

การพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบจากว่านหางจระเข้
Development of Aloe Vera Crispy Jelly



เกศสุดา ศรีภิรมย์
พราว หะทะยัง

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร

คณะอุตสาหกรรมอาหาร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบจากว่านหางจระเข้
Development of Aloe Vera Crispy Jelly

จัดทำโดย

เกศสุดา ศรีภิรมย์ รหัสนักศึกษา 62080170

พราว ทะทะย้ง รหัสนักศึกษา 62080210

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก



(ผศ.ดร.ปาจรีย์ อิงคะสุภัทร)

26/พฤษภาคม/2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบจากวุ้นหางจระเข้
ชื่อนักศึกษา	เกศสุดา ศรีภิรมย์ รหัสนักศึกษา 62080170 พราว หะทะยัง รหัสนักศึกษา 62080210
หลักสูตร	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร
พ.ศ.	2566
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ปาจริย์ อิงคะสุภัทร

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบจากวุ้นหางจระเข้ เนื่องจากวุ้นหางจระเข้เป็นพืชที่อุดมไปด้วยสารอาหารและแร่ธาตุ มีประโยชน์ต่อสุขภาพอย่างหลากหลายเช่น ลดการอักเสบต้านอนุมูลอิสระ และยังเป็นที่น่าสนใจในอุตสาหกรรมอาหาร จึงทำการศึกษากระบวนการผลิตวุ้นกรอบวุ้นหางจระเข้ โดยทำการคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมเป็นสูตรพื้นฐานเพื่อนำมาผลิตวุ้นกรอบวุ้นหางจระเข้ สูตรที่เหมาะสมมีปริมาณของน้ำตาล 50 เปอร์เซ็นต์ น้ำ 24 เปอร์เซ็นต์ วุ้นหางจระเข้ 24 เปอร์เซ็นต์ และผงวุ้น 2 เปอร์เซ็นต์ เป็นสูตรที่มีคะแนนความชอบโดยรวมจากผู้บริโภคมากที่สุดโดยวิธี 9-point hedonic scale คือ 7.30 ± 1.22 คะแนน จากนั้นทำการศึกษาการใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลเพื่อดูความเป็นไปได้ในการลดการใช้น้ำตาลทรายลงในสูตรการผลิตในอัตราส่วนของสารให้ความหวานต่อน้ำตาลทรายที่ 50ต่อ50 โดยสารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่นำมาศึกษาได้แก่อัลลูลูโลส และมอลทิโมล จากผลการทดลองพบว่าชนิดของสารให้ความหวานมีผลต่อปริมาณน้ำอิสระและค่า L^* , a^* และ b^* ของวุ้นกรอบวุ้นหางจระเข้ แต่ไม่มีผลต่อค่าความแข็งและความยืดหยุ่น นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลนั้นได้คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสน้อยกว่าการใช้น้ำตาลทราย ดังนั้นจึงนำวุ้นกรอบวุ้นหางจระเข้ที่มีการใช้น้ำตาลทรายในสูตรปกติมาทำการปรับปรุงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านกลิ่นเพิ่มเติม ซึ่งพบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบโดยรวมของวุ้นกรอบวุ้นหางจระเข้ที่มีการใส่กลิ่นมะลิ และกลิ่นมะพร้าวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของวุ้นกรอบวุ้นหางจระเข้ที่พัฒนาได้โดยการเก็บในบรรจุภัณฑ์ 2 รูปแบบคือบรรจุในถุงพลาสติกประเภท Polyethylene (PE) แบบมีและไม่มีซิลิกาเจล เก็บที่อุณหภูมิห้อง (อุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า เมื่อเก็บวุ้นกรอบวุ้นหางจระเข้ในระยะเวลาที่นานขึ้นแนวโน้มค่าปริมาณน้ำอิสระ และค่าคุณลักษณะความชอบทางประสาทสัมผัสในด้านต่างๆ มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันคือ ค่าปริมาณน้ำอิสระสูงขึ้น และค่าคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสมีค่าลดลง

คำสำคัญ: วุ้นหางจระเข้ วุ้นกรอบ สารให้ความหวานแทนน้ำตาล
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem title Development of Aloe Vera Crispy Jelly

Student name Ketsuda Sripirom Student ID 62080170
 Prow Hathayang Student ID 62080210

Program Bachelor of Science in Food Process Engineering

Year 2023

Advisor Asst. Prof. Dr. Pajaree Ingkasupart

ABSTRACT

The objective of this research was to develop an aloe vera crispy jelly. Aloe vera is delectable plant which is rich in nutrients and minerals, due to its various health benefits like anti-inflammatory, antioxidant and catches attention of food industry. Therefore, the production process of aloe vera crispy jelly was studied by selecting an appropriate formula as the basic formula for producing aloe vera crispy jelly. A basic formula used 50 percent of sugar, 24 percent of water, 24 percent of aloe vera and 2 percent of agar powder. This formula showed the highest consumer acceptance with liking score of 7.30 ± 1.22 . The study substitution of sugar by sweetener was done to find a feasibility of reducing sugar in the basic formula which in the ratio of the substituted sweetness to sugar ratio of 50:50 by using allulose and maltitol. It was found that sweeteners had an effect on water activity content and L^* , a^* and b^* values in aloe vera crispy jelly but it had no effect on hardness and springiness of aloe vera crispy jelly. In addition, the aloe vera crispy jelly added with sweetener showed an overall acceptance score from sensory evaluation less than the recipe of added sugar. Therefore, the aloe vera crispy jelly using sugar in the recipe was then improved the sensory characteristics in terms of its flavor. Overall acceptance score of aloe vera crispy jelly that added jasmine and coconut flavor did not show significantly different. Moreover, this research was also studied on the quality changes of aloe vera crispy jelly in 2 types of packaging which are Polyethylene (PE) plastic bag with and without silica gel by storage at room temperature (about 30 °C) for 8 weeks. Results found that the aloe vera crispy jelly packed with and without silica

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

gal in PE bag during longer storage time tends to be increased in water activity value and decreased in sensory evaluation score.

Keywords: aloe vera, crispy jelly, sweetener



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

เล่มปัญหาพิเศษฉบับนี้สามารถทำออกมาสำเร็จได้โดยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือจาก ผศ.ดร.ปจรรย์ อิงคะสุภัทร ที่เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ซึ่งท่านได้ให้คำปรึกษารวมถึงช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงานจนทำให้เล่มปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และคณาจารย์ทุกท่านที่คอยให้ความรู้และความช่วยเหลือ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องในงานปัญหาพิเศษฉบับนี้ ให้มีความสมบูรณ์และถูกต้องยิ่งขึ้น รวมทั้งขอขอบคุณเพื่อนๆ รุ่นน้อง และครอบครัวทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือในงานปัญหาพิเศษฉบับนี้



เกศสุดา ศรีภิรมย์

พราว หะทะยัง

26 พฤษภาคม 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	IV
สารบัญ	V
สารบัญตาราง	VII
สารบัญภาพ	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ว่านหางจระเข้ (Aloe Vera)	3
2.2 สารให้ความหวานแทนน้ำตาล (Sweeteners)	3
2.3 วุ้น (Agar)	7
2.4 วุ้นกรอบ	7
2.5 แป้งท้าวยายม่อม	7
2.6 การอบแห้ง (Drying)	7
2.7 การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture Analysis)	8
2.8 Water Activity (aw)	8
2.9 สารแต่งกลิ่น	9
2.10 บรรจุภัณฑ์	10
2.11 สารดูดความชื้น ซิลิกาเจล (Silica Gel)	12
2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	15
3.1 วัสดุดิบและสารเคมี	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 อุปกรณ์	15
3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	16
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	20
4.1 คัดเลือกสูตรพื้นฐานของวุ้นกรอบจากว่านหางจระเข้เบื้องต้น	20
4.2 ศึกษาชนิดของสารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่มีผลต่อคุณภาพของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้	23
4.3 การปรับปรุงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่น	26
4.4 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ในระยะเวลา 2 เดือน	26
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	34
บรรณานุกรม	35
ภาคผนวก	38
ภาคผนวก ก ขั้นตอนการทำวุ้นกรอบว่านหางจระเข้	39
ภาคผนวก ข ลักษณะของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้	41
ภาคผนวก ค แบบประเมินผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส	44
ประวัติผู้เขียน	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2.1	6
เปรียบเทียบสารให้ความหวานแทนน้ำตาล	
ตารางที่ 3.1	16
สูตรพื้นฐานการผลิตวุ้นกรอบ	
ตารางที่ 4.1	20
แสดงค่าการตรวจวัดปริมาณน้ำอิสระและเนื้อสัมผัสของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ สูตรพื้นฐาน	
ตารางที่ 4.2	21
แสดงค่าการตรวจวัดค่าสีของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้สูตรพื้นฐาน	
ตารางที่ 4.3	22
แสดงคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้สูตรพื้นฐาน	
ตารางที่ 4.4	23
ค่าการตรวจวัดปริมาณน้ำอิสระและเนื้อสัมผัสของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ที่ใช้สารให้ ความหวานต่างชนิดกัน	
ตารางที่ 4.5	24
ค่าการตรวจวัดค่าสีของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ที่ใช้สารให้ความหวานต่างชนิดกัน	
ตารางที่ 4.6	25
คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ที่ใช้สารให้ ความหวานต่างชนิดกัน	
ตารางที่ 4.7	26
คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่นของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้	
ตารางที่ 4.8	27
แสดงค่าการตรวจวัดปริมาณน้ำอิสระและเนื้อสัมผัสของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ ในถุงพลาสติกประเภท Polyethylene (PE) แบบไม่มีซิลิกาเจล	
ตารางที่ 4.9	28
แสดงค่าการตรวจวัดปริมาณน้ำอิสระและเนื้อสัมผัสของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ ในถุงพลาสติกประเภท Polypropylene (PP) แบบมีซิลิกาเจล	
ตารางที่ 4.10	29
แสดงค่าการตรวจวัดสีของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ในถุงพลาสติกประเภท Polyethylene (PE) แบบไม่มีซิลิกาเจล	
ตารางที่ 4.11	30
แสดงค่าการตรวจวัดสีของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ในถุงพลาสติกประเภท Polyethylene (PE) แบบมีซิลิกาเจล	
ตารางที่ 4.12	31
แสดงคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ ในถุงพลาสติกประเภท Polyethylene (PE) แบบไม่มีซิลิกาเจล	
ตารางที่ 4.13	32
แสดงคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ ในถุงพลาสติกประเภท Polyethylene (PE) แบบมีซิลิกาเจล	

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 4.14	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านความชอบโดยรวมของ วุ้นกรอบวุ้นทางจระเข้ในในถุงพลาสติกประเภท Polyethylene (PE) แบบมีซิลิกาเจลและไม่มีซิลิกา	33



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
รูปที่ 1 แสดงการแบ่งอาหารตามค่า Water Activity	9
รูปที่ 4.1 ลักษณะภายนอกของวุ้นกรอบ	20
รูปที่ 4.2 ลักษณะภายนอกของวุ้นกรอบว่านทางจระเข้ที่ใช้สารให้ความหวานต่างชนิดกัน	23



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วุ้นกรอบเป็นอาหารที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่นิยมซื้อเป็นของฝาก หรือรับประทานเป็นอาหารว่าง วุ้นกรอบมีลักษณะเป็นรูปทรงต่างๆ เช่น ก้อนสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือตามแบบพิมพ์ที่ใช้ ผิวด้านนอก มีเกล็ดน้ำตาลเคลือบ มีสีส้มสวยงาม และมีกลิ่นหอม วุ้นกรอบเป็นอาหารที่รับประทานง่าย จึงเหมาะกับทุกเพศทุกวัย ส่วนผสมของวุ้นกรอบทำจากผงวุ้น และน้ำตาลทรายเป็นส่วนใหญ่ (นิธิพล และพรธอร, 2552).

ในปัจจุบันมีการนำสมุนไพรชนิดต่างๆมาแปรรูปในอุตสาหกรรมอย่างมากมาย อุตสาหกรรมการแปรรูปสมุนไพรมีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากสมุนไพรมีสรรพคุณที่ดีและยังสามารถหาได้ง่ายตามท้องถิ่น เช่น การใช้ว่านหางจระเข้ในการทำผลิตภัณฑ์แปรรูปต่างๆ ว่านหางจระเข้เป็นพืชที่นำมาใช้ในการรักษาโรคและมีรายงานการใช้ว่านหางจระเข้ในการทำเป็นยา สรรพคุณของว่านหางจระเข้เป็นยาฆ่าเชื้อ ในขณะที่เดียวกันก็เป็นตัวกระตุ้นเซลล์เนื้อเยื่อให้เจริญเติบโตทำให้แผลหายเร็วขึ้น ประเทศสหรัฐอเมริกา รัสเซีย ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย ได้ทดลองพบว่าว่านหางจระเข้สามารถนำมาใช้รักษาแผลธรรมดา แผลไฟไหม้ น้ำร้อนลวก แผลที่เกิดจากการฉายรังสี ลดอาการอักเสบ ฆ่าเชื้อโรค ป้องกันผิวไหม้ เพราะแดด บำรุงหน้า กำจัดฝ้า ยาระบาย แก้อาเจียน เจ็บคอ รักษาเมื่งแสบ แก่พิษแมงกะพรุน ช่วยประสานกระดูก รักษาโรคตับและรักษาสมองผิดปกติ ด้วยสรรพคุณที่มากมายของว่านหางจระเข้ ผู้คนจึงนิยมนำสมุนไพรว่านหางจระเข้มาแปรรูปในอุตสาหกรรม นอกจากว่านหางจระเข้จะมีสรรพคุณทางการแพทย์แล้ว ว่านหางจระเข้ก็ยังสามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารได้อีกด้วย

มีรายงานการนำว่านหางจระเข้มาทำอาหารที่หลากหลาย เช่น วุ้นว่านหางจระเข้ น้ำกะทิ ว่านหางจระเข้ลอยแก้ว น้ำว่านหางจระเข้สูตรสมุนไพร อาหารที่นิยมนำว่านหางจระเข้มาทำมากที่สุดคือการทำวุ้นต่างๆ เนื่องจากว่านหางจระเข้มีฤทธิ์เย็นและสามารถช่วยรักษาโรคกระเพาะอาหาร สมานแผลในกระเพาะอาหาร และรักษาลำไส้อักเสบ ตลอดจนช่วยฟื้นฟูภาวะในทางเดินอาหารได้ จากสรรพคุณและการนำไปใช้ในอาหารของว่านหางจระเข้ที่ได้กล่าวมาผู้วิจัยจึงได้สนใจที่จะศึกษาการทำวุ้นกรอบจากว่านหางจระเข้เพื่อหาสูตรวุ้นกรอบจากว่านหางจระเข้ที่ดีที่สุดและเป็นที่ยอมรับแก่ผู้บริโภค

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษากระบวนการผลิตวุ้นกรอบ

1.2.2 เพื่อศึกษาการใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลในสูตรการผลิตวุ้นกรอบว่านหางจระเข้

1.2.3 เพื่อศึกษาคุณภาพของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ที่เก็บในบรรจุภัณฑ์ที่มีและไม่มีซิลีกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่เชิงพาณิชย์บนการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.3.1 ได้ทราบกรรมวิธีที่เหมาะสมในการผลิตวุ้นกรอบจากว่านหางจระเข้

1.3.2 ได้ผลิตผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบที่พัฒนามาจากว่านหางจระเข้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ว่านหางจระเข้ (Aloe Vera)

นิรนาม (2565) คือพืชชนิดหนึ่งที่ถูกจัดอยู่ในประเภทพืชล้มลุก สีเขียว มีลักษณะลำต้นเป็นข้อปล้อง ใบเดี่ยว ใบหนายาวและโคนใบใหญ่ ปลายแหลม ขอบใบมีหนามห่างกันเป็นระยะ เรียงเป็นชั้น ช่างใบเป็นวุ้นใสสีเขียวอ่อน มีเมือกเหนียว สามารถออกดอกสีแดงอมเหลืองที่ปลายยอดได้ มีถิ่นกำเนิดมาจากแถบชายฝั่งทะเลเมดิเตอร์เรเนียนและตอนใต้ของทวีปแอฟริกา สามารถปลูกได้ง่ายในดินทราย หรือในกระถางก็ได้ เป็นพืชชอบน้ำ แต่ต้องมีทางระบายน้ำได้ดี ป้องกันไม่ให้ม้นน้ำมากเกินไปจนรากเน่า

2.1.1 สรรพคุณของว่านหางจระเข้ มีดังนี้

2.1.1.1 ประโยชน์ภายนอก

1. รักษาแผลไฟไหม้และน้ำร้อนลวก
2. ป้องกันและบรรเทาอาการไหม้จากการออกแดด
3. บรรเทาอาการไหม้จากการฉายรังสีของผู้ป่วย
4. สมานแผลจากของมีคมและแผลถลอก
5. รักษาฝีและโรคริดสีดวงทวาร
6. รักษาตาปลาและฮ่องกงฟุต
7. แก้ปวดศีรษะ
8. บรรเทาอาการปวดฟัน

2.1.1.2 ประโยชน์ภายใน

1. บรรเทาอาการปวดข้อ
2. ใช้เป็นยาถ่าย
3. แก้กระเพาะอักเสบและลำไส้อักเสบ
4. ป้องกันโรคเบาหวาน
5. แก้และป้องกันอาการเมารถ-เมาเรือ

2.2 สารให้ความหวานแทนน้ำตาล (Sweeteners)

นิรนาม (2565) สารให้ความหวานแทนน้ำตาล (Sweetener) เป็นวัตถุเจือปนอาหารชนิดหนึ่งที่ใช้เพิ่มความหวานให้กับอาหารและเครื่องดื่มแทนน้ำตาล มีทั้งแบบให้พลังงานและไม่ให้พลังงาน โดยนิยมใช้ในผู้ที่ต้องการควบคุมระดับน้ำตาลและพลังงาน อย่างผู้ป่วยโรคเบาหวานและผู้ที่กำลังควบคุมน้ำหนัก เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของสารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่นิยมนำมาทดแทนน้ำตาลแบ่งได้เป็น 2 ชนิด ดังนี้

2.2.1 สารให้ความหวานแทนน้ำตาลแบบให้พลังงาน

นิรนาม (2565) สารให้ความหวานแทนน้ำตาลในกลุ่มนี้มักเป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์ (Polyols) เป็นสารให้ความหวานที่ยังคงให้พลังงานอยู่ แต่ให้ในปริมาณที่ค่อนข้างต่ำและดูดซึมได้ช้ากว่าน้ำตาลปกติ จึงอาจช่วยป้องกันภาวะน้ำตาลในเลือดสูงฉับพลันหลังจากรับประทานอาหาร ซึ่งเป็นภาวะที่อันตรายในกลุ่มผู้ป่วยเบาหวาน นอกจากนี้ น้ำตาลแอลกอฮอล์ยังไม่ทำให้เกิดฟันผุอีกด้วย โดยทั่วไป พบได้ในวัตถุดิบธรรมชาติ และสังเคราะห์ขึ้น ทั้งในอาหารและของใช้ เช่น หมากฝรั่งไม่มีน้ำตาล ลูกอม ไอศกรีม แยม ยาน้ำ ยาอม ยาสีฟัน และน้ำยาบ้วนปาก เป็นต้น ตัวอย่างของสารให้ความหวานในกลุ่มน้ำตาลแอลกอฮอล์ เช่น ซอร์บิทอล (Sorbitol), ซิลิทอล (Xylitol), อิริทริทอล (Erythritol) และมอลทิทอล (Maltitol) เป็นต้น

2.2.1.1 มอลทิทอล (Maltitol)

นิรนาม (2566) เป็นสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลที่ให้แคลอรีต่ำ จัดเป็น polyol หรือ sugar alcohol ที่ได้จากการ hydrogenation maltose ซึ่งผลิตมาจากแป้ง มอลทิทอลมีรสหวานที่ใกล้เคียงกับน้ำตาล โดยมีความหวานเป็น 90% ของน้ำตาลและให้แคลอรีต่ำ มีเสถียรภาพในการทนกรดและอุณหภูมิสูงได้ ในการ hydrogenation maltose เพื่อผลิตมอลทิทอล โครงสร้างจะถูกเปลี่ยนจากรูปที่มีหมู่รีดิวซ์ (หมู่คาร์บอนิล) เป็นรูปที่ไม่มีหมู่รีดิวซ์ (หมู่ไฮดรอกซิล) จึงทำให้มอลทิทอลสามารถทนกรด และมีเสถียรภาพที่อุณหภูมิสูงได้ไม่ทำให้เกิดปฏิกิริยา Non-enzymatic reaction (Maillard reaction) ปฏิกิริยา Maillard reaction เป็นปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดสีน้ำตาล ซึ่งเกี่ยวข้องกับการทำปฏิกิริยาของน้ำตาล (หมู่คาร์บอนิลของน้ำตาลรีดิวซ์) กับกรดอะมิโน (หมู่อะมิโนอิสระ) ที่อุณหภูมิสูงเมื่อเกิดปฏิกิริยาจะทำให้เกิดสารสีน้ำตาลที่เรียกว่า melanoidin ซึ่งเป็นสารที่ให้รสขม กลิ่นหืน และเกิดสีน้ำตาลที่ไม่ต้องการในผลิตภัณฑ์ เนื่องจากโครงสร้างของมอลทิทอลที่อยู่ในรูป non-reducing end (หมู่ไฮดรอกซิล) จึงไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดสีน้ำตาลได้ ดังนั้นมอลทิทอลจึงสามารถใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอาหาร ได้แก่ เบเกอรี่ และ ลูกกวาด เป็นต้น

คุณสมบัติของน้ำตาลมอลทิทอล

1. มีรสชาติดหวานเป็นธรรมชาติเหมือนน้ำตาลและปราศจากรสที่ไม่พึงประสงค์ ซึ่งต่างจากสารให้ความหวานเข้มข้นที่เป็นสารสังเคราะห์ที่มักมีรสขมติดลิ้น
2. ให้พลังงานเพียงครึ่งหนึ่งของน้ำตาลทราย (น้ำตาลทรายให้พลังงาน 4.0 Kcal/g, Maltitol ให้พลังงาน 2.1 Kcal/g)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เหมาะกับผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานเนื่องจากร่างกายจะย่อยและดูดซึมอย่างช้าๆ จึงไม่ทำให้ระดับน้ำตาลในกระแสเลือดขึ้นสูง ใช้แทนที่น้ำตาลทรายในผลิตภัณฑ์ที่ให้พลังงานต่ำ (low-calorie) ไขมันน้อย (low fat) หรือไม่มีน้ำตาล (sugar-free)

4. ทนต่อกรดและความร้อนดีกว่าน้ำตาล จึงสามารถใช้ในการประกอบอาหารบนเตาที่มีอุณหภูมิสูงได้

2.2.2 น้ำตาลเทียม (Artificial Sweeteners)

นิรนาม (2565) น้ำตาลเทียมเป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่สังเคราะห์ขึ้น มีหลายชนิด แต่ละชนิดมีลักษณะการใช้และข้อจำกัดที่แตกต่างกัน ส่วนใหญ่ให้ความหวานกว่าน้ำตาลหลายร้อยเท่า จึงใช้ในปริมาณที่น้อยมากและทำให้เครื่องดื่มหรืออาหารนั้นมีพลังงานต่ำ ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์บางชนิดที่มีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบน้อยกว่า 0.5 กรัม คณะกรรมการอาหารและยาอนุญาตให้ระบุว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ให้พลังงานหรือศูนย์แคลอรี ตัวอย่างของสารให้ความหวานกลุ่มน้ำตาลเทียม ได้แก่

2.2.2.1 ซูคราโลส (Sucralose)

นิรนาม (2566) สารซูคราโลสเป็นสารให้ความหวานสังเคราะห์ (artificial sweetener) ชนิดที่ไม่ให้พลังงาน ซึ่งมีความหวานเป็น 600 เท่าของน้ำตาลทราย ชื่อทางเคมี คือ Trichlorogalactosucrose และมีสูตรทางเคมีคือ C₁₂H₁₉Cl₃O₈ ละลายน้ำได้ 283 กรัม/ลิตร ที่ 20 °C และมีจุดหลอมเหลว 125.5 °C ส่วนลักษณะของซูคราโลสจะมีลักษณะเป็นผลึกแข็งสีขาวร่วนคงตัวได้ดี ไม่มีกลิ่น ไม่ดูดความชื้น และละลายน้ำได้ดี มีรสหวานเป็นธรรมชาติแบบน้ำตาลไม่มีรสขมติดลิ้น รวมถึงสามารถทนความร้อนสูงในการหุงต้ม และอบได้

2.2.2.2 สตีวิโอไซด์ (Stevioside) หรือน้ำตาลหญ้าหวาน (Stevia)

นิรนาม (2565) ให้ความหวานมากกว่าน้ำตาล 150-300 เท่า หญ้าหวานเป็นพืชล้มลุกชนิดหนึ่ง มีลักษณะเป็นพุ่มเตี้ย ความสูงประมาณ 30 - 90 เซนติเมตร ซึ่งในปัจจุบันมีการบริโภคอย่างกว้างขวางเนื่องจากหญ้าหวานสามารถนำไปบริโภคแทนน้ำตาลได้ คุณสมบัติของหญ้าหวานนั้นมีแคลอรีต่ำ และมีความหวานมากกว่าน้ำตาล 10 - 15 เท่า ทั้งนี้สารสตีวียอลไกลโคไซด์ที่ได้จากการสกัดจากใบหญ้าหวานเป็นสารให้ความหวานที่มีแคลอรีที่ต่ำเมื่อเทียบกับแซคคารินและแอสปาเทม และให้ความหวานมากกว่าน้ำตาลทรายถึง 300 เท่า ซึ่งในใบหญ้าหวานมีสารสตีวียอลไกลโคไซด์หลายชนิดที่ให้ความหวาน แต่ชนิดที่ให้ความหวานเป็นหลักคือ สตีวิโอไซด์ และ rebaudioside A นอกจากสารสกัดจากหญ้าหวานจะให้ความหวานแทนน้ำตาลแล้ว ยังเป็นสารจากธรรมชาติ ทนความร้อนได้สูงถึง 200 องศาเซลเซียส และทนต่อกรด ส่วนในด้านของสุขภาพพบว่าหญ้าหวานถูกแนะนำให้ใช้ในผู้ป่วยโรคเบาหวาน โรคอ้วนและสามารถป้องกันฟันผุได้อีกด้วย

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.3 อัลลูลูโลส (D-Allulose)

นิรนาม (2566) อัลลูลูโลส (D-Allulose) หรือ ดี-ไซโคส (D-psicose) เป็นน้ำตาลธรรมชาติที่พบตามธรรมชาติ อัลลูลูโลสเป็นสารให้ความหวานตัวใหม่ล่าสุดที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อสุขภาพผลิตได้จากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของฟรุคโตสที่สกัดได้จากข้าวโพด (Fructose corn syrup) นอกจากนี้ยังสามารถผลิตในเชิงพาณิชย์จากข้าวโพดและพบได้ในอาหารแปรรูปหลากหลาย โดยประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ของ D-psicose ถูกดูดซึมในทางเดินอาหารและจากนั้นตัดผ่านทางปัสสาวะแทนที่จะใช้เป็นพลังงานหรือเชื้อเพลิงสำหรับร่างกาย ซึ่งแตกต่างจากน้ำตาลเทียมหลายชนิดไม่ได้หมักในกระเพาะอาหาร ซึ่งหมายความว่าไม่ทำให้เกิดปัญหากระเพาะอาหารเช่นก๊าซหรือท้องอืด ผลิตภัณฑ์สารให้ความหวาน Allulose ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นในหมู่ผู้ที่ต้องการลดการบริโภคแคลอรีและเพิ่มน้ำตาล ตัวอย่างเช่นสารให้ความหวานของ Allulose keto กลายเป็นเรื่องธรรมดามากขึ้นเนื่องจากสารให้ความหวานนี้มีคาร์โบไฮเดรตต่ำ และมีผลกระทบต่อระดับน้ำตาลในเลือดน้อยที่สุด และน้ำตาลอัลลูลูโลสยังจัดอยู่ในกลุ่มน้ำตาลหายาก (rare sugar) เพราะจะมีอยู่ตามธรรมชาติในอาหารเพียงไม่กี่ชนิดเท่านั้น น้ำตาลอัลลูลูโลสมีสูตรทางเคมีเหมือนน้ำตาลฟรุคโตสต่างกันเพียงการจัดเรียงหมู่ไฮดรอกซีในสูตรโครงสร้าง ซึ่งความแตกต่างส่วนนี้ทำให้ร่างกายไม่สามารถนำไปใช้เพื่อเผาผลาญเป็นพลังงานได้ โดยอัลลูลูโลส 1 กรัม ให้พลังงานเพียง 0.4 Kcal/กรัม หรือให้พลังงานเพียง 1 ใน 10 ของแคลอรีที่ได้จากน้ำตาลทราย และน้ำตาล ฟรุคโตส

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบสารให้ความหวานแทนน้ำตาล

ซูคราโลส (Sucralose)	สติวิโอไซด์ (Stevioside)
<ul style="list-style-type: none"> - เป็นสารสังเคราะห์จากน้ำตาลซูโคตรแต่ปลอดภัย - หวานกว่าน้ำตาลทราย 600เท่า - ไม่ให้พลังงาน หวาน ไม่ติดชม - ทนความร้อนสูง - ราคาแพง 	<ul style="list-style-type: none"> - สารสกัดจากใบหญ้าหวานธรรมชาติ - หวานกว่าน้ำตาลทราย 300-400เท่า - ไม่ให้พลังงาน มีรสขม - ไม่มีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือด - ราคาแพง
อัลลูลูโลส (D-Allulose)	มอลทิทอล (Maltitol)
<ul style="list-style-type: none"> - น้ำตาลหายาก (Rare sugar) - หวานใกล้เคียงน้ำตาล ประมาณ 70% - ให้พลังงานต่ำ 0.4 Kcal / g - ไม่กระทบต่อระดับน้ำตาลในเลือด - ราคาค่อนข้างสูง 	<ul style="list-style-type: none"> - เป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์ - หวานใกล้เคียงน้ำตาล ประมาณ 90-95% - ให้พลังงานต่ำมาก - ดูดซึมช้า - ราคาถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 วุ้น (Agar)

นิรนาม (2564) เป็นผลิตภัณฑ์ที่สกัดจากสาหร่ายสีแดง (Rhodophyceae) สาหร่ายสีแดงที่นิยมนำมาสกัดวุ้นมีหลายชนิด ได้แก่ สกุล Gracilaria, Gelidium, Ahnfeldita, Phyllophora, Polycavernosa, Gellidiella, Chondrus, Hypnea, Gigartina และ Eucheuma แต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติต่างกันไปตามความสามารถและลักษณะการเกิดเจล (Gel formation) แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มหลัก ดังนี้

1. Gelidium type เกิดเป็นเจลได้ดีมาก ถึงแม้จะอยู่ในความเข้มข้นน้อยและเจือจาง
2. Geacilaria and Hypnea type เกิดเป็นเจลได้ดี ถ้าใช้ความเข้มข้นมาก
3. Chondrus type เกิดเป็นเจลได้ดีพอควร เมื่อมีความเข้มข้นมาก

2.4 วุ้นกรอบ

นิรนาม (2565) เป็นขนมทานเล่น ที่เกิดจากการประยุกต์ผสมผสานระหว่างขนมไทยกับขนมหวาน ตัวขนมมีวุ้นเป็นส่วนผสมหลัก ผสมกับน้ำเชื่อมผลไม้และนำไปอบแห้ง โดยใช้เทคนิคและกรรมวิธีเฉพาะทำให้ได้วุ้นที่กรอบนอกนุ่มใน สีสนิมใสสวยงาม อร่อย ทานได้ไม่เบื่อ

2.5 แป้งท้าวยายม่อม

นิรนาม (2565) คือแป้งจากหัวมันชนิดหนึ่ง มีลักษณะคล้ายๆ กับมันสำปะหลัง (ตระกูลเดียวกัน) แต่เป็นชื่อพันธุ์ว่า หัวมันท้าวยายม่อม มีคุณสมบัติคือทำให้เหนียวหนืด นุ่มใส คั้นตัวช้า ซึ่งขนมที่นิยมใช้แป้งชนิดนี้คือขนมเต่าส่วน ขนมชั้น เปียกปูน ขนมบ้าบิ่น ขนมกล้วย ช่อม่วง เป็นต้น

2.6 การอบแห้ง (Drying)

นิรนาม (2558) คือการเอาน้ำออกจากวัสดุที่ต้องการทำให้ปริมาณน้ำในวัสดุนั้นลดลง (ความชื้นลดลง) โดยส่วนใหญ่วัสดุนั้นจะอยู่ในสถานะของแข็ง น้ำที่ระเหยออกจากวัสดุนั้นอาจจะไม่ต้องระเหยที่จุดเดือด แต่ใช้อากาศพัดผ่านวัสดุนั้นเพื่อดึงน้ำออกมา วัสดุจะแห้งได้มาก-น้อยจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุนั้นด้วย ในการอบ เมื่อทำให้ของเหลวในวัตถุดิบระเหยเป็นไอ จะได้ผลิตภัณฑ์ของแข็งที่มีสัดส่วนของของเหลวต่ำลง ซึ่งนอกจากจะมีกรณีที่วัตถุดิบมีสภาพเป็นของแข็งที่เปียกชื้นแล้ว ยังมีกรณีที่อบของเหลวข้น (slurry) หรือของเหลวใสเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ผงอีกด้วย

เครื่องอบโดยส่วนมากมักจะเป็นส่วนสุดท้ายของกระบวนการผลิต โดยผลิตภัณฑ์ที่อบแล้วจะกลายเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จทันที ดังนั้นการอบไม่สม่ำเสมอ เช่น ไม่แห้งหรือแห้งเกินไป และรูปร่างของผลิตภัณฑ์ เช่น วัตถุดิบเป็นก้อน รวมทั้งปริมาณผลได้ (yield) จึงเป็นสิ่งที่ต้องให้ความสนใจ นอกจากนี้ ความร้อนแฝงของการระเหยของของเหลวจะมีค่าสูง การอบจึงสิ้นเปลืองพลังงานมาก การจัดการพลังงาน

ความร้อนจึงเป็นปัญหาที่สำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture Analysis)

พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา (2565) หมายถึงการวัดเนื้อสัมผัส (Texture Measurement) และการแปลความหมายของค่าที่วัดได้ เป็นค่าสมบัติทางเนื้อสัมผัส (Texture Properties) ด้านต่างๆ

การทดสอบเนื้อสัมผัส อาจใช้การทดสอบเชิงวัตถุวิสัย (Objective Method) โดยใช้เครื่องมือวัด และการประเมินด้วยประสาทสัมผัส (Sensory Evaluation) ซึ่งใช้คน หรือ เรียกว่าผู้ชิม เป็นผู้ประเมิน

การทดสอบเนื้อสัมผัสเชิงวัตถุวิสัย เป็นการวัดเนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่องมือวัด โดยใช้ตัวตรวจรู้ (Sensor) ซึ่งมีความแม่นยำ และสามารถควบคุมสภาวะแวดล้อมของการวัดได้ดี

วิธีการทดสอบเนื้อสัมผัสทางวัตถุวิสัย

1. การทดสอบแรงกด (Compression test)
2. การทดสอบแรงดึง (Tensile test หรือ Tension test)
3. การทดสอบแรงกดทะลุ (Penetration test หรือ Puncture test)
4. การทดสอบแรงโค้งตัว (Bending test หรือ Fracture test)
5. การทดสอบแรงตัด (Cutting test หรือ Shearing test)
6. การทดสอบแรงผลักกัน (Extrusion test)
7. การทดสอบแบบพิเศษ

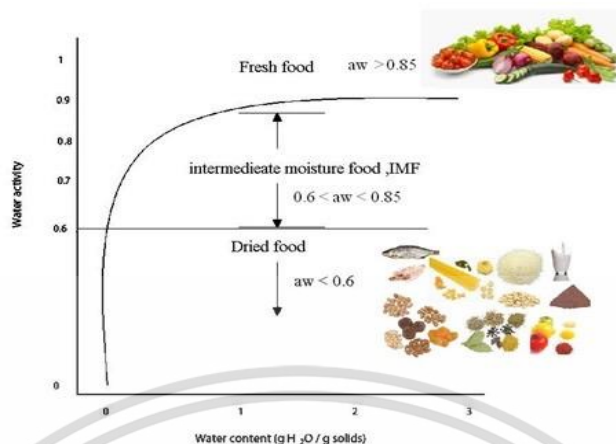
ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบทางวัตถุวิสัย วัดค่าแสดงได้ดังนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่างแรง (Force) กับระยะเวลาการเปลี่ยนรูป (Deformation) แสดงเป็นรูปกราฟ เรียกว่า Force-deformation curve
2. ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับเวลา แสดงเป็นรูปกราฟ เรียกว่า Force-time curve
3. ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น (Stress) กับความเครียด (Strain) แสดงเป็นรูปกราฟ เรียกว่า Stress-strain curve
4. Texture Profile Analysis (TPA)
5. Creep test

2.8 Water Activity (a_w)

พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา (2565) คือเครื่องวัดปริมาณน้ำในอาหาร เป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมสภาพของผลิตภัณฑ์ มีผลโดยตรงต่อการกำหนดอายุการเก็บรักษาและความปลอดภัยอาหาร สามารถแบ่งอาหารตามค่า Water Activity ออกเป็น 3 ประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1 แสดงการแบ่งอาหารตามค่า Water Activity

ที่มา: <https://www.foodnetworksolution.com/>

- 1) อาหารสด (Fresh Food) เป็นอาหารที่เน่าเสียง่าย (Perishable Food) มีค่า a_w มากกว่า 0.85 เช่น เนื้อสัตว์ ผัก ผลไม้ อาหารทะเล
- 2) อาหารกึ่งแห้ง (Intermediate Moisture Food) หมายถึง อาหารที่มีค่า a_w ระหว่าง 0.6-0.85 เช่น นมข้นหวาน ผลไม้แช่อิ่ม กุ้งปรุงรส
- 3) อาหารแห้ง (Dried Food) หมายถึง อาหารที่มีค่า a_w น้อยกว่า 0.6 เช่น นมผง ผักผลไม้อบแห้ง กุ้งแห้ง

นิรนาม (2546) ค่า Water Activity เป็นปัจจัยที่สำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร จึงมีผลโดยตรงต่อการกำหนดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร เนื่องจากค่า Water Activity เป็นปัจจัยที่ชี้ระดับปริมาณน้ำต่ำสุดในอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ เราสามารถใช้ค่า Water Activity ในการประเมินว่าเชื้อจุลินทรีย์ชนิดใดเป็นหรือไม่เป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารเสีย ตลอดจนใช้ในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของอาหารที่เกิดขึ้นจากเชื้อจุลินทรีย์ได้ เพราะเชื้อจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ภายใต้ค่า Water Activity ที่จำกัด โดยเราจะทำให้อาหารมีค่า Water Activity ต่ำกว่าที่เชื้อจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ ตัวอย่างเช่น แบคทีเรียเกือบทุกชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ที่ค่า Water Activity ต่ำกว่า 0.9 และราส่วนใหญ่จะไม่เจริญเติบโตที่ค่า Water Activity ต่ำกว่า 0.7

2.9 สารแต่งกลิ่น

จิตรลัดดา (2563) สารแต่งกลิ่นอาหารเป็นหนึ่งในประเภทของวัตถุเจือปนอาหาร (Food additives) ที่สามารถให้กลิ่นอันพึงปรารถนาต่ออาหาร กลิ่นเข้มข้นอันมาจากสาร flavors จะสามารถก่อให้เกิดรสอร่อยต่ออาหารชนิดนั้นๆ จึงมีการพัฒนากระบวนการผลิต หรือปรุงรสให้กลิ่นชนิดต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น Essential เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

oils จากธรรมชาติ, สารสกัดแยกจากธรรมชาติ หรือสารที่เกิดจากการปรุงแต่งเลียนแบบธรรมชาติ เพื่อสนองความต้องการด้านกลิ่นของผู้บริโภค ซึ่งสารประกอบเหล่านี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในรูปของสารที่ละลายในน้ำ, ละลายในไขมัน, เป็นอิมัลชัน, เพส (paste), ผง หรืออยู่ในรูปของ Microcapsule อย่างไรก็ตาม หน้าที่และศักยภาพของสารให้กลิ่นอาหารเหล่านี้ไม่ได้เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการแต่จะเป็นตัวที่ให้กลิ่นและรส เสมือนหนึ่งได้บริโภคอาหารจากธรรมชาติ ที่เหนือไปกว่านั้นต้องมีราคาต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่า กลิ่นอาหารที่ได้จากธรรมชาติจริงๆ ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับภูมิภาค, ภูมิภาค, ฤดูกาล, กระบวนการผลิต, คุณภาพของวัตถุดิบ, การเก็บ และการขนส่ง เป็นต้น และเป็นที่ยอมรับแล้วว่าสารให้กลิ่นอาหารมีความสำคัญอย่างยิ่งยวดต่ออุตสาหกรรมอาหาร โดยทั่วไปในปัจจุบันนี้ Flavor จะแบ่งเป็น 3 กลุ่มใหญ่คือ

2.9.1 สารกลิ่นรสตามธรรมชาติ (Natural Flavoring)

หมายถึง วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสที่ได้จากพืช หรือสัตว์ที่ปกติมนุษย์ใช้บริโภคโดยผ่านทางวิถีทางกายภาพ เช่น บด (Grinding) ทำให้แห้ง (Dehydration) แล้วนำมาใช้เป็นส่วนผสมเติมลงในอาหารโดยตรง เช่น ชา กาแฟ โกโก้เครื่องเทศ (Spice) ได้แก่ พริกไทย ขมิ้น ข่า อบเชย กานพลู ตะไคร้ เป็นต้น

2.9.2 สารแต่งกลิ่นรสเลียนแบบธรรมชาติ (Natural Identical Flavoring)

หมายถึง วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสที่ได้จากการแยกวัตถุที่ให้กลิ่นรสโดยวิธีทางเคมี หรือได้จากวัตถุที่สังเคราะห์ขึ้น โดยวัตถุที่แยกหรือสังเคราะห์ขึ้นนั้น จะต้องมีคุณลักษณะทางเคมีเหมือนวัตถุที่พบในผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ ที่ปกติมนุษย์ใช้บริโภค และให้ความหมายรวมถึงวัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสเลียนแบบธรรมชาติที่มีวัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสธรรมชาติผสมอยู่ด้วย เช่น น้ำมันหอมระเหย (Essential Oil) โอลีโอเรซิน (Oleoresin) และสารสกัด (Extract)

2.9.3 สารแต่งกลิ่นสังเคราะห์ (Artificial Flavoring)

หมายถึง วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสที่ได้จากวัตถุที่ยังไม่เคยพบในผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ ที่ปกติมนุษย์ใช้บริโภค และให้ความหมายรวมถึงวัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสสังเคราะห์ ที่มีวัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสธรรมชาติ หรือวัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสเลียนแบบธรรมชาติผสมอยู่ด้วย เช่น วานิลลิน (Vanillin) เป็นวัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสสังเคราะห์ที่มีกลิ่นคล้ายกลิ่นวานิลลาที่ได้จากการสกัดธรรมชาติ

2.10 บรรจุภัณฑ์

Autthapol (2022) คือสิ่งที่ผลิตขึ้นมาเพื่อจะนำมาห่อหุ้มสิ่งของหรือสินค้าชนิดต่างๆ เพื่อทำการปกป้องหรือป้องกันสินค้าเหล่านั้นจากการขนส่ง และยังเป็นการช่วยเก็บรักษาสินค้าจากปัจจัยภายนอกที่อาจทำให้เกิดความเสียหาย ทั้งยังสามารถยืดอายุสินค้าเหล่านั้นได้ นอกเหนือจากนั้นบรรจุภัณฑ์ยังมีประโยชน์อื่นๆ อีกมากมาย ทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย บรรจุภัณฑ์จะถูกแบ่งประเภทออกจากสิ่ง ที่นำมาใช้ผลิต ซึ่งในแต่ละประเภทก็จะมีความสามารถในการใช้งานที่แตกต่างกันออกไป โดยบรรจุภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะถูกแบ่งออกเป็น 4 ประเภทดังต่อไปนี้ 1) บรรจุภัณฑ์กระดาษ 2) บรรจุภัณฑ์พลาสติก 3) บรรจุภัณฑ์แก้ว และ 4) บรรจุภัณฑ์อะลูมิเนียม

2.10.1 บรรจุภัณฑ์พลาสติก

บรรจุภัณฑ์พลาสติกนับเป็นวัสดุที่มีการเจริญเติบโตสูงมากในปัจจุบัน เนื่องจากพลาสติกมีมากมายหลายชนิด และมีคุณสมบัติที่หลากหลาย สามารถเลือกใช้งานให้เหมาะสมกับอาหารแต่ละชนิด อีกทั้งมีน้ำหนักที่เบา ซึ่งบางชนิดมีคุณสมบัติพิเศษสามารถกั้นการซึมของน้ำ อากาศ ไขมัน ทนต่อความเย็น ความร้อน ทนกรด มีลักษณะอ่อนและแข็งแล้วแต่ชนิดของพลาสติก ซึ่งบางชนิดก็สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ย่อยสลายได้ ประเภทของพลาสติกสำหรับบรรจุภัณฑ์อาหาร

2.10.1.1 PETE (Polyethylene Terephthalate)



เป็นพลาสติกที่ใช้ในการผลิตขวดน้ำต่างๆ ที่เราพบเห็นได้บ่อยๆ มีคุณสมบัติ คือ สามารถมองเห็นสิ่งที่อยู่ข้างในได้ เช่น ขวดน้ำดื่ม ขวดน้ำมัน

2.10.1.2 HDPE (พลาสติกชนิดความหนาแน่นสูง)



เป็นพลาสติกที่มีความหนาแน่นสูง ยืดหยุ่น ทนทานต่อการ แตก หัก หรืออ ได้ดีทนสารเคมี และป้องกันความชื้นได้ ทนความร้อนได้เล็กน้อย ควรบรรจุด้วยวิธีบรรจุแบบอุ่น (Warm filled : 80-100 องศาเซลเซียส) สามารถทนความเย็นต่ำกว่าจุดเยือกแข็งได้ เหมาะกับการบรรจุอาหารแช่เยือกแข็ง (frozen food) นิยมใช้ในการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกที่ต้องการความแข็งแรง แต่ไม่ได้ต้องการความใส

2.10.1.3 LDPE (พลาสติกชนิดความหนาแน่นต่ำ)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นพลาสติกสายอ่อนนิ่มที่มีความหนาแน่นต่ำ ยืดหยุ่นได้ดี มีคุณสมบัตินิ่มและใส ทนต่อการทิ่มทะลุ และการฉีกขาด เหนียว ไม่กรอบแตกง่าย แต่ความแข็งแรงและทนทานน้อยกว่า HDPE ชื่อสามัญเรียกว่าถุงเย็น เพราะไม่ทนต่อความร้อน ไม่ว่องไวต่อปฏิกิริยาเคมี ทนต่อกรดและด่างได้ดี ป้องกันการผ่านของกลิ่นได้ดี ออกซิเจนและอากาศซึมผ่านได้ ไนมันซึมผ่านได้ พลาสติก LDPE ได้รับความนิยมในการนำมาใช้เป็นบรรจุภัณฑ์อาหารเช่น ถุงเย็นต่างๆ ฟิล์มหัด และฟิล์มยืด ผาขวด ขวดน้ำ

2.10.1.4 PP (Polypropylene)



มักใช้ผลิตบรรจุภัณฑ์สำหรับอาหารเพราะมีความหนาแน่นต่ำ แต่มีจุดหลอมเหลวสูง ทนต่อความร้อนและสารเคมีได้ดี มีความใส ไม่ทนต่อความเย็น มักใช้ในการผลิตถุงทนร้อน ใช้สำหรับการบรรจุผลิตภัณฑ์เพื่อการแปรรูปอาหารด้วยความร้อนเพราะทนความร้อนได้สูง และสามารถบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารขณะที่ยังร้อนได้ (hot filled : 100 - 121 องศาเซลเซียส) แต่ไม่เหมาะกับการบรรจุอาหารแช่แข็ง

2.11 สารดูดความชื้น ซิลิกาเจล (Silica Gel)

Kate (2020) ผลิตจากโซเดียมซิลิเกตสกัดจากทรายมีซิลิกาเปอร์เซ็นต์สูง ผสมกับกรดกำมะถันเจือจาง คุณสมบัติของกรดกำมะถันสามารถดูดความชื้นกับโครงสร้างรูพรุนของซิลิกา ทำให้สามารถกักเก็บน้ำไว้ ซิลิกาเจล จึงเป็นสารสีใสคล้ายแก้วที่สามารถดูดความชื้นได้ ซึ่งมีลักษณะเป็นผลึกไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส และมันก็มีขนาดเล็กเพียงแค่ 2 - 5 มิลลิเมตร ซิลิกาเจลสามารถดูดความชื้นได้ถึง 35-40 เปอร์เซ็นต์ ซิลิกาเจลยังถูกนำไปใช้ในการวัดปริมาณความชื้น เพื่อเป็นการป้องกันการเน่าเสียของคุณภาพสินค้าต่างๆ โดยการใช้สารกันความชื้นเพื่อวัดปริมาณความชื้นนั้นก็จะถูกเติมสีหรือเติมสารโคบอลต์คลอไรด์ ลงไปเพื่อให้สารกันความชื้นนั้นมีสี ซึ่งสีที่ได้ก็จะเป็นสีฟ้า หรือสีน้ำเงิน

ข้อควรระวัง

1. ห้ามรับประทาน เพราะเมื่อซิลิกาเจลเข้าสู่ร่างกายแล้วมันจะเข้าไปดูดความชุ่มชื้นของชั้นเยื่อเมือกในเนื้อเยื่อทางเดินอาหาร ทำให้เกิดความผิดปกติในทางเดินอาหาร
2. ห้ามสูดดม เพราะเมื่อสูดดมของซิลิกาเจลเข้าไป ก็ทำให้เกิดการระคายเคืองของทางเดินหายใจได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นรินทร์ เจริญพันธ์ (2561) งานวิจัยนี้ศึกษาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของน้ำ น้ำตาล และเนื้อลำไยสด ในการผลิตวุ้นกรอบ ต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 30 คน โดยใช้แผนการทดลอง แบบมิกเจอร์ดีไซน์ พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำ น้ำตาล และเนื้อลำไยสดในการผลิตวุ้นกรอบเท่ากับ ร้อยละ 40, 30 และ 30 ตามลำดับ โดยมีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมเท่ากับ 7.8740, 68 7.07±0.69, 7:37:±0.96, 7.57 1.04 และ 7.43+0.86 คะแนน ตามลำดับ การศึกษาผลของอุณหภูมิในการทำแห้ง ในตู้อบลมร้อนต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของวุ้นกรอบ พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบวุ้นกรอบลำไย คือ 70 องศาเซลเซียส เนื่องจากให้ลักษณะปรากฏของที่ดี ของผลิตภัณฑ์ มีกลิ่นน้ำตาลเคลือบที่ผิว เนื้อสัมผัสกรอบนอก นุ่มใน ไม่แข็งกระด้าง และมีคะแนนการยอมรับ ทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมจากผู้บริโภคสูงที่สุด (7.84 0.85 คะแนน)

อินทรีมา และวรลักษณ์ (2558) ได้ทำการศึกษาปริมาณน้ำตาลทราย เวลาในการให้ความร้อน และ อุณหภูมิการทำแห้งที่เหมาะสม พบว่าปริมาณน้ำตาลทรายที่ต่างกันและเวลาในการให้ความร้อนเพิ่มขึ้น ทำให้ความเข้มข้นของส่วนผสมสูงขึ้นเป็นผลทำให้วุ้นกรอบมีปริมาณเกล็ดน้ำตาลบริเวณผิวหน้ามาก ขึ้น และมี ค่าความแข็งเพิ่มขึ้น โดยผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบมากที่สุด คือ วุ้นกรอบที่มีปริมาณของน้ำตาลทราย เท่ากับ 60 เปอร์เซ็นต์ และวุ้นกรอบที่เวลาในการให้ความร้อนเท่ากับ 5 นาที การทำแห้งวุ้นกรอบที่อุณหภูมิที่ สูงขึ้น เป็นผลทำให้ระยะเวลาในการทำแห้งลดลง และมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น โดยการทำแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศา เซลเซียส ให้ลักษณะของวุ้นกรอบที่ดี และผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบมากที่สุด

อภิขญา และคณะ (2563) ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบสตรอว์เบอร์รี่พลังงานต่ำ โดยใช้น้ำเชื่อม สตรอว์เบอร์รี่เข้มข้นที่เป็นเศษเหลือจากโรงงานสตรอว์เบอร์รี่แช่เยือกแข็ง โดยทำการศึกษาความเข้มข้นของ น้ำเชื่อมสตรอว์เบอร์รี่เข้มข้น (ความเข้มข้นร้อยละ 40-100 (น้ำหนัก/น้ำหนัก) และการใช้หย้าหวานทดแทน การใช้น้ำตาลทราย (ทดแทนร้อยละ 25-100 (น้ำหนัก/น้ำหนัก) ต่อสูตรพื้นฐานของวุ้นกรอบสตรอว์เบอร์รี่ที่ คัดเลือกได้ พบว่าการใช้น้ำเชื่อมสตรอว์เบอร์รี่เข้มข้นร้อยละ 80 (น้ำหนัก/น้ำหนัก) และหย้าหวานแทนน้ำตาล ทรายปริมาณร้อยละ 25 (น้ำหนัก/น้ำหนัก) ในการผลิตวุ้นกรอบสตรอว์เบอร์รี่พลังงานต่ำได้รับการยอมรับจาก ผู้บริโภคสูงที่สุด โดยได้คะแนนความชอบรวมต่อผลิตภัณฑ์เท่ากับ 7.22 แสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคให้การยอมรับ แก่ผลิตภัณฑ์นี้ในเกณฑ์ที่ดี

ผศ.วิวรรณ และคณะ (2557) ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มแม่บ้านมีภูมิปัญญาในการใช้ประโยชน์ด้านอาหาร จากว่านจระเข้คือทำน้ำว่านหางจระเข้ในน้ำใบเตยและน้ำอัญชัน มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากว่านหางจระเข้ 20 รายการ นำมาประเมินคุณภาพอาหารทางประสาทสัมผัสโดยใช้แบบทดสอบความชอบ 9-point hedonic scale พบว่าผลิตภัณฑ์ทุกรายการมีคะแนนความชอบโดยรวมระหว่าง 7.05-858 นำไปทดสอบการยอมรับ

เอกล้านเป็นเอกล้านสิ่งมีชีวิตที่รักการขงานเพื่อการศึกษาหาหน้ เมื่ออยู่ใต้ดินใบเขยประเขยนี้ในการที่

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผู้บริโภค ผลิตภัณฑ์ละ 100 คน รวมผู้บริโภคทั้งสิ้น 2,000 คน พบว่าผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ ทั้ง 20 รายการในระดับชอบมาก โดยผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรว่านหางจระเข้ และวุ้นกะทิว่านหางจระเข้มีคะแนนเฉลี่ยความชอบรวมมากที่สุด ($X = 4.18$) รองลงมาคือผลิตภัณฑ์แยมว่านหางจระเข้-สับปะรด ($x = 4.14$) โดยผู้บริโภคร้อยละ 90.80 ยอมรับผลิตภัณฑ์จากว่านหางจระเข้ เพราะผลิตภัณฑ์อร่อยและแปลกใหม่ หากมีการวางจำหน่าย ผู้บริโภคร้อยละ 24.80 ชื้อแน่นอน โดยแหล่งที่ซื้อได้แก่ ร้านสะดวกซื้อ ร้านค้าปลีก ร้านค้าในตลาด ตลาดนัด/ ตลาดโต้รุ่งและห้างสรรพสินค้า ด้านมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์พบว่าแยมว่านหางจระเข้-มะม่วงหาวมีมูลค่าเพิ่มสูงที่สุด เฉลี่ยกิโลกรัมละ 220.58 บาท รองลงมาคือแยมว่านหางจระเข้ สับปะรด มีมูลค่าเพิ่มเฉลี่ยกิโลกรัมละ 217.74 บาท



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

- (1) น้ำ ยี่ห้อ TOP
- (2) ผงวุ้น ยี่ห้อ นางเหงือก
- (3) วุ้นหางจระเข้
- (4) น้ำตาลทราย ยี่ห้อ มิตรผล
- (5) แป้งท้าวยายม่อม จากตลาดหัวตะเข้
- (6) มอลทิทอล จาก FIT BAKERY
- (7) อัลลูโลส
- (8) สารแต่งกลิ่นมะลิ, มะพร้าว และใบเตย ยี่ห้อ วินเนอร์

3.1.2 สารเคมี

- (1) ซิลิกาเจล

3.2 อุปกรณ์

3.2.1 เครื่องชั่งน้ำหนัก 4 ตำแหน่ง Mettler Toledo

3.2.2 เครื่องปั่น ยี่ห้อ PHILIPS

3.2.3 ถ้วย

3.2.4 หม้อ

3.2.5 แม่พิมพ์ซิลิโคน ขนาด 1.5X1.5X1 เซนติเมตร

3.2.6 ตะกร้อมือ

3.2.7 ตะแกรงพักขนม

3.2.8 ถุงพลาสติกประเภท Polyethylene (PE)

3.2.9 ตู้อบลมร้อน Tray Dryer Progress

3.2.10 เครื่องวัด a_w (Water Activity Meter) AQUA LAB รุ่น 4TE

3.2.11 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) Stable Micro Systems รุ่น TA-XT plus

3.2.12 เครื่องวัดสี (Chroma Meter) Konika Minolta รุ่น CR400

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 การเตรียมเนื้อวุ้นทางจระเข้

นำวุ้นทางจระเข้สดมาล้างทำความสะอาด ปอกเปลือก เก็บส่วนที่เป็นวุ้นใส่ถุงพลาสติกซีล ปิดปากถุงด้วยระบบสุญญากาศและเก็บไว้ในตู้แช่แข็ง ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส โดยก่อนทำการทดลองนั้น เนื้อวุ้นทางจระเข้จะถูกนำออกมาทำการละลายก่อนเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

3.3.2 คัดเลือกสูตรพื้นฐานของวุ้นรอบจากวุ้นทางจระเข้เบื้องต้น

ศึกษาสูตรการผลิตวุ้นรอบพื้นฐาน ซึ่งแต่ละสูตรมีปริมาณส่วนผสมต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 3.1 โดยขั้นตอนการทำวุ้นรอบวุ้นทางจระเข้ มีดังนี้

- (1) นำเนื้อวุ้นทางจระเข้จากข้อ 3.3.1 มาปั่นละเอียดด้วยเครื่องปั่น
- (2) แช่ผงวุ้นในน้ำ 5 นาที
- (3) นำไปต้มไฟปานกลางให้วุ้นละลาย เติมเนื้อวุ้นทางจระเข้ที่ปั่นละเอียดลงไป แล้วจึงคนเบาๆ
- (4) เติมน้ำตาลทราย คนให้น้ำตาลละลาย
- (5) เติมแป้งท้าวยายม่อมที่ละลายในน้ำเตรียมไว้
- (6) คนต่อจนครบ 15 นาที
- (7) เทใส่พิมพ์ที่เตรียมไว้ ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเวลา 1 ชั่วโมง
- (8) แกะออกจากพิมพ์ และนำวุ้นที่ขึ้นรูปได้ไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 26 ชั่วโมง

ตารางที่ 3.1 สูตรพื้นฐานการผลิตวุ้นรอบ

ส่วนผสม	น้ำหนักส่วนผสมในแต่ละสูตร					
	1		2		3	
	กรัม	เปอร์เซ็นต์	กรัม	เปอร์เซ็นต์	กรัม	เปอร์เซ็นต์
วุ้นผง	11	1.43	20	2	15	1.75
น้ำตาลทราย	400	52.15	500	50	360	42.11
น้ำ	336	43.81	480	48	480	56.14
แป้งท้าวยายม่อม	20	2.61	-	-	-	-

ที่มา: สูตรที่ 1 จากหนังสือแม่บ้านขนมไทย (2549) สูตร 2 จากหนังสือตำราขนมหวาน (2548) และสูตร 3 จากหนังสือวุ้นลอยแก้ว และขนมน้ำแข็ง (2554)

นำวุ้นรอบจากสูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตรที่ผลิตได้ ไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส เพื่อประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยใช้วิธี 9-point hedonic scale (ระดับคะแนน เท่ากับ 1 คือไม่ชอบมากที่สุด และ ระดับคะแนน เท่ากับ 9 คือชอบมากที่สุด) วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete block Design (RCBD) ระดับคะแนนเท่ากับ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมไปทดลองในข้อต่อไป

3.3.2.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้

(1) การวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัส: วัดลักษณะเนื้อสัมผัส ด้วยเครื่อง Texture Analyzer โดยการนำตัวอย่างวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ที่มีขนาด $1.5 \times 1.5 \times 1$ ซม. (กว้าง x ยาว x สูง) มาวัดลักษณะเนื้อสัมผัสโดยการกด (compression) ด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส โดยกดลงไปบนตัวอย่าง โดยใช้หัวกด P/50 (50 mm Diameter Cylinder Probe) ด้วยความเร็วของหัวกดเคลื่อนที่ลงมาก่อนสัมผัสตัวอย่าง (Pre-test speed) 1.0 มิลลิเมตรต่อวินาที ความเร็วของหัวกดขณะเคลื่อนที่ ลงในตัวอย่าง (Test speed) 1.0 มิลลิเมตรต่อวินาที และความเร็วของหัวกดขณะเคลื่อนที่ขึ้นจากตัวอย่าง (Post-test speed) 1.0 มิลลิเมตรต่อวินาที (อินท์ธิมา, 2557)

(2) การวิเคราะห์ค่าสี: วัดค่าสีของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ ด้วยเครื่อง Chroma meter รุ่น CR-400 โดยการนำตัวอย่างวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ที่มีขนาดตัวอย่าง $1.5 \times 1.5 \times 1$ ซม. (กว้าง x ยาว x สูง) มาวัดค่าสี โดยก่อนทำการวัดจะต้อง Calibration เครื่องกับแผ่น White Plate ก่อน เลือกระบบวัดสีแบบ $L^* a^* b^*$ วัดค่าสีของตัวอย่าง โดยวางหัววัดตั้งฉากและชิดกับตัวอย่างที่ต้องการวัด กดปุ่ม Measure แล้วรอให้ไฟจากเครื่องกระพริบ อ่านค่าจากหน้าจอเครื่องวัด ซึ่งจะแสดงค่าผลการวัดตัวอย่างตรงจุดที่แสงจากเครื่องวัดกระทบวัตถุและรับแสงสะท้อนจากวัตถุเข้าสู่เซ็นเซอร์ภายใน

3.3.2.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้

ตรวจวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) โดยการนำวุ้นกรอบว่านหางจระเข้มาลดขนาด โดยการบดให้ละเอียด จากนั้นบรรจุตัวอย่างใส่ในตลับสำหรับวัดค่า a_w โดยบรรจุตัวอย่างประมาณ 2 ใน 3 ของความจุของตลับ และตรวจวัดด้วยเครื่อง Water activity meter

3.3.2.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้

ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 20 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยใช้วิธี 9-point hedonic scale (ระดับคะแนน เท่ากับ 1 คือไม่ชอบมากที่สุด และระดับคะแนน เท่ากับ 9 คือชอบมากที่สุด) วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete block Design (RCBD) โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) เพื่อคัดเลือกสูตรพื้นฐานของวุ้นกรอบจากว่านหางจระเข้เบื้องต้นที่ได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 ศึกษาชนิดของสารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่มีผลต่อคุณภาพของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้

สูตรวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ที่ได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุดจากข้อ 3.3.2 มาศึกษาอัตราส่วนต่อน้ำตาลทรายของสารให้ความหวานแทนน้ำตาลได้แก่ อัลลูลูโลส และมอลทิทอลเพื่อดูความเป็นไปได้ในการลดการใช้น้ำตาลทรายลงในสูตรการผลิตทำการทดลองโดยกำหนดอัตราส่วนของสารให้ความหวานต่อน้ำตาลทรายที่ 50:50 โดยให้คงปริมาณส่วนประกอบอื่นๆ ที่มีในแต่ละสูตรไว้เหมือนเดิม วุ้นกรอบที่ผลิตได้ในแต่ละอัตราส่วนทั้ง 3 อัตราส่วนถูกนำมาทดสอบคุณภาพทางเคมีและคุณภาพทางประสาทสัมผัส ดังนี้

3.3.3.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้

(1) การวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัส วิธีทำเหมือนข้อ 3.3.2.1 ข้อย่อยที่ 1

(2) การวิเคราะห์ค่าสี วิธีทำเหมือนข้อ 3.3.2.1 ข้อย่อยที่ 2

3.3.3.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้

ตรวจวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) วิธีทำเหมือนข้อ 3.3.2.2

3.3.3.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ วิธีทำเหมือนข้อ 3.3.2.3

3.3.4 การปรับปรุงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่น

เลือกสูตรวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ที่ได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุดจากข้อ 3.3.3 มาปรับปรุงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่น โดยศึกษาการยอมรับและการให้คะแนนความชอบของผู้ทดสอบชิมในการเติมกลิ่นที่แตกต่างกันจำนวน 3 กลิ่นลงในสูตรการผลิต ดังนี้ กลิ่นใบเตย, กลิ่นมะลิ และกลิ่นมะพร้าว โดยให้คงปริมาณส่วนประกอบอื่นๆ ที่มีในแต่ละสูตรไว้เหมือนเดิม จากนั้นนำวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ที่มีการเติมกลิ่นทั้ง 3 กลิ่นที่ผลิตได้มาวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ ดังนี้

3.3.4.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ วิธีทำเหมือนข้อ 3.3.2.3

3.3.5 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ในระยะเวลา 2 เดือน

นำผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบว่านหางจระเข้ที่ผลิตได้ตามสูตรที่เหมาะสม ที่ผ่านการคัดเลือกมาจากข้อ 3.3.2, 3.3.3 และ 3.3.4 มาบรรจุในบรรจุภัณฑ์ 2 รูปแบบคือ 1) ถุงพลาสติกประเภท Polyethylene (PE) แบบไม่มีซิซิลิก้าเจลและ 2) ถุงพลาสติกประเภท Polyethylene (PE) ที่ภายในบรรจุซิซิลิก้าเจล จากนั้นนำไปเก็บที่อุณหภูมิห้อง (อุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างทุกๆ สัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ และนำมาวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ ดังนี้

3.3.5.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้

(1) การวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัส วิธีทำเหมือนข้อ 3.3.2.1 ข้อย่อยที่ 1

(2) การวิเคราะห์ค่าสี วิธีทำเหมือนข้อ 3.3.2.1 ข้อย่อยที่ 2

3.3.5.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้

วิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) วิธีทำเหมือนข้อ 3.3.2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ วิธีทำเหมือนข้อ 3.3.2.3

3.3.6 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัส ทำการวางแผนการทดลองแบบ Completely randomized Design (CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

การวิเคราะห์ค่าสี ทำการวางแผนการทดลองแบบ Completely randomized Design (CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

การวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ทำการวางแผนการทดลองแบบ Completely randomized Design (CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส ทำการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete block Design (RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 คัดเลือกสูตรพื้นฐานของวุ้นกรอบจากว่านหางจระเข้เบื้องต้น

ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้เพื่อเลือกสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมในการทดลอง พบว่าวุ้นกรอบจากสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร จากตารางที่ 3.1 ให้ลักษณะที่แตกต่างกัน สูตรที่ 1 พบว่ามีเนื้อสัมผัสที่เหนียว แน่น และกรอบกว่าสูตรที่ 3 โดยสูตรที่ 1 ลักษณะภายนอกมีผลึกน้ำตาลเกิดขึ้นเล็กน้อย สีมี่ลักษณะขาวขุ่นกว่าสูตร 2 และสูตร 3 อาจเนื่องจากมีส่วนผสมของแป้งท้าวยายม่อม ซึ่งแป้งท้าวยายม่อมมีคุณสมบัติทำให้น้ำเชื่อมมีความเหนียวหนืด สูตรที่ 3 มีส่วนผสมของน้ำตาลทราย 42.11% พบว่าเกิดผลึกน้ำตาลเพียงเล็กน้อย เนื้อสัมผัสมีความเหนียวหนืด สีเข้มใสกว่าสูตรอื่น สูตรที่ 2 มีส่วนผสมของน้ำตาลทราย 50% พบว่ามีผลึกน้ำตาลที่หนา เนื้อสัมผัสกรอบ ไม่เหนียว สีมี่ลักษณะขาวใสแต่ไม่ใสเท่ากับสูตรที่ 3 ผงวุ้นจะให้เนื้อสัมผัสที่มีความแข็งกรอบ ปริมาณผงวุ้นที่ใช้จะให้เนื้อสัมผัสที่มีความแตกต่างกันไป การใช้อุณหภูมิสูงทำให้มีอัตราการระเหยน้ำที่สูง (Simal และคณะ, 2000) ส่งผลให้เกิดเป็นผลึกน้ำตาลที่บริเวณผิวภายนอก (Case hardening)



ภาพที่ 4.1 ลักษณะภายนอกของวุ้นกรอบของสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าการตรวจวัดปริมาณน้ำอิสระและเนื้อสัมผัส

สูตร	ปริมาณน้ำอิสระ	ความแข็ง (g.force) ^{ns}	ความยืดหยุ่น ^{ns}
1	0.76 ± 0.00 ^c	8905.83 ± 434.03	0.23 ± 0.04
2	0.77 ± 0.00 ^b	27966.52 ± 15868.30	0.33 ± 0.09
3	0.78 ± 0.00 ^a	26884.22 ± 2912.37	0.25 ± 0.06

ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวแสดงถึงค่าเฉลี่ยของตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ns แสดงถึงค่าเฉลี่ยของตัวอย่างมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางผลการวิเคราะห์ข้อมูลการตรวจวัดปริมาณน้ำอิสระและเนื้อสัมผัสแสดงในตารางที่ 4.1 ให้เห็นว่าสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตรมีผลต่อปริมาณน้ำอิสระของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) พบว่าในสูตรที่ 1 มีปริมาณน้ำอิสระอยู่ที่ 0.76 ± 0.00 ต่ำกว่าสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 อาจเนื่องมาจากปริมาณน้ำในส่วนผสมมีผลต่อค่าปริมาณน้ำอิสระ เมื่อเข้าสู่กระบวนการทำแห้งในอุณหภูมิที่สูง จึงทำให้ปริมาณน้ำในส่วนผสมลดลงส่งผลให้ค่าปริมาณน้ำอิสระต่ำ Narin (2018) ในระหว่างการทำแห้ง น้ำในวุ้นจะเคลื่อนที่จากภายในและระเหยออก เมื่อวุ้นมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำสูงจะเกิดลักษณะเกล็ดน้ำตาลบริเวณผิวหน้าของวุ้นจำนวนมาก และกีดขวางไม่ให้น้ำที่อยู่ภายในระเหยออกมาสู่ภายนอก จึงทำให้มีปริมาณความชื้นสูงกว่าวุ้นกรอบที่มีปริมาณของแข็งละลายน้ำต่ำ ซึ่งสูตรที่ 3 มีปริมาณน้ำอิสระอยู่ที่ 0.78 ± 0.00 สูงกว่าสูตรที่ 2 ผลการทดลองที่ได้ไม่สอดคล้องกับรายงานของ Narin (2018) ค่าปริมาณน้ำอิสระให้ผลตรงกันข้ามสาเหตุอาจเกิดมาจากปริมาณของวุ้นต่อภาชนะที่นำไปเข้าอบแห้ง วุ้นที่นำเข้าไปอบแห้งในปริมาณมากๆ จะมีอัตราการอบแห้งที่ช้า เนื่องจากอากาศร้อนไม่สามารถสัมผัสกับวุ้นที่นำเข้าไปอบได้อย่างทั่วถึง จึงทำให้ไม่สามารถถ่ายเทความร้อนในกับวุ้นได้ดี ด้านเนื้อสัมผัสค่าความแข็งสูตรที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 8905.83 ± 434.03 g.force, 27966.52 ± 15868.30 g.force และ 26884.22 ± 2912.37 g.force ตามลำดับ และความยืดหยุ่นสูตรที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 0.23 ± 0.04 , 0.33 ± 0.09 และ 0.25 ± 0.06 ตามลำดับ โดยสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตรไม่มีผลต่อค่าความแข็งและความยืดหยุ่นของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) Intheema (2014) รายงานว่าการมีปริมาณน้ำตาลทรายในวุ้นกรอบสูงทำให้วุ้นกรอบมีความแข็งมากขึ้น เนื่องจากน้ำตาลทรายมีหมู่ไฮดรอกซิลซึ่งสามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนขึ้นได้ทั้งภายในและภายนอกของโมเลกุลน้ำตาลทำให้วุ้นกรอบมีโครงสร้างที่แข็งแรง นอกจากนี้น้ำตาลทรายมีองค์ประกอบของน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุกโตสเชื่อมต่อกันทำให้ส่วนของน้ำตาลกลูโคสจับกับวุ้น(อะการ์) จึงทำให้โครงสร้างของวุ้นกรอบแข็งแรงยิ่งขึ้นได้

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าการตรวจวัดค่าสี

สูตร	L*	a*	b*
1	49.81 ± 1.75^b	0.64 ± 0.16^a	6.94 ± 0.50^a
2	55.96 ± 3.09^a	0.48 ± 0.32^{ab}	4.79 ± 1.29^b
3	52.78 ± 0.99^b	0.17 ± 0.12^b	5.69 ± 1.04^{ab}

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงถึงค่าเฉลี่ยของตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

ในการทำแห้งที่อุณหภูมิสูงมีแนวโน้มเกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้น เนื่องจากในวุ้นกรอบมีน้ำตาลเป็นองค์ประกอบสูง ส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Narin, 2018) ผลการวิเคราะห์การวัดค่าสี โดยค่า L* เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บ่งบอกถึงความสว่าง (lightness) มีค่าตั้งแต่ 0-100 (0 คือสีดำ และ 100 คือสีขาว), ค่า a^* บรรยายแกนสีจากสีเขียว ($-a^*$) จนถึง สีแดง ($+a^*$) และ ค่า b^* บรรยายแกนสีจากสีน้ำเงิน ($-b^*$) จนถึงสีเหลือง ($+b^*$) จากตาราง 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการตรวจวัดค่าสีพบว่าค่า L^* , a^* และ b^* ของสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตรให้ค่าสีของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) พบว่าค่า L^* ของสูตรที่ 2 แตกต่างจากสูตร 1 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญ โดยสูตร 2 มีค่าความสว่างสูงสุด มีค่าอยู่ที่ 55.96 ± 3.09 ค่า a^* ของสูตรที่ 1 และสูตร 3 ค่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่า b^* ของสูตรที่ 1 และสูตร 2 ค่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการทดลองของ Intheema (2014) การนำวุ้นที่มีอัตราส่วนของน้ำตาลต่างกันไปทำแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าวุ้นกรอบที่มีอัตราส่วนของน้ำตาลทรายต่ำมีสีเข้มที่สุด โดยในสูตรที่ 2 มีปริมาณน้ำตาลทราย 50% สูตรที่ 3 มีปริมาณน้ำตาลทราย 36% และในสูตรที่ 1 มีส่วนผสมของแป้งท้าวายม่อมจึงส่งผลให้สีมีความขุ่น

ตารางที่ 4.3 แสดงคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้สูตรพื้นฐาน

สูตร	สี	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ (ความหวาน)	เนื้อสัมผัส ^{ns} (ความกรอบ)	ความชอบ โดยรวม
1	6.20 ± 1.64^b	5.95 ± 1.28	6.20 ± 1.70^b	5.65 ± 1.95	5.70 ± 1.45^c
2	7.55 ± 1.15^a	6.80 ± 1.85	7.35 ± 1.42^a	6.55 ± 1.28	7.30 ± 1.22^a
3	6.70 ± 1.59^{ab}	6.00 ± 1.59	6.40 ± 1.76^b	6.60 ± 1.93	6.50 ± 1.11^b

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงถึงค่าเฉลี่ยของตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ns แสดงถึงค่าเฉลี่ยของตัวอย่างมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$)

จากตารางคะแนนผลทดสอบทางประสาทสัมผัสของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้สูตรพื้นฐานจากผู้ทดสอบจำนวน 20 คน พบว่าคะแนนความชอบโดยรวมของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้สูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่ 2 ได้รับความชอบโดยรวมสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 7.30 ± 1.22 และยังมีคะแนนความชอบด้านสี และรสชาติมากกว่าสูตรที่ 1 และ 3 ในสูตรที่ 1 มีปริมาณน้ำตาลทราย 52.15% สูตรที่ 3 มีส่วนผสมของน้ำตาลทราย 42.11% ส่งผลให้คะแนนด้านรสชาติมีค่าเท่ากับ 6.20 ± 1.70 และ 6.40 ± 1.76 ตามลำดับ ซึ่งไม่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สูตรที่ 2 ใช้ปริมาณน้ำตาลทราย 50% ได้คะแนนด้านรสชาติมีค่าเท่ากับ 7.35 ± 1.42 มากที่สุดเป็นระดับที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด และสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตรไม่มีผลต่อคะแนนความชอบด้านกลิ่นและเนื้อสัมผัสของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังนั้นสูตรที่คัดเลือกที่เหมาะสมนำไปทดลองต่อไปคือสูตรที่ 2 เนื่องจากมีค่าคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ศึกษาชนิดของสารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่มีผลต่อคุณภาพของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้

จากการศึกษาสูตรพื้นฐานของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้พบว่าสูตรพื้นฐานที่ได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุดคือสูตรที่ 2 ซึ่งมีส่วนผสมของน้ำตาลทราย 500 กรัม ผงวุ้น 20 กรัม น้ำ 240 กรัม และว่านหางจระเข้ 240 กรัม ทำการศึกษาอัตราส่วนของน้ำตาลทรายต่อสารให้ความหวานแทนน้ำตาลได้แก่ อัลลูลูโลส และมอลทิทอล เพื่อดูความเป็นไปได้ในการลดการใช้น้ำตาลทรายลงในสูตรการผลิต ทำการทดลองโดยกำหนดอัตราส่วนของสารให้ความหวานต่อน้ำตาลทรายที่ 50:50 โดยให้คงปริมาณส่วนประกอบอื่นๆ ที่มีในแต่ละสูตรไว้เหมือนเดิม พบว่าสูตรที่ใช้อัลลูลูโลส มีเนื้อสัมผัสที่เหนียวคล้ายเยลลี่ ไม่มีผลึกน้ำตาล มีกลิ่นน้ำตาลเล็กน้อย สีมืดลักษณะเหลืองเข้ม สูตรที่ใช้มอลทิทอล เนื้อสัมผัสมีความเหนียวและหนึบกว่าสูตรที่มีอัลลูลูโลสเป็นส่วนประกอบ มีความกรอบ สีมืดลักษณะขาวขุ่น ไม่มีผลึก ไม่มีกลิ่น อัลลูลูโลสผลิตได้จากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของฟรุคโตสที่สกัดได้จากข้าวโพด (Fructose corn syrup) จะไม่เกิดเป็นผลึกเมื่ออยู่ในอุณหภูมิต่ำ (นิรนาม, 2023) มอลทิทอลผลิตจากแป้งมันสำปะหลังโดยขบวนการ Hydrogenation ไม่เกิดสีน้ำตาลไหม้ (ไม่เป็นคาราเมล) และไม่ตกผลึกเหนียว สามารถประกอบอาหารที่ใช้อุณหภูมิสูง (นิรนาม, 2023)



ภาพที่ 4.2 ลักษณะภายนอกของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ที่ใช้สารให้ความหวานต่างชนิดกัน

ตารางที่ 4.4 ค่าการตรวจวัดปริมาณน้ำอิสระและเนื้อสัมผัสของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ที่ใช้สารให้ความหวานต่างชนิดกัน

ชนิดของสารให้ความหวาน	ปริมาณน้ำอิสระ	ความแข็ง (g.force) ^{ns}	ความยืดหยุ่น ^{ns}
น้ำตาลทราย	0.77 ± 0.00 ^a	27966.52 ± 15868.30	0.33 ± 0.09
อัลลูลูโลส	0.39 ± 0.01 ^c	37095.20 ± 21005.64	0.51 ± 0.27
มอลทิทอล	0.48 ± 0.01 ^b	35483.06 ± 12989.84	0.46 ± 0.23

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงถึงค่าเฉลี่ยของตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

ns แสดงถึงค่าเฉลี่ยของตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางผลการวิเคราะห์ข้อมูลการตรวจวัดปริมาณน้ำอิสระและค่าเนื้อสัมผัสในตารางที่ 4.4 พบว่าวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ที่มีสารให้ความหวานอัลลูลูโลสและมอลทิทอลมีปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่าวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ที่มีน้ำตาลทราย สารให้ความหวานมีผลกระทบต่อปริมาณน้ำอิสระในวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนคุณลักษณะเนื้อสัมผัสพบว่าวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ที่มีสารให้ความหวานที่ต่างกันไม่มีผลต่อค่าความแข็งและความยืดหยุ่นของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) จากศึกษาของ ปิยนุสรณ์ และนคร (2015) ในคุกกี้เนยที่ใช้สารให้ความหวานทดแทนซูโครส ผลจากการใช้มอลทิทอลในปริมาณที่มากจะทำให้เนื้อสัมผัสของคุกกี้มีความแข็งขึ้น เนื่องจากมอลทิทอลเป็นสารที่ให้เนื้อที่มีความหวาน 0.9 เท่าของซูโครส จากผลทดลองของ A.M. Bolger และคณะ (2021) พบว่าระยะเวลาการอบที่นาน ส่งผลให้คัพเค้กตี-อัลลูลูโลสมีความเหนียวแน่นเพิ่มขึ้น อาจเป็นผลมาจากการขยายตัวของปริมาตรเพิ่มเติม การระเหยของความชื้น Shimizu and Matubayasi (2014) น้ำตาลแอลกอฮอล์มีบทบาทในความสามารถในการเกิดเจลเนื่องจากน้ำตาลแอลกอฮอล์เป็นตัวกลางหลักของการเกิดเจล และยังมีอิทธิพลต่อโครงสร้างของโมเลกุลของน้ำที่อยู่รอบๆ ไบโพลิเมอร์ คุณสมบัติเนื้อสัมผัสที่แตกต่างกันของวุ้นกรอบ อาจมีผลมาจากลักษณะที่แตกต่างกันของของน้ำตาลและน้ำตาลแอลกอฮอล์

ตารางที่ 4.5 ค่าการตรวจวัดค่าสีของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ที่ใช้สารให้ความหวานต่างชนิดกัน

ชนิดของสารให้ความหวาน	L*	a*	b*
น้ำตาลทราย	50.24 ± 3.12 ^a	0.48 ± 0.32 ^b	4.79 ± 1.29 ^b
อัลลูลูโลส	49.86 ± 0.42 ^{ab}	1.36 ± 0.44 ^a	17.07 ± 2.45 ^a
มอลทิทอล	46.50 ± 0.62 ^b	0.30 ± 0.14 ^b	7.80 ± 0.30 ^b

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงถึงค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

จากตารางผลการวิเคราะห์ข้อมูลการตรวจวัดค่าสีพบว่าค่า L*, a* และ b* ของชนิดของสารให้ความหวานที่ต่างชนิดกันให้ค่าสีของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) จากผลการทดลองของ กมลทิพย์ กรรไพเราะ (2018) การวัดค่าสีในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่ตาหลาที่ทดแทนด้วยสารทดแทนความหวานชนิดต่างๆ เมื่อพิจารณาพบว่าค่า L*, a* และ b* มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยที่วุ้นกรอบว่านหางจระเข้ที่มีส่วนประกอบของอัลลูลูโลสให้ค่าสี a* (a* บรรยายแกนสีจากสีเขียวจนถึงสีแดง) และ b* (b* บรรยายแกนสีจากสีน้ำเงินจนถึงสีเหลือง) สูงที่สุดคือ 1.36 ± 0.44 และ 17.07 ± 2.45 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสูตรที่ 1 และ 3 จากทดลองของ A.M. Bolger และคณะ (2021) สีของคัพเค้กที่มีน้ำตาลตี-อัลลูลูโลสและตี-ฟรุคโตสเกิดสีน้ำตาลได้เร็วกว่าคัพเค้กที่มีน้ำตาลซูโครส ซึ่งอาจเป็นผลมาจากอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด Wanmeng Mu และคณะ (2021) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัลลูโลสมีคุณสมบัติเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดสูง ไม่เหมาะสำหรับขนมประเภทอบ อัลลูโลสจัดเป็นน้ำตาลรีดิวิซ ซึ่งแตกต่างจากซูโครสจึงสามารถมีส่วนร่วมโดยตรงในปฏิกิริยาเมลลาร์ดกับกรดอะมิโน ดังนั้นโพลิเมอร์สีน้ำตาลที่ไม่ละลายน้ำหรือที่เรียกว่า เมลานอยดิน ซึ่งก่อตัวขึ้นในขั้นตอนสุดท้ายของปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Starowicz และคณะ, 2019) ค่าความสว่าง L^* ของน้ำตาลทรายและมอลทิทอลนั้นพบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มอลทิทอลจัดเป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์ น้ำตาลแอลกอฮอล์จะไปขัดขวางการจัดเรียงตัวของผลึกน้ำตาลซูโครสที่มาจากกระบวนการ nucleation ของโมเลกุลน้ำตาลซูโครส โดยการขัดขวางจัดเรียงตัวเป็นกลุ่มและผลึก เมื่อผลึกของน้ำตาลซูโครสน้อยลง จะส่งผลให้ทำให้เกิดการกระจายแสงลดลงด้วย (Laos และคณะ, 2007) วุ้นกรอบว่านหางจระเข้ที่มีการใช้อัลลูโลส เมื่อเปรียบเทียบกับวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ที่มีการใช้มอลทิทอลและน้ำตาลทรายนั้นมีค่าความสว่าง L^* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.6 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ที่ใช้สารให้ความหวานต่างชนิดกัน

ชนิดของสารให้ความหวาน	สี	กลิ่น	รสชาติ (ความหวาน)	เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	ความชอบโดยรวม
น้ำตาลทราย	7.30 ± 1.38 ^a	6.85 ± 1.39 ^a	6.85 ± 1.79 ^a	6.80 ± 2.04 ^a	7.00 ± 1.12 ^a
อัลลูโลส	4.85 ± 2.16 ^c	5.55 ± 2.06 ^b	4.40 ± 2.35 ^b	2.60 ± 1.98 ^c	3.95 ± 2.01 ^c
มอลทิทอล	6.45 ± 2.09 ^b	6.15 ± 1.64 ^{ab}	5.30 ± 1.84 ^b	4.40 ± 2.76 ^b	5.10 ± 1.89 ^b

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงถึงค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

จากตารางคะแนนผลทดสอบทางประสาทสัมผัสของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้จากผู้ทดสอบจำนวน 20 คน พบว่าคะแนนผลทดสอบทางประสาทสัมผัสวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ที่มีสารให้ความหวานต่างชนิดกันได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) วุ้นกรอบว่านหางจระเข้ที่มีส่วนผสมของน้ำตาลทรายได้คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในทุกด้านสูงสุด เป็นคุณลักษณะที่ยอมรับของผู้บริโภค ในขณะที่วุ้นกรอบว่านหางจระเข้ที่มีส่วนผสมของอัลลูโลสมีคะแนนชอบด้านสี เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมต่ำกว่าวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ที่มีส่วนผสมของมอลทิทอล เนื่องด้วยมีสีที่เข้ม มีกลิ่นของน้ำตาล มีเนื้อสัมผัสที่เหนียว ไม่มีผลึกน้ำตาลเกิดขึ้น วุ้นกรอบโดยทั่วไปผิวด้านนอกจะมีเกล็ดน้ำตาลเคลือบผิว เนื้อสัมผัสจะต้องกรอบนอกนุ่มใน มีสีตามธรรมชาติของวุ้นกรอบและส่วนประกอบที่ใช้ ในที่นี้ใช้ว่านหางจระเข้ สีควรรสหรือขาวขุ่น วุ้นกรอบว่านหางจระเข้ที่มีส่วนผสมของน้ำตาลทรายให้สีขาวขุ่น มีผลึกน้ำตาลเคลือบผิว เนื้อสัมผัสเหนียวและแน่นกำลังดี ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับวุ้นกรอบโดยทั่วไป

4.3 การปรับปรุงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่น

สูตรวุ้นกรอบวุ้นหางจระเข้ที่ได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุดจากข้อ 4.2 มาปรับปรุงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่น โดยการเติมกลิ่นที่แตกต่างกันจำนวน 3 กลิ่นลงในสูตรการผลิต ได้แก่ กลิ่นใบเตย, กลิ่นมะลิ และกลิ่นมะพร้าว

ตารางที่ 4.7 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่นของวุ้นกรอบวุ้นหางจระเข้

สารแต่งกลิ่น	สี ^{ns}	กลิ่น	รสชาติ ^{ns} (ความหวาน)	เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	ความชอบ โดยรวม
มะลิ	6.80 ± 1.58	7.05 ± 1.32 ^a	7.10 ± 0.98	6.95 ± 1.10 ^{ab}	7.55 ± 1.15 ^a
มะพร้าว	6.35 ± 1.53	6.95 ± 1.32 ^a	6.90 ± 1.55	7.40 ± 0.88 ^a	7.35 ± 1.27 ^a
ใบเตย	6.55 ± 1.36	5.90 ± 2.15 ^b	6.20 ± 2.26	6.60 ± 1.19 ^b	6.35 ± 1.76 ^b

ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวแสดงถึงค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

ns แสดงถึงค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$)

จากการศึกษาการปรับปรุงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่น โดยใช้สารแต่งกลิ่นเพิ่มได้แก่ กลิ่นมะลิ, มะพร้าว และใบเตย ทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 20 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของวุ้นกรอบวุ้นหางจระเข้ทั้ง 3 กลิ่นในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวมพบว่าค่าคะแนนความชอบของวุ้นกรอบวุ้นหางจระเข้ที่มีการแต่งกลิ่นใบเตยได้รับคะแนนความชอบในด้านกลิ่นและความชอบโดยรวมต่ำที่สุด โดยคะแนนความชอบในด้านกลิ่นและความชอบโดยรวมของวุ้นกรอบวุ้นหางจระเข้แต่งกลิ่นมะลิ และกลิ่นมะพร้าวมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กลิ่นมะลิได้คะแนนความชอบด้านกลิ่นอยู่ที่ 7.05 ± 1.32 และคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ที่ 7.55 ± 1.15 กลิ่นมะพร้าวได้คะแนนความชอบด้านกลิ่นอยู่ที่ 6.95 ± 1.32 และคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ที่ 7.35 ± 1.27 หากพิจารณาถึงปัจจัยในด้านอื่นๆแล้ว และมีการเปรียบเทียบระหว่างกลิ่นมะลิและกลิ่นมะพร้าวพบว่า กลิ่นมะลिनั้นสามารถหาซื้อได้ง่าย เป็นกลิ่นเฉพาะเจาะจง ซึ่งแตกต่างจากกลิ่นมะพร้าวที่มีกลิ่นแยกย่อยหลากหลายกลิ่นเช่น กลิ่นมะพร้าวน้ำหอม กลิ่นมะพร้าวกะทิ กลิ่นมะพร้าวอ่อน เป็นต้น ดังนั้นกลิ่นมะลิจึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นกลิ่นที่ช่วยเสริมให้ผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบวุ้นหางจระเข้ได้ดีมากกว่า

4.4 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของวุ้นกรอบวุ้นหางจระเข้ในระยะเวลา 2 เดือน

นำผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบวุ้นหางจระเข้ที่ผลิตได้ตามสูตรที่เหมาะสมที่ผ่านการคัดเลือกมาบรรจุในบรรจุภัณฑ์ 2 รูปแบบคือ 1) ถุงพลาสติกประเภท Polyethylene (PE) แบบไม่มีซิติก้าเจลและ 2) ถุงพลาสติกเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภท Polyethylene (PE) ที่ภายในบรรจุซิลิกาเจล จากนั้นนำไปเก็บที่อุณหภูมิห้อง (อุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าลักษณะภายนอกของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้เมื่อเก็บไว้ในระยะเวลา 8 สัปดาห์นั้นมีเนื้อสัมผัสที่แข็ง ผลึกน้ำตาลหนาขึ้น สีส้มความขาวขุ่นขึ้นเล็กน้อย มีกลิ่นหอมของมะลิ และยังสามารถรับประทานได้ตามปกติ

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าการตรวจวัดปริมาณน้ำอิสระและเนื้อสัมผัสของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ในถุงพลาสติกประเภท Polyethylene (PE) แบบไม่มีซิลิกาเจล

ระยะเวลาเก็บรักษา (สัปดาห์)	ปริมาณน้ำอิสระ	ความแข็ง (g.force)	ความยืดหยุ่น ^{ns}
0	0.72 ± 0.01 ^d	14503.41 ± 2003.46 ^a	0.32 ± 0.07
1	0.75 ± 0.01 ^c	14910.23 ± 3641.53 ^a	0.35 ± 0.03
2	0.77 ± 0.00 ^b	14904.92 ± 653.62 ^a	0.37 ± 0.07
3	0.78 ± 0.00 ^a	12846.50 ± 2189.46 ^{ab}	0.46 ± 0.05
4	0.78 ± 0.00 ^a	12751.98 ± 4002.86 ^{ab}	0.37 ± 0.02
5	0.78 ± 0.01 ^a	11981.90 ± 715.78 ^{ab}	0.25 ± 0.17
6	0.78 ± 0.01 ^a	11635.75 ± 1506.30 ^{ab}	0.45 ± 0.15
7	0.78 ± 0.00 ^a	11614.89 ± 2506.71 ^{ab}	0.32 ± 0.14
8	0.77 ± 0.01 ^b	7378.54 ± 5608.44 ^b	0.35 ± 0.18

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงถึงค่าเฉลี่ยของตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ns แสดงถึงค่าเฉลี่ยของตัวอย่างมีความแตกต่างอย่างไม่เป็นนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$)

จากตารางผลการวิเคราะห์ข้อมูลของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ในถุงพลาสติกประเภท Polyethylene (PE) แบบไม่มีซิลิกาเจล เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์จากสัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 8 พบว่าการเก็บวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ในสภาวะดังกล่าว เมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นส่งผลต่อปริมาณน้ำอิสระและค่าความแข็งของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อค่าความยืดหยุ่นของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยค่าปริมาณน้ำอิสระและค่าความแข็งในสัปดาห์ที่ 0 และสัปดาห์ที่ 8 เป็นสัปดาห์ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งในสัปดาห์ที่ 0 ค่าปริมาณน้ำอิสระ ค่าความแข็ง และค่าความยืดหยุ่นของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้มีค่าเท่ากับ 0.72 ± 0.01, 14503.41 ± 2003.46 g.force และ 0.32 ± 0.07 ตามลำดับ สัปดาห์ที่ 8 มีค่าปริมาณน้ำอิสระ ค่าความแข็ง และค่าความยืดหยุ่นเท่ากับ 0.77 ± 0.01, 7378.54 ± 5608.44 g.force และ 0.35 ± 0.18 ตามลำดับ ซึ่งพลาสติกประเภท PE มีคุณสมบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ป้องกันการผ่านของความชื้นได้ดี แต่อากาศและแก๊สต่างๆยังสามารถซึมผ่านได้ ทำให้เมื่ออากาศสัมผัสกับตัวหุ่นกรอบจึงทำให้ค่าความแข็งมีแนวโน้มลดลง

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าการตรวจวัดปริมาณน้ำอิสระและเนื้อสัมผัสของหุ่นกรอบว่านหางจระเข้ในถุงพลาสติกประเภท Polypropylene (PP) แบบมีซิลิกาเจล

ระยะเวลาเก็บรักษา (สัปดาห์)	ปริมาณน้ำอิสระ	ความแข็ง (g.force)	ความยืดหยุ่น ^{ns}
0	0.78 ± 0.01 ^a	14386.25 ± 1152.40 ^{ab}	0.32 ± 0.06
1	0.78 ± 0.01 ^{ab}	15048.23 ± 1410.06 ^{ab}	0.42 ± 0.03
2	0.78 ± 0.00 ^{ab}	13411.86 ± 2007.52 ^b	0.43 ± 0.03
3	0.78 ± 0.00 ^{ab}	17709.40 ± 2085.32 ^a	0.34 ± 0.01
4	0.78 ± 0.00 ^{ab}	16643.33 ± 343.79 ^{ab}	0.46 ± 0.22
5	0.78 ± 0.00 ^{ab}	12948.56 ± 5272.54 ^b	0.36 ± 0.15
6	0.77 ± 0.00 ^b	15289.77 ± 1165.93 ^{ab}	0.35 ± 0.07
7	0.75 ± 0.01 ^c	14979.84 ± 1512.73 ^{ab}	0.38 ± 0.08
8	0.72 ± 0.00 ^d	17071.86 ± 394.06 ^{ab}	0.34 ± 0.00

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงถึงค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

ns แสดงถึงค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$)

จากตารางผลการวิเคราะห์ข้อมูลการตรวจปริมาณน้ำอิสระและวัดเนื้อสัมผัสของหุ่นกรอบว่านหางจระเข้ในถุงพลาสติกประเภท Polyethylene (PE) แบบมีซิลิกาเจล เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์จากสัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 8 พบว่าการเก็บหุ่นกรอบว่านหางจระเข้ในสภาวะดังกล่าว เมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นส่งผลต่อค่าปริมาณน้ำอิสระและค่าความแข็งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่ส่งผลต่อค่าความยืดหยุ่นของหุ่นกรอบว่านหางจระเข้ ($p > 0.05$) โดยในสัปดาห์ที่ 3 หุ่นกรอบว่านหางจระเข้มีค่าความแข็งสูงที่สุดอยู่ที่ 17709.40 ± 2085.32 g.force ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับสัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 5 ซึ่งมีค่าความแข็งอยู่ที่ 13411.86 ± 2007.52 g.force และ 12948.56 ± 5272.54 g.force ตามลำดับ โดยสัปดาห์ที่ 0 ค่าปริมาณน้ำอิสระ ค่าความแข็ง และค่าความยืดหยุ่นมีค่าเท่ากับ 0.78 ± 0.01 , 14386.25 ± 1152.40 g.force และ 0.32 ± 0.06 ตามลำดับ สัปดาห์ที่ 8 ค่าปริมาณน้ำอิสระ ค่าความแข็ง และค่าความยืดหยุ่นมีค่าเท่ากับ 0.72 ± 0.00 , 17071.86 ± 394.06 g.force และ 0.34 ± 0.00 ตามลำดับ ค่าปริมาณน้ำอิสระของหุ่นกรอบว่านหางจระเข้ที่เก็บในสัปดาห์ที่ 0 มีค่าสูงกว่าสัปดาห์ที่ 8 อาจเนื่องจากสารดูดความชื้นที่ใช้ ในที่นี้คือซิลิกาเจลนั้นทำหน้าที่ดูดซับความชื้นหรือโมเลกุลของไอน้ำจากบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์ ซึ่งการดูดซับความชื้นของสารเป็นการดูดซับทางกายภาพ โดยโมเลกุลของน้ำจะถูกดูดซับไว้ด้วยแรงยึดระหว่างโมเลกุลของเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้ ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำและพื้นผิวของสารดูดความชื้นซึ่งการใช้สารดูดความชื้นที่มีความเข้มข้นมากจะทำให้ประสิทธิภาพการดูดซับความชื้นเพิ่มมากขึ้นด้วย (Suksub, 2014) เมื่อความชื้นลดน้อยลง ส่งผลให้เนื้อสัมผัสมีความแข็งมากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าการตรวจวัดสีของวุ้นกรอบว่านทางจระเข้ในถุงพลาสติกประเภท Polyethylene (PE) แบบไม่มีซิลิกาเจล

ระยะเวลาเก็บรักษา (สัปดาห์)	L*	a*	b*
0	49.84 ± 2.45 ^b	0.10 ± 0.03 ^c	12.65 ± 1.67 ^a
1	44.55 ± 1.37 ^{cde}	0.34 ± 0.10 ^{bc}	6.37 ± 0.47 ^e
2	45.26 ± 0.56 ^{cd}	0.43 ± 0.02 ^b	10.87 ± 0.74 ^{ab}
3	46.47 ± 1.08 ^c	0.36 ± 0.07 ^{bc}	9.90 ± 0.68 ^{bc}
4	51.95 ± 0.34 ^a	1.03 ± 0.17 ^a	8.88 ± 0.86 ^{cd}
5	45.75 ± 1.15 ^c	0.53 ± 0.30 ^b	9.95 ± 1.95 ^{bc}
6	42.71 ± 0.59 ^e	0.30 ± 0.05 ^{bc}	8.32 ± 0.40 ^{cde}
7	42.98 ± 0.50 ^e	0.34 ± 0.13 ^{bc}	8.00 ± 0.80 ^{cde}
8	43.55 ± 0.31 ^{de}	0.33 ± 0.18 ^{bc}	7.43 ± 0.85 ^{de}

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงถึงค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

จากตารางผลการวิเคราะห์ข้อมูลการตรวจวัดค่าสีพบว่าค่า L*, a* และ b* ของวุ้นกรอบว่านทางจระเข้ในถุงพลาสติกประเภท Polyethylene (PE) แบบไม่มีซิลิกาเจล ค่าสีที่วัดได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อระยะเวลาการเก็บวุ้นกรอบว่านทางจระเข้ยาวนานมากขึ้น โดยที่ค่า L* อยู่ในช่วง 42.71 - 51.95 ค่า a* อยู่ในช่วง 0.10 - 1.03 และค่า b* อยู่ในช่วง 6.37 - 12.65 แนวโน้มของค่าความสว่าง (L*) ของวุ้นกรอบว่านทางจระเข้มีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้น ค่าความเป็นสีแดง (a*) มีค่าเพิ่มขึ้นและค่าความเป็นสีเหลือง (b*) มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวุ้นกรอบว่านทางจระเข้ในสัปดาห์ที่ 0 สอดคล้องกับผลการทดลองของ กมลทิพย์ กรรไพบรา (2018) ซึ่งได้ทำงานวิจัยเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่ตาหลา โดยพบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นค่า L* และ b* ลดลง ส่วนค่า a* เพิ่มขึ้นเกิดจากปฏิกิริยาสีน้ำตาล (browning reaction) ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์คล้ำขึ้น ปัจจัยที่มีผลต่อปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่ใช่เอนไซม์คือการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและปริมาณน้ำอิสระ ปริมาณน้ำอิสระเพียงเล็กน้อยก็ส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าการตรวจวัดสีของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ในถุงพลาสติกประเภท Polyethylene (PE) แบบมีซิติก้าเจล

ระยะเวลาเก็บรักษา (สัปดาห์)	L*	a*	b*
0	50.49 ± 1.29 ^a	0.14 ± 0.08 ^c	12.39 ± 0.10 ^a
1	43.32 ± 1.91 ^b	0.24 ± 0.16 ^{bc}	8.42 ± 1.53 ^{bc}
2	46.24 ± 3.23 ^b	0.41 ± 0.24 ^{bc}	9.18 ± 2.04 ^{bc}
3	46.87 ± 0.90 ^b	0.26 ± 0.11 ^{bc}	9.46 ± 0.75 ^b
4	50.89 ± 1.40 ^a	0.81 ± 0.09 ^a	8.34 ± 0.40 ^{bc}
5	44.90 ± 1.40 ^b	0.33 ± 0.15 ^{bc}	9.81 ± 0.53 ^b
6	45.07 ± 1.03 ^b	0.11 ± 0.05 ^c	10.36 ± 0.73 ^b
7	46.05 ± 4.17 ^b	0.51 ± 0.28 ^b	8.88 ± 0.19 ^{bc}
8	42.97 ± 0.34 ^b	0.36 ± 0.06 ^{bc}	7.19 ± 1.18 ^c

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงถึงค่าเฉลี่ยของตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

จากตารางผลการวิเคราะห์ข้อมูลการตรวจวัดค่าสีพบว่าค่า L*, a* และ b* ของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ในถุงพลาสติกประเภท Polyethylene (PE) แบบมีซิติก้าเจล ในระยะเวลาการเก็บที่นานขึ้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยที่ค่า L* อยู่ในช่วง 42.97 – 50.89 ค่า a* อยู่ในช่วง 0.11 - 0.81 และค่า b* อยู่ในช่วง 7.10 – 12.39 แนวโน้มของค่าความสว่าง (L*) ของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้มีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้น ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่สำหรับค่าความเป็นสีแดง (a*) เมื่อวุ้นกรอบว่านหางจระเข้เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์พบว่าค่าเฉลี่ยนั้นไม่ได้แตกต่างจากสัปดาห์ที่ 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นิรนาม (2020) รายงานว่าซิติก้าเจลมีคุณสมบัติเป็นสารดูดซับความชื้น สามารถดูดซับความชื้นได้ถึง 30% ของน้ำหนักตัวเอง นอกจากจะสามารถดูดซับความชื้น แล้วสารกันชื้นยังถูกนำไปใช้ในการวัดปริมาณความชื้น เพื่อเป็นการป้องกันการเน่าเสียของคุณภาพสินค้าต่างๆ ดังนั้นซิติก้าเจลไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 แสดงคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของวุ้นกรอบวุ้นทางจระเข้ในถุงพลาสติกประเภท Polyethylene (PE) แบบไม่มีซิลิกาเจล

ระยะเวลาเก็บรักษา(สัปดาห์)	สี	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ ^{ns} (ความหวาน)	เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	ความชอบ โดยรวม
0	8.00 ± 0.00 ^a	8.00 ± 0.00	7.50 ± 0.71	7.50 ± 0.71 ^a	8.00 ± 0.00 ^a
1	7.50 ± 0.71 ^{ab}	7.50 ± 0.71	7.00 ± 0.00	7.50 ± 0.71 ^a	7.50 ± 0.71 ^a
2	8.00 ± 0.00 ^a	7.00 ± 0.00	8.00 ± 0.00	7.50 ± 0.71 ^a	7.00 ± 0.00 ^{ab}
3	7.50 ± 0.71 ^{ab}	7.50 ± 0.71	7.50 ± 0.71	7.00 ± 0.00 ^{ab}	7.00 ± 0.00 ^{ab}
4	7.50 ± 0.71 ^{ab}	7.50 ± 0.71	7.50 ± 0.71	6.50 ± 0.71 ^{ab}	6.50 ± 0.71 ^b
5	8.00 ± 0.00 ^a	7.00 ± 0.00	7.00 ± 0.00	7.00 ± 0.00 ^{ab}	6.50 ± 0.71 ^b
6	7.00 ± 0.00 ^{ab}	7.00 ± 0.00	8.00 ± 0.00	6.50 ± 0.71 ^{ab}	7.00 ± 0.00 ^{ab}
7	7.00 ± 0.00 ^{ab}	7.50 ± 0.71	7.00 ± 0.00	6.50 ± 0.71 ^{ab}	6.50 ± 0.71 ^b
8	6.50 ± 0.71 ^b	7.00 ± 0.00	7.00 ± 0.00	6.00 ± 0.00 ^b	6.50 ± 0.71 ^b

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงถึงค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ns แสดงถึงค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$)

จากผลคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของวุ้นกรอบวุ้นทางจระเข้ในถุงพลาสติกประเภท Polyethylene (PE) แบบไม่มีซิลิกาเจล เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าค่าคะแนนความชอบด้านสี เนื้อสัมผัส และความชอบรวมของวุ้นกรอบวุ้นทางจระเข้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อมีการเก็บวุ้นกรอบวุ้นทางจระเข้ในระยะเวลาที่นานขึ้น ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อเก็บวุ้นกรอบวุ้นทางจระเข้เป็นเวลานาน 8 สัปดาห์ แนวโน้มคะแนนความชอบในด้านสี เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมีแนวโน้มลดลง และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของคะแนนค่าความชอบในสัปดาห์ที่ 0 และสัปดาห์ที่ 8 เนื่องจากเมื่อเก็บรักษาในระยะเวลานานขึ้นเนื้อสัมผัสมีความนิ่มลง ไม่กรอบเท่ากับช่วงแรกที่ทำการเก็บรักษา สำหรับคะแนนความชอบด้านกลิ่น และรสชาติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 แสดงคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ในถุงพลาสติกประเภท Polyethylene (PE) แบบมีซิซิลิก้าเจล

ระยะเวลาเก็บรักษา(สัปดาห์)	สี	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ (ความหวาน)	เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	ความชอบ โดยรวม
0	8.00 ± 0.00 ^a	7.00 ± 0.00	7.50 ± 0.71 ^{ab}	7.50 ± 0.71 ^a	8.00 ± 0.00 ^a
1	7.50 ± 0.71 ^{ab}	7.50 ± 0.71	7.00 ± 0.00 ^b	7.50 ± 0.71 ^a	7.50 ± 0.71 ^{ab}
2	8.00 ± 0.00 ^a	7.00 ± 0.00	8.00 ± 0.00 ^a	7.50 ± 0.71 ^a	7.00 ± 0.00 ^{abc}
3	7.50 ± 0.71 ^{ab}	7.50 ± 0.71	7.50 ± 0.71 ^{ab}	7.00 ± 0.00 ^{ab}	6.50 ± 0.71 ^{bc}
4	7.50 ± 0.71 ^{ab}	7.50 ± 0.71	6.00 ± 0.00 ^c	6.50 ± 0.71 ^{ab}	6.00 ± 0.00 ^c
5	8.00 ± 0.00 ^a	7.00 ± 0.00	7.00 ± 0.00 ^b	6.00 ± 1.41 ^{ab}	6.50 ± 0.71 ^{bc}
6	7.00 ± 0.00 ^{ab}	8.00 ± 0.00	8.00 ± 0.00 ^a	6.00 ± 1.41 ^{ab}	6.50 ± 0.71 ^{bc}
7	7.00 ± 0.00 ^{ab}	7.00 ± 0.00	7.00 ± 0.00 ^b	6.50 ± 0.71 ^{ab}	6.00 ± 1.41 ^c
8	6.50 ± 0.71 ^b	7.50 ± 0.71	7.00 ± 0.00 ^b	5.50 ± 0.71 ^b	6.00 ± 1.41 ^c

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงถึงค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ns แสดงถึงค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$)

จากผลคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ในถุงพลาสติกประเภท Polyethylene (PE) แบบมีซิซิลิก้าเจล เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าคะแนนความชอบด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อมีการเก็บวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ในระยะเวลาที่นานขึ้น ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อเก็บวุ้นกรอบว่านหางจระเข้เป็นระยะเวลานาน 8 สัปดาห์ แนวโน้มคะแนนความชอบในด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีแนวโน้มลดลง และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของคะแนนค่าความชอบในสัปดาห์ที่ 0 และสัปดาห์ที่ 8 เนื่องจากระยะเวลาที่เก็บรักษาและในบรรจุภัณฑ์ที่มีการใส่ซิซิลิก้าเจลที่ทำหน้าดูดความชื้นทำให้เนื้อสัมผัสมีความแห้งและแข็งมากขึ้น สำหรับค่าคะแนนความชอบด้านกลิ่นพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านความชอบโดยรวมของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ในในถุงพลาสติกประเภท Polyethylene (PE) แบบมีซิติก้าเจลและไม่มีซิติก้า

ระยะเวลาเก็บรักษา	แบบมีซิติก้าเจล	แบบไม่มีซิติก้าเจล
สัปดาห์ 0 ^{ns}	8.00 ± 0.00	8.00 ± 0.00
สัปดาห์ 1 ^{ns}	7.50 ± 0.71	7.50 ± 0.71
สัปดาห์ 2 ^{ns}	7.00 ± 0.00	7.00 ± 0.00
สัปดาห์ 3 ^{ns}	7.00 ± 0.00	6.50 ± 0.71
สัปดาห์ 4 ^{ns}	6.50 ± 0.71	6.00 ± 0.00
สัปดาห์ 5 ^{ns}	6.50 ± 0.71	6.50 ± 0.71
สัปดาห์ 6 ^{ns}	7.00 ± 0.00	6.50 ± 0.71
สัปดาห์ 7 ^{ns}	6.50 ± 0.71	6.00 ± 1.41
สัปดาห์ 8 ^{ns}	6.50 ± 0.71	6.00 ± 1.41

ns แสดงถึงค่าเฉลี่ยของตัวอย่างในแนวนอนมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$)

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้ในถุงพลาสติกประเภท Polyethylene (PE) แบบมีซิติก้าเจลและไม่มีซิติก้า ทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 20 คน พบว่าระยะเวลาการเก็บที่นานขึ้นและสภาวะภายในของบรรจุภัณฑ์ที่ต่างกันส่งผลให้คะแนนความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

การศึกษากระบวนการผลิตวุ้นกรอบจากวุ้นหางจระเข้ สูตรพื้นฐานในกระบวนการผลิตสามารถผลิตได้โดยใช้สูตรที่มีอัตราส่วนของน้ำตาลทราย 50% ผงวุ้น 2% น้ำ 24% และวุ้นหางจระเข้ 24% เป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคสูงสุด นำสูตรพื้นฐานมาปรับลดปริมาณน้ำตาลทรายในสูตรการผลิตโดยใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลได้แก่ อัลลูลูโลส และมอลทิทอล ในอัตราส่วนของสารให้ความหวานต่อน้ำตาลทรายที่ 50:50 พบว่าสารให้ความหวานแทนน้ำตาลให้เนื้อสัมผัสที่มีความเหนียว สนิมความเข้มข้นไม่ขาว และได้รับค่าคะแนนความชอบโดยรวมจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสน้อยกว่าสูตรการใช้น้ำตาลทรายปกติ ดังนั้นการใช้อัลลูลูโลสและมอลทิทอลในสูตรการผลิตวุ้นกรอบวุ้นหางจระเข้จึงไม่เหมาะสม โดยวุ้นกรอบวุ้นหางจระเข้ที่ได้ถูกนำมาทำการปรับปรุงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านกลิ่นเพิ่มเติม เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความน่าสนใจเพิ่มมากขึ้น ซึ่งพบว่ากลิ่นมะลิและกลิ่นมะพร้าวได้รับค่าคะแนนความชอบในด้านกลิ่นและความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญซึ่งอยู่ในระดับชอบปานกลาง

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของวุ้นกรอบวุ้นหางจระเข้ โดยบรรจุวุ้นกรอบวุ้นหางจระเข้ ที่พัฒนาได้ในบรรจุภัณฑ์ 2 รูปแบบคือ 1) ฟิล์มพลาสติกประเภท Polyethylene (PE) แบบไม่มีซิซิลิก้าเจล และ 2) ฟิล์มพลาสติกประเภท Polyethylene (PE) ที่ภายในบรรจุซิซิลิก้าเจล เก็บที่อุณหภูมิห้อง (อุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นแนวโน้มค่าปริมาณน้ำอิสระ และค่าคุณลักษณะความชอบทางประสาทสัมผัสในด้านต่างๆ มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน คือค่าปริมาณน้ำอิสระมีค่าสูงขึ้น และค่าคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสมีค่าลดลง เมื่อระยะเวลาการเก็บวุ้นกรอบวุ้นหางจระเข้ ทั้งในบรรจุภัณฑ์ที่มีและไม่มีซิซิลิก้าเจลด้านมากขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ปริมาณสารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ใช้ ควรใช้ในสัดส่วนที่เหมาะสม ไม่ควรใช้ในปริมาณที่มากเกินไป เพราะจะทำให้วุ้นเกิดการละลายและเสียรูปขณะอบได้

5.2.2 สัดส่วนของส่วนผสมสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- กมลทิพย์ กรรไพบราษะ. 2561. ผลของการใช้สารทดแทนน้ำตาลต่อคุณภาพของกัมมี่เยลลี่ดาดาลา.
 หลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร.
 มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2004. ตอนที่ 4 บทที่ 4 การอนุรักษ์
 พลังงานในระบบอื่นๆ. In ตำราฝึกอบรมผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอาวุโส (ผอส.) ด้านความ
 ร้อน (pp. 4-33 - 4-51).
- จิตรลัดดา กิติศรีวรรณพันธุ์. 2563. สารแต่งกลิ่น Flavor. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<https://www.fit-biz.com/th/flavoring-additives.html>. 25 พฤษภาคม 2566
- วิวัฒน์ วิสุทธิโกศล. 2555. ว่านหางจระเข้ สมุนไพรสารพัดประโยชน์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<https://www.eitanic-oem.com/>. 12 พฤศจิกายน 2565.
- นรินทร์ เจริญพันธ์. 2561. การพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบจากลำไยตากเกรด. คณะเทคโนโลยีการเกษตร.
 มหาวิทยาลัยบูรพา. วิทยาเขตสระแก้ว.
- นิรนาม. ม.ป.ป. ซูคราโลส. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.disthai.com/17268970/>.
 20 เมษายน 2566.
- นิรนาม. ม.ป.ป. แป้งทำวุ้นม่อม. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<https://www.easycookingmenu.com/index.php/knowledge/tacca-leontopetaloides>.
 8 พฤศจิกายน 2565.
- นิรนาม. ม.ป.ป. มอลทิทอล. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
https://xn12cgi8d9atj3mva5fc.com/index.php?route=product/product&product_id=518.
 20 เมษายน 2566.
- นิรนาม. ม.ป.ป. วุ้นกรอบ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: [https://ขนมเมืองเพชร.com/th/products/200160-วุ้น
 กรอบใหญ่#](https://ขนมเมืองเพชร.com/th/products/200160-วุ้นกรอบใหญ่#). 8 พฤศจิกายน 2565.
- นิรนาม. ม.ป.ป. สารให้ความหวานแทนน้ำตาล เติมความหวานให้ชีวิตและสุขภาพ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<https://www.pobpad.com/>. 11 พฤศจิกายน 2565.
- นิรนาม. ม.ป.ป. อัลลูโลส. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
https://xn12cgi8d9atj3mva5fc.com/index.php?route=product/product&product_id=1421.
 20 เมษายน 2566.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- นิรนาม. 2564. วันทำมาจากอะไร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://amprohealth.com/magazine/agar-agar/>. 8 พฤศจิกายน 2565.
- นิรนาม. 2545. Water Activity กับการควบคุมอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.phtnet.org/2003/09/26/>. 1 พฤษภาคม 2566
- ปิยนุสรณ์ น้อยด้วง และนคร บรรดิจ. 2558. การใช้มอลทิทอลและซูคราโลสในการผลิตคุกกี้เนยแคลอรีต่ำ. ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยสยาม.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0524/texture-analysis> การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส. 8 พฤศจิกายน 2565.
- วิวรรณ์ วงศ์อรุณ, จารุวรรณ เม่งก่วง และมนัสนันท์ เม่งก่วง. 2558. การพัฒนาภูมิปัญญาพื้นบ้านในการใช้ประโยชน์ ด้านอาหารจากพืชท้องถิ่นเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม: กรณีศึกษาพืชสมุนไพรว่านหางจระเข้. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์.
- อภิขชญา มัยตรีเดช, ปานจิต ป้อมอาสา, วิสันต์ บุญสาร และสิริมา เกกวิวงศ์ตระกูล. 2562. การพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบสตรอว์เบอร์รี่ลดพลังงานด้วยหย้าหวาน. ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- อินทิมา หิรัญอัครวงศ์. 2557. การพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบจากน้ำตาลสด. วิทยานิพนธ์. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- เอกพันธ์ แก้วมณีชัย. 2556. โครงการ การใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลในขนมวุ้นไทย. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร. คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- Alexandra May Bolger, Robert A. Rastall, Maria Jose Oruna-Concha and Julia Rodriguez-Garcia. 2021. Effect of d-allulose compared with sucrose and d-fructose on physical properties of cupcakes. *Journal of LWT* 150:111989.
- Anonymous. 2020. Water Activity. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.worldwildthai.com/th/articles/205465>. 8 พฤศจิกายน 2565.
- Autthapol. 2022. บรรจุภัณฑ์คือ? มีประเภทอะไรบ้าง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://thaifoodpackaging.com/blog/what-types-packaging/> 8 พฤศจิกายน 2565.
- Khanittha Inprasit, Panyot Mongkonchart, Lalita Chookaew, Teerapong Pengkham, Sutachaya Chuenwattana. 2018. Shelf-life extension of Foi Thong by using sweeteners. *Bulletin of applied sciences* Vol.7 No.7
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Nicholas L. Rozzi, Ph.D., Contributing Editor. 2007. Sweet Facts about Maltitol. [Online]
Available: www.foodproductdesign.com. 5 May 2023.

Shimizu S and Matubayasi N. 2014. Gelation: The role of sugars and polyols on gelatin and agarose. *J Phys Chem B*. 118, 13210-13216

Simal, S. Femenia, A., Llull, P. and Rossello, C. 2000. Dehydration of aloe vera: simulation of drying curves and evaluation of functional properties. *Journal of Food Engineering*. 43: 109-114.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ขั้นตอนการทำวุ้นกรอบว่านหางจระเข้

ก.1 ขั้นตอนการทำวุ้นกรอบว่านหางจระเข้

1. นำเนื้อว่านหางจระเข้ที่เตรียมไว้ มาปั่นหยาบด้วยเครื่องปั่น



2. แช่ผงวุ้นในน้ำ 5 นาที



3. นำไปต้มไฟปานกลางในวุ้นละลาย เติมเนื้อว่านหางจระเข้ที่ปั่นหยาบคนเบาๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารของคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เติมน้ำตาลทราย คนให้น้ำตาลละลาย และคนต่อจนครบ 15 นาที



5. เทใส่พิมพ์ที่เตรียมไว้ ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเวลา 1 ชั่วโมง



6. แกะออกจากพิมพ์ และอบที่ 70 องศาเซลเซียสนาน 26 ชั่วโมง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ลักษณะของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้

ข.1 ลักษณะของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้

1. ลักษณะของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้สูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตรก่อนเข้าอบ



สูตรที่ 1

สูตรที่ 2

สูตรที่ 3

2. ลักษณะภายนอกและภายในของวุ้นกรอบว่านหางจระเข้สูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร หลังจากการอบที่ 70 องศาเซลเซียสนาน 26 ชั่วโมง



สูตรที่ 1

สูตรที่ 2

สูตรที่ 3



สูตรที่ 1

สูตรที่ 2

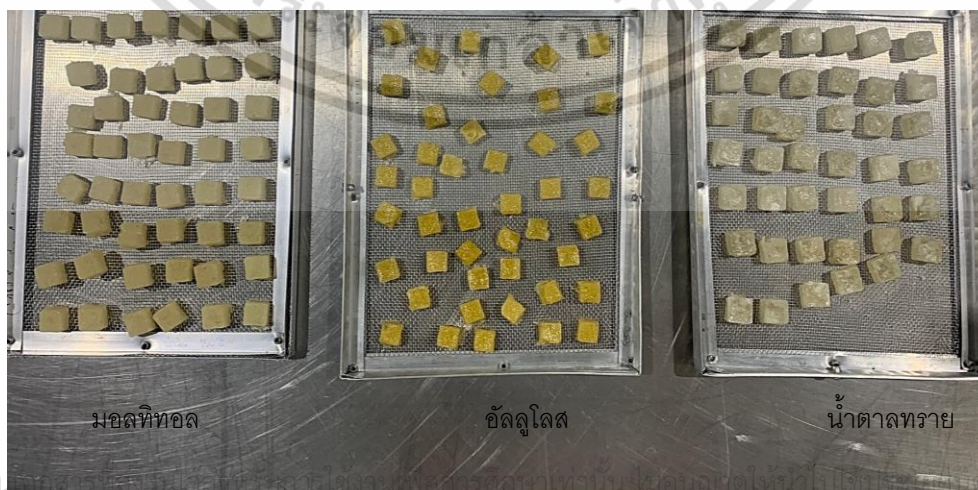
สูตรที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ลักษณะของวุ้นกรอบว่านทางจระเข้ทั้ง 3 สูตรที่มีการเปลี่ยนชนิดของสารให้ความหวานก่อนเข้าอบ



4. ลักษณะภายนอกและภายในของวุ้นกรอบว่านทางจระเข้ทั้ง 3 สูตรที่มีการเปลี่ยนชนิดของสารให้ความหวาน หลังจากการอบที่ 70 องศาเซลเซียสนาน 26 ชั่วโมง



เอกสารนี้เป็นเอกสารต้นฉบับที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปใช้ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัส

แบบประเมินผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

การคัดเลือกสูตรพื้นฐานของวุ้นกรอบจากว่านหางจระเข้เบื้องต้น

ชื่อ-นามสกุล..... อายุ.....

วันที่ชิม.....

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของรหัสที่เสนอในตารางจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

9 = ชอบมากที่สุด 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

8 = ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง

7 = ชอบปานกลาง 2 = ไม่ชอบมาก

6 = ชอบเล็กน้อย 1 = ไม่ชอบมากที่สุด

5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบของตัวอย่าง		
	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
สี			
กลิ่น			
รสชาติ (ความหวาน)			
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)			
ความชอบโดยรวม			

ท่านคิดว่าวุ้นกรอบจากว่านหางจระเข้ควรเพิ่ม

- การแต่งกลิ่น
- การแต่งสี

ข้อเสนอแนะ

.....
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า.....

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
 ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

ผู้ศึกษา

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล เกศสุดา ศรีภิรมย์

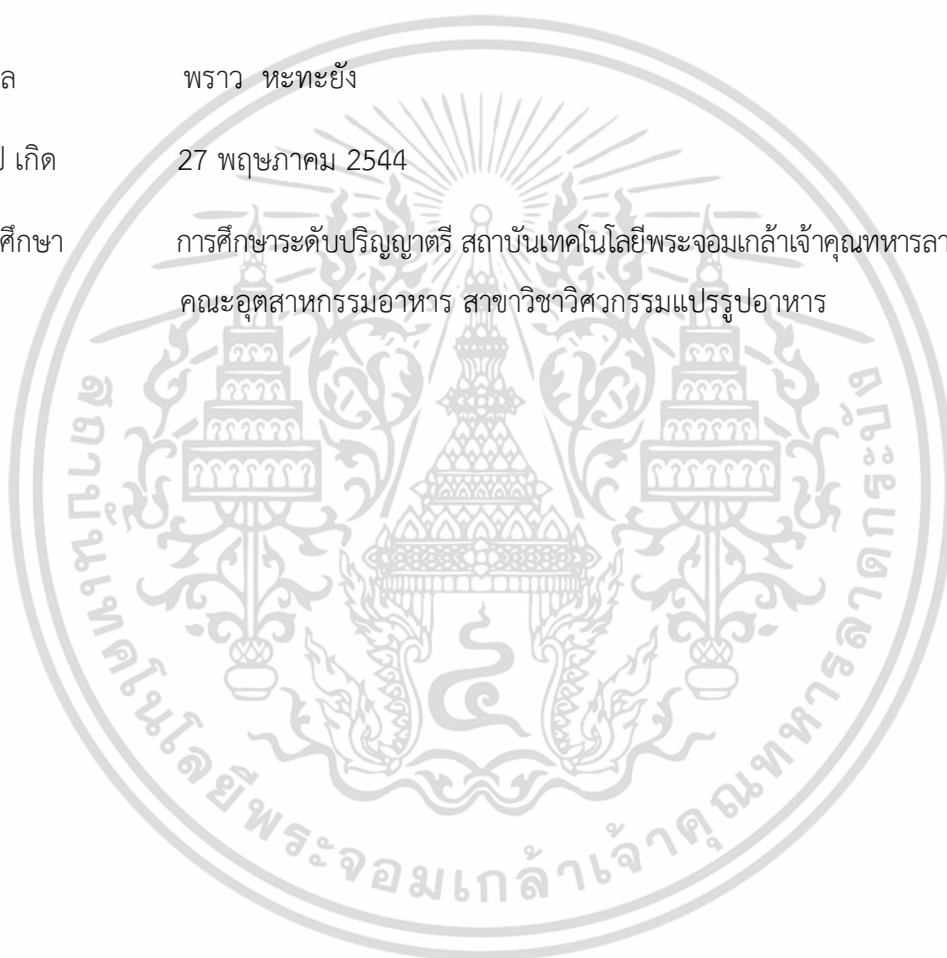
วัน เดือน ปี เกิด 28 เมษายน 2544

ประวัติการศึกษา การศึกษาระดับปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คณะอุตสาหกรรมอาหาร สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร

ชื่อ-นามสกุล พราว หะทะยัง

วัน เดือน ปี เกิด 27 พฤษภาคม 2544

ประวัติการศึกษา การศึกษาระดับปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คณะอุตสาหกรรมอาหาร สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้