



ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved



ภาคผนวก ก

การเตรียมสารละลายและสารมาตรฐาน
เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณสารหอม 2AP

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเตรียมสารละลายและสารมาตรฐานเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ ปริมาณสารหอม 2AP

ก.1 วิธีการคำนวณปริมาณสาร TMP เพื่อเตรียม stock solution ของสารละลายมาตรฐาน TMP ความเข้มข้น 1000 ppm ปริมาตร 50 ml

ต้องการเตรียมสารละลายมาตรฐาน TMP มีปริมาตรเท่ากับ 50 ml

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นจะต้องใช้เนื้อสาร TMP เท่ากับ} &= \frac{50 \times 1000}{1} \frac{\text{ml} \times \mu\text{g}}{\text{ml}} \\ &= 0.05 \text{ g} \end{aligned}$$

เมื่อสาร TMP มีความเข้มข้น 99 % และมีค่าความหนาแน่น 0.91 g/ml

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นจะต้องใช้สาร TMP เท่ากับ} &= \frac{0.05 \times 1}{0.91} \frac{\text{g} \times \text{ml}}{\text{ml}} \\ &= 0.054945 \text{ ml หรือ } 54.95 \mu\text{l} \end{aligned}$$

ดังนั้นสามารถเตรียมสารละลายมาตรฐาน TMP ความเข้มข้น 1000 ppm ปริมาตร 50 ml ได้โดยปิเปต TMP 54.95 μl ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 ml ปรับปริมาตรให้ครบ 50 ด้วยน้ำกลั่น

ก.2 วิธีการคำนวณในการเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 2 M ปริมาตร 1000 ml

เมื่อ NaOH มีมวลโมเลกุล 39.99 g/mol และมีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 2.13 g/ml

$$\text{คำนวณโดยใช้สูตร} \quad \frac{\text{g}}{\text{MW}} = \frac{\text{CV}}{1000}$$

เมื่อ g คือ น้ำหนักของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ต้องการ

MW คือ มวลโมเลกุลของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (39.99 g/mol)

C คือ ความเข้มข้น (2 M)

V คือ ปริมาตร หน่วยเป็น ml

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นปริมาณ NaOH ที่ต้องชั่ง (g)} &= \frac{2 \times 1000 \times 39.99}{1000} \\ &= 79.98 \text{ g} \end{aligned}$$

ดังนั้นสามารถเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 2 M ปริมาตร 1000 ml ได้โดยการชั่ง NaOH มา 79.98 g ละลายด้วยน้ำกลั่น 250 ml ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 ml ปรับปริมาตรให้ครบ 1000 ด้วยน้ำกลั่น

ก.3 วิธีการคำนวณในการเตรียมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 0.1 M ปริมาตร 1000 ml

เมื่อสารละลายกรด HCl มีความเข้มข้น 37% มีมวลโมเลกุล 36.46 g/mol และมีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 1.19 g/ml

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นต้องใช้เนื้อสาร HCl เท่ากับ} &= \frac{1.19 \times 37 \times 1000}{100 \times 36.46} \frac{\text{g} \times \text{g} \times \text{ml}}{\text{ml} \times \text{g}} \\ &= 12.07 \text{ g} \end{aligned}$$

ต้องการเตรียมสารละลายกรด HCl 0.1 M มีปริมาตรเท่ากับ 1000 ml

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นต้องใช้สาร TMP เท่ากับ} &= \frac{0.1 \times 1000}{12} \frac{\text{g} \times \text{ml}}{\text{g}} \\ &= 8.33 \text{ ml} \end{aligned}$$

ดังนั้นสามารถเตรียมสารละลายกรด HCl ความเข้มข้น 0.1 M ปริมาตร 1000 ml ได้โดยปิเปต HCl 8.33 ml ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 ml ปรับปริมาตรให้ครบ 1000 ml ด้วยน้ำกลั่น

ก.4 วิธีการเตรียมสาร working solution 1 ที่มีสารละลายมาตรฐาน TMP 0.25 ppm ในสารละลายไดคลอโรมีเทน (conc.) ปริมาตร 1000 ml

จาก stock solution ของสาร TMP มีความเข้มข้น 1000 ppm

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นต้องใช้ stock solution เท่ากับ} &= \frac{0.25 \times 1000}{1000} \frac{\text{ppm} \times \text{ml}}{\text{ppm}} \\ &= 0.25 \text{ ml} \end{aligned}$$

ดังนั้นสามารถเตรียมสาร working solution 1 ปริมาตร 1000 ml ได้โดยปิเปต stock solution ของสาร TMP 0.25 ml ใส่ลงในขวดวัดปริมาตร 1000 ml ปรับปริมาตรให้ครบ 1000 ml ด้วยสารละลายไดคลอโรมีเทน (conc.)

ก.5 วิธีการคำนวณในการเตรียมสาร working solution 2 ที่มีสารละลายมาตรฐาน TMP 0.25 ppm ในสารละลายกรด HCl 0.1 M ปริมาตร 1000 ml

จาก stock solution ของสาร TMP มีความเข้มข้น 1000 ppm

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นจะต้องใช้ stock solution เท่ากับ} &= \frac{0.25 \times 1000}{1000} \frac{\text{ppm} \times \text{ml}}{\text{ppm}} \\ &= 0.25 \text{ ml} \end{aligned}$$

ดังนั้นสามารถเตรียมสาร working solution 2 ปริมาตร 1000 ml ได้โดยเปิด stock solution ของสาร TMP 0.25 ml ใส่ลงในขวดวัดปริมาตร 1000 ml ปรับปริมาตรให้ครบ 1000 ml ด้วยสารละลายกรด HCl 0.1 M

ก.6 การคำนวณหาปริมาณสาร 2AP

การคำนวณหาปริมาณสาร 2AP จะใช้วิธีการเทียบเป็นอัตราส่วนกับสารละลายมาตรฐาน TMP ซึ่งเป็นสารละลายมาตรฐานภายใน โดยในทุกตัวอย่างจะใช้สารละลายมาตรฐานความเข้มข้นเท่ากัน คือ 0.25 ppm ทำให้ค่าพื้นที่ใต้กราฟของทั้ง ตัวอย่างที่มีปริมาณอัตราส่วนสาร 2AP/TMP ที่มากกว่าแสดงว่ามีปริมาณสาร 2AP ที่มากกว่าด้วย การวิเคราะห์หาปริมาณสาร 2AP ของตัวอย่างจะวัดโดยใช้เครื่อง GC-MS จากนั้นนำค่าพื้นที่ใต้กราฟของสาร 2AP และ TMP ที่ได้ไปคำนวณหาอัตราส่วน 2AP/TMP ซึ่งมีวิธีการคำนวณดังต่อไปนี้

$$\text{อัตราส่วน 2AP/TMP} = \frac{\text{พื้นที่ใต้กราฟของ 2AP}}{\text{พื้นที่ใต้กราฟของ TMP}}$$



ภาคผนวก ข
การหาปริมาณสารหอม 2AP
ในสารที่สกัดได้จากใบเตย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การหาปริมาณสารหอม 2AP ในสารที่สกัดได้จากใบเตย

ข.1 การสกัดสารหอม 2AP ในสารสกัดจากใบเตย

ดวงสารสกัดจากใบเตยที่สกัดได้ 100 ml ใส่ในกรวยแยกขนาด 250 ml

↓
ทำให้เป็นเบส (pH 8-9) ด้วยสารละลาย NaOH ความเข้มข้น 2 M

↓
สกัดด้วยสารละลาย working solution 1 (วิธีการเตรียมดังแสดงในภาคผนวก ก)

↓
ปริมาตร 100 ml จำนวน 2 ครั้ง

↓
เก็บชั้นไดคลอโรมีเทนมารวมกันนำไประเหยให้เหลือปริมาตร 5 ml

↓
ด้วยเครื่อง rotary evaporator

↓
กำจัดน้ำออกด้วย sodium sulphate anhydrous

↓
นำสารละลายมาระเหยให้แห้ง ณ อุณหภูมิห้อง จนเหลือปริมาตร 0.2 ml

↓
นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง gas chromatography

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

ข.2 สภาวะของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี

คอลัมน์แบบแคปิลลารี	
HP5 มีลิควิดเฟส คือ	5 % phenyl 95 % methylpolysiloxane
ความยาว 60 m	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.32 mm
ความหนาของลิควิดเฟส 1 μ m	
เครื่องมือที่ใช้	
เครื่อง GC HP 5890	
แก๊สพา	ไฮโดรเจน
อัตราการไหลของแก๊สพา	2 ml/min
อุณหภูมิส่วนฉีดสาร	250 °C
อัตราส่วนการแยก	1:1
อุณหภูมิห้อง	เริ่มต้น 50 °C คงที่ 2 min เพิ่มอุณหภูมิ 4 °C/min ถึง 120 °C
อุณหภูมิส่วนฉีดสาร	250 °C



ภาคผนวก ก
การหาปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าว

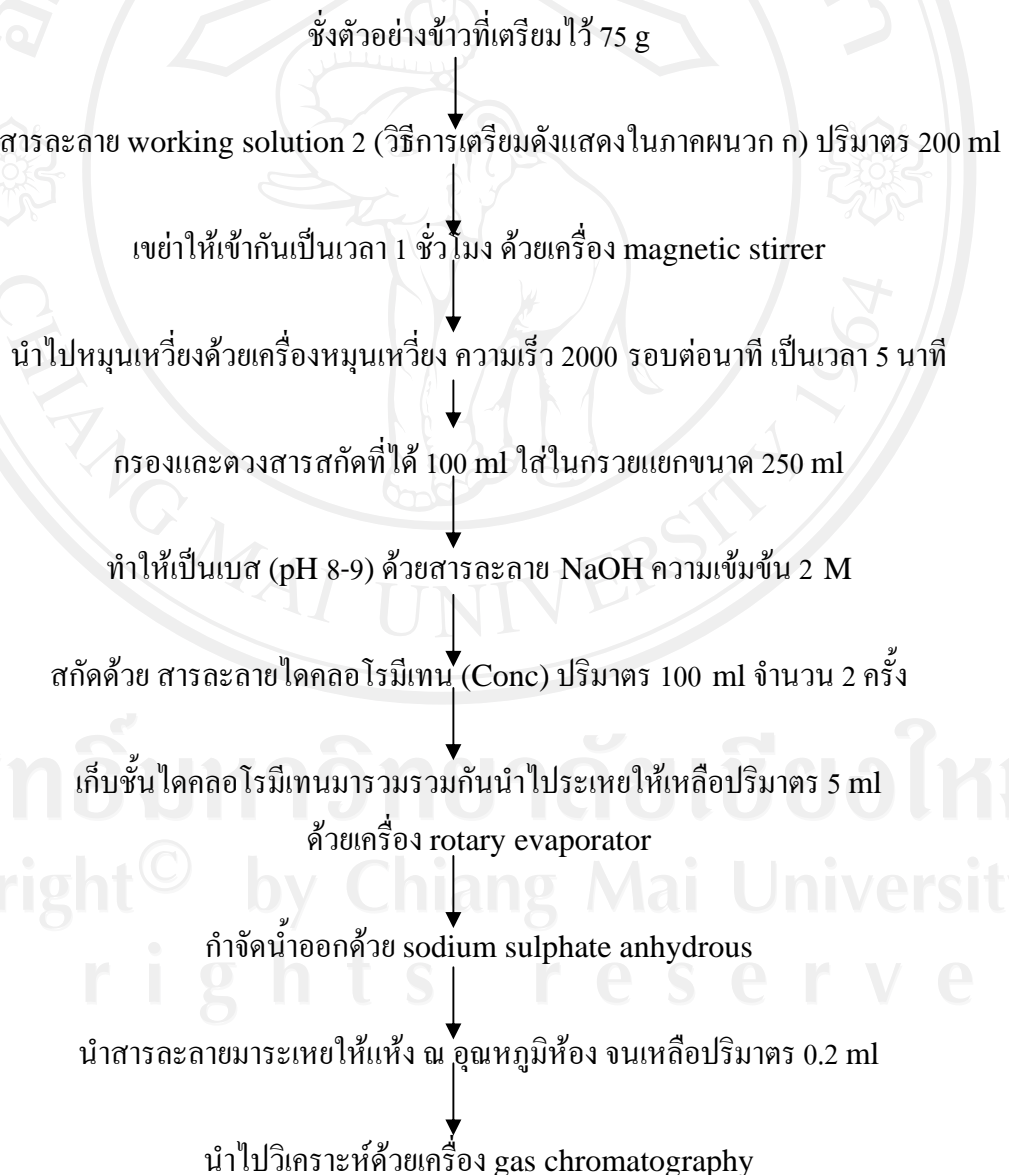
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การหาปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าว

ค.1 การเตรียมตัวอย่าง

การเตรียมตัวอย่างข้าวสารดิบ ทั้งข้าวเปลือกสารหอม และข้าวขาวดอกมะลิ 105 จะต้องนำไปป่นให้ละเอียดด้วยเครื่องป่น ร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 50 mesh ส่วนการเตรียมตัวอย่างข้าวสุก ทั้งข้าวเปลือกสารหอม และข้าวขาวดอกมะลิ 105 นำมาบดและคนให้เป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นนำไปสกัดสารหอมต่อไป

ค.2 การสกัดสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าว



ค.3 สภาพะของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี

คอลัมน์แบบแคปิลลารี	
HP5 มีลิควิดเฟส คือ	5 % phenyl 95 % methylpolysiloxane
ความยาว 60 m	เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.32 mm
ความหนาของลิควิดเฟส 1 μ m	
เครื่องมือที่ใช้	
เครื่อง GC HP 5890	
แก๊สพา	ไฮโดรเจน
อัตราการไหลของแก๊สพา	2 ml/min
อุณหภูมิส่วนฉีดสาร	250 °C
อัตราส่วนการแยก	1:1
อุณหภูมิห้อง	เริ่มต้น 50 °C คงที่ 2 min เพิ่มอุณหภูมิ 4 °C/min ถึง 120 °C
อุณหภูมิส่วนฉีดสาร	250 °C



ภาคผนวก ง
วิธีการวิเคราะห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการวิเคราะห์

ง.1 การหาปริมาณความชื้น

ใช้วิธีการอบแห้งในตู้อบลมร้อน คัดแปลงมาจากวิธีของ AOAC (2002)

วิธีการ

1. นำกระป๋องอลูมิเนียมพร้อมฝา ไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ $104 \pm 2^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นทิ้งให้เย็นใน โถดูดความชื้น นำไปชั่งน้ำหนักกระป๋องอลูมิเนียมเปล่าพร้อมฝาไว้
2. ชั่งตัวอย่างประมาณ 3-5 กรัม ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอนด้วยเครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง จากนั้นนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ $104 \pm 2^{\circ}\text{C}$ โดยเปิดฝาไว้ เป็นเวลา 18 ชั่วโมง หรือจน น้ำหนักคงที่
3. นำออกจากตู้อบทิ้งให้เย็นใน โถดูดความชื้น
4. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่เย็นแล้วพร้อมกระป๋องอลูมิเนียมและฝาแล้วห้กลับ น้ำหนักกระป๋องอลูมิเนียมเปล่าพร้อมฝา จะได้น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ
5. นำมาคำนวณหาปริมาณความชื้นดังนี้

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างทั้งหมด (g)} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ (g)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างทั้งหมด}}$$

ง. 2 การวัดสี

วัดค่าสีโดยใช้ระบบ Hunter (L^*, a^*, b^*)

วิธีการ

1. ทำการ Calibrate เครื่อง เลือกระบบการวัดสีเป็นแบบ Hunter L^*, a^*, b^*
2. นำตัวอย่างใส่ใน vial ให้สูงประมาณ 3 ใน 4 ของความสูงของ vial
3. กดปุ่ม Read Sample เพื่ออ่านค่าสี L^*, a^*, b^* ของตัวอย่าง ทำการอ่านซ้ำ 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย
4. ทำการวัดค่าสีตัวอย่างละ 4 ซ้ำ เพื่อหาค่าเฉลี่ย
5. นำค่า L^*, a^*, b^* ที่วัดได้มาคำนวณหาค่าดัชนีความขาว ตามวิธี ของ อนุสัญญา (2546) ดังนี้

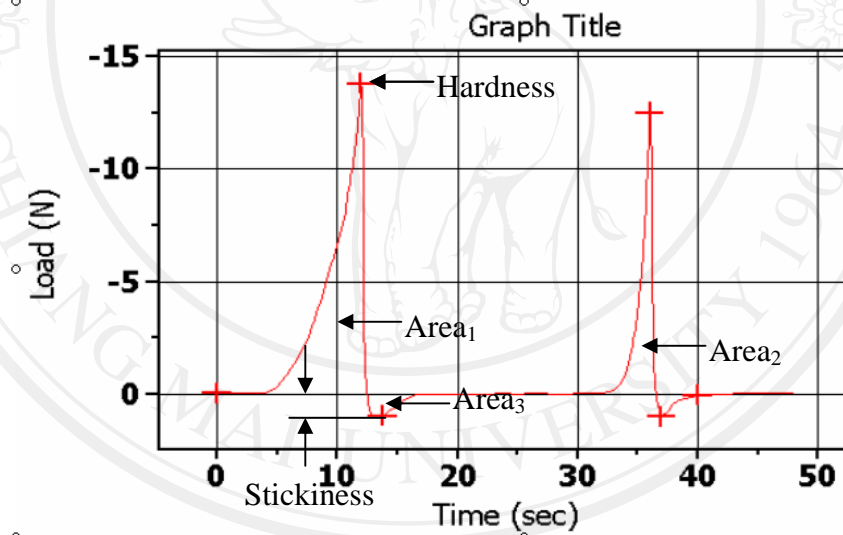
$$\text{ค่าดัชนีความขาว (White index)} = 100 - [(100-L)^2 + a^2 + b^2]^{1/2}$$

ง. 3 การวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

วัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยวิธี Texture Profile Analysis ตามวิธีของ Gujral and Kumar (2003)

วิธีการ

1. การวัดใช้หัวกดอลูมิเนียมทรงกระบอก เส้นผ่าศูนย์กลาง 50 mm (100 N load cell) ตั้งระยะห่างจากตัวอย่าง 5 mm ความเร็วของหัวกดขณะทำการทดสอบ 10 mm/min กดขึ้นตัวอย่างลงเป็นระยะทาง 0.50 เท่าของความสูงเริ่มต้น (50 % strain) ทำการกด 2 จังหวะ (two cycles)
2. ใช้เมล็ดข้าว 1 เมล็ดเลือกเมล็ดข้าวที่เต็มเมล็ดมากที่สุด วางลงกลางฐานอลูมิเนียมทรงสี่เหลี่ยมขนาด 5×4 cm
3. กด Start เพื่ออ่านค่าทดสอบ (ทำการวัดตัวอย่างละ 10 ซ้ำ) จะได้กราฟดังรูป



ภาพ ง.1 การวัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยวิธี Texture Profile Analysis

4. นำค่าที่อ่านได้มาคำนวณหาค่าดังต่อไปนี้

Hardness = ค่าแรงโหลด (N) สูงสุดของกราฟแรก

Stickiness = ค่าแรงโหลด (N) ต่ำสุดของกราฟแรก

Adhesiveness = ค่าพื้นที่ใต้กราฟ Area₃

Cohesiveness = ค่าอัตราส่วนพื้นที่ใต้กราฟ Area₂/ Area₁

ง.4 การตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ **pasting characteristic**

การตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ pasting characteristic ด้วยเครื่องมือวิเคราะห์ความหนืดอย่างรวดเร็ว (Rapid Visco Analyse, RVA)

วิธีการ

1. บดตัวอย่างและร่อนตัวอย่างผ่านตะแกรงขนาด 50 mesh
2. คำนวณหาปริมาณตัวอย่างและน้ำที่ถูกต้องสำหรับใช้วิเคราะห์ ดังนี้

$$M_2 = \frac{(100-14) \times M_1}{(100-MC)}$$

$$W_2 = 25.0 + M_1 - M_2$$

เมื่อ M_1 = น้ำหนักตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับแป้งที่มีความชื้น 14 % (3 g)

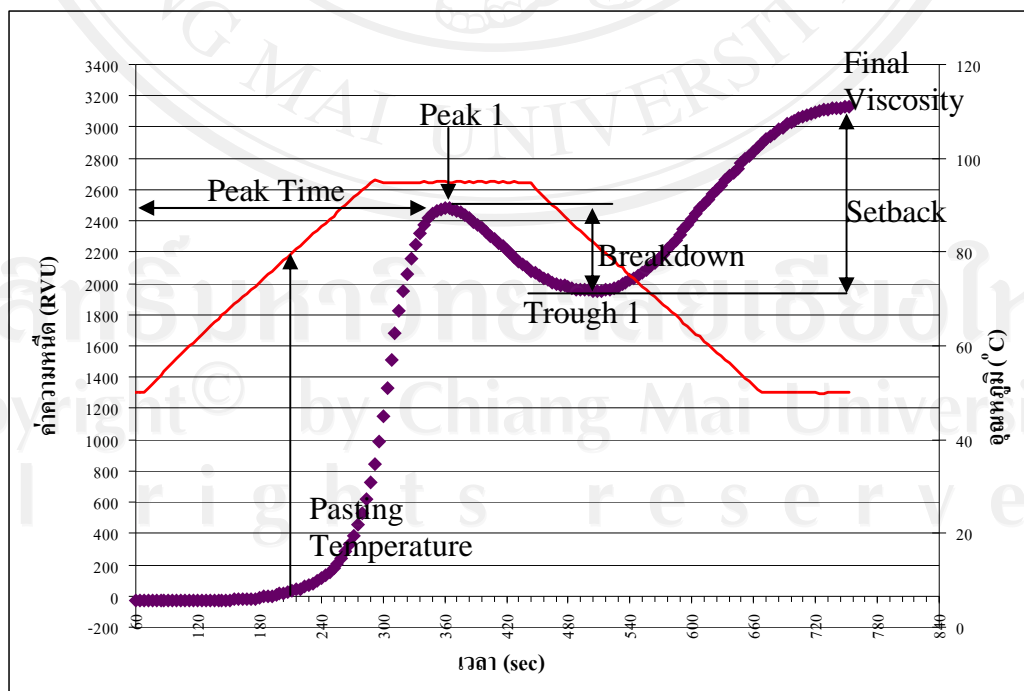
M_2 = น้ำหนักตัวอย่างที่ถูกต้องสำหรับใช้วิเคราะห์

W_2 = ปริมาณน้ำที่ถูกต้องสำหรับใช้วิเคราะห์

MC = ร้อยละความชื้นที่แท้จริงของตัวอย่างที่วิเคราะห์

3. ชั่งตัวอย่างปริมาณ M_2 และน้ำปริมาณ W_2
4. นำตัวอย่างไปวัดความหนืดด้วยเครื่อง RVA จะได้กราฟดังรูป

เมื่อ Peak 1 คือค่าความหนืดสูงสุด Trough 1 คือ ค่าความคงทนต่อการกวน



ภาพ ง.2 กราฟการวัดค่าความหนืดด้วยเครื่อง RVA



ภาคผนวก จ

ตัวอย่างแบบทดสอบการประเมินทางประสาทสัมผัส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตัวอย่างแบบทดสอบการประเมินทางประสาทสัมผัส

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเคลือบสารหอมหุงสุกบรรจุของรีทอร์ทเพาซ์

ชื่อผู้ทดสอบ..... วันที่.....

ชื่อผลิตภัณฑ์.....

คำชี้แจง

1. ประเมินความชอบของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทางด้าน สี กลิ่นหอม เนื้อสัมผัส การสุกทั่วถึง และความชอบโดยรวม
2. ประเมินความชอบของตัวอย่าง ตามรหัสที่กำหนดไว้ โดยกำหนดลักษณะด้านความพอใจ ตามระดับคะแนนดังนี้

ชอบมากที่สุด	ระดับคะแนน	9
ชอบมาก	ระดับคะแนน	8
ชอบปานกลาง	ระดับคะแนน	7
ชอบน้อย	ระดับคะแนน	6
เฉยๆ	ระดับคะแนน	5
ไม่ค่อยชอบ	ระดับคะแนน	4
ไม่ค่อยชอบปานกลาง	ระดับคะแนน	3
ไม่ชอบมาก	ระดับคะแนน	2
ไม่ชอบมากที่สุด	ระดับคะแนน	1

ให้เขียนคะแนนที่ประเมินได้เป็นตัวเลขแสดงความพอใจตามรหัสตัวอย่าง

รหัส ตัวอย่าง	สี	กลิ่นหอม	เนื้อสัมผัส	การสุกทั่วถึง	ความชอบโดยรวม

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....



ภาคผนวก ฉ
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ฉ.1 ชุดเครื่องกลั่นด้วยน้ำ



(บรรยากาศ)



(สุญญากาศ)

รูปที่ ฉ.1 ชุดเครื่องกลั่นด้วยน้ำ

ฉ.2 ชุดเครื่องกลั่นด้วยไอน้ำ



(บรรยากาศ)



(สุญญากาศ)

รูปที่ ฉ.2 ชุดเครื่องกลั่นด้วยไอน้ำ

ฉ.3 ชุดเครื่องกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ



(บรรยากาศ)



(สุญญากาศ)

รูปที่ ฉ.3 ชุดเครื่องกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ

ฉ.4 ชุดเครื่องกลั่นลำดับส่วน



(บรรยากาศ)



(สุญญากาศ)

รูปที่ ฉ.4 ชุดเครื่องกลั่นลำดับส่วน

น.5 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง



เครื่องฆ่าเชื้อรีทอร์ต



เครื่องปิดผนึกแบบสุญญากาศ



เครื่อง Instron



เครื่องปั๊มสุญญากาศ



เครื่องวัดสี



เครื่อง Fluidize bed Dryer



เครื่อง RVA



เครื่องปั๊มลมแรงดันสูง



เครื่อง Freeze Dryer



เครื่อง Gas Chromatography

รูปที่ น.5 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวธาริณี ทิมานุตร

วัน เดือน ปี เกิด 1 พฤศจิกายน 2525

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย
โรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช จังหวัดอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2543
สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร
คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
ปีการศึกษา 2547

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved