# ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

# ภาคผนวก ก
# การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ภาคผนวก ก-1** การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดและปริมาณความชื้นทั้งหมด (AOAC, 2000)

<u>วิธีวิเคราะห์</u>

1. อบกระป๋องหาความชื้นพร้อมฝา ที่ตู้อบไอร้อนแบบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100 + 2 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที จากนั้นทำให้เย็นในโถดูดความชื้น นาน 30 นาที ชั่งน้ำหนัก ($W_1$)

2. ชั่งตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักแน่นอน (2-3 กรัม) ใส่ลงในกระป๋องอบความชื้นที่อบเรียบร้อยแล้ว และชั่งน้ำหนัก ($W_2$)

3. นำกระป๋องอบความชื้นพร้อมฝาโดยเปิดฝาออกไปอบในตู้อบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

4. นำกระป๋องอบความชื้นออกจากตู้อบสุญญากาศ โดยปิดฝาทันที และทำให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาที ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

5. นำไปอบต่ออีกจนได้น้ำหนักที่คงที่ (น้ำหนักที่คงที่หมายถึง ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 2 มิลลิกรัม) ($W_3$)

ปริมาณความชื้น (ร้อยละของน้ำหนัก) $= \dfrac{(W_2-W_3) \times 100}{(W_2-W_1)}$

ปริมาณของแข็งทั้งหมด (ร้อยละของน้ำหนัก) = 100 – ปริมาณความชื้นทั้งหมด

$W_1$ = น้ำหนักของกระป๋องอบความชื้น เป็นกรัม

$W_2$ = น้ำหนักของกระป๋องอบความชื้นและตัวอย่างก่อนอบ เป็นกรัม

$W_3$ = น้ำหนักของกระป๋องอบความชื้นและตัวอย่างหลังอบ เป็นกรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ภาคผนวก ก-2** การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Solids) โดยใช้ Hand refractometer (AOAC, 2000)

วิธีวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างเนื้อลำไยบดอบแห้งประมาณ 5 กรัมมาปั่นละเอียดและผสมน้ำประมาณ 25 มิลลิลิตร

2. จากนั้นนำส่วนที่เป็นสารละลายมาวัดด้วยเครื่องวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Hand refractometer) ปรับเทียบมาตรฐานโดยใช้น้ำกลั่นปรับให้อ่านได้ 0 ก่อนการใช้วัดตัวอย่างทุกครั้ง ค่าที่อ่านได้มีหน่วยเป็นองศาบริกซ์ ( ° Brix) ซึ่งแต่ละตัวอย่างจะทำการวัด 3 ซ้ำ

3. เมื่ออ่านค่าเสร็จควรล้างและเช็ดเครื่องวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Hand refractometer) ให้สะอาด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ภาคผนวก ก-3** การวิเคราะห์ค่า $a_w$

<u>เครื่องวิเคราะห์</u>

เครื่องวัดค่าวอเทอร์แอกทิวิตี ($a_w$) ยี่ห้อ AquaLab รุ่น TE3 Decagon Devices ผู้ผลิต Inc Pullman, USA

<u>การเตรียมตัวอย่าง</u>

1. ใส่ตัวอย่างในตลับวัด water activity ประมาณ 1/3 ของตลับหรือไม่เกินครึ่งหนึ่งของตลับ เกลี่ยตัวอย่างให้คลอบคลุมทั่วตลับเพื่อประสิทธิภาพในการวัด
2. ตรวจสอบให้แน่ชัดว่าที่ขอบริม และด้านนอกของตลับวัดสะอาด ห้ามมีตัวอย่างติดบริเวณตลับวัด water activity
3. ตัวอย่างควรมีอุณหภูมิใกล้เคียงหรือต่างกันไม่เกิน 4 องศาเซลเซียสของอุณหภูมิ chamber เครื่องวัด water activity

<u>การเปิดเครื่อง</u>

1. เปิดเครื่อง water activity ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที เพื่อการวัดที่มีประสิทธิภาพสูง
2. นำตลับวัด water activity ใส่ลงในเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ ห้ามให้ตัวอย่างหกหล่น
3. หมุนปุ่มไปในตำแหน่ง Open/Load ไปยังตำแหน่ง Read เครื่องจะเริ่มวัดค่า water activity เมื่อเครื่องเริ่มวัด จะมีสัญญาณเตือน 1 ครั้ง
4. เมื่อเครื่องวัดเสร็จใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที จะมีสัญญาณเตือนถี่ๆ ให้อ่านค่า water activity และอุณหภูมิที่หน้าจอ
5. หมุนปุ่มจากตำแหน่ง Read ไปยังตำแหน่ง Open/Load เพื่อนำตลับออก
6. เมื่อวัดค่าเสร็จให้ปิดเครื่อง วิเคราะห์ 3 ซ้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ภาคผนวก ก-4** การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH (radical scavenging activity) (ดัดแปลงจาก Ferreiral *et al*., 2009)

<u>การเตรียมตัวอย่าง</u>

บดเนื้อลำไยอบแห้งเป็นผลละเอียด

<u>การเตรียม 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)</u>

1. เตรียม 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ความเข้มข้น $6x10^{-5}$ mol/L

จาก g/M.W. = mol

โดย M.W. DPPH = 394.33 g/mol (สำหรับ DPPH ความเข้มข้น 85%)

จะได้ g = 394.33 g/mol x $6x10^{-5}$ C

= 0.0236598 g

2. DPPH ความเข้มข้น 85% เตรียม 0.0236598 g

ถ้าต้องการ DPPH ความเข้มข้น 100% เตรียม = 1(100x0.0236598)/85

= 0.0278351 g (mol/L)

เตรียมปริมาตร 100 ml = (100x0.0278351)/1,000

= 0.00278

เตรียมสารละลาย DPPH โดยละลาย DPPH 0.00278 g ลงใน methanol 100 ml พร้อมวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 517 nm ที่ 0 นาที ($A_{DPPH}$)

1. ผสมตัวอย่างเนื้อลำไยบดละเอียด 0.1 กรัม ลงในสารละลาย DPPH 2.7 ml เก็บไว้ในที่มืด 60 นาที

2. จากนั้นนำตัวอย่าง ($A_s$) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 517 nm คำนวณ radical scavenging activity (RSA) จากสูตร

$$\%RSA = [(A_{DPPH} - A_s)/ A_{DPPH}] \times 100$$

เมื่อ $A_s$ = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

$A_{DPPH}$ = ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย DPPH

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

# ภาคผนวก ข

## การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ภาคผนวก ข-1** การวัดสีระบบ CIE L a* b*

เป็นการวัดค่าสีของตัวอย่างโดยใช้เครื่องวัดสี Color Quest II Sphere (Chroma Meter CR 300 Series, Japan)

วัดการเปลี่ยนสีด้วยระบบ CIE L *a** *b** โดยตั้งค่าการทำงานของเครื่อง ดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| Model | : | Total transmission |
| Scale | : | CIE Lab และ CIELCh |
| Illuminant | : | D 65 |
| Observer | : | $10^{\circ}$ |
| MI Illuminant | : | Fcw |

ค่า L คือ Lightness เป็นค่าความสว่าง มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100

L มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ หมายถึง ตัวอย่างมีความสว่างน้อยจนเป็นสีคล้ำ

L มีค่าเข้าใกล้ 100 หมายถึง ตัวอย่างสว่างมากจนเป็นสีขาว

ค่า *a** คือ Redness/Greenness เป็นค่าแสดงถึงความเป็นสีแดงหรือสีเขียวของวัตถุ

*a** มีค่าบวก หมายถึง ตัวอย่างมีสีแดง

*a** มีค่าลบ หมายถึง ตัวอย่างมีสีเขียว

ค่า *b** คือ Yellowness/Blueness เป็นค่าแสดงถึงความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงินของวัตถุ

*b** มีค่าบวก หมายถึง ตัวอย่างมีสีเหลือง

*b** มีค่าลบ หมายถึง ตัวอย่างมีสีน้ำเงิน

<u>การคำนวณค่า Delta E (ΔE)</u>

$$\Delta E = [(L-L_0)^2+(a-a_0)^2+(b-b_0)^2]^{0.5}$$

เมื่อ L คือ ค่าสี L ของผลิตภัณฑ์ที่เก็บเป็นเวลาวันที่ 30

$L_0$ คือ ค่าสี L ของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตวันแรก

a คือ ค่าสี a ของผลิตภัณฑ์ที่เก็บเป็นเวลาวันที่ 30

$a_0$ คือ ค่าสี a ของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตวันแรก

b คือ ค่าสี a ของผลิตภัณฑ์ที่เก็บเป็นเวลาวันที่ 30

$b_0$ คือ ค่าสี a ของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตวันแรก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ภาคผนวก ข-2** การวิเคราะห์ความสามารถในการละลาย (solubility) (Fernandez, 2003)

<u>วิธีวิเคราะห์</u>

นำตัวอย่างเนื้อลำไยบดผ่านการทำให้แห้งมาปั่นให้ละเอียดเป็นผง จากนั้นนำมาวิเคราะห์ความสามารถในการละลาย โดยใช้ตัวอย่างผงประมาณ 1 กรัม ใส่ลงในหลอดหมุนเหวี่ยง (centrifuge tube) เติมน้ำ 10 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 3000 rpm นาน 10 นาที เทของเหลวส่วนใส (supernatant) ใส่ในกระป๋องอบความชื้น โดยอบที่ อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง คำนวณหาความสามารถในการละลาย (ร้อยละ)

$$\text{ความสามารถในการละลาย (ร้อยละ)} = \frac{\text{มวลแห้งของตัวอย่างที่ละลายได้ใน supernatant (กรัม)}}{\text{มวลแห้งของตัวอย่างทั้งหมด (กรัม)}} \times 100$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ภาคผนวก ข-3** การวิเคราะห์ความสามารถในการคืนรูป (rehydration) (Fernandez, 2003)

<u>วิธีวิเคราะห์</u>

นำตัวอย่างเนื้อลำไยบดอบแห้งมา 5 กรัม มาวิเคราะห์ความสามารถในการคืนรูป (rehydration) โดยนำตัวอย่างมาแช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส และนำออกมาชั่งน้ำหนักทุกๆ 1 นาที เป็นเวลา 11 นาที โดยใช้ผ้าซับน้ำที่ผิวออกก่อนนำไปชั่งน้ำหนัก บันทึกน้ำหนักและนำมาคำนวณหาความสามารถในการคืนรูป (ร้อยละ) ดังสมการ

$$\% \text{ Rehydration} = \frac{W - W_d}{W_d} \times 100$$

โดยที่ W = น้ำหนักของตัวออย่างหลังการคืนรูปเป็นเวลา 11 นาที (g)

$W_d$ = น้ำหนักตัวอย่างแห้ง (g)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ภาคผนวก ข-4** การวิเคราะห์ความสามารถในการไหล (Flowability)

การวัดความสามารถในการไหล (flowability) ด้วยวิธีวัดค่ามุมลาดเอียง (angle of slide) มีลักษณะคล้ายกับการวัดมุมกอง (angle of repose) (Wilkinson *et al*., 1983) คือ วัดมุมที่น้อยที่สุดตามแนวนอนของพื้นผิวที่ลาดเอียงที่ทำให้อนุภาคของแข็งไหลลงมาด้วยน้ำหนักของมันเอง มุมที่ใช้วัดจะต้องเป็นมุมลาดเอียงที่คงที่คือเป็นมุมลาดเอียงที่ของแข็งเริ่มไหล เมื่ออนุภาคเริ่มไหลให้หยุดเอียงทันที แล้ววัดมุมลาดเอียงที่ได้

ตารางแสดงค่าความสามารถในการไหลของอาหารผง

| มุมกอง (θ) | ความสามารถในการไหล |
|---|---|
| $< 35$ | ไหลได้ดี |
| 35 – 45 | ไหลได้พอใช้ |
| 45 – 55 | ไหลได้จำกัด |
| $> 55$ | ไม่ไหล |

ที่มา: Carr (1965)

<u>วิธีวิเคราะห์</u>

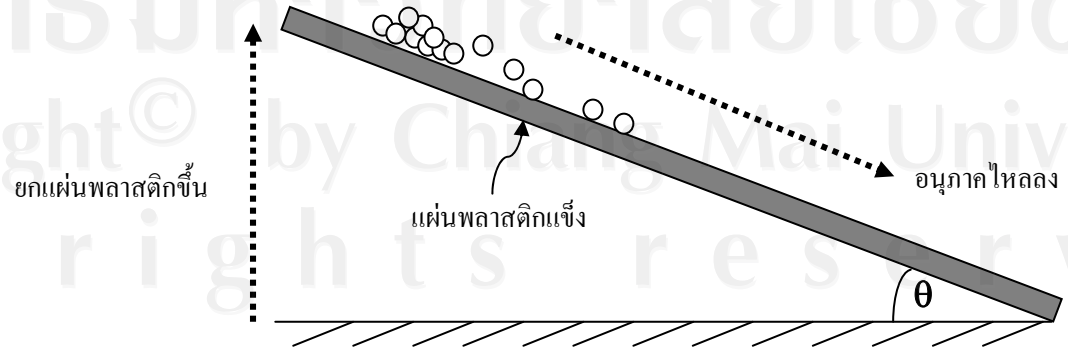
1. ชั่งตัวอย่างเนื้อลำไยบดอบแห้งมาประมาณ 5 กรัม

2. เทตัวอย่างเนื้อลำไยบดอบแห้งลงส่วนบนของแผ่นพลาสติกแข็งที่มีพื้นผิวเรียบแบนขนาด 20x30 เซนติเมตร

3. ค่อยๆ ยกส่วนบน (ด้านที่มีตัวอย่าง) ขึ้นช้าๆ และสม่ำเสมอ เมื่อตัวอย่างเริ่มไหลให้หยุดยกแผ่นพลาสติกแข็งทันที

4. วัดมุมลาดเอียงของแผ่นพลาสติกแข็งที่ได้

5. บันทึกผล




ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ภาคผนวก ข-5** การวิเคราะห์อุณหภูมิกลาสทรานซิชัน ของเนื้อลำไยบดอบแห้งด้วยเครื่อง Differential Scanning Calorimeter (DSC)

<u>วิธีการวิเคราะห์</u>

1. เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ เปิดโปรแกรม pyres Manager คลิกปุ่ม diamond DSC
2. เปิดเครื่อง DSC
3. เปิด ultra cooler รอให้อุณหภูมิลดลงจนถึงประมาณ -85 องศาเซลเซียส
4. เปิดแก๊สไนโตรเจน และปรับวาล์วแก๊สไนโตรเจนให้อยู่ที่เลข 9
5. ตั้งอุณหภูมิเริ่มต้นไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส
6. เปิด window Instrument Viewer View calibrate Open เลือกไฟล์ calibrate ที่จะใช้งาน ปิดหน้าต่าง calibrate
7. ทำการปรับมาตรฐาน (calibrate) โดยใช้ indium เป็นตัวปรับมาตรฐานโดยตั้งโปรแกรม heat ตั้งแต่ 50 องศาเซลเซียส จนถึง 170 องศาเซลเซียส flow rate 10 องศาเซลเซียสต่อนาที
8. คำนวณพื้นที่ใต้กราฟ โดย indium จะมี $\Delta H$ เท่ากับ 28.450 จูลต่อกรัม และมีอุณหภูมิ 156.6 องศาเซลเซียส ค่าที่คำนวณได้ไม่ควรต่างจากมาตรฐานเกินร้อยละ 1
9. เปิด window Method Editor เติม
10. Sample Info ชื่อตัวอย่าง
11. Initial State อุณหภูมิเริ่มต้น ใช้ที่ 25 องศาเซลเซียส
12. Program
    a. Cool จาก 25 องศาเซลเซียส จนถึง – 20 องศาเซลเซียส โดยใช้ flow rate 50 องศาเซลเซียสต่อนาที
    b. Hold ที่ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที
    c. Heat จาก -20 องศาเซลเซียส จนถึง 180 องศาเซลเซียส โดยใช้ flow rate 50 องศาเซลเซียสต่อนาที
13. หา base line โดยใช้สภาวะการทดลองเหมือนกับตัวอย่าง
14. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างใส่ใน pan ประมาณ 7-10 มิลลิกรัม (ใช้ pan ขนาดความจุ 40 ไมโครลิตรแบบหนา)
15. ใส่ตัวอย่างด้านซ้ายของช่องใส่ตัวอย่าง ด้านขวาใส่ reference pan วิเคราะห์ตัวอย่างดังโปรแกรมอุณหภูมิที่กำหนดไว้โดยกดปุ่ม go to temperature รอจน heat flow นิ่ง กดปุ่ม Start
16. วิเคราะห์ผลกราฟโดยใช้โปรแกรมของ Pyris 1 Data Analysis เพื่อวิเคราะห์อุณหภูมิกลาสทรานซิชัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ภาคผนวก ข-6** เปอร์เซ็นต์ผลผลิต (%yield)

คำนวณจากสมการ

$$\%\text{yield} = \frac{\text{น้ำหนักของปริมาณแข็งทั้งหมดสุดท้าย}}{\text{น้ำหนักของปริมาณแข็งทั้งหมดเริ่มต้น}} \times 100$$

**ภาคผนวก ข-7** Evapolative and Overall Efficiencies (Masters, 1995)

Evaporative efficiency

คำนวณจากสมการ

$$\eta_{eva} = \left(\frac{T_1-T_2}{T_1-T_{sat}}\right) \times 100$$

$T_1$ = อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า

$T_2$ = อุณหภูมิลมร้อนขาออก

$T_0$ = อุณหภูมิอากาศ

$T_{sat}$ = adiabatic saturation temperature

Overall thermal efficiency

คำนวณจากสมการ

$$\eta_{Overall} = \left(\frac{T_1-T_2}{T_1-T_0}\right) \times 100$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

# ภาคผนวก ค

# การวิเคราะห์สมบัติทางจุลินทรีย์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ภาคผนวก ค-1** การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด(Total Plate Count) ตามวิธีของ BAM (2000)

<u>เครื่องมือ และอุปกรณ์</u>

1. จานเพาะเชื้อผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้ว
2. ปิเปตผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้วขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร
3. ตู้บ่ม (Incubator) อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส
4. เครื่องตีป่น (Stomacher)
5. ถุงตีป่น (Stomacher Bag)

<u>อาหารเลี้ยงเชื้อ</u>

1. 0.1% peptone water (Merck, Germany)
2. อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA; Merck, Germany)

<u>วิธีการวิเคราะห์</u>

1. ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม ใส่ในถุงตีป่น เติมสารละลาย peptone water ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 จำนวน 225 กรัม นำเข้าเครื่องตีป่นนาน 1 นาที สำหรับตัวอย่างอาหารที่เป็นของเหลวให้ชั่งตัวอย่างอาหารใส่ลงในสารละลายเพื่อเจือจางโดยตรง

2. ทำเจือจางอาหารในสารละลาย peptone water ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 หลอดละ 9 มิลลิลิตร จนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม

3. ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร ดูดสารละลายอาหารที่ระดับความเจือจางที่เหมาะสมจำนวน 3 ระดับความเข้มข้นที่ติดกัน จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อ โดยทำ duplicate

4. เติมอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA อุณหภูมิ 44- 46 องศาเซลเซียส ประมาณ 12-15 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อ เขย่าจานให้สารละลายอาหารกระจายทั่วจานเพาะเชื้อ

5. ปล่อยให้อาหารวุ้นแข็งตัว คว่ำจานเพาะเชื้อ บ่มในตู้บ่มอุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 48 ± 3 ชั่วโมง

6. นับจำนวนโคโลนีจากจานที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 25-250 โคโลนี คำนวณค่า cfu/g ได้จาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การคำนวณดังสูตรต่อไปนี้

$$\text{CFU/g} = \frac{\sum C}{(v_1 n_1 + 0.1 n_2)\, d}$$

เมื่อ $\sum C$ = ผลรวมของโคโลนีที่นับได้ทั้งหมดจากจานเพาะเชื้อที่นับได้ในช่วง 25-250 โคโลนี

$v_1$ = ปริมาตรของสารละลายที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเชื้อ

$n_1$ = จำนวนจานเพาะเชื้อที่นับได้ในช่วง 25-250 โคโลนี ในระดับความเข้มข้นแรก

$n_2$ = จำนวนจานเพาะเชื้อที่นับได้ในช่วง 25-250 โคโลนี ในระดับความเข้มข้นที่ 2

d = ระดับความเข้มข้นแรกที่สามารถนับเชื้อได้ในช่วง 25-250 โคโลนี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ภาคผนวก ค-2** การวิเคราะห์ปริมาณยีสต์ และรา ตามวิธีของ BAM (2000)

<u>เครื่องมือและอุปกรณ์</u>

1. จานเพาะเชื้อผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้ว
2. ปิเปตผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้วขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร
3. ตู้บ่ม (Incubator) อุณหภูมิ 22-25 องศาเซลเซียส
4. เครื่องตีป่น (Stomacher)
5. ถุงตีป่น (Stomacher Bag)
6. Sterile bent glass rod

<u>อาหารเลี้ยงเชื้อ</u>

1. 0.1% peptone water (Merck, Germany)
2. อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Dextrose Agar (pH 3.5) (Merck, Germany)
3. 10% Tartaric Acid (Tartaric acid; Merck, Germany)

<u>วิธีการวิเคราะห์</u>

1. ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม ใส่ในถุงตีป่น เติมสารละลาย peptone water ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 จำนวน 225 กรัม นำเข้าเครื่องตีป่นนาน 1 นาที สำหรับตัวอย่างอาหารที่เป็นของเหลวให้ชั่งตัวอย่างอาหารใส่ลงในสารละลายเพื่อเจือจางโดยตรง

2. ทำเจือจางอาหารในสารละลาย peptone water ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 หลอดละ 9 มิลลิลิตร จนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม

3. ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร ดูดสารละลายอาหารที่ระดับความเจือจางที่เหมาะสมจำนวน 3 ระดับความเข้มข้นที่ติดกัน จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อ โดยทำ duplicate

4. เติมอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่ปรับ pH เป็น 3.5 ด้วยกรดทาร์ทาริก อุณหภูมิ 44- 46 องศาเซลเซียส ประมาณ 15-20 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อ เขย่าจานให้สารละลายอาหารกระจายทั่วจานเพาะเชื้อ

5. ปล่อยให้อาหารวุ้นแข็งตัว บ่มในตู้บ่มอุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 72 ± 3 ชั่วโมง

6. นับจำนวนโคโลนีจากจานที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 15-150 โคโลนี คำนวณค่า cfu/g ได้จากสูตรเดียวกับการหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และมีการคำนวณเพิ่มเติมดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6.1. กรณีตัวเลขหลักที่ 3 เป็นเลข 6 หรือสูงกว่านี้ให้ปัดขึ้น เช่น 456 = 460

6.2. กรณีตัวเลขหลักที่ 3 เป็นเลข 4 หรือต่ำกว่านี้ให้ปัดลง เช่น 454 = 450

6.3. กรณีตัวเลขหลักที่ 3 เป็นเลข 5 ให้พิจารณาตัวเลขหลักที่ 2 ว่าน้อยหรือมากกว่า 5 โดยถ้าเลข น้อยกว่า 5 ให้ปัดลง เช่น 445 = 440 แต่ถ้าเลข 2 มากกว่าหรือเป็น 5 ให้ปัดขึ้น เช่น 455 = 460

6.4. กรณีที่ไม่พบโคโลนีของเชื้อขึ้นเลยทุกระดับความเข้มข้น ให้รายงานการพบเชื้อยีสต์และราน้อยกว่า 1 คูณด้วยระดับความเข้มข้นต่ำสุดที่ใช้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

# ภาคผนวก ง

## แบบทดสอบทางประสามสัมผัส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ใบรายงานผลการทดสอบ Hedonic Scaling 9 Point**

**ชุดที่**.....

**ชื่อผู้ทดสอบ**.....**วันที่**.....

**ตัวอย่าง** เนื้อลำไยบดอบแห้งโดยใช้เครื่องสเปาเต็ดเบดร่วมกับอนุภาคเฉื่อย

**คำชี้แจง** กรุณาทดสอบตัวอย่างต่อไปนี้และให้ระดับความชอบและไม่ชอบต่อลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ โดยให้ระดับคะแนนที่เหมาะสมเพื่อแสดงให้เห็นว่าท่านได้อธิบายความรู้สึกชอบและไม่ชอบในระดับใดโดยมีคะแนนความชอบดังนี้

| **ระดับของความชอบ** | **ระดับคะแนน** | **ระดับของความชอบ** | **ระดับคะแนน** |
|---|---|---|---|
| ชอบมากที่สุด(Like extremely) | 9 | ไม่ชอบเล็กน้อย (Dislike slightly) | 4 |
| ชอบมาก (Like very much) | 8 | ไม่ชอบปานกลาง (Dislike moderately) | 3 |
| ชอบปานกลาง (Like moderately) | 7 | ไม่ชอบมาก (Dislike very much) | 2 |
| ชอบเล็กน้อย(Like slightly) | 6 | ไม่ชอบมากที่สุด (Dislike extremely) | 1 |
| เฉย ๆ (Neither like nor dislike) | 5 | | |

| คุณลักษณะ | รหัสตัวอย่าง | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| ลักษณะปรากฏ | | | | | | | | | |
| ความชอบด้านสี | | | | | | | | | |
| ความชอบกลิ่นลำไย | | | | | | | | | |
| ความชอบความกรอบ | | | | | | | | | |
| ความชอบด้านรสชาติ | | | | | | | | | |
| ความชอบรวม | | | | | | | | | |

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการทดสอบชิมครั้งนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

# ภาคผนวก ฉ

# รูปภาพอุปกรณ์และการทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**รูปภาคผนวก ฉ-1** เนื้อลำไยบดก่อนการอบแห้ง

**รูปภาคผนวก ฉ-2** เม็ดพลาสติกเทฟล่อนที่ใช้เป็นอนุภาคเฉื่อย

**ภาคผนวก ฉ-3** เครื่องอบแห้ง Spouted bed (ดัดแปลงจากเครื่อง Fliud bed)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ก ข ค

**รูปภาคผนวก ฉ-4** ลักษณะการอบแห้งเนื้อลำไยบดโดยใช้สเปาเต็ดเบดร่วมกับอนุภาคเฉื่อย

ก. บรรจุเม็ดพลาสติกเทปล่อนลงในเบด

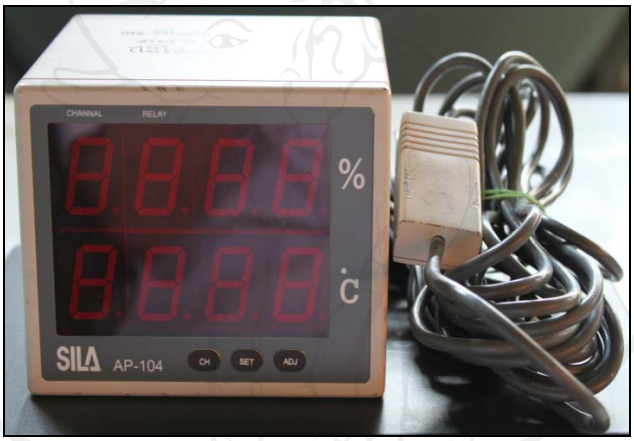
ข. บรรจุเนื้อลำไยบดลงในเบดและเกลี่ยให้ทั่วผิวหน้าเม็ดพลาสติกเทปล่อน

ค. อบแห้งเนื้อลำไยบดในเครื่องใช้สเปาเต็ดเบดร่วมกับอนุภาคเฉื่อย

**รูปภาคผนวก ฉ-5** ผลิตภัณฑ์เนื้อลำไยบดอบแห้งที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เวลา 80 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**รูปภาคผนวก ฉ-6** เครื่องวัดความเร็วลม (Anemometer)




**รูปภาคผนวก ฉ-7** เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity meter)

**รูปภาคผนวก ฉ-8** เครื่องวิเคราะห์อุณหภูมิกลาสทรานซิชัน Differential Scanning Calorimeter

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

## ประวัติผู้เขียน

**ชื่อ –สกุล** นางสาวมยุรี ชมภู

**วัน เดือน ปีเกิด** 4 กันยายน 2529

**ประวัติการศึกษา**

- สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนศีลรวี จังหวัดเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2545
- สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเชียงดาววิทยาคม จังหวัดเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2548
- สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง ปีการศึกษา 2551

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved