การผลิตน้ำใบย่านางผงด้วยการอบแห้งแบบพ่นฝอย

PRODUCTION OF YANANG LEAVES EXTRACT POWDER BY SPRAY DRYING

วีระพงษ์ วงศ์กันทรากร

WEERAPONG WONGKANTARAKORN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2561

KMITL-2018-AI-M-053-298

การผลิตน้ำใบย่านางผงด้วยการอบแห้งแบบพ่นฝอย

PRODUCTION OF YANANG LEAVES EXTRACT POWDER BY SPRAY DRYING

วีระพงษ์ วงศ์กันทรากร

WEERAPONG WONGKANTARAKORN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2561

KMITL-2018-AI-M-053-298

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PRODUCTION OF YANANG LEAVES EXTRACT POWDER BY SPRAY DRYING

WEERAPONG WONGKANTARAKORN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN FOOD SCIENCE

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2018

KMITL-2018-AI-M-053-298

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2018

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การผลิตน้ำใบย่านางผงด้วยการอบแห้งแบบพ่นฝอย

PRODUCTION OF YANANG LEAVES EXTRACT POWDER BY SPRAY DRYING

ชื่อนักศึกษา นายวีระพงษ์ วงศ์คันทรากร

รหัสประจำตัว 56608014

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ธงชัย พุฒทองศิริ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.ธงชัย พุฒทองศิริ	
ผศ.ดร.ยุพร พืชกมุทร	
ผศ.ดร.โสรยา เกิดพิบูลย์	
รศ.ดร.ระติพร มูลสาร	

วัน / เดือน/ ปีที่สอบ 4 มิถุนายน 2561 เวลา 09.30 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้อง A 303 อาคารเจ้าคุณทหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตรรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม)

คณบดีคณะอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่...11...เดือน...มิถุนายน...พ.ศ...2561...

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การผลิตน้ำใบย่านางผงด้วยการอบแห้งแบบพ่นฝอย
นักศึกษา	นายวีระพงษ์ วงศ์กันทรากร
รหัสประจำตัว	56608014
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิทยาศาตร์การอาหาร
พ.ศ.	2561
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.ธงชัย พุฒทองศิริ

บทคัดย่อ

ใบย่านาง (*Tiliacora triandra*) เป็นพืชสมุนไพรที่เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลาย เป็นพืชที่มีประโยชน์อีกชนิดหนึ่ง มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ใช้ในการประกอบอาหารพื้นบ้านไทยหลากหลายชนิด งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยการผลิตน้ำใบย่านางผงด้วยการอบแห้งแบบพ่นฝอย โดยศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำสกัดใบย่านาง จากนั้นศึกษาอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่เหมาะสมในการอบแห้งแบบพ่นฝอย พบว่าสัดส่วนใบย่านางและน้ำที่ใช้ในการสกัดที่ 1:20 หลังการทำอบแห้งแบบพ่นฝอยเป็นสัดส่วนที่ให้ปริมาณผลผลิตของผง และคุณภาพที่ดีที่สุด และอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่เหมาะสม คือ 160 องศาเซลเซียส ซึ่งทำให้ปริมาณผลผลิต และคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี หลังจากการคืนรูปยังอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ และมีคุณภาพที่ดีอีกทั้งยังมีลักษณะใกล้เคียงกับน้ำคั้นสดใบย่านาง

จากการศึกษาชนิด และสัดส่วนที่เหมาะสมของสารช่วยทำแห้งในการผลิตน้ำใบย่านางผง โดยวางแผนการทดลองแบบส่วนผสม Mixture Design แบบ Simplex Lattice Design โดยมี 3 ตัวแปร คือความเข้มข้นของมอลโตเดรกตริน (X_1: 0-30%), ความเข้มข้นของสตาร์ชดัดแปร (X_2: 0-30%) และความเข้มข้นของกัมอะราบิก (X_3: 0-30%) โดยปัจจัยตอบสนองที่สนใจคือ ปริมาณผลผลิต ค่าวอเตอร์แอคติวิตี ปริมาณความชื้น ค่าสี *L** ค่าสี *a** ความหนืด และความสารมารถในการละลาย โดยสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำใบย่านางผง คือใช้ความเข้มข้นของมอลโตเดรกตริน 26 กรัม และความเข้มข้นของกัมอะราบิก 4 กรัม ในน้ำใบย่านาง 100 กรัม

จากการศึกษาการเปรียบเทียบคุณภาพของผลิตภัณฑ์แกงเปรอะ เมื่อใช้น้ำคั้นสดใบย่านางกับน้ำใบย่านางผง พบว่าปัจจัยคุณภาพด้าน สี กลิ่นรส และความหนืด ไม่แตกต่างกัน และเมื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาน้ำใบย่านางผงในซองอะลูมิเนียมฟอยล์ ในสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) พบว่าน้ำใบย่านางผงสามารถเก็บที่อุณหภูมิห้องได้ไม่น้อยกว่า 12 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Production of Yanang leaves extract powder by spray drying
Student	Mr. Weerapong Wongkantarakorn
Student ID.	56608014
Degree	Master of Science
Program	Food Science
Year	2018
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr.Tongchai Puttongsiri

ABSTRACT

Yanang leaves (*Tiliacora triandra*) have been known as vegetable and herb. Yanang leaves consists of high nutritive value and often use in Thai cuisine. The objective of the research was to study the optimum factors for spray drying Yanang leaves. The research studied the physical and chemical properties of the Yanang leaves extract and the optimal inlet temperature for spray drying. The results revealed that the optimal ratio to extract Yanang leaves was 1:20 of Yanang leaves to water, which gave the best quality of the powder and the percent yield after spray drying. The optimal inlet air temperature at 160°C after rehydrated gave the best percent yield, acceptable physical and chemical properties, good quality similar to that of the Yanang leaves fresh extract.

Mixture design (Simplex Lattice Design) moreover the quality was used to study the optimal conditions and the ratio of drying aidas. There were three independent variables of drying aids investigated in this experiment; concentration of maltodextrin (X_1: 0-30%); concentration of modified starch (X_2: 0-30%); and concentration of gum arabic (X_3: 0-30%). The response factors were percent yield, water activity, moisture content, color (*L*, a*, b**), viscosity after rehydration, and water solubility index. The optimal ratio drying agents to Yanang leaves powder was 26:4 g. of maltodextrin to gum arabic of 100 g. Yanang leaves extract.

From the study of comparing quality between menu Kaeng-Prer from fresh Yanang leaves extract and Yanang powder, the results revealed that the quality factors; color, flavor, and viscosity of menu Kaeng-Prer from Yanang powder were not different from fresh Yanang leaves extract. Moreover, Yanang powder in vacuum and aluminum foil bags could be stored at room temperature (30±2°C) for more than 12 weeks.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรของปริญญาโทของสาขาวิชาวิทยาศาตรการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร ผู้จัดทำขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผศ.ดร.ธงชัย พุฒทองศิริ ที่กรุณาแนะนำ และให้คำปรึกษาตลอดการทำงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี อีกทั้งยังให้กำลัง และผลักดันให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณท่านกรรมการสอบป้องวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ยุพร พืชกมุทร ผศ.ดร.โสรยา เกิดพิบูลย์ และรศ.ดร.ระติพร มูลสาร ที่กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขเพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่ช่างเทคนิค และเจ้าหน้าที่ของคณะอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ได้ช่วยเหลืองานวิจัยนี้

ขอขอบคุณครอบครัวคุณพ่อ คุณแม่ และเพื่อนทุกคน ที่อยู่เบื้องหลังความสำเร็จ คอยสนับสนุน เป็นกำลังใจ รวมถึงพี่สาวที่คอยให้คำแนะนำช่วยเหลือตลอดการทำงานวิจัยนี้จนสำเร็จ

ขอขอบคุณผู้เขียน และสำนักพิมพ์ของเอกสารที่ผู้จัดทำได้ใช้ในการอ้างอิงเป็นอย่างสูง ประโยชน์ที่ดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้จัดทำขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน งานวิจัยนี้คงไม่อาจสำเร็จได้ หากปราศจากความช่วยเหลือของผู้มีพระคุณทั้งหลาย

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่นิสิต นักศึกษา และผู้ที่สนใจอ่านทุกท่าน และหากมีข้อความใด หรือเนื้อหาตอนหนึ่งตอนใดผดพลาดไป เนื่องจากการพิมพ์ หรือด้วยเหตุผลใดก็ตาม ผู้จัดทำยินดีรับการติชมจากผู้อ่านด้วยใจจริง

วีระพงษ์ วงศ์กันทรากร

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญภาพ	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย	2
1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ	2
1.4 ขอบเขตงานวิจัย	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ใบย่านาง หรือ *Tiliacora triandra* (Diels)	3
2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์	3
2.1.2 คุณค่าทางโภชนาการ และสรรพคุณทางยา	4
2.2 ไฮโดรคอลลอยด์ธรรมชาติในใบย่านาง (Natural hydrocolloids)	6
2.3 คลอโรฟิลล์ (chlorophyll)	6
2.4 การทำแห้งอาหาร	8
2.4.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการทำแห้ง	8
2.4.2 การทำแห้งแบบพ่นฝอย	10
2.4.3 ข้อดีและข้อจำกัดของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย	11
2.5 สารช่วยทำแห้ง	12
2.5.1 มอลโตเดรกติน	13
2.3.2 สตาร์ชดัดแปร	14
2.3.3 กัมอะราบิก	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.6 ภาชนะบรรจุสำหรับผลิตภัณฑ์	16
2.7 การประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์	17
2.8 การออกแบบการทดลองแบบส่วนผสม (Mixture Design)	17
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ	25
3.1 วัตถุดิบ	25
3.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง	25
3.1.2 สารช่วยทำแห้ง (Drying aids)	25
3.2 เครื่องมือ และอุปกรณ์	25
3.3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	26
3.3.1 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีเบื้องต้นของการเตรียมน้ำสกัดใบย่านาง	26
3.3.2 ศึกษาอุณหภูมิการอบแห้งที่เหมาะสมสำหรับการผลิตน้ำใบย่านางผงโดยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอย	27
3.3.3 ศึกษาชนิด และการทำนายสัดส่วนของสารช่วยทำแห้งที่เหมาะสมของน้ำใบย่านางผง	29
3.3.4 ศึกษาความแตกต่างทางด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์แกงเปรอะเมื่อใช้น้ำใบย่านางผง	31
3.3.4.1 เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของน้ำคั้นสดใบย่านางและน้ำใบย่านางผงคืนรูป	31
3.3.4.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของแกงเปรอะเมื่อใช้น้ำใบย่านางผง	31
3.3.5 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำใบย่านางผงในระหว่างการเก็บรักษา	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	34
4.1 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีเบื้องต้นของน้ำสกัดใบย่านาง	34
4.2 ผลของอุณหภูมิการอบแห้งที่เหมาะสมสำหรับการผลิตน้ำใบย่านางผงโดยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอย	37
4.3 ผลของการศึกษาชนิด และการทำนายสัดส่วนของสารช่วยทำแห้งที่เหมาะสมของน้ำใบย่านางผง	42
4.4 ผลการศึกษาความแตกต่างทางด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์แกงเปรอะเมื่อใช้น้ำใบย่านางผง	49
4.4.1 ผลการเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของน้ำคั้นสดใบย่านาง และน้ำใบย่านางผงคืนรูป	49
4.4.2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของแกงเปรอะเมื่อใช้น้ำใบย่านางผง	50
4.5 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำใบย่านางผงในระหว่างการเก็บรักษา	51
บทที่ 5 สรุปผลารทดลองและข้อเสนอแนะ	54
บรรณานุกรม	55
ภาคผนวก	61
ก. การวิเคราะห์ทางกายภาพ	62
ข. การวิเคราะห์ทางเคมี	65
ค. เมนูอาหารแกงเปรอะ	80
ง. ภาพกระบวนการเตรียมสกัดน้ำใบย่านาง	82
จ. ภาพใบย่านางผงที่เตรียมได้	84
ฉ. ภาพใบย่านางผงในระหว่างการเก็บรักษา	87
ช. แบบประเมินทางคุณภาพประสาทสัมผัส	88
ซ. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำใบย่านาง	90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ฌ. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนใบย่านางผงสำเร็จรูป	96
ญ. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสอาหาร	101
ฎ. สรุปสภาวะของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยที่กำหนดในงานวิจัย	107
ประวัติผู้วิจัย	108

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	คุณค่าโภชนาการของใบย่านาง 100 กรัม	4
2.2	องค์ประกอบทางเคมีของใบย่านาง	5
2.3	มาตรฐานของค่า Desirability ที่สัมพันธ์กับระดับความพึงพอใจแลคุณภาพของผลิตภัณฑ์	21
3.1	แผนการทดลองแบบ Mixture Design แบบ Simplex Lattice Design	29
3.2	ส่วนประกอบของแกงเปรอะ	32
4.1	ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำสกัดใบย่านางสัดส่วนที่แตกต่างกัน	35
4.2	ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำใบย่านางผง และน้ำใบย่านางผงคืนรูปเมื่อใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่แตกต่างกัน	38
4.3	การออกแบบการทดลองแบบ Mixture Design แบบ Simplex Lattice Design และค่าตอบสนองของปัจจัย	43
4.4	ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าตอบสนองของปัจจัย	44
4.5	สมการทำนายจากความสัมพันธ์แต่ละปัจจัย	46
4.6	การทำนายชนิด และสัดส่วนของสารช่วยทำแห้งในการผลิตน้ำใบย่านางผง	48
4.7	ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพน้ำใบย่านางทั้ง 2 ชนิด	49
4.8	คะแนนค่าเฉลี่ยความแตกต่างของแกงเปรอะจากน้ำใบย่านางผงคืนรูป	50
4.9	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำใบย่านางผงในระหว่างการเก็บรักษา	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ใบย่านาง (*Tiliacora triandra* (Colebr.) Diels)	3
2.2	โครงสร้างของอนุพันธ์คลอโรฟิลล์	7
2.3	การเปลี่ยนแปลงของคลอโรฟิลล์	8
2.4	ระบบการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย	10
2.5	โครงสร้างของมอลโตเดรกติน	13
2.6	โครงสร้างของสตาร์ช (octenyl succinate starch; n-OSA)	14
2.7	โครงสร้างโมเลกุลบางส่วนของกัมอะราบิก	15
2.8	สิ่งทดลองสำหรับแผนการทดลองแบบเซฟเฟ่ซิมเพล็กซ์แล็คทิส	18
2.9	สิ่งทดลองสำหรับแผนการทดลองแบบเซฟเฟ่ซิมเพล็กซ์แล็คทิส ที่มี 3 ตัวแปร แต่ละตัวแปรมี 2 ระดับ และ 3 ระดับ (ไม่รวม 0)	18
2.10	สิ่งทดลองสำหรับแผนการทดลองแบบเซฟเฟ่ซิมเพล็กซ์เซนทรอยด์ (Scheffe' Simplex-Centroid)	19
2.11	สิ่งทดลองสำหรับแผนการทดลองแบบซิมเพล็กซ์แอคเซียล (Simplex-Axial)	19
4.1	สีของน้ำใบย่านางเมื่อใช้สัดส่วนน้ำในการสกัดต่างกัน	36
4.2	น้ำใบย่านางผงเมื่ออบแห้งแบบพ่นฝอยที่อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 140, 160 และ 180 องศาเซลเซียส	41
4.3	แผนภาพคอนทัวร์ผลของมอลโตเดรกติน (X_1), สตาร์ชดัดแปร (X_2) และกัมอะราบิก (X_3)	47
4.4	แกงเปรอะจากน้ำคั้นสดใบย่านาง (A) และแกงเปรอะจากน้ำใบย่านางผง (B)	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ใบย่านางเป็นพืชสมุนไพรชนิดหนึ่งที่พบในแหล่งธรรมชาติบริเวณป่าผสมผลัดใบ ป่าดงดิบ และป่าโปร่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รวมทั้งภาคอื่น ๆ ก็มีกระจัดกระจายอยู่ทั่วไป เป็นพืชที่ขึ้นในดินทุกชนิด และสามารถปลูกได้ทุกฤดู ขยายพันธุ์โดยการใช้หัว และการเพาะเมล็ด ซึ่งนับว่าเป็นพืชที่มีประโยชน์อีกชนิดหนึ่ง มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ใช้ในการประกอบอาหารพื้นบ้านของไทยหลากหลายชนิด อาหารที่นิยมใส่น้ำใบย่านางได้แก่ แกงหน่อไม้ แกงเปรอะ ซุบหน่อไม้ แกงเห็ด และแกงเลียง เป็นต้น หรือรับประทานสดๆกับน้ำพริกได้ โดยสรรพคุณของใบย่านางนั้นช่วยฟื้นฟู และปรับสภาพความสมดุลของเซลล์ในร่างกาย ช่วยขับและขจัดสารพิษ ช่วยป้องกัน และชะลอความเสื่อมของเซลล์ ช่วยทำให้ผิวพรรณชุ่มชื้น (สุดารัตน์, 2559) ปัจจุบันพฤติกรรมการดำเนินชีวิตของคนไทยทุกวันนี้เปลี่ยนแปลงไปตามสภาพสังคม และเศรษฐกิจ ส่งผลให้ผู้บริโภคส่วนใหญ่ต้องการความสะดวก และรวดเร็วในการเตรียม ซึ่งการใช้ประโยชน์จากใบย่านางนั้นมีขั้นตอนยุ่งยาก เพราะต้องผ่านขั้นตอนการคั้น หรือปั่น และบีบกรองแยกกาก ทำให้ไม่สะดวกต่อผู้บริโภค อีกทั้งในการเตรียมแต่ละครั้งอาจมีความเข้มข้นของน้ำใบย่านางไม่เท่ากัน การเตรียมใบย่านางให้เป็นผงอาจช่วยแก้ปัญหานี้ได้

วิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอยนั้นได้มีการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆเช่น อุตสาหกรรมยา อุตสาหกรรมอาหาร เป็นต้น ในปัจจุบันมีการอบแห้งน้ำสมุนไพร หรือน้ำผักผลไม้ต่าง ๆ ด้วยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอยอย่างแพร่หลาย ส่วนการอบแห้งน้ำใบย่านางนั้นยังไม่มีการผลิตในเชิงพาณิชย์มากนัก ทั้งที่ปริมาณความต้องการของผู้บริโภคใบย่านางของไทยมีทั้งประเทศ โดยเฉพาะประชากรในทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ดังนั้นจึงทำให้เกิดแนวคิดในการนำน้ำใบย่านาง มาทำเป็นผลิตภัณฑ์ผงด้วยการอบแห้งแบบพ่นฝอย เพื่อตอบสนองความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคที่ต้องการความสะดวก และรวดเร็ว ในการเตรียมสามารถใช้ได้ทันที โดยสามารถชงดื่มรับประทาน หรือนำมาประกอบอาหารได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ยังง่ายแก่การขนส่ง และเก็บรักษา รวมทั้งยังช่วยส่งเสริมการบริโภคพืชผักสมุนไพรพื้นบ้าน และยังเป็นการเพิ่มมูลค่าของใบย่านาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีเบื้องต้นของการเตรียมน้ำสกัดใบย่านาง

1.2.2 เพื่อศึกษาอุณหภูมิการอบแห้งที่เหมาะสมสำหรับการผลิตใบย่านางผงโดยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอย

1.2.3 เพื่อศึกษาชนิด และการทำนายสัดส่วนของสารช่วยทำแห้งที่เหมาะสมของใบย่านางผงโดยใช้การออกแบบการทดลองแบบส่วนผสม (Mixture Design)

1.2.4 เพื่อศึกษาความแตกต่างทางด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์แกงเปรอะเมื่อใช้น้ำใบย่านางผง

1.2.5 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของใบย่านางผงในระหว่างการเก็บรักษา

1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.3.1 ทราบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีเบื้องต้นของการเตรียมน้ำสกัดใบย่านาง

1.3.2 ทราบอุณหภูมิการอบแห้งที่เหมาะสมสำหรับการผลิตใบย่านางผงโดยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอย

1.3.3 ทราบชนิด และสัดส่วนของสารช่วยอบแห้งที่เหมาะสมใบย่านางผงโดยใช้การออกแบบการทดลองแบบส่วนผสม (Mixture Design)

1.3.4 ทราบความแตกต่างทางด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์แกงเปรอะเมื่อใช้น้ำใบย่านางผง

1.3.5 เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในรูปแบบที่สะดวกในการใช้งาน

1.3.6 สามารถใช้ข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์ในธุรกิจการจัด และบริการอาหาร

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตของงานวิจัยเป็นการศึกษาผลของการผลิตใบย่านางผงโดยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอยต่อคุณภาพด้านปริมาณผลผลิต ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ ปริมาณความชื้น ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความสามารถในการละลาย ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม ความหนืด และค่าสี (L^* a^* และ b^*) ของใบย่านางผง และเลือกกระบวนการอบแห้งที่ให้ผลดีที่สุดต่อคุณภาพใบย่านางผง และเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ รวมถึงการวิเคราะห์และควบคุมคุณภาพของใบย่านางผง ตลอดจนอายุการเก็บรักษาที่เหมาะสมของใบย่านางผง เพื่อใช้เป็นเครื่องดื่ม หรือปรุงอาหารได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ใบย่านาง หรือ *Tiliacora triandra* (Diels)

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ย่านาง (Yanang)

วงศ์ Menispermaceae

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Tiliacora triandra* (Colebr.) Diels

ชื่อพื้นเมือง ภาคกลาง เรียกว่า เถาย่านาง เถาวัลย์เขียว เถาหญ้านาง หญ้าภคินี
ภาคเหนือ เรียกว่า ผักจอยนางจ้อยนาง จอยนาง
ภาคใต้ เรียกว่า ย่านนาง ยานนาง นางวันยอ ขันยอยาด
ภาคอีสาน เรียกว่า ย่านาง

ใบย่านางเป็นไม้เลื้อยมีสีเขียว เป็นเถากลมขนาดเล็กเหนียว ใบเป็นใบเดี่ยวติดกับลำต้นแบบสลับ ใบคล้ายรูปไข่ ปลายใบเรียว ฐานใบมน ขนาดใบยาว 5-10 เซนติเมตร กว้าง 2-4 เซนติเมตร ขอบใบเรียบ ผิวใบเป็นคลื่นเล็กน้อย ก้านใบยาว 1.0-1.5 เซนติเมตร ใบมีสีเขียวเข้มหน้าและหลังใบเป็นมัน ดอก แยกเพศอยู่คนละต้น ไม่มีกลีบดอก ออกเป็นช่อตามซอกใบ และตามลำต้น ใบย่านางพบมากในแหล่งธรรมชาติบริเวณป่าดงดิบ และป่าโปร่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และสามารถพบได้ในภาคอื่นๆของประเทศไทย และยังเป็นพืชที่พบเฉพาะในแถบเอเชียเท่านั้น (สุทธิชัย, 2554 และณรงค์, 2553)

ภาพที่ 2.1 ใบย่านาง (*Tiliacora triandra* (Colebr.) Diels)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 คุณค่าทางโภชนาการ และสรรพคุณทางยา

คุณประโยชน์เฉพาะของใบย่านางมีสรรพคุณทางยาคือ มีรสชาติค่อนข้างจืด และออกรสขม เมื่อรับประทานเชื่อว่าจะมีฤทธิ์ในการถอนพิษไข้ แก้ไข้ตัวร้อน ใบย่านางประกอบไปด้วยเส้นใย อีกทั้งยังมีแคลเซียม และวิตามินซีค่อนข้างสูง นอกจากนี้ในด้านคุณค่าทางอาหารและโภชนาการของย่านาง ซึ่งใบย่านางสามารถนำทุกส่วนมาใช้ประโยชน์ได้ เช่นในส่วนของใบ เถา ผล หรือยอดอ่อน แต่คนโบราณนิยมนำส่วนใบย่านางมาคั้นเอาน้ำเพื่อปรุงอาหารประเภทต่างๆ เช่น แกงหน่อไม้ หรือซุบหน่อไม้ เป็นต้น (วัลภา, 2553 และธีระวุฒิ 2553) รวมทั้งคุณค่าทางโภชนาการของใบย่านางพบว่า ปริมาณของสารที่สำคัญ และเป็นสารที่เด่นในใบย่านาง คือ เส้นใย แคลเซียม เหล็ก และเบต้า-แคโรทีน แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คุณค่าโภชนาการของใบย่านาง 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณ	หน่วย
พลังงาน	95	กิโลแคลอรี
เส้นใย	7.9	กรัม
แคลเซียม	155	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	11	มิลลิกรัม
เหล็ก	7.0	มิลลิกรัม
วิตามินบี 1	0.3	มิลลิกรัม
วิตามินบี 2	3.6	มิลลิกรัม
ไนอาซิน	14	มิลลิกรัม
วิตามินซี	141	มิลลิกรัม
โปรตีน	15.5	ร้อยละ
คาร์โบไฮเดรต	16.6	มิลลิกรัม
เบต้า-แคโรทีน	0.64	มิลลิกรัม
โพแทสเซียม	1.29	กรัม
acid detergent fiber (ADF)	33.7	กรัม
neutral detergent fiber (NDF)	46.8	กรัม
digestible dry matter (DMD)	62.0	กรัม
แทนนิน	210	มิลลิกรัม

ที่มา : สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล (2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนั้นยังพบสารพวกพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharides), เบตา-แคโรทีน (beta-carotene), และแร่ธาตุ (แคลเซียม และเหล็ก) ด้วย แต่ยังไม่มีการรายงานเกี่ยวกับสารประกอบโพลีฟีนอลในใบย่านาง ซึ่งสารกลุ่มโพลีฟีนอล เป็นสารเคมีที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่พบเฉพาะในพืช สามารถต่อต้าน หรือป้องกันโรคบางชนิดได้โดยมีอยู่หลายชนิด ได้แก่ แทนนิน (tannins) ลิกแนน (lignans) และ ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ซึ่งสารกลุ่มดังกล่าวบางชนิดเป็นสารให้สี เช่น แอนโทไซยานิน (anthocyanins) ให้สีแดงอมม่วง ทีอาฟลาวิน (theaflavins) และ ทีรูบิจิน (thearubigins) ให้สีน้ำตาลแกมส้ม (ปานทิพย์ และคณะ, 2552)

ใบย่านางเป็นพืชที่สามารถเติบโตได้ในดินแทบทุกชนิด และปลูกได้ทุกฤดูกาล สามารถขยายพันธุ์ได้โดยการใช้หัวใต้ดิน เถาแก่ที่ติดหัว ปักชำยอด หรือการเพาะเมล็ด ซึ่งนับว่าเป็นพืชที่ปลูกได้ง่าย โดยใบย่านางให้คุณค่าโภชนาการดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบทางเคมีของใบย่านาง

องค์ประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละ)
ความชื้น	7.63 ± 1.32
เถ้า	8.46 ± 0.99
โปรตีน	6.59 ± 0.07
ไขมัน	1.26± 0.97
น้ำตาลทั้งหมด	59.47 ± 3.45
กรดยูเรนิค	10.12 ±1.15
โมโนแซคคาไรด์	-
แรมโนส	0.50 ± 0.08
อะราบิโนส	7.70 ± 0.18
กาแลคโตส	8.36 ± 0.64
กลูโคส	11.04 ±0.54
ไซโลส	72.90 ±0.71

ที่มา : Jittra (2009)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ไฮโดรคอลลอยด์ธรรมชาติในใบย่านาง (Natural hydrocolloids)

สารประกอบประเภท (gum) หรือไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloids) เป็นโพลีเมอร์ที่มีสายยาว และมีน้ำหนักโมเลกุลสูง เมื่อละลาย หรือกระจายตัวอยู่ในน้ำจะช่วยให้ความหนืดเพิ่มขึ้น หรือมีลักษณะเป็นเจล กัมแต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป เมื่อนำไปผสมในผลิตภัณฑ์อาหารจึงสามารถทำหน้าที่ได้หลายอย่าง เช่น ทำให้ความข้นหนืดเพิ่มขึ้น (thickeners) เพิ่มความคงตัว (stabilizer) ช่วยในการเกิดเจล (gelling agent) การป้องกันการเกิดผลึกของน้ำแข็ง (recrystallisation) และทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีรูปร่าง และปรับปรุงคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส (texture modifiers) (Sesisum, 2002 ; Norton และ Foster, 2002)

กัมหรือไฮโดรคอลลอยด์ที่ได้จากพืช จัดเป็นวัตถุเจือปนอาหาร (Food additive) หรือสารปรุงแต่งอาหาร (food ingredient) ที่น่าสนใจสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องได้จากธรรมชาติซึ่งปลอดภัยต่อผู้บริโภค การปั่น คั้นและแยกกากของใบย่านางกับน้ำ ทำให้ได้สารประเภทกัม หรือไฮโดรคอลลอยด์ที่มีอยู่ในใบย่านางออกมา (จิตรา, 2550)

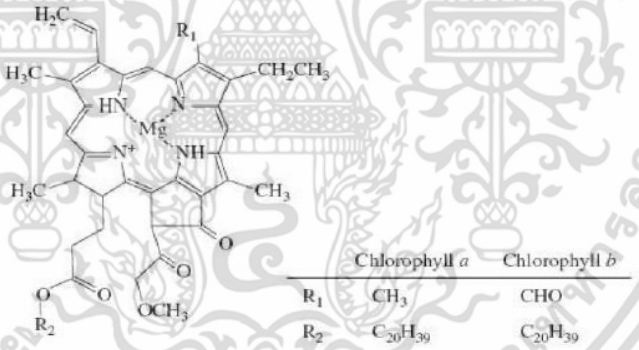
นอกจากในใบย่านางจะมี ไซแลน (xylan) ซึ่งเป็นสารเมือก (thickeners) ที่สกัดได้ด้วยน้ำ ไซแลนที่ได้ยังเป็นสารกลุ่มเดียวกับสารเมือกที่ได้จากสาหร่ายทะเล และไซแลนเมื่อได้รับความร้อนเป็นระยะเวลานาน จะเกิดการไฮโดรไลซ์ (hydrolysis) ออกมาเป็น น้ำตาลไซโลส (xylose) ซึ่งทำให้น้ำต้มหน่อไม้ในน้ำคั้นใบย่านางนั้นมีรสชาติหวานขึ้น ทำให้รสชาติของหน่อไม้ต้มน้ำคั้นใบย่านางนั้นมีรสชาติที่ดีขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิตรา และคณะ, 2550 ซึ่งได้ทำการเปรียบเทียบไซแลนทางการค้า ได้แก่ ไซแลนจากบีชวูด (beechwood xylan, x4252), ไซแลนจากบริชวูด (birchwood xylan, x0502) และไซแลนจากโอ๊ตสเปลท์ (oat spelts xylan, x0627) ซึ่งมีองค์ประกอบหลัก คือน้ำตาลไซโลส พบว่าสารสกัดประเภทกัม หรือไฮโดรคอลลอยด์ที่ได้จากใบย่านางคือ ไซแลน ซึ่งมีองค์ประกอบของน้ำตาลทั้งหมดอยู่ร้อยละ 70 โดยน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบหลักคือ น้ำตาลไซโรส และมีปริมาณน้ำตาลชนิดอื่นๆเช่น น้ำตาลแรมโนส น้ำตาลอะราบิโนส น้ำตาลกาแลคโตส และน้ำตาลกลูโคส รวมทั้งกรดยูโรนิคเล็กน้อย

2.3 คลอโรฟิลล์ (chlorophyll)

สีเขียวที่ได้จากใบย่านางเป็นรงควัตถุประเภทคลอโรฟิลล์ซึ่งคลอโรฟิลล์เป็นรงควัตถุที่สำคัญอยู่ในคลอโรพลาสต์ที่อยู่ใกล้กับผนังเซลล์ พบในทุกส่วนของพืชที่มีสีเขียวเช่น ใบ ก้าน และในผลไม้ดิบ คลอโรฟิลล์จำเป็นต่อการสังเคราะห์แสงของพืช โดยจะดูดพลังงานจากแสงแดดเพื่อสร้างคาร์โบไฮเดรตจากคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ คลอโรฟิลล์ที่พบในพืชมี 2 ชนิดคือ คลอโรฟิลล์เอ (chlorophyll a) และคลอโรฟิลล์บี (chlorophyll b) ในอัตราส่วน 3:1 (Wrolstad, 2001) โมเลกุลของคลอโรฟิลล์ประกอบด้วยส่วนหัวของวงแหวนพอร์ไฟริน (porphyrin ring)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเป็นโมเลกุลใหญ่ประกอบด้วยวงแหวนไพโรล (pyrrole) ยึดติดกันโดยมีเทนไธน์คาร์บอน (Methane carbon, -CH=) เกิดเป็นโมเลกุลใหญ่ที่แบนราบ ในคลอโรฟิลล์มีแมกนีซียม (Mg) อยู่ตรงกลางโดยแมกนีเซียมอะตอมยึดติดกับไนโตรเจนอะตอม 2 ตัวด้วยพันธะโควาเลนต์ (covalent bond) ส่วนไนโตรเจนอีก 2 ตัว ต่างแบ่งอิเล็กตรอน 2 ตัวเพื่อใช้ร่วมกับแมกนีเซียมเกิดเป็นพันธะโคออร์ดิเนตโควาเลนต์ (coordinate covalent) และส่วนหางซึ่งเป็นไฮโดรคาร์บอนสายยาวเรียกว่าไฟทอล (phytol) คลอโรฟิลล์ทั้งสองชนิดมีโครงสร้างเหมือนกันแต่แตกต่างกันที่ตำแหน่งที่ 3 โดยคลอโรฟิลล์เอ มีโซ่ข้างเป็นหมู่เมททิล ($-CH_3$) ส่วนของคลอโรฟิลล์บี เป็นหมู่อัลดีไฮด์ (-CHO) (Ferruzzi และBlakeslee, 2007) ดังภาพที่ 2.2 โครงสร้างที่ต่างกันของคลอโรฟิลล์ทั้งสองชนิดก็จะทำให้มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันโดยเฉพาะด้านการละลายโดยที่หมู่เมททิลของคลอโรฟิลล์ เอ ทำให้โมเลกลุไม่มีขั้วจึงละลายได้ดีในสารละลายที่ไม่มีขั้ว ส่วนหมู่อัลดีไฮด์ของคลอโรฟิลล์บีจะเป็นโมเลกลุที่มีขั้ว จึงทำให้คลอโรฟิลล์บี ละลายได้ดีในตัวทำละลายที่มีขั้ว จึงทำให้คลอโรฟิลล์บางส่วนละลายน้ำได้บ้าง นอกจากนี้คลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บีจะมีสีแตกต่างกันโดยคลอโรฟิลล์เอจะมีสีเขียวแกมน้ำเงิน (สีเขียวเข้ม) ส่วนคลอโรฟิลล์บีจะมีสีเขียวแกมเหลือง (สีเขียวอ่อน) (Hojnik และคณะ, 2007)

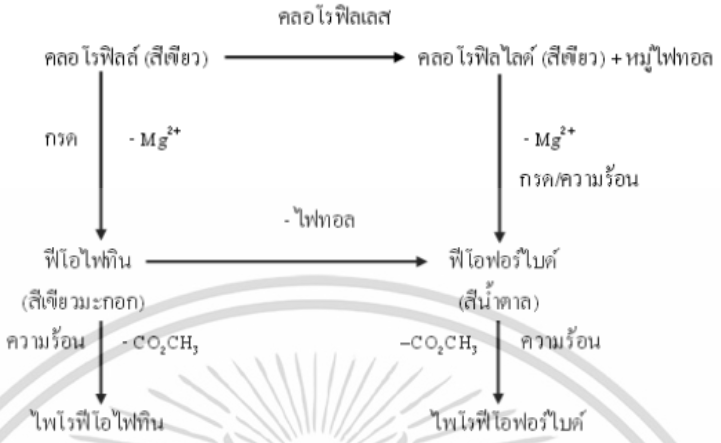


ภาพที่ 2.2 โครงสร้างของอนุพันธ์คลอโรฟิลล์
ที่มา: Cubas และคณะ (2008)

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีของคลอโรฟิลล์อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุ แต่ในการประกอบอาหารส่วนใหญ่จะเกิดจากปฏิกิริยาฟีโอไฟทิไนเซชัน(pheophytinization) ซึ่งเป็นการแทนที่แมกนีเซียมในคลอโรฟิลล์ด้วยไฮโดรเจน เกิดได้ดีในสภาวะที่เป็นกรด และทำให้เกิดสีเขียวมะกอกของฟีโอไฟทิน (pheophytin) นอกจากนี้ยังมีการแตกออกของหมู่ไฟทอล ซึ่งจะเกิดคลอโรฟิลไลด์ (chlorophylides) เนื่องจากเอนไซม์คลอโรฟิลเลส (chlorophyllase) คลอโรฟิลไลด์จะให้สีเขียวเช่นเดียวกับคลอโรฟิลล์แต่จะสามารถละลายในน้ำได้ดีกว่าคลอโรฟิลล์ ดังภาพที่ 2.3 ปฏิกิริยาฟีโอไฟทิไนเซชัน (pheophytinization) เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการสูญเสียความคงตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของสีเขียวในระหว่างกระบวนการแปรรูปอาหารด้วยความร้อนจึงได้มีการพยายามหาวิธีในการรักษาความคงตัวของสีเขียวโดยวิธีต่างๆ



ภาพที่ 2.3 การเปลี่ยนแปลงของคลอโรฟิลล์

ที่มา : Von Elbe และSchwartz (1996)

2.4 การทำแห้งอาหาร

2.4.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการทำแห้ง (นิธิยา, 2554 และวิไล, 2547)

การทำแห้งเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลทางการเกษตร เนื่องจากเป็นวิธีที่ช่วยลดปริมาณความชื้นส่งผลให้ a_w มีค่าน้อยลง ซึ่งเป็นการป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย นอกจากนี้การทำแห้งยังเป็นการลดน้ำหนักของผลิตภัณฑ์เพื่อสะดวกและประหยัดต้นทุนในการขนส่ง การทำแห้งเป็นวิธีการที่ใช้ความร้อนเพื่อระเหยน้ำออกจากอาหาร โดยตัวกลางที่นิยมใช้ในการระเหยน้ำออกจากอาหารคือ อากาศ ซึ่งขั้นตอนการระเหยน้ำออกจากอาหารคือการเคลื่อนย้ายน้ำจากภายในอาหารออกสู่ผิวนอกของอาหาร และการเคลื่อนย้ายไอน้ำออกจากพื้นผิวนอกของอาหาร การทำแห้งเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีควรใช้เวลาน้อยที่สุด โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำแห้ง ได้แก่ ขนาด และโครงสร้างทางชีวภาพของวัตถุดิบคุณสมบัติของตัวกลางที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายน้ำออกจากอาหาร และลักษณะของเครื่องมือที่ใช้ในการทำแห้ง การทำแห้งทำได้หลายวิธี เช่น การใช้แสงแดด (sun drying) การทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน (oven drying) การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze drying หรือ lyophilization) เป็นต้น ซึ่งผลิตผลทางการเกษตรส่วนใหญ่มักใช้วิธีการตากแดดเนื่องจากเป็นวิธีที่สะดวกและประหยัดแต่มีข้อเสียคือ กระบวนการทำแห้งไม่ถูกสุขลักษณะ ไม่สามารถควบคุมเวลาและสภาพภูมิอากาศในการทำแห้งได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของการทำแห้งต่ออาหาร (วิไล, 2547)

1. ลักษณะเนื้อสัมผัส การทำแห้งทำให้อาหารมีลักษณะเนื้อสัมผัสเปลี่ยนไป เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมี ซึ่งจะผันแปรไปตามอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการทำแห้งโดยการทำแห้ง อย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิสูงจะเกิดการเปลี่ยนแปลงมากกว่าการทำแห้งที่อุณหภูมิต่ำ ลักษณะเฉพาะของอาหารที่ทำแห้งคือผิวนอกจะแห้งแข็ง (case hardenting) ส่วนภายในคงนุ่มและชื้น ทำให้ความชื้นระหว่างผิวนอกและภายในอาหารมีความแตกต่างกันสูง

2. กลิ่นและรส การทำแห้งนอกจากจะทำให้น้ำระเหยแล้วยังส่งผลต่อการสูญเสียสารหอมระเหยบางชนิด โดยปริมาณการสูญเสียสารหอมระเหยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความเข้มข้นของของแข็งในอาหาร ความดันไอ และความสามารถในการละลายในไอน้ำของสารหอมระเหย โดยสารหอมระเหยที่มีความสามารถในการระเหยสูงจะเกิดการสูญเสียในช่วงแรกของการทำแห้ง และในช่วงหลังจะมีการสูญเสียปริมาณน้อย ดังนั้นการควบคุมสภาวะการทำแห้งในแต่ละขั้นตอนจะช่วยลดการสูญเสียกลิ่นและรสของอาหารได้ ซึ่งอาหารแต่ละชนิดจะมีสภาวะการทำแห้งที่แตกต่างกัน

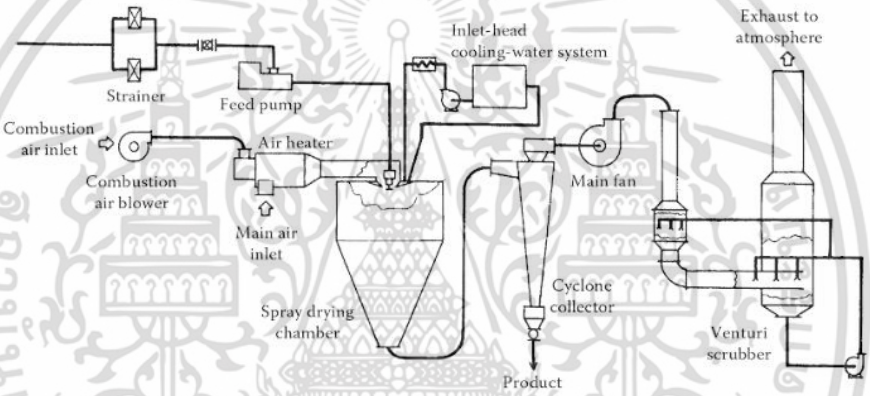
3. สี การทำแห้งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะผิวหน้าของอาหาร เปลี่ยนการสะท้อนแสงของสี และมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของแคโรทีนอยด์ และคลอโรฟิลล์ ซึ่งเกิดจากความร้อนและปฏิกิริยาออกซิเดชันระหว่างการทำแห้ง โดยการทำแห้งที่เวลานาน และอุณหภูมิสูงจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของสีมาก เนื่องจากสภาวะดังกล่าวเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ง่าย และอาจเกิดสีน้ำตาลในระหว่างการเก็บรักษาหากมีการทำงานของเอนไซม์อยู่ในอาหาร สามารถป้องกันการทำงานของเอนไซม์ได้โดยการลวก หรือการใช้กรดแอสคอร์บิกก่อนการทำแห้ง นอกจากนี้การเกิดสีน้ำตาลยังขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำอิสระและอุณหภูมิในการเก็บรักษา โดยอัตราการเกิดสีน้ำตาลจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อเก็บในสภาวะที่อุณหภูมิสูงกว่า 38 องศาเซลเซียส และอาหารมีความชื้นมากกว่าร้อยละ 4-5

4. คุณค่าทางโภชนาการ วิตามินแต่ละชนิดมีความสามารถในการละลายน้ำแตกต่างกัน เมื่อเวลาการทำแห้งเพิ่มขึ้นวิตามินบางชนิดอาจเกิดการอิ่มตัว และตกตะกอนในสารละลายทำให้เกิดการสูญเสียน้อย เช่น ไรโบฟลาวิน สำหรับวิตามินซีจะไวต่อความร้อน และปฏิกิริยาออกซิเดชัน หากต้องการลดการสูญเสียวิตามินซีต้องใช้อุณหภูมิต่ำ เวลาสั้น และควบคุมความชื้น และปริมาณออกซิเจนให้ต่ำในระหว่างการเก็บรักษา สำหรับสารอาหารที่ละลายได้ในไขมันค่อนข้างคงตัวในอาหารแห้ง และมีความเข้มข้นมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 การอบแห้งแบบพ่นฝอย (Spray drying)

การอบแห้งแบบพ่นฝอย เป็นการกำจัดเอาน้ำซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มีอยู่ในอาหาร ด้วยการระเหยโดยเป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่ใช้กันมากในการถนอมอาหารให้มีอายุการเก็บที่นานยิ่งขึ้น สะดวกต่อการเก็บรักษา และการขนส่ง ปัจจุบันการอบแห้งแบบพ่นฝอยเป็นการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหาร หรือวัตถุดิบที่มีลักษณะเป็นของเหลวให้เป็นผงแห้ง สารละลายที่เป็นของเหลวจะถูกดูดโดยปั๊ม ผ่านอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดละอองฝอยภายในห้องอบ และละอองฝอยจะสัมผัสกับอากาศร้อนที่อุณหภูมิ 150-300 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดการระเหยของน้ำอย่างรวดเร็ว และกลายเป็นอนุภาคผงแห้ง (Fellows, 2000) โดยผลิตภัณฑ์สุดท้ายจะมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 3 (Benion และ Scheule, 2004) ทำให้สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน ระบบการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยแสดงดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 ระบบการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย

ที่มา : Filkova และคณะ (2006)

การอบแห้งแบบพ่นฝอยสามารถทำได้โดยการฉีดพ่นของเหลวที่ต้องการอบแห้งผ่านตัวกลางลมร้อน โดยน้ำในละอองของเหลวจะระเหยออกไปได้เป็นอนุภาคผง การผลิตในวิธีนี้ค่อนข้างง่าย และสามารถผลิตได้อย่างต่อเนื่อง (Master, 1991) อาหารที่จะมาอบแห้งต้องเป็นของเหลว อาจอยู่ในสภาพของอิมัลชั่น หรือสารละลายที่มีความข้นหนืดสูง การอบแห้ง เริ่มตั้งแต่การทำให้ของเหลวแตกเป็นหยดเล็กๆ ภายในห้องอบแห้งที่มีอากาศร้อนไหลผ่านการถ่ายเทความร้อน ซึ่งมีพื้นที่ผิวที่จะสัมผัสกับอากาศร้อนมาก เกิดการระเหยบนพื้นที่ผิวของหยดเม็ดเล็กๆ อย่างรวดเร็ว เนื่องจากการถ่ายเทความร้อนและการเคลื่อนที่ของมวลสาร สำหรับขั้นตอนในการอบแห้งแบบพ่นฝอยประกอบด้วย 4 ขั้นตอน (Masters, 1991) ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 1 การฉีดของเหลวเป็นละอองฝอย (Atomization of feed into a spray)

ในขั้นตอนนี้ของเหลวจะถูกฉีดเป็นละอองฝอยโดยหัวฉีด (Atomizer) โดยขนาดของอนุภาคที่ได้จะขึ้นกับลักษณะในการป้อน และชนิดของหัวฉีดที่ใช้ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสำคัญที่สุดในการผลิต เนื่องจากสภาวะนี้มีผลต่อการระเหยน้ำ ส่งผลให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีพื้นที่ผิวของอนุภาคที่แตกต่างกัน

ขั้นที่ 2 การสัมผัสระหว่างของเหลวกับอากาศร้อน (Spray–air contact)

ของเหลวที่ถูกพ่นละอองฝอยจะสัมผัสกับอากาศร้อน ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกลางทำให้น้ำระเหยออกจากของเหลว การกำหนดทิศทางของการเคลื่อนที่ของอากาศร้อนเป็นสิ่งสำคัญมาก เนื่องจากมีผลต่อการถ่ายเทความร้อน ทั้งนี้ขึ้นกับลักษณะของของเหลวที่ต้องการทำแห้ง คุณภาพและลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ

ขั้นที่ 3 ช่วงการระเหย (Evaporation stage)

ในการระเหยของน้ำออกจากอนุภาคของเหลวที่ถูกพ่นฝอยจะมีการถ่ายเทความร้อน ซึ่งการระเหยของน้ำจะเกิดขึ้นในช่วงอัตราการอบแห้งคงที่ (Constant–rate period) ซึ่งกระบวนการนี้เป็นการทำให้อนุภาคร้อนขึ้น หรือมีอุณหภูมิสูงขึ้นจากการนำความร้อน และการพาความร้อน โดยอัตราการระเหยน้ำจะขึ้นกับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ อุณหภูมิของอากาศร้อน ความชื้นสัมพัทธ์ หรือความดันไอ และคุณสมบัติในการถ่ายเทของอากาศ ขนาดอนุภาค อุณหภูมิของอนุภาค ความเร็วลมร้อน การอบแห้งในวิธีนี้จะเกิดในเวลาสั้น เนื่องจากมีพื้นที่ผิวของอนุภาคที่มากจึงเกิดการระเหยน้ำได้อย่างรวดเร็ว

ขั้นที่ 4 การแยกอาหารผงจากระบบทำแห้ง (Dry product recovery)

อาหารผงที่ได้จะตกลงสู่พื้นล่างของภาชนะอบแห้ง เนื่องจากอนุภาคดังกล่าวจะมีน้ำหนักเบา และจะถูกดูดออกไปโดยแรงจากพัดลม (Blower) ส่งออกมาตามท่อลมออก ผงอาหารแห้งนี้สามารถแยกออกจากอากาศร้อนด้วยระบบไซโคลน (Cyclone separator) ซึ่งสามารถแยกเอาอากาศกับอนุภาคของแข็งออกจากกันได้โดยอาศัยแรงเหวี่ยง

2.4.3 ข้อดี และข้อจำกัดของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย

เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยมีลักษณะพิเศษที่สามารถผลิตผงให้มีขนาดอนุภาคที่มีลักษณะเฉพาะ และปริมาณความชื้นของผงไม่ขึ้นอยู่กับปริมาณความจุของเครื่อง หรือความไวต่อความร้อนของผลิตภัณฑ์ รักษาลักษณะเฉพาะ หรือคุณภาพของผงที่ได้คงที่ตลอดกระบวนการผลิตโดยไม่ขึ้นกับระยะเวลาในการเดินเครื่อง (สภาวะการอบแห้งคงที่) นอกจากนี้การทำงานของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยมีความต่อเนื่อง และใช้งานง่าย สามารถดัดแปลงการทำงานให้ควบคุมแบบอัตโนมัติทั้งหมด โดยใช้เวลาในการตอบสนองต่อการสั่งการอย่างรวดเร็ว พนักงานควบคุมเครื่อง 1 คน สามารถจัดการกับเครื่องที่ควบคุมแบบอัตโนมัติได้มากกว่า 1 เครื่อง ถ้ามีการจัดวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องอย่างเป็นระบบ การอบแห้งแบบพ่นฝอยใช้ได้กับวัตถุดิบที่ไวต่อความร้อน และวัตถุดิบที่ทนทานต่อความร้อน วัตถุดิบอยู่ในรูปสารละลายอิมัลชัน กับรูปของแป้งเปียก หรือที่หลอมเหลวแล้วที่มีความข้นหนืดที่เหมาะสม จะสามารถทำการอบแห้งแบบพ่นฝอย สามารถอบแห้งวัตถุดิบในสภาวะการอบแห้งแบบปลอดเชื้อ หรือการอบแห้งวัตถุดิบให้เป็นผงแบบ granular, agglomerate หรือ non-agglomerate (Barbosa-Cánovas และคณะ, 2005)

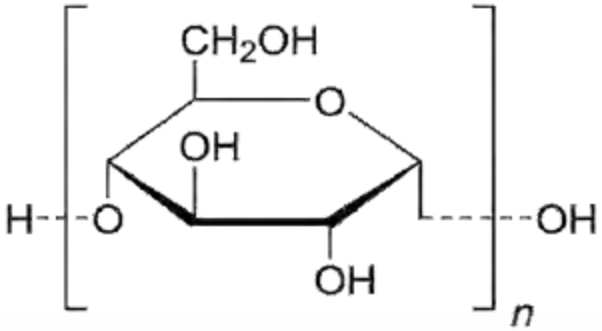
การอบแห้งแบบพ่นฝอย มีต้นทุนในการติดตั้งสูง หน่วยการผลิตจะมีขนาดใหญ่กว่าเครื่องอบแห้งประเภทอื่นๆ ทำให้การสร้างเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยมีราคาแพง แม้ว่าจะเป็นเครื่องอบแห้งประเภทพาความร้อน แต่ประสิทธิภาพเชิงความร้อนยังต่ำกว่าเครื่องอบแห้งแบบสัมผัสกับอาหารโดยตรง (direct-contact dryer) นอกจากนี้ยังต้องใช้อุณหภูมิขาเข้าที่สูงมาก หากเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีอุณหภูมิในการหลอมเหลวสูง อากาศเสียที่ปล่อยออกจากเครื่องอบแห้งจะมีปริมาณมาก ซึ่งจะประกอบด้วยความร้อนซึ่งมีคุณภาพต่ำ มีผลในการจัดการความร้อนที่ออกจากอุปกรณ์ และการแลกเปลี่ยนความร้อนจะมีราคาสูง ดังนั้นอุปกรณ์จะต้องมีการจัดการผง และอากาศที่อิ่มตัว หรืออยู่ในสภาวะใกล้อิ่มตัว ซึ่งจะต้องมีการออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่มีความซับซ้อนยิ่งขึ้น

2.5 สารช่วยทำแห้ง (Drying aids)

สารช่วยในการอบแห้งนั้น เป็นสารที่ช่วยให้การอบแห้งเป็นไปได้อย่างมีคุณภาพ และสมบูรณ์มากขึ้น ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวขนส่ง และกระจายองค์ประกอบบางอย่างในอาหารซึ่งระเหยได้ง่าย หรือถูกทำลายได้ง่ายด้วยความร้อน หรือแสง เช่น รงควัตถุ กลิ่นรส วิตามิน หรือสารอาหารต่างๆ โดยสารช่วยทำแห้งจะทำหน้าที่ดักจับ หรือกักเก็บสารเหล่านี้ไว้ ทำให้เสื่อมสลาย ถูกทำลายด้วยความร้อน หรือระเหยได้น้อยลง และเมื่อนำผลิตภัณฑ์ผงนั้นไปคืนรูปโดยการละลายน้ำสมบัติทางกายภาพด้าน สี หรือกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์จะถูกปลดปล่อยออกมา ทำให้สี และกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์หลังการคืนรูปมีคุณภาพคล้ายดังวัตถุดิบแรกเริ่มก่อนการอบแห้ง (สุนทรี, 2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 มอลโตเดรกติน



ภาพที่ 2.5 โครงสร้างของมอลโตเดรกติน

ที่มา: Kenyon และ Anderson, 1988

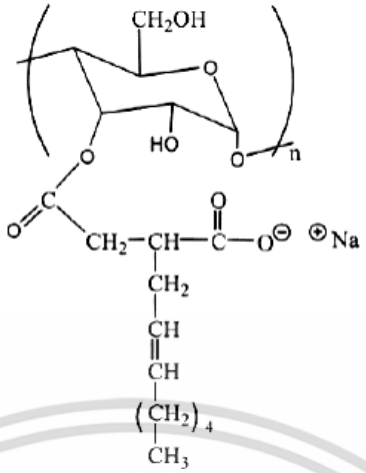
มอลโตเดรกติน มีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ประมาณ 900-9000 มีสูตรโมเลกุลคือ $(C_6H_{12}O_6).H_2O$ จัดเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทเดียวกับกลูโคสไซรัป ประกอบด้วยยหน่วยของ D-glucose หลายๆ หน่วยเชื่อมต่อกันด้วยพันธะ α-(1$\longrightarrow$6) และค่าสมมูลย์เดกซ์โทรส (Dextrose Equivalent หรือ DE) ต่ำกว่า 20 เตรียมได้จากการย่อยโมเลกุลของสตาร์ช การไฮโดรไลซิสด้วยกรดไฮโดรคลอริก หรือโดยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส เพื่อให้เกิดสารละลายกลูโคสพอลิเมอร์ (Glucose polymer solution) ที่มีสายยาว สารละลายนี้จะถูกกรองและทำให้แห้ง หรือทำให้เข้มข้นมากขึ้นเพื่อให้ได้มอลโตเดรกติน สตาร์ชที่นำมาใช้ได้แก่ สตาร์ชจากข้าวโพด ข้าวเจ้า มันสำปะหลัง มันฝรั่ง เป็นต้น โดยทั่วไปที่นิยมผลิตจะมีค่า DE อยู่ในช่วง 5-19 มอลโตเดรกตินอาจอยู่ในรูปสารละลายเข้มข้น หรือรูปผงสีขาว ไม่มีกลิ่น ไม่มีรสหวาน หรือหวานเล็กน้อย จัดเป็นสารที่ไม่มีอันตรายต่อร่างกาย (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2551) ค่าความชื้นตั้งแต่ร้อยละ 3.0-5.0 ค่าความหนาแน่นอยู่ในช่วง 32-36 ปอนด์ต่อตารางฟุต ค่าความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วง 4.0-5.5 มีการแบ่งชนิดตามค่าสมมูลเด็กซ์โตส หรือค่า DE ซึ่งเป็นค่าร้อยละโดยน้ำหนักของน้ำตาลกลูโคสที่มีอยู่ในตัวอย่างเมื่อใช้วิธีการตรวจวัดโดยวิธีรีดักชัน มอลโตเดรกตินมีค่า DE ต่ำ จะมีค่าการดูดความชื้นต่ำ และค่าการละลายจะน้อยลง แต่การใช้มอลโตเดรกตินมีค่า DE สูง จะมีค่าการดูดความชื้นสูงขึ้น และค่าการละลายเพิ่มขึ้น แต่บางครั้งอาจทำให้สารสีที่ถูกเติมเกิดความขุ่นได้ และมีผลทำให้มีความหนืดลดลง (สมบัติ, 2529)

คุณสมบัติเด่นของมอลโตเดรกตินมีดังนี้

1. ทำให้อิมัลชั่นเกิดความคงตัว
2. เป็นสารห่อหุ้มกลิ่นรส โดยทำหน้าที่ในการปกป้องกลิ่นรสได้
3. สารที่ไม่ดูดความชื้น ช่วยลดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ผงแห้ง
4. ทำให้ความหนืดของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ทำให้สัดส่วนของน้ำในผลิตภัณฑ์ลดลง
5. ราคาถูก และหาซื้อได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 สตาร์ชดัดแปร



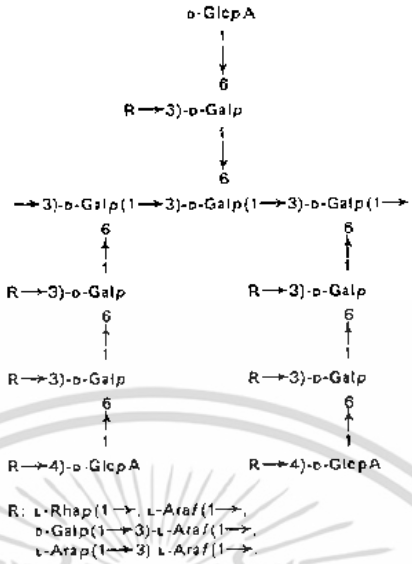
ภาพที่ 2.6 โครงสร้างของสตาร์ช (octenyl succinate starch; n-OSA)

ที่มา: Shogren และ Biresaw (2007)

สตาร์ชมันสำปะหลัง เป็นผลิตภัณฑ์สตาร์ชที่ผลิตจากหัวมันสำปะหลังซึ่งเป็นพืชที่มีการปลูกมากในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ รวมทั้งประเทศไทย สตาร์ชมันสำปะหลังไม่มีสี และกลิ่นเมื่อนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของอาหาร จะไม่ทำให้คุณลักษณะของอาหาร หรือกลิ่นรสของอาหารนั้นเปลี่ยนไป อย่างไรก็ตามปัจจุบันการใช้ประโยชน์จากสตาร์ชมันสำปะหลังที่ได้จากธรรมชาติในด้านอุตสาหกรรมอาหารยังมีข้อจำกัด เช่นเดียวกันกับสตาร์ชชนิดอื่นๆ เนื่องจากสตาร์ชที่ได้จากธรรมชาติมีการพองตัวอย่างรวดเร็ว และแตกง่าย ให้สารละลายที่มีความหนืดสูง และไม่เสถียรต่อสภาวะที่ใช้ในการแปรรูป เช่น แรงเฉือน ความร้อน การแช่แข็ง และการละลาย (freeze-thaw) ดังนั้นการดัดแปรสตาร์ชมันสำปะหลังให้มีสมบัติเปลี่ยนไปจากสตาร์ชธรรมชาติจึงเป็นสิ่งจำเป็น เพราะจำให้ได้สตาร์ชดัดแปรที่มีสมบัติต่างๆ กัน ตามที่อุตสาหกรรมอาหารต้องการนำไปใช้ประโยชน์ เป็นผลให้สามารถนำสตาร์ชมันสำปะหลังมาใช้ประโยชน์ในด้านอาหารได้มากขึ้น และยังก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่ผลผลิตสตาร์ชมันสำปะหลัง นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยรองรับผลผลิตส่วนเกินในช่วงที่ผลผลิตสตาร์ชออกมามากการดัดแปรสตาร์ช มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงสมบัติของสตาร์ชให้เหมาะสมต่อการใช้งาน สตาร์ชสามารถดัดแปรให้มีระดับความหนืดตามที่ต้องการ มีความคงทนต่อสภาวะในกระบวนการผลิต เช่น มีความคงตัวต่ออุณหภูมิที่สูงมาก ทนต่อความเป็นกรดสูง เป็นต้น มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีขึ้น มีความคงตัวสูง ลดการเกิดการคืนตัวของแป้ง (retrogradation) จึงช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ (นิสิต และคณะ, 2549) สำหรับสตาร์ชดัดแปรที่นำมาใช้ในการอบแห้งแบบพ่นฝอย มีสมบัติดังนี้ คือ เป็นผงสีขาว ไม่มีกลิ่น และรส มีความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 4-8 มีพีเอชอยู่ระหว่าง 4-6 เป็นอิมัลซิฟายเออร์ที่ดี (Siam modified starch, 2016)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 กัมอะราบิก (gum arabic)



ภาพที่ 2.7 โครงสร้างโมเลกุลบางส่วนของกัมอะราบิก

ที่มา: Williams และ Philips (2009)

กัมอะราบิก (Gum arabic) เป็นสารธรรมชาติชนิดหนึ่งซึ่งอยู่ในกลุ่มไฮโดรคอลลอยด์ (Hydrocolloids) นิยมใช้กันมากในอุตสาหกรรมอาหาร ได้มาจากน้ำยางธรรมชาติที่ไหลออกมาจากเปลือกของลำต้นพืชกลุ่มอาคาเซีย (Acacia) มีชื่อเรียกเชิงพาณิชย์ที่หลากหลาย ได้แก่ กัมอะราบิก (Gum arabic) กัมอาคาเซีย (Acacia gum) หรือกัมซูดาน (Sudan gum) เหมาะกับการทำแห้งซึ่งช่วยลดการระเหยของสารกลิ่นรส ไม่มีผลกระทบต่อความหนืด และกลิ่นรส รวมทั้งสีสันของผลิตภัณฑ์ และเมื่ออยู่ในรูปผงแห้งจะมีการกระจายตัวได้ดีไม่จับตัวกันได้ง่าย (ชูโชติ, 2543) กัมอะราบิกสามารถละลายได้ดีในน้ำทั้งอุณหภูมิปกติ น้ำร้อนหรือน้ำเย็น เมื่อผสมในน้ำ และกวนหรือคนสามารถละลายได้ดีที่ความเข้มข้นสูงถึงร้อยละ 50 (นิธิยา, 2554) ทั้งนี้กัมอะราบิก ได้ผ่านการรับรองระบบมาตรฐานของอาหารโลก และได้รับกำหนดในตำรับ GRAS (Generally Recognized as Safe) และมาตรฐานของ United State pharmacopia, Food Chemical Codex และ EU Number E414 รวมทั้งผ่านการรับรองจากสำนักคณะกรรมการอาหารและยาประเทศไทย ในแง่โภชนาการพบว่า ร่างกายของมนุษย์มีความสามารถในการย่อย กัมอะราบิกได้ต่ำมากในระบบการย่อย อาหารจึงเป็นสารที่ไม่ให้พลังงาน สามารถใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์อาหารที่ให้พลังงานต่ำหรือปราศจากน้ำตาลได้ดี (วรรณศิริ, 2544)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ภาชนะบรรจุสำหรับผลิตภัณฑ์

ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (Aluminum foil) ที่อธิบายไว้ตาม กัญวนา (2551) เป็นวัสดุประเภทหนึ่งสำหรับทำภาชนะบรรจุ แผ่นเปลวอะลูมิเนียม คืออะลูมิเนียมที่มีความหนา 0.15 มิลลิเมตร หรือน้อยกว่า การนำไปใช้งานแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะคือแผ่นเปลวอะลูมิเนียมธรรมดา แผ่นเปลวอะลูมิเนียมที่มีการเคลือบด้วยสารที่ทำให้สามารถปิดผนึกได้ด้วยความร้อน แผ่นเปลวอะลูมิเนียมที่มีการเคลือบหรือประกบกับกระดาษ หรือฟิล์มพลาสติก โดยทั่วไปไม่นิยมใช้แผ่นเปลวอะลูมิเนียมแต่เพียงอย่างเดียวสำหรับทำเป็นภาชนะบรรจุ เนื่องจากพับแล้วจะเป็นรอย แตกได้ง่าย ดังนั้นจึงได้ใช้วัสดุที่อ่อนตัวอื่นๆเคลือบ หรือประกบแผ่นเปลวอะลูมิเนียม แผ่นเปลวอะลูมิเนียมลักษณะนี้ได้นำไปใช้ในการยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ได้ อีกทั้งช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเด่นดูสวยงามขึ้นด้วยโดยคุณสมบัติของแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์มีดังนี้

1. ไม่มีกลิ่นรส และไม่เป็นพิษ จึงเหมาะสำหรับใช้เป็นภาชนะบรรจุอาหาร ยา และเครื่องสำอาง

2. ทึบแสง จึงสามารถป้องกันแสงสำหรับผลิตภัณฑ์ที่เสื่อมคุณภาพได้ง่ายเมื่อได้รับแสง

3. สะท้อนรังสีความร้อน เนื่องจากผิวหน้าทั้ง 2 ด้านต่างกันคือ มัน และด้าน จึงสามารถสะท้อนรังสีความร้อนได้ร้อยละ 95 ใช้เป็นฉนวนป้องกันความร้อนสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ต้องรักษาอุณหภูมิให้ต่ำ หรือสูงตามต้องการ เช่น อาหารแช่แข็งที่บรรจุในภาชนะอะลูมิเนียมฟอยล์จะเกิดการสะท้อนรังสีความร้อนทำให้การละลายช้าลง

4. เป็นตัวนำความร้อน คือแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ร้อน และเย็นได้อย่างรวดเร็ว ทำให้เหมาะกับการใช้เป็นภาชนะในการแช่แข็ง หรืออบด้วยความร้อน และยังทำให้การปิดผนึกด้วยความร้อนเป็นไปอย่างรวดเร็ว และมีคุณภาพ

5. มีเสถียรภาพในช่วงอุณหภูมิกว้าง ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ จึงสามารถนำไปให้ความร้อนมาแช่แข็ง และให้ความร้อนอีกครั้งหนึ่งได้โดยไม่เปลี่ยนภาชนะ

6. ไม่ดูดความชื้น และของเหลว ไม่หดตัว ย่น หรืออ่อนตัว

7. โค้งงอได้ สามารถพับ จีบ และขึ้นรูปได้ดีอยู่ตัวจึงนำมาใช้ได้กับผลิตภัณฑ์หลายประเภท เช่น ใช้เป็นฝาปิดขวดนม เครื่องดื่ม ใช้ห่อเนย ขนมปัง ช็อกโกแลต ลูกกวาดและบุหรี่

8. ป้องกันการซึมผ่านของไขมันได้ดี เหมาะกับการใช้ห่ออาหารที่มีน้ำมัน และเนย

โดยจากคุณสมบัติต่างๆ ของถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ดังกล่าว จึงทำให้นิยมนำมาใช้เป็นภาชนะบรรจุกันอย่าง แพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับผลิตภัณฑ์อาหาร ดังเห็นได้จากภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์จำพวกขนมขบเคี้ยว อาหารสำเร็จรูปต่างๆ ซึ่งเปลี่ยนจากการใช้ถุงพลาสติกธรรมดา เป็นถุงพลาสติกประกบกับแผ่นเปลวอะลูมิเนียม (วิทยา, 2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

อายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ คือ ช่วงเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ โดยเริ่มตั้งแต่เป็นผลิตภัณฑ์จนถึงสภาวะที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับในผลิตภัณฑ์นั้นๆ อายุการเก็บรักษามีความสำคัญอย่างยิ่งต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค ซึ่งค่าปริมาณน้ำอิสระเป็นปัจจัยที่สำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร จึงมีผลโดยตรงต่อการกำหนดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหารเนื่องจากค่าปริมาณน้ำอิสระเป็นปัจจัยที่ชี้ระดับปริมาณน้ำต่ำสุดในอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ เราสามารถใช้ค่าปริมาณน้ำอิสระในการประเมินว่าเชื้อจุลินทรีย์ชนิดใดเป็นหรือไม่เป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารเสียตลอดจนใช้ในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของอาหารที่เกิดขึ้นจากเชื้อจุลินทรีย์ได้ เพราะเชื้อจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ภายใต้ค่าค่าปริมาณน้ำอิสระที่จำกัด โดยจะทำให้อาหารที่มีค่าปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่าที่เชื้อจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ ตัวอย่างเช่น แบคทีเรียเกือบทุกชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ที่ค่าปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่า 0.9 และราส่วนใหญ่จะไม่เจริญเติบโตที่ค่าปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่า 0.7 (รุ่งนภา และไพศาล, 2545)

2.8 การออกแบบการทดลองแบบส่วนผสม (Mixture Design) (อิศรพงษ์, 2544)

เป็นการออกแบบการทดลองเพื่อหาสัดส่วนที่เหมาะสมของปัจจัยเชิงปริมาณตั้งแต่ 2 ปัจจัยขึ้นไป โดยยึดหลักว่าผลรวมปริมาณของปัจจัยทั้งหมดจะต้องเป็น 1.0 (หรือ 100%) เสมอ กล่าวคือ เมื่อปัจจัยหนึ่งมีปริมาณที่เพิ่มขึ้น ย่อมทำให้ปัจจัยอื่นๆ มีสัดส่วนลดลง ซึ่งแตกต่างจากการทดลองที่ไม่ใช่แบบผสม (Mixture) ที่ตัวแปรแต่ละตัวเป็นอิสระจากกัน การออกแบบการทดลองแบบส่วนผสมมีแบบแผนการออกแบบย่อยแบ่งได้เป็น 4 แบบ ดังนี้

2.8.1 การออกแบบแบบเชฟเฟ่ซิมเพล็กซ์แล็คทิส (Scheffe' Simplex-Lattice) พิกัด (Coordinate) เป็นส่วนประกอบต่างๆของการทดลองโดยแต่ละตัวแปรสามารถคำนวณระดับดังนี้

$$x_i = 0, \frac{1}{m}, \frac{2}{m}, \ldots, 1$$

โดยที่ $i = 1, 2, 3, \ldots, q$

m = เป็นสัดส่วนของแต่ละปัจจัยจาก 0–1(ร้อยละ 0–100)

q = จำนวนของส่วนผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

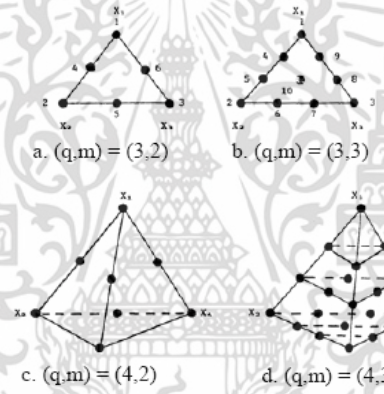
สำหรับในกรณีที่มีจำนวนส่วนผสม (q) เท่ากับ 3 หรือมี 3 ปัจจัยเป็นตัวอย่างที่นิยมใช้แสดงให้เห็นถึงการออกแบบดังกล่าว หาก m=3 พิกัดที่ได้เป็นส่วนประกอบของ X_1 , X_2 และ X_3 จะเป็น 0, 1/3 และ 2/3 ตามลำดับจำนวนของจุดในการทดลองทั้งหมดคำนวณจาก

$$M = (m+q-1)!/m!(q-1)!$$

$$= q(q+1)..(q+m-1) / (1)(2)\ldots(m)$$

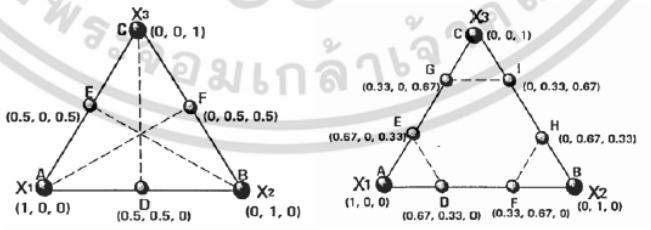
$$M = \frac{3x4x5}{1x2x3} = 10$$

ซึ่งตัวอย่างของสิ่งทดลองที่มีจำนวน q และ m ต่าง ๆ ดังภาพที่ 2.8 และ 2.9



ภาพที่ 2.8 สิ่งทดลองสำหรับแผนการทดลองแบบเซฟเฟ่ซิมเพล็กซ์แล็คทิส

ที่มา: อิศรพงษ์ (2544)



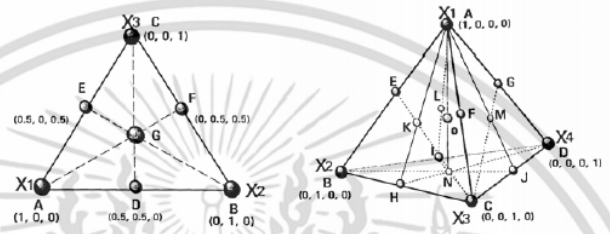
ภาพที่ 2.9 สิ่งทดลองสำหรับแผนการทดลองแบบเซฟเฟ่ซิมเพล็กซ์แล็คทิสที่มี 3 ตัวแปร แต่ละตัวแปรมี 2 ระดับ และ 3 ระดับ (ไม่รวม 0)

ที่มา: อิศรพงษ์ (2544)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2 การออกแบบแบบเชฟเฟ่ซิมเพล็กซ์เซนทรอยด์ (Scheffe' Simplex-Centroid)

เป็นการออกแบบการทดลองที่มีสิ่งทดลองเท่ากับ $2^q - 1$ แต่ละปัจจัยมีสัดส่วนที่เท่ากันทุกปัจจัยสิ่งทดลองประกอบด้วยจุดที่เป็นส่วนผสมเดี่ยว (Pure Component) ต่าง ๆ หมายถึงสิ่งทดลองที่มีปัจจัยนั้นร้อยละ 100 หรือเท่ากับ 1.0 และ 0.5, 0.5, 0, …, 0 เป็นส่วนผสมคู่ (Binary mixtures)และ 1/3, 1/3, 1/3, 0, …,0 สำหรับส่วนผสม 3 ชนิด และ 1/q,1/q, 0, …,0 สำหรับส่วนผสมแบบคิวนารี่ (q-nary mixtures; centroid) และจุดกึ่งกลาง (1/q, 1/q, …, 1/q) ตัวอย่างของสิ่งทดลองต่าง ๆสำหรับ 3 และ 4 ปัจจัย ดังแสดงดังภาพที่ 2.10

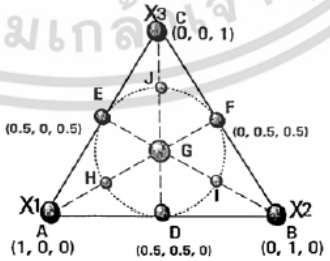


ภาพที่ 2.10 สิ่งทดลองสำหรับแผนการทดลองแบบเชฟเฟ่ซิมเพล็กซ์เซนทรอยด์ (Scheffe' Simplex-Centroid)

ที่มา: อิศรพงษ์ (2544)

2.8.3 การออกแบบ แบบซิมเพล็กซ์แอคเซียล (Simplex-Axial)

เป็นการออกแบบการทดลองโดยเน้นจุดที่เป็นส่วนประกอบต่าง ๆ ของทุกปัจจัย สังเกตจากจุดเอช (H) ไอ (I) และเจ (J) โดยจุดทั้ง 3 ดังกล่าว มาจากจุดกึ่งกลางของแต่ละส่วนย่อย จากภาพที่ 2.11 หากพิจารณาจุดเอ (A) ดี (D) และอี (E) จะมีลักษณะเป็นสามเหลี่ยมย่อย โดยมีจุดเอช (H) เป็นจุดกึ่งกลางสามเหลี่ยมดังกล่าว ซึ่งเป็นเช่นเดียวกับจุดไอ (I) และเจ (J)



ภาพที่ 2.11 สิ่งทดลองสำหรับแผนการทดลองแบบซิมเพล็กซ์แอคเซียล (Simplex-Axial)

ที่มา: อิศรพงษ์ (2544)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.4 การออกแบบ แบบเอ็กซ์ทรีมเวอร์ทิส (Extreme Vertices)

เป็นการออกแบบการทดลองแบบที่มีข้อจำกัดสัดส่วน (Design with constraints on proportion) หรือแบบที่มีข้อจำกัด (Constrained Mixture Design) กล่าวคือ แผนการทดลองนี้ระดับในแต่ละปัจจัยไม่จำเป็นต้องเป็นร้อยละ 0-100 โดยอาจเป็นร้อยละ 30-40 (0.30-0.40) หรือร้อยละ 15-25 (0.15-0.25) เป็นต้น สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ เนื่องจากความจำเป็นโดยพื้นฐานในการทดสอบบางอย่าง

นอกจากนี้แม้ว่าการวางแผนจำเป็ นต้องให้ปัจจัยที่ทำการศึกษาในแต่ละสิ่งทดลองรวมกันเป็นร้อยละ 100 แต่ไม่จำเป็นที่ต้องนำทุกปัจจัยมาศึกษาพร้อมกัน ในส่วนผสมของแต่ละสิ่งทดลองอาจมีปัจจัยจำนวนมาก แต่สนใจศึกษาเพียง 3 ปัจจัย สามารถใช้แผนการทดลองแบบผสมได้ เช่น มีส่วนในผลิตภัณฑ์จำนวน 10 ปัจจัย คือเอถึงเจ (A – J) แต่สนใจ เฉพาะปัจจัยบี(B) ซี (C) และดี (D) ซึ่งทั้ง 3 ปัจจัยดังกล่าว มีสัดส่วนคิดเป็นร้อยละ 18 ของส่วนผสมทั้งหมดสามารถนำปัจจัย B C และ D มากำหนดเป็นสิ่งทดลองต่าง ๆ ซึ่งมีส่วนผสมที่ต่าง ๆ กัน และในส่วนผสมแต่ละสิ่งทดลองที่ได้ให้คิดเป็นร้อยละ 18 ส่วนอีกร้อยละ 82 ที่เหลือกำหนดให้ใช้ในปริมาณคงที่หรือเป็นปัจจัยคงที่ (Fixed variables) ในทุกสิ่งทดลอง

2.8.5 การหาค่าจุดหรือพื้นที่ที่เหมาะสม (optimization) โดยใช้ Desirability function

Desirability ฟังค์ชันค้นคิดโดย Harrington (1965) ต่อมา Derringer และ Suich (1980) ได้นำมาทำการพัฒนาการใช้งานเพิ่มขึ้น (Lazic, 2004) โดยค่า Desirability ซึ่งเป็นค่าความพึงพอใจของผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีหน่วย สามารถคานวนแยกเป็นส่วนๆ หรือทีละค่าตอบสนอง (response) โดยสามารถแทนได้ด้วย *di* โดยค่า Desirability ของแต่ละค่าตอบสนองจะมีค่าได้ตั้งแต่ 0 ถึง 1 และสามารถคำนวณร่วมกันของแต่ละค่าตอบสนอง จะได้ฟังก์ชั่นใหม่เป็นค่า *D* ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 เช่นกัน ค่า Desirability function สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$D = \left[\prod_{i=1}^{n} d_i^{pi} \right]^{1/n}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยค่ามาตรฐานของ Desirability ที่สัมพันธ์ระดับความพึงพอใจ และคุณภาพของผลิตภัณฑ์แสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 มาตรฐานของค่า Desirability ที่สัมพันธ์กับระดับความพึงพอใจและคุณภาพของผลิตภัณฑ์

Standard estimates	Desires	Quality of product
1.00	Excellent	The ultimate in satisfaction or quality and improvement beyond this point have no appreciable value
1.00-0.80	Very good	Acceptable and excellent. Represent unusual quality, or Performance, well beyond anything commercially available
0.80-0.63	Good	Acceptable and good, represent an improvement over the best commercially quality, the latter having the value of 0.63
0.63-0.37	Satisfactory	Acceptable but poor quality is acceptable to the specification limits, but improvement is desired
0.37-0.20	Bad	Unacceptable. Materials of this quality would lead of failure of the project.
0.20-0.00	Very bad	Completely unacceptable

ที่มา: Lazic (2004)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากงานวิจัยเกี่ยวกับการทำแห้งแบบพ่นฝอยในอุตสาหกรรมอาหาร พบว่าโดยทั่วไปแล้วนิยมใช้สารช่วยทำแห้งได้แก่ มอลโตเดรกติน (Maltodextrin) สตาร์ชดัดแปร (Modified starch) และกัมอะราบิก (Gum arabic) เป็นสารช่วยแห้ง เนื่องจากสารดังกล่าวมีประสิทธิภาพในการผลิต อีกทั้งยังสามารถช่วยเพิ่มความคงตัวของตัวอย่างผงที่ผลิตได้ โดยปริมาณที่ใช้ส่วนมากไม่เกินร้อยละ 50 และใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าอยู่ในช่วง 130-200 องศาเซลเซียส เป็นสภาวะที่สามารถทำให้ตัวอย่างผงที่ได้มีปริมาณความชื้นต่ำ ไม่เหนียวเยิ้ม ไม่จับตัวเป็นก้อน และยังคงตัวในรูปผงแห้งได้

ปิยาภรณ์ (2557) ศึกษาอุณหภูมิ ชนิด และปริมาณของสารช่วยทำแห้งในการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนดผงโดยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยศึกษาอุณหภูมิในการทำแห้ง 3 ระดับ คือ 130, 150 และ 170 องศาเซลเซียส ปริมาณของมอลโตเดรกตินร้อยละ 10, 15 และ 20 พบว่าที่อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 150 องศาเซลเซียส ผสมมอลโตเดรกติน ปริมาณร้อยละ 20 เป็นสภาวะที่ดีที่สุด จากนั้นนำไปศึกษาชนิด และปริมาณของสารห่อหุ้มที่เหมาะสม โดยศึกษาชนิดของสารช่วยทำแห้งคือ มอลโตเดรกติน และกัมอะราบิก และปริมาณของสารช่วยทำแห้งร้อยละ 0.25, 0.50 และ 0.75 ต่อปริมาณน้ำหนักของมอลโตเดรกติน พบว่ามอลโตเดรกติน ปริมาณร้อยละ 0.50 เป็นสภาวะที่ดีที่สุด และมีอัตราส่วนที่ผู้บริโภคชอบมากที่สุด

กลอยใจ (2556) ศึกษาการผลิตสีผงสำหรับผสมอาหารจากวัสดุธรรมชาติด้วยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอย ซึ่งผลิตน้ำสกัดจากใบเตย โดยใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า และออก 150 และ 90 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ใช้สารช่วยทำแห้งคือ มอลโตเดรกติน กัมอะราบิก และผงกากแครอท ที่ความเข้มข้น ร้อยละ 5, 20 และ 20 ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า น้ำคั้นใบเตยผสมมอลโตเดรกตินและผสมกัมอะราบิก สามารถช่วยให้ผลผลิตที่ได้มีสีเขียวที่ดี

อลิษา (2556) ศึกษาผลของชนิดและความเข้มข้นของสารช่วยทำแห้งโดยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอยต่อสมบัติทางกายภาพของผงมะเม่า โดยใช้สารช่วยทำแห้ง 3 ชนิด คือ มอลโตเดรกติน กัมอะราบิก และสารผสมมอลโตเดรกติน และกัมอะราบิก จากการศึกษาพบว่า ปริมาณความชื้นและการดูดชื้นในผงมะเม่ามีค่าลดลง เมื่อความเข้มข้นของสารช่วยทำแห้งเพิ่มขึ้นซึ่งสภาวะที่ดีที่สุดในการทำแห้งแบบพ่นฝอยคือ ใช้มอลโตเดรกติน ความเข้มข้นร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก ซึ่งส่ งผลให้ผงมะเม่ามีปริมาณความชื้น การดูดความชื้นต่ำที่สุด และการละลายสูงที่สุด โดยมีความคงตัวสูงอีกทั้งมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น

ดวงพร (2554) ศึกษาการผลิตเครื่องดื่มลำไยผงโดยวิธีอบแห้งแบบพ่นฝอย โดยศึกษาหาอัตราส่วนของสารช่วยทำแห้ง และอุณหภูมิการทำแห้ง โดยใช้สารช่วยทำแห้ง 3 ชนิด คือ มอลโตเดรกติน สตาร์ชดัดแปร และกัมอะราบิก จากนั้นนำไปทำแห้งแบบพ่นฝอย ที่อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 175 องศาเซลเซียส พบว่าสูตรที่เหมาะสมคือ มอลโตเดรกติน สตาร์ชดัดแปร และกัมอะราบิก ในสัดส่วนร้อยละ 85:10:5 ตามลำดับ เนื่องจากมีค่าการละลายสูง และมีค่าความชอบรวมของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูง ส่วนการศึกษาอุณหภูมิการอบแห้งเหมาะสม โดยศึกษาที่อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 3 ระดับ คือ 165, 175 และ 185 องศาเซลเซียส พบว่าอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่เหมาะสมคือ 185 องศาเซลเซียส ทำให้ได้เครื่องดื่มลำไยผงที่ดี

วีระพงศ์ (2554) ศึกษาการใช้แป้งดัดแปรเก็บกลิ่นควันเทียนเหลวด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย โดยพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการผลิต คือมอลโตเดรกตินร้อยละ 35 และอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 160 องศาเซลเซียส สามารถลดการสูญเสียสารให้กลิ่นได้ดีเมื่อเปรียบเทียบกับสภาวะอื่น โดยสามารถรักษากลิ่นที่สำคัญได้มากกว่า และการใช้มอลโตเดรกตินที่ความเข้มข้นร้อยละ 30 จะมีปริมาณสารระเหยคงเหลืออยู่มากที่สุด

วาทิตย์ และศิริพงษ์ (2554) ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตชาเจียวกู่หลานผงด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย โดยพบว่าสภาวะการเพิ่มอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าส่งผลต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของชาเจียวกู่หลานผง และการเพิ่มขึ้นของปริมาณมอลโตเดรกตินไม่ส่งผลต่อปริมาณฟีนอลิก และความสามารถในการต้านออกซิเดชัน โดยสภาวะที่มีคะแนนความชอบเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสสูงสุดในเกือบทุกลักษณะคือ สภาวะอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 150 องศาเซลเซียส และปริมาณมอลโตเดรกตินร้อยละ 40

พรรณจิรา และคณะ (2545) ศึกษากระบวนการผลิตน้ำ ผักผลไม้รวมผง ได้แก่น้ำ ส้ม น้ำแครอท และน้ำมะนาว โดยนำมาอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย ที่อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 100, 110 และ 120 องศาเซลเซียส และปริมาณมอลโตเดรกตินร้อยละ 13, 16 และ 19 โดยน้ำหนัก พบว่า ที่อุณหภูมิขาเข้า 110 องศาเซลเซียส และปริมาณมอลโตเดรกตินร้อยละ 16 โดยน้ำหนัก จะให้ผลิตภัณฑ์ผงมีคุณสมบัติทางกายภาพ เคมีและประสาทสัมผัสดีที่สุด

สุนทรี (2545) ศึกษาการผลิตน้ำใบเตยผงโดยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอย โดยใช้มอลโตเดรกตินที่เติมในน้ำใบเตยที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 5 และ 10 โดยน้ำหนัก และอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 130, 150 และ 170 องศาเซลเซียส ซึ่งผลการทดลองพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งแบบพ่นฝอยคือ การเติมมอลโตเดรกตินร้อยละ 10 และใช้อุณหภูมิลมร้อนเข้า 150 องศาเซลเซียส ซึ่งส่งผลให้น้ำใบเตยผงที่ได้มีค่า a_w ต่ำ และยังคงกลิ่นรสของใบเตยที่ดี

Medina-Torres และคณะ (2016) ศึกษาการทำแห้งใบกระวานผงโดยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอยโดยศึกษาที่อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 3 ระดับ คือ 140, 160 และ 180 องศาเซลเซียส และอัตราการป้อน 2 ระดับ คือ 8 และ 10 มิลลิลิตร/นาที พบว่าที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส และอัตราการป้อน 8 มิลลิลิตร / นาที ส่งผลให้ได้ปริมาณผลผลิตที่สูง แต่ที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส และอัตราการป้อน 8 มิลลิลิตร / นาที ส่งผลต่อความคงตัว ขนาดอนุภาค และลักษณะทางกายภาพที่ดี

Cervantes-Martínez และคณะ (2014) ศึกษาการผลิตว่านหางจระเข้ผงโดยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอย โดยศึกษาที่อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ 150, 160 และ 170 องศาเซลเซียส ควบคุมอัตรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การไหลที่ระดับ 1.5, 1.6 และ1.7 ลิตร/ชั่วโมง พบว่าที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส และอัตราการการไหลที่ระดับ 1.5 เป็นสภาวะที่ดีที่สุด

Sabhadinde (2014) ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีของน้ำส้มโดยการอบแห้งแบบพ่นฝอย และอายุการเก็บรักษา โดยศึกษาสัดส่วนของ (น้ำส้มคั้น: มอลโตเดรกติน) 90:10, 87.5: 12.5, 85:15, 82.5: 17.5 และ 80:20 โดยใช้อุณหภูมิขาเข้าที่ 200 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิขาออกที่ 120 องศาเซลเซียส ผลการทดลองพบว่า เมื่อมอลโตเดรกตินเพิ่มขึ้นค่าความชื้นมีค่าลดลง ซึ่งสรุปได้ว่าคุณสมบัติทากายภาพและเคมี ของน้ำส้มผงที่ผลิตโดยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอยจะขึ้นอยู่กับปัจจัยดังนี้ ลักษณะของอาหารเหลว (ความหนืด, ขนาดของอนุภาค และอัตราการไหล), ชนิดของสารช่วยทำแห้ง, อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า และความดันปั๊ม

Nadeem (2013) ศึกษาผลของอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า และความเข้มข้นของมอลโตเดรกตินในการผลิตหญ้าหวานผงด้วยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอย โดยศึกษาที่อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 3 ระดับ คือ 145, 155 และ 165 องศาเซลเซียส โดยใช้สารช่วยทำแห้ง 3 ชนิด คือ เบต้า-ไซโคลเด็กซ์ทริน, กัมอะราบิก และมอลโตเดรกตินความเข้มข้น 3 กรัม / 100 กรัม อัตราการป้อน 240-640 มิลลิลิตร / ชั่วโมง พบว่าที่ อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 145 และ 155 องศาเซลเซียส และเบต้า-ไซโคลเด็กซ์ทริน ความเข้มข้น 3 กรัม / 100 ช่วยให้สามารถในการละลายน้ำได้ดี และมีปัจจัยคุณภาพของสี สารต้านอนุมูลอิสระ และฟีนอลิครวมที่ดี

Gallegos-Infante และคณะ (2013) ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระจากใบโอ๊คด้วยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอย ที่อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าระดับ 130 องศาเซลเซียส และชนิดของสารช่วยทำแห้งคือ แคปป้าคาราจีแนน มอลโตเดรกติน และแคปป้าคาราจีแนนผสมกับมอลโตเดรกติน ควบคุมอัตราการการไหลที่ระดับ 1.6 และ1.7 ลิตรต่อชั่วโมง พบว่าเมื่อใช้มอลโตเดรกติน เพียงอย่างเดียวช่วยให้ได้ปริมาณผลผลิตที่สูง และช่วยรักษาสารต้านอนุมูลอิสระ และฟีนอลิครวมได้ดี

Siew และคณะ (2007) ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของแตงโมผงโดยการทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยศึกษาที่อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ 145, 155, 165 และ175 องศาเซลเซียส พบว่าที่อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ 155 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่สุดโดยปัจจัยคุณภาพทางด้านความชื้นและค่า a_w อยู่ในเกณฑ์ดี ยังคงคุณภาพของไลโคปีน และเบต้าคาโรทีนได้ดี ซึ่งเมื่อใช้ปริมาณมอลโตเดรกติน ในการทำแห้ง ทำให้มีปริมาณของแข็งเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ปริมาณความชื้น และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ลดลง อย่างไรก็ตามถ้ามีการใช้มอลโตเดรกตินมากกว่าร้อยละ 10 จะทำให้ผลิตภัณฑ์สูญเสียคุณภาพด้านกายภาพ เช่น มีสีอ่อนลง และคุณค่าทางอาหารลดน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

ใบย่านาง ซื้อจากตลาดสดหัวตะเข้ แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่เกิน 1 สัปดาห์

3.1.2 สารช่วยทำแห้ง (Drying aids)

มอลโตเดรกติน	(Maltodextrin)	พาวเวอร์เทค	ไทย
สตาร์ชดัดแปร	(Modified starch)	Siam modified starch	ไทย
กัมอะราบิก	(Gum arabic)	บริษัทรวมเคมี 1986 จำกัด	ไทย

3.2 เครื่องมือ และอุปกรณ์

เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย (spray dryer)	SDE-5 EURO	ไทย
เครื่องวัดค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ (a_w)	AQUALAB series 4 TE	สหรัฐอเมริกา
เครื่องวัดค่าสี Minolta	CR-400	ญี่ปุ่น
เครื่องวัดความหนืด	Brookfield, DV- III	เยอรมัน
เครื่องCentrifuge	Hettich Universal 16	เยอรมัน
เครื่องปั่นอาหารและเครื่องดื่ม	BUO-127799T	ไต้หวัน
เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง DENVER	SI-234	เยอรมัน
เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง	Pine Brook ARC120	สหราชอาณาจักร
Hot Plate Stirrer	Cimarec 2	สหรัฐอเมริกา
เครื่องวัดการดูดกลืนแสง	MAPADA, V-1200	จีน
เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)	Mettler Toledo, FEP-20/FG20	สวิตเซอร์แลนด์
Vortex mixter	Gemmy, VM-300	จีน

นาฬิกาจับเวลา

เครื่องแก้วสำหรับงานวิเคราะห์

เครื่องครัว ได้แก่ หม้อ กระทะ กระชอน ผ้าขาวบาง ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วิธีดำเนินงานวิจัย

3.3.1 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีเบื้องต้นของการเตรียมน้ำสกัดใบย่านาง

เตรียมวัตถุดิบโดยการคัดเลือกใบย่านาง ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่เกิน 1 สัปดาห์ เมื่อต้องการผลิตน้ำใบย่านางจึงนำมาล้างทำความสะอาด และผึ่งสะเด็ดน้ำ จากนั้นนำมาสกัดน้ำใบย่านางใน 3 สัดส่วน ได้แก่ใบย่านางต่อน้ำสะอาด 1:10, 1:20 และ1:30 โดยปั่นใบย่านางด้วยเครื่องปั่นอาหารและเครื่องดื่มยี่ห้อ BUONO รุ่น BUO-127799T ประเทศไต้หวัน ด้วยความเร็วสูงสุด นาน 1 นาที กรองน้ำแยกกากออกด้วยผ้าขาวบาง 2 ชั้น ตามลำดับ จากนั้นนำน้ำสกัดใบย่านางที่ได้ มาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำสกัดใบย่านางดังนี้

3.3.1.1 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำสกัดใบย่านาง

3.3.1.1.1 วัดค่าสี ด้วยระบบ Hunter color system ด้วยเครื่อง Minolta, CR-400 $L^* a^* b^*$ (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ก-1)

3.3.1.1.2 วัดความหนืด ด้วยเครื่อง Brookfield viscometer รุ่น LVDV – III Ultra (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ก-2)

3.3.1.1.3 ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solid content) โดยวิธีของ AOAC (2000) (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ข-1)

3.3.1.1.4 วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ข-4)

3.3.1.1.5 ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (total polyphynol contents) โดยวิธีของSingleton และ Lamuela (1999) (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ข-6)

3.3.1.1.6 ปริมาณความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH (2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity) โดยวิธีของ Brand-Williams และคณะ (1995) (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ข-7)

3.3.1.1.7 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (Total Chlorophyll) โดยวิธีของ Ramesh และ Devasenapathy (2006) (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ข-5)

วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Complete Randomized Design, CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ศึกษาอุณหภูมิการอบแห้งที่เหมาะสมสำหรับการผลิตน้ำใบย่านางผงโดยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอย

ศึกษาการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย โดยมีปัจจัยศึกษาคือ อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 140, 160 และ 180 องศาเซลเซียส ที่ระดับความเข้มข้นที่เท่ากันของมอลโตเดรกติน 30 กรัม/100 กรัม โดยมีขั้นตอนดังนี้ นำน้ำใบย่านางที่สกัดได้จากข้อ 3.3.1 และความเข้มข้นที่เท่ากันของมอลโตเดรกติน 30 กรัม/100 กรัม ปั่นผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นอาหารและเครื่องดื่มยี่ห้อ BUONO รุ่น BUO-127799T ประเทศไต้หวัน ด้วยความเร็วสูงสุด นาน 1 นาที มาอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยมีกำลังการผลิต 1.2 ลิตร/ชั่วโมง กำหนดอัตราการไหล (flow rate) 20 มิลลิลิตร/นาที (ปุ่มหมุนที่ระดับ 6), และกำหนดควบคุมอุณหภูมิขาออกที่ 95±5 องศาเซลเซียส จากกนั้นวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำใบย่านางผง และน้ำใบย่านางผงคืนรูปดังนี้

3.3.2.1 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำใบย่านางผง

3.3.2.1.1 ปริมาณผลผลิต (ร้อยละ) = $\frac{\text{น้ำหนักของแข็งสุดท้าย}}{\text{น้ำหนักของแข็งเริ่มต้น}} \times 100$

3.3.2.1.2 ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ (a_w) ด้วยเครื่องวัด a_w (AQUALAB series 4TE) (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ข-3)

3.3.2.1.3 ปริมาณความชื้น โดยวิธีของ AOAC (2000) (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวกข-2)

3.3.2.2 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำใบย่านางผงคืนรูป

3.3.2.2.1 วัดค่าสี ด้วยระบบ Hunter color system ด้วยเครื่อง Minolta, CR-400 $L^* a^* b^*$ (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ก-1)

3.3.2.2.2 ความสามารถในการละลาย โดยวิธีของ Nadeem และคณะ (2011) (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ก-3)

3.3.2.2.3 วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ข-4)

3.3.2.2.4 วัดความหนืด ด้วยเครื่อง Brookfield viscometer รุ่น LVDV – III Ultra (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ก-2)

3.3.2.2.5 ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (Total polyphynol contents) โดยวิธีของ Singleton และ Lamuela (1999) (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ข-6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.2.6 ปริมาณความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH (2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity) โดยวิธีของ Brand-Williams และคณะ (1995) (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ข-7)

3.3.2.2.7 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (Total Chlorophyll) โดยวิธีของ Ramesh และ Devasenapathy (2006) (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ข-5)

วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Complete Randomized Design, CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 ศึกษาชนิด และการทำนายสัดส่วนของสารช่วยทำแห้งที่เหมาะสมของน้ำใบย่านางผง

ศึกษาสารช่วยทำแห้ง 3 ชนิด ได้แก่ มอลโตเดรกติน สตาร์ชดัดแปร และกัมอะราบิก โดยปั่นผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นอาหารและเครื่องดื่มยี่ห้อ BUONO รุ่น BUO-127799T ประเทศไต้หวัน ด้วยความเร็วสูงสุด นาน 1 นาที มาผสมกันเป็นสูตรการทดลอง เพื่อช่วยในการอบแห้งน้ำใบย่านางผง โดยใช้การออกแบบการทดลองแบบส่วนผสม Mixture Design แบบ Simplex Lattice Design ได้สิ่งทดลองแสดงดังตารางที่ 3.1 หลังจากนั้นนำส่วนผสมที่ได้ทั้งหมดไปอบแห้งแบบพ่นฝอย โดยใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ได้จากการคัดเลือกในหัวข้อที่ 3.3.2 เก็บตัวอย่างที่ได้บรรจุในซองอะลูมิเนียมฟอยล์ เก็บในสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส)

ตารางที่ 3.1 แผนการทดลองแบบ Mixture Design แบบ Simplex Lattice Design

สิ่งทดลองที่	มอลโตเดรกติน (กรัม)	สตาร์ชดัดแปร (กรัม)	กัมอะราบิก (กรัม)
1	-	-	30
2	30	-	-
3	20	5	5
4	-	-	30
5	15	15	-
6	5	5	20
7	-	15	15
8	15	-	15
9	10	10	10
10	15	15	-
11	30	-	-
12	5	20	5
13	-	30	-
14	-	30	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกนั้นนำน้ำใบย่านางผงที่ได้ มาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำใบย่านางผง และน้ำใบย่านางผงคืนรูป ดังนี้

3.3.3.1 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำใบย่านางผง

3.3.3.1.1 ปริมาณผลผลิต

$$\text{ปริมาณผลผลิต (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักของแข็งสุดท้าย}}{\text{น้ำหนักของแข็งเริ่มต้น}} \times 100$$

3.3.3.1.2 วัดค่าสี ด้วยระบบ Hunter color system ด้วยเครื่อง Minolta, CR-400 $L^* a^* b^*$ (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ก-1)

3.3.3.1.3 ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ ด้วยเครื่องวัด a_w (AQUALAB series 4TE) (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ข-3)

3.3.3.1.4 ปริมาณความชื้น โดยวิธีของ AOAC (2000) (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ข-2)

3.3.3.2 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำใบย่านางผงคืนรูป

3.3.3.2.1 วัดความหนืด ด้วยเครื่อง Brookfield viscometer รุ่น LVDV – III Ultra (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ก-2)

3.3.3.2.2 ความสามารถในการละลาย โดยวิธีของ Nadeem และคณะ (2011) (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ก-3)

วิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโปรแกรม Design-Expert 11.0 Version (Stat-Ease, Inc., Minneapolis, USA) ในการวางแผนการทดลองแบบส่วนผสม Mixture Design แบบ Simplex Lattice Design ซึ่งสามารถสร้างสมการพหุนามกำลังสอง (quadratic equation) เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการผลิตน้ำใบย่านางผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 ศึกษาความแตกต่างทางด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์แกงเปรอะเมื่อใช้น้ำใบย่านางผง

3.3.4.1 เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของน้ำคั้นสดใบย่านาง และน้ำใบย่านางผงคืนรูป

เตรียมน้ำคั้นสดใบย่านางในสัดส่วน 1:20 ตามขั้นตอนในข้อ 3.3.1 และเตรียมสารน้ำใบย่านางผงคืนรูป โดยนำน้ำใบย่านางผงที่ได้จากการทำนายชนิด และสัดส่วนของสารช่วยทำแห้งที่เหมาะสม ที่ได้จากการคัดเลือกในข้อ 3.3.3 ในสัดส่วน1:10 ละลายในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 65-70 องศาเซลเซียส จะได้น้ำใบย่านางผงคืนรูป จากนั้นนำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของน้ำใบย่านางผงคืนรูป ดังนี้

3.3.4.1.1 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของน้ำใบย่านางผงคืนรูป

3.3.4.1.1.1 วัดค่าสี ด้วยระบบ Hunter color system ด้วยเครื่อง Minolta, CR-400 L^* a^* b^* (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ก-1)

3.3.4.1.1.2 วัดความหนืด ด้วยเครื่อง Brookfield viscometer รุ่น LVDV –III Ultra (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ก-2)

3.3.4.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของแกงเปรอะเมื่อใช้น้ำใบย่านางผง

เตรียมน้ำใบย่านางผงที่ได้จากการทำนายชนิด และสัดส่วนของสารช่วยทำแห้งที่เหมาะสม ที่ได้จากการคัดเลือกในข้อ 3.3.3 มาใช้ในการประกอบอาหารในเมนูอาหาร “แกงเปรอะ” สูตรแสดงดังตารางที่ 3.2 ด้วยวิธีการเปรียบเทียบความแตกต่างของลักษณะกับตัวอย่างควบคุม (difference from control) โดยเตรียมน้ำคั้นสดใบย่านาง กับน้ำใบย่านางผงคืนรูป ซึ่งจะได้แกงเปรอะจากน้ำคั้นสดใบย่านาง และแกงเปรอะจากน้ำใบย่านางผงคืนรูป โดยนำแกงเปรอะที่เตรียมได้ไปทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิเคราะห์ปัจจัยคุณภาพด้านสี กลิ่นรส และ ความหนืด โดยทดสอบกับผู้ที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 40 คน ได้แก่ นักศึกษา บุคลากร เจ้าหน้าที่ภายในคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยเสิร์ฟ แกงเปรอะโดยใช้หน่อไม้ และผักอื่นๆเป็นส่วนประกอบควบคุมปริมาณสัดส่วนที่เท่ากันต่อการเสิร์ฟ 1 ผู้ทดสอบ (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ฉ)

วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Complete Randomized Design, CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์(Randomized Complete Block Design, RCBD) เปรียบเทียบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธีDuncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 3.2 ส่วนประกอบของแกงเปรอะ

วัตถุดิบ	น้ำหนัก (กรัม)	ปริมาณ (ร้อยละ)
หน่อไม้สดสับหยาบ	200	9.97
ตะไคร้หั่นท่อน	30	1.49
หอมแดง	30	1.49
พริกสดสีแดง	4	0.20
ข้าวเบือ	18	0.90
ใบแมงลัก	60	2.99
ชะอมเด็ด	60	2.99
เห็ดหูหนูดำหั่นชิ้น	50	2.49
ฟักทองหั่นชิ้น	150	7.47
เห็ดฟางผ่าครึ่งดอก	30	1.49
เห็ดนางฟ้า	30	1.49
บวบหอมหั่นชิ้น	70	3.49
น้ำคั้นใบย่านาง	1200	59.79
น้ำปลา	18	0.90
น้ำปลาร้าต้มสุก	57	2.84

หมายเหตุ: ดัดแปลงจาก แม่บ้าน (2561) และสุชาดา (2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำใบย่านางผงในระหว่างการเก็บรักษา

ติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำใบย่านางผงในระหว่างการเก็บรักษาโดยบรรจุน้ำใบย่านางผงปริมาณ 100 กรัม ในซองบรรจุภัณฑ์อะลูมิเนียมฟอยล์ ภายใต้สภาวะสุญญากาศแบบปิดผนึก เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) ติดตามการเปลี่ยนแปลงทุก 2 สัปดาห์ นาน 3 เดือน โดยวิเคราะห์ผลของสภาวะการเก็บรักษาที่มีผลต่อคุณภาพของน้ำใบย่านางผงโดยทำการสุ่มตัวอย่างน้ำใบย่านางผงที่เก็บรักษาในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ ภายใต้สภาวะสุญญากาศแบบปิดผนึก ทำการสุ่มตัวอย่างทุกๆ 2 สัปดาห์ มาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำใบย่านางผง และน้ำใบย่านางผงคืนรูปดังนี้

3.3.5.1 วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำใบย่านางผง

3.3.5.1.1 วัดค่าสี ด้วยระบบ Hunter color system ด้วยเครื่อง Minolta, CR-400 L^* a^* b^* (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ก-1)

3.3.5.1.2 ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ ด้วยเครื่องวัด a_w (AQUALAB series 4TE) (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ข-3)

3.3.5.1.3 ปริมาณความชื้น โดยวิธีของ AOAC (2000) (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ข-2)

3.3.5.2 วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำใบย่านางผงคืนรูป

3.3.5.2.1 ความสามารถในการละลาย โดยวิธีของ Nadeem และคณะ (2011) (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ก-3)

วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Complete Randomized Design, CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีเบื้องต้นของน้ำสกัดใบย่านาง

ผลของการศึกษาน้ำสกัดใบย่านางใน 3 สัดส่วน ได้แก่ใบย่านางต่อน้ำ 1:10, 1:20 และ 1:30 มาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีเบื้องต้นของน้ำสกัดใบย่านาง มาวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมด, ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม ความหนืด และค่าสี L^*, a^* และ b^* แสดงดังตารางที่ 4.1

จากตารางที่ 4.1 พบว่าเมื่อใช้สัดส่วนการสกัดที่ต่างกันมีผลทำให้ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม, ความหนืด และค่าสี L^*, a^* และ b^* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำสกัดใบย่านางเมื่อใช้สัดส่วนน้ำต่างกัน แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยพบว่า

ปริมาณของแข็งทั้งหมดของน้ำสกัดใบย่านางที่สัดส่วน 1:10 มีปริมาณสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 1.30 เมื่อเพิ่มสัดส่วนของน้ำมากขึ้น รองลงมาคือที่สัดส่วน 1:20 และ1:30 ตามลำดับ

ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดของน้ำสกัดใบย่านางที่สัดส่วน 1:10 มีปริมาณสูงที่สุดเท่ากับ 753.44 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อ 1 กรัมของตัวอย่าง รองลงมาคือที่สัดส่วน 1:20 และ1:30 ตามลำดับ โดยเมื่อเพิ่มสัดส่วนของน้ำมากขึ้น ทำให้ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดลดน้อยลง

ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระของน้ำสกัดใบย่านางที่สัดส่วน 1:10 อยู่ในช่วง 34.22-45.78 ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแอสคอร์บิคต่อ 1 กรัมของตัวอย่าง เมื่อเพิ่มสัดส่วนของน้ำมากขึ้นส่งผลทำให้ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระลงน้อยลง

ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของน้ำสกัดใบย่านางที่สัดส่วน 1:10 ไม่แตกต่างจากสัดส่วน 1:20 แต่แตกต่างจากสัดส่วน 1:30 เมื่อเพิ่มสัดส่วนของน้ำมากขึ้นทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมลดน้อยลง

ความหนืดของน้ำสกัดใบย่านางที่สัดส่วน 1:10 มีความหนืดสูงที่สุดเท่ากับ 7.29 cP รองลงมาคือที่สัดส่วน 1:20 และ1:30 ตามลำดับ เมื่อเพิ่มสัดส่วนของน้ำมากขึ้นทำให้ความหนืดลดน้อยลง เนื่องจากปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ลดลง

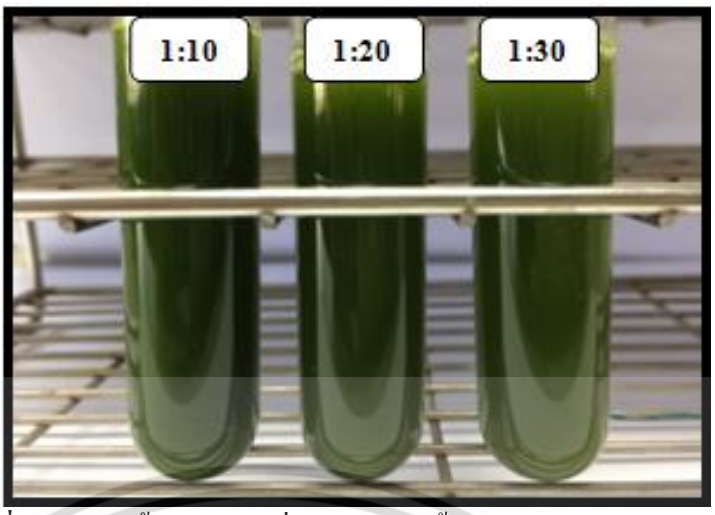
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำสกัดใบย่านางสัดส่วนที่แตกต่างกัน

คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี		สัดส่วนใบย่านางต่อน้ำ (กรัมต่อกรัม)		
		1:10	**1:20**	**1:30**
ปริมาณของแข็งทั้งหมด (ร้อยละ)		1.30±0.00 [a]	0.69±0.00 [b]	0.46±0.02 [c]
ค่าความเป็นกรด-ด่าง [ns]		5.23±0.00	5.26±0.00	5.22±0.00
ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด (ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อ 1 กรัมของตัวอย่าง)		753.44±1.08 [a]	429.00±0.40 [b]	257.56±0.13 [c]
ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแอสคอร์บิคต่อ 1 กรัมของตัวอย่าง)		45.78±0.03 [a]	45.00±0.06 [a]	34.22±0.07 [b]
ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (มิลลิกรัมต่อกรัม)		10.47±0.03 [a]	7.69±0.02 [a]	3.59±0.0 [b]
ความหนืด (cP)		7.92±0.03 [a]	3.09±0.01 [b]	2.07±0.02 [c]
ค่าสี	*L**	33.17±0.40 [b]	33.56±0.02 [b]	36.58±1.47 [a]
	*a**	-2.44±0.48 [b]	-1.47±0.07 [a]	-0.78±0.07 [a]
	*b**	2.91±0.82 [a]	1.42±0.07 [b]	0.50±0.03 [b]

หมายเหตุ: [a] หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

[ns] หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)



ภาพที่ 4.1 สีของน้ำใบย่านางเมื่อใช้สัดส่วนน้ำในการสกัดต่างกัน

ค่าสี L^*, a^* และ b^* ของน้ำสกัดใบย่านาง มีค่าความสว่างที่สัดส่วน 1:10 สูงกว่าสัดส่วนที่มีการเจือจางของน้ำ เมื่อเพิ่มสัดส่วนของน้ำทำให้ค่าสีเขียวลดลงดังภาพที่ 4.1

จากการผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพและเคมีเบื้องต้นของน้ำสกัดใบย่านางสัดส่วนที่แตกต่างกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีเบื้องต้นของน้ำสกัดใบย่านางสัดส่วนที่แตกต่างกันโดยเฉพาะกลุ่มของสารสำคัญ (สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ) ทำให้ทราบว่าน้ำสกัดใบย่านางที่สัดส่วน 1:10 และ 1:20 มีปริมาณที่ใกล้เคียงกัน และไม่มีความแตกต่างกันมาก อีกทั้งขั้นตอนการเตรียมน้ำสกัดใบย่านางในสัดส่วน 1:20 สามารถทำได้ง่ายกว่าสัดส่วน 1:10 เนื่องจากปริมาณของน้ำในการสกัดที่มากกว่า 1:10 สามารถบด ปั่น ใบย่านางได้ดีกว่า และละเอียดกว่า และทำให้ได้สารสำคัญในปริมาณที่สูง และง่ายต่อการคั้นแยกกากด้วยมือ ส่วนการเตรียมใบย่านางในสัดส่วน 1:30 สามารถสกัดได้ง่าย แต่เป็นการใช้น้ำที่มากเกินความจำเป็นในกระบวนการเตรียมเพื่อสกัดสารสำคัญออกมา

จากการศึกษาเบื้องต้นเพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ในการอบแห้งแบบพ่นฝอยของน้ำสกัดใบย่านางในสัดส่วน 1:10 1:20 และ 1:30 โดยได้ใช้มอลโตเดรกติน 30 กรัม/100 กรัม ผสมกับน้ำสกัดใบย่านาง แล้วทำการอบแห้งแบบพ่นฝอย ได้เป็นผงออกมา หลังจากนั้นเก็บข้อมูลด้านปริมาณผลผลิตในเบื้องต้นที่ได้ พบว่าน้ำสกัดใบย่านางที่สัดส่วน 1:20 ให้ปริมาณผลผลิตสูง สามารถอบแห้งแบบพ่นฝอยตัวอย่างให้อยู่ในลักษณะรูปผงแห้งได้ดีที่สุด และยังพิจารณาจากลักษณะทางกายภาพเช่น มีลักษณะปรากฏที่ดี ตัวอย่างเป็นผงแห้ง ไม่เยิ้ม เหนียว เกาะติดกัน แต่น้ำสกัดใบย่านางในสัดส่วน 1:10 หลังผสมมอลโตเดรกตินแล้วมีความข้นหนืดมากจนเกินไป และเมื่อทำการฉีดพ่นฝอยทำให้เกิดการเหนียวติดที่บริเวณภายในห้องอบแห้งเป็นจำนวนมาก และเกิดการอุดตันที่บริเวณหัวฉีดพ่นฝอยได้ ส่วนน้ำสกัดใบย่านางในสัดส่วน 1:30 เมื่ออบแห้งแบบพ่นฝอยตัวอย่างผงที่ได้ มีลักษณะเป็นของเหลวติดตามผนังภายในห้องอบ เนื่องจากความชื้นมากเกินไปทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เกิดการระบายไม่ทันจึงทำให้เกิดเป็นลักษณะของเหลว และเกิดการเหนียวติดที่บริเวณภายในห้องอบแห้งเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงเลือกใช้น้ำสกัดใบย่านางในสัดส่วน 1:20 เนื่องจากมีคุณภาพและปริมาณที่ใกล้เคียงกับการใช้น้ำสกัดใบย่านางในสัดส่วน 1:10 และมีความเป็นไปได้ในการได้ผลตภัณฑ์ที่มีสมบัติทางชีวภาพที่ไม่มีความแตกต่างกันมาก รวมทั้งด้านต้นทุนในการผลิต จึงเลือกน้ำใบย่านางในสัดส่วน 1:20 ไปศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งแบบพ่นฝอยสำหรับการผลิตน้ำใบย่านางผงในขั้นตอนต่อไป

4.2 ผลของอุณหภูมิการอบแห้งที่เหมาะสมสำหรับการผลิตน้ำใบย่านางผงโดยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอย

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิการอบแห้งที่เหมาะสมสำหรับการผลิตน้ำใบย่านางผงโดยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอย โดยเตรียมน้ำคั้นสดใบย่านางในสัดส่วนที่ได้จากการคัดเลือกคัดเลือกในข้อ 4.1 โดยใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 140, 160 และ 180 องศาเซลเซียส และความเข้มข้นที่เท่ากันของมอลโตเดรกติน 30 กรัม/100 กรัม โดยวิเคราะห์ ปริมาณผลผลิต ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ ปริมาณความชื้น ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความสามารถในการละลาย ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม ความหนืด และค่าสี (L^*, a^* และb^*) ของน้ำใบย่านางผง และน้ำใบย่านางผงคืนรูปดังตารางที่ 4.2

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพและเคมีของน้ำใบย่านางผง พบว่าเมื่อใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ปริมาณผลผลิตที่ได้ของน้ำใบย่านางผง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยเมื่อเพิ่มอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ระดับ 160 องศาเซลเซียส ทำให้ปริมาณผลผลิตของน้ำใบย่านางผงมากขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ (Medina-Torres และคณะ, 2016) ซึ่งได้ศึกษาการทำแห้งใบกระวานผงโดยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอย ได้ศึกษาที่อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 3 ระดับ คือ 140, 160 และ 180 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณผลผลิตสูงขึ้นตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นด้วย โดยที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ได้ปริมาณผลผลิตที่สูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำใบย่านางผง และน้ำใบย่านางผงคืนรูปเมื่อใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่แตกต่างกัน

คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี	อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า (องศาเซลเซียส)		
	140	**160**	**180**
น้ำใบย่านางผง			
ปริมาณผลผลิต (ร้อยละ)	18.87±2.20[b]	19.30±1.70[ab]	24.75±2.21[a]
ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้	0.13±0.00[a]	0.09±0.00[b]	0.06±0.00[c]
ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	4.84±0.04[a]	3.38±0.05[b]	2.60±0.07[c]
น้ำใบย่านางผงคืนรูป			
ค่าความเป็นกรด-ด่าง [ns]	5.32±0.01	5.34±0.01	5.33±0.01
ความสามารถในการละลาย (ร้อยละ)	90.24±0.46[b]	92.73±0.42[a]	93.31±0.23[a]
ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด(ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อ 1 กรัมของตัวอย่าง)	214.67±0.12[a]	203.00±0.04[b]	199.44±0.42[c]
ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ(ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแอสคอร์บิคต่อ 1 กรัมของตัวอย่าง)	17.33±0.05[a]	16.78±0.02[b]	16.67±0.03[c]
ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (มิลลิกรัมต่อกรัม)	88.70±0.02[a]	58.20±0.03[b]	53.68±0.08[b]
ความหนืด (cP)[ns]	10.97±0.06	11.03±0.15	11.03±0.06
ค่าสี *L**	78.68±0.01[a]	75.40±0.36[b]	74.79±0.38[b]
ค่าสี *a**	-4.87±0.00[a]	-5.56±0.07[b]	-4.79±0.06[a]
ค่าสี *b**	15.06±0.03[a]	15.04±0.14[a]	14.63±0.07[b]

หมายเหตุ: [a] หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

[ns] หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ของน้ำใบย่านางผงเมื่อใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่แตกต่างกัน มีผลทำให้น้ำใบย่านางผง มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยเมื่อใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่สูงขึ้นมีผลทำให้ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ลดน้อยลง พบว่าการอบแห้งโดยใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น มีผลทำให้มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้น้อยซึ่งอยู่ในระหว่างช่วง 0.06-0.13 เนื่องมาจากอุณหภูมิในการอบที่มากขึ้นทำให้ปริมาณน้ำอิสระ (Free water) ที่อยู่ภายในผลิตภัณฑ์สามารถระเหยออกจากผลิตภัณฑ์อาหารได้ง่าย (นิธิยา, 2545) และค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ของน้ำใบย่านางผงจากทุกสภาวะการทดลองมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนใบย่านางผง (มผช 858/2548) ซึ่งได้กำหนดไว้ว่าผลิตภัณฑ์ใบย่านางผงสำเร็จรูป ต้องมีค่าปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่า 0.6 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2548) และอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผงปรุงรสอาหาร (มผช 494/2547) ซึ่งค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ต้องไม่เกิน 0.65 สำหรับค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้มีบทบาทสำคัญมากสำหรับการเก็บรักษาอาหาร เนื่องจากค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้เป็นปัจจัยที่ชี้ระดับปริมาณน้ำต่ำสุดในอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ โดยอาหารส่วนมากมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ในช่วง 0.6–0.7 เชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (Stencl, 2004) จึงถือว่าผลิตภัณฑ์น้ำใบย่านางผงทุกสภาวะผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

ปริมาณความชื้นของน้ำใบย่านางผงเมื่อใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่แตกต่างกัน มีผลทำให้น้ำใบย่านางผงมีปริมาณความชื้นน้อยอยู่ในระหว่างช่วงร้อยละ 2.60–4.48 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เนื่องจากปริมาณความร้อนที่โมเลกุลของน้ำในน้ำใบย่านางได้รับมากขึ้น จึงเกิดการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอน้ำมากขึ้น ดังนั้นโมเลกุลของน้ำจึงเหลืออยู่ในน้ำใบย่านางผงที่ได้จากการอบแห้งน้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับ Goula (2004) ซึ่งได้ศึกษาสภาวะการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยของมะเขือเทศผง ซึ่งเมื่อเพิ่มอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าสูงขึ้นทำให้ปริมาณความชื้นลดลง โดยทุกอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าในการทดลองมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผงปรุงรสอาหาร (มผช 494/2547) คือค่าความชื้นไม่เกินร้อยละ 13 จึงถือว่าน้ำใบย่านางผงทุกสภาวะผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำใบย่านางผงเมื่อใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่แตกต่างกันมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยน้ำใบย่านางผงหลังการคืนรูปมีค่าอยู่ระหว่าง 5.32 ถึง 5.33

ความสามารถในการละลายของน้ำใบย่านางผงเมื่อใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่แตกต่างกันมีผลทำให้ความสามารถในการละลายเพิ่มขึ้นแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) น้ำใบย่านางผงที่อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลทำให้มีความสามารถในการทำละลายน้ำสูง อยู่ในระหว่างช่วงร้อยละ 90.24–93.31 โดยที่อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ 160 องศาเซลเซียส ทำให้น้ำใบย่านางผงที่มีค่าความสามารถในการละลายที่สูงที่สุด จะเห็นว่าการเพิ่มอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถในการละลายเพิ่มขึ้น เนื่องจากอาหารผงที่ได้จากการอบแห้งแบบพ่นฝอยจะมีลักษณะเป็นทรงกลม และมี wet surface อยู่รอบ ๆ ซึ่งถ้าหากมีอยู่ในปริมาณมาก จะทำให้น้ำในบริเวณดังกล่าวเกิดการดึงดูดกันเอง ส่งผลให้อนุภาคผงเข้ามารวมตัวกันเป็นก้อน ซึ่งเมื่อนำไปละลายน้ำ ทำให้ใช้เวลาในการละลายมากขึ้น (Peleg และ Bagley, 1983) ดังนั้นในการใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าในการอบแห้งที่สูงขึ้น จึงทำให้อนุภาคของผงมีส่วนที่เป็น wet surface น้อยลง และเมื่อนำไปละลายน้ำ จึงใช้เวลาในการละลายน้อยลง (พรรณจิรา และคณะ, 2545) แต่อย่างไรก็ตามหากใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่สูงมากเกินไป อาจเป็นสาเหตุทำให้ผิวของอาหารผงแตกร้าว ทำให้เกิดการสูญเสียของสารระเหยได้ (Zakarian และ King, 1982)

ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดของน้ำใบย่านางผงเมื่อใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่แตกต่างกันมีผลทำให้ ค่าปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยเมื่อเพิ่มอุณหภูมิลมร้อนขาเข้ามีผลทำให้ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดลดน้อยลง (ตารางที่ 4.2) ซึ่งเมื่ออุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่เพิ่มขึ้นทำให้มีความแตกต่างของอุณหภูมิ (Temperature gradient) ระหว่างอากาศร้อน และอนุภาคมาก ส่งผลให้มีแรงขับ (Driving force) สูง ทำให้มีประสิทธิภาพการถ่ายโอนความร้อนสูง ทำให้ปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดถูกทำลายไปด้วยความร้อนได้มาก ส่งผลให้ปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดในอนุภาคผงหลังการทำแห้งมีปริมาณที่ต่ำและเมื่อใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Nadeem และคณะ (2011) ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่แตกต่างและเพิ่มขึ้น พบว่าอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดในชาภูเขา (Sideritis stricta) ซึ่งการเพิ่มอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 5 องศาเซลเซียส ทำให้ปริมาณโพลีฟีนอลจะลดลง นอกจากนี้ Jimenez-Aguilar (2011) รายงานว่าการใช้อุณหภูมิทำแห้งแบบพ่นฝอยที่ 160 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ปริมาณฟีนอลิคในผงบลูเบอร์รี่ลดลง

ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระของน้ำใบย่านางผงเมื่อใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) การเพิ่มอุณหภูมิลมร้อนขาเข้ามีผลทำให้ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระลดน้อยลง ซึ่งจากผลการวิเคราะห์มีแนวโน้มในทิศทางเดียวกับปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าสารที่เป็นตัวกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH ในน้ำใบย่านางผงอาจเป็นสารในกลุ่มฟีนอลิค จึงทำให้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่เพิ่มสูงขึ้นส่งผลต่อการลดลงของปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ เนื่องจากสารฟีนอลิคซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในน้ำใบย่านางผง เกิดการสูญสลายที่อุณหภูมิสูง เนื่องจากสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระส่วนใหญ่ไวต่อความร้อนทำให้เกิดการสูญสลายได้ง่าย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Jimenez-Aguilar (2011) รายงานว่า การใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าอบแห้งแบบพ่นฝอยที่ 160 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในผงบลูเบอร์รี่ลดลง และมีปริมาณต่ำกว่าการใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ 140 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม ของน้ำใบย่านางผงเมื่อใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยเมื่อเพิ่มอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่สูงขึ้นมีผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมลดน้อยลงดังตารางที่ 4.2 ซึ่งผลการวิเคราะห์มีแนวโน้มลดลงไปในทิศทางเดียวกับปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด และปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระเช่นกัน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีของคลอโรฟิลล์อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุ หนึ่งในนั้นคืออุณหภูมิสูง หรือความร้อน ซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดจากปฏิกิริยาฟีโอไฟทิไนเซชัน (pheophytinization) ซึ่งเป็นการแทนที่แมกนีเซียมในคลอโรฟิลล์ด้วยไฮโดรเจน เกิดได้ดีในสภาวะที่เป็นกรด และทำให้เกิดสีเขียวมะกอกของฟีโอไฟทิน (pheophytin) นอกจากนี้ยังมีการแตกออกของหมู่ไฟทอล ซึ่งจะเกิดคลอโรฟิลไลด์ (chlorophylides) เนื่องจากเอนไซม์คลอโรฟิลเลส (chlorophyllase) คลอโรฟิลไลด์จะให้สีเขียวเช่นเดียวกับคลอโรฟิลล์แต่จะสามารถละลายในน้ำ ในได้ดีกว่าคลอโรฟิลล์ ซึ่งปฏิกิริยาฟีโอไฟทิไนเซชัน (pheophytinization) เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการสูญเสียความคงตัวของสีเขียวในระหว่างกระบวนการแปรรูปอาหารด้วยความร้อน (Von Elbe และ Schwartz, 1996)

ค่าสีของน้ำใบย่านางผงเมื่อใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยที่อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ 160 องศาเซลเซียส ทำให้น้ำใบย่านางผงที่มีค่าสีที่ดีที่สุดดังตารางที่ 4.2 เนื่องจากมีค่าความสว่าง (L^*) ที่ต่ำ, ค่าสีเขียว (a^*) ที่สูง และสีเหลือง (b^*) ที่สูง ทั้งนี้ถ้าใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าเพิ่มสูง จะทำให้น้ำใบย่านางผงมีความสว่างลดลง ทำให้มีสีเข้มขึ้นและถ้าใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่อุณหภูมิที่ลดต่ำลงจะทำให้น้ำใบย่านางผงมีความสว่างเพิ่มขึ้นดังภาพที่ 4.2 เนื่องจากอุณหภูมิสูงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพของน้ำใบย่านางผง สอดคล้องกับ Von Elbe และ Schwartz (1996) โดยกระบวนการแปรรูปอาหารด้วยความร้อนเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการสูญเสียความคงตัวของสี

ความหนืดของน้ำใบย่านางผงเมื่อใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่แตกต่างกันมีผลทำให้ ความหนืดมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีความหนืดที่อยู่ในช่วง 10.97-11.03 (cP)

ภาพที่ 4.2 น้ำใบย่านางผงเมื่ออบแห้งแบบพ่นฝอยที่อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 140, 160 และ180 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการศึกษาผลของอุณหภูมิการอบแห้งที่เหมาะสมสำหรับการผลิตน้ำใบย่านางผง โดยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอย โดยให้ความสำคัญกับปริมาณผลผลิต และความสารถในการละลายน้ำ เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ 160 กับ180 องศาเซลเซียส พบว่าแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยปริมาณผลผลิตที่ได้ไม่ได้แตกต่างกันมาก หากใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่สูงมากเกินไปที่ 180 องศาเซลเซียส อาจเป็นสาเหตุทำให้ผิวของอาหารผงแตกร้าว ทำให้เกิดการสูญเสียของสารระเหยหรือกลิ่นได้ (Zakarian และ King, 1982) เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำใบย่านางผงที่ใช้อุณหภูมที่ต่ำกว่า ทำให้ยังคงสารระเหยหรือกลิ่นได้ดีกว่า อีกทั้งการใช้อุณหภูมิที่ 160 องศาเซลเซียส ยังเป็นการประหยัดพลังงานในการผลิต ลดค่าใช้จ่ายและต้นทุนในการผลิตอีกด้วย โดยน้ำใบย่านางผงเป็นผลิตภัณฑ์ผงแห้งต้องการให้มีความสามารถละลายน้ำที่ดี เพื่อสะดวก ต่อการใช้เป็นเครื่องดื่ม หรือปรุงอาหาร ซึ่งอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ 160 และ 180 องศาเซลเซียส ให้คุณสมบัติความสามารถการละลายน้ำที่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ดังนั้นจึงเลือกใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ 160 องศาเซลเซียส ไปศึกษาชนิด และสัดส่วนของสารช่วยทำแห้งที่เหมาะสมน้ำใบย่านางผงโดยใช้การออกแบบการทดลองแบบส่วนผสม (Mixture Design) ขั้นตอนต่อไป

4.3 ผลของการศึกษาชนิด และการทำนายสัดส่วนของสารช่วยทำแห้งที่เหมาะสมของน้ำใบย่านางผง

การศึกษาเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมของชนิด และการทำนายสัดส่วนของสารช่วยทำแห้งที่เหมาะสมของน้ำใบย่านางผง โดยวางแผนการทดลองแบบการทดลองแบบส่วนผสม Mixture Design แบบ Simplex Lattice Design กำหนดให้ X_1 คือความเข้มข้นของมอลโตเดรกติน, X_2 คือ ความเข้มข้นของสตาร์ชดัดแปร และ X_3 คือ ความเข้มข้นของกัมอะราบิก ปัจจัย (response) ที่ทำการตรวจสอบ คือ ปริมาณผลผลิต, ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้, ปริมาณความชื้น, ค่าสี L^*, ค่าสี a^*, ความหนืด และความสามารถในการละลาย รายละเอียดและค่าตอบสนองของปัจจัยต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 4.3

จากตารางที่ 4.3 การออกแบบการทดลองแบบ Mixture Design แบบ Simplex Lattice Design และค่าตอบสนองของปัจจัย พบว่าการใช้ชนิด และสัดส่วนของสารช่วยทำแห้งที่ต่างกันมีผลต่อปริมาณผลผลิต, ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้, ปริมาณความชื้น, ค่าสี L^*, ค่าสี a^* และความหนืด โดยภาพรวมพบว่า ความเข้มข้นของกัมอะราบิกที่สูงจะส่งผลให้ค่าปริมาณผลผลิต, ค่าสี L^*, ค่าสี a^* และความหนืด จะเพิ่มขึ้นอีกทั้งยังช่วยให้ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ และปริมาณความชื้นลดต่ำลง ส่วนความเข้มข้นของมอลโตเดรกตินที่สูงจะส่งผลให้ความสามารถในการละลายเพิ่มขึ้น และป้องกันการเกาะตัวเป็นก้อน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้เพื่อพิจารณาผลของชนิด และสัดส่วนของสารช่วยทำแห้งที่มีต่อค่าตอบสนอง ได้ผลแสดงดังตารางที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 การออกแบบการทดลองแบบ Mixture Design แบบ Simplex Lattice Design และค่าตอบสนองของปัจจัย

Run	X_1 (g)	X_2 (g)	X_3 (g)	ปริมาผลผลิต (ร้อยละ)	ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	ค่าสี L^*	ค่าสี a^*	ความหนืด (cP)	ความสามารถในการละลาย (ร้อยละ)
1	-	-	30	37.43	0.07	2.45	76.57	-5.43	17.16	78.93
2	30	-	-	18.37	0.20	3.62	76.91	-5.03	12.04	93.76
3	20	5	5	30.82	0.09	2.32	77.47	-5.11	13.23	86.25
4	-	-	30	31.23	0.07	3.07	75.84	-5.44	18.34	77.73
5	15	15	-	22.38	0.11	2.45	79.72	-5.92	12.19	83.77
6	5	5	20	29.68	0.10	3.32	76.91	-5.74	18.44	84.98
7	-	15	15	27.42	0.09	2.41	77.22	-5.42	17.64	83.42
8	15	-	15	28.92	0.09	2.62	76.70	-5.72	15.61	83.93
9	10	10	10	28.14	0.08	2.04	77.42	-5.83	15.27	86.28
10	15	15	-	23.09	0.09	2.18	79.10	-5.79	12.16	92.13
11	30	-	-	20.82	0.20	3.60	78.54	-5.12	11.88	94.18
12	5	20	5	27.98	0.09	2.44	77.90	-5.92	13.62	86.32
13	-	30	-	20.49	0.09	2.19	78.00	-5.60	12.07	90.59
14	-	30	-	24.65	0.09	2.15	78.34	-5.61	12.14	91.57

หมายเหตุ : X_1 คือความเข้มข้นของมอลโตเดรกติน, X_2 คือ ความเข้มข้นของสตาร์ชดัดแปร และ X_3 คือ ความเข้มข้นของกัมอะราบิก

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าตอบสนองของปัจจัย

Source	Df	p-value						
		ปริมาณผลผลิต	ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้	ปริมาณความชื้น	ค่าสี L^*	ค่าสี a^*	ความหนืด	ความสามารถในการละลาย
Model	5	0.0146*	0.0002**	0.0492*	0.0053*	0.0425*	< 0.0001***	0.0041*
Linear	2	0.0029*	< 0.0001***	0.0241*	0.0025*	0.0540^{ns}	< 0.0001***	0.0008**
$X_1 X_2$	1	0.2920^{ns}	0.0029*	0.0804^{ns}	0.0130*	0.0191*	0.9925^{ns}	0.0690^{ns}
$X_1 X_3$	1	0.2644^{ns}	0.0078*	0.1745^{ns}	0.1862^{ns}	0.1574^{ns}	0.1789^{ns}	0.6153^{ns}
$X_2 X_3$	1	0.9782^{ns}	0.3529^{ns}	0.7988^{ns}	0.4506^{ns}	0.6691^{ns}	0.0011*	0.9597^{ns}
Lack of fit^{ns}	4	0.3737	0.0842	0.1041	0.8920	0.0682	0.1281	0.7616
R^2	-	0.78	0.93	0.70	0.84	0.71	0.97	0.85

หมายเหตุ : * มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$)

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.001$)

*** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.0001$)

ns มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าตอบสนองของปัจจัย พบว่า แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p<0.05$) และได้สมการความสัมพันธ์เชิงเส้น linear regression จะได้โมเดลของความสัมพันธ์ของ ค่าปริมาณผลผลิต ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ ปริมาณความชื้น ค่าสี L^* ความหนืด และความสามารถในการละลายของน้ำใบย่านางผง แต่ไม่มีผลต่อค่าสี a^* ซึ่งในแต่ละปัจจัยของสารช่วยทำแห้งแต่ละชนิด (มอลโตเดรกติน สตาร์ชดัดแปร และกัมอะราบิก) ส่งผลให้ปัจจัยดังกล่าวมีคาวมแตกต่างกัน ส่วนผลของอิทธิพลร่วมของปัจจัยระหว่างความเข้มข้นของมอลโตเดรกตินร่วมกับสตาร์ชดัดแปร ส่งผลต่อค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ ค่าสี L^* และค่าสี a^* เมื่อใช้ความเข้มข้นของมอลโตเดรกตินร่วมกับกัมอะราบิก ส่งผลต่อค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ และเมื่อใช้ความเข้มข้นของสตาร์ชดัดแปรร่วมกับกัมอะราบิก ส่งผลต่อค่าความหนืด

ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารช่วยทำแห้งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติ และส่งผลต่อปัจจัยคุณภาพทางด้านต่างๆที่แตกต่างกันไป เช่นมอลโตเดรกตินจะช่วยป้องกันการเกาะเป็นก้อน (Anticaking agent) เพิ่มเนื้อ (Bulking agent) ช่วยในการละลาย และเป็นสารห่อหุ้มกลิ่นรส (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2551) สตาร์ชดัดแปร ช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสให้ดีขึ้น มีความคงตัวสูง ลดการเกิดการคืนตัวของแป้ง (retrogradation), ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ (นิสิต และคณะ, 2549) และกัมอาราบิกช่วยลดการระเหยของกลิ่นรส รวมทั้งสีสันของผลิตภัณฑ์ และลดการจับตัวกันเป็นก้อน (ชูโชติ, 2543)

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้การผสมสารช่วยทำแห้งที่มากกว่า 1 ชนิด ทำการผสมกันและทำการทดลองเพื่อนำคุณสมบัติที่โดดเด่นในแต่ละตัวมารวมกัน ซึ่งสารช่วยทำแห้งแต่ละชนิดมีประสิทธิภาพในการผลิตที่แตกต่างกันออกไป ทำให้ได้น้ำใบย่านางผงที่มีคุณภาพที่ดีที่สุด สอดคล้องกับ Kanakdande และคณะ (2007) ได้ศึกษาความคงตัวของน้ำมันหอมระเหยจากเมล็ดยี่หร่า โดยใช้สารช่วยทำแห้งผสมกันระหว่างกัมอะราบิก, มอลโตเดรกติน และสตาร์ชดัดแปร พบว่าป้องกันสารระเหยจากเมล็ดยี่หร่าผลที่ได้คือดีกว่าการใช้กัมอะราบิกเพียงอย่างเดียว

เมื่อนำข้อมูลของค่าตอบสนองของปัจจัย มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน เพื่อพิจารณาผลของชนิด และสัดส่วนของสารช่วยทำแห้งที่เหมาะสมที่มีผลต่อค่าตอบสนอง ได้ผลแสดงในตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.3 จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้ พบว่าข้อมูลที่ได้จากค่าปริมาณผลผลิต ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ ปริมาณความชื้น ค่าสี L^* ค่าสี a^*, ความหนืด และความสามารถในการละลายของน้ำใบย่านางผงให้สมการ (model) ที่สามารถนำมาใช้ทำนายผลได้ เนื่องจากในแต่ละค่าสอบสนองข้างต้นมี lack of fit ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าสัมประสิทธิ์การอธิบาย (Coefficient, R^2) ของค่าตอบสนองอยู่ในช่วง 0.70-0.99 แสดงถึงความเป็นไปได้ที่จะนำสมการ มาใช้เพื่อทำนายความสัมพันธ์ของชนิด และสัดส่วนของสารช่วยทำแห้งที่เหมาะสมได้ทุกสมการ ดังนั้นในการทดลองนี้จึงเลือกสมการกำลังสองของตัวแปรในแต่ละปัจจัยไปใช้ในการทำนายสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำใบย่านางผงต่อไป

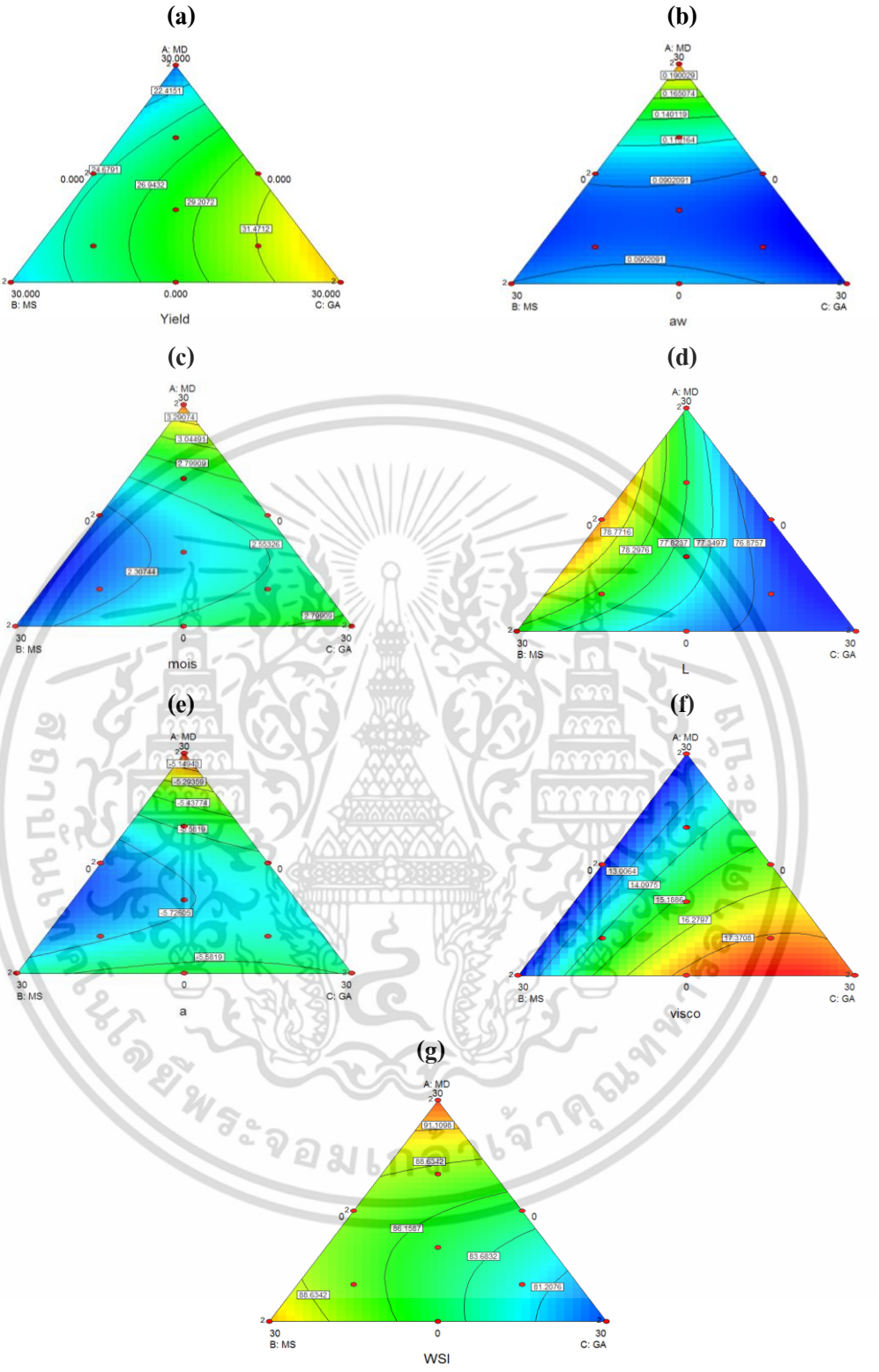
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 สมการทำนายจากความสัมพันธ์แต่ละปัจจัย

Dependent values	Equation quadratic models	R^2
ปริมาณผลผลิต	$= 20.15(X_1) + 22.65(X_2) + 33.7(X_3)$	0.78
ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้	$= 0.21(X_1) + 0.09(X_2) + 0.07(X_3) - 0.23(X_1X_2) - 0.23(X_1X_3)$	0.93
ปริมาณความชื้น	$= 3.54(X_1) + 2.19(X_2) + 2.87(X_3)$	0.70
ค่าสี *L**	$= 77.70(X_1) + 78.16(X_2) + 76.70(X_3) + 5.21(X_1X_2)$	0.84
ค่าสี *a**	$= -5.01(X_1) - 5.64(X_2) - 5.59(X_3)$	0.71
ความหนืด	$= 11.97(X_1) + 12.06(X_2) + 22.25(X_3) - 5.67(X_1X_3) + 1.87(X_1X_3)$	0.97
ความสามารถในการละลาย	$= 93.59(X_1) + 90.87(X_2) + 78.73(X_3)$	0.85

หมายเหตุ : X_1 คือ มอลโตเดรกติน, X_2 คือ สตาร์ชดัดแปร และX_3 คือ กัมอะราบิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 แผนภาพคอนทัวร์ผลของมอลโตเดรกติน (X_1), สตาร์ชดัดแปร (X_2) และ กัมอะราบิก (X_3) ในการทำน้ำใบย่านางผงต่อ ปริมาณผลผลิต (a), ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ (b), ปริมาณความชื้น(c), ค่าสี L^* (d), ค่าสี a^* (e), ค่าความหนืด (f) และความสามารถในการละลาย (g)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำสมการที่ได้จากตารางที่ 4.5 มากำหนดช่วงของค่าตอบสนองที่มีผลมาจากชนิดและสัดส่วนของสารช่วยทำแห้ง โดยกำหนดค่าของคุณลักษณะตัวแปรตามที่ต้องการได้ เช่น สูงสุด ต่ำสุด หรืออยู่ในช่วงที่กำหนด (Derringer และ Suich, 1980) ซึ่งสามารถการทำนายชนิด และสัดส่วนของสารช่วยทำแห้งในการผลิตน้ำใบย่านางผง ที่เหมาะสมได้แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 การทำนายชนิด และสัดส่วนของสารช่วยทำแห้งในการผลิตน้ำใบย่านางผง

		Optimization ratio of drying aids					
Response variable	**Goal**	**Lower**	**Upper**	**Weight**	**Predicted Responses**	**Actual Responses**	**Desirability**
ปริมาณผลผลิต (ร้อยละ)	Maximize	18.37	37.43	1	23.57	23.85±0.46	0.78
ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้	In range	0.07	0.23	1	0.17	0.13±0.01	0.93
ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	In range	2.04	3.62	1	3.20	2.72±0.36	0.70
ค่าสี *L**	Minimize	76.57	79.72	1	77.25	80.26±0.19	0.84
ค่าสี *a**	In range	-5.92	-5.03	1	-5.23	-6.96±0.09	0.71
ความหนืด (cP)	In range	11.88	22.34	1	13.06	12.23±0.12	0.99
ความสามารถในการละลาย	Maximize	77.73	94.18	1	91.03	90.08±0.97	0.85
Solution: มอลโตเดรกติน 26 กรัม, สตาร์ชดัดแปร 0 กรัม, และกัมอะราบิก 4 กรัม							
Composite desirability = 0.72							

จากตารางที่ 4.6 แสดงผลการทำนายชนิด และสัดส่วนของสารช่วยทำแห้งในการผลิตน้ำใบย่านางผง เมื่อกำหนดปริมาณ มอลโตเดรกตินให้อยู่ในช่วงที่มีค่าสูงสุด (maximize) และกำหนดสตาร์ชดัดแปร และกัมอาราบิก มีค่าต่ำสุด (minimize) ซึ่งจากการกำหนดช่วงของค่าตอบสนองสามารถทำนายจุดหรือพื้นที่ที่เหมาะสม (Optimization) ของการทำนายชนิด และสัดส่วนของสารช่วยทำแห้งในการผลิตน้ำใบย่านางผง ดังตารางที่ 4.6 พบว่าสภาวะของชนิด และสัดส่วนของสารช่วยทำแห้งที่เหมาะสมในการผลิตน้ำใบย่านางผงด้วยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอยคือใช้ความเข้มข้นของมอลโตเดรกติน และความเข้มข้นของกัมอะราบิกสัดส่วน 26:4 กรัม/100 กรัม ตามลำดับ โดยที่ชนิดและสัดส่วนของสารช่วยทำแห้งที่เหมาะสมนี้มีค่า composite desirability เท่ากับ 0.72 จัดว่าเป็นคะแนนที่อยู่ในช่วงเกณฑ์ความพึงพอใจในระดับดี คือระหว่าง 0.80-0.63 (Lazic, 2004) และมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า desirability ของ ค่าปริมาณผลผลิต ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ ปริมาณความชื้น ค่าสี L^*, ค่าสี a^* ความหนืด และความสามารถในการละลายอยู่ในช่วง 0.70 ถึง 0.99 และจากการทำนายผลผลิตผลิตภัณฑ์น้ำใบย่านางผง พบว่าค่าที่ได้มีค่าที่ใกล้เคียงกันกับค่าจริงซึ่งได้จากการทำการทดลอง ซึ่งค่าดังกล่าวแสดงดังตารางที่ 4.6

4.4 ผลการศึกษาความแตกต่างทางด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์แกงเปรอะเมื่อใช้น้ำใบย่านางผง

4.4.1 ผลการเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของน้ำคั้นสดใบย่านาง และน้ำใบย่านางผงคืนรูป

เตรียมน้ำคั้นสดใบย่านางในสัดส่วน 1:20 และเตรียมน้ำใบย่านางผงคืนรูปที่ได้จากการทำนายชนิด และสัดส่วนของสารช่วยทำแห้งที่เหมาะสมในสัดส่วน1:10 ละลายในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 65-70 องศาเซลเซียส นำมาเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของน้ำคั้นสดใบย่านาง และน้ำใบย่านางผงคืนรูป ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพแสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพน้ำใบย่านางทั้ง 2 ชนิด

ปัจจัยคุณภาพ		น้ำคั้นสดใบย่านาง	น้ำใบย่านางผงคืนรูป
ค่าสี	L^*	21.43±0.21 [b]	33.56±0.02 [a]
	a^*	-1.47±0.07 [a]	-1.66±0.04 [b]
	b^*	1.42±0.07 [b]	5.57±0.20 [a]
ค่าความหนืด (cP)		3.09±0.01 [b]	12.33±0.38 [a]

หมายเหตุ : [a] หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.7 พบว่าเมื่อนำน้ำใบย่านางผงคืนรูปที่ผ่านการอบแห้งแบบพ่นฝอยมาเปรียบเทียบกับน้ำคั้นสดใบย่านาง โดยการทำการวัดค่าสี L^* a^* และ b^* พบว่าน้ำใบย่านางผงคืนรูปที่ผ่านการอบแห้งแบบพ่นฝอยจะมีค่าสี L^* a^* และ b^* มากกว่าน้ำคั้นสดใบย่านาง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งการที่น้ำใบย่านางผงคืนรูปมีค่ามีค่าสี L^* a^* และ b^* ที่สูงกว่าเนื่องจากการใช้สารช่วยทำแห้ง และอุณหภูมิลมร้อนในการอบแห้ง ซึ่งเป็นอุณหภูมิสูง ซึ่งความร้อนเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการสูญเสียความคงตัวของสารสีสำคัญสีเขียวในระหว่างการอบแห้งแบบพ่นฝอย โดยโครงสร้างอนุพันธ์ของคลอโรฟิลล์ที่แมกนีเซียมถูกแทนที่ด้วยไฮโดรเจนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของคลอโรฟิลล์ไปเป็นฟีโอไฟตินซึ่งจะให้สีน้ำตาล (Cubas และคณะ, 2008)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของความหนืด พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยน้ำใบย่านางผงคืนรูปที่ผ่านการอบแห้งแบบพ่นฝอยจะมีค่าที่สูงขึ้น เนื่องจากการใช้สารช่วยทำแห้งซึ่งมีมอลโตเดรกติน และกัมอะราบิกผสมอยู่ จึงทำให้ความหนืดดังกล่าวมีค่าที่เพิ่มขึ้นมากกว่าค่าความหนืดของน้ำคั้นสดใบย่านางก่อนอบแห้งแบบพ่นฝอยโดยจะทำให้ความหนืดของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น และทำให้สัดส่วนของน้ำในผลิตภัณฑ์ลดลง (Risch และReineccius, 1998)

4.4.2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของแกงเปรอะเมื่อใช้น้ำใบย่านางผง

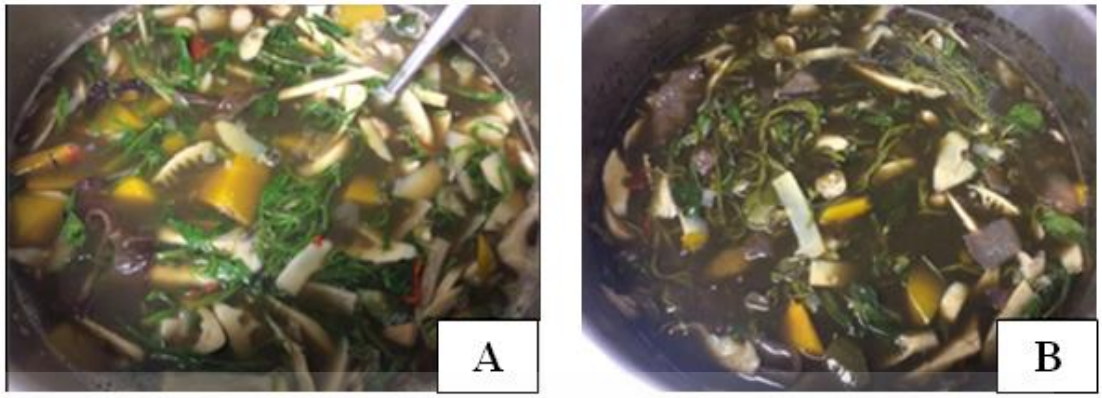
เตรียมน้ำใบย่านางผงที่ได้จากการศึกษาจากข้อ 4.3 มาใช้ในการประกอบอาหารในเมนูอาหาร แกงเปรอะ ด้วยวิธีการเปรียบเทียบความแตกต่างของลักษณะกับตัวอย่างควบคุม (difference from control) โดยใช้ตัวอย่างควบคุม (แกงเปรอะจากน้ำคั้นสดใบย่านาง) เป็นตัวเปรียบเทียบ จากนั้นนำแกงเปรอะที่เตรียมได้ไปทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิเคราะห์ปัจจัยคุณภาพด้านสี กลิ่นรส และความหนืด รายละเอียดแบบสอบถามแสดงดังภาคผนวก ซ. ผลแสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 คะแนนค่าเฉลี่ยความแตกต่างของแกงเปรอะจากน้ำใบย่านางผงคืนรูป

ปัจจัยคุณภาพ	คะแนนค่าเฉลี่ยความแตกต่างของแกงเปรอะจากน้ำใบย่านางผงคืนรูป
สี	-0.03
กลิ่นรส	0.10
ความหนืด	-0.25

จากตารางที่ 4.8 พบว่า ปัจจัยคุณภาพด้านสี กลิ่นรส และความหนืดของแกงเปรอะจากน้ำใบย่านางผง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม เมื่อพิจารณาปัจจัยคุณภาพด้านสี และความหนืดของแกงเปรอะจากน้ำใบย่านางผงคืนรูป พบว่าปัจจัยคุณภาพด้านสี และความหนืดมีค่าเฉลี่ยความแตกต่างไปทางลบ แสดงให้เห็นว่าแกงเปรอะจากน้ำใบย่านางผงคืนรูปมีสีที่อ่อนกว่าตัวอย่างควบคุม ดังภาพที่ 4.4 และความหนืดน้อยกว่าตัวอย่างควบคุมเล็กน้อย อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาปัจจัยคุณภาพด้านกลิ่นรสของแกงเปรอะจากน้ำใบย่านางผงคืนรูป พบว่ามีกลิ่นรสที่เข้มกว่าตัวอย่างควบคุม ซึ่งเห็นได้ว่าการนำน้ำใบย่านางผงมาใช้ในการประกอบอาหารเมนูแกงเปรอะ สามารถทดแทนการใช้น้ำคั้นสดใบย่านางได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 แกงเปรอะจากน้ำคั้นสดใบย่านาง (A) และแกงเปรอะจากน้ำใบย่านางผง (B)

4.5 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำใบย่านางผงในระหว่างการเก็บรักษา

โดยนำนำน้ำใบย่านางผงที่ได้จากการทำนายชนด และสัดส่วนของสารช่วยทำแห้งที่เหมาะสม ที่ได้จากการคัดเลือกในข้อ 4.4 มาเก็บรักษาติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำใบย่านางผงในระหว่างการเก็บรักษาโดยบรรจุน้ำใบย่านางผงปริมาณ 100 กรัม ในซองบรรจุภัณฑ์อะลูมิเนียมฟอยล์ ภายใต้สภาวะสุญญากาศแบบปิดผนึก เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) ติดตามการเปลี่ยนแปลงทุก 2 สัปดาห์ นาน 3 เดือน โดยวิเคราะห์ผลของสภาวะการเก็บรักษาที่มีผลต่อคุณภาพของน้ำใบย่านางผงโดยทำการสุ่มตัวอย่างน้ำใบย่านางผงที่เก็บรักษาในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ ภายใต้สภาวะสุญญากาศแบบปิดผนึก ทำการสุ่มตัวอย่างทุกๆ 2 สัปดาห์ มาวิเคราะห์ ได้ผลแสดงดังตารางที่ 4.9

จากตารางที่ 4.9 พบว่าค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ และปริมาณความชื้นของน้ำใบย่านางผงจากการเก็บรักษาในระยะเวลา 12 สัปดาห์ ในวันที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 12 เมื่อเปรียบเทียบค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ และปริมาณความชื้น ต่อการเก็บรักษา 12 สัปดาห์ พบว่าน้ำใบย่านางผงมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้และปริมาณความชื้นของน้ำใบย่านางผงในสภาวะสุญญากาศ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สภาวะการเก็บตลอด 12 สัปดาห์ โดยมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น จากการทดลองมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ระหว่าง 0.13 ถึง 0.17 จากรายงานของ Fenema (1985) กล่าวว่าค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 0.2 และ 0.3 เพราะปฏิกิริยาทางเคมี เช่น การเกิดออกซิเดชัน และการสลายตัวของคลอโรฟิลล์จะเกิดขึ้นได้ช้าลง ซึ่งตัวอย่างน้ำใบย่านางผงนั้น มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ต่ำกว่า 0.2 ทำให้ไม่มีการเจริญของจุลินทรีย์ตามที่ได้กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนใบย่นางผง (มผช 858/2548) ส่วนปริมาณความชื้นของน้ำใบย่านางผงอยู่ระหว่างร้อยละ 2.72-3.62 กล่าวคือเมื่อค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้สูงขึ้นส่งผลให้ ปริมาณความชื้นสูงขึ้นด้วย และสอดคล้องกับ (วริพัสย์ และคณะ, 2557) ศึกษาความคงตัวระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ ทำให้มีอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น และสามารถป้องกันการซึมผ่านของก๊าซ และความชื้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถในการละลายของน้ำใบย่านางผงจากการเก็บรักษาในระยะเวลา 12 สัปดาห์ จากตารางที่ 4.13 มีความสามารถในการละลายร้อยละ 88.15-90.08ซึ่งมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยจากการเก็บรักษาในสัปดาห์ที่ 0 โดยอาจกล่าวได้ว่าการเก็บรักษาน้ำใบย่านางผงเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างความสามารถในการละลายน้ำสัปดาห์ที่ 0 ของการเก็บ และในสัปดาห์ที่ 12 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีความชื้นเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสามารถในการละลายน้ำลดลง (รุ่งนภา และไพศาล, 2545) สอดคล้องกับ Liu และคณะ (2010) ความสามารถในการละลายน้ำของมะเขือเทศผงลดลงระหว่างเก็บรักษา เนื่องจากผงมีปริมาณความชื้นสูง และเกิดการจับตัวเป็นก้อน

ค่าสี *L** ของน้ำใบย่านางผงที่เก็บรักษาในซองบรรจุภัณฑ์อะลูมิเนียมฟอยล์ ภายใต้สภาวะสุญญากาศแบบปิดผนึก เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2) องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ จากตารางที่ 4.13 พบว่าค่าสี *L** มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) มีค่าสี *L** เท่ากับ 80.65-80.26 เมื่ออายุการเก็บมากขึ้น ผลิตภัณฑ์มีความสว่างเพิ่มขึ้นโดย สอดคล้องกับ บุญชัย (2552) ค่าสี *L** ของ เมื่ออายุการเก็บรักษาเครื่องปรุงรสผง มากขึ้น ค่าสี *L** มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น นั่นคือผลิตภัณฑ์มีความสว่างเพิ่มขึ้น เมื่ออายุการเก็บมากขึ้น

ค่าสี *a** ของน้ำใบย่านางผงที่เก็บรักษาในซองบรรจุภัณฑ์อะลูมิเนียมฟอยล์ ภายใต้สภาวะสุญญากาศแบบปิดผนึกเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2) องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าค่าสี *a** มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) มีค่าสี *a** เท่ากับ -6.96 ถึง -6.50 เมื่ออายุการเก็บมากขึ้น ผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นสีเขียวลดลง สอดคล้องกับ เสาวลักษณ์ (2556) เมื่ออายุการเก็บรักษาสังขยาใบเตยชนิดผง พบว่า ค่าสี *a** เมื่อเวลาผ่านไปครบ 12 สัปดาห์ มีค่าเพิ่มขึ้น (มีสีเขียวลดลง) ซึ่งการลดลงของสีเขียวของผลิตภัณฑ์สังขยาใบเตยชนิดผงจะเริ่มลดลงเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานาน

ค่าสี *b** ของน้ำใบย่านางผงที่เก็บรักษาในซองบรรจุภัณฑ์อะลูมิเนียมฟอยล์ ภายใต้สภาวะสุญญากาศแบบปิดผนึกเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2) องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าค่าสี *b** มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) มีค่าสี *b** เท่ากับ16.48-15.51 เมื่ออายุการเก็บมากขึ้น ผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ เสาวลักษณ์ (2556) เมื่ออายุการเก็บรักษาสังขยาใบเตยชนิดผง พบว่า ค่าสี *b** พบว่ามีค่า เพิ่มขึ้น (มีสีเหลืองขึ้น) แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์สังขยาใบเตยชนิดผง อาจเนื่องมาจากแคโรทีนอยด์ซึ่งเป็นรงควัตถุให้สีเหลืองที่มีอยู่ในใบเตยถูกออกซิไดซ์โดยความร้อนในระหว่างการทำแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำใบย่านางผงในระหว่างการเก็บรักษา

ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้	ความชื้น (ร้อยละ)	ความสามารถในการละลาย (ร้อยละ)	ค่าสี L^*	ค่าสี a^*	ค่าสี b^*
0	0.13 ± 0.01^{d}	2.72 ± 0.36^{f}	90.08 ± 0.97^{a}	80.26 ± 0.19^{b}	-6.96 ± 0.09^{a}	15.51 ± 0.15^{e}
2	0.15 ± 0.02^{c}	2.96 ± 0.21^{e}	90.07 ± 0.77^{a}	80.45 ± 0.28^{ab}	-6.87 ± 0.17^{b}	15.71 ± 0.15^{d}
4	0.15 ± 0.01^{c}	3.10 ± 0.25^{d}	90.02 ± 0.74^{a}	80.46 ± 0.39^{ab}	-6.80 ± 0.04^{c}	15.89 ± 0.13^{c}
6	0.16 ± 0.0^{bc}	3.24 ± 0.18^{c}	89.35 ± 0.60^{b}	80.53 ± 0.60^{a}	-6.70 ± 0.12^{d}	15.99 ± 0.12^{bc}
8	0.16 ± 0.01^{ab}	3.39 ± 0.28^{b}	88.93 ± 0.71^{b}	80.60 ± 0.34^{a}	-6.68 ± 0.10^{d}	16.05 ± 0.27^{b}
10	0.16 ± 0.02^{bc}	3.61 ± 0.20^{a}	88.76 ± 0.65^{bc}	80.61 ± 0.54^{a}	-6.61 ± 0.11^{e}	16.10 ± 0.22^{b}
12	0.17 ± 0.04^{a}	3.62 ± 0.19^{a}	88.15 ± 0.58^{c}	80.65 ± 0.13^{a}	-6.50 ± 0.13^{f}	16.48 ± 0.12^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่กำกับค่าทางแนวตั้งที่แตกต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 อุณหภูมิการทำแห้งที่เหมาะสม สำหรับการผลิตใบย่านางผงโดยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอยคือ อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ 160 องศาเซลเซียส ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนใบย่านางผง มผช.858/2548

5.1.2 สารช่วยทำแห้งที่เหมาะสมใบย่านางผงโดยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยใช้ความเข้มข้นของมอลโตเดรกติน สตาร์ชดัดแปร และกัมอะราบิก พบว่าสภาวะของชนิด และอัตราส่วนของสารช่วยทำแห้งที่เหมาะสม คือใช้ความเข้มข้นของมอลโตเดรกติน และกัมอะราบิกอัตราส่วน 26:4 กรัม/100 กรัม ตามลำดับ

5.1.3 แกงเปรอะจากน้ำใบย่านางผงคืนรูปไม่มีความแตกต่างกับแกงเปรอะจากน้ำคั้นสดใบย่านาง

5.1.4 น้ำใบย่านางผงบรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์แบบสุญญากาศ สามารถเก็บที่อุณหภูมิห้องได้อย่างน้อย 12 สัปดาห์

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรมีการศึกษาและเปรียบเทียบกรรมวิธีในการสกัดน้ำใบย่านาง เช่น การขยี้ด้วยมือ, การสกัดโดยเครื่องบดสกรู หรือการสกัดโดยการใช้ครกตำ

5.2.2 ควรมีการศึกษาวิธีการอบแห้งใบย่านางผงเปรียบเทียบกับการแปรรูปแบบอื่นๆ เช่น การทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง หรือการทำแห้งแบบอินฟราเรดภายใต้สภาวะสุญญากาศ

5.2.3 ควรมีการศึกษาและต่อยอดผลิตภัณฑ์ใบย่านางผงสำเร็จรูปเพื่อนำไปเป็นส่วนประกอบอาหารแบบต่างๆ หรือใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพต่อไป

5.2.4 แนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไปอาจปรับปรุงผลิตภัณฑ์โดยการอัดเม็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กลอยใจ เชยกลิ่นเทศ. 2556. การผลิตสีผงสำหรับผสมอาหารจากวัสดุธรรมชาติด้วยวิธีการทำแห้งแบบฉีดพ่นฝอย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. เทคโนโลยีการเกษตร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

กล้าณรงค์ ศรีรอต และ เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2551. เทคโนโลยีของแป้ง. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กัญวนา ศรีสุข. 2551. การพัฒนาธัญพืชอัดแท่ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิตรา สิงห์ทอง. สุเวทย์ นิงสานนท์ และ Steve W. Cui. 2550. การศึกษาการสกัดองค์ประกอบและคุณสมบัติเชิงหน้าที่ของสารสกัดใบย่านาง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.

ชูโชติ งามอักษร. 2543. กัมอารบิก.วารสารสถาบันอาหาร. 10(110): 28-29.

ณรงค์ มูลคำ. 2553. ปลูกผักพื้นบ้าน อาหาร-ยาต้านโรค. Feel good publishing. กรุงเทพฯ.

ดวงพร คุณาพรสุจริต. 2554. การผลิตเครื่องดื่มลำไยผงโดยการอบแห้งแบบพ่นฝอย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ธีระวุฒิ ปัญญา. 2553. สุดยอดตำรับยาอายุวัฒนะจากผักพื้นบ้านใกล้ตัว. แฮปปี้บุ๊ค. กรุงเทพฯ.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2554. เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.

นิสิต กิตติพงษ์พัฒนา, อรอนงค์ กิตติพงษ์พัฒนา, วารี ไชยเทพ และสุพร จารุมณี. 2549. การศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งดัดแปรโซเดียมคาร์บอกซีเมทธิลที่เตรียมจากข้าวเจ้าสายพันธุ์ต่างๆ และศักยภาพในการเป็นสารช่วยในทางเภสัชกรรม. สายวิชาวิทยาศาสตร์เภสัชกรรม. คณะเภสัชศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

บุญชัย พิมพ์นาค. 2552. การทำเอ็นแคปซูเลทกรดซิตริกโดยวิธีทำแห้งแบบพ่นฝอย และการประยุกต์ใช้ในเครื่องปรุงรสผง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ปานทิพย์ บุญส่ง, ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และ อรพิน เกิดชูชื่น. 2552. การวิเคราะห์สารประกอบ polyphenolics และสารให้สีจากใบ *Tiliacora triandra* (Diels). วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 40(3):13-16.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปิยาภรณ์ คำภานนท์. 2557. การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนดผงแบบห่อหุ้ม. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรรณจิรา วงศ์สวัสดิ์ มณฑิรา นพรัตน์ ดวงพร ตั้งบำรุงพงษ์ และ สุเทพ อภินันท์จารุพงศ์. 2545. กระบวนการผลิตน้ำผักผลไม้รวมผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นกระจายและไมโครเวฟสุญญากาศ. วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ. 25 (3):257-277.

แม่บ้าน. 2561. แกงเปรอะ. [ออนไลน์]. https://www.maeban.co.th/สูตรอาหาร/77/แกงเปรอะ.php. (วันที่สืบค้นข้อมูล: 12 มกราคม 2561)

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต และ ไพศาล วุฒิจำนงค์. 2545. การประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร. ภาควิชาการด้านอุตสาหกรรมอาหาร. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. (อัดสำเนา)

วรรณศิริ วงศ์เหมยา. 2544. วัตถุเจือปนในอาหาร. สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรม, กรุงเทพฯ.

วริพัสย์ อารีกุล, มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์, ศดานันท์ นรินทร์สุขสันติ และสุวรรณ ทาเขียว. 2557. การพัฒนาชาเจียวกู่หลานผงสำเร็จรูปด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย และความคงตัวระหว่างการเก็บรักษา. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วัลภา ประเสริฐศิลา. 2553. ย่านางคลังยารักษาสรรพโรค. แบงคอกบุ๊ค. กรุงเทพฯ.

วาทิตย์ บานแย้ม และ ศิริพงษ์ นนทเกษ 2554. การพัฒนาชาเจียวกู่หลานปรุงสำเร็จชนิดผงด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย. ปัญหาพิเศษสาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วิทยา ตั้งก่อสกุล. 2543. พลาสติกเพื่อการเกษตร. ศิริวัฒนาอินเตอร์พริ้นต์จำกัด. กรุงเทพฯ.

วิไล รังสาดทอง. 2547. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร.เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด. กรุงเทพฯ.

วีระพงศ์ วิรุฬห์ธนกฤษณ์ และ กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. 2553. ผลของอุณหภูมิอากาศขาเข้าและปริมาณมอลโทเดกซ์ทรินต่อการทำแห้งควันเทียนผงแบบพ่นฝอย. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2553. The food composition. Institute of Nutrient Mahidol University.

สมบัติ ขอทวีวัฒนา . 2529. กรรมวิธีการอบแห้ง. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพฯ.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม. ประกาศสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเรื่องกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนฉบับที่ 494 (พ.ศ. 2547) ผลิตภัณฑ์ชุมชนผงปรุงรสอาหาร เลขที่ มผช. 494/2547.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม. ประกาศสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเรื่องกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนฉบับที่ 858 (พ.ศ. 2548) ผลิตภัณฑ์ชุมชนใบย่านางผงสำเร็จรูป เลขที่ มผช. 858/2548.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม. ประกาศสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเรื่องกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนฉบับที่ 1497 (พ.ศ. 2552) น้ำใบย่านาง เลขที่ มผช. 1443/2552.

สุชาดา วงศ์กันทรากร. 2561. “สูตร และขั้นตอนการทำแกงเปรอะ”. (สัมภาษณ์เมื่อ 12 กุมภาพันธ์ 2561)

สุดารัตน์ หอมหวล. 2559. ย่านาง. [ออนไลน์]. http://www.phargarden.com/main.php?action=viewpage&pid=148. (วันที่สืบค้นข้อมูล 31 สิงหาคม 2559)

สุทธิชัย ปทุมล่องทอง. 2554. ย่านางสุดยอดสมุนไพรพื้นบ้าน. พิมพ์ครั้งที่ 1. สถาพรบุ๊คส์. กรุงเทพมหานคร.

สุนทรี วราอุบล. 2545. การผลิตผลิตภัณฑ์น้ำใบเตยผง. รายงานวิจัย ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต. ปทุมธานี.

เสาวลักษณ์ พิมพ์จันทร์. 2556. การพัฒนาผลิตภัณฑ์สังขยาใบเตยชนิดผง (Development of Powdered Pandan Custard Product). วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 118 หน้า

อลิษา ขุนทะวาด. 2556. สภาวะที่เหมาะสมของไมโครเอนแคปซูเลชั่นโดยการทำแห้งแบบพ่นฝอยของน้ำมะเม่า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อิศรพงพงษ์ พงษ์ศิริกุล .2544. การวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับอุตสาหกรรมเกษตร. ภาควิชา เทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

AOAC. 2000. Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th ed. The United States of America.

Barbosa-Cánovas, G.V., Ortega-Rivas, E., Juliano, P. and Yan, H. 2005. Food powders physical properties, processing and functionality. New York: Plenum.

Bennion, M. and Scheule, B. 2004. Introductory Foods. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, Inc.12.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., and Berset, C. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensm. Wiss. Technology. 28: 25–30.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cervantes-Martínez, C. V., Medina-Torres, L., Gonz alez-Laredo, R. F., Calderas, F.,S anchez-Olivares, G., Herrera-Valencia, E. E., et al. 2014. Study of spray drying of the Aloevera mucilage (Aloe vera barbadensis Miller) as a function of its rheological properties. LWT-Food Science and Technology, 55:426-435.

Cubas, C., Lobo, M.G. and Gonzalez, M. 2008. Optimization of the extraction of chlorophyll in green beans (*Phaseolus vulgaris* L.) by N,N-dimethylformamide using response surface methodology. Journal of Food Composition and Analysis. 21: 125-133.

Derringer, G. and Suich, R. 1980. Simultaneous optimization of several response variables. Journal of Quality Technology. 12, 214-219

Fellows, P.J. 2000. Food Processing Technology. Principles and practice. 2nd ed. Boca Raton, Fla. : CRC Press.

Fenema, O.W. 1985. Food Chemistry. Marcel Dekker. New York.

Ferruzzi MG, Blakeslee JD (2007). Absorption, and cancer preventative activity of dietary chlorophyll derivatives. Nutrition Research 27:1-12. Filkova. I., Huang. L.X., Mujumdar, A.S. 2006. Industrial Spray Drying Systems. New York: Taylor & Francis Group.

Gallegos-Infante, J.A., Rocha-Guzman, N.E., González-Laredo, R.F., Medina-Torres,L., Gomez-Aldapa, C.A., Ochoa-Martinez, L.A., Martínez-Sanchez, E.C.,Hernandez-Santos, B., Rodriguez-Ramirez, J., 2013. Physicochemical propertiesand antioxidant capacity of oak (*Quercus resinosa*) leaf infusions encapsulatedby spray-drying food science. 2:31–38.

Goula, A.M., Adamopoulos, K.G. and Kazakis, N.A. 2004. Influence of spray drying conditions on tomato powder properties. Drying Technology. 22: 1129-1151.

Hojnik, M., Skerget, M. and Knez, Z. 2007. Isolation of chlorophylls from stinging nettle (*Urtica dioica* L.). Separation and Purification Technology. 57: 37-46.

Jimenez-Aguilar DM, Ortega-Regules AE, Lozada-Ramirez JD, Perez-Perez MCI, Vernnon-Carter EJ, Welti-Chaes J. 2011. Color and chemical stability of spray-dried blueberry extract using mesquite gum as wall material. J Food Compos and Anal 24(6): 889-894

Kanakdande, D., 2007. Stability of cumin oleoresin microencapsulated in different combination of gum arabic, maltodextrin ad modified starch. Carbohydr. Polym. 67, 536-541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kenyon, M.M and Anderson, R.J. 1988. Maltodextrins and Low-Dextrose-Equivalence Corn Syrup Solids. In Flavor Encapsulation (Rish, S.J. and Reineccius, G.A., eds.). American Chemical Society. Washington, DC. 7-11.

Lazic, Z. R. 2004. Design of Experiments in Chemical Engineering-a Practical Guide. WILEY-VCH, Verlag GmbH and Co. KGaA, Weinheim.

Liu, F., X. Cao, H. Wang, and X. Liao. 2010. Changes of tomato powder qualities during storage. Powder technology. 204:159-166.

Masters, K. 1991. Spray Drying Handbook. 5th ed. Harlow: Longman Scientific and Technical.

Medina-Torres, L., Santiago-Adame, R., Calderas, F., Gallegos-Infante, J.A., Gonzalez-Laredo, R.F., Rocha-Guzman, N.E., Nunez-Ramirez, D.M., Bernad-Bernad, M.J., Manero. et al. 2016. Microencapsulation by spray drying of laurel infusions (*Litsea glaucescens*) with maltodextrin. Industrial Crops and Products. 90:1-8.

Nadeem, H.S., M. Torun, and F. Ozdemir. 2011. Spray drying of the mountain tea (Sideritis stricta) water extract by using different hydrocolloid carriers. LWT-Food science and technology. 44:1626-1635.

Peleg M. 1983. Physical characteristics of food powders. In Physical Properties of Foods (eds. M. Peleg and E. B. Bagley), 293-324. Westport, CT: AVI Publishing Co. [A very brief review of what affects the properties of food powders].

Ramesh, T. and Devasenapathy, P. 2006. Physiological response of cowpea in a rainfed alfisol ecosystem to the impulse of soil moisture conservation pracyives. General and Applied. Physiology. 32: 181-190.

Risch, S.J. and G.A. Reineccius. 1988. Flavor Encapsulation. American Chemical Society Washington, D.C.

Shogren, R. and Biresaw, G. 2007. Surface properties of water soluble maltodextrin, starch acetates and starch acetates/alkenylsuccinates. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. 298: 170-176.

Siam modified starch. 2016. Certificate of analysis of modified starch. [Online]. http://www.siammodifiedstarch.com. (17 April 2016).

Siew, Y. Q., Ngan, K. C., and Peter, S. 2007. The Physicochemical properties of spray-dried watermelon powders. Chemical Engineering and Processing. 46: 386-392.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Singleton, R.M. and Lamuela-Raventos. 1999. Analysis of total phenol and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Method in enzymology. 299: 152-178.

Singthong, J., Ningsanond, S., and Cui, S. 2009. Extraction and physicochemical characterisation of polysaccharide gum from Yanang (*Tiliacora triandra*) leaves. Food Chemistry, 114:1301–1307.

Stencl, J. 2004. Modelling the water sorption isotherms of yoghurt powder spray. Mathematics and Computers in Simulation. 65. 157-164.

Von Elbe, J.H. and Schwartz, S.J. 1 9 9 6 . Colorants. In Food Chemistry. 3 rd ed. (Fennema, O.R.ed.). Marcel Dekker, Inc., NewYork.

Williams, P. A. and Phillips, G. O. 2009. Gum Arabic, pp. 252-273. In G.O. Phillips and P.A. Williams, Eds. Handbook of Hydrocolloids, 2nd ed. Woodhead Publishing Ltd, Cambridge.

Wrolstad, R.E. 2001. Current protocols in Food Analytical Chemistry. Vol. 1. John Wiley and Son. New York.

Zakarian, A. J. and King, C. J. 1982. Volatiles loss in the zone during spray drying of emulsions. Industrial Engineering Chemistry Process, 21, 107-113.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
การวิเคราะห์ทางกายภาพ

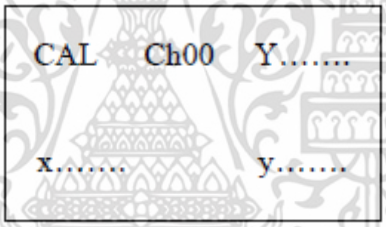
ก-1 การวัดสี (Chroma meter; Minolta CR - 400, Japan)

อุปกรณ์

1. เครื่องวัดสี (Minolta ,CR-400, Japan)
2. อะลูมิเนียมแคน

วิธีการ

1. นำตัวอย่างใส่ในอะลูมิเนียมแคน
2. ปรับมาตรฐานเครื่อง (Calibration) โดย
   2.1 ต่อปลั๊กไฟให้เข้าด้านหลังเครื่องตรงช่อง DC
   2.2 เปิด power ไปที่ ON กดที่ Calibrate รอประมาณ 5 วินาทีจะแสดงข้อความ



   2.3 วางปลายหัววัดให้แนบกับผิวหน้าของแผ่น Calibrate (แผ่นกระเบื้องสีขาว)
   2.4 กดปุ่ม measuring head อย่ายกหัววัดออกจนกว่าเครื่องจะ Calibrate เสร็จ โดยหน้าหน้าจอจะแสดง 'END'
3. ใช้แผ่นพลาสติกคลุมหัววัดก่อนทำการวัด เพื่อป้องกันความเสียหายของหัววัด
4. วางปลายหัววัดให้แนบกับตัวอย่างและทำการวัด
5. บันทึกค่าสีในค่า L^*, a^* และ b^* โดยค่า

   L^* คือ ค่าความสว่าง มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100

a^* คือ ค่าสีแดงและสีเขียว	เมื่อ a^* มีค่าเป็นบวก	แสดงสีแดง
	เมื่อ a^* มีค่าเป็นลบ	แสดงสีเขียว
b^* คือ ค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน	เมื่อ b^* มีค่าเป็นบวก	แสดงสีเหลือง
	เมื่อ b^* มีค่าเป็นลบ	แสดงสีน้ำเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-2 วัดความหนืด (Brookfield viscometer รุ่น LVDV – III Ultra)

อุปกรณ์

1. เครื่อง Brookfield Digltal Rheometer
2. ชุด small sample adapter
3. หัววัดเบอร์ SC4-18
4. Chamber SC4-13R
5. Cooling bath

วิธีการ

1. เช็คระดับลูกน้ำ ปรับระดับลูกน้ำให้อยู่จุดกึ่งกลางของกรอบ และเปิด Power switch ด้านหลังตัวฐานเครื่อง
2. กดปุ่ม Motor on/ off เครื่องจะทำการปรับศูนย์อัตโนมัติ เมื่อหน้าจอขึ้น Auto zero is complete กด Next
3. นำตัวอย่างใส่ใน chamber ที่ติดตั้งเข้ากับชุด small sample adapter ควบคุมอุณหภูมิตลอดการวิเคราะห์ที่ประมาณ 2 - 4 องศาเซลเซียส ด้วย cooling bath
4. ใส่หัววัดเบอร์ SC4-18 และ จุ่มหัววัดในตัวอย่างน้ำใบย่านางผงคืนรูป
5. กด Select SPDL เพื่อรหัสหัวคือ 18 และ กด Select SPDL อีกครั้งเพื่อตอบตกลง
6. ใส่ตัวเลขที่ความเร็วรอบ 250 RPM อ่านค่าความหนืดของตัวอย่างเป็น เซนติพอยส์ (cP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-3. ความสามารถในการละลาย

อุปกรณ์

1. ภาชนะอะลูมิเนียม (moisture can)
2. ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
3. โถดูดความชื้น (Desiccator)
4. เครื่องชั่งน้ำหนักละเอียด 4 ตำแหน่ง

วิธีการ

1. ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่าง 1 กรัม ด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
2. เติมน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 65-70 องศาเซลเซียส ปริมาตร 10 มิลลิลิตร กวนด้วยเครื่องกวนแบบแม่เหล็กความเร็วรอบ 600 รอบต่อนาที นาน 5 นาที
4. ปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที แล้วจึงเทสารละลายส่วนใสด้านบนใส่ถ้วยอะลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักแน่นอน
5. นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง นำตัวอย่างออกมาพักให้เย็นในโถดูดความชื้น
6. คำนวณหาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{ความสามารถในการละลาย (ร้อยละ)} = \frac{\text{มวลแห้งของตัวอย่างที่ละลายได้ใน supernatant x 100}}{\text{มวลแห้งของตัวอย่างทั้งหมด}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.
การวิเคราะห์ทางเคมี

ข-1. ปริมาณของแข็งทั้งหมด

อุปกรณ์

1. ภาชนะอะลูมิเนียมสำหรับหาปริมาณของแข็งทั้งหมด (moisture can)
2. ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
3. โถดูดความชื้น (Desiccator)
4. เครื่องชั่งน้ำหนักละเอียด 4 ตำแหน่ง

วิธีทำ

1. อบภาชนะอะลูมิเนียมที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่งโมง หรือจนน้ำหนักคงที่
2. นำไปใส่ในเดสซิเคเตอร์ทิ้งไว้ให้เย็น (ประมาณ 15-30 นาที)
3. ชั่งน้ำหนักถ้วย (A) ตักตัวอย่างใสลงในถ้วย บันทึกน้ำหนักของถ้วย และตัวอย่าง (B)
4. นำไปอบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่งโมง หรือจนน้ำหนักคงที่
5. นำไปใส่ในเดสซิเคเตอร์ทิ้งไว้ให้เย็น (ประมาณ 15-30 นาที)
6. ชั่งน้ำหนักรวมของภาชนะอะลูมิเนียมและสารตัวอย่างหลังการอบ (C)
7. นำไปอบที่อุณหภูมิ 550 ± 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที
8. นำไปใส่ในเดสซิเคเตอรทิ้งไว้ให้เย็น (ประมาณ 15-30 นาที)
9. ชั่งน้ำหนักรวมของถ้วยและสารตัวอย่างหลังการอบ (D)

การคำนวณ

%TSC (ปริมาณของแข็งทั้งหมด) = (Yx100)/X

โดยที่

X = น้ำหนักของสารตัวอย่างสด = B - A (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข-2 การวิเคราะห์ค่าความชื้น (Moisture content)

อุปกรณ์

1. ภาชนะอะลูมิเนียมสำหรับหาความชื้น (moisture can)
2. ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
3. โถดูดความชื้น (Desiccator)
4. เครื่องชั่งน้ำหนักละเอียด 4 ตำแหน่ง

วิธีการ

1. อบภาชนะอะลูมิเนียมสำหรับหาความชื้นที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานาน 2 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ปล่อยทิ้งไว้จนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนักอีกครั้ง

2. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอน 2 กรัม ใส่ลงในภาชนะหาความชื้นที่ทราบน้ำหนักแน่นอนทำการทดลองละ 3 ครั้ง

3. นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 75 องซาเซลเซียส นาน 13 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ปล่อยทิ้งไว้จนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนักภาชนะพร้อมตัวอย่าง

4. บันทึกผลการทดลอง

การคำนวณ

$$\text{ค่าร้อยละปริมาณความชื้น} = \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและหลังอบ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข-3. การวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity, a_{ww})

อุปกรณ์

1. เครื่องวัด a_w (AQUALAB series 4TE)
2. ตลับและฝาพลาสติกสำหรับเครื่องวัด a_w
3. ชุดทำความสะอาด

การเตรียมตัวอย่าง

1. ใส่ตัวอย่างในตลับประมาณ 1/3 ของตลับหรือไม่เกินครึ่งหนึ่งของตลับเกลี่ยตัวอย่างให้ทั่วตลับเพื่อประสิทธิภาพในการวัด

2. ตรวจสอบให้แน่ชัดว่าที่ขอบริม และด้านนอกของตลับวัดสะอาด ห้ามมีตัวอย่างติดบริเวณตลับวัด a_w

3. ตัวอย่างควรมีอุณหภูมิใกล้เคียงหรือต่างกันไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส ของอุณหภูมิ chamber เครื่องวัด a_w

การเปิดเครื่อง

1. เปิดเครื่อง a_w ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาทีเพื่อการวัดที่มีประสิทธิภาพสูง
2. นำตลับวัด a_w ใส่ลงในเครื่องระวังไม่ให้ให้ตัวอย่างหกหล่น
3. ดันคันโยกไปในตำแหน่ง Open/Load ไปยังตำแหน่ง Read เครื่องจะเริ่มวัดค่า a_w
4. เมื่อเครื่องวัดเสร็จ (ใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที) จะมีสัญญาณเตือนให้อ่านค่า a_w และอุณหภูมิที่หน้าจอ
5. เปลี่ยนคันโยกจากตำแหน่ง Read ไปยังตำแหน่ง Open/Load เพื่อนำตลับออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข-4. การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (ค่า pH)

สารเคมี

1. สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน pH 4 และ 7
2. สารละลาย KCl ความเข้มข้น 3 M

วิธีการ

1. เปิด pH meter เพื่ออุ่นเครื่องก่อนวัดประมาณ 5-10 นาที
2. Calibrate เครื่องด้วยสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน pH 4 และ 7
3. นำตัวอย่างปริมาตร 20 มิลลิลิตร ที่ต้องการวัดลงในบีกเกอร์
4. ทำการวัดค่า pH โดยแกว่งหัววัดเบาๆ ในน้ำตัวอย่าง
5. เมื่อค่า pH หยุดนิ่งประมาณ 10 วินาที จดบันทึกค่าที่วัดได้
6. หลังจากใช้งานเสร็จแล้ว ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างทำความสะอาด Electrode เช็ดให้แห้ง แล้วเก็บในสารละลาย KCl ความเข้มข้น 3 M

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข-5. วิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด

อุปกรณ์และสารเคมี

1. อะซิโตน
2. เครื่องเขย่าควบคุมอุณหภูมิ
3. เครื่องวัดค่าดูดกลืนแสง และcuvette

วิธีการ

1. นำตัวอย่าง (ใบย่านางผง 0.5 กรัม ละลายในน้ำ 50 มิลลิลิตร) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร
2. สกัดด้วยอะซิโตนความเข้มข้นร้อยละ 80 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร
3. นำตัวอย่างไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าควบคุมอุณหภูมินาน 30 นาที ที่ 4 องศาเซลเซียส นำส่วนใสมาปรับปริมาตรให้ครบ 50 มิลลิลิตร โดยอะซิโตนความเข้มข้นร้อยละ 80
4. หลังจากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 652 นาโนเมตร คำนวณค่าจากสมการ

$$\text{Total chlorophyll content (mg/g)} = \frac{\text{OD at 652 x V}}{\text{34.5 x WE}}$$

โดยที่ V คือ ปริมาตรของส่วนใสที่สกัดได้

34.5 คือ สัมประสิทธิ์ของการดูดกลืนแสงเฉพาะของคลอโรฟิลล์ที่มีความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร

WE คือ น้ำหนักของตัวอย่างใบย่านางผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข-6. การคำนวณหาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดของตัวอย่างน้ำสกัดใบย่านางโดยที่สารประกอบโพลีฟีนอลทำปฏิกริยากับ Folin-Ciocalteu และเกิดเป็นสารสีน้ำเงินขึ้น โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร โดยใช้กรดแกลลิกเป็นสารละลายมาตรฐาน

อุปกรณ์

1. สเปคโคโฟโตมิเตอร์
2. คิวเวต
3. หลอดทดลอง
4. ช้อนตักสาร
5. บีกเกอร์ขนาด 100 และ 300 มิลลิลิตร
6. ขวดรูปชมพู่ขนาด 50 และ 250 มิลลิลิตร
7. ปิเปต

สารเคมี

1. กรดแกลลิก
2. สารละลาย Folin-Ciocalteu
3. สารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้นร้อยละ 10
4. เอทานอลร้อยละ 95

วิธีการเตรียมสารละลายมาตรฐาน

1. ละลายกรดแกลลิก 0.0400 กรัม ด้วยเอทานอลร้อยละ 95 แล้วปรับปริมาตรในขวดปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร ได้เป็นสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกความเข้มข้นที่ได้เท่ากับ 400 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

2. ปิเปตสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกลงในหลอดทดลอง โดยให้มีปริมาณกรดแกลลิกตั้งแต่ 0-140 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นให้ปริมาตรรวมในหลอดเป็น 10 มิลลิลิตรดังตารางที่ ข-6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

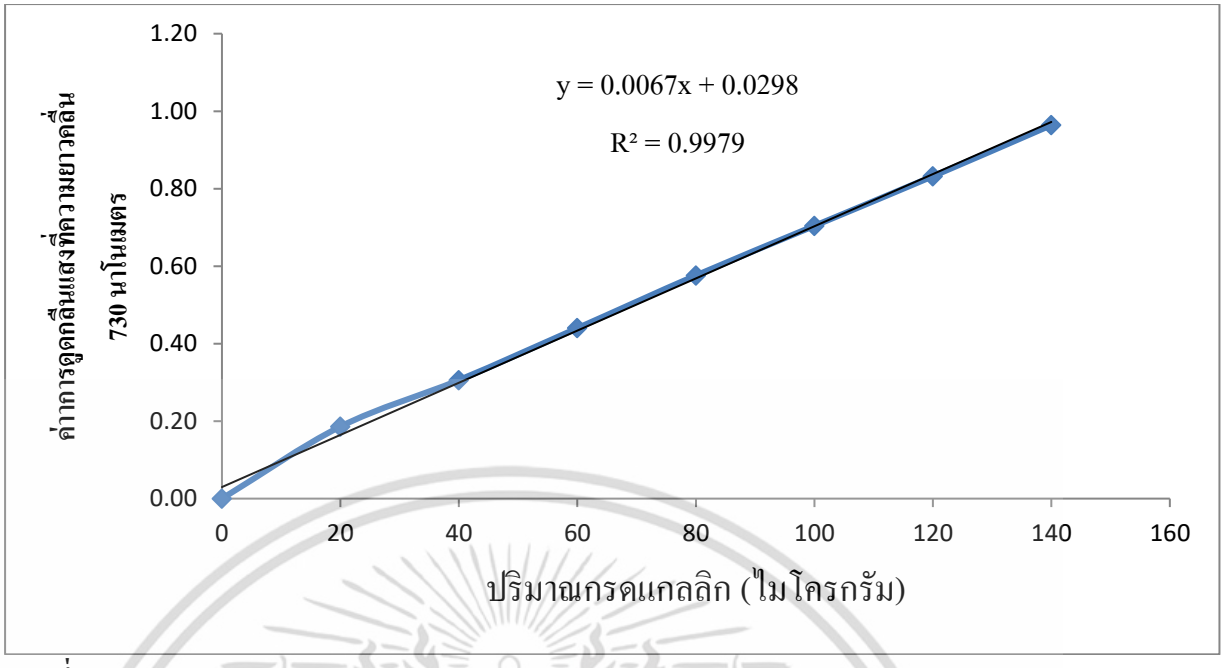
ตารางที่ ข-6 การเตรียมการสำหรับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก

หลอดทดลองที่	ปริมาณของสารละลายกรดแกลลิก (ไมโครลิตร)	ปริมาตรน้ำกลั่น (มิลลิลิตร)	ปริมาณกรดแกลลิก (ไมโครกรัม)
1	0	10.00	0
2	50	9.95	20
3	100	9.90	40
4	150	9.85	60
5	200	9.80	80
6	250	9.75	100
7	300	9.70	120
8	350	9.65	140

3. เติมสารละลาย Folin-Ciocalteu หลอดละ 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาที หลังจากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรหลอดละ 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 10 นาที เกิดสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงิน นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร โดยใช้หลอดที่ 1 เป็นหลอดเปรียบเทียบ

4. นำผลไปเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับปริมาณกรดแกลลิก (ไมโครกรัม) เพื่อได้เป็นกราฟมาตรฐาน (standard curve)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข-6 กราฟมาตรฐานกรดแกลลิก

วิธีวิเคราะห์ตัวอย่าง

1. ปิเปตสารละลายตัวอย่างน้ำใบย่านาง 0.5 มิลลิลิตร
2. ปรับปริมาตรให้เป็น 10 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น
3. เติมสารละลาย Folin-Ciocalteu 0.5 มิลลิลิตร เขย่าและทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาที
4. เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้นร้อยละ 10 หลอดละ 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 10 นาที
5. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร
6. คำนวณหาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด เปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณ

<u>หลอดที่ 1 น้ำใบย่านางผงคืนรูป</u>

ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร เท่ากับ 0.346

จากสมการ $y = 0.0067x + 0.0298$

แทนค่า $y = 0.346$

และ x = ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (ไมโครกรัม)

ดังนั้น $x = \frac{0.346}{0.0067}$

= 51.64 ไมโครกรัม

น้ำใบย่านางผง 0.5 กรัม ปรับปริมาตร 10 มิลลิลิตรมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด 51.64 ไมโครกรัม

หรือ น้ำใบย่านางผง 0.5 มิลลิลิตร มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด 51.64 ไมโครกรัม

ถ้าน้ำใบย่านางผง 10 มิลลิลิตร มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด $\frac{10}{0.5}$ x 51.64

= 1032.8 ไมโครกรัม

น้ำใบย่านางผง 5 กรัม มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด 1032.8 ไมโครกรัม

น้ำใบย่านางผง 1 กรัม มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด $\frac{1}{0.5}$ x 1032.8

=2065.6 ไมโครกรัม/กรัมผงแห้ง

หรือ = 2.656 มิลลิกรัม/กรัมผงแห้ง

หรือ = 265.6 มิลลิกรัม/100กรัมผงแห้ง

ดังนั้น ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดของน้ำสกัดใบย่านางเท่ากับ 2065.6 ไมโครกรัม/กรัมผงแห้ง หรือ = 2.656 มิลลิกรัม/กรัมผงแห้ง หรือ = 265.6 มิลลิกรัม/100กรัมผงแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>หลอดที่ 2 น้ำสกัดใบย่านาง</u>

ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร เท่ากับ 1.156

จากสมการ $y = 0.0067x + 0.0298$

แทนค่า $y = 0.346$

และ x = ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (ไมโครกรัม)

ดังนั้น $x = \frac{1.156}{0.0067}$

$= 172.54$ ไมโครกรัม

ความเข้มข้นอัตราส่วนใบย่านางต่อน้ำสะอาด 1:10 โดยใบย่านาง 10 กรัม ในตัวทำละลาย 100 มิลลิลิตร มีปริมาตรรวมเท่ากับ 11 มิลลิลิตร

น้ำสกัดใบย่านาง 0.5 มิลลิลิตร มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด 172.54 ไมโครกรัม

น้ำสกัดใบย่านาง 11 มิลลิลิตร มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด $\frac{11}{0.5}$ x 172.54

$= 3795.82$ ไมโครกรัม

หรือ $= 3.795$ มิลลิกรัม/มิลลิลิตร

หรือ $= 379.5$ มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร

ดังนั้น ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดของน้ำสกัดใบย่านางเท่ากับ 3795.66 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร หรือ 3.795 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร หรือ = 379.5 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข-7. การวิเคราะห์สมบัติการต้านอนุมูลอิสระ DPPH

การวิเคราะห์สมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของตัวอย่างน้ำสกัดใบย่านางจะใช้วิธีการ DPPH assy วิธีนี้อาศัยการติดตามความสามารถของตัวอย่างน้ำสกัดใบย่านางในการยับยั้งการผลิตอนุมูลอิสระของ 2,2 diphemyl-1-picrylhydrazyl หรือ DPPH ซึ่งเกิดเป็นอนุมูลอิสระที่ทำให้สารละลายมีสีม่วง และสามารถดูดกลืนแสงได้ที่ 517 นาโนเมตร

อุปกรณ์

1. สเปคโคโฟโตมิเตอร์
2. คิวเวต
3. หลอดทดลอง
4. ช้อนตักสาร
5. บีกเกอร์ขนาด 100 และ 300 มิลลิลิตร
6. ขวดรูปชมพู่ขนาด 50 และ 250 มิลลิลิตร
7. ปิเปต

สารเคมี

1. กรดแอสคอร์บิค
2. สารละลาย 2,2 diphemyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)
3. เอทานอลร้อยละ 95

การเตรียมกราฟมาตรฐานของวิตามินซี (กรดแอสคอร์บิค)

1. เตรียมสารละลายกรดแอสคอร์บิคความเข้มข้นเริ่มต้น 2000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร โดยชั่งกรดแอสคอร์บิค 0.2 กรัม เติมน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร

2. ปิเปตสารละลายกรดแอสคอร์บิคที่ได้จากข้อ 1 ใส่ในหลอดทดลอง โดยให้มีปริมาณกรดแอสคอร์บิคเท่ากับ 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, และ 0.9 มิลลิลิตรจะได้ปริมาณของกรดแอสคอร์บิค 0, 200, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600 และ1800 ไมโครกรัม ตามลำดับ ดังตารางที่ ข-7

3. ปิเปตสารละลายกรดแอสคอร์บิคที่ได้จากข้อ 2 ที่ความเข้มข้นต่างๆกัน อย่างละ 0.2 มิลลิลิตร

4. ปิเปตสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ (ชั่ง DPPH 0.0079 กรัม ละลายในเอทานอลร้อยละ 95 แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 200 มิลลิลิตร) ปริมาตร 3.8 มิลลิลิตร ลงไปในหลอดทดลองเขย่าเข้ากันตั้งทิ้งไว้ในที่มืดอุณหภูมิห้อง 60 นาที

5. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดแอสคอร์บิค (ไมโครกรัม) ในแกน x และสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ DPPH (%) ในแกน y

*การเตรียมปฏิกิริยาควบคุมโดยเตรียมเหมือนข้อ 1-4 ข้างต้นทุกประการแต่ใช้น้ำกลั่นแทนสารละลายกรดแอสคอร์บิค

**การเตรียมปฏิกิริยาควบคุมของสารละลายกรดแอสคอร์บิค โดยทำเหมือนการวิเคราะห์สารละลายกรดแอสคอร์บิคทุกประการ แต่เติมเอทานอลร้อยละ 95 แทนสารละลาย DPPH

ตารางที่ ข-7 การเตรียมการสำหรับกราฟมาตรฐานของกรดแอสคอร์บิค

หลอดทดลองที่	ปริมาณของสารละลายกรดแกลลิก (ไมโครลิตร)	ปริมาณกรดแอสคอร์บิค (มิลลิลิตร)	ปริมาณน้ำกลั่น (มิลลิลิตร)	สารละลาย DPPH (มิลลิลิตร)	ปริมาตรรวม (มิลลิลิตร)
1	0	0	1.0	3.8	4.0
2	0.2	0.1	0.9	3.8	4.0
3	0.4	0.2	0.8	3.8	4.0
4	0.6	0.3	0.7	3.8	4.0
5	0.8	0.4	0.6	3.8	4.0
6	1.0	0.5	0.5	3.8	4.0
7	1.2	0.6	0.4	3.8	4.0
8	1.4	0.7	0.3	3.8	4.0
9	1.6	0.8	0.2	3.8	4.0
10	1.8	0.9	0.1	3.8	4.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการวิเคราะห์สารละลายตัวอย่าง

1. ปิเปตตัวอย่างน้ำสกัดใบย่านางที่เจือจางให้มีความเข้มข้นที่เหมาะสมที่ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตรลงในหลอดทดลอง

2. ปิเปตสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 3.8 มิลลิลิตรลงในหลอดทดลอง เขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องและมืด เป็นเวลา 60 นาที

3. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

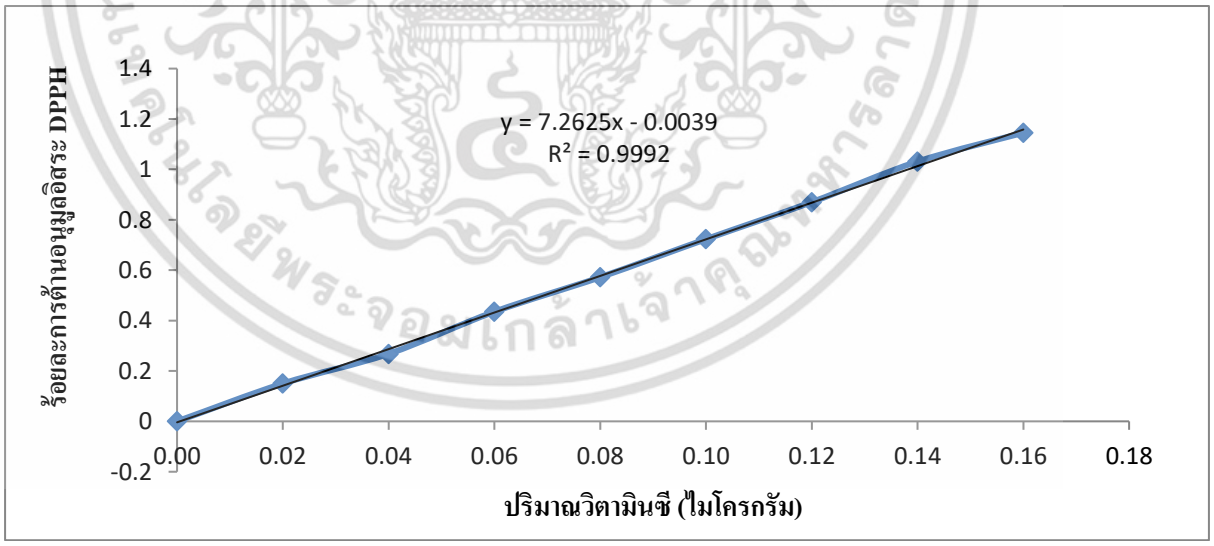
4. คำนวณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ DPPH

*การเตรียมปฏิกิริยาควบคุมโดยใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่างน้ำสกัดใบย่านาง

**การเตรียมปฏิกิริยาควบคุมของตัวอย่างแต่ละตัวอย่าง โดยทำเหมือนการวิเคราะห์สารละลายตัวอย่างทุกประการ แต่เติมเอทานอลร้อยละ 95 แทนสารละลาย DPPH

คำนวณหาร้อยละของสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ตามสมการดังนี้

$$\text{DPPH scavenging activity (\%)} = \left[\frac{(OD517\text{control} - OD517sample)}{(OD517\text{control})}\right] \text{X100}$$



ภาพที่ ข-7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการต้านอนุมูลอิสระ DPPH กับวิตามินซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของตัวอย่างน้ำสกัดใบย่านาง

<u>หลอดที่ 1 น้ำใบย่านางผงคืนรูป</u>

ค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร Absorption sample เท่ากับ 0.785

ค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร Absorption control เท่ากับ 1.300

จากสมการ

ร้อยละการต้านอนุมูลอิสระ DPPH = $\left[\frac{(OD517\text{control}-OD517sample)}{(OD517\text{control})}\right]$X100

แทนค่า = $(\frac{1.300-0.785}{1.300})$ X 100

= 39.62

จากสมการ y = 7.2625x - 0.0039

แทนค่า y = ร้อยละการต้านอนุมูลอิสระ DPPH

แทนค่า x = ค่าสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในหน่วยไมโครกรัมสมมูลย์ของวิตามินซีต่อมิลลิลิตรของตัวอย่าง

จะได้ x = $\frac{39.63}{7.262}$

= 5.46 ไมโครกรัม

น้ำใบย่านางผง 0.5 กรัม ปรับปริมาตร 10 มิลลิลิตรมีปริมาณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ DPPH 5.46 ไมโครกรัม

หรือ น้ำใบย่านางผงคืนรูป 0.5 มิลลิลิตร มีปริมาณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ DPPH 5.46 ไมโครกรัม

ถ้าน้ำใบย่านางผงคืนรูป 10 มิลลิลิตร มีปริมาณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ DPPH $\frac{10}{0.5}$X 5.46

= 109.5 ไมโครกรัม

น้ำใบย่านางผง 5 กรัม มีปริมาณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ DPPH 109.5 ไมโครกรัม

น้ำใบย่านางผง 1 กรัม มีปริมาณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ DPPH $\frac{1}{0.5}$X 109.5

=219 ไมโครกรัม/กรัมผงแห้ง

หรือ = 0.219 มิลลิกรัม/กรัมผงแห้ง

หรือ = 21.9 มิลลิกรัม/100 กรัมผงแห้ง

ดังนั้นปริมาณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 219 ไมโครกรัม/กรัมผงแห้ง หรือ 0.219 มิลลิกรัม/กรัมผงแห้ง หรือ = 21.9 มิลลิกรัม/100 กรัมผงแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>หลอดที่ 2 น้ำสกัดใบย่านาง</u>

ค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร Absorption sample เท่ากับ 0.622

ค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร Absorption control เท่ากับ 1.300

จากสมการ

ร้อยละการต้านอนุมูลอิสระ DPPH = $\left[\frac{(OD517\text{control}-OD517sample)}{(OD517\text{control})}\right]$X100

แทนค่า = $\left(\frac{1.300-0.622}{1.300}\right)$ X100

= 52.15

จากสมการ y = 7.2625x - 0.0039

แทนค่า y = ร้อยละการต้านอนุมูลอิสระ DPPH

แทนค่า x = ค่าสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในหน่วยไมโครกรัมสมมูลย์ของวิตามินซีต่อมิลลิลิตรของตัวอย่าง

จะได้ $x = \frac{52.15}{7.262}$

= 44.89 ไมโครกรัม

ความเข้มข้นอัตราส่วนใบย่านางต่อน้ำสะอาด 1:10 โดยใบย่านาง 10 กรัม ในตัวทำละลาย 100 มิลลิลิตร มีปริมาตรรวมเท่ากับ 11 มิลลิลิตร

น้ำใบย่านาง 0.5 มิลลิลตร มีปริมาณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ DPPH 44.89 ไมโครกรัม

น้ำใบย่านาง 11 มิลลิลตร มีปริมาณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ DPPH $\frac{11}{0.5}$X 44.89

= 315.98 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

หรือ = 0.32 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร

หรือ = 32 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร

ดังนั้น ปริมาณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 315.98 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร หรือ 0.32 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร หรือ = 32 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

เมนูอาหารแกงเปรอะ

ค-1. แกงเปรอะหน่อไม้ใบย่านาง

ค-1.1 ส่วนประกอบของแกงเปรอะ

วัตถุดิบ	น้ำหนัก (กรัม)	ปริมาณ (ร้อยละ)
หน่อไม้สดสับหยาบ	200	9.97
ตะไคร้หั่นท่อน	30	1.49
หอมแดง	30	1.49
พริกสดสีแดง	4	0.20
ข้าวเบือ	18	0.90
ใบแมงลัก	60	2.99
ชะอมเด็ด	60	2.99
เห็ดหูหนูดำหั่นชิ้น	50	2.49
ฟักทองหั่นชิ้น	150	7.47
เห็ดฟางผ่าครึ่งดอก	30	1.49
เห็ดนางฟ้า	30	1.49
บวบหอมหั่นชิ้น	70	3.49
น้ำคั้นใบย่านาง	1200	59.79
น้ำปลา	18	0.90
น้ำปลาร้าต้มสุก	57	2.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค-1.2 วิธีทำ

1.โขลกตะไคร้ หอมแดง พริกสด พอหยาบเตรียมไว้

2.ต้มน้ำคั้นใบย่านางพอเดือด ใส่เครื่องที่โขลกไว้คนให้ละลาย

3.ใส่หน่อไม้ ฟักทอง บวบพอเดือดอีกครั้ง ปรุงรสด้วยน้ำปลา น้ำปลาร้า พอผักที่ใส่ไปเริ่มสุก ใส่ข้าวเบือคนให้เข้ากัน ใส่เห็ดหูหนูดำ เห็ดฟาง เห็ดนางฟ้า ชะอม ใบแมงลัก คนให้เข้ากัน พอส่วนผสมสุกทั่วยกลง จัดเสิร์ฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.
ภาพกระบวนการเตรียมสกัดน้ำใบย่านาง

ง-1. ภาพกระบวนการเตรียมสกัดน้ำใบย่านาง

1. ใบย่านางล้างทำความสะอาด และผึ่งสะเด็ดน้ำ

2. ปั่นใบย่านางด้วยเครื่องปั่นอาหาร นาน 1 นาที

3. กรองน้ำแยกกากออกด้วยผ้าขาวบาง 2 ชั้น

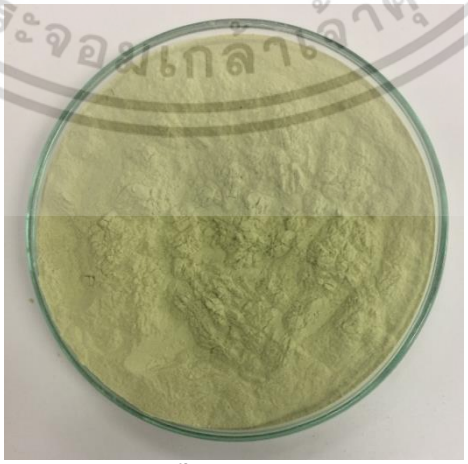
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. น้ำสกัดใบย่านาง

5. สารช่วยทำแห้ง

6. น้ำสกัดใบย่านางผสมกับสารช่วยทำแห้ง

7. เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย

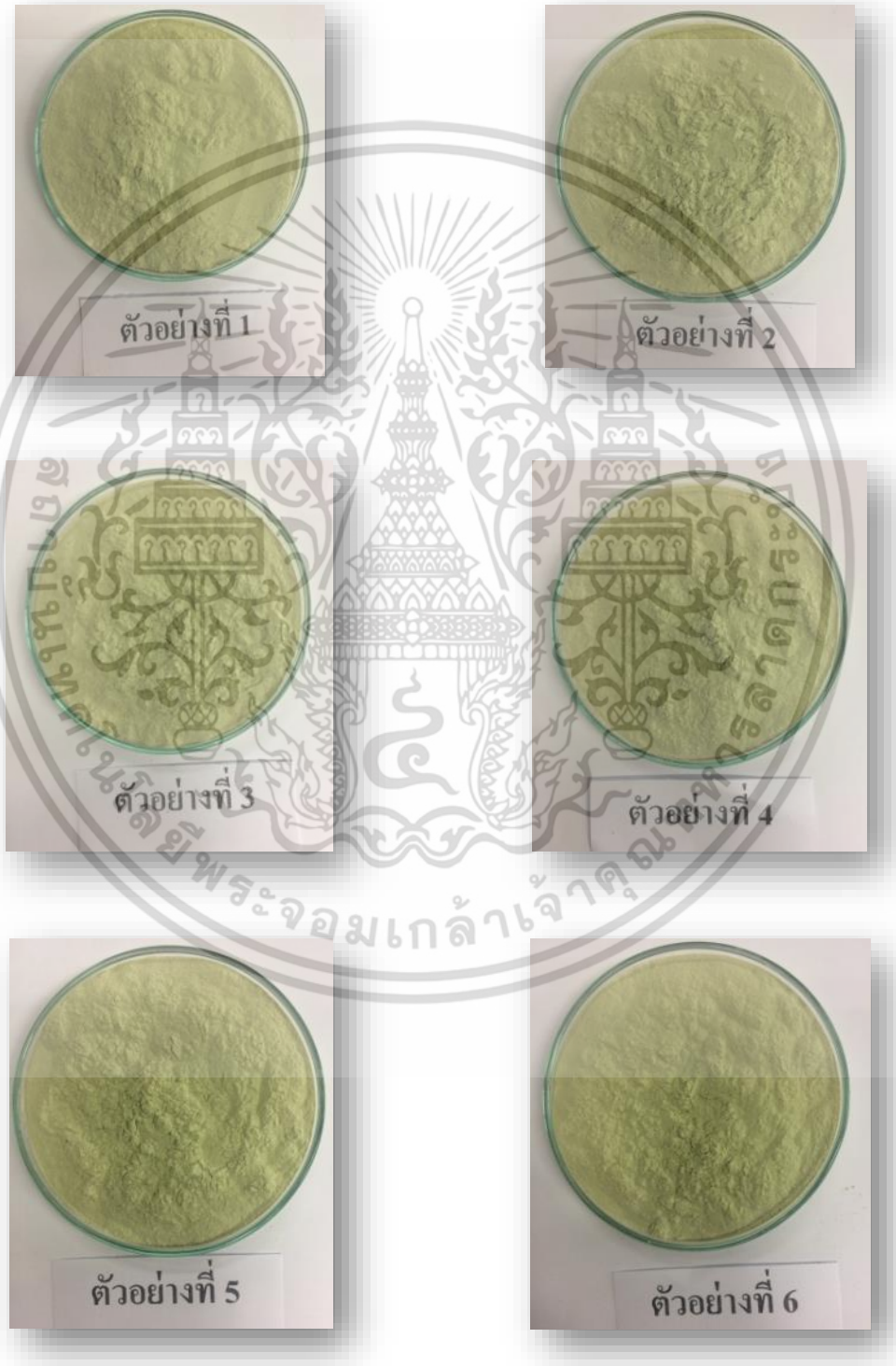


8. .น้ำใบย่านางผง

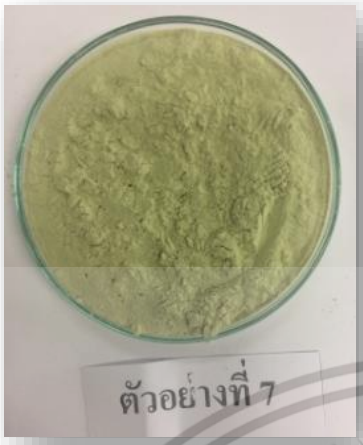
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

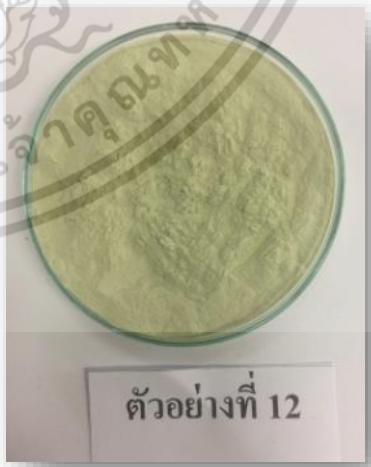
ภาคผนวก จ.
ภาพใบย่านางผงที่เตรียมได้

จ-1. ภาพใบย่านางผงที่เตรียมได้

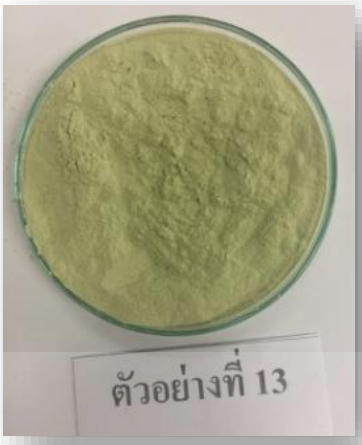


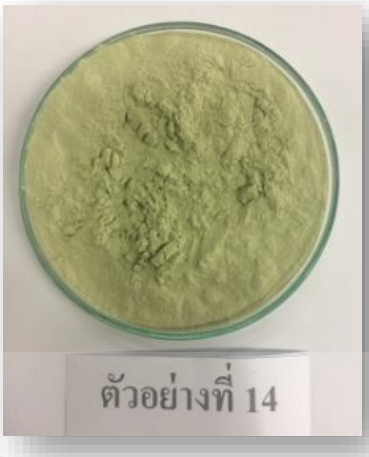
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ.

ภาพใบย่านางผงในระหว่างการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช.

แบบประเมินทางคุณภาพประสาทสัมผัส

แบบสอบถามด้วยการเปรียบเทียบความแตกต่างกับตัวอย่างควบคุม

ผลิตภัณฑ์ : “แกงเปรอะจากใบย่านางผง” วันที่_____

ผู้ทดสอบ_____

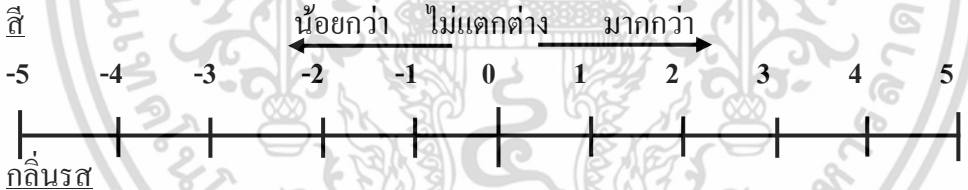
❖ **คำแนะนำ**: กรุณาทดสอบตัวอย่างตามลำดับที่นำเสนอ พร้อมทั้งให้บอกความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ในแต่ละคุณลักษณะตามความรู้สึกของท่าน และกรุณาบ้วนปากก่อนทดสอบตัวอย่าง โดยกำหนดระดับคะแนนความชอบดังนี้

<u>ตอนที่ 1</u> ทำเครื่องหมาย ✓ บนเส้นสเกลตามที่ท่านรู้สึก ให้ตรงกับรหัสตัวอย่าง

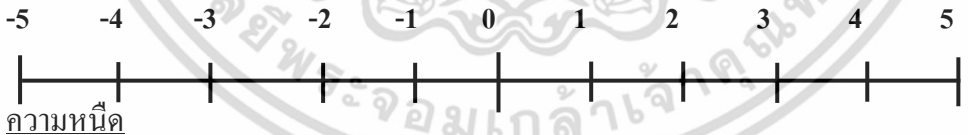
- สเกล 0 หมายถึง ไม่แตกต่าง (เมื่อเทียบกับตัวอย่าง C)
- สเกล -1 ถึง -5 หมายถึง แตกต่างในทาง<u>น้อย</u>กว่า (เมื่อเทียบกับตัวอย่าง C)
- สเกล 1 ถึง 5 หมายถึง แตกต่างในทาง<u>มาก</u>กว่า (เมื่อเทียบกับตัวอย่าง C)

รหัส _____

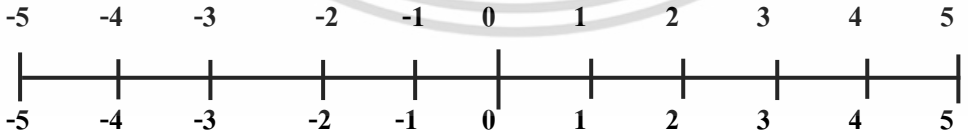
<u>สี</u>



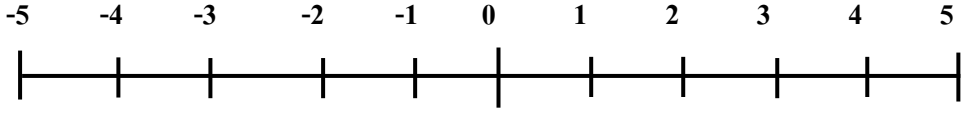
<u>กลิ่นรส</u>



<u>ความหนืด</u>



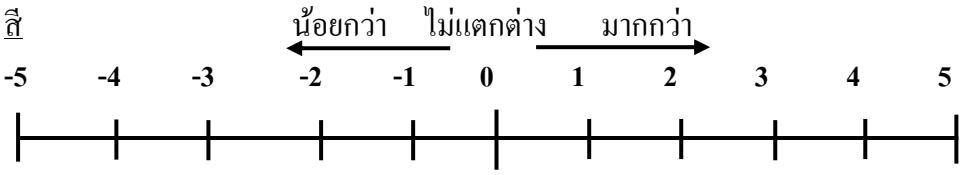
<u>ความชอบโดยรวม</u>



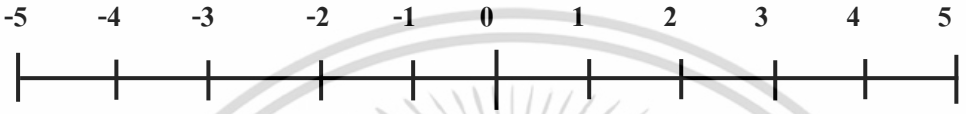
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส _____

สี



กลิ่นรส



ความหนืด

ความชอบโดยรวม

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ซ.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำใบย่านาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มผช.๑๔๔๓/๒๕๕๒

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
น้ำใบย่านาง

๑. ขอบข่าย

๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมน้ำใบย่านางพร้อมดื่มที่มีสารสกัดจากใบย่านางเป็นส่วนประกอบหลัก บรรจุในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่ไม่ใช่กระป๋องโลหะ วัสดุอื่นที่คงรูป หรือขวดแก้วที่ฝามียางหรือวัสดุอื่นผนึกที่สามารถป้องกันมิให้อากาศภายนอกเข้าไปในภาชนะบรรจุได้ และต้องเก็บรักษา ขนส่ง และวางจำหน่ายโดยการแช่เย็นที่อุณหภูมิต่ำเพื่อให้ผลิตภัณฑ์เย็นตลอดเวลา

๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

๒.๑ น้ำใบย่านาง หมายถึง เครื่องดื่มที่ได้จากการนำใบย่านางที่มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ *Tiliacora triandra* (Coleb.) Diels ซึ่งสดและอยู่ในสภาพดีมาล้างให้สะอาด หั่นเป็นชิ้น นำมาตีปั่นกับน้ำหรือน้ำสกัดจากพืช เช่น ใบเตย น้ำมะพร้าว ในอัตราส่วนที่เหมาะสมโดยไม่มีเจตนาเพื่อเพิ่มปริมาณและยังคงรักษากลิ่นรสของน้ำใบย่านางไว้ได้ กรองแยกกากออก อาจเติมน้ำตาล น้ำผึ้ง สารให้ความหวานแทนน้ำตาล อย่างใดอย่างหนึ่งหรือผสมกันในปริมาณเล็กน้อยเพื่อปรุงแต่งรส บรรจุในภาชนะบรรจุ

๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

๓.๑ ลักษณะทั่วไป
ต้องเป็นของเหลว อาจใสหรือขุ่น อาจตกตะกอนเมื่อตั้งทิ้งไว้
การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

๓.๒ สี
ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของน้ำใบย่านางและส่วนประกอบที่ใช้

๓.๓ กลิ่น
ต้องมีกลิ่นที่ดีตามธรรมชาติของน้ำใบย่านางและส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นบูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๓.๔ กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของน้ำใบย่านางและส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นรสเปรี้ยวบูด

เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ ๘.๑ แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า ๒ คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ ๑ คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

๓.๕ สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

๓.๖ วัตถุเจือปนอาหาร

๓.๖.๑ ห้ามใช้สีสังเคราะห์ทุกชนิด

๓.๖.๒ หากมีการใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลและวัตถุกันเสีย ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

๓.๗ จุลินทรีย์

๓.๗.๑ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน ๑ × ๑๐^{๕} โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ มิลลิลิตร

๓.๗.๒ ซาลโมเนลลา ต้องไม่พบในตัวอย่าง ๒๕ มิลลิลิตร

๓.๗.๓ สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส ต้องไม่พบในตัวอย่าง ๐.๑ มิลลิลิตร

๓.๗.๔ บาซิลลัส ซีเรียส ต้องไม่เกิน ๑๐๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ มิลลิลิตร

๓.๗.๕ คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ ต้องไม่เกิน ๑๐๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ มิลลิลิตร

๓.๗.๖ โคลิฟอร์ม โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า ๒.๒ ต่อตัวอย่าง ๑๐๐ มิลลิลิตร

๓.๗.๗ เอสเชอริเชีย โคไล ต้องไม่พบในตัวอย่าง ๑๐๐ มิลลิลิตร

๓.๗.๘ ยีสต์และรา ต้องไม่พบในตัวอย่าง ๑ มิลลิลิตร

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือ BAM (U.S.FDA) หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

๔. สุขลักษณะ

๔.๑ สุขลักษณะในการทำน้ำใบย่านาง สถานประกอบการต้องได้รับอนุญาตจากกระทรวงสาธารณสุข และให้เป็นไปตามภาคผนวก ก.

๕. การบรรจุ

๕.๑ ให้บรรจุน้ำใบย่านางในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

๕.๒ ปริมาตรสุทธิของน้ำใบย่านางในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

การทดสอบให้ใช้เครื่องวัดปริมาตรที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๖. เครื่องหมายและฉลาก

๖.๑ ที่ภาชนะบรรจุน้ำใบย่านางทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(๑) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น น้ำใบย่านาง น้ำใบย่านางกลิ่นใบเตย

(๒) ส่วนประกอบที่สำคัญ เป็นร้อยละของน้ำหนักโดยประมาณและเรียงจากมากไปน้อย

(๓) ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร (ถ้ามี)

(๔) ปริมาตรสุทธิ เป็นมิลลิลิตรหรือลิตร

(๕) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”

(๖) ข้อแนะนำในการเก็บรักษา เช่น ควรเก็บไว้ในตู้เย็น

(๗) ชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

๗. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

๗.๑ รุ่น ในที่นี้ หมายถึง น้ำใบย่านางที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ในระยะเวลาเดียวกัน

๗.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

๗.๒.๑ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบการบรรจุและเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๔. และข้อ ๖. จึงจะถือว่าน้ำใบย่านางรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่น กลิ่นรส และสิ่งแปลกปลอม ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ ๗.๒.๑ แล้ว จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๑ ถึงข้อ ๓.๕ จึงจะถือว่าน้ำใบย่านางรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๓ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบวัตถุเจือปนอาหาร ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีปริมาตรรวมไม่น้อยกว่า ๒๐๐ ลูกบาศก์เซนติเมตร กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีปริมาตรรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๖ จึงจะถือว่าน้ำใบย่านางรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๔ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีปริมาตรรวมไม่น้อยกว่า ๒๐๐ ลูกบาศก์เซนติเมตร กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีปริมาตรรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๗ จึงจะถือว่าน้ำย่าใบนางรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๓ เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างน้ำใบย่านางต้องเป็นไปตามข้อ ๗.๒.๑ ข้อ ๗.๒.๒ ข้อ ๗.๒.๓ และข้อ ๗.๒.๔ ทุกข้อ จึงจะถือว่าน้ำใบย่านางรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๘. การทดสอบ

๘.๑ การทดสอบสี กลิ่น และกลิ่นรส

๘.๑.๑ ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบน้ำใบย่านางอย่างน้อย ๕ คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

๘.๑.๒ เทตัวอย่างน้ำใบย่านางลงในแก้วใสโดยมีกระดาษสีขาวเป็นฉากหลัง ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจ ดม และชิม

๘.๑.๓ หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑ หลักเกณฑ์การให้คะแนนในการทดสอบสี กลิ่น และกลิ่นรส

(ข้อ ๘.๑.๓)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	ระดับการตัดสิน	คะแนนที่ได้รับ
สี	สีดีตามธรรมชาติของน้ำใบย่านางและส่วนประกอบที่ใช้	๓
	สีพอใช้ใกล้เคียงกับสีตามธรรมชาติของน้ำใบย่านางและส่วนประกอบที่ใช้	๒
	สีผิดปกติหรือมีการเปลี่ยนสี	๑
กลิ่น	กลิ่นดีตามธรรมชาติของน้ำใบย่านางและส่วนประกอบที่ใช้	๓
	กลิ่นพอใช้ใกล้เคียงกับกลิ่นตามธรรมชาติของน้ำใบย่านางและส่วนประกอบที่ใช้	๒
	กลิ่นผิดปกติหรือมีกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นบูด	๑
กลิ่นรส	กลิ่นรสของน้ำใบย่านางและส่วนประกอบที่ใช้เข้มข้นดี	๓
	กลิ่นรสของน้ำใบย่านางและส่วนประกอบที่ใช้น้อย	๒
	กลิ่นรสผิดปกติหรือมีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นรสเปรี้ยวบูด	๑

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
สุขลักษณะ
(ข้อ ๔.๑)

ก.๑ สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

ก.๑.๑ สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียงอยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

ก.๑.๑.๑ สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบสะอาด ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก

ก.๑.๑.๒ อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน มากผิดปกติ

ก.๑.๑.๓ ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

ก.๑.๒ อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

ก.๑.๒.๑ พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาด และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

ก.๑.๒.๒ แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

ก.๑.๒.๓ พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

ก.๒.๑ ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

ก.๒.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน ติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

ก.๓ การควบคุมกระบวนการทำ

ก.๓.๑ วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำสะอาด มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

ก.๓.๒ การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่งมีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

ก.๔ การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

ก.๔.๑ น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

ก.๔.๒ มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลง และฝุ่นผง ไม่ให้เข้าในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

ก.๔.๓ มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตภัณฑ์

ก.๔.๔ สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาดและใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

ก.๕ บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำ

ผู้ทำทุกคนต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขาและเมื่อมือสกปรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฌ.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนใบย่านางผงสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มผช.๘๕๘/๒๕๔๘

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
ใบย่านางผงสำเร็จรูป

๑. ขอบข่าย

๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมใบย่านางผงสำเร็จรูปพร้อมชงดื่ม อยู่ในลักษณะเป็นเกล็ดและเป็นผง บรรจุในภาชนะบรรจุ

๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

๒.๑ ใบย่านางผงสำเร็จรูป หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำน้ำสกัดจากใบย่านางสดหรือแห้งไปให้ความร้อนจนเข้มข้น นำไปผสมกับน้ำตาล อาจเติมเกลือ น้ำผึ้ง ทำให้แห้งที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสม อาจทำเป็นเกล็ดขนาดเล็กหรือบดเป็นผง

๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

๓.๑ ลักษณะทั่วไป
ต้องเป็นเกล็ดขนาดเล็กหรือเป็นผง แห้ง ไม่จับตัวเป็นก้อน

๓.๒ สี
ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของใบย่านางผงสำเร็จรูป

๓.๓ กลิ่นรส
ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติใบย่านางผงสำเร็จรูป ปราศจากกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์

๓.๔ การละลาย
ต้องละลายได้หมดและไม่มีสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้

เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ ๘.๑ แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า ๓ คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ ๑ คะแนนจากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

๓.๕ สิ่งแปลกปลอม
ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๓.๖ วอเตอร์แอกทิวิตี

ต้องไม่เกิน ๐.๖

หมายเหตุ *วอเตอร์แอกทิวิตี เป็นปัจจัยสำคัญในการคาดคะเนอายุการเก็บอาหาร และเป็นตัวบ่งชี้ถึงความปลอดภัยของอาหาร โดยทำหน้าที่ควบคุมการอยู่รอด การเจริญ และการสร้างสารพิษของจุลินทรีย์*

๓.๗ วัตถุเจือปนอาหาร

ห้ามใช้สีสังเคราะห์ทุกชนิด

๓.๘ จุลินทรีย์

๓.๘.๑ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน ๑×๑๐^{๓} โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๘.๒ ยีสต์และรา ต้องน้อยกว่า ๑๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๔. สุขลักษณะ

๔.๑ สุขลักษณะในการทำใบย่านางผงสำเร็จรูป ให้เป็นไปตามคำแนะนำตามภาคผนวก ก.

๕. การบรรจุ

๕.๑ ให้บรรจุใบย่านางผงสำเร็จรูปในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

๕.๒ น้ำหนักสุทธิของใบย่านางผงสำเร็จรูปในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

๖. เครื่องหมายและฉลาก

๖.๑ ที่ภาชนะบรรจุใบย่านางผงสำเร็จรูปทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย

(๑) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น ใบย่านางผงสำเร็จรูป ย่านางผงพร้อมดื่ม

(๒) ส่วนประกอบที่สำคัญ

(๓) น้ำหนักสุทธิ

(๔) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”

(๕) ข้อแนะนำในการบริโภคและการเก็บรักษา

(๖) ชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๗. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

๗.๑ รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ใบย่านางผงสำเร็จรูปที่ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ในระยะเวลาเดียวกัน

๗.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

๗.๒.๑ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๕ ข้อ ๕. และข้อ ๖. จึงจะถือว่าใบย่านางผงสำเร็จรูปรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส และการละลาย ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ ๗.๒.๑ แล้ว จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๑ ถึงข้อ ๓.๔ จึงจะถือว่าใบย่านางผงสำเร็จรูปรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๓ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบวอเตอร์แอกทิวิตีและวัตถุเจือปนอาหาร ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า ๓๐๐ กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๖ และข้อ ๓.๗ จึงจะถือว่าใบย่านางผงสำเร็จรูปรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๔ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า ๒๐๐ กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๘ จึงจะถือว่าใบย่านางผงสำเร็จรูปรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๓ เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างใบย่านางผงสำเร็จรูปต้องเป็นไปตามข้อ ๗.๒.๑ ข้อ ๗.๒.๒ ข้อ ๗.๒.๓ และข้อ ๗.๒.๔ ทุกข้อ จึงจะถือว่าใบย่านางผงสำเร็จรูปรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

๘. การทดสอบ

๘.๑ การทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส และการละลาย

๘.๑.๑ ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบใบย่านางผงสำเร็จรูปอย่างน้อย ๕ คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

๘.๑.๒ เทตัวอย่างใบย่านางผงสำเร็จรูปลงในจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบลักษณะทั่วไปและสีโดยการตรวจพินิจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๘.๑.๓ ใส่ตัวอย่างใบย่านางผงสำเร็จรูปลงในภาชนะที่เหมาะสม เติมน้ำเดือดตามปริมาณที่ระบุไว้ที่ฉลาก คนให้ละลายเป็นเวลา ๓๐ วินาที ตรวจสอบกลิ่นรสและการละลายโดยการตรวจพินิจและชิม

๘.๑.๔ หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑ หลักเกณฑ์การให้คะแนน

(ข้อ ๘.๑.๔)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	ต้องเป็นเกล็ดขนาดเล็กหรือเป็นผงแห้ง ไม่จับตัวเป็นก้อน	๔	๓	๒	๑
สี	ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของใบย่านางผงสำเร็จรูป	๔	๓	๒	๑
กลิ่นรส	ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของใบย่านางผงสำเร็จรูป ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์	๔	๓	๒	๑
การละลาย	ต้องละลายได้หมดและไม่มีสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้	๔	๓	๒	๑

๘.๒ การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก
ให้ตรวจพินิจ

๘.๓ การทดสอบวอเตอร์แอกทิวิตี
ให้ใช้เครื่องวัดวอเตอร์แอกทิวิตีที่ควบคุมอุณหภูมิได้ที่ (๒๕ ± ๒) องศาเซลเซียส

๘.๔ การทดสอบวัตถุเจือปนอาหาร
ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

๘.๕ การทดสอบจุลินทรีย์
ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

๘.๖ การทดสอบน้ำหนักสุทธิ
ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ญ.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มผช. ๔๙๔/๒๕๔๗

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
ผงปรุงรสอาหาร

๑. ขอบข่าย

๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะผงปรุงรสอาหารที่มีเนื้อสัตว์เป็นส่วนผสมอยู่ด้วย บรรจุในภาชนะบรรจุ

๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

๒.๑ ผงปรุงรสอาหาร หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเนื้อสัตว์ เช่น ไก่ หมู มาให้ความร้อนจนแห้ง บดเป็นผง ปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรสและเครื่องเทศ เช่น น้ำตาล เกลือ กระเทียม พริกไทย โมโนโซเดียม-แอล-กลูตาเมต (ผงชูรส)

๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

๓.๑ ลักษณะทั่วไป
ต้องเป็นผง แห้ง ไม่จับตัวเป็นก้อน

๓.๒ สี
ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้

๓.๓ กลิ่นรส
ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นหืน กลิ่นอับ กลิ่นไหม้ รสขม
เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ ๘.๑ แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า ๓ คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ ๑ คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

๓.๔ สิ่งแปลกปลอม
ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

๓.๕ ความชื้น
ต้องไม่เกินร้อยละ ๑๓ โดยน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๓.๖ วอเตอร์แอกทิวิตี
ต้องไม่เกิน ๐.๖๕
หมายเหตุ *วอเตอร์แอกทิวิตี เป็นปัจจัยสำคัญในการคาดคะเนการเก็บอาหาร และเป็นตัวบ่งชี้ถึงความปลอดภัยของอาหาร โดยทำหน้าที่ควบคุมการอยู่รอด การเจริญ และการสร้างพิษของจุลินทรีย์*

๓.๗ จุลินทรีย์
๓.๗.๑ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน ๑×๑๐^{๕} โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม
๓.๗.๒ โคลิฟอร์ม โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า ๓ ต่อตัวอย่าง ๑ กรัม
๓.๗.๓ ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน ๑๐๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๔. สุขลักษณะ

๔.๑ สุขลักษณะในการทำผงปรุงรสอาหาร ให้เป็นไปตามคำแนะนำตามภาคผนวก ก.

๕. การบรรจุ

๕.๑ ให้บรรจุผงปรุงรสอาหารในภาชนะบรรจุที่สะอาด แห้ง ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้
๕.๒ น้ำหนักสุทธิของผงปรุงรสอาหารในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

๖. เครื่องหมายและฉลาก

๖.๑ ที่ภาชนะบรรจุผงปรุงรสอาหารทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน
(๑) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น ผงปรุงรสอาหารรสไก่ ผงปรุงรสอาหารรสหมู
(๒) ส่วนประกอบที่สำคัญ
(๓) โมโนโซเดียม แอล-กลูตาเมต (ถ้ามี)
(๔) น้ำหนักสุทธิ
(๕) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”
(๖) ข้อแนะนำในการบริโภคและเก็บรักษา
(๗) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๗. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

๗.๑ รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ผงปรุงรสอาหารที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำในระยะเวลาเดียวกัน

๗.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

๗.๒.๑ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๔ ข้อ ๕. และข้อ ๖. จึงจะถือว่าผงปรุงรสอาหารรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี และกลิ่นรส ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ ๗.๒.๑ แล้ว จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๑ ถึงข้อ ๓.๓ จึงจะถือว่าผงปรุงรสอาหารรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๓ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบความชื้นและวอเตอร์แอกทิวิตี ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า ๓๐๐ กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๕ และข้อ ๓.๖ จึงจะถือว่าผงปรุงรสอาหารรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๔ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า ๓๐๐ กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๗ จึงจะถือว่าผงปรุงรสอาหารรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๓ เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างผงปรุงรสอาหารต้องเป็นไปตามข้อ ๗.๒.๑ ข้อ ๗.๒.๒ ข้อ ๗.๒.๓ และข้อ ๗.๒.๔ ทุกข้อ จึงจะถือว่าผงปรุงรสอาหารรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

๘. การทดสอบ

๘.๑ การทดสอบลักษณะทั่วไป สี และกลิ่นรส

๘.๑.๑ ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบผงปรุงรสอาหาร อย่างน้อย ๕ คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

๘.๑.๒ เทตัวอย่างผงปรุงรสอาหารลงในจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม

๘.๑.๓ หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ ๑

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑ หลักเกณฑ์การให้คะแนน

(ข้อ ๘.๑.๓)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	ต้องเป็นผง แห้ง ไม่จับตัวเป็นก้อน	๔	๓	๒	๑
สี	ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้	๔	๓	๒	๑
กลิ่นรส	ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นหืน กลิ่นอับ กลิ่นไหม้ รสขม	๔	๓	๒	๑

๘.๒ การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก
ให้ตรวจพินิจ

๘.๓ การทดสอบความชื้น
ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

๘.๔ การทดสอบวอเตอร์แอกทิวิตี
ให้ใช้เครื่องวัดวอเตอร์แอกทิวิตีที่ควบคุมอุณหภูมิได้ที่ (๒๕ ± ๒) องศาเซลเซียส

๘.๕ การทดสอบจุลินทรีย์
ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

๘.๖ การทดสอบน้ำหนักสุทธิ
ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
สุขลักษณะ
(ข้อ ๔.๑)

ก.๑ สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

ก.๑.๑ สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

ก.๑.๑.๑ สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก

ก.๑.๑.๒ อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน มากผิดปกติ

ก.๑.๑.๓ ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

ก.๑.๒ อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

ก.๑.๒.๑ พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาด และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

ก.๑.๒.๒ แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

ก.๑.๒.๓ พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

ก.๒.๑ ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

ก.๒.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน ติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

ก.๓ การควบคุมกระบวนการทำ

ก.๓.๑ วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำ สะอาด มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

ก.๓.๒ การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

ก.๔ การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

ก.๔.๑ น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

ก.๔.๒ มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลงและฝุ่นผง ไม่ให้เข้าในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

ก.๔.๓ มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตภัณฑ์

ก.๔.๔ สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

ก.๕ บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำ

ผู้ทำทุกคน ต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขา และเมื่อมือสกปรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฎ.
สรุปสภาวะของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยที่กำหนดในงานวิจัย

- เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย (spray dryer) รุ่น SDE-5 EURO ประเทศไทย
- เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยมีกำลังการผลิต 1.2 ลิตร/ชั่วโมง
- กำหนดสภาวะการ อัตราการไหล (flow rate) 20 มิลลิลิตร/นาที (ปุ่มหมุนที่ระดับ 6)
- กำหนดอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ 160±5 องศาเซลเซียส
- กำหนดควบคุมอุณหภูมิลมร้อนขาออกที่ 95±5 องศาเซลเซียส
- ใช้หัวฉีดแบบใช้ความดัน (Pressure nozzles atomizer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายวีระพงษ์ วงศ์กันทรากร
วัน เดือน ปีเกิด	21 สิงหาคม พ.ศ. 2532
ที่อยู่	11/2 ซอยกมลชัยพัฒนา1 ถนนกมลชัยพัฒนา ตำบลกาฬสินธุ์ อำเภอเมืองกาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ 46000
ประวัติการศึกษา	พ.ศ.2554 วิทยาศาสตรบัณฑิต คณะอุตสาหกรรมเกษตร สาขาเทคโนโลยีการหมัก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การนำเสนอผลงาน	Wongkantarakorn, W. (2017, June). *Factors Affecting on Qualities of Spray Drying Yanang Leaves Powder*. Paper presented at Food Innovation Asia Conference 2017 (FIAC 2017), Innovative Food Science and Technology for Mankind: Empowering Research for Health and Aging Society.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้