



ภาคผนวก

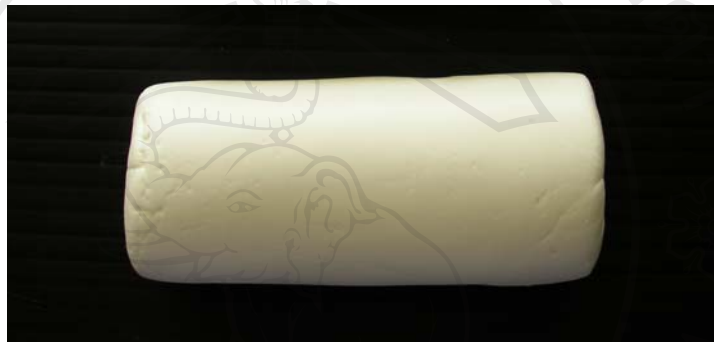
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University

All rights reserved

ภาคผนวก ก

รูปภาพประกอบการวิจัย



ภาพที่ ก. 1 ลักษณะของก้อนแป้งที่ผ่านการปั่นเป็นแท่งกลมก่อนการนึ่งด้วยไอน้ำ



ภาพที่ ก. 2 ลักษณะของแผ่นแป้งที่ผ่านการหั่นแล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส



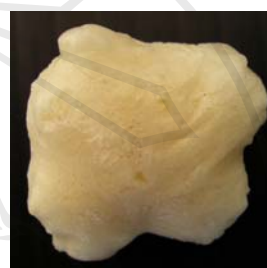
ร้อยละ 5



ร้อยละ 10



ร้อยละ 20



ร้อยละ 30

ภาพที่ ก.3 ลักษณะของขนมอบพองที่ทดแทนแป้งข้าวเจ้าในส่วนผสมปริมาณต่างกัน



1 ชั่วโมง

2 ชั่วโมง

3 ชั่วโมง

ภาพที่ ก.4 ลักษณะของขนมอบพองที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาต่างกัน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



จามรมิค

ตุงกระดาศ

ภาพที่ ก. 5 ลักษณะของขนมอบฟองที่ใส่ในภาชนะแตกต่างกัน
ในระหว่างการอบฟองด้วยไมโครเวฟ



แป้ง

บดหยาบ

เมล็ดหัก

ภาพที่ ก. 6 ลักษณะของขนมอบฟองที่ใช้รูปแบบของวัตถุดิบแตกต่างกัน

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ข.1 แบบสอบถามแบบ Ranking test แบบสอบถามนี้ใช้สำหรับศึกษาการปรุงรสขนมอบพอง

ชื่อ.....วันที่.....

ชื่อผลิตภัณฑ์ ขนมอบพองจากข้าวเหนียวหัก

คำชี้แจง โปรดทำการทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ตัวอย่างต่อไปนี้ และให้ระดับความชอบต่อผลิตภัณฑ์ดังกล่าว โดยตัวอย่างที่ท่านชอบมากที่สุดให้ระดับความชอบลำดับแรก และตัวอย่างที่ท่านชอบน้อยที่สุดให้ระดับความชอบลำดับสุดท้าย

โปรดทดสอบชิมตัวอย่างตามลำดับที่เสนอให้ต่อไปนี้ 518 326 749 461

ระดับความชอบ

ผลิตภัณฑ์ตัวอย่างรหัส

ลำดับที่ 1

ลำดับที่ 2

ลำดับที่ 3

ลำดับที่ 4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ข้อเสนอแนะ

Copyright © by Chiang Mai University

All rights reserved

ข.2 แบบสอบถามแบบ Hedonic scaling test แบบสอบถามนี้ใช้สำหรับศึกษาผลของเติมแป้ง ข้าวเจ้าและระยะเวลาอบแห้ง ความหนาก่อนการอบพองและระยะเวลาในการอบแห้ง และการ นวดแป้งนี้สูงก่อนการอบแห้งและภาชนะที่ใช้อบพองด้วยไมโครเวฟ

ชื่อ.....วันที่.....

ชื่อผลิตภัณฑ์ ขนมอบพองจากข้าวเหนียวหัก

คำแนะนำ ทดสอบตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมอบพอง จากข้าวเหนียวหักตามคำอธิบายคะแนนความชอบด้านล่างนี้ และกรุณาเขียนปาก ะหว่างตัวอย่าง

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

รหัสตัวอย่าง					
ลักษณะปรากฏ					
การกัดให้แตก					
การเคี้ยว					
ความชอบรวม					

ข้อเสนอแนะ

.....

ข.3 แบบสอบถามแบบ Hedonic scaling test แบบสอบถามนี้ใช้สำหรับศึกษารูปแบบของข้าวที่ใช้ และการเปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ระหว่างขนมอบฟองที่ได้กับขนมอบฟองทางการค้า

ชื่อ.....วันที่.....

ชื่อผลิตภัณฑ์ ขนมอบฟองจากข้าวเหนียวหัก

คำแนะนำ ทดสอบตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมอบฟองจากข้าวเหนียวหักตามคำอธิบายคะแนนความชอบด้านล่างนี้ และกรุณาเว้นปากระหว่างตัวอย่าง

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

รหัสตัวอย่าง					
ลักษณะปรากฏ					
ความแข็งเมื่อกัดครั้งแรก					
ความกรอบเมื่อเคี้ยว					
ความเนียนของเนื้อสัมผัส					
กลิ่นของข้าว					
รสชาติ					
ความชอบรวม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1. อัตราการพองตัว (ประชา และจุพาลักษณ์, 2543)

ใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ทำการวัดความหนาของผลิตภัณฑ์ก่อนการอบพอง และหลังการอบพอง ทำการเก็บข้อมูล 10 ค่าต่อสิ่งทดลองแล้วหาค่าเฉลี่ย นำค่าที่ได้มาหาอัตราการพองตัวโดย

$$\text{อัตราการพองตัว} = \frac{\text{ความหนาของผลิตภัณฑ์หลังการอบพอง (มม.)}}{\text{ความหนาของผลิตภัณฑ์ก่อนการอบพอง (มม.)}}$$

2. ความหนาแน่น (ดัดแปลงจากประชา และจุพาลักษณ์, 2543)

โดยการแทนที่น้ำ ชั่งตัวอย่างขนมอบพอง 10 ชิ้น (g) ใส่ลงไปในงาที่ทราบปริมาตรแน่นอน วัดปริมาตรของขนมอบพองจากงาที่ถูกแทนที่ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย นำค่าที่ได้มาหาความหนาแน่นโดย

$$\text{ความหนาแน่น} = \frac{\text{น้ำหนักขนมอบพอง (g)}}{\text{ปริมาตรขนมอบพอง (cm}^3\text{)}}$$

3. ค่าแรงต้านการเจาะทะลุ (ดัดแปลงจากประชา และจุพาลักษณ์, 2543)

โดยเครื่อง Texture Analyzer ใช้ Probe 1/4 ” Sph Stainless Part code P/O 0.025S. เจาะทะลุผ่านกลางชิ้นขนมอบพอง ทำการเก็บข้อมูล 20 ค่าต่อสิ่งทดลองแล้วหาค่าเฉลี่ย สภาวะเครื่อง Texture Analyzer

- Test Speed 2.0 mm/s
- Post - Test Speed 10.0 mm/s
- Distance 62 mm

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

1. การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นโดยใช้ตู้อบไฟฟ้า (AOAC, 2000)

อุปกรณ์

1. ครอบป้องกันความชื้น
2. ที่ตีสับครอบ
3. ช้อนตักสาร
4. โถดูดความชื้น

วิธีการ

1. ครอบป้องกันความชื้นพร้อมฝาที่ตู้อบไอร้อนแบบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทำให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาที ชั่งน้ำหนัก (W 1)
2. ชั่งตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน (2 – 3 กรัม) ใส่ในครอบป้องกันความชื้นที่อบเรียบร้อยแล้ว และชั่งน้ำหนักไว้เรียบร้อยแล้ว (W2)
3. ครอบป้องกันความชื้นพร้อมฝาโดยเปิดฝาออกไปอบที่ตู้อบไอร้อนแบบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง
4. นำครอบป้องกันความชื้นออกจากตู้อบไอร้อนแบบไฟฟ้า โดยใดฝาทันที และทำให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาที ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
5. นำไปอบต่ออีก 1 ชั่วโมงจนได้น้ำหนักที่คงที่ (น้ำหนักที่คงที่หมายความว่าผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งติดต่อกัน 2 ครั้งติดต่อกันไม่เกิน 2 มิลลิกรัม) (W 3)

$$\text{ร้อยละความชื้น} = \frac{(W 2 - W 3) \times 100}{W 2 - W 1}$$

$$W 2 - W 1$$

2. การวิเคราะห์โปรตีนโดย Semi-Kjedalh method (AOAC, 2000)

อุปกรณ์

1. ขวดเจลดาค้า ขนาด 250 มล.
2. บิวเรต ขนาด 50 มล.
3. กระบอกตวง ขนาด 100 มล.
4. ขวดน้ำกลั่น ขนาด 250 มล.
5. ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มล.

สารเคมี

1. กรดซัลฟูริกเข้มข้นร้อยละ 98
2. คะตะลิตส์ผสมระหว่างคอปเปอร์ซัลเฟต ปราศจากไนโตรเจนร้อยละ 4 โซเดียมซัลเฟต ปราศจากไนโตรเจนร้อยละ 96
3. โซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 40 โดยปริมาตร
4. กรดซัลฟูริก ความเข้มข้น 0.1 N
5. อินดิเคเตอร์ผสม ประกอบด้วยเมทิลเรด ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 โดยปริมาตร
6. กรดบอริกความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยปริมาตร

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างน้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 0.5 - 2.0 กรัม (W) ถ่ายตัวอย่างลงในหลอดเจลดาค้า ทำแบลคควบลูไปด้วย
2. เติมกะตะลิตส์ผสม จำนวน 8 กรัม
3. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 25 มล. โดยเอียงขวดและค่อยๆรินกรดลงข้างๆหลอดเพื่อล้างตัวอย่างที่อาจติดอยู่ข้างหลอดให้หมด และค่อยๆเขย่าตัวอย่างเบาๆ
4. นำไปย่อยที่ชุดย่อยโปรตีน ในตู้ควันโดยใช้ความร้อนระดับ 5 ประมาณ 1 ชั่วโมงแล้วจึงเพิ่มเป็นความร้อนระดับ 10 อีกประมาณ 2 ชั่วโมงจนกระทั่งสารละลายใสจึงปิดชุดย่อย รอจนกระทั่งสารละลายเย็นลงในอุณหภูมิห้อง ห้ามนำหลอดย่อยไปทำให้เย็นด้วยน้ำเพราะจะทำให้หลอดย่อยแตกได้
5. นำสารละลายที่ได้ต่อกับเครื่องกลั่นโปรตีน โดยนำขวดรูปชมพู่ที่มีกรดบอริกจำนวน 50 มล. และหยดอินดิเคเตอร์ผสมลงไป 3 - 5 หยด
6. อัตราการเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ให้มีปริมาณมากเกินไป (ประมาณ 70 มล.) ถ้าปริมาณต่างมากเกินไปสารละลายจะมีสีดํา ถ้ายังไม่เกิดสีดําให้เติมสารละลายโซเดียม

ไฮดรอกไซด์ลงไปอีก 5 – 10 มล.

7. เปิดเครื่องเริ่มทำการกลั่น โดยให้ทำเบลงค์ก่อนตัวอย่าง

8. นำสารละลายที่กลั่นได้ไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริกจนได้จุดยุติ คือ สังเกตสีชมพูปรากฏขึ้นและสารละลายสีเทาอมม่วง

$$\text{ปริมาณไนโตรเจนร้อยละของน้ำหนักรวบรวม} = \frac{(V_a - V_b) \times N \cdot H_2SO_4 \times 1.4007}{W_1 - W_2}$$

V_a = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริกที่ใช้ในการไทเทรตตัวอย่าง มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร

V_b = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริกที่ใช้ในการไทเทรต blank มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร

$N \cdot H_2SO_4$ = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก มีหน่วยเป็นนอร์มอล

3. การวิเคราะห์ไขมัน โดย Soxhlet method (AOAC, 2000)

อุปกรณ์

1. บีกเกอร์ ขนาด 50 มล.
2. บีกเกอร์ ขนาด 250 มล.
3. กระจกตวง ขนาด 100 มล.

4. ทิมเบอร์

5. ขวดกั้นกลม

สารเคมี

ปิโตรลียมอีเทอร์ (Petroleum ether) จุดเดือด 30 – 40 องศาเซลเซียส

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการอบความชื้นแล้วด้วยน้ำหนักที่แน่นอน (0.5 – 1.0 กรัม) (w_1)
2. ถ่ายตัวอย่างลงในกระดาษกรองที่ผ่านการสกัดไขมันแล้วขอให้เรียบรื้อนำไปใส่ในทิมเบอร์

เบอร์

3. นำทิมเบอร์ใส่ในชุดกลั่นซอลล์กลิต

4. เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ 70 มล. ลงในขวดก้นกลม
5. เปิดเตาหลุมให้ความร้อน ใช้ความร้อนที่ระดับ 4 – 5 ทำการสกัดไขมันตามเวลาที่เหมาะสมกับตัวอย่าง
6. เมื่อครบกำหนดให้ปิดเตาหลุมให้ความร้อน ระบายปิโตรเลียมอีเทอร์ออกจากตัวอย่าง
7. นำขวดก้นกลมบดต่อในตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 102±2 องศาเซลเซียส จากนั้นทำให้เย็นในเคซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนัก (w2)
8. นำขวดก้นกลมที่ชั่งน้ำหนักเสร็จเรียบร้อยแล้วไปล้างไขมันออก โดยใช้ปิโตรเลียมอีเทอร์ 3 ครั้งๆละ 15 มล. รินใส่ขวดนำไปกลั่นเพื่อนำกลับมาใช้ต่อได้
9. นำขวดก้นกลมที่ล้างไขมันออกแล้ว ไปอบต่อในตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 102±2 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง จากนั้นทำให้เย็นในเคซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนัก (w3)

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

4. การวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลสโดยวิธีการทำให้เกิดสี (colorimetric method) (Juliano, 1971)

อุปกรณ์

1. ขวดวัดปริมาตร ขนาด 100 มล.
2. หลอดทดลอง ขนาดกลาง
3. บีกเกอร์ ขนาด 50 มล.

สารเคมี

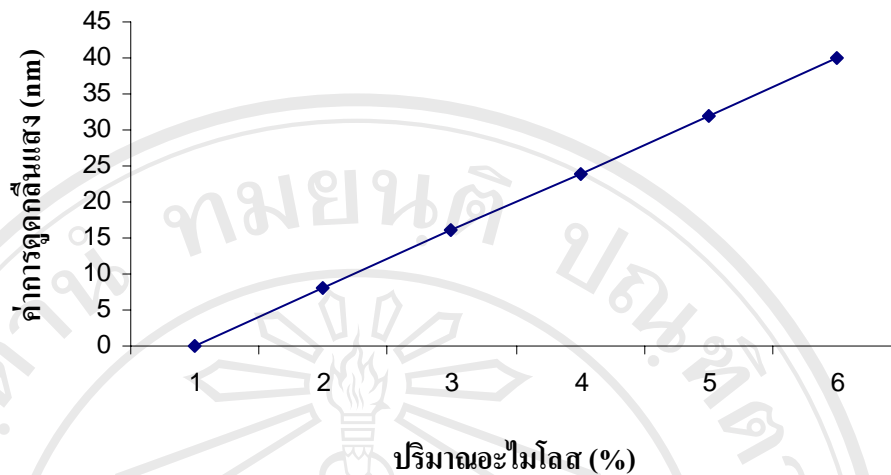
1. เอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 95
2. สารละลายโซเดียม ไฮดรอกไซด์ 1 นอร์มอล
3. กรดกลูเซอซัลฟอนิก 1 นอร์มอล
4. โปเตโดมิโลสบริสุทธิ (potato amylose)
5. สารละลายไอโอดีน ชั่ง 0.2 กรัม ไอโอดีน(I) 0.2 กรัม โปแตสเซียมไอโอไดด์(KI) ละลายในน้ำกลั่นให้มีปริมาตร 100 มล.

วิธีการ

1. การละลายแป้ง ชั่งแป้ง 0.100 กรัม ใส่ในขวดแก้วขนาด 100 มล. ปิดเตอเทอริล แอลกอฮอล์ 1 มล. เดิมในตัวอย่าง เขย่าเบาๆ เพื่อเกลี่ยแป้งให้กระจายออก ระวังอย่าให้แป้งขึ้นมา เกาะตามผนังขวด ปิดเตอแบ่งสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 นอร์มัล เดิมลงไป 9 มล. พร้อมทั้ง ล้างแป้งที่เกาะอยู่ตามผนังขวด ต้มใน water bath นาน 10 นาที เดิมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มล. เขย่าขวด ตั้งทิ้งไว้ค้างคืน
2. ปิดเตอแบ่งสารละลายแป้ง จำนวน 5 มล. ลงในขวดแก้วขนาด 100 มล. เดิมน้ำกลั่น ประมาณ 70 มล. เดิมกรดเกลือไฮดรอกไซด์ 1 นอร์มัล 1 มล. แล้วเติมสารละลายไอโอดีน 2 มล. เดิมน้ำ กลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มล. เขย่าขวด ตั้งทิ้งไว้ นาน 10 นาที
3. ทำเช่นเดียวกับข้อ 2 แต่ไม่ได้สารตัวอย่าง เพื่อใช้เป็นแบลนค์(blank)
4. วัดความเข้มข้นของสีของสารละลาย โดยใช้สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่คลื่นแสง 620 นา โนมิเตอร์(nm) อ่านค่าเป็นแอบซอร์เบนซ์(absorbance) โดยปรับค่าของแบลนค์เป็น 0

การเขียนกราฟมาตรฐาน

1. ชั่งโปเตโตมิโลส 0.400 กรัม ใส่ในขวดแก้วมีจุกขนาด 100 มล. แล้วดำเนินการ เช่นเดียวกับข้อ 1 เป็นสารละลายมาตรฐาน
2. ปิดเตอแบ่งสารละลายมาตรฐาน 1, 2, 3 และ 4 มล. ใส่ในขวดแก้วขนาดจุก 100 มล. เดิมน้ำ ประมาณ 70 มล. เดิมกรดเกลือไฮดรอกไซด์ 1 นอร์มอล ปริมาณ 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 มล. ลงในขวด แก้วที่มีสารละลายมาตรฐาน ตามลำดับ แล้วเติมสารละลายไอโอดีน 2.0 มล. เดิมน้ำกลั่นให้ครบ 100 มล.
3. วัดค่าแอบซอร์เบนซ์ ตามข้อ 4
4. เขียนกราฟระหว่างค่าปริมาณอะมิโลสและค่าแอบซอร์เบนซ์



ภาพที่ ง. 1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดูดกลืนแสงและปริมาณอะไมโลส

5. การวิเคราะห์ปริมาณแป้งโดยวิธี phenol-Sulfuric acid method (Dobois , 1956)

อุปกรณ์

1. ขวดวัดปริมาตร ขนาด 1 ลิตร
2. ปิเปต ขนาด 1 มล.
3. บีกเกอร์ ขนาด 50 มล.

สารเคมี

1. กรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid) ความเข้มข้น 95.5 เปอร์เซ็นต์ ความถ่วงจำเพาะ 1.84
2. Phenol ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ เตรียมโดย หลอมละลาย phenol crystal หลังจากเย็นแล้วชั่ง 50 กรัม เติมน้ำกลั่นให้เป็น 1 ลิตรใน volumetric flask ขนาด 1 ลิตร เก็บสารละลายนี้ในขวดสีชา เตรียมใหม่ทุกเดือน
3. สารละลายแป้ง (Soluble starch) โดยเตรียม Standard soluble starch solution ความเข้มข้น 0.078, 0.039, 0.020, 0.010, 0.005 g/100 ml

การเตรียม Standard curve

1. ปิเปต Standard soluble starch solution ความเข้มข้นต่างๆชนิดละ 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดสอบขนาด 15× 200 มม.
2. ปิเปตสารละลายฟีนอล 1 มล. ลงในหลอดทดสอบที่ใส่ standard soluble starch solution ผสมให้เข้ากัน

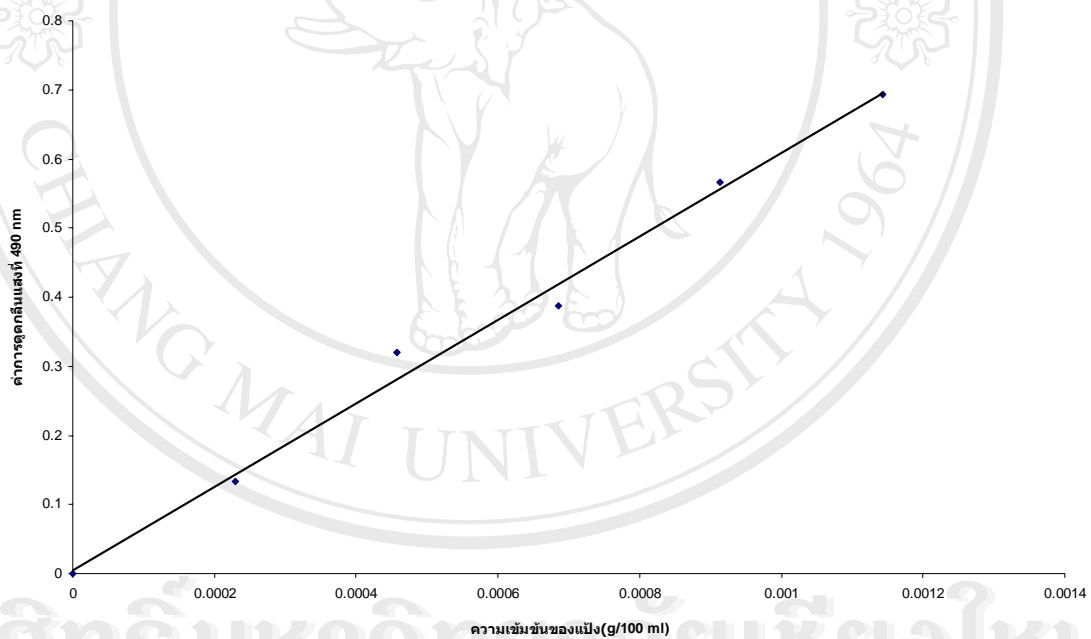
3. เติมกรด sukfuric acid เข้มข้น 5 มล. ให้กรดกระทบกับสารโดยตรง ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที ผสมให้เข้ากันแล้วนำให้เย็น นำไปวัดหาค่า OD ที่ 490 nm

4. นำค่าความเข้มข้นของน้ำตาลและค่า OD ที่วัดได้ไปวาดกราฟจะได้กราฟดังแสดงในภาพผนวกที่ 1

การวิเคราะห์ตัวอย่าง

1. ปิเปิด ตัวอย่างที่เจือจางเหมาะสมแล้วชนิดละ 1 มล. ลงในหลอดทดสอบขนาด 15× 200 มม.

2. ดำเนินการเช่นเดียวกับการเตรียม standard curve นำค่า OD ที่วัดได้ไปเทียบหาค่าความเข้มข้นของแป้งจากกราฟมาตรฐาน



ภาพที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดูดกลืนแสงและค่าความเข้มข้นของแป้ง

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวนิษฐา อุ่มอารีย์
วัน เดือน ปีเกิด	19 มิถุนายน 2524
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2542 สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนลำปางกัลยาณี อ.เมือง จ.ลำปาง พ.ศ. 2544 สำเร็จการศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาเทคโนโลยี การอาหาร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตลำปาง พ.ศ. 2546 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยี การอาหาร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตลำปาง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved