



ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved



ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และการประเมินคุณภาพ
ทางประสาทสัมผัส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และทางเคมี

1. การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ (Physical Analysis)

1.1 การวัดค่าแอกติวิตี (Aw)

ทำการสุ่มตัดตัวอย่างลำไยแผ่นจากบริเวณขอบทั้งสี่ด้านและตรงกลางผลิตภัณฑ์มาวัดค่า Aw โดยนำตัวอย่างลำไยแผ่นที่ได้มาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ รวมกัน บรรจุลงในตลับใส่ตัวอย่าง นำไปวัดค่า Aw ด้วยเครื่องวัดค่า water activity (Aqualab : Model CX3TE, USA) ทำการทดลองสิ่งทดลอง (treatment) ละ 2 ซ้ำ

1.2 การวัดค่าสี

ทำการสุ่มตัดตัวอย่างลำไยแผ่นเป็นรูปสี่เหลี่ยมจากทั้งบริเวณขอบทั้งสี่ด้านและตรงกลางผลิตภัณฑ์ มาวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี Minolta Chroma Meter ในระบบ CIE ทำการวัดตัวอย่างจำนวนทั้งหมด 5 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ ทำการทดลองสิ่งทดลองละ 2 ซ้ำ โดยวัดค่าสีออกมาเป็น $L^* a^* b^*$

ค่าสี L^* หมายถึง ค่าความสว่าง (ค่า L มาก แสดงความสว่างมาก, ค่า L น้อย แสดง ความสว่างน้อยหรือมีสีคล้ำ)

ค่าสี a^* หมายถึง สีแดง (ถ้าค่าเป็น +)

สีเขียว (ถ้าค่าเป็น -)

ค่าสี b^* หมายถึง สีเหลือง (ถ้าค่าเป็น +)

สีน้ำเงิน (ถ้าค่าเป็น -)

1.3 การวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสด้านแรงฉีกและแรงกด ได้ดัดแปลงมาจากวิธีการวัดแรงฉีกของผลิตภัณฑ์ทุเรียนแผ่น (อนุวัตรและคณะ, 2543)

1.3.1 การวัดค่าแรงฉีก (Tensile)

ตัดตัวอย่างลำไยแผ่นให้มีขนาด 5 mm x 200 mm นำมาวัดค่าแรงฉีกด้วยเครื่อง Texture Analyser TA.XT plus ทำการวัดสิ่งทดสอบละ 10 ซ้ำ โดยมีรายละเอียดการตั้งค่าในการวัดดังนี้

| | |
|-------------------------|--------------------------|
| Mode : | Measure Force in Tension |
| Option : | Return to Start |
| Pre-Test Speed : | 1.0 mm/s |
| Test Speed : | 3.0 mm/s |
| Post-Speed : | 10.0 mm/s |
| Distance : | 30 mm |
| Trigger type : | Auto-5 g |
| Data Acquisition Rate : | 10 pps |
| Accessory : | A/SPR (50 kg load cell) |

1.3.2 การวัดค่าแรงกด (Compression)

ตัดตัวอย่างลำไยแผ่นให้มีขนาด 20 mm x 20 mm นำมาวัดค่าแรงกดด้วยเครื่อง Texture Analyser TA.XT plus ทำการวัดสิ่งทดสอบละ 10 ซ้ำ โดยมีรายละเอียดการตั้งค่าในการวัดดังนี้

| | |
|-------------------------|------------------------------|
| Mode : | Measure Force in Compression |
| Option : | Return to Start |
| Pre-Test Speed : | 3.0 mm/s |
| Test Speed : | 3.0 mm/s |
| Post-Speed : | 10.0 mm/s |
| Distance : | 10 mm |
| Calibration Height : | 25 mm |
| Trigger type : | Auto-5 g |
| Data Acquisition Rate : | 10 pps |
| Accessory : | P/2N (50 kg load cell) |

2. การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี (Chemical Analysis)

2.1 การวัดปริมาณความชื้น

ทำการสุ่มตัดตัวอย่างลำไยแผ่นจากบริเวณขอบทั้งสี่ด้านและตรงกลางผลิตภัณฑ์มาวัดค่าปริมาณความชื้น (AOAC, 1998) โดยนำตัวอย่างที่ได้มาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ รวมกัน แล้วชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 5 กรัม ใส่ลงในกระป๋องหาความชื้น (moisture can) ที่ผ่านการนำไปดูความชื้นออกแล้ว (โดยนำไปใส่ในโถดูความชื้น) นำตัวอย่างไปอบในตู้อบอุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลาติดต่อกัน 6 ชั่วโมง นำตัวอย่างออกจากตู้อบมาทำให้เย็นในโถดูความชื้น ชั่งน้ำหนัก แล้วนำไปอบซ้ำจนได้น้ำหนักคงที่ ทำการทดลองสิ่งทดลองละ 2 ซ้ำ กำหนดหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น (\%db)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบแห้ง} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบแห้ง}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบแห้ง}} \times 100$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น (\%wb)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบแห้ง} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบแห้ง}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบแห้ง}} \times 100$$

แบบสอบถามผลิตภัณฑ์ลำไยแผ่น

ชื่อ _____ วันที่ _____
 คำชี้แจง กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา แล้วเติมรหัสตัวอย่างลงใน รวมทั้งให้
 คะแนนความชอบด้านคุณลักษณะต่างๆ ในช่องว่าง ซึ่งมีระดับคะแนนดังนี้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

2 = ไม่ชอบมาก

3 = ไม่ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

5 = เฉยๆ

6 = ชอบเล็กน้อย

7 = ชอบปานกลาง

8 = ชอบมาก

9 = ชอบมากที่สุด

| | | | |
|------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| คุณลักษณะ | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| สี | _____ | _____ | _____ |
| กลิ่น | _____ | _____ | _____ |
| รสชาติ | _____ | _____ | _____ |
| ความเหนียว | _____ | _____ | _____ |
| ความแข็ง | _____ | _____ | _____ |
| ความชอบรวม | _____ | _____ | _____ |

ข้อเสนอแนะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ



ภาคผนวก ข

การคำนวณค่าใช้จ่ายในการอบแห้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

การคำนวณค่าใช้จ่ายในการอบแห้ง

ค่าใช้จ่ายในการอบแห้งคำนวณเป็นค่าไฟฟ้าจากสูตร

$$\text{ค่าไฟฟ้า} = \text{ขนาดกำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์)} \times \text{ชั่วโมงการทำงาน (ชั่วโมง)} \times \text{ราคาต่อหน่วย} \\ (2.4649 \text{ บาทต่อหน่วย})$$

ตอนที่ 1 การอบแห้งลำไยแผ่นโดยใช้เทคนิคผสมระหว่างเตอบพลังงานแสงอาทิตย์กับเตอบลมร้อน

$$\text{ค่าไฟฟ้ารวม} = \text{ค่าไฟฟ้าของเตอบพลังงานแสงอาทิตย์} + \text{ค่าไฟฟ้าของเตอบลมร้อน}$$

1.1 การคำนวณค่าไฟฟ้าของเตอบพลังงานแสงอาทิตย์

- ขนาดกำลังไฟฟ้าของเตอบพลังงานแสงอาทิตย์เท่ากับ 0.150 กิโลวัตต์
- ชั่วโมงการทำงานในการอบแห้งเท่ากับ 8.00 ชั่วโมง

$$\text{ค่าไฟฟ้าของเตอบพลังงานแสงอาทิตย์} = 0.150 \times 8.00 \times 2.4649 \\ = 2.96 \text{ บาทต่อน้ำหนักลำไยแผ่น 1,200 กรัม}$$

1.2 การคำนวณค่าไฟฟ้าของเตอบลมร้อน

- ขนาดกำลังไฟฟ้าของเตอบลมร้อนเท่ากับ 1.400 กิโลวัตต์
- ชั่วโมงการทำงานในการอบแห้งเท่ากับ 8.00 ชั่วโมง
- ชั่วโมงการทำงานในการอุ่นเครื่องเพื่อเพิ่มอุณหภูมิเท่ากับ 0.75 ชั่วโมง

$$\text{ค่าไฟฟ้าของเตอบลมร้อน} = 1.400 \times (8.00+0.75) \times 2.4649 \\ = 30.20 \text{ บาทต่อน้ำหนักลำไยแผ่น 1,200 กรัม}$$

$$\text{ค่าไฟฟ้ารวม} = \text{ค่าไฟฟ้าของเตอบพลังงานแสงอาทิตย์} + \text{ค่าไฟฟ้าของเตอบลมร้อน} \\ = 2.96 + 30.20 \\ = 33.16 \text{ บาทต่อน้ำหนักลำไยแผ่น 1,200 กรัม}$$

ดังนั้น ค่าใช้จ่ายในการอบแห้งลำไยแผ่นโดยใช้เทคนิคผสมระหว่างเตอบพลังงานแสงอาทิตย์กับเตอบลมร้อนมีค่าเท่ากับ 33.16 บาทต่อน้ำหนักลำไยแผ่น 1,200 กรัม

ตอนที่ 2 การอบแห้งลำไยแผ่นโดยใช้เทคนิคสมระหว่างเตอบพลังงานแสงอาทิตย์กับเตอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศ

$$\text{ค่าไฟฟ้ารวม} = \text{ค่าไฟฟ้าของเตอบพลังงานแสงอาทิตย์} + \text{ค่าไฟฟ้าของเตอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศ}$$

2.1 การคำนวณค่าไฟฟ้าของเตอบพลังงานแสงอาทิตย์

- ขนาดกำลังไฟฟ้าของเตอบพลังงานแสงอาทิตย์เท่ากับ 0.150 กิโลวัตต์
- ชั่วโมงการทำงานในการอบแห้งเท่ากับ 8.00 ชั่วโมง

$$\begin{aligned} \text{ค่าไฟฟ้าของเตอบพลังงานแสงอาทิตย์} &= 0.150 \times 8.00 \times 2.4649 \\ &= 2.96 \text{ บาทต่อน้ำหนักลำไยแผ่น 1,200 กรัม} \end{aligned}$$

2.2 การคำนวณค่าไฟฟ้าของเตอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศ

- ขนาดกำลังไฟฟ้ารวมของเตอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศเท่ากับ 8.900 กิโลวัตต์
- ขนาดกำลังไฟฟ้าของแมกนีตรอนของเตอบไมโครเวฟเท่ากับ 0.960 กิโลวัตต์
- ชั่วโมงการทำงานในการอบแห้งเท่ากับ 0.88 ชั่วโมง
- ชั่วโมงการทำงานในการอุ่นเครื่องเท่ากับ 0.33 ชั่วโมง

$$\begin{aligned} \text{ค่าไฟฟ้าของเตอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศ} &= \text{ค่าไฟฟ้ารวมของเตอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศ} \\ &\quad + \text{ค่าไฟฟ้าของแมกนีตรอน} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าไฟฟ้าของเตอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศ} &= [8.900 \times (0.33+0.88) \times 2.4649] + \\ &\quad [0.96 \times 0.88 \times 2.4649] \\ &= 28.62 \text{ บาทต่อน้ำหนักลำไยแผ่น 1,200 กรัม} \end{aligned}$$

$$\text{ค่าไฟฟ้ารวม} = \text{ค่าไฟฟ้าของเตอบพลังงานแสงอาทิตย์} + \text{ค่าไฟฟ้าของเตอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศ}$$

$$= 2.96 + 28.62$$

$$= 31.58 \text{ บาทต่อน้ำหนักลำไยแผ่น 1,200 กรัม}$$

ดังนั้น ค่าใช้จ่ายในการอบแห้งลำไยแผ่นโดยใช้เทคนิคสมระหว่างเตอบพลังงานแสงอาทิตย์กับเตอบลมร้อนมีค่าเท่ากับ 31.58 บาทต่อน้ำหนักลำไยแผ่น 1,200 กรัม



ภาคผนวก ค

ภาพเตอบที่ใช้ในการอบแห้งลำไยแผ่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved



ภาพ ค-1 เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบอูโมงค์



ภาพ ค-2 เตาอบลมร้อน



ภาพ ค-3 เตาอบไมโครเวฟแบบสูญญากาศ



ภาคผนวก ง

ภาพผลิตภัณฑ์ลำไยแผ่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved



ภาพ ง-1 ลำไยแผ่นที่ผ่านการอบแห้งโดยใช้เตาอบพลังงานแสงอาทิตย์



ภาพ ง-2 ลำไยแผ่นที่ผ่านการอบแห้งโดยใช้เตาอบลมร้อน



ภาพ ง-3 ลำไยแผ่นที่ผ่านการอบแห้งโดยใช้เทคนิคผสมระหว่างเตาอบพลังงานแสงอาทิตย์กับเตาอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 73 องศาเซลเซียส เวลา 8 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์ © 2564 โดย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
All rights reserved



ภาพ ง-4 ลำไยแผ่นที่ผ่านการอบแห้งโดยใช้เทคนิคผสมระหว่างเตอบพลังงานแสงอาทิตย์กับเตอบไมโครเวฟแบบสุญญากาศที่กำลังไมโครเวฟ 20% (960 วัตต์) อุณหภูมิสุดท้ายในการอบแห้ง 34 องศาเซลเซียส



ภาพ ง-5 รูปแบบลำไยแผ่นที่ใช้ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ

นางสาวกอบพัชรกุล เป็นบุญ

วัน เดือน ปี เกิด

26 ตุลาคม 2526

ประวัติการศึกษา

สำเร็จการศึกษามัธยมตอนปลาย โรงเรียนลำปางกัลยาณี
ปีการศึกษา 2540

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาชีวเคมี
และชีวเคมีเทคโนโลยี ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ปีการศึกษา 2544

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved