การผลิตไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทอง (*Cordyceps militaris*) ด้วยเทคนิครีเวิร์สสเฟียริฟิเคชั่น

PRODUCTION OF POPPING BOBA FROM *Cordyceps militaris* BY REVERSE SPHERIFICATION TECHNIQUE

ตันติกร เติมแก้ว
TUNTIKORN TERMKAEW

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2563
KMITL-2020-SC-M-020-047

การผลิตไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทอง (*Cordyceps militaris*) ด้วยเทคนิครีเวิร์สสเฟียริฟิเคชั่น

PRODUCTION OF POPPING BOBA FROM *Cordyceps militaris* BY REVERSE SPHERIFICATION TECHNIQUE

ตันติกร เติมแก้ว

TUNTIKORN TERMKAEW

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2563
KMITL-2020-SC-M-020-047

PRODUCTION OF POPPING BOBA FROM *Cordyceps militaris* BY REVERSE SPHERIFICATION TECHNIQUE

TUNTIKORN TERMKAEW

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN BIOTECNOLOGY

DEPARTMENT OF BIOLOGY
FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2020
KMITL-2020-SC-M-020-047

COPYRIGHT 2020
FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การผลิตไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทอง (*Cordyceps militaris*) ด้วยเทคนิครีเวิร์สสเฟียริฟิเคชั่น
ชื่อนักศึกษา นายตันติกร เติมแก้ว
รหัสประจำตัว 60605049
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)
ภาควิชา ชีววิทยา
พ.ศ. 2563
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ. อารี ฤทธิบูรณ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รศ.ดร. มาริสา จาตุพรพิพัฒน์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์จากถั่งเช่าสีทองด้วยการขึ้นรูปให้เป็นไข่มุกป๊อปด้วยวิธีรีเวิร์สสเฟียริฟิเคชั่นในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ปิดสนิท โดยศึกษาแปรผันปริมาณของดอกเห็ดถั่งเช่าสีทองร้อยละ 1, 2 และ 3 ปริมาณน้ำผึ้งที่ใช้ร้อยละ 5, 10, 15, 20 และไม่เติมน้ำผึ้ง ปริมาณสตีวิโอไซด์ที่ใช้ทดแทนน้ำผึ้ง และปริมาณกรดซิตริกที่ใช้ร้อยละ 0.25, 0.5, 0.75, 1.00 และไม่เติมกรด รวมทั้งหาเวลาการแช่สารละลายแอลจิเนตที่เหมาะได้แก่ 5, 7.5, 10, 12.5 และ 15 นาที พบว่าสูตรและสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปคือ ผงดอกเห็ดถั่งเช่าสีทองร้อยละ 3 น้ำผึ้งร้อยละ 5 หญ้าหวานร้อยละ 0.056 กรดซิตริกร้อยละ 0.75 และเวลาการแช่แอลจิเนต 7.5 นาที และทำการหาสภาวะในการฆ่าเชื้อระดับพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 และ 95 องศาเซลเซียส เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษา ผลการทดลองพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิ 90 และ 95 องศาเซลเซียสสามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส ได้ตลอดอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน และจากการทำแบบสอบถามออนไลน์จากกลุ่มประชากร 130 คน ผู้ทำแบบสอบถามมีความสนใจในผลิตภัณฑ์ไข่มุกป๊อปถั่งเช่าสีทองสูงถึงร้อยละ 85.3 และพึงพอใจในราคา 80 บาทในบรรจุภัณฑ์พร้อมทานน้ำหนักสุทธิ 50 กรัม

คำสำคัญ : ไข่มุกป๊อป ถั่งเช่าสีทอง รีเวิร์สสเฟียริฟิเคชั่น อาหารเชิงโมเลกุล

Thesis Title Production of popping boba form *Cordyceps militaris* by reverse spherification technique
Student Name Tuntikorn Termkaew
Student ID 60605049
Degree Master of Science (Biotechnology)
Department Biology
Year 2020
Thesis Advisor Assoc. Prof. Aree Rittiboon
Thesis Co-advisor Assoc. Prof. Dr. Marisa Jatupornpiput

ABSTRACT

The aim of this research was to develop products from *C. militaris* by forming a popping boba (PBC) with the reverse spherification technique packaging in a retort pouch which were studied on optimization, include the amount of the fruiting bodies dry weight at three levels (1, 2 and 3%), the amount of honey at four levels (5, 10, 15 and 20%), the amount of citric acid at four levels (0.25, 0.50, 0.75 and 1.00%), gelation time at 5, 7.5, 10, 12.5 and 15 mins. The optimum condition for the production of PBC by reverse spherification technique include 3% of fruiting bodies, 5% of honey, 0.056% of stevia, 0.75% of citric acid and 7.5 minutes of alginate gelation time. For determination of pasteurization conditions at the temperature of 90 and 95°c were used to the shelf life study. The results showed that the products were sterilized at 90 and 95 °c can be stored at 4 and 30°c for throughout the shelf life for 3 months. From an online questionnaire of 130 people, questionnaire result indicated that 85.3% interested in the PBC product and were satisfied with the price of 80 baht, packaging is ready to eat, net weight is 50 grams.

Keywords : Popping boba, *Cordyceps militaris*., reverse spherification, molecular gastronomy

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี จากความกรุณาของรองศาสตราจารย์อารี ฤทธิบูรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร. มาริสา จาตุพรพิพัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิจัย และช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงาน อีกทั้งยังให้กำลังใจเสมอมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.อรชร เมฆเกิดชู ที่คอยให้คำแนะนำในส่วนของการวิเคราะห์และนำเสนอผลการทดลองที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์กลุ่มที่ใกล้เคียงกับงานวิจัยที่ดำเนินการและคอยแนะนำการอบรมต่าง ๆ ที่สามารถนำมาใช้ในการดำเนินงานวิจัยได้

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร.ณัฐวุฒิ รุ่งจินดามัย กรรมการการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วง ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. สีหนาท ประสงค์สุข ประธานกรรมการการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำแนะนำในการตรวจแก้ไข ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาชีววิทยา และเจ้าหน้าที่ประจำศูนย์เครื่องมือบริการวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ ที่ให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวก รวมทั้งขอบคุณนักศึกษาปริญญาตรี และนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาในภาควิชาที่ช่วยทำแบบสอบถามทุกครั้งที่ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส ขอบคุณเพื่อนที่คอยเป็นกำลังใจ และช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านด้วยความจริงใจเสมอมา

สุดท้ายนี้ของกราบขอบพระคุณครอบครัวตลอดจนญาติพี่น้อง ที่ได้ให้การสนับสนุนและความช่วยเหลือทั้งแรงกาย แรงใจ ในการปฏิบัติงานและการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ให้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ตันติกร เติมแก้ว

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญรูป	ส
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ประวัติและความเป็นมาของถั่งเช่า	4
2.2 ถั่งเช่าสีทอง	4
2.2.1 อนุกรมวิธานของถั่งเช่าสีทอง	5
2.3 การเพาะเลี้ยงถั่งเช่า	5
2.3.1การเพาะด้วยตัวหนอน	6
2.3.2 การเพาะด้วยอาหาร	6
2.3.3 แหล่งอาหาร	6
2.3.3.1 แหล่งคาร์บอน	6
2.3.3.2 แหล่งไนโตรเจน	6
2.3.3.3 แหล่งเกลือแร่	6
2.3.4 อุณหภูมิ	7
2.3.5 ค่าพีเอช	7
2.3.6 อายุของหัวเชื้อ	7
2.3.7 อากาศและความชื้น	7
2.3.8 แสง	7
2.3.9 แสงไฟแอลอีดี	8
2.4 สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญในเห็ดถั่งเช่าสีทอง	8
2.4.1 อะดีโนซีน (adenosine)	8

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.2 คอร์ไดเซปิน (cordycepin)	9
2.4.3 พอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide)	9
2.4.4 แคโรทีนอยด์ (carotenoid)	9
2.4.5 กรดไขมัน (fatty acid)	11
2.5 น้ำผึ้ง	11
2.6 หญ้าหวาน หรือ *Stevia rebaudiana* Bertoni	12
2.7 วิธีการทำอาหารเชิงโมเลกุล	13
2.7.1 การใช้ extrusion	13
2.7.2 วิธี spherification	14
2.7.3 วิธี reverse spherification	14
2.8 ไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid)	14
2.8.1 การแบ่งประเภทไฮโดรคอลลอยด์	15
2.8.1.1 ไฮโดรคอลลอยด์ที่มีแหล่งกำเนิดมาจากสาหร่าย	15
2.8.1.2 ไฮโดรคอลลอยด์ที่มีแหล่งกำเนิดมาจากพืช	15
2.8.1.3 ไฮโดรคอลลอยด์ที่ได้จากจุลินทรีย์	16
2.9 แอลจิเนต (alginate)	17
2.9.1 M-block	17
2.9.2 G-block	17
2.9.3 MG-block	17
2.10 แคลเซียมแลคเตท (calcium lactate)	17
2.11 การประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสในอาหาร	18
2.11.1 วิธีการวัดทางประสาทสัมผัส	19
2.11.2 วิธีการวัดทางกายภาพหรือการใช้เครื่องมือตรวจวิเคราะห์	20
2.12 เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัสและการใช้งาน	21
2.12.1 หลักการทำงาน	21
2.12.2 ข้อดีและข้อด้อย	21
2.12.3 การทดสอบเนื้อสัมผัสด้วยวิธีการต่างๆ โดยใช้เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส	21
2.12.3.1 การทดสอบ TPA (Texture Profile Analysis)	22

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.12.3.2 การทดสอบแบบการกด	22
2.12.3.3 การทดสอบแบบการเจาะ	23
2.12.3.4 การทดสอบแบบตัด	24
2.12.3.5 การทดสอบแบบ Compression-Extrusion	24
2.12.3.6 การทดสอบแบบ Extrusion Test	24
2.13 การวิเคราะห์สีของผลิตภัณฑ์	25
2.13.1 หลักการ	25
2.13.2 เทคนิคการใช้งานของเครื่องวัดสี	26
2.14 พลาสติกที่ใช้เป็นภาชนะบรรจุอาหาร	26
2.14.1 ชนิดพลาสติกสำหรับบรรจุภัณฑ์	27
2.15 กระบวนการให้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์	27
2.15.1 การฆ่าเชื้อโดยใช้อุณหภูมิและเวลาอย่างใดอย่างหนึ่ง	27
2.15.2 การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์	28
2.16 กระบวนการให้ความร้อนระดับสเตอริไลซ์แก่ผลิตภัณฑ์อาหาร	28
2.17 การทดสอบการแทรกผ่านความร้อนของผลิตภัณฑ์อาหาร	28
2.17.1 การหาจุดที่ร้อนช้าที่สุดในผลิตภัณฑ์อาหาร	28
2.17.1.1 การถ่ายโอนความร้อนแบบนำความร้อน	29
2.17.1.2 การถ่ายโอนความร้อนแบบพาความร้อน	29
2.17.1.3 การถ่ายโอนความร้อนแบบผสม	29
2.17.2 การหาเวลาในการให้ความร้อนระดับสเตอริไลซ์	29
2.17.2.1 General method	30
2.17.2.2 Formula method	30
2.18 โครมาโทกราฟีของเหลวความดันสูง	30
2.18.1 หลักการแยกสาร	30
2.18.2 ชนิดของโครมาโทกราฟีของเหลว	30
2.18.2.1 Liquid-solid chromatography	30
2.18.2.1.1 Gel filtration chromatography	31
2.18.2.1.2 Ion exchange chromatography	31

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.18.2.1.3 Affinity chromatography	31
2.18.2.1.4 Adsorption chromatography	31
2.18.2.2 Liquid-liquid chromatography	31
2.19 การออกแบบและการวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ	32
2.19.1 คำจำกัดความ การวิจัยและการทดลอง	32
2.19.2 ประเภทของแผนการทดลองที่มีการจัดทรีทเมนต์	32
2.19.2.1 ทรีทเมนต์มาจากปัจจัยเดียว	32
2.19.2.1.1 Completely randomized design (CRD)	32
2.19.2.1.2 มีการจัดกลุ่มสามารถใส่ได้ครบทุกทรีทเมนต์	32
2.19.2.2 ทรีทเมนต์มาจากหลายปัจจัย	33
2.19.2.2.1 ทรีทเมนต์ถูกใช้ผสมกัน	33
2.19.2.2.2 ปัจจัยหนึ่งซ้อนอยู่ใต้ปัจจัยอื่น Nested design	33
2.19.2.2.3 หน่วยทดลองมีขนาดต่างกัน Split plot และ Split block design	33
2.19.2.3 แผนการทดลองประเภทอื่น ๆ	33
2.19.2.3.1 หน่วยทดลองแต่ละหน่วยได้รับหลายทรีทเมนต์ Change-over และ Switchback design	33
2.19.2.3.2 การทดลองเฉพาะบางส่วนของซ้ำ Fractional factorial design	33
2.19.3 แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด	33
2.20 จุลินทรีย์ในอาหาร	33
2.20.1 ชนิดของจุลินทรีย์ที่พบในอาหาร	33
2.20.1.1 แบคทีเรีย (Bacteria)	33
2.20.1.2 รา (Fungi)	34
2.20.1.3 ยีสต์ (Yeast)	34
2.20.1.4 ไวรัส (Virus)	34
2.20.1.5 โพรโทซัว หรือ โปรโตซัว (Protozoa)	34
2.20.2 จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอาหาร	35

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.20.2.1 การปนเปื้อนจากดิน	35
2.20.2.2 การปนเปื้อนจากน้ำและน้ำเสีย	35
2.20.2.3 การปนเปื้อนจากอากาศ	35
2.20.2.4 การปนเปื้อนจากสัตว์	36
2.20.2.5 การปนเปื้อนระหว่างการผลิตและการขนส่ง	36
2.20.2.6 การปนเปื้อนระหว่างการจำหน่าย	36
2.21 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	36
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	40
3.1 วัสดุและอุปกรณ์	40
3.1.1 เชื้อจุลินทรีย์	40
3.1.2 สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ	40
3.1.3 อุปกรณ์และเครื่องมือ	41
3.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในถั่งเช่าสีทอง	42
3.2.1 การเตรียมหัวเชื้อเริ่มต้น	42
3.2.1.1 การเตรียมหัวเชื้อในอาหารแข็ง PDA	42
3.2.1.2 การเตรียมหัวเชื้อในอาหารเหลว PDB	42
3.2.2 การเพาะเลี้ยงถั่งเช่าสีทองเพื่อผลิตดอกโดยใช้ข้าวไรซ์เบอร์รี่เตรียมเป็นวัตถุดิบในการผลิตไข่มุกป๊อป	42
3.2.2.1 การวิเคราะห์สารอะดีโนซีนและสารคอร์ไดเซปินด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถภาพสูง	43
3.2.2.1.1 การเตรียมตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์	43
3.2.2.1.2 ขั้นตอนการสกัด	43
3.2.2.1.3 การวิเคราะห์สารอะดีโนซีนและคอร์ไดเซปิน	43
3.2.2.2 การวิเคราะห์หาปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์	44
3.2.2.2.1 ขั้นตอนการสกัด	44
3.2.2.2.2 การวิเคราะห์พอลิแซ็กคาไรด์ด้วยวิธีแอนโทรน	44
3.3 การผลิตไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทอง	44
3.3.1 ผลของปริมาณถั่งเช่าสีทองต่อการผลิตไข่มุกป๊อป	44

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3.2 ผลของเวลาที่แตกต่างกันในการแช่โซเดียมแอลจิเนตต่อความหนาของเปลือกไข่มุกป๊อป 44

3.3.3 การศึกษาหาปริมาณสารให้ความหวานจากน้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทอง 45

3.3.4 การศึกษาหาอัตราส่วนการใช้สารให้ความหวานจากหญ้าหวานต่อน้ำผึ้ง 45

3.3.5 การศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกที่แตกต่างกันที่มีผลต่อความเป็นกรด-ด่าง และรสชาติ 45

3.4 การศึกษาสภาวะในการการฆ่าเชื้อและการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาช์ด้วยวิธีการพาสเจอร์ไรซ์ 45

3.5 การวิเคราะห์การตลาดโดยใช้แบบสอบถามกลุ่มบริโภคออนไลน์ 46

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง 47

4.1 ผลการศึกษาปริมาณของถั่งเช่าสีทองต่อการผลิตไข่มุกป๊อป 47

4.2 ผลของการแช่โซเดียมแอลจิเนตเวลาที่แตกต่างกันต่อความหนาของเปลือกไข่มุก 48

4.3 การศึกษาหาปริมาณสารให้ความหวานจากน้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทอง 50

4.4 ผลการศึกษาปริมาณอัตราส่วนของสารให้ความหวานจากหญ้าหวานที่ทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งในการผลิตไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทอง 51

4.5 ผลการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษา 53

4.6 ผลการศึกษาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ต่อการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาช์ 54

4.7 ผลการศึกษาการวิเคราะห์การตลาดโดยใช้แบบสอบถามกลุ่มบริโภคออนไลน์ (digital survey) 61

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 66

5.1 สรุปผลการทดลอง 67

5.2 ข้อเสนอแนะ 68

เอกสารอ้างอิง 69

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	75
ภาคผนวก ก การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ	76
ภาคผนวก ข การเตรียมสารและการวิเคราะห์	78
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพไข่มุกป๊อป	84
ภาคผนวก ง การเตรียมสารและการตรวจวัดปริมาณจุลินทรีย์ในอาหาร	86
ภาคผนวก จ. วิธีการวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติด้วยโปรแกรม Minitab	89
ภาคผนวก ฉ. ข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของเยลลี่อ่อน	92
ภาคผนวก ช.แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค	97
ภาคผนวก ซ. ผลการประเมินแบบสอบถามออนไลน์การยอมรับและการตัดสินใจซื้อจากกลุ่มผู้บริโภค	106
ภาคผนวก ฌ. ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติ	112
ภาคผนวก ญ. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 355) พ.ศ.2556 เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท	160
ภาคผนวก ฎ. การประเมินต้นทุนการผลิตและราคาขาย	165
ประวัติผู้เขียน	167

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ผลของการเติมถั่งเช่าสีทองปริมาณที่แตกต่างกันต่อปริมาณของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากไข่มุกป๊อป	47
4.2 ผลของการเติมผงถั่งเช่าสีทองปริมาณที่แตกต่างกันต่อการวัดสีและเนื้อสัมผัส (ค่าความแข็ง) จากไข่มุกป๊อป	48
4.3 ผลของการแช่โซเดียมแอลจิเนตเวลาแตกต่างกันต่อเนื้อสัมผัส (ค่าความแข็ง) และการวัดขนาดอัตราส่วนด้านสั้นและยาวของไข่มุกจากไข่มุกป๊อป	49
4.4 ผลของการแช่โซเดียมแอลจิเนตที่เวลาแตกต่างกันต่อค่าการบวมน้ำของไข่มุกป๊อปของการสุ่มตัวอย่างที่เวลา 0.5, 1.0, 2.0 และ 24 ชั่วโมง	49
4.5 ผลของค่าการบวมน้ำของไข่มุกป๊อปจากการสุ่มตัวอย่างที่เวลา 0.5, 1.0, 2.0 และ 24 ชั่วโมง ต่อการแช่สารละลายแอลจิเนตเวลาเดียวกัน	50
4.6 ผลของการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบเพื่อหาปริมาณสารให้ความหวานจากน้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทอง	51
4.7 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบของการศึกษาอัตราส่วนการใช้สารให้ความหวานสตีวิโอไซด์ต่อน้ำผึ้งในการผลิตไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทอง	52
4.8 ผลการของอัตราส่วนการใช้สารให้ความหวานสตีวิโอไซด์ต่อน้ำผึ้งต่อค่าสีในการผลิตไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทอง	52
4.9 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากผู้บริโภคจากการเติมกรดซิตริกปริมาณแตกต่างกันในการผลิตไข่มุกป๊อป	53
4.10 ผลของการเติมกรดซิตริกในปริมาณที่แตกต่างกันต่อค่าความเป็นกรด-ด่างก่อนและหลังการขึ้นรูปไข่มุกป๊อป และค่าสีของไข่มุกป๊อป	54
4.11 ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี กายภาพ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของตัวอย่างก่อนทำการศึกษาระยะเวลาในการเก็บรักษา	55
4.12 ปริมาณการตรวจนับจุลินทรีย์ของตัวอย่างที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน	56
4.13 การวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี กายภาพ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของตัวอย่างที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 90 องศาซาเซลเซียส และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน	57

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.14 ปริมาณการตรวจนับจุลินทรีย์ของตัวอย่างที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน	57
4.15 การวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี กายภาพ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของตัวอย่างที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 90 องศาซาเซลเซียส และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน	58
4.16 ปริมาณการตรวจนับจุลินทรีย์ของตัวอย่างที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 95 องศาซาเซลเซียส และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน	58
4.17 การวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี กายภาพ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของตัวอย่างที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 95 องศาซาเซลเซียส และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน	59
4.18 ปริมาณการตรวจนับจุลินทรีย์ของตัวอย่างที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 95 องศาซาเซลเซียส และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน	60
4.19 การวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี กายภาพ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของตัวอย่างที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 95 องศาซาเซลเซียส และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน	112
ภาคผนวกที่ ฌ1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ปริมาณอะดีโนซีนจากการทดลองการหาปริมาณถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่มุกป๊อปในอัตราส่วนร้อยละ1, 2 และ 3 กรัมของไข่มุกป๊อป	112
ภาคผนวกที่ ฌ2 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ปริมาณอะดีโนซีนจากการทดลองการหาปริมาณถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่มุกป๊อปในอัตราส่วนร้อยละ 1, 2 และ 3 กรัมของไข่มุกป๊อปโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95	112
ภาคผนวกที่ ฌ3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ปริมาณสารคอร์ไดเซปินจากการทดลองการหาปริมาณถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่มุกป๊อปในอัตราส่วนร้อยละ1, 2 และ 3 กรัมของไข่มุกป๊อป	112
ภาคผนวกที่ ฌ4 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ปริมาณสารคอร์ไดเซปินจากการทดลองการหาปริมาณถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่มุกป๊อปในอัตราส่วนร้อยละ 1, 2 และ 3 กรัมของไข่มุกป๊อปโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95	112

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ภาคผนวกที่ ฌ5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ปริมาณสารพอลิแซ็กคาไรด์จากการทดลองการหาปริมาณถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่มุกป๊อปในอัตราส่วนร้อยละ1, 2 และ 3 กรัมของไข่มุกป๊อป	113
ภาคผนวกที่ ฌ6 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ปริมาณสารพอลิแซ็กคาไรด์จากการทดลองการหาปริมาณถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่มุกป๊อปในอัตราส่วนร้อยละ 1, 2 และ 3 กรัมของไข่มุกป๊อปโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95	113
ภาคผนวกที่ ฌ7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่าความแข็งจากเครื่องวัดเนื้อสัมผัสจากการทดลองการหาปริมาณถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่มุกป๊อปในอัตราส่วนร้อยละ 1, 2, 3 และไม่เติมผงถั่งเช่าสีทอง	113
ภาคผนวกที่ ฌ8 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่าความแข็งจากเครื่องวัดเนื้อสัมผัสจากการทดลองการหาปริมาณถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่มุกป๊อปในอัตราส่วนร้อยละ 1, 2, 3 และไม่เติมผงถั่งเช่าสีทองโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95	113
ภาคผนวกที่ ฌ9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่า L* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการทดลองการหาปริมาณถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่มุกป๊อปในอัตราส่วนร้อยละ 1, 2, 3 และไม่เติมผงถั่งเช่าสีทอง	114
ภาคผนวกที่ ฌ10 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่า L* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการทดลองการหาปริมาณถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่มุกป๊อปในอัตราส่วนร้อยละ 1, 2, 3 และไม่เติมผงถั่งเช่าสีทองโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95	114
ภาคผนวกที่ ฌ11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่า a* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการทดลองการหาปริมาณถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่มุกป๊อปในอัตราส่วนร้อยละ 1, 2, 3 และไม่เติมผงถั่งเช่าสีทอง	114
ภาคผนวกที่ ฌ12 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่า a* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการทดลองการหาปริมาณถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่มุกป๊อปในอัตราส่วนร้อยละ 1, 2, 3 และไม่เติมผงถั่งเช่าสีทองโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95	115

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ภาคผนวกที่ ฌ13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่า b* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการทดลองการหาปริมาณถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่มุกป๊อปในอัตราส่วนร้อยละ 1, 2, 3 และไม่เติมผงถั่งเช่าสีทอง 115

ภาคผนวกที่ ฌ14 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่า b* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการทดลองการหาปริมาณถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่มุกป๊อปในอัตราส่วนร้อยละ 1, 2, 3 และไม่เติมผงถั่งเช่าสีทองโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 115

ภาคผนวกที่ ฌ15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่าความแข็งจากเครื่องวัดเนื้อสัมผัสจากการทดลองการหาเวลาที่เหมาะสมต่อการแช่สารละลายโซเดียมแอลจิเนตต่อความหนาของเปลือกไข่มุกป๊อปที่เวลาแตกต่างกันได้แก่ 5, 7.5, 10, 12.5 และ 15 นาที ตามลำดับ 116

ภาคผนวกที่ ฌ16 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่าความแข็งจากเครื่องวัดเนื้อสัมผัสจากการทดลองการหาเวลาที่เหมาะสมต่อการแช่สารละลายโซเดียมแอลจิเนตต่อความหนาของเปลือกไข่มุกป๊อปที่เวลาแตกต่างกันได้แก่ 5, 7.5, 10, 12.5 และ 15 นาที ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 116

ภาคผนวกที่ ฌ17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์การวัดขนาดอัตราส่วนด้านสั้นและยาวจากการทดลองการหาเวลาที่เหมาะสมต่อการแช่สารละลายโซเดียมแอลจิเนตต่อความหนาของเปลือกไข่มุกป๊อปที่เวลาแตกต่างกันได้แก่ 5, 7.5, 10, 12.5 และ 15 นาที ตามลำดับ 116

ภาคผนวกที่ ฌ18 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์การวัดขนาดอัตราส่วนด้านสั้นและยาวจากการทดลองการหาเวลาที่เหมาะสมต่อการแช่สารละลายโซเดียมแอลจิเนตต่อความหนาของเปลือกไข่มุกป๊อปที่เวลาแตกต่างกันได้แก่ 5, 7.5, 10, 12.5 และ 15 นาที ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 116

ภาคผนวกที่ ฌ19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่าการบวมน้ำเมื่อเวลาผ่านไป 30 นาทีจากการทดลองการหาเวลาที่เหมาะสมต่อการแช่สารละลายโซเดียมแอลจิเนตต่อความหนาของเปลือกไข่มุกป๊อปที่เวลาแตกต่างกันได้แก่ 5, 7.5, 10, 12.5 และ 15 นาที ตามลำดับ 117

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ภาคผนวกที่ ฌ20 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่าการบวมน้ำเมื่อเวลาผ่านไป 30 นาทีจากการทดลองการหาเวลาที่เหมาะสมต่อการแช่สารละลายโซเดียมแอลจิเนตต่อความหนาของเปลือกไข่มุกป๊อปที่เวลาแตกต่างกันได้แก่ 5, 7.5, 10, 12.5 และ 15 นาที ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95	117
ภาคผนวกที่ ฌ21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่าการบวมน้ำเมื่อเวลาผ่านไป 60 นาทีจากการทดลองการหาเวลาที่เหมาะสมต่อการแช่สารละลายโซเดียมแอลจิเนตต่อความหนาของเปลือกไข่มุกป๊อปที่เวลาแตกต่างกันได้แก่ 5, 7.5, 10, 12.5 และ 15 นาที ตามลำดับ	118
ภาคผนวกที่ ฌ22 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่าการบวมน้ำเมื่อเวลาผ่านไป 60 นาทีจากการทดลองการหาเวลาที่เหมาะสมต่อการแช่สารละลายโซเดียมแอลจิเนตต่อความหนาของเปลือกไข่มุกป๊อปที่เวลาแตกต่างกันได้แก่ 5, 7.5, 10, 12.5 และ 15 นาที ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95	118
ภาคผนวกที่ ฌ23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่าการบวมน้ำเมื่อเวลาผ่านไป 120 นาทีจากการทดลองการหาเวลาที่เหมาะสมต่อการแช่สารละลายโซเดียมอิลจิเนตต่อความหนาของเปลือกไข่มุกป๊อปที่เวลาแตกต่างกันได้แก่ 5, 7.5, 10, 12.5 และ 15 นาที ตามลำดับ	118
ภาคผนวกที่ ฌ24 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่าการบวมน้ำเมื่อเวลาผ่านไป 120 นาทีจากการทดลองการหาเวลาที่เหมาะสมต่อการแช่สารละลายโซเดียมแอลจิเนตต่อความหนาของเปลือกไข่มุกป๊อปที่เวลาแตกต่างกันได้แก่ 5, 7.5, 10, 12.5 และ 15 นาที ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95	118
ภาคผนวกที่ ฌ25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่าการบวมน้ำเมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมงจากการทดลองการหาเวลาที่เหมาะสมต่อการแช่สารละลายโซเดียมแอลจิเนตต่อความหนาของเปลือกไข่มุกป๊อปที่เวลาแตกต่างกันได้แก่ 5, 7.5, 10, 12.5 และ 15 นาที ตามลำดับ	119

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ภาคผนวกที่ ฌ26 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่าการบวมน้ำเมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมงจากการทดลองการหาเวลาที่เหมาะสมต่อการแช่สารละลายโซเดียมแอลจิเนตต่อความหนาของเปลือกไข่มุกป๊อปที่เวลาแตกต่างกันได้แก่ 5, 7.5, 10, 12.5 และ 15 นาที ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 119

ภาคผนวกที่ ฌ27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ สี จากผู้บริโภคในการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากน้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 กรัมต่อไข่มุกป๊อป ตามลำดับ 119

ภาคผนวกที่ ฌ28 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ สี จากผู้บริโภคในการทดลองผลการหาปริมาณสารให้ความหวานจากน้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 กรัมต่อไข่มุกป๊อป ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 120

ตารางภาคผนวกที่ ฌ29 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ กลิ่น จากผู้บริโภคในการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากน้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 กรัมต่อไข่มุกป๊อป ตามลำดับ 120

ตารางภาคผนวกที่ ฌ30 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ กลิ่น จากผู้บริโภคในการทดลองผลการหาปริมาณสารให้ความหวานจากน้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 กรัมต่อไข่มุกป๊อป ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 120

ตารางภาคผนวกที่ ฌ31 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ ความหวาน จากผู้บริโภคในการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากน้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 กรัมต่อไข่มุกป๊อป ตามลำดับ 121

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ตารางภาคผนวกที่ ฌ32 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ ความหวาน จากผู้บริโภคในการทดลองผลการหาปริมาณสารให้ความหวานจากน้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 กรัมต่อไข่มุกป๊อป ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 121

ภาคผนวกที่ ฌ33 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ รสชาติ จากผู้บริโภคในการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากน้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 กรัมต่อไข่มุกป๊อป ตามลำดับ 121

ภาคผนวกที่ ฌ34 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ รสชาติ จากผู้บริโภคในการทดลองผลการหาปริมาณสารให้ความหวานจากน้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 กรัมต่อไข่มุกป๊อป ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 122

ภาคผนวกที่ ฌ35 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ ความชอบโดยรวม จากผู้บริโภคในการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากน้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 กรัมต่อไข่มุกป๊อป ตามลำดับ 122

ภาคผนวกที่ ฌ36 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ ความชอบโดยรวม จากผู้บริโภคในการทดลองผลการหาปริมาณสารให้ความหวานจากน้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 กรัมต่อไข่มุกป๊อป ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 122

ภาคผนวกที่ ฌ37 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ สีจากผู้บริโภคในการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากหญ้าหวานที่ทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 กรัมของปริมาณน้ำผึ้ง ตามลำดับ 123

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ภาคผนวกที่ ฌ38 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ สีจากผู้บริโภคในการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากหญ้าหวานที่ทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 กรัมของปริมาณน้ำผึ้ง ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 123

ภาคผนวกที่ ฌ39 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ กลิ่นจากผู้บริโภคในการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากหญ้าหวานที่ทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 กรัมของปริมาณน้ำผึ้ง ตามลำดับ 123

ภาคผนวกที่ ฌ40 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ กลิ่นจากผู้บริโภคในการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากหญ้าหวานที่ทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 กรัมของปริมาณน้ำผึ้ง ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 124

ภาคผนวกที่ ฌ41 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ ความหวานจากผู้บริโภคในการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากหญ้าหวานที่ทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 กรัมของปริมาณน้ำผึ้ง ตามลำดับ..... 124

ภาคผนวกที่ ฌ42 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ ความหวานจากผู้บริโภคในการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากหญ้าหวานที่ทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 กรัมของปริมาณน้ำผึ้ง ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 124

ภาคผนวกที่ ฌ43 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ รสชาติจากผู้บริโภคในการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากหญ้าหวานที่ทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 กรัมของปริมาณน้ำผึ้ง ตามลำดับ 125

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ภาคผนวกที่ ฌ44 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ รสชาติจากผู้บริโภคในการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากหญ้าหวานที่ทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 กรัมของปริมาณน้ำผึ้ง ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 125

ภาคผนวกที่ ฌ45 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ ความชอบโดยรวมจากผู้บริโภคในการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากหญ้าหวานที่ทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 กรัมของปริมาณน้ำผึ้ง ตามลำดับ 125

ภาคผนวกที่ ฌ46 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ ความชอบโดยรวมจากผู้บริโภคในการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากหญ้าหวานที่ทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 กรัมของปริมาณน้ำผึ้ง ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 126

ภาคผนวกที่ ฌ47 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่า L* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากหญ้าหวานที่ทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 กรัมของปริมาณน้ำผึ้ง ตามลำดับ 126

ภาคผนวกที่ ฌ48 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่า L* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากหญ้าหวานที่ทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 กรัมของปริมาณน้ำผึ้ง ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95. 126

ภาคผนวกที่ ฌ49 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่า a* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากหญ้าหวานที่ทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 กรัมของปริมาณน้ำผึ้ง ตามลำดับ 127

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ภาคผนวกที่ ฌ50 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่า a* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากหญ้าหวานที่ทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 กรัมของปริมาณน้ำผึ้ง ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 127

ภาคผนวกที่ ฌ51 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่า b* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากหญ้าหวานที่ทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 กรัมของปริมาณน้ำผึ้ง ตามลำดับ 127

ภาคผนวกที่ ฌ52 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่า b* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากหญ้าหวานที่ทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 กรัมของปริมาณน้ำผึ้ง ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 128

ภาคผนวกที่ ฌ53 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างก่อนขึ้นรูปจากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ต่อกรัมไข่มุกป๊อป ตามลำดับ 128

ภาคผนวกที่ ฌ54 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างก่อนขึ้นรูปจากจากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ต่อกรัมไข่มุกป๊อป ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 128

ภาคผนวกที่ ฌ55 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างหลังขึ้นรูปจากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ต่อกรัมไข่มุกป๊อป ตามลำดับ 129

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ภาคผนวกที่ ฌ56 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างหลังขึ้นรูปจากจากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ต่อกรัมไข่มุกป๊อป ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 129

ภาคผนวกที่ ฌ57 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่า L* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ตามลำดับ 129

ภาคผนวกที่ ฌ58 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่า L* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ต่อกรัมไข่มุกป๊อป ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 130

ภาคผนวกที่ ฌ59 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่า a* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ต่อกรัมไข่มุกป๊อป ตามลำดับ 130

ภาคผนวกที่ ฌ60 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่า a* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ต่อกรัมไข่มุกป๊อป ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 130

ภาคผนวกที่ ฌ61 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่า b* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ต่อกรัมไข่มุกป๊อป ตามลำดับ 131

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ภาคผนวกที่ ฌ62 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่า b* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 131

ภาคผนวกที่ ฌ63 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ สีจากผู้บริโภคจากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ตามลำดับ 131

ภาคผนวกที่ ฌ64 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ สีจากผู้บริโภคจากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 132

ภาคผนวกที่ ฌ65 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ กลิ่นจากผู้บริโภคจากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ตามลำดับ 132

ภาคผนวกที่ ฌ66 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ กลิ่นจากผู้บริโภคจากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 132

ภาคผนวกที่ ฌ67 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ ความเปรี้ยวจากผู้บริโภคจากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ตามลำดับ 133

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ภาคผนวกที่ ฌ68 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ ความเปรี้ยวจากผู้บริโภคจากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 133

ภาคผนวกที่ ฌ69 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ รสชาติจากผู้บริโภคจากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ตามลำดับ 133

ภาคผนวกที่ ฌ70 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ รสชาติจากผู้บริโภคจากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 134

ภาคผนวกที่ ฌ71 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ ความชอบโดยรวมจากผู้บริโภคจากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ตามลำดับ 134

ภาคผนวกที่ ฌ72 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ ความชอบโดยรวมจากผู้บริโภคจากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ต่อกรัมไข่มุกป๊อป ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 134

ภาคผนวกที่ ฌ73 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์สารสำคัญได้แก่ คอร์ไดเซปิน จากการศึกษาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์และการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาช์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ในตัวอย่างก่อนการเก็บรักษา (เดือนที่ 0) 135

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ภาคผนวกที่ ฌ74 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์สารสำคัญได้แก่ คอร์ไดเซปิน จากการศึกษาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์และการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ในตัวอย่างก่อนการเก็บรักษา (เดือนที่ 0) โดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95	135
ภาคผนวกที่ ฌ75 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์สารสำคัญได้แก่ พอลิแซ็กคาร์ไรด์จากการศึกษาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์และการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ในตัวอย่างก่อนการเก็บรักษา (เดือนที่ 0)	135
ภาคผนวกที่ ฌ76 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์สารสำคัญได้แก่ พอลิแซ็กคาร์ไรด์จากการศึกษาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์และการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ในตัวอย่างก่อนการเก็บรักษา (เดือนที่ 0) โดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95	136
ภาคผนวกที่ ฌ77 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างจากการศึกษาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์และการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ในตัวอย่าง ก่อนการเก็บรักษา (เดือนที่ 0)	136
ภาคผนวกที่ ฌ78 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างจากการศึกษาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์และการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ในตัวอย่างก่อนการเก็บรักษา (เดือนที่ 0) โดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95	136
ภาคผนวกที่ ฌ79 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่า L* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์และการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ในตัวอย่างก่อนการเก็บรักษา (เดือนที่ 0)	137

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ภาคผนวกที่ ฌ80 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่า L* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์และการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ในตัวอย่างก่อนการเก็บรักษา (เดือนที่ 0) โดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 137

ภาคผนวกที่ ฌ81 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่า a* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์และการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ในตัวอย่างก่อนการเก็บรักษา (เดือนที่ 0) 137

ภาคผนวกที่ ฌ82 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่า a* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์และการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ในตัวอย่างก่อนการเก็บรักษา (เดือนที่ 0) โดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 137

ภาคผนวกที่ ฌ83 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่า b* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์และการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ในตัวอย่างก่อนการเก็บรักษา (เดือนที่ 0) 138

ภาคผนวกที่ ฌ84 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่า b* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์และการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ในตัวอย่างก่อนการเก็บรักษา (เดือนที่ 0)โดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 138

ภาคผนวกที่ ฌ85 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่าความแข็งจากเครื่องวัดเนื้อสัมผัส จากการศึกษาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์และการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ในตัวอย่างก่อนการเก็บรักษา (เดือนที่ 0) 138

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ภาคผนวกที่ ฌ86 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่าความแข็งจากเครื่องวัดเนื้อสัมผัส จากการศึกษาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์และการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ในตัวอย่างก่อนการเก็บรักษา (เดือนที่ 0) โดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 138

ภาคผนวกที่ ฌ87 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน 139

ภาคผนวกที่ ฌ88 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 139

ภาคผนวกที่ ฌ89 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่า L* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน 139

ตารางภาคผนวกที่ ฌ90 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่า L* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 140

ภาคผนวกที่ ฌ91 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่า a* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน 140

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ภาคผนวกที่ ฌ92 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่า a* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 140

ภาคผนวกที่ ฌ93 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่า b* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน 141

ภาคผนวกที่ ฌ94 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่า b* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 141

ภาคผนวกที่ ฌ95 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่าความแข็งจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน 141

ภาคผนวกที่ ฌ96 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของความแข็งจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 141

ภาคผนวกที่ ฌ97 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่าสารคอร์ไดเซปินจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน 142

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ภาคผนวกที่ ฌ98 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่าสารคอร์ไดเซปินจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาช์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95	142
ภาคผนวกที่ ฌ99 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่าพอลิแซ็กคาไรด์จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาช์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน	142
ภาคผนวกที่ ฌ100 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่าพอลิแซ็กคาไรด์จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาช์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95	143
ภาคผนวกที่ ฌ101 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาช์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน	143
ภาคผนวกที่ ฌ102 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาช์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95	143
ภาคผนวกที่ ฌ103 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่า L* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาช์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน	144

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ภาคผนวกที่ ฌ104 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่า L* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 144

ภาคผนวกที่ ฌ105 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่า a* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน 144

ภาคผนวกที่ ฌ106 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่า a* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 144

ภาคผนวกที่ ฌ107 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่า b* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน 145

ภาคผนวกที่ ฌ108 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่า b* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 145

ภาคผนวกที่ ฌ109 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่าความแข็งจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน 145

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ภาคผนวกที่ ฌ110 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของความแข็งจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 146

ภาคผนวกที่ ฌ111 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่าสารคอร์ไดเซปินจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน 146

ภาคผนวกที่ ฌ112 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่าสารคอร์ไดเซปินจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 146

ภาคผนวกที่ ฌ113 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่าพอลิแซ็กคาไรด์จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน 147

ภาคผนวกที่ ฌ114 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่าพอลิแซ็กคาไรด์จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 147

ภาคผนวกที่ ฌ115 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน 147

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ภาคผนวกที่ ฌ116 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 147

ภาคผนวกที่ ฌ117 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่า L* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน 148

ภาคผนวกที่ ฌ118 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่า L* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 148

ภาคผนวกที่ ฌ119 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่า a* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน 148

ภาคผนวกที่ ฌ120 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่า a* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 149

ภาคผนวกที่ ฌ121 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่า b* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน 149

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ภาคผนวกที่ ฌ122 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่า b* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 149

ภาคผนวกที่ ฌ123 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่าความแข็งจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน 150

ภาคผนวกที่ ฌ124 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของความแข็งจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 150

ภาคผนวกที่ ฌ125 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่าสารคอร์ไดเซปินจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน 150

ภาคผนวกที่ ฌ126 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่าสารคอร์ไดเซปินจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 150

ภาคผนวกที่ ฌ127 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่าพอลิแซ็กคาไรด์จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน 151

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ภาคผนวกที่ ฌ128 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่าพอลิแซ็กคาไรด์จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 151

ภาคผนวกที่ ฌ129 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน 151

ภาคผนวกที่ ฌ130 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 152

ภาคผนวกที่ ฌ131 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่า L* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน 152

ภาคผนวกที่ ฌ132 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่า L* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 152

ภาคผนวกที่ ฌ133 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่า a* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน 153

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ภาคผนวกที่ ฌ134 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่า a* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 153

ภาคผนวกที่ ฌ135 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่า b* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน 153

ภาคผนวกที่ ฌ136 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่า b* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 153

ภาคผนวกที่ ฌ137 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่าความแข็งจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส
เป็นเวลา 3 เดือน 154

ภาคผนวกที่ ฌ138 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของความแข็งจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 154

ภาคผนวกที่ ฌ139 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่าสารคอร์ไดเซปินจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน 154

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ภาคผนวกที่ ฌ140 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่าสารคอร์ไดเซปินจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาช์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95	155
ตารางภาคผนวกที่ ฌ141 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่าพอลิแซ็กคาไรด์จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาช์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน	155
ภาคผนวกที่ ฌ142 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่าพอลิแซ็กคาไรด์จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาช์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95	155
ภาคผนวกที่ ฌ143 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่าการบวมน้ำของไข่มุกป๊อปจากการสุ่มตัวอย่างที่เวลา 0.5, 1.0, 2.0 และ 24 ชั่วโมง ต่อการแช่สารละลายแอลจิเนต 5.0 นาที	156
ภาคผนวกที่ ฌ144 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่าการบวมน้ำของไข่มุกป๊อปจากการสุ่มตัวอย่างที่เวลา 0.5, 1.0, 2.0 และ 24 ชั่วโมง ต่อการแช่สารละลายแอลจิเนต 5.0 นาทีโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95	156
ภาคผนวกที่ ฌ145 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่าการบวมน้ำของไข่มุกป๊อปจากการสุ่มตัวอย่างที่ เวลา 0.5, 1.0, 2.0 และ 24 ชั่วโมง ต่อการแช่สารละลายแอลจิเนต 7.5 นาที	156
ภาคผนวกที่ ฌ146 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่าการบวมน้ำจากการสุ่มตัวอย่างที่เวลา 0.5, 1.0, 2.0 และ 24 ชั่วโมง ต่อการแช่สารละลายแอลจิเนต 7.5 นาทีโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95	156
ภาคผนวกที่ ฌ147 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่าการบวมน้ำของไข่มุกป๊อปจากการสุ่มตัวอย่างที่ เวลา 0.5, 1.0, 2.0 และ 24 ชั่วโมง ต่อการแช่สารละลายแอลจิเนต 10.0 นาที	157

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ภาคผนวกที่ ฌ148 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่าการบวมน้ำจากการสุ่มตัวอย่างที่เวลา 0.5, 1.0, 2.0 และ 24 ชั่วโมง ต่อการแช่สารละลายแอลจิเนต 10.0 นาทีโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 157

ภาคผนวกที่ ฌ149 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่าการบวมน้ำของไข่มุกป๊อปจากการสุ่มตัวอย่างที่ เวลา 0.5, 1.0, 2.0 และ 24 ชั่วโมง ต่อการแช่สารละลายแอลจิเนต 12.5 นาที 157

ภาคผนวกที่ ฌ150 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่าการบวมน้ำจากการสุ่มตัวอย่างที่เวลา 0.5, 1.0, 2.0 และ 24 ชั่วโมง ต่อการแช่สารละลายแอลจิเนต 12.5 นาทีโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 158

ภาคผนวกที่ ฌ151 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่าการบวมน้ำของไข่มุกป๊อปจากการสุ่มตัวอย่างที่ เวลา 0.5, 1.0, 2.0 และ 24 ชั่วโมง ต่อการแช่สารละลายแอลจิเนต 15.0 นาที 158

ภาคผนวกที่ ฌ152 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่าการบวมน้ำจากการสุ่มตัวอย่างที่เวลา 0.5, 1.0, 2.0 และ 24 ชั่วโมง ต่อการแช่สารละลายแอลจิเนต 15.0 นาทีโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 158

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 การเพาะเลี้ยงถั่งเช่าสีทอง	5
2.2 โครงสร้างทางเคมีของอะดีโนซีน	8
2.3 โครงสร้างทางเคมีของคอร์ไดเซปิน	9
2.4 โครงสร้างพอลิแซ็กคาไรด์	10
2.5 หญ้าหวาน	13
2.6 โครงสร้างของแซนแทนกัม	16
2.7 ลักษณะโครงสร้างของแอลจิเนต	18
2.8 กลไกลการเกิดเจลของแคลเซียมแอลจิเนต	19
4.1 ไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทอง	48
4.2 แผนภูมิวงกลมแสดงร้อยละการรู้จักถั่งเช่าสีทองจากกลุ่มประชากรที่ทำแบบสอบถามทั้งหมด	62
4.3 แผนภูมิวงกลมแสดงร้อยละการรู้จักไข่มุกป๊อปจากกลุ่มประชากรที่ทำแบบสอบถามทั้งหมด	62
4.4 แผนภูมิวงกลมแสดงร้อยละของเพศจากประชากรที่ทำแบบสอบถามทั้งหมด	63
4.5 แผนภูมิวงกลมแสดงร้อยละของช่วงอายุจากประชากรที่ทำแบบสอบถามทั้งหมด	63
4.6 แผนภูมิแท่งแสดงคุณสมบัติที่ประชากรที่ทำแบบสอบถามใช้ในการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์	64
4.7 แผนภูมิวงกลมแสดงร้อยละของการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองจากประชากรที่ทำแบบสอบถาม	65
1ข กราฟมาตรฐานของสารละลายกลูโคส	79
2ข กราฟมาตรฐานของสารคอร์ไดเซปิน	80
3ข พีคของกราฟมาตรฐานสารคอร์ไดเซปิน	81
4ข กราฟมาตรฐานของสารอะดีโนซีน	82
5ข พีคของกราฟมาตรฐานสารอะดีโนซีน	82

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

เนื่องจากปัจจุบันผู้คนมีการนิยมบริโภคถั่งเช่าสีทองเพื่อสุขภาพมากขึ้นแต่อาจมีข้อจำกัดในการนำมารับประทานที่ไม่มีความหลากหลาย และไข่มุกป๊อป หรือการใช้เทคโนโลยีอาหารใหม่ กำลังเป็นที่นิยมในกลุ่มวัยรุ่นปัจจุบันที่สามารถนำไปรับประทานคู่กับอาหารได้หลายชนิด เช่น ใช้เป็นท็อปปิ้งในขนม ไอศกรีม และใส่ในเครื่องดื่ม เป็นต้น รวมทั้งการทำอาหารด้วยวิธีการขึ้นรูปทรงกลมแบบย้อนกลับหรือรีเวอร์สเฟียริฟิเคชั่น (reverse spherification) โดยใช้การขึ้นรูปแบบทรงกลมเป็นหนึ่งในเทคนิคของโมเลคิวลาร์แกสโตรโนมี (molecular gastronomy) ที่กำลังได้รับความนิยมในกลุ่มอาหารใหม่ และในอนาคตถ้าการเพาะเลี้ยงถั่งเช่าสีทองมีปริมาณมากขึ้นเกินความต้องการของตลาด วิธีการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทต่าง ๆ ก็จะมีความจำเป็น รวมทั้งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้ถั่งเช่าสีทอง

ถั่งเช่าสีทองหรือที่เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า เห็ดหญ้าหนอน นั้นจัดเป็นยาอายุวัฒนะของชาวจีนที่มีมาแต่อดีต โดยในสมัยก่อนผู้คนทั่วไปไม่มีสิทธิ์นำมาใช้ โดยผู้ที่สามารถนำมาใช้ได้คือองค์จักรพรรดิและเชื้อพระวงศ์ชั้นสูงเท่านั้น จัดเป็นราที่ช่วยปรับสมดุลให้แก่ร่างกายประเภทหายากชนิดหนึ่งเลยก็ว่าได้ ซึ่งอุดมด้วยแร่ธาตุและวิตามินต่าง ๆ มากมาย โดยเห็ดถั่งเช่าสีทองเป็นยาร้อน (ธาตุร้อน) มีสารออกฤทธิ์สำคัญ คือ สารคอร์ไดซิปิน (cordycepin) หรือ กรดคอร์ไดซิปิค (cordycepic acid) สารตัวนี้มีความสามารถช่วยดึงเอาออกซิเจนมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงขึ้นและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพอื่น ๆ เช่น อะดีโนซีน (adenosine) พอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) จึงนำมาใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตไข่มุกป๊อปจากถั่งเช่าสีทองเพื่อสุขภาพ

การใช้สารให้ความหวานเนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่เราผลิต มีจุดประสงค์เพื่อสุขภาพของผู้บริโภค จึงจำเป็นต้องใช้สารให้ความหวานที่ให้พลังงานที่ต่ำ หรือไม่ให้พลังงานเลย ได้แก่น้ำผึ้ง และหญ้าหวาน โดยที่น้ำผึ้งจะมีกลิ่นที่หอมสามารถกลบกลิ่นถั่งเช่าสีทองที่ผู้บริโภคอาจจะไม่พึงประสงค์ แต่ก็ให้พลังงานจากคาร์โบไฮเดรตคือ น้ำตาลกลูโคส ฟรุกโทส และมีความเป็นกรดอินทรีย์ ส่วนหญ้าหวานเป็นสารให้ความหวานที่ไม่ให้พลังงาน หวานกว่าน้ำตาลถึง 200 เท่า และช่วยลดน้ำตาลในเลือด (วทันยา และคณะ, 2555) จึงเป็นอีกหนึ่งตัวเลือกที่นำมาศึกษาการผลิตไข่มุกป๊อป

การศึกษาครั้งนี้ จึงนำถั่งเช่าสีทองมาเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตไข่มุกป๊อป และมีการใช้สารให้ความหวานที่เป็นน้ำผึ้ง หรือสารแทนให้ความหวานจากหญ้าหวาน

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในถั่งเช่าสีทอง

2) เพื่อศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์ไข่มุกป๊อปเพื่อสุขภาพจากถั่งเช่าสีทอง

3) เพื่อศึกษาสภาวะในการฆ่าเชื้อระดับพาสเจอไรส์ในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิท และระยะเวลาในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

4) เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค วิเคราะห์ต้นทุนวัตถุดิบสำหรับการผลิตไข่มุกป๊อป และวิเคราะห์ข้อมูลทางการตลาดเบื้องต้น

1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ

1) ทำการทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากดอกเห็ดถั่งเช่าสีทองที่นำมาใช้ในการผลิตไข่มุกป๊อป ได้แก่ อะดีโนซีน คอร์ไดเซปิน และพอลิแซ็กคาไรด์จากถั่งเช่าสีทองที่ทำการเพาะเลี้ยงในแหล่งไนโตรเจนจากไข่ไก่

2) ทำการทดสอบปริมาณการเติมถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสมในไข่มุกป๊อปร้อยละ 1, 2, 3 และไม่เติมถั่งเช่าสีทอง และทำการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพได้แก่ เนื้อสัมผัส (ค่าความแข็ง) สี และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

3) ศึกษาผลของเวลาในการแช่ไข่มุกป๊อปในสารละลายโซเดียมแอลจิเนตที่แตกต่างกันคือเท่ากับ 5, 7.5, 10, 12.5 และ 15 นาที เพื่อเพิ่มเนื้อสัมผัสและความคงตัวของไข่มุกป๊อป และทำการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพได้แก่ วัดขนาด วัดค่าการบวมน้ำ และวัดเนื้อสัมผัส (ค่าความแข็ง)

4) ทำการแปรผันปริมาณน้ำผึ้งที่ใช้ในการผลิตไข่มุกป๊อปจากถั่งเช่าสีทองเท่ากับร้อยละ 5, 10, 15, 20 และไม่เติมน้ำผึ้ง และทำการทดสอบแบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากผู้บริโภค

5) ทำการทดสอบการใช้สารแทนสารให้ความหวานทดแทนการใช้น้ำผึ้ง โดยต้องทำการแปรผันสารแทนสารให้ความหวานจากปริมาณน้ำผึ้งซึ่งมีความหวานมากกว่า 200 เท่า ได้แก่ร้อยละ 0.019, 0.039, 0.056 และ 0.0.75 กรัมของไข่มุกป๊อป ทำการวัดค่าสี และทำแบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคเปรียบเทียบกับการใช้น้ำผึ้งในปริมาณที่เหมาะสม

6) ทำการแปรผันปริมาณกรดซิตริกเพื่อควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่าง และเพิ่มรสชาติให้ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ปริมาณร้อยละ 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 โดยไม่เติมกรดซิตริกเป็นตัวควบคุม และทำการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ก่อนขึ้นรูป หลังขึ้นรูป ค่าสี และประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

7) วิเคราะห์สภาวะการฆ่าเชื้อ การเก็บรักษา และการตลาดโดยใช้แบบสอบถามกลุ่มผู้บริโภคทุกช่วงวัยทางออนไลน์ เพื่อประเมินราคาที่ผู้บริโภคยอมรับ สถานที่จัดจำหน่าย และกลุ่มลูกค้าที่สนใจโดยเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ทางท้องตลาดที่ใกล้เคียง และวิเคราะห์มาตรฐานอื่น ๆตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของเยลลี่อ่อน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) สามารถผลิตผลิตภัณฑ์เทคโนโลยีอาหารใหม่จากถั่งเช่าสีทองได้โดยเพิ่มคุณค่าทางอาหารและนำไปรับประทานเพื่อสุขภาพได้

2) สามารถเพิ่มความหลากหลายให้ผลิตภัณฑ์จากถั่งเช่าสีทอง ในอนาคตเมื่อมีปริมาณการผลิตดอกเห็ดถั่งเช่าที่มีมากขึ้น รวมทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้ถั่งเช่าสีทอง

3) สามารถนำงานวิจัยไปศึกษาและต่อยอดในระดับอุตสาหกรรม

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประวัติและความเป็นมาของถั่งเช่า

ถั่งเช่าเป็นเห็ดสมุนไพรที่มีสรรพคุณในการป้องกัน รักษาโรคและฟื้นฟูสุขภาพทำให้ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน“ถั่งเช่า” (ถั่ง = หนอน, เช่า = หญ้า) หรือที่เรียกว่า “หญ้าหนอน” ก็เพราะว่าในฤดูหนาวเป็นหนอน ในฤดูร้อนเป็นหญ้า บนที่ราบสูงทิเบต ตัวหนอนของผีเสื้อค้างคาวหรือผีเสื้อกะโหลก (*Hepialus armoricanus*) จะเจริญเติบโตอยู่ใต้ผิวดินบนภูเขาที่ปกคลุมด้วยหิมะ โดยมีสปอร์ของเชื้อเห็ดรา (*Ophiocordyceps sinensis*) กระจายอยู่ทั่วไป เมื่อหิมะละลายสปอร์จะไหลไปกับน้ำและซึมลงใต้ผิวดิน เมื่อหนอนกินสปอร์ของเชื้อเห็ดชนิดนี้เข้าไป สปอร์ก็จะงอกเป็นเส้นใยเจริญเติบโตบนตัวหนอน เมื่อฤดูใบไม้ผลิมาถึงอุณหภูมิสูงขึ้น เส้นใยรวมตัวหนาแน่นขึ้นก็จะแทงออกจากปากตัวหนอนที่ตายแล้วแข็งเป็นมัมมี่ ออกเป็นดอกเห็ดมีลักษณะเหมือนหญ้างอกโผล่เหนือพื้นดินเพราะต้องการแสง กลายเป็นขุมทองของชาวทิเบต ทั้งนี้เพราะว่ายาสมุนไพรชนิดนี้ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นตัวหนอน คือ ตัวหนอนของผีเสื้อ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Hepialus armoricanus* oberthiir และบนตัวหนอนมีเห็ดชนิดหนึ่งมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cordyceps sinensis* (Berk.) Saec. เห็ดถั่งเช่าพบในทิเบต มณฑลชิงไห่ มณฑลเสฉวน มณฑลกานซู มณฑลยูนนาน และแถบเทือกเขาหิมาลัยในอินเดีย ภูฏาน และเนปาล

2.2 ถั่งเช่าสีทอง

ถั่งเช่าจัดเป็นพวกราแมลงในกลุ่ม *Ascomycetes* เห็ดชนิดนี้มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เป็นอย่างสูง ด้วยสรรพคุณทางยาที่คนจีนเชื่อว่าเป็นเห็ดอายุวัฒนะ รับประทานแล้วจะช่วยให้ร่างกายแข็งแรงรักษาได้สารพัดโรค จากงานวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์มากมายทั่วโลกพบว่า ถั่งเช่ามีสารคอร์ไดเซปิน ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการไหลเวียนของเลือด และต้านเชื้อแบคทีเรียก่อโรคหลายชนิด เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเม็ดเลือดขาว ทำให้ร่างกายไม่เป็นโรคติดเชื้อได้ง่าย สารอะดีโนซีน ต้านการแข็งตัวของเลือด ต้านการเกิดลิ่มเลือดในร่างกาย กรดคอร์ไดเซปิกเพิ่มเมแทบอลิซึมของ ร่างกาย ทำให้ร่างกายมีพลัง แข็งแรง ไม่เหนื่อยง่ายและฟื้นตัวเร็ว ป้องกันเลือดออกในสมอง ลิ่มเลือด โรคหัวใจขาดเลือด หอบหืด ต้านอนุมูลอิสระ ทำให้แก่ช้า และต้านการอักเสบมี พอลิแซ็กคาไรด์ เพิ่มภูมิคุ้มกันแก่ร่างกายและช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด ลดคลอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ (ไขมันในเลือด) ช่วยเพิ่มพลังทางเพศชาย และมีความน่าจะเป็นในการช่วยลดการเจริญเติบโตของเนื้องอก และเซลล์มะเร็ง

ถั่งเช่าสีทอง ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Cordyceps militaris* เป็นเชื้อรากินแมลงมีการศึกษารวบรวม จำแนก เพาะเลี้ยง ปรับปรุงสายพันธุ์และผลิตเป็นการค้าในจีน เกาหลี ไต้หวัน อินเดีย

สหรัฐอเมริกา มาเลเซีย และสิงคโปร์ โดยมีการใช้เป็นสมุนไพรรักษาโรคต่าง ๆ และเป็นอาหารเสริมสุขภาพ

2.2.1 อนุกรมวิธานของถั่งเช่าสีทอง

เห็ดถั่งเช่าสีทองเป็นเชื้อราที่มีอนุกรมวิธานดังต่อไปนี้

Kingdom : Fungi

Phylum : Ascomycota

Sub-phylum : Ascomycotina

Class : Ascomycetes

Order : Hypocreales

Family : *Clavicipitaceae*

Genus : *Cordyceps*

Species : *militaris*

2.3 การเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่า

2.3.1 การเพาะด้วยตัวหนอน

เป็นวิธีการที่เลียนแบบธรรมชาติ (รูปที่ 2.1) โดยทำการใส่เชื้อลงไปในตัวหนอนสกุล (*Thitarodes hepialus*) โดยที่ตัวหนอนนั้นยังมีชีวิตอยู่ เมื่อได้รับเชื้อ หนอนจะค่อยๆอ่อนแอและตายในที่สุด เส้นใยเห็ดก็จะงอกออกมาจากตัวหนอน หนอนที่ใช้เพาะเชื้อ อาจเก็บมาจากธรรมชาติ โดยเก็บรังไหมมาแล้วทำการผ่าเอาดักแด้ตัวหนอนออกมาใช้ หรืออาจทำการเก็บไข่ผีเสื้อมาทำการเพาะจนได้ตัวหนอนก็ได้การเพาะด้วยตัวหนอนทำได้ทั้งในสภาพปลอดเชื้อโดยเลี้ยงในขวดแก้ว หรืออาจเพาะในโรงเรือนที่สะอาด และสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมภายในได้โดยการเพาะในกระบะ

รูปที่ 2.1 การเพาะเลี้ยงถั่งเช่าสีทอง

ที่มา: Lian *et al*., 2014

2.3.2 การเพาะด้วยอาหาร

ถั่งเช่าแต่ละชนิดต้องการอาหารที่ไม่เหมือนกัน ควรทำการเลือกใช้สูตรอาหารที่เหมาะสมกับเชื้อเห็ดชนิดนั้น ๆ อาหารที่ใช้เพาะเชื้อเห็ดนั้นอาจเป็นอาหารวิทยาศาสตร์ ได้มาจากการผสมสารเคมีหลายๆ ชนิด หรืออาจเป็นวัตถุดิบตามธรรมชาติก็ได้

2.3.3 แหล่งอาหาร

อาหารในการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองมีสูตรอาหารมากมาย โดยหลักจะประกอบด้วย แหล่งคาร์บอน ได้แก่ เมล็ดธัญพืช น้ำตาล และแป้ง แหล่งไนโตรเจน ได้แก่ หนอนไหม ไข่ ดักแด้ ยีสต์สกัด เปปโตน บัฟเฟอร์ กรดซิตริก และวิตามินบี 1 (ธัญญา, 2555)

2.3.3.1 แหล่งคาร์บอน

เป็นแหล่งอาหารที่ให้พลังงานแก่เซลล์ ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของถั่งเช่าสีทองและการเมแทบอลิซึมของเชื้อจุลินทรีย์ จากการทดลองเพาะเลี้ยงในแหล่งคาร์บอน เช่น กลูโคส ฟรุกโตส กาแล็กโทส มอลโทส ซูโครส เด็กซ์โทรส สตาร์ช และเซลลูโลส พบว่าใช้เด็กซ์โทรสในการเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวให้เส้นใยของเห็ดถั่งเช่าสีทองให้ปริมาณคอร์ไดเซปินมากที่สุด รองลงมาคือ สตาร์ช ซูโครส และมอลโทส นอกจากนี้จากการศึกษาพบว่าการใช้เด็กซ์โทรสร้อยละ 4 ในอาหารเหลวจะให้ปริมาณคอร์ไดเซปินสูงสุด (Tuli *et al*., 2014) ในการเพาะเลี้ยงในอาหารแข็งพบว่าการใช้กลูโคสจะให้คุณภาพดอกเห็ดที่ดีที่สุด หมายถึงรวมน้ำหนักแห้งปริมาณอะดีโนซีนและคอร์ไดเซปินรองลงมาคือ ซูโครสและมอลโทส (Wen *et al*., 2014)

2.3.3.2 แหล่งไนโตรเจน

เป็นแหล่งของกรดอะมิโนที่จำเป็นในการสังเคราะห์โปรตีนภายในเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์ จากการทดลองเปรียบเทียบระหว่างแหล่งไนโตรเจนอนินทรีย์กับแหล่งไนโตรเจนอินทรีย์ พบว่าแหล่งไนโตรเจนอินทรีย์ให้ปริมาณคอร์ไดเซปินมากกว่าซึ่งก็คือ ยีสต์สกัด โดยยีสต์สกัดความเข้มข้นร้อยละ 0.8 ในอาหารเหลวเป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุดในการเพาะเลี้ยงเพื่อให้ได้สารคอร์ไดเซปินมากที่สุด (Tuli *et al*., 2014) ในการเพาะเลี้ยงดอกเห็ดได้มีการทำงานวิจัยพบว่า การใช้เปปโตนเป็นแหล่งไนโตรเจนในการเพาะเลี้ยงแบบอาหารแข็งจะให้ปริมาณน้ำหนักแห้ง สารอะดีโนซีนและสารคอร์ไดเซปินที่สูง แต่การใช้น้ำมันถั่วเหลืองจะทำให้ได้ปริมาณคอร์ไดเซปินในดอกเห็ดถั่งเช่าสีทองมากที่สุด (Wen *et al*., 2014) การใช้ยีสต์สกัดและเปปโตนรวมกันในการเพาะเลี้ยงช่วยในการสังเคราะห์กัวนีน อะดีโนซีน และคอร์ไดเซปิน โดยใช้อัตราส่วนทั้งเปปโตนและยีสต์สกัดร้อยละ 0.3 การใช้แหล่งไนโตรเจนที่ต่างกันส่งผลต่อการสังเคราะห์นิวคลีโอไซด์และสารเมแทบอไลท์อื่น ๆ (Gu *et al*., 2007)

2.3.3.3 แหล่งเกลือแร่

เกลือแร่ช่วยในการเจริญและพัฒนาของเชื้อราชนิดต่าง ๆ เกลือแร่จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องใส่ในอาหารเพาะเลี้ยง จากงานวิจัยการหาเกลือแร่ที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตและผลิต

สารของเห็ดถั่งเช่าสีทองพบว่า โพแทสเซียมซัลเฟตและแมกนีเซียมซัลเฟตช่วยให้มีดอกเห็ดและสารคอร์ไดเซปินในปริมาณที่สูง (Wen *et al*., 2014)

2.3.4 อุณหภูมิ

เป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ เนื่องจากเอนไซม์ของเชื้อแต่ละชนิดจะทำงานได้ดีในช่วงอุณหภูมิที่จำเพาะต่อการเจริญของเชื้อนั้น ๆ จากการทดลองเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวพบว่าอุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่ดีที่สุดในการเจริญของเชื้อถั่งเช่าสีทอง (Yi *et al*., 2014) และจากการทดลองเพาะเลี้ยงในอาหารแข็งพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของเชื้อที่ดีที่สุดคืออุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (Lee *et al*., 2013)

2.3.5 ค่าพีเอช

พีเอชเป็นสิ่งสำคัญต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์โดยเฉพาะกับเชื้อรากลุ่ม Ascomycota และ Basidiomycota โดยทั่วไปแล้วพีเอชที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงเชื้อเห็ดถั่งเช่าจะอยู่ในช่วง 4 ถึง 7 พีเอชที่ต่างกันจะส่งผลต่อการเผาผลาญสารอาหารและการเจริญของเส้นใย ดังนั้นเมื่อทดลองเพาะเลี้ยงในช่วงพีเอช 4 ถึง 7 แล้วพบว่าพีเอชที่ให้ปริมาณคอร์ไดเซปินมากที่สุดที่พีเอช 5.5

2.3.6 อายุของหัวเชื้อ

อายุของหัวเชื้อเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่ในการผลิตคอร์ไดเซปินและสารที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพอื่น ๆ จากการทดลองการเลี้ยงหัวเชื้อเหลวชั่วโมงที่ 24 ถึง 144 พบว่าหัวเชื้อที่ชั่วโมงที่ 72 จะให้ปริมาณคอร์ไดเซปินมากที่สุดเมื่อนำหัวเชื้อเหลวมาเลี้ยงในอาหารเหลว (Tuli *et al*., 2014)

2.3.7 อากาศและความชื้น

อากาศเป็นปัจจัยสำคัญอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเจริญ และการผลิตสารทางชีวภาพของเชื้อจุลินทรีย์โดยเฉพาะจุลินทรีย์กลุ่มที่ใช้อากาศ มีงานวิจัยที่แสดงว่าออกซิเจนเป็นสิ่งที่สำคัญในการเจริญของเส้นใยและการผลิตสารทางชีวภาพของเชื้อราให้มีปริมาณสูง (Shih *et al*., 2007) ความชื้นร้อยละ 70 ถึง 80 เป็นความชื้นตามธรรมชาติที่ราเจริญเติบโตได้ดีหากไม่ควบคุมความชื้นภายในขวดเพาะเลี้ยงที่เป็นอาหารแข็งทำให้อาหารแห้งอย่างรวดเร็วส่งผลต่อการเจริญของเชื้อ

2.3.8 แสง

ในที่มืดเส้นใยของถั่งเช่าสีทองจะมีสีขาว แสงจะไปกระตุ้นให้มีการสร้างเม็ดสีและทำให้เกิดการรวมกันของเส้นใยกลายเป็นดอกเห็ด (fruiting body) ช่วยในการปรับปรุงสี เพิ่มปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่ คอร์ไดเซปิน แคโรทีนอยด์ และพอลิแซ็กคาไรด์ โดยแคโรทีนอยด์จะทำให้ดอกเห็ดมีสีทองเข้มซึ่งเป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงคุณภาพทางการค้า นอกจากนี้แสงยังเป็นปัจจัยสำคัญที่จะกำหนดความหนาแน่น เนื้อสัมผัส และสีของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทอง แสงสีแดงส่งผลให้เกิดการเจริญของเส้นใยและเพิ่มปริมาณอะดีโนซีน ในขณะที่แสงสีฟ้าช่วยในการสังเคราะห์คอร์ไดเซปินของเส้นใย แสงสีชมพู (1/3 สีฟ้า + 2/3 สีแดง) ช่วยเพิ่มน้ำหนักแห้งและช่วยให้เกิดการสะสมของแคโรทีนอยด์และคอร์ไดเซปิน ขณะที่แสงสีแดงช่วยเพิ่มปริมาณอะดีโนซีนในดอกเห็ดถั่งเช่าสีทอง แสดงให้เห็นว่า

การให้แสงในการเพาะเลี้ยง นอกจากจะเพิ่มร้อยละผลได้แล้วยังส่งผลต่อคุณภาพของดอกเห็ดของถั่งเช่าสีทอง

2.3.9 แสงไฟแอลอีดี

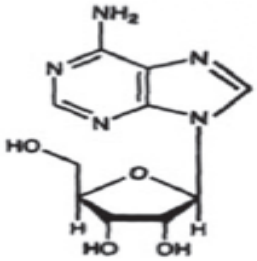
เป็นอุปกรณ์จำพวกไดโอดที่สามารถเปล่งแสงได้ในช่วงสเปกตรัมที่แคบเปล่งแสงได้ในช่วงอัลตราไวโอเลตและในช่วงแสงที่มองเห็นได้ ไฟแอลอีดีสามารถปล่อยแสงสีขาว (ความยาวคลื่นหลายความยาวคลื่นผสมกัน) หรือแสงช่วงความยาวคลื่นใดคลื่นหนึ่งได้ขึ้นกับการผลิตทำให้สามารถเลือกใช้ความยาวคลื่นที่ต้องการในการเพาะเลี้ยงราหรือพืชได้ หลอดไฟแอลอีดียังช่วยลดการใช้พลังงานลงร้อยละ 70 และปล่อยความร้อนเพียงเล็กน้อยทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการควบคุมอุณหภูมิ หลอดไฟแอลอีดีให้มีอายุการใช้งานถึง 50000 ชั่วโมงขึ้นไป เมื่อเทียบกับหลอดไฟธรรมดาที่ไส้เป็นปรอทมีอายุการใช้งานเพียง 200 ชั่วโมง

2.4 สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญในเห็ดถั่งเช่าสีทอง

เห็ดถั่งเช่าสีทองอุดมไปด้วยสารต่าง ๆที่เป็นประโยชน์ ได้แก่ พอลิแซ็กคาไรด์ นิวคลีโอไทด์ คอร์ไดเซปิน อะดีโนซีน กรดคอร์ไดเซปิค กรดอะมิโนและสเตอรอล นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วยสารอาหารสำคัญอื่นๆเช่น โปรตีน วิตามินต่างๆ (E , K , B1 , B2 และ B12) และแร่ธาตุต่าง ๆ โพแทสเซียม โซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี และซีลีเนียม เป็นต้น

2.4.1 อะดีโนซีน (adenosine)

เป็นนิวคลีโอไซด์ที่พบได้โดยทั่วไปในเซลล์ของร่างกายมีสูตรทางเคมีดังนี้ 6-amino-9-beta-D-ribofuranosyl-9-H-purine อะดีโนซีนเกิดจากการจับของอะดีนีนกับน้ำตาลไรโบส พันธะที่เกิดขึ้นระหว่างอะดินีนและน้ำตาลไรโบส เรียกว่าพันธะ β-N9-glycosidic โครงสร้างทางเคมีแสดงดังรูปที่ 2.2 อะดีโนซีนช่วยในการถ่ายโอนพลังงานภายในเซลล์ในรูปของอะดีนีนไตรฟอสเฟต (ATP) และอะดินีนไดฟอสเฟต (ADP) นอกจากนี้อะดิโนซีนจะฟอร์มตัวเป็นไซคลิกอะดีโนซีนโมโนฟอสเฟต



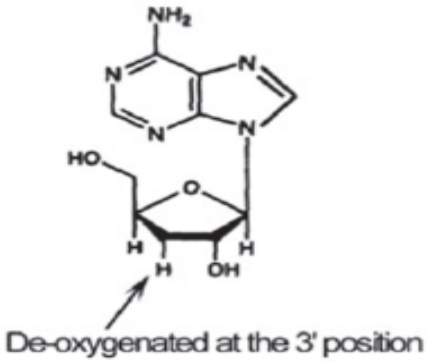
รูปที่ 2.2 โครงสร้างทางเคมีของอะดีโนซีน
ที่มา : Holliday and Cleaver, 2008

(cAMP) ซึ่งจะเป็นตัวส่งสัญญาณในหลายๆวิถีเมแทบอลิซึมของร่างกาย อะดีโนซีนช่วยเพิ่มการเปลี่ยนไกลโคเจนให้เป็นน้ำตาลกลูโคสภายในตับ ภายในสมองสภาวะปกติอะดีโนซีนช่วยในการนอนหลับ ลด

การถูกกระตุ้นทางอารมณ์ในระบบหมุนเวียนเลือด อะดีโนซีนช่วยให้กล้ามเนื้อหัวใจมีแรงมากขึ้นช่วยขยายหลอดเลือด ดังนั้นอะดีโนซีนจึงถูกใช้เป็นยารักษาโรคเกี่ยวกับกล้ามเนื้อหัวใจ ช่วยให้หัวใจเต้นเป็นปกติ อะดีโนซีนมีลักษณะตรงข้ามกับอะดรีนารีนทำให้ต้านการแข็งตัวของเลือดและการเกิดลิ่มเลือด (Ling *et al*, 2009)

2.4.2 คอร์ไดเซปิน (cordycepin)

คอร์ไดเซปินเป็นสารสำคัญของถั่งเช่าสีทองที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพหลากหลาย โดยมีลักษณะเป็นอนุพันธ์ของอะดีโนซีนโครงสร้างโมเลกุลเหมือนกับอะดีโนซีนแต่ขาดหมู่ไฮดรอกซิล (3'-hydroxyl group) โครงสร้างทางเคมีแสดงดังรูปที่ 2.3 ซึ่งทำให้โครงสร้างโมเลกุลของคอร์ไดเซปินมีความแข็งแรงมาก สามารถเข้าไปรบกวนกระบวนการทางชีวเคมีของร่างกายได้ เช่น การสังเคราะห์ดีเอ็นเอ (DNA) และอาร์เอ็นเอ (RNA) เป็นต้น (Tuli *et al*, 2013)



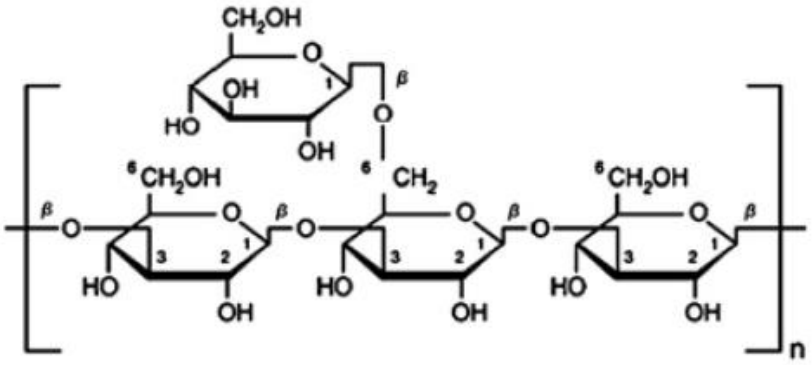
รูปที่ 2.3 โครงสร้างทางเคมีของคอร์ไดเซปิน
ที่มา : Holliday and Cleaver, 2008

2.4.3 พอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide)

เป็นสารบีต้า-กลูแคนดังรูปที่ 2.4 ในดอกเห็ดของถั่งเช่าที่มีสรรพคุณในการเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน ต่อต้านอนุมูลอิสระให้ร่างกายได้เป็นอย่างดี เป็นผลให้ร่างกายสมดุลเป็นปกติ และยังทำให้เซลล์มะเร็งตายได้ ช่วยทำให้ผู้ป่วยมะเร็งมีชีวิตยืนยาวต่อได้ไปอีก นอกจากนี้สารบีต้า-กลูแคนในเห็ดยังไปส่งเสริมให้ร่างกายกระตุ้นการสร้างคอลลาเจนให้แก่เซลล์ผิวหนัง ทำให้บริเวณผิวหนังมีความยืดหยุ่น มีการสร้างเซลล์ใหม่เกิดขึ้น มีความเต่งตึงและลดการเหี่ยวย่นของผิวหนังได้ แต่ในเห็ดแต่ละชนิดมีสารบีต้า-กลูแคนที่แตกต่างกันจึงมีคุณสมบัติในการกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันและการต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกันด้วย (พรพจน์, 2556)

2.4.4 แคโรทีนอยด์ (carotenoid)

เป็นรงควัตถุ (pigment) สีเหลือง ส้ม แดง และส้ม-แดง พบทั่วไปในพืชและสิ่งมีชีวิตที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ ทำงานร่วมกับคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ซึ่งเป็นรงควัตถุที่มีสีเขียวทำหน้าที่ดูดซับพลังงานจากแสงอาทิตย์เพื่อการสังเคราะห์แสงและช่วยการเจริญเติบโตของพืช



รูปที่ 2.4 โครงสร้างพอลิแซ็กคาไรด์
ที่มา : Moradali *et al*., 2007

และป้องกันอันตรายจากแสง (photoprotective agents) ในอุตสาหกรรมอาหารใช้เป็นสีผสมอาหารจากธรรมชาติ เป็นกลุ่มสารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพร่างกาย ช่วยต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) และเป็นสารสีของเห็ดที่ทำให้เห็ดถั่งเช่าสีทองมีสีเหลืองส้ม (พิมพ์เพ็ญ และคณะ, 2556)

แคโรทีนอยด์ เป็นสารพฤกษเคมีที่ทรงพลัง มีคุณสมบัติเป็นทั้งสารต้านอนุมูลอิสระและสารต้านมะเร็งที่ยอดเยี่ยม แคโรทีนอยด์ คือ เม็ดสีชนิดละลายในไขมัน พบมากในผักและผลไม้ที่มีสีส้ม เหลือง แดง และเขียว ทำหน้าที่ปกป้องพืชจาก รังสีอัลตราไวโอเลต (UV) ในแสงแดด และสารก่อมะเร็งในสิ่งแวดล้อม ช่วยป้องกันการก่อตัวของอนุมูลอิสระที่เป็นอันตราย ในปัจจุบันมีการค้นพบแคโรทีนอยด์ถึง 600 ชนิด และประมาณ 50 ชนิด พบได้ในผักและผลไม้ที่เรารับประทาน แคโรทีนอยด์ 6 ชนิด ที่กลายมาเป็นสารต้านอนุมูลอิสระดาวเด่นแห่งศตวรรษที่ 21 คือ แอลฟาแคโรทีน (alpha-carotene) บีต้าแคโรทีน (beta-carotene) บีต้าคริบโตแซนทิน (beta-cryptoxanthin) ไลโคปีน (lycopene) ลูทีน (lutein) และซีแซนทิน (zeaxanthin)

แคโรทีนอยด์ เป็นสารสีที่พบได้ในสิ่งมีชีวิตทุกชนิด เป็นสารที่มีความสำคัญมาก อาทิ เป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอ ต้านอนุมูลอิสระ ช่วยในพัฒนาการของตัวอ่อนและระบบการสืบพันธุ์ ช่วยเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกัน รวมถึงเป็นสารที่ทำให้เกิดสีในสิ่งมีชีวิต แคโรทีนอยด์จะพบมากในผักและผลไม้ซึ่งไม่แสดงสีให้เห็น เนื่องจากถูกสีเขียวของคลอโรฟิลล์บดบังไว้ แต่เมื่อผัก และผลไม้แก่ตัวคลอโรฟิลล์จะสลายตัวไป แล้วสารสีแคโรทีนอยด์จึงจะปรากฏสีให้เห็น เช่น สีเหลือง สีส้ม สีแดง เป็นต้น แคโรทีนอยด์ เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว (unsaturated hydrocarbon) มีคาร์บอน 40 อะตอม ประกอบด้วย 8 ไอโซพรีน ที่เชื่อมติดกันด้วยพันธะโควาเลนต์ที่เป็นพันธะคู่สายยาว มีคุณสมบัติในการดูดกลืนแสงอัลต้าไวโอเลต และแสงสีขาวได้ดี ทำให้สารแคโรทีนอยด์มีคุณสมบัติเป็นสารสีในสิ่งมีชีวิต นอกจากนั้นยังมีคุณสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันทำให้มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ โดยสีของแคโรทีนอยด์จะเปลี่ยนแปลงไปตามจำนวนพันธะคู่ในโมเลกุล หากมีจำนวนพันธะคู่มากจะให้สีแดงเข้ม หากมีจำนวนพันธะคู่น้อยจะให้สีจาง จำนวนพันธะคู่ของแคโรทีนอยด์ที่มีน้อยที่สุดจะมีจำนวน 7 คู่ ให้สีออกเหลือง และพันธะคู่อาจอยู่ในรูปของซิส (cis)

ที่ให้สีอ่อน และหากมีพันธะคู่ในรูปของซิสจะยิ่งให้สีจางลง ส่วนพันธะคู่ในรูปทราน (trans) จะให้สีเข้ม และเข้มขึ้นเมื่ออยู่ในรูปของทรานมาก ทั้งนี้แคโรทีนอยด์ส่วนมากมักพบอยู่ในรูปแบบของทรานที่โมเลกุลมักรวมกันเป็นกลุ่มทำให้มีคุณสมบัติในการละลาย และดูดซึมได้น้อยกว่าในรูปของซิส

2.4.5 กรดไขมัน (fatty acid)

Seth *et al.,* (2014) พบว่าสายพันธุ์ถั่งเช่า ประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัว พบว่าประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวร้อยละ 57.84 พบกรดลิโนเลอิก (linoleic acid) สูงที่สุดถึงร้อยละ 38.44 และยังประกอบด้วยกรดโอเลอิก (oleic acid) ร้อยละ 17.9 พบกรดไขมันอิ่มตัวร้อยละ 42.16 พบว่ามีกรดปาล์มมิติก (palmitic acid) และกรดออกตะเดคาโนอิก (octadecanoic acid) สูงที่สุดถึงร้อยละ 21.86 และ 15.78 ตามลำดับ กรดไขมันไม่อิ่มตัวช่วยลดระดับปริมาณไขมันในเส้นเลือด และช่วยป้องกันโรคหัวใจและหลอดเลือด

2.5 น้ำผึ้ง (อภิญญา, 2559)

เป็นสารให้ความหวานตามธรรมชาติที่ได้จากผึ้ง ลักษณะเป็นของเหลวค่อนข้างข้นสีเหลืองจนถึงน้ำตาล ผึ้งผลิตโดยใช้น้ำหวานจากดอกไม้ผ่านกระบวนการในตัวผึ้ง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของน้ำหวาน และทำให้เข้มข้นขึ้นโดยดึงน้ำออกบางส่วนน้ำผึ้งจะเหลือน้ำไม่เกินร้อยละ 20 น้ำผึ้งประกอบด้วยน้ำตาลเชิงเดี่ยว 2 ชนิดคือ น้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลฟรุกโทส จัดเป็นแหล่งพลังงานได้เป็นอย่างดีสำหรับทุกเพศทุกวัยร่างกายสามารถดูดซึมและนำไปใช้ได้ทันที น้ำผึ้งเหมาะสำหรับเด็ก ๆ ที่มีอายุตั้งแต่ 1 ปี เนื่องจากอยู่ในวัยที่ร่างกายกำลังเจริญเติบโตต้องการพลังงานมาก นอกจากนี้น้ำผึ้งยังอุดมไปด้วยแร่ธาตุนานาชนิดจากธรรมชาติ เช่น ฟอสฟอรัส ช่วยเสริมร่างกายให้แข็งแรง เหล็กจะช่วยสร้างเม็ดเลือดแดงให้เป็นปกติ ทองแดง แมงกานีส แคลเซียม โพแทสเซียม โซเดียม และเกลือแร่อีกหลายชนิดที่ช่วยเสริมสร้างกระดูก และทำให้ระบบไหลเวียนเลือด และระบบน้ำย่อยทำงานได้ดีขึ้น ที่สำคัญคือในน้ำผึ้งยังมีวิตามินต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ วิตามินบี1 บี2 บี3 บี5 บี6 ซี อี เค และแคโรทีนรวมทั้งโปรตีน กรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย ส่วนเอนไซม์และฮอร์โมนถึงแม้จะมีปริมาณน้อยแต่ช่วยเสริมให้น้ำผึ้งมีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น

น้ำผึ้งเกิดจากการที่ผึ้งนำน้ำจากเกสรดอกไม้ที่เป็นน้ำหวานจากธรรมชาติ แล้วใช้เอนไซม์ในท้องผึ้งเปลี่ยนแปลงมาเป็นน้ำผึ้ง ซึ่งน้ำผึ้งที่ได้มานั้นย่อมขึ้นอยู่กับวัตถุดิบหรือชนิดของเกสรดอกไม้ที่ผึ้งได้มาและแปรผันตามปัจจัยภายนอก ได้แก่สิ่งแวดล้อม ฤดูกาล และกระบวนการผลิต รวมถึงแหล่งของพืชและพื้นดินนั้น ๆ ที่ผึ้งเจริญเติบโตอยู่ เพราะฉะนั้นน้ำผึ้งที่ได้จากรังผึ้งในป่าใหญ่ จึงมีความสมบูรณ์ และมีแร่ธาตุอาหารที่แตกต่างจากน้ำผึ้งเลี้ยง ทำให้สามารถแยกชนิดของน้ำผึ้งตามลักษณะของผึ้งได้ 2 ชนิด คือ

น้ำผึ้งป่า หมายถึง น้ำผึ้งที่ได้จากผึ้งพื้นเมืองต่าง ๆ เช่น ผึ้งหลวง ผึ้งโพรงและผึ้งมิ้ม ซึ่งผู้ที่ล่ารังผึ้งจะทำการล่าประมาณเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน

น้ำผึ้งพันธุ์ หมายถึง น้ำผึ้งที่ได้จากผึ้งพันธุ์ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ได้มาจากยุโรปและนำมาเลี้ยง ซึ่งลักษณะของน้ำผึ้งจะให้น้ำหวานตามพืชที่ผึ้งไปดูดมา

2.6 หญ้าหวาน หรือ *Stevia rebaudiana* Bertoni (วทันยา และคณะ, 2555)

ชื่อสามัญ : Stevia

ชื่อวิทยาศาสตร์: *Stevia rebaudiana* Bertoni

วงศ์: ASTERACEAE

ลักษณะทั่วไป : เป็นไม้ล้มลุกอายุประมาณ 3 ปี เป็นพุ่มเตี้ยสูง 30 ถึง 90 เซนติเมตร ลำต้นกลมเล็กเรียว ใบเดี่ยวรูปหอกปลายแหลม ขอบใบหยักดังรูปที่ 2.5 รสหวานจัด ดอกเล็ก ๆ กลม กลีบรูปไข่สีขาวเล็กมาก เกสรตัวผู้เป็นเส้นสีขาว งอไปมายื่น ออกมาเล็กน้อย เป็นช่อที่ปลายกิ่ง ผลเป็นผลแห้งไม่แตก

การขยายพันธุ์ : 1. เพาะเมล็ด โดยเก็บเมล็ดเดือนพฤศจิกายน และเพาะในเดือนมีนาคม ถึงเมษายน

2. ปักชำ ตัดกิ่งยาว 12 ถึง 15 เซนติเมตร นำมาชำในถุง ประมาณ 10 ถึง 15 วัน จึงนำไปปลูกลงแปลง

ส่วนที่ใช้ : ใบ

สรรพคุณ : ใบมีสารให้ความหวาน (สตีวีโอไซด์) มากกว่าน้ำตาล 250 ถึง 300 เท่า แต่ไม่ให้พลังงาน ไม่ทำให้อ้วน เหมาะสำหรับผู้ป่วยเบาหวานและไขมันในเลือดสูง

หญ้าหวาน เป็นพืชพื้นเมืองของปารากวัย บราซิลและประเทศในแถบอเมริกาใต้ ต่อมาได้มีการปลูกหญ้าหวานในประเทศไทย ผลวิจัยทางวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นถึงศักยภาพและประโยชน์ของหญ้าหวานที่มีต่อร่างกายมนุษย์ในการควบคุมน้ำตาลในเลือด ประเทศในแถบอเมริกาใต้หลายประเทศได้ใช้สารสกัดจากหญ้าหวานด้วยน้ำเพื่อช่วยรักษาผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานและโรคไฮโปไกลซีเมีย นอกจากนี้ ยังมีรายงานว่าหญ้าหวานที่สกัดด้วยน้ำสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตและการแพร่พันธุ์ของแบคทีเรียที่ทำให้ฟันผุ จึงเป็นเหตุผลที่ดีในการใช้หญ้าหวานเป็นสารให้ความหวานในอาหารที่บริโภค หญ้าหวานมีสารให้ความหวานที่เรียกว่า สตีวิโอไซด์ มีลักษณะเป็นผลึกสีขาว โดยเฉลี่ยมีความหวานมากกว่าน้ำตาลทรายประมาณ 200 ถึง 300 เท่า แต่พลังงานต่ำกว่าถึง 300 เท่า มีรสฝาดขม แต่ after taste จืดเล็กน้อยหรือไม่มีรส ไม่เป็นสารก่อมะเร็ง มีความคงตัวสูงต่อสภาพความเป็นกรด-ด่าง และสามารถใช้ได้ในสภาพที่ร้อนหรือเย็น ตลอดจนอุณหภูมิสูงมากขนาดอุณหภูมิที่ใช้ในการอบ ซึ่งปริมาณของสารให้ความหวานที่มีในหญ้าหวานมีมากบริเวณใบ แต่ปริมาณไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับฤดูกาล อายุของต้นพืช สายพันธุ์ ระยะเวลาในการส่องสว่างของแสงแดดและ อุณหภูมิของอากาศ สำหรับการสกัดสตีวิโอไซด์ สามารถสกัดโดยใช้น้ำ เมทานอล และเอทานอลเป็นตัวทำละลายและยังสามารถใช้ supercritical fluid extraction โดยใช้ CO_2 เป็นตัวทำละลายได้ แต่การใช้ CO_2 เพียงชนิดเดียวในการสกัดไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอสำหรับการสกัดสารสตีวิโอไซด์ซึ่งเป็นสารที่มีขั้วได้เมื่อ

รูปที่ 2.5 หญ้าหวาน
ที่มา : Lemus-Mondaca *et al*., 2012

เทียบกับการใช้เมทานอล เอทานอล น้ำและตัวทำละลายผสมเป็นตัวทำละลายร่วม ซึ่งวิธีการสกัดด้วยน้ำเป็นวิธีที่สะดวก ง่าย และมีความปลอดภัยสูงมากต่อผู้บริโภค ในการสกัดสตีวิโอไซด์ นอกจากต้องเลือกตัวทำละลายให้เหมาะสมแล้วยังต้องคำนึงถึงอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการสกัดเพื่อให้สามารถสกัดสตีวิโอไซด์ออกมาให้มากที่สุด จากรายงานวิจัยของ Nishiyama *et al*. (1992) พบว่าการสกัดใบหญ้าหวานแห้งด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ให้ปริมาณของสตีวิโอไซด์มากที่สุด และสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงคือ ขนาดอนุภาคของใบหญ้าหวานแห้งก่อนนำมาสกัดควรให้มีขนาดเล็กโดยการบดละเอียดเพื่อเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวในการสกัด ถึงแม้มีรายงานว่ามีการสกัดสารให้ความหวานจากหญ้าหวาน แต่การสกัดสตีวิโอไซด์จากใบหญ้าหวานให้ได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายอยู่ในรูปของผลึกสตีวิโอไซด์บริสุทธิ์นั้นเป็นวิธีการที่ต้องใช้ระยะเวลานานในการสกัดที่ยาก และประกอบกับการใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ทำให้ต้องใช้ต้นทุนในการผลิตค่อนข้างมาก

2.7 วิธีการทำอาหารเชิงโมเลกุล

การทำอาหารเชิงโมเลกุล (molecular gastronomy) คือ ศาสตร์ที่นำเอาหลักการทางวิทยาศาสตร์ เคมีและฟิสิกส์ ซึ่งเกิดขึ้นในการประกอบอาหาร ที่อยู่เบื้องหลังการเปลี่ยนรูปของวัตถุดิบมาใช้

เม็ดบีดไฮโดรเจล (hydrogel bead) หรือ แอลจิเนตแคปซูล (alginate capsule) คือ เม็ดบีดที่ได้จากการห่อหุ้มสารโดยใช้ไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) เป็นองค์ประกอบหลัก มีการนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร และเครื่องดื่มรูปแบบใหม่เพื่อช่วยรักษากลิ่นรสในอาหารรวมทั้งควบคุมการปลดปล่อยสาระสำคัญต่าง ๆ ซึ่งในกระบวนการผลิตเม็ดบีดทำได้ 3 วิธีหลัก

2.7.1 การใช้ extrusion

การใช้ extrusion ในการห่อหุ้มสารที่เป็นของเหลวภายใน โดยผสมกับโซเดียมแอลจิเนตแล้วหยดลงในสารละลายสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$)

2.7.2 วิธี spherification

spherification เป็นการทำเม็ดบีดแอลจิเนต อาศัยความแตกต่างระหว่างประจุของพอลิเมอร์ในการเคลือบสารโดยหยดโซเดียมแอลจิเนตลงในสารละลายที่มีประจุบวกเป็นการขึ้นรูปทรงกลมแบบพื้นฐานเป็นเทคนิคที่ต้องจุ่มของเหลวหรืออาหารเหลวที่มีโซเดียมแอลจิเนตอยู่ลงในสารละลายแคลเซียม กระบวนการเกิดเจลของแคลเซียมแอลจิเนตเป็นกระบวนการที่เกิดจากการแพร่ของไอออนแคลเซียมเข้าไปภายในทรงกลม เกิดเป็นโครงร่างตาข่ายภายในโมเลกุล (รุ่งนภา, 2547) เป็นเทคนิคที่สามารถทำได้ง่าย เยื่อหุ้มของเซลล์ของทรงกลมที่ได้จะมีความเปราะบาง และเมื่อรับประทานทำให้ทรงกลมแตกได้ง่าย ข้อเสียของการขึ้นรูปทรงกลมแบบพื้นฐาน คือ การเกิดเจลภายในทรงกลมสามารถเกิดขึ้นได้อย่างต่อเนื่อง แม้จะนำเม็ดเจลออกจากสารละลายแคลเซียม หรือล้างแล้วก็ตาม ทำให้ต้องเสิร์ฟผลิตภัณฑ์ที่ได้อย่างรวดเร็วหากไม่ต้องการให้ทรงกลมมีลักษณะเป็นเจลทั้งเม็ด อีกปัญหา คือ การเกิดเจลของทรงกลมไม่สามารถเกิดเจลได้ที่สภาวะความเป็นกรดสูงหรือพีเอชน้อยกว่า 5 แต่สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการเติมโซเดียมซิเตรทในอาหารเหลวเพื่อลดระดับความเป็นกรดลง

2.7.3 วิธี reverse spherification

reverse spherification โดยใช้แคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับสารประกอบอื่นๆ หยดลงในสารละลายโซเดียมแอลจิเนต เพื่อให้เกิดการห่อหุ้มสารภายใน ซึ่งอาจมีการนำเม็ดบีดที่ได้แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์อีกครั้ง

เพื่อทำให้กระบวนการกักเก็บสารเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์โดยการทำ spherification ต้องมีการผสมแอลจิเนตลงในอาหารเพื่อให้เกิดการละลายอย่างสมบูรณ์ แล้วหยดลงในอ่างแคลเซียมเพื่อให้เกิดเม็ดบีด ซึ่งมีข้อจำกัดเนื่องจากแอลจิเนตเป็นสารประกอบไฮโดรคอลลอยด์ที่ไม่สามารถละลายได้ในอาหารที่มีพีเอช ต่ำ และยังทำให้เม็ดบีดเกิดเจลตันเมื่อทิ้งไว้ที่ระยะเวลานานขึ้น

2.8 ไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid)

ไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) เป็นคำศัพท์ที่มาจากคำว่า Hydro ซึ่งเป็นภาษากรีกที่แปลว่า น้ำ รวมกับภาษาฝรั่งเศส col แปลว่า กาว และ oid แปลว่า เหมือน ดังนั้นไฮโดรคอลลอยด์แต่ละชนิดจึงมีหน้าที่แตกต่างกันในอาหาร เช่น เป็นสารให้ความข้นหนืด (thickening agent) ช่วยในการเกิดเจล (gelling agent) หรือเป็นสารเพิ่มความคงตัว (stabilizer) (Stephen, 1995) ไฮโดรคอลลอยด์ต่าง ๆ มีลักษณะใกล้เคียงกับของเหลวหรือใกล้เคียงกับของแข็งโดยสมบัติที่เรียกว่า Liquid-like properties เกิดจากส่วนประกอบที่เป็นน้ำมากกว่าร้อยละ 80 ส่วนสมบัติที่เรียกว่า Solid-like properties เนื่องจากเกิดโครงสร้างตาข่าย (network) ขึ้นซึ่งระบุลักษณะดังกล่าวด้วยค่า Elastic modulus สำหรับไฮโดรเจล (hydrogels) ของพอลิแซ็กคาไรด์มักใช้เทอมของ junction zone ในการอธิบาย crosslink เนื่องจากแต่ละ crosslink เกี่ยวข้องกับการรวมกลุ่มกัน (aggregates) ของสายโซ่โมเลกุลที่เป็นระเบียบ เช่น Helices โดยพันธะที่เกี่ยวข้องใน junction

zone มักเป็นพันธะ non-covalent เช่น พันธะไฮโดรเจน พันธะไอออนิก และ hydrophobic interactions เป็นต้น พอลิแซ็กคาไรด์บางชนิด เช่น แซนแทนกัม มีสายโซ่ระหว่างโมเลกุลเชื่อมต่อกันอย่างบางเบาในสารละลาย ทำให้เกิดโครงสร้างตาข่าย 3 มิติ โดย junction zone ที่เชื่อมต่อกันนี้สามารถทำให้แตกได้ง่าย และโครงสร้างตาข่ายจะถูกทำลายแม้ว่าจะใช้ shear rate ที่ต่ำมาก ๆ (รุ่งนภา, 2547; Phillips and Williams, 2003)

สารไฮโดรคอลลอยด์ใช้มากในอาหารสำหรับทำให้อาหารอยู่ตัวไม่ว่าอาหารจะอยู่ในรูปอิมัลชันหรือแขวนลอยอยู่หรือเกิดฟอง ทั้งยังทำให้อาหารข้นขึ้นด้วยสารเหล่านี้ บางครั้งเป็นพวกกัม ซึ่งเป็นพวกที่ได้จากธรรมชาติ สารที่ทำให้อยู่ตัวและข้นขึ้นหลายชนิดเป็นพวกพอลิแซ็กคาไรด์ เช่น กัมอะราบิก (gum arabic) กัวร์กัม (guar gum) คาร์บอกซิเมธิลเซลลูโลสคาราจีแนน วุ้น แป้ง และเพกติน นอกจากนี้ยังมีเจลาตินซึ่งเป็นโปรตีนที่ได้จากคอลลาเจนไฮโดรคอลลอยด์ที่มีประโยชน์ประกอบด้วยคุณสมบัติต่อไปนี้ คือ ละลายน้ำได้ สามารถเพิ่มความหนืด และในบางกรณีสามารถเกิดเป็นเจลได้ หน้าที่ของไฮโดรคอยลอยด์ ได้แก่ การทำให้เนื้อสัมผัสของอาหารอยู่ตัวและดีขึ้น ยับยั้งการเกิดผลึก (น้ำตาล) ทำให้อิมัลชันและฟองอยู่ตัว ลดความเหนียวเหนอะของน้ำตาลไอซิ่ง (icings) บนขนมอบ และดูดกลิ่นไว้ด้วย ความเข้มข้นของไฮโดรคอลลอยด์ที่ใช้ประมาณร้อยละ 2 หรือน้อยกว่านี้ขึ้นกับชนิดที่ใช้

2.8.1 การแบ่งประเภทไฮโดรคอลลอยด์

แบ่งตามแหล่งกำเนิด 3 ประเภท

2.8.1.1 ไฮโดรคอลลอยด์ที่มีแหล่งกำเนิดมาจากสาหร่าย

ไฮโดรคอลลอยด์ที่มีแหล่งกำเนิดมาจากสาหร่าย ได้แก่ แอลจิเนต (alginate) เป็นเกลือของกรดแอลจินิก (alginic acid) ได้จากการสกัดสาหร่ายสีน้ำตาล (phaeophyceae) ด้วยด่าง วุ้น (agar) สกัดจากสาหร่ายสีแดง (rhodphyceae) สายพันธุ์ *Gracilaria* spp. และ *Gelidium* spp. (Morris, 1998) และ*Gelidiella* spp. คาร์ราจีแนน (carrageenan) สกัดจากสาหร่ายสีแดง (rhodphyceae) สายพันธุ์ *Chindrus*, *Eucheuma* และ *Gigartina* spp.

2.8.1.2 ไฮโดรคอลลอยด์ที่มีแหล่งกำเนิดมาจากพืช

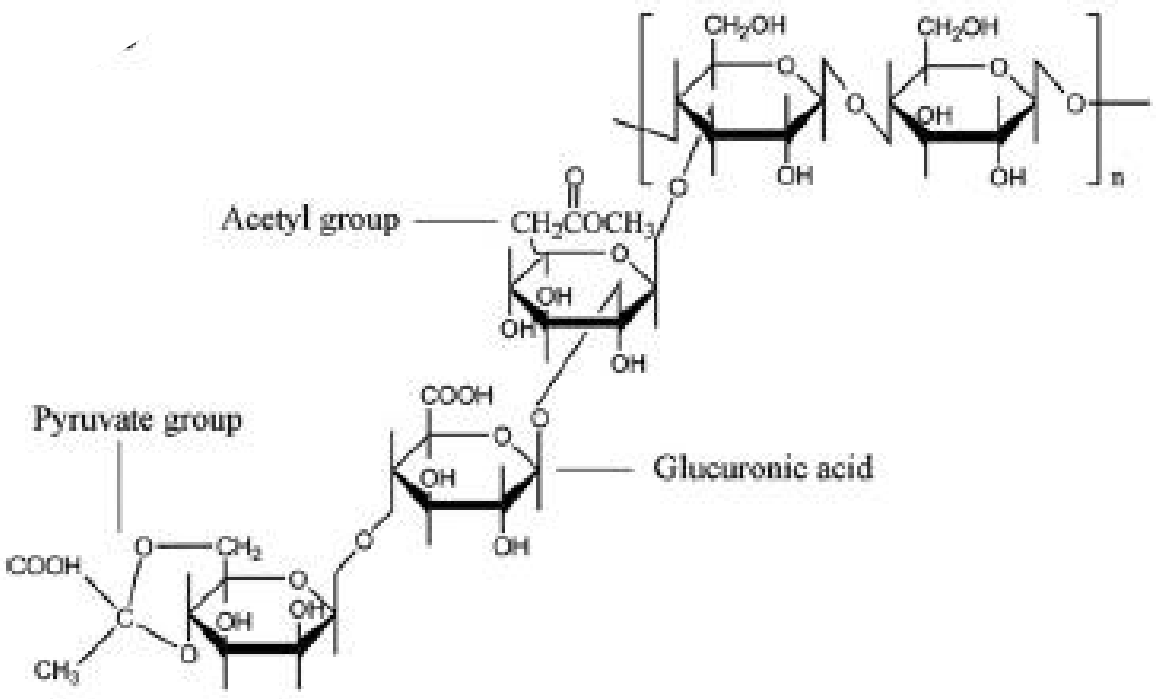
ไฮโดรคอลลอยด์ที่มีแหล่งกำเนิดมาจากพืช ได้แก่ เพกทิน (pectin) เป็นส่วนประกอบอยู่ในผนังเซลล์พืช อนุพันธ์เซลลูโลส (cellulose derivative) ซึ่งเป็นไฮโดรคอลลอยด์ที่ได้มาจากการดัดแปลงคุณสมบัติของเซลลูโลส มีหลายชนิด ได้แก่คาร์บอกซิลเมทิลเซลลูโลส (CMC) เมทิลเซลลูโลส (MC) ไฮดรอกซิลเมทิลโพรพิลเซลลูโลส (HPMC) เป็นต้น กัมอารบิก (gum arabic) เป็นยางของต้นอาคาเซีย (acacia) กัมคารายา (gum karaya) เป็นยางของต้น Sterculiaurens กา แล็กโทโมแนน (galactomonans) สกัดจากเนื้อเมล็ด (endosperms) ของเมล็ดถั่ว ได้แก่ โลคัสบีนกัม (locust bean gum; LBG) ได้จากเมล็ดโลคัสบีน (Locust bean seed) และกัวร์กัม (guar gum) ได้จากเมล็ดกัวร์ (guar seeds) กลูโคแมนแนน (glucomannans) ที่สำคัญได้แก่ คอนยัดแมนแนน (konjacmannan) สกัดจากหัว (tubers) ของ amorphopallus Konjac

2.8.1.3 ไฮโดรคอลลอยด์ที่จากจุลินทรีย์

ไฮโดรคอลลอยด์ที่จากจุลินทรีย์ ได้แก่ แซนแทนกัม (xanthan gum) เป็นกัมที่ได้จากแบคทีเรีย *Xanthomonas campestris* เจลแลนกัม (gallan gum) เป็นกัมที่ได้จากแบคทีเรีย *Sphingomonas elodea* หรือ *Pseudomonous elodea*

2.8.1.3.1 แซนแทนกัม (xanthan gum)

แซนแทนกัม เป็นโครงสร้างเชิงซ้อนของเฮกโซพอลิแซ็กคาไรด์ (exopolysaccharide) มีลักษณะเป็นผงสีขาวถึงสีแทนนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารหลายประเภทแต่โดยทั่วไปน้ำมาใช้ในเครื่องปรุงรส เช่น น้ำสลัด ซอส แยม และผลไม้กระป๋อง ช่วยให้เกิดความหนืดและช่วยรักษาเสถียรภาพของผลิตภัณฑ์ อีกทั้งยังมีการนำไปใช้ในการทำไอศกรีมเพื่อรักษาเนื้อสัมผัสที่นุ่มลื่น และป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็ง สามารถนำมาใช้แทน gluten ในผู้เป็นโรคเซลิแอค (celiac disease) แซนแทนกัม เป็น hetero-polysaccharide ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงตั้งแต่หนึ่งถึงหลายล้านดาลตัน โดยสายหลักเป็นโครงสร้างของน้ำตาลกลูโคส มีกิ่งก้านของโครงสร้าง (side chain) เป็น trisaccharide ที่ประกอบด้วย alpha-D-mannose (acetyl group), beta-D-glucuronic acidและส่วนปลาย (terminal) เป็น beta-D-mannose เชื่อมต่อกับ pyruvate group โครงสร้างของแซนแทนกัมแสดงดังรูปที่ 2.6 ซึ่งแซนแทนกัมที่ผลิตจากเชื้อต่างชนิดหรือสภาวะแตกต่างกันจะมีปริมาณหมู่ไพรูวิลแตกต่างกัน โดย monosaccharides ที่พบแซนแทนกัม ในหนึ่งหน่วยประกอบด้วย beta-D-glucose, alpha-D-mannose และ alpha-D-glucorunic acid ในอัตราส่วน 2:2:1



รูปที่ 2.6 โครงสร้างของแซนแทนกัม

ที่มา : Kang *et al*., 2019

2.9 แอลจิเนต (alginate)

แอลจิเนตเป็นพวก hydrophillic colliodal carbohydrate ที่สกัดได้จากสาหร่ายทะเลสีน้ำตาลประกอบด้วยโมโนเมอร์จำนวนมาก (จำนวนตั้งแต่ 100-300 โมโนเมอร์) เชื่อมต่อกันมีโครงสร้างเป็น glycuroglycan สายยาว ซึ่งเป็นพอลิเมอร์สายตรงประกอบด้วย monomeric 2 ชนิดคือ D-mannuronic acid และ L-guluronic acid ซึ่งเป็น C-5 epimer มีโครงสร้างคล้ายกันแต่แตกต่างกันที่ตำแหน่งของหมู่คาร์บอกซิลซึ่งส่งผลให้โครงสร้างแบบ block มีความแตกต่างกันมาก พอลิเมอร์ของแอลจิเนตเกิดการเชื่อมต่อของ monomer ด้วยพันธะไกลโคซิดิก(1, 4) ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 1 ของโมเลกุลหนึ่งกับคาร์บอนตำแหน่งที่ 4 ของอีกโมเลกุลหนึ่ง (Imeson, 1997) โครงสร้างของแอลจิเนตแสดงดังรูปที่ 2.7 ซึ่งจะทำให้เกิดสายพอลิเมอร์ได้ทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่

2.9.1 M-block

ประกอบด้วย D-mannuronic acid เพียงอย่างเดียวซึ่งเกิดจาก equatorial group ทั้ง C1 และ C4 ทำให้สายพอลิเมอร์มีลักษณะเป็นเส้นตรงคล้ายริบบิ้นเจลมีความอ่อนนุ่มมีความยืดหยุ่นไม่ทนความร้อน จึงเหมาะที่จใช้กับผลิตภัณฑ์แช่แข็งและทนต่อ freeze-thaw ได้ดี

2.9.2 G-block

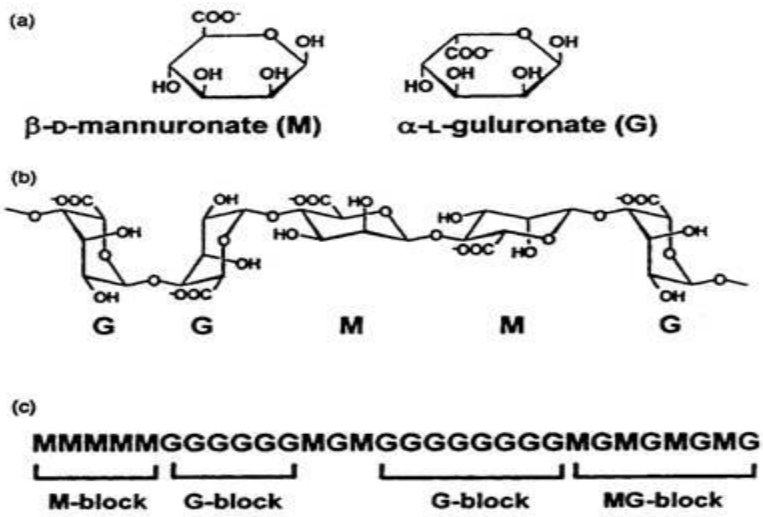
ประกอบด้วย L-guluronic acid เพียงอย่างเดียว เกิดจาก axial group ทั้ง C1 และ C4 ทำให้สายพอลิเมอร์มีลักษณะคดไปมา ซึ่งจะมีความสำคัญต่อการเกิดเจล ทำให้มี Gel strength สูง เจลที่ได้มีความแข็งแรงไม่มีความหยืดหยุ่นมีความคงทนต่อความร้อนได้ดี แต่เกิดการสูญเสียน้ำง่าย จึงไม่เหมาะกับผลิตภัณฑ์แช่แข็ง

2.9.3 MG-block

ประกอบด้วย D-mannuronic acid และ L-guluronic acid การจัดเรียงตัวของ D-mannuronic acid และL-guluronic acid ในสายพอลิเมอร์มีผลต่อลักษณะและสมบัติของแอลจิเนตสมบัติของแอลจิเนตขึ้นอยู่กับโครงสร้างโมเลกุลของพอลิเมอร์ การเกิดพอลิเมอร์ทั้ง 3 ชนิดนั้นจะมีความแตกต่างกันไปตามชนิดของสาหร่าย และสมบัติทางกายภาพของแอลจิเนตขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของพอลิเมอร์ทั้ง 3 ชนิด คือในการเกิดเจลถ้ามี G-block มากจะทำให้มี Gel strength สูง เจลที่ได้มีความแข็งแรงไม่มีความหยืดหยุ่นมีความคงทนต่อความร้อนได้ดีแต่เกิดการสูญเสียน้ำง่ายจึงไม่เหมาะกับผลิตภัณฑ์แช่แข็งในขณะที่แอลจิเนตที่มี M-blocks มาก จะให้เจลที่มีความอ่อนนุ่มมีความยืดหยุ่น แต่ไม่ทนความร้อน จึงเหมาะที่จะใช้กับผลิตภัณฑ์แช่แข็ง เพราะสามารถทนต่อ freeze-thaw ได้ดี ส่วนแอลจิเนตที่มีปริมาณ MG-blocks มาก จะมีความสามารถในการละลายน้ำได้ดี

2.10 แคลเซียมแลคเตท (calcium lactate)

แคลเซียมแลคเตท มีลักษณะทางกายภาพเป็นผลึกเกลือ ทางคลินิกใช้เป็นยาบำบัดรักษาผู้



รูปที่ 2.7 ลักษณะโครงสร้างของแอลจิเนต

ที่มา : Phillips and Williams, 2003

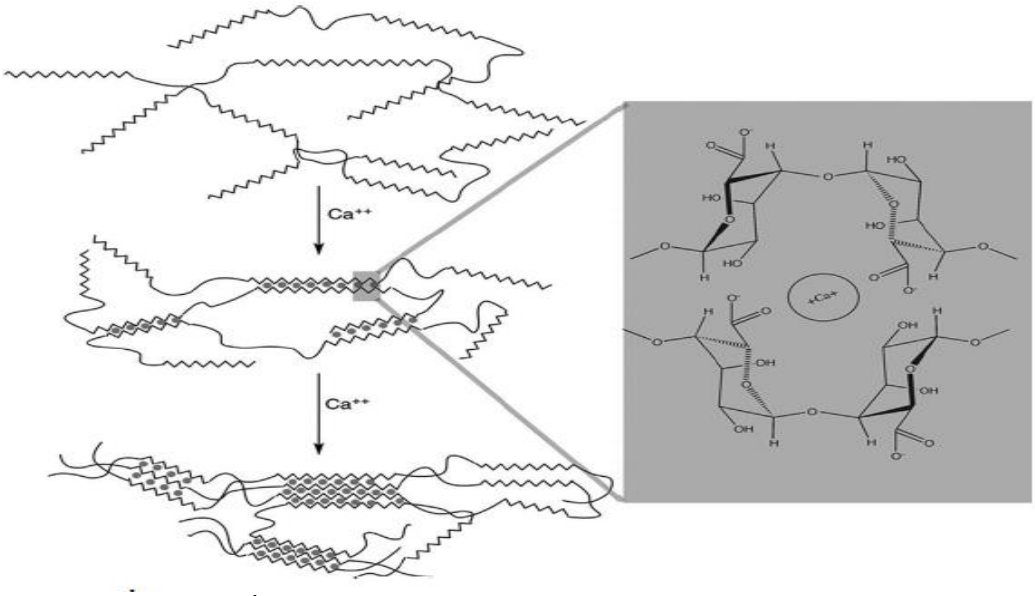
ป่วยที่มีสภาวะขาดธาตุแคลเซียม กระบวนการเกิดแคลเซียมแลคเตทตามธรรมชาติได้จากการทำปฏิกิริยาระหว่างกรดแลคติก (lactic acid) ร่วมกับแคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate) อีกทั้งจัดเป็นสารอาหารที่พบได้ในผลิตภัณฑ์จำพวกเนยแข็ง (cheese) ต่าง ๆ ซึ่งในอุตสาหกรรมอาหารได้มีการนำแคลเซียมแลคเตท มาเป็นส่วนประกอบ ของผลิตภัณฑ์ที่ปราศจากน้ำตาล และสร้างจุดเด่นในการขายโดยระบุว่าไม่ทำให้ฟันผุด้วยมีสารแคลเซียมแลคเตท คอยเสริมสร้างเคลือบฟัน นอกจากนี้ในบางสูตรยังนำเอาสารแคลเซียมแลคเตทมาเป็นส่วนประ กอบของยาลดกรดอีกด้วย

ปกติยาแคลเซียมแลคเตท จะปลดปล่อยธาตุแคลเซียมให้ร่างกายประมาณร้อยละ 13 เท่านั้น ดังนั้นการบริโภคยากลุ่มแคลเซียมแลคเตท อาจต้องรับประทาน 2 - 3 ครั้งต่อวัน เพื่อให้ร่างกายได้รับแคลเซียมอย่างพอเพียงยาแคลเซียมแลคเตท สามารถถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายจากลำไส้เล็ก เมื่อเข้าสู่กระแสเลือดก็จะถูกร่างกายนำไปซ่อมแซมกระดูกและรักษาสมดุลของเกลือแคลเซียมในเลือด แคลเซียมส่วนเกินจะถูกขับออกมากับปัสสาวะ และบางส่วนจะถูกขับออกมากับน้ำดี

เมื่อนำ Ca^{2+} ผสมลงไปในสารละลายแอลจิเนต จะมีผลต่อการเกิดเจลโดยเจลที่เกิดขึ้นจะไม่ผันกลับเมื่อได้รับความร้อนโดยมีกลไกลเกิดเจลดังรูปที่ 2.8

2.11 การประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสในอาหาร

เนื้อสัมผัสอาหารสามารถใช้เป็นตัวชี้ถึงลักษณะของส่วนประกอบและการจัดเรียงตัวของโครงสร้างภายในอาหาร มีความสำคัญอย่างมากต่อการยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งอธิบายหรือแสดงผลออกมาในรูปแบบของพฤติกรรมการไหลหรือการสูญเสียรูปร่างของอาหารจากแรงกล เช่น จากการบดเคี้ยวหรือจากแรงกดจากเครื่องมือ (Bourn, 2002) ความสำคัญของเนื้อสัมผัสในอาหารสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ



รูปที่ 2.8 กลไกลการเกิดเจลของแคลเซียมแอลจิเนต
ที่มา: Lee and Rogers, 2013

1. ใช้ประเมินแรงต้านทานของผลิตภัณฑ์ต่อแรงทางกลที่มากระทำ เช่นกระบวนการในระหว่างการเก็บเกี่ยว

2.ใช้วิเคราะห์คุณสมบัติของการไหลของผลิตภัณฑ์อาหารในระหว่างการแปรรูปและการเก็บรักษา

3.ใช้เป็นตัวแทนในการกำหนดพฤติกรรมในการเคี้ยวอาหารของผู้บริโภค (ธัญญาภรณ์, 2550) จากความสำคัญดังกล่าวจึงนำไปสู่การคิดค้นวิธีการประเมินเนื้อสัมผัสโดยแบ่งออกเป็น 2 วิธีดังนี้

2.11.1 วิธีการวัดทางประสาทสัมผัส (Sensory evaluation methods)

เป็นวิธีการหาค่าคุณภาพอาหารโดยใช้ประสาทสัมผัสของมนุษย์ ส่วนใหญ่ได้จากความรู้สึกทางปากหรือการกินซึ่งจะต้องมีการฝึกฝนผู้ทดสอบชิมเพื่อให้ได้ผลที่น่าเชื่อถือ ในการทดสอบโดยการชิมต้องมีการกำหนดมาตรฐานของลักษณะเนื้อสัมผัสแต่ละค่าให้เข้าใจตรงกัน (ธัญญาภรณ์, 2550) ซึ่งคำจำกัดความของการทดสอบทางประสาทสัมผัสมีดังนี้คือ

1. Initial or first bite (ความรู้สึกเมื่อกัดคำแรก) ความรู้สึกช่วงนี้เป็นช่วงที่รวมลักษณะทางกลของผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นกับลักษณะโครงสร้าง เช่น ความแข็ง ความแตกหัก ความเปราะและความหนืด เป็นต้น

2. Mastication or Chewing (ความรู้สึกขณะเคี้ยว) เป็นความรู้สึกรวมที่เกิดขึ้นมาจากลักษณะทางกลของผลิตภัณฑ์และทางกลขณะกำลังเคี้ยว เช่น ความเหนียว ความนุ่ม เป็นต้น

3. Residual phase (ความรู้สึกหลังจากเคี้ยว) เป็นความรู้สึกที่พบหลังจากการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกลหลังจากถูกเคี้ยว เช่น การดูดซับความชื้น ความเลี่ยนมัน เป็นต้น

4. Fibrousness (ความรู้สึกเป็นสารเยื่อใยในอาหาร) เป็นส่วนที่ไม่สามารถเคี้ยวได้และเหลือค้างอยู่จากการบดของฟัน

5. Grittiness (ความรู้สึกเป็นกรวด ทราย) คือ การมีชิ้นส่วนของแข็งอยู่ในอาหาร แต่เป็นเนื้ออาหารที่รับประทานได้

6. Mealiness (ความรู้สึกเป็นแป้ง) คือ การที่ลักษณะของเนื้ออาหารยังไม่ได้ที่ พอเหมาะที่จะใช้บริโภค เช่น ข้าวสุกที่หุงสุก ๆ ดิบ ๆ ยังไม่ได้ที่ เมล็ดข้าวยังเป็นไต เมื่อเคี้ยวจะรู้สึกกรุบ ๆ เมล็ดข้าวไม่นิ่มทั้งเมล็ด ส่วนใหญ่เป็นลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารประเภทแป้ง

7. Stickiness (ความเหนอะ) คือ ลักษณะของเนื้ออาหารที่เมื่อเคี้ยวแล้วจะเหนอะติดฟัน

8. Oiliness (ความเลี่ยน) เป็นลักษณะของเนื้ออาหารที่มีน้ำมันมาก ทำให้เลี่ยนปากเมื่อเคี้ยวอาหารนั้น เช่น หมูกรอบซึ่งมีน้ำมันติดอยู่มาก

2.11.2 วิธีการวัดทางกายภาพหรือการใช้เครื่องมือตรวจวิเคราะห์ (Physical methods or instrumental methods)

เป็นการพยายามที่จะออกแบบเครื่องมือเพื่อวัดค่าทางกายภาพของอาหารให้ใกล้เคียงความรู้สึกของมนุษย์มากที่สุด ทั้งความรู้สึกที่เกิดจากมือและความรู้สึกที่เกิดจากปาก เช่น การเคี้ยวอาหาร การกัดชิ้นอาหาร โดยส่วนใหญ่แล้วเครื่องมือจะวัดค่าแรงต้านที่เกิดจากการสัมผัส ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมมากที่สุด (กิตติชัย, 2535) เครื่องมือที่ใช้ประเมินหรือวัดลักษณะเนื้อสัมผัสมีลักษณะเฉพาะซึ่งขึ้นอยู่กับวิธีการวัดคุณสมบัติทางกายภาพในสารหรือวัสดุนั้น ๆ โดย Bourne, 2002 แบ่งวิธีการประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสโดยการใช้เครื่องมือออกเป็น 3 วิธี ดังนี้

1.วิธีการวัดค่าพื้นฐานทางวัสดุศาสตร์ (Fundamental measurement) (ธัญญาภรณ์, 2550)

เป็นการวัดแรงที่หัววัดกระทำต่อตัวอย่างที่ทดสอบในแนวตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัดตัวอย่างที่ทดสอบจะเกิดแรงต้านต่อแรงที่มากระทำเพื่อพยายามรักษาสมดุลของรูปร่างให้คงเดิม ข้อดีของวิธีการนี้ คือ สามารถอธิบายค่าที่วัดได้ในเชิงวัสดุศาสตร์ ส่วนข้อเสีย คือ ค่าที่วัดได้ไม่มีความสัมพันธ์กับค่าทางประสาทสัมผัส เครื่องมือมีราคาแพงและใช้เวลาในการวัดค่านาน

2. วิธีการวัดค่าแบบประยุกต์ (Empirical measurement)

เป็นวิธีการวัดค่าเนื้อสัมผัสเพื่อใช้ในงานควบคุมและแบ่งระดับชั้นคุณภาพผลิตภัณฑ์ในโรงงานอุตสาหกรรม ข้อดีของวิธีการนี้ คือ เครื่องมือใช้งานบ่อย มีความรวดเร็วในการวัดและค่าที่ได้มีความสัมพันธ์กับการวัดค่าทางประสาทสัมผัส ส่วนข้อเสีย คือ ไม่สามารถอธิบายหลักการของค่าที่วัดได้บนพื้นฐานทางวัสดุศาสตร์ นอกจากนี้ยังเป็นการวัดค่าได้เพียงคุณลักษณะใดคุณลักษณะหนึ่ง โดยทั่วไปจะวัดค่าที่จุดใดจุดหนึ่งจึงไม่สามารถให้ข้อมูลที่ต่อเนื่องได้

3. วิธีการเลียนแบบการเคี้ยวของมนุษย์ (Imitative measurement)

วิธีการนี้จะออกแบบเครื่องมือให้มีหลักการทำงานคล้ายกับการเคี้ยวของมนุษย์ โดยเป็นเครื่องมือแบบเดียวกันกับวิธีวัดค่าพื้นฐานทางวัสดุศาสตร์ที่สามารถหาค่าแรงกับระยะทาง หรือ

ความเค้นกับความเครียดได้ ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้วัดค่าด้วยวิธีการนี้ได้แก่ Texture Analysis, Instron, Lloyd เป็นต้น

2.12 เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัสและการใช้งาน

2.12.1 หลักการทำงาน

หลักการทำงานของเครื่อง Texture Analyzer คือ หัววัด หรือ probe เชื่อมต่ออยู่กับโหลดเซลล์ เมื่อ probe ให้แรงกระทำกับอาหารและอาหารก็จะมีแรงปฏิกิริยามากระทำต่อ probe ทำให้โหลดเซลล์ได้รับแรงจึงเปลี่ยนค่าแรงเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า และแปลค่าออกมาเป็นกราฟระหว่างแรงกับเวลา (Force-Time) หรือกราฟระหว่างแรงกับระยะทาง (Force-Distance) สามารถอ่านค่าและนำมาวิเคราะห์เป็นค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้

2.12.2 ข้อดีและข้อด้อย

ข้อดี

1. เครื่องสามารถวัดและประมวลผลได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ เนื่องจากก่อนการวัดเนื้อสัมผัสมีการ Calibrate ก่อนทุกครั้ง
2. เครื่องสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน ภายใต้สภาวะเงื่อนไขควบคุม
3. เครื่องคอมพิวเตอร์มีโปรแกรมที่ประมวลผลเป็นค่าเนื้อสัมผัสออกมาเป็นตัวเลขได้จึงง่ายต่อการนำไปใช้
4. ให้ค่าเนื้อสัมผัสออกมาเป็นตัวเลขในหน่วยมาตรฐาน
5. ผู้ใช้เครื่องสามารถศึกษาจากข้อมูลต่าง ๆ จากคู่มือการใช้และทำการวัดตามคู่มือได้ง่าย
6. นำไปประยุกต์ใช้กับอาหารได้หลายชนิด
7. ใช้คนจำนวนน้อยในการวัด

ข้อด้อย

1. เครื่องมีราคาแพง
2. ผู้ใช้เครื่องต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการใช้เครื่อง Texture Analyzer และการเลือกใช้หัววัดให้เหมาะสมกับชนิดของอาหาร และนำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้อง
3. ผู้ใช้เครื่องต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเนื้อสัมผัสเพื่อใช้ในการแปรผลค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการวัดเนื้อสัมผัส
4. ผู้ใช้เครื่องต้องทราบความหมายของค่าเนื้อสัมผัสต่าง ๆ จึงจะสามารถนำค่าที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์และนำไปใช้ได้อย่างถูกต้อง
5. เครื่อง Texture Analyzer ทำการเคลื่อนย้ายยาก ต้องใช้ความระมัดระวังและความชำนาญในการเคลื่อนย้าย จึงต้องทำการวัดเฉพาะในห้องทดลองเท่านั้น

2.12.3 การทดสอบเนื้อสัมผัสด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยใช้เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส

การทดสอบเนื้อสัมผัสมีวิธีการทดสอบหลายวิธีด้วยกันได้แก่

2.12.3.1 การทดสอบ TPA (Texture Profile Analysis)

การทดสอบแบบ TPA เป็นการทดสอบเนื้อสัมผัสอาหารโดยการจำลองการเคี้ยวอาหารของมนุษย์ การทดสอบทำได้โดยใช้หัววัดซึ่งเป็นตัวแทนของฟันส่วนต่าง ๆ กดลงบนอาหาร 2 ครั้ง ซึ่งลักษณะของ Texture Profile ที่ได้จากการใช้เครื่องวัดค่าเนื้อสัมผัสจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำกับตัวอย่างต่อเวลา ผ่านการกดของหัววัด 2 ครั้ง (ธัญญาภรณ์, 2550)

ตัวอย่างอาหารที่ทดสอบด้วยวิธีนี้ เช่น หมูยอ เจลลี่ เต้าหู้ มันฝรั่ง เนื้อผลไม้และเนื้อสัตว์ เป็นต้น หัววัดที่นิยมใช้ ได้แก่ flat plate ชนิด plunger และ cylinder probe ค่าที่ได้จากการทดสอบ มีดังนี้

1. Hardness แสดงค่าความแข็งของอาหาร หาได้จากแรงสูงสุดของการกดแต่ละครั้ง

2. Fracturability แสดงถึงแรงกดที่กระทำครั้งแรกซึ่งทำให้เกิดการแตกหักหรือเสียรูปของอาหาร (เดิมเรียกว่า Brittleness)

3. Cohesiveness ขอบเขตของวัสดุที่สามารถเสียรูปได้ก่อนที่จะเกิดการแตกหัก หาได้จากอัตราส่วนของพื้นที่ใต้กราฟของการกดครั้งสองกับพื้นที่ใต้กราฟของการกดครั้งที่แรก (Area 2 / Area 1)

4. Springiness ความยืดหยุ่นหรืออัตราการคืนรูปของวัสดุหลังจากถูกกด หรือความสูงของอาหารที่กลับคืนระหว่างการสิ้นสุดการกดครั้งแรกกับครั้งที่สอง หาได้จากอัตราส่วนของเวลาที่ใช้ในการกดให้ถึงแรงสูงสุดครั้งที่สองกับเวลาที่ใช้ในการกดให้ถึงแรงสูงสุดครั้งแรก (Length 2 /Length 1)

5. Gumminess พลังงานหรือแรงที่ต้องใช้ในการทำให้อาหารกึ่งแข็งแตกออกจนสามารถกลืนได้ หาได้จาก Hardness x Cohesiveness

6. Chewiness พลังงานที่ใช้ในการเคี้ยวอาหาร หรือแรงที่ใช้ในการบดตัวอย่างจนกระทั่งเสียรูป หาได้จาก Gumminess x Cohesiveness x Springiness

7. Adhesiveness งานที่จำเป็นในการดึงหัววัด หรือหัวกด หรือฟันออกจากอาหาร หาได้จาก Area 3 บางที เรียกว่า Stickiness หรือลักษณะเนื้ออาหารที่ติดอยู่ เช่น ผลไม้กวน หรือ ทอฟฟี่ เมื่อเคี้ยวจะรู้สึกเหนอะติดฟัน

2.12.3.2 การทดสอบแบบการกด (Compression Test)

การทดสอบวัดแรงกดเป็นการทดสอบเนื้อสัมผัสที่ง่ายที่สุด โดยวัดการเปลี่ยนรูปของตัวอย่างที่ทดสอบ มีค่าความต้านทานที่เกิดจากการกดเป็นตัวชี้วัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร ซึ่งหัววัดจะต้องมีขนาดใหญ่กว่าชิ้นอาหารที่นำมาทดสอบ ตัวอย่างอาหารที่ทดสอบด้วยวิธีนี้ เช่น ขนมปัง อาหารเช้าซีเรียล เค้ก แครอท แผ่นมันฝรั่ง (Bourne, 2002) คุณลักษณะที่สามารถวัดได้ ได้แก่ consistency, hardness, crush force, rigidity, elasticity, stickiness,

firmness, stringiness, succulence หัววัดที่นิยมใช้ ได้แก่ Cylinder probe (ปกติใช้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 10 มิลลิเมตร), Compression platens, Spherical probe และ Ottawa cell เป็นต้น ค่าที่ได้จากการทดสอบ มีดังนี้

1. Hardness แรงสูงสุดที่ใช้ในการตัดลงไปในเนื้ออาหาร หาได้จาก Peak force

2. Elasticity / Springiness ค่าความหยืดหยุ่นของเนื้ออาหารหาจากค่าความชันก่อนถึงจุด Peak force ที่มีแนวโน้มเป็นเส้นตรงมากที่สุด

3. Toughness งานที่ใช้กดทับลงบนชิ้นอาหาร หาได้จากพื้นที่ใต้กราฟจากจุดเริ่มต้นถึงจุด Peak Force

2.12.3.3 การทดสอบแบบการเจาะ (Puncture and Penetration Test)

การทดสอบแบบเจาะเป็นการวัดแรงที่หัววัดใช้ในการแทรกเข้าไปในเนื้ออาหาร ซึ่งวัดทั้งแรงที่เกิดจากการกดและแรงเฉือน แรงทั้งสองนี้จะทำให้เกิดค่าความแตกต่างในชั้นการกดและหัววัดจะต้องมีขนาดเล็กกว่าชิ้นทดสอบ (Kilcast, 2003) โดยการทดสอบแบบเจาะเป็นเครื่องมือที่วัดค่า maximum force ซึ่งแบ่งออกเป็น

1. Single-probe ได้แก่ Magness-Taylor, EFFI-GI, Ghatillon, Bloom Gelometer

2. Multiple-probe ได้แก่ Armour Tenderometer, the Christel Texture Meter, Maturo meter ต่อมาได้มีการประยุกต์ใช้ค่าคงที่ ที่เกี่ยวกับแรงซึ่งมีเครื่องมือการทดสอบที่เป็นสากล ได้แก่ Instron และ TA-XT รุ่นต่าง ๆ ตัวแปรที่มีผลต่อการทดสอบแบบเจาะ ได้แก่

1. ธรรมชาติทั่วไปของอาหาร เช่น อาหารที่นุ่มจะใช้แรงที่เจาะน้อยกว่าอาหารที่มีความแข็ง

2. ขนาดและรูปร่างของอาหารที่นำมาทดสอบ

3. จำนวนหัววัดที่ใช้

4. ระยะความลึกของการเจาะที่ลงไปในเนื้ออาหารหรือตัวทดสอบ แต่ก็ไม่ใช่กับอาหารทุกชนิด

5. ค่าความเร็วของการเคลื่อนที่ของหัววัด เมื่อเป็นการทดสอบวัดค่าความหนืดของอาหารเพราะค่าอัตราความเครียด (Strain) จะเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย (Malcolm C, Bourne, 2002)

ตัวอย่างอาหารที่ทดสอบด้วยวิธีนี้ เช่น ผักและผลไม้สด, Cheese, Confectionery และการแผ่กระจายของมาร์การีน หัววัดที่นิยมใช้ ได้แก่ Cylinder probe, Multiple Chip Rig, Needle probe, Multiple Pea Teat Rig, Conical probe, Spherical probe (Kilcast, 2003) ค่าที่ได้จากการทดสอบ มีดังนี้

1. Hardnees/Firmnees แรงสูงสุดที่ใช้ในการเจาะทะลุลงไปในเนื้ออาหาร หาได้จากจุด PeakForce

2. Stiffness แสดงความเหนียวหรือความเป็น viscoelastic body หาได้จากความชันจากจุดเริ่มต้น ถึงจุด Peak Force (Jain *et al*., 2007)

3. Toughness งานที่ใช้ในการเจาะทะลุลงไปในเนื้ออาหาร หาได้จากพื้นที่ใต้กราฟจากจุดเริ่มต้นถึงจุด Peak Force

2.12.3.4 การทดสอบแบบตัด (Cutting and Shearing Test)

การทดสอบแบบการตัดเป็นการวัดเนื้อสัมผัสโดยการใช้หัววัดที่มีลักษณะคล้ายใบมีด หรือโลหะที่เป็นเส้นลวด (wire) ตัดผ่านเนื้ออาหารลงไปตามระยะทางที่กำหนด ในระหว่างที่หัววัดสัมผัสผ่านเนื้ออาหารจะเกิดทั้งแรงเฉือนและแรงกด (Bourne, 2002) การทดสอบแบบตัดจึงเป็นการวัดค่าแรงทั้งสองชนิดนี้ซึ่งถือว่าเป็นวิธีที่จำลองการกัดด้วยฟันของมนุษย์ได้ดีที่สุด ตัวอย่างอาหารที่ทดสอบด้วยวิธีนี้ เช่น เนย หมากฝรั่ง พาย ชีส ลูกกวาด เนื้อสัตว์ ผักและผลไม้ที่มีเส้นใย หัววัดที่นิยมใช้ ได้แก่ Warner-Bratzler Shear, Knife/Guillotine Blade, Volodkeviv Bit Jaws, Kramer Shear Cell, Wire Cutter ค่าที่ได้จากการทดสอบ มีดังนี้

1. Shear force แรงเฉือนสูงสุดที่ใช้ในการตัดลงไปในเนื้ออาหาร หาได้จาก Peak Force
2. Shear work งานทั้งหมดที่ใช้ในการตัดเนื้ออาหาร หาได้จากพื้นที่ใต้กราฟทั้งหมด (A)
3. Stiffness ความแข็งแรงของเนื้ออาหาร ความแข็งที่อไม่ยืดหยุ่น หาได้จากความชันก่อนถึงจุด Peak Force ที่มีแนวโน้มเป็นเส้นตรงมากที่สุด
4. Toughness งานที่ใช้เจาะทะลุลงไปในเนื้ออาหาร หาได้จากพื้นที่ใต้กราฟจากจุดเริ่มต้น ถึงจุด Peak Force (A2)

2.12.3.5 การทดสอบแบบ Compression-Extrusion (Backward Extrusion)

เป็นการทดสอบวัดแรงที่ใช้ในการกดอาหารให้ไหลย้อนทิศออกมา โดยอาหารจะถูกกดจนโครงสร้างแตกกระจายแล้วไหลผ่านออกมาทางช่องว่างหรือรูระบาย ปกติแล้วแรงสูงสุดที่ใช้ในการดันหรือผลักอาหารให้ไหลออกนั้นจะเป็นตัวบอกคุณภาพเนื้อสัมผัสของอาหาร การทดสอบแบบนี้นิยมใช้กับของเหลวที่มีความหนืด พวกเจลหรือไขมันต่าง ๆ

ตัวอย่างอาหารที่ทดสอบด้วยวิธีนี้ เช่น ของเหลวที่มีความข้นหรือจำพวกซอส มายองเนส โยเกิร์ต เจล และผัก เป็นต้น (Bourne, 2002) ค่าที่ได้จากการทดสอบ มีดังนี้

1. Mean Extrusion Force เป็นค่าแรงสูงสุดที่ทำให้อาหารไหลย้อนทิศขึ้นด้านบน หาได้จาก Peak Force ซึ่งใช้บอกค่า Firmness ของอาหาร
2. งานที่ใช้ในการทดสอบ หาได้จากพื้นที่ใต้กราฟ

2.12.3.6 การทดสอบแบบ Extrusion Test (Forward Extrusion)

เป็นการทดสอบโดยหัววัดใช้แรงดันอาหารให้ไหลผ่านรูเปิดด้านล่างของจาน ซึ่งส่วนใหญ่รูเปิดจะอยู่ตรงกลางค่าที่ได้จากการทดสอบ มีดังนี้

1. Peak force แรงสูงสุดที่ใช้ในการกด
2. F_1 แรงต้านสุดท้ายก่อนที่หัววัดจะเคลื่อนที่ขึ้น
3. Residual relaxation area ค่าความสามารถต้านแรงที่มากระทำ หาได้จากพื้นที่ใต้กราฟจาก F_{max} ถึง F_1
4. Modulus of elasticity ค่าความหยืดหยุ่นของอาหาร แสดงความสามารถในการคืนตัวเมื่อได้รับแรงกระทำ หาได้จาก F_1/ F_{max}

หมายเหตุ นิยามคำศัพท์ที่ควรรู้

-Pre-test speed	=	ความเร็วของหัวกดก่อนถึงตัวอาหาร
-Test speed	=	ความเร็วของหัวกดขณะทดลอง
-Post test speed	=	ความเร็วของหัวกดหลังทดลอง
-Distance	=	ระยะทางที่หัวกดเคลื่อนที่หัวเริ่มรับรู้แรง
-Trigger force	=	แรงที่เริ่มรับรู้

2.13 การวิเคราะห์สีของผลิตภัณฑ์

สี เป็นสมบัติเชิงแสงที่สามารถใช้บรรยายคุณลักษณะของวัสดุได้ง่ายที่สุด วิธีหนึ่งที่ใช้บรรยายสีของวัตถุได้ง่ายที่สุดคือคำพูด แต่มาตรฐานการบรรยายลักษณะของสีแต่ละบุคคลอาจแตกต่างกัน ดังนั้นการวัดสีและการบรรยายสีในเชิงวิชาการจึงต้องมีการจัดมาตรฐานเพื่อลดความไม่เป็นกลาง (bias) ของผู้บรรยายวัสดุนั้น

2.13.1 หลักการ

ระบบ CIE Lab scale ในระยะเริ่มแรก CIE ได้กำหนดสเกลการวัดสีเป็น X-Y-Z ซึ่งใช้บรรยายสีแดง (Red) เขียว (Green) และน้ำเงิน (Blue) แต่เนื่องจากระบบสีดังกล่าวไม่สามารถบรรยายถึงลักษณะความมืด-สว่างของสีได้ CIE ได้พัฒนาต่อมาเป็นระบบ X-Y-L ซึ่งบรรยายถึงค่าสีแดง เขียว และความสว่าง (lightness) ตามลาดับ อย่างไรก็ตามระบบดังกล่าวก็ยังขาดส่วนที่บรรยายถึงค่าสีน้ำเงิน CIE จึงได้พัฒนาระบบสีต่อมาจนเป็นระบบที่ ยอมรับและใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน คือระบบ L*-a*-b* ซึ่งเป็นระบบการบรรยายสีแบบ 3 มิติ โดยที่ แกน L* จะบรรยายถึงความสว่าง (lightness) จากค่า +L* แสดงถึงสีขาว จนไปถึง –L* แสดงถึงสีดำ แกน a* จะบรรยายถึงแกนสีจากเขียว (-a*) ไปจนถึงแดง (+a*) ส่วนแกน b* จะบรรยายถึงแกนสีจากน้ำเงิน (-b*) ไปเหลือง (+b*) ลักษณะการบรรยายสีของ CIE แสดงได้ดังรูป 2.15 นอกจากนี้ บริษัท Hunter lab ในอเมริกาก็เป็นอีกองค์กรหนึ่งซึ่งทำการวิจัยและพัฒนาระบบการวัดสี จนในที่สุดได้ระบบของ Hunter lab เอง ซึ่งเรียกว่า การวัดสีระบบ Hunter lab scale ซึ่งบรรยายแกนใน 3 มิติเช่นเดียวกับระบบ CIE โดยที่ Hunter lab จะใช้สเกล L-a-b บรรยายลักษณะสีเช่นเดียวกับ L*-a*-b* ของ CIE ข้อแตกต่างระหว่างระบบสีของ CIE และ Hunter lab คือสูตรการคานวณค่าสี ซึ่งทั้ง L-a-b และ L*-a*-b* ล้วนมีพื้นฐานการคานวณมาจากค่าจากระบบ X-Y-Z ทั้งสิ้นสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer) จะใช้แสงจากแหล่งประดิษฐ์ (illuminant) คือแสงที่แต่งค่าความเข้มแสง (intensity) หรืออุณหภูมิของสี (color temperature) แล้ว ตัวอย่างของแหล่งแสงประดิษฐ์ได้แก่ D65 – แสง เที่ยงวัน (noon daylight) A- แสงส้มจากหลอดทังสเตน C – แสงกลางวันเฉลี่ย (average daylight) CWF – แสงขาวเย็นจากหลอดฟลูออเรสเซ็น (cooled white fluorescent) อุปกรณ์วัดสีสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ในท้องตลาดมีหลายรุ่นและหลายยี่ห้อ ที่นิยมใช้ได้แก่ ของ Hunter lab, Nikon และ Minolta ซึ่งสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ บางรุ่นสามารถบอกค่าสีได้หลายสเกลในเครื่องเดียว เช่น X-Y-Z L-a-b L*-a*-b*

2.13.2 เทคนิคการใช้งานของเครื่องวัดสี

1. เป็นเครื่องที่สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งของแข็งและของเหลว
2. มีความสามารถในการวัดเทียบเท่า สายตามนุษย์ โดยสามารถวัดที่ 45°/0° measurement geometry
3. หน้าจอของเครื่องสามารถแสดงผลได้หลายแบบเช่น Displays Color Data, Color Plot, Spectral Data และ Spectral Plots

2.14 พลาสติกที่ใช้เป็นภาชนะบรรจุอาหาร (งามทิพย์ ภู่วโรดม, 2558)

นับตั้งแต่การค้นพบพลาสติกสังเคราะห์ชนิดแรกเมื่อต้นศตวรรษที่ 20 ปัจจุบันมีพลาสติกมากมาย สามารถนำมาในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้ และจะเห็นได้ว่าพลาสติกได้กลายเป็นส่วนหนึ่งในการใช้ชีวิตประจำวันของคนทั่วโลก ปริมาณการผลิตและการใช้งานของพลาสติกสูงขึ้นทุกปี เนื่องจากพลาสติกมีข้อดีหลายประการ เช่น สามารถปรับปรุงให้สอดคล้องกับการใช้งานได้ง่าย ทำการขึ้นรูปได้หลายวิธี สะดวกรวดเร็ว และสร้างสรรค์รูปร่างได้ตามที่เราต้องการ มีความแข็งแรงและมีน้ำหนักน้อย มีการปรับปรุงคุณสมบัติให้ดีขึ้น สามารถนำไปผสมกับวัสดุอื่นได้ตามความต้องการ และมีราคาค่อนข้างถูก ทำให้มีต้นทุนที่ต่ำ

การผลิตและการใช้พลาสติกทั่วโลกมีประมาณ 290 ล้านตันต่อปี โดยมีประเทศจีนเป็นผู้ผลิตรายใหญ่ที่สุดของโลก จากการศึกษาข้อมูลการใช้พลาสติกจากทั่วโลกอย่างต่อเนื่องของสมาคมผู้ค้าพลาสติกในสหภาพยุโรป แสดงให้เห็นว่าพลาสติกมีการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้แก่ อุตสาหกรรมวัสดุบรรจุ อุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้าง อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าและภาคการเกษตร โดยอุตสาหกรรมวัสดุบรรจุเป็นผู้ใช้รายใหญ่ที่สุด ประมาณร้อยละ 40 ของพลาสติกในสหภาพยุโรป พลาสติกสำคัญที่ใช้ในอุตสาหกรรมการบรรจุ เรียงลำดับตามปริมาณการใช้จากมากไปน้อยได้แก่ LDPE, LLDPE, HDPE, PP, PET, PS, PVC, EPS, Nylon และอื่น ๆ มีการใช้ปริมาณน้อย หรือใช้เฉพาะงาน

พลาสติกเป็นวัสดุบรรจุภัณฑ์ที่ใช้สัมผัสอาหารมากที่สุด พลาสติกที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารอยู่ในกลุ่มประเภท PE, PP, PET, PS, PVC และ Nylon การผลิตพลาสติกตั้งแต่กระบวนการเกิดพอลิเมอร์ (polymerization) จนถึงกระบวนการเปลี่ยนรูป (converting process) เป็นวัสดุและภาชนะบรรจุภัณฑ์พร้อมใช้งาน มีสารเคมีเข้ามาเกี่ยวข้องมากมายหลายชนิด และมีระดับความเป็นพิษแตกต่างกันไป ดังนั้นการใช้พลาสติกจึงต้องมีการควบคุมทั้งชนิดและปริมาณสารเคมีที่อาจจะแพร่ไปสู่อาหาร นอกจากนี้ยังมีปัจจัยการใช้งานที่มีความหลากหลายด้วยเช่นกัน ทั้งชนิดอาหารการใช้งาน ดังนั้นในการศึกษาไมเกรชันและความปลอดภัยของพลาสติกที่ใช้สัมผัสอาหาร จึงควรศึกษาการผลิตและเปลี่ยนรูปพลาสติก และสารเคมีที่ใช้ในการผลิตพลาสติกควบคู่ไปด้วย

2.14.1 ชนิดพลาสติกสำหรับบรรจุภัณฑ์

พลาสติก เป็นพอลิเมอร์ชนิดหนึ่งและเป็นสารประกอบโมเลกุลใหญ่ (macromolecule) ที่ได้มาจากปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ของมอนอเมอร์ พลาสติกอาจมีในธรรมชาติหรือได้จากการสังเคราะห์ สามารถขึ้นรูปได้โดยใช้ความร้อนร่วมกับความดัน พลาสติกแบ่งได้เป็น 2ประเภท คือ

1.) เทอร์โมพลาสติก (thermoplastic) หมายถึงพอลิเมอร์ทั้งชนิดโซ่ตรงและโซ่กิ่งที่สามารถอ่อนตัว และไหลได้เมื่อได้รับความร้อน หรือความร้อนร่วมกับความดัน และเมื่ออุณหภูมิเย็นลงจะเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง การเปลี่ยนสถานะข้างต้นสามารถเกิดได้หลายครั้ง ตัวอย่างเทอร์โมพลาสติกที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น PE, PP, PS, PVC, PET, Nylon และ EVOH เป็นต้น

2.) พลาสติกประเภทเทอร์มอเซต (thermosetting plastic) หมายถึง พลาสติกที่แปรสภาพไปอย่างถาวรทางเคมี ระหว่างการแปรรูปด้วยความร้อน โดยอาจจะมีตัวเร่งปฏิกิริยาร่วมด้วย เนื่องจากเกิดพันธะไขว้ในโครงสร้างทำให้โมเลกุลเคลื่อนที่ไม่ได้ กลายเป็นวัสดุไม่หลอม ไม่ละลาย และไม่สามารถนำไปขึ้นรูปใหม่ได้อีก ตัวอย่างที่นำไปผลิตเป็นวัสดุสัมผัสอาหาร เช่น ฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ (phenol formaldehyde) เมลามีนฟอร์มาลดีไฮด์ อีพ็อกซี และพอลิยูรีเทน เป็นต้น การใช้งานที่พบมากได้แก่ แลกเกอร์เคลือบกระป๋อง สารยึดติด และเครื่องใช้ในครัว

พลาสติกมีโครงสร้างโมเลกุลเชิงเส้น นิยมเรียกว่า สายโซ่ ซึ่งประกอบด้วยสายโซ่แกนหรือ backbone chain เกิดจากมอนอเมอร์จำนวนมากเชื่อมต่อกันด้วยพันธะโควาเลนต์ และอาจจะมีสายโซ่กิ่ง (branch chain) อยู่ด้วย การเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเคมีของมอนอเมอร์โมเลกุลขนาดใหญ่หรือพอลิเมอร์นี้ เรียกว่า การเกิดพอลิเมอร์ไรเซชัน ซึ่งจะนำมากล่าวโดยสังเขป พร้อมทั้งกระบวนการเกิดพอลิเมอร์ในอุตสาหกรรม การขึ้นรูปและการเปลี่ยนรูป เพื่อให้ทราบชนิดและหน้าที่ของสารเคมีที่เกี่ยวข้องในทุกขั้นตอนของกระบวนการพลาสติก ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจหลักการกำกับดูแลความปลอดภัยของพลาสติกที่ใช้เป็นวัสดุสัมผัสอาหารได้ชัดเจนมากขึ้น

2.15 กระบวนการให้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์ (ภาคย์, 2556)

กรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนเพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย โดยมีลักษณะดังนี้

2.15.1 การฆ่าเชื้อโดยใช้อุณหภูมิและเวลาอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 63 องศาเซลเซียส และคงอยู่ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 30 นาที แล้วทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า หรือ

2. อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 72 องศาเซลเซียส และคงอยู่ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 15 วินาที แล้วทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า

3. อุณหภูมิและเวลาที่ให้ผลในการฆ่าเชื้อได้เทียบเท่ากับ (1) และ (2) แล้วทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า

2.15.2 การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์

การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ฆ่าเชื้อด้วยวิธีพาสเจอร์ไรส์ต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 8 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาหลังบรรจุจนถึงผู้บริโภค และระยะเวลาการบริโภคจะสั้น เนื่องจากยังมีจุลินทรีย์อื่นที่ไม่อันตรายแต่อาจทำให้เน่าเสียหลงเหลืออยู่

2.16 กระบวนการให้ความร้อนระดับสเตอริไลซ์แก่ผลิตภัณฑ์อาหาร (ศศิมน, 2555)

กระบวนการให้ความร้อนระดับสเตอริไลซ์ เป็นการให้ความร้อนแก่อาหารที่อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส เพื่อทำลายเซลล์ และสปอร์ของจุลินทรีย์ทุกชนิดที่มีอยู่ในอาหาร จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์อาหารที่ผ่านการให้ความร้อนระดับสเตอริไลซ์มีความปลอดภัยจากจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสีย และจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ดังนั้นจึงสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารที่อุณหภูมิปกติได้ แต่ผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้รับความร้อนสูงมากจนเกินไป จะมีคุณภาพที่เปลี่ยนแปลงไปรวมถึงไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้นในอุตสาหกรรมอาหารจึงใช้กระบวนการสเตอริไลซ์ทางการค้า (commercial sterilization) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะทำลายเซลล์ และสปอร์ของจุลินทรีย์ที่สร้างสารพิษ และก่อให้เกิดโรค เช่น *Clostridium botulinum* รวมถึงจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย ดังนั้นภายหลังกระบวนการสเตอริไลซ์ทางการค้า สปอร์และจุลินทรีย์ที่ไม่ก่อให้เกิดโรคแต่ทนความร้อนสูง (thermophile) อาจหลงเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์อาหารได้ แต่ไม่สามารถเจริญภายใต้สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิปกติ

กระบวนการให้ความร้อนระดับสเตอริไลซ์แก่อาหารให้ความสำคัญกับค่า F_0 มาก เนื่องจากค่า F_0 เป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงระดับความร้อนที่ใช้เพื่อทำลายจุลินทรีย์ในอาหาร และเป็นดัชนีที่ บอกถึงความยากง่ายของการสเตอริไลซ์อาหารชนิดต่าง ๆ ซึ่งค่า F_0 คือค่า F (lethal value) หรือเวลาในหน่วยนาทีของการให้ความร้อนเพื่อที่จะทำลาย *C. botulinum* ที่อุณหภูมิ 250 องศาฟาเรนไฮต์ (121.1 องศาเซลเซียส) และค่า Z เท่ากับ 18 องศาฟาเรนไฮต์ (10 องศาเซลเซียส) แต่ในทางปฏิบัติที่เป็นสากลนิยมใช้สัญลักษณ์ F_0 แทนค่า F ที่อุณหภูมิและค่า Z ดังกล่าว (ศศิมน, 2555)

2.17 การทดสอบการแทรกผ่านความร้อนของผลิตภัณฑ์อาหาร (สายวรุฬ, 2547)

การทดสอบการแทรกผ่านความร้อนของผลิตภัณฑ์อาหาร (heat penetration test) เป็นการทดลองหาเวลาในการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์อาหารที่สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ตามที่กำหนดไว้ ซึ่งจะต้องพิจารณาจากกลไกการแทรกผ่านความร้อนของผลิตภัณฑ์อาหารนั้น ๆ ว่าเป็นอย่างไร กล่าวคือ จำเป็นต้องทราบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอาหารบริเวณจุดที่ร้อนช้าที่สุด (cold point) ภายในภาชนะบรรจุ เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหาค่า F_0 หรือเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ (process time) ต่อไป

2.17.1 การหาจุดที่ร้อนช้าที่สุดในผลิตภัณฑ์อาหาร (cold point)

จุดที่ร้อนช้าที่สุดในผลิตภัณฑ์อาหาร ขึ้นอยู่กับลักษณะการถ่ายโอนความร้อนใน

ผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งสามารถแบ่งเป็น 3 ลักษณะ คือ

2.17.1.1 การถ่ายโอนความร้อนแบบนำความร้อน

อาหารที่มีการถ่ายโอนความร้อนแบบนำความร้อน จะมีลักษณะเป็นอาหารแข็ง หรืออาหารที่มีความข้นหนืดสูง ซึ่งโมเลกุลของอาหารไม่สามารถเกิดการเคลื่อนที่ในระหว่างกระบวนการให้ความร้อนได้ ผลิตภัณฑ์อาหารประเภทนี้จะเกิดการถ่ายโอนความร้อนในทุกทิศทาง ดังนั้นจุดที่ร้อนช้าที่สุดในผลิตภัณฑ์อาหาร คือ บริเวณจุดกึ่งกลางของผลิตภัณฑ์อาหารที่บรรจุอยู่ในบรรจุภัณฑ์

2.17.1.2 การถ่ายโอนความร้อนแบบพาความร้อน

อาหารที่มีการถ่ายโอนความร้อนแบบพาความร้อน จะมีลักษณะเป็นอาหารเหลว อาหารที่มีความข้นหนืดต่ำ เช่น น้ำผลไม้ที่มีความข้นหนืดต่ำ หรืออาหารที่มีชิ้นอาหารขนาดเล็กอยู่ในของเหลว เช่น ข้าวโพดในน้ำเกลือ ซึ่งโมเลกุลของอาหารสามารถเกิดการเคลื่อนที่ในระหว่างกระบวนการให้ความร้อนได้ โดยเมื่อได้รับความร้อนอาหารที่เป็นของเหลวบางส่วนจะได้รับความร้อนก่อน และเกิดการเคลื่อนที่ขึ้นด้านบน เนื่องจากมีความหนาแน่นต่ำกว่า ในขณะที่อาหารที่เป็นของเหลวส่วนที่เหลือซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า จะเคลื่อนที่ลงสู่ด้านล่าง เนื่องจากมีความหนาแน่นมากกว่า ส่งผลให้เกิดการหมุนเวียนของโมเลกุลอาหารภายในบรรจุภัณฑ์ ดังนั้นจุดที่ร้อนช้าที่สุดในผลิตภัณฑ์อาหาร จะอยู่ประมาณบริเวณ 1 ใน 3 ของความสูงเมื่อวัดจากด้านล่างสุดของบรรจุภัณฑ์

2.17.1.3 การถ่ายโอนความร้อนแบบผสม

อาหารที่มีการถ่ายโอนความร้อนแบบผสม เช่น อาหารที่มีส่วนผสมของสารให้ความข้นหนืด ซึ่งจะเกิดการถ่ายโอนความร้อนแบบพาความร้อนก่อน จากนั้นเมื่อให้ความร้อนจนผลิตภัณฑ์มีความข้นหนืดมากขึ้น จะเกิดการถ่ายโอนความร้อนแบบนำความร้อน หรือในอาหารที่มีชิ้นอาหารขนาดใหญ่อยู่ในของเหลว ซึ่งส่วนที่เป็นของเหลวจะร้อนเร็วกว่าส่วนที่เป็นชิ้นอาหาร ดังนั้นจุดที่ร้อนช้าที่สุดในผลิตภัณฑ์อาหาร จะอยู่ระหว่างจุดที่ร้อนช้าที่สุดของการถ่ายโอนความร้อนทั้งสองแบบ

2.17.2 การหาเวลาในการให้ความร้อนระดับสเตอริไลซ์ (ค่า F_0)

เมื่อทราบจุดที่ร้อนช้าที่สุดในผลิตภัณฑ์อาหารแล้ว หลังจากนั้นจะเก็บข้อมูลการแทรกผ่านความร้อนในผลิตภัณฑ์อาหาร โดยเริ่มจากการเจาะรูที่ด้านข้างของบรรจุภัณฑ์บริเวณจุดที่ร้อนช้าที่สุด (cold point) แล้วเสียบเข็มวัดอุณหภูมิ (thermocouple) เพื่อวัดอุณหภูมิใจกลางของผลิตภัณฑ์อาหาร หลังจากนั้นบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารลงในบรรจุภัณฑ์ และทำการปิดผนึกแบบสุญญากาศ แล้วนำไปผ่านกระบวนการให้ความร้อนระดับสเตอริไลซ์ตามที่กำหนดไว้ ซึ่งในระหว่างการให้ความร้อน จะต้องบันทึกอุณหภูมิใจกลางของผลิตภัณฑ์อาหารที่เวลาต่างๆ ตลอดกระบวนการให้ความร้อน หลังจากนั้นนำข้อมูลอุณหภูมิใจกลางของผลิตภัณฑ์อาหารที่เวลาต่าง ๆ มาพลอตกราฟเพื่อหาเวลาที่ต้องการใช้ในการฆ่าเชื้อหรือค่า F_0 ต่อไปวิธีที่นิยมใช้หาเวลาในการให้ความร้อนระดับสเตอริไลซ์ (process time) หรือ ค่า F_0 มี 2 วิธี คือ

2.17.2.1 General method

General method เป็นวิธีการหาค่า F_0 ที่แท้จริงของกระบวนการให้ความร้อนที่สภาวะหนึ่งๆ โดยการนำค่า lethal rate ซึ่งได้จากการคำนวณตามสมการข้างล่างไปพลอตกับเวลา แล้วหาพื้นที่ใต้กราฟ หลังจากนั้นนำไปคูณด้วยค่าแฟกเตอร์เพื่อเปลี่ยนเป็นค่า F0 ของกระบวนการให้ความร้อน ซึ่งค่าแฟกเตอร์ที่ใช้คูณหาจากพื้นที่ในกราฟที่เท่ากับ 1 F0

$$\text{Lethal rate (L)} = 10^{(T-250)/Z}$$

กำหนดให้ T คือ อุณหภูมิใจกลางของผลิตภัณฑ์อาหาร (องศาฟาเรนไฮต์)

Z คือ ค่า Z ของ *C. Botulinum* ซึ่งมีค่าเท่ากับ 18 องศาฟาเรนไฮต์

2.17.2.2 Formula method

Formula method เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้หาเวลาในการให้ความร้อน (process time) ที่แท้จริงของกระบวนการให้ความร้อนระดับสเตอริไลซ์ที่สภาวะหนึ่งๆ โดยนำข้อมูลอุณหภูมิที่ได้จากการทำการแทรกผ่านความร้อนมาพลอตกับเวลาบนกราฟ semilog

2.18 โครมาโทกราฟีเหลวสมรรถภาพสูง (อุมาพร, 2540)

มนุษย์ใช้เทคนิคโครมาโทกราฟีแยกสารที่มีสีออกจากกันมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1906 และได้มีการพัฒนาเทคนิคดังกล่าวให้สามารถแยกสารต่าง ๆ ที่ไม่มีสีออกจากกันได้อีกหลายร้อยชนิด จนกระทั่งในปัจจุบันเทคนิคนี้ได้ถูกพัฒนามาเป็นเครื่องแยกสารวิเคราะห์สารในระบบกึ่งอัตโนมัติ หรือระบบอัตโนมัติที่มีประสิทธิภาพสูง ใช้งานง่าย และแยกสารหรือวิเคราะห์สารได้รวดเร็ว จึงนิยมนำไปตรวจวิเคราะห์สารทางห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อย่างแพร่หลาย

2.18.1 หลักการแยกสาร

ของเหลวความดันสูงจะสร้างแรงพา (impelling force) ดันสารต่าง ๆ ในสารตัวอย่างผ่านไปบนตัวกลางที่ไม่เคลื่อนที่ หรือเคลื่อนที่ได้เล็กน้อยที่เรียกว่า เฟสคงที่ (stationary phase) ซึ่งเฟสคงที่จะสร้างแรงหน่วง (retention force) ต่อสารชนิดต่าง ๆ ซึ่งจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับ ขนาด รูปร่าง ประจุความจำเพาะ (specificity) การดูดซับ (adsorption) การละลาย (solubility) ดังนั้นความแตกต่างกันของแรงหน่วง จึงทำให้โมเลกุลของสารแต่ละชนิดเคลื่อนที่ออกมาจากคอลัมน์ซึ่งบรรจุเฟสคงที่ ในเวลาหน่วง (retention time) ที่แตกต่างกัน

2.18.2 ชนิดของโครมาโทกราฟีของเหลว

โครมาโทกราฟีเหลวความดันสูงแบบคอลัมน์สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ตามชนิดของเฟสเคลื่อนที่ (mobile phase) และเฟสคงที่ โดยเรียกชื่อเฟสเคลื่อนที่ก่อนเฟสคงที่ คือ

2.18.2.1. Liquid-solid chromatography

ใช้ของเหลวเป็นเฟสเคลื่อนที่และใช้ของแข็งเป็นเฟสคงที่ซึ่งแบ่งย่อยออกเป็น 4 ชนิดคือ

2.18.2.1.1 Gel filtration chromatography

ใช้เฟสคงที่เป็นเม็ดเจลที่มีรูขนาดต่างบรรจุในคอลัมน์ทำให้โมเลกุลของสารที่มีขนาดเล็กเคลื่อนที่เข้าไปในโมเลกุลของเจล เป็นผลให้ให้เคลื่อนที่ออกมาจากคอลัมน์ได้ช้ากว่าสารตัวอย่างที่มีโมเลกุลใหญ่กว่า

2.18.2.1.2 Ion exchange chromatography

เป็นการใช้เฟสคงที่ที่มีประจุแลกเปลี่ยน (counter ion) เมื่อเกิดการแลกเปลี่ยนประจุกับโมเลกุลของสารตัวอย่างที่มีประจุ โมเลกุลของสารตัวอย่างนั้นจะถูกจับไว้ในคอลัมน์ หลังจากนั้นจึงเปลี่ยนคุณสมบัติของของเหลวซึ่งเป็นเฟสเคลื่อนที่ ตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนพีเอช การเพิ่มปริมาณไอออนแลกเปลี่ยน จะทำให้โมเลกุลของสารตัวอย่างเคลื่อนที่ออกมาจากคอลัมน์ในอัตราเร็วที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับจำนวนประจุและความแรงของประจุที่จับกับเฟสคงที่

2.18.2.1.3 Affinity chromatography

แยกสารออกจากกันโดยอาศัยความแตกต่างของความจำเพาะทางชีวภาพ (biological specificity) โดยการสร้างเฟสคงที่ที่มีความจำเพาะกับสารที่ต้องการแยกตัวอย่างเช่น enzyme/substrste , antigen/antibody , hormone/receptor เมื่อเฟสเคลื่อนที่พาโมเลกุลของสารที่ต้องการแยกผ่านมา เฟสคงที่จะจับเฉพาะโมเลกุลที่มีความจำเพาะไว้ หลังจากนั้นจึงเปลี่ยนคุณสมบัติของเฟสเคลื่อนที่ ตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนพีเอช เพิ่มความเข้มข้นของเกลือ หรือเติมตัวแย่งจับเฟสคงที่ลงไป ซึ่งจะทำให้โมเลกุลของสารที่ต้องการถูกขับไล่ออกมาจากคอลัมน์

2.18.2.1.4 Adsorption chromatography

เป็นการแยกสารโดยใช้เฟสคงที่ที่เป็นตัวดูดซับ (adsorbent) ที่ไม่ทำปฏิกิริยากับสารตัวอย่าง และไม่ละลายในเฟสเคลื่อนที่ ตัวอย่างเช่น แป้งเซลลูโลส MgO, Silicic acid, Magnesium silicate ซึ่งการดูดซับอาศัยความมีสภาพมีขั้ว (polarity) และจำนวนหมู่ที่ทำให้เกิดสภาพมีขั้ว (polarity group) ของเฟสคงที่และสารตัวอย่าง ส่วนการไล่สารต่าง ๆ ออกจากคอลัมน์อาศัยการเปลี่ยนสภาพมีขั้วของเฟสเคลื่อนที่ กล่าวคือถ้าเฟสเคลื่อนที่มีสภาพมีขั้วสูง สารที่ละลายน้ำได้ดีกว่าจะเคลื่อนที่ออกมาจากคอลัมน์ได้เร็วกว่า

2.18.2.2 Liquid-liquid chromatography หรือ พาร์ติชั่นโครมาโทกราฟี (partition chromatography)

เป็นวิธีการแยกสารที่ใช้ของเหลวเป็นเฟสเคลื่อนที่ และใช้ของเหลวที่เคลือบอยู่บนของแข็งเป็นเฟสคงที่ซึ่งสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างช้า ๆ แยกสารออกจากกันโดยอาศัยความแตกต่างในการละลายของสารตัวอย่างในของเหลวซึ่งเป็นเฟสคงที่และของเหลวซึ่งเป็นเฟสเคลื่อนที่ นิยมใช้สำหรับแยกสารที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันออกจากกัน ตัวอย่างเช่น การแยกกรดอะมิโนชนิดต่าง ๆ ออกจากกัน

สำหรับของแข็งที่ใช้เป็นตัวค้ำจุน (supporter) นิยมใช้ silicic acid หรือ silica gel แต่อาจใช้แป้ง เซลลูโลส หรืออะลูมินา แทนได้ ส่วนเฟสคงที่ที่เคลือบบนของแข็งอาจเป็น

น้ำ บัฟเฟอร์ กรดแก่ ด่างแก่ แอลกอฮอล์ หรือไนโตรมีเธน ฯลฯ โดยปกติจะใช้เฟสคงที่ที่มีสภาพมีขั้วสูงเพื่อแยกสารที่มีสภาพขั้วสูงออกจากกัน และใช้เฟสเคลื่อนที่จะมีสภาพขั้วต่ำกว่ามาไล่สารต่าง ๆ ออกจากคอลัมน์ โดยสารที่มีสภาพขั้วสูงกว่าจะออกมาทีหลัง เรียกวิธีการนี้ว่า “โครมาโทกราฟีแบบปกติ” หรือ “normal phase chromatography ” แต่ในบางกรณีจะใช้เฟสคงที่ที่มีสภาพขั้วต่ำ ตัวอย่างเช่น สารอินทรีย์ประเภท n-alkyl ซึ่งมีคาร์บอน 8 หรือ18 โมเลกุล เพื่อแยกสารที่มีสภาพขั้วต่ำออกจากกัน และใช้เฟสเคลื่อนที่มีสภาพขั้วสูงกว่าไล่สารที่ต้องการออกมาจากคอลัมน์ โดยสารที่มีสภาพขั้วต่ำกว่าจะออกมาช้ากว่า ซึ่งเรียกว่า “โครมาโทกราฟีแบบผันกลับ” หรือ “reversed phase chromatography”นอกจากนี้ โครมาโทกราฟีทั้งสองชนิดยังอาจใช้วิธีการเติมสารที่มีประจุตรงข้ามลงในเฟสเคลื่อนที่ ตัวอย่างเช่น เติม tetramethyl ammonium chloride , trioctylamine, tetrabutyl ammonium chloride ลงในเฟสเคลื่อนที่เมื่อสารตัวอย่างมีประจุบวก หรือเติม perchloric acid, sodium alkyl sulfonate หรือ methane sulfonic acid ลงในเฟสเคลื่อนที่เมื่อสารตัวอย่างมีประจุลบ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแยกสาร เรียกวิธีการนี้ว่า “ ion-pair chromatography” สำหรับกลไกที่ทำให้สามารถแยกสารได้ดีขึ้นเกิดจากการที่ ไอออนที่มีประจุต่างกันรวมกันกลายเป็นสารที่ไม่มีประจุ หรือมีประจุลดลงแล้วเคลื่อนตัวเข้าสู่เฟสคงที่ หรือเฟสเคลื่อนที่ที่มีสภาพขั้วต่ำ ทำให้สารตัวอย่างเคลื่อนที่ได้ช้าลง

2.19 การออกแบบและการวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ

2.19.1 คำจำกัดความการวิจัยและการทดลอง

การวิจัย (Research) หมายถึง ระเบียบวิธีเพื่อหาคำตอบโดยการประมวลข้อความจริง ทฤษฎี และข้อเสนอที่ เกี่ยวข้อง มีการประเมินสมมติฐานที่กำหนดตามข้อมูลที่ได้จากการการทดลองหรือการสำรวจ

การทดลอง (Experiment) หมายถึง การจำลองสภาพจริงให้อยู่ในลักษณะที่ควบคุมได้ มีการออกแบบแผนการทดลองให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.19.2 ประเภทของแผนการทดลองที่มีการจัดทรีทเมนต์

ประเภทของแผนการทดลองที่มีการจัดทรีทเมนต์ โดยสุ่มแบ่งได้ดังนี้

2.19.2.1 ทรีทเมนต์มาจากปัจจัยเดียว

2.19.2.1.1 ไม่มีการจัดกลุ่มหน่วยทดลอง Completely randomized design (CRD)

2.19.2.1.2 มีการจัดกลุ่มสามารถใส่ได้ครบทุกทรีทเมนต์

2.19.2.1.2.1 แต่ละกลุ่มสามารถใส่ได้ครบทุกทรีทเมนต์

(1) การจัดกลุ่มในทิศทางเดียว Randomized complete block design (RBD)

(2) การจัดกลุ่มในสองทิศทาง Latin square design

(3) การจัดกลุ่มในสามทิศทาง Graeco Latin square design

2.19.2.1.2.2 แต่ละกลุ่มไม่สามารถใส่ได้ครบทุกทรีทเมนต์

(1) การจัดกลุ่มในทิศทางเดียว Incomplete block designs

(2) การจัดกลุ่มในสองทิศทาง Youden square design ,Lattice square design

2.19.2.2 ทรีทเมนต์มาจากหลายปัจจัย

2.19.2.2.1 ทรีทเมนต์ถูกใช้ผสมกัน

(1) ไม่มีการจัดกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มใส่ได้ครบทุกทรีทเมนต์ Factorial experiment

(2) มีการจัดกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มใส่ได้ไม่ครบทุกทรีทเมนต์ Confounded design

2.19.2.2.2 ปัจจัยหนึ่งซ้อนอยู่ใต้ปัจจัยอื่น Nested design

2.19.2.2.3 หน่วยทดลองมีขนาดต่างกัน Split plot และ Split block design

2.19.2.3 แผนการทดลองประเภทอื่น ๆ

2.19.2.3.1 หน่วยทดลองแต่ละหน่วยได้รับหลายทรีทเมนต์ Change-over และ Switchback design

2.19.2.3.2 การทดลองเฉพาะบางส่วนของซ้ำ Fractional factorial design

2.19.3 แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด

แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design ใช้คำย่อว่า CRD) เป็นแผนการทดลองที่มีลักษณะง่ายสะดวกในการปฏิบัติและวิเคราะห์ข้อมูล เหมาะสำหรับหน่วยทดลองที่มีความสม่ำเสมอมาก ไม่มีความแตกต่างเนื่องจากปัจจัยอื่น ๆ ตัวอย่างเช่น การศึกษาเปรียบเทียบสูตรอาหารเลี้ยงไก่ 3 สูตร เป็นทรีทเมนต์มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของไก่ หน่วยทดลอง ที่ใช้คือไก่แต่ละตัวมาจากพันธุ์เดียวกัน เพศเดียวกัน อายุและน้ำหนักเมื่อเริ่มทดลองเท่ากัน ก็จะได้ว่าหน่วยทดลองมีความสม่ำเสมอกัน หน่วยทดลองมีโอกาสได้รับทรีทเมนต์ใดทรีทเมนต์หนึ่งเท่ากัน โดยวิธีการสุ่มให้หน่วยทดลองแต่ละหน่วยมีโอกาสได้รับทรีทเมนต์ใดทรีทเมนต์หนึ่งด้วยความน่าจะเป็นที่เท่ากัน แผนการทดลองแบบ CRD นิยมทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ หรือเรือนทดลอง เพราะสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนระหว่างการดำเนินการทดลองได้

2.20 จุลินทรีย์ในอาหาร (คู่มือปฏิบัติงานด้านสุขาภิบาลอาหารและน้ำ)

2.20.1 ชนิดของจุลินทรีย์ที่พบในอาหาร

อาหารแต่ละชนิดไม่ว่าจะเป็นอาหารสด อาหารแห้ง อาหารปรุงสำเร็จ อาหารกระป๋อง ฯลฯ มักจะพบว่ามีจุลินทรีย์หลายชนิดปะปนอยู่ทั้งที่มนุษย์ใช้ในการถนอมอาหารหรือแปรรูปอาหารปนเปื้อนได้เองและด้วยสาเหตุอื่น จุลินทรีย์ที่มักพบในอาหาร ได้แก่

2.20.1.1 แบคทีเรีย (Bacteria)

เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่มีวิวัฒนาการต่ำสุด จัดอยู่ในอาณาจักรมอเนอรา

(Kingdom Monera) การดำรงชีพมีทั้งที่เป็นผู้ผลิต ผู้ย่อยสลายและปรสิต สืบพันธุ์ด้วยการแบ่งตัว พบได้ทั่วไปในน้ำ ในดิน ในอากาศ ร่างกายสิ่งมีชีวิตอื่น นิยมแบ่งชนิดแบคทีเรียตามลักษณะของรูปร่าง

2.20.1.2 รา (Fungi)

จัดอยู่ในอาณาจักรฟังไจ (Kingdom Fungi) บางชนิดมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า บางชนิดมองเห็นด้วยตาเปล่า มีทั้งที่เป็นเซลล์เดียวหรือหลายเซลล์เรียงต่อกันเป็นเส้นใยยาว มีสีดำ สีเขียว สีส้ม ฯลฯ ส่วนใหญ่ ดำรงชีพเป็นผู้ย่อยสลาย บางชนิดเป็นปรสิต สืบพันธุ์ด้วยการแบ่งตัว การหักหรือขาดออกของเส้นใย การแตก หน่อ หรือการสร้างสปอร์ คนเรานิยมใช้ราหมักอาหาร เช่น เนยแข็งบางชนิด สกัดสารปฏิชีวนะจากรา *Penicillium notatum* ทำเป็นยาเพนนิซิลิน ฯลฯ แต่ราบางชนิดก็ทำให้เกิดโรคในคน พืชและสัตว์ เช่น โรคผิวหนัง สร้างสารก่อมะเร็ง ทำให้อาหารเน่าเสีย เช่น รา *Rhizopus stolonifer* ที่ขึ้นบนขนมปัง ทำให้เครื่องนุ่งห่ม เครื่องเรือนเสียหายผุพัง รา *Claviceps purpurea* ถูกใช้เป็นยาพิษในสมัยโบราณ ซึ่ง ปัจจุบันถือว่าเป็นอาวุธชีวภาพชนิดหนึ่ง

2.20.1.3 ยีสต์ (Yeast)

เป็นสิ่งมีชีวิตที่จัดอยู่ในอาณาจักรฟังไจ (Kingdom Fungi) มีเซลล์เดียว รูปร่างกลม หรือรี ส่วนมาก ดำรงชีพเป็นผู้ย่อยสลาย บางชนิดเป็นปรสิต ส่วนใหญ่สืบพันธุ์ โดยการแตกหน่อ บางชนิดแบ่งตัว พบได้ทั่วไปในดิน ในน้ำ และซากพืชหรือสัตว์ที่ตายแล้ว ตั้งแต่อดีตมาจนถึงปัจจุบัน เราใช้ประโยชน์จากยีสต์ในหลายๆ ด้าน เช่น ใช้หมักน้ำผลไม้ ใช้หมักทำข้าวหมาก ใช้ทำเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เช่น สาโท อุ กระแช่ เป็นต้น และยังใช้หมักทำแอลกอฮอล์จุดไฟ ใช้หมักขนมปัง ช่วยให้อาหารบางชนิดมีคุณค่าทางอาหาร เพิ่มขึ้น ใช้ในการสังเคราะห์ โปรตีน ลิพิด หรือวิตามินบางชนิด จากสารตั้งต้นพวกน้ำตาลอย่างง่ายและ แอมโมเนียมไนโตรเจน ฯลฯ แต่ยีสต์บางชนิดทำให้เกิดโรคในพืชและสัตว์ ทำให้อาหารเน่าเสีย เครื่องนุ่งห่ม และวัสดุบางชนิดเสียหายได้ ฯลฯ

2.20.1.4 ไวรัส (Virus)

เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กมาก ๆ จัดอยู่ในอาณาจักรไวรา (Kingdom Vira) มีรูปร่างหลายแบบ เช่น กลม เหลี่ยม ทรงกระบอก พบได้ในร่างกายของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ในอาหาร การเพิ่มจำนวนของไวรัสคล้ายกับการจำลองตนเอง จะเกิดขึ้นเฉพาะเมื่ออยู่ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตที่ไวรัส อาศัยอยู่ซึ่งเรียกว่า โฮสต์ (Host) ถ้าอยู่นอกเซลล์โฮสต์จะไม่ สามารถเพิ่มจำนวนได้ ดำรงชีพเป็นปรสิต ทำให้เกิดโรคในคน สัตว์ พืช และจุลินทรีย์ชนิดอื่น เช่น ไข้หวัด ไข้หวัดนก ไวรัสตับอักเสบเอ บี และซี เอดส์ ไวรัสบางชนิดที่ปนอยู่ในอาหารทำให้เกิดอาการท้องเสียคล้ายกับอาการที่เกิด เนื่องจากแบคทีเรีย

2.20.1.5 โพรโทซัว หรือ **โปรโตซัว (Protozoa)**

เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ขนาดเล็กมาก มีรูปร่าง หลายแบบ เช่น กลม รี ทรงกระบอก แต่บางชนิดมีรูปร่างไม่ แน่นอน จัดอยู่ในอาณาจักรโพรทิสตา (Kingdom Protista)

สืบพันธุ์ได้ทั้งแบบอาศัยเพศ และแบบไม่อาศัยเพศโดยการ แบ่งตัว พบได้ในบริเวณที่ชื้นๆ มีทั้งที่ดำรงชีพเป็นผู้ผลิต ผู้ย่อยสลาย หรือปรสิต

โพรโทซัวส่วนมากมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตอื่นใน ระบบนิเวศแบบที่เป็นปรสิต ซึ่งก่อให้เกิดโรคได้ทั้งในคน สัตว์และพืช เช่น *Plasmodium falciparum* ทำให้ เป็นโรคมาลาเรียหรือไข้จับสั่นขึ้นสมอง มีอาการรุนแรง เป็นไข้ทุกวัน แต่ *Plasmodium vivax* ทำให้เป็นโรคมาลาเรียลงตับ จะเป็นไข้ทุก ๆ 2 วัน ส่วนอะมีบาที่ชื่อ *Entamoeba histolytica* ทำให้เกิดโรคบิดมีตัว ท้องร่วง ลำไส้อักเสบ เป็นต้น

2.20.2 จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอาหาร

การผลิตหรือการประกอบอาหารนับตั้งแต่การเตรียมส่วนผสมต่าง ๆ การประกอบอาหาร การบรรจุ การขนส่ง ฯลฯ จนถึงผู้บริโภค อาจมีจุลินทรีย์ต่าง ๆ ปนเปื้อนในอาหาร หากเป็นจุลินทรีย์ที่ไม่ก่อโรคก็เพียงแต่ทำให้อาหารบูดเน่า หากเป็นจุลินทรีย์ก่อโรคก็อาจทำให้ผู้บริโภคเจ็บป่วย แต่ถ้าเป็นโรคติดต่อก็จะทำให้มีผู้ที่เจ็บป่วยจากการติดเชื้อเพิ่มมากขึ้น ในบางครั้งอาจถึงกับเสียชีวิตได้ ดังนั้นผู้ประกอบการตั้งแต่กิจการส่วนตัว จนถึงระดับอุตสาหกรรม จึงควรใส่ใจและหาทางป้องกันมิให้จุลินทรีย์ปนเปื้อนในอาหารได้

การปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ ได้แก่ แบคทีเรีย ยีสต์ รา ไวรัส ตามปกติพืชจะมีจุลินทรีย์ปะปน อยู่ที่ผิวเสมอ ส่วนสัตว์จะพบได้ที่บริเวณผิวหนัง ทางเดินอาหาร และทางเดินหายใจ (พบได้น้อย) ถ้าพืชหรือ สัตว์เป็นโรคก็จะมีจุลินทรีย์ก่อโรคปนมาด้วย สำหรับพืชหรือสัตว์ที่ไม่เป็นโรคจะไม่มีจุลินทรีย์ใด ๆ อยู่ภายใน เนื้อเยื่อ การปนเปื้อนจากจุลินทรีย์เกิดขึ้นจากสาเหตุต่าง ๆ ได้แก่

2.20.2.1 การปนเปื้อนจากดิน

ในดินมีจุลินทรีย์หลายชนิด ซึ่งจะปะปนอยู่ในวัตถุดิบจากพืชและ สัตว์ที่นำมาประกอบอาหารเสมอ หรืออาจเกิดจากน้ำหรือลมพัดพาฝุ่นละอองหรือดินมาปนในอาหาร จุลินทรีย์ ส่วนมากที่พบในอาหารมักมาจากดิน ได้แก่ ยีสต์ รา และแบคทีเรียสกุลต่าง ๆ เช่น *Bacillus*, *Streptococcus*, *Enterobacter*, *Clostridium*, *Escherichia*, *Micrococcus*, *Acetobacter* เป็นต้น ในการประกอบอาหาร จึงต้องล้างผิวหน้าของอาหารให้สะอาด และระมัดระวังไม่ให้ดินและจุลินทรีย์มาเกาะติดได้อีก

2.20.2.2 การปนเปื้อนจากน้ำและน้ำเสีย

ตามปกติแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีจุลินทรีย์อาศัยอยู่ ได้แก่ แบคทีเรีย สกุลต่าง ๆ เช่น *Bacillus*, *Micrococcus*, *Psuedomonas* หรืออาจพบ *Streptococcus*, *Escherichia* และ *Enterobacter* ที่ปนเปื้อนมากับสัตว์น้ำ รวมทั้งจุลินทรีย์ชนิดอื่นที่ปนเปื้อนมาจากดิน สัตว์ และน้ำเสีย ซึ่งอาจก่อโรคให้กับพืช หรือคนและสัตว์ที่ดื่มน้ำหรือทานอาหารที่ใช้น้ำซึ่งปนเปื้อนในการผลิต

2.20.2.3 การปนเปื้อนจากอากาศ

ลมจะทำให้จุลินทรีย์ที่ก่อโรคและที่ไม่ก่อโรคในอากาศ ที่เกาะติด มากับละอองฝุ่น ละอองน้ำจากแม่น้ำ ลำคลอง ทะเล ละอองน้ำลาย น้ำมูก จากการไอ จาม พูด ให้กระจาย

ไป ทั่วและปนเปื้อนในอาหารได้ โดยเฉพาะจุลินทรีย์ก่อโรคเกี่ยวกับทางเดินหายใจ และที่ทำให้อาหารเน่าเสียทั้งรา ยีสต์และแบคทีเรีย

อากาศแห้งมีจำนวนจุลินทรีย์มากกว่าอากาศชื้น แต่แสงแดดช่วยทำลายจุลินทรีย์ได้ ส่วนฝน หรือหิมะจะช่วยชะจุลินทรีย์ออกไปจากอากาศ การตกตะกอนของฝุ่นจะช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ในอากาศได้ นอกจากนี้ยังวิธีอื่นที่ช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์

2.20.2.4 การปนเปื้อนจากสัตว์

จุลินทรีย์ที่พบได้บ่อยบริเวณผิวหนัง ทางเดินอาหาร ทางเดินหายใจ ของสัตว์ มักปนเปื้อนมาจากอาหาร ปุ๋ย น้ำ ดิน ในเนื้อสัตว์ที่นำมาประกอบอาหารมักพบแบคทีเรียสกุลต่าง ๆ เช่น *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Micrococcus* ถ้าอาหารปนเปื้อนกับอุจจาระของสัตว์ขณะชำแหละ หรือขนส่ง อาจพบจุลินทรีย์ก่อโรค เช่น *Escherichia coli*, *Salmonella* sp. บางครั้งจุลินทรีย์ก่อโรคในสัตว์ อาจทำให้เกิดโรคติดต่อมายังคนได้โดยผ่านทางอาหาร

2.20.2.5 การปนเปื้อนระหว่างการผลิตและการขนส่ง

ถ้าหากผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและการขนส่ง นำระบบการควบคุมความปลอดภัยของอาหารหรือระบบ คุณภาพอาหารมาใช้ ย่อมทำให้กระบวนการผลิตเป็นกระบวนการที่ดี อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้สะอาด สถาน ประกอบการมีการสุขาภิบาลที่ดี การบรรจุและการขนส่งที่ดี จะลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ได้เป็นอย่างดี และปลอดภัย ต่อผู้บริโภค

2.20.2.6 การปนเปื้อนระหว่างการจำหน่าย

ผู้ที่จำหน่ายอาหารควรใช้ภาชนะที่สะอาดบรรจุอาหาร มีฝาปิด ป้องกันฝุ่นและแมลงต่าง ๆ การมีสุขลักษณะที่ดีทั้งผู้จำหน่าย เครื่องมือเครื่องใช้ ร้านค้าและสภาพแวดล้อมจะช่วยลดการ ปนเปื้อนของจุลินทรีย์ได้ค่อนข้างมาก อีกทั้งยังช่วยป้องกัน การเกิดโรคติดต่อบางชนิดที่อาจปนเปื้อนในอาหารได้ เช่น อหิวาตกโรค บิดมีตัว โรคตับอักเสบชนิดเอ บี และซี เป็นต้น

2.21 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตันติกร และคณะ (2019) ได้ทำการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมของอาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับการเพาะเลี้ยง *C. militaris* โดยใช้แหล่งไนโตรเจนจากไข่ไก่ เปรียบเทียบกับ ยีสต์ร่วมกับเปปโตน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ไข่ไก่ สามารถให้ผลของสารสำคัญต่าง ๆ ได้แก่ อะดีโนซีน และคอร์ไดเซปินสูงกว่าการใช้ยีสต์สกัดร่วมกับเปปโตน และยังให้ผลของดอกเห็ดสดและอบแห้งมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Wang *et al*., 2016 ได้ทำการศึกษาการเพาะเลี้ยง *C. militaris* ในสภาวะอาหารเหลว PDA ปริมาตร 100 มิลลิลิตรและบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในเครื่องเขย่า (130 รอบต่อนาที) โดยให้แสงเป็นเวลา 6 วัน และทำการเก็บชีวมวลของเส้นใยโดยการกรองผ่านผ้าก๊อซที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว 2 ชั้น และล้างด้วยน้ำกลั่นเพื่อนำอาหารที่ติดอยู่ออก โดยชีวมวล 20 กรัม (น้ำหนักสด) ใส่ลงขวด

ที่มีน้ำกลั่นผ่านการฆ่าเชื้อแล้วขนาด 200 มิลลิลิตร และจะนำไปสกัดเพื่อนำสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในถั่งเช่าสีทองไปรวมกับอนุภาคนาโนของเงิน เพื่อทดสอบการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย

Chiang *et al*., 2017 ได้ทำการศึกษาผลของแสงที่มีผลต่อการผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของถั่งเช่าสีทองในการเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งที่เป็นข้าวกล้อง ผลการศึกษาพบว่าเวลาในการให้แสงที่เหมาะสมสำหรับการผลิตมวลชีวภาพ 0.49 กรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง คอร์ไดเซปิน 3.97 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง แมนนิทอล 21.3 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และอะดีโนซีน 0.95 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง โดยใช้เวลา 12, 12, 12 และ 8 ชั่วโมงต่อวัน ตามลำดับ โดยหลอดฟลูออเรสเซนต์ผลการทดลองของความแตกต่างจากแสงสารที่ผลิตมากที่สุดคือ มวลเส้นใยชีวภาพ 0.38 กรัมต่อกรัม คอร์ไดเซปิน 2.89 มิลลิกรัมต่อกรัม แมนนิทอล 23.6 มิลลิกัรมต่อกรัม และการผลิต อะดีโนซีน 0.76 มิลลิกรัมต่อกรัม ซึ่งมีสภาวะจากแสงสีแดง (619-626 นาโนเมตร) แสงสีเขียว (526-531 นาโนเมตร) แสงสีแดงและแสงสีฟ้า (467-472 นาโนเมตร) ตามลำดับ

Park *et al*., 2001 ได้ทำการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของสภาวะในการเพาะเลี้ยงแบบอาหารเหลวสำหรับการเจริญเติบโตของเส้นใย และการผลิต exo-biopolymer โดยเห็ดถั่งเช่าสีทองจากการ ทดลองพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสม และพีเอชเริ่มต้นสำหรับการเจริญเติบโตของเส้นใย และการผลิต exo-biopolymer โดยเห็ดถั่งเช่าสีทองในสภาวะอาหารแบบเขย่าพบว่า ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส พีเอชเริ่มต้น 6.0 ใช้ซูโครส 40 กรัมต่อลิตร และแป้งข้าวโพด 10 กรัมต่อลิตร เป็นแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจนเหมาะสมที่สุดสำหรับการเจริญเติบโตของเส้นใย และการผลิต exo-biopolymer

Li *et al*., 2015 ได้ทำการศึกษาผลของความร้อนและเวลาที่ใช้ในการสกัดที่มีผลต่อสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพได้แก่ อะดีโนซีน และคอร์ไดเซปิน คือทำการบดเห็ดให้ได้เป็นผงขนาด 200-mesh นำไปสกัดกับน้ำกลั่นอัตราส่วน ผงเห็ด 0.1 กรัม ต่อน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร โดยวิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC ในสภาวะเฟสเคลื่อนที่เป็นเมทานอลต่อน้ำ (16:84) อัตราการไหล 1 มิลลิลิตรต่อนาที ปริมาณการฉีด 10 ไมโครลิตร ตรวจวัดที่ความยาวคลื่น 260 นาโนเมตร ผลการทดลองคือการใช้อุณหภูมิไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส และเวลาไม่เกิน 15 นาที จะทำให้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพทั้งสองยังคงมีปริมาณมากที่สุด

Shih *et al*., 2007 กล่าวว่าผลของสภาวะของอาหารในการเพาะเลี้ยงถั่งเช่าสีทองในสภาวะอาหารเหลวมีดังนี้ แหล่งไนโตรเจน ผลของของสกัดจากยีสต์ (YE) จะให้การผลิตคอร์ไดเซปินดีที่สุดในขณะที่ corn steep powder (CSP) เป็นผลดีต่อการผลิตอะดีโนซีน แต่น้ำมันพืชทุกชนิดไม่ได้ส่งผลต่อการผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ สภาวะพีเอชที่เหมาะสมคือ พีเอช 6 และระยะเวลาการเพาะเลี้ยงแบบเขย่า 8.0 วัน และทำการเพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที

Liu *et al*., 2016 ได้ทำการทดลองหนูทั้ง 4 กลุ่มได้รับสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของถั่งเช่าสีทอง ปริมาณ 0 (ตัวควบคุม), 50, 100 และ 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมหนูต่อวัน ดูผลการทดลองหลังจากผ่านไป 30 วัน โดยการตรวจดูเม็ดเลือดขาว ระดับภูมิคุ้มกัน และปัจจัยชีวเคมี ผลการทดลองคือ สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของถั่งเช่าสีทอง ช่วยส่งเสริมระดับภูมิคุ้มกันของหนูอย่างมีนัยสำคัญ

Sun *et al*., 2014 ได้ทำการศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของถั่งเช่าสีทองเพื่อดูกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ การยับยั้งเซลล์มะเร็ง การยับยั้งการอักเสบ และการลดน้ำตาล โดยทำการศึกษาทางคลินิก โดยใช้ผงถั่งเช่าสีทองบดในการทดสอบระบบภูมิคุ้มกันของมนุษย์ที่ 3 ระดับได้แก่ 0.5, 1.5 และ 3 กรัม โดยการทดลองพบว่าทั้ง 3 ปริมาณมีอิทธิพลต่อการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน ได้แก่ ปริมาณ 0.5 และ 1.5 กรัม จะลดการแสดงออกของ GRO ปริมาณ 1.5 กรัม จะมีผลต่อการเกิดTNFs ส่วนการต้านการอักเสบและ apoptosis จะมากขึ้นตามปริมาณของถั่งเช่าสีทอง จึงสรุปผลได้ว่าการใช้ถั่งเช่าปริมาณทั้ง 3 ระดับ ก็มีผลต่อการรักษาและเป็นประโยชน์ต่อระบบภูมิคุ้มกันร่างกาย

อภิญญา (2559) ได้ทำการศึกษากระแสความนิยมและประโยชน์ของน้ำผึ้งโดยกล่าวว่า คนไทยมีการรับประทานน้ำตาลเกินมาตราฐาน 50 กรัมต่อวัน มากเกินเป็นอันดับ 9 ของโลก จึงทำการศึกษาองค์ประกอบในการนำน้ำผึ้งมาใช้ประกอบอาหารและใช้เป็นยาในการรักษาโรคต่าง ๆ เช่น โรคเบาหวาน โรคหัวใจและหลอดเลือด เป็นต้น แต่การใช้น้ำผึ้งมีข้อควรระวังคือ น้ำผึ้งจะมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบมากมายระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งมาจากปฏิกิริยาต่าง ๆ ทางเคมี การออกซิไดซ์ การเปลี่ยนแปลงเมื่ออุณหภูมิสูงและการหมัก เช่นการเกิดสารที่ชื่อ 5-hydroxymethylfurfural (HMF) ซึ่งเป็นสารระเหยและมีความเป็นพิษเมื่อมีความเข้มข้นที่สูง

วิชมณี และคณะ (2561) ได้ทำการศึกษาอายุการเก็บรักษาของเยลลี่ข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมเนื้อมะพร้าวอ่อนและน้ำสับปะรดระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะแช่เย็นอุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส โดยประเมินคุณภาพที่เกี่ยวข้องกับความคงตัวระหว่างการเก็บ ได้แก่ สี เนื้อสัมผัส การหืน คุณภาพทางประสาทสัมผัส และจุลินทรีย์ พบว่าในการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 สัปดาห์ผลของจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา มีระดับความปลอดภัยสำหรับการบริโภค ระยะเวลาการเก็บรักษามีผลต่อค่าสีได้แก่ L* และ a* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Messaoud *et al*., 2015 ได้ทำการหาผลของพีเอชที่มีต่อการเกิดแคปซูลแอลจิเนตที่ผสมกับแคลเซียมเคซีนในอัตราส่วนต่าง ๆ และทำทดสอบการแพร่ผ่านโครงสร้างของเมมเบรน วิเคราะห์ค่าการปลดปล่อยสารออกจากแคปซูล มีการวัดขนาดของแคปซูล ความหนาของแผ่นเมมเบรน และทดสอบทางเชิงกลโดยบีบอัด ผลการทดลองที่ได้คือ โซเดียมเคซีนที่ผสมกับสารละลายโซเดียมแอลจิเนตมีความสำคัญอย่างมีนัยสำคัญ รวมทั้งในสภาวะที่พีเอชต่ำจะทำให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางของแคปซูลที่ต่ำ และความหนาของเมมเบรนจะน้อยกว่าสภาวะที่มีพีเอชสูง

Tsai *et al*., 2017 ได้ทำการทดลองว่าความเข้มข้นของแคลเซียมเพิ่มขึ้นจะทำให้โครงสร้างผิวของเม็ดไฮโดรเจลที่มีของเหลวอยู่ด้านใน (LHB) จะทำให้ผิวเรียบและลดความเป็นหลุมหรือขรุขระแล้วยังได้ผลการทดลองอีกว่าถ้า LHB มีความเสถียรมากขึ้น จะทำให้ลดความสามารถในการแพร่ผ่าน

เข้าออก ค่าการบวมน้ำ ลดลง แล้วในการทดลองยังทำการทดสอบคุณสมบัติของเม็ดLHB ได้แก่ การทดความร้อน การวัดค่าการบวมน้ำ วัดความแข็งหรือเนื้อสัมผัส และการปลดปล่อยหรือการแพร่

Phawaphuthanon *et al*., 2014 ได้ทำผลิตเม็ดบีดไฮโดรเจลโดยใช้น้ำมันมะกอก ทำการวิเคราะห์สัณฐาน และเนื้อสัมผัสจากเครื่อง texture analyzer (COMPAC-100,Sun Scientific Co., Ltd., Tokyo, Japan) โดยใช้หัวขนานรูปวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร ที่ความเร็วสูงสุด 98 นิวตัน และมีความเร็ว 40 มิลลิเมตรต่อนาที จนเกิดการแตกหักของแมคโครแคปซูลอย่างสมบูรณ์ และในการศึกษาครั้งนี้เป็นครั้งแรกให้ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการใช้ electro-coextrusion สำหรับการผลิตแคปซูลแคลเซียมแอลจิเนต ซึ่งมีความสะดวกและมีมาตรฐานที่แน่นอน

พัชรี และสุธีรา (2561) ได้ทำการหาสภาวะที่เหมาะสมคือเวลาในการแช่เม็ดบีดลงในสารละลายโซเดียมแอลจิเนต และสายละลายแคลเซียมแลคเตท พบว่าเวลาที่เหมาะสมที่สุดคือ 5 และ 10 นาที ตามลำดับ รวมทั้งอัตราส่วนในการใช้แคลเซียมแลคเตทในการทำสารละลายรองรับปริมาณร้อยละ 1 คืออัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 เชื้อจุลินทรีย์

3.1.1.1 หัวเชื้อเถั่งเช่าสีทอง

3.1.2 สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ

3.1.2.1 เอทานอลร้อยละ 95 (ยี่ห่อ L-PURE จากองค์การสุรากรมสรรพสามิต)

3.1.2.2 กลูโคส (dextrose anhydrous จาก Weifang shengtai medicine)

3.1.2.3 สารละลายกลูโคสมาตรฐาน (standard glucose) (Ajax, Australia)

3.1.2.4 ไข่ไก่อาหารเลี้ยงเชื้อ Brilliant green lactose bile broth (BGLB)

3.1.2.5 กรดซัลฟิวริกร้อยละ 98 (Sulfuric acid) (JK-Baker, China)

3.1.2.6 โซเดียมแอลจิเนต (Krungthepchemi, Thailand)

3.1.2.7 สารสกัดจากยีสต์ (Becton Dickinson, USA)

3.1.2.8 แคลเซียมแลคเตท (Chemipan, Thailand)

3.1.2.9 เมทานอลร้อยละ 99 (ยี่ห่อ CARLO ERBA)

3.1.2.10 อาหารเลี้ยงเชื้อ Violet red bile (VRB)

3.1.2.11 น้ำผึ้งดอกลำไย (Thaihunny, Thailand)

3.1.2.12 ผงวุ้น (Krungthepchemi, Thailand)

3.1.2.13 แซนแทนกัม (Chemipan, Thailand)

3.1.2.14 เปปโตน (Becton Dickinson, USA)

3.1.2.15 สารละลายแอนโทรน (SIGMA, USA)

3.1.2.16 อาหารเหลว NB (HIMEDIA, INDIA)

3.1.2.17 อาหารแข็ง NA (HIMEDIA, INDIA)

3.1.2.18 สารให้ความหวานสตีวิโอไซด์ร้อยละ 97

3.1.2.19 สีย้อม Lactophenol cotton blue

3.1.2.20 อาหาร macconkey agar

3.1.2.21 ดักแด้หนอนไหม

3.1.2.22 อาหารแข็ง BPA

3.1.2.23 อาหารแข็ง PCA

3.1.2.24 ผงเห็ดถั่งเช่าบด

3.1.2.25 ข้าวโพดอ่อน

3.1.2 สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ (ต่อ)

3.1.2.26 มันฝรั่ง

3.1.2.27 ข้าวไรซ์เบอรี่

3.1.2.28 กรดซิตริก

3.1.3 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.1.3.1 เครื่องทำแห้งแบบสุญญากาศ (Vacuum Oven) รุ่น VD 23 (Binder, Germany)

3.1.3.2 เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถภาพสูง รุ่น CTO-10ASvp ของ SHIMADZU

3.1.3.3 เครื่องหมุนเหวี่ยง (centrifuge) ควบคุมอุณหภูมิ รุ่น Hermle, Germany

3.1.3.4 เครื่องทำให้ปราศจากเชื้อโดยวิธีนึ่งด้วยไอน้ำ รุ่น ES-315 ของ TOMY

3.1.3.5 ตู้ปลอดเชื้อ (Laminar air flow) (Boss Tech Co., Ltd., USA)

3.1.3.6 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส รุ่น TA plus ของ LLOYD instruments

3.1.3.7 เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์รุ่น UV-1800 ของ SHIMADZU

3.1.3.8 เครื่องผสมสารรุ่น G560E (Scientific Industries, USA)

3.1.3.9 กล้องจุลทรรศน์รุ่น CH30RF200 (Olympus, Japan)

3.1.3.10 เครื่องวัดสี (HunterLab, USA)

3.1.3.11 เครื่องชั่งสาร (Ohaus, USA)

3.1.3.12 หัววัดเนื้อสัมผัสชนิด cylinder ขนาด 0.5 นิ้ว

3.1.3.13 ช้อนตักสารสแตนเลส (spatula)

3.1.3.14 เครื่องตีบดผสมตัวอย่าง

3.1.3.15 sieve ขนาด 200 เมท

3.1.3.16 ทิปสำหรับไมโครปิเปต

3.1.3.17 ตะแกรงวางเครื่องมือ

3.1.3.18 ตะเกียงแอลกอฮอล์

3.1.3.19 ขวดสีชาเก็บสาร

3.1.3.20 ช้อนตักสารเคมี

3.1.3.21 กระบองฉีดยา

3.1.3.22 หลอดดักแก๊ส

3.1.3.23 หลอดทดลอง

3.1.3.24 จานเพาะเชื้อ

3.1.3.25 ขวดรูปชมพู่

3.1.3.26 cock borer

3.1.3 อุปกรณ์และเครื่องมือ (ต่อ)

3.1.3.27 เข็มเขี่ยเชื้อ

3.1.3.28 ไมโครปิเปต

3.1.3.29 ผ้าขาวบาง

3.1.3.30 ขวดดูแรน

3.1.3.31 บีกเกอร์

3.1.3.32 ปิเปต

3.1.3.33 ตู้เย็น

3.1.3.34 ตู้บ่ม

3.1.3.35 สำลี

3.1.3.36 มีด

3.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในถั่งเช่าสีทอง (ตันติกร และคณะ, 2562)

3.2.1 การเตรียมหัวเชื้อเริ่มต้น

3.2.1.1 การเตรียมหัวเชื้อในอาหารแข็ง PDA

นำดอกเห็ดที่ได้จากการเลี้ยงในดักแด้หนอนไหมมาทำการตัดส่วนดอก โดยเลือกดอกที่เป็นเส้นตรงยาว เส้นเดี่ยว แล้วนำมาฆ่าเชื้อด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ความเข้มข้นร้อยละ 3 เป็นเวลา 5 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้ง นำมาซับบนกระดาษทิชชูนำมาตัดหัวท้ายของดอกเห็ด จากนั้นตัดให้เป็นชิ้นมีความยาวประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วนำมาวางบนเพลทที่มีอาหาร PDA นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส ในที่มืดเป็นเวลา 2 สัปดาห์

3.2.1.2 การเตรียมหัวเชื้อในอาหารเหลว PDB

นำหัวเชื้อเริ่มต้นที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.2.1.1 นำมาค๊อกจำนวน 3 ชิ้น มาเลี้ยงในฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร ที่บรรจุอาหารเหลว PDB ที่เสริมด้วยเปปโตนยีสต์สกัด (แสดงดังภาคผนวก ก) ปริมาณ 100 มิลลิลิตร นำไปเพาะเลี้ยงโดยบ่มที่เครื่องเขย่าแบบควบคุมอุณหภูมิ 18 หรือ 22 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 160 รอบต่อนาที (Yi *et al*., 2014) เป็นระยะ 3วัน จึงสามารถนำมาใช้เป็นหัวเชื้อเหลวในการลงอาหารแข็งเพื่อผลิตดอกเห็ด โดยสังเกตุความข้นของอาหารเหลว PDB

3.2.2 การเพาะเลี้ยงถั่งเช่าสีทองเพื่อผลิตดอกโดยใช้ข้าวไรซ์เบอร์รี่เตรียมเป็นวัตถุดิบในการผลิตไข่มุกป๊อป

การเตรียมหัวเชื้อเหลวลงในข้าวไรซ์เบอร์รี่ เริ่มโดยทำตามขั้นตอนที่ 3.2.1.1 หลังจากนั้นนำมาค๊อกจำนวน 3 ชิ้น ลงในฟลาส์กที่มีอาหารเหลว PDB เสริมด้วยเปปโตนยีสต์สกัดและสูตร

PDB เสริม ไข่ไก่ (แสดงดังภาคผนวกที่ ก) ปริมาตร 100 มิลลิลิตร บ่มที่เครื่องเขย่าแบบควบคุมอุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 160 รอบต่อนาที เป็นเวลา 72 ชั่วโมง (ผลที่ได้จากหัวข้อ 3.2.1.2)

จากนั้นดูดหัวเชื้อมา 5 มิลลิลิตร ใส่ลงไปในข้าวที่เตรียมไว้ (สูตรแสดงดังภาคผนวก ก) ใส่ลงไปตรงกลางของขวด จากนั้นบ่มในที่มืด 18 องศาเซลเซียส บ่มจนภายในขวดมีเส้นใยสีขาวเจริญเต็มผิวหน้าอาหาร เป็นเวลาประมาณ 2 สัปดาห์ แล้วนำมาให้แสงไฟแอลอีดีแสงสีส้ม เพื่อให้แสงกระตุ้นให้เกิดเส้นใย ปรับอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 18-20 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60 – 80 รอจนเกิดดอกเห็ดเป็นเวลาประมาณ 30 วัน จึงทำการฉีดฮอร์โมน และเมื่อเวลาประมาณ 45 วัน จึงทำการเก็บเกี่ยวและทำการวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ คือ อะดีโนซีน คอร์ไดเซปิน และพอลิแซ็กคาไรด์ เพื่อเก็บข้อมูลวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตไข่มุกป๊อป

3.2.2.1 การวิเคราะห์สารอะดีโนซีนและสารคอร์ไดเซปินด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถภาพสูง (HPLC) (Li *et al*., 2015)

3.2.2.1.1 การเตรียมตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์

นำดอกเห็ดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงมาตัดเอาเฉพาะส่วนที่เป็นดอกเห็ดไปชั่งเพื่อหาน้ำหนักก่อนอบ แล้วนำไปอบในเครื่องอบความร้อนแบบสุญญากาศ (vacuum oven) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 ชั่วโมง จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักหลังอบ คำนวณหาร้อยละความชื้น อัตราผลผลิตมวลชีวภาพแห้งต่อโหล และจากนั้นนำมาบดโดยใช้เครื่องปั่นให้เป็นผงละเอียด นำมาร่อนผ่าน sieve ขนาด 200 เมท ถ้าขนาดอนุภาคยังมีขนาดใหญ่ก็นำไปปั่นซ้ำอีกครั้งจนมีขนาดเล็กผ่านตะแกรงร่อนได้หมด

3.2.2.1.2 ขั้นตอนการสกัด

การสกัดโดยใช้น้ำบริสุทธิ์สูงเป็นตัวทำละลายในอัตราส่วน 1:250 (ดอกเห็ดถั่งเช่าสีทอง : น้ำบริสุทธิ์สูง) ชั่งดอกเห็ดถั่งเช่า จำนวน 0.1 กรัม เติมน้ำบริสุทธิ์สูงจำนวน 25 มิลลิลิตร แล้วนำไปเข้าเครื่องเขย่าคลื่นเสียงความถี่สูง (ultrasonic sonicator) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที นำสารสกัดไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 6000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 นาที แยกตะกอนกับส่วนใส จากนั้นนำส่วนใสไปกรองผ่านกระดาษกรองขนาด 0.2 ไมครอน ใส่ลงในขวดเก็บสารละลาย (vial) ขนาด 2 มิลลิลิตร ปริมาตร 1 มิลลิลิตร แล้วนำไปฉีดหาสารคอร์ไดเซปินและสารอะดีโนซีนด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถภาพสูง (ดัดแปลงจาก Li *et al*., 2015)

3.2.2.1.3 การวิเคราะห์สารอะดีโนซีนและคอร์ไดเซปิน

ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารมาตรฐานในแต่ละความเข้มข้นด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถภาพสูง โดยใช้คอลัมน์ C18 (ขนาด 3.5 ไมโครเมตร×250 มิลลิเมตร×4.6 มิลลิเมตร) อัตราการไหล 1 มิลลิลิตรต่อนาที อุณหภูมิคอลัมน์ 40 องศาเซลเซียส ฉีดตัวอย่างเข้าคอลัมน์ 0.1 ไมโครลิตร เฟสเคลื่อนที่ใช้ เมทานอลต่อน้ำบริสุทธิ์อัตราส่วน 15:85 วิเคราะห์ด้วยระยะเวลาการฉีด 17 นาทีต่อตัวอย่าง แล้วทำการวิเคราะห์หาปริมาณสารจากพื้นที่ใต้กราฟมาทำโครมาโตแกรมจะได้

กราฟมาตรฐานสมการเส้นตรงของสารคอร์ไดเซปินมาตรฐาน จะได้สมการเส้นตรง คือ Y=aX+b ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารคอร์ไดเซปิน และอะดีโนซีนจากตัวอย่างที่ได้หลังจากคำนวณกราฟมาตรฐาน

3.2.2.2 การวิเคราะห์หาปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์

3.2.2.2.1 ขั้นตอนการสกัด

ชั่งตัวอย่างเห็ดที่ได้จากขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างข้อที่ 3.3.1.1 มา 2 กรัม เติมน้ำกลั่น 18 มิลลิลิตร หลังจากนั้นทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน (vortex) แล้วใส่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง พอครบเวลานำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 8000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 นาที นำส่วนใสที่ได้มาตกตะกอนโดยใช้เอทานอลร้อยละ 95 ปริมาตร 4 เท่าของปริมาตรตัวอย่าง ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ดัดแปลงจาก Liu *et al*., 2016 หลังจากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 8000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 นาที เทส่วนใสทิ้งนำตะกอนที่ได้เป่าด้วยไนโตรเจนอย่างเบา แล้วเอาไปอบต่ออีก (จนกว่าตะกอนจะแห้ง) แล้วนำไปชั่งน้ำหนักตะกอนที่ได้

3.2.2.2.2 การวิเคราะห์พอลิแซ็กคาไรด์ด้วยวิธีแอนโทรน

นำตะกอนที่ได้จากขั้นตอน 3.2.2.2.1 ไปวิเคราะห์ตามวิธีดังภาคผนวก ข.

3.3 การผลิตไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทอง

3.3.1 ทำการแปรผันปัจจัยปริมาณถั่งเช่าสีทองต่อค่าของลักษณะทางกายภาพของการผลิตไข่มุกป๊อป

โดยการทำไข่มุกป๊อปใช้สูตรควบคุมที่ไม่มีการเติมถั่งเช่าสีทอง แล้วทำการแปรผันปริมาณถั่งเช่าสีทองเพิ่มร้อยละ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ จากนั้นนำไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส วิเคราะห์สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพตามขั้นตอน 3.2.2.1 และ 3.2.2.2 และวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพได้แก่ การหาค่าความแข็ง (hardness) จากเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (texture analyzer) และค่าสี (ตามวิธีของ ภาคผนวก ค) และวิเคราะห์ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.3.2 ผลของเวลาในการแช่โซเดียมแอลจิเนตที่แตกต่างกันต่อความหนาของเปลือกไข่มุกป๊อป

โดยใช้สูตรในการผลิตไข่มุกป๊อปจากขั้นตอน 3.3.1 มาปรับเวลาในการแช่โซเดียมแอลจิเนตร้อยละ 0.5 เป็นเวลา 5, 7.5, 10, 12.5 และ 15 นาที ตามลำดับ จากนั้นนำไปวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพได้แก่ การหาค่าความแข็งจากเครื่องวัดเนื้อสัมผัส อัตราส่วนด้านสั้นต่อด้านยาว และค่าการบวมน้ำ (ตามวิธีของ ภาคผนวก ค) และวิเคราะห์ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.3.3 การศึกษาหาปริมาณสารให้ความหวานจากน้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทอง

ทำการปรับปริมาณสารให้ความหวานได้แก่น้ำผึ้งเป็นปริมาณร้อยละ 5, 10, 15, 20 และ ไม่เติมน้ำผึ้งเป็นตัวควบคุม จากนั้นนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Hedonic scale 5 ระดับ โดยมีคุณลักษณะความชอบของสี กลิ่น ความหวาน รสชาติ และความชอบโดยรวมที่มีต่อตัวอย่าง และวิเคราะห์ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.3.4 การศึกษาหาอัตราส่วนการใช้สารให้ความหวานสตีวิโอไซด์ต่อน้ำผึ้ง

ศึกษาปริมาณสารทดแทนสารให้ความหวานจากหญ้าหวาน (สตีวิโอไซด์) ต่อปริมาณสัดส่วนของน้ำผึ้งที่ใช้เป็นปริมาณร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 ของน้ำผึ้งที่ใช้ หรือปริมาณหญ้าหวานร้อยละ 0, 0.019, 0.038, 0.056 และ 0.075 ตามลำดับ จากนั้นนำไปวิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Hedonic scale 5 ระดับ โดยมีคุณลักษณะความชอบของสี กลิ่น ความหวาน รสชาติ และความชอบโดยรวมที่มีต่อตัวอย่าง วัดสีด้วยระบบ L*-a*-b*และวิเคราะห์ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.3.5 การศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกที่แตกต่างกันที่มีผลต่อความเป็นกรด-ด่าง และรสชาติ

ศึกษาสภาวะการเติมกรดซิตริกลงในไข่มุกป๊อปปริมาณร้อยละ 0.5, 1.0 และ 1.5 โดยไม่เติมกรดซิติกเป็นชุดควบคุม จากนั้นวิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Hedonic scale 5 ระดับ โดยมีคุณลักษณะความชอบของสี กลิ่น ความเปรี้ยว รสชาติ และความชอบโดยรวมที่มีต่อตัวอย่าง วัดสีด้วยระบบ L*-a*-b* วัดค่าความเป็นกรด-ด่างก่อนและหลังขึ้นรูปไข่มุกป๊อป และทำการวิเคราะห์ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.4 การศึกษาสภาวะในการการฆ่าเชื้อและการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอร์ไรซ์ (ดัดแปลงจากสิทธิบัตรหมายเลข CN107156714)

ทำการฆ่าเชื้อด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่ 2 สภาวะได้แก่ อุณหภูมิ 90 และ 95 องศาเซลเซียส โดยจะทำการหาอุณหภูมิ ณ จุดกึ่งกลางของบรรจุภัณฑ์ในแต่ละสภาวะของการฆ่าเชื้อก่อน จากนั้นทำการนำถุงเพาซ์ขนาด กว้าง 10 เซนติเมตร และยาว 15 เวนติเมตร ที่บรรจุไข่มุกป๊อปปริมาณ 30 กรัม และน้ำเชื่อม 20 กรัม ใส่ลงในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่มีอุณหภูมิที่ต้องการ เป็นเวลา 45 นาที

จากนั้นทำการแบ่งผลิตภัณฑ์เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้รับฆ่าเชื้อหลังบรรจุให้เป็นหมายเลข 1 ผลิตภัณฑ์ที่ฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิ 90 และ 95 องศาเซลเซียส เป็นหมายเลข 2 และ 3 ตามลำดับ ทำการเก็บตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม เพื่อวิเคราะห์สารคอร์ไดเซปิน พอลิแซ็กคาไรด์ หาค่าความแข็งจากเครื่องวัดเนื้อสัมผัส วัดสี ความเป็นกรด-ด่าง และเชื้อปนเปื้อนตามมาตรฐานข้อกำหนด มผช.

ทำการเก็บตัวอย่างทุกเดือน เป็นเวลา 3 เดือน โดยจำลองสภาวะการจัดจำหน่ายจริงที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน ทำการเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทุก 1 เดือน (ดัดแปลงจากงานวิจัยของ วิชมณี และคณะ, 2561)

3.5 การวิเคราะห์การตลาดโดยใช้แบบสอบถามกลุ่มบริโภคออนไลน์ (digital survey)

ทำการประเมินกลุ่มผู้บริโภค หรือลูกค้าจากแบบสอบถามออนไลน์เพื่อประเมินกลุ่มลูกค้า ช่วงอายุ อาชีพ รายได้ ราคาของผลิตภัณฑ์ และช่องทางการจำหน่าย ที่กลุ่มผู้บริโภคส่วนใหญ่ยอมรับ ซึ่งแบบสอบถามที่ทำขึ้นดัดแปลงมาจากการอบรมค่ายสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหารประเทศไทย นวัตกรรมของวัตถุดิบท้องถิ่นและโปรตีนแห่งอนาคต (Food Innopolis 2019) (ตามวิธีของภาคผนวก ช)

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 ผลการศึกษาปริมาณของถั่งเช่าสีทองต่อการผลิตไข่มุกป๊อป

จากการศึกษาปริมาณของดอกเห็ดถั่งเช่าสีทองบดละเอียด สำหรับการผลิตไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทอง โดยทำการทดสอบปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพได้แก่ สารอะดีโนซีน คอร์ไดเซปิน พอลิแซ็กคาร์ไรด์ ทำการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพได้แก่ การวัดค่าความแข็งด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส และการวัดสี โดยทำการเติมปริมาณถั่งเช่าสีทองร้อยละ 1, 2, 3 และ ไม่เติมผงถั่งเช่าสีทองเป็นชุดควบคุม โดยดอกเห็ดที่นำมาใช้ได้มาจากการเพาะเลี้ยงตามงานวิจัยของ (ตันติกร และคณะ, 2562) ได้ผลการทดลองของสารสำคัญดังตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าการใช้ปริมาณของถั่งเช่าสีทองที่ร้อยละ 3 จะส่งผลให้ปริมาณของสารสำคัญได้แก่ อะดีโนซีน คอร์ไดเซปิน และพอลิแซ็กคาไรด์มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสำหรับการใช้ปริมาณผงถั่งเช่าสีทองที่ต่างกันไม่ส่งผลถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของค่าความแข็ง แต่ค่าสีจะเห็นได้ว่าไข่มุกป๊อปที่ไม่มีการเติมถั่งเช่าสีทองจะเป็นไข่มุกที่ใสไม่มีสีส้มทำให้ค่า L* สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญเนื่องมาจากการวัดสีถ้าค่า L* เข้าใกล้ 100 หรือมีค่ามากแปลว่าตัวอย่างนั้นมีความสว่างหรือมีสีขาวมาก และค่า a* ถ้าเป็นผลบวกสูงจะแปลว่าตัวอย่างมีสีแดงและค่า b* ถ้ามีผลบวกสูงจะแปลว่าตัวอย่างมีสีเหลือง (อรุณทิพย์ และคณะ. 2555) ซึ่งสอดคล้องกับตัวอย่างที่ทำการเติมถั่งเช่าสีทองร้อยละ 3 ที่มีค่าสูงอย่างมีนัยสำคัญเนื่องมาจากถั่งเช่าสีทองนั้นมีสีส้มออกเหลืองดังตารางที่ 4.2 จึงเลือกการเติมผงถั่งเช่าสีทองปริมาณร้อยละ 3 เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปขั้นตอนต่อไปรูปที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลของการเติมถั่งเช่าสีทองปริมาณที่แตกต่างกันต่อปริมาณของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากไข่มุกป๊อป

ปริมาณเห็ดถั่งเช่าสีทอง (ร้อยละ)	สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (มิลลิกรัมต่อกรัมไข่มุกป๊อป)		
	อะดีโนซีน	คอร์ไดเซปิน	พอลิแซ็กคาไรด์
1	3.62±0.00^{c}	25.44±0.03^{c}	13.38±0.00^{c}
2	7.25±0.00^{b}	56.84±0.02^{b}	26.77±0.02^{b}
3	11.33±0.01^{a}	85.57±0.02^{a}	39.16±0.05^{a}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันของข้อมูลในแนวตั้ง คือไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตารางที่ 4.2 ผลของการเติมผงถั่งเช่าสีทองปริมาณที่แตกต่างกันต่อการวัดสีและเนื้อสัมผัส (ค่าความแข็ง) จากไข่มุกป๊อป

ปริมาณเห็ดถั่งเช่าสีทอง (ร้อยละ)	ค่าสีจากการวัด			ค่าความแข็ง (นิวตัน)
	L*	a*	b*	
0 (ชุดควบคุม)	50.70±0.33^{a}	-1.35±0.09^{d}	12.73±0.05^{c}	5.34±0.16^{a}
1	29.39±1.20^{b}	18.70±0.97^{c}	49.82±1.74^{b}	4.86±0.22^{a}
2	29.54±1.25^{b}	20.99±0.88^{b}	50.20±1.88^{ab}	4.78±0.16^{a}
3	31.70±1.09^{b}	23.41±0.76^{a}	54.03±1.71^{a}	4.97±0.12^{a}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันของข้อมูลในแนวตั้ง คือไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

รูปที่ 4.1 ไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทอง

4.2 ผลของการแช่โซเดียมแอลจิเนตที่เวลาแตกต่างกันต่อความหนาของเปลือกไข่มุกป๊อป

จากผลการทดลองในการหาเวลาการแช่สารละลายโซเดียมแอลจิเนตซึ่งเป็นการแช่สารละลายครั้งที่ 1 เป็นเวลา 5 นาที แต่เนื่องจากเราต้องการให้ไข่มุกป๊อปของเราเก็บรักษาได้เป็นเวลาเพิ่มขึ้นทั้งลักษณะทางกายภาพ สารสำคัญยังคงอยู่มากที่สุด และสามารถทนต่อการฆ่าเชื้อระดับพาสเจอไรซ์ได้ จึงได้ทำการทดลองเพื่อเพิ่มระยะเวลาในการแช่สารละลายแอลจิเนตเพิ่มขึ้น จากผลการทดลองดังตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าค่าความแข็งและขนาดไม่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ โดยผลขนาดจะบ่งบอกถึงความกลมของไข่มุกป๊อปถ้าค่าใกล้ 1 แปลว่าไข่มุกป๊อปมีขนาดกลม (พัชรี และสุธีรา, 2561)

ตารางที่ 4.3 ผลของการแช่โซเดียมแอลจิเนตที่เวลาแตกต่างกันต่อเนื้อสัมผัส (ค่าความแข็ง) และการวัดอัตราส่วนด้านสั้นและยาวของไข่มุกป๊อป

เวลาการแช่โซเดียมแอลจิเนต (นาที)	ลักษณะทางกายภาพ	
	ค่าความแข็ง (นิวตัน)	อัตราส่วน (ด้านสั้นต่อด้านยาว)
5.0	11.16±2.30[a]	1.04±0.04[a]
7.5	11.43±2.53[a]	1.06±0.04[a]
10.0	11.46±2.61[a]	1.07±0.04[a]
12.5	10.51±2.80[a]	1.05±0.04[a]
15.0	10.01±2.31[a]	1.05±0.03[a]

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันของข้อมูลในแนวตั้ง คือไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตารางที่ 4.4 ผลของการแช่โซเดียมแอลจิเนตที่เวลาแตกต่างกันต่อค่าการบวมน้ำของไข่มุกป๊อปของการสุ่มตัวอย่างที่เวลา 0.5, 1.0, 2.0 และ 24 ชั่วโมง

เวลาการแช่โซเดียมแอลจิเนต (นาที)	ร้อยละค่าการบวมน้ำที่เวลา (ชั่วโมง)			
	0.5	1	2	24
5.0	25.39±2.02[a]	31.11±0.97[a]	46.96±0.70[a]	51.16±1.34[a]
7.5	21.58±1.73[a]	29.45±3.53[a]	41.07±3.09[b]	47.62±3.30[a]
10.0	20.20±1.77[a]	28.97±1.21[a]	41.18±2.33[b]	45.43±3.97[a]
12.5	19.39±2.91[a]	29.10±1.74[a]	41.40±1.68[b]	50.26±1.80[a]
15.0	23.85±1.81[a]	32.01±2.35[a]	41.16±1.60[b]	50.36±1.61[a]

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันของข้อมูลในแนวตั้ง คือไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

สำหรับการทดสอบการค่าการบวมน้ำของการแช่โซเดียมแอลจิเนตที่เวลาแตกต่างกันต่อค่าการบวมน้ำของไข่มุกป๊อปของการสุ่มตัวอย่างที่เวลา 0.5, 1.0, 2.0 และ 24 ชั่วโมง ดังตารางที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าในการทดสอบการบวมน้ำที่เวลา 30, 60 นาที และ 24 ชั่วโมง ตัวอย่างที่ผ่านการแช่

สารละลายแอลจิเนตที่เวลาแตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในการทดสอบการบวมน้ำที่เวลา 120 นาที ตัวอย่างที่ผ่านการแช่สารละลายแอลจิเนตเพียง 5 นาทีให้ผลค่าการบวมน้ำที่สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ และจากตารางที่ 4.5 คือผลของการเปรียบเทียบจากตัวอย่างที่แช่สารละลายแอลจิเนตเวลาเดียวกันแต่สุ่มตัวอย่างที่เวลาแตกต่างกันแสดงให้เห็นว่าการแช่สารละลายโซเดียมแอลจิเนตที่เวลา 5.0, 12.5 และ 15.0 นาที มีร้อยละของค่าการบวมน้ำเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่การแช่สารละลายโซเดียมแอลจิเนตที่เวลา 7.5 และ 10.0 นาที ค่าการบวมน้ำที่เวลาสุ่มตัวอย่าง 2 และ 24 ชั่วโมงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหมายความว่าผนังของไข่มุกป๊อปมีการแลกเปลี่ยนสารละลายภายในกับภายนอกน้อยลงโดย Gong *et al*., 2011 ได้กล่าวไว้ว่าสำหรับการทดสอบการบวมน้ำสามารถบอกถึงคุณสมบัติในการกักเก็บสารสำคัญถ้ามีค่ามากแสดงว่าผนังของไข่มุกป๊อปมีคุณสมบัติในการเก็บสารละลายที่น้อย จึงทำให้เลือกสภาวะการแช่สารละลายแอลจิเนตที่เวลา 7.5 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมมากกว่าเวลาที่ 10 นาทีในการผลิตไข่มุกป๊อปขั้นตอนต่อไป เนื่องจากการนำไปผลิตระดับอุตสาหกรรมการใช้เวลาที่นานจะทำให้ต้นทุนในกระบวนการผลิตสูงขึ้นมากได้แก่ค่าไฟ ค่าน้ำ และค่าแรงเป็นต้น

ตารางที่ 4.5 ผลของค่าการบวมน้ำของไข่มุกป๊อปจากการสุ่มตัวอย่างที่เวลา 0.5, 1.0, 2.0 และ 24 ชั่วโมง ต่อการแช่สารละลายแอลจิเนตเวลาเดียวกัน

เวลาการแช่โซเดียมแอลจิเนต (นาที)	ร้อยละของค่าการบวมน้ำที่เวลา (ชั่วโมง)			
	0.5	1	2	24
5.0	25.39±2.02^{d}	31.11±0.97^{c}	46.96±0.70^{b}	51.16±1.34^{a}
7.5	21.58±1.73^{b}	29.45±3.53^{b}	41.07±3.09^{a}	47.62±3.30^{a}
10.0	20.20±1.77^{c}	28.97±1.21^{b}	41.18±2.33^{a}	45.43±3.97^{a}
12.5	19.39±2.91^{d}	29.10±1.74^{c}	41.40±1.68^{b}	50.26±1.80^{a}
15.0	23.85±1.81^{d}	32.01±2.35^{c}	41.16±1.60^{b}	50.36±1.61^{a}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันของข้อมูลในแนวนอน คือไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

4.3 ผลการศึกษาหาปริมาณสารให้ความหวานจากน้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทอง

จากผลการทดสอบปริมาณน้ำผึ้งที่ใช้เติมแต่งเพื่อเป็นสารให้ความหวานสำหรับการผลิตไข่มุกป๊อปโดยใช้ปริมาณน้ำผึ้งร้อยละ 5, 10, 15, 20 และไม่เติมน้ำผึ้งเป็นตัวควบคุม ดังตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากผู้บริโภคจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ผลของความชอบ

ได้แก่ สี ในการสังเกตสีและการดมกลิ่นของตัวอย่างที่ใช้ปริมาณน้ำผึ้งแตกต่างกันจากผู้ทำแบบทดสอบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ผลการสอบถามของความหวาน รสชาติ และความชอบโดยรวมปรากฏว่าการใช้น้ำผึ้งในอัตราส่วนร้อยละ 20 เป็นสารให้ความหวานในการผลิตไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทอง ผู้ทดสอบให้คะแนนสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่างจากการใช้น้ำผึ้งเป็นสารให้ความหวานปริมาณอื่น จึงเลือกการใช้น้ำผึ้งปริมาณร้อยละ 20 เป็นสภาวะสารให้ความหวานที่เหมาะสมในการทดลองต่อไป

ตารางที่ 4.6 ผลของการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบเพื่อหาปริมาณสารให้ความหวานจากน้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทอง

ปริมาณน้ำผึ้ง (ร้อยละ)	คะแนนความชอบ				
	สี	กลิ่น	ความหวาน	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
0	4.06±0.83[a]	3.43±0.90[a]	2.37±0.81[b]	2.73±0.87[b]	2.37±0.83[b]
5	4.06±0.87[a]	3.73±0.94[a]	2.60±0.97[b]	2.70±1.02[b]	2.60±0.84[b]
10	4.13±0.86[a]	3.80±0.89[a]	2.83±0.83[b]	3.13±0.94[b]	2.83±0.76[b]
15	3.93±0.94[a]	3.60±0.97[a]	3.17±0.87[b]	3.17±0.87[b]	3.17±0.91[b]
20	3.93±0.91[a]	3.87±0.82[a]	4.07±0.83[a]	4.00±0.91[a]	4.07±0.71[a]

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันของข้อมูลในแนวตั้ง คือไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

4.4 ผลการศึกษาหาอัตราการส่วนใช้สารให้ความหวานสตีวิโอไซด์ต่อน้ำผึ้งในการผลิตไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทอง

จากผลการทดลองการศึกษาปริมาณอัตราส่วนสารให้ความหวานสตีวิโอไซด์ที่ทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งในการผลิตไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทอง โดยปริมาณสารสกัดบริสุทธิ์จากหญ้าหวานที่ในการทดแทนจะคิดความหวานของหญ้าหวานซึ่งสารสกัดจากหญ้าหวานจะมีความหวานมากกว่าน้ำตาลถึง 200 เท่าแต่ไม่ให้พลังงาน (วทันยา และคณะ, 2555) ซึ่งน้ำผึ้งที่ใช้ในการผลิตไข่มุกป๊อปร้อยละ 20 ทำการวัดปริมาณของแข็งได้ 15 บริกซ์ จึงกำหนดให้น้ำผึ้งมีน้ำตาล 15 บริกซ์ จะเทียบเท่ากับผงสารสกัดหญ้าหวาน 0.075 กรัม ดังนั้นการใช้น้ำผึ้งร้อยละ 100, 75, 50, 25 และ 0 ต่อปริมาณสตีวิโอไซด์ 0, 0.019, 0.038, 0.056 และ 0.075 ตามลำดับ ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากกลุ่มผู้บริโภคจำนวน 30 คนจากตารางที่ 4.7 ปรากฏว่าผลของความชอบ ได้แก่ ค่าสีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับผลของกลิ่นจะเห็นได้ว่าคนชอบตัวอย่างที่ใช้น้ำผึ้งอย่างเดียวอาจเนื่องมาจากน้ำผึ้งจะมีกลิ่นที่หอมมากกว่าสตีวิโอไซด์ แต่ผลของความหวาน รสชาติ

และความชอบโดยรวมนั้นไม่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีโนวโน้มแสดงให้เห็นว่าการใช้สตีวิโอไซด์อย่างเดียวผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสจะชอบน้อยที่สุด และค่าการวัดสีด้วยเครื่องวัดสีระบบ L*-a*-b* จะเห็นได้ว่าการใช้สตีวิโอไซด์อย่างเดียวจะส่งผลให้ค่า L* มีค่าเข้าใกล้ 100 มากกว่าตัวอย่างอื่นซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย (อรุณทิพย์ และคณะ. 2555) ที่กล่าวว่าค่า L* มีค่ามากแปลว่าตัวอย่างมีความสว่างมากกว่าตัวอย่างอื่นที่มีสีของน้ำผึ้งเป็นสารให้ความหวานตามตารางที่ 4.8 เราจึงเลือกการใช้สตีวิโอไซด์ต่อน้ำผึ้งในอัตราส่วนปริมาณร้อยละ 0.056 ต่อน้ำผึ้งร้อยละ 5 เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบของการศึกษาอัตราส่วนการใช้สารให้ความหวานสตีวิโอไซด์ต่อน้ำผึ้งในการผลิตไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทอง

อัตราส่วนการใช้สตีวิโอไซด์ต่อน้ำผึ้ง (ร้อยละ)	คะแนนความชอบ				
	สี	กลิ่น	ความหวาน	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
0 : 20	4.17±0.70^{a}	3.84±0.83^{a}	3.14±1.14^{b}	3.12±1.08^{b}	3.49±0.96^{b}
0.019 : 15	3.90±0.98^{a}	4.21±0.86^{a}	3.57±1.16^{ab}	3.78±0.98^{ab}	3.80±0.89^{ab}
0.038 : 10	4.12±0.70^{a}	3.88±0.64^{a}	3.79±0.84^{ab}	3.77±0.60^{ab}	3.86±0.68^{ab}
0.056 : 5	4.20±0.71^{a}	3.78±0.69^{ab}	4.19±0.87^{a}	4.08±0.76^{a}	4.33±0.70^{a}
0.075 :0	4.20±0.71^{a}	3.18±0.82^{b}	3.39±0.82^{b}	3.29±0.89^{b}	3.34±0.82^{b}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันของข้อมูลในแนวตั้ง คือไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตารางที่ 4.8 ผลการของอัตราส่วนการใช้สารให้ความหวานสตีวิโอไซด์ต่อน้ำผึ้งต่อค่าสีในการผลิตไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทอง

อัตราส่วนการใช้สตีวิโอไซด์ต่อน้ำผึ้ง (ร้อยละ)	ค่าสีจากการวัด		
	L*	a*	b*
0 : 20	31.99±0.53^{c}	9.78±0.04^{d}	24.87±0.54^{c}
0.019 : 15	33.18±0.17^{b}	10.56±0.30^{c}	27.08^{b}±0.52
0.038 : 10	32.78±0.27^{b}	11.27±0.20^{b}	28.92±1.03^{a}
0.056 : 5	32.80±0.04^{b}	11.63±0.03^{ab}	29.44±0.07^{a}
0.075 :0	35.37±0.15^{a}	11.94±0.02^{a}	29.78±0.01^{a}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันของข้อมูลในแนวตั้ง คือไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

4.5 ผลการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่าง ที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษา

จากผลการทดลองการหาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่เหมาะสมต่อรสชาติ และส่งเสริมระยะเวลาในการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทองก่อนทำการปรับกรดมีค่าความเป็นกรด-ด่างมากกว่า 4.6 และจะทำการบรรจุในภาชนะปิดสนิทจึงต้องทำการปรับกรดให้มีค่าต่ำกว่า 4.6 เพื่อช่วยส่งเสริมการเก็บรักษา แต่ยังคงรสชาติที่ผู้บริโภคยอมรับได้ (ตามภาคผนวก ญ ประกาศกระทรวงสารธารณะสุขฉบับที่ 355

ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากผู้บริโภคจากการเติมกรดซิตริกปริมาณแตกต่างกัน ในการผลิตไข่มุกป๊อป

ปริมาณกรดซิตริก (ร้อยละ)	คะแนนความชอบ				
	สี	กลิ่น	ความเปรี้ยว	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
0	3.82±0.87[a]	3.41±0.93[a]	2.66±1.32[a]	3.46±1.06[a]	3.66±0.88[a]
0.25	3.89±1.03[a]	3.55±0.99[a]	2.67±1.43[a]	3.17±1.18[a]	3.47±0.96[a]
0.50	3.68±0.88[a]	3.40±0.93[a]	2.90±1.16[a]	3.19±1.09[a]	3.27±1.03[a]
0.75	3.79±1.07[a]	3.42±1.00[a]	2.75±1.21[a]	3.00±0.98[a]	3.09±1.08[a]
1.00	3.78±1.01[a]	3.49±1.12[a]	3.04±1.34[a]	2.92±1.14[a]	3.09±1.11[a]

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันของข้อมูลในแนวตั้ง คือไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์อาหารบรรจุภัณฑ์ปิดสนิท) จากตารางที่ 4.9 จะเห็นได้ว่าผลการทดสอบชิมทางประสาทสัมผัสจากผู้บริโภคจากกลุ่มประชากรจำนวน 30 คนผลการทดสอบได้แก่ สี กลิ่น ความเปรี้ยว รสชาติ และความชอบโดยรวมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ตารางที่ 4.10 จะเห็นได้ว่าหลังการขึ้นรูปของไข่มุกป๊อปค่าความเป็นกรด-ด่างจะสูงขึ้น ดังนั้นผลของค่าความเป็นกรด-ด่างในการเติมกรดซิตริกที่อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมจึงเป็นปริมาณกรดซิตริกร้อยละ 0.5, 0.75 และ 1.00 ดังนั้นเราจึงเลือกปริมาณการเติมกรดซิตริกที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทองในอัตราส่วนร้อยละ 0.75 ใช้ในการผลิตไข่มุกป๊อปเพื่อศึกษาระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อไป

ตารางที่ 4.10 ผลของการเติมกรดซิตริกในปริมาณที่แตกต่างกันต่อค่าความเป็นกรด-ด่างก่อนและหลังการขึ้นรูปไข่มุกป๊อป และค่าสีของไข่มุกป๊อป

ปริมาณกรดซิตริก (ร้อยละ)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง		ค่าสีจากการวัด		
	ก่อนขึ้นรูป	หลังขึ้นรูป	L*	a*	b*
0	5.50±0.00^{a}	5.63±0.01^{a}	32.70±0.55^{d}	15.40±0.14^{c}	35.01±1.24^{ab}
0.25	4.40±0.01^{b}	4.65±0.01^{b}	35.70±0.59^{a}	17.44±0.16^{a}	36.20±1.36^{a}
0.50	4.00±0.01^{c}	4.27±0.01^{c}	35.00±0.40^{ab}	15.45±0.18^{c}	34.08±0.88^{bc}
0.75	3.80±0.01^{d}	4.00±0.00^{d}	34.82±0.53^{b}	16.66±0.22^{b}	35.68±0.58^{ab}
1.00	3.56±0.00^{e}	3.94±0.01^{e}	33.52±0.25^{c}	15.28±0.24^{c}	32.46±0.89^{c}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันของข้อมูลในแนวตั้ง คือไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

4.6 ผลการศึกษาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ต่อการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์

ทำการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 90 และ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที โดยใช้สูตรในการผลิตไข่มุกป๊อปได้แก่ ปริมาณผงถั่งเช่าสีทอง น้ำผึ้ง หญ้าหวานและกรดซิตริกอัตราส่วนร้อยละ 3, 5, 0.056 และ 0.75 ตามลำดับแช่ในสารละลายแอลจิเนตเป็นเวลา 7.5 นาที

จากนั้นทำการเก็บตัวอย่างก่อนการศึกษาอายุเก็บรักษา (เดือนที่ 0) นำไปวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ได้แก่ ปริมาณสารสำคัญ เนื้อสัมผัส (ความแข็ง) วัดความเป็นกรด-ด่าง ตรวจเชื้อที่ปนเปื้อนในอาหารจากตาราง 4.11 พบว่า ปริมาณสารสำคัญที่ตรวจวิเคราะห์เหลือเพียง คอร์ไดเซปินและพอลิแซ็กคาไรด์เนื่องมาจากสารอะดีโนซีนมีความเสียสภาพง่ายซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Li *et al*., 2015) ได้ทำการทดสอบผลของความร้อนต่อสารอะดีโนซีนจะเริ่มเสียสภาพที่อุณหภูมิสูงกว่า 50 องศาเซลเซียสและลดลงเรื่อยอย่างต่อเนื่องเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น จึงทำให้อาจสูญเสียไปในขั้นก่อนการเตรียมสารละลายก่อนขึ้นรูปที่ต้องใช้อุณหภูมิในการละลายสารไฮโดรคอลลอยด์และฆ่าเชื้อ เมื่อนำมาขึ้นรูปเป็นไข่มุกแล้วนำมาวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญด้วยการวิเคราะห์จากเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง ทำให้ไม่สามารถตรวจพบในพื้นใต้กราฟของสารอะดีโนซีนได้ และจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าคอร์ไดเซปิน และพอลิแซ็กคาไรด์ที่อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อสูงจะมีผลมากกว่า เนื่องมาจากความร้อนมีคุณสมบัติในการช่วยสกัดสารออกมากจากดอกเห็ดถั่งเช่าสีทองซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ของ (Li *et al*., 2015) ที่ทำการหาผลของความร้อนในการสกัดสารจากถั่งเช่าสีทองกล่าวว่าสารคอร์ไดเซปินเมื่อความสูงขึ้นจะมีปริมาณสารที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องซึ่งแปรผกผันกับสารอะดีโนซีน ผลของค่าความแข็งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ จากนั้นจะนำตัวอย่างหมายเลข 1, 2 และ 3 ไปเก็บรักษาไว้ที่ 2 สภาวะได้แก่ สภาวะจัดจำหน่ายจริง (อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส) และนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องปกติ (อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส) ตามลำดับ

ตารางที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี กายภาพ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของตัวอย่างก่อนทำการศึกษาระยะเวลาในการเก็บรักษา

ตัวอย่างที่	สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (มิลลิกรัมต่อกรัมไข่มุกป๊อป)		ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ค่าสีจากการวัด			ความแข็ง (นิวตัน)
	คอร์ได-เซปิน	พอลิแซ็ก-คาไรด์		L*	a*	b*	
1	0.070 ±0.00^{b}	3.38 ±0.11^{b}	3.99 ±0.00^{a}	36.19 ±0.19^{a}	14.17 ±0.12^{c}	32.83 ±0.20^{a}	3.46 ±0.15^{a}
2	0.076 ±0.00^{a}	4.30 ±0.11^{a}	3.79 ±0.01^{b}	33.26 ±0.35^{b}	16.58 ±0.17^{b}	30.92 ±0.47^{b}	3.42 ±0.13^{a}
3	0.077 ±0.00^{a}	4.58 ±0.02^{a}	3.78 ±0.00^{b}	32.15 ±0.27^{b}	17.66 ±0.04^{a}	30.28 ±0.00^{b}	3.35 ±0.04^{a}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันของข้อมูลในแนวตั้ง คือไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ตัวอย่างที่ 1 คือ ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ ตัวอย่าง 2 และ 3 คือ ผ่านการฆ่าเชื้อที่ 90 และ 95 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

ทำการศึกษาอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน โดยสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ ทางเคมี และสารออกฤทธิ์ชีวภาพผลการตรวจวัดจุลินทรีย์ตามมาตรฐาน มผช. (ภาคผนวก จ) ในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไข่มุกป๊อปเป็นเวลา 3 เดือนปรากฏว่าผลการตรวจนับจุลินทรีย์ตามตารางที่ 4.12 ซึ่งเป็นตัวอย่างที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แสดงให้เห็นว่าการตรวจเชื้อ *E. coli* ด้วยวิธี MPN และ *S. aureus* การตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด การตรวจยีสต์และราไม่พบตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน และทำการวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี กายภาพ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ โดยผลค่าความเป็นกรด-ด่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ผลจากการวัดค่าสีทั้งค่า L* และ a* การเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ค่า b* มีแนวโน้มลดลงจากเดือนที่ 0 อาจเนื่องมาจากไข่มุกป๊อปได้ทำการแช่อยู่ในสารละลายไม่มีสีจึงอาจมีการแพร่ของสารละลายจากความเข้มข้นสูงไปสู่ความเข้มข้นต่ำทำให้สีเหลืองของไข่มุกป๊อปลดลง ค่าความแข็งและสารคอร์ไดเซปินไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พอลิแซ็กคาไรด์มีการลดลงเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือนดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.12 ปริมาณการตรวจนับจุลินทรีย์ของตัวอย่างที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน

เดือน	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (โคโลนีต่อกรัมไข่มุกป๊อป)			
	จุลินทรีย์ทั้งหมด	*E. coli*	*S. aureus*	ยีสต์ และรา
จุลินทรีย์ตามข้อกำหนด มผช.	‹ $1x10^4$	‹ 3	ต้องไม่พบ	‹ 100
0	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
1	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
2	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
3	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

หมายเหตุ : มาตรฐานข้อกำหนดจำนวนจุลินทรีย์อ้างอิงจากภาคผนวก ช. ข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของเยลลี่อ่อน

จากผลการทดลองการตรวจนับจุลินทรีย์ตามข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของเยลลี่อ่อนของตัวอย่างที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 90 องศาซาเซลเซียส และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือนจากตาราง 4.14 การตรวจเชื้อ *E. coli* ด้วยวิธี MPN การตรวจจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด เชื้อ *S. aureus* การตรวจยีสต์และราตรวจไม่พบตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา และทำการวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี ทางกายภาพ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ดังตารางที่ 4.15 ปรากฏว่าผลค่าความเป็นกรด-ด่างมีในช่วงเดือนแรงแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่เริ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเดือนที่ 2 ผลจากการวัดค่าสีทั้งค่า L*, a* และ b* การเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ค่าความแข็งมีแนวโน้มลดลงแต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิเคราะห์สารคอร์ไดเซปินมีปริมาณลดลงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พอลิแซ็กคาไรด์มีการลดลงและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับก่อนการเก็บรักษาคือเดือนที่ 0 ที่มีพอลิแซ็กคาไรด์ 4.30 มิลลิกรัมต่อกรัมไข่มุกป๊อป แต่เมื่อเก็บรักษาระยะเวลา 3 เดือนเหลือพอลิแซ็กคาไรด์เพียง 2.20 มิลลิกรัมต่อกรัมไข่มุกป๊อป

จากผลการทดลองการตรวจนับจุลินทรีย์ตามข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของเยลลี่อ่อนของตัวอย่างที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 95 องศาซาเซลเซียส และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน ผลการทดลองพบว่าการตรวจจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด การตรวจนับจำนวน *E. coli* การตรวจนับ *S. aureus* การตรวจเชื้อยีสต์และรา ตรวจไม่พบตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน ที่สภาวะการฆ่าเชื้อและการเก็บรักษานี้มีผลการตรวจนับไม่พบจำนวนจุลินทรีย์อาจเนื่องมาจากการใช้อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อที่สูงซึ่งสามารถยับยั้งหรือทำลายเชื้อก่อโรคในอาหารได้ (ภาคย์, 2556) ตามที่แสดงในตารางที่ 4.16 จากนั้นทำการวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี ทางกายภาพ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ดังตารางที่ 4.17 แสดงให้เห็นว่าผลค่าความเป็นกรด-ด่างมีแนวโน้มเพิ่ม

ตารางที่ 4.13 การวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี กายภาพ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของตัวอย่างที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 90 องศาซาเซลเซียส และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน

เดือนที่	สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (มิลลิกรัมต่อกรัมไข่มุกป๊อป)		ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ค่าสีจากการวัด			ความแข็ง (นิวตัน)
	คอร์ไดเซปิน	พอลิแซ็กคาไรด์		L*	a*	b*	
0	0.076 ±0.00[a]	4.30 ±0.11[a]	3.78 ±0.00[c]	33.26 ±0.35[b]	16.58 ±0.17[a]	30.92 ±0.47[a]	3.42 ±0.13[a]
1	0.074 ±0.01[a]	3.24 ±0.06[b]	3.95 ±0.01[b]	35.13 ±0.33[a]	14.82 ±0.02[c]	30.29 ±0.24[a]	3.27 ±0.21[a]
2	0.068 ±0.01[a]	2.76 ±0.07[c]	3.93 ±0.01[b]	32.82 ±0.21[b]	14.34 ±0.05[d]	28.92 ±0.03[b]	3.16 ±0.05[a]
3	0.067 ±0.00[a]	2.49 ±0.17[c]	4.05 ±0.01[a]	32.10 ±0.06[c]	16.05 ±0.10[b]	28.65 ±0.08[b]	3.29 ±0.03[a]

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันของข้อมูลในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตารางที่ 4.14 ปริมาณการตรวจนับจุลินทรีย์ของตัวอย่างที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน

เดือน	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (โคโลนีต่อกรัมไข่มุกป๊อป)			
	จุลินทรีย์ทั้งหมด	*E. coli*	*S. aureus*	ยีสต์ และรา
จุลินทรีย์ตามข้อกำหนด มผช.	‹ $1x10^4$	‹ 3	ต้องไม่พบ	‹ 100
0	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
1	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
2	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
3	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

หมายเหตุ : มาตรฐานข้อกำหนดจำนวนจุลินทรีย์อ้างอิงจากภาคผนวก ช. ข้ออกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของเยลลี่อ่อน

ขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติค่าจากการวัดสี L*, a* และ b* การเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ค่าความแข็งมีการลดลงแต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ วิเคราะห์สารออกฤทธิ์ทาง

ชีวภาพทราบว่าคอร์ไดเซปินตลอดระยะเวลาการเก็บรักษามีแนวโน้มลดลงแต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพอลิแซ็กคาไรด์มีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 1 เดือน

ตารางที่ 4.15 การวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี กายภาพ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของตัวอย่างที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 90 องศาซาเซลเซียส และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน

เดือนที่	สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (มิลลิกรัมต่อกรัมไข่มุกป๊อป)		ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ค่าสีจากการวัด			ความแข็ง (นิวตัน)
	คอร์ไดเซปิน	พอลิแซ็กคาไรด์		L*	a*	b*	
0	0.076 ±0.00^{a}	4.30 ±0.11^{a}	3.79 ±0.01^{c}	33.26 ±0.35^{a}	16.58 ±0.17^{a}	30.92 ±0.47^{a}	3.42 ±0.13^{a}
1	0.069 ±0.00^{bc}	2.99 ±0.05^{b}	3.80 ±0.01^{c}	31.22 ±0.13^{c}	14.04 ±0.01^{c}	28.51 ±0.06^{b}	3.40 ±0.03^{a}
2	0.073 ±0.00^{ab}	2.63 ±0.11^{bc}	3.93 ±0.01^{b}	31.57 ±0.04^{c}	13.14 ±0.05^{d}	25.52 ±0.24^{c}	3.20 ±0.02^{b}
3	0.076 ±0.00^{c}	2.20 ±0.11^{c}	4.06 ±0.01^{a}	29.96 ±0.08^{b}	12.69 ±0.04^{b}	24.82 ±0.11^{b}	3.28 ±0.19^{ab}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันของข้อมูลในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตารางที่ 4.16 ปริมาณการตรวจนับจุลินทรีย์ของตัวอย่างที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 95 องศาซาเซลเซียส และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน

เดือน	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (โคโลนีต่อกรัมไข่มุกป๊อป)			
	จุลินทรีย์ทั้งหมด	*E. coli*	*S. aureus*	ยีสต์ และรา
จุลินทรีย์ตามข้อกำหนด มผช.	‹ 1x10^{4}	‹ 3	ต้องไม่พบ	‹ 100
0	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
1	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
2	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
3	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

หมายเหตุ : มาตรฐานข้อกำหนดจำนวนจุลินทรีย์อ้างอิงจากภาคผนวก ช. ข้ออกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของเยลลี่อ่อน

ตารางที่ 4.17 การวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี กายภาพ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของตัวอย่างที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 95 องศาซาเซลเซียส และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน

เดือนที่	สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (มิลลิกรัมต่อกรัมไข่มุกป๊อป)		ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ค่าสีจากการวัด			ความแข็ง (นิวตัน)
	คอร์ไดเซปิน	พอลิแซ็กคาไรด์		L*	a*	b*	
0	0.077 ±0.00^{ab}	4.58 ±0.02^{a}	3.78 ±0.00^{c}	32.15 ±0.27^{c}	17.66 ±0.04^{a}	30.28 ±0.00^{a}	3.35 ±0.04^{a}
1	0.076 ±0.01^{ab}	2.83 ±0.02^{b}	3.95 ±0.01^{b}	34.65 ±0.20^{a}	14.28 ±0.17^{c}	28.51 ±0.02^{c}	3.19 ±0.05^{ab}
2	0.069 ±0.00^{b}	2.68 ±0.12^{b}	3.94 ±0.01^{b}	34.40 ±0.08^{a}	14.34 ±0.03^{c}	29.66 ±0.02^{b}	3.12 ±0.12^{b}
3	0.079 ±0.00^{a}	2.78 ±0.08^{c}	4.04 ±0.01^{a}	33.64 ±0.04^{b}	15.04 ±0.03^{b}	28.73 ±0.05^{c}	3.10 ±0.09^{b}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันของข้อมูลในแนวตั้ง คือไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตารางที่ 4.18 ปริมาณการตรวจนับจุลินทรีย์ของตัวอย่างที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 95 องศาซาเซลเซียส และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน

เดือน	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (โคโลนีต่อกรัมไข่มุกป๊อป)			
	จุลินทรีย์ทั้งหมด	*E. coli*	*S. aureus*	ยีสต์ และรา
จุลินทรีย์ตามข้อกำหนด มผช.	‹ 1x10^{4}	‹ 3	ต้องไม่พบ	‹ 100
0	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
1	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
2	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
3	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

หมายเหตุ : มาตรฐานข้อกำหนดจำนวนจุลินทรีย์อ้างอิงจากภาคผนวก ช. ข้ออกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของเยลลี่อ่อน

จากตารางที่ 4.18 ผลการตรวจนับจุลินทรีย์ตามข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของเยลลี่อ่อนของตัวอย่างที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 95 องศาซาเซลเซียส และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน แสดงให้เห็นว่าการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด การตรวจเชื้อ *E. coli* ด้วยวิธี MPN และ *S. aureus* ตรวจเชื้อยีสต์และราไม่พบตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือนเช่นเดียวกัน จากนั้นทำการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพได้แก่ค่าสี L*, a* และ b* มีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหมายความว่าตัวอย่างมีความสว่างลดลง สีแดงอ่อนลง และมีสีเหลืองที่จางลง (อรุณทิพย์ และคณะ. 2555) ค่าความแข็งและคอร์ไดเซปินมีการเปลี่ยนแปลง และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังจากการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน และพอลิแซ็กคาไรด์มีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 การวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี กายภาพ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของตัวอย่างที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 95 องศาซาเซลเซียส และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน

เดือนที่	สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (มิลลิกรัมต่อกรัมไข่มุกป๊อป)		ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ค่าสีจากการวัด			ความแข็ง (นิวตัน)
	คอร์ไดเซปิน	พอลิแซ็กคาไรด์		L*	a*	b*	
0	0.077 ±0.00^{a}	4.58 ±0.02^{a}	3.78 ±0.00^{a}	32.15 ±0.27^{a}	17.66 ±0.04^{a}	30.28 ±0.00^{a}	3.35 ±0.04^{a}
1	0.076 ±0.00^{a}	2.73 ±0.02^{b}	3.79 ±0.01^{b}	31.04 ±0.08^{b}	13.99 ±0.05^{b}	29.04 ±0.02^{b}	3.11 ±0.14^{ab}
2	0.078 ±0.00^{a}	2.52 ±0.10^{c}	3.95 ±0.01^{c}	31.08 ±0.08^{b}	13.09 ±0.01^{c}	26.12 ±0.10^{c}	3.00 ±0.12^{ab}
3	0.082 ±0.00^{a}	2.19 ±0.06^{d}	4.03 ±0.02^{c}	30.01 ±0.20^{c}	12.50 ±0.03^{d}	23.53 ±0.09^{d}	2.97 ±0.20^{b}

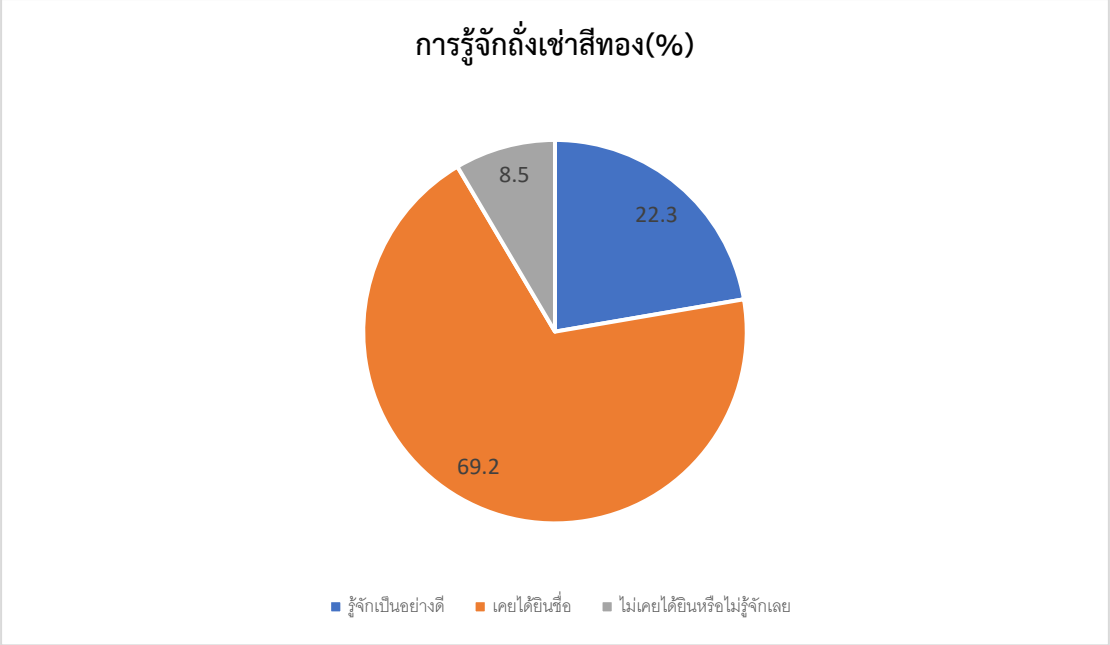
หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันของข้อมูลในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

จากการทดลองการศึกษาระยะเวลาในการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อและมีสภาวะการเก็บรักษาที่แตกต่างกันตัวอย่างที่ทำการผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 90 องศาซาเซลเซียส เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส และตัวอย่างที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 95 องศาซาเซลเซียส เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส ผลการตรวจจุลินทรีย์ไม่พบตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน จากผลการทดลองจะพบว่าค่าค่าความแข็งตลอดระยะเวลาการเก็บ

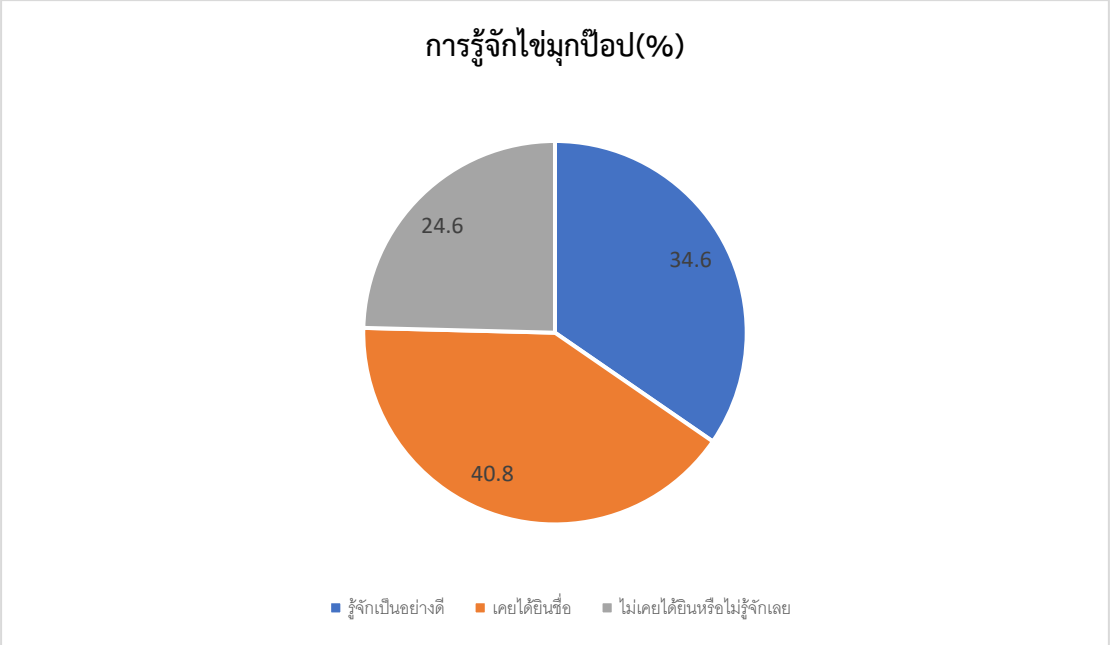
รักษาจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าตัวอย่างยังคงสภาพใกล้เคียงกับตอนเริ่มต้น สำหรับผลของการวัดค่าสีมีการเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเนื่องมาจากสารละลายที่แช่มีสีใสและสารในไข่มุกป๊อปเรามีสีเหลืองเมื่อทำการเก็บรักษาเป็นเวลานานอาจเกิดช่องว่างของโครงสร้างบริเวณผิวของไข่มุกป๊อปเนื่องจากการเกาะกันอย่างหลวมๆ ของบริเวณ egg box ส่งผลให้เกิดการแลกเปลี่ยนสารละลายของไข่มุกป๊อปซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (พัชรี และสุธีรา, 2561) เมื่อทำการเก็บรักษาไว้เป็นเวลานาน และ Fellows (2000) กล่าวไว้ว่าเม็ดสีในธรรมชาติจะถูกทำลายโดยกระบวนการให้ความร้อน การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง หรือการออกซิไดซ์ในระหว่างการเก็บรักษา

4.7 ผลการศึกษาการวิเคราะห์การตลาดโดยใช้แบบสอบถามกลุ่มบริโภคออนไลน์ (digital survey)

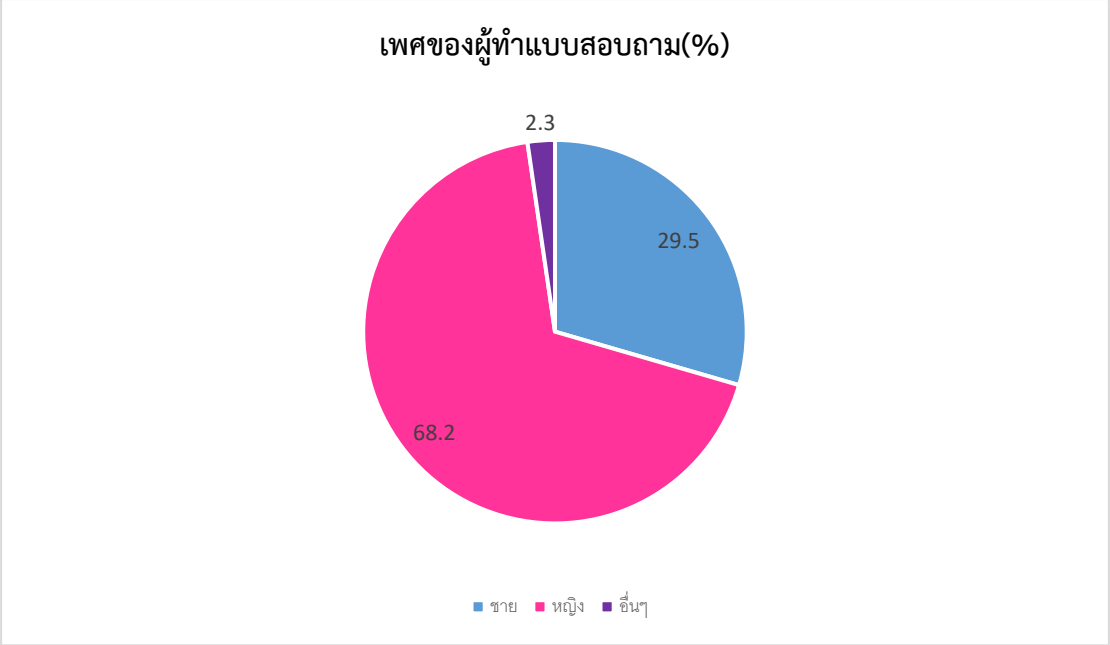
จากการทำแบบสอบถามของกลุ่มประชากรจำนวน 130 คน เพื่อประเมินกลุ่มลูกค้าของผลิตภัณฑ์ไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทองโดยสอบถามทั้งข้อมูลของผู้ทำแบบสอบถามและข้อมูลการเลือกตัดสินใจซื้อผลปรากฏว่า ถั่งเช่าสีทองเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายโดยร้อยละ 69.2 เคยได้ยินชื่อ และร้อยละ 22.3 รับประทานหรือรู้จักเป็นอย่างดี สำหรับไข่มุกป๊อปที่กำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบันมีผู้รู้จักถึงร้อยละ 40.8 และรู้จักทานเป็นประจำร้อยละ 34.6 (ตามรูปที่ 4.2 และ 4.3) ทำให้เรามั่นใจได้ว่าผลิตภัณฑ์ของเรานั้นสามารถเป็นที่รู้จักและเข้าถึงบุคคลได้ง่าย เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างที่ทำแบบสอบถาม มีความหลากหลายทั้งอาชีพ อายุ และเพศ โดยกลุ่มประชากรทำแบบสอบถามเป็นเพศหญิงถึงร้อยละ 68.2 เพศชายร้อยละ 29.5 และเพศทางเลือกร้อยละ 2.3 ช่วงอายุ 21-30 ปีร้อยละ 76.9 ช่วงอายุ 31-40 ร้อยละ 11.5 และช่วงอายุ 51-60 ร้อยละ 6.9 จะเห็นได้ว่ากลุ่มคนที่สนใจจะมีช่วงอายุตั้งแต่วัยรุ่นเข้าสู่ช่วงวัยทำงานและผู้สูงอายุซึ่งเป็นกลุ่มที่มีกำลังในการซื้อผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและใส่ใจเรื่องสุขภาพมากขึ้น (ดังรูปที่ 4.4 และ 4.5) ประชากรที่ทำแบบสอบถามนี้มีความชอบทานของหวาน ขนม หรืออาหารที่มีรสชาติอร่อย แต่อาจจะมีปัญหาสุขภาพตามมา ซึ่งทำให้กลุ่มประประชากรที่สำรวจมีความสนใจในผลิตภัณฑ์ไข่มุกป๊อปที่มีส่วนช่วยในเรื่องของสุขภาพจากสรรพคุณของถั่งเช่าสีทองและมีรสชาติอร่อยทานง่าย เนื่องจากกระบวนการขึ้นรูปให้อยู่ในรูปแบบของผลิตภัณฑ์ไข่มุกป๊อปถึงร้อยละ 85.3 (ดังรูปที่ 4.7)



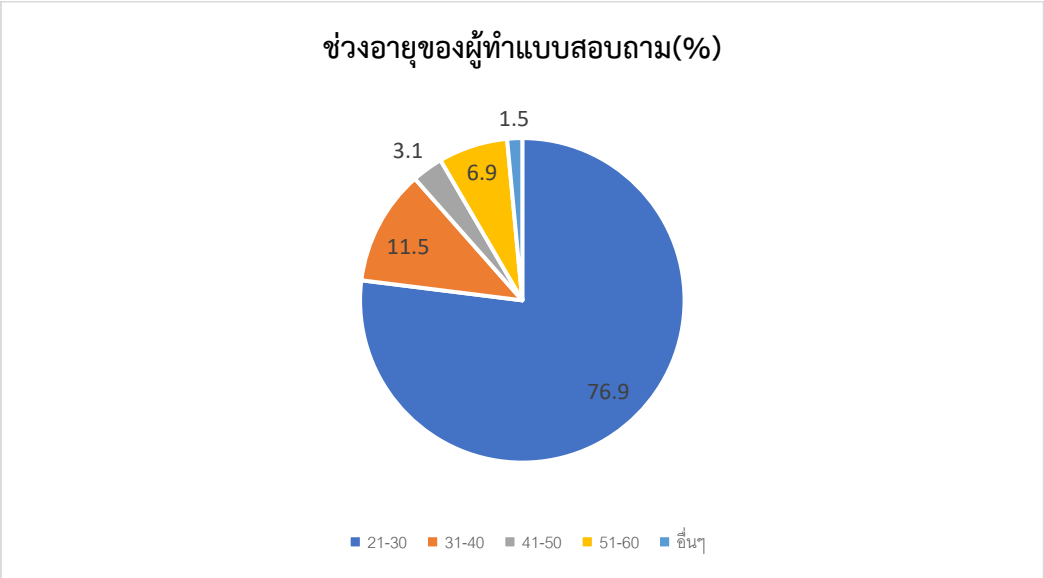
รูปที่ 4.2 แผนภูมิวงกลมแสดงร้อยละการรู้จักถั่งเช่าสีทองจากกลุ่มประชากรที่ทำแบบสอบถามทั้งหมด



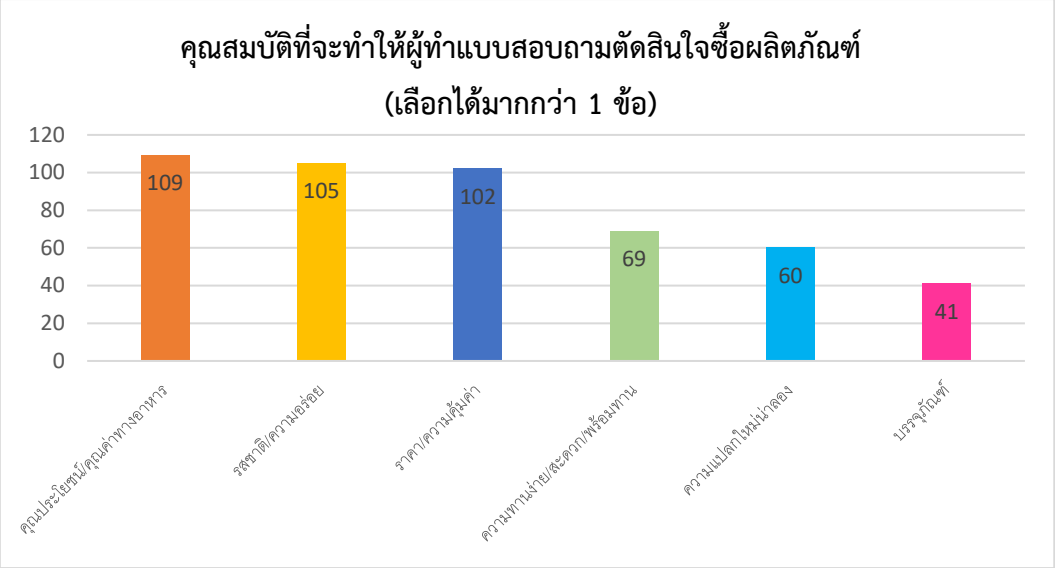
รูปที่ 4.3 แผนภูมิวงกลมแสดงร้อยละการรู้จักไข่มุกป๊อปจากกลุ่มประชากรที่ทำแบบสอบถามทั้งหมด



รูปที่ 4.4 แผนภูมิวงกลมแสดงร้อยละของเพศจากประชากรที่ทำแบบสอบถามทั้งหมด

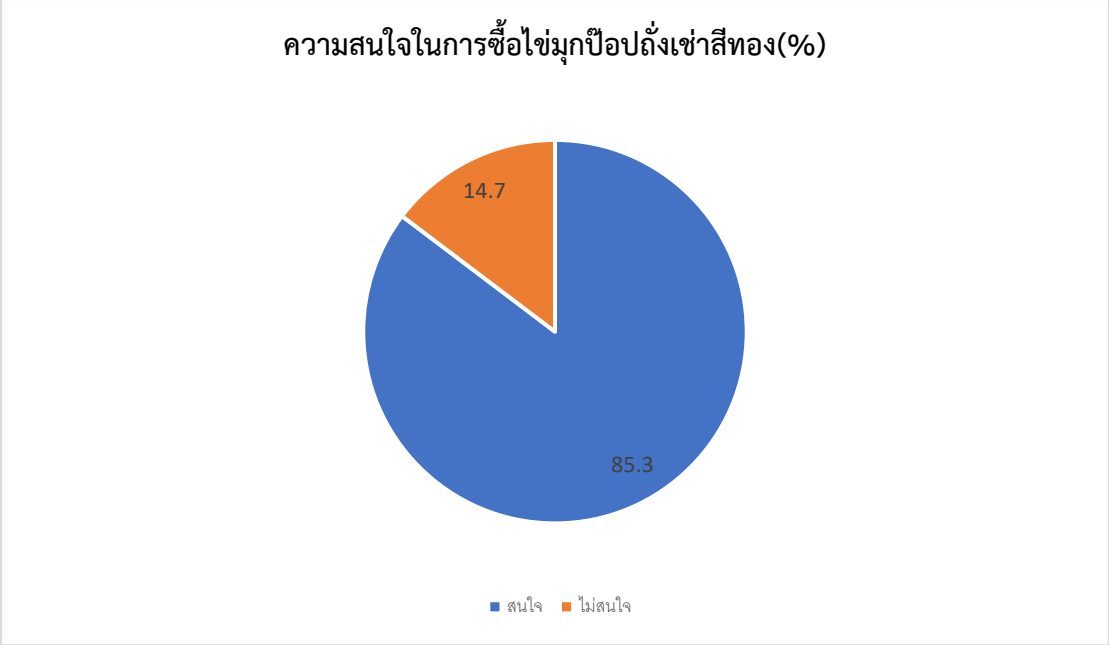


รูปที่ 4.5 แผนภูมิวงกลมแสดงร้อยละของช่วงอายุจากประชากรที่ทำแบบสอบถามทั้งหมด



รูปที่ 4.6 แผนภูมิแท่งแสดงคุณสมบัติที่ประชากรที่ทำแบบสอบถามใช้ในการตัดสินใจลองเลือกซื้อผลิตภัณฑ์จำนวน 130 คน

โดยคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่คนส่วนใหญ่สนใจในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ใหม่ในท้องตลาด (จำนวน 130 คน สามารถเลือกได้มากกว่า 1 ข้อ) ได้แก่คุณประโยชน์จากคุณค่าทางอาหาร 109 คน รสชาติและความอร่อย 105 คน ราคาความคุ้มค่า 102 คน ความสะดวกพร้อมทานง่าย 69 คน ความแปลกใหม่น่าลอง 60 คน และมีเพียง 41คนที่สนใจเรื่องบรรจุภัณฑ์ (ดังรูปที่ 4.6) ซึ่งผลิตภัณฑ์ไข่มุกป๊อปถั่งเช่าสีทองจะแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่มีความใกล้เคียงที่สุดในท้องตลาดตอนนี้ คือ ผลิตภัณฑ์นั้นจะบรรจุในภาชนะขนาดใหญ่ประมาณ 1 กิโลกรัมขึ้นไป น้ำหนักเนื้ออยู่ที่ 500-800 กรัม ราคาประมาณ 200 บาทเน้นกลุ่มลูกค้าที่เป็นร้านน้ำหวานหรือขนมใช้เป็นทอปปิ้งซึ่งไม่เหมาะกับกลุ่มคนที่ซื้อไปทานเองเพราะมีปริมาณที่มาก รวมทั้งผลิตภัณฑ์เหล่านั้นยังมุ่งเน้นไปที่รสชาติมากกว่าคุณค่าทางอาหารเนื่องจากการแต่งสี กลิ่น รสชาติ และมีการเติมวัตถุกันเสียจึงทำให้ผลิตภัณฑ์ไข่มุกป๊อปถั่งเช่าสีทองยังไม่มีคู่แข่งทางการตลาดโดยตรง โดยราคาที่คนส่วนใหญ่ยอมรับได้ร้อยละ 23.9 คือช่วงราคาระหว่าง 80-100 บาท ในขนาดน้ำหนักสุทธิ 50 กรัม เนื้อไข่มุกป๊อป 30 กรัม บรรจุในถุงเพาซ์พร้อมทานจากการคำนวณต้นทุนและอ้างอิงหลักการกำหนดสินค้าที่ไม่มีคู่แข่งทางการตลาดทำให้ผลิตภัณฑ์ไข่มุกป๊อปที่คนยอมรับได้ในราคาประมาณ 80 เป็นราคาที่น่าพึงพอใจต่อกำไรและผลการดำเนินกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป (ภาคผนวก ซ) และช่วงทางการจัดจำหน่ายกลุ่มประชากรส่วนใหญ่สะดวกการสั่งซื้อทางออนไลน์และร้านสะดวกซื้อต่าง ๆ



รูปที่4.7 แผนภูมิวงกลมแสดงร้อยละของการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองจากประชากรที่ทำแบบสอบถามทั้งหมด

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาปริมาณของผงดอกเห็ดถั่งเช่าสีทองสำหรับการผลิตไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทอง โดยทำการทดสอบปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ โดยทำการแปรผันปริมาณถั่งเช่าสีทองร้อยละ 1, 2, 3 และ ไม่เติมผงถั่งเช่าสีทองเป็นชุดควบคุม ผลการทดลองของสารสำคัญจะเห็นได้ว่าการใช้ปริมาณของถั่งเช่าสีทองที่ร้อยละ 3 จะส่งผลให้ปริมาณของสารสำคัญได้แก่ อะดีโนซีน คอร์ไดเซปิน และพอลิแซ็กคาไรด์มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงเลือกการเติมผงถั่งเช่าสีทองปริมาณร้อยละ 3 เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปขั้นตอนต่อไป

ผลการทดลองเวลาการในแช่สารละลายโซเดียมแอลจิเนตซึ่งเป็นการแช่สารละลายครั้งที่ 1 ในการผลิตไข่มุกป๊อป ผลปรากฏว่าค่าความแข็งและค่าของขนาดไม่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และผลการทดสอบการบวมน้ำในส่วนของเวลา 30, 60 นาที และ 24 ชั่วโมง ตัวอย่างที่ผ่านการแช่สารละลายแอลจิเนตที่เวลาแตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ผลการทดสอบการบวมน้ำที่เวลา 120 นาที ตัวอย่างที่ผ่านการแช่สารละลายแอลจิเนตเพียง 5 นาทีให้ผลค่าการบวมน้ำที่สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญซึ่งต่างจากเวลาการแช่ละลายอื่นที่มากกว่า 7.5 นาที จึงทำให้เลือกสภาวะการแช่สารละลายแอลจิเนตที่เวลา 7.5 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปขั้นตอนต่อไป

ผลการทดสอบการแปรผันปริมาณน้ำผึ้งเพื่อเป็นสารให้ความหวานสำหรับการผลิตไข่มุกป๊อปร้อยละ 5, 10, 15, 20 และไม่เติมน้ำผึ้งเป็นตัวควบคุมผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากผู้บริโภค ผลของความชอบได้แก่ สี และกลิ่นของตัวอย่างที่ใช้ปริมาณน้ำผึ้งแตกต่างกันจากผู้ทำแบบทดสอบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ผลการสอบถามของความหวาน รสชาติ และความชอบโดยรวมปรากฏว่าการใช้น้ำผึ้งในอัตราส่วนร้อยละ 20 ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสให้คะแนนสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงเลือกการใช้น้ำผึ้งปริมาณร้อยละ 20 เป็นสภาวะสารให้ความหวานที่เหมาะสมในการทดลองต่อไป

ผลการทดลองการศึกษาปริมาณอัตราส่วนสารให้ความหวานสตีวิโอไซด์เพื่อทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งในการผลิตไข่มุกป๊อป โดยทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 ต่อปริมาณน้ำผึ้งที่ใช้จะเป็นปริมาณสตีวิโอไซด์ 0, 0.019, 0.038, 0.056 และ 0.075 ตามลำดับพร้อมกับการใช้น้ำผึ้งปริมาณร้อยละ 20, 15, 10, 5 และไม่ใช้น้ำผึ้ง ตามลำดับ ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสปรากฏว่าผลของความชอบ ได้แก่ ค่าสีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับผลของกลิ่นจะเห็นได้ว่าผู้ทดสอบชอบตัวอย่างที่ใช้น้ำผึ้งอย่างเดียว แต่ผลของความหวาน รสชาติ และความชอบโดยรวมนั้นไม่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การใช้สตีวิโอไซด์อย่างเดียวผู้ทดสอบจะชอบน้อยที่สุด เราจึงเลือกการใช้สตีวิโอไซด์ต่อน้ำผึ้งในอัตราส่วนปริมาณร้อยละ 0.056 ต่อน้ำผึ้งร้อยละ 5 เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปขั้นตอนต่อไป

ผลการทดลองการแปรผันปริมาณกรดซิตริกในการปรับค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติ และส่งเสริมระยะเวลาในการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากผู้บริโภคได้แก่ สี กลิ่น ความเปรี้ยว รสชาติ และความชอบโดยรวมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างหลังการขึ้นรูปไข่มุกป๊อปค่าความเป็นกรด-ด่างจะสูงขึ้น ดังนั้นผลของค่าความเป็นกรด-ด่างในการเติมกรดซิตริกที่อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมจึงเป็นปริมาณร้อยละ 0.75 และ 1.00 ดังนั้นจึงเลือกปริมาณการเติมกรดซิตริกที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทองในอัตราส่วนร้อยละ 0.75 ใช้ในการผลิตไข่มุกป๊อปเพื่อศึกษาระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อไป

ผลจากการหาอุณหภูมิ ณ จุดกึ่งกลางของบรรจุภัณฑ์เพื่อใช้ในการฆ่าเชื้อด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่ 2 สภาวะ อุณภูมิ 90 และ 95 องศาเซลเซียสได้แก่ประมาณ 14 และ 12 นาที ตามลำดับ โดยใช้สูตรในการผลิตไข่มุกป๊อปได้แก่ ปริมาณผงถั่งเช่าสีทอง น้ำผึ้ง สตีวิโอไซด์และกรดซิตริกอัตราส่วนร้อยละ 3, 5, 0.056 และ 0.75 ตามลำดับ และแช่ในสารละลายแอลจิเนตเป็นเวลา 7.5 นาที จากนั้นทำการเก็บตัวอย่างก่อนการศึกษาอายุเก็บรักษา (เดือนที่ 0) จากการทดลองสารสำคัญที่ตรวจวิเคราะห์มีเพียง คอร์ไดเซปินและพอลิแซ็คคาไรด์

จากการทดลองการศึกษาระยะเวลาในการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อและมีสภาวะการเก็บรักษาที่แตกต่างกันตัวอย่างที่ทำการผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 90 องศาซาเซลเซียส เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส และตัวอย่างที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส การตรวจจำนวนจุลินทรีย์ไม่พบในทุกตัวอย่างตลอดอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน

ผลการวิเคราะห์การตลาดจากการทำแบบสอบถามออนไลน์ของกลุ่มประชากรจำนวน 130 คน เพื่อประเมินกลุ่มลูกค้าของผลิตภัณฑ์ไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทองโดยสอบถามทั้งข้อมูลของผู้ทำแบบสอบถามและข้อมูลการเลือกตัดสินใจซื้อผลปรากฏว่า ถั่งเช่าสีทองเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายโดยร้อยละ 69.2 เคยได้ยินชื่อ และร้อยละ 22.3 รับประทานหรือรู้จักเป็นอย่างดี สำหรับไข่มุกป๊อปที่กำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบันก็มีผู้รู้จักถึงร้อยละ 40.8 และรู้จักทานเป็นประจำร้อยละ 34.6 ทำให้เรามั่นใจได้ว่าผลิตภัณฑ์ของเรานั้นสามารถเป็นที่รู้จักและเข้าถึงได้ง่าย เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างที่ทำแบบสอบถาม มีความหลากหลายทั้งอาชีพ อายุ และเพศ ซึ่งมีความชอบทานของหวาน ขนม หรืออาหารที่มีรสชาติอร่อย แต่อาจจะมีปัญหาสุขภาพตามมา ซึ่งทำให้กลุ่มประประชากรที่สำรวจมีความสนใจในผลิตภัณฑ์ของเราที่มีส่วนช่วยในเรื่องของสุขภาพจากสรรพคุณของถั่งเช่าสีทองและมีรสชาติ

อร่อย ทานง่ายจากการขึ้นรูปให้อยู่ในรูปแบบของไข่มุกป๊อปซึ่งร้อยละ 85.3 โดยราคาที่คนส่วนใหญ่ยอมรับได้ร้อยละ 23.9 คือช่วงราคาระหว่าง 80-100 บาท ในขนาดน้ำหนักสุทธิ 50 กรัม มีเนื้อไข่มุกป๊อป 30 กรัม บรรจุในถุงเพาซ์พร้อมทาน และช่วงทางการจัดจำหน่ายกลุ่มประชากรส่วนใหญ่สะดวกการสั่งซื้อทางออนไลน์และร้านสะดวกซื้อต่าง ๆ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ทำการทดสอบระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจาก 3 เดือน หรือจนกว่าผลิตภัณฑ์ทุกตัวอย่างจะมีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เกินมาตรฐานกำหนด เพื่อหาวันหมดอายุของผลิตภัณฑ์

5.2.2 พัฒนาบรรจุภัณฑ์ให้มีหลายขนาดเพื่อสะดวกแกการรับประทานและวัตถุประสงค์ในการรับประทาน

5.2.3 พัฒนาสภาวะการฆ่าเชื้อเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา แต่ยังคงคุณลักษณะที่ดีของไข่มุกป๊อป หรือผลิตภัณฑ์ประเภทเยลลี่อ่อนให้น่ารับประทาน และมีประโยชน์

5.2.4 นำองค์ความรู้ไปต่อยอดในการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ เช่นเปลี่ยนวัตถุดิบ เพื่อดึงดูดความสนใจและเพิ่มมูลค่ามากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงพาณิชย์. 2551. ประกาศกระทรวงพาณิชย์ เรื่อง กำหนดให้ภาชนะเซรามิกและภาชนะโลหะที่ใช้บรรจุอาหารเป็นสินค้าต้องห้ามหรือเป็นสินค้าที่ต้องมีหนังสือรับรองในการนำเข้ามาในราชอาณาจักร. 8 สิงหาคม 2551.

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสารธารณสุข. 2557. วิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์อาหารเล่มที่ 2. นนทบุรี. โรงพิมพ์สำนักพระพุทธศาสนาแห่งชาติ.

กรมอนามัย กระทรวงสารธารณสุข. 2556. คู่มือการปฏิบัติงานด้านสุขาภิบาลอาหารและน้ำสำหรับสาธารณสุขอำเภอ. โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทสไทย จำกัด.

กิตติชัย บรรจง. 2535. เครื่องมือวัดสมบัติเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหาร. [ปริญญาวิทยาศาตร์บัณฑิต]. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2558. วัสดุสัมผัสอาหาร ความปลอดภัยและกฎระเบียบ. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ตันติกร เติมแก้ว, มาริสา จาตุพรพิพัฒน์ และอารี ฤทธิบูรณ์. 2562. การหาสภาวะที่เหมาะสมของแหล่งไนโตรเจนในอาหารเพาะเลี้ยงเพื่อเพิ่มการผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากถั่งเช่าสีทอง. งานประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์วิจัย. 11: 1380-1385.

ธัญญา ทะพิงค์แก. 2555. การเพาะเห็ดถั่งเช่าเป็นอาชีพ. วารสารเคหการเกษตร. 36(3) :75-92

ธัญญาภรณ์ ศิริเลิศ. 2550. การประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสในอาหาร. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม [ออนไลน์]. Available : http: / / www. sci.siam.edu/ download/journal/f31.pdf. (สืบค้นวันที่ 20 ธันวาคม 2561).

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, เกียรติคุณ และนิธิยา รัตนปนนท์. 2556. carotenoid/แคโรทีนอยด์. [ออนไลน์]. Available: http: / / www. foodnetworksolution. com/ wiki/ word/1228/carotenoid-แคโรทีนอยด์. (สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2561).

พรพจน์ ศรีสุขชยะกุล. 2556. บีตา-กลูแคนสารมหัศจรรย์จากธรรมชาติ. [ออนไลน์]. Available :http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1088/beta-glucan. (สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2561).

พัชรี คำประเวช และสุธีรา วัฒนกุล. 2561. การผลิตเม็ดบีดส์น้ำเสาวรสด้วยเทคนิครีเวิร์สสเฟียริฟิเคชัน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 26(8): 1380-1393.

ภาคย์ มาลัยกฤษณะชลี. 2556. ผลของสภาวะกระบวนการพาสเจอไรซ์ต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์นม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาหาร, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2547. กัม (ไฮโดนคอลลอยด์) กับการพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอาหารและกระบวนการผลิต. เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

วิชมณี ยืนยงพุทธกาล, สันทัด วิเชียรโชติ, จตุพร ทองแดง และ วณิชชา ศรีโชติ. 2561. การประเมินคุณภาพของเยลลี่ข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมผลไม้ระหว่างการเก็บที่สภาวะแช่เย็น. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบรูพา. 49(2): 89-92.

วทันยา ลิมปพยอม, ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และ อรพิน เกิตชูชื่น. 2555. การสกัดสารให้ความหวานชนิดไซรัปจากหญ้าหวาน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 43(2): 497-500.

ศศิมน ปรีชา. 2555. หน่วยที่ 8 การถนอมและแปรรูปอาหารด้วยความร้อน. ในเอกสารสอนชุดวิชาเทคโนโลยีการถนอมและแปรรูปอาหาร. กรุงเทพมหานคร. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. หน้า 32-37.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2529. วิธีวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ใช้กับอาหาร. มอก. 656-2529.

สายวรุฬ ชัยวานิชศิริ. 2547. หลักการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน. ในหลักการผลิตและฆ่าเชื้ออาหารในภาชนะปิดสนิทด้วยความร้อน. กรุงเทพมหานคร. ห้างหุ้นส่วนจ้ากัดภรณ์ภัทรสิน. 69-94.

สุกัญญา ทองรัตน์สกุล, ศรีสมัย วิริยะรัมภะ, นงเยาว์ ดอนสมไพร, สุวรรณา ทิทยรักษ์, จุรีย์ ปานกำเนิด และสาหร่าย พูลเพิ่ม. 2557. การเปรียบเทียบการตรวจหา Coliform Bacteria และ Escherichia coli ด้วยวิธี International Standards Organization และ Lactose Peptone Broth ในตัวอย่างน้ำใช้จากฟาร์มสัตว์. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 22 (3): 398-406.

อุมาพร สุขม่วง. 2540. การพัฒนาคู่มือการทดลองวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ขั้นสูง. กองการศึกษาเคมีปฏิบัติการ. กรมวิทยาศาสตร์บริการ.

อุไรวรรณ แย้มนิยม. (ผู้เรียบเรียง). 2526. การบริหารการตลาด. โรงพิมพ์ชวนพิมพ์. กรงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

อภิญญา จุฑางกูร. 2559. “น้ำผึ้งผลผลิตจากธรรมชาติหวานเป็นยา.” วิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 46(3): 29-37.

อรุณทิพย์ เหมะธุลิน, สกุลกานต์ สิมลา และสรุศักดิ์ บุญแต่ง. 2555. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี (L*,a* และ b*) กับปริมาณแอนโทไซยานินในเชื้อพันธุกรรมข้าวดพดข้าวเหนียวสีม่วง. ขอนแก่นเกษตร. ปีที่ 40 (4): 59-64.

Bourne M.C. 2002. Food Texture and viscosity : Concept and Measurement ; 2nded., Academic press, New York. pp. 105-368.

BRIGHT DAIRY & FOOD Co., Ltd. 2016. Popping boba, beverage containing same and preparation method of popping boba. China. CN105325829 (A) . 20151126. 17 February 2016.

Chiang, S.S. Liang, Z.C. Wang, Y.C. and Liang, C.H. 2017. Effect of light-emitting diodes on the production of cordycepin, mannitol and adenosine in solid-state fermented rice by *Cordyceps militaris*. Journal of Food Composition and Analysis. 60: 51-56

Fellows, P. 2000. Pasteurization. In Food Processing Technology: Principles and Practice. 2nded., CRC Press. New York. pp. 241-249.

Gong, R. Li, C. Zhu, S. Zhang, Y. Du, Y. and Jiang, J. 2011. A novel pH-sensitive hydrogel based on dual crosslinked alginate/N-α-glutaricacid chitosan for oral delivery of protein. Carbohydrate Polymers. 85: 869-874.

Gu, Y.X. Wang, Z.S. Li, S.X. and Yuan, Q.S. 2007. Effect of multiple factors on accumulation of nucleoside and bases in *Cordyceps militaris*. Food Chemistry. 102: 1304-1309.

Holliday, J. and Cleaver, M. 2008. Medicinal value of the caterpillar fungi species of the genus *Cordyceps* (Fr.) link (ascomycetes). a review. International Journal of Medicinal Mushrooms. 10(3): 219-234.

Imeson, A. 1997. Thickening and Gelling Agent for Food. 2nded. St Edmundsbury Press. Great Britain.

Jain, D. Pathar, P.B. and Manikantan, M.R. 2007. Evaluation of texture parameters of Rohu fish (*Labeo rohita*) during iced storage. Journal of food Engineering. 81: 336-340.

JINAN HANGCHEN BIOLOGY TECH Co., Ltd. *Glossy ganoderma* and *Cordyceps sinensis* compounded honey drink and preparation method thereof. China. CN107616397 (A). 20170329.

Kilcast, D. 2003. Texture in Food. New York: CRC Press.

Kang, Y. Li, P. Zeng, X. Chen, X. Xie, Y. Zeng, Y. Zhang, Y. and Xie, T. 2019. Biosynthesis, structure and antioxidant activities of xanthan gum from *Xanthomonas campestris* with additional furfural. Carbohydrate Polymers. 216: 369-375.

Lian, T. Yang, T. Liu, G. Sun, J. and Dong, C. 2014. Reliable reference gene selection for *Cordyceps militaris* gene expression studies under different developmental stages and media. Federation of European Microbiological Societies. 356: 97-104.

Lee, P. and Rogers, M.A. 2012. Effect of calcium source and exposure-time on basic caviar spherification using sodium alginate. International Journal of Gastronomy and Food Science. 1: 96-100.

Lee, B.J. Lee, M.A. Kim, Y.G. Lee, K.W. Choi, S.Y. Lee, B.E. and Song. H.Y. 2013. Cultural characteristics of *Cordyceps militaris* strain 'Yedang 3'on various media and nutritional conditions. Journal of Mushroom Science and Production. 11(3): 124-130.

Lemus-Mondaca, R. Vega-Galvez, A. Zura-Bravo, L. and Ah-Hen, K. 2012. *Stevia rebaudiana* Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. Food Chemistry. 132: 1121-1132.

Li, J. Guan, M. and Li, Y. 2015. Effects of cooking on the contents of adenosine and cordycepin in *Cordyceps militaris*. Procedia Engineering 102: 485–491.

Ling, J.Y. Zhang, G.Y. Lin, J.Q. Cui, Z.J. Zhang, C.K. 2009. Supercritical fluid extraction of cordycepin and adenosine from *Cordyceps kyushuensis* and purification by high-speed counter-current chromatography. Separation and Purification Technology. 66: 625-629.

Liu, J. Feng, C. Li, X. Chang, M. Meng, J. and Xu, L. 2016. Immunomodulatory and antioxidative activity of *Cordyceps militaris* polysaccharides in mice. International Journal of Biological Macromolecules. 86: 594–598.

Liu, X.C. Zhu, Z.Y. Tanga, Y.L. Wang, M.F. Wang, Z. Liu, A.J. and Zhang, Y.M. 2016. Structural properties of polysaccharides from cultivated fruit bodies and mycelium of *Cordyceps militaris*. Carbohydrate Polymers. 142: 63–72.

Moradali, M. Mostafavi, H. Ghods, S. and Hedjaroude, G. 2007. Immunomodulating and anticancer agents in the realm of macromycetes fugi (macrofungi) (review). International Immunophamacology. 7: 701-724.

Morris, E.R., D.A. Rees and G. Robinson. 1980. Cation-specific aggregation of carrageenan helices: domain model of polymer gel structure. J.Mol.Biol., 138: 349-362.

Messaoud, G.B. Snchez-Gonzlez, L. Jaquot, A. Probst, L. and Desoby, S. 2015. Alginate/sodium caseinate aqueous-core capsules: A pH-responsive matrix. Journal of Colloid and Interface Science. 440: 1–8.

Phawaphuthanon, N. Behnam, S. and Koo, S.Y. 2014. Characterization of core–shell calcium-alginate macrocapsulesfabricated by electro-coextrusion. International Journal of Biological Macromolecules. 65: 267-274.

NANYANG INSTITUTE OF TECH. 2003. *Cordyceps militaris* and dried orange peel concoction milk and preparation method thereof. China. CN107348000 (A). 20170821.

Nishiyama, P. Alvarez, M. and Vieira, L.G. 1992, Quantitative Analysis of stevioside in the Leaves of *Stevia rebaudiana* by Near Infrared Reflectance Spectroscopy. Journal of the Science of Food and Agriculture. 59: 277-281.

Park, J.P. Kim, S.W. Hwang, H.J. and Yun, J.W. 2001. Optimization of submerged culture conditions for the mycelial growth and exo-biopolymer production by *Cordyceps militaris*. Letters in Applied Microbiology. 33: 76-81.

Phawaphuthanon, N. Behnam, S. Koo, S.Y. Pan, C.H. and Chung, D. 2014. Characterization of core–shell calcium-alginate macrocapsules fabricated by electro-coextrusion. International Journal of Biological Macromolecules. 65: 267-274.

Phillip, G.O. and William, P.A. 2003. Handbook of hydrocolloids. New York: CRC press.

Seth, R. Haider, S.Z. and Mohan, M. 2014. Pharmacology phytochemistry and traditional uses of *Cordyceps sinensis* (Berk.) Sacc: A recent update for future prospects. Indian Journal of Traditional Knowledge. 13(3): 551-556.

Shih, I. Tsai, K. and Hsieh. 2007. Effects of culture conditions on the mycelial growth and bioactive metabolite production in submerged culture of *Cordyceps militaris*. Biochemical Engineering Journal 33: 193-201

Stephen, A.M. 1995. Food Polysaccharide and Their Application. Marcel Dekker, Incorporated. New York: CRC press.

Sun, Y. Shao, Y. Zhang, Z. Wang, L. Mariga, A.M. Pang, G. Geng, C. Ho, C. Hu, Q. and Zhao L. 2014. Regulation of human cytokines by *Cordyceps militaris*. Journal of Food and Drug Analysis. 22: 463-467.

Tsai, F.H. Chiang, P.Y. Kitamura, Y. Kokawa, M. Islam, M.Z. 2017. Producing liquid- core hydrogel beads by reverse spherification: Effect of secondary gelation on physical properties and release characteristics. Food Hydrocolloids. 62: 140-148.

Tuli, H.S. Sharma, A.K. Sandhu, S.S. Kashyap, D. 2013. Cordycepin: A bioactive metabolite with therapeutic potential. Life Sciences. 93: 863-869.

Tuli, H.S. Sharma, A.K. Sandhu, S.S. and Kashyap, D. 2014. Optimization of fermentation conditions for Cordycepin production using *Cordyceps militaris* 3936. Journal of Biological and Chemical Sciences (JBCS). 1: 35-47.

Wen, T.C. Li, M.F. Kang, J.C. and He, J. 2012. A molecular genetic study on fruiting-body formation of *Cordyceps militaris*. African Journal of Microbiology Research. 6: 5215-5221.

Wen, T.C. Li, M.F. Kang, J.C. and Kevin, D.H. 2014. Optimization of Solid-state Fermentation of fruiting body growth and cordycepin production by *Cordyceps militaris*. Chiang Mai Journal of Science. 41(4): 858-872.

Wang, L. Liu, C.C. Wang, Y.Y. Xu, H. Su, H. and Cheng, X. 2016. Antibacterial activities of the novel silver nanoparticles biosynthesized using *Cordyceps militaris* extract. Current Applied Physics 16: 969-973.

Yang, S. Jin, L. Ren, X. Lu, J. and Meng, Q. 2014. Optimization of fermentation process of *Cordyceps militaris* and antitumor activities of polysaccharidesin vitro. Journal of food and drug analysis 22: 468-476.

Yi, Z.Y. Huang, W.F. Ren, Y. Onac, E. Zhou, G.F.F. Peng, S. Wang, X.J. and Li, H.H. 2014. LED lights increase bioactive substances at low energy costs in culturing fruiting bodies of *Cordyceps militaris*. Scientia Horticulturae. 175: 139–143.

Yunhong, H. XUEFENG, L. Yanjun, L. Jiawei, W. and Yong, W. 2017. Production method of konjac gel aloe popping boba. China. CN107156714 (A).

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. การเตรียมอาหารแข็งเลี้ยงเชื้อสูตร 1 Potato dextrose Agar (PDA) เตรียม 1000 มิลลิลิตร

มันฝรั่งปอกเปลือกและหั่น	200 กรัม
กลูโคส	20 กรัม
ผงวุ้น	20 กรัม
ข้าวโพดอ่อน	50 กรัม
ยีสต์สกัด	10 กรัม
เปปโตน	10 กรัม

ต้มมันฝรั่งและข้าวโพดอ่อนเป็นเวลา 20 นาที ในน้ำกลั่น จากนั้นกรองเอาแต่ส่วนใส ทำการปรับปริมาตรจนครบ 1000 มิลลิลิตร เติมน้ำตาลกลูโคส ยีสต์สกัด เปปโตนและผงวุ้น คนให้เข้ากัน นำไปนึ่งฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

2. การเตรียมอาหารเหลวเลี้ยงหัวเชื้อสูตร 1 Potato dextrose broth (PDB) เตรียม 1000 มิลลิลิตร

มันฝรั่งปอกเปลือกและหั่น	200 กรัม
กลูโคส	20 กรัม
ข้าวโพดอ่อน	50 กรัม
ยีสต์สกัด	10 กรัม
เปปโตน	10 กรัม

ต้มมันฝรั่งและข้าวโพดอ่อนเป็นเวลา 20 นาที ในน้ำกลั่น จากนั้นกรองเอาแต่ส่วนใส ทำการปรับปริมาตรจนครบ 1000 มิลลิลิตร เติมน้ำตาลกลูโคส ยีสต์สกัด และเปปโตน คนให้เข้ากัน นำไปนึ่งฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

3. การเตรียมอาหารสำหรับเพาะเลี้ยงเพื่อเกิดดอกถั่งเช่าสีทองเตรียม 1000 มิลลิลิตร

มันฝรั่งปอกเปลือกและหั่น	200 กรัม
กลูโคส	20 กรัม
ข้าวโพดอ่อน	50 กรัม
ไข่ไก่	50 กรัม
หนอน	40 กรัม

ต้มมันฝรั่งและข้าวโพดอ่อนเป็นเวลา 20 นาที ในน้ำกลั่น จากนั้นกรองเอาแต่ส่วนใส ทำการปรับปริมาตรจนครบ 1000 มิลลิลิตร เติมน้ำตาลกลูโคส ไข่ไก่ และดักแด้หนอนไหม คนให้เข้ากัน

กรอง เทลงในโหลจำนวน 60 มิลลิลิตร ที่มีข้าวไรซ์เบอร์รีอัตราส่วน 40 กรัมต่อโหล นำไปนึ่งฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

ภาคผนวก ข

การเตรียมสารและการวิเคราะห์

1. การวิเคราะห์โดยวิธีแอนโทรน (Dreywood, 1946)

1. กรดซัลฟิวริกร้อยละ 75 : เตรียมโดยใส่น้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 500 มิลลิลิตร ใส่แท่งเหล็กวางในอ่างน้ำบนแท่งกวน (ทำในตู้ดูดควัน) ตวงกรดซัลฟิวริกเข้มข้น (ร้อยละ 95-97) ปริมาตร 390 มิลลิลิตร เติมลงในขวดปรับปริมาตรที่มีน้ำกลั่นอย่างช้าๆ และระมัดระวัง ปล่อยให้เย็นตัวที่อุณหภูมิห้องแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

2. สารละลายแอนโทรน : ชั่งสารแอนโทรน 0.5 กรัม ลงในบีกเกอร์ เติม absolute ethanol 5 มิลลิลิตร คนให้พอดีละลายแล้วเทลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 250 มิลลิตร มีกรดซัลฟิวริกร้อยละ 75 จากนั้นกลั้วบีกเกอร์ด้วย absolute ethanol 5 มิลลิลิตร เทลงในขวดปรับปริมาตรอีกครั้ง และปรับปริมาตรด้วยกรดซัลฟิวริกร้อยละ 75 ใส่แท่งเหล็ก ปิดฝา แล้วห่อขวดด้วยฟลอยด์ (ห้ามโดนแสง) จากนั้นนำไปตั้งบนแท่งกวน เพื่อให้สารแอนโทรนละลายจนหมด

3. สารละลายกลูโคสมาตรฐาน เตรียมชั่งกลูโคสมา 0.1 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 1000 มิลลิกรัม จะได้สารละลายกลูโคสเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จากนั้นนำมาเจือจางให้เป็นความเข้มข้นตั้งแต่ 0-100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ดังนี้

ตาราง ข-1 การเจือจางสารละลายกลูโคสมาตรฐานด้วยน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้น 0-100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

หลอดที่	สารละลายกลูโคส (0.1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) (มิลลิลิตร)	น้ำกลั่น (มิลลิลิตร)	สารละลายกลูโคสมาตรฐาน (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)
1	0	10	0
2	2	8	20
3	4	6	40
4	6	4	60
5	8	2	80
6	10	0	100

วิธีการทดลอง

1. เติมสารละลายกลูโคสมาตรฐานหรือสารละลายตัวอย่าง ปริมาตร 1 มิลลิลิตรในหลอดทดลอง

2. นำหลอดไปแช่ในอ่างน้ำแข็ง รอจนสารละลายในหลอดทดลองเย็นลง

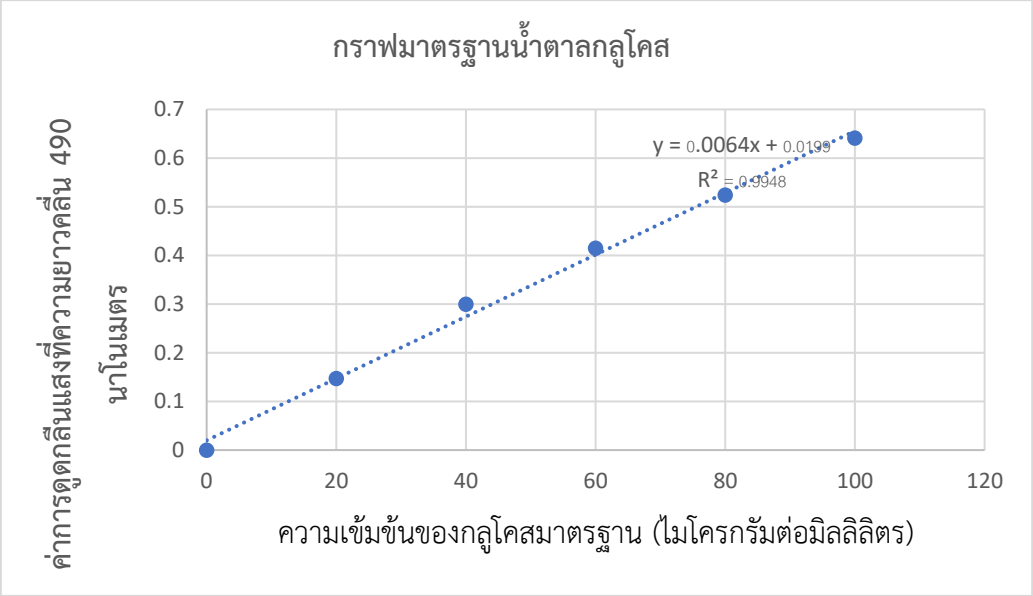
3. เติมสารละลายแอนโทรนที่แช่เย็นลงไป 5 มิลลิลิตร แล้วเขย่าผสมให้เข้ากัน (ขณะที่เติมสารละลายแอนโทรนหลอดทดลองต้องแช่อยู่ในอ่างน้ำแข็ง)

4. แช่สารละลายทุกหลอดไว้จนอุณหภูมิเย็นลงเหลือ 0 องศาเซลเซียส

5. นำหลอดทดลองไปแช่ในอ่างน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที แล้วนำมาแช่ในอ่างน้ำเย็นอีกครั้ง

6. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร (เขย่าผสมหลอดทดลองทุกครั้ง)

7. นำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน เพื่อหาความเข้มข้นของกลูโคสในสารละลายตัวอย่าง



รูปภาคผนวกที่ 1ข กราฟมาตรฐานของสารละลายกลูโคสที่ความเข้มข้น 0, 20, 40, 60, 80 และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

2. การเตรียมสารและการวิเคราะห์สารคอร์ไดเซปิน (Li *et al.*, 2015)

2.1 การเตรียมตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์

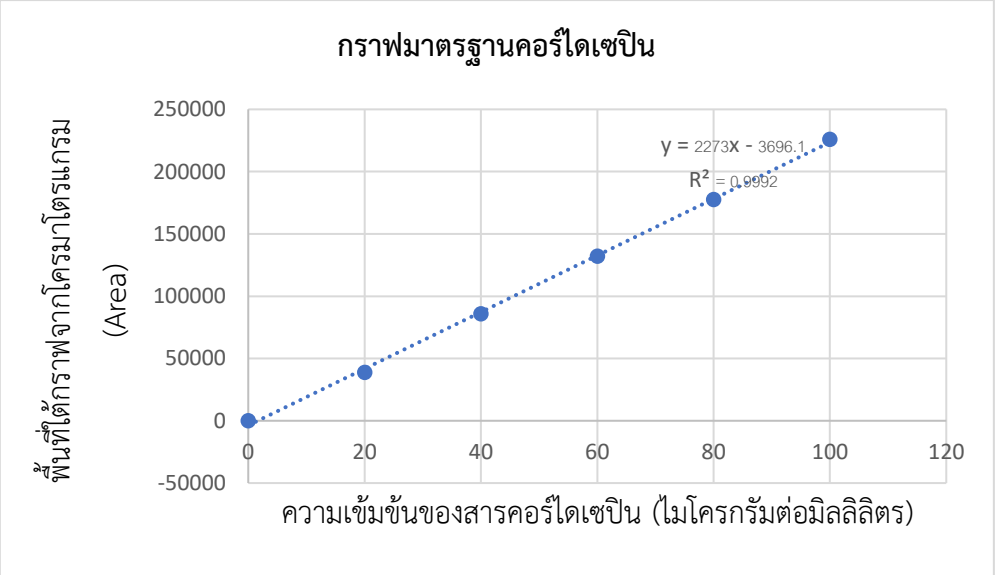
นำดอกเห็ดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงมาตัดเอาเฉพาะส่วนที่เป็นดอกเห็ดไปชั่งเพื่อหาน้ำหนักก่อนอบ แล้วนำไปอบในเครื่องอบความร้อนแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 ชั่วโมง จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักหลังอบ คำนวณหาร้อยละความชื้น อัตราผลผลิตมวลชีวภาพแห้งต่อโหล และจากนั้นนำมาบดโดยใช้เครื่องปั่นให้เป็นผงละเอียด นำมาร่อนผ่าน sieve ขนาด 200 เมท ถ้าขนาดอนุภาคยังมีขนาดใหญ่ก็นำไปปั่นซ้ำอีกครั้งจนมีขนาดเล็กผ่านตะแกรงร่อนได้หมด

2.2 ขั้นตอนการสกัด

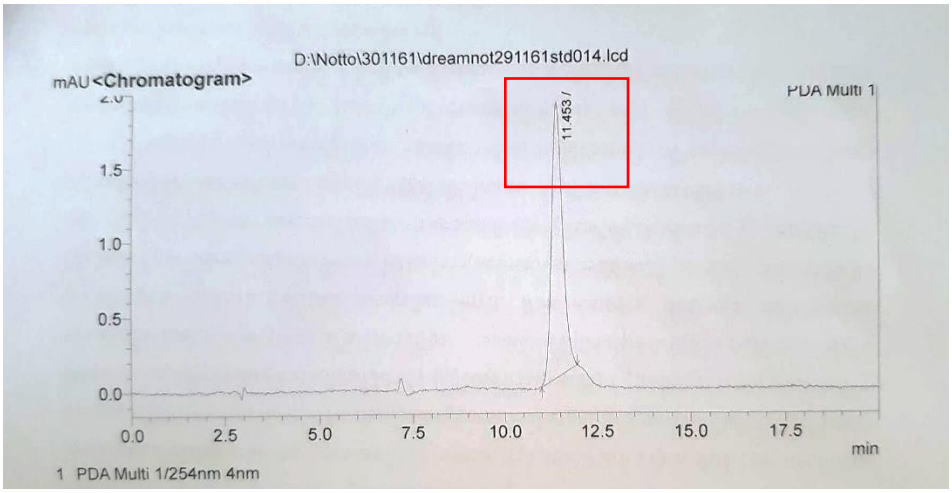
การสกัดโดยใช้น้ำบริสุทธิ์สูงเป็นตัวทำละลายในอัตราส่วน 1:250 (ดอกเห็ดถั่งเช่าสีทอง : น้ำบริสุทธิ์สูง) ชั่งดอกเห็ดถั่งเช่า จำนวน 0.1 กรัม เติมน้ำบริสุทธิ์สูงจำนวน 25 มิลลิลิตร แล้วนำไปเข้าเครื่องเขย่าคลื่นเสียงความถี่สูงที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที นำสารสกัดไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 6000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 นาที แยกตะกอนกับส่วนใส จากนั้นนำส่วนใสไปกรองผ่านกระดาษกรองขนาด 0.2 ไมครอน ใส่ลงในขวดเก็บสารละลายขนาด 2 มิลลิลิตร ปริมาตร 1 มิลลิลิตร แล้วนำไปฉีดหาสารคอร์ไดเซปินด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง

2.3 การวิเคราะห์สารคอร์ไดเซปิน

ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารมาตรฐานในแต่ละความเข้มข้นด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง โดยใช้คอลัมน์ C18 (ขนาด 3.5 ไมโครเมตร×250 มิลลิเมตร×4.6 มิลลิเมตร) อัตราการไหล 1 มิลลิลิตรต่อนาที อุณหภูมิคอลัมน์ 40 องศาเซลเซียส ฉีดตัวอย่างเข้าคอลัมน์ 0.1 ไมโครลิตร เฟสเคลื่อนที่ใช้ เมทานอลต่อน้ำบริสุทธิ์อัตราส่วน 15:85 วิเคราะห์ด้วยระยะเวลาการฉีด 17 นาทีต่อตัวอย่าง แล้วทำการวิเคราะห์หาปริมาณสารจากพื้นที่ใต้กราฟที่เวลาประมาณ11-12 นาทีตามรูปภาคผนวก 3ข. มาทำโครมาโตแกรมจะได้กราฟมาตรฐานสมการเส้นตรงของสารคอร์ไดเซปินมาตรฐานจะได้สมการเส้นตรง คือ Y=aX+b ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารคอร์ไดเซปินจากตัวอย่างที่ได้หลังจากคำนวณกราฟมาตรฐานดังรูปภาคผนวก 2ข.



รูปภาคผนวกที่ 2ข กราฟมาตรฐานของสารคอร์ไดเซปินที่ความเข้มข้น 0, 20, 40, 60, 80 และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร



รูปภาคผนวกที่ 3ข พีคของกราฟมาตรฐานสารคอร์ไดเซปินที่เวลาประมาณช่วงเวลา 11-12 นาที

3. การเตรียมสารและการวิเคราะห์สารอะดีโนซีน (Li *et al.*, 2015)

3.1 การเตรียมตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์

นำดอกเห็ดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงมาตัดเอาเฉพาะส่วนที่เป็นดอกเห็ดไปชั่งเพื่อหาน้ำหนักก่อนอบ แล้วนำไปอบในเครื่องอบความร้อนแบบสุญญากาศ (vacuum oven) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 ชั่วโมง จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักหลังอบ คำนวณหาร้อยละความชื้น อัตราผลผลิตมวลชีวภาพแห้งต่อโหล และจากนั้นนำมาบดโดยใช้เครื่องปั่นให้เป็นผงละเอียด นำมาร่อนผ่าน sieve ขนาด 200 เมท ถ้าขนาดอนุภาคยังมีขนาดใหญ่ก็นำไปปั่นซ้ำอีกครั้งจนมีขนาดเล็กผ่านตะแกรงร่อนได้หมด

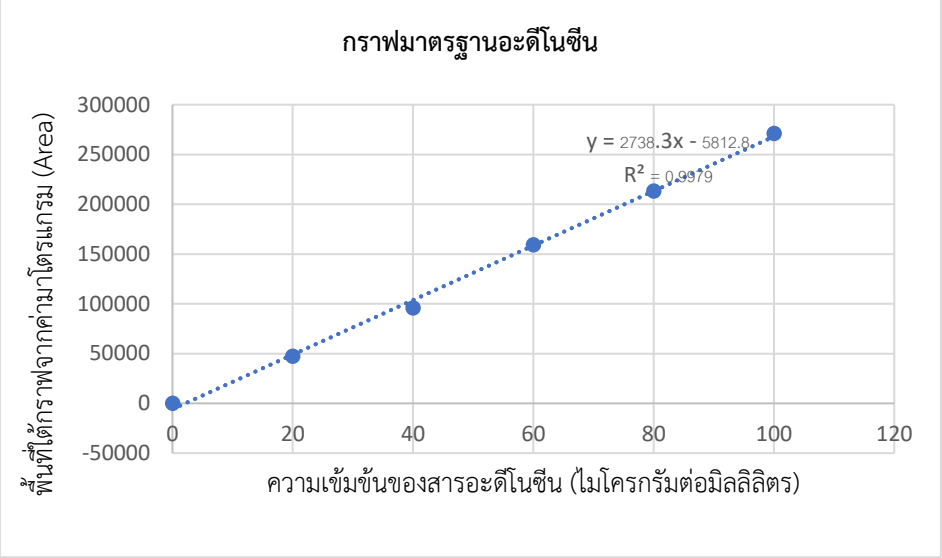
3.2 ขั้นตอนการสกัด

การสกัดโดยใช้น้ำบริสุทธิ์สูงเป็นตัวทำละลายในอัตราส่วน 1:250 (ดอกเห็ดถั่งเช่าสีทอง : น้ำบริสุทธิ์สูง) ชั่งดอกเห็ดถั่งเช่า จำนวน 0.1 กรัม เติมน้ำบริสุทธิ์สูงจำนวน 25 มิลลิลิตร แล้วนำไปเข้าเครื่องเขย่าคลื่นเสียงความถี่สูงที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที นำสารสกัดไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 6000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 นาที แยกตะกอนกับส่วนใส จากนั้นนำส่วนใสไปกรองผ่านกระดาษกรองขนาด 0.2 ไมครอน ใส่ลงในขวดเก็บสารละลายขนาด 2 มิลลิลิตร ปริมาตร 1 มิลลิลิตร แล้วนำไปฉีดหาสารสารอะดีโนซีนด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูงโดยจะมีพีคของสารขึ้นที่ช่วงเวลา 9-10 นาทีตามรูปภาคผนวกที่ 5ข.

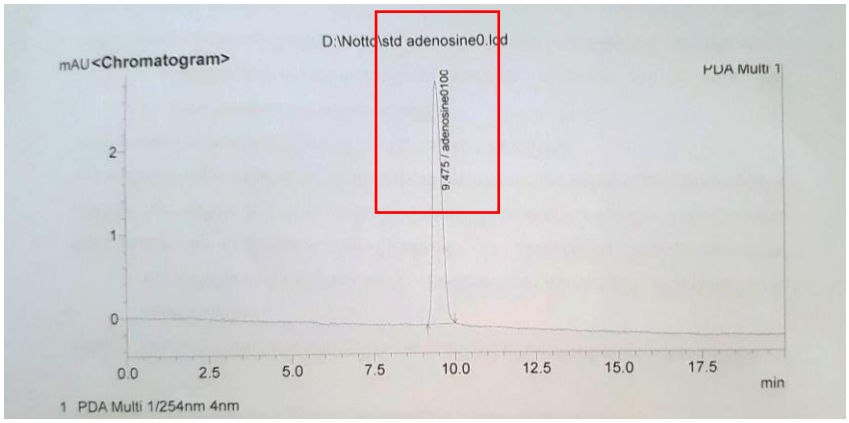
3.3 การวิเคราะห์สารอะดีโนซีน

ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารมาตรฐานในแต่ละความเข้มข้นด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง โดยใช้คอลัมน์ C18 (ขนาด 3.5 ไมโครเมตร×250 มิลลิเมตร×4.6 มิลลิเมตร) อัตราการไหล 1 มิลลิลิตรต่อนาที อุณหภูมิคอลัมน์ 40 องศาเซลเซียส ฉีดตัวอย่างเข้าคอลัมน์ 0.1 ไมโครลิตร เฟสเคลื่อนที่ใช้ เมทานอลต่อน้ำบริสุทธิ์อัตราส่วน 15:85 วิเคราะห์ด้วยระยะเวลาการฉีด 17 นาทีต่อตัวอย่าง แล้วทำการวิเคราะห์หาปริมาณสารจากพื้นที่ใต้กราฟมาทำโครมาโตแกรมจะได้กราฟ

มาตรฐานสมการเส้นตรงของสารอะดีโนซีนมาตรฐาน จะได้สมการเส้นตรง คือ Y=aX+b ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารคอร์ไดเซปินจากตัวอย่างที่ได้หลังจากคำนวณกราฟมาตรฐานตามรูปภาคผนวกที่ 4ข.



รูปภาคผนวกที่ 4ข กราฟมาตรฐานของสารอะดีโนซีนที่ความเข้มข้น 0, 20, 40, 60, 80 และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร



รูปภาคผนวกที่ 5ข พีคของกราฟมาตรฐานสารอะดีโนซีนที่เวลาประมาณช่วงเวลา 9-10 นาที

4. การเตรียมสารและการทำไข่มุกป๊อป(ดัดแปลงจากพัชรี และสุธีรา, 2561)

4.1การเตรียมสายละลายรองรับการหยดครั้งแรก

โซเดียมแอลจิเนต ร้อยละ 0.5 ผสมกับน้ำกลั่นละลายให้เข้ากันนำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง

4.2 การเตรียมสารละลายรองรับการหยดครั้งที่สอง

ใช้แคลเซียมแลคเตร้อยละ 1 ผสมกับน้ำกลั่นละลายให้เข้ากันดีแช่เย็นที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง

4.3 วิธีการเตรียมไข่มุกป๊อปด้วยวิธีรีเวิร์สสเฟียริฟิเคชั่น

นำผงถั่งเช่าสีทองผสมน้ำกลั่น ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำมาตั้งไว้บนเครื่องปั่นกวนที่สามารถทำความร้อนได้ ใส่สายละลายที่เหลือลงไป ปั่นกวนให้ละลายเข้ากันดี จะเริ่มมีความหนืดของแซนแทนกัม นำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ไม่ต่ำกว่า 1ชั่วโมง ถึงจะสามารถนำมาหยดลงสารละลายรองรับได้

1.นำกระบอกไซริงค์ขนาด 10 มิลลิลิตร มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลิเมตร ดูดสารผสมจากภาคผนวก ค (ตอนดูดต้องปั่นกวนตลอดเวลาเพื่อให้ผงเห็ดผสมกันอย่างสม่ำเสมอ)

2.นำสารละลายรองรับจากข้อ 4.1 ตั้งที่เครื่องปั่นกวนเบาๆตลอดเวลา หยดสารละลายจากไซริงค์ลงไปช้าๆและกระจายทั่วภาชนะที่ปั่นกวน แช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 5นาที

3.จากนั้นตักไข่มุกป๊อปที่ได้ล้างด้วยน้ำสะอาด

4.ตักไข่มุกป๊อปจากขั้นตอนก่อนหน้านี้ มาใส่ในสารละลายรองรับส่วนที่ 2 จากข้อ 4.2 โดยปั่นกวนตลอดเวลาอย่างช้าๆ เป็นเวลา 10 นาที

4.4 สูตรไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทอง (ส่วนประกอบคิดเป็นร้อยละ w/w) โดยสูตรที่ใช้จะมีการเปลี่ยนแปลงหลังทำการแปรผันสภาวะที่เหมาะ

ผงถั่งเช่าสีทองบดละเอียด	1, 2 และ 3
น้ำผึ้ง	10
แซนแทนกัม	0.4
แคลเซียมแลคเตต	2

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพไข่มุกป๊อป

1. การวิเคราะห์อัตราส่วนด้านสั้นต่อด้านยาวของไข่มุกป๊อป (ดัดแปลงจากพัชรี และสุธีรา, 2561)

นำไข่มุกป๊อปมาจำนวนตัวอย่าง 100 เม็ด (เพื่อความแม่นยำ) ใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์วัดขนาดของไข่มุกป๊อปทีละเม็ดอย่างระมัดระวัง จากนั้นบันทึกขนาดในหน่วยมิลลิเมตร แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยระหว่างด้านยาวกับด้านสั้น เพื่อดูความกลมของไข่มุกป๊อป ถ้าค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าไข่มุกป๊อปค่อนข้างกลม

2. การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัสอาหารของไข่มุกป๊อป (ดัดแปลงจากพัชรี และสุธีรา, 2561)

ในการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของอาหารด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส แล้วเลือกโหมด TPA โดยจะเป็นการวิเคราะห์ที่ให้ผลความแข็ง (Hardness)

ใช้หัวในการวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร ที่อุณหภูมิห้อง กำหนดค่า test speed 1.0 mm/s, trigger force 5 g, 80% strain, post-test 6 mm/s โดยทำการทดลองใช้ไข่มุกป๊อปครั้งละ 3 เม็ด วางเรียงกันเป็นรูปสามเหลี่ยมทำการทดลองซ้ำไม่น้อยกว่า 30 ครั้งเพื่อค่าที่แม่นยำ

1.ต่ออุปกรณ์ที่เหมาะกับรูปแบบการวัดเนื้อสัมผัสของเราในการทดลองใช้ cylinder probe ขนาด 0.5 มิลลิเมตร

2.ตั้งค่าแรงที่ใช้ไม่เกิน 20 นิวตัน และทำการวัดขนาดของตัวอย่าง ตั้งระยะความสูงของโพรบและตัวอย่างให้เหมาะสม ทำการจดบันทึกค่าความแข็งและนำไปวิเคราะห์

3. การวิเคราะห์สีด้วยเครื่องวัดสีของไข่มุกป๊อป

ในการวิเคราะห์สีของไข่มุกป๊อปจะต้องนำไข่มุกป๊อปไปบดหรือปั่นให้ละเอียดก่อนการวัด แล้วบรรจุให้เต็มภาชนะไม่มีแสงลอดผ่านได้ จากนั้นนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องวัดสีของ Hunter Lab โดยบันทึกค่าลักษณะ L*-a*-b* Chart ทำการกดวัดค่าสีตัวอย่างละ 3 ครั้งต่อหนึ่งการวัดทำซ้ำไม่น้อยกว่าตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

1.เริ่มตั้งเครื่องให้มั่นคง

2.กด calibrate เครื่อง แล้วกดปุ่ม ok รูปสายฟ้า

3.กดตัวเลือก standardized (จากนั้นกดปุ่ม ok รูปสายฟ้า)

4.นำปลอกที่ใช้เทียบสีดำวางแล้วกดปุ่มสายฟ้า จากนั้นนำด้านสีขาวมาวางตรงไฟแล้วกดปุ่มสายฟ้าเช่นเดียวกัน

5.กลับไปที่ main menu เลือกฟังก์ชั่น Read แล้วเลือก SO

6.ไปที่ please sample นำตัวอย่างที่เตรียมวัดสีวางตรงไฟแล้วกดปุ่มสายฟ้า

7.ทำการวัดตัวอย่างละ 3 ซ้ำ แล้วจดค่า

8.เมื่อต้องการวัดตัวอย่างต่อไป ให้กลับไปที่ main menu

4. การวิเคราะห์การบวมน้ำของไข่มุกป๊อป (ดัดแปลงจาก Gong *et al*., 2011)

นำเม็ดบีดมาตัวอย่างละ 30 เม็ด ไปอบที่ตู้อบครั้งแรกอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง นำมาชั่งน้ำหลังอบ จากนั้นนำเม็ดบีดไปแช่ในน้ำอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30, 60, 120 นาที และเวลาสุดท้ายคือ 24 ชั่วโมง โดยต้องทำการจดบันทึกน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละเวลา จากนั้นนำมาคำนวณหาค่าการบวมน้ำ โดย

ร้อยละค่าการบวมน้ำ (swelling capacity) = $(W_t - W_0)/ W_0 \times 100$

W_t คือ น้ำหนักของไข่มุกป๊อปที่เวลาต่างๆ

W_0 คือ น้ำหนักของไข่มุกป๊อปที่เวลาเริ่มต้น

ภาคผนวก ง
การเตรียมสารและการตรวจวัดปริมาณจุลินทรีย์ในอาหาร

1. การเตรียมสารและการตรวจวัดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

1.1 การเตรียม stock solution

ทำการละลายโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) 34 กรัม ในน้ำกลั่นปริมาตร 500 มิลลิลิตร ปรับ pH เป็น 7.2 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1N และปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร แล้วนำมาฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไออุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

1.2 การเตรียม Dilution blank

ทำการตวงสารละลายสต๊อก 1.25 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น ตวงใส่ขวดที่มีปริมาตร 225 มิลลิลิตร (สำหรับเจือจางตัวอย่าง 25 กรัม) จากนั้นดูดปริมาตร 9 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองขนาด(มีฝาปิด) 12×150 มิลลิเมตร จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ด้วยหม้อนึ่งความดันไออุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

2. การเตรียมตัวอย่างในการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่เป็นของตัวอย่างที่เป็นแข็ง

เตรียมตัวอย่างไข่มุกป๊อปถั่งเช่าสีทอง จากนั้นใช้ช้อนสแตนเลสที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ตักไข่มุกป๊อปลงในถุงพลาสติกปลอดเชื้อที่ใช้สาหรับเข้าเครื่องตีปั่น ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 25 กรัม แล้วเติมน้ำเกลือ 0.85% ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ตีปั่นด้วยเครื่อง stomacher เป็นเวลา 1 นาที ตัวอย่างที่ได้จะมีระดับการเจือจางเป็น 10^{-1}, 10^{-2} และ 10^{-3}

3. การเตรียมตัวอย่างในการวิเคราะห์ปริมาณราและยีสต์ในไข่มุกป๊อป (อ้างอิงจากวิธีมาตราฐานสำหรับการวิเคราะห์อาหาร เล่มที่2)

3.2.1 การเตรียมตัวอย่าง

เตรียมตัวอย่างไข่มุกป๊อปถั่งเช่าสีทอง จากนั้นใช้ช้อนสแตนเลสที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ตักไข่มุกป๊อปลงในถุงพลาสติกปลอดเชื้อที่ใช้สาหรับเข้าเครื่องตีปั่น ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 25 กรัม

3.2.2 การเตรียมตัวอย่างสำหรับทดสอบ (Preparation of test sample)

เจือจางตัวอย่างเป็น 10^{-1} ด้วยสารละลายสำหรับเจือจางเทสารละลายสำหรับเจือจางลงในตัวอย่างให้ได้ตัวอย่างที่เจือจาง 10^{-1} ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องบดปั่น 30-60 วินาที หรือเครื่องตีผสมอาหาร 2 นาที (initial suspension หรือ primary dilution) ปิเปตตัวอย่างที่เจือจาง 10^{-1} มา 10 มิลลิลิตร ใส่ในสารละลายสำหรับเจือจาง 90 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จะได้ตัวอย่างเจือจาง 1:100 ทำเช่นนี้ต่อไปจนได้ตัวอย่างที่เจือจางตามต้องการ

3.2.3 การตรวจหาปริมาณ (enumeration)

ในกรณีที่ทำวิธี pour plate นำระดับความเจือจางของตัวอย่างที่ต้องการตามความเหมาะสม 1 มิลลิลิตร ปิเปตลงในจานเพาะเชื้อระดับความเจือจางละ 3 จานเพาะเชื้อ (ทำ 3 ซ้ำ) แล้วเทอาหารแข็ง PCA ผสม chloramphenicol หรือ DG 18 agar ประมาณ 20 ถึง 25 มิลลิลิตร ลงในแต่ละจานเพาะเชื้อผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ให้วุ้นแข็ง

ในกรณีใช้วิธี spread plate เทอาหารแข็ง DRBC หรือ DG 18 หรือ PCA ผสม chloramphenicol ลงในจานเพาะเชื้อ หมุนให้อาหารเลี้ยงเชื้อกระจายทั่วตั้งทิ้งไว้ให้วุ้นแข็ง แล้วทำให้ผิวหน้าวุ้นแห้ง ปิเปตตัวอย่างเริ่มต้นหรือตัวอย่างที่ระดับความเจือจางตามความเหมาะสม 0.1 มิลลิลิตร ลงบนผิวหน้าอาหารแข็งที่เตรียมไว้ระดับความเจือจางละ 3 จานเพาะเชื้อ ใช้แท่งแก้วงอเกลี่ยให้ทั่วจนกระทั่งผิวหน้าของวุ้นแห้ง

จากนั้นนำไปบ่มที่ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน โดยวางซ้อนกันไม่เกิน 3 จานเพาะเชื้อ เมื่อครบ 5 วัน ถ้าไม่มีการเจริญของเชื้อให้บ่มต่ออีก 48 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีในจานเพาะเชื้อไม่ควรเกินที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์อาหารชุมชนของเยลลี่อ่อน

4. การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อ *E. coli* (สุกัญญา และคณะ, 2557)

ชั่งตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อใส่ในถุงพลาสติกปราศจากเชื้อแล้วเติมน้ำเกลือ 0.85% ปริมาตร 225 มิลลิลิตร นำไปตีป่นนาน 2 นาที และทำการเจือจางถึงระดับ 10^{-3} ใช้ปิเปตดูดอาหารปริมาตร 1 มิลลิลิตร ทำการเจือจางความเข้มข้นกับสารละลายน้ำเกลือ 3 ระดับความเจือจาง ทำวิธี most probable number (MPN) นำตัวอย่างที่เจือจางมาทำการตรวจหา coliform bacteria และ *E. coli* ปริมาตร 1มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลองที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ LST brothปริมาตร 9 มิลลิลิตร และมีหลอดดักแก๊ส (Durham tube) บรรจุอยู่ภายใน ความเข้มข้นละ 3 หลอด รวมเป็น 9 หลอด จากนั้นนำไปเข้าตู้บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง หลังจากนั้นคัดเลือกหลอดที่มีแก๊สจาก LST broth หลังจากบ่มเชื้อนาน 24-48 ชั่วโมง แตะของเหลวมาใส่ใน BGLB broth นำไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง สังเกตหลอดที่เกิดแก๊ส นำผลที่ได้ไปอ่านผลตามตาราง MPN เพื่อหาปริมาณ coliform bacteria

ในการยืนยันผล *E. coli* คัดเลือกหลอดที่มีแก๊สจาก BGLB broth หลังจากบ่มเชื้อนาน 24-48ชั่วโมง แตะของเหลวมาใส่ใน EC broth นำไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 44 + 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมงหลังจากนั้นแตะของเหลวจากหลอด EC broth ที่เกิดแก๊สมา streak บน EMB agar ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง และอาหารเลี้ยงเชื้อ tryptone water ขนาด 10 ml นำไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 44 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง บันทึกผลลักษณะของ *E. coli* ที่ได้จะมีลักษณะสีเขียวเข้มมันวาวคล้ายโลหะ (metallic sheen) จาก EMB agar และหยดสารละลาย Kovacs' reagent ใน tryptone water สังเกตการเกิดวงแหวนสีแดงเพื่อยืนยัน *E. coli*

5. การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อ *S. aureus*

ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ ใส่ในถุงพลาสติกปราศจากเชื้อแล้วเติมน้ำเกลือ 0.85% ปริมาตร 225 มิลลิลิตร นำไปตีป่นเป็นเวลา 2 นาทีจะได้สารละลายตัวอย่างความเข้มข้น 10^{-1} ทำการเจือจางตัวอย่างต่อไปที่ด้วยสารละลายเปปโตน จากนั้นปิเปตตัวอย่างอาหารที่แต่ละระดับความเจือจางปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ใส่บนผิวหน้าอาหารแข็ง BPA อย่างละ 3 จานเพาะเลี้ยง จากนั้นใช้แท่งแก้วงอปราศจากเชื้อเกลี่ยตัวอย่างให้ทั่วผิวหน้าอาหาร ตั้งทิ้งไว้ให้ผิวหน้าอาหารแข็งจากนั้นนำไปบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 35 ถึง 37 องศาเซลเซียส ทำการตรวจดูโคโลนีบนจานอาหาร BPA เลือกจานที่มีโคโลนีที่นำจะเป็นโคโลนีของ *S. aureus* จำนวน 20 ถึง 200 โคโลนี นับจานวนโคโลนีที่มีลักษณะดังกล่าว จดบันทึกไว้

กรณีทดสอบเพื่อยืนยัน *S. aureus* ให้ทำการคัดเลือกโคโลนีแต่ละลักษณะที่นำจะเป็นโคโลนีของ *S. aureus* 1 โคโลนีต่อหนึ่งลักษณะ นำมาทดสอบการสร้างเอนไซม์โคแอกูเลส (coagulase test) และทดสอบยืนยันชนิดอื่น คำนวณหาจำนวนของ *S. aureus* ในอาหารที่นำมาวิเคราะห์ (CFU ต่อกรัมของอาหาร) จากจำนวนโคโลนีที่ให้ผลบวกกับการทดสอบยืนยัน และค่า dilution factor

3. การคำนวณหาจำนวนจุลินทรีย์ในจานเพาะเชื้อ (โคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง)

กรณีทำการนับจำนวณโคโลนีในแต่จานเพาะเชื้อมีน้อยกว่า 25 โคโลนี ให้รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีที่นับได้ คูณกับ 1/dilution factor จำนวนเฉลี่ยโคโลนีที่นับได้เป็นทศนิยม 0.5 ให้ปัดเลขเป็น 1

กรณีโคโลนีที่นับได้เกิน 30 โคโลนี การคำนวณหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU ต่อกรัมหรือ CFU ต่อมิลลิลิตรของอาหาร) ในการคำนวณหา CFU ต่อกรัม หรือ CFU ต่อมิลลิลิตร ให้คูณจำนวนโคโลนีทั้งหมดที่นับได้หรือจำนวนโคโลนีเฉลี่ยกับส่วนกลับของ dilution factor

Dilution factor = ระดับความเจือจางเริ่มต้น x ระดับความเจือจางต่อมา x ปริมาณตัวอย่างที่เติมในจาน

จำนวนจุลินทรีย์ที่นับได้ = ส่วนกลับของ dilution factor x จำนวนโคโลนีที่นับได้

หรือ จำนวนจุลินทรีย์ที่นับได้ = $\frac{\sum C}{(\mathbf{v}_1\mathbf{n}_1 + 0.1\mathbf{n}_2)\,\mathbf{d}}$

เมื่อ v1 = ปริมาตรของสารละลายที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเชื้อ

$\sum C$ = ผลรวมของโคโลนีที่นับได้ทั้งหมดจากจานเพาะเชื้อที่นับได้ในช่วง 30-300 โคโลนี

n1 = จำนวนจานเพาะเชื้อที่นับได้ในช่วง 30-300 โคโลนี ในระดับความเข้มข้นแรก

n2 = จำนวนจานเพาะเชื้อที่นับได้ในช่วง 30-300 โคโลนี ในระดับความเข้มข้นที่ 2

d = ระดับความเจือจางแรกที่สามารถนับเชื้อได้ในช่วง 30-300 โคโลนี

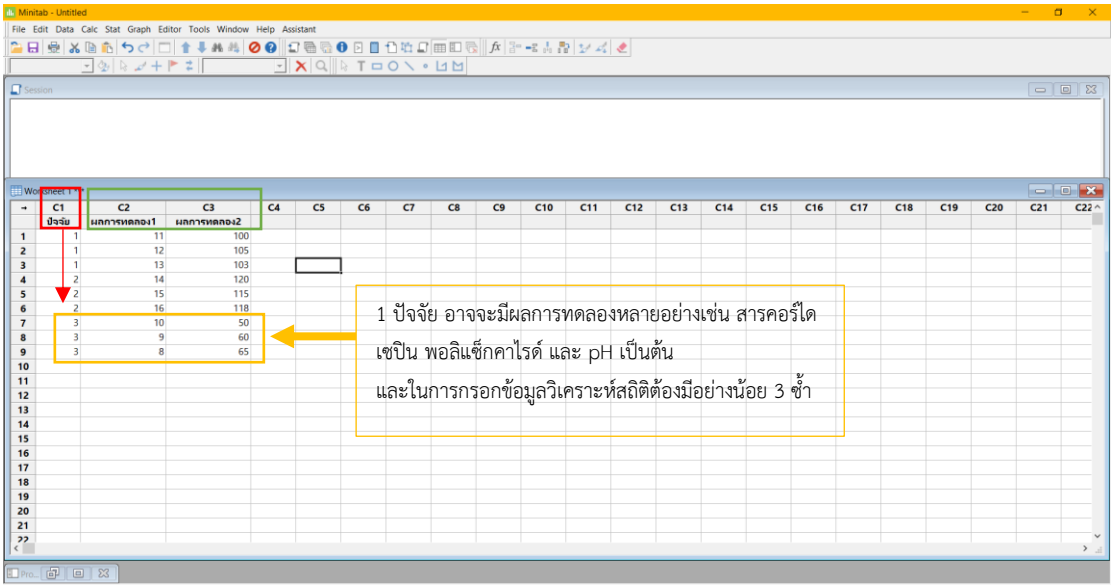
การรายงานค่า CFU ต่อกรัม นิยมรายงานโดยเขียนเป็นเลขทศนิยม 1 ตำแหน่ง โดยเขียนเฉพาะตัวเลข 2 ตัวแรก ส่วนตัวที่ 3 ให้ปัดขึ้นหรือปัดลง

ภาคผนวก จ

วิธีการวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติด้วยโปรแกรม Minitab

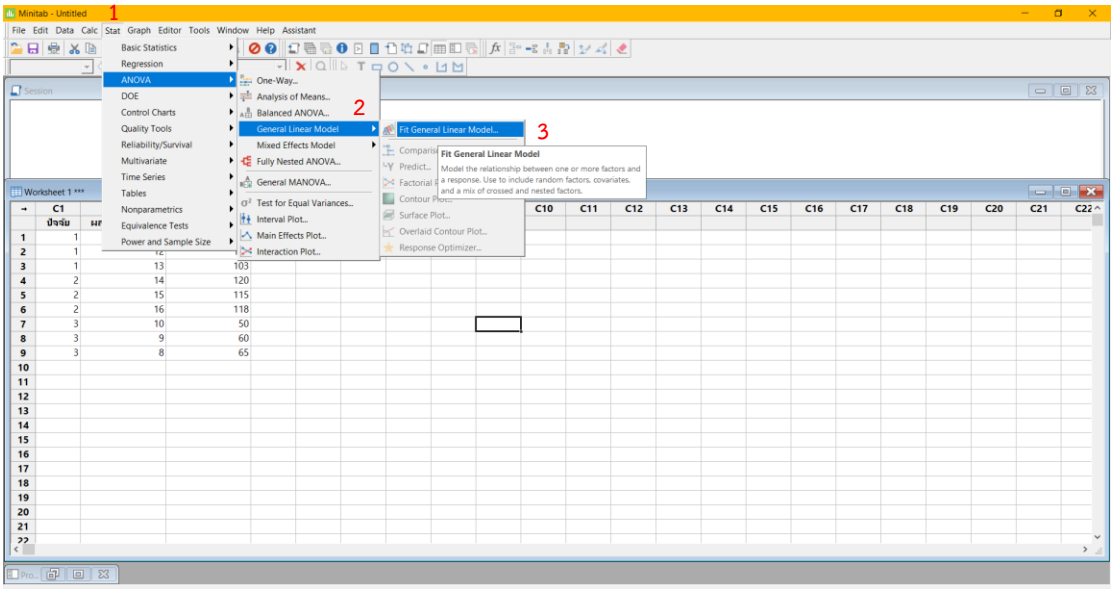
1. เปิดโปรแกรม Minitab เวอร์ชั่น 18

จากนั้นกรอกข้อมูลได้แก่ ปัจจัยต่างๆ (สิ่งที่เราแปรผัน) เช่น เวลาการแช่ ได้แก่ 1, 2, และ 3 นาทีเป็นต้น และกรอกผลการทดลอง ค่าที่วิเคราะห์ ค่าจากการคำนวณอาจจะมีหลายผลการทดลองในปัจจัยนั้น ดังตัวอย่าง (ผลการทดลองของแต่ละปัจจัยต้องมีข้อมูลอย่างน้อย 3 ซ้ำ)

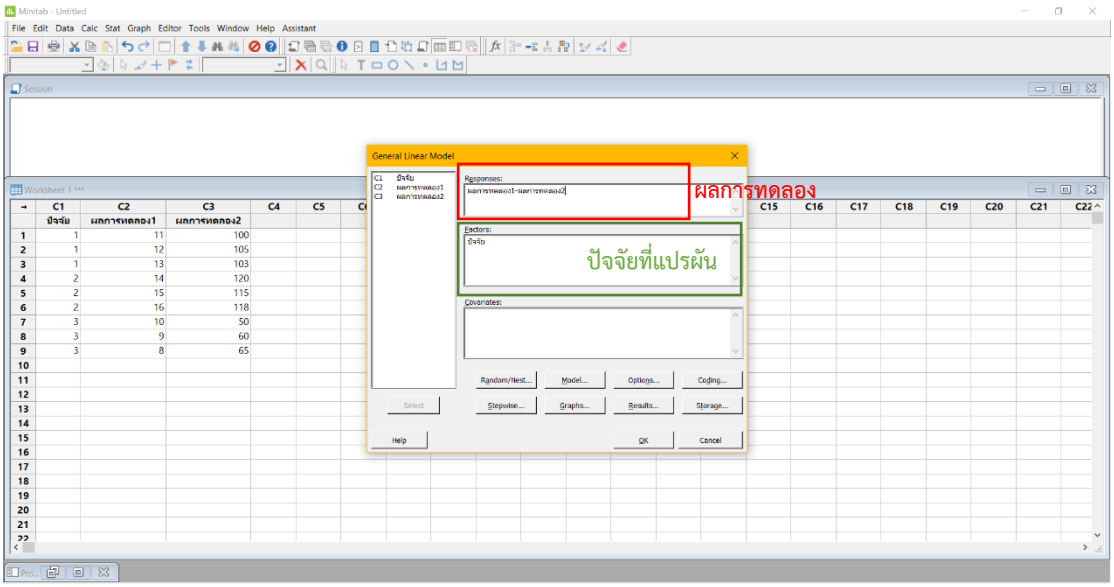


2. การวิเคราะห์ข้อมูลค่าความแปรปรวน (ครั้งที่ 1)

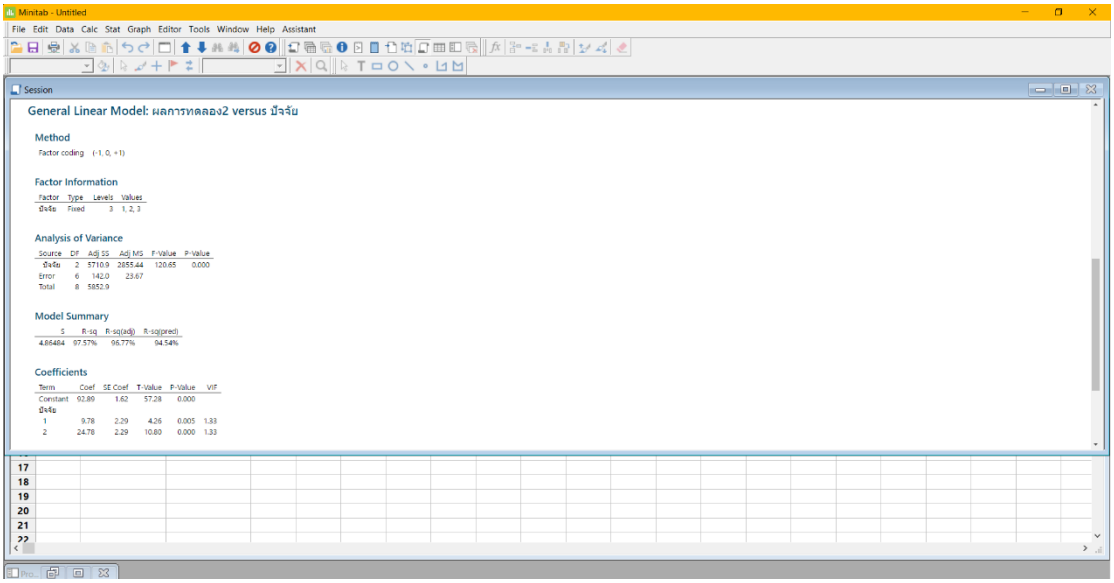
เมื่อทำการกรอกข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์ครบถ้วน จากนั้นทำการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนก่อนอื่นโดยกดที่ปุ่ม Stat (1) ทำการเลือกที่ ANOVA จากนั้นกดที่ General Linear Model (2) และกดที่ Fit General Linear Model (3)



จากนั้นกดเลือกข้อมูลที่จะทำการวิเคราะห์ โดยปัจจัยของผลการทดลองจะใส่ในช่องของ Factors และผลของการทดลองทุกอย่างจะใส่ลงในช่อง Responses ดังภาพ

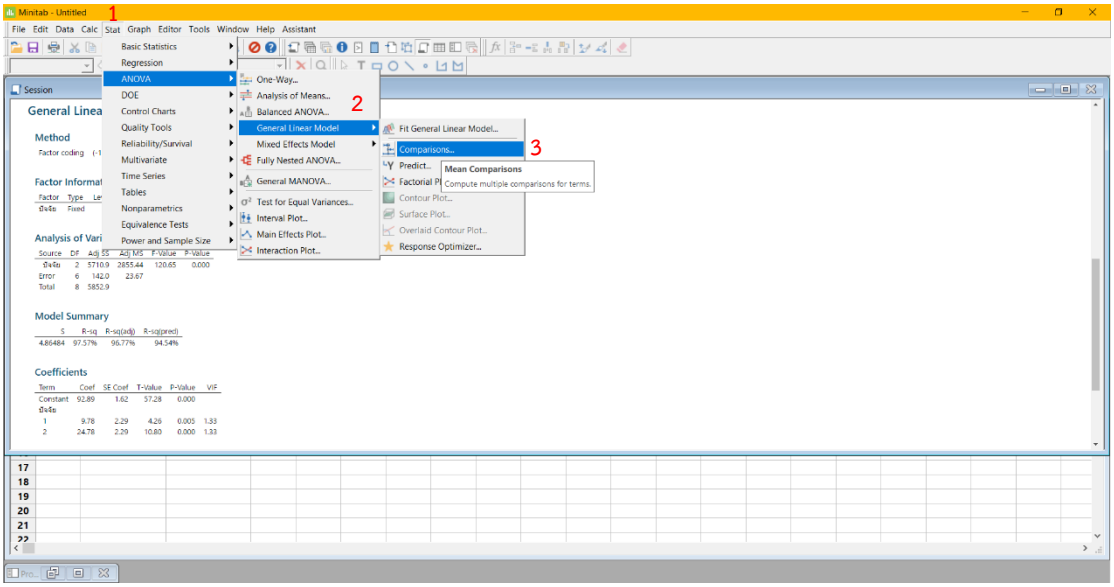


จากนั้นกด OK แล้วจะได้ตารางข้อมูลวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนครั้งแรก จากนั้นจะทำการกดวิเคราะห์ค่าการแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

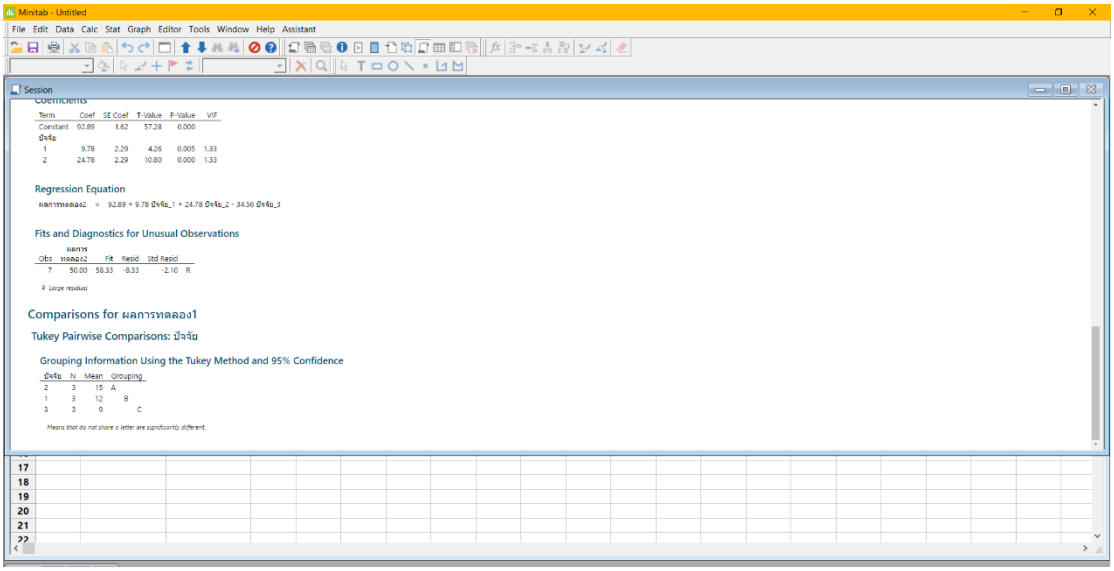


3. การวิเคราะห์ค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กดที่ปุ่ม Stat (1) ทำการเลือกที่ ANOVA จากนั้น กดที่ General Linear Model (2) และกดที่ Comparisons (3) เมื่อกดเข้าไปทำการเลือกปัจจัยและผลการทดลองที่ต้องการวิเคราะห์ทีละผลการทดลอง (CRD)



เมื่อทำการกด OK จะได้การวิเคราะห์มาดังภาพ ซึ่งจะแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ตัวอักษร A-Z หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



ภาคผนวก ฉ
ข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของเยลลี่อ่อน

มผช. ๕๑๙/๒๕๔๗

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
เยลลี่อ่อน

๑. ขอบข่าย

๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะเยลลี่พร้อมบริโภคที่อยู่ในลักษณะกึ่งแข็ง บรรจุในภาชนะบรรจุ ไม่ครอบคลุมถึงเยลลี่เหลวและเยลลี่แห้งที่ได้ประกาศเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแล้ว

๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

๒.๑ เยลลี่อ่อน หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผลไม้ ผัก ธัญชาติ หรือสมุนไพร มาคั้นหรือสกัดแล้วผสมกับสารให้ความหวานและสารที่ทำให้เกิดเจล เช่น เจลาติน คาราจิแนน วุ้น ในปริมาณที่เหมาะสมที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์อยู่ในลักษณะกึ่งแข็ง อาจผสมกรดผลไม้และส่วนประกอบอื่นๆ เช่น ผลไม้ ผัก ธัญชาติ สมุนไพร เคี่ยวให้มีความข้นเหนียวพอเหมาะที่อุณหภูมิที่เหมาะสม อาจแต่งสีและกลิ่นรสด้วยก็ได้ บรรจุในภาชนะบรรจุที่ปิดได้สนิท

๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

๓.๑ ลักษณะทั่วไป
ต้องเป็นก้อนวุ้น และคงรูปเมื่อเทออกจากภาชนะบรรจุ

๓.๒ สี
ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้และสม่ำเสมอ

๓.๓ กลิ่นรส
ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ไม่มีกลิ่นแอลกอฮอล์ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์

๓.๔ ลักษณะเนื้อสัมผัส
ต้องนุ่ม หยุ่นตัว ไม่แข็งกระด้าง

เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ ๘.๑ แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า ๓ คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ ๑ คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

๓.๕ สิ่งแปลกปลอม
ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

๓.๖ วัตถุเจือปนอาหาร
หากมีการใช้สีและวัตถุกันเสีย ให้ใช้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

๓.๗ จุลินทรีย์

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

๓.๗.๒ สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส ต้องไม่พบในตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๗.๓ เอสเชอริเชีย โคไล โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า ๓ ต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๗.๔ ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน ๑๐๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๔. สุขลักษณะ

๔.๑ สุขลักษณะในการทำเยลลี่อ่อน ให้เป็นไปตามคำแนะนำตามภาคผนวก ก.

๕. การบรรจุ

๕.๑ ให้บรรจุเยลลี่อ่อนในภาชนะบรรจุที่สะอาด แห้ง ผนึกได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

๕.๒ น้ำหนักสุทธิหรือจำนวนชิ้นของเยลลี่อ่อนในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

๖. เครื่องหมายและฉลาก

๖.๑ ที่ภาชนะบรรจุเยลลี่อ่อนทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(๑) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น เยลลี่อ่อนรสกระเจี๊ยบ เยลลี่อ่อนสมุนไพร

(๒) ส่วนประกอบที่สำคัญ

(๓) ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร (ถ้ามี)

(๔) น้ำหนักสุทธิหรือจำนวนชิ้น

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

(๖) ข้อแนะนำในการบริโภคและการเก็บรักษา เช่น เก็บได้ในอุณหภูมิห้อง ควรเก็บไว้ในตู้เย็น

(๗) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

๗. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

๗.๑ รุ่น ในที่นี้ หมายถึง เยลลี่อ่อนที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำในระยะเวลาเดียวกัน

๗.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

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

๗.๒.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัส ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ ๗.๒.๑ แล้ว จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๑ ถึงข้อ ๓.๔ จึงจะถือว่าเยลลี่อ่อนรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๓ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบวัตถุเจือปนอาหาร ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๒ หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมกันไม่น้อยกว่า ๒๐๐ กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๖ จึงจะถือว่าเยลลี่อ่อนรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

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

๗.๓ เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างเยลลี่อ่อนต้องเป็นไปตามข้อ ๗.๒.๑ ข้อ ๗.๒.๒ ข้อ ๗.๒.๓ และข้อ ๗.๒.๔ ทุกข้อ จึงจะถือว่าเยลลี่อ่อนรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

๘. การทดสอบ

๘.๑ การทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัส

๘.๑.๑ ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบเยลลี่อ่อนอย่างน้อย ๕ คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

๘.๑.๒ เทตัวอย่างเยลลี่อ่อนลงในจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม

๘.๑.๓ หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑ หลักเกณฑ์การให้คะแนน

(ข้อ ๘.๑.๓)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน(คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	ต้องเป็นก้อนวุ้น และคงรูปเมื่อเทออกจากภาชนะบรรจุ	๔	๓	๒	๑
สี	ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้และสม่ำเสมอ	๔	๓	๒	๑
กลิ่นรส	ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ไม่มีกลิ่นแอลกอฮอล์ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์	๔	๓	๒	๑
ลักษณะเนื้อสัมผัส	ต้องนุ่ม หยุ่นตัว ไม่แข็งกระด้าง	๔	๓	๒	๑

๘.๒ การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก
ให้ตรวจพินิจ

๘.๓ การทดสอบวัตถุเจือปนอาหาร
ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

๘.๔ การทดสอบจุลินทรีย์
ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

๘.๕ การทดสอบน้ำหนักสุทธิหรือจำนวนชิ้น
ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสมหรือใช้วิธีนับ

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 วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำสะอาด 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

ภาคผนวก ช

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค

1.แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ ไข่มุกป๊อปที่มีส่วนประกอบจากน้ำผึ้งปริมาณแตกต่างกัน

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างตามหมายเลขรหัส 050, 000, 100, 200 และ 150 ตามลำดับ แล้วให้คะแนนความชอบของสี กลิ่น ความหวาน รสชาติ และความชอบโดยรวม ที่มีต่อตัวอย่างด้วยวิธี Hedonic scale 5 ระดับ ได้แก่

คะแนนระดับ 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด

คะแนนระดับ 2 คือ ไม่ชอบเล็กน้อย

คะแนนระดับ 3 คือ เฉยๆ

คะแนนระดับ 4 คือ ชอบเล็กน้อย

คะแนนระดับ 5 คือ ชอบมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง	**คุณลักษณะที่ใช้ประเมิน**				
	สี	กลิ่น	ความหวาน	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
050					
000					
100					
200					
150					

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

2.แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ ไข่มุกป๊อปที่มีน้ำผึ้งและสารทดแทนความหวานจากหญ้าหวาน

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างตามหมายเลขรหัส 025, 500, 000, 075 และ 001 ตามลำดับ แล้วให้คะแนนความชอบของสี กลิ่น ความหวาน รสชาติ และความชอบโดยรวม ที่มีต่อตัวอย่างด้วยวิธี Hedonic scale 5 ระดับ ได้แก่

คะแนนระดับ 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด

คะแนนระดับ 2 คือ ไม่ชอบเล็กน้อย

คะแนนระดับ 3 คือ เฉยๆ

คะแนนระดับ 4 คือ ชอบเล็กน้อย

คะแนนระดับ 5 คือ ชอบมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง	**คุณลักษณะที่ใช้ประเมิน**				
	สี	กลิ่น	ความหวาน	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
025					
500					
000					
075					
001					

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

3.แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ ไข่มุกป๊อปที่มีการเติมกรดซิตริกเพื่อควบคุมความเป็นกรด-ด่าง

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างตามหมายเลขรหัส 025, 500, 000, 075 และ 001 ตามลำดับ แล้วให้คะแนนความชอบของสี กลิ่น ความเปรี้ยว รสชาติ และความชอบโดยรวม ที่มีต่อตัวอย่างด้วยวิธี Hedonic scale 5 ระดับ ได้แก่

คะแนนระดับ 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด

คะแนนระดับ 2 คือ ไม่ชอบเล็กน้อย

คะแนนระดับ 3 คือ เฉยๆ

คะแนนระดับ 4 คือ ชอบเล็กน้อย

คะแนนระดับ 5 คือ ชอบมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง	**คุณลักษณะที่ใช้ประเมิน**				
	สี	กลิ่น	ความเปรี้ยว	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
025					
500					
000					
075					
001					

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

4. แบบประเมินออนไลน์การทดสอบการยอมรับและการตัดสินใจเลือกซื้อจากกลุ่มผู้บริโภค

แบบสอบถามออนไลน์ประกอบไปด้วย 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่1 ข้อมูลผู้ทำแบบสอบถาม

รู้จักไข่มุกป๊อปหรือไม่

- ○ รู้จักเป็นอย่างดีหรือรับประทานเป็นประจำ
- ○ เคยได้ยินชื่อ
- ○ ไม่เคยได้ยินหรือรู้จักเลย

ชอบทานอาหารเพื่อสุขภาพหรืออาหารที่รสชาติอร่อย

- อาหารเพื่อสุขภาพ
- อาหารที่มีรสชาติอร่อย
- ทั้งสองอย่าง

เพศ

- ชาย
- หญิง
- อื่นๆ

ช่วงอายุ

- 21-30
- 31-40
- 41-50
- 51-60
- อื่นๆ

อาชีพของผู้ตอบแบบสอบถาม

Short answer text

ท่านมีความต้องการบริโภคอาหารหรือไข่มุกป๊อปที่สามารถทานเล่น หรือทานควบคู่กับของหวาน เช่น ชานม ไอศกรีม เป็นต้น ที่มีสารสำคัญเพื่อสุขภาพ ควบคุมน้ำตาลในกระแสเลือด มีสารต้านอนุมูลอิสระ เพิ่มภูมิคุ้มกัน และมีรสชาติดีหรือไม่

- ○ ใช่
- ○ ไม่ใช่

นอกจากนี้ท่านมีปัญหาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมเกี่ยวกับสุขภาพอีกหรือไม่

Short answer text

ตอนนี้ท่านแก้ปัญหาเกี่ยวกับการทานของหวานที่มีผลเสียต่อสุขภาพด้วยวิธีใด (Existing Alternative)

Short answer text

สิ่งที่ท่านพึงพอใจสูงสุดนอกจากการแก้ไขปัญหาได้ คืออะไร(gain)

Short answer text

หากมีผลิตภัณฑ์ที่จะช่วยแก้ปัญหาทางด้านคนที่ชอบทานของหวาน ขนม หรือของทานเล่น แต่ก็อยากดูสุขภาพ ควบคุมน้ำตาล ได้รับสารต้านอนุมูลอิสระ เพิ่มภูมิคุ้มกัน และประโยชน์อื่นๆ จากถั่งเช่าสีทอง แต่มีรสชาติอร่อย ทานง่าย สะดวกในการพกพานำไปรับประทานควบคู่กับอาหารได้หลายชนิด รวมทั้งเก็บไว้ได้นาน ท่านสนใจลองหรือไม่

- ○ สนใจ
- ○ ไม่สนใจ

ส่วนที่2 ข้อมูลการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์

Section 2 of 2

การตัดสินใจเลือกบริโภคไข่มุกป๊อปจากถั่งเช่าสีทอง(Popping boba from Cordyceps militaris)

ผลิตภัณฑ์ไข่มุกป๊อปถั่งเช่าสีทองได้แนวคิดมาจากปัจจุบันผู้คนนิยมบริโภคชานมไข่มุก หรือของหวานกันเป็นจำนวนเนื่องจากมีรสชาติที่อร่อย แต่ก็ต้องแลกมากับสุขภาพและปัญหาจากน้ำตาลที่ร่างกายได้รับ จึงทำให้คนปัจจุบันมีโรคประจำตัวหลายชนิด เราจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ผู้บริโภคยังคงความอร่อยและความรู้สึกเติมในการรับประทานสิ่งที่ชอบ แต่ได้ประโยชน์จากสารสำคัญของส่วนประกอบที่เรานำมาใช้ ได้แก่ถั่งเช่าสีทอง หรือ "เห็ดถั่งเช่าสีทอง" ซึ่งช่วยในการควบคุมน้ำตาลในกระแสเลือด เพิ่มภูมิคุ้มกันให้ร่างกาย เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และอื่นๆ เราได้นำมาทำการขึ้นรูปทรงกลมโดยเทคนิคของโมเลคิวลาร์แกสโตรโนมี (molecular gastronomy) ที่กำลังได้รับความนิยมในกลุ่มอาหารใหม่ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีรสชาติที่ดี และมีประโยชน์ รวมทั้งบรรจุในถุงเพาช์ (retort pouch) เพื่อให้พกพา และเก็บรักษาได้ง่ายยิ่งขึ้น

คุณสมบัติ (Attribute/Feature) ที่จะทำให้ท่านตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ชนิดนี้

	ราคา ความคุ้ม...	บรรจุภัณฑ์	คุณประโยชน์/...	รสชาติ/ความ...	ความทานง่าย...	ความแปลกให...
เลือกได้มากก...	☐	☐	☐	☐	☐	☐

ท่านมีข้อแนะนำ หรือ คาดหวังให้ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติใดเพิ่มเติม

Short answer text

ท่านสนใจซื้อผลิตภัณฑ์หรือไม่

- ○ สนใจ
- ○ ไม่สนใจ

เหตุผลที่ท่านจะซื้อ/ไม่ซื้อ

Short answer text

ถ้าซื้อ-ราคาที่เต็มใจจะจ่ายสำหรับผลิตภัณฑ์นี้ในขนาด50กรัม(ดังภาพตัวอย่างข้างต้น) ในราคาเท่าไร

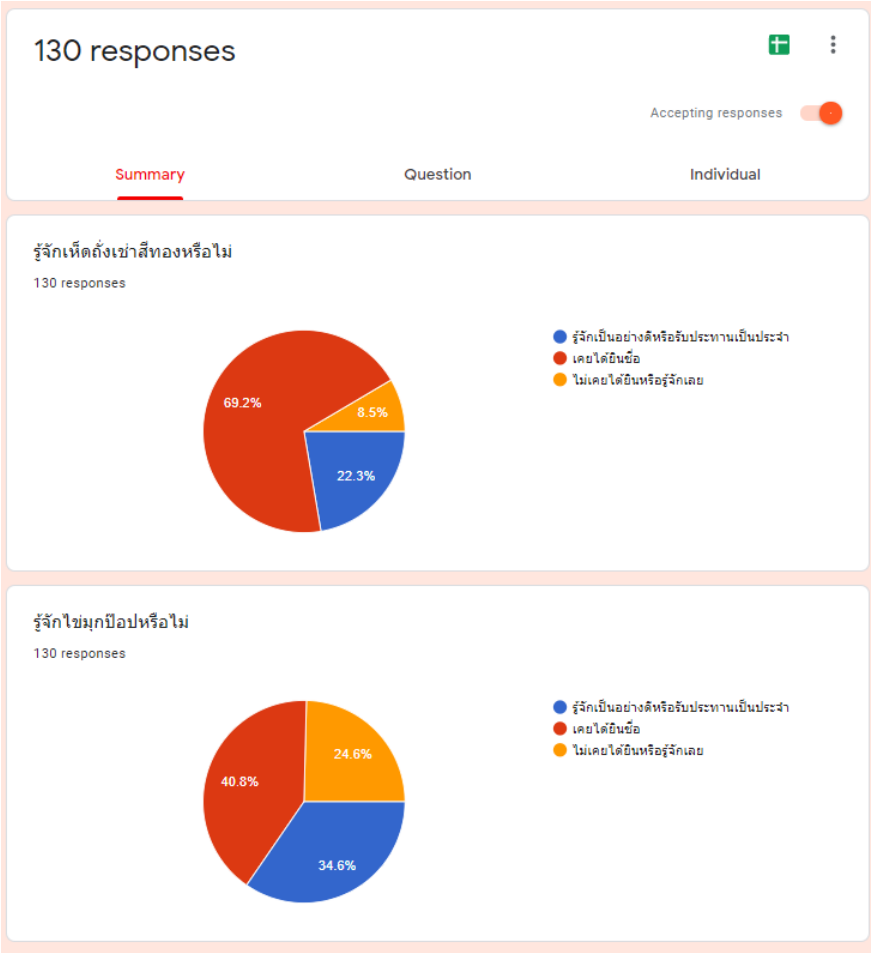
Short answer text

ถ้าซื้อผลิตภัณฑ์ ท่านคาดว่าจะซื้อที่ไหน

Short answer text

ภาคผนวก ซ

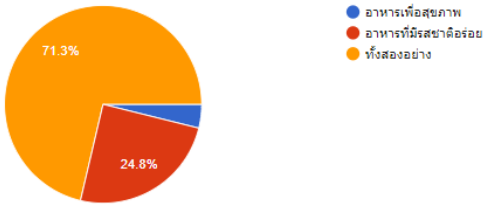
ผลการประเมินแบบสอบถามออนไลน์การยอมรับและการตัดสินใจซื้อจากกลุ่มผู้บริโภค



Questions Responses 130

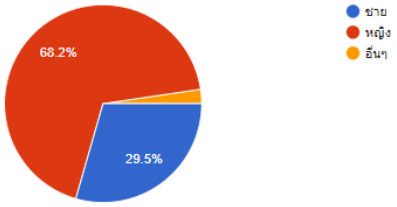
ชอบทานอาหารเพื่อสุขภาพหรืออาหารที่รสชาติอร่อย

129 responses



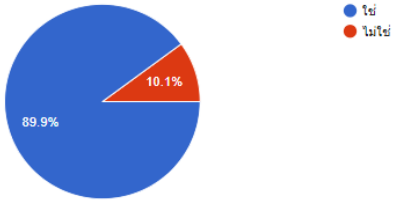
เพศ

129 responses



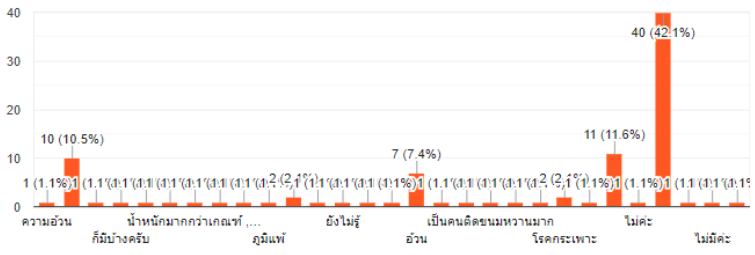
ท่านมีความต้องการบริโภคอาหารหรือไข่มุกป๊อปที่สามารถทานเล่น หรือทานควบคู่กับของหวาน เช่น ชานม ไอศกรีม เป็นต้น ที่มีสารสำคัญเพื่อสุขภาพ ควบคุมน้ำตาลในกระแสเลือด มีสารต้านอนุมูลอิสระ เพิ่มภูมิคุ้มกัน และมีรสชาติดีหรือไม่

129 responses



นอกจากนี้ท่านมีปัญหาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมเกี่ยวกับสุขภาพอีกหรือไม่

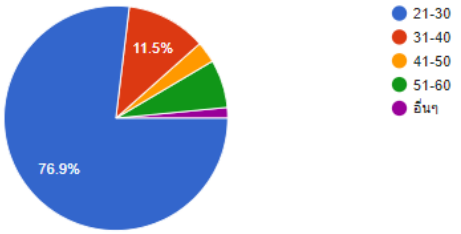
95 responses



Questions Responses 130

ช่วงอายุ

130 responses



อาชีพของผู้ตอบแบบสอบถาม

127 responses

นักศึกษา

พนักงานบริษัท

นิสิต

โปรแกรมเมอร์

พนักงานบริษัทเอกชน

ธุรกิจส่วนตัว

ครู

ค้าขาย

รับจ้าง

Questions Responses 130

ตอนนี้ท่านแก้ปัญหาเกี่ยวกับการทานของหวานที่มีผลเสียต่อสุขภาพด้วยวิธีใด (Existing Alternative)

115 responses

ทานน้อยลง

กินให้น้อย

ลดปริมาณ

-

ออกกำลังกาย

กินน้อยลง

ไม่มี

ควบคุมปริมาณ

ไม่ทาน

สิ่งที่ท่านพึงพอใจสูงสุดนอกจากการแก้ไขปัญหาได้ คืออะไร(gain)

89 responses

กินอย่างสบายใจ

-

สุขภาพที่ดี

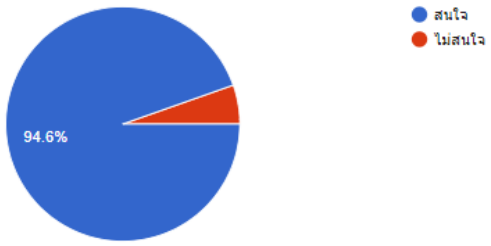
ไม่มี

สุขภาพดีขึ้น

น้ำหนักลดลง

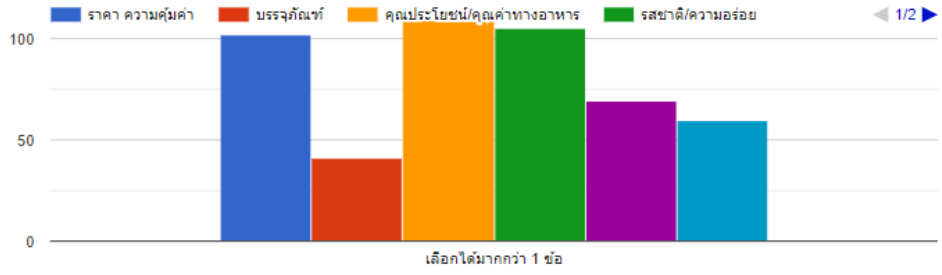
หากมีผลิตภัณฑ์ที่จะช่วยแก้ปัญหาทางด้านคนที่ชอบทานของหวาน ขนม หรือของทานเล่น แต่ก็อยากดูสุขภาพควบคุมน้ำตาล ได้รับสารต้านอนุมูลอิสระ เพิ่มภูมิคุ้มกัน และประโยชน์อื่นๆ จากถั่งเช่าสีทอง แต่มีรสชาติอร่อย ทานง่าย สะดวกในการพกพานำไปรับประทานควบคู่กับอาหารได้หลายชนิด รวมทั้งเก็บไว้ได้นาน ท่านสนใจลองหรือไม่

130 responses



การตัดสินใจเลือกบริโภคไข่มุกป๊อปจากถั่งเช่าสีทอง(Popping boba from Cordyceps militaris)

คุณสมบัติ (Attribute/Feature) ที่จะทำให้ท่านตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ชนิดนี้



Questions Responses 130

ท่านมีข้อแนะนำ หรือ คาดหวังให้ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติใดเพิ่มเติม

74 responses

ไม่มี

-

มีอายุการเก็บรักษาที่นาน และไม่ต้องแช่เย็น

ราคาจับต้องได้ แต่คงคุณภาพที่มีประโยชน์

มีการบอกโภชนาการที่ได้รับค่ะ

บรรจุภัณฑ์ยังไม่ค่อยหน้าสนใจ

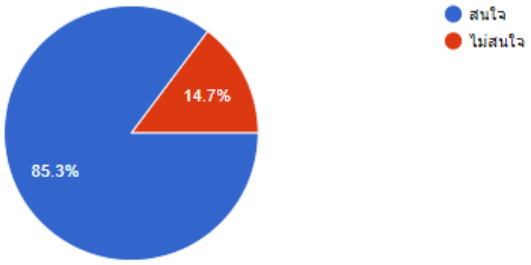
ระยะเวลาการรักษา

กลิ่นของผลิตภัณ ควรมีกลิ่นที่ดี ไม่ฉุน

หาซื้อง่าย

ท่านสนใจซื้อผลิตภัณฑ์หรือไม่

129 responses



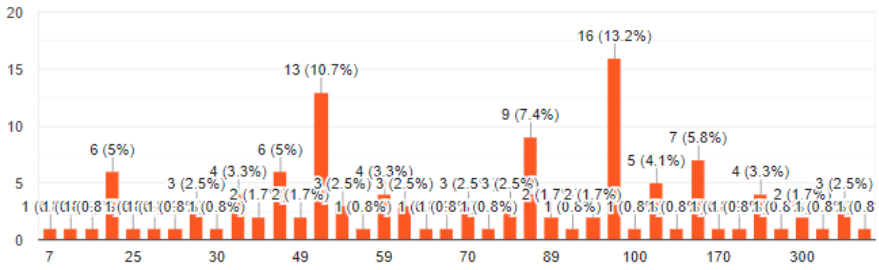
เหตุผลที่ท่านจะซื้อ/ไม่ซื้อ

115 responses

- น่าสนใจ
- อยากลอง
- น่าสนใจ แปลกใหม่
- แปลกใหม่
- ราคาเหมาะสมต่อ คุณภาพ
- น่ากิน
- ไม่แน่ใจ
- ราคาเหมาะสม
- น่าลอง

ถ้าซื้อ-ราคาที่เต็มใจจะจ่ายสำหรับผลิตภัณฑ์นี้ในขนาด50กรัม(ดังภาพตัวอย่างข้างต้น) ในราคาเท่าไร

121 responses



ถ้าซื้อผลิตภัณฑ์ ท่านคาดว่าจะซื้อที่ไหน

120 responses

- ร้านสะดวกซื้อ
- ออนไลน์
- เซเว่น
- 7-11
- สั่งออนไลน์
- ซื้อออนไลน์
- ร้านค้าทั่วไป
- Online

ภาคผนวก ฌ
ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ ฌ1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ปริมาณอะดีโนซีนจากการทดลองการหาปริมาณถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่มุกป๊อปในอัตราส่วนร้อยละ 1, 2 และ 3 กรัมของไข่มุกป๊อป

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
%เห็ด	2	119.309	59.6546	113.21	0.000
Error	9	4.742	0.5269		
Total	11	124.051			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ2 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ปริมาณอะดีโนซีนจากการทดลองการหาปริมาณถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่มุกป๊อปในอัตราส่วนร้อยละ 1, 2 และ 3 กรัมของไข่มุกป๊อปโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

%เห็ด	N	Mean	Grouping		
3	4	11.3372	A		
2	4	7.2551		B	
1	4	3.6179			C

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ปริมาณสารคอร์ไดเซปินจากการทดลองการหาปริมาณถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่มุกป๊อปในอัตราส่วนร้อยละ 1, 2 และ 3 กรัมของไข่มุกป๊อป

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
%เห็ด	2	7233.76	3616.88	663.21	0.000
Error	9	49.08	5.45		
Total	11	7282.84			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ4 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ปริมาณสารคอร์ไดเซปินจากการทดลองการหาปริมาณถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่มุกป๊อปในอัตราส่วนร้อยละ 1, 2 และ 3 กรัมของไข่มุกป๊อปโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

%เห็ด	N	Mean	Grouping

3	4	85.5671	A	
2	4	56.8449		B
1	4	25.4465		C

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ปริมาณสารพอลิแซคคาไรด์จากการทดลองการหาปริมาณถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่มุกป๊อปในอัตราส่วนร้อยละ 1, 2 และ 3 กรัมของไข่มุกป๊อป

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
%เห็ด	2	1330.09	665.045	102.15	0.000
Error	9	58.59	6.510		
Total	11	1388.69			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ6 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ปริมาณสารพอลิแซคคาไรด์จากการทดลองการหาปริมาณถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่มุกป๊อปในอัตราส่วนร้อยละ 1, 2 และ 3 กรัมของไข่มุกป๊อปโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

%เห็ด	N	Mean	Grouping	
3	4	39.1572	A	
2	4	26.7715		B
1	4	13.3753		C

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่าความแข็งจากเครื่องวัดเนื้อสัมผัสจากการทดลองการหาปริมาณถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่มุกป๊อปในอัตราส่วนร้อยละ 1, 2, 3 และไม่เติมผงถั่งเช่าสีทอง

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
%เห็ด	3	1.735	0.5783	0.97	0.414
Error	47	27.944	0.5946		
Total	50	29.679			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ8 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่าความแข็งจากเครื่องวัดเนื้อสัมผัสจากการทดลองการหาปริมาณถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่มุกป๊อปใน

อัตราส่วนร้อยละ 1, 2, 3 และไม่เติมผงถั่งเช่าสีทองโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

%เห็ด	N	Mean	Grouping
0	8	5.33715	A
3	14	4.97249	A
1	14	4.86759	A
2	15	4.77965	A

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่า L* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการทดลองการหาปริมาณถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่มุกป๊อปในอัตราส่วนร้อยละ 1, 2, 3 และไม่เติมผงถั่งเช่าสีทอง

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
%เห็ด	3	955.088	318.363	295.82	0.000
Error	8	8.610	1.076		
Total	11	963.697			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ10 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่า L* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการทดลองการหาปริมาณถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่มุกป๊อปในอัตราส่วนร้อยละ 1, 2, 3 และไม่เติมผงถั่งเช่าสีทองโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

%เห็ด	N	Mean	Grouping
0	3	50.7033	A
3	3	31.7000	B
2	3	29.5367	B
1	3	29.3900	B

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่า a* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการทดลองการหาปริมาณถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่มุกป๊อปในอัตราส่วนร้อยละ 1, 2, 3 และไม่เติมผงถั่งเช่าสีทอง

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value

%เห็ด	3	1160.63	386.877	671.78	0.000
Error	8	4.61	0.576		
Total	11	1165.24			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ12 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่า a* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการทดลองการหาปริมาณถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่มุกป๊อปในอัตราส่วนร้อยละ 1, 2, 3 และไม่เติมผงถั่งเช่าสีทองโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

%เห็ด	N	Mean	Grouping		
3	3	23.4067	A		
2	3	20.9867		B	
1	3	18.7000			C
0	3	-1.3533			D

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่า b* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการทดลองการหาปริมาณถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่มุกป๊อปในอัตราส่วนร้อยละ 1, 2, 3 และไม่เติมผงถั่งเช่าสีทอง

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
%เห็ด	3	3389.01	1129.67	476.09	0.000
Error	8	18.98	2.37		
Total	11	3407.99			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ14 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่า b* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการทดลองการหาปริมาณถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสมต่อการผลิตไข่มุกป๊อปในอัตราส่วนร้อยละ 1, 2, 3 และไม่เติมผงถั่งเช่าสีทองโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

%เห็ด	N	Mean	Grouping		
3	3	54.0300	A		
2	3	50.2033	A	B	
1	3	49.8167		B	
0	3	12.7267			C

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่าความแข็งจากเครื่องวัดเนื้อสัมผัสจากการทดลองการหาเวลาที่เหมาะสมต่อการแช่สารละลายโซเดียมแอลจิเนตต่อความหนาของเปลือกไข่มุกป๊อปที่เวลาแตกต่างกันได้แก่ 5, 7.5, 10, 12.5 และ 15 นาที ตามลำดับ

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Time	4	42.78	10.695	1.65	0.165
Error	148	960.83	6.492		
Total	152	1003.61			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ16 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่าความแข็งจากเครื่องวัดเนื้อสัมผัสจากการทดลองการหาเวลาที่เหมาะสมต่อการแช่สารละลายโซเดียมแอลจิเนตต่อความหนาของเปลือกไข่มุกป๊อปที่เวลาแตกต่างกันได้แก่ 5, 7.5, 10, 12.5 และ 15 นาที ตามลำดับ โดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Time	N	Mean	Grouping
10.0	33	11.4645	A
7.5	30	11.4306	A
5.0	32	11.1561	A
12.5	37	10.5128	A
15.0	21	10.0061	A

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์การวัดขนาดอัตราส่วนด้านสั้นและยาวจากการทดลองการหาเวลาที่เหมาะสมต่อการแช่สารละลายโซเดียมแอลจิเนตต่อความหนาของเปลือกไข่มุกป๊อปที่เวลาแตกต่างกันได้แก่ 5, 7.5, 10, 12.5 และ 15 นาที ตามลำดับ

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Timegelation	4	0.006292	0.001573	0.99	0.415
Error	95	0.150330	0.001582		
Total	99	0.156622			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ18 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์การวัดขนาดอัตราส่วนด้านสั้นและยาวจากการทดลองการหาเวลาที่เหมาะสมต่อการแช่สารละลายโซเดียมแอลจิ

เนตต่อความหนาของเปลือกไข่มุกป๊อปที่เวลาแตกต่างกันได้แก่ 5, 7.5, 10, 12.5 และ 15 นาที ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Timegelation	N	Mean	Grouping
10.0	20	1.06813	A
7.5	20	1.06283	A
12.5	20	1.05380	A
15.0	20	1.05030	A
5.0	20	1.04682	A

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ณ19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่าการบวมน้ำเมื่อเวลาผ่านไป 30 นาทีจากการทดลองการหาเวลาที่เหมาะสมต่อการแช่สารละลายโซเดียมแอลจิเนตต่อความหนาของเปลือกไข่มุกป๊อปที่เวลาแตกต่างกันได้แก่ 5, 7.5, 10, 12.5 และ 15 นาที ตามลำดับ

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Timegelation	4	75.45	18.864	2.19	0.143
Error	10	85.99	8.599		
Total	14	161.45			

ตารางภาคผนวกที่ ณ20 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่าการบวมน้ำเมื่อเวลาผ่านไป 30 นาทีจากการทดลองการหาเวลาที่เหมาะสมต่อการแช่สารละลายโซเดียมแอลจิเนตต่อความหนาของเปลือกไข่มุกป๊อปที่เวลาแตกต่างกันได้แก่ 5, 7.5, 10, 12.5 และ 15 นาที ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Timegelation	N	Mean	Grouping
5.0	3	25.3928	A
15.0	3	23.8488	A
7.5	3	21.5758	A
10.0	3	20.1995	A
12.5	3	19.3860	A

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่าการบวมน้ำเมื่อเวลาผ่านไป 60 นาทีจากการทดลองการหาเวลาที่เหมาะสมต่อการแช่สารละลายโซเดียมแอลจิเนตต่อความหนาของเปลือกไข่มุกป๊อปที่เวลาแตกต่างกันได้แก่ 5, 7.5, 10, 12.5 และ 15 นาที ตามลำดับ

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Timegelation	4	22.19	5.548	0.70	0.607
Error	10	78.75	7.875		
Total	14	100.94			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ22 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่าการบวมน้ำเมื่อเวลาผ่านไป 60 นาทีจากการทดลองการหาเวลาที่เหมาะสมต่อการแช่สารละลายโซเดียมแอลจิเนตต่อความหนาของเปลือกไข่มุกป๊อปที่เวลาแตกต่างกันได้แก่ 5, 7.5, 10, 12.5 และ 15 นาที ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Timegelation	N	Mean	Grouping
15.0	3	32.0136	A
5.0	3	31.1099	A
7.5	3	29.4461	A
12.5	3	29.0963	A
10.0	3	28.9671	A

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่าการบวมน้ำเมื่อเวลาผ่านไป 120 นาทีจากการทดลองการหาเวลาที่เหมาะสมต่อการแช่สารละลายโซเดียมอิลจิเนตต่อความหนาของเปลือกไข่มุกป๊อปที่เวลาแตกต่างกันได้แก่ 5, 7.5, 10, 12.5 และ 15 นาที ตามลำดับ

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Timegelation	4	79.81	19.952	4.78	0.020
Error	10	41.75	4.175		
Total	14	121.56			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ24 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่าการบวมน้ำเมื่อเวลาผ่านไป 120 นาทีจากการทดลองการหาเวลาที่เหมาะสมต่อการแช่สารละลายโซเดียมแอลจิเนตต่อความหนาของเปลือกไข่มุกป๊อปที่เวลาแตกต่างกันได้แก่ 5, 7.5, 10, 12.5 และ 15 นาที ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Timegelation	N	Mean	Grouping
5.0	3	46.9636	A
12.5	3	41.4026	B
10.0	3	41.1797	B
15.0	3	41.1599	B
7.5	3	41.0714	B

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่าการบวมน้ำเมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมงจากการทดลองการหาเวลาที่เหมาะสมต่อการแช่สารละลายโซเดียมแอลจิเนตต่อความหนาของเปลือกไข่มุกป๊อปที่เวลาแตกต่างกันได้แก่ 5, 7.5, 10, 12.5 และ 15 นาที ตามลำดับ

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
เวลาการในแช่โซเดียมแอลจิเนต	4	68.47	17.117	1.75	0.215
Error	10	97.57	9.757		
Total	14	166.03			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ26 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่าการบวมน้ำเมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมงจากการทดลองการหาเวลาที่เหมาะสมต่อการแช่สารละลายโซเดียมแอลจิเนตต่อความหนาของเปลือกไข่มุกป๊อปที่เวลาแตกต่างกันได้แก่ 5, 7.5, 10, 12.5 และ 15 นาที ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Timegelation	N	Mean	Grouping
5.0	3	51.1597	A
15.0	3	50.3754	A
12.5	3	50.2617	A
7.5	3	47.6190	A
10.0	3	45.4261	A

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ สี จากผู้บริโภคในการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากน้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 กรัมต่อไข่มุกป๊อป ตามลำดับ

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value

Honney	4	0.09600	0.02400	0.19	0.936
Error	10	1.23333	0.12333		
Total	14	1.32933			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ28 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ สี จากผู้บริโภคในการทดลองผลการหาปริมาณสารให้ความหวานจากน้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 กรัมต่อไข่มุกป๊อป ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Honney	N	Mean	Grouping
10	3	4.13333	A
0	3	4.06667	A
5	3	4.06667	A
15	3	3.93333	A
20	3	3.93333	A

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ29 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ กลิ่น จากผู้บริโภคในการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากน้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 กรัมต่อไข่มุกป๊อป ตามลำดับ

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Honney	4	0.3573	0.08933	0.81	0.545
Error	10	1.1000	0.11000		
Total	14	1.4573			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ30 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ กลิ่น จากผู้บริโภคในการทดลองผลการหาปริมาณสารให้ความหวานจากน้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 กรัมต่อไข่มุกป๊อป ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Honney	N	Mean	Grouping
20	3	3.86667	A
10	3	3.80000	A
5	3	3.73333	A

15	3	3.60000	A
0	3	3.43333	A

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ31 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ ความหวาน จากผู้บริโภคในการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากน้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 กรัมต่อไข่มุกป๊อป ตามลำดับ

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Honney	4	5.263	1.3157	12.57	0.001
Error	10	1.047	0.1047		
Total	14	6.309			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ32 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ ความหวาน จากผู้บริโภคในการทดลองผลการหาปริมาณสารให้ความหวานจากน้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 กรัมต่อไข่มุกป๊อป ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Honney	N	Mean	Grouping
20	3	4.06667	A
15	3	3.16667	B
10	3	2.83333	B
5	3	2.60000	B
0	3	2.36667	B

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ33 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ รสชาติ จากผู้บริโภคในการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากน้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 กรัมต่อไข่มุกป๊อป ตามลำดับ

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Honney	4	3.2973	0.82433	10.30	0.001
Error	10	0.8000	0.08000		
Total	14	4.0973			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ34 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ รสชาติ จากผู้บริโภคในการทดลองผลการหาปริมาณสารให้ความหวานจากน้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 กรัมต่อไข่มุกป๊อป ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Honney	N	Mean	Grouping
20	3	4.00000	A
15	3	3.16667	B
10	3	3.13333	B
0	3	2.73333	B
5	3	2.70000	B

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ35 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ ความชอบโดยรวม จากผู้บริโภคในการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากน้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 กรัมต่อไข่มุกป๊อป ตามลำดับ

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Honney	4	2.6933	0.67333	10.86	0.001
Error	10	0.6200	0.06200		
Total	14	3.3133			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ36 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ ความชอบโดยรวม จากผู้บริโภคในการทดลองผลการหาปริมาณสารให้ความหวานจากน้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 กรัมต่อไข่มุกป๊อป ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Honney	N	Mean	Grouping
20	3	4.10000	A
10	3	3.36667	B
15	3	3.26667	B
5	3	3.10000	B
0	3	2.83333	B

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ37 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ สีจากผู้บริโภคในการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากหญ้าหวานที่ทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 กรัมของปริมาณน้ำผึ้ง ตามลำดับ

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
%หญ้าหวาน	4	0.1901	0.04752	0.50	0.737
Error	10	0.9496	0.09496		
Total	14	1.1397			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ38 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ สีจากผู้บริโภคในการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากหญ้าหวานที่ทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 กรัมของปริมาณน้ำผึ้ง ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

%หญ้าหวาน	N	Mean	Grouping
75	3	4.20000	A
100	3	4.20000	A
0	3	4.16667	A
50	3	4.12222	A
25	3	3.90000	A

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ39 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ กลิ่นจากผู้บริโภคในการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากหญ้าหวานที่ทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 กรัมของปริมาณน้ำผึ้ง ตามลำดับ

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
%หญ้าหวาน	4	1.6867	0.42167	7.69	0.004
Error	10	0.5481	0.05481		
Total	14	2.2348			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ40 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ กลิ่นจากผู้บริโภคในการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากหญ้าหวานที่ทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 กรัมของปริมาณน้ำผึ้ง ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

%หญ้าหวาน	N	Mean	Grouping	
25	3	4.21111	A	
50	3	3.87778	A	
0	3	3.84444	A	
75	3	3.77778	A	B
100	3	3.17778		B

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ41 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ ความหวานจากผู้บริโภคในการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากหญ้าหวานที่ทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 กรัมของปริมาณน้ำผึ้ง ตามลำดับ

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
%หญ้าหวาน	4	1.9034	0.47585	7.58	0.004
Error	10	0.6274	0.06274		
Total	14	2.5308			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ42 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ ความหวานจากผู้บริโภคในการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากหญ้าหวานที่ทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 กรัมของปริมาณน้ำผึ้ง ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

%หญ้าหวาน	N	Mean	Grouping	
75	3	4.18889	A	
50	3	3.78889	A	B
25	3	3.56667	A	B

100	3	3.38889	B
0	3	3.14444	B

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ43 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ รสชาติจากผู้บริโภคในการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากหญ้าหวานที่ทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 กรัมของปริมาณน้ำผึ้ง ตามลำดับ

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
%หญ้าหวาน	4	1.8375	0.45937	5.49	0.013
Error	10	0.8363	0.08363		
Total	14	2.6738			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ44 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ รสชาติจากผู้บริโภคในการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากหญ้าหวานที่ทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 กรัมของปริมาณน้ำผึ้ง ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

%หญ้าหวาน	N	Mean	Grouping	
75	3	4.07778	A	
25	3	3.77778	A	B
50	3	3.76667	A	B
100	3	3.28889		B
0	3	3.12222		B

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ45 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ ความชอบโดยรวมจากผู้บริโภคในการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากหญ้าหวานที่ทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 กรัมของปริมาณน้ำผึ้ง ตามลำดับ

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
%หญ้าหวาน	4	1.7566	0.43915	8.27	0.003

Error	10	0.5311	0.05311
Total	14	2.2877	

ตารางภาคผนวกที่ ฌ46 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ความชอบโดยรวมจากผู้บริโภคในการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากหญ้าหวานที่ทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 กรัมของปริมาณน้ำผึ้ง ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

%หญ้าหวาน	N	Mean	Grouping	
75	3	4.33333	A	
50	3	3.85556	A	B
25	3	3.80000	A	B
0	3	3.48889		B
100	3	3.34444		B

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ47 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่า L* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากหญ้าหวานที่ทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 กรัมของปริมาณน้ำผึ้ง ตามลำดับ

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
%หญ้าหวาน	4	19.5618	4.89045	60.97	0.000
Error	10	0.8021	0.08021		
Total	14	20.3639			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ48 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่า L* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากหญ้าหวานที่ทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 กรัมของปริมาณน้ำผึ้ง ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

%หญ้าหวาน	N	Mean	Grouping
100	3	35.3733	A

25	3	33.1833	B	
75	3	32.8067	B	
50	3	32.7833	B	
0	3	31.9867		C

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ49 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่า a* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากหญ้าหวานที่ทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 กรัมของปริมาณน้ำผึ้ง ตามลำดับ

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
%หญ้าหวาน	4	9.0475	2.26188	87.06	0.000
Error	10	0.2598	0.02598		
Total	14	9.3073			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ50 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่า a* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากหญ้าหวานที่ทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 กรัมของปริมาณน้ำผึ้ง ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

%หญ้าหวาน	N	Mean	Grouping		
100	3	11.9400	A		
75	3	11.6300	A	B	
50	3	11.2667		B	
25	3	10.5633			C
0	3	9.7833			D

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ51 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่า b* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากหญ้าหวานที่ทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 กรัมของปริมาณน้ำผึ้ง ตามลำดับ

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
%หญ้าหวาน	4	50.237	12.5592	38.84	0.000
Error	10	3.234	0.3234		
Total	14	53.470			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ52 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่า b* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการทดลองหาปริมาณสารให้ความหวานจากหญ้าหวานที่ทดแทนปริมาณการใช้น้ำผึ้งที่เหมาะสมในการผลิตไข่มุกป๊อปที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 กรัมของปริมาณน้ำผึ้ง ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

%หญ้าหวาน	N	Mean	Grouping		
100	3	29.7800	A		
75	3	29.4433	A		
50	3	28.9233	A		
25	3	27.0800		B	
0	3	24.8700			C

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ53 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างก่อนขึ้นรูปจากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ต่อกรัมไข่มุกป๊อปตามลำดับ

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Citric	4	6.97136	1.74284	87142.00	0.000
Error	10	0.00020	0.00002		
Total	14	6.97156			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ54 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างก่อนขึ้นรูปจากจากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ต่อกรัมไข่มุกป๊อป ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Citric	N	Mean	Grouping

0.00	3	5.50000	A			
0.25	3	4.40667		B		
0.50	3	3.99667			C	
0.75	3	3.80667				D
1.00	3	3.56000				E

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ55 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างหลังขึ้นรูปจากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ต่อกรัมไข่มุกป๊อปตามลำดับ

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Citric	4	5.72897	1.43224	35806.08	0.000
Error	10	0.00040	0.00004		
Total	14	5.72937			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ56 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างหลังขึ้นรูปจากจากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ต่อกรัมไข่มุกป๊อป ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Citric	N	Mean	Grouping			
0.00	3	5.63000	A			
0.25	3	4.64667		B		
0.50	3	4.27333			C	
0.75	3	4.00000				D
1.00	3	3.94333				E

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ57 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่า L* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ต่อกรัมไข่มุกป๊อป ตามลำดับ

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Citric	4	21.779	5.4446	42.32	0.000
Error	10	1.287	0.1287		
Total	14	23.065			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ58 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่า L* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ต่อกรัมไข่มุกป๊อป ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Citric	N	Mean	Grouping		
0.25	3	35.6767	A		
0.50	3	35.1733	A		
0.75	3	34.8967	A		
1.00	3	33.4333		B	
0.00	3	32.4300			C

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ59 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่า a* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ต่อกรัมไข่มุกป๊อป ตามลำดับ

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Citric	4	9.4329	2.35822	62.28	0.000
Error	10	0.3787	0.03787		
Total	14	9.8115			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ60 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่า a* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ต่อกรัมไข่มุกป๊อป ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Citric	N	Mean	Grouping
0.25	3	17.3667	A

0.75	3	16.5500	B	
0.50	3	15.5467		C
0.00	3	15.3967		C
1.00	3	15.3567		C

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ61 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่า b* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ต่อกรัมไข่มุกป๊อป ตามลำดับ

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Citric	4	18.911	4.7277	6.56	0.007
Error	10	7.211	0.7211		
Total	14	26.121			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ62 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่า b* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ต่อกรัมไข่มุกป๊อป ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Citric	N	Mean	Grouping	
0.75	3	35.8667	A	
0.25	3	35.6633	A	
0.00	3	34.7467	A	B
0.50	3	34.1100	A	B
1.00	3	32.7800		B

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ63 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ สีจากผู้บริโภคจากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ต่อกรัมไข่มุกป๊อป ตามลำดับ

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value

Citric	4	0.07140	0.01785	0.26	0.899
Error	10	0.69518	0.06952		
Total	14	0.76659			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ64 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ สีจากผู้บริโภคจากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ต่อกรัมไข่มุกป๊อป ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Citric	N	Mean	Grouping
0.25	3	3.89365	A
0.00	3	3.81818	A
0.75	3	3.79169	A
1.00	3	3.78289	A
0.50	3	3.67928	A

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ65 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ กลิ่นจากผู้บริโภคจากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ต่อกรัมไข่มุกป๊อป ตามลำดับ

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Citric	4	0.05170	0.01293	0.59	0.681
Error	10	0.22093	0.02209		
Total	14	0.27263			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ66 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ กลิ่นจากผู้บริโภคจากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ต่อกรัมไข่มุกป๊อป ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Citric	N	Mean	Grouping
0.25	3	3.55112	A
1.00	3	3.49326	A

0.75	3	3.41584	A
0.00	3	3.40811	A
0.50	3	3.40205	A

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ67 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ ความเปรี้ยวจากผู้บริโภคจากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ต่อกรัมไข่มุกป๊อป ตามลำดับ

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Citric	4	0.3235	0.08087	0.46	0.762
Error	10	1.7478	0.17478		
Total	14	2.0713			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ68 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ ความเปรี้ยวจากผู้บริโภคจากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ต่อกรัมไข่มุกป๊อป ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Citric	N	Mean	Grouping
0.50	3	3.04438	A
0.75	3	2.90577	A
1.00	3	2.75093	A
0.25	3	2.67928	A
0.00	3	2.65777	A

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ69 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ รสชาติจากผู้บริโภคจากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ต่อกรัมไข่มุกป๊อป ตามลำดับ

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Citric	4	0.5259	0.1315	1.05	0.431

Error	10	1.2575	0.1258
Total	14	1.7835	

ตารางภาคผนวกที่ ฌ70 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ รสชาติจากผู้บริโภคจากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ต่อกรัมไข่มุกป๊อป ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Citric	N	Mean	Grouping
0.00	3	3.46403	A
0.50	3	3.18739	A
0.25	3	3.16481	A
0.75	3	3.00166	A
1.00	3	2.91955	A

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ71 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ ความชอบโดยรวมจากผู้บริโภคจากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ต่อกรัมไข่มุกป๊อป ตามลำดับ

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Citric	4	0.7355	0.18386	2.15	0.149
Error	10	0.8564	0.08564		
Total	14	1.5919			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ72 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้แก่ ความชอบโดยรวมจากผู้บริโภคจากการศึกษาปริมาณการเติมกรดซิตริกในการปรับค่ากรด-ด่างที่เหมาะสมต่อรสชาติและการเก็บรักษาในปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ร้อยละ 0 , 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 ต่อกรัมไข่มุกป๊อป ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Citric	N	Mean	Grouping
0.00	3	3.65582	A
0.25	3	3.46901	A
0.50	3	3.26481	A

1.00	3	3.08983	A
0.75	3	3.08680	A

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ณ73 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์สารสำคัญได้แก่ คอร์ไดเซปิน จากการศึกษาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์และการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ในตัวอย่างก่อนการเก็บรักษา (เดือนที่ 0)

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	2	0.000069	0.000034	16.60	0.004
Error	6	0.000012	0.000002		
Total	8	0.000081			

ตารางภาคผนวกที่ ณ74 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์สารสำคัญได้แก่ คอร์ไดเซปิน จากการศึกษาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์และการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ในตัวอย่างก่อนการเก็บรักษา (เดือนที่ 0) โดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping
3	3	0.0768218	A
2	3	0.0760337	A
1	3	0.0705993	B

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ณ75 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์สารสำคัญได้แก่ พอลิแซคคาร์ไรด์จากการศึกษาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์และการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ในตัวอย่างก่อนการเก็บรักษา (เดือนที่ 0)

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	2	2.3913	1.19563	58.55	0.000
Error	6	0.1225	0.02042		
Total	8	2.5138			

ตารางภาคผนวกที่ ณ76 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์สารสำคัญ ได้แก่ พอลิแซคคาร์ไรด์จากการศึกษาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์และการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ในตัวอย่างก่อนการเก็บรักษา (เดือนที่ 0) โดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping	
3	3	4.58336	A	
2	3	4.30294	A	
1	3	3.37701		B

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ณ77 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างจากการศึกษาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์และการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ในตัวอย่างก่อนการเก็บรักษา (เดือนที่ 0)

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	2	0.084200	0.042100	1263.00	0.000
Error	6	0.000200	0.000033		
Total	8	0.084400			

ตารางภาคผนวกที่ ณ78 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างจากการศึกษาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์และการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ในตัวอย่างก่อนการเก็บรักษา (เดือนที่ 0) โดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping	
1	3	3.99	A	
2	3	3.79		B
3	3	3.78		B

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ79 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่า L* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์และการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาช์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ในตัวอย่างก่อนการเก็บรักษา (เดือนที่ 0)

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	2	26.1386	13.0693	169.00	0.000
Error	6	0.4640	0.0773		
Total	8	26.6026			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ80 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่า L* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์และการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาช์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ในตัวอย่างก่อนการเก็บรักษา (เดือนที่ 0) โดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping
1	3	36.1867	A
2	3	33.2567	B
3	3	32.1467	C

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ81 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่า a* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์และการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาช์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ในตัวอย่างก่อนการเก็บรักษา (เดือนที่ 0)

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	2	19.1458	9.57288	608.02	0.000
Error	6	0.0945	0.01574		
Total	8	19.2402			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ82 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่า a* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์และการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาช์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ในตัวอย่างก่อนการเก็บรักษา (เดือนที่ 0) โดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping
3	3	17.6600	A

2	3	16.5767	B	
1	3	14.1700		C

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ83 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่า b* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์และการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ในตัวอย่างก่อนการเก็บรักษา (เดือนที่ 0)

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	2	10.5731	5.2865	51.89	0.000
Error	6	0.6113	0.1019		
Total	8	11.1844			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ84 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่า b* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์และการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ในตัวอย่างก่อนการเก็บรักษา (เดือนที่ 0)โดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping	
1	3	32.8300	A	
2	3	30.9233		B
3	3	30.2767		B

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ85 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่าความแข็งจากเครื่องวัดเนื้อสัมผัส จากการศึกษาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์และการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ในตัวอย่างก่อนการเก็บรักษา (เดือนที่ 0)

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	2	0.01944	0.009722	0.73	0.521
Error	6	0.08020	0.013366		
Total	8	0.09964			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ86 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่าความแข็งจากเครื่องวัดเนื้อสัมผัส จากการศึกษาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์และการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสม

จากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ในตัวอย่างก่อนการเก็บรักษา (เดือนที่ 0) โดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping
1	3	3.46289	A
2	3	3.42350	A
3	3	3.35068	A

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ87 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	3	0.102825	0.034275	411.30	0.000
Error	8	0.000667	0.000083		
Total	11	0.103492			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ88 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping		
1.1.3	3	4.05000	A		
1.1.1	3	3.94667		B	
1.1.2	3	3.93000		B	
1.1.0	3	3.79000			C

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ89 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่า L* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	3	15.0291	5.00970	71.41	0.000

Error	8	0.5612	0.07015
Total	11	15.5903	

ตารางภาคผนวกที่ ฌ90 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่า L* จากเครื่องวัดสีระบบ L*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping		
1.1.1	3	35.1267	A		
1.1.0	3	33.2567		B	
1.1.2	3	32.8167		B	
1.1.3	3	32.1000			C

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ91 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่า a* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	3	9.77500	3.25833	300.77	0.000
Error	8	0.08667	0.01083		
Total	11	9.86167			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ92 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่า a* จากเครื่องวัดสีระบบ L*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping			
1.1.0	3	16.5767	A			
1.1.3	3	16.0500		B		
1.1.1	3	14.8200			C	
1.1.2	3	14.3400				D

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ93 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่า b* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	3	10.6755	3.55850	48.88	0.000
Error	8	0.5824	0.07280		
Total	11	11.2579			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ94 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่า b* จากเครื่องวัดสีระบบ L*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping
1.1.0	3	30.9233	A
1.1.1	3	30.2867	A
1.1.2	3	28.9200	B
1.1.3	3	28.6467	B

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ95 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่าความแข็งจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	3	0.1042	0.03473	2.17	0.170
Error	8	0.1283	0.01604		
Total	11	0.2325			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ96 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของความแข็งจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping
1.1.0	3	3.42350	A
1.1.3	3	3.28650	A
1.1.1	3	3.27119	A
1.1.2	3	3.16107	A

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ97 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่าสารคอร์ไดเซปินจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	3	0.000168	0.000056	2.09	0.179
Error	8	0.000214	0.000027		
Total	11	0.000382			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ98 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่าสารคอร์ไดเซปินจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping
1.1.0	3	0.0760337	A
1.1.1	3	0.0742000	A
1.1.2	3	0.0681333	A
1.1.3	3	0.0674000	A

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ99 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่าพอลิแซ็กคาไรด์จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	3	5.7694	1.92313	92.64	0.000
Error	8	0.1661	0.02076		

Total	11	5.9355

ตารางภาคผนวกที่ ฌ100 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่าพอลิแซ็กคาไรด์จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping		
1.1.0	3	4.30294	A		
1.1.1	3	3.23667		B	
1.1.2	3	2.75667			C
1.1.3	3	2.48667			C

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ101 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	3	0.134758	0.044919	673.79	0.000
Error	8	0.000533	0.000067		
Total	11	0.135292			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ102 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping		
1.1.3	3	4.05000	A		
1.2.2	3	3.93333		B	
1.2.1	3	3.80333			C
1.2.0	3	3.79000			C

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ103 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่า L* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	3	7.1408	2.38025	66.46	0.000
Error	8	0.2865	0.03582		
Total	11	7.4273			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ104 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่า L* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping		
1.2.0	3	33.2567	A		
1.1.3	3	32.1000		B	
1.2.2	3	31.5667			C
1.2.1	3	31.2200			C

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ105 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่า a* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	3	23.8988	7.96626	749.77	0.000
Error	8	0.0850	0.01062		
Total	11	23.9838			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ106 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่า a* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping

1.2.0	3	16.5767	A		
1.1.3	3	16.0500		B	
1.2.1	3	14.0433			C
1.2.2	3	13.1367			D

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ107 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่า b* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	3	44.2015	14.7338	203.23	0.000
Error	8	0.5800	0.0725		
Total	11	44.7815			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ108 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่า b* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping		
1.2.0	3	30.9233	A		
1.1.3	3	28.6467		B	
1.2.1	3	28.5067		B	
1.2.2	3	25.5200			C

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ109 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่าความแข็งจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	3	0.10078	0.033594	7.58	0.010
Error	8	0.03546	0.004433		
Total	11	0.13625			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ110 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของความแข็งจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping	
1.2.0	3	3.42350	A	
1.2.1	3	3.40161	A	
1.1.3	3	3.28650	A	B
1.2.2	3	3.19633		B

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ111 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่าสารคอร์ไดเซปินจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	3	0.000138	0.000046	12.99	0.002
Error	8	0.000028	0.000004		
Total	11	0.000166			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ112 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่าสารคอร์ไดเซปินจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping		
1.2.0	3	0.0760337	A		
1.2.2	3	0.0731000	A	B	
1.2.1	3	0.0690333		B	C
1.1.3	3	0.0674000			C

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ113 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่าพอลิแซ็กคาไรด์จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	3	6.1759	2.05863	91.66	0.000
Error	8	0.1797	0.02246		
Total	11	6.3556			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ114 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่าพอลิแซ็กคาไรด์จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping		
1.2.0	3	4.30294	A		
1.2.1	3	2.99333		B	
1.2.2	3	2.62667		B	C
1.1.3	3	2.48667			C

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ115 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	3	0.107958	0.035986	863.67	0.000
Error	8	0.000333	0.000042		
Total	11	0.108292			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ116 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping

2.1.3	3	4.04333	A		
2.1.1	3	3.95333		B	
2.1.2	3	3.94000		B	
2.1.0	3	3.78000			C

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ117 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่า L* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	3	11.4107	3.80356	125.74	0.000
Error	8	0.2420	0.03025		
Total	11	11.6527			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ118 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่า L* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping		
2.1.1	3	34.6500	A		
2.1.2	3	34.3967	A		
2.1.3	3	33.6433		B	
2.1.0	3	32.1467			C

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ119 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่า a* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	3	21.9776	7.32587	938.21	0.000
Error	8	0.0625	0.00781		
Total	11	22.0401			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ120 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่า a* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping		
2.1.0	3	17.6600	A		
2.1.3	3	15.0400		B	
2.1.2	3	14.4800			C
2.1.1	3	14.2833			C

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ121 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่า b* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	3	6.07409	2.02470	184.48	0.000
Error	8	0.08780	0.01098		
Total	11	6.16189			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ122 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่า b* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping		
2.1.0	3	30.2767	A		
2.1.2	3	29.6567		B	
2.1.3	3	28.7300			C
2.1.1	3	28.5133			C

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ123 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่าความแข็งจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	3	0.13726	0.045753	7.12	0.012
Error	8	0.05139	0.006424		
Total	11	0.18865			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ124 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของความแข็งจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping	
2.1.0	3	3.35068	A	
2.1.1	3	3.19334	A	B
2.1.2	3	3.11627		B
2.1.3	3	3.06863		B

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ125 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่าสารคอร์ไดเซปินจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	3	0.000171	0.000057	4.59	0.038
Error	8	0.000099	0.000012		
Total	11	0.000270			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ126 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่าสารคอร์ไดเซปินจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping

2.1.3	3	0.0792333	A	
2.1.0	3	0.0768218	A	B
2.1.1	3	0.0761333	A	B
2.1.2	3	0.0691000		B

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ127 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่าพอลิแซ็กคาไรด์จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	3	9.39546	3.13182	566.87	0.000
Error	8	0.04420	0.00552		
Total	11	9.43966			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ128 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่าพอลิแซ็กคาไรด์จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping		
2.1.0	3	4.58336	A		
2.1.1	3	2.82667		B	
2.1.2	3	2.67667		B	
2.1.3	3	2.27667			C

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ129 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	3	0.134292	0.044764	315.98	0.000
Error	8	0.001133	0.000142		
Total	11	0.135425			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ130 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping		
2.2.3	3	4.02667	A		
2.2.2	3	3.95333		B	
2.2.1	3	3.79000			C
2.2.0	3	3.78000			C

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ131 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่า L* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	3	6.8311	2.27704	72.21	0.000
Error	8	0.2523	0.03153		
Total	11	7.0834			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ132 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่า L* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping		
2.2.0	3	32.1467	A		
2.2.2	3	31.0833		B	
2.2.1	3	31.0367		B	
2.2.3	3	30.0133			C

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ133 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่า a* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	3	48.2012	16.0671	13389.23	0.000
Error	8	0.0096	0.0012		
Total	11	48.2108			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ134 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่า a* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping
2.2.0	3	17.6600	A
2.2.1	3	13.9933	B
2.2.2	3	13.0933	C
2.2.3	3	12.5033	D

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ135 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่า b* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	3	82.4036	27.4679	1895.42	0.000
Error	8	0.1159	0.0145		
Total	11	82.5195			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ136 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่า b* จากเครื่องวัดสีระบบL*-a*-b* จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping

2.2.0	3	30.2767	A		
2.2.1	3	29.0367		B	
2.2.2	3	26.1200			C
2.2.3	3	23.5300			D

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ณ137 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่าความแข็งจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	3	0.2611	0.08705	4.72	0.035
Error	8	0.1474	0.01843		
Total	11	0.4085			

ตารางภาคผนวกที่ ณ138 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของความแข็งจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping	
2.2.0	3	3.35068	A	
2.2.1	3	3.11328	A	B
2.2.2	3	3.00022	A	B
2.2.3	3	2.97937		B

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ณ139 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่าสารคอร์ไดเซปินจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	3	0.000051	0.000017	1.29	0.343
Error	8	0.000106	0.000013		
Total	11	0.000157			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ140 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่าสารคอร์ไดเซปินจากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping
2.2.3	3	0.0816667	A
2.2.2	3	0.0782000	A
2.2.0	3	0.0768218	A
2.2.1	3	0.0764333	A

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ141 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่าพอลิแซ็กคาไรด์จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ex	3	10.4031	3.46771	1030.10	0.000
Error	8	0.0269	0.00337		
Total	11	10.4301			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ142 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่าพอลิแซ็กคาไรด์จากการศึกษาการเก็บรักษาไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองในบรรจุภัณฑ์ถุงเพาซ์ด้วยวิธีการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือนโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ex	N	Mean	Grouping		
2.2.0	3	4.58336	A		
2.2.1	3	2.73333		B	
2.2.2	3	2.51667			C
2.2.3	3	2.19000			D

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ143 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่าการบวมน้ำของไข่มุกป๊อปจากการสุ่มตัวอย่างที่เวลา 0.5, 1.0, 2.0 และ 24 ชั่วโมง ต่อการแช่สารละลายแอลจิเนต 5.0 นาที

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
เวลาการแช่	3	1374.64	458.213	250.63	0.000
Error	8	14.63	1.828		
Total	11	1389.27			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ144 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่าการบวมน้ำของไข่มุกป๊อปจากการสุ่มตัวอย่างที่เวลา 0.5, 1.0, 2.0 และ 24 ชั่วโมง ต่อการแช่สารละลายแอลจิเนต 5.0 นาที โดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เวลาการแช่	N	Mean	Grouping
24	3	51.1597	A
2	3	46.9636	B
1	3	31.1099	C
0.5	3	25.3928	D

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ145 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่าการบวมน้ำของไข่มุกป๊อปจากการสุ่มตัวอย่างที่ เวลา 0.5, 1.0, 2.0 และ 24 ชั่วโมง ต่อการแช่สารละลายแอลจิเนต 7.5 นาที

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
เวลาการแช่	3	1221.4	407.14	30.30	0.000
Error	8	107.5	13.44		
Total	11	1328.9			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ146 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่าการบวมน้ำจากการสุ่มตัวอย่างที่เวลา 0.5, 1.0, 2.0 และ 24 ชั่วโมง ต่อการแช่สารละลายแอลจิเนต 7.5 นาทีโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เวลาการแช่	N	Mean	Grouping
24	3	47.6190	A
2	3	41.0714	A
1	3	29.4461	B
0.5	3	21.5758	B

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ147 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่าการบวมน้ำของไข่มุกป๊อปจากการสุ่มตัวอย่างที่ เวลา 0.5, 1.0, 2.0 และ 24 ชั่วโมง ต่อการแช่สารละลายแอลจิเนต 10.0 นาที

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
เวลาการแช่	3	1193.62	397.87	38.09	0.000
Error	8	83.57	10.45		
Total	11	1277.19			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ148 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่าการบวมน้ำจากการสุ่มตัวอย่างที่เวลา 0.5, 1.0, 2.0 และ 24 ชั่วโมง ต่อการแช่สารละลายแอลจิเนต 10.0 นาทีโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เวลาการแช่	N	Mean	Grouping
24	3	45.4261	A
2	3	41.1797	A
1	3	28.9671	B
0.5	3	20.1995	C

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ149 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่าการบวมน้ำของไข่มุกป๊อปจากการสุ่มตัวอย่างที่ เวลา 0.5, 1.0, 2.0 และ 24 ชั่วโมง ต่อการแช่สารละลายแอลจิเนต 12.5 นาที

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
เวลาการแช่	3	1657.67	552.557	125.90	0.000
Error	8	35.11	4.389		
Total	11	1692.78			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ150 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่าการบวมน้ำจากการสุ่มตัวอย่างที่เวลา 0.5, 1.0, 2.0 และ 24 ชั่วโมง ต่อการแช่สารละลายแอลจิเนต 12.5 นาทีโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เวลาการแช่	N	Mean	Grouping
24	3	50.2617	A
2	3	41.4026	B
1	3	29.0963	C
0.5	3	19.3860	D

Means that do not share a letter are significantly different.

ตารางภาคผนวกที่ ฌ151 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของค่าการบวมน้ำของไข่มุกป๊อปจากการสุ่มตัวอย่างที่ เวลา 0.5, 1.0, 2.0 และ 24 ชั่วโมง ต่อการแช่สารละลายแอลจิเนต 15.0 นาที

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
เวลาการแช่	3	1181.80	393.932	49.81	0.000
Error	8	63.28	7.909		
Total	11	1245.07			

ตารางภาคผนวกที่ ฌ152 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลของค่าการบวมน้ำจากการสุ่มตัวอย่างที่เวลา 0.5, 1.0, 2.0 และ 24 ชั่วโมง ต่อการแช่สารละลายแอลจิเนต 15.0 นาทีโดยใช้วิธีของ Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เวลาการแช่	N	Mean	Grouping
24	3	50.3754	A

2	3	41.1599	B		
1	3	32.0136		C	
0.5	3	23.8488			D

Means that do not share a letter are significantly different.

ภาคผนวก ญ

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 355) พ.ศ.2556

เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

หน้า ๘๙
เล่ม ๑๓๐ ตอนพิเศษ ๘๗ ง ราชกิจจานุเบกษา ๒๔ กรกฎาคม ๒๕๕๖

(๒) จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(๓) ไม่มีสารพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

(๔) ไม่มีสารปนเปื้อน เว้นแต่ ดังต่อไปนี้

(๔.๑) อาหารในภาชนะบรรจุที่เป็นโลหะ

ดีบุก ไม่เกิน ๒๕๐ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม

สังกะสี ไม่เกิน ๑๐๐ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม

ทองแดง ไม่เกิน ๒๐ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม

ตะกั่ว ไม่เกิน ๑ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม เว้นแต่อาหารที่มีสารตะกั่วปนเปื้อนตามธรรมชาติในปริมาณสูง ให้มีได้ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

สารหนู ไม่เกิน ๒ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม

ปรอท ไม่เกิน ๐.๕ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม สำหรับอาหารทะเล และไม่เกิน ๐.๐๒ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม สำหรับอาหารอื่น

(๔.๒) อาหารในภาชนะบรรจุที่ไม่เป็นโลหะ

ตะกั่ว ไม่เกิน ๑ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม เว้นแต่อาหารที่มีสารตะกั่วปนเปื้อนตามธรรมชาติในปริมาณสูง ให้มีได้ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

สารหนู ไม่เกิน ๒ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม

ปรอท ไม่เกิน ๐.๕ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม สำหรับอาหารทะเล และไม่เกิน ๐.๐๒ มิลลิกรัม ต่ออาหาร ๑ กิโลกรัม สำหรับอาหารอื่น

ข้อ ๕ อาหารตามข้อ ๓ (๑) ที่ผ่านกรรมวิธีให้ความร้อนภายหลังการบรรจุหรือปิดผนึก นอกจากต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ ๔ แล้ว ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานเฉพาะดังนี้ด้วยคือ ไม่มีวัตถุกันเสีย เว้นแต่วัตถุกันเสียที่ติดมากับวัตถุดิบที่เป็นส่วนประกอบของอาหารนั้น

ความในวรรคหนึ่งไม่รวมถึงการใช้โพแทสเซียมไนไตรท์ หรือโซเดียมไนไตรท์ หรือโพแทสเซียมไนเตรท หรือโซเดียมไนเตรท ในปริมาณที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา สำหรับเนื้อหมักชนิดเคียวมีทโพรดัก (cured meat product)

ข้อ ๖ อาหารตามข้อ ๓ (๑) ชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ คือ มีค่าความเป็นกรด - ด่าง มากกว่า ๔.๖ และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (Water activity) มากกว่า ๐.๘๕ นอกจากต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ ๔ และ ข้อ ๕ แล้ว ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานเฉพาะดังนี้ด้วย คือ ไม่มีจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญเติบโตได้ในระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิปกติ

ข้อ ๗ อาหารตามข้อ ๓ (๑) ชนิดที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ตั้งแต่ ๔.๖ ลงมา และข้อ ๓ (๒) นอกจากต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ ๔ และข้อ ๕ แล้ว ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานเฉพาะดังนี้ด้วยคือ

(๑) ตรวจพบจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตได้ ดังนี้

(๑.๑) ไม่เกิน ๑,๐๐๐ ต่ออาหาร ๑ กรัม ที่อุณหภูมิ ๓๐ องศาเซลเซียส หรือ ๕๕ องศาเซลเซียส สำหรับอาหารตามข้อ ๓ (๑)

(๑.๒) ไม่เกิน ๑๐,๐๐๐ ต่ออาหาร ๑ กรัม สำหรับอาหารตามข้อ ๓ (๒)

(๒) ตรวจพบยีสต์และราไม่เกิน ๑๐๐ ต่ออาหาร ๑ กรัม

(๓) ตรวจไม่พบบักเตรีชนิดโคลิฟอร์ม หรือตรวจพบบักเตรีชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า ๓ ต่ออาหาร ๑ กรัม ในกรณีที่ตรวจโดยวิธี เอ็มพีเอ็น (Most Probable Number)

ข้อ ๘ ผู้ผลิตอาหารตามข้อ ๓ (๑) ชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ คือ มีค่าความเป็นกรด - ด่าง มากกว่า ๔.๖ และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (Water activity) มากกว่า ๐.๘๕ ต้องดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

(๑) ฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาที่กำหนด (Scheduled process) โดยให้ค่า F0 (Sterilizing value) ไม่ต่ำกว่า ๓ นาที ซึ่งเพียงพอในการทำลายสปอร์ของเชื้อคลอสทริเดียม โบทูลินั่ม (Clostridium botulinum) ทั้งนี้อุณหภูมิและเวลาที่กำหนดจะต้องมีการศึกษาทดสอบการกระจายความร้อน หรืออุณหภูมิภายในเครื่องฆ่าเชื้อ (Heat distribution) และอัตราการแทรกผ่านความร้อน (Heatpenetration) ณ สถานที่ผลิตแห่งนั้น ตามหลักเกณฑ์ วิธีการ หรือเงื่อนไขที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนด

(๒) เติมกรดเพื่อปรับสภาพความเป็นกรด - ด่างของอาหาร ไม่เกิน ๔.๖

ทั้งนี้ วิธีการปรับให้ได้สภาพความเป็นกรด - ด่างสมดุล (Equilibrium pH) และกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ วิธีการ หรือเงื่อนไขที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนด

ข้อ ๙ ภาชนะบรรจุอาหารตามข้อ ๒ ต้อง

(๑) สะอาด

(๒) ไม่เคยใช้ใส่อาหารหรือวัตถุอื่นใดมาก่อน ถ้าภาชนะบรรจุนั้นเป็นโลหะ

(๓) ไม่มีตะกั่ว สนิมเหล็ก หรือสีอื่นใดติดอยู่ที่ด้านในของภาชนะบรรจุ นอกจากสีของแล็กเคอร์หรือสีของดีบุก และด้านในของภาชนะบรรจุที่ทำด้วยแผ่นเหล็กต้องเคลือบดีบุก หรือสารอื่นใดที่ป้องกันมิให้อาหารสัมผัสกับแผ่นเหล็กได้โดยตรง

(๔) ไม่รั่วหรือบวม

(๕) เป็นภาชนะบรรจุที่ไม่มีสารออกมาปนเปื้อนกับอาหารในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

ข้อ ๑๐ อาหารตามข้อ ๒ ต้องมีน้ำหนักเนื้ออาหาร (drained weight) ตามที่กำหนดไว้ในบัญชีท้ายประกาศนี้ เว้นแต่อาหารประเภทที่ไม่อาจแยกเนื้ออาหารได้ การตรวจหาน้ำหนักเนื้ออาหารให้ใช้วิธีของสมาคม AOAC International ฉบับที่เป็นปัจจุบัน

ข้อ ๑๑ การใช้วัตถุเจือปนอาหาร ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร

ข้อ ๑๒ ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเพื่อจำหน่าย ต้องปฏิบัติแล้วแต่กรณี ดังนี้

(๑) ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร สำหรับอาหารที่มีไขในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำและชนิดที่ปรับกรด

(๒) ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิตและการเก็บรักษาอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ และชนิดที่ปรับกรดสำหรับอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ และชนิดที่ปรับกรด

ข้อ ๑๓ การแสดงฉลากของอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ฉลาก

ฉลากของอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทในกรณีของฟรุตคอกเทลและฟรุตสลัด ให้ได้รับยกเว้นการปฏิบัติตามข้อ ๓ (๕) ของประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๑๙๔) พ.ศ. ๒๕๔๓ เรื่อง ฉลาก ลงวันที่ ๑๙ กันยายน พ.ศ. ๒๕๔๓ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๒๕๒) พ.ศ. ๒๕๔๕ เรื่อง ฉลาก (ฉบับที่ ๒) ลงวันที่ ๓๐ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๔๕ แต่ทั้งนี้ให้แสดงเฉพาะส่วนประกอบที่สำคัญโดยไม่ต้องแจ้งปริมาณเป็นร้อยละของน้ำหนัก

ข้อ ๑๔ ประกาศฉบับนี้ไม่ใช้บังคับกับ

(๑) อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่ผลิตเพื่อจำหน่ายในการส่งออก

(๒) อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทตามข้อ ๓ (๒) ดังนี้

(๒.๑) อาหารขบเคี้ยวประเภทคุกกี้ เวเฟอร์ แครกเกอร์ บิสกิต อาหารอบกรอบ ชนิดที่ไม่มีการสอดไส้ ข้าวเกรียบ เมล็ดธัญพืชคั่วหรืออบ ถั่วคั่วหรืออบ นัตคั่วหรืออบ พืชผักผลไม้อบหรือทอดกรอบ อาหารขบเคี้ยวชนิดอบพอง (Extruded snack) และเมล็ดพืชอบแห้งหรือทอด

(๒.๒) ผงเครื่องเทศ ผงเครื่องปรุงต่างๆ

(๒.๓) แป้งประกอบอาหาร

(๒.๔) อาหารอัดเม็ด

(๒.๕) พืชผัก ผลไม้ ที่ทำให้แห้ง

(๒.๖) เนื้อสัตว์ที่ทำให้แห้ง

ข้อ ๑๕ ให้ผู้ผลิตหรือนำเข้าอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่ได้รับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหาร หรือใบสำคัญการใช้ฉลากอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๑๔๔) พ.ศ. ๒๕๓๕ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ ๒ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๓๕ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๑๗๙) พ.ศ. ๒๕๔๐ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ ๒) ลงวันที่ ๑๒ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๔๐ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๒๕๓) พ.ศ. ๒๕๔๕ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุ

หน้า ๘๘
เล่ม ๑๓๐ ตอนพิเศษ ๘๗ ง ราชกิจจานุเบกษา ๒๔ กรกฎาคม ๒๕๕๖

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

(ฉบับที่ ๓๕๕) พ.ศ. ๒๕๕๖

เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง อาหารในภาชนะในบรรจุที่ปิดสนิท

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕ วรรคหนึ่ง และมาตรา ๖ (๓) (๔) (๕) (๖) (๗) (๙) และ (๑๐) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. ๒๕๒๒ อันเป็นกฎหมายที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๙ ประกอบกับมาตรา ๓๓ มาตรา ๔๑ มาตรา ๔๓ และมาตรา ๔๕ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข ออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ให้ยกเลิก

(๑) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๑๔๔) พ.ศ. ๒๕๓๕ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ ๒ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๓๕

(๒) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๑๗๙) พ.ศ. ๒๕๔๐ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ ๒) ลงวันที่ ๑๒ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๔๐

(๓) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๒๕๓) พ.ศ. ๒๕๔๕ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ ๓) ลงวันที่ ๓๐ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๔๕

(๔) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๓๐๑) พ.ศ. ๒๕๔๙ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ ๔) ลงวันที่ ๒๘ กันยายน พ.ศ. ๒๕๔๙

ข้อ ๒ ให้อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน

ข้อ ๓ อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท หมายความว่า

(๑) อาหารที่ผ่านกรรมวิธีที่ใช้ทำลายหรือยับยั้งการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์ด้วยความร้อนภายหลังหรือก่อนการบรรจุหรือปิดผนึก ซึ่งเก็บรักษาไว้ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่เป็นโลหะหรือวัตถุอื่นที่คงรูปที่สามารถป้องกันมิให้อากาศภายนอกเข้าไปในภาชนะบรรจุได้ และสามารถเก็บรักษาไว้ได้ในอุณหภูมิปกติ หรือ

(๒) อาหารในภาชนะบรรจุชนิดลามิเนต (laminate) ฉาบ เคลือบ อัด หรือติดด้วยโลหะหรือสิ่งอื่นใด หรืออาหารในภาชนะบรรจุที่เป็นขวดแก้วที่ผ่ามียางหรือวัสดุอื่นผนึก หรืออาหารในภาชนะบรรจุอื่น ซึ่งสามารถป้องกันมิให้ความชื้นหรืออากาศผ่านซึมเข้าภายในภาชนะบรรจุได้ในภาวะปกติ และสามารถเก็บรักษาไว้ได้ในอุณหภูมิปกติ

ข้อ ๔ อาหารตามข้อ ๒ ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(๑) ไม่มีสี กลิ่น หรือรส ที่ผิดจากสภาพของอาหารนั้น

ที่ปิดสนิท (ฉบับที่ ๓) ลงวันที่ ๓๐ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๔๕ และประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๓๐๑) พ.ศ. ๒๕๔๙ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ ๔) ลงวันที่ ๒๘ กันยายน พ.ศ. ๒๕๔๙ ซึ่งออกให้ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับใช้เลขสารบบอาหารดังกล่าวต่อไปได้ โดยถือว่าได้จดทะเบียนอาหารตามประกาศฉบับนี้แล้ว

ข้อ ๑๖ ประกาศนี้มีผลบังคับใช้เมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๒๖ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๖
ประดิษฐ สินธวณรงค์
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

ภาคผนวก ฎ
การประเมินต้นทุนการผลิตและราคาขาย

1. ต้นทุนวัตถุดิบสำคัญสำหรับการผลิตไข่มุกป๊อปในการผลิต 100 กรัม (ต้นทุนวัตถุดิบ)

วัตถุดิบ	ราคา ต่อ 1 กิโลกรัม	ปริมาณที่ต้องใช้ร้อยละต่อกรัมสารละลาย	มูลค่าต้นทุน (บาท)
ถั่งเช่าสีทองอบแห้ง	5000	3	15
น้ำผึ้ง	200	5	1
กรดซิตริก	70	0.75	0.06
สารสกัดจากหญ้าหวาน	3500	0.056	0.20
แซนแทนกัม	316	0.4	0.13
แคลเซียมแลคเตด 1	400	2	0.8
รวม			17.19

2. ต้นทุนของสารละลายในการแช่หรือรองรับ และราคาบรรจุภัณฑ์ (ต้นทุนวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์)

วัตถุดิบ	ราคา ต่อ 1 กิโลกรัม	หมายเหตุ	ปริมาณที่ต้องใช้ (%) ในการทำสารละลาย 1 ลิตร	มูลค่าต้นทุน (บาท)
โซเดียมแอลจิเนต	1500	สารแช่ครั้งที่ 1	5 (0.5%)	7.5
แคลเซียมแลคเตด 2	400	สารแช่ครั้งที่ 2	10 (1%)	4
ถุงเพาช์	4.5 (บาท/ใบ)	ขนาด 10x15 cm	3 ใบ ในการบรรจุไข่มุกป๊อป 100 กรัม	

ในการผลิตไข่มุกป๊อปที่มีส่วนผสมจากถั่งเช่าสีทองจะต้องทำการแช่ไข่มุกป๊อปลงในสารละลายทั้ง 2 ในเวลาที่กำหนด แต่ในการผลิตปริมาณมากอาจทำให้คุณสมบัติของสารละลายรองรับที่ดีหมดไปจึงต้องทำการเปลี่ยนสารละลาย เมื่อทำการผลิตไข่มุกป๊อปไปสักระยะเวลานึง โดยเราจะทำการเปลี่ยนสารละลายแต่ละชนิดปริมาตร 1 ลิตร เมื่อทำการผลิตไข่มุกป๊อปไปได้ 500 กรัม (สารละลายไข่มุกป๊อปที่หยดลง รอบละ 100 มิลลิลิตร จำนวน 5 รอบ) เท่ากับการทำไข่มุกป๊อป 500 กรัมจะมีต้นทุนเรื่องสารละลายรองรับ 11.5 บาท ดังนั้นการทำไข่มุกป๊อป 100 กรัมจะมีต้นทุนอยู่ที่ 2.3 บาท

3. การคำนวณต้นทุนของผลิตภัณฑ์ 1 หน่วย (ต้นทุนวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์)

การผลิตไข่มุกป๊อป 100 กรัมจะมีต้นทุนขั้นต่ำคือ 17.19+2.3+13.5 (ค่าซอง) = 32.99 บาท ต่อการ 100 กรัม โดยจะทำการบรรจุลงในขนาดจัดจำหน่ายคือน้ำหนักเนื้อ 30 กรัม ทำให้ได้จำนวน 3 ซอง ดังนั้นจะมีต้นทุนต่อซองเท่ากับ 32.99/3 = 11 บาท

แต่เนื่องจากราคาที่คำนวณเป็นระดับการทดลองในห้องปฏิบัติการ ถ้ามีการขยายถึงระดับอุตสาหกรรมอาจจะมีการลดต้นทุนทางด้านวัตถุดิบที่สามารถซื้อในปริมาณที่มากขึ้นในราคาที่ถูกลง จะทำให้ต้นทุนผลิตภัณฑ์ต่ำลงไปด้วย แต่ต้นทุนที่วิเคราะห์ได้เฉพาะค่าวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์เท่านั้น

4. ราคาและกลยุทธในการกำหนดราคา (อุไรวรรณ, 2526)

จุดมุ่งหมายของราคาและการตั้งราคาเพื่อใช้เป็นสิ่งโน้มน้าวใจผู้บริโภคและใช้แข่งขันกับคู่แข่ง โดยวิธีการตั้งราคาที่นำมาปรับใช้กับผลิตภัณฑ์ของเราคือ การตั้งราคาตามต้นทุน และการตั้งราคาสินค้าใหม่ที่ไม่เคยมีในท้องตลาดมาก่อน โดยต้นทุนที่เราคำนวณมาประมาณ 11 บาทต่อซอง (ขนาดซอง น้ำหนักสุทธิ 50 กรัมมีไข่มุกป๊อป 30 กรัม) ซึ่งผลิตภัณฑ์ของเราเป็นการเทคโนโลยีในการผลิตอาหารรูปแบบใหม่ทำให้คู่แข่งทางการตลาดมีน้อย และผลิตภัณฑ์ของเราเจาะกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการรักษาสุขภาพจึงใช้กลยุทธ์การตั้งราคาทางการตลาดและจิตวิทยาคือ กลยุทธ์การตั้งราคาสูง (Skimming Pricing) ซึ่งเป็นการตั้งราคาเพื่อกำไรมากที่สุดโดยเร็ว เป็นการจำกัดกลุ่มผู้ซื้อเฉพาะที่เต็มใจจ่ายราคานี้ได้เท่านั้น โดยเรานำไปวิเคราะห์ร่วมกับแบบสอบถามทางออนไลน์ที่มีผู้คนสนใจหรือรับได้ในราคา 80-100 บาท

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นาย ตันติกร เติมแก้ว
วัน เดือน ปีเกิด	1 ตุลาคม พ.ศ.2537
ที่อยู่ปัจจุบัน	6/4 หมู่ 7 ตำบลหัวไผ่ อำเภอเมืองสิงห์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี 16000
ประวัติการศึกษา	2559 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ เกรดเฉลี่ย 2.86 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานทางวิชาการ	1. การหาสภาวะที่เหมาะสมของแหล่งไนโตรเจนในอาหารเพาะเลี้ยงเพื่อเพิ่มการผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากถั่งเช่าสีทอง (*Cordyceps militaris*) ในงานประชุมวิชาการระดับชาติ “วิทยาศาสตร์วิจัย” ครั้งที่ 11 ระหว่างวันที่ 23-24 พฤษภาคม 2562 (ได้รับรางวัลผลงาน ระดับดีเด่น สาขาจุลชีววิทยา และวิทยาศาสตร์อาหาร เทคโนโลยีอาหาร)