ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร)

ปริญญา

พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร — **สาขา**

พัฒนาผลิตภัณฑ์ — **ภาควิชา**

เรื่อง การพัฒนาอาหารว่างแบบเลเยอร์ที่มีเบต้าแคโรทีนจากฟักทอง มันเทศ และแครอท

Development of Layered Snack from Pumpkin, Sweet Potato and Carrot Containing Beta-carotene

นามผู้วิจัย นางสาวจันทนี ธีรเวชเจริญชัย

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(รองศาสตราจารย์กมลวรรณ แจ้งชัด, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(รองศาสตราจารย์อนุวัตร แจ้งชัด, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(อาจารย์เทพกัญญา หาญศีลวัต, ปร.ด.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(รองศาสตราจารย์อนุวัตร แจ้งชัด, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาอาหารว่างแบบเลเยอร์ที่มีเบต้าแคโรทีนจากฟักทอง มันเทศ และแครอท

Development of Layered Snack from Pumpkin, Sweet Potato and Carrot Containing Beta-carotene

โดย

นางสาวจันทนี ธีรเวชเจริญชัย

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร)

พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จันทนี ธีรเวชเจริญชัย 2557: การพัฒนาอาหารว่างแบบเลเยอร์ที่เบต้าแคโรทีนจากฟักทอง มันเทศ และ แครอท ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร) สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์กมลวรรณ แจ้งชัด, Ph.D. 103 หน้า

ฟักทอง มันเทศและแครอทจัดเป็นผักที่ประกอบด้วยสารอาหารหลายชนิดโดยเฉพาะวิตามินเอในรูปของเบต้าแคโรทีนและใยอาหาร วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อพัฒนาอาหารว่างที่มีคุณค่าทางโภชนาการจากฟักทอง มันเทศ และแครอทให้มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค การพัฒนาสูตรประกอบด้วย การพัฒนาฟักทองผสมมันเทศแผ่นและการพัฒนาฟักทองผสมแครอทแผ่น ในส่วนการพัฒนาฟักทองผสมมันเทศแผ่น ได้ทำการศึกษาผลของอัตราส่วนของฟักทองและมันเทศต่อคุณภาพของฟักทองผสมมันเทศแผ่นโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ศึกษาอัตราส่วนของฟักทองต่อมันเทศ 5 ระดับคือ 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมของฟักทองต่อมันเทศคือ 50:50 และทำการปรับปรุงเนื้อสัมผัสโดยศึกษาผลของปริมาณมอลโตเดกซ์ตริน พบว่าปริมาณมอลโตเดกซ์ตรินที่เหมาะสมคือ 15% สำหรับการพัฒนาสูตรฟักทองผสมแครอทแผ่น ทำการศึกษาผลของอัตราส่วนของฟักทองและแครอทต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ ศึกษาอัตราส่วนของฟักทองต่อแครอท 5 ระดับคือ 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 พบว่าอัตราส่วนของฟักทองต่อแครอทที่เหมาะสมคือ 0:100 และศึกษาผลของปริมาณเจลาตินและกลูโคสไซรัปต่อคุณภาพแครอทแผ่น โดยจัดสิ่งทดลองแบบ 3x3 แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ ศึกษาปริมาณของเจลาติน 3 ระดับคือ 0, 4 และ 8 กรัม ต่อส่วนผสมทั้งหมด 100 กรัม และปริมาณของกลูโคสไซรัป 3 ระดับคือ 0, 8 และ 16 กรัม ต่อส่วนผสมทั้งหมด 100 กรัม จากการวิเคราะห์ผลทางประสาทสัมผัสโดยวิธีพื้นผิวตอบสนอง พบว่าปริมาณที่เหมาะสมของเจลาตินและกลูโคสไซรัปคือ 3.8% และ 5.7% จากนั้นนำฟักทองผสมมันเทศแผ่นหนา 0.2±0.1 เซนติเมตร มาประกบทั้งสองด้านของแครอทแผ่นที่หนา 0.2±0.1 เซนติเมตร จะได้ผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอท ทำการศึกษาผลของเวลาในการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60±2^{o}C พบว่าเวลาที่เหมาะสมในการอบคือ 2 ชั่วโมง โดยอาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่พัฒนาได้ มีค่าความแข็ง 9.7 N ค่า a_w 0.732 และวิตามินเอ 91.7 ug RE ซึ่งคิดเป็น 11.5% ของปริมาณวิตามินเอที่แนะนำให้บริโภคต่อวัน (1 หน่วยบริโภค คือ 45 กรัม) จากการสำรวจการยอมรับของผู้บริโภค พบว่าผลิตภัณฑ์ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.0) และผู้บริโภคให้การยอมรับ 81.7% โดยผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในกล่องพลาสติกหรือที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอลย์เคลือบพลาสติกเก็บที่อุณหภูมิ 30±2^{o}C มีอายุการเก็บรักษานาน 1 เดือน

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Junthanee Teravecharoenchai 2014: Development of Layered Snack from Pumpkin, Sweet Potato and Carrot Containing Beta-carotene. Master of Science (Agro–Industrial Product Development), Major Field: Agro–Industrial Product Development, Department of Product Development. Thesis Advisor: Associate Professor Kalmonwan Jangchud, Ph.D. 103 pages.

Pumpkin, sweet potato, and carrot are vegetables which contain high levels of nutrients, especially; vitamin A, a form of beta-carotene; and fibere. The objective of this study was to develop nutritional snacks from pumpkins, sweet potatoes, and carrots, which are acceptable to consumers. The formula for the creation of these snacks consisted of two parts: a layer made up of a combination of pumpkin and sweet potato was produced, along with a carrot sheet. Ratios of pumpkin to sweet potato were studied using the Completely Randomized Design (CRD). Five ratios of pumpkin to sweet potato were investigated: 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, and 0:100. The results showed that the optimum proportion of pumpkin to sweet potato was 50:50. The texture of the products was improved by studying the effect of different amounts of maltodextrin. It was found that the optimum amount of maltodextrin was 15% of the total content of the snacks. Regarding the sheet, the impact of five proportions of pumpkin to carrot (100:0, 75:25, 50:50, 25:75, and 0:100) on the quality of the products was researched, again by employing the CRD. The findings showed that the optimum ratio of pumpkin to carrot was 0:100. The influence of gelatine (0, 4, and 8 grams per 100 gram of ingredients) and glucose syrup (0, 8, and 16 grams per 100 gram of ingredients) on the product's quality was studied by using a 3x3 factorial arrangement in CRD. The sensory perception which resulted from consumption of the products was analyzed by applying the Response Surface Methodology (RSM). The optimum amount of gelatine and glucose syrup relative to the total contents of the snacks, were 3.8% and 5.7%, respectively. The 0.2±0.1 cm thickness mixed pumpkin and sweet potato sheet was put on 2 sides of the 0.2±0.1 cm thickness carrot sheet. They overlapped as the alternating layers of the product. A study of the drying time at a temperature of 60±2°C found that the optimum drying time was two hours, resulting in a hardness level of 9.7 N, a_w of 0.732, and 91.7 ug RE vitamin A or 11.5% vitamin A from ThaiRDI (1 serving size = 45 gram). The consumer acceptance test revealed that the product achieved a moderate liking score (7.0) with a consumer acceptance of 81.7%. The shelf life of layered snacks packed in plastic boxes or aluminum foil bag, and stored at 30±2 $^{\circ}$C, was found to be 1 month.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงมาได้ด้วยดีเนื่องจากความกรุณาของ รศ.ดร.กมลวรรณ แจ้งชัด อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้มาโดยตลอดผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รศ.ดร.อนุวัตร แจ้งชัดและ ดร.เทพกัญญา หาญศีลวัต อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รวมทั้งท่านประธานการสอบ ดร. วรรณสวัสดิ์ รัฐพิทักษ์สันติ และผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ผศ.ดร.ปริญดา เพ็ญโรจน์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำเพิ่มเติมทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ คุณสาธิต ฤทธิ์เลิศชัย คุณจิดารัศมิ์ ธนะปรีชาวงษ์ คุณนิดดา กันต์นิกุลและคุณกัญรินทร์ หงษ์ไทยธนพร เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้กรุณาดูแล ช่วยเหลือ ให้คำปรึกษาในการวิจัยด้วยดีเสมอมา

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณธิชานุช ไทยานันท์ คุณกุลบดี ตันติจำนรรจ์ คุณวิไลรัตน์ จงหอมขจร คุณฐิติมา ธันวราคม คุณชีรีน อะหมะดี พีรชะหีด รวมถึงเพื่อนๆพี่ๆน้องๆทุกคนที่มิได้เอ่ยนามที่คอยร่วมทุกข์ร่วมสุข ช่วยเหลือ เป็นกำลังใจตลอดเวลาที่ผ่านมาทำให้การศึกษาปริญญาโทครั้งนี้เป็นอีกหนึ่งประสบการณ์ที่น่าประทับใจ

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับครอบครัวของผู้วิจัย ที่คอยเป็นกำลังใจช่วยเหลือและให้การสนับสนุนด้านการศึกษาด้วยดีเสมอมา จนทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้ประสบผลสำเร็จด้วยดี

ขอมอบประโยชน์อันเกิดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้แด่ทุกท่านที่คอยดูแล ช่วยเหลือตลอดมา

จันทนี ธีรเวชเจริญชัย

มิถุนายน 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	26
อุปกรณ์	26
วิธีการ	29
ผลและวิจารณ์	37
สรุปและข้อเสนอแนะ	65
สรุป	65
ข้อเสนอแนะ	66
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	67
ภาคผนวก	77
ภาคผนวก ก แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอท	78
ภาคผนวก ข แบบสอบถามการยอมรับผู้บริโภค	83
ภาคผนวก ค ต้นทุนการผลิตของวัตถุดิบผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอท	88
ภาคผนวก ง มาตรฐานผลไม้กวน	90
ภาคผนวก จ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากผักและผลไม้	96
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	103

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากผักและผลไม้	7
2	ตัวอย่างพันธุ์ฟักทองที่นิยมในประเทศไทย	9
3	คุณค่าทางอาหารของฟักทองในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม	11
4	พันธุ์มันเทศที่จำแนกตามอายุการเก็บเกี่ยว	12
5	คุณค่าทางอาหารของหัวมันเทศในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม	13
6	พันธุ์แครอทที่จำแนกตามลักษณะรูปร่างและขนาดหัว	15
7	คุณค่าทางอาหารของแครอทในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม	17
8	คุณสมบัติของเจลาติน	19
9	คุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางเคมีของฟักทอง มันเทศ และแครอทสุกบดละเอียด	37
10	คุณภาพทางกายภาพของฟักทองผสมมันเทศแผ่นที่มีอัตราส่วนฟักทองและมันเทศแตกต่างกัน	38
11	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของฟักทองผสมมันเทศแผ่นที่มีอัตราส่วนฟักทองและมันเทศแตกต่างกัน	39
12	คุณภาพทางกายภาพของฟักทองผสมมันเทศแผ่นที่มีปริมาณมอลโตเดกซ์ตรินแตกต่างกัน	40
13	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของฟักทองผสมมันเทศแผ่นที่มีปริมาณมอลโตเดกซ์ตรินแตกต่างกัน	41
14	ค่าคุณภาพทางกายภาพของฟักทองผสมแครอทแผ่นที่มีอัตราส่วนของฟักทองและแครอทแตกต่างกัน	42
15	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของฟักทองผสมแครอทแผ่นที่มีอัตราส่วนฟักทองและแครอทแตกต่างกัน	43
16	คุณภาพทางกายภาพของแครอทแผ่นที่มีปริมาณเจลาตินและกลูโคสไซรัปแตกต่างกัน	44
17	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของแครอทแผ่นที่มีปริมาณเจลาตินและกลูโคสไซรัปแตกต่างกัน	46
18	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้อธิบายผลของเจลาตินและกลูโคสไซรัปต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของแครอทแผ่น	47

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
19	ค่า Root Mean Square error (RMSE) และค่า Correlation (r) จากการคัดเลือกสูตรของคุณภาพทางประสาทสัมผัสจากแผนภาพคอนทัวร์เพื่อนำมายืนยันความถูกต้องของแบบจำลอง	49
20	คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่ใช้ระยะเวลาในการอบแตกต่างกัน	50
21	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่ใช้ระยะเวลาเวลาในการอบแตกต่างกัน	51
22	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอท	52
23	คุณภาพทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่พัฒนาได้	54
24	ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคที่ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอท	56
25	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอท	57
26	คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่บรรจุในกล่องพลาสติก	59
27	คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศและแครอทที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์	60
28	คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่บรรจุในกล่องพลาสติก	61
29	คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์	62
30	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่บรรจุในกล่องพลาสติก	63
31	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์	64

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่ **หน้า**

ค1	การคำนวนต้นทุนการผลิตของวัตถุดิบผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอท ขนาด 1 หน่วยบริโภค (10 ชิ้น)	89
จ1	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากผักและผลไม้รูปแบบม้วน	97
จ2	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากผักและผลไม้รูปแบบชั้น	99
จ3	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากผักและผลไม้รูปแบบกวน	101

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	เนื้อฟักทองสุกบดละเอียด (a) และเนื้อมันเทศสุกบดละเอียด (b)	31
2	กรรมวิธีการผลิตฟักทองผสมมันเทศแผ่น	31
3	เนื้อแครอทสุกบดละเอียด	33
4	กรรมวิธีการผลิตฟักทองผสมแครอทแผ่น	33
5	แผนภาพคอนทัวร์จากคุณภาพด้านประสาทสัมผัสในคุณลักษณะต่างๆ (a-c) แลพื้นที่ที่เหมาะสม (d) โดยวิธีให้คะแนนความชอบของแครอทแผ่นที่มีปริมาณเจลาตินและกลูโคสไซรัปต่างกัน	48
6	ผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่พัฒนาได้	50

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การพัฒนาอาหารว่างแบบเลเยอร์ที่มีเบต้าแคโรทีนจากฟักทอง มันเทศ และแครอท

Development of Layered Snack from Pumpkin, Sweet Potato and Carrot Containing Beta-carotene

คำนำ

อาหารว่างเป็นอาหารระหว่างมื้อที่ย่อยง่าย ทำง่าย รับประทานแล้วไม่อิ่มจนเกินไป และสะดวกที่จะรับประทาน ลักษณะอาหารเป็นชิ้นหรือถ้วยเล็กๆ จึงรับประทานได้สะดวก ปัจจุบันอาหารว่างมีความจำเป็นโดยเฉพาะกับคนที่ต้องเดินทางไกลระหว่างบ้านและที่ทำงานซึ่งต้องใช้เวลาในการเดินทางค่อนข้างมาก รวมทั้งเด็กๆที่ต้องไปโรงเรียน ดังนั้นอาหารเหล่านี้ควรเป็นอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพหรืออาหารเพื่อสุขภาพ เป็นอาหารที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกาย และอาจช่วยลดอัตราเสี่ยงต่อโรคต่างๆ เช่น ลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด หรือเพิ่มภูมิคุ้มกันโรค เพิ่มศักยภาพให้ระบบต่อต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) หรือทำให้สุขภาพดีขึ้น ปัจจุบันอาหารเพื่อสุขภาพ ได้รับความสนใจอย่างแพร่หลาย ทั้งในด้านการวิจัยและเชิงพาณิชย์ เนื่องจากผู้บริโภคหันมาให้ความสำคัญกับอาหารและสุขภาพมากขึ้น จึงทำให้เกิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ เช่น การเสริมวิตามิน เส้นใยและกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย

ผักเป็นอาหาร 5 หมู่ที่จำเป็นกับร่างกายอย่างหนึ่ง ซึ่งอาหารหมู่นี้จะอุดมไปด้วยวิตามิน แร่ธาตุ ใยอาหารและสารพฤกษเคมี ช่วยเสริมสร้างให้ร่างกายแข็งแรง สามารถต้านทานเชื้อโรคและช่วยให้อวัยวะต่างๆ ทำงานได้ตามปกติ เป็นแหล่งของใยอาหารที่มีผลต่อระบบการย่อยและการดูดซึมสารอาหารจำพวกแป้งและน้ำตาลในระบบทางเดินอาหาร ช่วยควบคุมระดับน้ำตาล ใยอาหารมีบทบาทสำคัญในการป้องกันมะเร็งลำไส้เพราะช่วยขับสารพิษตกค้างภายในลำไส้ ลดการสะสมของสารพิษในลำไส้ใหญ่ จะสังเกตได้ว่าคนที่บริโภคผักและผลไม้เป็นประจำส่งผลให้การทำงานของลำไส้ดีขึ้น ไม่เป็นโรคท้องผูกและไม่เป็นโรคผนังลำไส้โป่งพอง ดังนั้นควรเลือกรับประทานผักให้มีความหลากหลายในแต่ละวัน ซึ่งฟักทอง มันเทศ และแครอทเป็นผักที่ประกอบด้วยสารอาหารหลายชนิด เช่น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เส้นใยอาหาร เกลือแร่ วิตามิน โดยเฉพาะวิตามินเอในรูปของเบต้าแคโรทีน ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ลดอัตราเสี่ยงของมะเร็ง ช่วยดูแลรักษาผิวพรรณ บำรุงสุขภาพของดวงตา ชะลอความแก่ นอกจากนี้ฟักทอง มันเทศ และแครอทยังเป็นผักที่ผู้บริโภคให้การยอมรับและนิยมนำมาทำอาหารคาวและอาหารหวานกันอย่างแพร่หลายเพราะมีรสชาติดี ราคาถูก สำหรับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในประเทศไทยฟักทอง มันเทศและแครอทเป็นผักที่ปลูกได้ง่าย สามารถปลูกได้ทุกฤดู ผู้ผลิตจึงให้ความสนใจกับอาหารว่างเพื่อสุขภาพ โดยนำฟักทอง มันเทศและแครอทมาแปรรูปเป็นอาหารว่างขึ้นรูปในรูปแบบชั้น เพื่อให้มีรสชาติและเนื้อสัมผัสที่หลากหลายถูกใจผู้บริโภค และเพิ่มมูลค่าผลิตผล รวมถึงเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคอีกทางหนึ่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอท

2. เพื่อศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่พัฒนาได้

3. เพื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคและศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอท

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

1. ผลิตภัณฑ์อาหารแห้งและกึ่งแห้งจากผักและผลไม้

1.1 อาหารแห้ง

อาหารแห้ง (dried food หรืออาจเรียกว่า dehydrated food) หมายถึง อาหารที่ผ่านการอบแห้ง หรือการตากแห้ง เพื่อลดปริมาณน้ำในอาหาร ทำให้อาหารมีน้ำหนักเบา ปริมาตรและความหนาแน่น (bulk density) ลดลง เนื่องจากน้ำเป็นส่วนประกอบสำคัญของอาหารสด เมื่อกำจัดน้ำส่วนใหญ่ออกจากอาหาร จะกลายเป็นอาหารที่มีค่าปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (water activity, a_w) ต่ำ คือมีค่าน้อยกว่า 0.6 และมีความชื้นน้อยกว่า 15% ซึ่งถือเป็นการถนอมอาหารที่สำคัญวิธีหนึ่ง ทำให้สามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องได้นานโดยไม่เน่าเสีย แต่ทั้งนี้ควรเก็บในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมและเก็บในที่แห้งและเย็น เพื่อรักษาคุณภาพ มีการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้ต่ำ เพื่อป้องกันการดูดน้ำกลับและลดปริมาณน้ำที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียของอาหาร และจุลินทรีย์ก่อโรค (Jay,1998)

1.2 อาหารกึ่งแห้ง

อาหารกึ่งแห้ง (Intermediate moisture food) หมายถึง อาหารที่ลดค่าปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (a_w) ลงจนอยู่ในช่วง 0.65-0.85 และมีความชื้นประมาณ 15-30% เช่น เนยแข็ง แยม ผลไม้แห้ง ลูกกวาด อาหารกึ่งแห้งเป็นอาหารที่มีปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในระดับปานกลาง ซึ่งเป็นระดับที่เชื้อราและยีสต์อาจจะเจริญเติบโตได้ (ไพโรจน์, 2539) โดยปัจจัยที่กำหนดชนิดของเชื้อรา ได้แก่ค่า a_w ชนิดของสารละลาย (น้ำตาลและเกลือ) และอุณหภูมิในการเก็บรักษา (Hocking, 1988) การเปลี่ยนแปลงทางเคมีส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ เช่น การเกิดออกซิเดชันของน้ำมันและไขมัน การสูญเสียวิตามินที่ละลายน้ำได้ การเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากปฏิกิริยาที่ไม่ใช้เอนไซม์ (Steele, 1988)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3 ผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้แผ่น

1.3.1 ผักแผ่น

ผักแผ่นมีกรรมวิธีในการผลิตเริ่มจากนำผักมาลวกในน้ำร้อน ปั่นละเอียดแล้วทำให้เป็นแผ่นบางก่อนนำไปอบแห้ง การคัดเลือกผักที่จะนำมาทำผักแผ่นนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมหาง่าย ซึ่งผักที่นิยมนำมาทำผักแผ่น เช่น ฟักทอง มะเขือเทศ เป็นต้น (Reynold, 1998) วัฒนา (2548) ได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นจากผักคะน้าและผักตำลึงพบว่า สูตรที่เหมาะสมที่สุดมีอัตราส่วนระหว่างผักคะน้าและผักตำลึงคือ 75:25 หรือคิดเป็น 87.7% ของสูตร ส่วนที่เหลือคือน้ำตาล เกลือ ซอสคิดโค่แมน พริกไทย โดยมีค่า a_w 0.305 และความชื้น 4.52% นอกจากนี้ยังพบว่าอุณหภูมิในการอบแห้งมีผลต่ออัตราการลดความชื้นของผลิตภัณฑ์ โดยการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีอัตราการอบแห้งที่เร็วกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 50 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของอากาศที่อุณหภูมิสูงมีค่ามากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ จึงทำให้ความร้อนจากลมร้อนสามารถถ่ายเทไปยังผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเพื่อใช้ในการระเหยน้ำได้มากกว่าจึงเป็นผลให้น้ำในผลิตภัณฑ์ผักแผ่นที่อบแห้งในอุณหภูมิสูงถูกระเหยได้มากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ

1.3.2 ผลไม้แผ่น

ผลไม้แผ่นคือผลไม้ปั่นละเอียด ทำให้แห้งเก็บไว้รับประทาน มีกรรมวิธีในการผลิตเริ่มจากการทำความสะอาดผลไม้ ปอกเปลือกในผลไม้บางชนิด นำเมล็ดและไส้ออก หั่นเป็นชิ้นเล็ก แล้วนำไปปั่นให้ละเอียด ใส่สารเพิ่มกลิ่นรสตามต้องการ เทลงบนถาดที่หุ้มด้วยพลาสติกแรป (Plastic wrap) เกรดสำหรับอาหาร ให้ได้ความหนาประมาณ 1/8-1/4 นิ้ว อบจนกระทั่งแห้งและสามารถลอกออกเป็นแผ่นได้ ตัดเป็นแผ่นเล็กบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิท เก็บไว้ในที่แห้งและเย็นหรือเก็บไว้ในตู้เย็น หรือบางครั้งม้วนเป็นโรล เรียกว่า fruit roll ซึ่งผลไม้แผ่นเป็นผลิตภัณฑ์ที่เหมาะกับคนทุกเพศทุกวัย สามารถทำรับประทานได้ง่าย สะดวกสบายในการเก็บและเหมาะเป็นของทานเล่นหรือพกพาในการเดินทาง (Raab and Oehler, 2001)

ผลไม้ส่วนใหญ่มีปริมาณน้ำอยู่ในผลมาก ทำให้เสื่อมเสียได้ง่าย การแปรรูปผลไม้โดยการทำแห้งในรูปผลไม้แห้งหรือผลไม้แผ่นจะช่วยรักษาคุณภาพของผลไม้ให้มีคุณภาพดี อีกทั้งยังช่วยยืดอายุการเก็บให้นานขึ้น (Hughes and Willenberg, 2001) ซึ่งผลไม้หลายชนิดสามารถนำมาทำเป็นผลไม้แผ่นได้ เช่น แอปเปิ้ล เบอร์รี่ องุ่น แพร์ พีช พลัม มะเขือเทศ สับปะรด ส้ม กล้วย สตรอ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เบอร์รี่ เป็นต้น โดยสามารถผลิตผลไม้แผ่นจากผลไม้ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป เพื่อให้ได้รสชาติที่หลากหลาย เช่น แอพพริคอทกับแอปเปิ้ล พลัมกับสับปะรด ส้มกับสับปะรด กล้วยรวมกับแอปเปิ้ลและเบอร์รี่ เป็นต้น (Washington State University, 2001) โดยมีงานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นจากผลไม้ต่างๆ หลายงาน เช่น เพ็ชรดา (2547) ได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์กล้วยแผ่น พบว่าสูตรที่เหมาะสมคือ กล้วยหอม 71.43% กลูโคสไซรัปและน้ำตาล 7.84% แป้งสาลี 2.18% น้ำ 10.71% โดยใช้อุณหภูมิในการอบแห้ง 60 องศาเซลเซียส นาน 15 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์มีค่าความชื้น 11.26% และค่า a_w 0.550 เก็บรักษาในซองลามิเนตได้นาน 125 วัน รัชนีกร (2549) ได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้พบว่า สูตรที่เหมาะสมที่สุดประกอบด้วย เนื้อบ๊วย 13.33% ฝรั่ง 26.67% น้ำตาล 26.67% เพคติน 0.75% และน้ำ 32.58% โดยใช้อุณหภูมิในการอบแห้ง 60 องศาเซลเซียส นาน 18 ชั่วโมง เมื่อวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์สุดท้ายพบว่า มีค่า a_w 0.41 ค่าความชื้น 16.85% และในผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่น 100 กรัมมีปริมาณกรดแอสคอร์บิค 45.15 มิลลิกรัม มีอายุการเก็บไม่ต่ำกว่า 8 สัปดาห์ในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ Phimpharian และคณะ (2011) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์สับปะรดแผ่น โดยศึกษาปริมาณกลูโคสไซรัป 3 ระดับคือ 2%, 4% และ 6% และเพคติน 3 ระดับ คือ 0.5%, 1.0% และ 1.5% โดยใช้อุณหภูมิในการอบแห้ง 60 องศาเซลเซียส นาน 10 ชั่วโมง นำมาสร้างแผนภาพคอนทัวร์และสมการในการทำนายค่า พบว่าสูตรที่เหมาะสมมีปริมาณกลูโคสไซรัป 3.5-6.0% และเพคติน 0.5-1.0% โดยมีค่าความชื้น 9-11%, a_w 0.525-0.545 คะแนนความชอบรวม 6.7-7.3

2. แนวโน้มผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากผักและผลไม้

จากการสืบค้นข้อมูลในระบบฐานข้อมูล Global New Product Development (GNPD) ในส่วนของผลิตภัณฑ์อาหารว่าง (Snacks) จากหลายทวีปทั่วโลก พบว่า ตลาดที่มีการนำผักไปทำเป็นอาหารว่างมากที่สุดคือ เอเชียแปซิฟิก (63.09%) รองลงมาคือยุโรป (17.38%) และอเมริกาเหนือ (13.09%) ส่วนตลาดที่มีการนำผลไม้ไปทำเป็นอาหารว่างมากที่สุดคือ เอเชียแปซิฟิก (55.29%) รองลงมาคือยุโรป (24.02%) และอเมริกาเหนือ (9.04%) เช่นเดียวกัน

จากจำนวนผลิตภัณฑ์อาหารว่างทั้งหมด 156,478 ผลิตภัณฑ์ แบ่งเป็นประเภทอาหารว่างจากผัก (Vegetable Snacks) 3,564 ผลิตภัณฑ์ ซึ่งทวีปที่มีจำนวนผลิตภัณฑ์มากที่สุดคือ เอเชียแปซิฟิก (Asia Pacific) ในทวีปเอเชียแปซิฟิกนี้ จีนถือเป็นประเทศที่มีจำนวนผลิตภัณฑ์สูงสุดคือ 867 ผลิตภัณฑ์ รองลงมาคือ อินเดีย 355 ผลิตภัณฑ์และไทย 302 ผลิตภัณฑ์ ซึ่งผลิตภัณฑ์ประเภทนี้นิยมใช้บรรจุภัณฑ์ประเภทอ่อนตัวได้ (Flexible) วัสดุชนิดเมตัลไลซ์ (Metallised Film) รองลงมา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คือ พลาสติก โดยรสชาติ กลิ่นรสที่เป็นที่นิยม 3 อันดับแรกคือ รสสาหร่าย รสถั่วเขียวและรสผัก ตามลำดับ และมีผลิตภัณฑ์ในรูปแบบม้วน (roll) 45 ผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์รูปแบบชั้น (Layer) 34 ผลิตภัณฑ์และผลิตภัณฑ์รูปแบบกวน (paste) 24 ผลิตภัณฑ์ (GNPD, 2014)

ส่วนประเภทอาหารว่างจากผลไม้ (Fruit Snacks) มีจำนวนทั้งหมด 15,547 ผลิตภัณฑ์ ซึ่งทวีปที่มีจำนวนผลิตภัณฑ์มากที่สุดคือ เอเชียแปซิฟิก (Asia Pacific) ในทวีปเอเชียแปซิฟิกนี้ จีนถือเป็นประเทศที่มีจำนวนผลิตภัณฑ์สูงสุดคือ 3,026 ผลิตภัณฑ์ รองลงมาคือ อินเดีย 856 ผลิตภัณฑ์ เวียดนาม 770 ผลิตภัณฑ์และไทย 540 ผลิตภัณฑ์ ซึ่งผลิตภัณฑ์ประเภทนี้นิยมใช้บรรจุภัณฑ์ประเภทอ่อนตัวได้ (Flexible) วัสดุชนิด พลาสติก รองลงมาคือเมตัลไลซ์ (Metallised Film) โดยรสชาติ กลิ่นรสที่เป็นที่นิยม 3 อันดับแรกคือ รสแอปเปิ้ล รสกล้วยและรสพลัม ตามลำดับ และมีผลิตภัณฑ์ในรูปแบบม้วน (roll) 580 ผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์รูปแบบชั้น (Layer) 157 ผลิตภัณฑ์และผลิตภัณฑ์รูปแบบกวน (paste) 113 ผลิตภัณฑ์ (GNPD, 2014) ตัวอย่างผลิตภัณฑ์บางชนิดแสดงได้ดังตารางที่ 1 และภาคผนวก จ

ตารางที่ 1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากผักและผลไม้

ผลิตภัณฑ์	ยี่ห้อผลิตภัณฑ์	รูปผลิตภัณฑ์	ลักษณะผลิตภัณฑ์
Nori Teriyaki Flavoured Japanese Style Grilled Seaweed Roll	Taokaenoi Big Roll		สาหร่ายแผ่นที่นำมาม้วน
Apple & Strawberry Fruit Snack Roll	Kellogg's Winders Fruit Doubles		แอปเปิ้ลและสตอเบอร์รี่ตัดเป็นเส้นขนาดเล็ก นำมาม้วน
Orange & Mango Flavour Rolls	Uncle Tobys Roll-Ups Tongue Tattoos		ส้มผสมมะม่วงแผ่นที่นำมาม้วน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ผลิตภัณฑ์	ยี่ห้อผลิตภัณฑ์	รูปผลิตภัณฑ์	ลักษณะผลิตภัณฑ์
Tropical Fruit Roll	Safari		แพร์ มะม่วง สับปะรดและแอปเปิ้ลผสมกันนำมาทำเป็นแผ่นและม้วน
Coconut Date Rolls	Golden Palm		มะพร้าวและอินทผลัมที่นำมาม้วน
Triple Layer Fruit Collision Snacks	Black Forest		เยลลี่แอปเปิ้ล แครอท แบล็คเคอร์เรนต์และ บลูเบอร์รี่ที่นำมาซ้อนกัน 3 ชั้น
Layer Hawthorn	Malin		ฮอร์ธอร์นแผ่นที่นำมาซ้อนกันเป็นชั้นโดยระหว่างชั้นเป็นแยมที่ทำจากฮอร์ธอร์น
Original Flavour Pumpkin Paste	Qi Yun Shan / Qiyunshan		ฟักทองกวนที่ตัดเป็นชิ้นขนาดพอดีคำ

ที่มา: GNPD (2014)

จากข้อมูลข้างต้นนี้จะเห็นว่าในทวีปเอเชียแปซิฟิกตลาดอาหารว่างจากผักและผลไม้นั้นเป็นตลาดขนาดใหญ่ที่ได้รับความนิยมอย่างมาก แต่อาหารว่างจากผักยังไม่มีผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายเท่ากับอาหารว่างจากผลไม้ จึงเป็นโอกาสและช่องทางหนึ่งในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากผักให้มีความหลากหลาย ถูกใจผู้บริโภคและเป็นการเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคอีกทางหนึ่ง ซึ่งผักที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ได้รับความสนใจคือ ฟักทอง มันเทศ และแครอทที่ผู้บริโภคให้การยอมรับและนิยมนำมาทำอาหารคาวและอาหารหวานกันอย่างแพร่หลาย สามารถปลูกได้ทุกฤดู รวมทั้งมีวิตามินเอในรูปของเบต้าแคโรทีนสูง ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ลดอัตราเสี่ยงของมะเร็ง ช่วยดูแลรักษาผิวพรรณ บำรุงสุขภาพของดวงตา ชะลอความแก่ นอกจากนี้ยังไม่พบผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากฟักทอง มันเทศ และแครอทในรูปแบบชั้นที่ซ้อนกัน เพื่อให้มีรสชาติและเนื้อสัมผัสที่ถูกใจผู้บริโภคอีกด้วย

3. ฟักทอง

ฟักทองเป็นพืชผักที่นิยมบริโภคและใช้สำหรับปรุงสุกเป็นอาหารคาวและอาหารหวานหลายชนิด เป็นไม้เถา จัดอยู่ในตระกูล Cucurbitaceae ลักษณะผลเป็นพูโดยรอบ เนื้อในสีเหลือง ในประเทศไทยฟักทองเป็นผักที่ปลูกง่าย อายุสั้น ให้น้ำหนักผลผลิตต่อพื้นที่สูง เจริญได้ดีในดินร่วนปนทราย ต้องการแสงแดดตลอดวัน ให้ผลผลิตสูงในฤดูหนาวประมาณ 1,600-1,920 กิโลกรัมต่อไร่ ในฤดูร้อนและฤดูฝนให้ผลผลิตประมาณ 800-1,280 กิโลกรัมต่อไร่ ฟักทองที่ปลูกในประเทศไทยมีหลายพันธุ์เช่น พันธุ์คางคก พันธุ์น้ำตก พันธุ์ทองอำไพ พันธุ์บึงกาฬ พันธุ์ศรีเมือง พันธุ์ลายข้าวตอก พันธุ์ศรีเมือง พันธุ์คิงคอง (โครงการหลวง, 2533) แต่ที่นิยมในประเทศไทย มี 2 พันธุ์ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตัวอย่างพันธุ์ฟักทองที่นิยมในประเทศไทย

พันธุ์ฟักทอง	ลักษณะ
1. พันธุ์ดำหรือพันธุ์คางคก	เป็นฟักทองพันธุ์หนัก ผลโต เมื่อแก่เปลือกจะมีสีเขียวเข้มอมดำ ขรุขระเป็นปุ่มปมคล้ายผิวของคางคก ก้นของผลยุบเข้าไปในผล ทำให้ปอกเปลือกยาก
2. พันธุ์น้ำตก	ฟักทองพันธุ์นี้ผลเล็กกว่าพันธุ์ดำเล็กน้อย ผิวจะไม่ค่อยขรุขระ ก้นของผลนูนออกมา ทำให้ง่ายต่อการเปลือกง่าย

ที่มา: ดัดแปลงจาก โครงการหลวง (2533)

จิรภาและคณะ (2546) ได้ศึกษาคุณภาพทางเคมีและกายภาพของฟักทองพบว่า ฟักทองดิบมีปริมาณความชื้นเฉลี่ย 81.00±2.10% ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 10.10±1.56 $^{\circ}$Brix ปริมาณของแข็งที่ไม่ละลายในแอลกอฮอล์เฉลี่ยร้อยละ 7.29±2.14 คาร์โบไฮเดรตที่ร่างกายดูดซึมได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ร้อยละ 4.76±0.50 ประกอบด้วย สตาร์ช กลูโคส ฟรุกโตสและซูโครสร้อยละ 0.75±0.06, 1.51±0.95, 1.35±0.90 และ 1.15±0.54 ตามลำดับ มีเยื่อใยอาหารร้อยละ 2.56±0.02 ซึ่งเป็นส่วนของเยื่อใยอาหารที่ละลายน้ำได้และละลายน้ำไม่ได้ร้อยละ 1.03±0.09 และ 1.53±0.42 ตามลำดับ และมีสารเบต้าแคโรทีน 2.86±0.57 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

การนำฟักทองมาใช้ประโยชน์ในอาหารพบว่า กมลวรรณ และคณะ (2542) ได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์สังขยาฟักทองกึ่งสำเร็จรูป โดยใช้แผนการทดลองแบบ Mixture Design พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมของไข่ขาว:กะทิผง:ฟักทองผงเท่ากับ 35:35:30 มีค่า a_w เท่ากับ 0.45 และเมื่อผสมอัตราส่วนระหว่างส่วนผสมแห้ง:น้ำเท่ากับ 1:2 แล้วนำไปนึ่งที่น้ำเดือดนาน 20 นาที จะได้สังขยาฟักทองที่พร้อมรับประทาน นอกจากนี้ Liamkaew (2006) ได้ศึกษากระบวนการอบแห้งฟักทองแผ่นกรอบพบว่า การใช้ไมโครเวฟร่วมกับระบบสุญญากาศในการอบแห้งฟักทองแผ่น พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตฟักทองแผ่นคือ อุณหภูมิอบแห้งเริ่มต้น 50 $^{\circ}$C ความดัน 1 kPa กำลังไมโครเวฟ 660 W. จะได้ผลิตภัณฑ์ฟักทองแผ่นที่กรอบและใช้เวลาในการอบแห้งสั้น

ด้านคุณค่าทางโภชนาการ ผลฟักทองที่มีสีเข้มจะอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระจำพวกเบต้าแคโรทีน ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มของสารแคโรทีนอยด์ที่ให้สีเหลือง-ส้ม ซึ่งร่างกายสามารถนำไปสร้างวิตามินเอได้ โดยพบว่าสารเบต้าแคโรทีน มีความสัมพันธ์กับการลดโอกาสการเกิดมะเร็งในมนุษย์ ป้องกันการเกิดโรคหัวใจ ช่วยลดริ้วรอยจากอายุ เป็นต้น โดยคุณค่าทางอาหารของฟักทองในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม แสดงในตารางที่ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 คุณค่าทางอาหารของฟักทองในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม

คุณค่าอาหาร	ปริมาณ	หน่วย
คาร์โบไฮเดรต	8.5	กรัม
โปรตีน	1.9	กรัม
ไขมัน	0.2	กรัม
แคลเซียม	8.5	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	17	มิลลิกรัม
เหล็ก	0.69	มิลลิกรัม
วิตามิน เอ	225	RE
วิตามิน บี1	0.06	มิลลิกรัม
วิตามิน บี2	0.06	มิลลิกรัม
วิตามิน ซี	6	มิลลิกรัม
ไนอะซีน	1.1	มิลลิกรัม

ที่มา: กองโภชนาการ (2535)

4. มันเทศ

มันเทศเป็นพืชหัวที่เกิดจากรากเก็บสะสมแป้ง มีถิ่นกำเนิดทางตอนใต้ของเม็กซิโกและอเมริกากลาง สำหรับประเทศไทยไม่มีหลักฐานบันทึกว่าได้มีการนำมันเทศเข้ามาปลูกเมื่อใด แต่สันนิษฐานว่านำเข้ามาสู่ประเทศไทยในสมัยกรุงศรีอยุธยาเป็นราชธานี โดยชาวจีนนำมันเทศมาปลูกเพื่อบริโภค ปัจจุบันประเทศไทยสามารถปลูกมันเทศได้ทั่วทุกภาค แม้มีอากาศค่อนข้างแห้งแล้งก็ตาม ทั้งนี้มันเทศยังสามารถปลูกได้ในดินแทบทุกชนิด โดยทั่วไปนิยมปลูกในฤดูฝนและฤดูหนาว จังหวัดที่มีการปลูกมันเทศเป็นการค้าได้แก่ เชียงใหม่ พิจิตร นครปฐม พระนครศรีอยุธยา สุพรรณบุรี ราชบุรี บุรีรัมย์ และนครศรีธรรมราช เป็นต้น (คมคาย, 2536)

มันเทศจะมีลำต้นเป็นเถาหรือเป็นพุ่มตั้งตรง เมื่อจำแนกทางพฤกษศาสตร์จะอยู่ในวงศ์ Convolvulaceae สกุล *Impoea* ชนิด *batatas* ซึ่งมันเทศสามารถจำแนกได้ตามอายุการเก็บเกี่ยวได้ 3 พวก ดังแสดงในตารางที่ 4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 พันธุ์มันเทศที่จำแนกตามอายุการเก็บเกี่ยว

พันธุ์มันเทศ	ลักษณะ
1. พันธุ์เบา	อายุประมาณ 90 วันหลังจากปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว เช่น พันธุ์กัวเตมาลา พันธุ์กระจาย พันธุ์ไข่ เป็นต้น
2. พันธุ์กลาง	อายุประมาณ 120 วัน หลังจากปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว เช่น พันธุ์สีทน พันธุ์เกษตร (พันธุ์ PIS 094) เป็นต้น
3. พันธุ์หนัก	อายุประมาณ 150 วันหลังจากปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว เช่น พันธุ์ L89 พันธุ์มันต่อเผือก เป็นต้น

ที่มา: ดัดแปลงจาก ทัศนีย์ (2544)

มันเทศพันธุ์เกษตร (พันธุ์ PIS 094) เป็นพันธุ์ที่ได้รับการส่งเสริมให้ปลูกและมีปริมาณมากที่สุดในตลาด แหล่งที่ปลูกส่วนใหญ่มาจากภาคกลางและภาคตะวันออก ลักษณะทาง พฤกษศาสตร์ คือมีลำต้นเป็นเถา สีเขียว ใบอ่อนมีสีม่วง ใบแก่มีสีเขียว ลักษณะเปลือกมันเทศมีสีชมพูปนม่วง เนื้อในสีเหลืองอ่อน มีหัวขนาดใหญ่ อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 120 วัน

มันเทศจัดเป็นพืชอาหารที่มีความสำคัญเป็นอันดับ 7 ของโลก รองจากข้าวสาลี ข้าว ข้าวโพด มันฝรั่ง ข้าวบาร์เลย์ และมันสำปะหลัง เนื่องจากมันเทศเป็นพืชที่ปลูกได้ง่าย ทนต่อโรคระบาด ให้ผลผลิตสูงและเป็นแหล่งอาหารที่ดี (Martin, 2000) มันเทศมีประโยชน์และมีคุณค่าอาหารด้านวิตามินเอสูงกว่าข้าว ดังนั้นจึงนำมาใช้บริโภคเป็นอาหารได้ทั้งมนุษย์และสัตว์ โดยสามารถรับประทานได้ทั้งหัว เถา ใบ และยอดอ่อน (รังสินี, 2538) ซึ่งคุณค่าทางอาหารของหัวมันเทศในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม แสดงในตารางที่ 5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 คุณค่าทางอาหารของหัวมันเทศในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม

คุณค่าอาหาร	ปริมาณ	หน่วย
คาร์โบไฮเดรต	22.5	กรัม
โปรตีน	0.6	กรัม
ไขมัน	0.1	กรัม
แคลเซียม	98	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	46	มิลลิกรัม
เหล็ก	0.76	มิลลิกรัม
วิตามิน เอ	175	RE
วิตามิน บี1	0.09	มิลลิกรัม
วิตามิน บี2	0.02	มิลลิกรัม
วิตามิน ซี	34	มิลลิกรัม
ไนอะซีน	0.5	มิลลิกรัม

ที่มา: กองโภชนาการ (2535)

การนำมันเทศไปใช้ประโยชน์นั้น สุภารัตน์และคณะ (2530) ได้วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของมันเทศพันธุ์เกษตรซึ่งมีเนื้อสีเหลืองและพันธุ์ไข่ซึ่งมีเนื้อสีส้มไว้ดังนี้ ปริมาณความชื้นร้อยละ 9.37 และ 8.39 ตามลำดับ น้ำตาลรีดิวซิ่งร้อยละ 3.18 และ 5.61 ตามลำดับ โปรตีนร้อยละ 3.88 และ 3.56 ตามลำดับ เส้นใยร้อยละ 2.25 และ 1.96 ตามลำดับ เถ้าร้อยละ 2.29 และ 3.08 ตามลำดับ และเบต้าแคโทรีน 0.27 และ 2.20 มิลลิกรัมตามลำดับ ส่วน ยุทธนาและคณะ (2546) ได้พัฒนาเส้นก๋วยเตี๋ยวอบแห้งจากแป้งข้าวเจ้าผสมมันเทศ พบว่าสูตรที่เหมาะสมของเส้นก๋วยเตี๋ยวอบแห้งจากแป้งข้าวเจ้าผสมแป้งมันเทศคือ แป้งมันเทศที่ผลิตจากมันเทศไม่ผ่านการลวก 30% ผสมกับแป้งข้าวเจ้า 70% และผสมน้ำโดยใช้ความเข้มข้นน้ำแป้งผสม 40% เทน้ำแป้งจำนวน 65 มิลลิลิตรต่อถาดขนาด 20x30 ตารางเซนติเมตร นึ่งในน้ำเดือดนาน 3 นาที ตัดเส้น และอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง ได้เส้นก๋วยเตี๋ยวอบแห้งจากแป้งข้าวเจ้าผสมแป้งมันเทศที่มีสีส้ม มีปริมาณแคโรทีนเท่ากับ 306.5 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม มีค่าสี L*, a* และ b* เท่ากับ 39.56, 2.10 และ 11.85 ตามลำดับ ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวอบแห้งและเส้นที่ทำให้สุกร้อยละ 95.1 และ 71.8 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. แครอท

แครอท (Carrot) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Daucus carota var sativar* ชื่อไทยคือ หัวผักกาดแดง อยู่ในตระกูลพาสเล่ย์ (Parsley) หรือ อัมเบลลิเฟอรี (Umbeliferae) เช่นเดียวกับ คื่นฉ่าย บัวบก ผักชี และผักชีฝรั่ง เป็นต้น มีถิ่นกำเนิดในแถบเอเชียกลางถึงเอเชียตะวันตก จากนั้นจึงแพร่เข้าไปในกลุ่มประเทศยุโรปและประเทศจีน ในระยะแรกแครอทถูกนำมาใช้เป็นพืชสมุนไพรเพื่อรักษาโรค ต่อมาช่วงต้นทศวรรษที่ 20 ได้เริ่มมีการนำมาใช้ประกอบอาหาร ซึ่งส่วนของรากที่นำมาใช้ประกอบอาหารมีเนื้อค่อนข้างแข็ง มีรสหวานและมีหลายสี ตั้งแต่สีส้ม สีแดง ไปจนถึงสีเหลือง ทั้งนี้เนื่องจากมีรงควัตถุพวกแคโรทีนอยด์ (Carotenoid) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอปริมาณมาก (นพวรรณ และณัฏฐา, 2532) อุณหภูมิที่ต่ำที่สุดที่แครอทเจริญได้คือ 7.2 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุดคือ 23.88 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตคือ 15.6-18.4 องศาเซลเซียส ในประเทศไทยแครอทเจริญเติบโตได้ดีในฤดูหนาวคือระหว่างเดือนตุลาคมถึงมีนาคม อายุการเก็บเกี่ยว 85-100 วัน แล้วแต่พันธุ์ สามารถปลูกได้ในภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนในฤดูร้อนและฤดูฝน การปลูกบนที่สูงในภาคเหนือจากระดับน้ำทะเล 800-1,200 เมตร จะได้แครอทที่มีคุณภาพดี อย่างไรก็ตามในปัจจุบัน สามารถปลูกแครอทได้ทุกฤดู แต่ในฤดูร้อนและหนาวจะมีผลผลิตต่อไร่สูง ในขณะที่ฤดูฝนอาจประสบปัญหาด้านโรคและแมลง ทำให้ผลผลิตต่ำไปบ้าง (อารมณ์, 2535)

พันธุ์ของแครอทจำแนกตามลักษณะเฉพาะได้ 5 กลุ่ม โดยทั่วไปมักจะแบ่งตามลักษณะรูปร่างและขนาดหัว ซึ่งสรุปได้ดังตารางที่ 6

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 พันธุ์แครอทที่จำแนกตามลักษณะรูปร่างและขนาดหัว

พันธุ์แครอท	ลักษณะ
1. พันธุ์เบบี้แครอทหรือฟิงเกอร์	มีขนาดหัวเล็กที่สุดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.5-2.5 เซนติเมตร ยาว 8-10 เซนติเมตร เนื้อสีส้ม นิยมใช้สำหรับบริโภคสดและแปรรูป ได้แก่ พันธุ์เกรซ พันธุ์มาสเตอร์ และมินิเอกซ์เพรส เป็นต้น ส่วนพวกที่มีหัวกลมเช่น พันธุ์รอนโด และพันธุ์ปารีสมาร์เกตนั้นนิยมใช้ในอุตสาหกรรมการแปรรูปเท่านั้น
2. พันธุ์แนนเทส	มีขนาดหัวปานกลาง ลักษณะรูปทรงกระบอกปลายจะทู่ยาวประมาณ 16-18 เซนติเมตร เนื้อสีส้ม นุ่มและกรอบ ถือว่ามีคุณภาพสูงที่สุด นิยมปลูกมากในแถบยุโรป เหมาะสำหรับบรรจุกระป๋องและใช้บริโภคในรูปผักสด
3. พันธุ์แชนทีเน่	มีขนาดหัวปานกลาง ลักษณะรูปกรวย ยาวประมาณ 24-26 เซนติเมตร เนื้อสีส้ม นุ่มและกรอบ นิยมปลูกมากในสหรัฐอเมริกา เหมาะสำหรับบรรจุกระป๋อง ทำแห้งและใช้บริโภคในรูปผักสด ขนาดใหญ่จะนำมาทำเป็นแผ่นบางๆ บรรจุกระป๋องและแช่แข็ง
4. พันธุ์แดนเวอร์	ลักษณะหัวค่อนข้างสั้น ปลายเรียวลงเล็กน้อยจนทู่ ยาวประมาณ 20-22 เซนติเมตร เนื้อสีส้มเข้ม มีแกนค่อนข้างใหญ่ ผิวเปลือกเรียบ คุณภาพดีขณะยังอ่อน ถ้าแก่จะมีเส้นใยมาก ในสหรัฐอเมริกานิยมปลูกสำหรับอุตสาหกรรมแปรรูป โดยเฉพาะการทำอาหารเหลวของเด็ก
5. พันธุ์อิมเพอเรเตอร์	มีลักษณะหัวยาวประมาณ 28-30 เซนติเมตร ปลายเรียวผิวเรียบและสีส้มสด ใบมักติดกับหัวแน่น เหมาะสำหรับการใช้เครื่องมือเก็บเกี่ยว ในสหรัฐอเมริกานิยมปลูกเพื่อการบริโภคสด เพราะทนทานกับการขนส่ง แต่มักเสื่อมคุณภาพเร็วหลังจากเก็บเกี่ยว

ที่มา: ดัดแปลงจาก Macrac *et al*. (1993)

สำหรับในประเทศไทยนิยมปลูกแครอทกลุ่มพันธุ์แชนทีเน่และกลุ่มพันธุ์เบบี้แครอท ส่วนกลุ่มพันธุ์แดนเวอร์และพันธุ์อิมเพอเรเตอร์ ไม่นิยมปลูกเพราะรากมีลักษณะผอมและยาว หักง่ายขณะทำการขนส่ง โดยพันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทย (โครงการหลวง, 2533) ได้แก่ พันธุ์หงส์แดงเป็นแครอท

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กลุ่มพันธุ์แชนทีเน่นิยมปลูกมากที่สุด ลักษณะอ้วนรูปกรวย เมื่อรากโตเต็มที่จะยาวตั้งแต่ 15 เซนติเมตรขึ้นไป เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 4 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 250 กรัม ปลูกได้ตลอดปีที่ระดับความสูง 600-1,300 เมตร ในดินร่วนปนทราย อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 80-100 วัน พันธุ์มินิเอ็กซ์เพรสเป็นแครอทกลุ่มพันธุ์เบบี้แครอทขนาดเล็ก ผอมยาว ความยาว 6-8 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.5-2 เซนติเมตร ปลูกได้ตลอดปี ที่ระดับความสูง 600-1,300 เมตร ในดินร่วนปนทราย อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 60-90 วัน พันธุ์ทัมบีลีนามีรูปร่างแปลกสะดุดตา มีรสชาติดี หัวเป็นรูปทรงกลมขนาดยาวประมาณ 5 เซนติเมตร สีส้มสด ใช้แปรรูปหรือปลูกเพื่อการบริโภคสด พันธุ์ทัวริโนเอฟวัน ให้ระยะการเก็บเกี่ยวที่สั้น ขนาดความยาวของหัวปานกลาง เจริญเติบโตได้ดี ลักษณะของหัวอ้วนเตี้ย หนาเป็นรูปทรงกระบอก สีส้มสดและให้ผลผลิตสูง ซึ่งคุณค่าทางอาหารของแครอทในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม แสดงในตารางที่ 7

การนำแครอทมาใช้ประโยชน์พบว่า สุพรรณิการ์ (2546) ได้ใช้นมขาดมันเนยทดแทนกะทิและการเสริมแครอทในขนมชั้น เพื่อผลิตขนมชั้นมีคุณค่าทางโภชนาการดีขึ้นและเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภคพบว่า สามารถใช้นมขาดมันเนยทดแทนกะทิในปริมาณ 30% และการเสริมแครอทในปริมาณ 20% ได้ ซึ่งการเสริมแครอทลงในส่วนผสมของขนมชั้น กากใยจากแครอทที่กระจายอยู่ในส่วนผสมจะทำให้การเกิดเจลเป็นไปอย่างไม่สมบูรณ์ ลักษณะของเจลจะจับกันเป็นกลุ่มเล็กๆจากแครอทและแป้ง ซึ่งจะแตกต่างจากขนมชั้นต้นแบบที่การเกิดเจลนั้นเกิดจากการจับตัวกันของแป้งเพียงอย่างเดียวจึงทำให้เจลที่ได้มีลักษณะที่ดีกว่า และเมื่อเพิ่มปริมาณแครอทให้มากขึ้นจะทำให้ความเหนียวนุ่มลดลง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 คุณค่าทางอาหารของแครอทในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม

คุณค่าอาหาร	ปริมาณ	หน่วย
คาร์โบไฮเดรต	6.8	กรัม
โปรตีน	1.6	กรัม
ไขมัน	0.4	กรัม
แคลเซียม	1	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	68	มิลลิกรัม
เหล็ก	1.2	มิลลิกรัม
วิตามิน เอ	1,166	RE
วิตามิน บี1	0.04	มิลลิกรัม
วิตามิน บี2	0.05	มิลลิกรัม
วิตามิน ซี	41	มิลลิกรัม
ไนอะซีน	0.8	มิลลิกรัม

ที่มา: กองโภชนาการ (2535)

6. เบต้าแคโรทีน

เบต้าแคโรทีนเป็นรงควัตถุพวกแคโรทีนอยด์ พบในผักและผลไม้มีสีเหลืองและเขียวเช่น ส้ม แครอท ผักขม ฟักทอง บร็อคโคลี่ มะละกอ และพีช เป็นต้น (Keijer *et al*, 2005) เบต้าแคโรทีนมีความสำคัญคือ เป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอในกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในร่างกาย (National Institutes of Health, 2003) เบต้าแคโรทีนจะมีความไวต่อแสง ความร้อน ออกซิเจน กรด เบส เอนไซม์ lipoxygenase และถ้ามีโลหะบางชนิดอยู่ด้วยจะถูกทำลายเร็วขึ้น แต่เสถียรต่อความร้อนเมื่อไม่มีออกซิเจน การใช้เบต้าแคโรทีนในอาหารมีด้วยกันหลายวัตถุประสงค์เช่น ใช้เป็นสารให้สี เป็นสารต้านออกซิเดชันที่พบในธรรมชาติ ปริมาณเบต้าแคโรทีนที่ร่างกายควรได้รับในแต่ละวัน คือ 4.5 มิลลิกรัม หากร่างกายได้รับเบต้าแคโรทีนไม่เพียงพอจะส่งผลต่อความสามารถในการมองเห็น โดยเฉพาะในผู้สูงอายุ (Yen, 2003) โดย Fikselova และคณะ (2008) ได้ทำการศึกษาการสกัดแคโรทีนจากแครอท พบว่าการสกัดด้วย 2-propanal ที่อุณหภูมิ 60°C 2-4 ชั่วโมง จะทำให้ได้แคโรทีนมากที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. ไฮโดรคอลลอยด์

ไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) หมายถึง สารที่มีขนาดของโมเลกุลใหญ่มากเมื่อเปรียบเทียบกับโมเลกุลของน้ำและสารกลุ่มนี้ไม่ละลายในน้ำ แต่จะแขวนลอยอยู่ในน้ำ โดยสามารถจับกับโมเลกุลของน้ำได้ดี สารในกลุ่มไฮโดรคอลลอยด์ได้แก่ พอลิแซ็กคาไรด์และโปรตีน ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ที่เกิดจากโมเลกุลเดี่ยวมาต่อกันเป็นโมเลกุลใหญ่

การนำไฮโดรคอลลอยด์มาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารนั้นสามารถทำได้หลากหลาย เช่น ใช้เป็นสารเพิ่มความข้นหนืด สารเพิ่มความคงตัว สารก่อให้เกิดเจล สารที่ทำให้อิมัลชันคงตัว สารแทนที่ไขมันในอาหาร สารยับยั้งการเกิดผลึกน้ำแข็งหรือผลึกน้ำตาล สารช่วยกักเก็บและควบคุมการปล่อยกลิ่นรส เป็นต้น

7.1 ตัวอย่างไฮโดรคอลลอยด์

7.1.1 เจลาติน

เจลาตินเป็นโปรตีนชนิดหนึ่งที่ได้จากคอลลาเจน สามารถผลิตได้จากหนังและกระดูกสัตว์หลายแหล่ง ประกอบด้วยกรดอะมิโนทั้งหมด 19 ชนิด ต่อกันด้วยพันธะเปปไทด์เป็นสายยาว ย่อยง่าย เจลาตินเป็นโปรตีนที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากขาดกรดอะมิโนที่จำเป็น คือ ทริปโตเฟน มีการเริ่มผลิตเจลาตินครั้งแรกที่สหรัฐอเมริกาในปี ค.ศ. 1850 ซึ่งสมบัติของเจลาตินแสดงในตารางที่ 8 โดยเจลาตินมีอยู่ 2 ชนิดคือ เจลาตินชนิดเอ (gelatin type-A) และเจลาตินชนิดบี (gelatin type-B)

วิธีการเตรียมเจลาตินแบ่งได้เป็น 2 วิธี (Poppe, 1997) คือ

1) Acid process เป็นการนำวัตถุดิบมาแช่ในกรดความเข้มข้นสูงสุด 5% เช่น กรดไฮโดรคลอริก กรดซัลฟูริก และกรดฟอสฟอริก โดยให้ค่า pH อยู่ประมาณ 3.5-4.5 อุณหภูมิ 15°C ใช้เวลาประมาณ 10-48 ชั่วโมง เจลาตินที่ได้จากวิธีนี้เรียกว่า เจลาตินชนิดเอ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2) Alkaline process เป็นการนำวัตถุดิบมาแช่ในด่าง ซึ่งจะใช้เวลานานกว่าวิธีแรก คือประมาณ 6-20 สัปดาห์ โดยด่างที่นิยมใช้คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ เจลาตินที่ได้จากวิธีนี้เรียกว่า เจลาตินชนิดบี

ตารางที่ 8 คุณสมบัติของเจลาติน

คุณสมบัติ	ลักษณะ
1. การเกิดเจล (mechanism)	เจลาตินจะดูดน้ำและพองตัวในน้ำเย็น เมื่อให้ความร้อนจนถึงจุดหลอมละลาย (เจลาตินเริ่มหลอมละลายที่อุณหภูมิ 27-34 องศาเซลเซียส) และทิ้งให้เย็น จะเกิดเป็นเจลที่สามารถผันกลับได้ ที่เกิดจากการจับกันของสาย coil-helix ด้วยพันธะไฮโดรเจน
2. ความหนืด (viscosity)	ความหนืดเป็นคุณสมบัติหนึ่งของเจลาตินที่มีความสำคัญขึ้นอยู่กับมวลโมเลกุลมากกว่าความแข็งแรงของเจล โดยทั่วไปเจลาตินจะมีความหนืดประมาณ 2-7 cP อย่างไรก็ดีเจลาตินที่มีความแข็งแรงของเจลสูงจะมีความหนืดต่ำกว่าเจลาตินที่มีความแข็งแรงของเจลต่ำ และจะมีความหนืดจะต่ำสุดที่จุด isoelectric point นอกจากนี้ความหนืดของเจลจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของเจลเจลาตินสูงขึ้นและอุณหภูมิลดลง โดยสารละลายเจลาตินจะเริ่มเกิดเจลเมื่ออุณหภูมิลดลง จากนั้นความหนืดจะสูงขึ้นอย่างช้า ๆ จนกระทั้งการเกิดเจลคงที่
3. สี (color)	สีของเจลาตินขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบที่ใช้และขั้นตอนการสกัดเจลาตินจากหนังสุกรจะมีสีจางกว่าเจลาตินจากกระดูกสุกร ทั้งนี้สีของเจลาตินไม่มีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของเจลาติน
4. ความขุ่น (turbidity)	ความขุ่นของเจลาตินเกิดจาก insoluble impurities ที่มาจากขั้นตอนการสกัด และการเติมเกลือ (neutral salt) ซึ่งจะมีผลทำให้ความใส ความหนืด และความแข็งแรงของเจลของเจลาตินคงที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 (ต่อ)

คุณสมบัติ	ลักษณะ
5. ความแข็งแรงของเจล (gel strength)	การเกิดเจลเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของเจลาติน โดยเจลของเจลาตินสามารถเปลี่ยนกลับได้ (reversible) โดยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ (Borchard and Lechtenfeld, 2001) เกิดจากโมเลกุลของเจลาตินจับกับโมเลกุลของน้ำด้วยพันธะไฮโดรเจน และสามารถวัดความแข็งแรงของเจลได้โดยใช้เครื่อง bloom meter ซึ่งเป็นเครื่องมือมาตรฐานสำหรับอุตสาหกรรม เจลาตินโดยทั่วไปจะมีค่าความแข็งแรงประมาณ 50-300 bloom (สำหรับเจลาตินความเข้มข้น 6.67%)
6. ความแข็งของเจล (rigidity)	ความแข็งของเจลจะมีความสัมพันธ์ผกผันกับอุณหภูมิ กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิลดลงความแข็งของเจลก็จะเพิ่มขึ้น เวลาในการเกิดเจลขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของเจลาติน โดยความแข็งของเจลจะเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามเจลของเจลาตินจะมีความยืดหยุ่น (elastic) เสมอ
7. จุดหลอมละลาย (melting point)	เจลาตินจะมีจุดหลอมละลายประมาณ 27-34 องศาเซลเซียส แต่จุดหลอมละลายจะเพิ่มขึ้น ถ้าความเข้มข้นของเจลาตินสูงขึ้น ส่วนโซเดียมคลอไรด์จะทำให้จุดหลอมละลายลดลง

ที่มา: ดัดแปลงจาก Glickaman (1969) and Poppe (1997)

การนำเจลาตินมาใช้ประโยชน์พบว่า ศิมาภรณ์ (2546) ได้ทำการพัฒนากัมมี่เยลลี่รสมะนาววิตามินซีสูงพบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณเจลาตินจะมีผลทำให้ค่าความหนืด ค่า hardness ค่า cohesiveness ค่า springiness ค่า chewiness และคะแนนความเข้มด้านความแข็งและความยากง่ายในการเคี้ยวเพิ่มขึ้น ส่วนค่า a_w จะลดลง ส่วน DeMars and Ziegler (2001) พบว่าการเพิ่มผลไม้ ความหวาน และความเปรี้ยวจะทำให้เจลของเจลาตินมีความนุ่มมากกว่า และความหวานในเจลเจลาตินจะลดลง เมื่อความเข้มข้นของเจลาตินเพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7.1.2 มอลโตเดกซ์ตริน

มอลโตเดกซ์ตริน (maltodrextrins) เป็นสารให้ความหนืด ไม่มีรสหวาน มีความสามารถในการจับน้ำไว้ในโครงสร้าง ทำให้เกิดความลื่นในปาก เป็นผลิตภัณฑ์แป้งดัดแปลงชนิดที่ได้จากการไฮโดรไลซ์แป้งด้วยกรดและเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลล เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด แป้งมันฝรั่ง และข้าวโอ๊ต (จิรารัตน์, 2537) มีค่า dextrose equivalent (DE) ต่ำกว่า 20 (Reichelt, 1983) ซึ่งค่า DE คือค่าที่แสดงถึงปริมาณของน้ำตาลรีดิวซิ่งส์ (reducing sugar) และอยู่ในรูปของเด็กโทรสภายใต้สภาวะที่ถูกกำหนดไว้อย่างแน่นอนและคำนวณออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมด ค่า DE สำคัญต่อคุณสมบัติในการทำหน้าที่ของมอลโตเดกซ์ตริน โดยมอลโตเดกซ์ตรินที่มีค่า DE ต่ำจะใช้แทนที่ไขมันได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด มีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำมาก ส่วนมอลโตเดกซ์ตรินที่มีค่า DE สูงนั้นจะมีคุณสมบัติในการละลายและ bulking properties ใกล้เคียงกับไซรับ (วรนุช และคณะ, 2543) ทำให้สามารถย่อยได้ในระบบทางเดินอาหาร และให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรีต่อกรัม

มอลโตเดกซ์ตรินมีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 900-9,000 มีสูตรโมเลกุล คือ $(C_6H_{12}O_6)\cdot H_2O$ จัดเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทเดียวกับกลูโคสไซรัป ประกอบด้วยหน่วยของ D-glucose หลายหน่วยและมีค่าสมมูลเด็กโทรส (Dextrose Equivalent หรือ DE) ต่ำกว่า 20 เกิดจากการย่อยโมเลกุลของสตาร์ช การไฮโดรไลซิสด้วยกรดไฮโดรคลอริก หรือโดยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส (อรพิน, 2536) เพื่อให้เกิดสารละลายกลูโคสพอลิเมอร์ (Glucose polymer solution) ที่มีสายยาว โดยสารละลายนี้จะถูกกรองและทำให้แห้งหรือทำให้เข้มข้นมากขึ้น เพื่อให้ได้มอลโตเดกซ์ตรินมาใช้ มอลโตเดกซ์ตรินที่นิยมผลิตจะมีค่า DE อยู่ในช่วง 5-19 สามารถอยู่ในรูปสารละลายเข้มข้นหรือรูปผงสีขาว ไม่มีกลิ่น ไม่มีรสหวานหรือหวานเล็กน้อย จัดเป็นสารที่ไม่มีอันตรายต่อร่างกาย (รุ่งนภา, 2539) มีความชื้นประมาณร้อยละ 3-5 ความหนาแน่นปรากฏ (Bulk density) อยู่ในช่วง 0.31-0.61 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ทั้งนี้การเติมมอลโตเดกซ์ตรินจะทำให้ความหนืดของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นและสัดส่วนของน้ำในผลิตภัณฑ์ลดลง ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีช้าลง (รัชนีกร, 2549) ข้อเสียของมอลโตเดกซ์ตรินคือ เมื่อใส่มอลโตเดกซ์ตรินแล้วผลิตภัณฑ์จะมีรสชาติและเนื้อสัมผัสเปลี่ยนไปเล็กน้อย แต่สามารถทนความร้อนและใช้แทนไขมันในขนมอบได้เช่น เค้ก คุกกี้ หรือในชีส มายองเนส เนื้อสัตว์

มอลโตเดกซ์ตรินที่ได้จากแป้ง มีกระบวนการผลิตคือ การนำแป้งมาผ่านกระบวนการไฮโดรไลซิส (hydrolysis) เพื่อให้ได้แป้งที่มีขนาดโมเลกุลเล็กลงเชื่อมต่อกันด้วยพันธะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(α) -1, 4 glycosidic ซึ่งจะมีโครงสร้างโมเลกุลเหมือนมอลโตส โดยสามารถละลายในน้ำร้อนและจะเกิดเจลเมื่ออุณหภูมิน้ำลดต่ำลง ซึ่งเจลจะมีสมบัติเป็นสารทดแทนไขมัน โดยตัวเจลจะไม่มีกลิ่นรส แต่เมื่อนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารจะให้ลักษณะเนื้อสัมผัสคล้ายกับการใช้น้ำมันหรือไขมัน นิยมนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารที่ต้องการลดปริมาณไขมัน เช่น มาการีน น้ำสลัด ขนมอบ และอาหารหวานแช่แข็ง (จันทนา, 2543) โดย Samuhasaneetoo (2004) ได้ทำการศึกษาความแตกต่างของค่า DE ในมอลโตเดกซ์ตริน พบว่า มอลโตเดกซ์ตริน DE สูงสามารถเก็บสารระเหยได้มากกว่ามอลโตเดกซ์ตริน DE ต่ำ เนื่องจากมอลโตเดกซ์ตริน DE ต่ำจะดูดซึมน้ำและสารระเหยมาก นอกจากนี้ยังพบว่าการเพิ่มค่า DE และความชื้น จะทำให้ค่า glass transition temperatute (T_g) ลดลง ส่วน พรศักดิ์ (2545) ทำการศึกษาผลของมอลโตเดกซ์ทรินร้อยละ 5, 10 และ 15 กลูโคสไซรัปร้อยละ 7, 14 และ 21 น้ำผึ้งร้อยละ 5, 10 และ 15 ต่อคุณภาพทางกายภาพของทุเรียนแผ่นพบว่า ตัวอย่างที่ผสมมอลโตเดกซ์ทรินจะให้ค่าความเค้น ค่างานและค่าความสว่างสูงที่สุด

7.2 การเตรียมไฮโดรคอลลอยด์

การเตรียมส่วนผสมที่มีสารทำให้เกิดเจลนั้น จะต้องผสมให้ส่วนผสมทั้งหมดละลายอย่างสมบูรณ์ เนื่องจากสารไฮโดรคอลลอยด์แต่ละชนิดละลายในอุณหภูมิที่ต่างกัน บางชนิดละลายในน้ำร้อน บางชนิดละลายในน้ำเย็น บางชนิดอาจต้องปรับสภาพให้เป็นบัฟเฟอร์ก่อน ในกรณีที่จะใช้ไฮโดรคอลลอยด์มากกว่า 1 ชนิด ควรเตรียมแต่ละชนิดแยกกัน แล้วจึงผสมรวมกันภายหลัง โดยปกติการเตรียมส่วนผสมส่วนนี้จะไม่ใส่น้ำตาล เพื่อให้น้ำทั้งหมดไปละลายไฮโดรคอลลอยด์เพียงอย่างเดียว การละลายจะใช้วิธีเทหรือเติมไฮโดรคอลลอยด์ลงไปในน้ำ เนื่องจากถ้าเทน้ำลงไปบนไฮโดรคอลลอยด์จะเกิดรวมตัวกันและละลายได้ยากขึ้น สำหรับน้ำที่ใช้โดยทั่วไปควรใช้น้ำเย็น ปริมาณของน้ำขึ้นอยู่กับชนิดของสารไฮโดรคอลลอยด์ เช่น เจลาตินจะดูดน้ำได้ 5 เท่าของน้ำหนักตัว (ที่ค่า pH ที่ไม่ใกล้เคียงกับค่า pI) แต่สามารถแช่เจลาตินในน้ำอัตราส่วน 1:1 ไว้ก่อนแล้วจึงนำไปอุ่นให้ร้อนที่ 70 องศาเซลเซียส ตอนใช้งาน (สุวรรณา, 2543)

8 กลูโคสไซรัป

กลูโคสไซรัปหรือแบะแซ คือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการไฮโดรไลซ์แป้งเพียงบางส่วนโดยผ่านการควบคุม ทำให้บริสุทธิ์และทำให้เข้มข้น กลูโคสไซรัปประกอบด้วย ดี-กลูโคส มอลโทส และพอลิเมอร์ของดี-กลูโคสในสัดส่วนที่ต่างกัน คุณสมบัติของกลูโคสไซรัปกำหนดด้วยค่าสมมูลเด็ก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โทรส (DE) หมายถึง ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ โดยคำนวณในรูป D (+) - glucose ของปริมาณน้ำหนักแห้งทั้งหมด การละลายน้ำของกลูโคสไซรัปจะละลายได้ดีเมื่อมีค่า DE สูงและละลายน้ำได้ลดลงตามค่า DE ที่มีค่าต่ำ โดยกลูโคสไซรัปที่มีค่า DE ต่ำจะมีความหนืดสูงมีความหวานต่ำ ช่วยป้องกันการตกผลึกได้ดี มีการดูดซับน้ำต่ำ ช่วยให้มีเนื้อสัมผัสที่เรียบเนียน มีความเลื่อมมัน ส่วนกลูโคสไซรัปที่มีค่า DE สูงจะมีความหวานเพิ่มขึ้น และความหนืดลดลง การควบคุมการตกผลึกจะลดลง และดูดความชื้นได้สูงขึ้น กลูโคสไซรัปจะทำให้น้ำตาลที่อยู่ในสภาวะเป็นสารละลายอิ่มตัวยิ่งยวดไม่ตกผลึกออกมาหรือเกิดผลึกช้าลงหรือน้อยลง นอกจากนี้ยังมีผลต่อรสชาติและอายุการเก็บรักษา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของกลูโคสไซรัปและสัดส่วนที่ถูกใช้ในสูตร โดยสามารถแบ่งกลูโคสไซรัปที่จำหน่ายในท้องตลาดได้ตามค่า DE ได้แก่ ชนิด DE ต่ำ มีค่าประมาณ 20 ชนิด DE ปานกลาง มีค่า 40-42 และชนิด DE สูง มีค่า 60-65 ซึ่งการนำไปใช้งานจะต้องเลือกให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์แต่ละประเภท ซึ่งผลิตภัณฑ์ช็อคโกแลตและลูกกวาดนิยมใช้กลูโคสไซรัป DE 42 (สุวรรณา, 2543 และ Hull, 2010)

การใช้ประโยชน์จากกลูโคสไซรัปนั้น จารุวรรณ (2549) ได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลไม้แผ่นจากพิวเร่พลับ และศึกษาผลของปริมาณน้ำ (5-15%) และกลูโคสไซรัป (0-10%) ต่อคุณภาพของพลับแผ่นพบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณกลูโคสไซรัปจะทำให้พลับแผ่นมีความนุ่มและสีสดใสมากขึ้น ความฝาดลดลง ส่งผลให้ความชอบรวมเพิ่มขึ้น โดยสูตรที่เหมาะสมของพลับแผ่นที่เตรียมจากพิวเร่ประกอบด้วย น้ำ น้ำตาล กลูโคสไซรับและเกลือ 14.5 14.5 4.5 และ 0.15 ตามลำดับ จากการทดสอบผู้บริโภคพบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับ 78.5% และมีคะแนนความชอบอยู่ที่ระดับชอบเล็กน้อย (6.3-6.8) ทุกคุณลักษณะ ส่วน ศิมาภรณ์ (2546) ได้ทำการพัฒนากัมมี่เยลลี่รสมะนาววิตามินซีสูงพบว่า เมื่ออัตราส่วนของซูโครส/กลูโคสไซรับเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ค่าความหนืด ค่า hardness ค่า cohesiveness และคะแนนความเข้มด้านความแข็งและความยากง่ายในการเคี้ยวลดลงเล็กน้อย ส่วนค่า a_w และค่า springiness มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

9. กระบวนการอบแห้งแบบถาด

9.1 เครื่องอบแห้งแบบถาด

เครื่องอบแห้งแบบถาดประกอบด้วย ห้องทำแห้งมีพัดลมพัดอากาศผ่านเครื่องทำความร้อน ควบคุมทิศทางโดยไหลผ่านช่องเปิดที่ปรับทิศทางของอากาศร้อนให้เคลื่อนที่ในแนวนอนหรือจากด้านล่างขึ้นด้านบนก็ได้ โดยชั้นวางอาหารจะวางซ้อนกัน ความเร็วของอากาศร้อนถ้าเคลื่อนที่ใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แนวนอนจะมีความเร็ว 2-5 เมตรต่อวินาที ซึ่งเครื่องทำแห้งชนิดนี้มีราคาถูกและสะดวกต่อการบำรุงรักษา โดยมากใช้ในการทำแห้งผักและผลไม้ สามารถทำแห้งได้ 1-20 ตันต่อวัน และใช้ในระดับอุตสาหกรรมได้ด้วย จุดเด่นของเครื่องอบแห้งแบบถาดคือสามารถใช้อบแห้งวัสดุได้หลากหลาย โดยสามารถทำการอบแห้งวัสดุที่มีรูปร่าง ขนาด หรือพฤติกรรมการอบแห้งที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะเครื่องอบแห้งประเภทนี้ไม่มีข้อจำกัดในแง่ของเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้ง สามารถปรับเปลี่ยนสภาวะการทำงานได้ง่าย และไม่ต้องมีการเคลื่อนย้ายในขณะทำการอบแห้ง แต่มีข้อเสียในแง่ของเวลาที่ต้องใช้ลำเลียงวัสดุเข้าและออกจากเครื่องอบแห้ง และมีข้อจำกัดคือ ต้องทำการอบแห้งแบบเป็นกะเท่านั้น นอกจากนี้ในการออกแบบหรือการเลือกเครื่องอบแห้งประเภทนี้ควรระวังปัญหาที่เกี่ยวกับการหมุนเวียนของอากาศร้อนภายในห้องอบแห้งอีกด้วย (สิงหนาท, 2555)

9.2 หลักการอบแห้งแบบถาด

เครื่องอบแห้งแบบถาดเป็นเครื่องอบแห้งแบบตู้อบลมร้อนชนิดหนึ่งที่อาศัยหลักการถ่ายเทความร้อนแบบการพาความร้อน โดยการทำให้อากาศร้อนไหลผ่านอาหารภายในตู้หรือห้องอบ ซึ่งลมร้อนนั้นเกิดจากการที่กระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดทำให้เกิดความร้อนจากนั้นใช้ลมเป่าขดลวดที่ร้อนผ่านไปยังอาหารที่ต้องการทำให้แห้งโดยตรงเรียกว่าการผลิตอากาศร้อนทางตรง หรือการเกิดลมร้อนจากเครื่องถ่ายเทความร้อน โดยใช้ไอน้ำผ่านท่อภายในเครื่องถ่ายเทความร้อน แล้วไอร้อนจะถูกเป่าโดยพัดลมให้ไปสัมผัสกับอาหารอีกทอดหนึ่งเรียกว่าการผลิตอากาศร้อนทางอ้อม ซึ่งการออกแบบระบบหมุนเวียนอากาศเป็นสิ่งสำคัญอย่างมาก โดยการออกแบบระบบหมุนเวียนอากาศให้ทำงานได้ดีนั้นอาจทำได้หลายวิธี เช่น การเดินพัดลมย้อนกลับเป็นบางจังหวะ ในกรณีที่การหมุนเวียนอากาศร้อนไม่ดีพอ นอกจากนี้วัสดุที่สัมผัสกับอากาศร้อนมากย่อมแห้งเร็วกว่าวัสดุที่สัมผัสอากาศร้อนน้อย ซึ่งอาจนำไปสู่ความเสียหายของผลิตภัณฑ์ได้ จึงควรทดสอบเครื่องอบแห้งนั้นก่อนโดยทำการวัดอุณหภูมิและความเร็วอากาศร้อน ณ ตำแหน่งต่างๆ ในห้องอบแห้ง เพื่อให้มั่นใจว่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิและความเร็วอากาศ ณ ตำแหน่งต่างๆ ในห้องอบแห้งนั้นไม่มากจนเกินไป (ไม่ควรเกิน 5-7 องศาเซลเซียส) และเพื่อประหยัดพลังงาน อาจหมุนเวียนเอาอากาศที่ไหลออกจากเครื่องอบแห้งมาใช้ใหม่ได้ โดยสามารถทำการหมุนเวียนอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ได้สูงถึง 60-70% ขึ้นอยู่กับสภาวะการอบแห้งและพฤติกรรมการอบแห้งของวัสดุ (สิงหนาท, 2555)

อุณหภูมิของการทำแห้งที่เหมาะสมในการทำผักและผลไม้แห้ง คือที่ 51.6 - 60°C โดยอุณหภูมิเริ่มต้นอาจสูงกว่าที่กำหนดได้เพื่อช่วยให้ความชื้นออกจากอาหารได้เร็วขึ้น และป้องกันการเกิดรสเปรี้ยวของอาหาร แต่ถ้าใช้อุณหภูมิต่ำในการทำให้อาหารแห้งจะได้อาหารที่มีคุณภาพดีและ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รักษาคุณค่าทางวิตามินของอาหารด้วย โดยเวลาที่ใช้ในการทำอาหารแห้งขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร ขนาดของชิ้นอาหาร ชนิดของเครื่องทำแห้ง โดยปกติผักจะใช้เวลาในช่วง 6 - 15 ชั่วโมง คือ จนกระทั่งผักกรอบ (ดรุณี, 2534) และ Fellows (1990) กล่าวว่าการสูญเสียคุณค่าทางอาหารของการทำแห้งอาหารนั้นวิตามินที่มีการสูญเสียมาก ได้แก่ วิตามินซี และวิตามินบี 1 ซึ่งจะมีการสูญเสียตั้งแต่วัตถุดิบ การหั่น การลวก จนกระทั่งการระเหยน้ำออกจากอาหาร แต่วิตามินที่ละลายในไขมัน ซึ่งได้แก่ วิตามินเอ วิตามินดี วิตามินอีและวิตามินเค นั้นพบว่าค่อนข้างจะคงสภาพได้ดีในอาหารที่ผ่านการทำแห้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัตถุดิบ

1.1 ฟักทอง พันธุ์คางคก (*Cucurbita moschata Decne*)

1.2 มันเทศ พันธุ์เกษตร (*Ipomoea batatas Lamk*)

1.3 แครอท พันธุ์หงส์แดง (*Daucus carota Linn*)

1.4 น้ำตาลทรายขาว ตรา มิตรผล

1.5 กลูโคสไซรัป ตรา ปลาแฟนซีคาร์ฟ (DE 42)

1.6 มอลโตเดกซ์ตริน STARDRI 18s บริษัท Berli Jucker Public (DE 18)

1.7 เจลาตินจากหนังวัว บริษัท สามดี ควอลิตี้ โปรดักส์ จำกัด 250 bloom

2. อุปกรณ์สำหรับการผลิต

2.1 หม้อไฟฟ้า

2.2 ไม้พาย

2.3 ถุงมือจับของร้อน

2.4 เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง

2.5 อุปกรณ์เครื่องครัว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.6 ตู้อบลมร้อน (Tray dryer) รุ่น B.W.S. บริษัท ห.จ.ก.บี.ดับบลิว.เอส.เทรดดิ้ง ประเทศไทย

3. อุปกรณ์สำหรับการตรวจสอบคุณภาพ

3.1 คุณภาพทางกายภาพ

3.1.1 เครื่องวัดค่า Water Activity ยี่ห้อ AQUA Lab รุ่น CX3TE บริษัท Decagon Device Inc. ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.1.2 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส ยี่ห้อ Lloyd instrument รุ่น TA 500 บริษัท Intro Enterprise Co. Ltd. ประเทศอังกฤษ

3.1.3 เครื่องวัดค่าสี Spectrophotometer ยี่ห้อ Minolta รุ่น CM–3500d. ประเทศญี่ปุ่น

3.2 คุณภาพทางเคมี

3.2.1 เครื่องวัดค่า pH ยี่ห้อ Inolab pH meter รุ่น1 บริษัท WTW ประเทศเยอรมณี

3.2.2 เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Hand Refactrometer) รุ่น PR-101 บริษัท Atago ประเทศญี่ปุ่น

3.2.3 เครื่องวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น เส้นใย ไขมัน น้ำตาลรีดิวซิ่ง วิตามิน

3.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์

3.3.1 เครื่องแก้วสำหรับการวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์ รา

3.3.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.4 คุณภาพประสาทสัมผัส

3.4.1 ใบรายงานผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

3.4.2 ตัวอย่างอาหารและอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการทดสอบ

3.5 อุปกรณ์วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.5.1 เครื่องคอมพิวเตอร์

3.5.2 โปรแกรมวิเคราะห์สถิติสำเร็จรูป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการ

1. การเตรียมและตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ

นำฟักทอง มันเทศและแครอทมาเตรียมเพื่อเป็นวัตถุดิบในการพัฒนาอาหารว่างดังนี้ ฟักทองนำมาล้างทำความสะอาด นำเมล็ดออก หั่นเป็นชิ้นหนา 2 เซนติเมตร และนึ่งฟักทองทั้งเปลือกที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที นำเฉพาะเนื้อมาปั่นในเครื่องปั่นผสมให้ละเอียดเป็นเวลา 5 นาที สำหรับมันเทศและแครอทนำมาล้างทำความสะอาด ปอกเปลือก หั่นเป็นชิ้นหนา 2 เซนติเมตร และนึ่งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที นำเนื้อมาปั่นในเครื่องปั่นผสมให้ละเอียดเป็นเวลา 5 นาทีเช่นเดียวกัน แล้วนำมาวิเคราะห์ค่าคุณภาพต่างๆ ดังนี้

1.1 คุณภาพทางกายภาพ

วัดค่าสีระบบ CIE Lab บันทึกค่า L* a* b* โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer แหล่งกำเนิดแสง D 65 standard observer 10° วัดค่าทั้งหมด 10 ซ้ำ

1.2 คุณภาพทางเคมี

1.2.1 ค่า pH วัดด้วยเครื่องวัดค่า pH เตรียมตัวอย่างโดยนำตัวอย่างที่ปั่นละเอียดมา 10 กรัม ผสมกับน้ำ 10 มิลลิลิตร แล้วนำมาวัดค่าทั้งหมด 3 ซ้ำ

1.2.2 ค่าความชื้น วิเคราะห์ตามวิธีการของ A.O.A.C.(2000) วัดค่าทั้งหมด 3 ซ้ำ

1.2.3 ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด วัดด้วยเครื่อง refractometer วัดค่าทั้งหมด 3 ซ้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การพัฒนาอาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอท

2.1 การพัฒนาฟักทองผสมมันเทศแผ่น

2.1.1 การศึกษาผลของอัตราส่วนของฟักทองและมันเทศต่อคุณภาพของฟักทองผสมมันเทศแผ่น

ทำการศึกษาอัตราส่วนของฟักทองและมันเทศต่อคุณภาพของฟักทองผสมมันเทศแผ่นที่เหมาะสมโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) ศึกษาอัตราส่วนของเนื้อฟักทองและเนื้อมันเทศสุกบดละเอียด 5 ระดับคือ 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 เพื่อเลือกอัตราส่วนของฟักทองและมันเทศที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยมีสูตรพื้นฐานดัดแปลงจากประหยัด (2537) ประกอบด้วยเนื้อฟักทองและมันเทศสุกบดละเอียด (ภาพที่ 1) 57% น้ำตาล 23% มอลโตเดกซ์ตริน 9% และน้ำ 11% มีกรรมวิธีการผลิตดังภาพที่ 2 คือต้มน้ำจนเดือด จากนั้นใส่มอลโตเดกซ์ตรินและน้ำตาลทรายลงไปละลายในน้ำ แล้วใส่เนื้อฟักทองและมันเทศสุกบดละเอียดตามปริมาณที่กำหนดคนผสมกันในกระทะไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส กวนจนส่วนผสมร่อนไม่ติดกระทะจนมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้เท่ากับ 65±2 $^{\circ}$Brix ซึ่งเป็นจุดที่สามารถกวนระเหยน้ำออกมาได้มากที่สุด โดยที่ยังคงขึ้นรูปเป็นแผ่นได้ จากนั้นยกลงจากเตา เทลงถาด ถาดละ 150 กรัม ให้มีความหนา 0.2±0.1 เซนติเมตร อบที่อุณหภูมิ 60±2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 ชั่วโมง นำผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มาวิเคราะห์คุณภาพดังนี้

ก. คุณภาพทางกายภาพ

1) ค่าสีในระบบ CIE Lab บันทึกค่า L* a* b* วัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer แหล่งกำเนิดแสง D 65 standard observer 10° วัดค่าทั้งหมด 10 ซ้ำ

2) ค่า Water Activity (a_W) วัดด้วยเครื่องวัดค่า a_W วัดค่าทั้งหมด 3 ซ้ำ

3) ค่าแรงดึง (tensile fore) วัดด้วยเครื่อง Lloyd instrument โดยตัดตัวอย่างให้เป็นรูปดัมเบลมีความกว้าง 2.5 เซนติเมตร ความยาว 12 เซนติเมตร ในส่วนตรงกลางของตัวอย่างให้มีความกว้าง 1 เซนติเมตร ใช้หัววัดแรงดึงแบบหัวหนีบชนิด TG33 ยึดตัวอย่างไว้ทั้ง 2 ด้านและเคลื่อนหัวหนีบด้านบนขึ้นด้วยความเร็ว 50 มิลลิเมตรต่อนาที เป็นระยะทาง 60% ของความยาวตัวอย่าง บันทึกค่าแรงดึง วัดค่าทั้งหมด 10 ซ้ำ

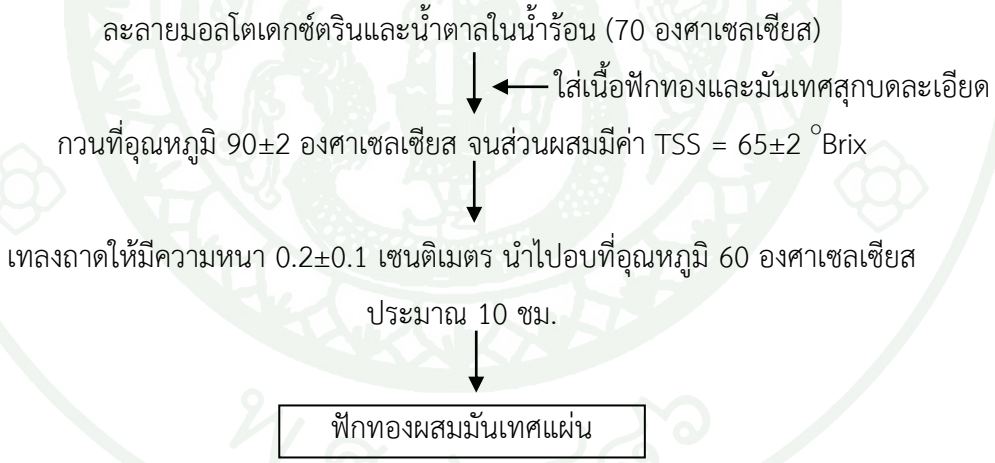
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข. คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-point hedonic scale) ประเมินโดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน

(a) (b)

ภาพที่ 1 เนื้อฟักทองสุกบดละเอียด (a) และเนื้อมันเทศสุกบดละเอียด (b)



ภาพที่ 2 กรรมวิธีการผลิตฟักทองผสมมันเทศแผ่น

2.1.2 การศึกษาผลของปริมาณมอลโตเดกซ์ตรินต่อคุณภาพของฟักทองผสมมันเทศแผ่น

ทำการปรับปรุงเนื้อสัมผัสโดยศึกษาผลของปริมาณมอลโตเดกซ์ตริน (DE 18) ต่อคุณภาพของฟักทองผสมมันเทศแผ่นโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Randomized Design, CRD) ศึกษาปริมาณมอลโตเดกซ์ตริน 5 ระดับคือ 0%, 5%, 10%, 15% และ 20% โดยใช้ทดแทนในส่วนของฟักทองและมันเทศสุกบดละเอียดให้มีน้ำหนักรวมในสูตร 66% และส่วนที่เหลืออีก 34% คงที่ ได้แก่ น้ำตาล 23% และน้ำ 11% นำผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มาวิเคราะห์คุณภาพดังนี้

ก. คุณภาพทางกายภาพ วัดค่าสี ค่า a_W ค่าแรงดึง ตามวิธีการข้อ 2.1.1 ก.

ข. คุณภาพทางประสาทสัมผัส ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-point hedonic scale) ตามวิธีข้อ 2.1.1 ข.

2.2 การพัฒนาฟักทองผสมแครอทแผ่น

2.2.1 การศึกษาผลของอัตราส่วนของฟักทองและแครอทต่อคุณภาพของฟักทองผสมแครอทแผ่น

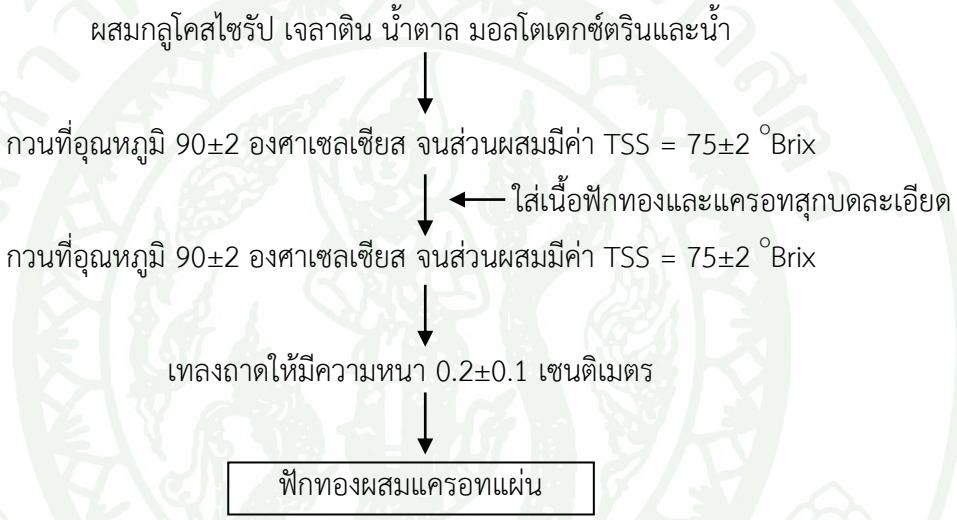
ทำการศึกษาอัตราส่วนของฟักทองและแครอทเพื่อเพิ่มปริมาณเบต้าแคโรทีนในผลิตภัณฑ์ฟักทองผสมแครอทแผ่นโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) ศึกษาอัตราส่วนของเนื้อฟักทองและแครอทสุกบดละเอียด 5 ระดับ คือ 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 เพื่อเลือกอัตราส่วนของฟักทองและแครอทที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ มีสูตรพื้นฐานคือฟักทองสุกบดละเอียด (ภาพที่ 1 (a)) และแครอทสุกบดละเอียด (ภาพที่ 3) 41.1% มอลโตเดกซ์ตริน 4.1% น้ำตาล 10.3% เจลาติน 6.9% กลูโคสไซรัป 6.9% น้ำ 30.7% มีกรรมวิธีการผลิตดังแสดงในภาพที่ 4 คือใส่กลูโคสไซรัป เจลาติน น้ำตาล มอลโตเดกซ์ตรินลงและน้ำลงไป กวนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส จนส่วนผสมมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้เท่ากับ 75±2 $^{\circ}$Brix ใส่เนื้อฟักทองและแครอทสุกบดละเอียดตามปริมาณที่กำหนด กวนจนส่วนผสมมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้เท่ากับ 75±2 $^{\circ}$Brix อีกครั้ง เทลงถาด ถาดละ 150 กรัม ให้มีความหนา 0.2±0.1 เซนติเมตร นำผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มาวิเคราะห์คุณภาพดังนี้

ก. คุณภาพทางกายภาพ วัดค่าแรงดึง ค่า a_W ค่าสี ตามวิธีการข้อ 2.1.1 ก.

ข. คุณภาพทางประสาทสัมผัส ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-point hedonic scale) ตามวิธีข้อ 2.1.1 ข.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 3 เนื้อแครอทสุกบดละเอียด



ภาพที่ 4 กรรมวิธีการผลิตฟักทองผสมแครอทแผ่น

2.2.2 การศึกษาผลของอัตราส่วนเจลาตินและกลูโคสไซรัปต่อคุณภาพฟักทองผสมแครอทแผ่น

ทำการศึกษาผลของอัตราส่วนเจลาตินและกลูโคสไซรัปต่อคุณภาพฟักทองผสมแครอทแผ่นโดยจัดสิ่งทดลองแบบแฟคทอเรียล 3x3 ในแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ โดยศึกษาปริมาณของเจลาติน 3 ระดับคือ 0, 4 และ 8 กรัม ต่อส่วนผสมทั้งหมด 100 กรัม และปริมาณของกลูโคสไซรัป 3 ระดับคือ 0, 8 และ 16 กรัม ต่อส่วนผสมทั้งหมด 100 กรัม โดยกำหนดปริมาณคือ เนื้อฟักทองและแครอทสุกบดละเอียด 47.7% มอลโตเดกซ์ตริน 4.8% น้ำตาล 12.2% และน้ำ 35.4% คงที่ นำผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มาวิเคราะห์คุณภาพดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ก. คุณภาพทางกายภาพ วัดค่าสี ค่า a_W ค่าแรงดึง ตามวิธีการข้อ 2.1.1 ก.

ข. คุณภาพทางประสาทสัมผัส ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-point hedonic scale) ตามวิธีข้อ 2.1.1 ข. โดยแบ่งตัวอย่างเสิร์ฟ 2 ครั้ง ครั้งแรกจำนวน 5 ตัวอย่าง และให้ผู้ทดสอบพักเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นเสิร์ฟตัวอย่างครั้งที่ 2 จำนวน 4 ตัวอย่าง (ที่เหลือ)

นำผลประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการทำฟักทองผสมแครอทแผ่นด้วยวิธี Response Surface Methodology (RSM)

2.3 การพัฒนาอาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศและแครอท

นำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากข้อ 2.1 และ 2.2 มาซ้อนกันเป็นชั้น โดยฟักทองผสมแครอทแผ่นอยู่ตรงกลาง ประกบด้วยฟักทองผสมมันเทศแผ่น จะได้ออกมาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอท และนำผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้มาศึกษาผลของระยะเวลาในการอบแห้งที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอท

ทำการศึกษาผลของเวลาในการอบแห้งที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอท โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ ศึกษาเวลาในการอบแห้ง 3 ระดับคือ 2, 4 และ 6 ชั่วโมง เพื่อเลือกเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการอบ นำผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มาวิเคราะห์คุณภาพดังนี้

2.3.1 คุณภาพทางกายภาพ วัดค่าของฟักทองผสมมันเทศแผ่นและฟักทองผสมแครอทแผ่นโดยวัดค่า a_W 3 ซ้ำและค่าสี 10 ซ้ำ ตามวิธีข้อ 2.1.1 ก. และวัดค่าความแข็งโดยเตรียมตัวอย่างทั้ง 3 ชั้นให้มีขนาดกว้าง 1.5 เซนติเมตร ยาว 2.5 เซนติเมตร สูง 0.2 เซนติเมตร นำมาประกบกัน ใช้หัววัดทรงกระบอกเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร กดลงมาด้วยความเร็ว 0.5 มิลลิเมตรต่อนาที เป็นระยะทาง 50% ของความสูงตัวอย่าง วัดค่า 10 ซ้ำ

2.3.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัส ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-point hedonic scale) ตามวิธีข้อ 2.1.1 ข.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้

3.1 คุณภาพทางกายภาพ วัดค่าสี ค่า a_W และค่าแรงดึง ตามวิธีการข้อ 2.3.1

3.2 คุณภาพทางเคมี วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น เส้นใย โปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรตโดยวิธี A.O.A.C.(2000) และแคโรทีนโดยส่งวิเคราะห์ที่สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์

3.3.1 การวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดตามวิธีการของ BA.M. (2001)

3.3.2 การวิเคราะห์ยีสต์และราตามวิธีการของ B.A.M. (2001)

3.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-point hedonic scale) ตามวิธีข้อ 2.1.1 ข.

4. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปต่อผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอท โดยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-point hedonic scale) รวมทั้งถามการยอมรับและการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค จำนวน 104 คน ใช้สถานที่ทดสอบแบบ Central location test (CLT) ณ โรงอาหารกลาง 2 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

5. การศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์

นำผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้มาบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่ต่างกัน 2 ชนิดคือกล่องพลาสติก Polystyrene (PS) และถุงอลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตด้วยพลาสติกชนิด MPET/LL (Metallized polyethylene terephthalate) ที่มีความหนาของ PET 12 ไมครอน และ LL 60 ไมครอน บรรจุ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

20 ชิ้น (90 กรัม) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) โดยสุ่มตัวอย่างออกมาวัดค่าทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์และทางประสาทสัมผัสทุก 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 2 เดือน ดังนี้

5.1 คุณภาพทางกายภาพ วัดค่าสี ค่า a_W และค่าแรงดึง ตามวิธีข้อ 2.3.1

5.2 คุณภาพทางเคมี วิเคราะห์ปริมาณความชื้น ตามวิธีการของ A.O.A.C.(2000)

5.3 คุณภาพทางจุลชีววิทยา

5.3.1 การวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดตามวิธีการของ B.A.M. (2001)

5.3.2 การวิเคราะห์ยีสต์และราตามวิธีการของ B.A.M. (2001)

5.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-point hedonic scale) ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน

6. วิเคราะห์ผล

การพัฒนาสูตรและกรรมวิธี นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างด้วยค่า Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

1. การเตรียมและตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ

จากการวัดค่าคุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางเคมีของฟักทอง มันเทศ และแครอทสุกบดละเอียด พบว่าฟักทอง มันเทศ และแครอทบดสุกละเอียดมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid, TSS) อยู่ในช่วง 10.1-12.3 $^{\circ}$Brix ค่าความชื้นอยู่ในช่วง 73.0-88.9% โดยมันเทศสุกบดละเอียดมีสีขาวเหลือง แครอทสุกบดละเอียดมีสีส้ม และฟักทองสุกบดละเอียดมีเหลือง มันเทศสุกบดละเอียดจึงมีค่าความสว่าง (L*) สูงสุด แครอทสุกบดละเอียดมีค่าความเป็นสีแดง (a*) สูงสุด และฟักทองสุกบดละเอียดมีค่าความเป็นสีเหลือง (b*) สูงสุด ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 คุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางเคมีของฟักทอง มันเทศ และแครอทสุกบดละเอียด

ค่าคุณภาพ	ฟักทองสุกบดละเอียด	มันเทศสุกบดละเอียด	แครอทสุกบดละเอียด
สี L*	49.5±0.4	70.8±0.8	47.1±0.1
a*	13.4±0.3	-0.9±0.1	40.4±0.6
b*	80.9±0.7	37.9±1.0	67.0±2.3
pH	6.2±0.1	5.9±0.1	6.3±0.1
ความชื้น (%)	83.8±0.1	73.0±0.5	88.9±0.3
TSS ($^{\circ}$Brix)	11.2±0.3	12.3±0.2	10.1±0.2

2. การพัฒนาอาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอท

2.1 การพัฒนาฟักทองผสมมันเทศแผ่น

2.1.1 การศึกษาผลของอัตราส่วนของฟักทองและมันเทศต่อคุณภาพของฟักทองผสมมันเทศแผ่น

จากการศึกษาผลของอัตราส่วนของฟักทองและมันเทศต่อคุณภาพของฟักทองผสมมันเทศแผ่น 5 ระดับคือ 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของฟักทองผสมมันเทศแผ่น พบว่าปริมาณมันเทศที่เพิ่มขึ้น ทำให้ค่าแรงดึงเพิ่มขึ้นและค่า a_w ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) น่าจะเป็นเพราะมันเทศมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตมากกว่าฟักทอง โดยที่มันเทศมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต 22.5% ฟักทองมีคาร์โบไฮเดรต 8.5% (กองโภชนาการ, 2535) ทำให้เกิดเจลที่แข็งแรงกว่า ซึ่งสอดคล้องกับ Cozzolino *et al.* (2014) ที่กล่าวว่า เมื่อแป้งดูดซึมน้ำและได้รับความร้อน จนเกิดเจลาติไนเซชัน ถ้าได้รับความร้อนต่อไปเม็ดแป้งจะแตกออก หลังจากปล่อยให้เย็นลงโมเลกุลอะไมโลสที่อยู่ใกล้กันจะเกิดการจัดเรียงตัวใหม่ยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะไฮโดรเจน เกิดเป็นร่างแหสามมิติซึ่งสามารถอุ้มน้ำไว้ในร่างแหทำให้มีความหนืดมากขึ้น เกิดเป็นเจลเหนียว เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า รีโทรเกรเดชันหรือการคืนตัว ส่งผลให้ค่าแรงดึงเพิ่มขึ้น และฟักทองมีปริมาณความชื้นสูงกว่ามันเทศ เมื่อใส่ฟักทองและมันเทศในน้ำหนักที่เท่ากัน ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณฟักทองมากกว่าจึงมีค่า a_w สูงกว่า ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 คุณภาพทางกายภาพของฟักทองผสมมันเทศแผ่นที่มีอัตราส่วนฟักทองและมันเทศแตกต่างกัน

คุณลักษณะ	อัตราส่วนฟักทองและมันเทศ				
	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
สี L*	36.4±3.1^{c}	37.2±3.1^{c}	38.4±1.2^{c}	44.1±1.1^{b}	46.4±1.3^{a}
a*	9.2±0.7^{a}	7.7±1.2^{b}	7.4±0.6^{b}	5.8±0.7^{c}	1.2±0.6^{d}
b*	24.9±3.3^{a}	24.2±3.7^{a}	25.4±1.2^{a}	24.8±1.4^{a}	25.4±6.2^{a}
a_w	0.649±0.001^{a}	0.657±0.004^{a}	0.632±0.006^{b}	0.626±0.002^{bc}	0.621±0.002^{c}
แรงดึง (N)	ND	0.2±0.0^{d}	0.4±0.1^{c}	1.5±0.2^{b}	1.8±0.1^{a}

หมายเหตุ $^{a-d}$ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ND = not determine

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของฟักทองผสมมันเทศแผ่นที่อัตราส่วนฟักทองและมันเทศแตกต่างกันโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ โดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ทำการประเมินคุณลักษณะ สี กลิ่นรสโดยรวม รสหวาน ความเหนียว และความชอบโดยรวม ดังตารางที่ 11 พบว่าคะแนนความชอบทุกคุณลักษณะแตกต่างกันอย่างมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ยกเว้นคุณลักษณะรสหวาน โดยปริมาณมันเทศที่เพิ่มขึ้น ทำให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นรสและความเหนียวของผลิตภัณฑ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับค่าแรงดึงที่เพิ่มขึ้น แสดงว่าค่าแรงดึงเพิ่มขึ้น ทำให้คะแนนความชอบด้านความเหนียวลดลง แสดงว่าผู้ทดสอบไม่ชอบผลิตภัณฑ์ที่มีความเหนียวมากเกินไป และพบว่าที่อัตราส่วนฟักทองและมันเทศที่ 50:50 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบรวมสูงสุด จึงได้เลือกสูตรที่มีอัตราส่วนฟักทองและมันเทศที่ 50:50 ในการศึกษาต่อไปและจะทำการปรับปรุงความเหนียวของฟักทองผสมมันเทศแผ่นให้ลดลงโดยการศึกษาปริมาณมอลโตเดกซ์ตรินที่เหมาะสม

ตารางที่ 11 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของฟักทองผสมมันเทศแผ่นที่มีอัตราส่วนฟักทองและมันเทศแตกต่างกัน

คุณลักษณะ	อัตราส่วนฟักทองและมันเทศ				
	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
สี	6.2 ± 1.3^{b}	6.8 ± 1.0^{ab}	6.9 ± 0.8^{a}	6.6 ± 1.6^{ab}	6.5 ± 1.4^{ab}
กลิ่นรสโดยรวม	6.1 ± 1.1^{ab}	6.4 ± 1.2^{a}	6.3 ± 1.0^{a}	6.1 ± 1.1^{ab}	5.8 ± 1.2^{b}
รสหวาน	6.0 ± 1.5^{a}	6.2 ± 1.3^{a}	6.3 ± 1.3^{a}	6.1 ± 1.4^{a}	6.0 ± 1.4^{a}
ความเหนียว	6.2 ± 1.4^{ab}	6.4 ± 1.3^{a}	6.3 ± 1.4^{ab}	5.4 ± 1.8^{c}	5.6 ± 1.6^{bc}
ความชอบโดยรวม	6.3 ± 1.1^{ab}	6.3 ± 1.3^{ab}	6.6 ± 1.1^{a}	6.0 ± 1.1^{b}	5.9 ± 1.3^{b}

หมายเหตุ $^{a-c}$ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2.1.2 การศึกษาผลของปริมาณมอลโตเดกซ์ตรินต่อคุณภาพของฟักทองผสมมันเทศแผ่น

จากการศึกษาผลของปริมาณมอลโตเดกซ์ตรินต่อคุณภาพของฟักทองผสมมันเทศแผ่น 5 ระดับคือ 0%, 5%, 10%, 15% และ 20% โดยใช้ทดแทนในส่วนของฟักทองและมันเทศสุกบดละเอียดให้มีน้ำหนักรวมในสูตร 66% และส่วนที่เหลือ 34% คงที่ เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของฟักทองผสมมันเทศแผ่นดังตารางที่ 12 พบว่าปริมาณมอลโตเดกซ์ตรินที่เพิ่มขึ้น ทำให้ค่าแรงดึงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เพราะการเพิ่มปริมาณมอลโตเดกซ์ตริน ทำให้ผลิตภัณฑ์นิ่มขึ้น อีกทั้งยังช่วยควบคุมการเกิดผลึกของน้ำตาลในอาหารโดยจะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขัดขวางไม่ให้น้ำตาลที่อิ่มตัวเกิดการรวมตัวตัวกันเกิดเป็นผลึก (Pancoast และ Junk, 1980) ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะยืดหยุ่นคล้ายยางมากขึ้น ค่าแรงดึงจึงลดลง และปริมาณมอลโตเดกซ์ตรินที่เพิ่มขึ้น ทำให้ค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีแดง ค่าความเป็นสีเหลืองลดลง

ตารางที่ 12 คุณภาพทางกายภาพของฟักทองผสมมันเทศแผ่นที่มีปริมาณมอลโตเดกซ์ตรินแตกต่างกัน

คุณลักษณะ	ปริมาณมอลโตเดกซ์ตริน				
	0%	5%	10%	15%	20%
สี L*	37.0±0.3^{a}	36.6±0.8^{a}	34.8±0.4^{b}	34.9±1.1^{b}	34.2±1.4^{b}
a*	9.4±0.4^{a}	8.6±0.2^{b}	7.3±0.4^{c}	6.6±0.5^{d}	4.8±0.4^{e}
b*	25.9±0.8^{ab}	26.9±1.3^{a}	24.9±2.4^{b}	23.0±1.4^{c}	20.6±1.5^{d}
a_w	0.709±0.014^{b}	0.720±0.023^{b}	0.737±0.009^{ab}	0.725±0.059^{ab}	0.793±0.010^{a}
แรงดึง (N)	1.6±0.3^{a}	1.3±0.1^{a}	0.6±0.1^{b}	0.3±0.2^{bc}	0.1±0.0^{c}

หมายเหตุ $^{a-e}$ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของฟักทองผสมมันเทศแผ่นที่มีปริมาณมอลโตเดกซ์ตรินแตกต่างกันโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ โดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ทำการประเมินคุณลักษณะ สี กลิ่นรสโดยรวม รสหวาน ความเหนียว และความชอบโดยรวมดังตารางที่ 13 พบว่าปริมาณมอลโตเดกซ์ตรินมีผลต่อคะแนนความชอบทุกคุณลักษณะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยปริมาณมอลโตเดกซ์ตรินที่เพิ่มขึ้น ทำให้คะแนนความชอบด้านสี กลิ่นรสและรสหวานของฟักทองผสมมันเทศแผ่นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่คะแนนความชอบด้านความเหนียวและความชอบโดยรวมเพิ่มขึ้นเมื่อใส่มอลโตเดกซ์ตรินถึง 15% ซึ่งสอดคล้องกับค่าแรงดึงที่ลดลง แสดงว่าการลดค่าแรงดึงทำให้คะแนนความชอบด้านความเหนียวและความชอบโดยรวมเพิ่มขึ้น แต่เมื่อใส่มอลโตเดกซ์ตรินถึง 20% คะแนนความชอบด้านความเหนียวและความชอบโดยรวมลดลง เนื่องจากฟักทองผสมมันเทศแผ่นที่ได้มีความนิ่มเกินไป ในการปรับปรุงความเหนียวของฟักทองผสมมันเทศแผ่นจึงเลือกปริมาณมอลโตเดกซ์ตรินที่ 15% เพราะผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบรวมสูงสุดในการศึกษาต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของฟักทองผสมมันเทศแผ่นที่มีปริมาณมอลโตเดกซ์ตรินแตกต่างกัน

คุณลักษณะ	ปริมาณมอลโตเดกซ์ตริน				
	0%	5%	10%	15%	20%
สี	6.4±1.3^{c}	6.6±1.3^{bc}	7.2±0.7^{a}	6.9±1.2^{ab}	7.2±1.3^{a}
กลิ่นรสโดยรวม	6.7±1.0^{b}	6.9±0.7^{ab}	7.0±1.0^{ab}	7.2±0.9^{a}	6.8±1.0^{ab}
รสหวาน	6.4±1.5^{b}	6.7±1.3^{ab}	6.7±1.4^{ab}	6.9±1.3^{a}	6.7±1.5^{ab}
ความเหนียว	5.1±1.5^{c}	5.8±1.6^{bc}	5.9±1.4^{b}	6.7±1.4^{a}	5.7±1.7^{bc}
ความชอบโดยรวม	5.9±1.2^{b}	6.4±1.2^{b}	6.5±1.2^{ab}	7.0±1.2^{a}	6.4±1.4^{b}

หมายเหตุ $^{a-c}$ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2.2 การพัฒนาฟักทองผสมแครอทแผ่น

2.2.1 การศึกษาผลของอัตราส่วนของฟักทองและแครอทต่อคุณภาพของฟักทองผสมแครอทแผ่น

การศึกษาอัตราส่วนของฟักทองและแครอทเพื่อปรับปรุงสีของผลิตภัณฑ์โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) ศึกษาอัตราส่วนของฟักทองและแครอท 5 ระดับคือ 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 เพื่อเลือกอัตราส่วนของฟักทองและแครอทที่เหมาะสม เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ พบว่าปริมาณแครอทที่เพิ่มขึ้น ทำให้ค่าแรงดึงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากแครอทมีปริมาณใยอาหารมากกว่าฟักทอง โดยที่แครอทมีปริมาณใยอาหาร 1.0 กรัม ฟักทองมีปริมาณใยอาหาร 0.7 กรัม (กองโภชนาการ, 2535) ซึ่งสอดคล้องกับ Zou *et al.* (2014) ที่กล่าวว่า เส้นใยทำให้พืชมีโครงสร้างที่แข็งแรงและเหนียว เมื่อเพิ่มปริมาณแครอทผลิตภัณฑ์จึงมีความแข็งเพิ่มขึ้น และแครอทมีสีแดงส่วนฟักทองมีสีเหลือง เมื่อเพิ่มปริมาณแครอทจึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นสีแดง (a*) เพิ่มขึ้นดังตารางที่ 14

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 ค่าคุณภาพทางกายภาพของฟักทองผสมแครอทแผ่นที่มีอัตราส่วนของฟักทองและแครอทแตกต่างกัน

คุณลักษณะ	อัตราส่วนฟักทองและแครอท				
	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
สี L*	17.7±2.6^{c}	27.0±1.5^{b}	27.7±1.0^{b}	32.0±1.6^{a}	33.1±1.0^{a}
a*	4.7±0.6^{e}	7.0±0.7^{d}	14.3±0.6^{c}	15.8±1.0^{b}	22.2±0.5^{a}
b*	10.0±2.3^{d}	14.5±1.5^{c}	25.6±2.1^{b}	23.6±3.1^{b}	29.7±2.3^{a}
a_w	0.889±0.010^{a}	0.870±0.009^{a}	0.880±0.008^{a}	0.874±0.007^{a}	0.871±0.006^{a}
แรงดึง (N)	5.2±0.4^{e}	6.1±0.4^{d}	6.8±0.5^{c}	8.2±0.3^{b}	9.6±0.5^{a}

หมายเหตุ $^{a-d}$ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของฟักทองผสมแครอทแผ่นที่มีอัตราส่วนฟักทองและแครอทแตกต่างกันโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ โดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ทำการประเมินคุณลักษณะ สี กลิ่นรสโดยรวม ความเหนียว และความชอบโดยรวมดังตารางที่ 15 พบว่าอัตราส่วนฟักทองและแครอทมีผลต่อคะแนนความชอบด้านสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยปริมาณแครอทที่เพิ่มขึ้น ทำให้คะแนนความชอบด้านสีของฟักทองผสมแครอทแผ่นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สอดคล้องกับค่าความเป็นสีแดงของฟักทองผสมแครอทแผ่นที่เพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณแครอท ในขณะที่คะแนนความชอบด้านกลิ่นรสโดยรวมและความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และแครอทมีปริมาณเบต้าแคโรทีนสูงกว่าฟักทอง จึงเลือกอัตราส่วนที่มีปริมาณแครอทสูงสุดในการศึกษาต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 15 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของฟักทองผสมแครอทแผ่นที่มีอัตราส่วนฟักทองและแครอทแตกต่างกัน

คุณลักษณะ	อัตราส่วนฟักทองและแครอท				
	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
สี	4.8±1.6[b]	5.0±1.6[b]	6.4±1.4[a]	6.7±1.4[a]	6.7±1.2[a]
กลิ่นรสโดยรวม	5.8±1.0[a]	5.6±0.9[a]	5.7±1.0[a]	5.6±0.8[a]	5.7±1.1[a]
ความชอบโดยรวม	5.7±0.9[a]	5.9±0.7[a]	6.0±1.0[a]	6.0±1.0[a]	6.0±1.2[a]

หมายเหตุ [a-b] ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2.2.2 การศึกษาผลของปริมาณเจลาตินและกลูโคสไซรัปต่อคุณภาพแครอทแผ่น

จากการศึกษาปริมาณเจลาตินและกลูโคสไซรัปต่อคุณภาพแครอทแผ่นโดยจัดสิ่งทดลองแบบแฟคทอเรียล 3x3 ในแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ ศึกษาปริมาณของเจลาติน 3 ระดับคือ 0, 4 และ 8 กรัม ต่อส่วนผสมทั้งหมด 100 กรัม และปริมาณของกลูโคสไซรัป 3 ระดับคือ 0, 8 และ 16 กรัม ต่อส่วนผสมทั้งหมด 100 กรัม เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ พบว่าคุณภาพด้านสีของแครอทแผ่นทั้ง 9 สูตรมีสีส้มซึ่งมีค่า L* a* b* แตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 16 โดยมีค่าความสว่าง (L*) เล็กน้อยอยู่ในช่วง 31.3-37.0 ค่าความเป็นสีแดง (a*) อยู่ในช่วง 16.9-21.8 ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) อยู่ในช่วง 24.0-35.4 และค่า a_W อยู่ในช่วง 0.772-0.840 จากการวัดคุณภาพทางกายภาพด้านแรงดึงของแครอทแผ่นทั้ง 9 สูตร พบว่า ปริมาณเจลาตินและกลูโคสไซรัปมีผลต่อค่าแรงดึงของแครอทแผ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อเพิ่มปริมาณเจลาตินจะทำให้ค่าแรงดึงเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Gujral and Brar (2003) ที่กล่าวว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของไฮโดรคอลลอยด์จะทำให้ค่าแรงดึงเพิ่มขึ้นในมะม่วงแผ่น และศิมาภรณ์ (2546) กล่าวว่าเมื่อเพิ่มปริมาณเจลาตินจะมีผลทำให้ค่าความแข็งเพิ่มขึ้น เนื่องจากเจลาตินมีผลต่อความแข็งแรงของเจลโดยความแข็งแรงของเจลจะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณเจลาตินเพิ่มมากขึ้น (Pye, 1997) การเพิ่มปริมาณเจลาตินเป็นการเพิ่มความเข้มข้นของสารที่ทำให้เกิดเจล ความแข็งแรงของเจลจึงเพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 คุณภาพทางกายภาพของแครอทแผ่นที่มีปริมาณเจลาตินและกลูโคสไซรัปแตกต่างกัน

คุณลักษณะ	เจลาตินต่อส่วนผสมทั้งหมด	กลูโคสไซรัปต่อส่วนผสมทั้งหมด		
		0:100	8:100	16:100
L*	0:100	37.0±0.4^{a}	36.3±0.3^{a}	35.2±1.2^{b}
	4:100	33.5±1.1^{c}	32.0±1.2^{d}	32.3±0.6^{d}
	8:100	31.7±1.1^{d}	32.2±1.2^{d}	31.3±0.8^{d}
a*	0:100	19.9±0.4^{b}	19.2±0.6^{bc}	17.0±1.1^{e}
	4:100	21.8±0.3^{a}	18.7±0.9^{cd}	18.0±0.4^{d}
	8:100	19.9±0.9^{b}	18.9±0.9^{c}	16.9±0.5^{e}
b*	0:100	25.9±0.3^{fg}	26.4±3.3^{efg}	24.0±2.2^{g}
	4:100	35.4±1.4^{a}	30.2±3.1^{cd}	29.3±1.9^{cde}
	8:100	34.2±2.8^{ab}	31.3±3.5^{bc}	27.4±3.3^{def}
a_w	0:100	0.781±0.016^{cd}	0.772±0.016^{d}	0.796±0.007^{bcd}
	4:100	0.806±0.001^{bc}	0.800±0.001^{bcd}	0.815±0.004^{ab}
	8:100	0.840±0.026^{a}	0.838±0.014^{a}	0.805±0.001^{bc}
แรงดึง (N)	0:100	0.2±0.0^{f}	ND	ND
	4:100	5.0±0.5^{d}	4.3±0.1^{e}	3.1±0.3^{f}
	8:100	17.3±0.7^{a}	11.3±0.3^{b}	8.4±0.6^{g}

หมายเหตุ $^{a-g}$ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ND = not determine

ส่วนการเพิ่มปริมาณกลูโคสไซรัปจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าแรงดึงลดลง เนื่องจากกลูโคสไซรัปประกอบด้วยโอลิโกแซคคาไรด์ ซึ่งมีคุณสมบัติในการเพิ่มความหนืด (Lees, 1990) โดยการเพิ่มปริมาณกลูโคสไซรัปจะทำให้ความหนืดของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น (Hull, 2010) เมื่อค่า a_W ของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นมีผลทำให้อุณหภูมิที่พอลิเมอร์เปลี่ยนสภาพจากยืดหยุ่นคล้ายยางเป็นของแข็ง (glass transition temperatute, T_g) ของผลิตภัณฑ์ลดลง (Roos, 1995) เนื่องจากผลิตภัณฑ์แครอทแผ่นมีค่า a_w ค่อนข้างสูง ทำให้ T_g ของผลิตภัณฑ์ที่ใส่กลูโคสไซรัปมีค่าลดลง ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์นุ่มขึ้น ค่าแรงดึงจึงลดลง สอดคล้องกับการทดลองของจารุวรรณ (2549) ที่ได้ทำการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พัฒนาผลิตภัณฑ์ผลไม้แผ่นจากพิวเร่พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณกลูโคสไซรัปจะทำให้พลับแผ่นมีความนุ่มและสีสดใสมากขึ้นแต่ทำให้ค่าความเหนียวลดลง จากการศึกษาพบว่าตัวอย่างที่ไม่มีเจลาตินในสูตรและมีปริมาณกลูโคสไซรัปสูงไม่สามารถขึ้นรูปได้จึงไม่สามารถวัดค่าแรงดึงได้ สำหรับตัวอย่างที่มีอัตราส่วนของเจลาตินต่อส่วนผสมทั้งหมด 8:100 และไม่ได้ใส่กลูโคสไซรัปมีค่าแรงดึงสูงสุดเท่ากับ 17.3 นิวตัน

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของแครอทแผ่นที่เติมเจลาตินและกลูโคสไซรัปในปริมาณต่างๆ ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-point hedonic scale) พบว่าคะแนนความชอบในคุณลักษณะทางด้าน สีส้ม กลิ่นรสโดยรวมและรสหวานของแครอทแผ่นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่คุณลักษณะทางด้านความเหนียวและความชอบรวมของแครอทแผ่นแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 17

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของแครอทแผ่นทั้ง 9 สิ่งทดลองมาสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยสมการลำดับที่ 2 ($Y_i=\beta_0+\beta X_1+\beta X_2+\beta X_1X_2+\beta X_1^2+\beta X_2^2$) เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับอัตราส่วนของเจลาตินและกลูโคสไซรัปต่อส่วนผสมทั้งหมด โดยกำหนดให้ Y_i คือคุณภาพทางประสาทสัมผัส, X_1 คือปริมาณเจลาติน, X_2 คือปริมาณกลูโคสไซรัป พบว่าแบบจำลองสามารถอธิบายความแปรปรวนที่เกิดขึ้นในคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้าน รสหวาน ความเหนียวและความชอบรวมอยู่ในช่วง 74.9-98.0% และจะพบว่าเจลาตินมีอิทธิพลต่อความชอบด้านรสหวาน ความเหนียวและความชอบรวมมากกว่ากลูโคสไซรัปเนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์ของเจลาตินสูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์ของกลูโคสไซรัปในทุกสมการ ซึ่งการเพิ่มปริมาณเจลาตินควบคู่ไปกับกลูโคสไซรัปจะทำให้คะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านนั้นๆ สูงขึ้น แต่สำหรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้าน สีและกลิ่นรสโดยรวมสามารถอธิบายได้ด้วยแบบจำลองดังกล่าวต่ำ (Adj.R^2 ต่ำกว่า 60%) ดังแสดงในตารางที่ 18

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 17 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของแครอทแผ่นที่มีปริมาณเจลาตินและกลูโคสไซรัปแตกต่างกัน

คุณลักษณะ	เจลาตินต่อส่วนผสมทั้งหมด	กลูโคสไซรัปต่อส่วนผสมทั้งหมด		
		0:100	8:100	16:100
สีส้ม	0:100	6.5±1.4^{a}	6.5±1.4^{a}	6.4± 1.6^{a}
	4:100	6.6± 1.5^{a}	6.5±1.7^{a}	6.6±1.6^{a}
	8:100	6.6±1.5^{a}	6.7±1.2^{a}	6.3±1.7^{a}
กลิ่นรสโดยรวม	0:100	5.7± 1.9^{a}	6.0±1.7^{a}	5.8±1.2^{a}
	4:100	5.6±1.6^{a}	5.8±1.7^{a}	6.0±1.7^{a}
	8:100	5.4±1.2^{a}	5.3±1.7^{a}	5.7±1.5^{a}
รสหวาน	0:100	6.0± 1.6^{a}	6.2±1.7^{a}	5.8±1.6^{a}
	4:100	5.9±1.5^{a}	6.2±1.4^{a}	6.1±1.8^{a}
	8:100	5.3±1.6^{a}	5.7±1.8^{a}	5.8±1.5^{a}
ความเหนียว	0:100	3.9±1.1^{d}	3.6±1.4^{de}	3.1±1.3^{e}
	4:100	5.4±1.7^{c}	6.3±1.6^{a}	6.2±1.3^{a}
	8:100	3.9±1.1^{d}	6.0±1.3^{ab}	5.4±1.2^{bc}
ความชอบโดยรวม	0:100	4.3±1.1^{c}	4.2±1.1^{c}	3.9±1.2^{c}
	4:100	5.7±1.1^{a}	6.2±1.1^{a}	6.2±1.1^{a}
	8:100	4.8±1.2^{b}	6.0±1.2^{a}	5.9±1.1^{a}

หมายเหตุ $^{a-e}$ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

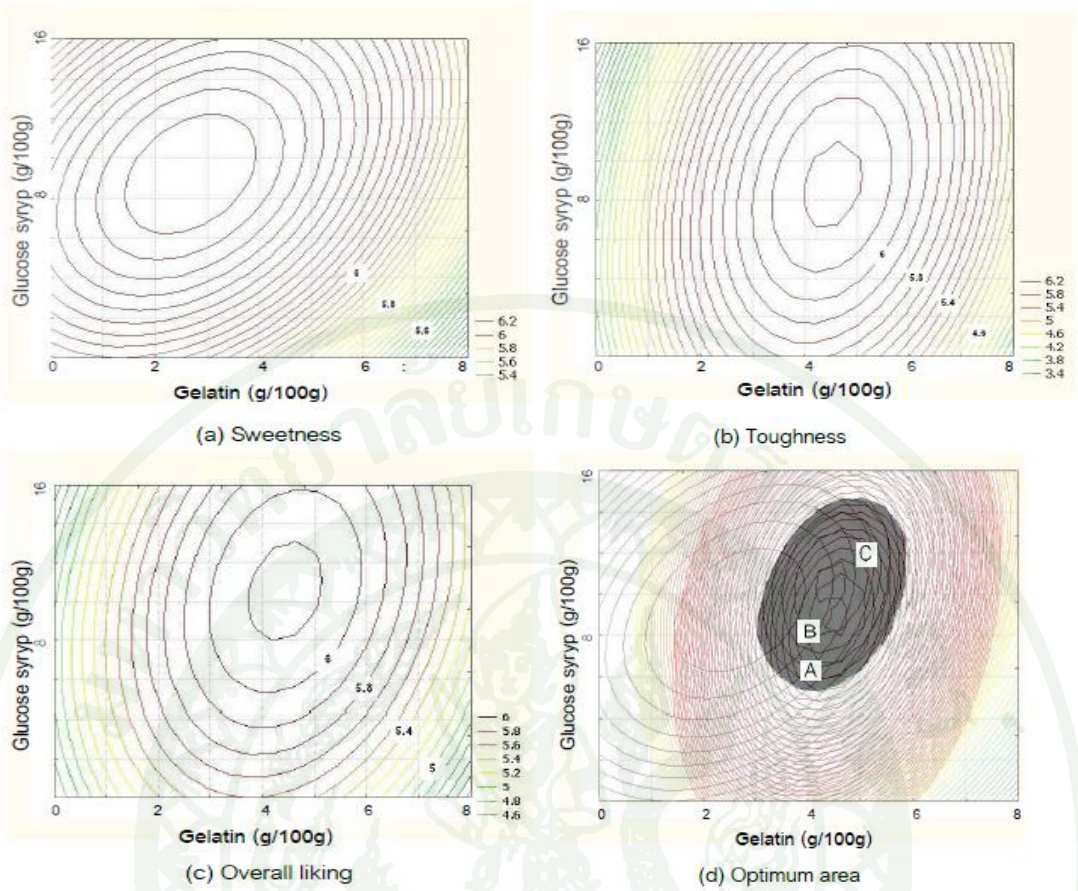
ตารางที่ 18 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้อธิบายผลของเจลาตินและกลูโคสไซรัปต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของแครอทแผ่น

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์	$Adj.R^2$
สีส้ม	$Y_1=6.453+0.051X_1+0.020X_2-0.002X_1X_2-0.004X_1^2-0.001X_2^2$	0.079
กลิ่นรสโดยรวม	$Y_2=5.788+0.015X_1+0.011X_2+0.002X_1X_2-0.010X_1^2-0.000X_2^2$	0.520
รสหวาน	$Y_3=5.995+0.045X_1+0.042X_2+0.005X_1X_2-0.017X_1^2-0.003X_2^2$	0.980
ความเหนียว	$Y_4=4.077+0.828X_1+0.064X_2+0.013X_1X_2-0.104X_1^2-0.007X_2^2$	0.863
ความชอบโดยรวม	$Y_5=4.688+0.484X_1+0.070X_2+0.008X_1X_2-0.064X_1^2-0.005X_2^2$	0.749

หมายเหตุ สมการรีเกรสชัน: $Y_i=\beta_0+\beta X_1+\beta X_2+\beta X_1X_2+\beta X_1^2+\beta X_2^2$, Y_i คือคุณภาพทางประสาทสัมผัส, β_i คือค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร X_i แต่ละตัวในสมการรีเกรสชัน, X_1 คือ อัตราส่วนเจลาตินต่อส่วนผสมทั้งหมด, X_2 คืออัตราส่วนกลูโคสไซรัปต่อส่วนผสมทั้งหมด

จากแผนภาพคอนทัวร์ดัง ภาพที่ 5 (a-c) พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านรสหวานลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณเจลาตินและลดปริมาณกลูโคสไซรัปลง เพราะกลูโคสไซรัปมีน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวเป็นส่วนประกอบที่เกิดจากการไฮโดรไลซ์แป้งบางส่วนทำให้มีรสหวาน การลดปริมาณกลูโคสไซรัปจึงทำให้ความหวานลดลง และเมื่อเพิ่มปริมาณเจลาตินและกลูโคสไซรัปมีผลทำให้คะแนนความชอบด้านความเหนียวและความชอบรวมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) แต่เมื่อใส่เจลาตินในปริมาณมากเกินไป (อัตราส่วนของเจลาตินต่อส่วนผสมทั้งหมดมากกว่า 5.8:100) จะทำให้คะแนนความชอบด้านความเหนียวและความชอบรวมลดลง แสดงว่าความเหนียวของแครอทแผ่นมีผลต่อค่าคะแนนความชอบรวมค่อนข้างมาก ดังนั้นจากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสและการซ้อนทับกัน (superimpose) ของแผนภาพคอนทัวร์ของคุณลักษณะด้านรสหวาน ความเหนียวและความชอบรวม โดยมีคะแนนความชอบเฉลี่ยของทั้ง 3 คุณลักษณะมากกว่าหรือเท่ากับ 6 (ชอบเล็กน้อย) พบว่าช่วงอัตราส่วนของเจลาตินและกลูโคสไซรัปต่อส่วนผสมทั้งหมดที่เหมาะสมคืออัตราส่วนของเจลาตินต่อส่วนผสมทั้งหมด 3:100-5.8:100 และอัตราส่วนของกลูโคสไซรัปต่อส่วนผสมทั้งหมด 6:100-14:100 ดังแสดงในภาพที่ 5 (d) หรือคิดเป็นเจลาติน 2.9-5.5% และกลูโคสไซรัป 5.7-12.3% ในสูตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 5 แผนภาพคอนทัวร์จากคุณภาพด้านประสาทสัมผัสในคุณลักษณะต่างๆ (a-c) และพื้นที่ที่เหมาะสม (d) โดยวิธีให้คะแนนความชอบของแครอทแผ่นที่มีปริมาณเจลาตินและกลูโคสไซรัปต่างกัน

จากช่วงอัตราส่วนของส่วนผสมทั้งหมดต่อปริมาณเจลาตินและกลูโคสไซรัปที่เหมาะสม ได้ทำการยืนยันความถูกต้องของแบบจำลองโดยคัดเลือกสูตรในบริเวณพื้นที่ผิวตอนสนองมา 3 สูตรเมื่อทำการทวนสอบแบบจำลองโดยการเลือกจุด 3 จุดที่อยู่ในขอบเขตที่เหมาะสมคือจุด A, B และ C ดังแสดงในภาพที่ 5 (d) และหาค่าความน่าเชื่อถือของแบบจำลองโดยการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการทดลองใหม่ 3 การทดลองและค่าที่คำนวณได้จากแบบจำลองด้วยค่า RMSE และค่า r พบว่าค่า RMSE มีค่า 0.290-0.563 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ 0 และค่า r มีค่า 0.720-0.831 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ 1 ดังแสดงในตารางที่ 19 แสดงว่าแบบจำลองที่ได้มีความน่าเชื่อถือและแผนภาพคอนทัวร์สามารถอธิบายได้ดี ดังนั้นแบบจำลองดังกล่าวจึงมีความเหมาะสมในการนำมาใช้อธิบายผลและหาปริมาณส่วนผสมที่เหมาะสม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 19 ค่า Root Mean Square error (RMSE) และค่า Correlation (r) จากการคัดเลือกสูตรของคุณภาพทางประสาทสัมผัสจากแผนภาพคอนทัวร์เพื่อนำมายืนยันความถูกต้องของแบบจำลอง

คุณลักษณะ	A		B		C		RMSE	r
	ค่าที่คำนวณ	ค่าที่ทดลอง	ค่าที่คำนวณ	ค่าที่ทดลอง	ค่าที่คำนวณ	ค่าที่ทดลอง		
รสหวาน	6.2	6.4	6.2	6.5	6.2	6.5	0.290	0.720
ความเหนียว	6.2	6.6	6.2	6.8	6.2	6.7	0.555	0.721
ความชอบโดยรวม	6.0	6.6	6.1	6.6	6.1	6.7	0.563	0.831

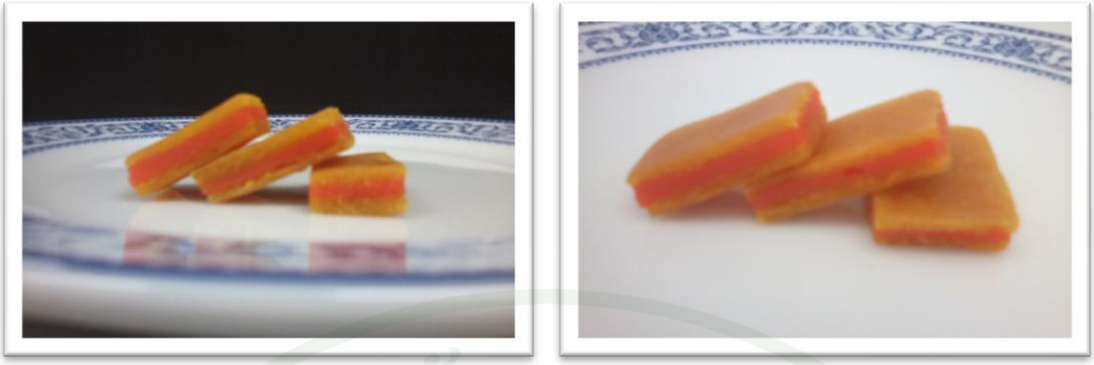
จากการศึกษาพบว่า การเพิ่มปริมาณเจลาตินทำให้ค่าแรงดึงของแครอทแผ่นเพิ่มขึ้นตรงข้ามกับการเพิ่มปริมาณกลูโคสไซรัปที่ทำให้ค่าแรงดึงลดลง การเพิ่มปริมาณเจลาตินและกลูโคสไซรัปมีผลทำให้ค่าความชอบด้านรสหวาน ความเหนียวและความชอบรวมเพิ่มขึ้นในช่วงแรก (เจลาติน 0:100-5.8:100 และกลูโคสไซรัป 0:100-14:100) แล้วลดลงเมื่อใส่ในปริมาณมากเกินไป โดยปริมาณที่เหมาะสมในการทำแครอทแผ่นคืออัตราส่วนของเจลาตินต่อส่วนผสมทั้งหมด 3:100-5.8:100 และอัตราส่วนของกลูโคสไซรัปต่อส่วนผสมทั้งหมด 6:100-14:100 จึงเลือกปริมาณอัตราส่วนเจลาตินต่อส่วนผสมทั้งหมด 4:100 และอัตราส่วนของกลูโคสไซรัปต่อส่วนผสมทั้งหมด 6:100 หรือคิดเป็น 3.8% และ 5.7% ตามลำดับในการศึกษาต่อไป

2.3 การพัฒนาอาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศและแครอท

นำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากข้อ 2.1 และ 2.2 มาซ้อนกันเป็นชั้น โดยแครอทแผ่นอยู่ตรงกลาง ประกบด้วยฟักทองผสมมันเทศแผ่นและตัดให้มีขนาดกว้าง 1.5 เซนติเมตร ยาว 2.5 เซนติเมตร ดังภาพที่ 6 และนำผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้มาวิเคราะห์คุณภาพดังนี้

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอท ที่อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส พบว่าเวลาอบที่เพิ่มขึ้น ทำให้ค่าความแข็งเพิ่มขึ้น แต่ค่า a_w ต่ำลง เพราะการเพิ่มเวลาอบ ทำให้ปริมาณน้ำในตัวผลิตภัณฑ์ลดลงและทำให้ค่า T_g สูงขึ้น ผลิตภัณฑ์จึงมีความแข็งมากขึ้น (Edwards, 2000) ดังแสดงในตารางที่ 20

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 6 ผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่พัฒนาได้

ตารางที่ 20 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่ใช้ระยะเวลาในการอบแตกต่างกัน

คุณลักษณะ	เวลาอบ (ชั่วโมง)		
	2	4	6
สี L*	37.6±1.0[a]	37.4±1.0[a]	37.1±0.7[a]
a*	12.8±1.0[a]	11.9±0.4[a]	12.9±0.8[a]
b*	32.1±2.9[a]	33.1±2.0[a]	32.1±2.5[a]
a_w	0.729±0.005[a]	0.697±0.005[b]	0.687±0.008[b]
ความแข็ง (N)	12.5±2.0[b]	14.3±1.2[a]	15.4±1.9[a]

หมายเหตุ [a-b] ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่มีเวลาในการอบแตกต่างกันโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ พบว่าระยะเวลาในการอบไม่มีผลต่อความชอบทุกคุณลักษณะทั้งด้านขนาดตัวอย่าง สีตัวอย่างชั้นด้านนอก สีตัวอย่างชั้นด้านใน กลิ่นรสโดยรวม ความเหนียว และความชอบโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ดังตารางที่ 21 จึงเลือกเวลาในการอบที่ 2 ชั่วโมงเนื่องจากต้นทุนในการผลิตต่ำสุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 21 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่ใช้ระยะเวลาเวลาในการอบแตกต่างกัน

คุณลักษณะ	เวลาอบ (ชั่วโมง)		
	2	4	6
ขนาดตัวอย่าง	6.5±1.3	6.6±1.4	6.5±1.3
สีตัวอย่างชั้นด้านนอก	6.7±0.7	6.6±1.0	6.6±0.9
สีตัวอย่างชั้นด้านใน	6.9±1.1	6.7±1.4	6.7±1.3
กลิ่นรสโดยรวม	6.2±1.2	6.1±1.3	6.0±1.3
รสหวาน	6.3±1.3	6.2±1.6	6.5±1.3
ความเหนียว	6.3±1.2	6.1±1.5	6.1±1.3
ความชอบโดยรวม	6.8±0.9	6.4±1.1	6.4±1.1

นำผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่ใช้เวลาในการอบ 2 ชั่วโมงมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบและความพอดีเพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน พบว่าคะแนนความชอบเฉลี่ยในคุณลักษณะขนาด สีชั้นด้านนอก สีชั้นด้านใน กลิ่นรสโดยรวม ความเหนียว และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง และค่าความพอดีมากกว่าหรือเท่ากับ 70% แสดงว่าอยู่ในระดับพอดี ไม่ต้องทำการปรับสูตร (เพ็ญขวัญ, 2556) ดังแสดงในตารางที่ 22

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 22 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอท

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ	JAR (%)		
		น้อยเกินไป	พอดี	มากเกินไป
สีชั้นด้านนอก	6.9±0.9	3.3	93.4	3.3
สีชั้นด้านใน	7.1±0.9	0.0	80.0	20.0
กลิ่นรสโดยรวม	6.7±1.0	-	-	-
รสหวาน	7.0±0.8	13.3	70.0	16.7
ความเหนียว	7.1±1.1	5.3	70.0	24.7
ความชอบโดยรวม	7.1±0.7	-	-	-

3. การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้

ผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่พัฒนาได้ มี 2 ส่วนคือ ส่วนของฟักทองผสมมันเทศแผ่น ประกอบด้วย ฟักทองสุกบดละเอียด 27.7% มันเทศสุกบดละเอียด 27.7% น้ำตาล 23.1% มอลโตเดกซ์ตริน 13.8% และน้ำ 7.7% มีกรรมวิธีการผลิตคือ ต้มน้ำจนเดือด จากนั้นใส่มอลโตเดกซ์ตรินและน้ำตาลทรายลงไปละลายในน้ำ แล้วใส่เนื้อฟักทองและมันเทศสุกบดละเอียดตามปริมาณที่กำหนดคนผสมกันในกระทะไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส กวนจนส่วนผสมร่อนไม่ติดกระทะจนมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้เท่ากับ 65±2 °Brix ยกลงจากเตา เทลงถาด ถาดละ 150 กรัม ให้มีความหนา 0.2±0.1 เซนติเมตร อบที่อุณหภูมิ 60±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 ชั่วโมง เป็นส่วนที่ 1 และในส่วนของแครอทแผ่นประกอบด้วยแครอทสุกบดละเอียด 43.3% มอลโตเดกซ์ตริน 4.3% น้ำตาล 10.8% เจลาติน 3.6% กลูโคสไซรัป 5.5% น้ำ 32.5% และมีกรรมวิธีการผลิตคือ ใส่กลูโคสไซรัป เจลาติน น้ำตาล มอลโตเดกซ์ตรินและน้ำลงไป กวนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส จนส่วนผสมมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้เท่ากับ 75±2 °Brix ใส่แครอทลงไปและกวนจนส่วนผสมมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้เท่ากับ 75±2 °Brix อีกครั้ง เทลงถาด ถาดละ 150 กรัม ให้มีความหนา 0.2±0.1 เซนติเมตร เป็นส่วนที่ 2 จากนั้นนำส่วนที่ 1 และ 2 มาซ้อนกันเป็นชั้น โดยแครอทแผ่นอยู่ตรงกลาง ประกบด้านนอกด้วยฟักทองผสมมันเทศแผ่น นำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่พัฒนาได้แสดงในตารางที่ 23 พบว่าค่าสี L* a* b* ของฟักทองผสมมันเทศแผ่นคือ 36.6, 8.7 และ 32.1 ตามลำดับ ค่าสี L* a* b* ของแครอทแผ่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

38.4, 21.8 และ 24.0 ตามลำดับ โดยผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่พัฒนาได้มีค่า a_w เท่ากับ 0.732 และค่าความแข็งเท่ากับ 9.7 N. สำหรับคุณภาพทางจุลินทรีย์ มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 10 cfu/g (ค่าโดยประมาณ) และมีปริมาณยีสต์ราน้อยกว่า 10 cfu/g (ค่าโดยประมาณ) โดยมีต้นทุนการผลิตของวัตถุดิบ 3.38 บาทต่อผลิตภัณฑ์ 10 ชิ้น ดังภาคผนวก ค

คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอท ในส่วนของฟักทองผสมมันเทศแผ่นมีค่าความชื้น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบและเถ้า เท่ากับ 19.1%, 78.1%, 1.5%, 0.0%, 0.5% และ 0.8%น้ำหนักเปียก ตามลำดับ และมีปริมาณเบต้าแคโรทีน 165.3 ug/100 g ส่วนของแครอทแผ่นมีค่าความชื้น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบและเถ้า เท่ากับ 19.7%, 67.3%, 9.7%, 0.2%, 2.2% และ 0.9%โดยน้ำหนักเปียก ตามลำดับ และมีปริมาณเบต้าแคโรทีน 3,335.0 ug/100 g โดยผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอท 1 หน่วยบริโภค 45 กรัม (10 ชิ้น) มีปริมาณวิตามินเอ 91.7 ug RE หรือคิดเป็น 11.5% ของปริมาณวิตามินเอที่แนะนำให้บริโภคต่อวัน (ThaiRDI)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 23 คุณภาพทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่พัฒนาได้

คุณภาพ	ฟักทองผสมมันเทศแผ่น	แครอทแผ่น	อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอท
คุณภาพทางกายภาพ			
สี L*	36.6±1.2	38.4±1.9	-
a*	8.7±0.6	21.8±0.7	-
b*	32.1±1.4	24.0±0.9	-
a_w	0.720±0.002	0.718±0.001	0.732±0.002
ความแข็ง (N)	-	-	9.7±1.3
คุณภาพทางเคมี			
ความชื้น (%wb)	19.1±0.3	19.7±0.3	-
เถ้า (%wb)	0.8±0.0	0.9±0.0	-
ไขมัน (%wb)	0.0±0.0	0.2±0.1	-
โปรตีน (%wb)	1.5±0.1	9.7±0.2	-
เส้นใยหยาบ (%wb)	0.5±1.0	2.2±0.1	-
คาร์โบไฮเดรต (%wb)	78.1±0.1	67.3±0.1	-
เบต้าแคโรทีน (ug/100 g)	165.3	3,335.0	-
คุณภาพทางจุลินทรีย์			
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	<10	<10	-
ปริมาณยีสต์และรา (cfu/g)	<10	<10	-

หมายเหตุ - คือไม่ได้ทำการวิเคราะห์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่พัฒนาได้ โดยให้ผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 104 คน ทดสอบผลิตภัณฑ์โดยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-point hedonic scale) รวมทั้งการยอมรับและการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค ใช้สถานที่ทดสอบแบบ Central location test (CLT) ณ โรงอาหารกลาง 2 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขนดังแสดงในตารางที่ 24 พบว่ากลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคเป็นเพศชาย 50% เพศหญิง 50% โดยแบ่งช่วงอายุออกเป็น 4 กลุ่มได้แก่ ต่ำกว่า 20 ปี, 20-35 ปี, 36-50 ปี และ 50 ปีขึ้นไป โดยให้ทำแบบสอบถามในแต่ละกลุ่มอายุเป็นจำนวนเท่าๆกันเพื่อให้เกิดความสม่ำเสมอของข้อมูล ซึ่งระดับการศึกษาสูงสุดที่ได้รับส่วนมากจะอยู่ในระดับสูงกว่าปริญญาตรี (41.3%) และรายได้ต่อเดือนส่วนใหญ่อยู่ในช่วงต่ำกว่า 15,000 บาท ซึ่งการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างเพศกับคะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์และอายุกับคะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ พบว่าเพศและอายุไม่มีผลต่อค่าคะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ แสดงว่าผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่พัฒนาได้เหมาะกับทุกเพศทุกวัย

จากการสอบถามผู้บริโภคเกี่ยวกับการรับประทานอาหารว่าง พบว่าผู้บริโภครับประทานอาหารว่างเนื่องจากแก้หิว 27.9% รองลงมาคือรสชาติอร่อย 21.8% ส่วนผักที่อยากนำมาเพิ่มเป็นส่วนผสมเพื่อเพิ่มวิตามินเอในอาหารว่างคือ ฟักทอง 23.0% รองลงมาคือ แครอท 21.1% และมันเทศ 17.0% ตามลำดับ ซึ่งความบ่อยในการรับประทานนั้นแล้วแต่โอกาส 62.5% โดยสถานที่ที่ทำการเลือกซื้อมากที่สุดคือร้านสะดวกซื้อ 43.3%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 24 ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคที่ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอท

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	ความถี่ (%)
เพศ	
ชาย	50.0
หญิง	50.0
อายุ	
ต่ำกว่า 20 ปี	25.0
20-35 ปี	25.0
36-50 ปี	25.0
มากกว่า 50 ปี	25.0
ระดับการศึกษาสูงสุดที่ได้รับ	
ต่ำกว่าปริญญาตรี	31.7
ปริญญาตรี	26.9
สูงกว่าปริญญาตรี	41.3
อาชีพ	
นักเรียน/นักศึกษา	50.0
รับจ้าง/พนักงานบริษัทเอกชน	5.8
ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว	8.7
รับราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ	31.7
พ่อบ้าน/แม่บ้าน	3.8
อื่นๆ โปรดระบุ	0.0
รายได้ต่อเดือน	
ต่ำกว่า 15,000 บาท	47.1
15,000-25,000 บาท	14.4
25,000-35,000 บาท	13.5
มากกว่า 35,000 บาท	25.0

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่พัฒนาได้ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ โดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ฝึกฝนจำนวน 104 คน ทำการประเมินคุณลักษณะขนาด สีชั้นด้านนอก สีชั้นด้านใน กลิ่นรสโดยรวม ความเหนียว และความชอบโดยรวม พบว่าทุกคุณลักษณะมีคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลางดังแสดงในตารางที่ 25

ตารางที่ 25 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอท

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ
ขนาด	6.8±0.9
สีชั้นด้านนอก	7.0±0.9
สีชั้นด้านใน	7.0±1.1
กลิ่นรสโดยรวม	6.8±0.8
รสหวาน	6.9±1.2
ความเหนียว	6.9±0.9
ความชอบโดยรวม	7.0±0.8

ด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์และความสนใจซื้อผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอท พบว่ากลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอท 81.7% และผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่บรรจุในกล่องพลาสติก จำนวน 20 ชิ้น (น้ำหนัก 90 กรัม) ราคากล่องละ 35 บาท มีความสนใจซื้อ 76.9% ไม่สนใจซื้อ 12.5% และไม่แน่ใจ 10.6% โดยเหตุผลที่ไม่สนใจซื้อเนื่องจากคิดว่าราคาค่อนข้างสูง หรือผลิตภัณฑ์มีความหวานและความเหนียวมากเกินไป

5. การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่พัฒนาได้ นำผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้มาบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่ต่างกัน 2 ชนิดคือ กล่องพลาสติก Polystyrene (PS) และถุงอลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตด้วยพลาสติกชนิด MPET/LL (Metallized polyethylene terephthalate) ที่มีความหนาของ PET 12 ไมครอน และ LL 60 ไมครอน จำนวน 20 ชิ้น เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) โดยสุ่มตัวอย่างออกมาวัดค่าทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และทางประสาทสัมผัสทุก 2 สัปดาห์ พบว่ามีอายุการเก็บรักษานาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1 เดือน โดยมีสาเหตุการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอท ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

5.1 คุณภาพทางกายภาพและเคมี

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่บรรจุในกล่องพลาสติก ในส่วนที่เป็นฟักทองผสมมันเทศแผ่นระหว่างการเก็บรักษา พบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นคุณภาพด้านสี ค่าความสว่าง (L*) อยู่ในช่วง 39.2-40.0 ค่าความเป็นสีแดง (a*) อยู่ในช่วง 6.5-7.3 ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) อยู่ในช่วง 26.7-28.8 ในส่วนที่เป็นแครอทแผ่น พบว่าคุณภาพด้านสี ค่า L* อยู่ในช่วง 41.7-42.2 ค่า a* อยู่ในช่วง 27.7-30.3 ค่า b* อยู่ในช่วง 30.0-31.5 ส่วนค่า a_w พบว่าส่วนที่เป็นฟักทองผสมมันทศแผ่นมีค่า a_w เพิ่มขึ้นและส่วนที่เป็นแครอทแผ่นมีค่า a_w ลดลงในช่วงแรกของการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) เนื่องจากทั้ง 2 ส่วนมีค่า a_w ไม่เท่ากัน โดยฟักทองผสมมันเทศแผ่นมีค่า a_w 0.671 แครอทแผ่นมีค่า a_w 0.739 เมื่อนำมาประกบกันจึงเกิดการเคลื่อนย้ายของน้ำจากส่วนที่มีค่า a_w สูงไปยังส่วนที่มีค่า a_w ต่ำ (Cauvain and Young, 2008) ค่า a_w ในช่วงแรกของการเก็บจึงมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ส่วนค่าความชื้นพบว่าส่วนที่เป็นฟักทองผสมมันเทศแผ่นและส่วนที่เป็นแครอทแผ่นมีค่าความชื้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ในขณะที่ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทมีค่าเพิ่มขึ้นจนถึงสัปดาห์ที่ 4 และลดลงในสัปดาห์ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) เพราะผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศและแครอทที่บรรจุในกล่องพลาสติกมีการถ่ายเทความชื้นสู่บรรยากาศข้างนอก ดังแสดงในตารางที่ 26

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 26 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่บรรจุในกล่องพลาสติก

คุณภาพ	สัปดาห์ที่			
	0	2	4	6
ฟักทองผสมมันเทศแผ่น				
สี L*	39.2±1.1^{a}	39.6±1.1^{a}	39.7±1.7^{a}	40.0±1.5^{a}
a*	6.5±0.7^{b}	6.9±0.6^{ab}	7.3±0.6^{a}	6.7±0.4^{ab}
b*	27.7±1.2^{a}	28.4±1.2^{a}	28.8±2.7^{a}	26.7±2.9^{a}
a_w	0.671±0.008^{b}	0.721±0.005^{a}	0.721±0.007^{a}	0.719±0.019^{a}
ความชื้น (%wb)	19.1±0.3^{a}	17.5±0.1^{b}	16.1±0.2^{c}	16.3±0.3^{c}
แครอทแผ่น				
สี L*	41.8±0.5^{a}	41.7±0.6^{a}	42.0±0.5^{a}	42.2±0.6^{a}
a*	27.7±0.4^{b}	29.6±0.5^{a}	30.3±0.6^{a}	29.3±1.1^{a}
b*	31.5±0.7^{a}	30.0±0.5^{b}	30.0±0.8^{b}	30.0±0.7^{b}
a_w	0.739±0.004^{a}	0.717±0.004^{b}	0.703±0.013^{b}	0.718±0.008^{b}
ความชื้น (%wb)	19.7±0.3^{a}	18.1±0.4^{b}	16.8±0.1^{c}	17.1±0.2^{c}
อาหารว่างแบบเลเยอร์				
ความแข็ง (N)	9.7±1.3^{b}	11.9±2.7^{a}	10.1±2.3^{ab}	8.4±1.5^{b}

หมายเหตุ $^{a-c}$ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ในส่วนที่เป็นฟักทองผสมมันทศแผ่นระหว่างการเก็บรักษา พบว่าคุณภาพด้านสี ค่า L* อยู่ในช่วง 38.2-41.4 ค่า a* อยู่ในช่วง 6.5-7.6 ค่า b* อยู่ในช่วง 24.9-32.0 ในส่วนที่เป็นแครอทแผ่น พบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นคุณภาพด้านสี ค่า L* อยู่ในช่วง 41.2-42.6 ค่า a* อยู่ในช่วง 27.7-29.1 ค่า b* อยู่ในช่วง 28.4-31.5 ส่วนค่า a_w พบว่าส่วนที่เป็นฟักทองผสมมันทศแผ่นมีค่า a_w เพิ่มขึ้นและส่วนที่เป็นแครอทแผ่นมีค่า a_w ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากทั้ง 2 ส่วนมีค่า a_w ไม่เท่ากันเช่นเดียวกับฟักทองผสมมันเทศแผ่นและแครอทแผ่นที่บรรจุในกล่องพลาสติก ในขณะที่ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 8.8-10.8 N. ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 27

ตารางที่ 27 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์

คุณภาพ	สัปดาห์ที่			
	0	2	4	6
ฟักทองผสมมันเทศแผ่น				
สี L*	39.2±1.1^{ab}	41.4±3.0^{a}	39.0±0.7^{ab}	38.2±1.8^{b}
a*	6.5±0.7^{b}	7.2±0.6^{ab}	7.6±1.0^{a}	6.8±074^{ab}
b*	27.7±1.2^{b}	32.0±4.1^{a}	27.4±1.3^{b}	24.9±2.3^{b}
a_w	0.671±0.008^{b}	0.713±0.010^{a}	0.721±0.003^{a}	0.724±0.005^{a}
ความชื้น (%wb)	19.1±0.3^{a}	17.8±0.3^{b}	16.3±0.4^{c}	17.1±0.2^{b}
แครอทแผ่น				
สี L*	41.8±0.5^{ab}	41.9±0.9^{ab}	42.6±1.4^{a}	41.2±0.6^{b}
a*	27.7±0.4^{a}	29.1±0.5^{a}	27.9±1.3^{a}	28.0±2.0^{a}
b*	31.5±0.7^{a}	29.9±1.6^{a}	29.7±1.8^{a}	28.4±1.7^{a}
a_w	0.739±0.004^{a}	0.710±0.004^{b}	0.715±0.007^{b}	0.723±0.002^{b}
ความชื้น (%wb)	19.7±0.3^{a}	17.8±0.1^{b}	17.2±0.2^{c}	17.9±0.1^{b}
อาหารว่างแบบเลเยอร์				
ความแข็ง (N)	9.7±1.3^{a}	10.8±1.7^{a}	10.7±3.0^{a}	8.8±1.8^{a}

หมายเหตุ $^{a-c}$ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

5.2 คุณภาพทางจุลินทรีย์

การเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์ราของฟักทองผสมมันเทศแผ่นและแครอทแผ่น พบว่าในสัปดาห์ที่ 6 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าเกินค่ามาตรฐานที่กำหนด ($1x10^4$ cfu/g) โดยในปัจจุบันยังไม่มีมาตรฐานผักแผ่นโดยเฉพาะจึงนำมาตฐานผลไม้กวนมาใช้เป็นเกณฑ์ใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การอ้างอิงแทน เนื่องจากกรรมวิธีการผลิตมีความคล้ายคลึงผลไม้กวน (ภาคผนวก ง มาตรฐานผลไม้กวน) ส่วนยีสต์และรามีน้อยกว่า 10 cfu/g (ค่าโดยประมาณ) ซึ่งเชื้อยีสต์จะถูกทำลายได้ที่อุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส และสปอร์ของเชื้อราส่วนใหญ่ถูกทำลายได้ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 นาที (ปรรัตน์, 2556) ในขณะที่การกวนส่วนผสมเพื่อให้ได้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ตามที่กำหนดนั้น กวนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 30 นาที อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทจึงอยู่ที่ 4 สัปดาห์ ดังแสดงในตารางที่ 28 และ 29

ตารางที่ 28 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่บรรจุในกล่องพลาสติก

ผลิตภัณฑ์	ระยะเวลาในการเก็บ (สัปดาห์ที่)	คุณภาพทางจุลินทรีย์	
		จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	ยีสต์และรา (cfu/g)
ฟักทองผสมมันเทศแผ่น	0	<10 ESPC.	<10 ESPC.
	2	$5.3x10^{1}$	<10 ESPC.
	4	$3.9x10^{2}$	<10 ESPC.
	6	$2.0x10^{4}$	<10 ESPC.
แครอทแผ่น	0	<10 ESPC.	<10 ESPC.
	2	$1.0x10^{2}$	<10 ESPC.
	4	$1.1x10^{3}$	<10 ESPC.
	6	$4.3x10^{4}$	<10 ESPC.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 29 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์

ผลิตภัณฑ์	ระยะเวลาในการเก็บ (สัปดาห์ที่)	คุณภาพทางจุลินทรีย์	
		จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	ยีสต์และรา (cfu/g)
ฟักทองผสมมันเทศแผ่น	0	<10 ESPC.	<10 ESPC.
	2	$3.1x10^2$	<10 ESPC.
	4	$1.8x10^3$	<10 ESPC.
	6	$2.2x10^5$	<10 ESPC.
แครอทแผ่น	0	<10 ESPC.	<10 ESPC.
	2	$1.3x10^1$	<10 ESPC.
	4	$2.2x10^2$	<10 ESPC.
	6	$3.7x10^4$	<10 ESPC.

5.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทในคุณลักษณะด้านสีชั้นด้านนอก สีชั้นด้านใน กลิ่นรสโดยรวม รสหวาน ความเหนียวและความชอบโดยรวมด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-point hedonic scale) ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ทำการทดสอบจนถึงสัปดาห์ที่ 4 เนื่องจากการวัดค่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในสัปดาห์ที่ 6 มีค่าเกินมาตรฐาน $1x10^4$ cfu/g จึงยุติการทดสอบทางประสาทสัมผัสลง พบว่า ผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่บรรจุในกล่องพลาสติกเมื่อทำการเก็บรักษานานขึ้น ส่งผลทำให้คะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านรสหวาน ความเหนียวและความชอบโดยรวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยด์เมื่อทำการเก็บรักษานานขึ้น ส่งผลทำให้คะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านความเหนียวและความชอบโดยรวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น ทำให้คะแนนความชอบในคุณลักษณะดังกล่าวลดลง แต่ผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์มีคะแนนความชอบโดยรวมมากกว่าผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่บรรจุในกล่องพลาสติก ดังนั้นผลิตภัณฑ์อาหารว่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทนี้ควรเก็บในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ อย่างไรก็ตามคะแนนความชอบของทุกคุณลักษณะมีค่ามากกว่า 5.0 (บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ) แสดงว่าผู้บริโภคยังคงยอมรับผลิตภัณฑ์เมื่อเก็บไว้นาน 1 เดือน ดังแสดงในตารางที่ 30 และ 31

ตารางที่ 30 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่บรรจุในกล่องพลาสติก

คุณลักษณะ	สัปดาห์ที่		
	0	2	4
สีตัวอย่างชั้นด้านนอก	6.9±0.9[a]	6.7±1.0[a]	6.4±0.6[a]
สีตัวอย่างชั้นด้านใน	7.1±0.9[a]	6.9±1.0[a]	6.66±0.7[a]
กลิ่นรสโดยรวม	6.7±1.0[a]	6.4±1.0[a]	6.2±1.1[a]
รสหวาน	7.0±0.8[a]	6.6±1.1[ab]	6.4±0.5[b]
ความเหนียว	7.1±1.1[a]	6.2±1.2[b]	5.8±1.0[b]
ความชอบโดยรวม	7.1±0.7[a]	6.7±1.0[a]	6.2±0.5[b]

หมายเหตุ [a-b] ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 31 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์

คุณลักษณะ	สัปดาห์ที่		
	0	2	4
สีตัวอย่างชั้นด้านนอก	6.9±0.9[a]	6.8±0.9[a]	6.7±0.5[a]
สีตัวอย่างชั้นด้านใน	7.1±0.9[a]	7.0±1.0[a]	6.8±0.7[a]
กลิ่นรสโดยรวม	6.7±1.0[a]	6.6±0.9[a]	6.4±0.9[a]
รสหวาน	6.9±0.8[a]	6.6±1.0[a]	6.5±0.9[a]
ความเหนียว	7.1±1.1[a]	6.2±1.2[b]	6.5±0.9[b]
ความชอบโดยรวม	7.1±0.7[a]	6.9±0.6[ab]	6.6±0.6[b]

หมายเหตุ [a-b] ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) ในกล่องพลาสติกและถุงอลูมิเนียมฟอยล์ สามารถเก็บได้นาน 4 สัปดาห์ ซึ่งสาเหตุการเสื่อมเสียมาจากเชื้อจุลินทรีย์ โดยผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่เก็บรักษาในกล่องพลาสติก 4 สัปดาห์ มีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย (6.2) และอาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่เก็บรักษาในถุงอลูมิเนียมฟอยล์มีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (6.6)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทมี 2 ส่วน คือส่วนของฟักทองผสมมันเทศแผ่นและส่วนของแครอทแผ่น ในส่วนของฟักทองผสมมันเทศแผ่นมีกรรมวิธีการผลิตคือ ต้มน้ำจนเดือด จากนั้นใส่มอลโตเดกซ์ตรินและน้ำตาลทรายลงไปละลายในน้ำแล้วใส่เนื้อฟักทองและมันเทศสุกบดละเอียดตามปริมาณที่กำหนดคนผสมกันในกระทะไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส กวนจนส่วนผสมร่อนไม่ติดกระทะจนมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้เท่ากับ 65±2 $^{\circ}$Brix เทลงถาด ถาดละ 150 กรัม ให้มีความหนา 0.2±0.1 เซนติเมตร อบที่อุณหภูมิ 60±2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 ชั่วโมง พบว่าการเพิ่มปริมาณมันเทศ ทำให้ค่าแรงดึงเพิ่มขึ้นและค่า a_w ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และการเพิ่มปริมาณมอลโตเดกซ์ตริน ทำให้ค่าแรงดึงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ในส่วนของแครอทแผ่นมีกรรมวิธีการผลิตคือ ใส่กลูโคสไซรัป เจลาติน น้ำตาล มอลโตเดกซ์ตรินและน้ำลงไป กวนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส จนส่วนผสมมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้เท่ากับ 75±2 $^{\circ}$Brix ใส่แครอทลงไปและกวนจนส่วนผสมมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้เท่ากับ 75±2 $^{\circ}$Brix อีกครั้ง เทลงถาด ถาดละ 150 กรัม ให้มีความหนา 0.2±0.1 เซนติเมตร พบว่าการเพิ่มปริมาณแครอท ทำให้ค่าแรงดึงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) และแครอทมีสีแดงส่วนฟักทองมีสีเหลือง เมื่อเพิ่มปริมาณแครอทจึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าสีแดง (a*) เพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณเจลาตินและกลูโคสไซรัปมีผลต่อค่าแรงดึงของแครอทแผ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อเพิ่มปริมาณเจลาตินจะทำให้ค่าแรงดึงเพิ่มขึ้น ส่วนการเพิ่มปริมาณกลูโคสไซรัปจะทำให้ค่าแรงดึงลดลง

เมื่อนำฟักทองผสมมันเทศแผ่นมาประกบกับแครอทแผ่นได้ออกมาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอท นำไปศึกษาระยะเวลาในการอบ พบว่าเวลาอบที่เพิ่มขึ้น ทำให้ค่าความแข็งเพิ่มขึ้น แต่ค่า a_w ต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอทที่พัฒนาได้ พบว่ามีค่า a_w 0.732 และค่าความแข็ง 9.7 N. โดยผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอท 1 หน่วยบริโภค มีน้ำหนัก 45 กรัม (10 ชิ้น) มีปริมาณวิตามินเอ 91.7 ug RE ซึ่งคิดเป็น 11.5% ของปริมาณวิตามินเอที่แนะนำให้บริโภคต่อวัน (ThaiRDI) จากการสำรวจการยอมรับของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผู้บริโภค พบว่าผลิตภัณฑ์ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง (7.0) และผู้บริโภคให้การยอมรับ 81.7% การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาพบว่าฟักทองผสมมันเทศแผ่นที่บรรจุในกล่องพลาสติกและอลูมิเนียมฟอยล์ สามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30±2 $^{\circ}$C ได้ 1 เดือน

ข้อเสนอแนะ

1. ในการผลิตเชิงอุตสาหกรรมของผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศและแครอท จะต้องกวนส่วนผสมปริมาณมาก จึงควรใช้หม้อกวนไฟฟ้าที่สามารถให้ความร้อนและกวนได้อัตโนมัติ

2. เนื่องจากผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศและแครอท เป็นผลิตภัณฑ์แปลกใหม่ ผู้บริโภคที่ต้องการผลิตภัณฑ์ที่ให้พลังงานน้อยกว่าสูตรปกติ สามารถมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศและแครอทเป็นสูตรหวานน้อยได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กระยาทิพย์ เรือนใจ. 2542. **คุณค่านานา ผักเพื่อสุขภาพ**. ต้นธรรมสำนักพิมพ์, กรุงเทพฯ.

กรผกา อรรคนิตย์. 2539. **การผลิตน้ำกะทิคืนรูปแปลงไขมันบางส่วนด้วยน้ำมันพืชบรรจุกระป๋อง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กชกร จันโจมศึก. 2540. **การศึกษากราฟอัตราการอบแห้งของสับปะรดแช่อิ่ม.** โครงงานวิศวกรรมการอาหาร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กมลวรรณ แจ้งชัด, อนุวัตร แจ้งชัด, วิชัย หฤทัยธนาสันติ และขวัญนุช วงศ์มหาสกุล. 2542. การพัฒนาผลิตภัณฑ์สังขยาฟักทองกึ่งสำเร็จรูป. **ว. เกษตรศาสตร์ (วิทย.)** 33: 620-629.

กล้าณรงค์ ศรีรอต. 2521. **เทคโนโลยีของน้ำตาล**: คุณสมบัติ และการใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

คมคาย ศรีสถาพร. 2536. **การผลิตมันเทศทอดกรอบที่ได้คุณภาพ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

โครงการหลวง. 2533. **คู่มือส่งเสริมการปลูกพืชผักบนที่สูงของประเทศไทย.** โครงการหลวงเชียงใหม่.

จารุวรรณ ภัทรสรรพเพชญ. 2549. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลไม้แผ่นจากพิวเร่พลับ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2553. **เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จิรารัตน์ ทัตตติยกุล. 2537. **การผลิตมอลโตเดกซ์ตรินจากแป้งมันสำปะหลังโดยใช้เอนไซม์แอลฟา-อะมิเลสที่ทนความร้อน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จิรภา พงษ์จันตา, สมชาย จอมดวง และ รัตนพล พนมวัน ณ อยุธยา. 2546. **ผลของกรรมวิธีการเตรียมและการอบแห้งต่อคุณภาพฟักทองผง.** วารสารอาหาร. 33(1): 68-76.

จันทนา ว่องสันตติวานิช. 2543. **น้ำสลัดพลังงานต่ำจากแป้งบุกและแป้งดัดแปร.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันราชภัฏสวนดุสิต.

จุฑารัตน์ บุญศรี. 2553. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่กระเจี๊ยบแดงผสมสมุนไพร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ฉวีวรรณ จิตยพันธกุล. 2540. **เอกสารวิชาการเรื่อง "ซูคราโลส วัตถุให้ความหวานจัดชนิดใหม่"**, กรุงเทพฯ.

ดรุณี ธนะนันท์กุล. 2534. **เทคโนโลยีการผลิตอาหาร.** มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ.

ทัศนีย์ ลิ้มสุวรรณ. 2544. **พืชหัว.** มหาวิทยาสุโขทัยธรรมมาธิราช, กรุงเทพฯ.

นพวรรณ สมิทธินันท์ และ ณัฏฐา โคกเกษม. 2532. **ผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากแครอท.** โครงการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมประสบการณ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

นัฏฐา คเชนทร์ภักดี. 2549. **การผลิตเจลาตินจากน้ำบีบปลาทูน่า.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2544. **หลักการแปรรูปอาหาร.** โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2551. **เคมีอาหาร.** พิมพ์ครั้งที่ 3. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

เนตรนภิส วัฒนสุชาติ. 2535. **อาหารพลังงานต่ำ low calorie food product.** อาหาร. 22(3): 1-4.

บุหลัน พิทักษ์ผล และ ทัสนี สรสุชาติ. 2538. **การถนอมผลิตผลการเกษตร.** สถาบันค้นคว้าและพัฒนาอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บุญชู โรจนเสถียร. 2546. **บุญชูชี้ทางเกษตรไทยไปสู่ครัวโลก: รวมบทความทางการเกษตร.** สำนักพิมพ์บานชื่น, กรุงเทพฯ.

ปรรัตน์ ศุภมิตรโยธิน. 2556. **เทคโนโลยีผักและผลไม้**. โอ. เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ.

ประหยัด สายวิเชียร. 2537. **ช่อบุษราคัม(อาหารชุดฟักทอง).** พิมพ์ครั้งที่ 2. กลางเวียงการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

ฝ่ายโภชนาการ วีรสุ. 2531. **ตำราอาหารสำหรับเตาไมโครเวฟ โดย วีรสุ.** พิมพ์ครั้งที่ 2. โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ.

พจนี อุปโภชน์. 2546. **การพัฒนาเจลลี่เจลาตินผสมชาเขียว.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พัชรินทร์ รักถาวร. 2542. **การผลิตและการปรับปรุงคุณภาพไอศครีมกะทิลดไขมัน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรศักดิ์ ประสิทธิแพทย์. 2545. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทุเรียนแผ่น.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เพ็ชรดา แซ่โง้ว. 2547. **การพัฒนากล้วยแผ่น.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2556. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค. พิมพ์ครั้งที่ 2. วิสต้า อินเตอร์ปริ้นท์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก. 2532. **กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร**. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2535. **การวางแผนและการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส.** มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2539. **อาหารกึ่งแห้ง.** ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

มนัสนันท์ บุญทราพงศ์. 2544. **การพัฒนาแป้งข้าวเจ้าและส่วนผสมสำเร็จรูปในการผลิตขนมตาลเพื่ออุตสาหกรรมขนาดย่อม.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยุทธนา พิมลศิริผล, กมลวรรณ แจ้งชัด, สมบัติ ขอทวีวัฒนา และ เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2546. **การพัฒนาเส้นก๋วยเตี๋ยวอบแห้งจากแป้งข้าวเจ้าผสมแป้งมันเทศ**. เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41: สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

รังสินี โสรธวิทย์. 2535. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากแป้งมันเทศโดยกระบวนเอ็กซทรูชั่น.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รัชนีกร กิติศิริมงคล. 2549. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลาวัลย์ ฉัตรวิรุฬห์. 2539. **การพัฒนาเยลลี่ผลไม้เสริมใยอาหาร.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วัฒนา ดำลงรัตน์กุล. 2448. **การพัฒนาผักแผ่น.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรนุช ศรีเจษฎารักข์, ประทุม สงวนตระกูล และ ปฏิมากร พะสุวรรณ. 2543. **การประยุกต์ใช้แป้งแปรสภาพในอาหารไร้ไขมัน.** มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

วรารัตน์ สานนท์. 2552. **การพัฒนาขนมหม้อแกงไข่ลดพลังงานและการปรับปรุงสัดส่วนกรดไขมันด้วยสารให้ความหวานซูคราโลสและกะทิธัญพืช.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิไล รังสาดทอง. 2545. **เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร.** ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.

วิภาพร สกุลครู. 2547. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่มะม่วง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2542. **ทฤษฎีอาหาร เล่ม 1 หลักการประกอบอาหาร.** พิมพ์ครั้งที่4. มี เอฟ ไอ, กรุงเทพฯ.

_____. 2542. **ทฤษฎีอาหาร เล่ม 3 หลักการทดลองอาหาร.** ม.ป.ท.

ศิมาภรณ์ มีแสง. 2546. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่รสมะนาววิตามินซีสูง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สิงหนาท พวงจันทร์แดง. 2555. เทคโนโลยีการทำแห้งอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

สุวรรณา สุภิมารส. 2543**. เทคโนโลยีการผลิตลูกกวาดและช็อคโกแลต.** จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สุพรรณิการ์ โกสุม. 2546. **การใช้นมขาดมันเนยทดแทนกะทิและการเสริมแครอทในขนมชั้น.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุภารัตน์ เรืองมณีไพฑูรย์, สมจิต นิยมไทย, มัณฑนา ร่วมรักษ์ และ สมยศ จรรยาวิลาส. 2530. **การใช้มันเทศทำผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปและกึ่งสำเร็จรูป.** สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อบเชย วงศ์ทอง. 2544. **หลักการประกอบอาหาร.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อบเชย วงศ์ทอง และขนิษฐา พูนผลกุล. 2544. **หลักการประกอบอาหาร.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อารมณ์ เทศแก้ว. 2535. แครอท. **ข่าวสารเศรษฐกิจการเกษตร** 36 (398): 36-37.

_____. 2532. ฟักทอง. **ข่าวเศรษฐกิจการเกษตร.** 35: 35-36.

อุบล ดีสวัสดิ์. 2549. อาหารว่าง เล่ม 1. เพชรการเรือน, กรุงเทพฯ.

A.O.A.C. 2000. **Offical Methods of Analysis.** 17th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia.

Beleia, A., R.A. Miller and R.C. Hoseney. 1996. Starch Gelatinization in Sugar Solution. **Starch/Starke.** 48(7/8) : 259 – 262. *อ้างโดย* นภสร จุ้ยเจริญ. 2546. **การพัฒนาขนมน้ำดอกไม้เพื่อนำไปสู่การกำหนดมาตรฐานของไทย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Borchard, W. and M. Lechtenfeld. 2001. Time dependent properties of thermoreversible gels. **Mat Res Innovat** 4: 381-387.

Cauvain, P.S. and L.S. Young. 2008. **Bakery Food Manufacture and Quality: Water Control and Effects**. John Wiley & Sons Ltd, UK.

Chien, Y.H. and Jeng,S.C. 1992. Pigmentation of kuruma prawns,*Penaeus japonicus* Bate,byvarious pigment sources and levels and feeding regimes. **Aquature.**102: 333-346.

Cozzolino, D., S. Roumeliotis and J. Eglinton. 2014. An attenuated total reflectance mid infrared (ATR-MIR) spectroscopy study of gelatinization in barley. **Carbohydrate Polymers** 108: 266-271.

DeMars, L. L. and Gregory R Ziegler. 2001. Texture and structure of gelatin/pectin-based gummy confections. **Food Hydrocolloids** 15: 643-653.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Edwards, W. P. 2000. **The Science of Sugar Confectionery**. Royal Society of Chemistry, England.

Fikselova, M., S. Silhar, J. Marecek and H. Francakova. 2008. Extraction of Carrot (*Daucus carota* L.) Carotenes under Different Conditions. **Czech J. Food Sci** 26(4): 268-274.

Follows, P. 1990. **Food Processing Technology.** Dllis Horwood Limited, England.

Fox, H.M. and G. Vevers. 1960. **The Nature of Animal Colours**. Sidgwick and Jackson Limited, London.

Glicksman, M. 1969. **Gum Technology in Food Industry.** Academic Press, New York.Nada Thoden. 2001. Drying – Fruit Leather. Kansas State University Research and Extension. Available Source: http://outreach.missouri.edu/extensioninfoline/nutrition/foodsafety/drying_fruit-leather, November 5, 2012.

GNPD. 2014. **Snack**. Available Source: http://www.gnpd.com/sinatra/gnpd/category_page/category_id=25, July 14, 2014.

Goodwin, T.W. 1984 . **The Biochemistry of The Carotenoids.** Chapman and Hall, London.

Gujral, H. S. and S. S. Brar. 2003. Effect of hydrocolloids on the dehydration kinetics, color, and texture of mango leather. **International Journal of Food Properties** 6: 269-279.

Hughes, Karla Vollmar and Willenberg J. Barbara. 2001. **Quality for Keep – Drying Foods.** Department of Food Science and Human Nutrition, University of Missouri Columbia. Available Source: http://muextension.missouri.edu/xplor/hesguide/foodnut/gh1562.htm, November 5, 2012.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Hull, P. 2010. **Glucose Syrup: Technology and Application**, pp. 72-75. Wiley-Blackwell, USA.

Jay, .J. M. 1998. **Modern food microbiology**. 5 th ed. Aspen Publishers, USA.

Keijer, A. Bunschoten, A. Palou, and N.L.W.F. Hal. 2005. **Beta-carotene and the application of transcriptomics in risk-benefit evaluation of natural dietary components**. Biochimica et Biophysica Acta.

Lees, R. 1990. **General technical aspects of industrial sugar confectionery manufacture**, pp. 121-143. In E.B. Jackson, ed. **Sugar Confectionery Manufacture**. Blackie Academic & Professional.

Liamkaew, R. 2006. **Application of Microwave Vacuum on Drying Pumpkin Slices**. The degree of Master of Engineering, King Mongkut's University of Technology Thonburi.

Macrac, R., R.K. Robinson and M.J. Sadler. 1993. **Encyclopedia of Food Science FoodTechnology and Nutrition.** Acadamic Press Inc., New York.

Pancoast, H.M. and W.R. Junk. 1980. **Handbook of Sugars**. 2d ed. The A VI Publishing Co., Inc., Westport, Connecticut. 598p.

Primpharian, Chanchira, Anuvat Jangchud, Kamonwan Jangchud, Nantawan Therdthai, witoon Prinyawiwatkul and Hong Kyoon No. 2011. Physicochemical characteristics and sensory optimization of pineapple leather snack as affected by glucose syrup and pectin concentrations. **International Journal of Food Science and Technology** 46: 972-981.

Poppe, J. 1997. Gelatin, 144-167, *In* A.Imeson, ed. **Thickening and Gelling Agents for Food**. 2 ed**.** Chapman & Hall, London.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Pye, J. 1997. Gelatin and Applications, pp 28-40. In S. Maneepan, ed. **Symposium on Confectionery Technology**. Food Science and Technology Association of Thailand. Bangkok, Thailand.

Roos, H. Yrjo. 1995. **Phase Transitions in Foods**. Academic Press, USA.

Raab, C. and N. Oehler. 2001. **Making Dried Fruit Leather.** Oregon State University. Extension service. Available Source: http://eesc.orst.edu/agcomwebfile/edmat/html/fs232/fs232.html, November 6, 2012.

Reichelt, J.R. 1983. **Starch.** In Industrial Enzymology Macmillan Pubishers. England.

Reynolds, S. 1998. Drying vegetables. **Health goods Healthy products Healthy information.** Available. Source:http:///www.healthgoods.com/Eduation/Nutrition_Informaiton/Drying_Food/drying_vegetables.hml, November 28, 2012.

Roos, H. Yrjo. 1995. **Phase Transitions in Foods**. Academic Press, USA.

Stauffer, E. Clyde. 1996. **Fat and Oils.** Eagans press, St.Pual, Minnesota.

Steele, R.J. 1988. **The Effect of Sulphites on the Drying of Fruit Leathers**, pp. 221–232. *In* C.C. Seow, ed. **Food Preservation by Moisture Control.** Elsevier Applied Science Publishers Ltd, London. 277p.

Smith, P.S. 1982. Starch derivatives and their use in foods, pp. 237-261. *In* D.R. Lineback and G.E. Inglett (eds.). **Food Carbohydrates**. The A VI Publishing Co., Inc., Westport, Connecticut.

Samuhasaneetoo, Suched. 2004. **Effect of maltodextrin composition on flavour retention of spray-dried microcapsules**. the Degree of Doctor of Philosophy (Food Science), Kasetsart University.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Ventura, J., F. Alarcon-Aguilar, R. Roman-Ramos, E. Campos-Sepulveda, M. L. Reyer-Vega, V. D.Boone-Villa, E. I. Jasso-Villagamez and C. N. Aguilar. 2013. Quality and antioxidant properties of a reduced-sugar pomegranate juice jelly with an aqueous extract of pomegranate peels. **Food Chemistry** 136: 109–115.

Washington State University Cooperative Extension in Spokane Country. 2001. **Making Fruit Leather.** Available Source: http://www.spokane-country.wsu.edu/food/season3.html, November 5, 2012.

Yen, P.K. 2003. Vitamin and disease prevention. **Geriatric Nursing** 24: 316-317.

Zou, L., H. Jin. W. Lu and X. Li. 2009. Nanoscale structural and mechanical characterization of the cell wall of bamboo fibers. **Materials Science and Engineering** 29: 1375–1379.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์
จากฟักทอง มันเทศ และแครอท

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชื่อ..... วันที่.....

<u>แบบทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ฟักทองผสมมันเทศแผ่น</u>

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างที่ได้รับตามรหัสที่กำหนดให้ โดยทดสอบตัวอย่างไม่น้อยกว่า 1/3 ของตัวอย่าง แล้วให้คะแนนความชอบและคะแนนความพอดี และกรุณาดื่มน้ำระหว่างตัวอย่างทุกครั้ง

สเกลความชอบ 1-9

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

สเกลความพอดี 1-3

1=น้อยเกินไป 2=พอดี 3=มากเกินไป

คุณลักษณะ	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
	ความชอบ	ความชอบ	ความชอบ	ความชอบ	ความชอบ
สี					
กลิ่นรสโดยรวม					
รสหวาน					
ความเหนียว					
ความชอบโดยรวม					

ข้อเสนอแนะ

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชื่อ..... วันที่.....

<u>แบบทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ฟักทองผสมแครอทแผ่น</u>

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างที่ได้รับตามรหัสที่กำหนดให้ โดยทดสอบตัวอย่างไม่น้อยกว่า 1/3 ของตัวอย่าง แล้วให้คะแนนความชอบและคะแนนความพอดี และกรุณาดื่มน้ำระหว่างตัวอย่างทุกครั้ง

สเกลความชอบ 1-9

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

สเกลความพอดี 1-3

1=น้อยเกินไป 2=พอดี 3=มากเกินไป

คุณลักษณะ	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
	ความชอบ	ความชอบ	ความชอบ	ความชอบ	ความชอบ
สี					
กลิ่นรสโดยรวม					
รสหวาน					
ความเหนียว					
ความชอบโดยรวม					

ข้อเสนอแนะ

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชื่อ..... วันที่.....

<u>แบบทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสและความพอดีผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศและแครอท</u>

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างที่ได้รับตามรหัสที่กำหนดให้ โดยทดสอบตัวอย่างไม่น้อยกว่า 1/3 ของตัวอย่าง แล้วให้คะแนนความชอบและคะแนนความพอดี และกรุณาดื่มน้ำระหว่างตัวอย่างทุกครั้ง

สเกลความชอบ 1-9

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

สเกลความพอดี 1-3

1=น้อยเกินไป 2=พอดี 3=มากเกินไป

คุณลักษณะ	รหัส.....		รหัส.....		รหัส.....	
	ความชอบ	ความพอดี	ความชอบ	ความพอดี	ความชอบ	ความพอดี
ขนาดตัวอย่าง						
สีตัวอย่างชั้นด้านนอก						
สีตัวอย่างชั้นด้านใน						
กลิ่นโดยรวม						
รสหวาน						
ความเหนียว						
ความชอบโดยรวม						

ข้อเสนอแนะ

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชื่อ..... วันที่.....

<u>แบบทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสและความพอดี</u>

<u>ผลิตภัณฑ์ อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศและแครอทที่พัฒนาได้</u>

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างที่ได้รับตามรหัสที่กำหนดให้ โดยทดสอบตัวอย่างไม่น้อยกว่า 1/3 ของตัวอย่าง แล้วให้คะแนนความชอบและคะแนนความพอดี และกรุณาดื่มน้ำระหว่างตัวอย่างทุกครั้ง

สเกลความชอบ 1-9

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

สเกลความพอดี 1-3

1=น้อยเกินไป	2=พอดี	3=มากเกินไป

คุณลักษณะ	รหัส.....	
	ความชอบ	ความพอดี
ขนาดตัวอย่าง		
สีตัวอย่างชั้นด้านนอก		
สีตัวอย่างชั้นด้านใน		
กลิ่นโดยรวม		
รสหวาน		
ความเหนียว		
ความชอบโดยรวม		

ข้อเสนอแนะ

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

แบบสอบถามการยอมรับผู้บริโภค

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชุดที่ ☐☐☐

แบบสอบถาม

เรียน ท่านผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่ออาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศและแครอท

คำชี้แจง : แบบสอบถามชุดนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยในวิทยานิพนธ์ของนิสิตปริญญาโท ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในหัวข้อเรื่อง **"เรื่องการพัฒนาอาหารว่างแบบเลเยอร์ที่มีเบต้าแคโรทีนจากฟักทอง มันเทศและแครอท"** โดยความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของท่านจะไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อท่านทั้งสิ้น

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่อง ☐ ที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมและตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ส่วนที่ 1: ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ

☐ ต่ำกว่า 20 ปี ☐ 20-35 ปี

☐ 36-50 ปี ☐ มากกว่า 50 ปี

3. การศึกษาสูงสุดที่สำเร็จการศึกษาแล้ว

☐ ต่ำกว่าปริญญาตรี ☐ ปริญญาตรี ☐ สูงกว่าปริญญาตรี

4. อาชีพ

☐ นักเรียน/นักศึกษา ☐ รับจ้าง/พนักงานบริษัทเอกชน

☐ ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว ☐ รับราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ

☐ พ่อบ้าน/แม่บ้าน ☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

5. รายได้ของท่านต่อเดือน

☐ ต่ำกว่า 15,000 บาท ☐ 15,000 - 25,000 บาท

☐ 25,001 - 35,000 บาท ☐ มากกว่า 35,000 บาท

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. ท่านรับประทานอาหารว่างเพราะเหตุใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ แก้หิว ☐ มีประโยชน์ต่อสุขภาพ

☐ รูปร่างหน้าตาน่ารับประทาน ☐ รสชาติอร่อย

☐ราคาไม่แพง ☐ มีหลายชนิดให้เลือก

☐ สังสรรค์กับเพื่อน ☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

7. ผักชนิดใดที่ท่านอยากนำมาเพิ่มเป็นส่วนผสมเพื่อเพิ่มวิตามินเอในอาหารว่าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ฟักทอง ☐ มันเทศ

☐ แครอท ☐ มะเขือเทศ

☐ ตำลึง ☐ ผักบุ้ง

☐ ผักหวาน ☐ ผักคะน้า

☐ มะระ ☐ บล็อกโคลี่

☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

8. ท่านเคยรับประทานขนมหรืออาหารว่างจากอะไรบ้างใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ฟักทอง ☐ มันเทศ

☐ แครอท ☐ มะเขือเทศ

☐ ตำลึง ☐ ผักบุ้ง

☐ ผักหวาน ☐ ผักคะน้า

☐ มะระ ☐ บล็อกโคลี่

☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

9. ท่านชอบรับประทานขนมหรืออาหารว่างจากฟักทองหรือมันเทศหรือแครอทหรือไม่

☐ ชอบ ☐ ไม่ชอบ

10. ท่านรับประทานขนมหรืออาหารว่างจากฟักทองหรือมันเทศหรือแครอทบ่อยแค่ไหน

☐ มากกว่า 3-4 ครั้งต่อสัปดาห์ ☐ 3-4 ครั้งต่อสัปดาห์

☐ 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ ☐ น้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์

☐ แล้วแต่โอกาส

11. สถานที่ที่ท่านเลือกซื้อขนมหรืออาหารว่างจากฟักทองหรือมันเทศหรือแครอท

☐ ร้านสะดวกซื้อ ☐ ซุปเปอร์มาร์เก็ต

☐ ร้านค้าทั่วไป ☐ ตลาดสดและแม่ค้าหาบเร่

☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนที่ 2 : ข้อมูลเกี่ยวกับความชอบและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์จากฟักทองมันเทศและแครอท

คำชี้แจง : กรุณาทดสอบตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากฟักทองมันเทศและแครอทแล้วให้คะแนนความชอบโดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ ที่ตรงกับความรู้สึกของท่าน โดยมีสเกลความชอบจาก ไม่ชอบตัวอย่างมากที่สุด – ชอบตัวอย่างมากที่สุด

คุณลักษณะ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ขนาดตัวอย่าง	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
สีผลิตภัณฑ์ชั้นด้านนอก	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
สีผลิตภัณฑ์ชั้นด้านใน	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
กลิ่นโดยรวม	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
รสหวาน	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
ความเหนียว	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
ความชอบรวม	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

1. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์จากฟักทอง มันเทศและแครอทนี้หรือไม่

   ☐ ยอมรับ เพราะ..... ☐ ไม่ยอมรับ เพราะ.....

2. ถ้ามีผลิตภัณฑ์จากฟักทอง มันเทศและแครอทจำหน่าย ท่านจะสนใจซื้อหรือไม่

   ☐ ซื้อ เพราะ.....

   ☐ ไม่ซื้อ เพราะ.....

   ☐ ไม่แน่ใจ เพราะ.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ถ้ามีผลิตภัณฑ์จากฟักทองมันเทศและแครอท (ดังตัวอย่างที่ท่านทดสอบ) บรรจุในกล่องพลาสติก จำนวน 20 ชิ้น (น้ำหนัก 90 กรัม) ราคากล่องละ 35 บาท ท่านจะซื้อหรือไม่

☐ ซื้อ เพราะ.....

☐ ไม่ซื้อ เพราะ.....

☐ ไม่แน่ใจ เพราะ.....

4. ท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์นี้ควรมีชื่อเรียกว่าอะไร

☐ Veggy ☐ Caroty

☐ Caroteny ☐ ฟักทองผสมมันเทศสอดไส้เยลลี่แครอท

☐ Sweet-PumpPoCa ☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

ข้อเสนอแนะ.....

❀❀ ขอบพระคุณที่ให้ความร่วมมือ ❀❀

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ค

ต้นทุนการผลิตของวัตถุดิบผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์
จากฟักทอง มันเทศ และแครอท

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ค1 การคำนวณต้นทุนการผลิตของวัตถุดิบผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอท ขนาด 1 หน่วยบริโภค (10 ชิ้น)

ผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบ (บาท)	ราคา (บาท/กิโลกรัม)	ต้นทุนวัตถุดิบ (บาท)
ฟักทองผสมมันเทศแผ่น	ฟักทอง	35.00	0.47
	มันเทศ	35.00	0.47
	มอลโตเดกซ์ตริน	55.00	0.37
	น้ำตาลทราย	23.50	0.26
	น้ำ	1.00	0.00
แครอทแผ่น	แครอท	35.00	0.79
	มอลโตเดกซ์ตริน	55.00	0.15
	น้ำตาลทราย	23.50	0.16
	น้ำ	1.00	0.02
	เจลาติน	250.00	0.56
	กลูโคสไซรัป	40.00	0.13
ผลิตภัณฑ์อาหารว่างแบบเลเยอร์จากฟักทอง มันเทศ และแครอท			3.38

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ง

มาตรฐานผลไม้กวน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มผช.๓๕/๒๕๔๖

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

ผลไม้กวน

๑. ขอบข่าย

๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมผลไม้ทุกชนิดที่สามารถนำมากวนได้ อาจเป็นผลไม้ทั้งผลหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของผล

๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

๒.๑ ผลไม้กวน หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผลไม้ที่อยู่ในสภาพดี ไม่เน่าเสีย มากวนโดยใช้ความร้อนตามความเหมาะสมเพื่อลดความชื้น โดยอาจนำไปผ่านกรรมวิธีอื่นจนได้ลักษณะที่ต้องการ ทั้งนี้อาจปรุงแต่งสี กลิ่น รส หรือเนื้อสัมผัสด้วยส่วนประกอบอื่นที่เหมาะสม เช่น น้ำตาล เกลือ กะทิ

๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

๓.๑ ลักษณะทั่วไป

มีลักษณะเนื้อตามชนิดของผลไม้กวนตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก

๓.๒ สี

มีสีสม่ำเสมอ เป็นไปตามลักษณะเฉพาะของผลไม้กวนตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก

๓.๓ กลิ่นรส

มีกลิ่นรสเฉพาะของผลไม้กวนที่ระบุไว้ที่ฉลาก และปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ ๘.๑ แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคน ไม่น้อยกว่า ๓ คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ ๑ คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

๓.๔ สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบในการทำผลไม้กวน เช่น ทราย กรวด เส้นผม แมลง หรือชิ้นส่วนของแมลง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

๓.๕ วัตถุเจือปนอาหาร (ถ้ามี)

ห้ามใช้วัตถุเจือปนอาหารทุกชนิด ยกเว้นวัตถุเจือปนอาหารต่อไปนี้

๓.๕.๑ สีผสมอาหาร

ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณตามที่กฎหมายกำหนด

๓.๕.๒ วัตถุกันเสีย

๓.๕.๒.๑ กรดเบนโซอิกหรือเกลือของกรดเบนโซอิก (คำนวณเป็นกรดเบนโซอิก) ไม่เกิน ๑ ๐๐๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

๓.๕.๒.๒ กรดซอร์บิกหรือเกลือของกรดซอร์บิก (คำนวณเป็นกรดซอร์บิก) ไม่เกิน ๑ ๐๐๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

กรณีที่ใช้วัตถุกันเสียในข้อ ๓.๕.๒.๑ และข้อ ๓.๕.๒.๒ รวมกัน ต้องไม่เกิน ๑ ๐๐๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

๓.๖ จุลินทรีย์

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

๓.๖.๒ เอสเชอริเชีย โคไล (Escherichia coli) โดยวิธีเอ็มพีเอ็น (MPN) ต้องน้อยกว่า ๓ ต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๖.๓ ต้องไม่มีราปรากฏให้เห็นได้อย่างชัดเจน

๔. สุขลักษณะ

๔.๑ สุขลักษณะในการทำผลไม้กวน ให้เป็นไปตามคำแนะนำตามภาคผนวก ก.

๕. การบรรจุ

๕.๑ ให้บรรจุผลไม้กวนในภาชนะบรรจุที่สะอาด แห้ง ผนึกได้เรียบร้อย สามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้ กรณีที่มีการหุ้มห่อให้หุ้มห่อให้เรียบร้อยด้วยวัสดุที่เหมาะสม

๕.๒ น้ำหนักสุทธิของผลไม้กวนในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

๖. เครื่องหมายและฉลาก

๖.๑ ที่ภาชนะบรรจุผลไม้กวนทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(๑) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น สับปะรดกวน มะม่วงกวน ท๊อฟฟี่สับปะรด

(๒) ชนิดและปริมาณของวัตถุเจือปน (ถ้ามี)

(๓) น้ำหนักสุทธิ เป็นกรัม หรือกิโลกรัม

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

(๕) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

๗. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

๗.๑ รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ผลไม้กวนที่มีชื่อเรียกอย่างเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ในระยะเวลาเดียวกัน

๗.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

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

๗.๒.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี และกลิ่นรส ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ ๗.๒.๑ แล้ว จำนวน ๓ ภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๑ ข้อ ๓.๒ และข้อ ๓.๓ จึงจะถือว่าผลไม้กวนรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๓ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบวัตถุเจือปนอาหาร และจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๕ หน่วยภาชนะบรรจุ นำมาทำเป็นตัวอย่างรวม เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๕ และข้อ ๓.๖ จึงจะถือว่าผลไม้กวนรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ๗.๓ เกณฑ์ตัดสินตัวอย่างผลไม้กวนต้องเป็นไปตามข้อ ๗.๒.๑ ข้อ ๗.๒.๒ และข้อ ๗.๒.๓ ทุกข้อ จึงจะถือว่าผลไม้กวนรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

๘. การทดสอบ

๘.๑ การทดสอบลักษณะทั่วไป สี และกลิ่นรส

๘.๑.๑ ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบผลไม้กวนอย่างน้อย ๕ คนแต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

๘.๑.๒ วางตัวอย่างผลไม้กวนในจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

๘.๑.๓ หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑ หลักเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส

(ข้อ ๘.๑.๓)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	มีลักษณะเนื้อตามชนิดของผลไม้กวนตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก	๔	๓	๒	๑
สี	มีสีสม่ำเสมอ เป็นไปตามลักษณะเฉพาะของผลไม้กวนตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก	๔	๓	๒	๑
กลิ่นรส	มีกลิ่นรสเฉพาะของผลไม้กวนที่ระบุไว้ที่ฉลาก และปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์	๔	๓	๒	๑

๘.๒ การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก

ให้ตรวจพินิจ

๘.๓ การทดสอบวัตถุเจือปนอาหาร และจุลินทรีย์

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

๘.๔ การทดสอบน้ำหนักสุทธิ

ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

ภาคผนวก ก.

สุขลักษณะ

(ข้อ ๔.๑)

ก.๑ สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

ก.๑.๑ สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง ควรอยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลไม้กวนที่ทำเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

ก.๑.๑.๑ สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก

ก.๑.๑.๒ ควรอยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่นมากผิดปกติ

ก.๑.๑.๓ ไม่ควรอยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ก.๑.๒ อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

ก.๑.๒.๑ พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารสถานที่ทำ ควรก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน ทำความสะอาดและซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

ก.๑.๒.๒ ควรแยกบริเวณที่ทำผลไม้กวนออกเป็นสัดส่วน ไม่ควรอยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่ควรมีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

ก.๑.๒.๓ พื้นที่ปฏิบัติงาน ควรมีบริเวณเพียงพอ แสงสว่าง และการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

ก.๒.๑ ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลไม้กวน ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ไม่กัดกร่อนหรือทำปฏิกิริยากับผลไม้กวน ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

ก.๒.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด และเหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

ก.๓ การควบคุมกระบวนการทำ

ก.๓.๑ วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำผลไม้กวน สะอาด มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

ก.๓.๒ การทำ การเก็บรักษา ขนย้าย และขนส่งผลไม้กวน ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลไม้กวน

ก.๔ การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

ก.๔.๑ น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือผู้ทำผลไม้กวนเป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

ก.๔.๒ มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลงและฝุ่น ไม่ให้เข้าในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

ก.๔.๓ มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลไม้กวน

ก.๔.๔ สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ควรใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำผลไม้กวน เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลไม้กวนได้

ก.๕ บุคลากรและสุขลักษณะผู้ปฏิบัติงาน

ผู้ทำผลไม้กวนทุกคนควรรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลไม้กวนไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดก่อนสัมผัสผลไม้กวนทุกครั้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากผักและผลไม้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ จ1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากผักและผลไม้รูปแบบม้วน

ผลิตภัณฑ์	ยี่ห้อผลิตภัณฑ์	รูปผลิตภัณฑ์
Paprika Flavoured Grilled Seaweed Rolls	Siam Foods Kabuki	
Bar-B-Q Flavoured Seaweed Roll	Takashi Seaweed	
Healthy Sea Vegetable Snack	Dongwon Kimmy	
Green Bean Crisps	Safeway Select	
Cheese & Laver Rice Snack Roll	Arita	
Golden Seaweed Cracker	Good Brothers	
Haw Roll	Mimosa Foods	
Seaweed Cookie Rolls	Maple	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ จ1 (ต่อ)

ผลิตภัณฑ์	ยี่ห้อผลิตภัณฑ์	รูปผลิตภัณฑ์
Fruit Flavoured Snacks	Fruit Roll-Ups	
Wild Hawthorn Rolls	Miss Yao	
Plum-Walnut Roll	De Juan	
Organic Dried Papaya Roll-Outs	International Harvest's Yo Rap	
Guava Rolls with Milk Caramel & Nut	Las Sevillanas	

ที่มา: GNPD (2014)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ จ2 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากผักและผลไม้รูปแบบชั้น

ผลิตภัณฑ์	ยี่ห้อผลิตภัณฑ์	รูปผลิตภัณฑ์
Assorted Vegetable Crisps	Pinwell	
Korean Barbecue Flavoured Fried Seaweed	Tesco	
Gimbasaki Original Seaweed Snack	HaeMiRak	
Crispy Seaweed Snack	Rofeel	
Cuttlefish Flavoured Crispy Green Peas	Greennut	
Mushroom and Oyster Mushroom Crisps	Pinwei Lohas Everyday	
Pyogo Mushroom Snack	E Plus	
Seasoned Layer Bundle Seaweed	Sungshim SF Baralchaban	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ จ2 (ต่อ)

ผลิตภัณฑ์	ยี่ห้อผลิตภัณฑ์	รูปผลิตภัณฑ์
Mixed Berry Flavoured Apple Chips	Three Works	
Sweet Blossom Coconut Chips	Tropicai	
Sriracha Chili Flavoured Crispy Thin Layer Banana Chips	Opimus Banana Joe	
Jujube Chips	Shi Nong	
Tokyo Custard Flavoured Crispy Thin Layers Banana Chips	Opimus Banana Joe	

ที่มา: GNPD (2014)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ จ3 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากผักและผลไม้รูปแบบกวน

ผลิตภัณฑ์	ยี่ห้อผลิตภัณฑ์	รูปผลิตภัณฑ์
Plum & Seaweed Nori Chips	Kanro NatuDeli	
Crab Roe Flavoured Horse Bean Snack	Qia Qia Guai U Wei	
Crispy Onion Rings	Just Pure Foods	
Snacks Variety Pack	Sensible Portions Veggie Snacks	
Vegetable snack	Liman-S	
Dried & Fried Pumpkin Snack	OHS Korean Food Grand Master	
Antipasto and Pita Chips	Mrs. Palmer's Pantry	
Dried Soya Bean Snack	Mai Jiun	
Guava Paste Snacks	Gourmet Latino	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ จ3 (ต่อ)

ผลิตภัณฑ์	ยี่ห้อผลิตภัณฑ์	รูปผลิตภัณฑ์
Wild Jujube Paste with Nata de Coco	Qi Yun Shan / Qiyunshan	
Garcinia Paste Stuffed with Emblica	Guan-Guan-Chef	
Apricot Paste	Badr El Din	
Wild Green Greengage Paste	Qi Yun Shan / Qiyunshan	
Wild Green Plum Paste	Qi Yun Shan / Qiyunshan	
Xylitol Wild Jujube Paste	Qian Nian	

ที่มา: GNPD (2014)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ–นามสกุล	นางสาวจันทนี ธีรเวชเจริญชัย
วัน เดือน ปีที่เกิด	9 มีนาคม 2532
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต(พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร) เกียรตินิยม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ. 2554
ผลงานทางวิชาการ	จันทนี ธีรเวชเจริญชัย, กมลวรรณ แจ้งชัด, อนุวัตร แจ้งชัด, เทพกัญญา หาญศีลวัต และสินีนาถ จริยโชติเลิศ. 2557. ผลของเจลาตินและกลูโคสไซรัปต่อคุณภาพแครอทแผ่น. เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 52 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เล่มที่ 6 สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนผู้ช่วยสอนจากภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร ประจำปีการศึกษา 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์