บทที่ 3

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วิธีการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของส้มสายน้ำผึ้งในระบบตลาด โดยศึกษาถึงการจัดการขณะที่วางจำหน่ายผลิตผลและสภาพการวางจำหน่ายของร้านค้าต่างๆ โดยสามารถแบ่งการทดลองเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

3.1.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลการจัดการผลผลิตเมื่อเข้าสู่ระบบตลาดของส้มสายน้ำผึ้ง โดยการใช้แบบสอบถามสัมภาษณ์ผู้ค้าส่งและปลีกส้มสายน้ำผึ้ง

การเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบการศึกษาผู้ประกอบด้วยข้อมูลการจัดการผลผลิตต่างๆ เช่น การจัดการผลผลิตก่อนการวางจำหน่าย การจัดการในขณะวางจำหน่าย อายุการวางจำหน่ายของผลผลิตส้มสายน้ำผึ้ง คุณภาพในการรับซื้อผลผลิตของผู้ค้าปลีกและผู้บริโภค ปริมาณการขายในแต่ละวัน ช่องทางการรับซื้อผลผลิต โดยได้รับความอนุเคราะห์จากผู้ค้าปลีกส้มสายน้ำผึ้งในจังหวัดเชียงใหม่

3.1.2 การตรวจสอบคุณภาพส้มสายน้ำผึ้งในระบบตลาด

1. การศึกษาคุณภาพของส้มสายน้ำผึ้งที่เปลี่ยนแปลงไปตามสภาพตลาดต่างๆ

วิธีการทดลอง

การทดลองนี้วางแผนทดลองแบบ 8x7 Factorial in RCB (Randomized Completely Block Design) โดยมี 2 ปัจจัย คือ

ปัจจัยที่ 1 คือ ระยะเวลาการเก็บรักษาส้มสายน้ำผึ้ง เป็นเวลา 8 วันคือ วันที่ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 7

ปัจจัยที่ 2 คือ สภาพการวางจำหน่ายส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้ง ซึ่งแบ่งออกได้ดังนี้

- ร้านค้าแผงลอยข้างถนน จำนวน 2 ร้าน
- ร้านค้าแผงลอยในตลาดสด จำนวน 2 ร้าน
- สภาพจำลองห้างสรรพสินค้า (supermarket) จำนวน 1 ร้าน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

- สภาพจำลองในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส (25°C)
- สภาพอุณหภูมิห้อง (control)

ผลิตผลส้มสายน้ำผึ้งที่ใช้ในการทดลองเป็นส้มสายน้ำผึ้งที่เก็บเกี่ยวจากแหล่งผลิตในอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ คัดเลือกผลส้มที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6.5 – 7.5 เซนติเมตร นำมาทำความสะอาดด้วยน้ำประปา(tap water) แล้วนำมาผึ่งลมให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง นำไปเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้าจากนั้นนำส้มสายน้ำผึ้งที่เตรียมไว้ไปชั่งน้ำหนักและวัดสีที่วันเริ่มต้นแล้วนำไปบรรจุถุงตาข่ายจากนั้นนำตัวอย่างที่สุ่มผลส้มแห่งละ 10 ผล ทุกวัน เป็นเวลา 7 วัน เพื่อนำมาทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางเคมี

2. การสำรวจและทดสอบคุณภาพของส้มสายน้ำผึ้งที่หมดสภาพการวางจำหน่าย

วิธีการทดลอง

การทดลองนี้วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design)โดยเปรียบเทียบคุณภาพของส้มสายน้ำผึ้งที่หมดสภาพการวางจำหน่ายกับส้มสายน้ำผึ้งที่ยังคงสภาพการวางจำหน่ายอยู่ในตลาดสดที่มีการจำหน่ายส้มสายน้ำผึ้ง ทำการสุ่มผลส้มที่มีส้มที่หมดสภาพการวางจำหน่ายของร้านค้าต่างๆ จำนวน 6 แห่ง แห่งละ 10 ผล โดยร้านค้าทั้ง 6 แห่งนี้คือ

- ตลาดเมืองใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 2 ร้าน
- ตลาดต้นพยอม ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังเหวัดเชียงใหม่ จำนวน 1 ร้าน
- ตลาดธานิน ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 2 ร้าน
- ร้านค้าแผงลอยข้างถนน อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 1 ร้าน

จากนั้นนำตัวอย่างที่สุ่มมาทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางเคมี

อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ใช้

1. เครื่องชั่งไฟฟ้า (digital balance) แบบทศนิยม 2 ตำแหน่ง รุ่น PB 3002-S และแบบทศนิยม 4 ตำแหน่ง รุ่น AB 204-S ของบริษัท Mettler Toledo ประเทศ Switzerland
2. เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้(digital refractometer) รุ่น PR 101 ของบริษัท ATAGO ประเทศญี่ปุ่น
3. เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH meter) รุ่น Profesional ของบริษัท Sartorius ประเทศเยอรมัน
4. เครื่องวัดการนำไฟฟ้า (conductivity meter) รุ่น Model PP20 บริษัท Sartorius ประเทศเยอรมัน
5. เครื่องกวนสารเคมีด้วยแท่งแม่เหล็กและให้ความร้อนของบริษัท Nuova II

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6. เครื่องไทเทรท (digital burette) ของบริษัท Julado ประเทศเยอรมัน
7. เครื่องวัดความแน่นเนื้อ (texture analyser) รุ่น TA-XT 21/50
8. เครื่องวัดสี (color meter) รุ่น Color Quest XE ของบริษัท Hunterlab ประเทศ USA
9. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (incubator) รุ่น MIR – 553 บริษัท Sanyo ประเทศญี่ปุ่น
10. กล้องถ่ายรูป Nikon 301 ประเทศญี่ปุ่น
11. เครื่องวัดความแน่นเนื้อ (Fruits Hardness Tester) ยี่ห้อ NOW รุ่น FHR-5 ประเทศญี่ปุ่น
12. เครื่องคั้นน้ำผลไม้
13. มีดปอกเปลือกผลไม้
14. เขียงพลาสติก
15. ผ้าขาวบาง
16. ช้อนพลาสติก
17. ขวดน้ำกลั่น
18. เครื่องแก้ว
    18.1 บีกเกอร์
    18.2 ขวดแก้วรูปชมพู่ (erlenmeyer flask) ขนาด 25 มิลลิลิตร
    18.3 ขวดปรับปริมาตร (volumetric flask) ขนาด 1000 มิลลิลิตร
    18.4 บิวเรต (burette) ขนาด 50 มิลลิลิตร
    18.5 กระบอกตวง
    18.6 แท่งแก้วคนสาร
    18.7 หลอดหยด (droper)
    18.8 ขวดใส่สาร Scott Duran ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร
    18.9 ขวดสีชา ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

3.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

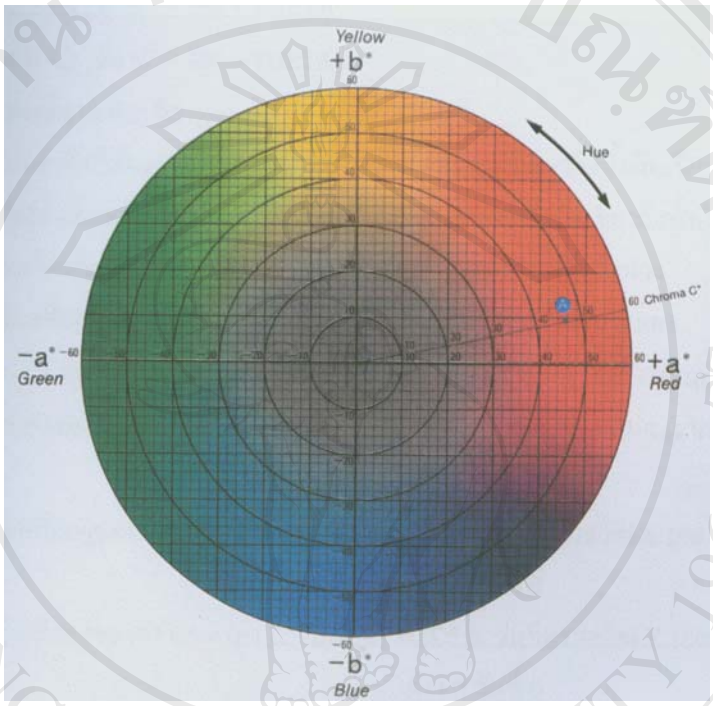
3.2.1 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ

โดยใช้เครื่อง Texture analyzer (TA- XT 21/50) โดยใช้หัวกด (Probe) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร P100 (100 mm Compression platen) ตั้งห่างจากตัวอย่างที่ 15 มิลลิเมตร ความเร็วของหัวกดขณะทำการทดสอบ 1.0 มิลลิเมตรต่อวินาที และกำหนดแรงในการกดตัวอย่างที่ 8 นิวตัน เพื่อหาระยะการยุบตัวของตัวอย่าง (ภาคผนวก ง รูปที่ 5)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.2 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสีผิว

วัดสีผิวของผลส้มด้วยเครื่องวัดสี Hunter's colorimeter model CR-200 (ภาคผนวก ง รูปที่ 4) โดยวัดผลละ 2 ครั้ง บริเวณกึ่งกลางผลทั้ง 2 ด้าน วัดบริเวณนั้นทุกๆ ครั้งของการวัดผล และ ทำการวัดผลทุกๆ 3 วัน ค่าที่ได้แสดงเป็นค่า L*, a*, b*, C* และ h°¨ซึ่งจะสามารถเทียบเป็นสีที่ได้ตามแผนเทียบสีดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนเทียบสี (color chart) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ประกอบติดมากับเครื่องวัดสี ของบริษัท Minolta รุ่น CD-300

โดยค่า L* = The lightness factor (value)
a*, b* = The chromaticity coordinates (hue)
C* = chroma
h° = hue angle

เมื่อ L* มีค่าเข้าใกล้ 0 หมายถึง วัตถุมีสีคล้ำ หากเข้าใกล้ 100 หมายถึง วัตถุมีสีสว่าง

a* มีค่าเป็นบวก หมายถึง วัตถุมีสีแดง หากเป็นลบ หมายถึง วัตถุมีสีเขียว

b* มีค่าเป็นบวก หมายถึง วัตถุมีสีเหลือง หากเป็นลบ หมายถึง วัตถุมีสีน้ำเงิน

ทั้ง a* และ b* มีค่าอยู่ในช่วง –60 ถึง +60 หากมีค่าเป็น 0 หมายถึง วัตถุมีสีเทา

C* มีค่าเข้าใกล้ 0 หมายถึง วัตถุมีสีซีดจาง หากมีค่าเข้าใกล้ 60 หมายถึง วัตถุมีสีเข้ม

h° มีค่าเข้าใกล้มุม 90 องศา สีของวัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเหลือง (+b) หากมีค่าเข้าใกล้ 180 องศา สีของวัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเขียว (-a)

โดยค่า C* และ h° นั้นจะทำการวิเคราะห์จากโปรแกรม Hunter Lab version 4.0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.3 การวิเคราะห์การสูญเสียน้ำหนัก

ชั่งน้ำหนักผลส้มโดยใช้เครื่องชั่งไฟฟ้า (digital balance) แบบทศนิยม 2 ตำแหน่ง รุ่น PB 3002-S ในวันเริ่มต้นทำการทดลองและทุกวันตลอดการทดลอง นำค่าที่ได้ไปคำนวณเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากสูตร

$$\text{ร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก} = \frac{(\text{น้ำหนักเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักวันที่ตรวจผล})}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$$

3.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.3.1 การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids , TSS)

ใช้เครื่อง digital hand refractometer รุ่น PR 101 ของบริษัท ATAGO ประเทศญี่ปุ่น หยดน้ำคั้นของผลส้มลงไป อ่านค่าที่ออกมาได้เป็นเปอร์เซ็นต์

3.3.2 การวัดปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity, TA)

โดยนำน้ำคั้นของผลส้มปริมาตร 5 มิลลิลิตร มาไทเทรตด้วยสารละลายด่างมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 N โดยใช้เครื่อง pH meter วัดจุดยุติ (end point) จะอ่านค่า pH ได้ 8.2 นานประมาณ 30 วินาที บันทึกปริมาตรของสารละลายด่างมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ได้มาคำนวณหาปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ตามสูตร

$$\%TA = \frac{\text{ความเข้มข้นของ NaOH} \times \text{ปริมาตรของ NaOH ที่ใช้ (มิลลิลิตร)} \times 0.064^* \times 100}{\text{ปริมาตรน้ำคั้นของผลส้ม}}$$

* milliequivalent of citric acid (anhydrous) = 0.064

3.3.3 การวัดปริมาณวิตามินซี โดยใช้ Indophenol Method

1. การทำมาตรฐาน indophenol dye (standardization of indophenol dye)

ละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ (potassium iodide) 2-3 กรัม ในน้ำกลั่นประมาณ 5 มิลลิลิตร เติมสารละลายความเข้มข้นร้อยละ 0.04 ของ indophenol dye 15 มิลลิลิตร และสารละลาย 0.1 N HCl 10 มิลลิลิตร ผสมกันแล้วตั้งทิ้งไว้ประมาณ 2 นาที แล้วจึงไทเทรทด้วยสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3$) ความเข้มข้น 0.01 N เมื่อถึงจุดยุติ (end point) จะได้สีชมพู ให้ใช้น้ำแป้ง 1-2 มิลลิลิตร หยดลงไปดูว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสีชมพูอีก นำค่าที่ได้ไปคำนวณตามสูตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

$$1 \text{ ml dye equivalent} = \frac{\text{ml } Na_2S_2O_3 \times \text{N } Na_2S_2O_3 \times 88 \times 100}{1000 \times \text{ml dye}}$$

$Na_2S_2O_3$ = ปริมาณสารละลาย $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ในการไทเทรตเป็นมิลลิลิตร

N $Na_2S_2O_3$ = ความเข้มข้นของ $Na_2S_2O_3$ ซึ่งเท่ากับ 0.01 N

Ml dye = ปริมาตรสารละลาย indophenol dye ความเข้มข้นร้อยละ 0.04 ซึ่งเท่ากับ 15 มิลลิลิตร

88 = น้ำหนักสมมูลย์ (equivalent weight) ของวิตามินซี

2.การวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี

นำน้ำคั้นของผลส้มมา 5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยสารละลายกรดออกซาลิกเข้มข้น ร้อยละ 0.4 เป็น 50 มิลลิลิตร มาทำการไทเทรตกับสารละลาย indophenol dye เข้มข้น 0.04% จนถึงจุดยุติได้สีชมพูใส นำค่าที่ได้มาคำนวณตามสูตร

$$\text{mg Ascorbic acid / 100 ml juice} = \frac{B \times 100 \times \text{dye equi} \times \text{titer}}{A \times \text{volume of sample used}}$$

dye equi = 1 ml dye equivalent ที่คำนวณได้จากการทำมาตรฐาน indophenol dye

titer = ปริมาตรสารละลาย indophenol dye ที่ได้จากการไทเทรต

A = ปริมาตรน้ำคั้นของผลส้ม ซึ่งเท่ากับ 5 มิลลิลิตร

B = ปริมาตรที่ปรับด้วยกรดออกซาลิก ซึ่งเท่ากับ 50 มิลลิลิตร

Volume of sample used = 50 มิลลิลิตร

ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีทั้ง การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) การวิเคราะห์ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) และการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี จะทำการวัดผลในวันที่เริ่มต้นทำการทดลองและทุกวัน ตลอดการเก็บรักษา เปรียบเทียบกับในชุดควบคุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.4 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การยอมรับของผู้บริโภคโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 1- 9 คะแนน (Peryam and pilgrim,1957) ใช้ผู้ทดสอบทั่วไปที่เคยรับประทานส้มสายน้ำผึ้งจำนวน 7 คนโดยในการประเมินคุณภาพในการบริโภคได้แยกการประเมินเป็น 4 ประเภทดังนี้

1.) การให้คะแนนความชอบของลักษณะปรากฏภายนอก ของตัวอย่างส้มสายน้ำผึ้งดังนี้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด มีลักษณะของภายนอกเหี่ยวย่น สีผิวไม่มีความมันเงา

5 = เฉยๆ มีลักษณะผิวภายนอกเหี่ยวย่นเพียงเล็กน้อย และยังคงความมันเงาอยู่บาง

9 = ชอบมากที่สุด มีลักษณะผิวภายนอกตึงไม่เหี่ยวย่น ยังคงความมันเงาอย่างชัดเจน

2.) การให้คะแนนความชอบของลักษณะปรากฏของเนื้อภายใน ของตัวอย่างส้มสายน้ำผึ้งดังนี้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด สีเนื้อมีสีที่ผิดปกติ เช่น มีสีซีดจาง หรือสีคล้ำ อย่างชัดเจน

5 = เฉยๆ มีลักษณะสีเนื้อไม่มีสีที่ผิดปกติ

9 = ชอบมากที่สุด ลักษณะสีเนื้อเป็นสีส้ม เข้มสวยงาม ไม่ปรากฏสีที่ผิดปกติทั้งปวง

3.) การให้คะแนนความชอบของกลิ่นรส ของตัวอย่างส้มสายน้ำผึ้ง ดังนี้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด กลิ่นรส ของตัวอย่างมีกลิ่นรสคล้ายผลไม้ดองอย่างชัดเจน

5 = เฉยๆ กลิ่นรสของตัวอย่างไม่พบความผิดปกติ

9 = ชอบมาที่สุด กลิ่นรสของตัวอย่าง หวานอมเปรี้ยวไม่ปรากฏกลิ่นรสที่ผิดปกติ

4.) การให้คะแนนความชอบของเนื้อสัมผัสของตัวอย่างส้มสายน้ำผึ้ง ดังนี้

1= ไม่ชอบมากที่สุด เนื้อสัมผัสของตัวอย่างอ่อนนุ่ม

5 = เฉยๆ

9 = ชอบมากที่สุด เนื้อสัมผัสของตัวอย่างแน่นแข็งไม่นิ่มเละ

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SX7 และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปัจจัย(วันและสภาพการเก็บรักษา) ด้วยวิธีการวิเคราะห์ห์ความแปรปรวน(ANOVA) และทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยต่อด้วย Least Significant Difference(LSD)โดยทดสอบระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$) สำหรับเปอร์เซ็นต์วิตามินซี มีการกระจายที่ไม่ปกติและมีค่าอยู่ระหว่าง 0-30 เปอร์เซ็นต์ จึงต้องแปลงข้อมูล(transformation) ก่อนนำไปวิเคราะห์ด้วยวิธี square root (n+0.5) (Gomez and Gomez, 1984)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved