บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ อุปกรณ์ และสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

1) แก้วมังกร พันธุ์เปลือกสีแดง เนื้อสีขาว (*Hylocereus undatus*) ซื้อจากตลาดเมืองใหม่ จังหวัดเชียงใหม่
2) สตรอเบอรี (*Fragaria ananassa*) จากสวนผู้ปลูกสตรอเบอรีใน อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่
3) น้ำตาลทราย (ตรามิตรผล ผลิตโดยบริษัท น้ำตาลมิตรผล จำกัด 109 หมู่ 10 อำเภอด่างช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี)
4) สีสังเคราะห์สีแดง (Ponceau 4 R) (ผลิตโดย บริษัท อดินพ จำกัด 24/3 ซ.ร่มไทร หมู่ 5 ถนนเพชรเกษม69 แขวงหลักสอง เขตบางแค กรุงเทพฯ)
5) มอลโตเดกซ์ตริน DE 10 (หจก. โอ.วี. เคมิเคิล แอนด์ ซัพพลาย จังหวัดเชียงใหม่)
6) กัมอะราบิก (หจก. โอ.วี. เคมิเคิล แอนด์ ซัพพลาย จังหวัดเชียงใหม่)

3.1.2 อุปกรณ์

1) ชุดสกัดแบบ reflux
2) ชุดเครื่องแก้ว
3) เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย (บริษัท เจซีเอ็ม เอ็นจิเนียริ่ง คอนเซ็พท์ จำกัด)
4) เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง (A&D model SK-5001WP, Japan) เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Oertling, UK)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5) เครื่องปิดผนึกสุญญากาศ (vacuum seal, Jaw Feng Machinery Co., Ltd., Taiwan)
6) ตู้แช่เย็น (refrigerator, Songserm Intercool model SDC-1000AV, Thailand)
7) ตู้แช่เยือกแข็ง (freezer, SANYO, Thailand)
8) อ่างน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิ (water bath, Memmert model WB10, Germany)
9) เครื่องวัดค่าสี (Color Quest XE, USA)
10) เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (spectrophotometer, model Genesys 10 UV Scanning, USA.)
11) glass cuvette
12) hand refractometer (ATAGO, Japan)
13) moisture can
14) ตู้อบลมร้อน (hot air oven, Otto, Thailand)
15) กระดาษกรอง whatman เบอร์ 4
16) ผ้าขาวบาง

3.1.3 สารเคมี

1) น้ำกลั่น
2) เอธานอล (“ethanol”, C_2H_5OH, J.T. Baker, Malaysia)
3) กรดแอสคอร์บิก (“ascorbic acid”, $C_6H_8O_6$ หจก. โอ.วี. เคมิเคิล แอนด์ ซัพพลาย จังหวัดเชียงใหม่)
4) กรดไฮโดรคลอริก (“hydrochloric acid”, HCl, Merck, Germany)
5) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (“sodium hydroxide”, NaOH, Merck, Germany)
6) กรดออกซาลิค (“oxalic acid”, $C_2H_2O_4.2H_2O$, Fluka, Switzerland)
7) 2, 6ไดคลอโรฟีนอลอินโดฟีนอล (“2, 6-dichlorophenolindophenol sodium salt hydrate”, $C_{12}H_6Cl_{12}NNaO_2$.aq, Fluka, Switzerland)
8) ฟีนอล์ฟธาลีน (“phenolphthalein”, $C_{20}H_{14}O_4$, Fisher Scientific, U.K.)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2 วิธีการทดลอง แบ่งการศึกษาออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 การสกัดสารสีแดงจากเปลือกแก้วมังกร

นำผลแก้วมังกร พันธุ์เปลือกสีแดง เนื้อสีขาว (*Hylocereus undatus*) ซื้อจากตลาดเมืองใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ มาล้างให้สะอาด และปอกเปลือก เลือกเฉพาะเปลือกของผลที่มีค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด อยู่ในช่วง11-13 °Brix นำเปลือกที่ได้มาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาด 1x1 เซนติเมตร จากนั้นนำมาสกัดแบบ reflux อัตราส่วนเปลือกแก้วมังกรต่อตัวทำละลาย เท่ากับ 1:3 น้ำหนัก/ปริมาตร ใช้เวลานาน 15 นาที (ถาวรและนิพนธ์, 2547) จากนั้นนำไปกรองด้วยผ้าขาวบาง เพื่อแยกเปลือกแก้วมังกรและสารละลายออกจากกัน นำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ทำการศึกษาปัจจัยที่ใช้ในการสกัดสารสีแดงจากเปลือกแก้วมังกร โดยตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัด ได้แก่

1. น้ำกลั่น
2. สารละลายเอธานอล ความเข้มข้นร้อยละ 20 ในกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้น ร้อยละ 1
3. สารละลายเอธานอล ความเข้มข้นร้อยละ 20 ในกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้นร้อยละ0.5

เป็นชุดควบคุมการทดลอง (ถาวรและนิพนธ์, 2547)

โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD ทำ 2 ซ้ำการทดลอง นำมาตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

<u>คุณภาพทางด้านกายภาพและทางเคมี</u> ทำการวิเคราะห์

1. การวิเคราะห์ค่าสี

สารละลายสีแดงที่สกัดได้จากเปลือกแก้วมังกร นำไปวัดค่าสีในระบบ CIE โดยวัดค่า L* a* b* และค่า hue angle (h°) และค่า chroma (C*) ด้วยเครื่องวัดสี (Color Quest XE, USA)

2. ปริมาณผลผลิตที่ได้ (yield)

ปริมาณผลผลิตที่ได้ คำนวณจากน้ำหนักของสารละลายสีแดงที่สกัดได้ต่อน้ำหนักของเปลือกแก้วมังกรรวมกับตัวทำละลายที่ใช้ คูณด้วย 100

$$\text{ปริมาณผลผลิตที่ได้} = \frac{\text{น้ำหนักของสารละลายสีแดงที่สกัดได้ x 100}}{\text{น้ำหนักของเปลือกแก้วมังกร+ ตัวทำละลายที่ใช้}}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. ปริมาณบีตาไซยานิน (betacyanin content)

เนื่องจากสารในกลุ่มบีตาเลน ประกอบด้วยสารให้สี 2 กลุ่มย่อย ได้แก่ บีตาไซยานิน และบีตาแซนทิน แต่บีตาไซยานิน เป็นสารที่พบมากที่สุดถึงประมาณ ร้อยละ 90 ของสารในกลุ่มนี้ทั้งหมด ดังนั้นจึงวิเคราะห์หาปริมาณบีตาเลนในรูปของปริมาณบีตาไซยานิน

สารละลายสีแดงที่สกัดได้จากเปลือกแก้วมังกรนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเครื่อง spectrophotometer (Genesys 10 UV Scanning, USA.) ที่ความยาวคลื่น 538 nm แล้วคำนวณหาปริมาณบีตาไซยานิน ตามสูตร (Harivaindaran *et al.,* 2008; Mohammer *et al.,* 2005)

$$\text{betacyanin content (mg/L)} = \frac{A \times DF \times Mw \times 1000}{\varepsilon \times l}$$

A คือ Absorbance (538 nm)

DF คือ Dilution factor

Mw คือ Molecular weight of betanin (550 g /mol)

ε คือ Molar extinction coefficients (60,000 L/mol cm)

l คือ Path length of cuvette (1 cm)

ตอนที่ 2 การผันแปรระดับการเติมมอลโตเดกซ์ตรินและกัมอะราบิกของสารสกัดสีแดงจากเปลือกแก้วมังกร โดยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย

นำสารสกัดสีแดงที่ได้จากการสกัดด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสมจากตอนที่ 1 มาทำการผันแปรระดับการเติมมอลโตเดกซ์ทรินและกัมอะราบิก ซึ่ง Dattanand *et al.* (2007) กล่าวว่า การเติมมอลโตเดกซ์ทริน กัมอะราบิก และแป้งดัดแปรรวมกัน ในกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอยนั้นจะทำให้ขนาดของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความสม่ำเสมอมากกว่าการเติมสารเพียงชนิดเดียว และจากการทำแห้งแบบพ่นฝอยของน้ำแตงโม (Quek *et al.,* 2007) พบว่า การเติมมอลโตเดกซ์ทริน ร้อยละ 5 จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะปรากฏที่ดีกว่าการเติมมอลโตเดกซ์ทริน ร้อยละ 3 และยังให้ปริมาณผลผลิตที่ได้มากกว่าด้วย นอกจากนี้ยังพบว่า การเติมมอลโตเดกซ์ทรินมากกว่า ร้อยละ 10 จะทำให้ความเข้มของสีน้ำแตงโมลดลง ดังนั้นจึงนำมาประยุกต์ใช้กับการศึกษาวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอยของสารสกัดสีแดงจากเปลือกแก้วมังกร โดยเริ่มทดลองจากเติมมอลโตเดกซ์ทรินและกัมอะราบิก ร้อยละ 5 พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นผงสีชมพู นอกจากนี้ยังทดลองเติมมอลโตเดกซ์ทรินและกัมอะราบิก ร้อยละ 1 พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นผงสีแดง แต่มีปริมาณผลผลิตที่ได้น้อย ดังนั้นจึงทำการผันแปรระดับการเติมมอลโตเดกซ์ทรินและกัมอะราบิก ร้อยละ 1-5 โดยวางแผนการทดลองแบบ Central Composite Design (CCD) ได้สิ่งทดลองทั้งหมด 13 สิ่งทดลอง ดังตาราง 3.1 นำมา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผ่านขั้นตอนการทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยตั้งอุณหภูมิลมเข้า 170 องศาเซลเซียส อุณหภูมิลมออก 90 องศาเซลเซียส ความดัน 1.4 กิโลกรัม/ ตารางเซนติเมตร อัตราการไหลของสาร 20 มิลลิลิตร/นาที จากนั้นนำสารสกัดสีแดงจากเปลือกแก้วมังกรที่ทำการผันแปรระดับการเติมมอลโตเดกซ์ทรินและกัมอะราบิก ร้อยละ 1-5 มาทำการโฮโมจิไนซ์ ความเร็วรอบ 4,000 rpm นาน 3 นาที และทำให้แห้งด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย (บริษัท เจซีเอ็ม เอ็นจิเนียริ่ง คอนเซ็พท์ จำกัด) เมื่อทำแห้งสารสกัดดังกล่าวหมดแล้ว ปิดสวิทช์เครื่อง นำผงสีแดงออกจากถังเก็บผลิตภัณฑ์ของเครื่อง บรรจุผงตัวอย่างลงในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ ปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกสูญญากาศ ดังภาพ 3.1 เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อรอการวิเคราะห์ต่อไป

ภาพ 3.1 กรรมวิธีการสกัดสารสีแดงจากเปลือกแก้วมังกรและวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 3.1 แผนการทดลองแบบ Central composite design ของการทำแห้งสารสกัดสีแดงจากเปลือกแก้วมังกร โดยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย

สิ่งทดลอง	มอลโตเด็กซ์ทริน (%)	กัมอะราบิก (%)
1	1.00	1.00
2	1.00	5.00
3	3.00	5.83
4	5.00	1.00
5	3.00	0.17
6	3.00	3.00
7	5.83	3.00
8	3.00	3.00
9	3.00	3.00
10	0.17	3.00
11	3.00	3.00
12	5.00	5.00
13	3.00	3.00

สิ่งทดลองทั้งหมด 13 สิ่งทดลอง นำมาตรวจสอบคุณภาพทางด้านกายภาพและทางเคมี ดังนี้

<u>คุณภาพทางด้านกายภาพและทางเคมี</u> ทำการวิเคราะห์

1. ปริมาณความชื้นของผงสี (AOAC, 2000)

2. ปริมาณผลผลิตที่ได้ (Chegini and Ghobadian, 2007)

$$\text{Yield} = \frac{P \times Sp \times 100}{L \times Sf}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยที่ P คือ Rate of powder

Sp คือ Present of total solid of powder

L คือ Feed flow Rate

Sf คือ Present of total solid of feed

3. การวิเคราะห์ค่าสี

ผงสีตัวอย่างที่ได้จากการทำแห้ง นำไปวัดค่าสีในระบบ CIE โดยวัดค่า L* a* b* และวัดค่า hue angle (h°) และค่า chroma (C*) ด้วยเครื่องวัดสี (Color Quest XE, USA)

4. ค่าการละลายของผงสี (ลักขณาและนิธิยา, 2540)

ชั่งน้ำหนักผงสีตัวอย่าง ประมาณ 2.5 กรัม ละลายในน้ำเดือด 250 มิลลิลิตร ทิ้งไว้นาน 5 นาที กรองผ่านกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนักแล้ว นำส่วนที่เหลือบนกระดาษกรอง ไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส อย่างน้อย 3-6 ชั่วโมง จนได้น้ำหนักคงที่ คำนวณหาร้อยละส่วนที่ละลายได้

5. การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดสีแดงผงจากเปลือกแก้วมังกรที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอย

สารละลายสีแดงผงจากเปลือกแก้วมังกรที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอยของสิ่งทดลองที่เหมาะสมที่สุด นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเครื่อง spectrophotometer (Genesys 10 UV Scanning, USA.) สำหรับปริมาณบีตาไซยานิน วัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 538 nm (Harivaindaran *et al.,* 2008; Mohammer *et al.,* 2005) ส่วนปริมาณบีตาแซนทินนั้น นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 480 nm (Mohammer *et al.,* 2005; Stintzing *et al.,* 2003)

$$\text{betacyanin contents (mg/L)} = \frac{A \times DF \times Mw \times 1000}{\varepsilon \times 1}$$

A คือ Absorbance (538 nm)

DF คือ Dilution factor

Mw คือ Molecular weight of betanin (550 g /mol)

ε คือ Molar extinction coefficients (60,000 L/mol cm)

l คือ Pathlength of cuvette (1 cm)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\text{betaxanthin contents (mg/L)} = \frac{A \times DF \times MW \times 1000}{\varepsilon \times l}$$

A คือ Absorbance (480 nm)

DF คือ Dilution factor

Mw คือ Molecular weight of indicaxanthin (308 g/ mol)

ε คือ Molar extinction coefficients (48,000 L/mol cm)

l คือ Pathlength of cuvette (1 cm)

ข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบคุณภาพทางด้านกายภาพและทางเคมี นำมาวิเคราะห์หาระดับการเติมมอลโตเดกซ์ทรินและกัมอะราบิกที่เหมาะสมที่สุด (optimization) ที่ใช้ในการทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยใช้โปรแกรม Design-expert version 6.0.10 (Statease Inc., USA.) เกณฑ์ในการเลือกช่วง คือ ค่าสีจะอยู่ในช่วงเดียวกันกับค่าสีสังเคราะห์สีแดง (Ponceau 4 R) ที่มีขายทางการค้า ค่าความชื้นมีค่าไม่เกิน ร้อยละ 5 เนื่องจากมาตรฐานของอาหารผง กำหนดให้มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 5 ส่วนค่าคุณภาพอื่น ๆ มีค่ามากที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตอนที่ 3 การศึกษาความเสถียรของสารสกัดสีแดงผงจากเปลือกแก้วมังกร

ทำการสร้างแบบจำลองน้ำสีแดงตัวอย่างที่ได้จากสารสกัดสีแดงผงของเปลือกแก้วมังกร โดยนำผงสีแดงที่ได้มาละลายในน้ำกลั่น เตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้น ร้อยละ1 นำมาใส่ในหลอดทดลองที่มีฝาปิด ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ซึ่งปิดปากหลอดด้วยพาราฟิล์มและห่ออลูมิเนียมฟอยล์ เพื่อป้องกันการรบกวนของแสง ทำการทดสอบผลกระทบของอุณหภูมิและ pH ต่อความเสถียรของตัวอย่างสารละลายผงสีแดงที่สกัดจากเปลือกแก้วมังกร (Bolivar and Luis, 2004)

- ผลกระทบของอุณหภูมิต่อความเสถียรของสารละลายผงสีแดงที่สกัดจากเปลือกแก้วมังกร โดยนำไปแช่ใน water bath ที่อุณหภูมิ 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส ด้วยระยะเวลาที่ต่างกัน คือ เวลา 0 5 10 15 20 25 และ 30 นาที แล้วทำการวัดค่าสีของแต่ละตัวอย่าง

- ผลกระทบของ pH ต่อความเสถียรของสารละลายผงสีแดงที่สกัดจากเปลือกแก้วมังกร ทำการศึกษาค่า pH ระหว่าง 3.0-7.0 ปรับค่า pH ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.5 N และสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 1.5 N โดยวางตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 9 วัน ทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อวัดค่าสีของแต่ละตัวอย่าง โดยเริ่มตั้งแต่วันแรก (วันที่ 0) และสุ่มตัวอย่างวันเว้นวัน เนื่องจากเป็นการทดสอบที่อุณหภูมิห้อง จึงเกิดราขึ้นบริเวณผิวหน้าของตัวอย่าง ทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ตัวอย่างได้หลังวันที่ 9

<u>คุณภาพทางด้านกายภาพและทางเคมี</u> ทำการวิเคราะห์

- วัดค่าสีในระบบ CIE โดยวัดค่า L* a* b* และวัดค่า hue angle (h°) และค่า chroma (C*) ด้วยเครื่องวัดสี (Color Quest XE, USA)

ข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบคุณภาพทางด้านกายภาพและทางเคมี นำมาวิเคราะห์ผลกระทบต่ออุณหภูมิและค่า pH ต่อความเสถียรของสารละลายผงสีแดงที่สกัดจากเปลือกแก้วมังกร ด้วยโปรแกรม SPSS version 10.0

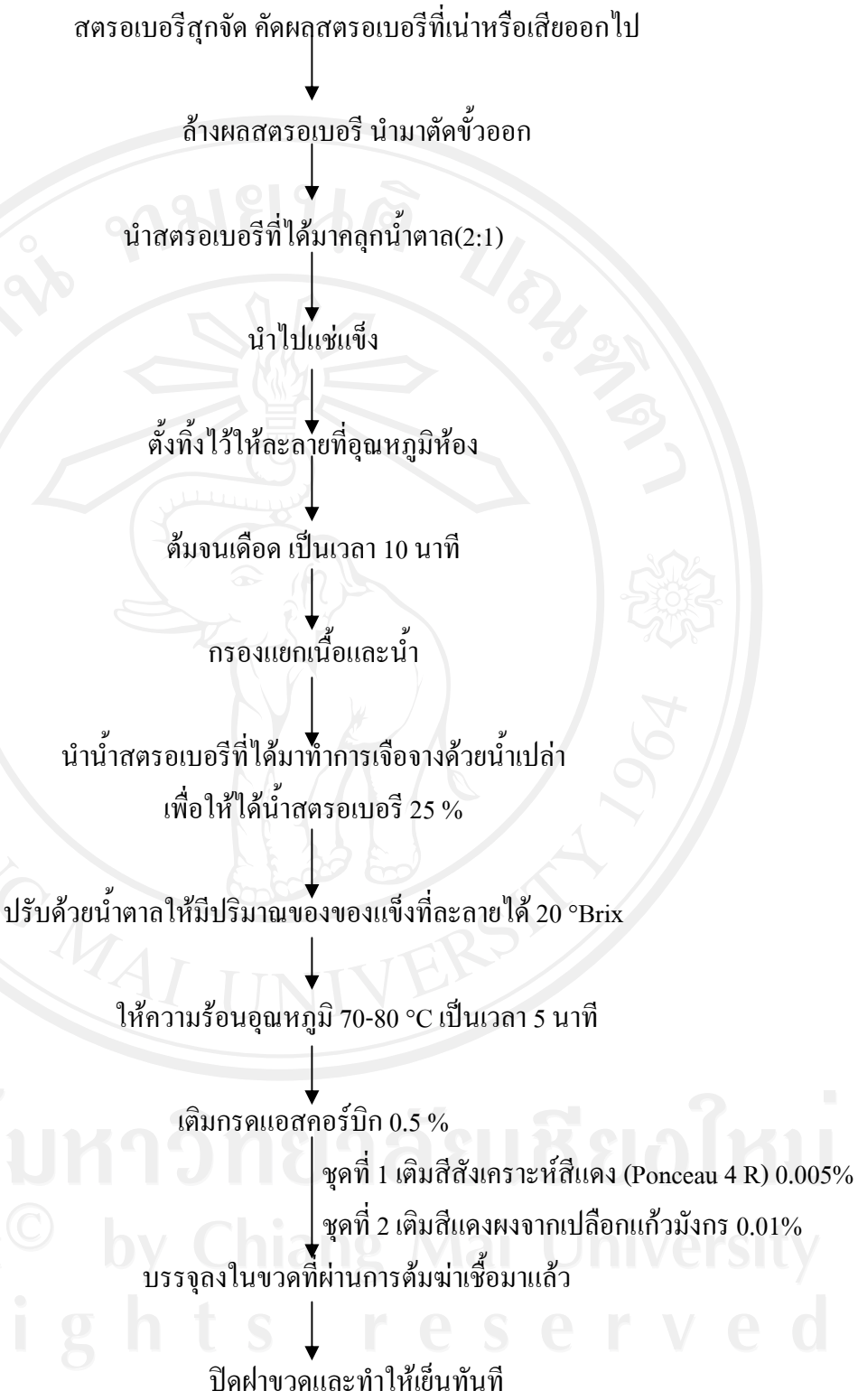
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตอนที่ 4 การเปรียบเทียบการใช้สารสกัดสีแดงผงจากเปลือกแก้วมังกรกับสีสังเคราะห์สีแดง (Ponceau 4 R) ในการผลิตน้ำสตรอเบอรีที่ผ่านกระบวนการพาสเจอไรซ์

ทำการเปรียบเทียบการใช้ผงสีแดงที่สกัดได้จากเปลือกแก้วมังกรกับสีสังเคราะห์สีแดง (Ponceau 4 R) ที่มีขายทางการค้า (ไทยรัฐ, 2546) โดยประยุกต์ใช้กับน้ำสตรอเบอรี ร้อยละ 25 ที่ผ่านกระบวนการพาสเจอไรซ์

ขั้นตอนการทำน้ำสตรอเบอรี ร้อยละ 25 เริ่มจากการคัดผลสตรอเบอรีที่เน่าหรือเสียออกไป จากนั้นล้างผลสตรอเบอรี นำมาตัดขั้วออก นำสตรอเบอรีที่ได้มาคลุกน้ำตาล อัตราส่วนของสตรอเบอรี : น้ำตาล เท่ากับ 2:1 น้ำหนัก/น้ำหนัก ตั้งทิ้งไว้จนน้ำตาลละลาย แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่แข็งเพื่อรอการนำไปใช้ต่อไป ก่อนนำมาใช้ ตั้งทิ้งไว้ให้ละลายที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำมาต้มจนเดือด ใช้เวลานาน 10 นาที ทำการกรองแยกเนื้อและน้ำสตรอเบอรีออกจากกัน โดยใช้ผ้าขาวบาง จากนั้นนำน้ำสตรอเบอรีที่ได้มาทำการเจือจางด้วยน้ำเปล่า เพื่อให้ได้น้ำสตรอเบอรี ร้อยละ 25 นำน้ำสตรอเบอรีที่ได้มาปรับด้วยน้ำตาลให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 20 °Brix แล้วนำน้ำสตรอเบอรีที่ปรับค่าแล้วมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที เติมกรดแอสคอร์บิก ร้อยละ 0.5 จากนั้นแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุดการทดลอง ชุดที่ 1 เติมสีสังเคราะห์สีแดง(Ponceau 4 R) ร้อยละ 0.005 ชุดที่ 2 เติมสีแดงผงจากเปลือกแก้วมังกร ร้อยละ 0.01 นำมาบรรจุในขวดที่ผ่านการให้ความร้อนมาแล้ว เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์ต่อไป แสดงดังภาพ 3.2 ซึ่งในการทดลองประยุกต์ใช้สีแดงผงจากเปลือกแก้วมังกรในน้ำสตรอเบอรี ร้อยละ 25 ครั้งแรกนั้น พบว่า ต้องเติมผงสีแดงจากเปลือกแก้วมังกร ร้อยละ 0.1 ซึ่งต้องใช้ในปริมาณมาก เมื่อเทียบกับการใช้สีสังเคราะห์สีแดง ดังนั้นในการทดลองครั้งที่สอง จึงนำสารสกัดสีแดงจากเปลือกแก้วมังกรมาทำการระเหย (evaporation) เพื่อให้ตัวอย่างมีความเข้มข้นมากขึ้น ก่อนนำไปทำแห้งแบบพ่นฝอย ผลการทดลองพบว่า เติมผงสีแดงจากเปลือกแก้วมังกรเพียงร้อยละ 0.01 ในน้ำสตรอเบอรี ร้อยละ 25 เท่านั้น ซึ่งจะเห็นว่าลดปริมาณการเติมลงจากเดิมได้มาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 3.2 กระบวนการพาสเจอไรซ์น้ำสตรอเบอรี ร้อยละ 25

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตัวอย่างน้ำสตรอเบอรี ร้อยละ 25 ที่พัฒนาได้ ทำการตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

<u>คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส</u>

ทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการทางประสาทสัมผัส ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ทำการประเมินความแตกต่างโดยวิธีการเลือกตัวอย่างคี่จากสามตัวอย่าง วิธีการทดสอบผลิตภัณฑ์จะทดสอบโดยใช้แบบทดสอบโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (Susense, 2008) ตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบมีปริมาตร 20 มิลลิลิตร เสริฟตัวอย่างที่อุณหภูมิ 4- 9 องศาเซลเซียส (เพ็ญขวัญ, 2550)

การประเมินความแตกต่างโดยวิธีการเลือกตัวอย่างคี่จากสามตัวอย่าง มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. การจัดและเสิร์ฟตัวอย่าง

ขั้นตอนการจัดตัวอย่าง ทำได้ดังนี้

1.1 เขียนหมายเลขผู้ประเมินตามจำนวนผู้ประเมินที่กำหนดในใบงาน

1.2 เขียนรหัสเลข 3 หลัก ให้แต่ละตัวอย่างโดยเลือกมาจากตารางเลขรหัส 3 ตัว ลงในใบงาน

1.3 สุ่มลำดับการนำเสนอตัวอย่างจาก 6 แบบ คือ ABB, BAA, AAB, BBA, ABA และ BAB โดยเขียนลำดับการนำเสนอตัวอย่างเหนือเลขรหัสด้วยปากกาที่มีสีต่างจากรหัส

1.4 เขียนรหัสตัวเลข 3 หลักที่เลือกไว้บนภาชนะ ตามใบงาน

1.5 เตรียมใบงานผลการประเมิน ใส่วันที่ หมายเลขผู้ประเมิน และเลขรหัสตามลำดับการเสิร์ฟตัวอย่างในใบงาน

1.6 ใส่ตัวอย่างลงในภาชนะ ให้ตรงกับรหัสในใบงาน

1.7 จัดวางภาชนะที่บรรจุตัวอย่างตามลำดับการเสิร์ฟตัวอย่างจากซ้ายไปขวา (ของผู้ประเมิน) พร้อมด้วยน้ำสำหรับบ้วนปาก กระดาษเช็ดปาก ใบรายงานผลการประเมิน และดินสอ

1.8 เสิร์ฟตัวอย่างพร้อมกันทั้ง 3 ตัวอย่างให้ผู้ประเมินตามที่กำหนด

1.9 จำนวนผู้ประเมินควรเป็นจำนวนเท่าของ 6 หรือเสนอตัวอย่างแบบลำดับสมดุล ควรหลีกเลี่ยงการลำเอียงที่ตำแหน่งตรงกลาง (ABA และ BAB) และใช้จำนวนผู้ประเมิน 30 คน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. หน้าที่ผู้ประเมิน

2.1 ผู้ประเมินต้องทราบว่าให้ใช้ความรู้สึกวิเคราะห์ความแตกต่างในการตัดสินใจและในถาดมี 2 ตัวอย่างที่เหมือนกันและ 1 ตัวอย่างที่แตกต่าง

2.2 ผู้ประเมินชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวาแล้วเลือกตัวอย่างที่แตกต่าง โดยผู้ประเมิน ต้องเดาหากไม่สามารถแยกความแตกต่างได้

2.3 การรวบรวมและวิเคราะห์ผลการประเมิน

2.4 รวบรวมและตรวจสอบใบรายงานผลการประเมินทั้งหมด

2.5 ถอดรหัสใบรายงานผลโดยนับจำนวนของผู้ประเมินที่ตอบถูกหรือผิด

3. วิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ผลการเลือกตัวอย่างคี่จากสามตัวอย่าง อาจทำได้ 2 วิธี คือ

3.1 การวิเคราะห์แบบ binomial เป็นวิธีการวิเคราะห์แบบทางเดียว โดยมีสมมุติฐานหลัก (H_0) คือ ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกัน เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ ตารางสำเร็จรูป

3.2 การวิเคราะห์ไคว์สแควร์ (χ^2) โดยใช้สูตรคำนวณ ดังนี้

$$\chi^2 = \frac{\Sigma (O-E)^2}{E}$$

$$= \frac{(O_1-E_1)^2}{E_1} + \frac{(O_2-E_2)^2}{E_2}$$

โดย N คือ จำนวนผู้ประเมินทั้งหมด

O_1 คือ จำนวนคำตอบที่ตอบถูก

O_2 คือ จำนวนคำตอบที่ตอบผิด

E_1 คือ คำตอบที่คาดว่าตอบถูก = 1/3 x N

E_2 คือ คำตอบที่คาดว่าตอบผิด = 2/3 x N

หาก χ^2 ที่คำนวณได้มากกว่า χ^2 ที่ได้จากตาราง ให้ปฏิเสธสมมุติฐานหลัก ซึ่งแสดงว่าตัวอย่างมีความแตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

<u>คุณภาพทางด้านกายภาพและทางเคมี</u> ทำการวิเคราะห์

- วัด pH ด้วยเครื่อง pH meter รุ่น F-22 (Horiba, Japan)
- วัดค่าสีในระบบ CIE โดยวัดค่า L* a* b* และวัดค่า hue angle (h°) และค่า chroma (C*) ด้วยเครื่องวัดสี (Color Quest XE, USA)
- ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์โดยวิธี Lane and Eynon method (สุทัศน์, 2549)
- ปริมาณกรดทั้งหมด (AOAC, 2000)
- ปริมาณวิตามินซี (ลักขณา และนิธิยา, 2540)

<u>คุณภาพทางจุลินทรีย์</u> ทำการวิเคราะห์

- การตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 2000)
- การตรวจนับจำนวนยีสต์และรา (AOAC, 2000)
- การตรวจจำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (AOAC, 2000)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved