



รายงานการวิจัย

โครงการวิจัยเรื่อง การผลิตขนมฝอยมรกตกรอบ

Production of Crispy Emerald Threads

คณะผู้วิจัย

1. นางสาวพันทิพ เขาวนัสมบุญ
2. นางพรทิพย์ เขาวนัสมบุญ

RMUTK - CARIT



3 2000 00094341 7

โครงการวิจัยทุนสนับสนุนงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

งบประมาณผลประโยชน์ ปี พ.ศ. 2552

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ



รายงานการวิจัย

โครงการวิจัยเรื่อง การผลิตขนมฝอยมรกตกรอบ

Production of Crispy Emerald Threads

คณะผู้วิจัย

1. นางสาวพันทิพ เชว่นสมบูรณ์
2. นางพรทิพย์ เชว่นสมบูรณ์

RMUTK - CARIT



โครงการวิจัยทุนสนับสนุนงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

งบประมาณผลประโยชน์ ปี พ.ศ. 2552

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยเรื่องนี้เป็น ศึกษากรรมวิธีการเดิมทีเขียวที่เหมาะสมในการทำนมพอยมรดกรอบ ศึกษาปริมาณสีเขียวที่เหมาะสมในการทำนมพอยมรดกรอบ ศึกษาอายุการเก็บรักษาของนมพอยมรดกรอบ และศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค เครื่องมือในการวิจัยประกอบไปด้วยแบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบ โดยใช้ 9 - point hedonic scale ผู้ชิม 20 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค 100 คน โดยใช้แบบสอบถามและมีตัวอย่างให้ประเมิน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ กรรมวิธีการเดิมทีเขียวที่เหมาะสมในการทำนมพอยมรดกรอบ คือ การผสมสีเขียวน้ำที่สกัดจากใบเตยกับส่วนผสมทั้งหมด แล้วกรองผ่านผ้ากรอง นำมาผลิตเป็นนมพอยมรดกรอบ ปริมาณสีเขียวที่เหมาะสมในการทำนมพอยมรดก คือ 12.5 กรัม โดยได้รับคะแนนเฉลี่ยความชอบรวม 7.0 คะแนน อยู่ในระดับความชอบปานกลาง โดยมีคุณภาพทางกายภาพและทางจุลินทรีย์ดังนี้ ค่าสี L^* 52.14 ค่า a^* -4.29 ค่า b^* 38.81 และอัตราส่วนความเข้มของสีเขียว คือ 0.1105 มีค่า Δw 0.414 และไม่พบยีสต์และรา ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์นมพอยมรดกรอบ ร้อยละ 95 โดยมีความชอบรวมโดยเฉลี่ยเท่ากับ 6.76 อยู่ในช่วงระดับความชอบเล็กน้อย ถึงชอบปานกลาง และไม่ยอมรับร้อยละ 5 ในการศึกษาอายุการเก็บรักษาของนมพอยมรดกรอบพบว่า การเก็บรักษานมพอยมรดกรอบในอุณหภูมิห้อง ที่อุณหภูมิห้อง ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาคือทั้ง 3 และ 6 สัปดาห์ มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับ การเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง ที่อุณหภูมิตู้เย็น และอุณหภูมิหมักพอยล์ ที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิตู้เย็น

Abstract

The purpose of this research is to study the appropriate method for filling the green color extracted from pandanus leaves in Crispy Emerald Threads; to study the appropriate amount of green color extracted from pandanus leaves in Crispy Emerald Threads; to study the storage life of Crispy Emerald Threads; and to study consumer acceptance. The research tools comprised of the evaluation of the sensory quality of preferences using the 9-point hedonic scale, a panel of 20 tasters, experimental design in randomized complete blocked design, and testing consumer acceptance of 100 consumer panels by questionnaire and a sample to evaluate. Statistics used to analyze the data were percentage, average, standard deviation value and analysis of variance (ANOVA).

The results are concluded as follows. Firstly, the appropriate method to fill the green color extracted from pandanus leaves in Crispy Emerald Threads is by mixing the green color extracted from pandanus leaves with all the ingredients and then sieved through a sieve cloth. It is then ready for production. Secondly, the appropriate amount of green color extracted from pandanus leaves in Crispy Emerald Threads is 12.5 g. with the average score of preference at 7.0, which is at the like moderately level. Thirdly, the physical and microbiological quality are color values L^* 52.14 value a^* -4.29 and b^* 38.81 value ratio of green intensity value is 0.1105 and Δw 0.414 No yeast and mold. Fourthly, 95 percent of consumers found the Crispy Emerald Threads acceptable with the average score of preference at 6.76 which is the slightly to like moderately level of preference. But 5 percent did not found the product acceptable. Lastly, regarding the storage life of the Crispy Emerald Threads, it was found that storage in a clear plastic bag at room temperature during the test for the duration of both 3 and 6 weeks resulted in different changes in the sensory quality by 0.05, which is a statistically significant when compared with storage in clear plastic bags at cold temperatures, and in aluminum foil bag at room temperature and cold temperatures.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยเรื่อง การผลิตขนมฟอยมรกตกรอบนี้ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณประโชชน์ ประจำปีงบประมาณ 2552 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ สาขาทนวิทย์คหกรรมศาสตร์ ซึ่งโครงการวิจัยนี้เกิดขึ้นจากการสนับสนุนของสถาบันวิจัยและพัฒนา (สวพ.) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ โดยได้รับการสนับสนุนในเรื่องของงบประมาณในการวิจัย การฝึกอบรมเพื่อให้ผู้วิจัยสามารถทราบแนวทางในการทำวิจัยอย่างมีคุณภาพ การให้การประสานงาน และการอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ทำให้การจัดการโครงการงานวิจัยเป็นไปได้อย่างดี คณะผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้ง และขอขอบพระคุณผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนาและเจ้าหน้าที่ทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง

นอกจากนี้คณะผู้วิจัยยังได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากคณาจารย์ เจ้าหน้าที่ และนักศึกษาสาขาวิชาธุรกิจอาหาร รวมทั้งผู้ที่มีส่วนร่วมในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส รวมถึงเพื่อนๆของผู้วิจัยที่ให้ความช่วยเหลือและให้ข้อเสนอแนะต่างๆ ที่มีส่วนทำให้การวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คณะผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

คณะผู้วิจัยขอระลึกถึงพระคุณของท่านผู้มีพระคุณทั้งหลายของคณะผู้วิจัย คุณบิดามารดา และคุณครูบาอาจารย์ทุกท่านที่เป็นผู้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ตลอดมา หากมีข้อบกพร่องประการใด คณะผู้วิจัยขอน้อมรับและมีโอกาสจะทำการปรับปรุงต่อไป

คณะผู้จัดทำ

ตุลาคม 2552

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญ	(4)
สารบัญตาราง	(6)
สารบัญภาพ	(9)
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2 ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ประวัติความเป็นมาของขนมฟอยทอง	3
2.2 ธุรกิจขนมไทยและขนมฟอยทอง	4
2.3 สีสันอาหารที่นิยมใช้ในอาหาร	5
2.4 เติยหอม และสารให้สีเขียวในพืช	6
2.5 ไข่	7
2.6 น้ำตาลทราย	9
2.7 น้ำมันพืช	11
2.8 น้ำ	12
2.9 อุปกรณ์ที่สำคัญในการทำขนมฟอยทอง	14
2.10 อุณหภูมิ	14
2.11 การอบแห้ง	15
3 เนื้อหาการวิจัย	19
3.1 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการวิจัย	19
3.2 สถานที่ทำการวิจัย	21

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่

4	ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์	22
4.1	ผลการศึกษากิจกรรมวิธีการเดิมที่เชื่อว่าเหมาะสมในการทำนมฝอยมรดกกรอบ	22
4.2	ผลการศึกษาปริมาณสีเขียวจากใบเตยที่เหมาะสมในการทำนมฝอยมรดกกรอบ	24
4.3	ผลการศึกษารายยอมรับของผู้บริโภค	26
4.4	ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของนมฝอยมรดกกรอบที่ผลิตได้	33
5	สรุปผลและข้อเสนอแนะ	48
5.1	สรุปผล	48
5.2	ข้อเสนอแนะ	49
บรรณานุกรม		50
ภาคผนวก		53
ภาคผนวก ก	กรรมวิธีการทำนมฝอยมรดกกรอบ 3 วิธี	54
ภาคผนวก ข	วิธีการสกัดสีเขียวขึ้นจากใบเตย	58
ภาคผนวก ค	ปริมาณสีเขียวที่ใช้ในการทำนมฝอยมรดกกรอบ	60
ภาคผนวก ง	แบบสอบถามและแบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	62
ภาคผนวก จ	การวิเคราะห์ผลทางสถิติ	69
ภาคผนวก ฉ	การคำนวณอัตราส่วนความเข้มของสีเขียว	84
ภาคผนวก ช	ประวัติคณะผู้วิจัย	86

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ส่วนประกอบทางเคมีของไข่ขาว ไข่แดง และเปลือกไข่	9
2 อุณหภูมิของน้ำเชื่อมและการตรวจลักษณะของความเหนียว	11
3 ลักษณะขนมฟอยมรกตขณะโรย ขณะที่ยังไม่อบและขณะที่ย่างแล้ว	23
4 คะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผู้ชิม ที่มีต่อขนมฟอยมรกตกรอบที่ใช้ปริมาณสีเขียวขั้นที่สกัดจากใบเตย 3 ระดับ	25
5 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ ของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 100 คน	27
6 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมฟอยมรกตกรอบด้านสี กลิ่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ที่เก็บในอุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิเย็นที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็นเมื่อเก็บรักษาไว้ 3 สัปดาห์	36
7 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมฟอยมรกตกรอบด้านสี กลิ่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ที่เก็บในอุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิเย็นที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็นเมื่อเก็บรักษาไว้ 6 สัปดาห์	36
8 คุณภาพทางกายภาพของขนมฟอยมรกตกรอบด้าน d_w ค่าสี L^* a^* b^* และอัตราส่วนความเข้มของสีเขียว ที่เก็บในอุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิเย็น ในสัปดาห์ที่ 0 3 และ 6	38
9 คุณภาพคุณภาพทางกายภาพของขนมฟอยมรกตกรอบด้าน d_w ค่าสี L^* a^* b^* และอัตราส่วนความเข้มของสีเขียว ที่เก็บในอุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิเย็น ในสัปดาห์ที่ 0 3 และ 6	39

ตารางผนวกที่

1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปริมาณสีเขียวขั้นที่สกัดจากใบเตย 3 ระดับ ด้านสี	70
2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปริมาณสีเขียวขั้นที่สกัดจากใบเตย 3 ระดับ ในการทำขนมฟอยมรกตกรอบด้านกลิ่นรส	71

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
3	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของปริมาณสีเขียวขั้นที่สกัดจากใบเตย 3 ระดับ ในการทำขนมฟอยมรกตกรอบ ด้านเนื้อสัมผัส	72
4	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของปริมาณสีเขียวขั้นที่สกัดจากใบเตย 3 ระดับ ในการทำขนมฟอยมรกตกรอบ ด้านความชอบรวม	73
5	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของขนมฟอยมรกตกรอบ ที่เก็บในถุงพลาสติกใส และถุงอลูมิเนียมฟลอยด์ ที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิตู้เย็น เมื่อเก็บรักษาไว้ 3 สัปดาห์ ด้านสี	74
6	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของขนมฟอยมรกตกรอบ ที่เก็บในถุงพลาสติกใส และถุงอลูมิเนียมฟลอยด์ ที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิตู้เย็น เมื่อเก็บรักษาไว้ 3 สัปดาห์ ด้านกลิ่น	75
7	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของขนมฟอยมรกตกรอบ ที่เก็บในถุงพลาสติกใส และถุงอลูมิเนียมฟลอยด์ ที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิตู้เย็น เมื่อเก็บรักษาไว้ 3 สัปดาห์ ด้านกลิ่นรส	76
8	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของขนมฟอยมรกตกรอบ ที่เก็บในถุงพลาสติกใส และถุงอลูมิเนียมฟลอยด์ ที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิตู้เย็น เมื่อเก็บรักษาไว้ 3 สัปดาห์ ด้านเนื้อสัมผัส	77
9	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของขนมฟอยมรกตกรอบ ที่เก็บในถุงพลาสติกใส และถุงอลูมิเนียมฟลอยด์ ที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิตู้เย็น เมื่อเก็บรักษาไว้ 3 สัปดาห์ ด้านความชอบรวม	78
10	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของขนมฟอยมรกตกรอบ ที่เก็บในถุงพลาสติกใส และถุงอลูมิเนียมฟลอยด์ ที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิตู้เย็น เมื่อเก็บรักษาไว้ 6 สัปดาห์ ด้านสี	79

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของขนมฟอยมรกตกรอบ ที่เก็บในถุงพลาสติกใส และถุงออลูมิเนียมฟลอยด์ ที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิตู้เย็น เมื่อเก็บรักษาไว้ 6 สัปดาห์ ด้านกลิ่น	80
12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของขนมฟอยมรกตกรอบ ที่เก็บในถุงพลาสติกใส และถุงออลูมิเนียมฟลอยด์ ที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิตู้เย็น เมื่อเก็บรักษาไว้ 6 สัปดาห์ ด้านกลิ่นรส	81
13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของขนมฟอยมรกตกรอบ ที่เก็บในถุงพลาสติกใส และถุงออลูมิเนียมฟลอยด์ ที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิตู้เย็น เมื่อเก็บรักษาไว้ 6 สัปดาห์ ด้านเนื้อสัมผัส	82
14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของขนมฟอยมรกตกรอบ ที่เก็บในถุงพลาสติกใส และถุงออลูมิเนียมฟลอยด์ ที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิตู้เย็น เมื่อเก็บรักษาไว้ 6 สัปดาห์ ด้านความชอบรวม	83



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ความถี่ในการรับประทานขนมฟอยทองกรอบ จากผู้บริโภค 100 คน	28
2 ทศนคติของผู้บริโภคที่มีต่อขนมฟอยทองกรอบทั่วไปที่มีในท้องตลาด	29
3 เหตุผลในการเลือกซื้อขนมฟอยทองกรอบ	29
4 สถานที่ที่ผู้บริโภคซื้อขนมฟอยทองกรอบ	30
5 การยอมรับของผู้บริโภค 100 คน ที่มีต่อขนมฟอยมรกตกรอบ	31
6 คะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค 100 คน ที่มีต่อขนมฟอยมรกตกรอบ	31
7 การตัดสินใจในการเลือกซื้อขนมฟอยมรกตกรอบ ของผู้บริโภค 100 คน	32
8 ราคาที่เหมาะสมของขนมฟอยมรกตกรอบขนาดบรรจุ 12 ชิ้น	32
9 คะแนนเฉลี่ยความชอบทางประสาทสัมผัสของขนมฟอยมรกตกรอบเมื่อเก็บใน อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 0 3 และ 6 สัปดาห์	33
10 คะแนนเฉลี่ยความชอบทางประสาทสัมผัสของขนมฟอยมรกตกรอบเมื่อเก็บใน อุณหภูมิตู้เย็น เป็นเวลา 0 3 และ 6 สัปดาห์	34
11 คะแนนเฉลี่ยความชอบทางประสาทสัมผัสของขนมฟอยมรกตกรอบเมื่อเก็บใน อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 0 3 และ 6 สัปดาห์	34
12 คะแนนเฉลี่ยความชอบทางประสาทสัมผัสของขนมฟอยมรกตกรอบเมื่อเก็บใน อุณหภูมิตู้เย็น เป็นเวลา 0 3 และ 6 สัปดาห์	35
13 ค่า a_w ของขนมฟอยมรกตกรอบเมื่อเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง และ อุณหภูมิตู้เย็น ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น ในสัปดาห์ที่ 0 3 และ 6	40
14 ค่า L^* ของขนมฟอยมรกตกรอบเมื่อเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง และ อุณหภูมิตู้เย็น ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น ในสัปดาห์ที่ 0 3 และ 6	41
15 ค่า a^* ของขนมฟอยมรกตกรอบเมื่อเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง และ อุณหภูมิตู้เย็น ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น ในสัปดาห์ที่ 0 3 และ 6	42
16 ค่า b^* ของขนมฟอยมรกตกรอบเมื่อเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง และ อุณหภูมิตู้เย็น ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น ในสัปดาห์ที่ 0 3 และ 6	43

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
17	อัตราส่วนความเข้มของสีเขียวของขนมฝอยมรกตกรอบเมื่อเก็บรักษา ในถุงพลาสติกใส และถุงอลูมิเนียมฟอยล์ ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น ในสัปดาห์ที่ 0 3 และ 6	44
18	จำนวนเชื้อสดีและรา ของขนมฝอยมรกตกรอบเมื่อเก็บรักษาในถุงพลาสติกใส และถุงอลูมิเนียมฟอยล์ ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น ในสัปดาห์ที่ 0 3 และ 6	46



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ขนมฟอยทอง เป็นขนมที่มีประวัติศาสตร์มายาวนานตั้งแต่สมัยแผ่นดินสมเด็จพระนารายณ์มหาราช ซึ่งถือได้ว่าการทำขนมไทยในสมัยนั้นมีความรุ่งเรืองมาก (วันดี, 2550) โดยได้มีหญิงชาวโปรตุเกสชื่อ มารี กีมาร์ เป็นลูกครึ่งญี่ปุ่นผสมแขกเบงกอล เกิดในกรุงศรีอยุธยา เข้ารับราชการเป็นหัวหน้าห้องเครื่องคั้นในแผ่นดินสมเด็จพระนารายณ์มหาราช ต่อมาได้รับตำแหน่งเป็นท่านผู้หญิงวิชายนทร และยังได้รับพระราชทานบรรดาศักดิ์ “ท้าวทองกิมม่า” ท้าวทองกิมม่าเป็นผู้เป็นต้นเครื่องขนมหรือของหวานในวังได้สอนให้ชาววังทำของหวานต่างๆ โดยเฉพาะขนมที่มีการนำไข่มาเป็นส่วนผสม สำหรับขนมฟอยทองนั้นเป็นหนึ่งในขนมที่ท่านได้นำมาสอนชาววัง และนับเป็นขนมที่ยังได้รับการนิยมนำมาจนถึงปัจจุบัน เนื่องจากรสชาติที่อร่อย และชื่อที่มีความเป็นสิริมงคลจึงทำให้งานมงคลต่างๆ เช่น งานแต่งงาน งานขึ้นบ้านใหม่ ฯลฯ นิยมถวายขนมฟอยทองให้กับพระและแขกที่มาร่วมงานได้รับประทานเพื่อความเป็นสิริมงคล(วิรัช, 2550)

ขนมฟอยทองเป็นขนมที่มีส่วนผสมสำคัญคือไข่แดงเป็นส่วนผสมหลัก แล้วนำไข่ไปโรยบนน้ำเชื่อมก็จะได้เป็นเส้นฟอย สีเหลืองทองจากไข่ (วิรัช, 2550)

ในปัจจุบันขนมฟอยทองมีการพัฒนาการอีตอการเก็บรักษา จากฟอยทองเชื่อมสด มาเป็นขนมฟอยทองกรอบที่มีการถนอมอาหารให้เก็บได้นานขึ้นด้วยการเชื่อมแล้วทำแห้ง จึงเป็นขนมไทยที่เก็บได้นานขึ้น สะดวกในการจัดจำหน่ายได้หลายช่องทางมากขึ้น

การพัฒนาทางด้านสีสันทันของขนมชนิดนี้ ได้มีผู้นำไข่ขาว มาโรยบนน้ำเชื่อม ได้เป็นเส้นฟอยสีขาว แล้วตั้งชื่อว่า ฟอยเงิน มีจำหน่ายทั้งในรูปแบบเชื่อมสดและเชื่อมแห้งแต่ยังไม่แพร่หลายนัก ส่วนการพัฒนาทางด้านสีสันทันให้กับขนมฟอยทอง ที่มีส่วนประกอบหลักที่ทำมาจากไข่แดงนั้นพบว่าตลอดระยะเวลาอันยาวนานที่ผ่านมายังไม่เคยมีการพัฒนาสีสันทันแปลกใหม่ให้กับขนมฟอยทอง โดยเฉพาะสีที่มาจากธรรมชาติ ทั้งนี้เนื่องจากสีที่มาจากธรรมชาติต้องใช้ปริมาณสีค่อนข้างมาก และเป็นอุปสรรคในการทำขนมชนิดนี้ ทำให้ขนมยังคงมีสีเหลืองตลอดมาจนปัจจุบัน คณะผู้วิจัยจึงเลือกที่จะสร้างสีสันทันใหม่ๆจากขนมฟอยทองกรอบที่เคยมีสีเหลืองทอง ให้มีสีเขียวจากธรรมชาติเพื่อสร้างความแปลกใหม่ สร้างความหลากหลายให้กับขนมฟอยทองกรอบ ซึ่งเก็บรักษาได้นาน อีกทั้งสีที่คณะผู้วิจัยนำมาใช้ก็เป็นสีเขียวขี้เถ้าที่สกัดจากใบเตยซึ่งเป็นสีจากธรรมชาติ และใบเตยเองก็มีสรรพคุณทางยา เรียกชื่อขนมนี้ว่าขนมฟอยมรกตกรอบ ซึ่ง มรกต เป็นชื่อของอัญมณีมีค่าจึงมีความ

เป็นมงคล สามารถนำไปใช้ในงานพิธีมงคลต่างๆ ได้ เช่นเดียวกับขนมตระกูลทองต่างๆ ได้เป็นอย่างดี คือ การศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงเป็นการเพิ่มทางเลือกใหม่ให้แก่ผู้บริโภค สร้างคุณค่าให้ผลิตภัณฑ์ขนมไทย เพิ่มความหลากหลาย และยังเป็นแนวทางในการต่อยอดธุรกิจขนมไทย ทั้งยังช่วยอนุรักษ์สืบสานขนมไทยต่อไปอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อศึกษากิจกรรมวิธีการเดิมสี่เขียวที่เหมาะสมในการทำขนมฟอยมรกตกรอบ
- 1.2.2 เพื่อศึกษาปริมาณสี่เขียวที่เหมาะสมในการทำขนมฟอยมรกตกรอบ
- 1.2.3 เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาของขนมฟอยมรกตกรอบ
- 1.2.4 เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

การวิจัยนี้ประกอบด้วยงาน 3 ส่วน คือ

- 1.3.1 ศึกษากรรมวิธีการเดิมสี่เขียว และปริมาณสี่เขียวที่เหมาะสมในการทำขนมฟอยมรกตกรอบ โดยใช้สี่เขียวชั้นจากใบเตย
- 1.3.2 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค โดยใช้ผู้บริโภค 100 คน
- 1.3.3 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของขนมฟอยมรกตกรอบ โดยเก็บมาตรวจสอบคุณภาพในระยะเวลา 0 3 และ 6 สัปดาห์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ได้ตำรับขนมฟอยมรกตกรอบและกรรมวิธี
- 1.4.2 เป็นแนวทางในการต่อยอดธุรกิจขนมไทย ทั้งยังช่วยอนุรักษ์สืบสานขนมไทย

บทที่ 2

บททวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประวัติความเป็นมาของขนมฝอยทอง

ในประวัติศาสตร์มีหลักฐานซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงการเจริญสัมพันธไมตรีกับต่างชาติ โดยมีขนมเป็นผลพวงของการติดต่อกับต่างประเทศด้วย ดังตัวอย่างในสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช ถือได้ว่าเป็นยุคทองของการทำขนมไทย(วิรัช, 2550) มีบันทึกจดหมายเหตุของฝรั่งเศสโบราณว่า มีหญิงชาวโปรตุเกสชื่อ เมรี กีมาร์ เป็นลูกครึ่งญี่ปุ่นผสมแขกเบงกอล เกิดในกรุงศรีอยุธยา เมรี กีมาร์ แต่งงานกับ คอนสแตนติน ฟอลคอน ชาวกรีก ที่เข้ามารับราชการในแผ่นดินสมเด็จพระนารายณ์มหาราช จนเป็นที่โปรดปรานและได้รับการแต่งตั้งเป็นอัครมหาเสนาบดีฟอลคอน และต่อมาได้รับพระราชทานบรรดาศักดิ์เป็นเจ้าพระยาวิชาเยนทร์ ส่วนเมรี กีมาร์ นอกจากได้รับพระราชทานบรรดาศักดิ์เป็นท่านผู้หญิงวิชาเยนทร์แล้ว ยังได้รับพระราชทานบรรดาศักดิ์เป็น “ท้าวทองกิมม่า” และทำงานเป็นหัวหน้าห้องเครื่องต้น มีหน้าที่ทำขนม และประดิษฐ์คิดค้นขนมประเภทต่างๆ ขนมหวานที่ท้าวทองกิมม่านำเข้ามาสอนชาววังคือ ขนมที่มีไข่เป็นส่วนผสมหลัก ได้แก่ ขนมหม้อแกง ขนมทองหยิบ ทองหยอด และขนมฝอยทอง เป็นต้น ซึ่งขนมทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้นล้วนแล้วแต่เป็นขนมไทยโบราณที่คนไทยรู้จัก(วันดี, 2550)

ฝอยทองนั้นมีการบันทึกไว้ว่าเป็นขนมที่มีต้นกำเนิดมาตั้งแต่สมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช โดยเฉพาะเมื่อชาวโปรตุเกสอย่างท่านผู้หญิงวิชาเยนทร์ หรือบรรดาศักดิ์ว่า ท้าวทองกิมม่า ผู้เป็นต้นเครื่องขนมหรือของหวานในวังได้สอนให้ชาววังทำของหวานต่างๆ ที่มักมีการนำไข่มาเป็นส่วนผสม โดยเฉพาะขนมฝอยทองซึ่งเป็นขนมที่ยังได้รับความนิยมมาจนถึงปัจจุบัน เนื่องจากรสชาติที่อร่อยและชื่อที่มีความเป็นสิริมงคลจึงทำให้งานมงคลต่างๆ เช่นงานแต่งงาน งานขึ้นบ้านใหม่ ฯลฯ นิยมมีขนมฝอยทองเพื่อถวายให้กับพระและแขกที่มาร่วมงานได้รับประทานเพื่อความเป็นสิริมงคล โดยขนมฝอยทองจะมีส่วนผสมที่มีไข่แดงเป็นส่วนผสมหลัก แล้วนำไข่ไปโรยบนน้ำเชื่อมก็จะได้เป็นเส้นฝอยทอง (วิรัช, 2550)

จนกระทั่งมาถึงสมัยรัตนโกสินทร์ เมื่อมีงานพระราชพิธีสมโภชพระพุทธมณีนีรตนมหาปฏิมากรพระแก้วมรกตและฉลองวัดพระศรีรัตนศาสดาราม ซึ่งสมเด็จพระพุทธยอดฟ้าจุฬาโลกมหาราช ทรงพระราชศรัทธาให้จัดขึ้น พระราชพิธีนั้นในจดหมายเหตุความทรงจำของ กรมหลวงนรินทรเทวี พระเจ้าน้องยาเธอในรัชกาลที่ 1 กล่าวว่า นิมนต์พระสงฆ์ฉันอาหารวันละ 2,000 รูป มี

การตั้งสำรับควหาวน สำหรับเครื่องต้นสำรับหวานประกอบด้วยทองหยิบ ทองหยอด ฝอยทอง ขนมไส้ไก่ ขนมฝอย ขนมเหนียวแก้ว ขนมผิง สังขยา และขนมอื่นๆอีกมาก (วันดี, 2550)

ในปัจจุบันขนมฝอยทองมีการผลิตอย่างแพร่หลายในหลายประเทศ อาทิ ญี่ปุ่น โปรตุเกส และ ไทย มีชื่อเรียกที่รู้จักกันโดยทั่วไปอีกชื่อ คือ Fios de ovos (Kyoto Foodie, 2009. ออนไลน์) ซึ่งเป็นภาษาโปรตุเกส แปลว่า ไช้ไหมพรม มีส่วนผสมและวิธีการทำที่เหมือนหรือคล้ายกันกับขนมฝอยทอง คือ โรยส่วนผสมของไข่แดงลงในน้ำเชื่อม และสอยขึ้น

2.2 ธุรกิจขนมไทยและขนมฝอยทอง

จากการสำรวจตลาดของขนมฝอยทองที่มีจำหน่ายในประเทศไทยปัจจุบัน มี 2 รูปแบบใหญ่ๆคือ ขนมฝอยทองที่ยังล้าในน้ำเชื่อมและขนมฝอยทองแบบแห้งที่เรียกว่า ขนมฝอยทองกรอบ ซึ่งทั้ง 2 รูปแบบจะใช้ไข่แดงเป็นส่วนผสมหลัก สำหรับไข่ขาวที่เหลือใช้ก็สามารถนำมาพัฒนาเป็นขนมที่มีลักษณะคล้ายฝอยทองในอีกรูปแบบหนึ่ง เรียกว่า ฝอยเงิน การผลิตขนมฝอยทองในเชิงอุตสาหกรรม พบว่ามีการผลิตโดยการใช้เครื่องโรย จึงเหมาะสำหรับการผลิตในปริมาณมากในเชิงธุรกิจ

ขนมไทยมีการพัฒนารูปแบบหลากหลายมากขึ้นในปัจจุบันทั้งตัวขนมเอง หรือแม้แต่บรรจุภัณฑ์เพื่อเพิ่มกลยุทธ์ทางการตลาด นอกจากนี้กลิ่นและสีจากธรรมชาติยังถูกสร้างเป็นจุดแข็งเพื่อนำมาใช้ประชาสัมพันธ์ตัวผลิตภัณฑ์ แต่ในขณะเดียวกันอุปสรรคในการพัฒนารูปแบบธุรกิจของขนมไทยให้มีความน่าสนใจก็ยังมีอยู่บ้าง ไม่ว่าจะเป็นการติดอยู่กับภาพลักษณ์เดิมๆ ที่บ้านเราอนุรักษ์โดยไม่เปลี่ยนแปลง เกิดข้อติดคือ เราสามารถดึงขนมที่เผยแพร่จากชาวต่างชาติเก็บเอาไว้ได้ทั้งหมด ทำให้ประเทศไทย คือแหล่งที่มีขนมมารวมตัวกันมากที่สุดในโลก แต่ในขณะเดียวกันอุปสรรคก็คือ การตีกรอบกระบวนการความคิด ขาดการพัฒนารูปแบบให้แปลกใหม่และทันสมัย ในอนาคตตลาดส่งออกขนมไทยน่าจะเจริญเติบโตได้ตั้งแต่สิ่งที่ต้องการคือ การส่งเสริมจากภาครัฐในส่วนของผู้เชี่ยวชาญในการให้คำปรึกษาด้านหลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร (Good Manufacturing Practice, GMP) ซึ่งหากมองในภาพรวมแล้วอุตสาหกรรมขนมไทยสามารถดึงเงินตราเข้าประเทศได้อีกมากมาย (สุปรียา, 2550)

2.3 สีสผสมอาหารที่นิยมใช้ในอาหาร

สีผสมอาหารที่นิยมใช้ในอาหารนั้น โดยทั่วไปแบ่งออกได้เป็น สีธรรมชาติ สีสังเคราะห์ สีอินทรีย์

2.3.1 สีธรรมชาติ เป็นที่รู้จักกันมาตั้งแต่สมัยโบราณซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นสีที่สกัดได้จากพืช หรือสัตว์ที่บริโภคได้เช่น ครั้ง กลีบเลี้ยงดอกกระเจียวแดงดอกบานเย็น ลูกผักปลังสุก ข้าวแดงเมือง จีน ผ่าง ดอกอัญชัน มันเหลือนก หัวผักกาดแดง ดอกดิน ใบเตยหอม ใบย่านาง ดอกกรรณิกர் ขมิ้นชัน ลูกตาล คำฝอย ลูกพลูและหญ้าฝรั่น สีที่สกัดได้นี้มักจะไม่ค่อยคงตัว ความร้อน แสง pH เอนไซม์ และโลหะมีผลต่อความคงตัว และจะต้องใช้ในปริมาณที่ค่อนข้างมาก สีธรรมชาติที่มีกร ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ที่สำคัญได้แก่ แอนโทไซยานิน คาโรทีนอยด์ คลอโรฟิลล์ คาราเมล

2.3.2 สีสังเคราะห์ เป็นสีที่สังเคราะห์ขึ้นจากสารเคมีต่างๆ เป็นสีที่ค่อนข้างคงตัว และใช้ใน ปริมาณเพียงเล็กน้อยก็ให้สีที่ต้องการได้ แต่มักจะมีปัญหาเกี่ยวกับสารไม่บริสุทธิ์ที่อาจปนเปื้อนมา เช่น โลหะหนัก แบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้ 2 กลุ่ม คือ ดาย (dry) และเล็ค (lake) โดยที่ดายเป็นสี สังเคราะห์ที่ละลายน้ำได้ดี แต่ไม่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ส่วนใหญ่ จึงเหมาะที่จะใช้กับอาหาร ที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบ ส่วนเล็คเป็นสีสังเคราะห์ที่ละลายได้ในน้ำมัน จึงเหมาะกับการประเภท น้ำมันและไขมัน สีสังเคราะห์ที่มีการใช้ในอาหาร สีแดง ได้แก่ ปองโซ 4 อาร์ (ponceau 4 R) เอโซรู บิน (azorubin) อีรีโทซิน (erythrosine) สีเหลือง ได้แก่ คาร์ตราซีน (tartrazine) ซันเซต เยลโลว์ เอฟ ซีเอฟ (sunset yellow FCF) โรโบเฟลวิน (riboflavin) สีเขียว ได้แก่ ฟาสต์กรีนคาร์มิน หรือ อินดิโก ทิน (indigo carmine or indigotine) บริลเลียนบลู เอฟซีเอฟ (brilliant blue FCF) (คิวพร, ปรีดิตร และอรวินท์, 2538)

2.3.3 สีอินทรีย์ เป็นสีอีกชนิดหนึ่งที่มีการใช้กันมาก เช่น ไทเทเนียมออกไซด์ (titanium oxide) และผงถ่าน

การใช้สีผสมอาหาร ในผลิตภัณฑ์อาหารนั้น ก่อนใช้จะต้องศึกษาข้อกำหนดคุณภาพแต่ละ ชนิดที่จะใช้ให้ละเอียดเสียก่อน และปริมาณที่อนุญาตให้ใช้รวมทั้งชนิดอาหารที่อนุญาตให้ใช้ด้วย ทั้งนี้เพราะสีผสมอาหารนั้นให้คุณสมบัติก็จริง แต่ในขณะเดียวกันก็ให้โทษมหันต์ด้วยถ้าหากเตรียม ด้วยวิธีการที่ไม่ดีหรือไม่รอบคอบ อาจมีโลหะหนักหรือสารไม่บริสุทธิ์ต่างๆ ปนเปื้อนมาได้ จึงต้อง ปฏิบัติตามเงื่อนไขในประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 21 และ 66 ซึ่งมีเงื่อนไขการใช้สีผสม อาหาร ตามที่มีกำหนดไว้ในประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 66 (คิวพร, ปรีดิตรและอรวินท์, 2538)

2.4 เดยหอม และสารให้สีเขียวในพืช

2.4.1 เดยหอม มีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Pandanus amaryllifolius* Roxb. ชื่อพ้อง *P. odoratus* Ridl. ชื่ออังกฤษของพืชชนิดนี้คือ Pandanus Palm (ควงพร, 2526) นอกจากนี้ ยังรายงานว่ามีชื่ออื่นๆ อีกคือ ปาเนะอออิง หวานข้าวใหม่ และ พังลั้ง ลักษณะทั่วไปของเดยหอมคือ เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่ ชอบขึ้นในน้ำ หรือที่แฉะๆ ขึ้นเป็นกอ สูงประมาณ 40-60 เซนติเมตร เมื่อโตแล้วมีรากค้า ช่วยยึด ลำต้น ใบเรียวยาวปลายใบหอกปลายใบแหลมและมีหนามตามขอบใบ เส้นกลางใบเว้าลึกลงไป ถ้าดู ด้านท้องใบมีรูปคล้ายกระดูกงูเรือ ใบมีกลิ่นหอม เดยหอมมีสารสำคัญคือ เมื่อนำใบเดยหอมมาต้มน้ำ ด้วยไอน้ำพบว่า มีสารหอมประกอบด้วย linalyl acetate benzyl acetate linalool และ geraniol ส่วนที่ นิยมนำมาใช้ประโยชน์คือ ใบ นิยมใช้เพื่อแต่งกลิ่นและสีของขนมทั้งไทยและเทศ เช่น วน ขนมนั่น ขนมน้ำเปียกปูน ลอดช่อง ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ต่างๆ ฯลฯ อาหารคาวก็มีผู้ใช้ใบเดยมาใช้ในการประกอบ อาหาร เช่น การห่อไก่แล้วนำไปอบให้มีกลิ่นหอมชวนรับประทาน ใช้รองก้นหาวเวลาหนึ่งข้าว เหนียว ใส่ปากหม้อเมื่อเวลาหุงข้าวทำให้มีกลิ่นหอม ใช้ชงน้ำดื่มแต่งกลิ่นน้ำเชื่อม สีของคลอโรฟิลล์ ละลายได้ดีในไขมัน (นิจศิริและพะยอม, 2534) สำหรับรสและสรรพคุณในตำรายาไทย พบว่าใบ ของเดยหอม มีรสหวานเย็นหอม บำรุงหัวใจ ขับพิษไข้ ชูกำลัง (เพ็ญนภา และกัญญา, 2542)

ใบเดยเป็นพืชที่นิยมนำมาใช้เพื่อสกัดเอาสีเขียวและกลิ่นรสเฉพาะสำหรับผลิตภัณฑ์อาหาร โดยเฉพาะขนมไทยหลายชนิด สีเขียวที่ได้จากใบเดยเป็นรงควัตถุประเภทคลอโรฟิลล์ a และ คลอโรฟิลล์ b ในอัตราส่วน 3 ต่อ1 (Wrolstad, 2001)

2.4.2 สารให้สีเขียวในพืช

ในพืชผักมีสารให้สีหรือรงควัตถุ แตกต่างกันไป โดยรงควัตถุที่มีสีเขียวในพืชผัก มี ชื่อว่า คลอโรฟิลล์ (chlorophylls) คลอโรฟิลล์ เป็นรงควัตถุสีเขียวซึ่งพบทั่วไปในพืชและมีบทบาท สำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสง มีอยู่ประมาณร้อยละ 0.1 ของน้ำหนักสดของพืช คลอโรฟิลล์ จะอยู่ในพลาสติดพิเศษซึ่งเรียกว่า คลอโรพลาสต์ ซึ่งมีลักษณะโครงสร้างละเอียดที่เป็นลักษณะเฉพาะ ในคลอโรพลาสต์จะประกอบด้วยส่วนเล็ก ๆ จำนวนมากเรียกว่า กรานา (grana) กรานาจะ ประกอบด้วยโปรตีนเป็นชั้นๆ และโมเลกุลของคลอโรฟิลล์จะแทรกอยู่ระหว่างชั้นเหล่านี้ ในพืช ชั้นสูงจะพบคลอโรฟิลล์ 2 ชนิด คือ คลอโรฟิลล์ เอ และคลอโรฟิลล์ บี ซึ่งมีจะพบเกิดอยู่รวมกันใน อัตราส่วน 2.5:1 นอกจากคลอโรฟิลล์ทั้งสองชนิดแล้วยังพบแคโรทีนอยด์อีก 2 ชนิด แคโรทีน และ แซนโทฟิลล์ (xanthophyll) ส่วนคลอโรฟิลล์ บี จะมีโครงสร้างเหมือนกับคลอโรฟิลล์ เอ เพียงแต่หมู่ เมทิลที่ตำแหน่งของคาร์บอนตัวที่สามจะเปลี่ยนเป็นหมู่อัลดีไฮด์ โมเลกุลของคลอโรฟิลล์จะมี โครงสร้าง เตตราไพโรล (tetrapyrrole) หรือ พอร์ไฟริน (porphyrin) โดยมีอะตอมของแมกนีเซียม อยู่ตรงกลาง ซึ่งโครงสร้างนี้จะคล้ายกับโครงสร้างของฮีม (haem) ซึ่งเป็นรงควัตถุในเนื้อสัตว์ โดย

ส้มจะมีอะตอมของเหล็กอยู่ตรงกลางแทนที่จะเป็นแมกนีเซียม ถ้าแมกนีเซียมแยกตัวจากโมเลกุลคลอโรฟิลล์ จะเกิดเป็นฟิโอฟิติน (pheophytins) ซึ่งมีสีเขียวอมเหลืองไปจนถึงสีน้ำตาล ซึ่งเป็นสีของผักผลไม้สีเขียวเมื่อได้รับความร้อน (กิตติพงษ์, นปป.)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับใบเตยและสารสีเขียวจากพืช ได้มีการศึกษาเรื่อง ผลของอุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง และเกลือสังกะสีคลอไรด์ต่อความคงตัวของสีเขียวของสารสกัดใบเตย พบว่าที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส สีเขียวของสารสกัดใบเตยมีความคงตัวลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับที่อุณหภูมิ 50 และ 75 องศาเซลเซียส และเมื่อมีการใช้เกลือสังกะสีคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้น ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส มีผลในการเพิ่มความคงตัวของสีเขียวของสารสกัดใบเตย อย่างไรก็ตามเกลือสังกะสีคลอไรด์ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความคงตัวของสีเขียวของสารสกัดใบเตยที่อุณหภูมิ 50 และ 75 องศาเซลเซียส เมื่อพิจารณาผลความเป็นกรด-ด่าง พบว่าความคงตัวของสีเขียวของสารสกัดใบเตยที่ pH 7 และ 10 จะสูงกว่าที่ pH 4 และการเติมเกลือสังกะสีคลอไรด์ที่ทุกระดับความเข้มข้นไม่มีผลต่อความคงตัวของสีเขียวที่ทุกระดับ pH ที่ศึกษา (ประพันธ์, 2546)

2.5 ไข่

ไข่เป็นที่นิยมรับประทานกันมากในบ้านเรา ทั้งนี้เนื่องจากไข่เป็นแหล่งโปรตีนที่ให้คุณค่าต่อร่างกาย นอกจากนั้นยังมีราคาถูกกว่าแหล่งโปรตีนชนิดอื่นๆ เช่น พวกเนื้อสัตว์ต่างๆ ดังนั้นการทราบถึงส่วนประกอบต่างๆ ของไข่จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจอย่างยิ่งในแง่ของคุณค่าทางโภชนาการ พบว่าไข่ไก่หนักประมาณฟองละ 40-60 กรัม เป็นเปลือกไข่และเยื่อหุ้มเนื้อไข่ขาว 5-8 กรัม ไข่แดงราว 12-18 กรัม และไข่ขาว 23-34 กรัม ส่วนที่กินได้ของไข่ไก่หนักประมาณฟองละ 44 กรัม เป็นไข่ขาว 28 กรัม และไข่แดง 16 กรัม (ประชาและอรวินท์, 2519)

2.5.1 คุณค่าทางโภชนาการ

ไข่จัดอยู่ในอาหารประเภทไข่โปรตีนสูง จัดอยู่ในอาหารหลักของคนไทยหมู่ที่ 1 โปรตีนในไข่เป็นโปรตีนที่สมบูรณ์ มีกรดอะมิโนครบทุกชนิดตามความต้องการของร่างกายในปริมาณสูง และร่างกายนำไปใช้ได้หมด ไข่ให้เกลือแร่ที่สำคัญคือเหล็ก เหล็กอยู่ในไข่แดงเกือบจะทั้งหมด ไข่มีแคลเซียมแต่ส่วนใหญ่อยู่ในเปลือกไข่ จึงไม่ถือว่าไข่เป็นแหล่งของแคลเซียม (ประชาและอรวินท์, 2519)

2.5.2 คุณภาพของไข่ ไข่ที่มีคุณภาพดี ควรเป็นไข่สด ซึ่งมีลักษณะดังนี้ (รมณี, 2538)

2.5.2.1 ช่องอากาศไม่ลึก

2.5.2.2 ไข่แดงควรอยู่ตรงกลาง และไม่เคลื่อนไปกับการหมุนไข่

2.5.2.3 ไข่ขาวเป็นเจล มีความคงตัว และยึดแน่นกับไข่แดง

2.5.2.4 ไม่มีกลิ่นเหม็น

2.5.2.5 เปลือกไข่ไม่แตกหรือมีรอยร้าว และเปลือกไข่จับคู่จะสากมือ

2.5.3 องค์ประกอบของไข่

ไข่ประกอบด้วยไข่ขาว 2 ส่วน ไข่แดง 1 ส่วนโดยน้ำหนัก ถูกห่อหุ้มด้วยเยื่อและเปลือกไข่

2.5.3.1 ไข่ขาว (albumen)

ไข่ขาวมีลักษณะหนืดเหนียว น้ำหนักประมาณ 2 ใน 3 ของไข่ทั้งฟอง ประกอบด้วยโปรตีน 1 ส่วน น้ำ 8 ส่วน ไข่ขาวแบ่งเป็น 2 ชนิดด้วยกัน คือ ไข่ขาวที่ค่อนข้างเหลว (thin albumen) กับไข่ขาวที่ข้นหนืด (thick albumen) ทั้งสองชนิดนี้อยู่สลับกัน

(1) Chalaziferous layer อยู่ล้อมรอบไข่แดงมีประมาณร้อยละ 3 ของไข่ขาวทั้งหมด ในชั้นนี้มี chalazae อยู่ตรงหัวท้ายของไข่แดง เป็น ovomucin ไข่ัวเป็นเกลียวทางปลายแหลม ทางด้านป้านมีสายเดี่ยว

(2) Inner ovomucin เป็นชั้นที่ล้อมรอบ chalaziferous layer ไว้หนักประมาณร้อยละ 17 ของไข่แดงทั้งหมด

(3) Thick albumen มีประมาณร้อยละ 57 ของไข่ขาวทั้งหมด ประกอบด้วย ovomucin มากทำให้ชั้นหนืด มีลักษณะเป็นเจลเพราะเกิดจากการยึดเหนี่ยวของ ovomucin กับ lysozyme

(4) Out thick albumen อยู่ติดกับเยื่อของเปลือกไข่ เว้นตรงบริเวณหัวท้ายของไข่ ซึ่งจะเป็น thick albumen ที่เรียกว่า albumen ligament ประกอบด้วย mucin fibers ชั้น thin albumen นี้หนักประมาณร้อยละ 23 ของน้ำหนักไข่ขาวทั้งหมด

ส่วนประกอบสำคัญของของแข็งในไข่ขาวคือ โปรตีน โปรตีนที่สำคัญคือ ovalbumin, ovoglobulin และ ovomucin อัตราส่วนของโปรตีนทั้งสามในชั้นต่างๆ ของไข่ขาวจะแตกต่างกันไป ไข่ขาวเป็นระบบโปรตีนที่ประกอบด้วย ovomucin fibers ในสารละลายของ globular protein ความหนืดของไข่ขาวขึ้นอยู่กับปริมาณของ ovomucin ไข่ขาวที่ข้นหนืดจะมี ovomucin มากกว่า 4 เท่า Ovalbumin เป็นโปรตีนที่สำคัญของไข่ขาว จัดเป็น phosphoglycoprotein มีฟอสเฟตและคาร์โบไฮเดรตเกาะอยู่กับ polypeptide chain ovalbumin (ณรงค์ และ อัญชนีย์, 2528)

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบทางเคมีของไข่ขาว ไข่แดง และเปลือกไข่

สารประกอบ	เปลือก (ร้อยละ)	ไข่ขาว (ร้อยละ)	ไข่แดง (ร้อยละ)	ไข่ทั้งฟอง (ร้อยละ)
น้ำ	1.0	88.0	47.5	73.5-75.0
ของแข็ง	99.0	12.0	52.5	25.0-26.5
Protein	4.0	11.0	17.4	12.8-13.4
Lipids	-	0.2	33.0	10.5-11.8
Carbohydrates	บางส่วนในโปรตีน	0.5	0.2	0.3-1.0
Inorganic ions	95.0	0.3	1.1	0.8-1.0
Others	-	-	0.8	0.8-1.0

ที่มา: ณรงค์ และ อัญชนีย์ (2528)

2.5.3.2 ไข่แดง

ไข่แดงมีน้ำหนักประมาณร้อยละ 32 ประกอบด้วยน้ำประมาณร้อยละ 48 ถ้าเป็นไข่สดจะมีของแข็งประมาณร้อยละ 52-53 เมื่อเก็บไว้ในตู้เย็น 1-2 สัปดาห์ ของแข็งจะลดลงประมาณร้อยละ 2 เนื่องจากน้ำในไข่ขาวซึมเข้าไปในไข่แดง โปรตีนและไขมันเป็นสารประกอบที่สำคัญของไข่แดง โปรตีนมีประมาณร้อยละ 17 และปริมาณไขมันจะอยู่ระหว่างร้อยละ 32-36 แล้วแต่พันธุ์และอาหารที่ใช้เลี้ยง แต่พันธุ์จะมีผลมากกว่า

โปรตีนที่สำคัญในไข่แดงคือ ovovitellin เป็น phosphoprotein คล้าย casein รวมตัวอยู่กับ lecithin แยกออกลำบากมาก ถ้าแยกโปรตีนโดยวิธี centrifuge จะแยกไข่แดงได้เป็น 2 ส่วน ส่วนที่ตกตะกอนเป็นเม็ด (granules) มีประมาณร้อยละ 19-23 ของของแข็งทั้งหมดในไข่แดง ซึ่งเป็นส่วนที่ประกอบด้วยไขมันร้อยละ 34 โปรตีนร้อยละ 60 และถั่วร้อยละ 6 ประมาณร้อยละ 37 ของไขมันในไข่แดงเป็น phospholipids ซึ่งส่วนใหญ่เป็น phosphatidyl choline ร้อยละ 82 phosphatidyl ethanolamine ร้อยละ 15 ส่วนที่ไม่ตกตะกอนของไข่แดงเรียกว่า plasma มีประมาณร้อยละ 78 เป็นส่วนของของเหลวในไข่แดง ประกอบด้วยน้ำร้อยละ 49 ไขมันร้อยละ 77-81 โปรตีนร้อยละ 18 และถั่วร้อยละ 2 (ณรงค์ และ อัญชนีย์, 2528)

2.6 น้ำตาลทราย

น้ำตาลเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึก ละลายได้ดีและมีรสหวานจัดอยู่ในอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต น้ำตาลทรายหรือน้ำตาลซูโครส ซึ่งมีสูตรทางเคมี คือ $C_{12}H_{22}O_{11}$ น้ำตาล

ทรายขาวจะมีขนาดความละเอียดต่างกัน มีตั้งแต่ผงละเอียด ธรรมดา และหยาบ น้ำตาลทรายขาวที่ใช้ได้ผลดีควรมีความละเอียดและขาว เพราะจะสามารถผสมเข้ากับส่วนผสมอื่นได้ดี ถ้าใช้น้ำตาลมีผลึกใหญ่และหยาบจะละลายไม่ดีเท่าที่ควร เพราะผลึกใหญ่ละลายไม่หมดแต่จะสามารถละลายได้ดีเมื่อถูกความร้อน น้ำตาลทรายขาวจะให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์และเนื้ออาหารมีลักษณะที่ดี เพิ่มคุณค่าทางอาหารแก่ผลิตภัณฑ์ โดยใช้น้ำตาลทรายขาว 1 กรัม จะให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี นอกจากนี้น้ำตาลยังมีคุณสมบัติดูดและเก็บความชื้น(อบเชยและขมิ้นฐาน, 2544)

น้ำเชื่อมเป็นสารละลายชนิดเข้มข้น มีน้ำเป็นตัวทำละลาย และมีน้ำตาลเป็นตัวถูกละลาย ทั้งสองเป็นเนื้อเดียวกัน ดังนั้นทุกส่วนของน้ำเชื่อมนั้น ย่อมมีส่วนประกอบต่างๆเหมือนกัน ความสามารถในการละลายของน้ำตาล หมายความว่าปริมาณของน้ำตาลที่สามารถละลายในน้ำปริมาณหนึ่ง มีอุณหภูมิหรือความดันที่กำหนดโดยทั่วไปมักจะหมายความว่าจนถึงจำนวนกรัมของน้ำตาลที่ละลายได้ในน้ำ 100 มิลลิลิตรที่ 20 องศาเซลเซียส เนื่องจากน้ำตาลเป็นสารที่ตกผลึกได้ ดังนั้นความสามารถในการละลายได้จึงมีขีดจำกัด ในการละลายในน้ำน้ำตาลจะดูดซับความร้อน ความร้อนยิ่งสูงน้ำตาลจะละลายได้มากขึ้น (ศิริลักษณ์, 2525) น้ำเชื่อมเมื่อเคี่ยวได้ที่บางครั้งจะสกปรกไม่ขาวใสเนื่องจากน้ำตาลที่ไม่สะอาด อาจใช้วิธีการฟอกโดยใช้เปลือกไข่ผสมกับน้ำตาลทรายให้ทั่วจึงใส่น้ำลงไป ยกขึ้นตั้งไฟพอเดือดช้อนฟองออก เคี่ยวต่อสิ่งสกปรกจะถูกจับด้วยไข่ขาวที่ติดอยู่ที่เปลือกไข่ จนกระทั่งน้ำเชื่อมใสขกกลงกรองด้วยผ้าขาวบางให้สะอาดอีกครั้ง เพื่อนำไปทำขนมต่อไป (อมรารักษ์และอริยญา, น.ป.ป.)

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของน้ำเชื่อมและการตรวจลักษณะของความเหนียว

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ขั้นของความ เหนียว	ลักษณะ	อาหารที่ใช้
110-112	เส้นไหม	หยดเป็นสายยาว 2 นิ้ว	น้ำเชื่อมทองหีบ ฝอยทอง
112-115	หยดนุ่ม	หยดลงในน้ำเย็นจัดจะเป็น ก้อนกลม เมื่อตักขึ้นจะแบน	ลูกอมที่มีลักษณะนุ่มและ เหนียว
118-120	หยดอยู่ตัว	หยดลงในน้ำเย็นจะเป็นก้อน กลมและคงรูป	ทอฟฟีน้ำตาลไหม้
121-130	หยดแข็ง	หยดลงในน้ำเย็นจะเป็นก้อน กลมแข็ง	กรอบเค็ม
132-143	แตกเป็นเส้น	หยดลงในน้ำเย็นจะแตกเป็น เส้นเล็กๆแต่ไม่ถึงกับเปราะ	ทอฟฟี่ใส ทอฟฟี่เนย
149-154	แตกเป็นเส้น เปราะ	หยดลงในน้ำเย็นจะแตกเป็น เส้นเล็กๆและเปราะ	ถั่วตัด
160	น้ำใส	น้ำตาลหลอมเหลว	น้ำตาลก้อน (barley sugar)
170	สีน้ำตาล	น้ำตาล	น้ำตาลไหม้

ที่มา: ประชาและอรวิณท์(2519)

2.7 น้ำมันพืช

พืชที่ให้ไขมันและน้ำมันบริโภคมีชื่อเรียกรวมกันว่าพืชน้ำมัน พืชเหล่านี้มีแหล่งกำเนิดบนพื้นที่ต่างๆ เกือบทั่วโลก พืชน้ำมันประเภทที่จัดว่ามีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ได้แก่ ถั่วเหลือง ข้าวโพด ถั่วลิสง ข้าว ฝ้าย มะพร้าว ปาล์มน้ำมันมะกอก งาและโกโก้ เนื้อเยื่อของพืชส่วนที่ให้น้ำมัน ได้แก่ เมล็ด ผล และเนื้อ ไขมันและน้ำมันปรุงรสอาหารโดยตรงหรือนำมาผ่านกระบวนการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น น้ำสลัดชนิดต่างๆ นอกจากนั้น น้ำมันจากพืชยังนำมาดัดแปลงคุณภาพ เช่น ผ่านกระบวนการไฮโดรจิเนชัน (hydrogenation) ซึ่งเป็นกระบวนการเติมไฮโดรเจนจนจุดหลอมเหลวสูงขึ้น และมีลักษณะทางกายภาพเป็นของแข็งหรือกึ่งแข็งสำหรับใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมเค้ก ลูกกวาดและพายชนิดต่างๆ (พันธิพา, 2538)

2.8 น้ำ

น้ำเป็นสารประกอบที่มีอยู่ในธรรมชาติทั่วไป ในผักและผลไม้มีน้ำอยู่ในองค์ประกอบประมาณร้อยละ 90 ขึ้นไป และเนื้อสัตว์มีน้ำอยู่ร้อยละ 60 แม้แต่ในร่างกายมนุษย์ก็ยังคงประกอบด้วยน้ำถึงร้อยละ 60 โดยน้ำหนัก ดังนั้นน้ำจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับมนุษย์มาก ซึ่งถ้ามนุษย์ไม่ได้รับน้ำเข้าสู่ร่างกายเลยภายใน 2-3 วัน ก็อาจทำให้ตายได้ โมเลกุลน้ำประกอบด้วยไฮโดเจน 2 อะตอม ต่อกับออกซิเจนหนึ่งอะตอม (H_2O) ที่ต่อกันแบบไม่เป็นเส้นตรง มีลักษณะที่มีขั้วบวกและขั้วลบซึ่งสามารถดึงดูดสารอื่นให้เป็นสารละลายได้ดี จึงมีคุณสมบัติทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ เคมีและชีวเคมีที่เหมาะสมสำหรับสิ่งมีชีวิตทุกชนิดเป็นตัวทำละลายที่ดีมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูงกว่าของเหลวอื่นที่มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากันเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาชีวเคมีที่สำคัญ และเป็นตัวกลางในระบบชีวเคมีของร่างกายที่ดีเพราะสามารถทำปฏิกิริยาได้ทั้งกับกรดและเบส (สมจิต และอรอนงค์, 2540)

ส่วนน้ำที่พบในธรรมชาติอีกลักษณะหนึ่งคือ น้ำในอาหารซึ่งนับว่าเป็นส่วนประกอบหลักของอาหารทุกชนิด โดยมีอยู่ในรูปอิสระ (free water) และเกาะเกี่ยวกับสารอื่น (bound water) น้ำอิสระในอาหารนี้มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและการเก็บอาหารอย่างมาก เนื่องจากน้ำเป็นตัวการสำคัญในการก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและชีวเคมีของอาหาร รวมทั้งเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ซึ่งก่อให้เกิดการเน่าเสียของอาหาร ดังนั้นในการเก็บรักษาอาหารจึงนิยมใช้วิธีการระเหยน้ำอิสระออกจากอาหาร ทำให้เข้มข้น หรือทำให้เย็นจนแข็ง (frozen) ส่วนอีกเหตุผลในการระเหยน้ำออกจากอาหารก็คือ การทำให้อาหารมีน้ำหนักลดลง และเปลืองเนื้อที่ในการบรรจุและขนส่งน้อยลง ในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในอาหารนั้น ส่วนใหญ่จะมีผลต่อน้ำอิสระในอาหารโดยตรง แต่มีผลน้อยมากต่อน้ำที่เกาะเกี่ยวกับสารอาหารอื่นเช่น คาร์โบไฮเดรต ไขมันและโปรตีน เนื่องจากน้ำส่วนนี้ไม่อิสระต่อการเปลี่ยนแปลงโดยวิธีทางกายภาพธรรมดาแต่ได้เกาะเกี่ยวร่วมกับสารอาหารอื่นอยู่ในหลายรูปแบบซึ่งยังสามารถส่งผลต่อการเก็บรักษาอาหารได้ ดังนั้นในการควบคุมปริมาณน้ำในอาหาร จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงปริมาณน้ำทั้งหมดทั้งที่อยู่ในรูปอิสระและเกาะเกี่ยวกับสารอื่นให้เหมาะสมกับลักษณะอาหารที่ต้องการ เพื่อให้มีอายุการเก็บรักษานานตามความต้องการ (สมจิต และอรอนงค์, 2540)

นอกจากนี้น้ำในอาหารยังเกี่ยวข้องกับการเก็บรักษา โดยจุลินทรีย์ทุกชนิดต้องการน้ำเพื่อใช้ในการเจริญและการทำกิจกรรมต่างๆ แม้ว่าจุลินทรีย์บางชนิดจะยังคงสามารถมีชีวิตอยู่ในสภาวะที่แห้งแล้งก็ตาม นี่เป็นสิ่งที่ช่วยลดลายสารอาหารและน้ำเข้าไปในเซลล์ตลอดจนนำของเสียออกจากเซลล์ น้ำเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาทางเคมีเกี่ยวข้องกับการทำให้อาหารแตกตัวออกเป็นโมเลกุลเล็ก และน้ำยังให้ไฮโดรเจนไอออน ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการควบคุม pH และอุณหภูมิในเซลล์ (สุมาลี, 2538)

ในอาหารมีทั้งน้ำอิสระและน้ำผูกพัน จุลินทรีย์จะสามารถนำน้ำอิสระในอาหารมาใช้ได้เท่านั้น ซึ่งวัดเป็นค่า a_w จุลินทรีย์แต่ละชนิดต่างก็มี a_w ที่เหมาะสม สูงสุดและต่ำสุดเฉพาะตัวในการเจริญ a_w ของน้ำบริสุทธิ์เท่ากับ 1.00 และจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ a_w สูงสุดที่จุลินทรีย์เจริญได้ต้องต่ำกว่ากับ 1.00 เสมอ อาหารบางชนิดมี a_w สูงกว่า 0.995 ซึ่งใกล้เคียงกับ 1.00 มาก แต่จุลินทรีย์ก็ยังเจริญได้ในอาหารนั้น (สุมาลี, 2538)

การที่จะป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์เป็นหน้าที่ที่สำคัญของนักจุลชีววิทยาทางอาหาร ดังนั้นการหา a_w ต่ำสุดที่จุลินทรีย์ยังคงเจริญได้จึงเป็นที่น่าสนใจอย่างยิ่งโดยทั่วไปแบคทีเรียต้องการ a_w สูงกว่ายีสต์ และยีสต์ต้องการ a_w สูงกว่ารา ค่า a_w ต่ำสุดของจุลินทรีย์ต่างๆ ซึ่งค่า a_w ต่ำสุดเหล่านี้อาจเปลี่ยนแปลงได้เล็กน้อย เช่น ในสภาพแวดล้อมที่มีปัจจัยอื่นๆ เหมาะสมค่า a_w ต่ำสุดจะต่ำกว่าสภาพแวดล้อมที่ปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่เหมาะสม

a_w ต่ำสุดของแบคทีเรียส่วนใหญ่จะอยู่ที่ 0.90-0.91 (ยกเว้นสแตฟิลโลค็อกคัส ออเรียส ชนิดทนความเข้มข้นของเกลือได้ซึ่งมี a_w ต่ำสุดที่ประมาณ 0.75) ค่า a_w ที่สูงเกินไปอาจจำกัดอัตราการเจริญของจุลินทรีย์ได้ a_w ที่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ส่วนใหญ่จะต่ำกว่า 1.00 เล็กน้อย แต่สำหรับพวกที่ชอบเกลือและพวกที่ทนความแห้งแล้งได้ดีจะต้องการ a_w ที่เหมาะสมต่อการเจริญที่ต่ำกว่า (สุมาลี, 2538)

ค่า a_w ยังมีความสำคัญต่อการงอกของสปอร์ การสร้างสารพิษ การทนต่อความร้อน และความคงทนของจุลินทรีย์ อาหารสด เช่น ผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ และปลา มี a_w ประมาณ 0.98-0.99 ซึ่งเพียงพอต่อการเจริญของจุลินทรีย์ทั่วไป a_w ของอาหารอาจทำให้ลดลงได้โดยการทำให้แห้งหรือโดยการเค็มสารถูกละลายลงไป ในอาหารหรือโดยการแช่แข็ง

อัตราการเจริญของแบคทีเรียจะสูงกว่ายีสต์และรา ดังนั้น อาหารที่มี a_w สูงแบคทีเรียจะเจริญได้ดีกว่ายีสต์และราแล้วทำให้อาหารเสีย ในขณะที่ในอาหารที่มี a_w ต่ำแบคทีเรียเจริญไม่ได้ แต่ยีสต์และราจะเจริญได้และมีจำนวนมากขึ้น นอกจากนี้ผลไม้ไม่มีความเป็นกรดจึงมักเสียโดยมียีสต์และราเป็นสาเหตุ อาหารที่มี a_w ต่ำเพราะมีน้ำตาลสูงเช่น แยม เยลลี่หรือน้ำผึ้งมักเสียจากยีสต์ที่ทนต่อแรงดันออสโมติกสูงได้และอาหารที่มีเกลือเข้มข้นก็มักเสียโดยแบคทีเรียชนิดทนเกลือหรือแบคทีเรียที่ชอบเกลือเป็นสาเหตุ อาหารแห้งก็มี a_w ต่ำกว่า 0.75 ค่า a_w ที่ปลอดภัยต่อการเจริญของจุลินทรีย์มักเท่ากับ 0.70 หรือต่ำกว่า (สุมาลี, 2538)

ถ้าอาหารไม่ได้อยู่ในสภาพที่ควบคุมความชื้นได้ ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับ a_w ของอาหาร ถ้าความชื้นในอากาศรอบอาหารสูงกว่าค่า a_w ในอาหารจะทำให้อาหารได้รับความชื้นเพิ่มขึ้น แต่ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่ำกว่าค่า a_w ในอาหาร จะทำให้ผิวหน้าของอาหารแห้งลง ซึ่งจะส่งผลทำให้ความชื้นของอาหารจากส่วนในแพร่ออกมาสู่ผิวหน้าของอาหาร

เพื่อให้เกิดความสมดุลเมื่อเป็นคั่งนั้นนานๆ ความชื้นทั่วๆ ไปของอาหารก็จะลดลงการเสียของอาหาร แข็งม้ก็เริ่มต้นจากส่วนผิวเข้าไปข้างในของอาหาร ดังนั้นการที่ผิวของอาหารแห้งจึงเป็นการดีที่ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ แต่ถ้าผิวของอาหารชื้นจะช่วยส่งเสริมการเจริญและการแพร่กระจายของจุลินทรีย์ทำให้อาหารเสียเร็วยิ่งขึ้น (สุมาลี, 2538)

2.9 อุปกรณ์ที่สำคัญในการทำงานมฝอยทอง

2.9.1 ที่โรยฝอยทอง

ท่าจากโลหะประเภททองเหลืองหรือสเตนเลส ปัจจุบันมีชนิดที่เป็นหลายรู เวลาเลือกซื้อให้ดูตะเข็บด้านข้างว่าเรียบหรือไม่ เลือกที่มีขนาดเล็ก เรียบ เพราะเวลาโรยเส้นจะทำให้เส้นเรียบสวย ในสมัยโบราณจะใช้ใบตองทำเป็นกรวย หรือในต่างประเทศอาจใช้กระดาษไขชนิดหนาทำเป็นกรวยแทนใบตองหรือมีบางคนใช้ขวดพลาสติกเจาะเป็นรู โรยแทนก็ได้ (อมราภรณ์และอรัญญา, ม.ป.ป.) ปัจจุบันมีเครื่องโรยฝอยทอง ซึ่งมีราคาค่อนข้างสูง จึงเหมาะสำหรับการผลิตในเชิงธุรกิจ

2.9.2 ไม้แหลม

ท่ามาจากไม้ไผ่เหลาให้กลมใช้สำหรับสายเส้นฝอยทองให้เป็นแพ (อมราภรณ์และอรัญญา, ม.ป.ป.)

2.10 อุณหภูมิ

อุณหภูมิ เป็นปัจจัยสิ่งแวดล้อมอันหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ โดยจะเกี่ยวข้องกับความสามารถของจุลินทรีย์ในการเจริญและความทนของจุลินทรีย์ อุณหภูมิในสภาพแวดล้อมมีผลต่อขนาดของเซลล์ สารที่จุลินทรีย์ผลิตขึ้น เช่น รงควัตถุ และสารพิษ ความต้องการสารอาหาร ปฏิกริยาของเอนไซม์และสารเคมีในเซลล์ (สุมาลี, 2538)

จุลินทรีย์อาจแบ่งตามความสามารถในการเจริญที่อุณหภูมิต่างๆ ได้เป็น 3 พวกคือ พวกที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิต่ำมีความสำคัญต่ออาหารหลายชนิดที่เก็บไว้ในที่เย็น จุลินทรีย์ดังกล่าวมีอยู่ทั่วไปในธรรมชาติ เช่น ในน้ำจืด น้ำเค็มในดินและในอาหารสด ที่อุณหภูมิต่ำอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตจะไม่ถูกย่อยเป็นกรด แต่แบคทีเรียที่ย่อยโปรตีนและไขมันจะเจริญได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ และเป็นสาเหตุให้อาหารเสีย แบคทีเรียพวกที่ต้องการอุณหภูมิปานกลางเกือบทุกชนิดมีความสำคัญต่ออาหาร มักเป็นสาเหตุให้อาหารเสีย

แบคทีเรียพวกที่ต้องการอุณหภูมิปานกลางเกือบทุกชนิดมีความสำคัญต่ออาหาร มักเป็นสาเหตุให้อาหารเสีย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง พวกที่เป็นสาเหตุของโรคที่มีอาหารเป็นสื่อ เช่น

ชาลโมเนลลา สแตฟิลโลค็อกคัส คลอสทริเดียม ซิเจลลาและบาซิลลัส เนื่องจากอัตราการเจริญของจุลินทรีย์และกิจกรรมของเอนไซม์ต้องการอุณหภูมิสูงกว่าจุลินทรีย์ที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ จึงทำให้อาหารเสียได้เร็วกว่า แบคทีเรียที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิสูงอาจเป็นสาเหตุให้อาหารเสียได้ถ้าอาหารนั้นเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 50-70 องศาเซลเซียส เพื่อการจำหน่าย แบคทีเรียชนิดที่เจริญได้ในน้ำเชื่อมก็ทำให้เกิดปัญหาในโรงงานผลิตน้ำตาลได้ เนื่องจากจุลินทรีย์เหล่านี้สามารถเจริญเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วจึงทำให้อาหารเสียได้เร็วมาก อุณหภูมิของสภาพแวดล้อมมีผลต่อชนิดของจุลินทรีย์ที่จะเจริญได้ในอาหารแต่การเจริญของจุลินทรีย์ก็อาจทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงได้เช่นกัน เมื่อมีการย่อยสลายอาหารจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนและให้ความร้อนออกมาด้วย เช่น ในกองปุ๋ยหมัก อุณหภูมิอาจสูงขึ้นจนถึงขั้นที่จุลินทรีย์ที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิสูงพวกเดียวกันนั้นที่ยังคงอยู่ได้ ในการผลิตสารประกอบจากการหมักของจุลินทรีย์จึงจำเป็นต้องมีระบบให้ความเย็นกับถังหมักเพื่อให้อุณหภูมิลดลงอยู่ในช่วงที่การหมักจะดำเนินไปได้ด้วยดี (สุมาลี, 2538)

2.11 การอบแห้ง

การอบแห้ง เป็นการให้ความร้อนแก่อาหารระดับหนึ่ง เพื่อไล่น้ำออกจากอาหารให้เหลืออยู่ปริมาณน้อยที่สุด การอบแห้งทำได้หลายวิธี เช่น การตากแดด (sun drying) การทำแห้งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ (solar drying) ตู้อบแห้งแบบใช้ลมร้อน (hot air drier) ตู้อบแห้งแบบสูญญากาศ (vacuum shelf drier) การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze drying) หรือ (sublimation) และ การอบ (baking) เป็นต้น ซึ่งอาหารแห้งที่ได้จะมีปริมาณน้ำหรือความชื้นประมาณร้อยละ 2-3 ทำให้ลด a_w ในอาหารให้น้อยลงด้วยจึงทำให้ยึดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น เพราะเมื่ออาหารมีน้ำลดลงจะยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์และ activity ของเอนไซม์ได้ นอกจากนี้ การอบแห้งยังช่วยลดน้ำหนัก ทำให้ลดค่าใช้จ่ายระหว่างการเก็บรักษาและขนส่ง อาหารอบแห้งบางชนิดยังสามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งวิธีการอบแห้งจึงเหมาะสมเป็นอย่างยิ่งสำหรับประเทศที่กำลังพัฒนาอย่างไรก็ตาม การอบแห้งทำให้สูญเสียทั้งคุณภาพการบริโภคและคุณค่าทางโภชนาการของอาหาร (นิธิยา, 2544)

2.11.1 กลไกการอบแห้ง

เมื่ออากาศร้อนถูกเป่าลงบนชิ้นอาหารที่เปียกชื้น ความร้อนจะถ่ายเทไปที่ผิวหน้าของอาหาร ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ (latent heat of vaporization) จะทำให้น้ำระเหยกลายเป็นไอ และแพร่กระจายผ่าน boundary film ของอากาศ และพาไอน้ำระเหยออกไปโดยมีอากาศแห้งเข้ามาแทนที่ ทำให้บริเวณที่ผิวหน้าของอาหารจะมีความดันไอของไอน้ำลดลง เกิดความ

แตกต่างของความดันไอของน้ำระหว่างอากาศภายนอกกับความชื้นภายในชั้นอาหาร จึงเป็นแรงขับให้น้ำจากภายในจะเคลื่อนย้ายออกมาที่ผิวนอกของอาหาร (นิธิยา, 2544)

2.11.2 ผลของการอบแห้ง

ในการอบแห้งอาหาร นิธิยา(2544) ได้กล่าวถึงผลกระทบต่อคุณภาพด้านต่างๆ ของอาหาร อาทิ

2.11.2.1 ลักษณะเนื้อสัมผัส

2.11.2.2 กลิ่นและรสชาติ โดยระหว่างการอบแห้งความร้อนจะทำให้สารให้กลิ่นระเหยออกไปด้วย ดังนั้นการสูญเสียสารให้กลิ่นจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ใช้ และความเข้มข้นของของแข็งทั้งหมดในอาหาร ความดันไอของสารที่ระเหยได้ และความสามารถในการละลายน้ำหากเป็นสารที่ระเหยได้ง่ายจะสูญเสียตั้งแต่เริ่มต้นอบ ส่วนช่วงหลังของการอบจะมีการสูญเสียเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดังนั้นการควบคุมภาวะที่ใช้ในการอบแห้งจะช่วยลดการสูญเสียกลิ่นและรสชาติของอาหารได้ อาหารประเภทเครื่องเทศต้องอบที่อุณหภูมิต่ำ เพื่อรักษาสารให้กลิ่นให้ระเหยออกไปน้อยที่สุด ปัจจัยสำคัญที่ทำให้สูญเสียกลิ่นอีกอย่างหนึ่ง คือ การเกิดออกซิเดชันของสารสี วิตามิน และลิพิด ในระหว่างเก็บรักษาอาหารที่มีโครงสร้างเป็นรูโปร่ง ออกซิเจนจากอากาศจะทำให้เกิดออกซิเดชัน แต่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและ a_w ด้วย

2.11.2.3 สี การอบแห้งทำให้เกิดการเปลี่ยนสีผิวของอาหารและเปลี่ยนการสะท้อนแสงของสีมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสารแคโรทีนอยด์และคลอโรฟิลล์ ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากความร้อนและการออกซิเดชันระหว่างการอบแห้ง ยิ่งการอบแห้งใช้เวลานานและอุณหภูมิสูงยิ่งเกิดได้ง่ายและอาจเกิด browning reaction ระหว่างการเก็บรักษาหากยังมี activity ของเอนไซม์ เหลืออยู่สามารถป้องกันการทำงานของเอนไซม์ได้โดยนำไปลวกและใช้ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์หรือวิตามินซี แต่ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะทำให้สีของแอนโทไซยานินหายไป และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ตกค้างทำให้สีเปลี่ยนและผู้บริโภคบางคนเกิดอาการแพ้ได้ เช่น มีอาการหอบหืด การเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลขึ้นอยู่กับ a_w และอุณหภูมิที่ใช้ระหว่างเก็บรักษาซึ่งเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิสูงยิ่งมีสีคล้ำโดยเฉพาะเมื่ออาหารมีความชื้นมากกว่าร้อยละ 4-5 และอุณหภูมิสูงกว่า 28 องศาเซลเซียส

2.11.2.4 คุณค่าทางโภชนาการ วิตามินแต่ละชนิดมีความสามารถในการละลายในน้ำได้แตกต่างกัน วิตามินซีไวต่อการถูกทำลายด้วยความร้อนและการออกซิเดชันมากที่สุด หากต้องการลดการสูญเสียวิตามินซีต้องใช้เวลาในการอบแห้งและเก็บรักษาที่สั้น ใช้อุณหภูมิต่ำความชื้นสัมพัทธ์และออกซิเจนต่ำ วิตามินบีหนึ่งก็ไวต่อความร้อน แต่วิตามินชนิดอื่นค่อนข้างทนต่อความร้อนและการออกซิเดชัน จึงสูญเสียระหว่างอบแห้งเพียงร้อยละ 5-11 ภายหลังการลวก (นิธิยา, 2544)

2.11.3 การสูญเสียสารสีธรรมชาติ

สี เป็นปัจจัยสำคัญในการชี้บ่งคุณภาพของอาหารที่มีอิทธิพลต่อผู้บริโภค เพราะสามารถชี้บ่งว่าอาหารมีคุณภาพดี เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป สีธรรมชาติที่พบในผักและผลไม้คือ แคโรทีนอยด์และคลอโรฟิลล์ การรักษาสีธรรมชาติให้คงอยู่ระหว่างการอบแห้งจึงมีความสำคัญ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้อบแห้งเป็นที่ยอมรับและดึงดูดความสนใจของผู้บริโภคทั้ง แคโรทีนอยด์และคลอโรฟิลล์เป็นสารสีที่ไม่ละลายน้ำและละลายได้ในไขมันแคโรทีนอยด์ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงได้โดยปฏิกิริยาออกซิเดชันระหว่างการอบแห้ง เพราะโครงสร้างโมเลกุลของแคโรทีนอยด์มีพันธะคู่มาก สารประกอบแคโรทีนอยด์ส่วนใหญ่คือแคโรทีนและออกซิแคโรทีนอยด์(นิธิยา, 2544)

สำหรับคลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นสารสีเขียวที่พบอยู่ในผัก พบว่าระหว่างการอบแห้ง ปริมาณคลอโรฟิลล์ในผักจะมีความเข้มข้นต่ำ การสลายตัวของคลอโรฟิลล์จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่อบแห้ง เวลา activity ของเอนไซม์ ออกซิเจน และแสง สำหรับกลไกการสลายตัวของคลอโรฟิลล์คือ จะเปลี่ยนเป็นฟิโอฟิติน (pheophytin) ในภาวะที่เป็นกรด

a_w ก็มีอิทธิพลต่ออัตราการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ตัวอย่าง เช่น ในระหว่างการอบแห้งผักโขมที่ผ่านการลวกด้วยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง พบว่าคลอโรฟิลล์ส่วนใหญ่จะสลายตัวเป็นฟิโอฟิตินที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส และ a_w สูงกว่า 0.32 อัตราการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ในผักโขมที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ที่ a_w ต่างๆ (นิธิยา, 2544)

2.11.4 อิทธิพลของ a_w

a_w มีบทบาทสำคัญมากต่อการแปรรูปและการเก็บรักษาอาหารอบแห้ง a_w เป็นอัตราส่วนของความดันไอของน้ำในอาหาร (P) ต่อความดันไอน้ำของน้ำบริสุทธิ์ (P_0) ที่อุณหภูมิเดียวกันคือ P/P_0 a_w มีผลต่อปฏิกิริยาที่ทำให้อาหารเน่าเสีย การเจริญหรือความคงตัวของจุลินทรีย์ และปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นภายในอาหาร ซึ่งสัมพันธ์กับความคงตัวของอาหาร ปัจจุบันเป็นที่ทราบแน่ชัดแล้วว่า จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ในอาหารที่ปราศจากน้ำหรืออาหารแห้งเมื่ออาหารนั้นมี a_w อยู่ในช่วง 0.6-0.7 หรือต่ำกว่า แต่ก็ยังมีปฏิกิริยาทางเคมีเกิดขึ้นได้ทั้งที่มีเอนไซม์และไม่มีเอนไซม์เป็นตัวเร่ง เช่น ปฏิกิริยาออกซิเดชันและปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์เป็นต้น ซึ่งปฏิกิริยาดังกล่าวหากเกิดขึ้นกับอาหารจะทำให้มีสี กลิ่นรสชาติ และความคงตัวเปลี่ยนไป ด้วยระหว่างการแปรรูปและเก็บรักษา ดังนั้นจึงใช้ a_w เป็นตัวชี้บ่งหรือทำนายการเสื่อมสลายและการเน่าเสียของอาหาร และเป็นตัวกำหนดการสิ้นสุดอายุการเก็บรักษาของอาหารอบแห้ง เพื่อให้ผลิตภัณฑ์อาหารอบแห้งสามารถเก็บรักษาได้นานและมีความคงตัวดี (นิธิยา, 2544)

2.11.5 จุลินทรีย์

ในอดีตการเก็บรักษาอาหาร โดยการอบแห้งมุ่งเน้นป้องกันการเน่าเสียเฉพาะที่เกิดจากจุลินทรีย์ ต่อมาพบว่าปริมาณน้ำที่ยังคงเหลืออยู่ในอาหารอบแห้งยังจำเป็นต้องการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีการทำงานของเอนไซม์อีกด้วย เพราะการกำจัดน้ำออกไปจากอาหารจะทำให้ตัวถูกละลายที่มีอยู่ในอาหารมีความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้น และจำกัดปริมาณน้ำสำหรับการเจริญของจุลินทรีย์ หากอาหารอบแห้งมีค่า a_w ต่ำกว่า 0.6 จะยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้อย่างสมบูรณ์ อย่างไรก็ตามระหว่างการอบแห้งอาจมีจุลินทรีย์บางส่วนลดจำนวนลงหรือถูกทำลายแต่ก็อาจมีจุลินทรีย์บางส่วนสามารถมีชีวิตอยู่ได้ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น อุณหภูมิที่ใช้อบแห้ง ค่า a_w ของอาหารอบแห้ง พืช สารกันบูด ออกซิเจน และอื่นๆ ดังนั้น การมีชีวิตอยู่รอดของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียจึงเป็นปัญหา และจะเป็นปัญหามากยิ่งขึ้นหากพบว่าจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคปนเปื้อนอยู่ด้วย ในการอบแห้งอาหาร วิธีการหรือภาวะที่ใช้อบแห้งมักจะคำนึงถึงการรักษาสี กลิ่น และรสชาติ ตามธรรมชาติของอาหารไว้ให้มากที่สุด ดังนั้น จึงพยายามใช้อุณหภูมิต่ำที่สุดหรือระยะเวลาสั้นที่สุด ไม่ว่าจะใช้กระบวนการอบแห้งวิธีใด ได้แก่ การอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งอบด้วยลมร้อน ตากแดด หรือใช้อุณหภูมิสูง เช่น spray หรือ drum drying ก็ไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหารได้อย่างสมบูรณ์ จึงมีบางส่วนมีชีวิตรอดอยู่ได้ โดยเฉพาะจุลินทรีย์ที่ทนความร้อนได้ดี ได้แก่ สปอร์ของแบคทีเรีย ยีสต์ รา และ thermotolerant bacteria ดังนั้นจึงอาจมีการเจริญของจุลินทรีย์เกิดขึ้นตั้งแต่มีก่อนที่จะอบแห้ง โดยเฉพาะจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคหรือสร้างสารพิษซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้

แสงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อความคงตัวของผักและผลไม้อบแห้ง เพราะทำให้สารสีถูกทำลายทั้งคลอโรฟิลล์และแคโรทีน รวมทั้งวิตามินบางชนิดก็ถูกทำลายด้วยแสง เช่น วิตามินซี วิตามินบีหนึ่ง วิตามินบีสอง และวิตามินเอ ดังนั้นภาชนะบรรจุที่ใช้ควรป้องกันไม่ให้ผักและผลไม้อบแห้งถูกแสงด้วย (นิธิยา, 2544)

บทที่ 3

เนื้อหาการวิจัย

3.1 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการวิจัย

3.1.1 วัตถุดิบ

- 3.1.1.1 ไข่ไก่ เบอร์ 2
- 3.1.1.2 ใบเตย จากตลาดปทุมมงคล จังหวัดนครปฐม
- 3.1.1.3 น้ำตาลทราย ตราวังขนาย
- 3.1.1.4 น้ำมันพืช ผลิตจากถั่วเหลือง ตรากู้ก

3.1.2 อุปกรณ์

- 3.1.2.1 Water activity meter (Novasina, Model Thermoconstanter TH 200, S/N 9604006)
- 3.1.2.2 Colorimeter (HunterLab, Model ColorFlex 45/0, S/N CX1730)
- 3.1.2.3 เตาอบลมร้อน
- 3.1.2.4 เครื่องปั่นผสม ตราฟิลลิปส์
- 3.1.2.5 เครื่องชั่งดิจิตอล
- 3.1.2.6 เครื่องรีแฟรกโตมิเตอร์ ตรา ATAGO HRG-500 Brix 0.0-90.0 %
- 3.1.2.7 เครื่องรีดถุง ตรา SANTO
- 3.1.2.8 กระทะทอง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 นิ้ว
- 3.1.2.9 ถ้วยเจาะรูสำหรับโรยฝอยทอง
- 3.1.2.10 แท่งสแตนเลสสำหรับสอยเส้นฝอยทอง
- 3.1.2.11 พิมพ์พลาสติกสำหรับทำรูปร่างฝอยทอง
- 3.1.2.12 ถาดสแตนเลส
- 3.1.2.13 หม้อสแตนเลส
- 3.1.2.14 อ่างผสม
- 3.1.2.15 พายชาย
- 3.1.2.16 กระชอน
- 3.1.2.17 ศ้ากรอง

3.1.2.18 ทัพพี

3.1.2.19 ตะแกรง

3.1.2.20 ถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีน(polypropylene; PP)

3.1.2.21 ถุงออลูมิเนียมฟอยล์ ชนิดลามิเนต(LLDPE-PET-AL)

3.1.2.22 ซองกันชื้น (silica gel)

3.1.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1.3.1 ศึกษากรรมวิธีการเดิมที่ผู้เชี่ยวชาญที่สกัดจากใบเตยที่เหมาะสมในการทำขนมฝอยมรกตกรอบ

โดยศึกษา 3 กรรมวิธี ดังนี้ กรรมวิธีที่ 1 ผสมสีเขียวขุ่นที่สกัดจากใบเตยกับน้ำมันพืช กรรมวิธีที่ 2 ผสมสีเขียวขุ่นที่สกัดจากใบเตยกับส่วนผสมทั้งหมด กรรมวิธีที่ 3 ผสมสีเขียวขุ่นที่สกัดจากใบเตยกับโซเดียมไบคาร์บอเนต(ร้อยละ 3.5 ของน้ำหนักสีเขียวขุ่นที่สกัดจากใบเตย) โดยทั้ง 3 กรรมวิธี เมื่อผสมสีเขียวเสร็จแล้วจึงนำมารวมกับส่วนผสมทั้งหมด กรองผ่านผ้ากรอง ผิดเป็นขนมฝอยมรกตกรอบ โดยใช้ดำเนินการทำฝอยมรกตกรอบ ซึ่งคัดแปลงมาจากสูตรฝอยทองของพงษ์ศักดิ์(2547) ดังแสดงกรรมวิธีการทำขนมฝอยมรกตกรอบ 3 วิธีในภาคผนวก ก และวิธีการสกัดสีเขียวขุ่นจากใบเตยตามวิธีของพรทิพย์(2545: สัมภาษณ์) (ภาคผนวก ข) บันทึกลักษณะปรากฏ เลือกกรรมวิธีที่เหมาะสมมาทำการศึกษาในขั้นต่อไป

3.1.3.2 ศึกษาปริมาณสีเขียวจากใบเตยที่เหมาะสมในการทำขนมฝอยมรกตกรอบ โดยศึกษาปริมาณสีเขียวที่ใช้ในการทำขนมฝอยมรกต 3 ระดับ (ภาคผนวก ก) ประเมินผลทางประสาทสัมผัสด้านความชอบในลักษณะปรากฏ ด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่นรส และความชอบรวม โดยใช้ 9 Point-Hedonic Scale วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกแบบสมบูรณ์ (randomized complete block design, RCBD) วิเคราะห์ผลด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย (Analysis of Variance, ANOVA) เรียงลำดับความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

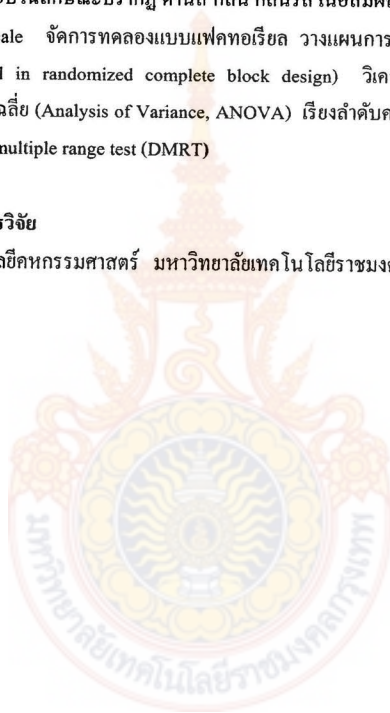
3.1.3.3 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีบางประการของขนมฝอยมรกตกรอบ นำขนมฝอยมรกตกรอบที่ได้ไปวัดคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพบางประการ

3.1.3.4 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค ทำการทดสอบการยอมรับขนมฝอยมรกตกรอบ โดยใช้แบบสอบถาม และให้ตัวอย่างให้ประเมิน โดยใช้กลุ่มผู้บริโภค จำนวน 100 คน ประเมินผลทางประสาทสัมผัสทางความชอบขนมฝอยมรกตกรอบ ให้คะแนนความชอบแบบ 9 Point-Hedonic Scale วิเคราะห์ผลเป็นค่าเฉลี่ย และค่าร้อยละ

3.1.3.5 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของขนมฟอยมรกตกรอบที่ผลิตได้ โดยบรรจุตัวอย่างขนมฟอยมรกตกรอบในถุงพลาสติกใส ชนิดพอลิพรอพิลีน(polypropylene; PP) และถุงอลูมิเนียมฟอยล์ ชนิดลามิเนต(LLDPE-PET-AL) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิตู้เย็น เก็บตัวอย่างทุก 3 สัปดาห์คือ 0 สัปดาห์ 3 สัปดาห์ และ 6 สัปดาห์ ให้ผู้ชิม จำนวน 20 คน ประเมินผลทางประสาทสัมผัสทางความชอบในลักษณะปรากฏ ด้านสี กลิ่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยใช้ 9 Point-Hedonic Scale จัดการทดลองแบบแฟคทอเรียล วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกแบบสมบูรณ์ (factorial in randomized complete block design) วิเคราะห์ผลด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย (Analysis of Variance, ANOVA) เรียงลำดับความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

3.2 สถานที่ทำการวิจัย

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ



บทที่ 4

ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

4.1 ผลการศึกษากรรมวิธีการเดิมสี่เขียวที่เหมาะสมในการทำขนมฝอยมรกตกรอบ

จากการศึกษากรรมวิธีการเดิมสี่เขียวขั้นที่สกัดจากใบเตย ลงในส่วนผสมที่เหมาะสม โดยใช้กรรมวิธีดังนี้ กรรมวิธีที่ 1 ผสมสี่เขียวขั้นที่สกัดจากใบเตยกับน้ำมันพืช กรรมวิธีที่ 2 ผสมสี่เขียวขั้นที่สกัดจากใบเตยกับส่วนผสมทั้งหมด กรรมวิธีที่ 3 ผสมสี่เขียวขั้นที่สกัดจากใบเตยกับไข่เค็มใบคารบอนด์(ร้อยละ 3 ของน้ำหนักสี่เขียวขั้นที่สกัดจากใบเตย) โดยทั้ง 3 กรรมวิธี เมื่อผสมสี่เขียวเสร็จแล้วจึงนำมาผสมกับส่วนผสมทั้งหมด กรองผ่านผ้ากรอง ผลิตเป็นขนมฝอยมรกตกรอบ โดยใช้คาร์บอเนตทำขนมฝอยมรกตกรอบ ซึ่งดัดแปลงมาจากสูตรฝอยทองของพงษ์ศักดิ์(2547) ดังแสดงกรรมวิธีการทำขนมฝอยมรกตกรอบ 3 วิธีในภาคผนวก ก และวิธีการสกัดสี่เขียวขั้นจากใบเตยตามวิธีของพรทิพย์(2545: สัมภาษณ์) (ภาคผนวก ข) ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 3

จากการทดลองพบว่ากรรมวิธีที่ 1 และ 2 จะให้ผลที่คล้ายกันคือ ขณะโรยส่วนผสมมีความขึ้นเหนียวสามารถโรยเส้นได้เป็นเส้นยาว เส้นไม่ขาดเป็นช่วงๆ สอดเส้นขึ้นได้โดยเส้นมีความเหนียวไม่ขาดขณะสอดเส้นขึ้น ในกรรมวิธีที่ 1 เมื่อโรยเป็นเส้นแล้ว พบว่ามีจุดเม็ดสี่เขียวเล็กๆที่เส้นบ้างเล็กน้อย เส้นกลมยาว ส่วนกรรมวิธีที่ 2 มีจุดเม็ดสี่เขียวเล็กๆที่เส้นบ้างปานกลาง เส้นกลมยาว และเมื่ออบแห้งแล้ว ทั้งกรรมวิธีที่ 1 และ 2 เส้นมีลักษณะแบนยาว มีสี่เขียว ไม่เห็นเป็นจุดเม็ดสี่เขียวที่ชัดเจน มีกลิ่นใบเตย กรอบหวาน ไม่มีผลึกน้ำตาลเกาะ เส้นเกาะอัดกันปานกลาง ส่วนกรรมวิธีที่ 3 เมื่อผสมสี่เขียวขั้นที่สกัดจากใบเตยกับไข่เค็มใบคารบอนด์พบว่า ขณะโรยส่วนผสมฝอยมรกตมีความขึ้นเหนียว ค่อนข้างเหลว เมื่อโรยเส้นส่วนผสมจะไหลเร็วมาก และเส้นขาดเป็นช่วงๆ ขณะสอดเส้นขึ้น เส้นค่อนข้างเปื่อย และขาดขณะสอดเส้นขึ้น เมื่อโรยเป็นเส้นแล้วมีจุดเม็ดสี่เขียวเล็กๆที่เส้นน้อยมาก เส้นสั้นและไม่กลม เมื่ออบแห้งแล้วพบว่าเส้นแบนยาว และมีลักษณะเส้นเป็นแผ่นใหญ่ ปะปอบนุ่มมาก เส้นมีสี่เขียวนิยมน มองดูไม่เห็นเป็นจุดเม็ดสี่ มีกลิ่นใบเตย กรอบหวาน ไม่มีผลึกน้ำตาลเกาะ เส้นเกาะอัดกันแน่นมาก

ตารางที่ 3 ลักษณะขนมฟอยมรกตขณะโรย ขณะที่ยังไม่อบและขณะที่ยอบแห้งแล้ว

ขั้นตอน การผลิต	ลักษณะปรากฏของขนมฟอยมรกต		
	กรรมวิธีที่ 1	กรรมวิธีที่ 2	กรรมวิธีที่ 3
ขณะโรย เส้น	ส่วนผสมมีความชื้น หนืดสามารถโรยเส้นได้ ตามปกติ เส้นไม่ขาด เป็นช่วงๆ สอยเส้นขึ้น ได้โดยเส้นมีความ เหนียว ไม่ขาดขณะสอย เส้นขึ้น	ส่วนผสมมีความชื้น หนืด สามารถโรยเส้น ได้ตามปกติ เส้นไม่ขาด เป็นช่วงๆ สอยเส้นขึ้น ได้โดยเส้นมีความ เหนียว ไม่ขาดขณะสอย เส้นขึ้น	ส่วนผสมมีความชื้นเล็กน้อย ค่อนข้างเหลว เมื่อโรยเส้น ส่วนผสมจะไหลเร็วมาก และ เส้นขาดเป็นช่วงๆ ขณะสอย เส้นขึ้น เส้นค่อนข้างเปื่อย และ ขาดขณะสอยเส้นขึ้น
เส้นฟอย มรกตที่ยัง ไม่อบ	มีจุดเม็ดสีเขียวเล็กๆที่ เส้นบ้างเล็กน้อย เส้น กลมยาว	มีจุดเม็ดสีเขียวเล็กๆที่ เส้นบ้างปานกลาง เส้น กลมยาว	มีจุดเม็ดสีเขียวเล็กๆที่เส้นน้อย มาก เส้นสั้น ไม่กลม และมี ลักษณะเป็นแผ่นๆของหยดไข่
ฟอยมรกต กรอบที่อบ แล้ว	เส้นแบนยาว มีสีเขียว มองดูไม่เห็นเป็นจุดเม็ด สีที่ชัดเจน มีสีเขียว สม่ำเสมอ มิกล้นใบเตย กรอบหวาน ไม่มีผลึก น้ำตาลเกาะ เส้นเกาะอัด กันปานกลาง	เส้นแบนยาว มีสีเขียว มองดูไม่เห็นเป็นจุดเม็ด สีที่ชัดเจน มีสีเขียว สม่ำเสมอ มิกล้นใบเตย กรอบหวาน ไม่มีผลึก น้ำตาลเกาะ เส้นเกาะอัด กันปานกลาง	เส้นแบนยาว และมีลักษณะ เส้นเป็นแผ่นใหญ่ปะปนอยู่ มาก มีสีเขียวเนียน มองดูไม่ เห็นเป็นจุดเม็ดสี มิกล้นใบ เตย กรอบหวาน ไม่มีผลึกน้ำตาล เกาะ เส้นเกาะอัดกันแน่นมาก

จากการทดลองจะเห็นได้ว่า กรรมวิธีที่ 3 ที่มีการให้สภาวะที่เป็นค่า โดยการใช้โซเดียมไบคาร์บอเนต ลงในสีเขียวขึ้นที่สกัดจากใบเตย พบว่าโซเดียมไบคาร์บอเนตมีส่วนช่วยให้สีเขียวลงลายรวมกับส่วนผสมของขนมฟอยทองได้ดีขึ้น โดยที่เส้นฟอยมรกตที่ได้จะมีจุดเขียวเล็กๆที่เส้นเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากสภาวะที่เป็นค่าไปช่วยทำให้คลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นเม็ดสีในพืชที่ให้สีเขียว นั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของคลอโรฟิลล์ที่ให้สีเขียว โดยรชนิ(2537) กล่าวว่า ในสภาวะที่เป็นค่า กลุ่มไทโพลในโครงสร้างของคลอโรฟิลล์ จะถูกกำจัดออกไป ทำให้เกิดคลอโรฟิลิน ที่มีสีเขียวสดใสมากสามารถละลายน้ำได้ดี นอกจากนี้ Holden(1976) และ Fuke และคณะ(1985) ได้ศึกษาผลของการเติมโซเดียมไบคาร์บอเนต และโซเดียมคาร์บอเนต ร่วมในการสกัดคลอโรฟิลล์พบว่าจะ

สามารถลดการเกิดสีเขียวบนน้ำตาลของฟิโอฟิดินลง ให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ได้มากขึ้น อย่างไรก็ตามวิธีนี้เมื่อนำหลักการให้สภาวะที่เป็นด่างแก่สีเขียวยังขึ้นที่สกัดจากใบเตยดังกล่าวมาใช้ แม้ว่าจะช่วยให้สีเขียวยังมีการละลายเข้ากับส่วนผสมฟอยมรกตได้ดีกว่ากรรมวิธีที่ 1 และ 2 แต่ปรากฏว่าในการทำขนมฟอยมรกตที่สภาวะความเป็นด่างดังกล่าวไปมีผลต่อความชื้นหนืดของส่วนผสมขนมฟอยมรกต โดยทำให้ส่วนผสมมีความชื้นหนืดลดลง มีลักษณะเหลวขึ้น เมื่อส่วนผสมผ่านรูของถ้วยแก้วที่ใช้โรยขนมฟอยมรกต ส่วนผสมดังกล่าวมีลักษณะการไหลอย่างรวดเร็วจนไม่สามารถโรยให้เป็นเส้นยาวได้ และมีลักษณะเส้นที่ขาดเป็นช่วงๆ จึงยากแก่การโรย และการสอยเส้นขึ้นเนื่องจากเส้นมีลักษณะเปื่อยขาดขณะสอยขึ้นอีกด้วย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากโปรตีนในไข่แดงและไข่ขาวอาจเกิดการแปรสภาพ(denatured)เมื่อมีสภาวะเป็นด่าง(ประชา และอรวินท์, 2519) จึงทำให้ยากแก่การทำโรยขนมให้ได้ลักษณะที่ดี

ส่วนกรรมวิธีที่ 1 ได้ทำการละลายส่วนผสมสีเขียวยังขึ้นที่สกัดจากใบเตยในน้ำมันพืช ก่อนผสมรวมในส่วนผสม แม้ว่าเมื่อโรยเส้นแล้ว เส้นจะมีลักษณะเป็นจุดอยู่บ้าง แต่ก็ดีกว่ากรรมวิธีที่ 2 ที่ผสมสีเขียวยังขึ้นของใบเตยลงในส่วนผสมเลย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากคุณสมบัติโดยทั่วไปของคลอโรฟิลล์ ซึ่งเป็นรงควัตถุที่ละลายในไขมันและตัวทำละลายอินทรีย์อื่นๆ (กิตติพงษ์, นปป.)และละลายในน้ำน้อยมาก (ศิริลักษณ์, 2519) อย่างไรก็ตามวิธีนี้ เมื่อนำไปอบแห้งแล้วปรากฏว่าลักษณะจุดสีเขียวที่เส้นฟอยมรกตดังกล่าวกลับมองดูไม่เด่นชัดจนเท่าเส้นฟอยมรกตที่ยังไม่ได้อบแห้ง ดังนั้นหากต้องการทำเป็นขนมฟอยมรกตเส้นสดที่ไม่อบแห้ง ก็อาจจะเลือกใช้กรรมวิธีที่ 1 เพราะจะมองเห็นจุดสีเขียวน้อยกว่ากรรมวิธีที่ 2 แต่หากต้องการทำเป็นขนมฟอยมรกตกรอบ ก็สามารถเลือกใช้ได้ทั้งกรรมวิธีที่ 1 และ 2 แต่เนื่องจากกรรมวิธีที่ 2 มีความสะดวก ไม่ต้องสิ้นเปลืองเวลาและขั้นตอนในการนำสีไปละลายในน้ำมัน ผู้วิจัยจึงเลือกใช้กรรมวิธีที่ 2 คือ ผสมส่วนผสมทั้งหมดรวมกันแล้วกรองผ่านผ้ากรอง แล้วนำไปทำการศึกษาในขั้นต่อไป

4.2 ผลการศึกษาปริมาณสีเขียวยจากใบเตยที่เหมาะสมในการทำขนมฟอยมรกตกรอบ

จากการศึกษาปริมาณสีเขียวยที่ใช้ในการทำขนมฟอยมรกต 3 ระดับ คือ 10 12.5 และ 15 กรัม พบว่าลักษณะขนมฟอยมรกตที่ได้ขณะโรย และที่อบแห้งแล้ว ปริมาณสีเขียวยังขึ้นที่สกัดจากใบเตยที่ใช้ทั้ง 3 ระดับ สามารถโรยเส้นได้เป็นเส้นยาว เมื่อสอยเส้นขึ้นเส้นไม่ขาด ให้ลักษณะเส้นฟอยมรกตที่เป็นเส้นยาวเหยียดตรง เส้นมีลักษณะกลม เรียงกันเป็นแพ เมื่อประเมิณผลทางประสาทสัมผัสทางความชอบในลักษณะปรากฏ ด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยใช้แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส 9 Point-Hedonic Scale ผู้ชิม 20 คน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ดังแสดงในตารางที่ 4 จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติในตารางผนวกที่ 1-4 พบว่าผลการประเมิน

คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของฟอยมรกตกรอบที่ได้ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยความชอบด้านเนื้อสัมผัสของปริมาณสีเขียวที่ระดับ 10 12.5 และ 15 กรัม คือ 6.4 6.6 และ 6.6 ตามลำดับ ซึ่งจากการทดลองดังกล่าวก็พบว่าปริมาณสีเขียวขั้นที่สกัดจากใบเตย ที่ใส่ในปริมาณที่มากที่สุดที่ 15 กรัม นั้นไม่เป็นอุปสรรคต่อการโรยเส้นฟอยมรกต เนื่องจากส่วนผสมไข่ที่ใส่สีเขียวดังกล่าวยังมีความข้นหนืดพอเหมาะ สามารถโรยเส้นฟอยมรกตได้เป็นเส้นยาว และไม่เหนียวขาดขณะสอยขึ้น รวมถึงขั้นตอนการยีสเส้นเพื่อขึ้นรูปนำมาอบเป็นขนมฟอยมรกตกรอบด้วยเช่นกัน

ในส่วนของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี พบว่าปริมาณสีเขียวขั้นที่สกัดจากใบเตย ที่ระดับ 12.5 กรัม ได้รับคะแนนเฉลี่ยความชอบมากที่สุด คือ 7.2 อยู่ในช่วงชอบปานกลาง ถึงชอบมาก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 รองลงมาคือ 10 กรัม และ 15 กรัม ตามลำดับ ซึ่งปริมาณสีเขียวที่ใช้ทั้ง 2 ระดับนี้จะมีคะแนนเฉลี่ยความชอบด้านสี 6.4 และ 6.1 ตามลำดับแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4 คะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผู้ชิม ที่มีต่อขนมฟอยมรกตกรอบที่ใช้ปริมาณสีเขียวขั้นที่สกัดจากใบเตย 3 ระดับ

ลักษณะปรากฏ	ปริมาณสีเขียวขั้นที่สกัดจากใบเตย ที่ใช้ในการทำขนมฟอยมรกตกรอบ		
	10 กรัม	12.5 กรัม	15 กรัม
สี	6.4 ^b (± 0.6)	7.2 ^a (± 0.4)	6.1 ^b (± 0.8)
กลิ่นรส	6.3 ^b (± 0.3)	6.5 ^{ab} (± 0.3)	6.6 ^a (± 0.4)
เนื้อสัมผัส	ns 6.4 ^a (± 0.4)	6.6 ^a (± 0.3)	6.6 ^a (± 0.4)
ความชอบรวม	6.2 ^c (± 0.5)	7.0 ^a (± 0.5)	6.6 ^b (± 0.4)

หมายเหตุ

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรส พบว่าปริมาณสีเขียวขั้นที่สกัดจากใบเตย ที่ระดับ 15 กรัม ได้รับคะแนนเฉลี่ยความชอบมากที่สุด คือ 6.6 อยู่ในช่วงชอบเล็กน้อย ถึงชอบปานกลาง รองลงมาคือ 15 กรัม และ 10 กรัม ตามลำดับ มีคะแนนเฉลี่ยความชอบด้านกลิ่นรส 6.5 และ 6.3 ตามลำดับ โดยปริมาณสีเขียวที่ระดับ 12.5 และ 15 กรัม มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ส่วนคะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวม พบว่าปริมาณสีเขียวที่ระดับ 12.5 กรัม ได้รับคะแนนเฉลี่ยความชอบมากที่สุด คือ 7.0 อยู่ในระดับความชอบปานกลาง รองลงมาคือ 15 กรัม และ 10 กรัม ตามลำดับ มีคะแนนเฉลี่ยความชอบด้านความชอบรวม 6.6 และ 6.2 ตามลำดับ โดยปริมาณสีเขียวขั้นที่สกัดจากใบเตย ทั้ง 3 ระดับ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อพิจารณาโดยรวมเนื่องจากปริมาณสีเขียวขั้นที่สกัดจากใบเตย ที่ใส่ไม่ส่งผลต่อนื้อสัมผัสของขนมฟอยมรกตกรอบและกรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงเลือกนำปริมาณสีเขียวขั้นที่สกัดจากใบเตย ที่ระดับ 12.5 กรัม ที่ได้รับคะแนนเฉลี่ยความชอบมากที่สุด โดยอยู่ในระดับความชอบปานกลาง ไปใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

4.3 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

จากการทดสอบการยอมรับขนมฟอยมรกตกรอบ โดยใช้แบบสอบถาม และมีตัวอย่างให้ประเมิน ทำการผลิตขนมฟอยมรกตกรอบ โดยใช้ปริมาณสีเขียวขั้นที่สกัดจากใบเตย 12.5 กรัม ใช้กลุ่มผู้บริโภค จำนวน 100 คน ประเมินผลทางประสาทสัมผัสทางความชอบขนมฟอยมรกตกรอบ ให้คะแนนความชอบแบบ 9 Point-Hedonic Scale วิเคราะห์ผลเป็นค่าเฉลี่ย และค่าร้อยละ ได้ผลดังนี้

4.3.1 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มผู้ทดสอบ

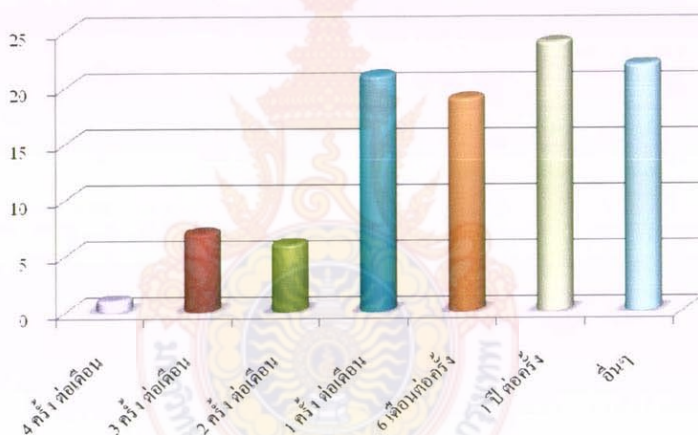
พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นหญิงคิดเป็นร้อยละ 76 อายุส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 16-25 ปี คิดเป็นร้อยละ 88 การศึกษาส่วนใหญ่อยู่ระดับปริญญาตรี ร้อยละ 93 และเป็นนักศึกษาร้อยละ 85 มีรายได้ต่อเดือนส่วนใหญ่ต่ำกว่า 5,000 บาท ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ ของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 100 คน

ลักษณะทางประชากรศาสตร์		ร้อยละ
เพศ		
	ชาย	24
	หญิง	76
อายุ (ปี)		
	16-25 ปี	88
	26-35 ปี	7
	36-45 ปี	2
	46 ปีขึ้นไป	3
การศึกษา		
	ประถมศึกษา	1
	ปริญญาตรี	93
	ปริญญาโท	6
อาชีพ		
	นักเรียน/นิสิต/นักศึกษา	85
	ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	15
รายได้ต่อเดือน (บาท)		
	ต่ำกว่า 5,000 บาท	47
	5,001-10,000 บาท	39
	10,001-20,000 บาท	9
	20,001-30,000 บาท	3
	30,001-40,000 บาท	1
	สูงกว่า 40,001 บาท	1

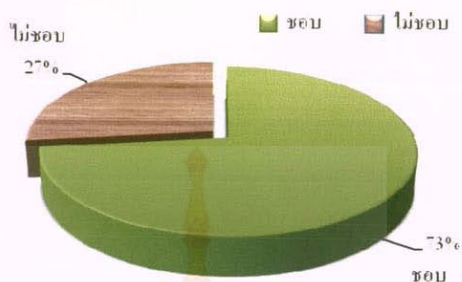
4.3.2 พฤติกรรมการบริโภคขนมฝอยทองกรอบที่มีทั่วไปตามท้องตลาด

4.3.2.1 ความถี่ในการรับประทานขนมฝอยทองกรอบ จากการสำรวจความถี่ในการรับประทานขนมฝอยทองกรอบ พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ร้อยละ 24 รับประทานขนมฝอยทองกรอบ 1 ปีต่อครั้ง ร้อยละ 22 อื่นๆ โดยส่วนใหญ่ระบุว่าเสียดังโอกาส แต่ก็ยังมีบางคนระบุไม่เคยซื้อรับประทาน รองลงมาคือ ร้อยละ 21 รับประทาน 1 ครั้งต่อเดือน ร้อยละ 19 รับประทาน 6 เดือนต่อครั้ง ร้อยละ 7 รับประทาน 3 ครั้งต่อเดือน ร้อยละ 6 รับประทาน 2 ครั้งต่อเดือน และร้อยละ 1 รับประทาน 4 ครั้งต่อเดือน ดังแสดงในภาพที่ 1



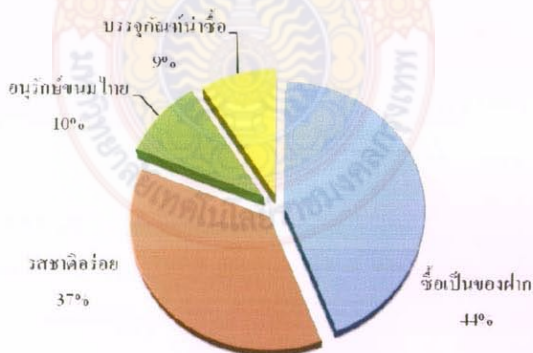
ภาพที่ 1 ความถี่ในการรับประทานขนมฝอยทองกรอบ จากผู้บริโภค 100 คน

4.3.2.2 ทักษะคิดที่มีต่อขนมฝอยทองกรอบ จากการสำรวจความคิดเห็นที่มีต่อขนมฝอยทองกรอบพบว่าผู้บริโภคร้อยละ 73 ชอบขนมฝอยทองกรอบ และร้อยละ 27 ไม่ชอบ โดยเหตุผลในการไม่ชอบขนมฝอยทองกรอบส่วนใหญ่ระบุว่าไม่ชอบขนมหวาน และให้เหตุผลในทางสุขภาพ เช่น ขนมฝอยทองทำมาจากไข่แดง มักมีโคเลสเตอรอลสูง และรวมถึงการมีโรคประจำตัวจึงไม่รับประทาน เช่น โรคเบาหวาน ดังแสดงในภาพที่ 2



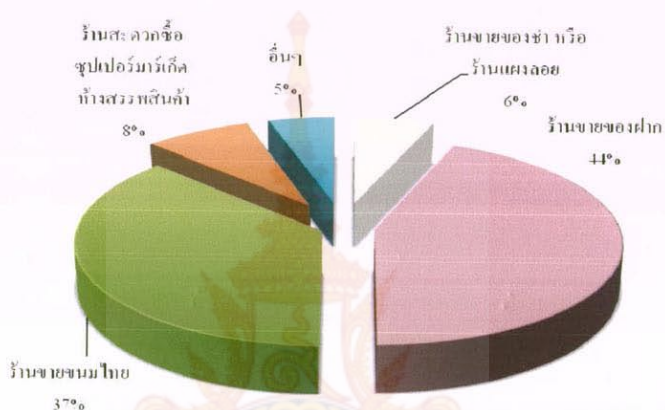
ภาพที่ 2ทัศนคติของผู้บริโภคที่มีต่อขนมฝอยทองกรอบทั่วไปที่มีในท้องตลาด

4.3.2.3 เหตุผลในการเลือกซื้อขนมฝอยทองกรอบ จากการสำรวจความคิดเห็นพบว่า เหตุผลในการเลือกซื้อ 4 อันดับแรกมีดังนี้ อันดับที่ 1 ซื้อเป็นของฝาก ร้อยละ 44 อันดับที่ 2 ขนมนิรสาดีอร่อย ร้อยละ 37 อันดับที่ 3 อนุรักษ์ขนมไทย ร้อยละ 10 และอันดับที่ 4 บรรจุภัณฑ์น่าซื้อ ร้อยละ 9 ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 เหตุผลในการเลือกซื้อขนมฝอยทองกรอบ

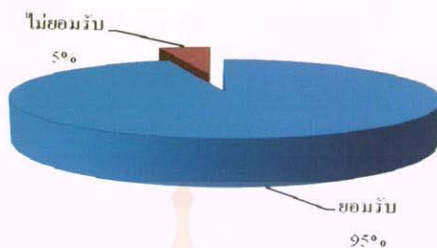
4.3.2.4 สถานที่ซื้อขนมฝอยทองกรอบ ผู้บริโภคส่วนใหญ่ร้อยละ 44 ซื้อที่ร้านขายของฝาก รองลงมาร้อยละ 37 ซื้อที่ร้านขายขนมไทย นอกนั้นจะเป็นร้อยละ 8 ซื้อตามร้านสะดวกซื้อ ซูเปอร์มาร์เก็ต ห้างสรรพสินค้า และร้อยละ 6 ซื้อตามร้านขายของชำ หรือร้านแผงลอย ดังแสดงในภาพที่ 4



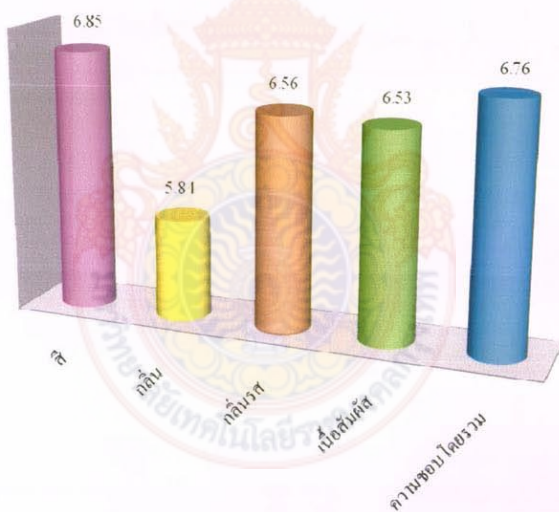
ภาพที่ 4 สถานที่ที่ผู้บริโภคซื้อขนมฝอยทองกรอบ

4.3.3 การยอมรับของผู้บริโภคที่มีขนมฝอยมรกตกรอบ

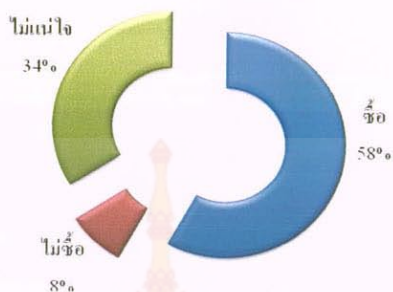
ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมฝอยมรกตกรอบ ร้อยละ 95 ดังแสดงในภาพที่ 5 และมีความชอบรวมโดยเฉลี่ยเท่ากับ 6.76 อยู่ในช่วงระดับความชอบเล็กน้อย ถึงชอบปานกลาง ดังแสดงในภาพที่ 6 หากมีขนมออกจำหน่ายผู้บริโภคจะซื้อร้อยละ 58 ไม่น่าใจ ร้อยละ 34 และไม่ซื้อ ร้อยละ 8 ดังภาพที่ 7 สำหรับขนาดชิ้นของขนมฝอยมรกตกรอบที่ทำการทดสอบ ผู้บริโภคร้อยละ 92 บอกว่ามีขนาดพอเหมาะแล้ว ส่วนราคาที่เหมาะสมเมื่อบรรจุในบรรจุภัณฑ์พลาสติก บรรจุจำนวน 12 ชิ้น ราคาที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 25-30 บาท ร้อยละ 56 ดังแสดงในภาพที่ 8



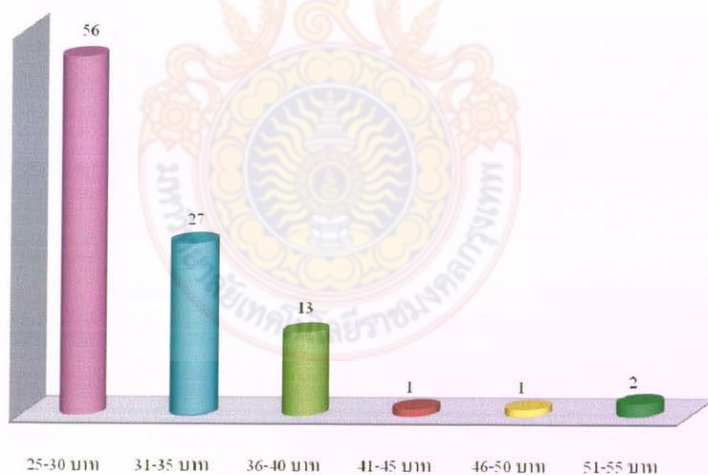
ภาพที่ 5 การยอมรับของผู้บริโภค 100 คน ที่มีต่อขนมฟอยมรกตกรอบ



ภาพที่ 6 คะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค 100 คน ที่มีต่อขนมฟอยมรกตกรอบ



ภาพที่ 7 การตัดสินใจในการเลือกซื้อขนมฝอยมรกตกรอบ ของผู้บริโภค 100 คน



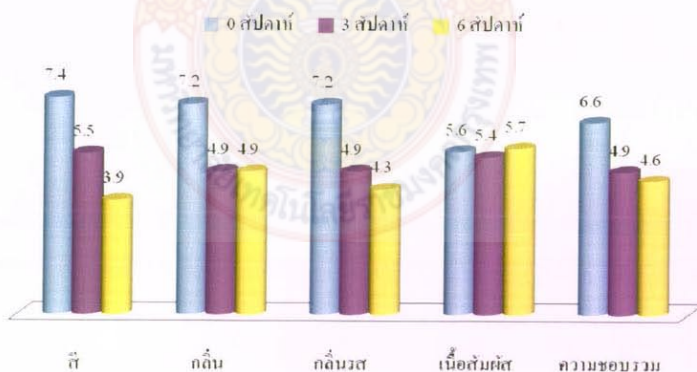
ภาพที่ 8 ราคาที่เหมาะสมของขนมฝอยมรกตกรอบขนาดบรรจุ 12 ชั้น

4.4 ผลการศึกษาการเก็บรักษาของขนมฝอยมรกตกรอบที่ผลิตได้

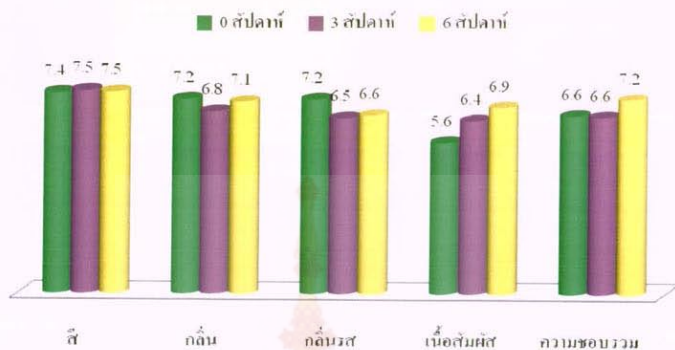
ทำการผลิตขนมฝอยมรกตกรอบ โดยใช้ปริมาณสีเขียวเข้มที่สกัดจากใบเตย 12.5 กรัม บรรจุตัวอย่างขนมฝอยมรกตกรอบในถุงพลาสติกใส ชนิดพอลิพรอพิลีน (polypropylene; PP) และถุงอลูมิเนียมฟอยล์ ชนิดลามิเนต(LLDPE-PET-AL) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิตู้เย็น เก็บตัวอย่างทุก 3 สัปดาห์คือ 0 สัปดาห์ 3 สัปดาห์ และ 6 สัปดาห์ ให้ผู้ชิม จำนวน 20 คน ประเมินผลทางประสาทสัมผัสด้านความชอบในลักษณะปรากฏ ด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่น กลิ่นรส และความชอบรวม โดยใช้แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส 9 Point-Hedonic Scale และวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและจุลินทรีย์ ได้แก่ ค่าaw ค่าสี และจำนวนยีสต์และรา ได้ผลดังนี้

4.4.1 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยการศึกษาลักษณะปรากฏโดยรวมของผลิตภัณฑ์ ให้คะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยใช้ผู้ชิม 20 คน พบว่าตัวอย่างที่เก็บที่อุณหภูมิห้องในถุงพลาสติกใส ผู้ชิมให้คะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น กลิ่นรส และความชอบรวมลดลงในสัปดาห์ที่ 3 และ 6 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 9 ส่วนความชอบด้านเนื้อสัมผัส มีความชอบเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย

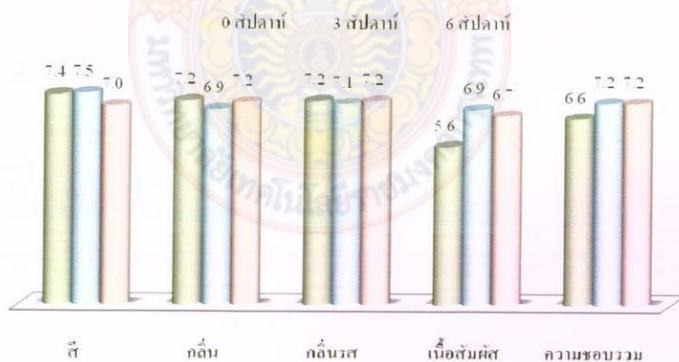


ภาพที่ 9 คะแนนเฉลี่ยความชอบทางประสาทสัมผัสของขนมฝอยมรกตกรอบเมื่อเก็บในถุงพลาสติกใส ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 0 3 และ 6 สัปดาห์

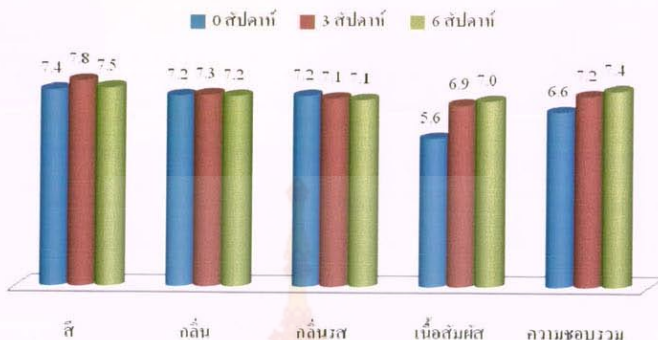


ภาพที่ 10 คะแนนเฉลี่ยความชอบทางประสาทสัมผัสของขนมฟอยมรกตกรอบเมื่อเก็บในถุงพลาสติกใส ที่อุณหภูมิตู้เย็น เป็นเวลา 0 3 และ 6 สัปดาห์

เมื่อเก็บในถุงพลาสติกใสที่อุณหภูมิตู้เย็น ผู้ชิมให้คะแนนความชอบในทุกด้านเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ดังแสดงในภาพที่ 10



ภาพที่ 11 คะแนนเฉลี่ยความชอบทางประสาทสัมผัสของขนมฟอยมรกตกรอบเมื่อเก็บในถุงอูมินัมฟอยล์ ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 0 3 และ 6 สัปดาห์



ภาพที่ 12 คะแนนเฉลี่ยความชอบทางประสาทสัมผัสของขนมฝอยมรกตกรอบเมื่อเก็บในถุงอูมินัมฟอยล์ ที่อุณหภูมิตู้เย็น เป็นเวลา 0 3 และ 6 สัปดาห์

เมื่อเก็บในถุงอูมินัมฟอยล์ ที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิตู้เย็น พบว่าผู้ชิมให้คะแนนความชอบในทุกด้านเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ส่วนความชอบด้านเนื้อสัมผัสมีคะแนนสูงขึ้นจากเดิมในสัปดาห์ที่ 3 และ 6 ดังแสดงในภาพที่ 11-12

จากภาพที่ 10-12 จะเห็นได้ว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น ทั้งในถุงพลาสติกใส และถุงอูมินัมฟอยล์ มีผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น กลิ่นรส และความชอบรวม เพียงเล็กน้อย โดยมีระดับความชอบในแต่ละด้านอยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อย ชอบปานกลาง และชอบมาก

ส่วนขนมฝอยมรกตกรอบที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง ในถุงพลาสติกใส มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสในทุกด้านลดลงอย่างมาก ในสัปดาห์ที่ 3 และ 6 จากเกณฑ์คะแนนที่อยู่ในช่วงความชอบเล็กน้อย ชอบปานกลาง และชอบมาก กลับลดลงอยู่ในเกณฑ์คะแนนเฉยๆ ถึงไม่ชอบมากปานกลาง โดยพบว่า การเก็บรักษาขนมฝอยมรกตกรอบที่ถุงพลาสติกใส ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 สัปดาห์ (ตารางที่ 6) และ 6 สัปดาห์ (ตารางที่ 7) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนการเก็บรักษาในถุงพลาสติกใส ที่อุณหภูมิตู้เย็น และถุงอูมินัมฟอยล์ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น พบว่าคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในทุกด้านแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 6-7 และตารางผนวกที่ 5-14 ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิตู้เย็นมีผลต่อการช่วยชะลอปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี และทางจุลินทรีย์ ทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาอาหารแปรูปได้นานขึ้น (นิธิยา, 2545)

ตารางที่ 6 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมฟอยมรกตกรอบด้านสี กลิ่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และ ความชอบรวม ที่เก็บในจุพลาสติคใส และจุอลูมินั่มฟอยล์ ที่อุณหภูมิห้องและ อุณหภูมิตู้เย็นเมื่อเก็บรักษาไว้ 3 สัปดาห์

คุณลักษณะ	จุพลาสติคใส		จุอลูมินั่มฟอยล์	
	อุณหภูมิห้อง	อุณหภูมิตู้เย็น	อุณหภูมิห้อง	อุณหภูมิตู้เย็น
สี	5.45 ^b	7.50 ^a	7.45 ^a	7.75 ^a
กลิ่น	4.90 ^b	6.50 ^a	7.10 ^a	7.10 ^a
กลิ่นรส	4.90 ^b	6.75 ^a	6.90 ^a	7.25 ^a
เนื้อสัมผัส	5.40 ^b	6.40 ^a	6.90 ^a	6.85 ^a
ความชอบรวม	4.90 ^b	6.55 ^a	7.15 ^a	7.20 ^a

หมายเหตุ

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 7 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมฟอยมรกตกรอบด้านสี กลิ่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และ ความชอบรวม ที่เก็บในจุพลาสติคใส และจุอลูมินั่มฟอยล์ ที่อุณหภูมิห้องและ อุณหภูมิตู้เย็นเมื่อเก็บรักษาไว้ 6 สัปดาห์

คุณลักษณะ	จุพลาสติคใส		จุอลูมินั่มฟอยล์	
	อุณหภูมิห้อง	อุณหภูมิตู้เย็น	อุณหภูมิห้อง	อุณหภูมิตู้เย็น
สี	3.90 ^b	7.45 ^a	7.00 ^a	7.50 ^a
กลิ่น	4.25 ^b	6.60 ^a	7.20 ^a	7.05 ^a
กลิ่นรส	4.90 ^b	7.10 ^a	7.15 ^a	7.20 ^a
เนื้อสัมผัส	5.65 ^b	6.90 ^a	6.70 ^a	7.00 ^a
ความชอบรวม	4.60 ^b	7.20 ^a	7.15 ^a	7.40 ^a

หมายเหตุ

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากผลการทดลองดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษานมฟอยมรกตกรอบหาค ต้องการเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำคือ ๒ องศาเซลเซียส โดยควบคุมปัจจัยทางด้านอุณหภูมิโดยควรเก็บรักษาไว้ที่ อุณหภูมิ ๒ องศาเซลเซียส แต่ถ้าหากเก็บในอุณหภูมิที่ต่ำกว่า ๒ องศาเซลเซียส จะยังสามารถเก็บรักษาไว้ได้ที่อุณหภูมิห้อง ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาทดสอบคือทั้ง 3 และ 6 สัปดาห์ โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านคุณภาพทาง ประสาทสัมผัสที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงคุณภาพ ทางประสาทสัมผัสดังกล่าวอาจเป็นผลมาจาก ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของรงควัตถุที่ให้สี เขียวจากคลอโรฟิลล์ เนื่องจากคลอโรฟิลล์เป็นสารที่ไม่คงตัวเปลี่ยนแปลงได้ง่ายเมื่อมีการ เปลี่ยนแปลงทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมี ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงได้แก่ ความ ร้อน แสง อุณหภูมิ เอนไซม์ ค่าพีเอช เวลา โลหะ รังสีแกมมา และค่า Δw เป็นต้น (นิธิยา, 2544 และ รัชณี, 2537) นอกจากนี้ ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการสูญเสียทางด้านกลิ่น อีกอย่างหนึ่งก็คือ การเกิด การออกซิเดชันของรงควัตถุ วิตามิน และไขมัน ในระหว่างการเก็บรักษาอาหารที่มีโครงสร้างเป็นรู พรุนอยู่ภายในจะกักเก็บออกซิเจนจากอากาศจะทำให้เกิดออกซิเดชัน แต่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในการ เก็บรักษา และค่า Δw ที่จะเป็นตัวกำหนดการเสื่อมเสียของอาหาร (นิธิยา, 2544 และ วิไล, 2547) แสง ยังมีส่วนต่อการเปลี่ยนแปลงของไขมัน โดยไปช่วยเร่งปฏิกิริยา ออกซิเดชันทำให้ไขมันเกิดการ หืน ทำให้มีกลิ่นและรสชาติผิดปกติ (นิธิยา, 2549) ดังนั้นการเก็บรักษานมฟอยมรกตกรอบใน อุณหภูมิต่ำคือ ๒ องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมิห้อง จึงมีส่วนทำให้ไขมันจากไข่แดงและในส่วนผสมได้รับแสง อันมีผล ต่อการเร่งการเปลี่ยนแปลงในคุณภาพทางด้านกลิ่น และกลิ่นรสที่เปลี่ยนแปลงไป

ส่วนการเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำที่ ๒ องศาเซลเซียส ปูนและสมพร(2541)กล่าวว่าอุณหภูมิ ๒ องศาเซลเซียส จัดเป็นวัสดุที่มีความสามารถในการป้องกันการผ่านเข้าออกของก๊าซและไอน้ำ ได้อย่างดีเยี่ยม และยัง มีคุณสมบัติในการป้องกันแสง ดังนั้นนมฟอยมรกตกรอบที่เก็บในอุณหภูมิต่ำที่ ๒ องศาเซลเซียส ซึ่งมีคุณสมบัติ ในการป้องกันแสง ก๊าซ และ ไอน้ำ จึงส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพของนมฟอย มรกตกรอบที่น้อยกว่าเก็บในอุณหภูมิต่ำคือ ๒ องศาเซลเซียส แม้เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องแต่ยังคงมีคะแนนคุณภาพ ทางประสาทสัมผัสด้านสี และความชอบรวมอยู่ที่ 7.45 และ 7.14 ในสัปดาห์ที่ 3 ตามลำดับ และ 7.00 และ 7.15 ในสัปดาห์ที่ 6 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ความชอบปานกลางถึงชอบมาก และมีความแตกต่างจากตัวอย่างที่เก็บที่อุณหภูมิห้องที่อุณหภูมิ ๒ องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ 0.05 ส่วนนมฟอยมรกตกรอบที่เก็บในอุณหภูมิต่ำคือ ๒ องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมิห้อง กลับพบว่าคุณภาพ ทางประสาทสัมผัสทุกด้าน แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากนมฟอยมรกต กรอบที่เก็บในอุณหภูมิต่ำที่ ๒ องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ ๒ องศาเซลเซียส ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิที่เย็นมี ผลในการช่วยลดหรือชะลอปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและจุลินทรีย์ จึงช่วยในการถนอม อาหาร (นิธิยา, 2544)

4.4.2 คุณภาพทางกายภาพ

จากการศึกษาอายุการเก็บขนมฝอยมรกตกรอบ โดยบรรจุขนมฝอยมรกตกรอบในถุงพลาสติกใส และถุงอูมินัมฟอยล์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิตู้เย็น เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ทำการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ 0 3 และ 6 สัปดาห์ วัดค่า d_w ค่าสี L^* a^* b^* และคำนวณอัตราส่วนความเข้มของสีเขียว ตามวิธีของ Gold และ Weckel(1959) และ Hayakawa และ Timbers (1977) (ดังแสดงในภาคผนวก จ) และ จำนวนยีสต์และรา ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 8 คุณภาพทางกายภาพของขนมฝอยมรกตกรอบด้าน d_w ค่าสี L^* a^* b^* และอัตราส่วนความเข้มของสีเขียว ที่เก็บในถุงพลาสติกใส ที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิตู้เย็น ในสัปดาห์ที่ 0 3 และ 6

คุณภาพทางกายภาพ	อุณหภูมิห้อง			อุณหภูมิในเย็น		
	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่	สัปดาห์ที่
	0	3	6	0	3	6
ค่า d_w	0.414 ^a	0.576 ^b	0.62 ^c	0.414 ^a	0.417 ^a	0.419 ^a
ค่าสีความสว่าง (L^*)	52.14 ^a	54.28 ^b	53.99 ^b	52.14 ^a	57.48 ^c	56.88 ^c
ค่าสีแดง (a^*)	-4.29 ^a	-3.05 ^d	-1.96 ^e	-4.29 ^a	-3.34 ^c	-3.47 ^b
ค่าสีเหลือง (b^*)	38.81 ^a	42.06 ^e	39.94 ^b	38.81 ^a	40.48 ^d	40.18 ^c
อัตราส่วนความเข้มของสีเขียว	0.1105	0.0725	0.0491	0.1105	0.0825	0.0864

หมายเหตุ

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 9 คุณภาพคุณภาพทางกายภาพของขนมฝอยมรกตกรอบคั่ว ค่า L^* a^* b^* และ อัตราส่วนความเข้มของสีเขียว ที่เก็บในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ ที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิเย็น ในสัปดาห์ที่ 0 3 และ 6

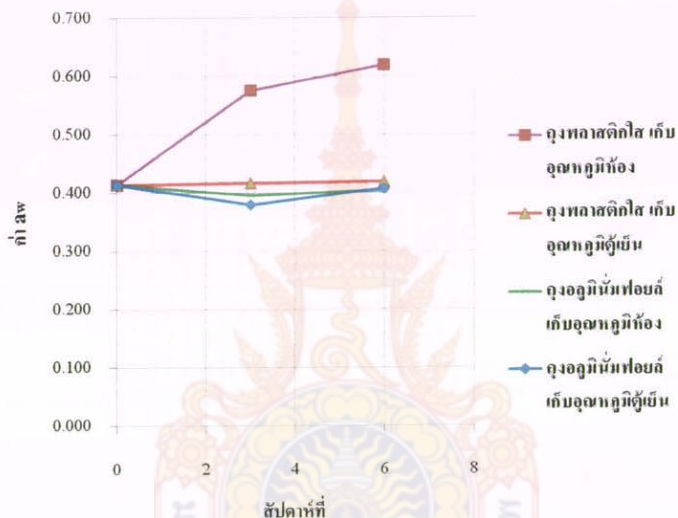
คุณภาพทางกายภาพ	อุณหภูมิห้อง			อุณหภูมิในเย็น		
	สัปดาห์ที่ 0	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 0	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 6
ค่า a_w	0.414 ^a	0.395 ^c	0.405 ^b	0.414 ^a	0.378 ^d	0.407 ^{ab}
ค่าสีความสว่าง (L^*)	52.14 ^a	56.76 ^c	56.20 ^c	52.14 ^a	57.77 ^d	54.19 ^b
ค่าสีแดง (a^*)	-4.29 ^a	-3.97 ^c	-3.86 ^d	-4.29 ^a	-4.14 ^b	-3.86 ^d
ค่าสีเหลือง (b^*)	38.81 ^a	40.77 ^b	39.87 ^c	38.81 ^a	43.18 ^e	42.02 ^d
อัตราส่วนความเข้มของสีเขียว	0.1105	0.0974	0.0968	0.1105	0.0959	0.0985

หมายเหตุ

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (water activity; a_w) ของอาหาร เป็นปริมาณน้ำซึ่งจุลินทรีย์เอ็นไซม์ หรือปฏิกิริยาทางเคมีสามารถนำไปใช้ได้ หรือหมายถึงน้ำอิสระนั่นเอง(วิไล, 2547) ดังนั้นค่าจำกัดความของค่า a_w คืออัตราส่วนของความดันไอของสารละลายต่อตัวทำละลาย ซึ่งสามารถบ่งชี้คุณภาพทางจุลินทรีย์ได้ โดยค่า a_w ของอาหารเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ค่า a_w ต่ำสุดที่จุลินทรีย์แต่ละชนิดต้องการในการเจริญเติบโต มีค่าแตกต่างกัน (วิลาวัณย์, 2539 และ สุมนงา, 2549) ซึ่งขนมฝอยมรกตกรอบจัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นต่ำ โดยค่า a_w เมื่อเริ่มต้นที่ 0 สัปดาห์เพียง 0.414 อย่างไรก็ตามเมื่อผ่านสภาวะการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์และอุณหภูมิที่แตกต่างกันก็มีผลต่อคุณภาพทางกายภาพที่เปลี่ยนแปลงไปด้วย โดยเมื่อเก็บในถุงพลาสติกใส ที่อุณหภูมิห้อง ค่า a_w เมื่อเก็บไว้ที่ 3 และ 6 สัปดาห์ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเป็น 0.576 และ 0.62 ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในขณะที่การเก็บรักษาขนมฝอยมรกตกรอบในถุงพลาสติกใส ที่อุณหภูมิตู้เย็น พบว่าค่า a_w ที่ 0 3 และ 6 สัปดาห์ มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 8 และภาพที่ 13 สอดคล้องกับที่ สุมนงา(2549) กล่าวไว้ว่าอุณหภูมิที่ต่ำมีผลต่อการลดปฏิกิริยาทางเคมีและการทำงานของเอ็นไซม์ จะเห็นได้ว่าขนมฝอยมรกตกรอบที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกใส ที่อุณหภูมิห้อง

มีแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นของค่า a_w สูงกว่าขนมฝอยมรกตกรอบที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกใส ที่อุณหภูมิตู้เย็น ซึ่งอาจเนื่องมาจากสภาพการเก็บรักษาในอุณหภูมิห้องที่ไปเร่งการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี และอีกทั้งคุณสมบัติของถุงพลาสติกใส ซึ่งเป็นถุงชนิดพอลิพรอพิลีน ที่ยอมให้น้ำซึมผ่านเข้าออกได้ดี ส่วนถุงอลูมิเนียมฟอยล์ มีคุณสมบัติในการด้านการซึมผ่านของไอน้ำ (งานทิพย์, 2537)

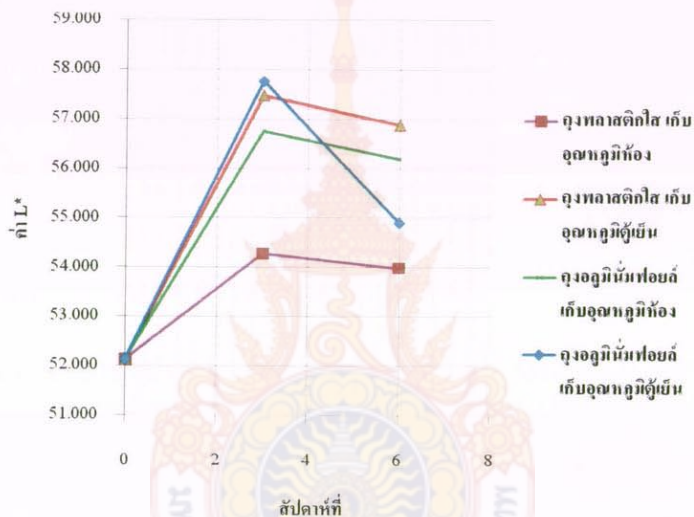


ภาพที่ 13 ค่า a_w ของขนมฝอยมรกตกรอบเมื่อเก็บรักษาในถุงพลาสติกใส และถุงอลูมิเนียมฟอยล์ ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น ในสัปดาห์ที่ 0 3 และ 6

ในส่วนของการเก็บรักษาขนมฝอยมรกตกรอบในถุงพลาสติกใส ที่อุณหภูมิตู้เย็น พบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 3 และ 6 สัปดาห์ มีค่า a_w แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าอุณหภูมิตู้เย็นสามารถถนอมอาหารไว้ได้

ส่วนการเก็บรักษาขนมฝอยมรกตกรอบในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ ที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิตู้เย็น ค่า a_w ที่ 0 3 และ 6 สัปดาห์ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 9 และภาพที่ 13 โดยมีค่า a_w ที่ลดลงเล็กน้อย

สำหรับการวัดค่า L^* ได้แสดงผลในค่า $L^* a^* b^*$ โดยค่า L^* เป็นค่าของความสว่างเริ่มจากสีขาว (ค่า L^* เป็น 100) ไปสีดำ (ค่า L^* เป็น 0) ค่า a^* เป็นค่าของสีหลักโดยมีค่าเป็นสีแดง (ค่า a^* เป็นบวก) และสีเขียว (ค่า a^* เป็นลบ) ในขณะที่ค่า b^* เป็นค่าของสีเหลือง (ค่า b^* เป็นบวก) และน้ำเงิน (ค่า b^* เป็นลบ) (Baker และคณะ, 1988) และยังได้รายงานผลในรูปของค่าอัตราส่วนความเข้มของสีเขียว ดังแสดงผลในตารางที่ 8-9

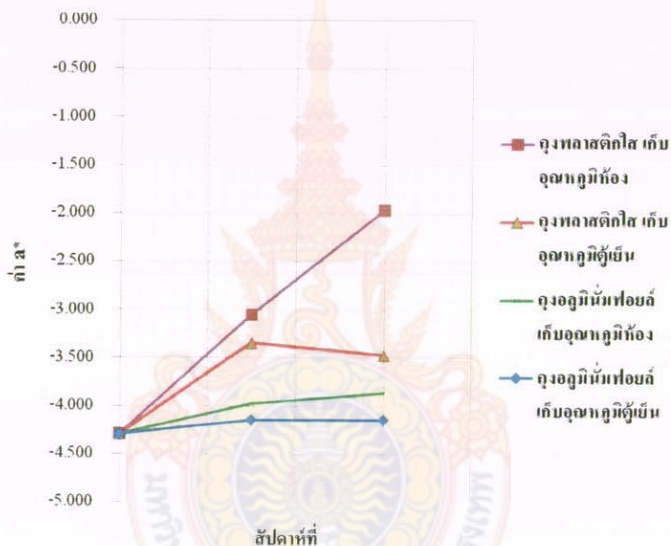


ภาพที่ 14 ค่า L^* ของขนมฝอยมรกตกรอบเมื่อเก็บรักษาในจุงหลาสติโกส และ จุงอุมินันท์พอยล์ ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น ในสัปดาห์ที่ 0 3 และ 6

จากภาพที่ 14 พบว่าในระหว่างการเก็บรักษาขนมฝอยมรกตกรอบในบรรจุภัณฑ์และอุณหภูมิที่ต่างกันนั้น พบว่าทุกตัวอย่างเมื่อเก็บได้ 3 สัปดาห์มีค่า L^* เพิ่มขึ้นจาก 0 สัปดาห์ แสดงว่าขนมฝอยมรกตมีสีสว่างมากขึ้นหรือสีของตัวอย่างซีดลง และเมื่อเก็บไว้ในสัปดาห์ที่ 6 ค่า L^* ในทุกตัวอย่างมีค่าลดลงจากสัปดาห์ที่ 3 แสดงว่าตัวอย่างมีสีคล้ำขึ้นจากสัปดาห์ที่ 3 แต่ไม่ได้ลดลงจนเท่ากับสัปดาห์ที่ 0 ผลการวัดค่า L^* ของขนมฝอยมรกตกรอบ ที่เก็บในจุงหลาสติโกส ที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิตู้เย็น ในสัปดาห์ที่ 0 3 และ 6 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เช่นเดียวกันกับที่เก็บในจุงอุมินันท์พอยล์ (ดังตารางที่ 8-9 และ ภาพที่ 14) โดยเมื่อเก็บในจุงหลาสติโกส ที่อุณหภูมิห้อง ค่า L^* ในสัปดาห์ที่ 0 3 และ 6 มีค่า 52.14 54.28

และ 53.99 ตามลำดับ และเมื่อเก็บในถุงพลาสติกใส ที่อุณหภูมิสูงขึ้น ค่า L^* ในสัปดาห์ที่ 0 3 และ 6 มีค่าดังนี้ 52.14 57.48 และ 56.88 ตามลำดับ

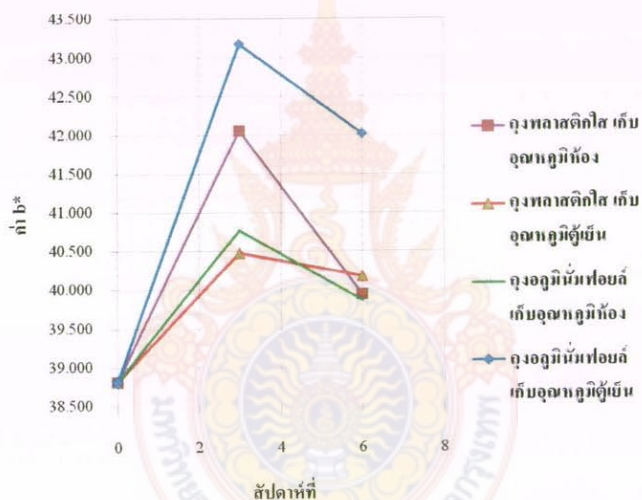
ส่วนในถุงอูมินัมฟอยล์พบว่า ที่อุณหภูมิห้อง ค่า L^* ในสัปดาห์ที่ 0 3 และ 6 มีค่าดังนี้ 52.14 56.76 และ 56.20 ตามลำดับ และที่อุณหภูมิสูงขึ้น ค่า L^* ในสัปดาห์ที่ 0 3 และ 6 มีค่าดังนี้ 52.14 57.77 และ 54.91 ตามลำดับ



ภาพที่ 15 ค่า a^* ของขนมฝอยมรกตกรอบเมื่อเก็บรักษาในถุงพลาสติกใส และถุงอูมินัมฟอยล์ ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิสูงขึ้น ในสัปดาห์ที่ 0 3 และ 6

จากภาพที่ 15 พบว่าในระหว่างการเก็บรักษาขนมฝอยมรกตกรอบในบรรจุภัณฑ์และอุณหภูมิที่ต่างกันนั้น พบว่าทุกตัวอย่างตลอดการเก็บรักษามีค่าเป็นลบ จึงยังคงมองเห็นเป็นสีเขียวอยู่ อย่างไรก็ตามเมื่อเก็บได้ 3 สัปดาห์พบว่าทุกตัวอย่างมีค่า a^* เพิ่มขึ้นจาก 0 สัปดาห์ แสดงว่าขนมฝอยมรกตมีสีค่อนข้างแดงมากขึ้น และเมื่อเก็บไว้ในสัปดาห์ที่ 6 ค่า a^* ในตัวอย่างขนมฝอยมรกตกรอบที่เก็บในถุงพลาสติกใส ที่อุณหภูมิห้องมีค่าเพิ่มขึ้นสูงอย่างต่อเนื่อง แสดงว่าตัวอย่างมีสีค่อนข้างแดงมากขึ้น ผลการวัดค่าสี a^* ของขนมฝอยมรกตกรอบ ที่เก็บในถุงพลาสติกใส ที่

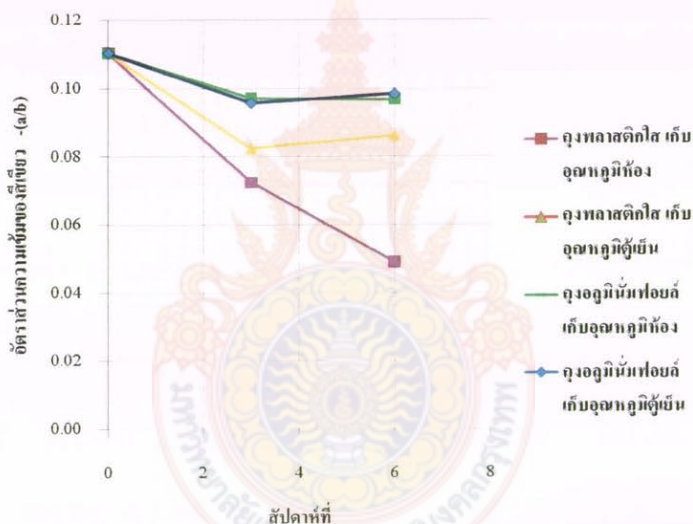
อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิในเย็น ในสัปดาห์ที่ 0 3 และ 6 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เช่นเดียวกันกับที่เก็บในถุงอูมิ้นมฟอยล์ (ดังตารางที่ 8-9 และ ภาพที่ 15) โดยเมื่อเก็บในถุงพลาสติกใส ที่อุณหภูมิห้อง ค่า a^* ในสัปดาห์ที่ 0 3 และ 6 มีค่าดังนี้ -4.29 -3.05 และ -1.96 ตามลำดับ และเมื่อเก็บในถุงพลาสติกใส ที่อุณหภูมิตู้เย็น ค่า a^* ในสัปดาห์ที่ 0 3 และ 6 มีค่าดังนี้ -4.29 -3.34 และ -3.47 ตามลำดับ ส่วนในถุงอูมิ้นมฟอยล์พบว่า ที่อุณหภูมิห้อง ค่า a^* ในสัปดาห์ที่ 0 3 และ 6 มีค่าดังนี้ -4.29 -3.97 และ -3.86 ตามลำดับ และที่อุณหภูมิตู้เย็น ค่า a^* ในสัปดาห์ที่ 0 3 และ 6 มีค่าดังนี้ -4.29 -4.14 และ -3.86 ตามลำดับ



ภาพที่ 16 ค่า b^* ของขนมฟอยล์รกดกรอบเมื่อเก็บรักษาในถุงพลาสติกใส และ อูมิ้นมฟอยล์ ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น ในสัปดาห์ที่ 0 3 และ 6

สำหรับค่า b^* ที่แสดงในภาพที่ 16 พบว่าในระหว่างการเก็บรักษาขนมฟอยล์รกดกรอบในบรรจุภัณฑ์และอุณหภูมิที่ต่างกันนั้น พบว่าเมื่อเก็บขนมฟอยล์รกดกรอบได้ 3 สัปดาห์ พบว่าทุกตัวอย่างมีค่า b^* เพิ่มขึ้นจาก 0 สัปดาห์ แสดงว่าขนมฟอยล์รกดกรอบมีสีค่อนข้างเข้ม โดยตัวอย่างขนมฟอยล์รกดกรอบที่เก็บในถุงอูมิ้นมฟอยล์ ที่อุณหภูมิเย็นมีค่า b^* เพิ่มขึ้นสูงกว่าตัวอย่างอื่น ผลการวัดค่า b^* ของขนมฟอยล์รกดกรอบ ที่เก็บในถุงพลาสติกใส ที่อุณหภูมิห้อง

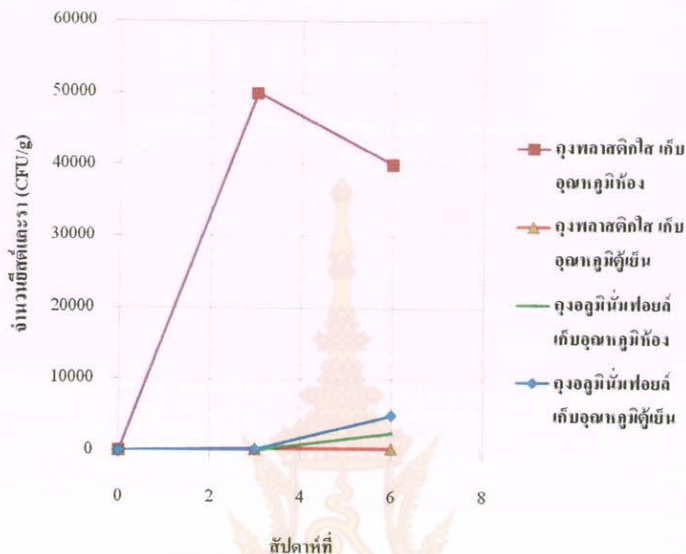
และอุณหภูมิในเย็น ในสัปดาห์ที่ 0 3 และ 6 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เช่นเดียวกันกับที่เก็บในถุงอุณหภูมิห้อง (ดังตารางที่ 8-9 และ ภาพที่ 16) โดยเมื่อเก็บในถุงพลาสติกใส ที่อุณหภูมิห้อง ค่า b^* ในสัปดาห์ที่ 0 3 และ 6 มีค่าดังนี้ 38.81 42.06 และ 39.94 ตามลำดับ และเมื่อเก็บในถุงพลาสติกใส ที่อุณหภูมิตู้เย็น ค่า b^* ในสัปดาห์ที่ 0 3 และ 6 มีค่าดังนี้ -38.81 40.48 และ 40.18 ตามลำดับ ส่วนในถุงอุณหภูมิน้ำพอยล์พบว่า ที่อุณหภูมิห้อง ค่า b^* ในสัปดาห์ที่ 0 3 และ 6 มีค่าดังนี้ 38.81 40.77 และ 39.87 ตามลำดับ และที่อุณหภูมิตู้เย็น ค่า b^* ในสัปดาห์ที่ 0 3 และ 6 มีค่าดังนี้ 38.81 43.18 และ 42.02 ตามลำดับ



ภาพที่ 17 อัตราส่วนความเข้มของสีเขียวของขนฝอยมรกตกรอบเมื่อเก็บรักษาในถุงพลาสติกใส และถุงอุณหภูมิน้ำพอยล์ ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น ในสัปดาห์ที่ 0 3 และ 6

สำหรับอัตราส่วนความเข้มของสีเขียวของขนฝอยมรกตกรอบ เมื่อเก็บรักษาในถุงพลาสติกใส และถุงอุณหภูมิน้ำพอยล์ ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น ในสัปดาห์ที่ 0 3 และ 6 ได้แสดงในภาพที่ 17 จะเห็นได้ว่าขนฝอยมรกตกรอบที่ผ่านการเก็บรักษามีอัตราส่วนความเข้มของสี

เชิวดลดลงจากสัปดาห์ที่ 0 ทุกตัวอย่าง โดยชนมฟอยมรกตรอบที่บรรจุในถุงพลาสติกใส ที่อุณหภูมิห้อง มีอัตราส่วนความเข้มของสีเขียวที่ลดลงมากอย่างต่อเนื่องทั้งในสัปดาห์ที่ 3 และ 6 ส่วนชนมฟอยมรกตรอบที่บรรจุในถุงพลาสติกใสที่อุณหภูมิตู้เย็น พบว่ามีอัตราส่วนความเข้มของสีเขียวที่ลดลงมาก เป็นอันดับรองลงมา และชนมฟอยมรกตรอบที่เก็บในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ ที่เก็บรักษาทั้งในอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น มีอัตราส่วนความเข้มของสีเขียวที่ลดลงเพียงเล็กน้อยในระดับที่ใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 8-9 ภาพที่ 17) ทั้งนี้ชนมฟอยมรกตรอบที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกใส และถุงอลูมิเนียมฟอยล์ ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น ในสัปดาห์ที่ 3 และในสัปดาห์ที่ 6 จะสังเกตได้ว่าสีของชนมฟอยมรกตรอบที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์และอุณหภูมิที่ต่างกัน มีความเปลี่ยนแปลงของสีชนมที่แตกต่างกันไป สอดคล้องกับ ค่า a^* และค่า Δw ที่เปลี่ยนแปลงเมื่อเก็บรักษา ทั้งนี้เนื่องจากสีเขียวที่ไร้น้ำในส่วนผสมชนมฟอยมรกตรอบนี้เป็นสีเขียวที่มาจากใบเคช ซึ่งใบเคชเป็นพืชที่ให้รงควัตถุสีเขียวจากคลอโรฟิลล์ โดยนิริยา(2545)และLajolloและMarques(1982) กล่าวว่าคลอโรฟิลล์เป็นสารที่ไม่คงตัวเปลี่ยนแปลงได้ง่ายเมื่อเซลล์ที่มีชีวิตถูกทำลาย หรือมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีในเซลล์ บังคับที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ได้แก่ ความร้อน แสง เอ็นไซม์ ค่าพีเอช อุณหภูมิ เวลา โลหะ รังสีแกมมา และ ค่า Δw ดังนั้นชนมฟอยมรกตรอบที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกใส ที่อุณหภูมิห้อง จึงถูกรักษาในสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อปฏิกิริยาการเร่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว จึงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว อย่างไรก็ตามเก็บไว้ในถุงพลาสติกใส ในที่อุณหภูมิตู้เย็น จะพบว่าอุณหภูมิตู้เย็นมีส่วนช่วยในการชะลอปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงทางเคมี จึงยังคงให้สีชนมที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปมากนัก และหากเก็บในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น กลับไม่พบความเปลี่ยนแปลงในค่าสีดังกล่าวมากนัก แสดงให้เห็นว่าแสงเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านสี ของชนมฟอยมรกตรอบ



ภาพที่ 18 จำนวนยีสต์และรา ของขนมฟอยมรกตกรอบเมื่อเก็บรักษาในอุจจาระตักไก่ และอุจจาระผู้เลี้ยงที่อุจจาระอุ้มท้องและอุจจาระผู้เลี้ยง ในสัปดาห์ที่ 0 3 และ 6

นอกจากนี้ ยังได้ตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ โดยตรวจวิเคราะห์จำนวนยีสต์และรา ของขนมฟอยมรกตกรอบเมื่อเก็บรักษาในอุจจาระตักไก่ และอุจจาระผู้เลี้ยง ที่อุจจาระอุ้มท้องและอุจจาระผู้เลี้ยง ในสัปดาห์ที่ 0 3 และ 6 ดังแสดงในภาพที่ 18 พบว่าที่ 0 สัปดาห์ มีจำนวนยีสต์และราเริ่มต้นที่ 0 CFU/g แต่เมื่อผ่านการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 และ 6 สัปดาห์ ขนมฟอยมรกตกรอบที่เก็บในอุจจาระตักไก่ ที่อุจจาระอุ้มท้องกลับมีจำนวนยีสต์และราเพิ่มขึ้นจนมากอย่าง โดยสัปดาห์ 3 เพิ่มขึ้นเป็น 5.0×10^4 CFU/g และสัปดาห์ที่ 6 มีจำนวนยีสต์และรา 4.0×10^4 CFU/g

ส่วนในขนมฟอยมรกตกรอบที่เก็บในอุจจาระตักไก่ ที่อุจจาระผู้เลี้ยง ที่ 3 และ 6 สัปดาห์มีจำนวนยีสต์และราเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยคือ 3.0×10^3 CFU/g และ 3.5×10^3 CFU/g ตามลำดับ

สำหรับขนมฟอยมรกตกรอบที่เก็บในถุงอลูมินัมฟอยล์ ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อเก็บรักษาไว้ 3 และ 6 สัปดาห์มีจำนวนยีสต์และราเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยคือ 1.0×10^2 CFU/g และ 2.5×10^2 CFU/g ตามลำดับ และในขนมฟอยมรกตกรอบที่เก็บในถุงอลูมินัมฟอยล์ ที่อุณหภูมิตู้เย็น เมื่อเก็บรักษาไว้ 3 และ 6 สัปดาห์มีจำนวนยีสต์และราเพิ่มขึ้นคือ 2.5×10^2 CFU/g และ 5.0×10^3 CFU/g ตามลำดับ สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของ ค่า a_w ที่เปลี่ยนแปลงไป โดยการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์พลาสติกใส คุณสมบัติของถุงพลาสติกใส ซึ่งเป็นถุงชนิดพอลิพรอพิลีน ที่ยอมให้อิอน้ำซึมผ่านเข้าออกได้ดี ส่วนถุงอลูมินัมฟอยล์ มีคุณสมบัติในการต้านการซึมผ่านของไอน้ำ (งานทิพย์, 2537) แสดงให้เห็นว่าบรรจุภัณฑ์ที่เลือกใช้ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงใน ค่า a_w และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านจุลินทรีย์ และเคมีกายภาพ



บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

การผลิตขนมฟอยมรกตกรอบมีวัตถุประสงค์ในการดำเนินงาน คือ ศึกษากรรมวิธีการเดิมที่เชี่ยวชาญที่เหมาะสมในการทำงานมฟอยมรกตกรอบ ศึกษาปริมาณสีเขียวที่เหมาะสมในการทำงานมฟอยมรกตกรอบ ศึกษาอายุการเก็บรักษาของขนมฟอยมรกตกรอบ และศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. กรรมวิธีการเดิมที่เขียวที่เหมาะสมในการทำงานมฟอยมรกตกรอบ คือ ผสมสีเขียวชั้นที่สกัดจากใบเตยกับส่วนผสมทั้งหมด แล้วกรองผ่านผ้ากรอง นำมาผลิตเป็นขนมฟอยมรกตกรอบ
2. ปริมาณสีเขียวที่เหมาะสมในการทำงานมฟอยมรกต คือ 12.5 กรัม โดยได้รับคะแนนเฉลี่ยความชอบรวม 7.0 คะแนน อยู่ในระดับความชอบปานกลาง โดยมีคุณภาพทางกายภาพและทางจุลินทรีย์ดังนี้ ค่า L^* 52.14 ค่า a^* -4.29 ค่า b^* 38.81 และอัตราส่วนความเข้มของสีเขียว คือ 0.1105 มีค่า Δw 0.414 และไม่พบบีสต์และรา
3. ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมฟอยมรกตกรอบ ร้อยละ 95 โดยมีความชอบรวมโดยเฉลี่ยเท่ากับ 6.76 อยู่ในช่วงระดับความชอบเล็กน้อย ถึงชอบปานกลาง หากมีขนมออกจำหน่ายผู้บริโภคจะซื้อร้อยละ 58 ไม่แน่ใจ ร้อยละ 34 และ ไม่ซื้อ ร้อยละ 8
4. การศึกษาอายุการเก็บรักษาของขนมฟอยมรกตกรอบ พบว่าการเก็บรักษาขนมฟอยมรกตกรอบในอุณหภูมิห้อง ในช่วงเวลาที่ทำการทดสอบคือทั้ง 3 และ 6 สัปดาห์ มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับ การเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำที่อุณหภูมิตู้เย็น และอุณหภูมิในตู้แช่เย็น ที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิตู้เย็น ดังนั้น หากต้องการเก็บรักษาขนมฟอยมรกตกรอบในอุณหภูมิต่ำ ควรควบคุมปัจจัยทางด้านอุณหภูมิโดยควรเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิตู้เย็น แต่ถ้าหากเก็บในอุณหภูมิในตู้แช่เย็น จะยังสามารถเก็บรักษาไว้ได้ที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิตู้เย็น

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ขนมฝอยมรกตกรอบสูตรนี้ทำมาจากไข่แดง ซึ่งมีคลอเลสเตอรอลสูงจากไข่แดง จึงอาจจะพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมฝอยมรกตที่มีคลอเลสเตอรอลต่ำ เช่น ฝอยมรกตกรอบที่ทำจากไข่ขาว

5.2.2 กลิ่นของใบเตย ที่คงอยู่ในขนมฝอยมรกตกรอบ เมื่อผ่านเก็บรักษาแล้ว จะมีกลิ่นหอมของใบเตยลดลงจากเดิม ดังนั้นจึงอาจจะมีการพัฒนาในการรักษาคุณภาพด้านกลิ่นของใบเตยให้คงอยู่ในผลิตภัณฑ์เมื่อผ่านการเก็บรักษา



บรรณานุกรม

- กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. มปป. ผักและผลไม้. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2537. ก้าวกับการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหาร. ภาควิชาโนโลยีการบรรจุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ : 109 น.
- ฉรงค์ นิยมวิทย์ และอัญชนีย์ อุทัยพัฒนาชีพ. 2528. วิทยาศาสตร์การประกอบอาหาร. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ดวงพร วินิจกุล. 2526. สีส้มอาหาร. ภาควิชาเภสัชเคมีคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.
- นิจศิริ เรืองรังสี และ พะยอม ดันติวัฒน์. 2534. พืชสมุนไพร. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- นิธิยา รัตนพานนท์. 2544. หลักการแปรรูปอาหารเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- นิธิยา รัตนพานนท์. 2545. เคมีอาหาร. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- นิธิยา รัตนพานนท์. 2549. เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ประชา บุญญสิริกุล และ อรุณทิพย์ ไทรกี้. 2519. อาหาร. กรุงเทพฯ: สมาคมคหกรรมศาสตร์แห่งประเทศไทย.
- ประพันธ์ ปิ่นศิริโรดม. 2546. “ผลของอุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง และเกลือสังกะสีคลอไรด์ต่อความคงตัวของสีเขียวของสารสกัดใบเตย” อาหาร. 33(4) ตุลาคม-ธันวาคม : 277-282.
- ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ. 2541. บรรจุภัณฑ์อาหาร. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์หิโยเฮง จำกัด.
- พรทิพย์ เขาวนัสมบูรณ์. 2545: สัมภาษณ์ 2 ตุลาคม.
- พงษ์ศักดิ์ ทรงพระนาม. 2547. อาหารไทย. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดบุ๊คเซ็น.
- พันทิพา จันทวัฒน์. 2538. “หน่วยที่ 3 น้ำมันไขมันและผลิตภัณฑ์”, ใน เอกสารการสอนชุดวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารเบื้องต้น. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ และ กัญจนดา ศิวะเศษ. 2542. ไม่ริมรั้ว. กรุงเทพฯ: องค์การส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ.
- รมณี สงวนดีกุล. 2538. “หน่วยที่ 10 สัตว์ปีกและผลิตภัณฑ์” ใน เอกสารการสอนชุดวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารเบื้องต้น. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- รัชนี ดัฒนะพานิชกุล. 2537. เคมีอาหาร. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์รามคำแหง.

- วันดี ณ สงขลา. 2550. **ขนมไทยเมื่อวันวาน**. กรุงเทพฯ: ส.เอเชียเพรส (1989). 120 หน้า.
- วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล. 2539. **จุลินทรีย์ที่มีความสำคัญด้านอาหาร**. กรุงเทพฯ: โอเคียนสโตร์.
- วิลโลว์ รังสาดทอง. 2547. **เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด. 500 หน้า.
- วิรัชย์ สงคราม. 2550. “ประวัติความเป็นมาของขนมไทย”. **อุตสาหกรรมสาร**. 50, (กันยายน-ตุลาคม): 29-30.
- ศิริลักษณ์ สันธวาลย์. 2525. **ทฤษฎีอาหาร**. กรุงเทพฯ: บริษัทรวูดี การพิมพ์ จำกัด.
- ศิริลักษณ์ สันธวาลย์. 2519. **ทฤษฎีอาหาร เล่ม 3 หลักการประกอบอาหาร**. กรุงเทพฯ: บริษัทรวูดี การพิมพ์ จำกัด.
- ศิวาพร ศิวเวช, ปรีดิตร ประวาหนะวิน และอรวิมล เล้าหรัชดนันท์. 2538. “หน่วยที่ 6 วัตถุดิบในอาหาร” ใน เอกสารการสอนชุดวิชาเคมีและจุลชีววิทยาของอาหาร. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สมจิต สุรพัฒน์ และ อรอนงค์ นัยวิกุล. 2540. “บทที่ 2 ส่วนประกอบของอาหาร”, ใน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมณชา วัฒนสินธุ์. 2549. **จุลชีววิทยาทางอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สุมาลี เหลืองสกุล. 2538. “หน่วยที่ 10 การปนเปื้อนและบทบาทของจุลินทรีย์ในอาหาร” ใน เอกสารการสอนชุดวิชาเคมีและจุลชีววิทยาของอาหาร. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สุปรียา ดิษฐปัญญา. 2550. “กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมผลักดันขนมไทยสู่ตลาดโลก” **อุตสาหกรรมสาร**. 50, (กันยายน-ตุลาคม): 5-6.
- อเบเชย วงศ์ทอง และขนิษฐา พูนผลกุล. 2544. **หลักการประกอบอาหาร**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อมราภรณ์ วงษ์พัก และ อรัญญา มิ่งขวัญ. ม.ป.ป. **ทองหยิบทองหยอด**. กรุงเทพฯ: บริษัทสำนักพิมพ์แม่บ้าน จำกัด.
- Kyoto Foodie. 2009. “Where and what to eat in Kyoto” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://kyotofoodie.com/wagashi-angel-hair-keiran-somen-fios-de-ovos> (วันสืบค้นวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2552)

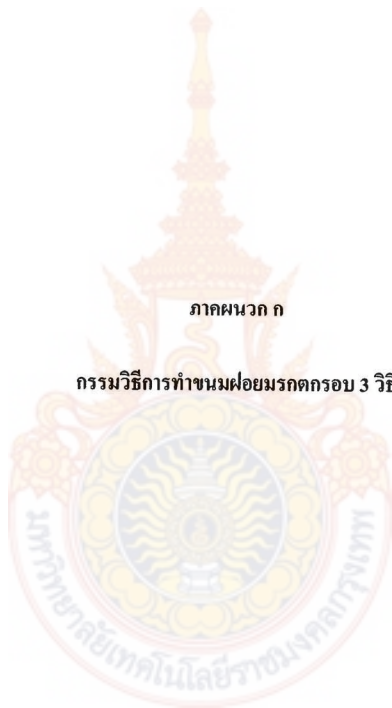
- Baker, R.C., P.W. Hahn and K.R. Robbins. 1988. Developments in Food Sciences Vol.16, Fundamentals of New Food Product Development. Elsevier Science Publisher Co., New York. 287 p.
- Fuke, Y., K. Sasago and H. Matsuoka. 1985. Determination of chlorophyll in kiwi fruit and their changes during ripening. J. Food. Sci. 50:1220-1223.
- Hayakawa, K.I. and Timbers. 1977. Influence of heat treatment on the quality of vegetable: changes in visual green color. J. Food. Sci. 42: 778-781.
- Holden, M. 1976. Chlorophyll : Part IV Analytical method, pp. 1-37. In Chemistry and Biochemistry of Plant Pigment. Vol 2. Academic press, Inc., London.
- Lajollo, F.M. and U.M. Marquez. 1982. Chlorophyll degradation in a spinach system at low and intermediate water activities. J. Food. Sci. 47:1995-1998.
- Worlsted, R. E. 2001. Current Protocols in Food Analytical Chemistry, Vol. 1. John Wiley & Son, Inc. : New York.
- Gold, H.J. and K.G. Weckel. 1959. Degradation of chlorophyll to pheophytin during sterilization of canned green peas by heat. J. Food. Tech. 13:281-286.

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

กรรมวิธีการทำขนมฝอยมรกตกรอบ 3 วิธี



กรรมวิธีการทำขนมฟอยมรกตกรอบ 3 วิธี
ดัดแปลงจากสูตรขนมฟอยทอง (พงษ์ศักดิ์, 2547)

กรรมวิธีที่ 1 ผสมสีเขียวชั้นที่สกัดจากใบเตยกับน้ำมันพืช

ส่วนผสมน้ำเชื่อม

น้ำตาลทราย	4	ถ้วยตวง
น้ำเปล่า	4	ถ้วยตวง

วิธีทำ

1. ผสมน้ำตาลทรายกับน้ำให้เข้ากัน
2. ตั้งน้ำเชื่อมไฟปานกลาง จนน้ำเชื่อมเข้มข้นประมาณ 58-62 องศาบริกซ์ โรยเส้นฟอยมรกต

ส่วนผสมฟอยมรกต

ไข่แดงรีดเอี๊ยดหุ้มออกแล้ว	540	กรัม
ไข่ไก่คั้น	160	กรัม
สีเขียวชั้นจากใบเตย	21	กรัม
น้ำมันพืช	21	กรัม

วิธีทำ

1. แยกไข่ขาวกับไข่แดง โดยเก็บส่วนที่เป็นไข่ไก่คั้นไว้
2. ละลายสีเขียวเข้มข้นจากใบเตยกับน้ำมันพืชให้เข้ากันดี
3. กรองไข่แดงผ่านผ้าขาวบางเพื่อเอาเอี๊ยดหุ้มให้ออก ผสมไข่ไก่คั้นและสีเขียวจากใบเตย ในข้อ 2 ลงไปในส่วนผสมที่เป็นไข่แดง ใช้พายยางคนส่วนผสมให้เข้ากัน กรองด้วยผ้าขาวบาง
4. ตักส่วนผสมเทใส่กรวย แล้วโรยในกระทะให้เป็นวงกลม จำนวน 15 รอบ
5. ใช้ที่สอยเส้นฟอยทอง ส่ายเส้นฟอยมรกตในน้ำเชื่อม แล้ววางพักบนตะแกรง
6. ยี่เส้นฟอยมรกตบนถาดเพื่อให้เส้นกระจาย
7. บรรจุลงพิมพ์รูปทรงสี่เหลี่ยม
8. เรียงขนมฟอยมรกตใส่ตะแกรงแล้วนำเข้าเตาอบเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

9. พักไว้ให้ฟอยมรกตเย็น เรียงลงถาดพลาสติก บรรจุลงถุง ใส่ช่องกันชื้น ปิดผนึก

กรรมวิธีที่ 2 ผสมสีเขียวชั้นที่สกัดจากใบเตยกับส่วนผสมทั้งหมด

ส่วนผสมฟอยมรกต

ไข่แดงรีดเอื่อหุ้มออกแล้ว	540	กรัม
ไข่น้ำค้าง	160	กรัม
สีเขียวชั้นจากใบเตย	21	กรัม
น้ำมันพืช	21	กรัม

วิธีทำ

1. แยกไข่ขาวกับไข่แดง โดยเก็บส่วนที่เป็นไข่น้ำค้างไว้
2. กรองไข่แดงผ่านผ้าขาวบางเพื่อเอาเอื่อหุ้มไข่ออก ผสมไข่น้ำค้างและสีเขียวจากใบเตย ลงในส่วนผสมที่เป็นไข่แดงใช้พายยางคนส่วนผสมให้เข้ากัน กรองด้วยผ้าขาวบาง
3. ตักส่วนผสมเทใส่ถ้วย แล้วโรยในกระทะให้เป็นวงกลม จำนวน 15 รอบ
4. ใช้ที่สอยเส้นฟอยทอง สายเส้นฟอยมรกตในน้ำเชื่อม แล้ววางพักบนตะแกรง
5. ยีเส้นฟอยมรกตบนถาดเพื่อให้เส้นกระจาย
6. บรรจุลงพิมพ์รูปทรงสี่เหลี่ยม
7. เรียงขนมฟอยมรกตใส่ตะแกรงแล้วนำเข้าเตาอบเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส
8. พักไว้ให้ฟอยมรกตเย็น เรียงลงถาดพลาสติก บรรจุลงถุง ใส่ช่องกันชื้น ปิดผนึก

กรรมวิธีที่ 3 ผสมสีเขียวชั้นที่สกัดจากใบเตยกับโซเดียมไบคาร์บอเนต

ส่วนผสมผสมมรดก

ไข่แดงรีดเอี๊ยดหุ้มออกแล้ว	540	กรัม
ไข่น้ำค้าง	160	กรัม
สีเขียวชั้นจากใบเตย	21	กรัม
โซเดียมไบคาร์บอเนต	0.7	กรัม
น้ำมันพืช	21	กรัม

วิธีทำ

1. แยกไข่ขาวกับไข่แดง โดยเก็บส่วนที่เป็นไข่น้ำค้างไว้
2. ผสมสีเขียวชั้นจากใบเตยกับโซเดียมไบคาร์บอเนตจนเข้ากันดี
3. กรองไข่แดงผ่านผ้าขาวบางเพื่อเอาเอี๊ยดหุ้มไข่ออก ผสมไข่น้ำค้างและสีเขียวจากใบเตยในข้อ 2 ลงในส่วนผสมที่เป็นไข่แดงใช้พายของคนส่วนผสมให้เข้ากัน กรองด้วยผ้าขาวบาง
4. ตักส่วนผสมใส่ถ้วย แล้วโรยในกระทะให้เป็นวงกลม จำนวน 15 รอบ
5. ใช้ที่สอยเส้นฟอยทอง สายเส้นฟอยมรดกในน้ำเชื่อม แล้ววางพักบนตะแกรง
6. ยีเส้นฟอยมรดกบนถาดเพื่อให้เส้นกระจาย
7. บรรจุลงพิมพ์รูปทรงสี่เหลี่ยม
8. เรียงขนมฟอยมรดกใส่ตะแกรงแล้วนำเข้าเตาอบเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส
9. พักไว้ให้ฟอยมรดกเย็น เรียงลงถาดพลาสติก บรรจุลงถุง ใส่ช่องกันชื้น ปิดผนึก

ภาคผนวก ข

วิธีการสกัดสีเขียวจากใบเตย



วิธีการสกัดสีเขียวเข้มจากใบเตย

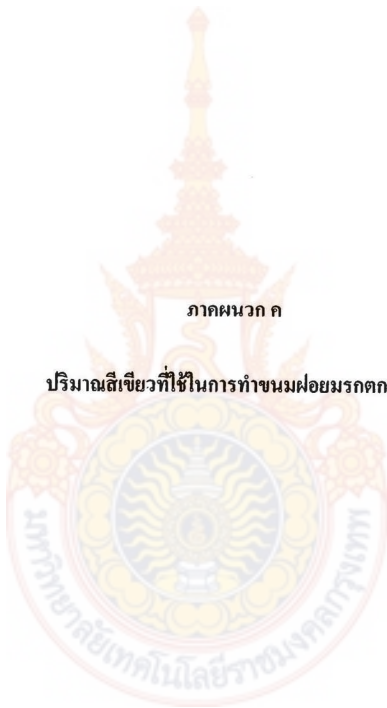
(พรทิพย์, 2545: สัมภาษณ์)

1. เลือกใบเตยหอม แก่จัด สีเขียวเข้ม ลำต้นยาว 24 นิ้ว จำนวน 1 กิโลกรัม
2. ล้างใบเตยให้สะอาด
3. ตัดโคนต้นที่มีสีขาวออก
4. หั่นใบเตยเป็นท่อน ยาว 1-2 นิ้ว
5. บั่นใบเตยกับน้ำสะอาด จำนวน 7,000 กรัม บั่นด้วยความเร็วสูงสุดของเครื่อง จนกากใบเตยละเอียด กรองผ่านผ้ากรอง
6. ตั้งไฟต้ม แล้วกรองผ่านผ้ากรอง



ภาคผนวก ค

ปริมาณสีเขียวที่ใช้ในการทำขนมฟอยมรกตกรอบ



ปริมาณสียเขียวที่ใช้ในการทำขนมฟอยมรกตกรอบ

ปริมาณสียเขียวที่ใช้ในการทำฟอยมรกต 3 ระดับ มีดังนี้

ระดับที่ 1

ไข่แดงรีดเชื้อหุ้มออกแล้ว	360	กรัม
ไข่น้ำค้าง	104	กรัม
สียเขียวชั้นจากใบเตย	10	กรัม
น้ำมันพืช	15	กรัม

ระดับที่ 2

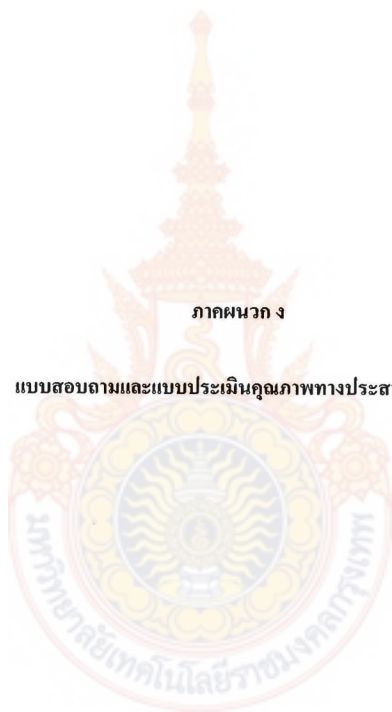
ไข่แดงรีดเชื้อหุ้มออกแล้ว	360	กรัม
ไข่น้ำค้าง	104	กรัม
สียเขียวชั้นจากใบเตย	12.5	กรัม
น้ำมันพืช	15	กรัม

ระดับที่ 3

ไข่แดงรีดเชื้อหุ้มออกแล้ว	360	กรัม
ไข่น้ำค้าง	104	กรัม
สียเขียวชั้นจากใบเตย	15	กรัม
น้ำมันพืช	15	กรัม

ภาคผนวก ง

แบบสอบถามและแบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส



แบบทดสอบที่ 1

แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส 9-Point Hedonic Scale Scoring Test

ชื่อผู้สอบ.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ผลิตภัณฑ์ ขนมฟอยมรกดกรอบ

คำชี้แจง ความชอบโดยรวม ให้ตรงกับความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ กรุณาบ้วนปากก่อนชิมทุกครั้ง โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

เกณฑ์การประเมิน

- | | |
|------------------|---------------------|
| 9 = ชอบมากที่สุด | 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย |
| 8 = ชอบมาก | 3 = ไม่ชอบปานกลาง |
| 7 = ชอบปานกลาง | 2 = ไม่ชอบมาก |
| 6 = ชอบเล็กน้อย | 1 = ไม่ชอบมากที่สุด |
| 5 = เฉยๆ | |

ลักษณะ	รหัส	รหัส	รหัส
สี			
กลิ่นรส			
เนื้อสัมผัส			
ความชอบรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

แบบทดสอบที่ 2

แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส 9-Point Hedonic Scale Scoring Test

ชื่อผู้สอบ.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ผลิตภัณฑ์ ขนมฟอยมรกตกรอบ

คำชี้แจง ความชอบโดยรวม ให้ตรงกับ ความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ กรุณาบ้วนปากก่อนชิมทุกครั้ง โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

เกณฑ์การประเมิน

9 = ชอบมากที่สุด

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

8 = ชอบมาก

3 = ไม่ชอบปานกลาง

7 = ชอบปานกลาง

2 = ไม่ชอบมาก

6 = ชอบเล็กน้อย

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

5 = เฉยๆ

ลักษณะ	รหัส	รหัส	รหัส	รหัส
สี				
กลิ่น				
กลิ่นรส				
เนื้อสัมผัส				
ความชอบรวม				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

แบบสอบถามแบบที่ 3

แบบสอบถามและแบบทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

งานวิจัย : เรื่อง การผลิตขนมฟอยมรกตกรอบ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

คำชี้แจง : แบบสอบถามและแบบทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคขนมฟอยมรกตกรอบ มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อขนมฟอยมรกตกรอบ ซึ่งงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย เรื่องการผลิตขนมฟอยมรกตกรอบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

ข้อมูลจากแบบสอบถามจะถูกเก็บเป็นความลับทุกประการ การนำเสนอข้อมูล จะทำในรูปแบบทสรุปในภาพรวม โดยไม่มีการแสดงข้อมูลรายบุคคลแต่อย่างใด รวมถึงผลจากการวิจัยจะถูกนำไปใช้เพื่อประโยชน์ทางวิชาการเท่านั้น จึงเรียนมาเพื่อขอความร่วมมือท่านผู้ตอบแบบสอบถาม กรุณาตอบแบบสอบถามตามความเป็นจริง เพื่อให้ข้อมูลนั้นสามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางการศึกษาได้ถูกต้อง เทียบธรรม โดยใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที

คำอธิบาย : ขนมฟอยมรกตกรอบ เป็นขนมที่ผลิตมาจากไข่แดง ไข่ขาว (ไข่น้ำค้าง) น้ำมันพืช สีเขียวจากใบเตย และน้ำตาลทราย นำมาผลิตเป็นขนมฟอยมรกตกรอบ โดยโรยส่วนผสมไข่ลงในน้ำเชื่อม จัดให้เป็นชั้นพอคำ อบจนแห้ง ได้ขนมฟอยมรกตกรอบที่มีสีเขียวและกลิ่นจากธรรมชาติของใบเตย

คำแนะนำ กรุณาทำเครื่องหมายถูก ✓ ลงในเครื่องหมายวงเล็บ () ตามที่ท่านเห็นเหมาะสมและตรงกับความคิดเห็นของท่านที่สุด

เฉพาะ
เจ้าหน้าที่

ID

--	--	--

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับการยอมรับขนมฝอยทองกรอบ

1. กรุณาชิมขนมฝอยมรกตกรอบแล้วบอกระดับความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์

ปัจจัยคุณภาพ	คะแนนความชอบ								
	1 ไม่ชอบ มากที่สุด	2 ไม่ ชอบ มาก	3 ไม่ชอบ มาก ปาน กลาง	4 ไม่ ชอบ เล็กน้อย	5 เฉยๆ	6 ชอบ เล็กน้อย	7 ชอบ ปาน กลาง	8 ชอบ มาก	9 ชอบ มากที่สุด
สี									
กลิ่น									
กลิ่นรส									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบโดยรวม									

2. ท่านยอมรับขนมฝอยมรกตกรอบที่ชิมนี้หรือไม่

() ยอมรับ () ไม่ยอมรับ

3. ขนมฝอยมรกตกรอบที่ท่านชิม มีขนาดชิ้นพอเหมาะแล้วหรือไม่

() เล็กไป () พอเหมาะแล้ว () ใหญ่ไป

4. หากมีขนมฝอยมรกตกรอบนี้ออกจำหน่าย ท่านคิดว่าจะซื้อหรือไม่

() ซื้อ () ไม่ซื้อ
() ไม่แน่ใจ เพราะ.....

5. ท่านคิดว่าราคาที่เหมาะสมของขนมฝอยมรกตกรอบขนาดบรรจุ 12 ชิ้น
บรรจุในซองพลาสติก น่าจะราคาเท่าไร

() 25-30 บาท () 31-35 บาท () 36-40 บาท
() 41-45 บาท () 46-50 บาท () 51-55 บาท

☐ A

☐ B

☐ C

☐ D

☐ E

☐ F

☐ G

☐ H

☐ I

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมกรบิ โภคชนมฝอยทองกรอบที่มีจำหน่ายในท้องตลาด โดยทั่วไป

1. โดยปกติท่านรับประทานขนมฝอยทองกรอบบ่อยแค่ไหน

- () 4 ครั้ง ต่อเดือน () 3 ครั้ง ต่อเดือน
() 2 ครั้ง ต่อเดือน () 1 ครั้ง ต่อเดือน
() 6 เดือนต่อครั้ง () 1 ปี ต่อครั้ง
() อื่นๆ โปรดระบุ.....

☐ J

2. ในทัศนคติของท่าน ท่านชอบรับประทานขนมฝอยทองกรอบหรือไม่

- () ชอบ () ไม่ชอบ เพราะ.....

☐ K

3. เหตุผลใดที่ท่านเลือกซื้อขนมฝอยทองกรอบ (ใส่หมายเลขตามลำดับความชอบ เช่น ชอบมากที่สุด ให้อันดับที่ 1 ชอบรองลงมา ให้ 2 3 4 และ 5 ตามลำดับ)

- () มีรสชาติอร่อย () ซื้อมาเป็นของฝาก
() อนุรักษ์ขนบไทย () บรรลุภณณ์นำซื้อ
() อื่นๆ โปรดระบุ.....

L1-L5
☐ ☐
☐ ☐
☐ ☐

4. สถานที่ที่ท่านซื้อขนมฝอยทองกรอบบ่อยที่สุด (ตอบเพียงข้อเดียว)

- () ร้านขายของชำ หรือร้านแผงลอย () ร้านขายของฝาก
() ร้านขายขนมไทย () ร้านสะดวกซื้อ/ซูเปอร์มาร์เก็ต/ห้างสรรพสินค้า
() อื่นๆ โปรดระบุ.....

☐ M

ส่วนที่ 3 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

- | | | | |
|-------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 1. เพศ | () ชาย | () หญิง | ☐ N |
| 2. อายุ | () 6-15 ปี | () 16-25 ปี | ☐ O |
| | () 26-35 ปี | () 36-45 ปี | |
| | () 46 ปีขึ้นไป | | |
| 3. ระดับการศึกษา | () ประถมศึกษา | () มัธยมศึกษา | ☐ P |
| | () ปริญญาตรี | () ปริญญาโท | |
| | () ปริญญาเอก | () อื่นๆ โปรดระบุ..... | |
| 4. อาชีพ | () นักเรียน/นิสิต/นักศึกษา | () ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว | ☐ Q |
| | () ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ | () ทำงานบริษัท/เอกชน | |
| | () อื่นๆ โปรดระบุ | | |
| 5. รายได้ต่อเดือน | () ต่ำกว่า 5,000 บาท | () 5,001-10,000 บาท | ☐ R |
| | () 10,001-20,000 บาท | () 20,001-30,000 บาท | |
| | () 30,001-40,000 บาท | () สูงกว่า 40,001 บาท | |

ขอขอบพระคุณท่านผู้ตอบแบบสอบถามมา ณ โอกาสนี้
ผู้วิจัย

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ



ตารางผนวกที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของ
ปริมาณสี่เหลี่ยมที่สกัดจากใบเตย 3 ระดับ ด้านสี

Source of variation	df	SS.	MS	F-ratio	F 0.5
Treatment	2	12.27	6.14	14.87 **	3.23
Block	19	7.38	0.39	0.95	
Error	38	15.68	0.41		
Total	59				

หมายเหตุ

* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของ ปริมาณสีเขียวขึ้นที่สกัดจากใบเตย 3 ระดับ ในการทำขนมฝอยมรกตกรอบ ด้าน กลิ่นรส

Source of variation	df	SS.	MS	F-ratio	F 0.5
Treatment	2	1.09	0.55	5.72 *	3.23
Block	19	2.05	0.11	1.12	
Error	38	3.64	0.10		
Total	59	6.79			

หมายเหตุ

* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99



ตารางผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของ ปริมาณสีเขียวขึ้นที่สกัดจากใบเตย 3 ระดับ ในการทำขนมฟอยมรกตรอบ ด้าน เนื้อสัมผัส

Source of variation	df	SS.	MS	F-ratio	F 0.5
Treatment	2	0.71	0.35	2.40	3.23
Block	19	2.47	0.13	0.88	
Error	38	5.59	0.15		
Total	59				

หมายเหตุ

- * มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของปริมาณลิ้นเขียวขึ้นที่สกัดจากใบเคย 3 ระดับ ในการทำขนมฝอยมรกตกรอบ ด้านความชอบรวม

Source of variation	df	SS.	MS	F-ratio	F 0.5
Treatment	2	6.67	3.34	15.91 **	3.23
Block	19	3.06	0.16	0.77	
Error	38	7.97	0.21		
Total	59				

หมายเหตุ

* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของ
ขนมฟอยมรกตกรอบ ที่เก็บในถุงพลาสติกใส และถุงอลูมิเนียมฟลอยด์ ที่อุณหภูมิ
ห้อง และอุณหภูมิเย็น เมื่อเก็บรักษาไว้ 3 สัปดาห์ ด้านที่

Source of variation	df	SS.	MS	F-ratio	F 0.5
Rep.	19	38.14	2.00	2.82**	1.75
Treatment	3	68.24	22.75	32.00 **	2.76
A	1	25.31	25.31	35.61 **	4.00
B	1	27.61	27.61	38.85 **	4.00
AB	1	15.31	15.31	21.54 **	4.00
Error	57	40.51	0.71		
Total	79				

หมายเหตุ

- * มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของ
ขนมฟอยมรกตกรอบ ที่เก็บในจุงพลาสติกใส และถุงออลูมิเนียมฟลอยด์ ที่อุณหภูมิ
ห้อง และอุณหภูมิเย็น เมื่อเก็บรักษาไว้ 3 สัปดาห์ ด้านกลิ่น

Source of variation	df	SS.	MS	F-ratio	F 0.5
Rep.	19	66.20	3.48	2.61 **	1.75
Treatment	3	64.80	21.60	16.16 **	2.76
A	1	39.20	39.20	29.32 **	4.00
B	1	12.80	12.80	9.57 **	4.00
AB	1	12.80	12.80	9.57 **	4.00
Error	57	76.20	1.34		
Total	79				

หมายเหตุ

- * มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของขนมฟอยมรกตกรอบ ที่เก็บในถุงพลาสติกใส และถุงอลูมิเนียมฟลอยด์ ที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิเย็น เมื่อเก็บรักษาไว้ 3 สัปดาห์ ด้านกลิ่นรส

Source of variation	df	SS.	MS	F-ratio	F 0.5
Rep.	19	76.80	4.04	3.02 **	1.75
Treatment	3	66.70	22.23	16.61 **	2.76
A	1	31.25	31.25	23.35 **	4.00
B	1	24.20	24.20	18.08 **	4.00
AB	1	11.25	11.25	8.40 **	4.00
Error	57	76.30	1.33		
Total	79				

หมายเหตุ

- * มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของ
ขนมฟอยมรกตกรอบ ที่เก็บในถุงพลาสติกใส และถุงอูมูมินัมฟลอยด์ ที่อุณหภูมิ
ห้อง และอุณหภูมิเย็น เมื่อเก็บรักษาไว้ 3 สัปดาห์ ด้านเนื้อสัมผัส

Source of variation	df	SS.	MS	F-ratio	F 0.5
Rep.	19	94.24	4.96	4.58 **	1.75
Treatment	3	29.04	9.68	8.94 **	2.76
A	1	19.01	19.01	17.56 **	4.00
B	1	4.51	4.51	4.17 *	4.00
AB	1	5.51	5.51	5.09 *	4.00
Error	57	61.71	1.08		
Total	79				

หมายเหตุ

- * มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของขนมพวยมรกตกรอบ ที่เก็บในถุงพลาสติกใส และถุงอลูมิเนียมฟลอยด์ ที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิเย็น เมื่อเก็บรักษาไว้ 3 สัปดาห์ ด้านความชอบรวม

Source of variation	df	SS.	MS	F-ratio	F 0.5
Rep.	19	72.30	3.81	3.73 **	1.75
Treatment	3	69.30	23.10	33.62 **	2.76
A	1	42.05	42.05	41.18 **	4.00
B	1	14.45	14.45	14.15 **	4.00
AB	1	12.80	12.80	12.54 **	4.00
Error	57	58.20	1.02		
Total	79				

หมายเหตุ

- * มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของ
ขนมฟอยมรกตกรอบ ที่เก็บในถุงพลาสติกใส และถุงอลูมิเนียมฟลอยด์ ที่อุณหภูมิ
ห้อง และอุณหภูมิเย็น เมื่อเก็บรักษาไว้ 6 สัปดาห์ ด้านสี

Source of variation	df	SS.	MS	F-ratio	F 0.5
Rep.	19	46.14	2.42	2.18 **	1.75
Treatment	3	178.13	59.38	53.21 **	2.76
A	1	49.61	49.61	44.46 **	4.00
B	1	82.01	82.01	73.47 **	4.00
AB	1	46.51	46.51	41.68 **	4.00
Error	57	63.61	1.12		
Total	79				

หมายเหตุ

- * มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของ
ขนมฟอยมรกตกรอบ ที่เก็บในถุงพลาสติกใส และถุงอูฐมินัมฟลอยด์ ที่อุณหภูมิ
ห้อง และอุณหภูมิเย็น เมื่อเก็บรักษาไว้ 6 สัปดาห์ ด้านกลิ่น

Source of variation	df	SS.	MS	F-ratio	F 0.5
Rep.	19	56.95	2.99	2.04 *	1.75
Treatment	3	113.25	37.75	25.69 **	2.76
A	1	57.80	57.80	39.34 **	4.00
B	1	24.20	24.20	16.47 **	4.00
AB	1	31.25	31.25	21.27 **	4.00
Error	57	83.75	1.47		
Total	79				

หมายเหตุ

* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางผนวกที่ 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของ
ขนมฝอยมรกตกรอบ ที่เก็บในถุงพลาสติกใส และถุงอลูมิเนียมฟลอยด์ ที่อุณหภูมิ
ห้อง และอุณหภูมิเย็น เมื่อเก็บรักษาไว้ 6 สัปดาห์ ด้านกลิ่นรส

Source of variation	df	SS.	MS	F-ratio	F 0.5
Rep.	19	48.14	2.53	2.52 **	1.75
Treatment	3	76.04	25.35	25.25 **	2.76
A	1	27.61	27.61	27.51 **	4.00
B	1	25.31	25.31	25.22 **	4.00
AB	1	23.11	23.11	23.03 **	4.00
Error	57	57.21	1.00		
Total	79				

หมายเหตุ

- * มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางผนวกที่ 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของ
ขนมฟอยมรกตกรอบ ที่เก็บในถุงพลาสติกใส และถุงอลูมิเนียมฟลอยด์ ที่อุณหภูมิ
ห้อง และอุณหภูมิเย็น เมื่อเก็บรักษาไว้ 6 สัปดาห์ ด้านเนื้อสัมผัส

Source of variation	df	SS.	MS	F-ratio	F 0.5
Rep.	19	50.94	2.68	2.56 **	1.75
Treatment	3	23.14	7.71	7.37 **	2.76
A	1	6.61	6.61	6.32 *	4.00
B	1	12.01	12.01	11.49 **	4.00
AB	1	4.51	4.51	4.31 *	4.00
Error	57	59.61	1.04		
Total	79				

หมายเหตุ

- * มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางผนวกที่ 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของ
ขนมฝอยมรกตกรอบ ที่เก็บในถุงพลาสติกใส และถุงอลูมิเนียมฟลอยด์ ที่อุณหภูมิ
ห้อง และอุณหภูมิเย็น เมื่อเก็บรักษาไว้ 6 สัปดาห์ ด้านความชอบรวม

Source of variation	df	SS.	MS	F-ratio	F 0.5
Rep.	19	65.14	3.43	2.63 **	1.75
Treatment	3	106.04	35.35	27.15 **	2.76
A	1	37.81	37.81	29.04 **	4.00
B	1	40.61	40.61	31.19 **	4.00
AB	1	27.61	27.61	21.21 **	4.00
Error	57	74.21	1.30		
Total	79				

หมายเหตุ

- * มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ภาคผนวก ง

การคำนวณอัตราส่วนความเข้มของสีเขียว



การคำนวณอัตราส่วนความเข้มของสีเขียว
ตามวิธีของ Gold และ Weckel(1959) และ Hayakawa และ Timbers (1977)

เมื่อทำการวัดค่าสีตามระบบ Hunter Color จะได้ค่าสี L^* , a^* , b^* นำค่าสีดังกล่าวทำการคำนวณแล้วรายงานผลออกมาในรูปคำนวณอัตราส่วนความเข้มของสีเขียว ดังนี้

$$\text{อัตราส่วนความเข้มของสีเขียว} = - (a / b)$$





ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวพันทิพ เชาวนสมบูรณ์
ชื่อ – นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Panthip Chaosomboon
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 573 0190006247
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ พนักงานมหาวิทยาลัย 1.3
4. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก
ที่อยู่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ :
สาขาวิชาธุรกิจอาหาร
เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ เขตสาทร แขวงทุ่งมหาเมฆ กรุงเทพฯ 10120
หมายเลขโทรศัพท์ 02-286-3991-5 ต่อ 9624
โทรสาร 02-287-9737
e-mail ticktock74@hotmail.com
5. ประวัติการศึกษา
พ.ศ. 2538 คศ.บ. (คหกรรมศาสตรบัณฑิต)
สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ-พัฒนาผลิตภัณฑ์
คณะคหกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
วิทยาเขตพระนครใต้
พ.ศ. 2540 คศ.ม. (คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต)
สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ ภาควิชาคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ -
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดย
ระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย
หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย -
- 7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย -
- 7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย -
- 7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน (อาจ
มากกว่า 1 เรื่อง) -

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัย
ว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด -

8. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางพรทิพย์ เชาว์สมบูรณ์
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mrs Pornthip Chaosomboon

9. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 7301 00957 53 4

10. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำ โรงเรียนจิตรลดา

11. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก

ที่อยู่ โรงเรียนจิตรลดา
ถนนราชวิถี แขวงสวนจิตรลดา เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10303

หมายเลขโทรศัพท์ 02-280-4830-1 ต่อ 3307 , 3203

โทรสาร 02-280-4830-1 ต่อ 3102

e-mail pukky02@hotmail.com

12. ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2546 ศิลปศาสตรบัณฑิต
สาขามนุษยศาสตร์ วิชาเอกภาษาอังกฤษ สถาบันราชภัฏสวนดุสิต
พ.ศ. 2552 บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต
สาขาบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยนานาชาติแสดมฟอร์ด

13. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ -

14. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดย
ระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย
หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย -

14.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย -

14.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย -

14.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน (อาจ
มากกว่า 1 เรื่อง) -

14.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัย
ว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด -

