บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

วัสดุอุปกรณ์

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเครื่องปรุงรสจากผัก

- หอมหัวใหญ่ (Onion, ตลาดเมืองใหม่, จ.เชียงใหม่)
- มะเขือเทศ พันธ์ท้อ (Tomato, ตลาดเมืองใหม่, จ.เชียงใหม่)
- กระเทียมต้น (Leek, มูลนิธิโครงการหลวง จ.เชียงใหม่)
- ผักหวานบ้าน (Sweet leave, สวนบ้านไร่คำพญา, จ.พระนครศรีอยุธยา)
- หัวผักกาด (White radish, ตลาดเมืองใหม่, จ.เชียงใหม่)
- เห็ดหอม (Shitake mushroom, ตลาดเมืองใหม่, จ.เชียงใหม่)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตเครื่องปรุงรสจากผัก

- เครื่องอบแห้งแบบถาด (Tray drier : Model 5K5SS, USA)
- ชุดสาธิตการอบแห้งแบบถาด (Pilot Scale Tray Dryer, Armfiled, England)
- เครื่องปั่นผสม (Blender, National : Model MX-T1PN, Taiwan)
- เครื่องผสม (Mixer, Kitchenaid : Model 5K5SS, USA)
- เครื่องชั่งไฟฟ้า ทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Semi-accurate balance, Mettler : Model BB120, Switzerland)
- เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Analytical balance, Precisa : Model BB120, Switzerland)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพ

1. **อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ**
   - เครื่องวัดสี (Minolta camera, Chroma Meter CR-310, Japan)

2. **อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี**
   - เครื่องวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (Microprocessor pH-meter, Hanna Instrument : model WB14, Germany)
   - เครื่องย่อยและกลั่นสำหรับวิเคราะห์โปรตีน (Tecator, USA)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

- เตาเผาเถ้า (Oven, Gallenkamp, Muffle Furnace, England)
- ตู้อบลมร้อน (Hot air oven, Haereous, England)
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath, GFL : Model D1004, Germany)

3. อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

- เครื่องวิเคราะห์วอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w) (Aw-box, Novasina : AWC200, Switzerland)
- หม้อนึ่งความดัน (Autoclave, Iwaki Glass CO.,Ltd : Model AVC-3167, Japan)
- ตู้บ่มเชื้อ (Incubator, Hereaus : Model D-6450 Hanna, Germany)
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath, GFL : Model D1004, Germany)
- เครื่องผสมแบบหมุนวน (Vortex geniez, Scientific Industries : Model G560E)

4. อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

- ชุดอุปกรณ์ทดสอบชิม
- แบบสอบถาม (รายละเอียดในภาคผนวก ข)

สารเคมี

- กรดทาร์ทาริก (Tartaric acid ; $C_4H_6O_6$, Merck, Germany)
- กรดบอริค (Boric acid ; H_3BO_3, Merck, Germany)
- กรดซัลฟูริค (Sulfuric acid ; H_2SO_4, Merck, Germany)
- กรดไธโอบาร์บิทูริค (2-Thiobarbituric acid ; $C_4H_4N_2O_2S$, Fluka, Switzerland)
- กรดอะซิติก (Acetic acid ; CH_3COOH, Merck, Germany)
- กรดไฮโดรคลอริค (Hydrochloric acid ; HCL, Merck, Germany)
- คอปเปอร์ซัลเฟต (Copper sulfate ; $Cu_2SO•5H_2O$, Merck, Germany)
- เมทธิลเรด (Methyl red ; $(CH_3)_2NC_6H_4N$, May&Baker, USA)
- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide ; NaOH, J.T.Baker, USA)
- ซิงค์ซัลเฟต (Zinc sulfate ; $ZnSO_4$, Merck, Germany)
- แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (Ammonium hydroxide ; NH_4OH, Merck, Germany)
- เอททานอล2-(N-Morpholino)ethanesulfonic acid (Fluka, Switzerland)
- Ammonium sulfate (MERK, Germany)
- Amyloglucosidase

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

- Brilliant green Lactose Bile Broth (Difco, USA)
- Lithium chloride (Fluka, Switzerland)
- Magnesium chloride (MERK, Germany)
- Magnesium nitrate (Fluka, Switzerland)
- PCA Plate Count Agar (Difco, USA)
- PDA Potato Dextrose Agar (Difco, USA)
- Peptone (Difco, USA)
- Potassium acetate (MERK, Germany)
- Potassium carbonate (MERK, Germany)
- Potassium chloride (Fluka, Switzerland)
- Potassium iodine (UNIVAR APS Finechem, Australia)
- Potassium sulfate (MERK, Germany)
- Protease (Fluka, Switzerland)
- Sodium chloride (MERK, Germany)
- Sodium phosphate dibasic anhydrous (MERK, Germany)
- Tris(hydroxymethyl) aminomethane (Fluka, Switzerland)
- Tryptose Lauryl sulfate broth (Difco, USA)
- α -Amylase (Himedia, Germany)

เครื่องประมวลผลทางสถิติ

- เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
- โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft excel
- โปรแกรมสำเร็จรูป Mathcad 7 professional
- โปรแกรมสำเร็จรูป Statistica version 5.0
- โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 10.0
- โปรแกรมสำเร็จรูป XVERT

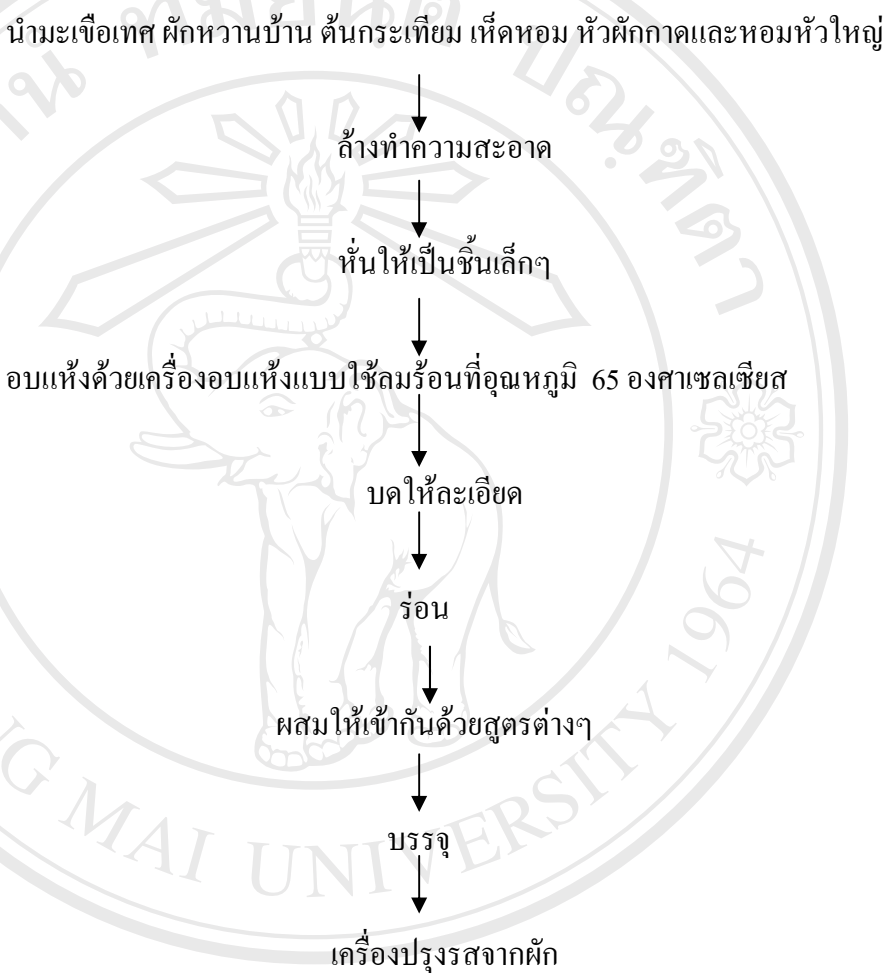
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การวางแผนการทดลอง

กรรมวิธีการผลิตเครื่องปรุงรสจากผัก

นำมะเขือเทศ ผักหวานบ้าน ต้นกระเทียม เห็ดหอม หัวผักกาดและหอมหัวใหญ่มาล้างทำความสะอาด หั่นให้มีขนาดที่เหมาะสม สะเด็ดน้ำ จากนั้นนำไปอบด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาด

โดยอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 ชั่วโมง นำมาบดละเอียดผสมผักอบแห้งทั้ง 6 ชนิด เข้าด้วยกัน จะได้เครื่องปรุงรสจากผัก บรรจุในบรรจุภัณฑ์ กรรมวิธีการผลิตเครื่องปรุงรสจากผัก แสดงดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 กรรมวิธีการผลิตเครื่องปรุงรสจากผัก

งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 หาเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งผัก 6 ชนิดได้แก่ เห็ดหอม ผักหวานบ้าน หัวผักกาด กระเทียมต้น มะเขือเทศ และ หอมหัวใหญ่

ผักที่นำมาใช้ในการอบแห้งมี 6 ชนิด จึงต้องมีการศึกษาถึงเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งของผักแต่ละชนิด โดยทำการอบผักแต่ละชนิดด้วยเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน ก่อนทำการอบแห้งจะทำการล้างและตัดแต่งโดยใช้เฉพาะส่วนที่สามารถรับประทานเท่านั้น โดยทีมะเขือเทศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

หัวผักกาด เห็ดหอมและหอมหัวใหญ่ จะตัดให้มีความหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร กระเทียมต้นจะทำการตัดให้มีความยาว 3 เซนติเมตร และผักหวานบ้านจะทำการแยกใบออกมาจากกิ่งส่วนที่แข็งก่อนทำการอบ โดยจะได้ใช้อุณหภูมิในการอบ 65 องศาเซลเซียส และทำการชั่งน้ำหนักทุก 15 นาที จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ นำผลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์หาเวลาที่เหมาะสมในการการอบแห้งของผักแต่ละชนิด

ตอนที่ 2 พัฒนาสูตรเครื่องปรุงรสจากผักอบแห้ง 6 ชนิด

ตอนที่ 2.1 การสำรวจเค้าโครงผลิตภัณฑ์ (Product profile)

ก่อนที่จะทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสจากผัก จำเป็นต้องมีการสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์ เพื่อหาคุณลักษณะที่สำคัญตามความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งวิธีการสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์นั้นสามารถใช้หลักการของ Ideal ratio profile ได้

Ideal ratio profile Test เป็นวิธีการทดสอบเค้าโครงผลิตภัณฑ์ เพื่อดูลักษณะผลิตภัณฑ์ด้วยค่าสัดส่วน เป็นวิธีการที่ให้ผู้บริโภคแสดงความชอบหรือความมากน้อยของลักษณะคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสที่มีต่อผลิตภัณฑ์ โดยผู้บริโภคจะเป็นผู้กำหนดลักษณะของผลิตภัณฑ์เอง ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่กำลังพัฒนามีเค้าโครงลักษณะที่เหมือนหรือคล้ายกับที่ผู้บริโภคต้องการ ซึ่งเค้าโครงลักษณะที่ผู้บริโภคชอบหรือต้องการจะนำมาสร้างเพื่อเป็นแนวทางในการเปรียบเทียบกับตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่กำลังพัฒนา ในการทดสอบเค้าโครงผลิตภัณฑ์ จำเป็นต้องมีตัวอย่างผลิตภัณฑ์เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างเค้าโครง ซึ่งในกรณีนี้ได้ทำการสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ โดยผู้บริโภคแต่ละคนอาจจะให้ Ideal ratio profile ที่ต่างกัน ratio profile ที่ได้จากค่าเฉลี่ยของสัดส่วน (Ratio) ของแต่ละคนสามารถนำมาใช้เป็นค่าความคิดผลิตภัณฑ์คงที่ (Fixed Ideal) เพื่อใช้เป็นเกณฑ์หรือทิศทางในการเปรียบเทียบต่อไป

ค่าคะแนนที่ผู้บริโภคแต่ละคนให้กับลักษณะแต่ละอย่างของผลิตภัณฑ์ จะกำหนดให้เป็นตัวตั้งและหารด้วยคะแนนที่ถูกกำหนดว่าดีที่สุดหรือดีเลิศ หรือ Ideal หรือคะแนนที่เหมาะสมกับความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งจะได้สัดส่วน (Ratio) ของแต่ละคน นำค่าดังกล่าวมาหาค่าเฉลี่ย จะได้ค่าสัดส่วนเฉลี่ย (Ratio mean score) ค่าสัดส่วนเฉลี่ยที่ได้ของแต่ละลักษณะ จะนำมาพิจารณาเปรียบเทียบได้ง่ายกับเค้าโครงลักษณะที่ต้องการ ซึ่งเป็นค่าสัดส่วนเท่ากับ 1.00 ภาพรวมจากค่าสัดส่วนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะเรียกว่า Numerical product profile จากนั้นนำค่าสัดส่วนเฉลี่ยดังกล่าวมาสร้างเป็นรูปเค้าโครงลักษณะรูปวงกลมใยแมงมุม (Cyclic profile)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ในการทดสอบเค้าโครงผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสจากผักเพื่อทำการพัฒนานี้ ใช้ผู้บริโภค จำนวน 13 คน โดยให้ผู้บริโภคเป็นผู้กำหนดลักษณะคุณภาพที่ผู้บริโภคคิดว่าสำคัญสำหรับผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ และใช้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบเป็นตัวอย่างในการทดสอบ จากนั้นจึงสร้างกราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ในลักษณะใยแมงมุมขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป

ตอนที่ 2.2 การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของผักอบแห้ง

จากการทดลองที่ 2.1 จะทำให้ทราบทิศทางการยอมรับของผู้บริโภคต่อเครื่องปรุงรสจากผักที่ได้จากการผสมผักอบแห้งทั้ง 6 ชนิด นำข้อมูลที่ได้มากำหนดช่วงปริมาณของผักอบแห้งทั้ง 6 ชนิด วางแผนการทดลองแบบ Mixture design (ไพโรจน์, 2539) ซึ่งแผนการทดลองแบบนี้มีหลักการว่า เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของส่วนประกอบใด ส่วนประกอบที่เหลือในสูตรจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงด้วย และผลรวมของส่วนประกอบทั้งหมดต้องเท่ากับ 1.0 หรือร้อยละ 100 โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ XVERT ช่วยในการกำหนดสูตร

การทดสอบทางประสาทสัมผัส (Sensory evaluation)

การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสใช้ Ideal ratio profile ได้แก่ด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น การยอมรับตามเค้าโครงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากตอนที่ 2.1 ซึ่งวิธีนี้สามารถอธิบายคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ในแง่การเปรียบเทียบเชิงปริมาณของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาให้เป็นที่ยอมรับมากที่สุด (ไพโรจน์, 2539)

ในการทดสอบชิมจะใช้ผู้ทดสอบจำนวน 8 – 13 คน ใช้รหัสเป็นตัวเลข 3 ตัว ซึ่งสุ่มได้จากตารางสุ่มตัวอย่างลักษณะ (Attributes)

การวิเคราะห์และประเมินผลทางด้านสถิติ (Statistic analysis)

ขั้นตอนนี้ใช้โปรแกรม SPSS version 10.0 และโปรแกรมเชิงเส้น POM

ตอนที่ 2.3 ศึกษาปริมาณของเครื่องปรุงรสจากผักที่เหมาะสมในการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาปริมาณเครื่องปรุงรสจากผักที่เหมาะสมในการปรุงอาหาร เพื่อเป็นข้อแนะนำแก่ผู้บริโภคในการใช้ประกอบอาหาร ซึ่งวางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) โดยกำหนดระดับของเครื่องปรุงรสจากผักที่ร้อยละ0, 0.10,

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

0.20, 0.30 และ 0.40 ทำการทดสอบชิมในอาหารคือ ข้าวต้ม โดยจะใช้ข้าวขาวพันธุ์เสาไห้ โดยจะทำการต้มข้าวกับน้ำในอัตราส่วน 1 : 10 เป็นเวลา 30 นาที (อัตราส่วนและเวลาในการต้มนี้ได้จากการทดลองต้มข้าวในปริมาณที่กำหนด) จากนั้นจึงเติมเครื่องปรุงรสจากผักในปริมาณที่กำหนด ทิ้งไว้ให้เย็น เตรียมใส่ถ้วยชิมให้ผู้ทดสอบชิม

ทำการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้ Hedonic scale 5 point ในการทดสอบชิมจะใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ใช้รหัสเป็นตัวเลข 3 ตัว ซึ่งสุ่มได้จากตารางสุ่มตัวอย่าง ลักษณะ (Attributes)

ตอนที่ 3 วิเคราะห์คุณภาพของเครื่องปรุงรสจากผักที่ผ่านการพัฒนาสูตรแล้ว

ทำการผลิตเครื่องปรุงรสจากผักที่ผ่านกระบวนการพัฒนาสูตรมาแล้วในตอนที่ 2 ทำการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางเคมี กายภาพ และ จุลชีววิทยา ตลอดจนการยอมรับของผู้บริโภค ดังต่อไปนี้

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ

-วัดค่าสี L*, a*และ b*	โดยเครื่องวัดสี (Minolta camera, Chroma Meter CR-310, Japan)

การวิเคราะห์ทางด้านเคมี

-ปริมาณน้ำ (Water content)	ตามวิธี AOAC (1998)
-วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน	โดยวิธี Semi-micro Kjeidahl distillation (AOAC, 1998)
- วิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมด (Dietary fiber)	ตามวิธี AOAC (2000)
-วิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ (Soluble dietary fiber)	ตามวิธี AOAC (2000)
-วิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำไม่ได้ (Insoluble dietary fiber)	ตามวิธี AOAC (2000)
-วิเคราะห์ ปริมาณ Glutamic acid	ตามวิธี AOAC (2000)
-วิเคราะห์ปริมาณเถ้าทั้งหมด	ตามวิธี AOAC (2000)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์

- หาค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w) เครื่องวัดค่า (a_w – box , Novasina : AWC 200, Switzerland)
- หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยวิธี Total plate count (AOAC, 1998)
- หาปริมาณยีสต์และรา โดยวิธี Pour plate (AOAC, 1998)
- ตรวจหาเชื้อ Coliform และ *E. coli* โดยวิธี MPN (AOAC, 1998)

การทดสอบทางประสาทสัมผัส (Sensory evaluation)

การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสใช้ Ideal ratio profile ได้แก่ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติและการยอมรับตามเค้าโครงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากตอนที่ 2.2

การศึกษา Adsorption Isotherm ของเครื่องปรุงรสที่อุณหภูมิต่ำและอุณหภูมิห้อง (นักสิทธิ์, 2546)

การสร้าง Adsorption Isotherm ด้วยวิธี Gravimetric Method เป็นการหาสภาวะที่อาหารมีความชื้นสมดุลกับสภาวะของระบบที่สร้างจากสารละลายเกลืออิ่มตัวชนิดต่างๆ ความชื้นสมดุลของอาหารวัดจากเวลาที่อาหารอยู่ในระบบและผลต่างของน้ำหนักจากการชั่ง 2 ครั้งแตกต่างไม่เกิน 0.001 g

ตอนที่ 4 ศึกษาชนิดของบรรจุภัณฑ์และอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษา

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดของบรรจุภัณฑ์และอุณหภูมิที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษา โดยวางแผนการทดลองแบบ 2x2 Factorial Experiment in Completely Randomized Design

ปัจจัยในการทดลอง คือ ชนิดของบรรจุภัณฑ์ และอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา

ปัจจัยแรก คือ ชนิดของบรรจุภัณฑ์ ซึ่งมี 2 ชนิดได้แก่ ถุง Polypropylene (PP) และถุง Aluminium Foil (Al foil)

ปัจจัยที่สอง คือ อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา มี 2 ระดับ คือ อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30 องศาเซลเซียส) และ อุณหภูมิระดับต่ำ (10 ± 1 องศาเซลเซียส)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์เพื่อทำการวิเคราะห์ทางด้าน กายภาพ และจุลินทรีย์ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 0, 2, 4, 8, 12, 16, 20 และ 24 สัปดาห์ ดังต่อไปนี้

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ

- วัดค่าสี L* a*และ b* โดยเครื่องวัดสี (Minolta camera, Chroma Meter CR-310, Japan)

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์

- หาค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w) เครื่องวัดค่า (a_w – box , Novasina : AWC 200, Switzerland)
- หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยวิธี Total plate count (AOAC, 1998)
- หาปริมาณยีสต์และรา โดยวิธี Pour plate (AOAC, 1998)

วิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ เพื่อศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์และอุณหภูมิที่มีต่อการเปลี่ยนแปลง คุณภาพทางกายภาพ และจุลินทรีย์ของเครื่องปรุงรสจากผัก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved