ภาคผนวก ก

รูปภาพประกอบการวิจัย

ภาพ ก-1 เครื่องกะเทาะข้าว

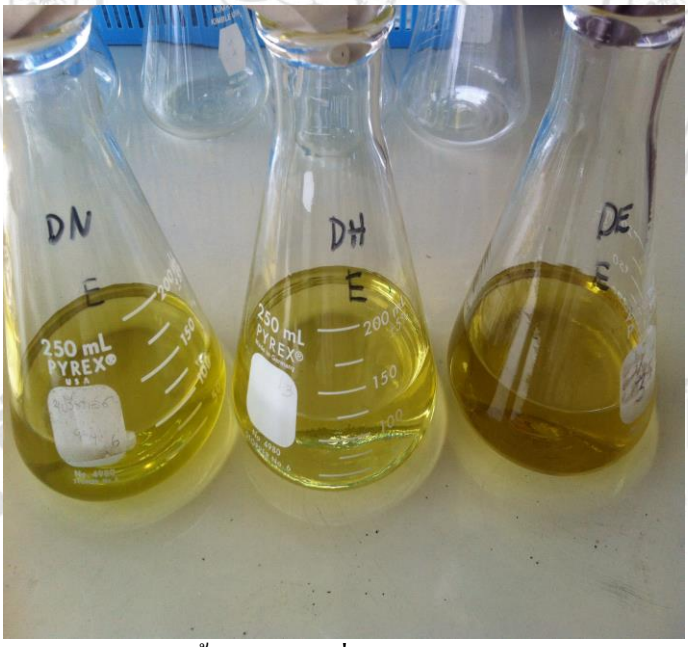
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ ก-2 เครื่องขัดขาว

ภาพ ก-3 รำข้าวก่ำดอยสะเก็ดที่ผ่านการคงสภาพด้วยวิธีนึ่งไอน้ำร้อนระหว่างการเก็บรักษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ ก-4 รำข้าวก่ำ กข 6 ที่ผ่านการคงสภาพด้วยวิธีนึ่งไอน้ำร้อนระหว่างการเก็บรักษา



ภาพ ก-5 น้ำมันรำข้าวที่คงสภาพด้วยวิธีต่างกัน

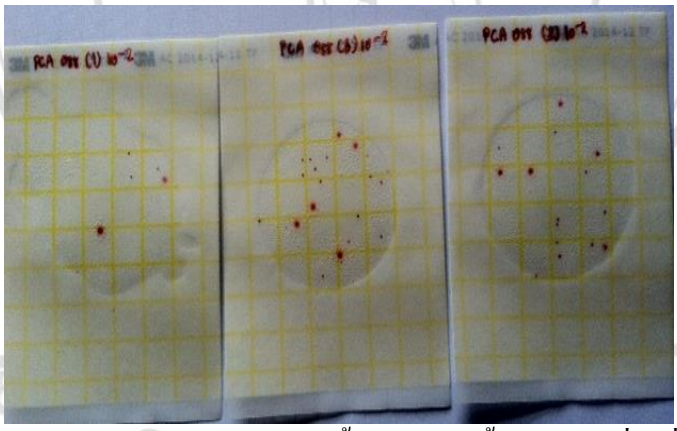
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ ก-6 เครื่องดื่มแอนโทไซยานินสูงรสสตรอเบอรี่

ภาพ ก-7 เครื่องดื่มแอนโทไซยานินสูงรสสตรอเบอรี่ผสมสารสกัดชาเขียว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

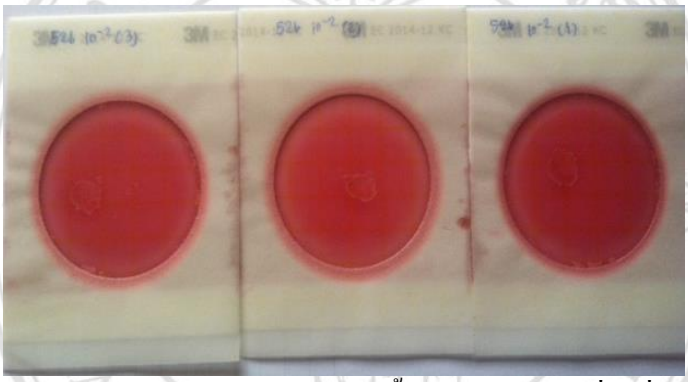
ภาพ ก-8 การเก็บรักษาเครื่องดื่มแอนโทไซยานินสูงภายใต้แสงฟูออเรสเซนต์



ภาพ ก-9 petifilm สำหรับตรวจเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในเครื่องดื่ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ ก-10 petifilm สำหรับตรวจเชื้อราในเครื่องดื่ม



ภาพ ก-11 petifilm สำหรับตรวจเชื้อโคลิฟอร์มในเครื่องดื่ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข

วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

1. วิธีวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โดยใช้ตู้อบไฟฟ้า (AOAC, 2000)

อุปกรณ์

1. กระป๋องอบความชื้น (Moisture can)
2. ที่คีบกระป๋อง (Tong)
3. ช้อนตักสาร (Spatula)
4. โถดูดความชื้น (Desiccater)

เครื่องมือ

1. เครื่องชั่งสำหรับงานวิเคราะห์ (Analytical Balance)
2. ตู้อบไอร้อนแบบไฟฟ้า (Hot air oven)

วิธีวิเคราะห์

1. อบกระป๋องอบความชื้นพร้อมฝา ที่ตู้อบไอร้อนแบบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 100±2 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที

2. ทำให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาที ชั่งน้ำหนัก (W_1)

3. ชั่งตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน (2-3 กรัม) ใส่ในกระป๋องอบความชื้นที่อบเรียบร้อยแล้ว และชั่งน้ำหนัก (W_2)

4. นำกระป๋องอบความชื้นพร้อมฝาโดยเปิดฝาออกไปอบที่ตู้อบไอร้อนแบบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100±2 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง

5. นำกระป๋องอบความชื้นออกจากตู้อบไอร้อนแบบไฟฟ้า โดยปิดฝาทันที และทำให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาที ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6. นำไปอบต่ออีก 1 ชั่วโมง จนได้น้ำหนักที่คงที่ (น้ำหนักที่คงที่หมายความว่าผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 2 มิลลิกรัม) (W_3)

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{(W_3 - W_1) \times 100}{W_2}$$

2. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (AOAC, 2000)

อุปกรณ์

1. ถ้วยกระเบื้องเคลือบ
2. เดซิเคเตอร์ (Dessiccator) ที่มีสารดูดความชื้น เช่น ซิลิกา (Silica gel)

เครื่องมือ

1. เตาเผาไฟฟ้าที่ปรับและควบคุมอุณหภูมิได้
2. เตาเผาไฟฟ้า
3. ตู้ดูดควัน
4. เครื่องชั่งไฟฟ้า ชั่งน้ำหนักได้ละเอียด 0.1 มิลลิกรัม

วิธีวิเคราะห์

1. เผาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาเผาไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 525 องศาเซลเซียส ถึง 550 องศาเซลเซียส (เท่ากับอุณหภูมิที่ใช้เผาตัวอย่าง) นาน 30 นาที ทำให้เย็นในเดซิกเคเตอร์ ชั่งน้ำหนัก (W_1) และใส่ตัวอย่างในถ้วยกระเบื้องเคลือบ ชั่งให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 2-3 กรัม (W_2)

2. นำไปเผาด้วยไฟอ่อนบนเตาไฟฟ้าหรือตะเกียงบุนเซนโดยเพิ่มความร้อนขึ้นทีละน้อย จนตัวอย่างไหม้เกรียมและเผาจนหมดควัน ในกรณีที่ตัวอย่างเป็นของเหลวหรือกึ่งแข็งกึ่งเหลวให้นำตัวอย่างไประเหยแห้งบนเครื่องอังไอน้ำก่อนนำไปเผาบนเตาไฟฟ้า

3. นำไปเผาต่อในเตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 525 องศาเซลเซียส ถึง 550 องศาเซลเซียส จนได้เถ้าสีขาว ทำให้เย็นในเดซิกเคเตอร์ (ถ้าเถ้าที่ได้ไม่ขาว ให้นำเถ้าออกมาจากเตาเผา ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นแล้วหยดน้ำเล็กน้อยพอเปียกชุ่ม ระวังอย่าให้เถ้าฟุ้งหรือกระเด็น นำไประเหยให้แห้งบนเครื่องอังน้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และทำซ้ำจนเถ้าขาวและได้น้ำหนักคงที่ (น้ำหนักคงที่ หมายถึง ผลต่างของการชั่งสองครั้งติดกันมีค่าไม่เกิน 2 มิลลิกรัม) ชั่งน้ำหนักที่ได้ (W_3)

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)} = \frac{(W_3 - W_1) \times 100}{W_2}$$

3. วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน โดยเครื่อง High Temperature Combustion ยี่ห้อ LECO รุ่น FP-528

อุปกรณ์

1. Thin foil cup
2. ช้อนตักสาร
3. Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)

เครื่องมือ

1. เครื่องชั่งไฟฟ้า ชั่งน้ำหนักได้ละเอียด 0.1 มิลลิกรัม
2. เครื่อง High Temperature Combussion ยี่ห้อ LECO รุ่น FP-528

วิธีวิเคราะห์

1. บดตัวอย่างให้ละเอียดด้วยโกร่งหรือเครื่องปั่น
2. ชั่งตัวอย่างใส่ใน thin foil cup 0.3 กรัม บีบฟลอยด์ให้แน่นเพื่อไล่อากาศ และป้องกันตัวอย่างหลุดออกจากฟลอยด์
3. นำไปหาค่าไนโตรเจนโดยใช้เครื่อง High Temperature Combussion ยี่ห้อ LECO รุ่น FP-528
4. บันทึกค่าเปอร์เซนต์ไนโตรเจนที่วิเคราะห์ได้

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)} = \text{ปริมาณไนโตรเจน (ร้อยละ)} \times \text{แฟกเตอร์}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. วิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC, 2000)

อุปกรณ์

1. กระดาษกรองเบอร์ 4
2. ช้อนตักสาร
3. ชุดสกัดไขมัน (Soxtec Extractor รุ่น 2050)
4. Petroleum ether

เครื่องมือ

1. เครื่องสกัดไขมัน (Soxtec Aventi รุ่น 2050)

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างรำข้าว 2.0 กรัม (W_1) ใส่ในกระดาษกรองเบอร์ 4 พับกระดาษกรองให้เล็กเผื่อให้ใส่ในทิมเบอร์ ชั่งน้ำหนักกระป๋องรองรับไขมัน (W_2)

2. เปิดเครื่องสกัดไขมัน (Soxtec Aventi รุ่น 2050) พร้อมทั้งเปิดเครื่องทำความเย็น

3. จากนั้นนำชุดสกัดไขมัน (Soxtec Extractor รุ่น 2050) เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ ตัวอย่างละ 80 มิลลิลิตร

4. กดปุ่ม start เพื่อให้เครื่องเริ่มทำงาน เป็นเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง

5. จากนั้นนำกระป๋องรองไขมันไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที นำไปใส่ในเดซิเคเตอร์รอให้เย็น บันทึกน้ำหนัก (W_3)

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{(W_3 - W_2) \times 100}{W_1}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5. วิเคราะห์ปริมาณเส้นใย (AOAC, 2000)

อุปกรณ์

1. ถ้วยแก้ว (Sintered glass crucible)
2. ภาชนะสำหรับต้มภาชนะ 2 ใบ
3. บีกเกอร์ ขนาด 500 มิลลิลิตร
4. แท่งแก้วคนสาร

สารเคมี

1. Sulfluic acid (H_2SO_4)
2. Sodium Hydroxide (NaOH)
3. Acetone (CH_3COOCH_3)
4. Anti-form

การเตรียมสารเคมี

ก. กรดซัลฟูริกร้อยละ 1.25

ปิเปตกรดซัลฟูริกเข้มข้น 1.25 มิลลิลิตร ใส่ในบิกเกอร์ที่บรรจุน้ำกลั่น อยู่ 75 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ปรับปริมาณให้ครบ 100 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร

ข. โซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 1.25

ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.25 กรัม ใส่ในบิกเกอร์ที่บรรจุน้ำกลั่น อยู่ 75 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ปรับปริมาณให้ครบ 100 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการทดลอง

1. ชั่งถ้วยแก้ว บันทึกน้ำหนัก (W_1) และชั่งรำข้าวที่ปราศจากไขมัน 0.3 กรัม ใส่ในถ้วยแก้ว บันทึกน้ำหนักเป็น (W_2)

2. นำถ้วยแก้วใส่ในเครื่อง fiber tech เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นร้อยละ 1.25 ปริมาณ 80 มิลลิลิตร เติม anti-form 2 หยด ต้มให้เดือด จากนั้นทำการจับเวลาในการย่อยด้วยกรดเป็นเวลานาน 30 นาที

3. พอครบกำหนดทำการกรองกรดทิ้ง แล้วล้างด้วยน้ำร้อน 30 มิลลิลิตร 3 ครั้ง หรือจนกว่ารำข้าวจะมีพีเอชเป็นกลาง

4. ทำการต้มโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 1.25 ให้ร้อน แล้วเติมลงไปในถ้วยแก้วปริมาตร 80 มิลลิลิตร เติม anti form 2 หยด ทำการย่อยด้วยเบสเป็นเวลานาน 30 นาที

5. กรองโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 1.25 ทิ้ง แล้วล้างด้วยน้ำร้อน 30 มิลลิลิตร 3 ครั้ง จนกว่าจะมีพีเอชเป็นกลาง

6. ล้างด้วยอะซิโตน 10 มิลลิลิตร กรองอะซิโตนทิ้ง

7. นำรำข้าวที่ผ่านการย่อยด้วยกรดและเบสไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 3 ชั่วโมง

8. ทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ชั่งและบันทึกน้ำหนัก (W_3)

9. จากนั้นนำไปเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง หรือจนกว่ารำข้าวเป็นสีขาว

10. ทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ชั่งและบันทึกน้ำหนัก (W_4)

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณเส้นใยทั้งหมด (ร้อยละ)} = \frac{(W_3 - W_4) \times 100}{W_2}$$

การคำนวณปริมาณคาร์โบไฮเดรต

ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ) = 100 – (ปริมาณความชื้น + ปริมาณเถ้า + ปริมาณโปรตีน + ปริมาณไขมัน + ปริมาณเส้นใย)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6. วิเคราะห์ระดับการย่อย (Degree of hydrolysis) (ดัดแปลงจาก Adler-Nissen, 1986)

สารเคมี

1. Sodium dodecyl sulfate (SDS)
2. Di-sodium hydrogenphosphate (Na_2HPO)
3. Sodium dihydrogen phosphate (NaH_2PO_4)
4. Trinitrobenesulfonic acid dehydrate (TNBS)
5. Hydrocholic acid (HCl)
6. Leucine

การเตรียมสารละลาย

ก. SDS ร้อยละ 1.0 (w/v)

โดยชั่ง SDS 1 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร

ข. โซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 0.2 โมลาร์ พีเอช 8.2

โดย ชั่ง Na_2HPO_4 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ครบ 1000 มิลลิลิตร

ชั่ง NaH_2PO_4 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ครบ 1000 มิลลิลิตร

นำสารละลายทั้ง 2 ผสมกันให้ได้พีเอช 8.2

ค. TNBS ร้อยละ 0.1 (w/v)

โดยชั่ง TNBS 0.1 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร

ง. ไฮโดรคลลอริก 0.1 นอร์มอล

ปิเปตไฮโดรคลลอริก 3.65 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ครบ 1000 มิลลิลิตร

จ. สารมาตรฐานลิวซีน 2.5 มิลลิโมล

โดยชั่งลิวซีน 0.0164 กรัม ละลายด้วย SDS ร้อยละ 1.0 (w/v) ปรับปริมาตรให้ครบ 25 มิลลิลิตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทำสารละลายมาตรฐานลิวซีน

โดยเตรียมลิวซีน 2.5 มิลลิโมล จากนั้นเจือจางให้มีความเข้มข้น 0-2.50 มิลลิโมล ปรับปริมาตรด้วยโซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 0.2 โมลาร์ พีเอช 8.2 ใช้ 0.25 มิลลิลิตร SDS ร้อยละ 1.0 (w/v) ผสมกับ 2.0 มิลลิลิตร โซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 0.2 โมลาร์ พีเอช 8.2 เป็น blank

วิธีวิเคราะห์

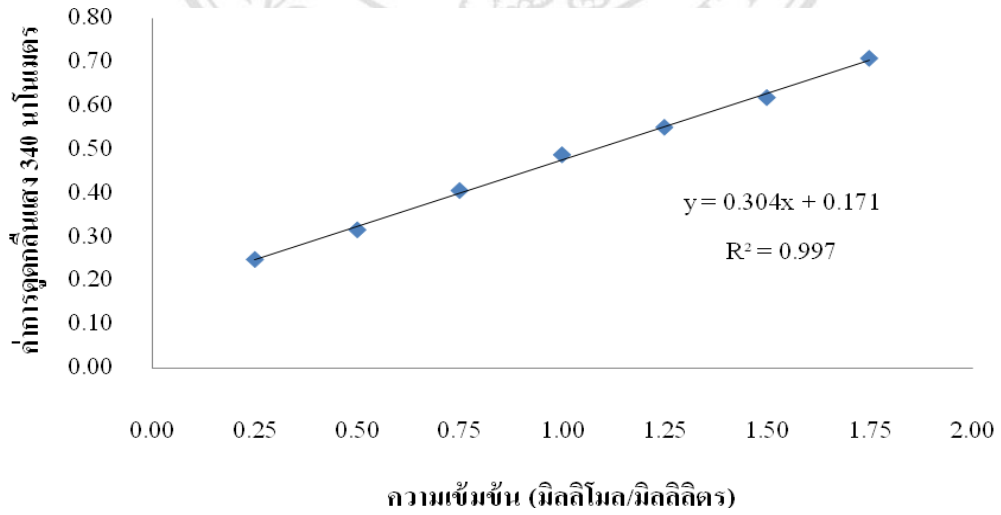
1. ปิเปตส่วนใสที่ได้จากการย่อยด้วยเอนไซม์ 100 ไมโครลิตร ใส่ในหลอดทดลอง เติม 1.0 มิลลิลิตร 0.2 โมลาร์ โซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 0.2 โมลาร์ พีเอช 8.2 ผสมให้เข้ากัน

2. ปิเปตสารละลายจากข้อ 1 ปริมาณ 0.25 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองอันใหม่เติม 2.0 มิลลิลิตรของ SDS ร้อยละ 1 ผสมให้เข้ากัน บ่มที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

3. ปิเปตสารละลายจากข้อ 2 ปริมาณ 0.25 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองอันใหม่เติม 2.0 มิลลิลิตรของ โซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 0.2 โมลาร์ พีเอช 8.2 ผสมให้เข้ากัน

4. จากนั้นเติม 2 มิลลิลิตร ของ TNBS ร้อยละ 0.1 ผสมให้เข้ากัน นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที หยุดปฏิกิริยาด้วย 4.0 มิลลิลิตร ของไฮโดรคลอริก 0.1 นอร์มอล

5. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 340 นาโนเมตร



ภาพ ข–1 กราฟมาตรฐานสารประกอบลิวซีน

การคำนวณ

$$h = \frac{A_{340} \times b}{m}$$

โดย A_{340} = ค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านค่าได้

b = จุดตัดแกน Y

m = ความชันของกราฟมาตรฐาน

$$\text{ระดับการย่อยสลาย (ร้อยละ)} = \frac{h \times 100}{h_{tot}}$$

7. วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (ดัดแปลงจากวิธีของ Lowry *et al.*, 1951)

สารเคมี

1. Sodium carbonate (Na_2CO_3)
2. Sodium Potassium tartate
3. Copper sulfate ($CuSO_4.5H_2O$)
4. Folin- Ciocaltea phonol reagent
5. Bovine Serum Albumin (BSA)

การเตรียมสารละลาย

ก. สารละลาย A: ชั่ง Na_2CO_3 2.00 กรัม ละลายในไฮโดรคลอริก 0.1 นอร์มอล ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร

ข. สารละลาย B: ชั่ง $CuSO_4.5H_2O$ 0.5 กรัม ละลายใน Sodium Potassium tartate ร้อยละ 1.0 (w/v) ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร

ค. สารละลาย C: นำสารละลาย A 50 มิลลิลิตร ผสมกับ สารละลาย B 1 มิลลิลิตร

ง. สารละลาย D: เจือจาง Folin-Ciocaltea phonol Reagent ในน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1: 1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเตรียมกราฟมาตรฐานของ Bovine Serum Albumin (BSA)

1. เตรียม โบวีนซีรัมอะบลูมิน (BSA) เข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เจือจางให้มีความเข้มข้น 0-400 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

2. ปิเปตสารละลายแต่ละความเข้มข้น 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง เติมสารละลาย C 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 10 นาที

3. เติมสารละลาย D 0.2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 นาที

4. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโปรตีนกับค่าการดูดกลืนแสง

วิธีวิเคราะห์

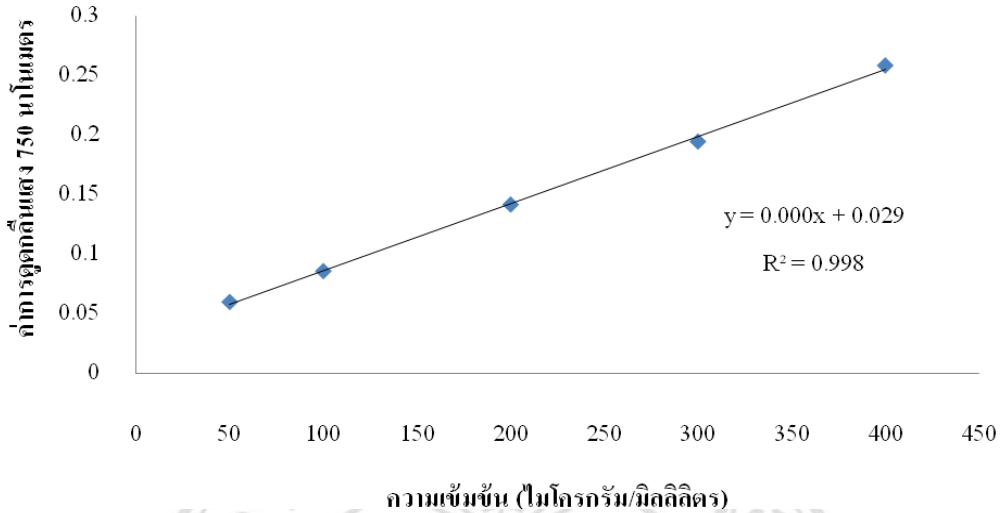
1. นำสารละลายส่วนใสที่ได้จากการย่อยด้วยเอนไซม์ มาปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 6,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 15 นาที

2. ปิเปตส่วนใสจากข้อ 1 ปริมาตร 1 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลอง เติมสารละลาย C 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 10 นาที

3. เติมสารละลาย D 0.2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 นาที

4. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ ข-2 กราฟมาตรฐานของสารประกอบโบวีนซีรัมอะบลูมิน (BSA)

8. การวิเคราะห์กิจกรรมของไลเปส (ดัดแปลงจากวิธีของ Hoshino *et al*., 1992)

สารเคมีที่ใช้

1. *p*-nitrophenyl Butyrate (*p*-NPB)
2. Sodium deoxycholate
3. Triton X-100
4. Monobasic sodium phosphate (NaH_2PO_4)
5. Dibasic sodium phosphate (Na_2HPO_4)
6. 2-Propanol

การเตรียมสารละลาย

ก. สารละลาย A

1. ชั่ง พารา-ไนโตรฟีนิล บิวทิเรต (*p*-NPB) 40 มิลลิกรัม/มิลลิลิตรใน 2-โพรพานอล ให้ได้ปริมาตร 12 มิลลิลิตร

2. ชั่ง Triton X-100 ปริมาณ 4.0 มิลลิลิตร และกัมอะราบิก 100 มิลลิกรัม ในสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 0.05 โมลาร์ พีเอช 7.0 ให้ได้ปริมาตร 90 มิลลิลิตร

ผสมสารละลาย (1) ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร กับสารละลาย (2) ปริมาตร 3.0 มิลลิลิตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข. สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ พีเอช 7.0

1. ชั่ง KH_2PO_4 3.45 กรัม ในน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ได้เท่ากับ 500 มิลลิลิตร

2. ชั่ง K_2HPO_4 4.45 กรัม ในน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ได้เท่ากับ 500 มิลลิลิตร

ผสมสารละลายทั้ง 2 ปรับ ให้พีเอชเท่ากับ 7.0

การเตรียมกราฟมาตรฐาน พารา-ไนโตรฟีนิล บิวทิเรต **(*p*-NPB)**

1. ละลาย พารา-ไนโตรฟีนิล บิวทิเรต (*p*-NPB) 1,000 ไมโครโมล/มิลลิลิตรด้วย 2-โพรพานอล

2. จากนั้นเจือจางต่อให้มีความเข้มข้นเท่ากับ 0-120 ไมโครโมล/มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยฟอสเฟตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ พีเอช 7.0

3. โดยปิเปตสารละลายแต่ละความเข้มข้น 1.0 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลาย A 2.0 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที

4. หยุดปฏิกิริยา ด้วย 2-โพรพานอล 2.0 มิลลิลิตร นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 6,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที

5. ดูดส่วนใสเพื่อนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร นำค่าที่ได้เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น พารา-ไนโตรฟีนิล บิวทิเรต กับค่าการดูดกลืนแสง

วิธีวิเคราะห์

1. สกัดรำข้าวด้วยเฮกเซนในอัตราส่วน 1 : 10 เขย่าที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 นาที ระเหยเฮกเซนให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง ทำการสกัดซ้ำ 3 ครั้ง

2. นำรำข้าวที่ผ่านการสกัดจากข้อ 1 ผสมกับสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ พีเอช 7.0 ในอัตราส่วน 1 : 10 เขย่าให้เข้ากัน นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 6,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 15 นาที

3. ดูสารละลายใสจากข้อ 2 ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองอันใหม่ เติมสารละลาย A 2.0 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที

4. หยุดปฏิกิริยา ด้วย 2-โพรพานอล 2.0 มิลลิลิตร นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 6,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที

5. ดูดส่วนใสเพื่อนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร นำค่าที่ได้เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น พารา-ไนโตรฟีนิล บิวทิเรต กับ ค่าการดูดกลืนแสง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การคำนวณ

กิจกรรมของเอนไซม์ไลเปส (ยูนิตต่อกรัมน้ำหนักวัสดุหมักแห้ง) = $\left[\frac{A_{410}}{slope}\right] \times \left[\frac{V_{tot}}{Sol^{n}_{enz}}\right] \times \left[\frac{1}{Time_{Rx}}\right] \times \left[\frac{W_{lipase}}{V_{soln\ lipase}}\right]$

โดย

A_{410} = ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร

Slope = ความชันของกราฟมาตรฐาน p-nitrophenol

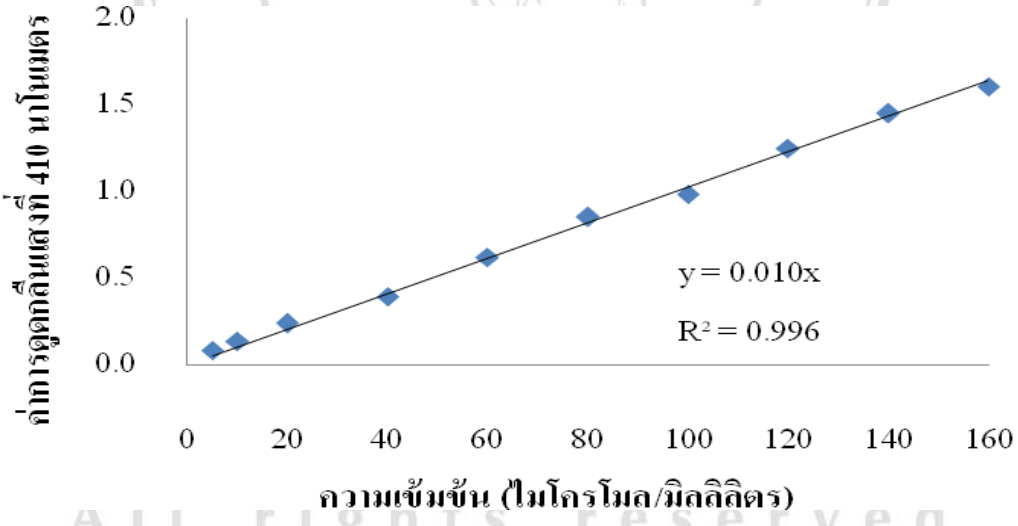
V_{tot} = 1.0 + 2.0 + 2.0 = 5.0 มิลลิลิตร

Sol^{n} enz.in Rx = 1.0 มิลลิลิตร

$Time_{Rx}$ = 60 นาที

$V_{soln\ lipase}$ = 10 มิลลิลิตร

W_{lipase} = 1.0 กรัม



All rights reserved

ภาพ ข-3 กราฟมาตรฐานสารประกอบพารา-ไนโตรฟีนิล บิวทิเรต (*p*-NPB)

9. การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด (Anesini *et al*., 2008)

สารเคมี

1. Gallic acid
2. Ethanol
3. Folin-Ciocaltea phenol Reagent
4. Sodium carbonate anhydrous

การเตรียมสารละลาย

1. เอทานอลร้อยละ 80 (v/v)

ตวงสารละลายเมทานอลความเข้มข้นร้อยละ 80 เตรียมโดยตวงเมทานอลร้อยละ 99.9 ปริมาตร 80 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร โดยใช้ขวดปรับปริมาตร

2. Folin-Ciocaltea phenol Reagent ร้อยละ10 (v/v)

ปิเปต Folin-Ciocaltea reagent ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร โดยใช้ขวดปรับปริมาตร

3. Sodium carbonate ร้อยละ7.5 (w/v)

ชั่งโซเดียมคาร์บอเนตน้ำหนัก 7.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร โดยใช้ขวดปรับปริมาตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เตรียมสารประกอบฟีนอลมาตรฐานความเข้มข้น 400 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เตรียมโดยชั่งสารกรดแกลลิกน้ำหนัก 0.04 กรัม ละลายในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร โดยใช้ขวดปรับปริมาตร แล้วนำมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้สารละลายมาตรฐานความเข้มข้น 0, 20, 50, 70 และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

การสร้างกราฟมาตรฐานฟีนอล

1. เตรียมสารประกอบฟีนอลมาตรฐานความเข้มข้น 400 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เตรียมโดยชั่งกรดแกลลิกน้ำหนัก 0.04 กรัม ละลายในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร โดยใช้ขวดปรับปริมาตร แล้วนำมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้สารละลายมาตรฐานความเข้มข้น 0-100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ

2. ปิเปตสารละลายมาตรฐานฟีนอลแต่ละความเข้มข้น มาอย่างละ 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองความเข้มข้นละ 3 หลอด เติมสารละลาย Folin-Ciocaltea Reagent ร้อยละ 10 (v/v) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองแต่ละหลอด ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 8 นาที

3. เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตร้อยละ 7.5 (w/v) ปริมาตร 4 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 2 ชั่วโมง

4. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปสร้างกราฟแสดงตามสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดแกลลิกกับค่าการดูดกลืนแสง

วิธีวิเคราะห์

1. สกัดรำข้าวด้วยเอทานอล ร้อยละ 80 (v/v) เอทานอล ในอัตราส่วน 1 : 10 ผสมให้เข้ากัน จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 3000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที

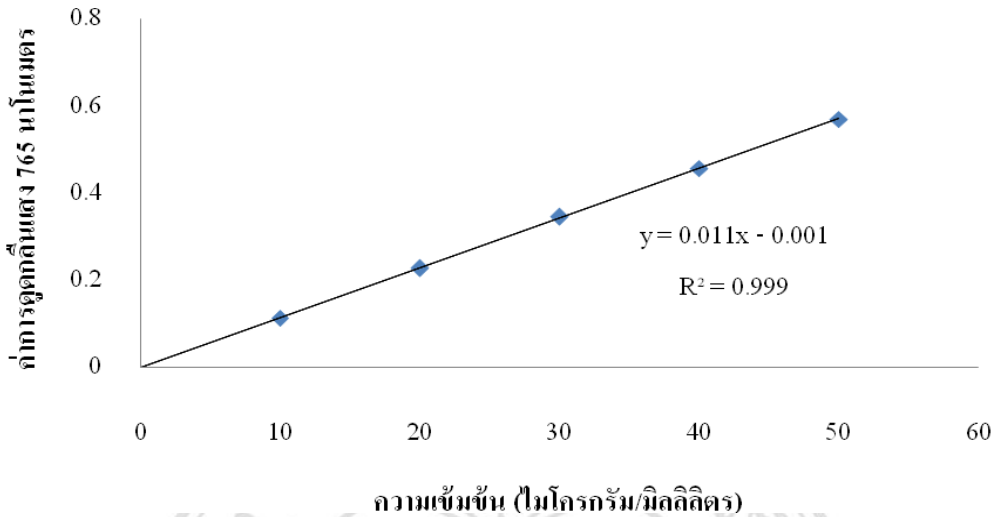
2. นำไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 (ตวงปริมาตรส่วนใสไว้เพื่อใช้คำนวณ) นำส่วนที่กรองได้ไปใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด

3. นำสารละลายส่วนใสจากข้อ 2 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เติมสารละลาย Folin-Ciocaltea Reagent ร้อยละ 10 (v/v) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองแต่ละหลอด ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 8 นาที

4. เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตร้อยละ 7.5 (w/v) ปริมาตร 4 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 2 ชั่วโมง

5. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตรนำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ไปเปรียบเทียบหาปริมาณของสารประกอบฟีนอลจากกราฟมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ ข-4 กราฟมาตรฐานสารประกอบฟีนอล

การคำนวณ

นำค่าที่อ่านได้จากสารประกอบฟีนอลมาตรฐานที่เตรียมไว้ในขั้นตอนการสร้างกราฟมาตรฐานมาคำนวณหาสูตรสมการเส้นตรง ได้ดังนี้

$$y = 0.0115x - 0.0019$$

โดย y คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้

x คือ ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่าง (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)

จากนั้นนำค่า x ที่อ่านได้ มาคำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลในรำข้าว

ตัวอย่างการคำนวณหาสารประกอบฟีนอลในรำข้าว

สารละลายปริมาตร 1 มิลลิลิตร มีสารประกอบฟีนอลทั้งหมด 26.34ไมโครกรัม ดังนั้น สารละลายปริมาตร 1 มิลลิลิตร มีสารประกอบฟีนอลทั้งหมด 0.02634มิลลิกรัม

สารประกอบฟีนอลได้มาจากการเจือจาง 10 เท่าโดยปริมาตร แสดงว่า

สารละลายมีสารประกอบฟีนอลทั้งหมด $0.04827 \times 10 = 0.2634$ มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

สารที่สกัดได้มีปริมาตรเฉลี่ย 7.5 มิลลิลิตร แสดงว่า สารละลายมีสารประกอบฟีนอลทั้งหมด $0.2634 \times 7.0 = 1.8438$ มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารประกอบฟีนอลได้มาจากตัวอย่างรำข้าว 2 กรัม แสดงว่า รำข้าว 1 กรัม มีสารประกอบฟีนอลทั้งหมด 1.8438 มิลลิกรัม

คำนวณต่อน้ำหนักแห้ง

รำข้าวมีความชื้นร้อยละ 10.07 แสดงว่า มีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 89.97

รำข้าว 89.93 กรัม มีสารประกอบฟีนอลทั้งหมด 1.8438 มิลลิกรัม

ถ้ารำข้าว 100 กรัม มีสารประกอบฟีนอลทั้งหมด (1.8438× 100)/ 89.93

= 2.0402 มิลลิกรัม/กรัม (น้ำหนักแห้ง)

หรือ 204.02 มิลลิกรัม/100 กรัม (น้ำหนักแห้ง)

หมายเหตุ รายงานผลของสารประกอบฟีนอลในหน่วย มิลลิกรัม/100 กรัม (น้ำหนักแห้ง)

10. การวิเคราะห์หาปริมาณแอนโทไซยานิน (ดัดแปลงวิธีวิเคราะห์จากวิธีการของ Hosseinian *et al*., 2008)

สารเคมี

1. Ethanol
2. Acitic acid
3. Potassium choride
4. Sodium acetate
5. Hydrocholic acid

การเตรียมสารละลาย

1. เอทานอลร้อยละ 70

ตวงสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 เตรียมโดยตวงเอทานอลร้อยละ 99.7 ปริมาตร 70 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร โดยใช้ขวดปรับปริมาตร นำเอทานอลร้อยละ 70 ผสมกับกรดอะซิติก ในอัตราส่วน 85: 15

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. สารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ 0.03 โมลาร์ (บัฟเฟอร์พีเอช 1.0)

เตรียมโดยชั่งโพแทสเซียมคลอไรด์ 1.86 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 980 มิลลิลิตร ปรับพีเอชให้ได้ 1.0 ด้วยกรดไฮโดรคลอริค จากนั้นปรับปริมาตรให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น โดยใช้ขวดปรับปริมาตร

3. สารละลายโซเดียมอะซิเตท 0.4 โมลาร์ (บัฟเฟอร์พีเอช 4.5)

เตรียมโดยชั่งโซเดียมอะซิเตท 54.43 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 960 มิลลิลิตร ปรับพีเอชให้ได้ 4.5 ด้วยกรดไฮโดรคลอริค จากนั้นปรับปริมาตรให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น โดยใช้ขวดปรับปริมาตร

การสกัดสารแอนโทไซยานินจากรำข้าวก่ำ

นำรำข้าวก่ำดอดสะเก็ด 1.0 กรัม เติมสารละลายเอทานอลร้อยละ 70 ผสมกับกรดอะซิติก (85: 15) ในอัตราส่วน 1: 10 แช่ที่อุณหภูมิห้องนาน 2 ชั่วโมง จากนั้นกรองสารละลายใสที่ได้ด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 (บันทึกปริมาตรที่กรองได้) เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณแอนโทไซยานิน

การวิเคราะห์หาปริมาณสารแอนโทไซยานิน

1. นำของเหลวใสที่สกัดได้มา 0.1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง จากนั้นเติมบัฟเฟอร์พีเอช 1.0 ปริมาณ 4.9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 15 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 และ 700 นาโนเมตร

2. นำของเหลวใสที่สกัดได้มา 0.1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง จากนั้นเติมบัฟเฟอร์พีเอช 4.5 ปริมาณ 4.9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 15 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 และ 700 นาโนเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การคำนวณหาแอนโทไซยานิน

นำค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้ไปแทนค่าในสูตรหาปริมาณแอนโทไซยานิน มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ดังนี้

$$\text{Anthocyanin pigment (cyaniding-3-glucoside equivalents)} = \frac{A \times MW \times DF \times 10^3}{\varepsilon \times 1}$$

โดยที่ A คือ ค่าดูดกลืนแสง $(A_{520} - A_{700})_{\text{pH 1.0}}$ - $(A_{520} - A_{700})_{\text{pH 4.5}}$

MW คือ มวลโมเลกุลของไซยานิดิน-3-ไกลโคไซด์ มีค่าเท่ากับ 449.2 กรัม/โมล

DF คือ ระดับการเจือจาง

ε คือ ค่าสัมประสิทธิ์ มีค่าเท่ากับ 26,900 โมลาร์

10^3 คือ เปลี่ยนหน่วยจาก กรัม เป็น มิลลิกรัม

11. วิเคราะห์ปริมาณแกมม่าออริซานอล (γ-oryzanol) (ดัดแปลงจากวิธีของ Chalermpong *et al*., 2012)

สารเคมี

1. Methanol
2. Deionized water

วิธีสกัดแกมม่าออริซานอล (γ-oryzanol)

ผสมรำข้าวก่ำดอยสะเก็ดและกข 6 ต่อเมทานอลในอัตราส่วน 1 : 10 ทำการสกัดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 ทำการสกัด 3 ครั้ง นำสารสกัดทั้ง 3 ครั้งเทรวมกัน จากนั้นน้ำสารสกัดที่ได้ไประเหยที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่อง evaporator จนแห้ง ชั่งน้ำหนัก crud ที่สกัดได้ บันทึกน้ำหนัก

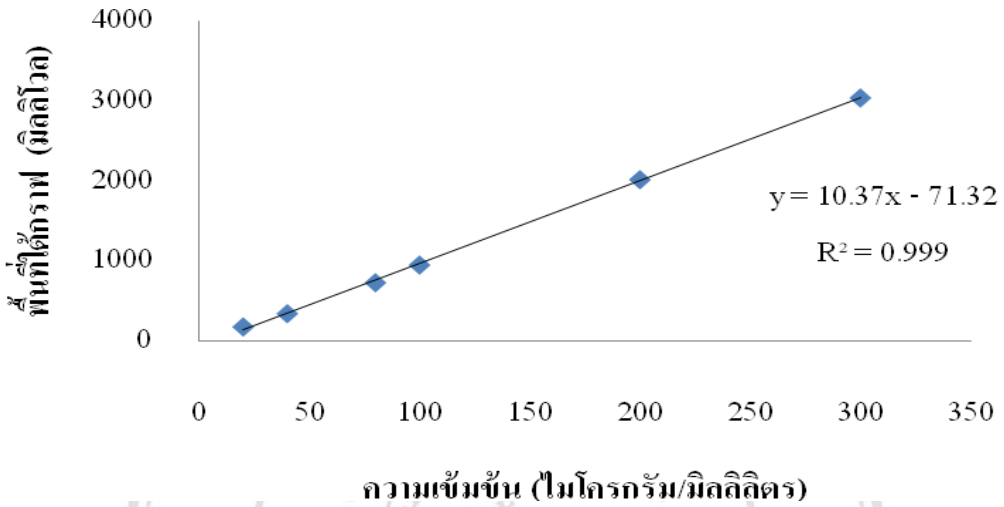
สภาวะของเครื่อง HPLC ที่ใช้ในการวิเคราะห์

Column type	: reversed C18, YMC-Pack ODS-A, S-5 5 ไมโครเมตร, 12 นาโนเมตร, 50×4.6 มิลลิเมตร
Mobile phase	: methanol : acetonitrile : dichloromethane (50 : 47 : 3)
Flow rate	: 1.0 มิลลิลิตร/นาที
Detector	: UV-vis (Diode array detector; DOD) 325 นาโนเมตร
Injection volumn	: 10 ไมโครลิตร
Analysis time	: 40 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Column temperature : 30 องศาเซลเซียส

HPLC ยี่ห้อ : Agilent 1100 USA



ภาพ ข-5 กราฟมาตรฐานแกมมา-ออริซานอล

12. วิเคราะห์ปริมาณวิตามินอี (Tocopherols และ Tocotrienols) (ดัดแปลงจากวิธีของ Chalermpong *et al.*, 2012)

วิธีสกัดวิตามินอี

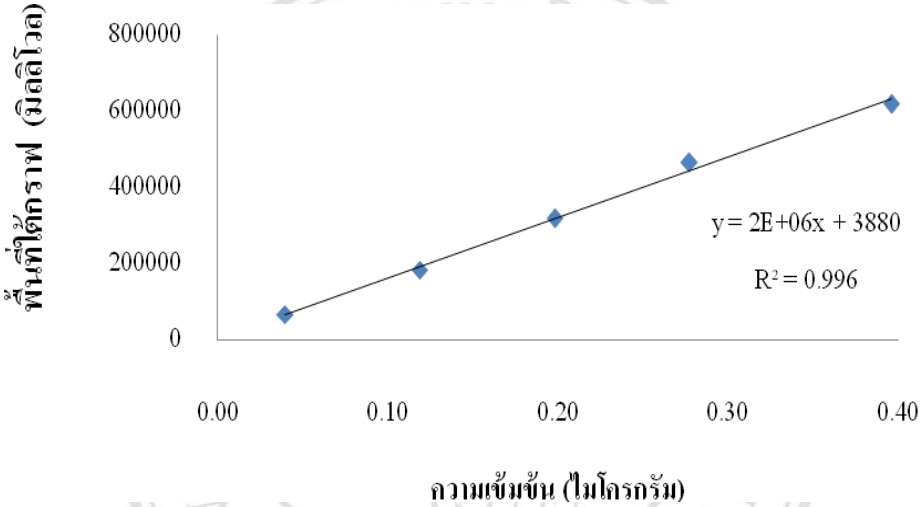
ผสมรำข้าวก่ำดอยสะเก็ดและ กข 6 ต่อเฮกเซนในอัตราส่วน 1 : 10 ทำการสกัดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 ทำการสกัด 3 ครั้ง นำสารสกัดทั้ง 3 ครั้งเทรวมกัน จากนั้นน้ำสารสกัดที่ได้ไประเหยที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่อง evaporator จนแห้ง ชั่งน้ำหนัก crud ที่สกัดได้

สภาวะของเครื่อง HPLC ที่ใช้ในการวิเคราะห์

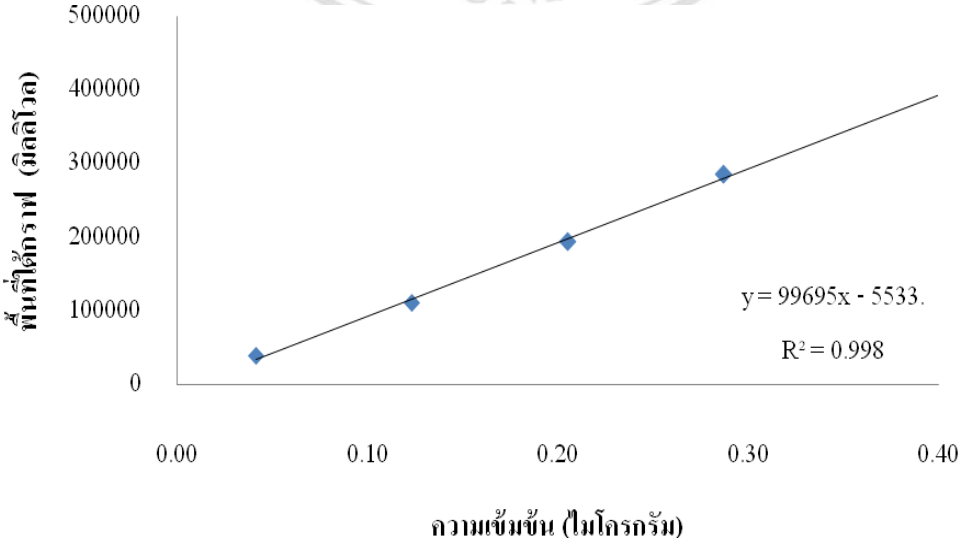
Column type	: reversed C18 column 250x4.60 มิลลิเมตร
Mobile phase A	: 25% acetonitrile, 70% methanol and 5% isopropanol
Mobile phase B	: 45% acetonitrile, 45% methanol and 10% isopropanol
Flow rate	: 0.6 มิลลิลิตร/นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

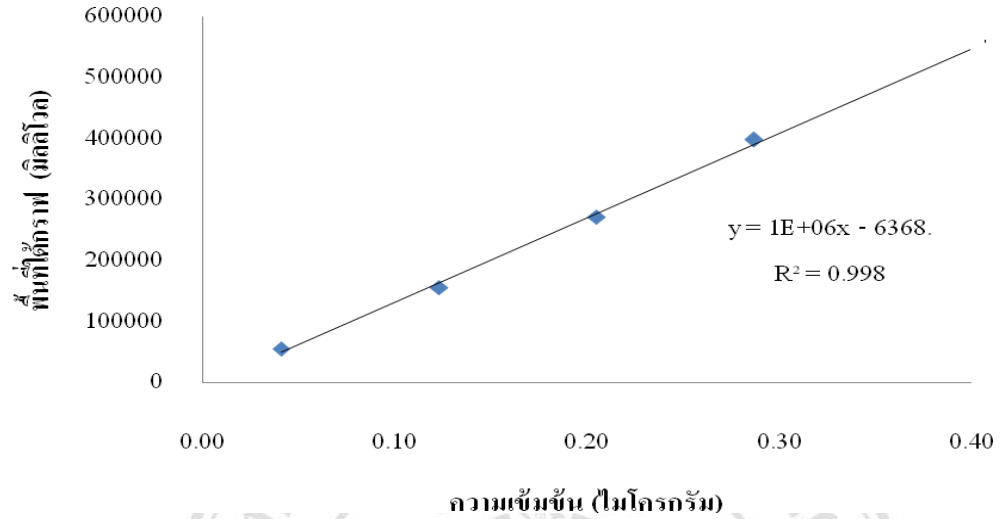
Detector	: Fluorescence detector excitation: 290 นาโนเมตร, emission 330 นาโนเมตร
Injection volumn	: 10 ไมโครลิตร
Analysis time	: 30นาที
Column temperature	: 30 องศาเซลเซียส
HPLC ยี่ห้อ	: Shimadzu, Japan



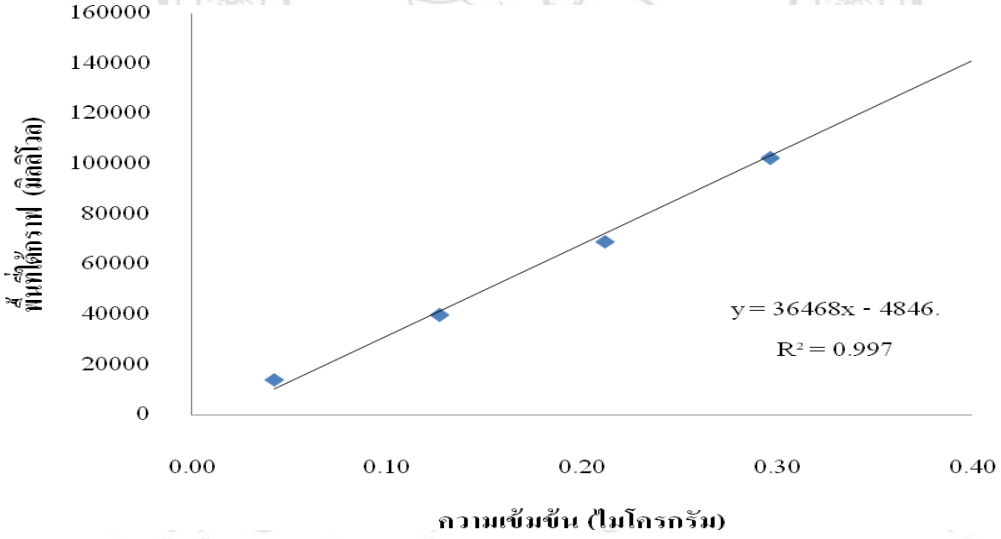
ภาพ ข-6 กราฟมาตรฐาน δ-tocotrienol



ภาพ ข-7 กราฟมาตรฐาน β-tocotrienol

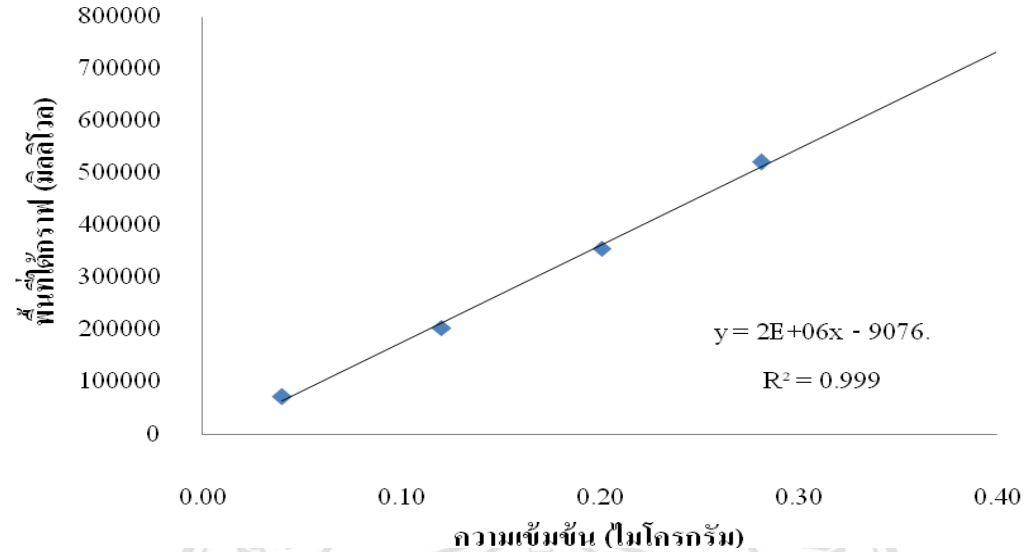


ภาพ ข-8 กราฟมาตรฐาน γ-tocotrienol

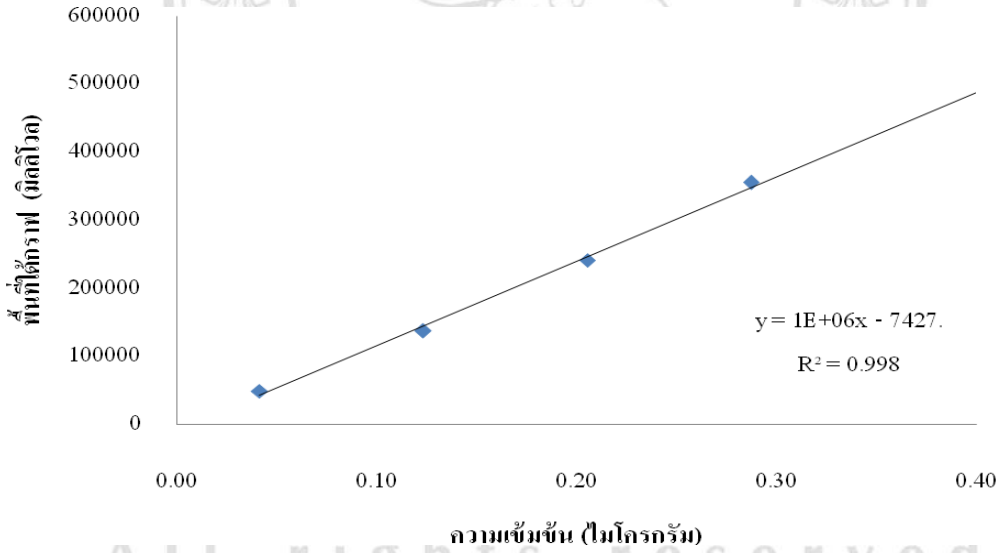


All rights reserved

ภาพ ข-9 กราฟมาตรฐาน α-tocotrienol

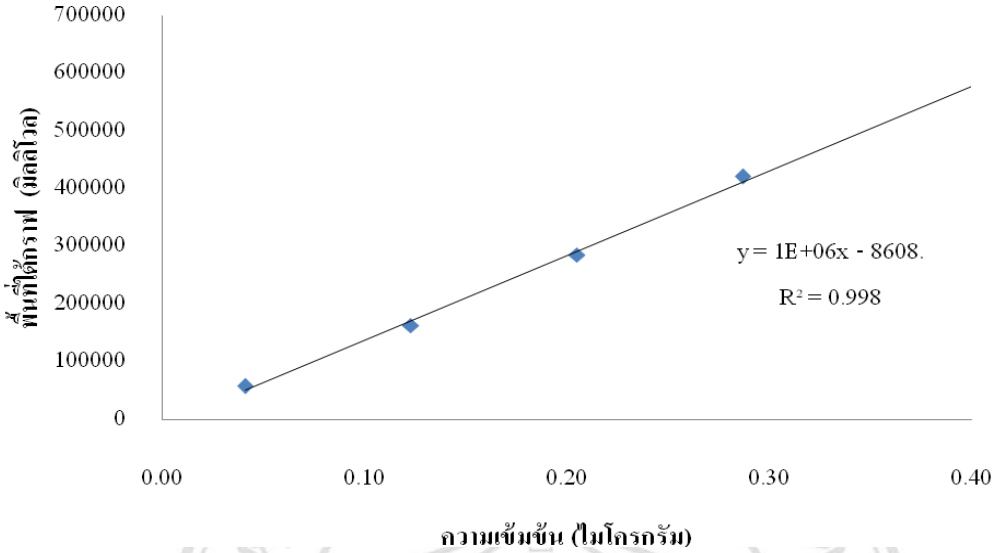


ภาพ ข-10 กราฟมาตรฐาน δ-tocopherol

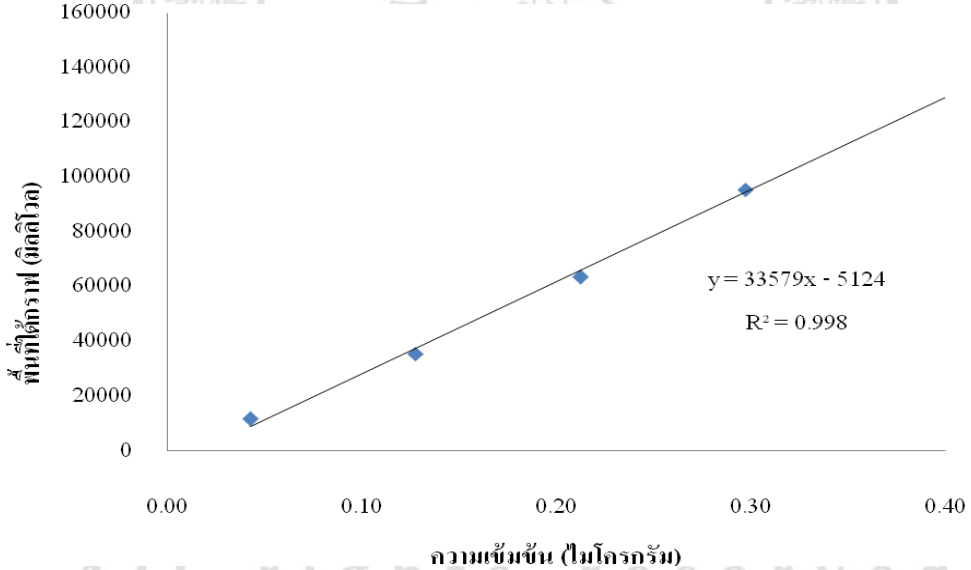


All rights reserved

ภาพ ข-11 กราฟมาตรฐาน β-tocopherol



ภาพ ข-12 กราฟมาตรฐาน γ-tocopherol



All rights reserved

ภาพ ข-13 กราฟมาตรฐาน α-tocopherol

13. การวิเคราะห์กิจกรรมการต้านออกซิเดชัน วิธี DPPH radical scavenging activity (ดัดแปลงจากวิธีของ Laokuldilok *et al*., 2011)

อุปกรณ์

1. หลอดทดลอง
2. เครื่องเขย่า
3. กระดาษกรองเบอร์ 4
4. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง
5. ขวดปรับปริมาตร ขนาด 100 มิลลิลิตร
6. เครื่องเขย่า
7. Spectrophotometer

สารเคมี

1. 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)
2. Ethanol

การเตรียมสารละลาย

ก. 2, 2-diphenyl-1- picrylhydrazyl (DPPH) ร้อยละ 0.0039 (w/v)

สารละลาย 2, 2 – diphenyl – 1 - picrylhydrazyl (DPPH) ความเข้มข้นร้อยละ 0.0039 เตรียมโดยชั่งสาร DPPH 0.0039 กรัม ละลายในเอทานอล จากนั้นปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร

ข. การสกัดสารละลายจากตัวอย่าง

นำรำข้าวที่ผ่านการร่อนตะแกรงขนาด 20 mash สกัดด้วยสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 80 ในอัตราส่วน 1:10 นำไปเขย่าที่อุณหภูมิห้องนาน 1 ชั่วโมง นำสารละลายที่ได้กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 นำของเหลวใสทั้งหมดไปใช้ในการวิเคราะห์หากิจกรรมการต้านออกซิเดชัน วิธี DPPH

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีวิเคราะห์

ปิเปตส่วนใสที่สกัดได้ 1.0 มิลลิลิตร เติมสารละลาย DPPH ความเข้มข้นร้อยละ 0.0039 ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ใช้เอทานอลเข้มข้นร้อยละ 80 เป็น blank

การคำนวณ

นำค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้ไปแทนค่าในสูตรฤทธิ์การต้านออกซิเดชัน มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง ดังนี้

ฤทธิ์การต้านออกซิเดชัน (ร้อยละ) = $[(Ao - Ae) / Ao] \times 100$

โดย Ao คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายไม่เติมสารสกัดตัวอย่าง

Ae คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายเติมสารสกัดตัวอย่าง

14. วิเคราะห์วิตามินบี (บี1 บี 2 บี 6) (ดัดแปลงจากวิธีของ Lebiedzin´ska และ Szefer , 2006) วิธีสกัดวิตามินบี

ผสมรำข้าวก่ำดอยสะเก็ดและ กข 6 ต่อextract (5% acetonitrile : 1% acetic acid : 94% water; extract)ในอัตราส่วน 1: 10 ทำการสกัดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 ทำการสกัด 3 ครั้ง นำสารสกัดทั้ง 3 ครั้งเทรวมกัน จากนั้นนำสารสกัดที่ได้ไประเหยที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศจนแห้ง ชั่งน้ำหนัก crud ที่สกัดได้

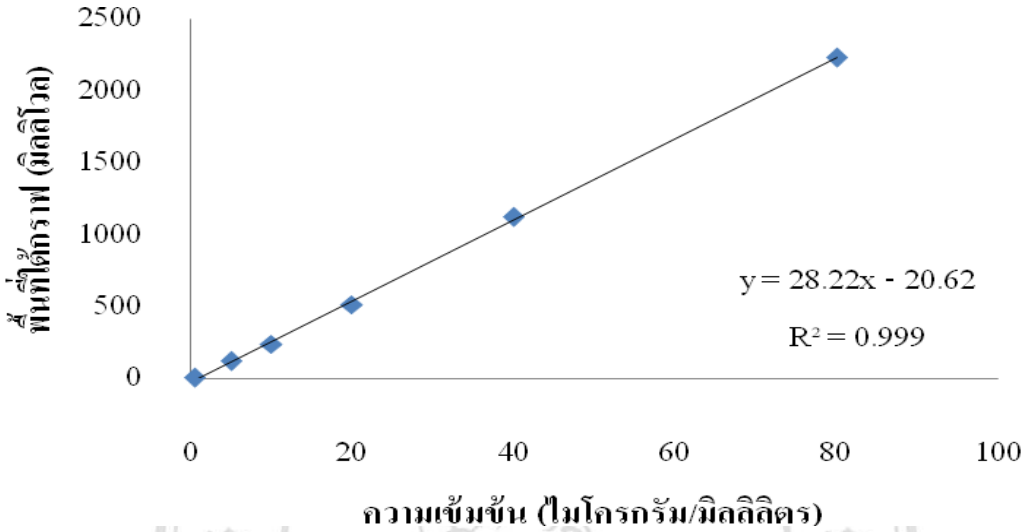
สภาวะของเครื่อง HPLC ที่ใช้ในการวิเคราะห์

Column type	: reversed C18, 150×4.6 มิลลิเมตร
Mobile phase A	: 20% acetonitrile : 1% acetic acid : 79% water
Mobile phase B	: MeOH
	(A:B = 1 : 1)
Flow rate	: 1.0 มิลลิลิตร/นาที
Detector	: UV-vis (Diode array detector; DOD) 254 นาโนลิเมตร
Injection volumn	: 10 ไมโครลิตร
Analysis time	: 10 นาที

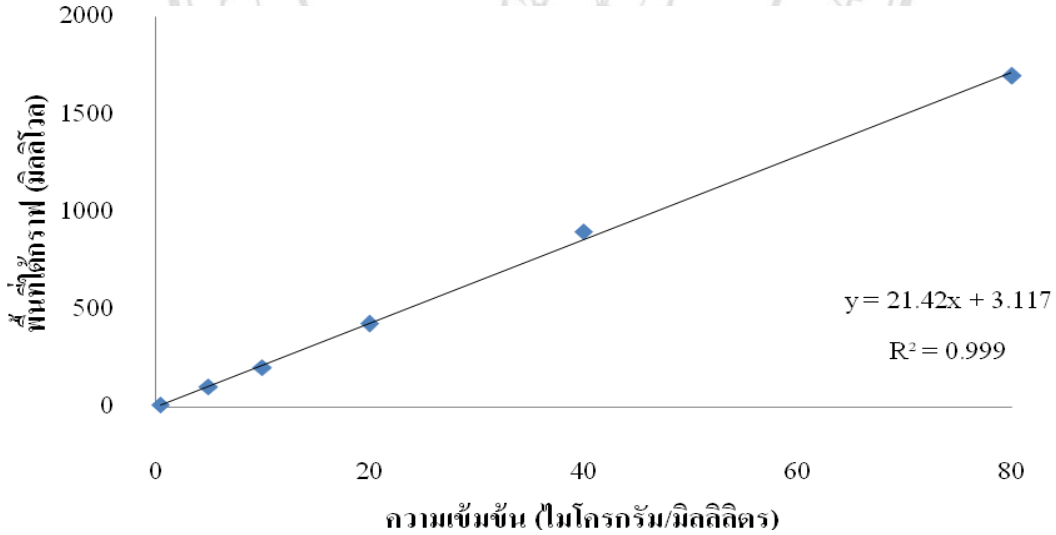
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Column temperature : 30 องศาเซลเซียส

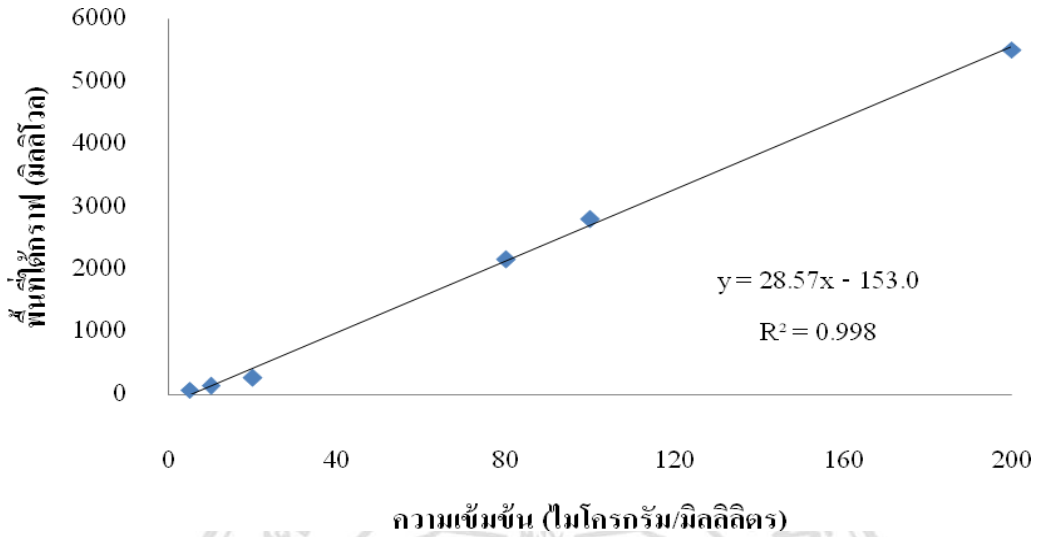
HPLC ยี่ห้อ : Agilent 1100 USA



ภาพ ข-14 กราฟมาตรฐานวิตามิน บี 1 (Thiamine)



ภาพ ข-15 กราฟมาตรฐานวิตามิน บี 2 (Riboflavin)



ภาพ ข-16 กราฟมาตรฐานวิตามิน บี 6 (pyridoxine)

15. วิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ (AOAC, 2000)

สารเคมี

1. Acitic acid
2. Chloroform
2. Potassium iodide
3. Sodium thiosulfate
4. น้ำแป้ง

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งน้ำมันตัวอย่าง 0.25 กรัม บันทึกน้ำหนัก ใส่ในขวดรูปชมพูขนาด 250 มิลลิลิตร

2. เติมสารละลายกรดอะซิติ: คลอโรฟอร์ม (3:2) 30 มิลลิลิตร ลงไปในตัวอย่าง ปิดจุกให้สนิท แกว่งเบาๆ ให้น้ำมันละลายในตัวทำละลายให้หมด

3. เติมสารละลายอิ่มตัวโพแทสเซียมไอโอไดด์จำนวน 0.5 มิลลิลิตร เขย่าและตั้งทิ้งไว้ 1 นาที เติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ

4. ไตเตรทด้วยสารละลายโซเดียวไธโอซัลเฟต 0.1 นอร์มอล ที่ผ่านการทำมาตรฐานแล้ว จนกระทั่งสารละลายมีสีเหลืองอ่อน

5. ทำ Blank ควบคู่ไปด้วย โดย Blank ทำเหมือนกับตัวอย่างแต่ไม่เติมน้ำมัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การคำนวณ

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

เมื่อ S = ปริมาตร $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ในการไตเตรทกับตัวอย่าง

B = ปริมาตร $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ในการไตเตรทกับแบลงค์

N = ความเข้มข้น $Na_2S_2O_3$ (N)

W = น้ำหนักของน้ำมันตัวอย่าง

16. วิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระ (AOAC, 2000)

สารเคมี

1. Hexane
2. Cupic acetate
3. Isooctane

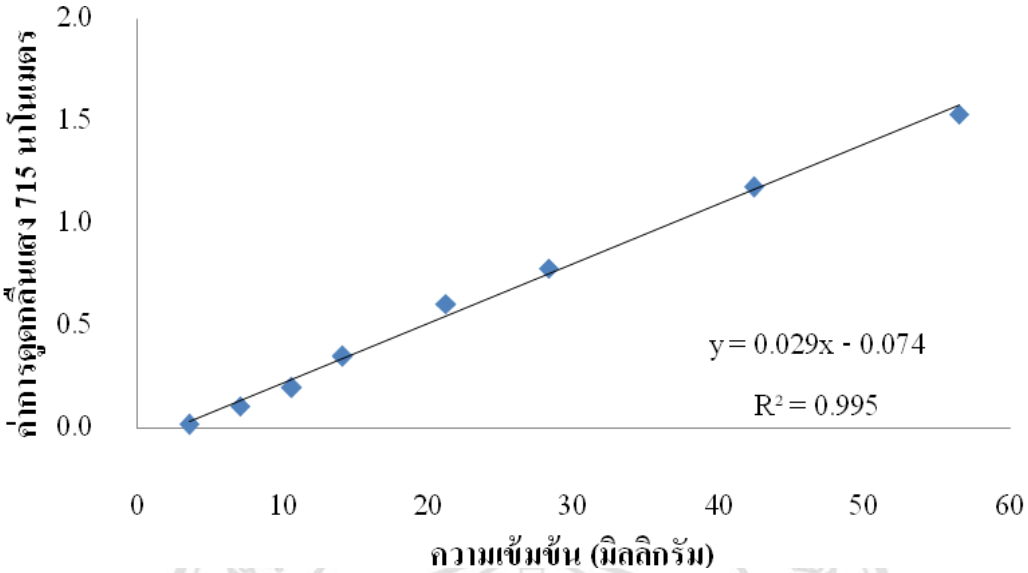
วิธีสกัด

ผสมรำข้าวต่อเฮกเซนในอัตราส่วน 1:10 เขย่าที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลานาน 30 นาที กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 ทำการสกัด 3 ครั้ง นำส่วนที่กรองไประเหยให้แห้ง

วิธีวิเคราะห์

ชั่งน้ำมันที่สกัดได้ 0.1 กรัม ละลายด้วยไอโซออกเทน 4.0 มิลลิลิตร เมื่อละลาย crud หมด เติม 1.0 มิลลิลิตรของ cupic acetate ร้อยละ 1.0 (w/v) นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 715 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ไปเปรียบเทียบหาปริมาณของกรดไขมันอิสระจากกราฟมาตรฐานของกรดโอเลอิก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ ข-17 กราฟมาตรฐานกรดโอเลอิก (Oleic acid)

17. วิเคราะห์ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด

อุปกรณ์

1. Hand refract meter

วิธีวิเคราะห์

หยดเครื่องดื่มลงบน Hand refract meter อ่านปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในหน่วยองศาบริกซ์

18. วิเคราะห์ความข้นหนืด

นำเครื่องดื่มตัวอย่าง 300 มิลลิลิตร ใส่บีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร วัดความหนืดด้วยเครื่อง วัดความหนืด Brookfield รุ่น DV-II ในหน่วยเซนติพอยท์ (cp) โดยใช้หัววัดเบอร์ 1 หมุนด้วยความเร็วรอบ 60 รอบต่อนาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

19. วิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (AOAC, 2000)

อุปกรณ์

1. บิวเรต
2. ขวดรูปชมพู่ ขนาด 125 มิลลิลิตร

สารเคมี

1. Phenolphthalein
2. Sodium hydroxide
3. Potassium acid phathalate

หาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มอล

1. นำโพแทสเซียมแอซิดพาทาเลท อบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
2. ชั่งโพแทสเซียมแอซิดพาทาเลท 0.2 กรัม ใส่ในขวดวัดปริมาตร 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นต้ม
3. ปิเปตสารละลายโพแทสเซียมแอซิดพาทาเลท 25 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร หยดฟีนอล์ฟทาลีน 2-3 หยด
4. ไตเตรทด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มอล จนถึงจุดยุติเป็นสีชมพู บันทึกปริมาตร โซเดียมไฮดรอกไซด์ (ทำ 3 ซ้ำ)

วิธีวิเคราะห์

1. ปิเปตเครื่องดื่ม 5 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ เติมน้ำกลั่นลงไป 20 มิลลิลิตรเติมฟีนอล์ฟทาลีน 2-3 หยด
2. ไตเตรทด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มอล จนถึงจุดยุติเป็นสีชมพู บันทึกปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์

การคำนวณ

ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละ) = $(V_{NaOH} \times N \times n \times 100) / V_{sam}$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อ V_{NaOH} = ปริมาตรของโซเดียมไฮดรอกไซด์

N = ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์

n = มิลลิอิควาเลนซ์ = 0.07 (กรดซิตริก)

V_{sam} = ปริมาตรตัวอย่าง

20. ค่าความเป็นกรด-ด่าง

อุปกรณ์

1. เครื่องวัดพีเอชมิเตอร์ (Jenco รุ่น 6071, China)
2. บีกเกอร์

วิธีวิเคราะห์

นำตัวอย่างเครื่องดื่มใส่ในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร ปริมาตร 20 มิลลิลิตร วัดความเป็นกรด-ด่างด้วยพีเอชมิเตอร์ที่ผ่านการปรับด้วยสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน พีเอช 4.0 และ 7.0 บันทึกผล

21. วิเคราะห์ค่าสี ด้วยระบบ CIE LAB

อุปกรณ์

1. เครื่องวัดสี CR-300 Minolta, Japan

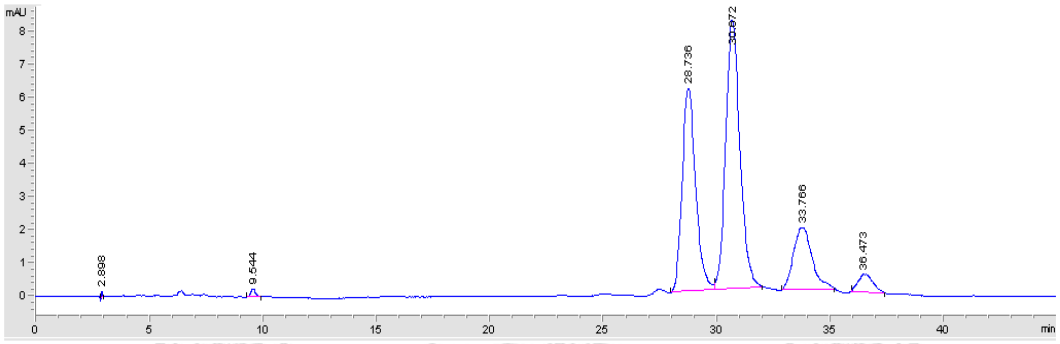
วิธีวิเคราะห์

1. เลือกโปรแกรม Hunter Lab ($L^* a^* b^*$) illuminate = D_{65} และ Observer 10^O
2. ทำการปรับมาตรฐานสีโดยใช้แผ่นเทียบมาตรฐาน
3. นำตำแหน่งตัวอย่างวางบนตำแหน่งที่วัดค่าได้เป็น $L^* a^* b^*$

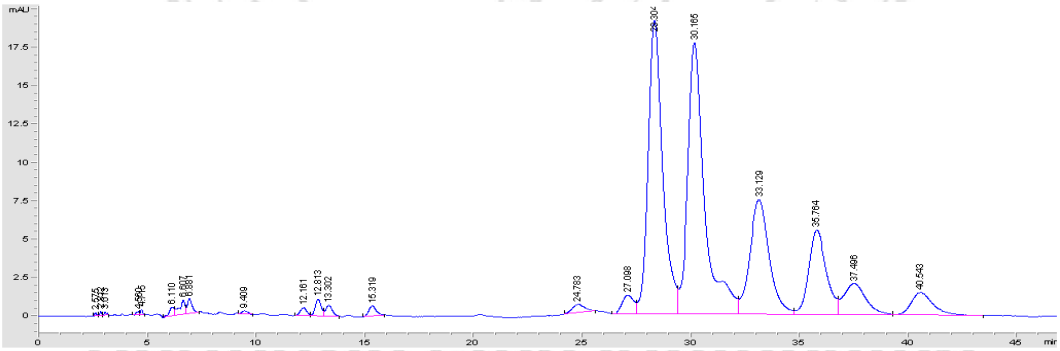
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค

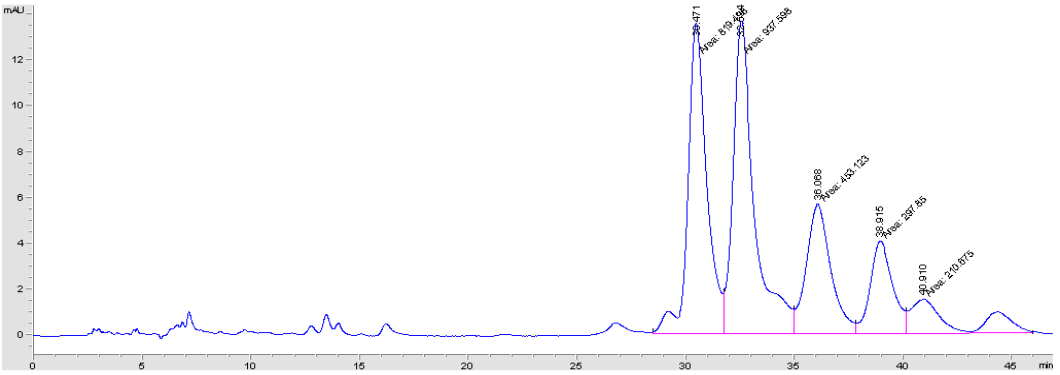
ตัวอย่างโครมาโตแกรมของสารมาตรฐานและสารตัวอย่าง



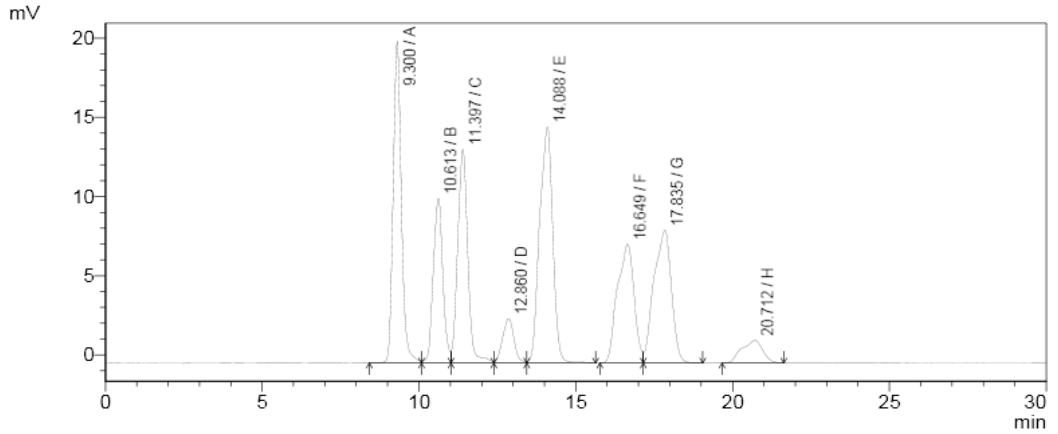
ภาพ ค-1 โครมาโตแกรมสารมาตรฐานแกมมาออริซานอล



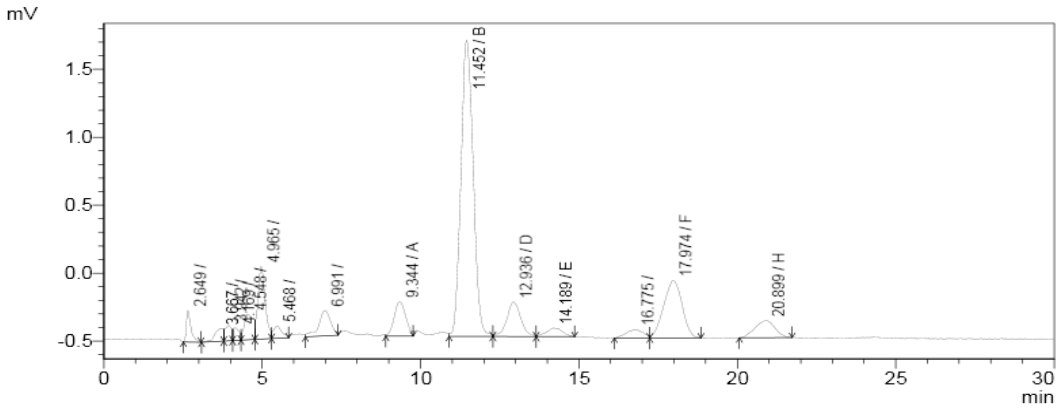
ภาพ ค-2 โครมาโตแกรมแกมมาออริซานอลในรำข้าวก่ำดอยสะเก็ด



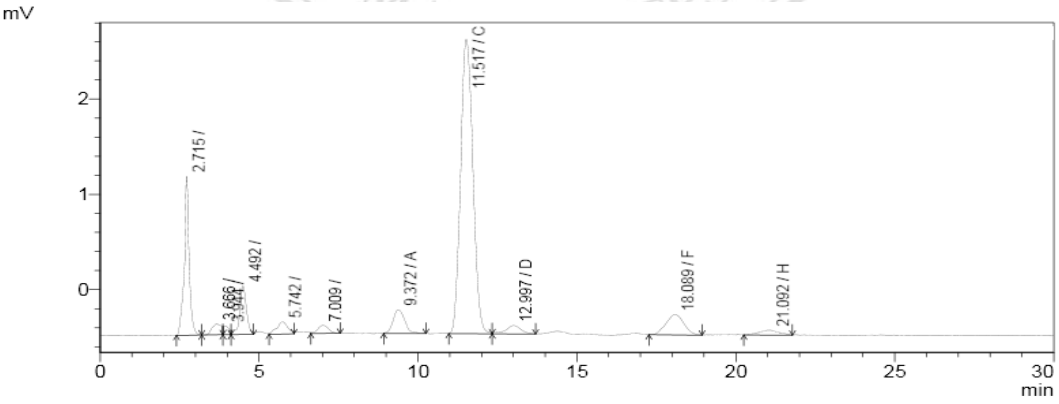
ภาพ ค-3 โครมาโตแกรมแกมมาออริซานอลในรำข้าว กข 6



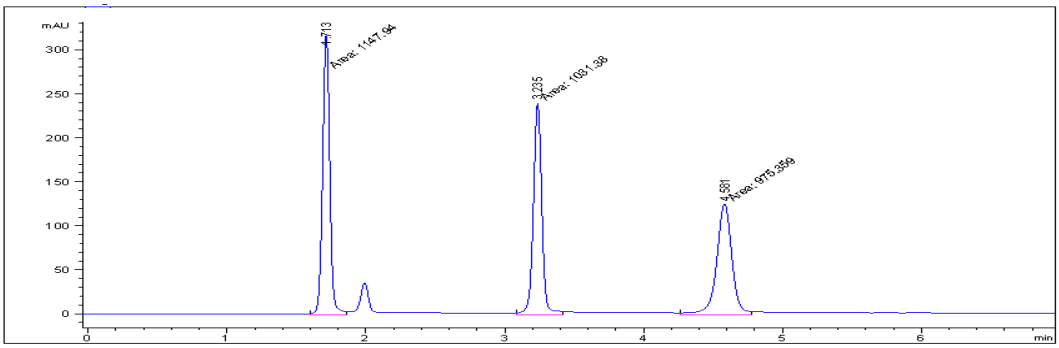
ภาพ ค-4 โครมาโตแกรมสารมาตรฐานของ Tocochromanol



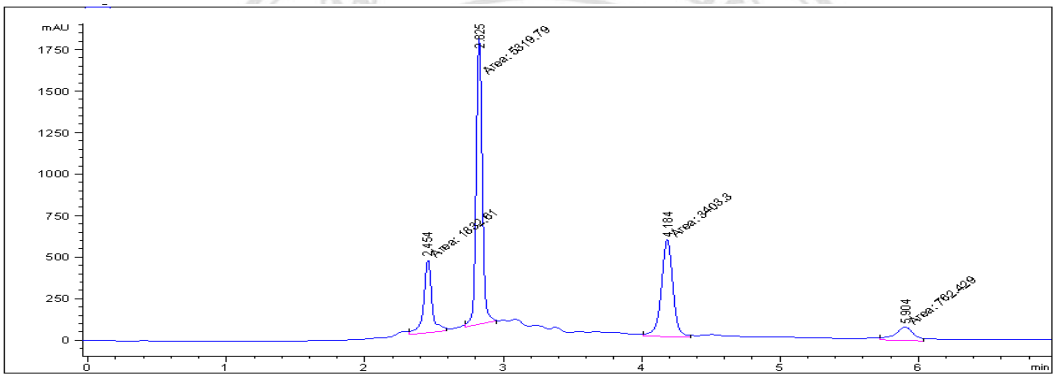
ภาพ ค-5 โครมาโตแกรมของ Tocochromanol ในรำข้าวก่ำดอยสะเก็ด



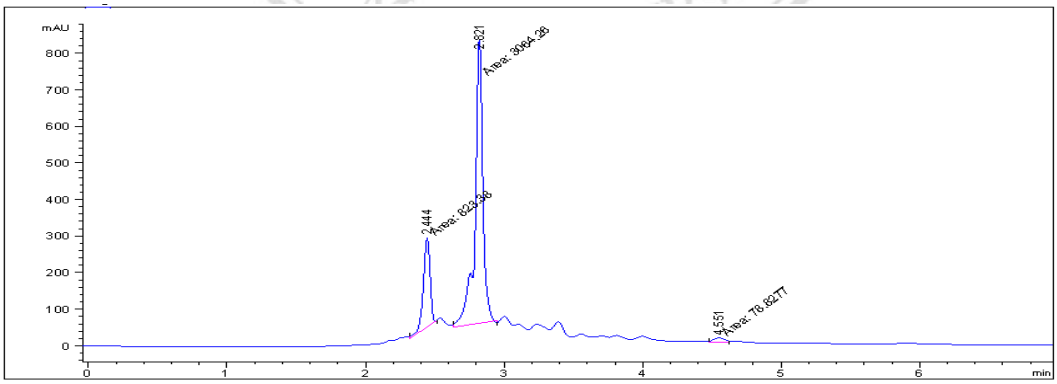
ภาพ ค-6 โครมาโตแกรมของ Tocochromanol ในรำข้าว กข 6



ภาพ ค-7 โครมาโตแกรมสารมาตรฐานของวิตามินบี 1 (Thiamine), บี 2 (Riboflavin) และ บี 6 (pyridoxine)



ภาพ ค-8 โครมาโตแกรมของวิตามินบี 1 (Thiamine), บี 2 (Riboflavin) และ บี 6(pyridoxine) ในรำข้าวก่ำดอยสะเก็ด



ภาพ ค-9 โครมาโตแกรมของวิตามินบี 1 (Thiamine), บี 2 (Riboflavin) และ บี 6 (pyridoxine) ในรำข้าว กข 6

ภาคผนวก ง

ตารางผลการทดลองและข้อมูลดิบ

ตาราง ง-1 ผลการติดตามระดับการไฮโดรไลซิสของเอนไซม์ 5 ชนิดที่ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ในรำข้าว กข 6

เวลา (นาที)	ชนิดของเอนไซม์				
	โบรมิเลน	ปาเปน	ทริปซิน	ไคโมทริปซิน	ฟลาโวไซม์
0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
15	2.60±0.07	1.36±0.14	3.22±0.08	2.31±0.21	1.39±0.12
30	3.39±0.09	2.66±0.13	5.81±0.16	5.16±0.19	2.47±0.13
45	3.93±0.10	4.71±0.08	6.57±0.24	5.99±0.07	2.94±0.10
60	4.78±0.05	5.48±0.05	7.67±0.20	6.79±0.70	3.87±0.31
75	5.59±0.14	6.38±0.04	8.18±0.18	7.40±0.14	4.20±0.14
90	5.89±0.12	7.00±0.09	8.80±0.17	8.33±0.17	4.83±0.20
105	6.14±0.13	7.93±0.10	9.39±0.16	8.93±0.30	5.24±0.19
120	6.50±0.13	8.67±0.05	9.87±0.10	9.40±0.26	5.67±0.22

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ง-2 ผลการติดตามระดับการไฮโดรไลซิสของเอนไซม์ 5 ชนิดที่ความเข้มข้น 8.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ในรำข้าว กข 6

เวลา (นาที)	ชนิดของเอนไซม์				
	โบรมิเลน	ปาเปน	ทริปซิน	ไคโมทริปซิน	ฟลาโวไซม์
0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
15	1.37±0.18	1.17±0.30	1.35±0.17	1.63±0.16	1.02±0.04
30	1.70±0.11	2.48±0.33	3.05±0.11	2.46±0.21	1.44±0.02
45	2.17±0.26	3.32±0.29	4.35±0.04	3.72±0.19	2.36±0.10
60	2.37±0.21	3.70±0.11	4.94±0.13	5.65±0.25	3.09±0.10
75	2.60±0.18	4.32±0.10	6.57±0.23	6.33±0.22	3.64±0.09
90	2.89±0.15	5.31±0.15	7.06±0.29	6.89±0.19	4.39±0.13
105	3.15±0.19	5.95±0.13	7.49±0.23	7.33±0.09	4.68±0.04
120	3.38±0.27	6.52±0.28	7.88±0.29	7.74±0.17	4.88±0.11

ตาราง ง-3 ผลการติดตามระดับการไฮโดรไลซิสของเอนไซม์ 5 ชนิดที่ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ในรำข้าวก่ำดอยสะเก็ด

เวลา (นาที)	ชนิดของเอนไซม์				
	โบรมิเลน	ปาเปน	ทริปซิน	ไคโมทริปซิน	ฟลาโวไซม์
0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
15	2.50±0.76	5.00±0.22	4.45±0.09	4.30±0.13	3.41±0.14
30	5.59±0.58	6.45±0.37	6.46±0.03	6.30±0.15	4.39±0.14
45	6.69±0.44	7.67±0.19	7.58±0.08	7.18±0.22	5.82±0.06
60	7.51±0.91	9.72±0.37	9.36±0.04	9.06±0.08	7.01±0.21
75	7.93±0.38	10.40±0.14	10.35±0.09	10.19±0.11	8.22±0.22
90	8.70±0.47	10.79±0.25	10.89±0.11	10.71±0.11	8.75±0.08
105	9.06±0.57	11.44±0.24	11.57±0.10	11.49±0.09	9.49±0.05
120	9.29±0.40	12.17±0.22	12.33±0.03	12.09±0.11	10.11±0.18

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ง-4 ผลการติดตามระดับการไฮโดรไลซิสของเอนไซม์ 5 ชนิดที่ความเข้มข้น 8.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ในรำข้าวก่ำดอยสะเก็ด

เวลา (นาที)	ชนิดของเอนไซม์				
	โบรมิเลน	ปาเปน	ทริปซิน	ไคโมทริปซิน	ฟลาโวไซม์
0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
15	3.36±0.30	4.12±0.24	3.54±0.15	3.23±0.13	1.39±0.23
30	3.93±0.43	4.76±0.34	5.66±0.11	5.01±0.11	2.32±0.22
45	4.31±0.37	5.55±0.39	6.19±0.12	6.19±0.30	3.94±0.17
60	5.08±0.57	6.17±0.63	7.39±0.05	7.04±0.25	5.07±0.29
75	5.25±0.83	6.93±0.43	7.98±0.17	7.29±0.10	5.64±0.18
90	5.73±0.60	7.53±0.29	8.68±0.14	7.84±0.16	6.20±0.11
105	6.21±0.53	8.18±0.38	9.19±0.18	8.35±0.09	6.40±0.10
120	6.43±0.54	8.64±0.28	9.79±0.14	9.14±0.17	6.64±0.13

ตาราง ง-5 ผลการติดตามค่าการละลายของโปรตีนจากเอนไซม์ 5 ชนิดที่ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ในรำข้าว กข 6

เวลา (นาที)	ชนิดของเอนไซม์				
	โบรมิเลน	ปาเปน	ทริปซิน	ไคโมทริปซิน	ฟลาโวไซม์
0	18.12±1.34	17.45±2.06	21.37±1.12	16.95±0.96	16.53±0.33
15	28.28±1.40	36.28±2.22	30.03±0.98	31.28±1.52	28.87±0.45
30	29.70±1.59	40.28±2.51	33.95±3.48	34.20±2.19	31.87±0.45
45	31.74±1.51	41.70±2.99	38.20±3.62	36.78±1.62	34.53±0.43
60	33.62±1.91	43.87±2.32	41.62±4.55	40.78±1.91	38.70±0.38
75	35.78±2.10	47.87±3.04	46.45±3.29	43.87±2.08	42.20±1.04
90	38.37±1.74	49.12±2.50	49.87±1.50	47.03±2.36	45.20±0.43
105	39.70±1.36	52.87±4.27	52.45±1.60	49.45±2.71	47.70±0.47
120	41.87±0.96	56.28±5.32	54.28±1.42	51.70±2.68	50.03±0.54

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ง-6 ผลการติดตามค่าการละลายของโปรตีนจากเอนไซม์ 5 ชนิดที่ความเข้มข้น 8.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ในรำข้าว กข 6

เวลา นาที)	ชนิดของเอนไซม์				
	โบรมิเลน	ปาเปน	ทริปซิน	ไคโมทริปซิน	ฟลาโวไซม์
0	21.20±2.62	17.53±2.25	19.87±2.01	20.70±1.98	16.37±0.47
15	29.87±0.69	37.03±0.09	42.78±2.22	38.12±2.05	31.45±0.32
30	31.45±1.40	42.70±1.91	47.37±1.56	41.53±2.83	35.53±0.43
45	32.95±2.08	47.37±2.536	49.78±1.52	44.70±2.76	40.95±0.74
60	33.95±1.50	51.20±1.04	51.95±1.26	48.53±2.12	45.78±0.57
75	34.78±1.66	53.87±0.88	55.12±1.10	50.53±1.48	47.78±0.57
90	36.45±0.92	56.37±0.54	57.62±1.93	53.70±0.98	50.37±0.47
105	40.45±1.71	59.70±1.12	61.20±1.04	56.12±1.91	52.53±0.33
120	40.03±1.31	65.03±2.02	63.70±1.12	60.28±2.18	54.78±0.32

ตาราง ง-7 ผลการติดตามค่าการละลายของโปรตีนจากเอนไซม์ 5 ชนิดที่ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ในรำข้าวก่ำดอยสะเก็ด

เวลา (นาที)	ชนิดของเอนไซม์				
	โบรมิเลน	ปาเปน	ทริปซิน	ไคโมทริปซิน	ฟลาโวไซม์
0	23.45±0.74	17.62±1.62	18.37±0.72	17.87±1.69	16.70±0.27
15	27.37±0.38	29.70±1.31	30.45±1.00	30.28±1.17	21.12±0.57
30	30.95±1.52	33.87±1.55	32.95±1.14	32.20±1.14	23.87±0.79
45	32.87±2.19	37.12±1.97	35.62±1.77	34.12±1.91	29.28±0.50
60	34.95±1.26	40.95±2.22	37.70±1.41	37.62±1.20	33.45±0.57
75	36.78±1.60	44.37±2.37	40.20±1.73	39.45±1.00	38.53±0.43
90	39.03±1.22	48.12±2.85	43.78±1.66	41.70±1.05	40.20±0.43
105	41.12±0.96	50.87±2.96	46.62±1.91	44.87±1.23	41.95±0.32
120	42.45±0.92	54.03±1.92	48.28±1.71	47.20±1.45	44.70±0.86

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ง-8 ผลการติดตามค่าการละลายของโปรตีนจากเอนไซม์ 5 ชนิดที่ความเข้มข้น 8.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ในรำข้าวก่ำดอยสะเก็ด

เวลา (นาที)	ชนิดของเอนไซม์				
	โบรมิเลน	ปาเปน	ทริปซิน	ไคโมทริปซิน	ฟลาโวไซม์
0	22.95±2.32	19.62±2.25	19.20±2.19	18.87±1.73	18.37±0.38
15	27.20±3.16	31.28±2.75	32.62±1.48	36.78±2.03	22.95±0.88
30	30.78±1.13	41.37±3.52	37.53±1.58	39.28±1.60	27.70±1.70
45	31.95±1.32	43.87±2.86	41.12±1.03	42.78±2.63	33.03±0.47
60	33.53±1.48	47.03±0.98	45.45±2.70	45.53±2.76	36.95±0.32
75	34.53±2.53	49.95±1.00	50.87±1.48	48.78±2.85	43.70±2.16
90	35.78±2.38	53.28±1.37	54.12±1.03	51.87±2.56	46.12±2.06
105	39.12±4.61	55.70±2.05	57.78±1.91	54.53±1.75	48.87±1.67
120	41.12±4.41	57.78±2.73	61.12±1.34	56.37±1.12	51.70±1.41

ตาราง ง-9 ผลการติดตามกิจกรรมของเอนไซม์ไลเปสโดยการไฮโดรไลซิสของเอนไซม์ 5 ชนิดที่ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ในรำข้าว กข 6

เวลา (นาที)	ชนิดของเอนไซม์				
	โบรมิเลน	ปาเปน	ทริปซิน	ไคโมทริปซิน	ฟลาโวไซม์
0	0.11±0.00	0.15±0.00	0.10±0.01	0.11±0.01	0.11±0.00
15	0.19±0.00	0.22±0.00	0.22±0.00	0.25±0.01	0.16±0.00
30	0.23±0.01	0.28±0.01	0.28±0.00	0.35±0.01	0.17±0.00
45	0.26±0.00	0.30±0.01	0.35±0.01	0.38±0.01	0.21±0.00
60	0.28±0.00	0.33±0.01	0.40±0.00	0.32±0.01	0.23±0.00
75	0.31±0.01	0.32±0.00	0.30±0.00	0.27±0.02	0.31±0.00
90	0.31±0.01	0.13±0.01	0.09±0.00	0.27±0.01	0.28±0.00
105	0.29±0.01	0.03±0.00	0.03±0.00	0.05±0.00	0.26±0.00
120	0.28±0.01	0.07±0.00	0.02±0.00	0.03±0.00	0.24±0.00

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ง-10 ผลการติดตามกิจกรรมของเอนไซม์ไลเปสโดยการไฮโดรไลซิสของเอนไซม์ 5 ชนิดที่ความเข้มข้น 8.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ในรำข้าว กข 6

เวลา (นาที)	ชนิดของเอนไซม์				
	โบรมิเลน	ปาเปน	ทริปซิน	ไคโมทริปซิน	ฟลาโวไซม์
0	0.12±0.01	0.16±0.01	0.14±0.01	0.13±0.01	0.11±0.00
15	0.20±0.01	0.28±0.01	0.36±0.01	0.28±0.01	0.19±0.00
30	0.24±0.00	0.32±0.00	0.48±0.01	0.37±0.01	0.21±0.00
45	0.25±0.00	0.41±0.01	0.61±0.02	0.45±0.01	0.25±0.00
60	0.30±0.00	0.34±0.01	0.44±0.02	0.34±0.01	0.32±0.00
75	0.35±0.01	0.16±0.01	0.18±0.01	0.25±0.01	0.26±0.00
90	0.29±0.01	0.06±0.00	0.06±0.00	0.08±0.00	0.23±0.00
105	0.27±0.00	0.07±0.00	0.02±0.00	0.03±0.00	0.22±0.00
120	0.26±0.01	0.09±0.01	0.03±0.00	0.02±0.00	0.21±0.00

ตาราง ง-11 ผลการติดตามกิจกรรมของเอนไซม์ไลเปสโดยการไฮโดรไลซิสของเอนไซม์ 5 ชนิดที่ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ในรำข้าวก่ำดอยสะเก็ด

เวลา (นาที)	ชนิดของเอนไซม์				
	โบรมิเลน	ปาเปน	ทริปซิน	ไคโมทริปซิน	ฟลาโวไซม์
0	0.09±0.00	0.09±0.01	0.09±0.01	0.08±0.01	0.09±0.00
15	0.12±0.01	0.17±0.01	0.21±0.00	0.18±0.01	0.17±0.00
30	0.15±0.01	0.28±0.00	0.27±0.00	0.27±0.00	0.22±0.00
45	0.21±0.00	0.31±0.00	0.35±0.01	0.31±0.01	0.23±0.00
60	0.24±0.01	0.35±0.00	0.25±0.00	0.33±0.00	0.26±.000
75	0.27±0.01	0.06±0.01	0.22±0.01	0.24±0.01	0.28±0.01
90	0.30±0.01	0.02±0.00	0.02±0.00	0.08±0.00	0.23±0.00
105	0.28±0.01	0.02±0.00	0.02±0.00	0.04±0.00	0.22±0.00
120	0.26±0.01	0.02±0.00	0.02±0.00	0.01±0.00	0.21±0.00

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ง-12 ผลการติดตามกิจกรรมของเอนไซม์ไลเปสโดยการไฮโดรไลซิสของเอนไซม์ 5 ชนิดที่ความเข้มข้น 8.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ในรำข้าวก่ำดอยสะเก็ด

เวลา (นาที)	ชนิดของเอนไซม์				
	โบรมิเลน	ปาเปน	ทริปซิน	ไคโมทริปซิน	ฟลาโวไซม์
0	0.08±0.01	0.11±0.00	0.13±0.01	0.08±0.00	0.11±0.01
15	0.14±0.01	0.15±0.00	0.25±0.01	0.18±0.00	0.21±0.00
30	0.18±0.01	0.31±0.01	0.35±0.01	0.27±0.00	0.27±0.00
45	0.23±0.00	0.34±0.01	0.38±0.01	0.34±0.01	0.29±0.00
60	0.27±0.01	0.28±0.01	0.17±0.01	0.22±0.01	0.31±0.00
75	0.29±0.01	0.10±0.00	0.01±0.00	0.05±0.01	0.28±0.00
90	0.25±0.01	0.04±0.00	0.01±0.00	0.03±0.00	0.24±0.00
105	0.24±0.01	0.03±0.00	0.02±0.00	0.02±0.00	0.23±0.00
120	0.21±0.01	0.02±0.00	0.02±0.00	0.01±0.00	0.21±0.00

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ง-13 การเปลี่ยนแปลงของวิตามินอีในรำข้าว กข 6 ระหว่างการเก็บรักษา

	วิตามินอี	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
RN	δ-tocotrienol	4.44±0.02	4.40±0.04	4.41±0.03	4.35±0.08	4.23±0.02	4.37±0.02	4.30±0.01	4.17±0.02	4.14±0.01
	γ-tocotrienol	227.39±0.78	222.25±0.60	217.25±0.84	214.32±0.21	220.00±0.37	211.32±0.19	201.32±0.45	195.25±0.63	189.31±0.27
	α-tocotrienol	47.80±0.53	48.33±0.44	48.20±0.50	47.63±0.86	47.42±0.32	47.23±0.63	47.05±0.55	46.65±0.34	46.32±0.33
	γ-tocopherol	31.06±0.05	30.89±0.17	30.72±0.14	30.66±0.13	30.98±0.11	30.41±0.14	30.25±0.18	30.20±0.11	30.14±0.17
	α-tocopherol	47.54±0.21	47.00±0.20	48.65±0.19	47.44±0.13	47.22±0.27	48.10±0.30	46.36±0.22	46.25±0.18	46.11±0.16
	Total vitamin E	358.23±1.10	352.87±1.85	349.23±1.64	344.40±1.74	349.85±1.66	341.43±1.39	329.28±1.75	322.52±1.53	316.02±1.94
RH	δ-tocotrienol	3.79±0.02	3.85±0.18	3.82±0.11	3.72±0.01	3.65±0.03	3.58±0.02	3.50±0.01	3.52±0.01	3.44±0.04
	γ-tocotrienol	222.48±0.85	218.25±0.54	215.45±0.63	211.02±0.72	214.11±0.67	218.75±0.59	205.23±0.41	197.36±0.35	193.14±0.42
	α-tocotrienol	41.07±0.33	41.96±0.41	41.52±.69	40.32±0.57	40.16±0.54	40.22±0.22	39.62±0.61	39.41±0.66	39.06±0.42
	γ-tocopherol	25.11±0.09	25.22±0.11	25.08±0.08	24.85±0.16	24.63±0.07	24.59±0.05	24.37±0.06	24.17±0.03	24.19±0.07
	α-tocopherol	39.69±0.14	39.55±0.24	39.87±0.22	39.46±0.20	39.22±0.28	39.06±0.19	38.78±0.11	38.96±0.15	39.02±0.14
	Total vitamin E	332.14±1.36	328.83±1.48	325.74±1.27	319.37±1.61	321.77±1.58	326.20±1.46	311.50±1.63	303.42±1.58	298.85±1.22
RE	δ-tocotrienol	6.27±0.12	6.24±0.18	6.20±0.04	6.15±0.06	6.13±0.13	6.30±0.10	6.10±0.11	6.06±0.18	6.03±0.05
	γ-tocotrienol	266.07±0.58	265.32±0.96	260.21±0.74	255.31±0.46	254.25±0.71	248.36±0.52	252.36±.36	240.18±0.47	241.85±0.52
	α-tocotrienol	60.33±0.50	60.13±0.45	60.21±0.47	59.74±0.44	59.53±0.43	61.21±.33	59.33±0.56	59.17±0.51	58.96±0.54
	γ-tocopherol	55.79±0.13	55.78±0.05	55.55±0.14	55.31±0.22	55.20±0.28	55.14±0.21	55.08±0.23	55.01±0.20	54.86±0.18
	α-tocopherol	63.03±0.36	63.22±0.28	62.85±0.33	62.98±0.30	62.74±0.17	62.55±0.16	62.43±0.11	62.15±0.25	62.09±0.34
	Total vitamin E	451.50±1.33	450.69±1.46	445.02±1.40	439.49±1.52	437.85±1.34	433.56±1.87	435.30±1.46	422.57±1.64	423.79±1.92

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ง-14 การเปลี่ยนแปลงของวิตามินอีในรำข้าวก่ำดอยสะเก็ดระหว่างการเก็บรักษา

	วิตามินอี	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)								
		0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
DN	δ-tocotrienol	5.92±0.12	5.90±0.13	5.87±0.04	5.94±0.03	5.85±0.07	5.81±0.18	5.75±0.12	5.68±0.04	5.74±0.06
	γ-tocotrienol	346.41±0.52	344.58±0.33	340.29±0.74	336.45±0.85	332.74±0.74	327.48±0.96	330.25±0.84	322.46±0.63	318.46±0.77
	α-tocotrienol	68.81±0.55	68.75±0.45	68.66±0.51	68.43±.53	68.20±0.52	68.82±0.55	67.85±0.51	67.11±0.41	67.05±0.43
	δ-tocopherol	8.33±0.02	8.30±0.01	8.28±0.03	8.25±0.05	8.20±0.01	8.16±0.02	8.13±.04	8.07±0.03	8.01±.06
	β-tocopherol	14.76±0.11	14.53±0.11	14.87±0.09	14.10±0.16	13.88±0.14	13.65±0.08	13.50±0.14	14.00±0.12	13.84±0.19
	γ-tocopherol	56.04±0.15	55.87±0.13	55.65±0.14	55.48±0.11	55.36±0.19	55.25±0.17	55.12±0.21	55.04±0.22	54.87±0.13
	α-tocopherol	73.55±0.45	73.69±0.52	74.32±0.48	73.35±0.39	73.26±0.47	73.10±.30	72.76±0.44	72.55±0.39	72.63±0.50
	Total vitamin E	573.44±2.31	571.62±1.31	567.94±1.52	562.00±1.67	557.49±1.40	552.27±1.34	553.36±1.94	544.91±1.33	540.60±1.15
DH	δ-tocotrienol	4.17±0.11	4.16±0.13	4.12±.03	4.08±.04	4.03±0.08	3.97±0.14	3.93±0.01	3.89±0.01	3.90±.01
	γ-tocotrienol	326.32±0.80	324.32±0.74	320.85±.73	315.49±0.45	327.34±0.61	311.58±0.85	305.78±0.44	300.44±0.40	295.71±0.87
	α-tocotrienol	68.79±00.57	68.49±0.76	68.58±0.40	68.93±0.64	68.21±0.60	68.03±0.74	67.64±0.62	67.45±0.35	67.20±0.54
	δ-tocopherol	8.15±0.08	8.11±0.06	8.20±0.02	8.13±0.02	8.04±0.04	7.99±0.03	7.93±0.01	7.90±0.02	7.85±.03
	β-tocopherol	13.83±0.11	13.78±0.09	12.95±0.18	12.38±0.17	11.46±0.08	13.00±0.09	12.89±0.03	11.17±0.17	10.54±0.08
	γ-tocopherol	35.34±0.13	35.63±0.26	35.30±0.30	35.24±0.26	35.11±0.22	36.85±0.36	35.08±0.33	34.86±0.40	34.72±0.29
	α-tocopherol	56.56±0.52	56.65±0.42	56.48±0.61	56.29±0.42	56.36±0.56	56.11±0.42	56.01±0.46	55.78±0.23	55.87±0.19
	Total vitamin E	513.16±1.09	511.14±2.22	506.48±1.96	500.54±1.86	510.55±1.17	497.53±1.46	489.26±1.98	481.49±1.47	475.79±2.03

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ง-14 การเปลี่ยนแปลงของวิตามินอีในรำข้าวก่ำดอยสะเก็ดระหว่างการเก็บรักษา (ต่อ)

	วิตามินอี	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
DE	δ-tocotrienol	8.14±0.15	8.12±0.13	8.08±0.21	8.01±0.08	7.95±0.04	7.99±0.11	8.07±0.13	7.94±0.07	7.86±0.06
	γ-tocotrienol	463.22±0.96	460.36±0.87	457.16±0.65	451.29±0.37	447.10±0.85	440.32±1.11	440.17±1.09	438.26±0.87	435.94±0.88
	α-tocotrienol	95.46±0.85	95.44±0.44	95.33±0.56	95.12±0.57	94.85±0.55	94.90±0.31	94.68±0.87	94.50±0.71	94.76±0.54
	δ-tocopherol	9.67±0.08	9.64±0.05	9.60±0.7	9.55±0.03	9.70±0.02	9.58±0.08	9.52±0.06	9.46±0.03	9.40±0.07
	β-tocopherol	17.23±0.17	17.54±0.11	17.10±0.13	16.85±0.14	16.64±0.09	16.41±0.10	16.04±0.07	15.80±0.20	16.34±0.14
	γ-tocopherol	75.86±0.33	75.88±0.49	75.55±0.35	75.43±0.28	75.20±0.26	75.12±0.34	75.03±0.30	74.88±0.46	75.32±0.61
	α-tocopherol	92.69±0.62	93.25±0.63	92.44±0.84	92.16±0.48	92.05±0.86	91.56±0.50	91.85±0.64	91.22±0.58	91.13±0.17
	Total vitamin E	762.27±2.17	760.23±2.00	755.26±2.39	748.41±2.46	743.49±1.98	735.88±2.82	735.36±2.76	732.06±2.49	730.75±2.40

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ง-15 เครื่องดื่มแอนโทไซยานินสูง กลิ่นสตรอเบอรี่ ปรับด้วยวิธี Just about right

ส่วนผสม (ร้อยละ)	สูตร1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4	สูตร 5	สูตร 6	สูตร 7	สูตร 8	สูตร 9
น้ำ	90.33	89.47	89.47	89.46	89.41	88.68	88.63	88.66	88.61
น้ำตาล	9.03	9.84	9.84	9.84	9.84	10.64	10.64	10.64	10.64
เกลือ	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
กรดซิตริก	0.10	0.10	0.10	0.12	0.12	0.10	0.10	0.12	0.12
โซเดียมบอกซีเมลทิลเซลลูโลส	0.00	0.05	0.09	0.04	0.09	0.04	0.09	0.04	0.09
แอนโทไซยานิน	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
กลิ่นสตรอเบอรี่	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18

ตาราง ง-16 สูตรเครื่องดื่มแอนโทไซยานินสูงกลิ่นสตรอเบอรี่ผสมโคพิกเมนท์

ส่วนผสม (ร้อยละ)	ตัวอย่างควบคุม	สารสกัดชาเขียว		กรดแกลลิก	
	1.00:0.00	1.00:0.10	1.00:0.25	1.00:0.10	1.00:0.25
น้ำ	89.46	89.43	89.41	89.43	89.41
น้ำตาล	9.84	9.84	9.84	9.84	9.84
เกลือ	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
กรดซิตริก	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
โซเดียมบอกซีเมลทิลเซลลูโลส	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
แอนโทไซยานิน	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
กลิ่นสตรอเบอรี่	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
สารสกัดชาเขียว	0	0.03	0.05	89.46	0
กรดแกลลิก	0	0	0	0.03	0.05

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ง-17 ผลของการทำโคพิกเมนท์ต่อปริมาณแอนโทไซยานินระหว่างการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนในเครื่องดื่มแอนโทไซยานินสูงกลิ่นสตรอเบอรี่

ชนิดของโคพิกเมนท์	อัตราส่วน	ปริมาณแอนโทไซยานิน (มิลลิกรัม/ลิตร)		ร้อยละการสูญเสีย
		ก่อน	หลัง	
ตัวอย่างควบคุม	1.00 : 0.00	101.82±0.83	87.34±0.83	14.23
สารสกัดชาเขียว	1.00 : 0.10	102.91±0.06	97.94±0.24	4.83
	1.00 : 0.25	104.66±0.82	99.27±0.59	5.15
	1.00 : 0.50	105.16±0.73	100.49±0.18	4.45
	1.00 : 0.75	106.25±0.53	103.62±0.24	2.48
	1.00 : 1.00	101.28±0.24	98.77±0.12	2.47
กรดแกลลิก	1.00 : 0.10	108.33±0.06	99.65±0.06	8.02
	1.00 : 0.25	108.58±0.65	103.49±0.06	4.69
	1.00 : 0.50	107.67±0.23	102.95±0.35	4.38
	1.00 : 0.75	101.99±0.06	100.36±0.83	1.60
	1.00 : 1.00	102.45±0.59	100.78±0.94	1.63
กรดแอสคอร์บิก	1.00 : 0.10	102.66±0.18	87.59±0.12	14.68
	1.00 : 0.25	102.70±0.24	87.04±.053	15.24
	1.00 : 0.50	103.24±0.53	87.38±0.24	15.37
	1.00 : 0.75	102.36±0.47	87.25±0.53	14.76
	1.00 : 1.00	102.78±0.02	88.04±0.06	14.34

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ง-18 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเครื่องดื่มแอนโทไซยานินสูง กลิ่นสตรอเบอรี่โดยการให้คะแนนความชอบแบบ 9-Points Hedonic Scale

คุณลักษณะ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6	สูตรที่ 7	สูตรที่ 8	สูตรที่ 9
กลิ่น ^{ns}	6.66±1.28	6.68±1.44	6.54±1.39	6.64±1.24	6.64±1.14	6.42±1.51	6.52±1.16	6.78±1.28	6.54±1.46
สี ^{ns}	6.66±1.27	6.50±1.37	6.32±1.33	6.92±1.21	6.72±1.34	6.96±1.37	6.26±1.26	6.56±1.49	6.38±1.14
รสหวาน	6.12±1.45^{c}	6.64±1.29^{a}	6.60±1.18^{a}	6.78±1.02^{a}	6.72±1.31^{a}	6.40±1.28^{b}	6.44±1.26^{b}	6.38±1.45^{b}	6.40±1.57^{b}
รสเค็ม ^{ns}	5.78±1.76	5.86±1.41	5.92±1.51	6.06±1.35	5.64±1.50	6.06±1.45	5.78±1.40	5.70±1.69	5.80±1.51
รสเปรี้ยว	5.50±1.63^{c}	5.94±1.33^{b}	6.00±1.26^{b}	7.34±1.55^{a}	7.12±1.39^{a}	5.92±1.55^{b}	5.89±1.55^{b}	7.23±1.57^{a}	7.22±1.46^{a}
รสชาติโดยรวม	6.08±1.28^{b}	7.20±1.20^{a}	7.24±1.12^{a}	7.66±1.08^{a}	7.32±1.17^{a}	6.14±1.28^{b}	6.20±1.41^{b}	6.10±1.31^{b}	6.24±1.55^{b}
ความเป็นเนื้อเดียวกัน ^{ns}	6.82±1.00	6.70±1.04	6.66±1.00	6.86±0.93	6.82±0.98	6.76±1.06	6.60±1.01	6.74±1.05	6.50±1.04
ความหนืด	6.72±1.05^{b}	7.46±1.11^{a}	7.80±0.97^{a}	7.74±1.01^{a}	7.52±0.95^{a}	6.76±1.34^{b}	6.60±0.99^{b}	6.42±1.31^{b}	6.60±0.97^{b}
ความรู้สึกหลังชิม	6.18±1.32^{b}	6.95±1.23^{a}	6.86±1.19^{a}	7.12±1.05^{a}	6.91±1.31^{a}	6.26±1.08^{b}	6.20±1.18^{b}	6.05±1.18^{b}	6.12±1.22^{b}
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	6.72±1.13	6.56±0.99	6.62±0.88	6.82±0.98	6.50±1.13	6.78±1.06	6.42±0.97	6.62±1.03	6.52±0.93
ความชอบโดยรวม	6.58±1.33^{b}	7.60±1.05^{a}	7.54±1.22^{a}	7.88±1.05^{a}	7.50±1.27^{a}	6.82±1.09^{b}	6.89±1.34^{b}	6.74±1.33^{b}	6.76±1.28^{b}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษร (a-b) ที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ง-19 การเปรียบเทียบคุณภาพของเครื่องดื่มแอนโทไซยานินสูง กลิ่นสตรอเบอรี่

ลักษณะคุณภาพ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6	สูตรที่ 7	สูตรที่ 8	สูตรที่ 9
ค่าพีเอช^{ns}	3.72±0.00	3.69±0.00	3.69±0.00	3.69±0.00	3.69±0.00	3.67±0.00	3.67±0.00	3.68±0.00	3.67±0.00
ปริมาณกรดทั้งหมด^{ns}	0.17±0.01	0.17±0.00	0.17±0.00	0.17±0.00	0.17±0.00	0.17±0.01	0.17±0.00	0.17±0.00	0.17±0.00
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (องศาบริกซ์)	10.8±0.02^{b}	10.8±0.01^{b}	10.8±0.00^{b}	10.8±0.00^{b}	10.8±0.00^{b}	11.0±0.00^{a}	11.0±0.00^{a}	11.0±0.00^{a}	11.0±0.01^{a}
ค่าความสว่าง (L^*)^{ns}	22.54±0.05	21.96±0.02	22.34±0.05	21.65±0.08	22.96±0.03	23.01±0.01	22.45±0.07	22.34±0.03	22.74±0.04
สีเขียว-แดง (a^*)^{ns}	3.54±0.03	3.51±0.01	3.54±0.05	3.56±0.08	3.60±0.02	3.55±0.02	3.59±0.04	3.62±0.02	3.53±0.03
สีเหลือง-น้ำเงิน (b^*)	6.06±0.03^{a}	5.23±0.04^{b}	5.55±0.02^{b}	5.69±0.07^{b}	5.26±0.03^{b}	5.87±0.04^{a}	5.92±0.03a	6.13±0.02^{a}	5.44±0.04^{b}
ปริมาณแอนโทไซยานิน (มิลลิกรัม/ลิตร) ^{ns}	101.68±0.13	104.63±0.09	102.22±0.21	101.28±0.76	102.52±0.84	101.66±0.52	101.43±0.80	103.21±0.45	101.69±0.27
ปริมาณฟีนอลลิกทั้งหมด (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)	0.85±0.03^{a}	0.87±0.10^{a}	0.80±0.06^{ab}	0.82±0.02^{ab}	0.78±0.04^{b}	0.75±0.03^{b}	0.83±0.12^{ab}	0.85±0.08^{a}	0.81±0.06^{a}
DPPH (ร้อยละ) ^{ns}	24.33±0.76	25.13±0.52	24.56±0.23	24.47±0.45	25.34±0.52	24.13±0.55	24.55±0.62	25.18±0.87	26.64±0.63

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษร (a-b) ที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก จ

แบบประเมินทางประสารทสัมผัส

<u>แบบสอบถาม</u>

<u>คำชี้แจง</u> เรื่อง ทัศนะคติและพฤติกรรมของผู้บริโภคเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ

ข้าพเจ้านักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารได้ทำพัฒนาผลิตภัณฑ์ “เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ (functional drinks)” คำตอบของท่านจะเป็นข้อมูลอย่างดีต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ข้าพเจ้าขอความกรุณาท่านช่วยตอบแบบสอบถามจนครบทุกข้อด้วย และขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาทำเครื่องหมาย / ลงใน ☐ หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม

<u>ส่วนที่ 1</u> ข้อมูลเกี่ยวกับผู้บริโภค

1.1 เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

1.2 ช่วงอายุ ☐ ต่ำกว่า 15 ปี ☐ 15-30 ปี ☐31-45 ปี
☐ 46-60 ปี ☐ มากกว่า 60 ปีขึ้นไป

1.3 อาชีพ ☐ นักเรียน / นักศึกษา ☐ ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ ☐ แม่บ้าน
☐ พนักงานบริษัท ☐ ธุรกิจส่วนตัว/ค้าขาย ☐ เกษตรกร
☐ เกษียณอายุ ☐อื่นๆ ระบุ.....

1.4 ระดับการศึกษา ☐ต่ำกว่าปริญญาตรี ☐ปริญญาตรี ☐ สูงกว่าปริญญาตรี

1.5 รายได้ต่อเดือน ☐ต่ำกว่า 5,000 บาท ☐5,001 – 10,000 บาท
☐10,001 – 15,000 บาท ☐15,001 – 20,000 บาท
☐20,001 – 25,000 บาท ☐มากกว่า 25,000 บาท

1.6 คุณใส่ใจสุขภาพมากแค่ไหน ☐ ไม่ใส่ใจ ☐ น้อย
☐ ปานกลาง ☐ มาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

<u>ส่วนที่ 2</u> ด้านพฤติกรรมการบริโภค

2.1 คุณเคยซื้อเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพหรือไม่ ☐เคย ☐ไม่เคย

2.2 ถ้าคุณเคยซื้อเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ คุณซื้อบ่อยแค่ไหน ภายใน 1 เดือน

☐ น้อยกว่า 1 ☐ 1-2 ครั้ง ☐ 3-4 ครั้ง ☐ 5-7 ครั้ง ☐ มากกว่า 7 ครั้ง

2.3 ค่าใช้จ่ายในการซื้อเครื่องดื่มสุขภาพต่อครั้ง

☐ น้อยกว่า 50 บาท ☐ 50-100 บาท ☐ 101-200 บาท

☐ 201 – 300 บาท ☐ มากกว่า 300 บาท

2.4 เหตุผลที่คุณเลือกดื่มเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ (เลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ เครื่องดื่มเพื่อความงาม ผิวพรรณ

☐ เครื่องดื่มส่งเสริมสมองและความจำ

☐ เครื่องดื่มเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดโรคไม่ติดต่อต่างๆ (โรคหัวใจ, โรคมะเร็ง ฯ)

☐ เครื่องดื่มเพื่อส่งเสริมระบบขับถ่าย

☐ เครื่องดื่มเพื่อส่งเสริมสุขภาพโดยรวม

☐ อื่น ๆ (กรุณาระบุ).....

2.5 คุณซื้อเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่ไหน (เลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ร้านสะดวกซื้อ (ex. 7-eleven) ☐ ห้างสรรพสินค้า ☐ ซุปเปอร์มาร์เก็ต

☐ ร้านขายของชำ ☐ ร้านจำหน่ายอาหารสุขภาพ/ร้านยา/อาหารเสริม

☐ ร้านอาหารเจ/มังสวิรัติ ☐อื่น ๆ (กรุณาระบุ).....

<u>ส่วนที่3</u> การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มแอนโทไซยานินสูงจากข้าวก่ำ

3.1 ถ้ามีเครื่องดื่มที่ช่วยส่งเสริมสุขภาพจากสารสกัดในข้าวก่ำ ท่านสนใจหรือไม่

☐ สนใจ ☐ ไม่สนใจ

3.2 ท่านสนใจเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแอนโทไซยานินสูงหรือไม่

☐ สนใจ ☐ ไม่สนใจ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับแอนโทไซยานิน

แอนโทไซยานิน เป็นรงควัตถุมีสีม่วงแดง มีคุณสมบัติแตกต่างกันทั้งทางเภสัชวิทยาและชีววิทยา เช่น เป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ช่วยต้านอนุมูลอิสระ สามารถลดอาการอักเสบ ช่วยปกป้องหลอดเลือด ลดคอเลสเตอรอล ในเลือดลดความเสี่ยงของโรคมะเร็งแ และต้านไวรัส แต่คุณสมบัติเด่นที่สุดของแอนโทไซยานินคือ ประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระโดยโอนโทไซยานินมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าวิตามินซีและอีถึง 2 เท□า ปริมาณของแอนโทไซยานินที่มนุษย์สามารถบริโภคได□เฉลี่ยสูงสุดคือ 200 มิลลิกรัมต่อวัน (กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553)

3.3 หลังจากที่ท่านได้อ่านบทความข้างต้นแล้ว ท่านมีความสนใจในเครื่องดื่มแอนโทไซยานินสูงจากข้าวก่ำหรือไม่

☐ สนใจ ☐ ไม่สนใจ

3.4 ท่านคิดว่าเครื่องดื่มแอนโทไซยานินสูงควรมีรสชาติใด (เลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ รสช็อคโกแลต ☐ รสลิ้นจี่ ☐ รสราสเบอรี่

☐ รสสตรอเบอรี่ ☐ รสวานิลา ☐ รสธรรมชาติของข้าวก่ำ

☐ รสองุ่น ☐ รสบลูเบอรี่ ☐ อื่นๆ (กรุณาระบุ).....

3.5 ท่านคิดว่าเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพควรมีขนาดของบรรจุภัณฑ์เท่าไหร่

☐50 ml ☐ 100 ml ☐200 ml ☐ 500 ml

<u>ส่วนที่ 4</u> ทัศนคติต่อเครื่องดื่มสุขภาพ

ตามความเห็นของท่าน ลักษณะของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มแอนโทไซยานินสูงจากข้าวก่ำที่ท่านต้องการควรมีลักษณะเช่นไร

ลักษณะของผลิตภัณฑ์	น้อย	ปานกลาง	มาก
ลักษณะด้านกลิ่น			
รสหวาน			
รสเปรี้ยว			
รสเค็ม			
ลักษณะของความหนืด			

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือในการทำแบบสอบถาม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แบบรายงายการทดสอบ

คำชี้แจง กรุณาแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับ ลักษณะเนื้อสัมผัสและรสชาติ (Just About Right : JAR) ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแอนโทไซยานินสูงจากข้าวก่ำ กลิ่นสตรอเบอรี่
โดยกำหนดให้

1 = อ่อนมาก 2 = อ่อนเล็กน้อย 3 = พอดี 4 = เข้มเล็กน้อย 5 = เข้มมาก

	อ่อนมาก	**อ่อน**	**พอดี**	**เข้ม**	**เข้มมาก**
รสหวาน					
เค็ม					
เปรี้ยว					
กลิ่น					
สี					
ความหนืด					
เนื้อสัมผัส					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชื่อผลิตภัณฑ์ เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแอนโทไซยานินสูงจากข้าวก่ำ “รสสตรอเบอรี่”

ชื่อ-สกุล.....วันที่.....เวลา.....

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอตามลำดับของรหัสในตารางจากซ้ายไปขวา แล้วให้ คะแนนตามความชอบในแต่ละปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

9 = ชอบมากที่สุด
8 = ชอบมาก
7 = ชอบปานกลาง
6 = ชอบเล็กน้อย
5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
3 = ไม่ชอบปานกลาง
2 = ไม่ชอบมาก
1 = ไม่ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	**คะแนนความชอบของตัวอย่าง**								
	352	**210**	**584**	**526**	**996**	**566**	**086**	**420**	**025**
กลิ่น									
สี									
รสหวาน									
รสเค็ม									
รสเปรี้ยว									
รสชาติโดยรวม									
ความเป็นเนื้อเดียวกัน									
ความหนืด									
ความรู้สึกหลังชิม									
ลักษณะปรากฏ									
ความชอบโดยรวม									

ข้อเสนอแนะ

.....

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชื่อผลิตภัณฑ์ เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแอนโทไซยานินสูงจากข้าวก่ำผสมสารสกัดชาเขียว

“กลิ่นสตรอเบอรี่”

ชื่อ-สกุล.....วันที่.....เวลา.....

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอตามลำดับของรหัสในตารางจากซ้ายไปขวา แล้วให้ คะแนนตามความชอบในแต่ละปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

9 = ชอบมากที่สุด
8 = ชอบมาก
7 = ชอบปานกลาง
6 = ชอบเล็กน้อย
5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
3 = ไม่ชอบปานกลาง
2 = ไม่ชอบมาก
1 = ไม่ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบของตัวอย่าง				
	468	290	188	349	216
กลิ่น					
สี					
รสหวาน					
รสเปรี้ยว					
รสเค็ม					
รสขม					
รสชาติโดยรวม					
ความเป็นเนื้อเดียวกัน					
ความหนืด					
ความรู้สึกหลังชิม					
ลักษณะปรากฏ					
ความชอบโดยรวม					

ข้อเสนอแนะ.....

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อผลิตภัณฑ์ เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแอนโทไซยานินสูงจากข้าวก่ำรสสตรอเบอรี่และสตรอเบอร์รี่ผสมสารสกัดชาเขียว

ชื่อ-สกุล.....วันที่.....เวลา.....

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอตามลำดับของรหัสในตารางจากซ้ายไปขวา แล้วให้ คะแนนตามความชอบในแต่ละปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

9 =	ชอบมากที่สุด	4 =	ไม่ชอบเล็กน้อย
8 =	ชอบมาก	3 =	ไม่ชอบปานกลาง
7 =	ชอบปานกลาง	2 =	ไม่ชอบมาก
6 =	ชอบเล็กน้อย	1 =	ไม่ชอบมากที่สุด
5 =	บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ		

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	**468**	**526**
กลิ่น		
สี		
รสหวาน		
รสเปรี้ยว		
รสเค็ม		
รสขม		
รสชาติโดยรวม		
ความเป็นเนื้อเดียวกัน		
ความหนืด		
ความรู้สึกหลังชิม		
ลักษณะปรากฏ		
ความชอบโดยรวม		

ข้อเสนอแนะ

.....

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล นางสาวญาณิศา รัตนธานันท์

วัน เดือน ปี เกิด 1 มิถุนายน 2529

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี (ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต, วท.บ.)
สาขาวิชาเคมี ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ปีการศึกษา 2552
สำเร็จการศึกษาระดับศึกษาตอนปลาย
โรงเรียนสามัคคีวิทยาคม ปีการศึกษา 2547

ทุนการศึกษา ทุนเตตร้าแพค
ทุนบัณฑิตศึกษา

ประวัติการทำงาน พนักงานตรวจสอบคุณภาพ
บริษัท กันตนา แลปบอราทอรี่ส์ จำกัด ปี 2553-2554

เจ้าหน้าที่วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์
บริษัท ดีโฟมเมอร์ ประเทศไทย จำกัด ปี 2552-2553

ติวเตอร์
โรงเรียนกวดวิชาเดอะบียอนด์ติวเตอร์เรียล ปี 2552-2553

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลงานทางการศึกษา การสังเคราะห์อนุพันธุ์เบนซิมิดาโซโดยใช้ไททาเนียมไดออกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

Rattanathanan, Y., and Laokuldilok, T. 2013. The comparison of proteolytic enzymes effective in stabilization and physical characteristic improvement of rice bran (cv. Kam Doi Saket). Journal of Interdisciplinary Networks, 2 (Special Issue) (2), 500-505

Laokuldilok, T., and **Rattanathanan, Y. 20xx.** Protease Treatment for the Stabilization of Rice Bran: Effects on Lipase Activity, Antioxidants, and Lipid Stability. *Cereal Chemistry,* xx-xxx-xxx (In press)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved