บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. วัสดุพันธุ์พืช

ผักชีไทยอินทรีย์ (*Coriandrum sativum* Linn.) เก็บเกี่ยวจากศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ปูนหลวง ในระยะความแก่ทางการค้า ขนส่งมายังงานคัดบรรจุเชียงใหม่ ศูนย์ผลิตผลโครงการหลวงด้วยรถบรรทุกธรรมดา

2. อุปกรณ์

- เครื่องลดอุณหภูมิผัก hydro-vacuum cooling ของบริษัท Hussmann ประเทศสหรัฐอเมริกา
- เครื่องวัดความชื้น datalogger testo รุ่น 175-H2 Vol. 10 ประเทศเยอรมันนี
- เครื่องชั่งแบบทศนิยม 2 ตำแหน่ง รุ่น EK-600H ของบริษัท AND Company ประเทศญี่ปุ่น ชั่งน้ำหนักสูงสุดได้ 600 กรัม และแบบทศนิยม 4 ตำแหน่ง รุ่น HR-200 ของบริษัท AND Company ประเทศญี่ปุ่น ชั่งน้ำหนักสูงสุดได้ 210 กรัม
- เครื่องปั่นผักและผลไม้ (blender) รุ่น S (648) ของบริษัท Moulinex ประเทศสเปน
- เครื่องวัดอุณหภูมิภายในผักและผลไม้ รุ่น PDT 550 Digital Thermometer ของบริษัท Tequipment.NET ประเทศสหรัฐอเมริกา วัดอุณหภูมิได้ -50 ถึง 300 องศาเซลเซียส
- เครื่องวัดสี (chroma meter) ตัวเครื่องรุ่น CR-300 หัววัด CR-310 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร ของบริษัท Minolta ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งวัดสีออกมาเป็นค่า L*, a* และ b* โดยมีรายละเอียดดังนี้ คือ

L* = the lightness factor (value)
เมื่อมีค่าใกล้ 100 แสดงว่าวัตถุมีสีขาว
เมื่อมีค่าใกล้ 0 แสดงว่าวัตถุมีสีดำ

a*, b* = the chromaticity coordinates (hue, chroma)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่า a* ที่เป็นบวก แสดงว่าวัตถุมีสีแดง และที่เป็นลบ แสดงว่าวัตถุมีสีเขียว

ค่า b* ที่เป็นบวก แสดงว่าวัตถุมีสีเหลือง และที่เป็นลบ แสดงว่าวัตถุมีน้ำเงิน

ทั้ง a* และ b* มีค่าอยู่ระหว่าง -60 ถึง +60 หากมีค่าเป็นศูนย์ แสดงว่าวัตถุมีสีเทา

คำนวณหาค่า chroma และ hue angle จากสมการ ดังนี้

chroma $= (a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$

hue angle $=$ arctangent (b*/a*) เมื่อ a* มีค่าเป็นบวก และ b* มีค่าเป็นบวก

$=$ arctangent (b*/a*) + 180° เมื่อ a* มีค่าเป็นลบ

$=$ arctangent (b*/a*) + 360° เมื่อ a* มีค่าเป็นบวก และ b* มีค่าเป็นลบ

โดยที่ค่า chroma แสดงความเข้มของสี มีค่าเข้าใกล้ 0 เมื่อวัตถุมีสีซีดจาง (เทา) และมีค่าเข้าใกล้ 60 เมื่อวัตถุมีสีเข้ม

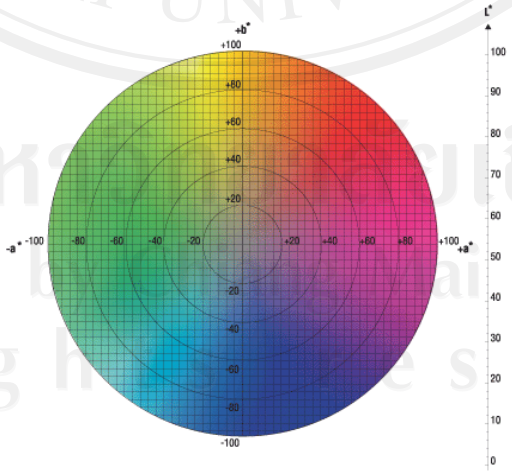
ค่า hue angle (h°) เป็นค่าที่แสดงมุมในการตกกระทบของค่า chroma ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0–360 องศา ซึ่งจะแสดงช่วงสีของวัตถุ

0-45 องศา แสดงสีม่วงแดงถึงส้มแดง 45-90 องศา แสดงสีส้มแดงถึงเหลือง

90-135 องศา แสดงสีเหลืองถึงเหลืองเขียว 135-180 องศา แสดงสีเหลืองเขียวถึงเขียว

180-225 องศา แสดงสีเขียวถึงน้ำเงินเขียว 225-270 องศา แสดงสีน้ำเงินเขียวถึงน้ำเงิน

270-315 องศา แสดงสีน้ำเงินถึงม่วง 315-360 องศา แสดงสีม่วงถึงม่วงแดง



ภาพที่ 6 แผนภาพสีแสดงค่า L*, a* และ b*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- เครื่องกวนสารเคมีด้วยแท่งแม่เหล็ก และให้ความร้อน รุ่น SP 18420-26 ของบริษัท Nouva II ประเทศสหรัฐอเมริกา

- เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (digital spectrophotometer) รุ่น spectro23 ของบริษัท Labo Med ประเทศสหรัฐอเมริกา

- กระดาษกรอง ยี่ห้อ Whatman No.1 เส้นผ่านศูนย์กลาง 110 มิลลิเมตร ของบริษัท Whatman International ประเทศอังกฤษ

- syringe nylon filter ขนาด 0.45 micron ของบริษัท Sartorius AG 37070 Goettingen ประเทศเยอรมัน

- micropipette ขนาด 100-1,000 ไมโครลิตร รุ่น M20813J ของบริษัท GILSON ประเทศฝรั่งเศส และขนาด 20-200 ไมโครลิตร รุ่น Nichipet EX ของบริษัท NICHIRYO ประเทศญี่ปุ่น

- ตู้แช่เย็นอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส รุ่น LC203LD ของบริษัท LAW-CHAIN ประเทศไทย

- กล้องถ่ายรูป รุ่น ixus 75 ของบริษัท Cannon ประเทศญี่ปุ่น

- ถุงแอคทีฟที่มีอัตราการซึมผ่านก๊าซออกซิเจนต่างกัน 4 ระดับ รหัสถุง M1, M2, M3 และ M4 ของบริษัท THANTAWAN INDUSTRY ประเทศไทย

- ถุงพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน

- ถุงพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน (ถุงดอยคำ)

- เครื่องผสมก๊าซ WITT-Gasetechnik รุ่น KM100-3M ของบริษัท GmbH&Co KGD-58454 WITTEN ประเทศ Germany

- เครื่องวัดปริมาณก๊าซ O_2 และ CO_2 ของบริษัท PBI Dansensor ประเทศเดนมาร์ก

- มีดทำครัว

- เขียงพลาสติก

- ถังน้ำพลาสติก

- ตะกร้าพลาสติก

- บีกเกอร์ (beaker)

- ขวดรูปชมพู่ (erlenmeyer flask)

- ขวดปรับปริมาตร (volumetric flask)

- กระบอกตวง (cylinder)

- บิวเรต (burette)

- ปิเปต (pipette)

- แท่งแก้วคนสารละลาย (stirrer)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- กรวยกรอง
- ช้อนตักสารเคมี
- หลอดทดลอง

3. สารเคมีและวิธีการเตรียมสารเคมี

3.1 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี

- สารละลายกรดออกซาลิก (oxalic acid, UNIVAR) ความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์ เตรียมโดยชั่งกรดออกซาลิก 4 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร

- สารละลาย 2, 6-ไดคลอโรฟีนอล อินโดฟีนอล (2, 6-dichlorophenol indophenol, SIGMA) ความเข้มข้น 0.04 เปอร์เซ็นต์ เตรียมโดยชั่ง 2, 6-ไดคลอโรฟีนอล อินโดฟีนอล 0.4 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 เก็บไว้ในขวดสีชาที่อุณหภูมิต่ำ

- สารละลายกรดแอสคอร์บิกมาตรฐาน (ascorbic acid, Merck) เตรียมโดยชั่งกรดแอสคอร์บิก 0.05 กรัม ละลายในกรดออกซาลิกความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์ แล้วปรับปริมาตรด้วยกรดออกซาลิกให้ครบ 50 มิลลิลิตร นำไปไทเทรตกับ 2, 6-ไดคลอโรฟีนอล อินโดฟีนอล ความเข้มข้น 0.04 เปอร์เซ็นต์ จนถึงจุดยุติ บันทึกปริมาตร 2, 6-ไดคลอโรฟีนอล อินโดฟีนอล ที่ใช้ไปเพื่อเป็นมาตรฐานในการคำนวณหาปริมาณวิตามินซี

3.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์

- สารละลายแอซีโตน (acetone) ความเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์ เตรียมโดยตวงแอซีโตน 100 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 800 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร

3.3 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอล

- เอทานอลบริสุทธิ์ (absolute ethanol)
- เมทานอล (methanol) ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์
- สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (sodium carbonate) ความเข้มข้น 7.5 เปอร์เซ็นต์ เตรียมโดย ชั่งโซเดียมคาร์บอเนต 7.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดสีชาที่อุณหภูมิ 5-7 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- สารละลายกรดแกลลิกมาตรฐาน (gallic acid solution) เตรียมโดยชั่งกรดแกลลิก 24.1 กรัม ละลายในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร

- สารละลาย DPPH (2, 2-diphenyl-2-picryhydrazyl) เตรียมโดยชั่ง DPPH 74 มิลลิกรัม ละลายในเอทานอลบริสุทธิ์ ปรับปริมาตรด้วยเอทานอลบริสุทธิ์ให้ครบ 200 มิลลิลิตร กรองด้วย syringe nylon filter ขนาด 0.4 micron เก็บไว้ในขวดสีชาที่อุณหภูมิต่ำ

- สารละลาย folin-ciocalteu (folin-ciocalteu's phenol, Merck)

4. สถานที่ปฏิบัติงานวิจัย

- งานคัดบรรจุเชียงใหม่ ศูนย์ผลิตผลโครงการหลวง

- ห้องปฏิบัติการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

- ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีการบรรจุ สาขาวิชาเทคโนโลยีการบรรจุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

5. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการลดอุณหภูมิด้วยระบบสุญญากาศและบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมของผักชีไทยอินทรีย์ ประกอบด้วย 4 การทดลองย่อย โดยมีระเบียบวิธีวิจัยดังนี้

การทดลองที่ 1 การศึกษาการลดอุณหภูมิแบบสุญญากาศของผักชีไทยอินทรีย์

การทดลองที่ 1.1 การศึกษาหาพารามิเตอร์ในการทำงานที่เหมาะสมในการลดอุณหภูมิแบบสุญญากาศของผักชีไทยอินทรีย์

นำผักชีไทยอินทรีย์มาตัดแต่งแล้วบรรจุลงในถุงโพลีเอทิลีนขนาด 20x30 เซนติเมตร เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตรจำนวน 18 รู ให้มีน้ำหนัก 50 กรัม จากนั้นลดอุณหภูมิผักชีไทยอินทรีย์ให้ได้อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียสโดยใช้วิธีการลดอุณหภูมิแบบสุญญากาศ วางแผนการทดลองแบบ 2x3 Factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำโดยกำหนดปัจจัยสำหรับการทำงานของเครื่องลดอุณหภูมิแบบสุญญากาศในกระบวนการลดอุณหภูมิของผักชีไทยอินทรีย์ ดังต่อไปนี้

- กำหนดค่าความดันสุดท้ายภายในห้องลดอุณหภูมิ (final pressure) 2 ระดับ คือ 6 และ 7 มิลลิบาร์ (ดนัยและคณะ, 2552)

- กำหนดเวลาที่ผักชีไทยอินทรีย์อยู่ภายใต้ความดันที่กำหนด (holding time) 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 นาที โดยกำหนดอุณหภูมิสุดท้ายของผักชีไทยอินทรีย์ให้อยู่ที่ประมาณ 5±1 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในระหว่างกระบวนการลดอุณหภูมิทำการบันทึกข้อมูลต่างๆ จนสิ้นสุดกระบวนการ ดังต่อไปนี้

- ร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก (percentage of weight loss)
- เวลาในการทำให้เย็น (cooling time)
- อุณหภูมิใจกลางผักตลอดกระบวนการลดอุณหภูมิ โดยใช้หัววัดอุณหภูมิที่ติดตั้งอยู่ภายในห้องลดอุณหภูมิเสียบเข้าไปตรงใจกลางของผักและของบรรจุภัณฑ์
- ความสัมพันธ์ระหว่างความดัน อุณหภูมิกับเวลาภายในห้องลดอุณหภูมิจนสิ้นสุดกระบวนการ
- ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ความดันและอุณหภูมิกับเวลาภายในห้องลดอุณหภูมิจนสิ้นสุดกระบวนการ
- พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการลดอุณหภูมิ โดยดูจากมิเตอร์ไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่กับตัวเครื่องลดอุณหภูมิ

เกณฑ์ในการเลือกสภาวะที่เหมาะสมของการลดอุณหภูมิแบบสุญญากาศของผักชีไทยอินทรีย์ คือ

1. เป็นสภาวะที่สามารถลดอุณหภูมิสุดท้ายของผักชีไทยอินทรีย์ให้ได้อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส
2. เป็นสภาวะที่ใช้ระยะเวลาในการลดอุณหภูมิสั้นที่สุดหรือสามารถลดอุณหภูมิได้เร็วที่สุดโดยทำให้ผักชีไทยอินทรีย์มีลักษณะทางกายภาพที่ดี เช่นผักชีไทยอินทรีย์ไม่มีอาการเหี่ยว
3. เป็นสภาวะที่ใช้พลังงานในการลดอุณหภูมิน้อยที่สุด

การทดลองที่ 1.2 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผักชีไทยอินทรีย์หลังการลดอุณหภูมิแบบสุญญากาศ

นำผักชีไทยอินทรีย์มาตัดแต่งแล้วบรรจุลงในถุงโพลีเอทิลีนขนาด 20x30 เซนติเมตร เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตรจำนวน 18 รู ให้มีน้ำหนัก 50 กรัม จากนั้นลดอุณหภูมิผักชีไทยอินทรีย์ให้ได้อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียสโดยใช้วิธีการลดอุณหภูมิแบบสุญญากาศด้วยสภาวะที่เหมาะสมจากการทดลองที่ 1 นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบผักชีไทยอินทรีย์ที่ผ่านการลดอุณหภูมิแบบสุญญากาศกับผักชีไทยอินทรีย์ที่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิแบบสุญญากาศ (ชุดควบคุม)

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. การเปลี่ยนแปลงสีของผัก (L*,C*, h°) ตามวิธีการของ McGuire (1992)

วัดโดยใช้เครื่องวัดสี รุ่น CR-300 โดยวัดบริเวณหน้าใบ ค่าที่ได้แสดงเป็นค่า L*, a* และ b* แล้วนำมาคำนวณหาค่า chroma และ hue-angle จากสมการดังนี้

chroma $= (a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$

hue angle = arctangent (b*/a*)

2. ปริมาณคลอโรฟิลล์ ตามวิธีการของ Witham *et al*. (1971)

วิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ของผักชีไทยอินทรีย์ โดยชั่งผักชีไทยอินทรีย์ที่ปั่นละเอียดมา 1 กรัม เติมสารละลายแอซีโตนความเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์ ลงไปเล็กน้อย เพื่อใช้เป็นสารสกัดคลอโรฟิลล์ออกจากตัวอย่าง นำสารละลายที่ได้มากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 แล้วปรับปริมาตรสุดท้ายด้วยสารละลายแอซีโตนความเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์ ให้ครบ 20 มิลลิลิตร นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (optical density, OD) ที่ความยาวคลื่น 645 และ 663 นาโนเมตร ด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสง รุ่น spectro23 โดยใช้สารละลายแอซีโตนความเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์ เป็นค่ามาตรฐาน (blank) บันทึกค่าการดูดกลืนแสงที่ได้แล้วนำไปคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์ตามสูตร (ปริมาณคลอโรฟิลล์ที่คำนวณได้มีหน่วยเป็น มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด)

$$\text{ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ} = [12.7\ (OD_{663}) - 2.69\ (OD_{645})] \times \frac{V}{1000 \times W}$$

$$\text{ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี} = [22.9\ (OD_{645}) - 4.68\ (OD_{663})] \times \frac{V}{1000 \times W}$$

$$\text{ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด} = [20.9\ (OD_{645}) + 8.02\ (OD_{663})] \times \frac{V}{1000 \times W}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยที่ V คือ ปริมาตรสุดท้ายของสารละลายที่นำมาหาปริมาณคลอโรฟิลล์

W คือ น้ำหนักของตัวอย่างที่นำมาสกัดคลอโรฟิลล์

OD คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้จากเครื่องวัดการดูดกลืนแสงตามความยาวคลื่นที่กำหนด

3. ปริมาณวิตามินซี ตามวิธีการของ Ranganna (1986)

วิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซีของผักชีไทยอินทรีย์ ด้วยวิธี 2,6-dichlorophenol indophenol visual titration โดยนำผักชีไทยอินทรีย์มาปั่นละเอียด 5 กรัม เติมกรดออกซาลิกความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์ ให้ได้ปริมาตรเท่ากับ 100 มิลลิลิตร กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 ปิเปตสารละลายที่กรองได้มา 10 มิลลิลิตร แล้วนำไปไทเทรตกับ 2, 6-ไดคลอโรฟีนอล อินโดฟีนอลความเข้มข้น 0.04 เปอร์เซ็นต์ จนถึงจุดยุติ ซึ่งสารละลายมีสีชมพูประมาณ 15 วินาที บันทึกปริมาณ 2, 6-ไดคลอโรฟีนอล อินโดฟีนอลที่ใช้กับสารตัวอย่าง

คำนวณหาปริมาณวิตามินซี โดยใช้ปริมาณ 2, 6-ไดคลอโรฟีนอล อินโดฟีนอลที่ใช้กับสารตัวอย่าง เทียบกับ 2, 6-ไดคลอโรฟีนอล อินโดฟีนอลที่ใช้กับวิตามินซีมาตรฐาน มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด โดยคำนวณตามสูตรดังนี้

ปริมาตร indophenol dye A มิลลิลิตร มี ascorbic acid เท่ากับ 1 มิลลิกรัม (จาก Standard)ปริมาตร indophenol dye B มิลลิลิตร มี ascorbic acid เท่ากับ (1xB)/A มิลลิกรัม (จากสารละลายตัวอย่าง)
เท่ากับ C มิลลิกรัม

สารละลาย 10 มิลลิลิตร มี ascorbic acid เท่ากับ C มิลลิกรัม
สารละลาย 100 มิลลิลิตร มี ascorbic acid เท่ากับ (Cx100)/10 มิลลิกรัม
เท่ากับ D มิลลิกรัม

เนื้อตัวอย่าง 10 กรัม มี ascorbic acid เท่ากับ D มิลลิกรัม
เนื้อตัวอย่าง 100 กรัม มี ascorbic acid เท่ากับ (Dx100)/10 มิลลิกรัม
เท่ากับ E มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด

4. ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด โดยใช้ Refractometer

วัดโดยใช้ Digital Refractometer มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

5. การสูญเสียน้ำหนักสด ตามวิธีการของ Tao *et al*. (2006)

วัดโดยใช้เครื่องชั่งแบบทศนิยม 2 ตำแหน่ง รุ่น EK-600H (บริษัท AND Company) แล้วนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก จากสูตร

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก = [น้ำหนักก่อนการเก็บรักษา-น้ำหนักหลังการเก็บรักษา] x 100
น้ำหนักก่อนการเก็บรักษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6. กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH assay หรือ 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl assay ตามวิธีการของ Manthey (2004)

วิเคราะห์กิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระของผักชีไทยอินทรีย์โดยวิธี DPPH assay หรือ 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl assay โดยมีวิธีการดังนี้

นำผักชีไทยอินทรีย์ปั่นละเอียด 5 กรัม
เติมเมทานอลความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 20 มิลลิลิตร
นำไปเขย่าที่อุณหภูมิห้องในสภาวะมืดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

↓

นำสารละลายที่ได้มากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1

↓

ดูดสารละลายตัวอย่าง 5 มิลลิลิตร
แล้วปรับปริมาตรด้วยเมทานอลความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ ให้ครบ 25 มิลลิลิตร
กรองด้วย syringe nylon filter ขนาด 0.45 micron

↓

จากนั้นดูดสารละลายตัวอย่าง 400 ไมโครลิตร
เติมสารละลาย DPPH จำนวน 500 ไมโครลิตร
และเติมเมทานอลความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ ให้ครบ 2 มิลลิลิตร

↓

นำไปเขย่าที่อุณหภูมิห้องในสภาพมืดเป็นเวลา 15 นาที เพื่อให้ปฏิกิริยาเกิดสมบูรณ์

↓

นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสง รุ่น spectro23 ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร
(โดยใช้สารละลาย DPPH เป็นค่า Blank)

นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาคำนวณเทียบกับกราฟมาตรฐานเพื่อหากิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระ
โดยเทียบเป็น ไมโครกรัม gallic acid equivalent/กรัมน้ำหนักแห้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

7. ปริมาณสารประกอบฟีนอล โดยวิธี Folin-Ciocalteu colorimetric assays ตามวิธีการของ Sellappan *et al*. (2002)

วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลของผักชีไทยอินทรีย์ โดยวิธี Folin-Ciocalteu colorimetric assays โดยมีวิธีการดังนี้

นำผักชีไทยอินทรีย์ปั่นละเอียด 5 กรัม
เติมเมทานอลความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 20 มิลลิลิตร
นำไปเขย่าที่อุณหภูมิห้องในสภาวะมืดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

↓

นำสารละลายที่ได้มากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1

↓

ดูดสารละลายตัวอย่าง 5 มิลลิลิตร
แล้วปรับปริมาตรด้วยเมทานอลความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ ให้ครบ 25 มิลลิลิตร
กรองด้วย syringe nylon filter ขนาด 0.45 micron

↓

ดูดสารละลายตัวอย่าง 50 ไมโครลิตร
จากนั้นเติมเมทานอลความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 50 ไมโครลิตร,
น้ำกลั่น 1000 ไมโครลิตร
และสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 75 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 375 ไมโครลิตร
แล้วทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที

↓

จากนั้นเติมสารละลาย folin-ciocalteu จำนวน 125 ไมโครลิตร
น้ำกลั่น 1000 ไมโครลิตร เขย่าสารละลายให้เข้ากัน
แล้วนำไปเขย่าที่อุณหภูมิห้องในสภาวะมืดเป็นเวลา 2 ชั่วโมง

↓

นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสง รุ่น spectro23 ที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร
[โดยใช้สารละลายที่ปราศจากสารตัวอย่างเป็นค่า Blank]

นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาคำนวณเทียบกับกราฟมาตรฐานเพื่อหาปริมาณสารประกอบฟีนอลโดยเทียบเป็นไมโครกรัม gallic acid equivalent/กรัมน้ำหนักแห้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

8. อายุการเก็บรักษา (Julio L. and C. Marita , 1997)

อายุการเก็บรักษาของผักชีไทยอินทรีย์จะนับโดยการนับจำนวนวันในการเก็บรักษา โดยเริ่มจากวันแรกของการทดลอง จนผักชีไทยอินทรีย์เริ่มแสดงอาการเน่าเสียหรือการเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองมากกว่าร้อยละ 5 ของพื้นที่ผิวผักชีไทยอินทรีย์ จะถือว่าผักชีไทยอินทรีย์สิ้นสุดอายุการเก็บรักษา

การทดลองที่ 2 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผักชีไทยอินทรีย์ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์แต่ละชนิด

นำผักชีไทยอินทรีย์มาตัดแต่งแล้วบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ให้มีน้ำหนัก 50 กรัม ในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันคือ ถุงแอคทีฟที่มีอัตราการซึมผ่านก๊าซออกซิเจนต่างกัน 4 ระดับ ถุงโพลิโพรพิลีนที่ดัดแปลงสภาพบรรยากาศโดยควบคุมให้มีปริมาณออกซิเจนเริ่มต้นร้อยละ 10 และบรรจุภัณฑ์ของโครงการหลวง หลังจากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.2

การทดลองที่ 3 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผักชีไทยอินทรีย์ที่ผ่านการลดอุณหภูมิแบบสุญญากาศที่สภาวะที่เหมาะสมร่วมกับการใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม

วางแผนการทดลองแบบ 2^2 factorial in CRD โดยนำผักชีไทยอินทรีย์มาตัดแต่งแล้วบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิดคือบรรจุภัณฑ์โครงการหลวงและบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองที่ 2 ให้มีน้ำหนัก 50 กรัมหลังจากนั้นนำไปลดอุณหภูมิแบบสุญญากาศที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองที่ 1 เปรียบเทียบกับบรรจุภัณฑ์ที่โครงการหลวงใช้ในปัจจุบันและบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองที่ 2 แต่ไม่ผ่านการลดอุณหภูมิแบบสุญญากาศหลังจากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.2

การทดลองที่ 4 การศึกษาหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับทำนายความเข้มข้นก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในบรรจุภัณฑ์ที่ใช้บรรจุผักชีไทยอินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษา

วัดความเข้มข้นก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในบรรจุภัณฑ์ที่ใช้บรรจุผักชีไทยอินทรีย์จากการทดลองที่ 2 และ 3 หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาศึกษาหาแบบจำลองทาง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

คณิตศาสตร์เพื่อใช้สำหรับทำนายความเข้มข้นก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในบรรจุภัณฑ์ที่ใช้บรรจุผักชีไทยอินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส

6. การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ

นำผลการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมีของผักชีไทยอินทรีย์มาหาค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยใช้ Duncan's New Multiple Range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ด้วยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 11.5

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับทำนายความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ศึกษาโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved