่มี MRD 9 มิลลิลิตร (Dilution ที่ 10^{-3}) ดูดตัวอย่างจากแต่ละ dilution 10^{-3} มา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงจานเพาะเชื้อ จำนวน 3 จาน ดูดตัวอย่างจากแต่ละ dilution 10^{-2} มา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงจานเพาะเชื้อ จำนวน 3 จาน ดูดตัวอย่างจากแต่ละ dilution 10^{-1} มา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงจานเพาะเชื้อ จำนวน 3 จาน เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar ที่ผ่านการฆ่าเชื้อและหลอมเหลวแล้ว 10-15 มิลลิลิตรเขย่าจานเพาะเชื้อเบาๆ ให้อาหารเลี้ยงเชื้อรวมกันกับตัวอย่างให้กระจายเข้ากันดี ปล่อยอาหารเลี้ยงเชื้อให้แข็งตัวกลับจานแล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องสาเซลเซียส นาน 48-72 ชั่วโมง นับจำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่อยู่ในช่วง 30-300 colony แสดงผลการคำนวณเป็นจำนวนจุลินทรีย์/กรัมตัวอย่างอาหาร (log cfu/g)

3.2 การวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา ตามวิธี AOAC (2000) ดังนี้

ละลายอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA) 39.0 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร นำสารละลายอาหารเลี้ยงเชื้อไปต้มคนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ต้มเป็นช่วงๆ ถ่ายอาหารเลี้ยงเชื้อที่ต้มแล้วในขวดอาหารเลี้ยงเชื้อและฆ่าเชื้อ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที รอให้อาหารเลี้ยงเชื้อเย็นตัว เติมกรด tartaric acid ความเข้มข้น 1 % เป็นปริมาณ 0.8% ผสมให้เข้ากัน

ใส่ตัวอย่างลงในถุง polypropylene ที่ผ่านการฆ่าเชื้อและชั่งตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักแน่นอนประมาณ 10 กรัม ใส่ลงในขวดที่มีน้ำ Maximum Recovery Diluents (MRD) แล้ว 90 มิลลิลิตร เขย่าเบา (Dilution ที่ 10^{-1}) ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างขึ้นมา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองขนาด 10 มิลลิลิตร ที่มี MRD 9 มิลลิลิตร ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างขึ้นมา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองขนาด 10 มิลลิลิตร ที่มี MRD 9 มิลลิลิตร (Dilution ที่ 10^{-2}) ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างขึ้นมา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองขนาด 10 มิลลิลิตร ที่มี MRD 9 มิลลิลิตร (Dilution ที่ 10^{-3}) ดูดตัวอย่างจากแต่ละ dilution 10^{-3} มา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงจานเพาะเชื้อ จำนวน 3 จาน ดูดตัวอย่างจากแต่ละ dilution 10^{-2} มา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงจานเพาะเชื้อ จำนวน 3 จาน ดูดตัวอย่างจากแต่ละ dilution 10^{-1} มา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงจานเพาะเชื้อ จำนวน 3 จาน เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar ที่ผ่านการฆ่าเชื้อและหลอมเหลวแล้ว 10-15 มิลลิลิตรเขย่าจานเพาะเชื้อเบาๆ ให้อาหารเลี้ยงเชื้อรวมกันกับตัวอย่างให้กระจายเข้ากันดี ปล่อยอาหารเลี้ยงเชื้อให้แข็งตัวกลับจานแล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง นับจำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่อยู่ในช่วง 30-300 colony แสดงผลการคำนวณเป็นจำนวนยีสต์และรา/กรัมตัวอย่างอาหาร (log cfu/g)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3 มาตรฐานเชื้อจุลินทรีย์

จุลินทรีย์จะมีได้ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดต่อไปนี้

1. ราและยีสต์

ต้องไม่เกิน 1×10^2 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

2.จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีตัวอย่าง 1 กรัม

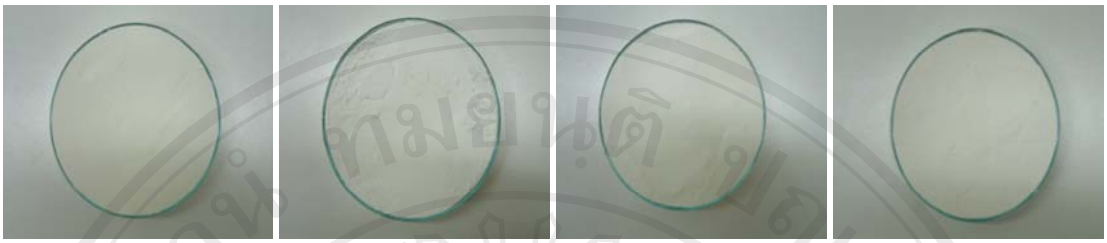
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค.

ภาพวัตถุดิบ เครื่องมือที่ใช้และผลิตภัณฑ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. วัตถุดิบที่ใช้ในการทำแห้งแคโรทีนอยด์สกัดจากน้ำมันปาล์มดิบ



แป้งข้าวเหนียว แป้งถั่วเขียว แป้งข้าวจ้าว แป้งมันสำปะหลัง

ภาพ ค. 1 แป้งที่ใช้ในการดูดซับแคโรทีนอยด์

ภาพ ค. 2 น้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันปาล์มดิบที่ผ่านการดีกัมแล้ว (จากซ้ายไปขวา)

ภาพ ค. 3 แคโรทีนอยด์ที่สกัดจากน้ำมันปาล์ดิบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ ค. 4 แคโรทีนอยด์ที่สกัดจากน้ำมันปาล์ดิบและเตรียมในรูปอิมัลชันร้อยละ 35,40 และ 45 โดยปริมาตร (จากซ้ายไปขวา)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองทำแห้งแคโรทีนอยด์สกัดจากน้ำมันปาล์มดิบ

ภาพ **ค.5** เครื่องสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบ

ภาพ ค.6 เครื่องระเหยตัวทำละลายเฮกเซน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ ค.7 เครื่องอบแห้งระบบสุญญากาศ

ภาพ ค.8 เครื่องอบแห้งไมโครเวฟระบบสุญญากาศ

ภาพ ค.9 Sorption bottle

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. ผลิตภัณฑ์แคโรทีนอยด์แห้ง

3.1 ผลิตภัณฑ์แคโรทีนอยด์แห้งในรูปอิมัลชัน

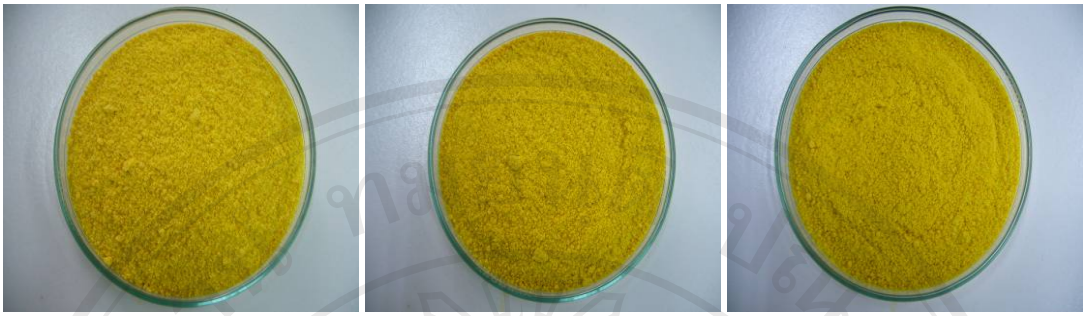
3.11 แป้งดูดซับข้าวเหนียว

ภาพ ค.10 แคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งระบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ที่เวลา 30, 45 และ 60 นาที (จากซ้ายไปขวา)

ภาพ ค.11 แคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งระบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ที่เวลา 30, 45 และ 60 นาที (จากซ้ายไปขวา)

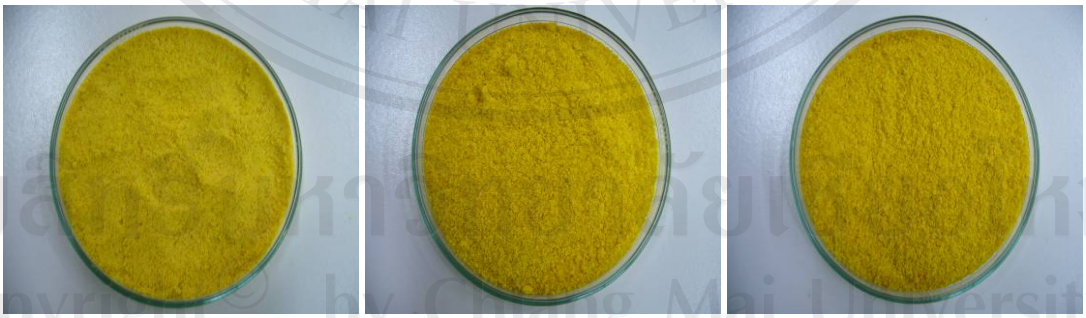
ภาพ ค.12 แคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งระบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ที่เวลา 30, 45 และ 60 นาที (จากซ้ายไปขวา)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ ค.13 แคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟระบบสุญญากาศที่กำลัง 720 วัตต์เป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที (จากซ้ายไปขวา)

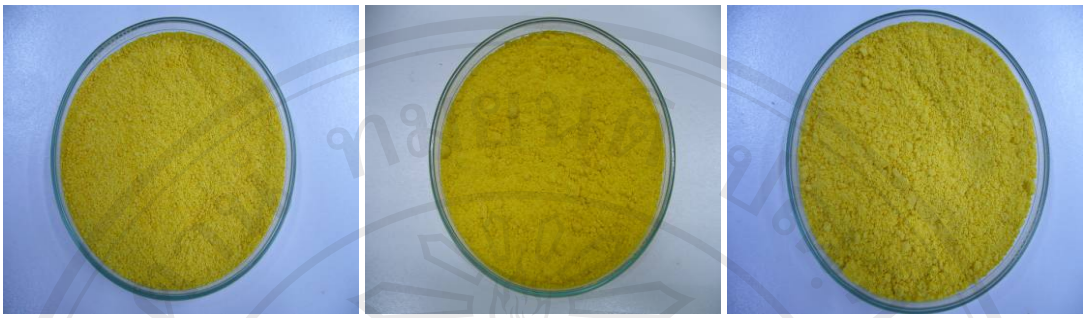
ภาพ ค.14 แคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟระบบสุญญากาศที่กำลัง 960 วัตต์ เป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที (จากซ้ายไปขวา)



ภาพ ค.15 แคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟระบบสุญญากาศที่กำลัง 1200 วัตต์ เป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที (จากซ้ายไปขวา)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.12 แป้งดูดซับข้าวจ้าว



ภาพ ค.16 แคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งระบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ที่เวลา 30, 45 และ 60 นาที (จากซ้ายไปขวา)

ภาพ ค.17 แคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งระบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ที่เวลา 30, 45 และ 60 นาที (จากซ้ายไปขวา)

ภาพ ค.18 แคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งระบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ที่เวลา 30, 45 และ 60 นาที (จากซ้ายไปขวา)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

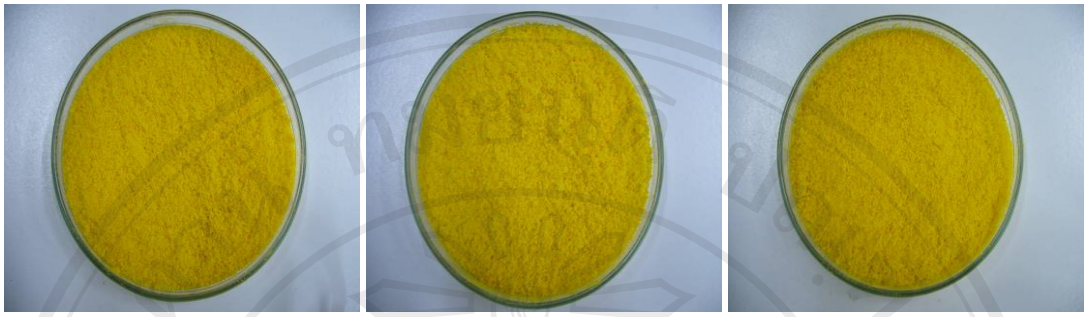
ภาพ ค.19 แคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟระบบสุญญากาศที่กำลัง 720 วัตต์ เป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที (จากซ้ายไปขวา)

ภาพ ค.20 แคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟระบบสุญญากาศที่กำลัง 960 วัตต์ เป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที (จากซ้ายไปขวา)

ภาพ ค.21 แคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟระบบสุญญากาศที่กำลัง 1200 วัตต์ เป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที (จากซ้ายไปขวา)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.13 แป้งดูดซับถั่วเขียว

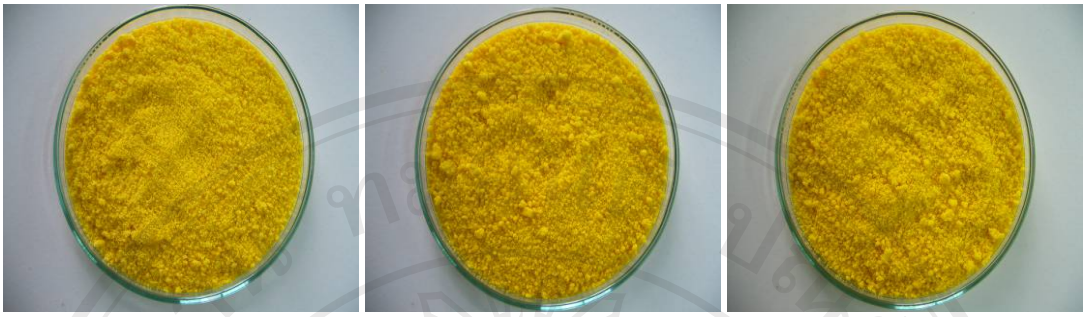


ภาพ ค.22 แคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งระบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ที่เวลา 30, 45 และ 60 นาที (จากซ้ายไปขวา)

ภาพ ค.23 แคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งระบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ที่เวลา 30, 45 และ 60 นาที (จากซ้ายไปขวา)

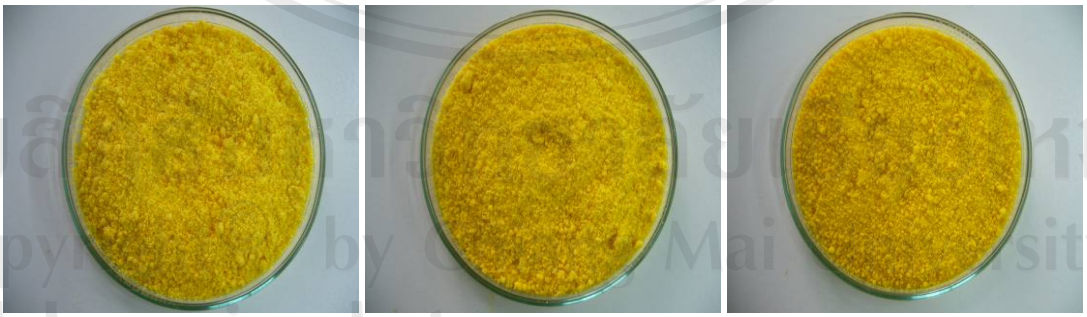
ภาพ ค.24 แคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งระบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ที่เวลา 30, 45 และ 60 นาที (จากซ้ายไปขวา)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ ค.25 แคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟระบบสุญญากาศที่กำลัง 720 วัตต์ เป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที (จากซ้ายไปขวา)

ภาพ ค.26 แคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟระบบสุญญากาศที่กำลัง 960 วัตต์ เป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที (จากซ้ายไปขวา)

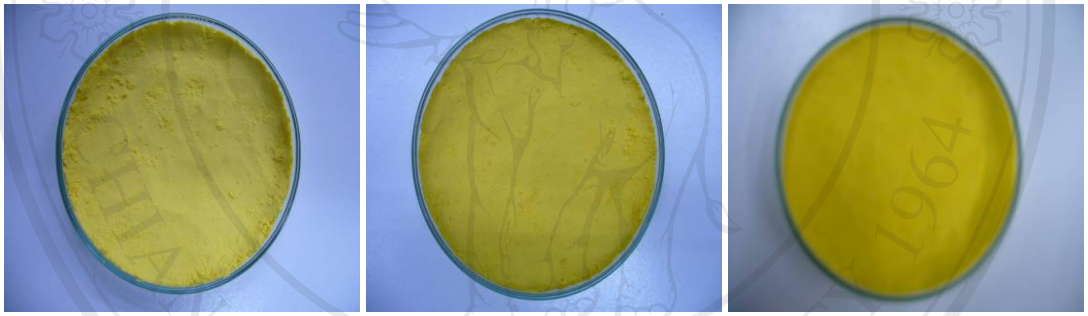


ภาพ ค.27 แคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟระบบสุญญากาศที่กำลัง 1200 วัตต์ เป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที (จากซ้ายไปขวา)

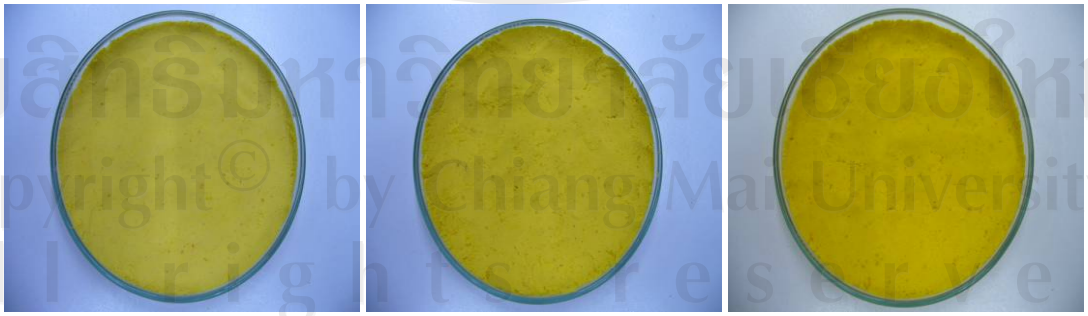
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2 ผลิตภัณฑ์แคโรทีนอยด์แห้งในรูปละลายในน้ำมัน

ภาพ ค.28 แคโรทีนอยด์แห้งรูปละลายในน้ำมันที่ใช้แป้งข้าวเหนียวดูดซับ ที่ระดับอิมัลชัน 30, 35 และ 45% โดยปริมาตร (จากซ้ายไปขวา)



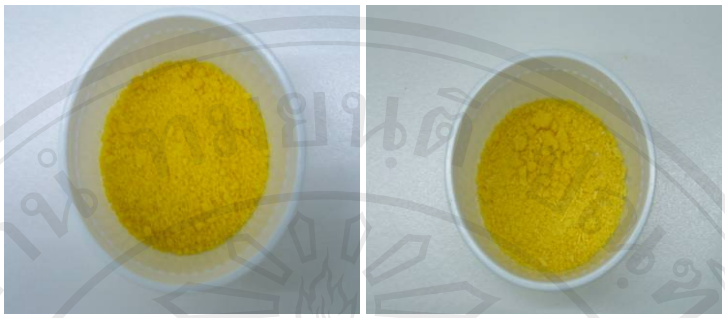
ภาพ ค.29 แคโรทีนอยด์แห้งรูปละลายในน้ำมันที่ใช้แป้งข้าวจ้าวดูดซับ ที่ระดับอิมัลชัน 30, 35 และ 45% โดยปริมาตร (จากซ้ายไปขวา)



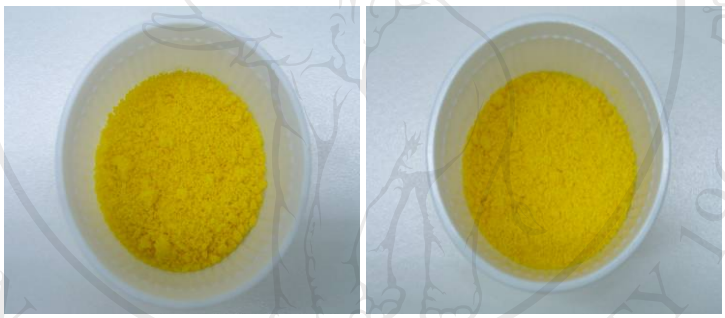
ภาพ ค.30 แคโรทีนอยด์แห้งรูปละลายในน้ำมันที่ใช้มันสำปะหลังดูดซับ ที่ระดับอิมัลชันร้อยละ 30, 35 และ 45% โดยปริมาตร (จากซ้ายไปขวา)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

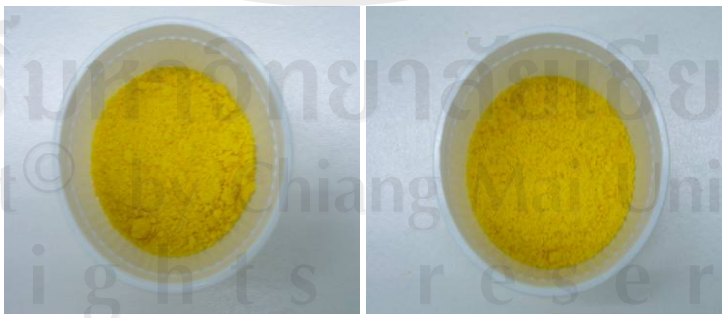
3.3 ผลิตภัณฑ์แคโรทีนอยด์แห้งในรูปอิมัลชัน ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ต่าง ๆ



ภาพ ค.31 แคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 20 % ก่อนเก็บรักษา (ซ้าย) และหลังเก็บรักษา (ขวา) เป็นเวลา 3 เดือน

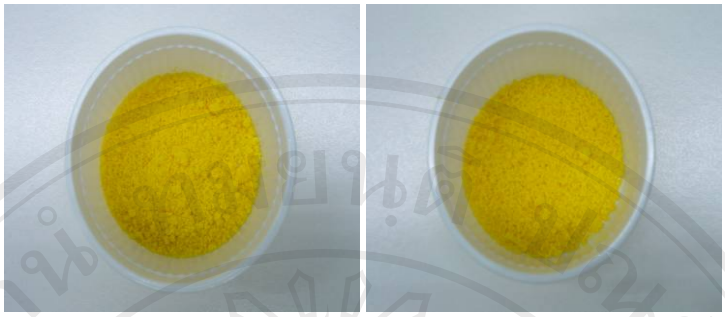


ภาพ ค.32 แคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 30 % ก่อนเก็บรักษา (ซ้าย) และหลังเก็บรักษา(ขวา) เป็นเวลา 3 เดือน

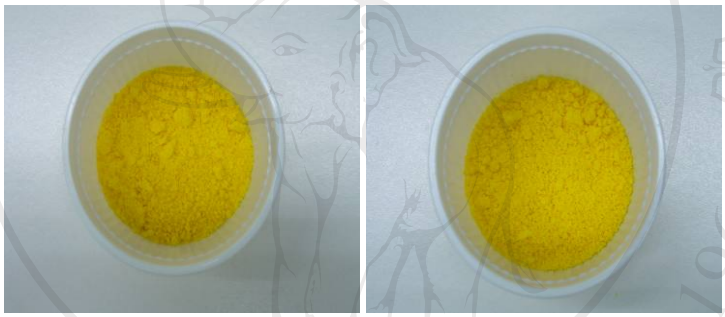


ภาพ ค.33 แคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 40 % ก่อนเก็บรักษา (ซ้าย) และหลังเก็บรักษา (ขวา) เป็นเวลา 3 เดือน

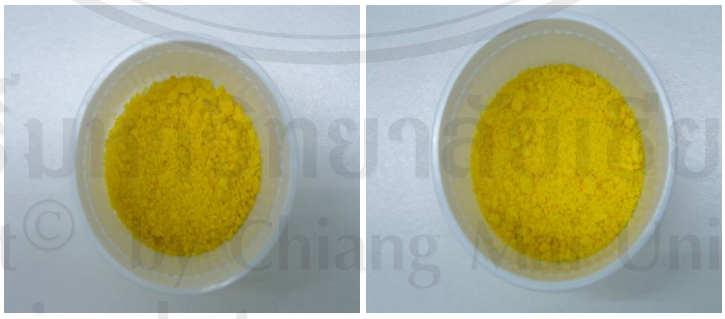
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ ค.34 แคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 50 % ก่อนเก็บรักษา (ซ้าย) และหลังเก็บรักษา (ขวา) เป็นเวลา 3 เดือน

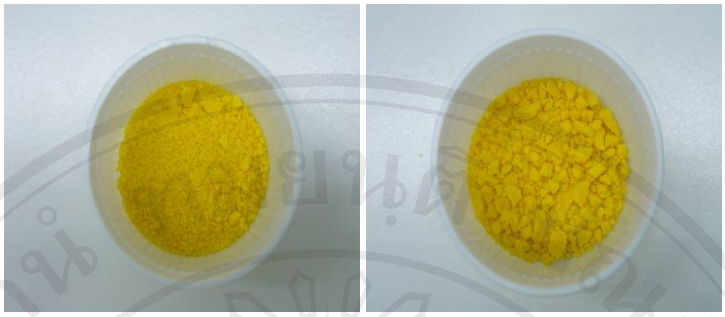


ภาพ ค.35 แคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 60 %ก่อนเก็บรักษา (ซ้าย) และหลังเก็บรักษา (ขวา) เป็นเวลา 3 เดือน

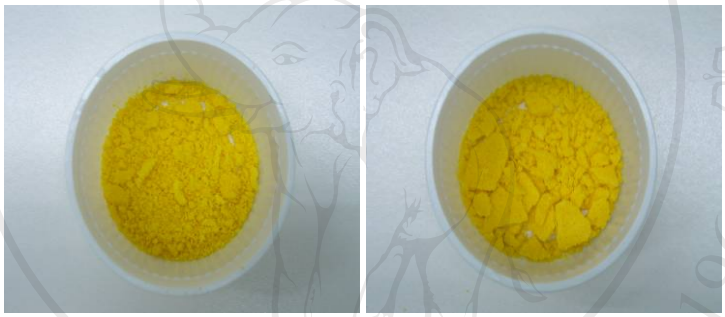


ภาพ ค.36 แคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 70 % ก่อนเก็บรักษา (ซ้าย) และหลังเก็บรักษา (ขวา) เป็นเวลา 3 เดือน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ ค.37 แคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 80 % ก่อนเก็บรักษา (ซ้าย) และหลังเก็บรักษา (ขวา) เป็นเวลา 3 เดือน

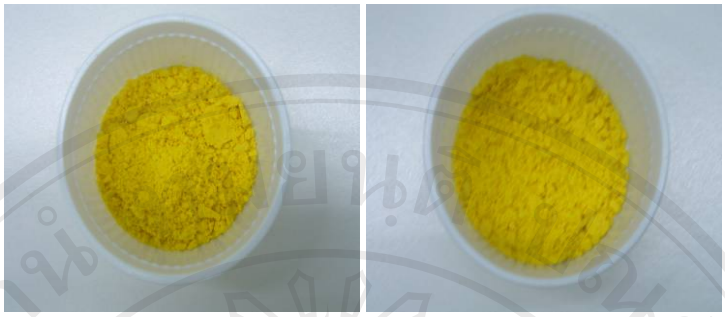


ภาพ ค.38 แคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 90% ก่อนเก็บรักษา (ซ้าย) และหลังเก็บรักษา (ขวา) เป็นเวลา 3 เดือน

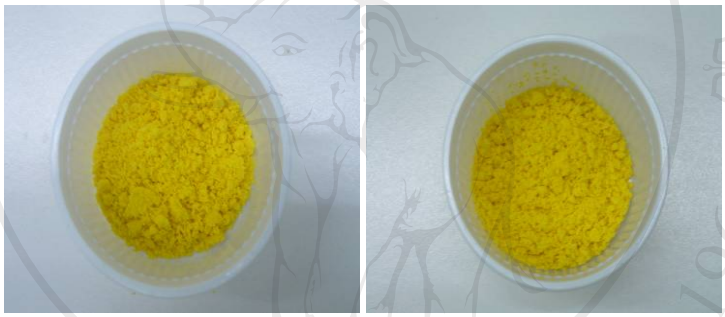
3.4 ผลิตภัณฑ์แคโรทีนอยด์แห้งในรูปละลายในน้ำมัน ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ต่าง ๆ

ภาพ ค.39 แคโรทีนอยด์แห้งรูปละลายในน้ำมัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 20 % ก่อนเก็บรักษา (ซ้าย) และหลังเก็บรักษา (ขวา) เป็นเวลา 3 เดือน

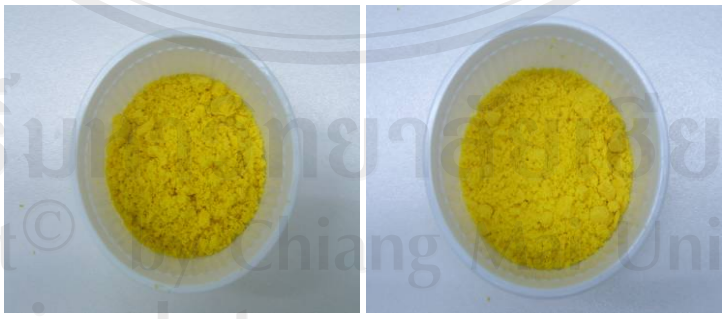
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ ค.40 แคโรทีนอยด์แห้งรูปละลายในน้ำมัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 30 % ก่อนเก็บรักษา (ซ้าย) และหลังเก็บรักษา (ขวา) เป็นเวลา 3 เดือน

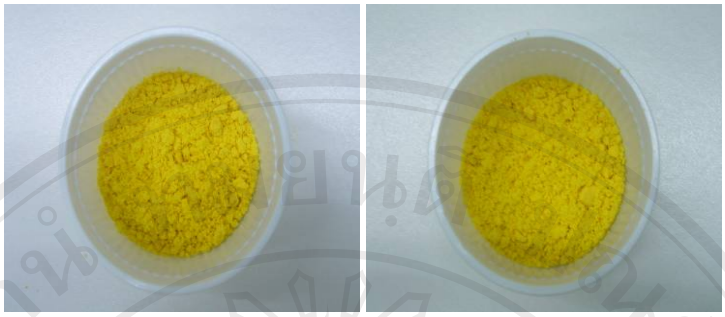


ภาพ ค.41 แคโรทีนอยด์แห้งรูปละลายในน้ำมัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 40 % ก่อนเก็บรักษา (ซ้าย) และหลังเก็บรักษา (ขวา) เป็นเวลา 3 เดือน

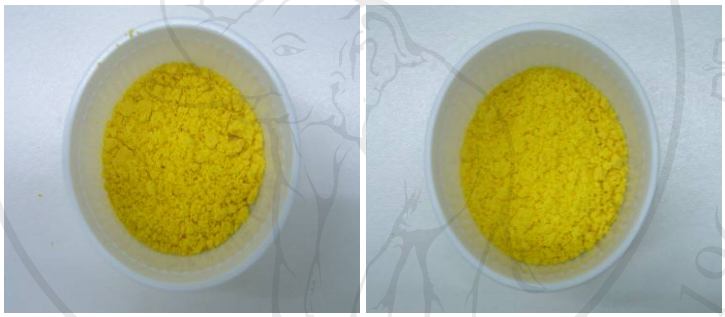


ภาพ ค.42 แคโรทีนอยด์แห้งรูปละลายในน้ำมัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 50 % ก่อนเก็บรักษา (ซ้าย) และหลังเก็บรักษา (ขวา) เป็นเวลา 3 เดือน

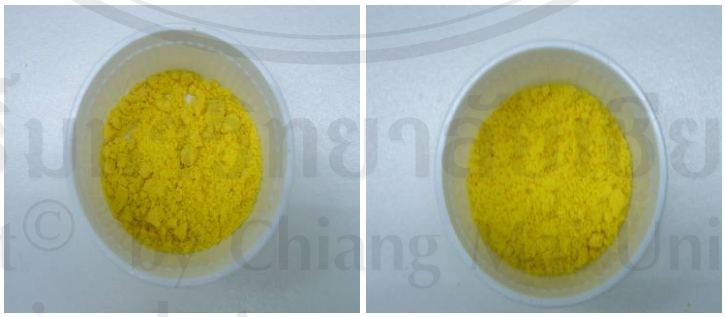
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ ค.43 แคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 60 % ก่อนเก็บรักษา (ซ้าย) และหลังเก็บรักษา (ขวา) เป็นเวลา 3 เดือน

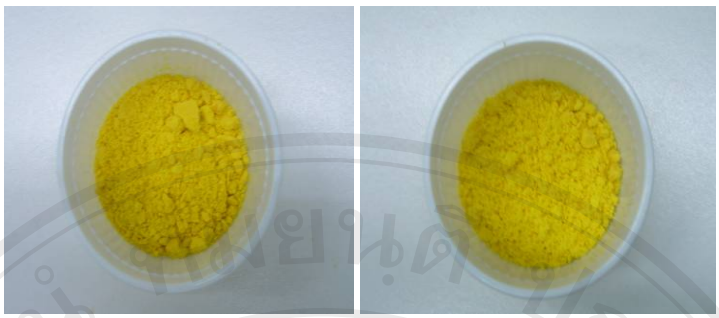


ภาพ ค.44 แคโรทีนอยด์แห้งรูปละลายในน้ำมัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 70 % ก่อนเก็บรักษา (ซ้าย) และหลังเก็บรักษา (ขวา) เป็นเวลา 3 เดือน



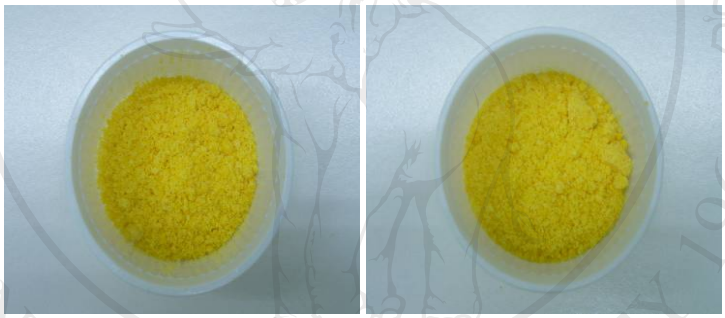
ภาพ ค.45 แคโรทีนอยด์แห้งรูปละลายในน้ำมัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 80 % ก่อนเก็บรักษา (ซ้าย) และหลังเก็บรักษา (ขวา) เป็นเวลา 3 เดือน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ ค.46 แคโรทีนอยด์แห้งรูปละลายในน้ำมัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 90 % ก่อนเก็บรักษา (ซ้าย) และหลังเก็บรักษา (ขวา) เป็นเวลา 3 เดือน

3.5 ผลิตภัณฑ์แคโรทีนอยด์แห้งในรูปอิมัลชัน



ภาพ ค.47 แคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ก่อนการเก็บรักษา (ซ้าย) และ หลังเก็บรักษา (ขวา) เป็นเวลา 6เดือน

3.6 ผลิตภัณฑ์แคโรทีนอยด์แห้งในรูปละลายในน้ำมัน

ภาพ ค.48 แคโรทีนอยด์แห้งรูปละลายในน้ำมัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ก่อนการเก็บรักษา (ซ้าย) และหลังการเก็บรักษา (ขวา) เป็นเวลา 6 เดือน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ง.1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ % Total Carotenoids Recovery ในการผลิตแคโรทีนอยด์แห้งรูปละลายในน้ำมัน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Sticky_rice	Between Groups	953.108	2	476.554	96.528	.000
	Within Groups	29.622	6	4.937		
	Total	982.729	8			
Rice	Between Groups	1246.875	2	623.438	102.539	.000
	Within Groups	36.480	6	6.080		
	Total	1283.355	8			
Tapioca	Between Groups	649.671	2	324.836	69.617	.000
	Within Groups	27.996	6	4.666		
	Total	677.667	8			

ตาราง ง.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ Total Carotenoids และค่า water activityในการผลิตแคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชันโดยใช้เครื่องไมโครเวฟระบบสุญญากาศ

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	Total_carotenoids	65236.968(a)	26	2509.114	10.618	.000
	water_activity	3.657(b)	26	.141	2127.314	.000
Intercept	Total_carotenoids	9537123.357	1	9537123.357	40358.052	.000
	water_activity	35.652	1	35.652	539190.481	.000
Flour	Total_carotenoids	17813.134	2	8906.567	37.690	.000
	water_activity	.309	2	.155	2337.894	.000
Power	Total_carotenoids	22625.545	2	11312.773	47.872	.000
	water_activity	1.342	2	.671	10147.487	.000
Time	Total_carotenoids	12727.270	2	6363.635	26.929	.000
	water_activity	1.388	2	.694	10498.499	.000
Flour * Power	Total_carotenoids	2327.874	4	581.969	2.463	.056
	water_activity	.020	4	.005	74.045	.000
Flour * Time	Total_carotenoids	1447.748	4	361.937	1.532	.206
	water_activity	.031	4	.008	118.869	.000
Power * Time	Total_carotenoids	4065.754	4	1016.439	4.301	.004
	water_activity	.529	4	.132	1999.371	.000
Flour * Power * Time	Total_carotenoids	4229.643	8	528.705	2.237	.038
	water_activity	.038	8	.005	71.658	.000
Error	Total_carotenoids	12760.890	54	236.313		
	water_activity	.004	54	6.61E-005		
Total	Total_carotenoids	9615121.215	81			
	water_activity	39.313	81			
Corrected Total	Total_carotenoids	77997.858	80			
	water_activity	3.661	80			

a R Squared = .836 (Adjusted R Squared = .758)
b R Squared = .999 (Adjusted R Squared = .999)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ง.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ Total Carotenoids และค่า water activity ในการผลิตแคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชันโดยใช้เครื่องอบแห้งระบบสุญญากาศ

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	Total_carotenoids	104870.254(a)	26	4033.471	29.710	.000
	water_activity	.644(b)	26	.025	808.486	.000
Intercept	Total_carotenoids	6549134.983	1	6549134.983	48239.284	.000
	water_activity	50.779	1	50.779	1656515.209	.000
Flour	Total_carotenoids	46849.564	2	23424.782	172.541	.000
	water_activity	.117	2	.058	1907.203	.000
Temp	Total_carotenoids	40525.704	2	20262.852	149.251	.000
	water_activity	.166	2	.083	2700.063	.000
Time	Total_carotenoids	10212.805	2	5106.403	37.612	.000
	water_activity	.224	2	.112	3660.012	.000
Flour * Temp	Total_carotenoids	3872.485	4	968.121	7.131	.000
	water_activity	.003	4	.001	21.966	.000
Flour * Time	Total_carotenoids	877.744	4	219.436	1.616	.183
	water_activity	.014	4	.004	115.693	.000
Temp * Time	Total_carotenoids	978.630	4	244.658	1.802	.142
	water_activity	.118	4	.030	963.778	.000
Flour * Temp * Time	Total_carotenoids	1553.321	8	194.165	1.430	.205
	water_activity	.002	8	.000	10.040	.000
Error	Total_carotenoids	7331.230	54	135.764		
	water_activity	.002	54	3.07E-005		
Total	Total_carotenoids	6661336.467	81			
	water_activity	51.425	81			
Corrected Total	Total_carotenoids	112201.484	80			
	water_activity	.646	80			

a R Squared = .935 (Adjusted R Squared = .903)
b R Squared = .997 (Adjusted R Squared = .996)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ง.4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ Total Carotenoids ในการผลิตแคโรทีนอยด์แห้งรูปละลายในน้ำมัน เก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

ANOVA

Total carotenoids

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	92202.374	12	7683.531	35.649	.000
Within Groups	5603.814	26	215.531		
Total	97806.188	38			

ตาราง ง.5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ Total Carotenoids ในการผลิตแคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชัน เก็บรักษาที่ 30 องศาเซลเซียส นาน 6 เดือน

ANOVA

Total carotenoids

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	14288.764	12	1190.730	116.055	.000
Within Groups	266.761	26	10.260		
Total	14555.525	38			

ตาราง ง.6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ Total Carotenoids ในการผลิตแคโรทีนอยด์แห้งรูปละลายในน้ำมัน ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ต่าง ๆ เก็บรักษา เป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
aw_0.31	Between Groups	9418.496	6	1569.749	306.743	.000
	Within Groups	71.645	14	5.117		
	Total	9490.141	20			
aw_0.43	Between Groups	6590.660	6	1098.443	228.406	.000
	Within Groups	67.328	14	4.809		
	Total	6657.989	20			
aw_0.50	Between Groups	5897.859	6	982.976	145.964	.000
	Within Groups	94.281	14	6.734		
	Total	5992.140	20			
aw_0.55	Between Groups	4871.136	6	811.856	62.307	.000
	Within Groups	182.420	14	13.030		
	Total	5053.555	20			
aw_0.65	Between Groups	4267.571	6	711.262	203.149	.000
	Within Groups	49.017	14	3.501		
	Total	4316.587	20			
aw_0.71	Between Groups	4295.675	6	715.946	114.528	.000
	Within Groups	87.518	14	6.251		
	Total	4383.193	20			
aw_0.80	Between Groups	2945.938	6	490.990	68.342	.000
	Within Groups	100.580	14	7.184		
	Total	3046.517	20			
aw_0.85	Between Groups	1954.497	6	325.749	125.026	.000
	Within Groups	36.476	14	2.605		
	Total	1990.973	20			

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ง.7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ Total Carotenoids ในการผลิตแคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชัน ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ต่าง ๆ เก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
aw_0.32	Between Groups	522.438	6	87.073	20.540	.000
	Within Groups	59.350	14	4.239		
	Total	581.788	20			
aw_0.41	Between Groups	458.451	6	76.408	86.851	.000
	Within Groups	12.317	14	.880		
	Total	470.768	20			
aw_0.52	Between Groups	445.362	6	74.227	64.652	.000
	Within Groups	16.073	14	1.148		
	Total	461.436	20			
aw_0.56	Between Groups	364.377	6	60.729	75.853	.000
	Within Groups	11.209	14	.801		
	Total	375.585	20			
aw_0.60	Between Groups	300.299	6	50.050	22.990	.000
	Within Groups	30.478	14	2.177		
	Total	330.777	20			
aw_0.68	Between Groups	278.269	6	46.378	103.661	.000
	Within Groups	6.264	14	.447		
	Total	284.532	20			
aw_0.72	Between Groups	231.210	6	38.535	35.933	.000
	Within Groups	15.014	14	1.072		
	Total	246.224	20			
aw_0.78	Between Groups	201.717	6	33.619	69.543	.000
	Within Groups	6.768	14	.483		
	Total	208.485	20			

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นาย ชยานนท์ ธีระเจตกูล

วัน เดือน ปีเกิด 14 สิงหาคม 2526

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย ศูนย์บริการการศึกษานอกโรงเรียน อำเภอตระการพืชผล ปีการศึกษา 2543
สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีวเคมีและชีวเคมีเทคโนโลยี ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2548

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved