



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะขาม

โดย

วิลาสินี ดีปัญญา

2552



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะขาม

โดย

วิลาสินี ดีปัญญา

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณบำรุงการศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2551

ชื่อโครงการวิจัย	การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะขาม
ชื่อผู้ทำการวิจัย	นางวิลาสินี ดีปัญญา
หลักสูตรสาขาวิชา	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะ	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ปีการศึกษา	2551

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะขาม โดยศึกษาผลของปริมาณเจลาติน อัตราส่วนของซูโครส/ กลูโคสไซรัป และปริมาณกรดซิตริก ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณเจลาติน ค่าความหนืดจะเพิ่มขึ้น แต่ค่า water activity ลดลง และเมื่ออัตราส่วนของซูโครส/ กลูโคสไซรัป และปริมาณกรดซิตริกเพิ่มขึ้นจะมีผลให้ค่าความหนืดลดลง ส่วนค่า water activity เพิ่มขึ้น โดยคะแนนความชอบมีค่าสูงสุดที่ปริมาณเจลาติน 10.05 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนซูโครส / กลูโคสไซรัป เท่ากับ 1/1 และสารละลายกรดซิตริก (เข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์) 2.74 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะขามโดยทำการเปรียบเทียบความเข้มข้นของน้ำมะขามทั้งหมด 3 สิ่งทดลอง คือ สิ่งทดลองที่ 1 , 2 และ 3 ที่ระดับความเข้มข้น 10 %w/v, 20 %w/v และ 30 %w/v ตามลำดับ เมื่อทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสให้ผู้ทดสอบ 30 คน โดยวิธี 9-point hedonic scale พบว่า สิ่งทดลองที่ 2 ได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด

Title Development of Gummy Jelly Tamarind Product
 Name Mrs. Wilasinee Deepanya
 Program in Food Science and Technology
 Faculty Faculty of Science and Technology
 University Rajabhat Phetchabun
 Academic Year 2008

Abstract

The aim of this research was to develop of gummy jelly tamarind product. The effects of gelatin , sucrose/ glucose syrup ratio and citric acid on quality gummy jelly product were studied. The results showed that the viscosity of the product increased as the gelatin content increased whereas water activity decreased. The increase in sucrose/glucose syrup ratio and citric acid resulted decreased in viscosity and water activity increase. The highest liking score was obtained in the guumy jelly product consisting 10.05 % gelatin, 1/1 sucrose/ glucose syrup ratio and citric acid (50 % solution) 2.74 %. Developed of gummy jelly tamarind product and compared concentration of tamarind juice on 3 treatment. There concentration of the first treatment 10 %w/v, second treatment 20 %w/v and third treatment 30 %w/v. Evaluation of the product using 30 taste panelists by 9-point hedonic scale second treatment (tamarind juice 20 % w/v) the overall ranking of much likeness.

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
วัตถุประสงค์	1
ขอบเขตของโครงการวิจัย	1
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
ผลิตภัณฑ์กัมและเซลล์	3
ส่วนประกอบที่สำคัญที่ใช้ในการทำเซลล์	3
กรรมวิธีในการผลิตผลิตภัณฑ์กัมและเซลล์	7
การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์กัมและเซลล์	11
มะขาม	12
ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
วัตถุดิบ	20
อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตกัมมีเซลล์	20
อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพ	20
วิธีการทดลอง	21

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	26
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	35
บรรณานุกรม	37
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	40
ภาคผนวก ข	42
ภาคผนวก ค	45

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 1	คุณสมบัติของเจลาติน Type A และ Type B	4
ตารางที่ 2	แสดงความเข้มข้นของกรดต่างๆที่มี pH เท่ากัน	6
ตารางที่ 3	ปริมาณส่วนผสมและการควบคุมกระบวนการผลิตกัมและเยลลี่ จากสารที่ทำให้เกิดเจลต่างชนิดกัน	8
ตารางที่ 4	แสดงคุณค่าทางอาหารของมะขามหวาน	14
ตารางที่ 5	สูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่	25
ตารางที่ 6	แผนการทดลองแบบ Central Composite Design	23
ตารางที่ 7	ค่าความหนืดและค่า water activity ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่	27
ตารางที่ 8	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (total soluble solid content) และ ปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solid content) ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่	29
ตารางที่ 9	ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) และค่าปริมาณกรดซิตริกของผลิตภัณฑ์ กัมมีเยลลี่	30
ตารางที่ 10	ค่าคะแนนความเข้มข้นความแข็ง ความยืดหยุ่น และความยากง่าย ในการเคี้ยวของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่ค่าคะแนนความเข้มข้นความแข็ง ความยืดหยุ่นและความยากง่ายในการเคี้ยวของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่	32
ตารางที่ 11	ผลของคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มะขาม	33
ตารางที่ 12	ผลการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ กัมมีเยลลี่มะขาม	
ตารางที่ 13	แสดงการคำนวณต้นทุนรวมของวัตถุดิบทั้งหมดที่ใช้ในการผลิต กัมมีเยลลี่มะขาม	46

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
ภาพที่ 1	ขั้นตอนในกระบวนการผลิตกัม เยลลี่และพลาสติก	7
ภาพที่ 2	กรรมวิธีการผลิตกัมมีเยลลี่	22
ภาพที่ ผค 1	แสดงแม่พิมพ์ซิลิโคน	48
ภาพที่ ผค 2	ผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มะขาม	48

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

เนื่องจากมะขามเป็นพืชเศรษฐกิจของจังหวัดเพชรบูรณ์ มีการจำหน่ายและรับประทานในหลายรูปแบบทั้งฝักสดและผลิตภัณฑ์แปรรูป อาทิเช่น มะขามแช่อิ่ม มะขามคลุก มะขามกวน แยมมะขาม เป็นต้น การนำมะขามมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบใหม่ เป็นที่สนใจจากกลุ่มแม่บ้านแปรรูปมะขามอย่างยิ่ง ปัจจุบันผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ลูกกวาดอีกชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมมาก เนื่องจากผู้บริโภคจะเพลิดเพลินกับผลิตภัณฑ์ที่สามารถเคี้ยวได้ ผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อสัมผัสเหนียวนุ่ม มีความยืดหยุ่น โดยส่วนประกอบส่วนใหญ่จะประกอบด้วยน้ำผลไม้ น้ำตาล กรด และสารที่ทำให้เกิดเจล งานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะนำมะขามมาแปรรูปผลิตภัณฑ์ใหม่ คือ กัมมีเยลลี่มะขาม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และสามารถเป็นข้อมูลในการเผยแพร่ให้กับกลุ่มแม่บ้านแปรรูปมะขามได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของปริมาณเจลาติน อัตราส่วนของซูโครส / กลูโคส ไซรัป และปริมาณกรดซิตริกต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่
2. เพื่อศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มะขาม
3. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัส

คำสำคัญ (keywords) ของโครงการวิจัย

1. มะขาม
2. กัมมีเยลลี่

ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. ศึกษาผลของปริมาณเจลาติน อัตราส่วนของซูโครส / กลูโคส ไซรัป และ ปริมาณกรดซิตริกต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะขาม
2. ศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะขาม
3. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัส

ระยะเวลาและสถานที่ทำการวิจัย

ตั้งแต่เดือน เมษายน 2551 – กันยายน 2551 ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร และห้องปฏิบัติการเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากมะขามในรูปแบบใหม่
2. พัฒนาองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมา และสามารถนำความรู้จากงานวิจัยไปถ่ายทอดให้กับกลุ่มแม่บ้านที่แปรรูปมะขามในจังหวัดเพชรบูรณ์ได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลิตภัณฑ์กัมและเยลลี่

ผลิตภัณฑ์ประเภทกัม (gums) และเยลลี่ (jellies) เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาดกลุ่มใหญ่ที่มีกรรมวิธีในการผลิตที่น่าสนใจแตกต่างกัน (Lees and Jackson, 1973) ผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้สำหรับผู้บริโภคทั่วไป มักจะเข้าใจว่าเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน และมักเรียกรวมๆกันว่า เยลลี่ เพราะมีลักษณะคล้ายๆกันคือ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความหยุ่น นุ่ม เหนียว ต้องเคี้ยวกิน มีเนื้อสัมผัสที่แตกต่างกันออกไปตั้งแต่อ่อนนุ่มแต่มีความยืดหยุ่นสูง จนเหนียวแข็งกัดขาดได้ยาก กัมและเยลลี่เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นสูง คือ มีความชื้น 10-25 เปอร์เซ็นต์ แต่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์สมดุลไม่สูงมากนัก ทั้งนี้เนื่องจากไฮโดรคอลลอยด์ที่เป็นส่วนประกอบทำหน้าที่ในการยึดจับน้ำส่วนหนึ่งไว้ (สุวรรณ, 2543)

เจลาตินเป็นส่วนประกอบที่ใช้กับทั่วไปในการผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาดเจลาตินจะมีหน้าที่ในการขึ้นรูปและปรับปรุงโครงสร้างและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ (Garcia, 2000) ผลิตภัณฑ์กัมและเยลลี่เจลาติน จะมีเนื้อสัมผัสค่อนข้างนุ่ม เหนียวและมีความยืดหยุ่น

ส่วนประกอบที่สำคัญที่ใช้ในการทำเยลลี่

1.เจลาติน

เป็นโปรตีนชนิดหนึ่งที่ได้จากเสี้ยนไขคอลลาเจน ประกอบด้วยกรดอะมิโนทั้งหมด 19 ชนิดต่อกันด้วยพันธะเปปไทด์ (Peptide) เป็นสายยาวย่อยง่าย เจลาตินเป็นโปรตีนที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากขาดกรดอะมิโนที่จำเป็น คือ ทรีปโตเฟน เจลาตินผลิตจาก 3 แหล่งด้วยกัน คือ หนังกูว กระดูกวัวและหนังวัว ที่กำจัดเกลื้อแร่ ออกแล้ว เจลาตินที่ได้จากคนละแหล่งจะมีองค์ประกอบที่แตกต่างกัน (Glicksman, 1969) องค์ประกอบโดยทั่วไปของเจลาตินประกอบไปด้วย คาร์บอนร้อยละ 50.11 ไฮโดรเจนร้อยละ 6.56 ไนโตรเจนร้อยละ 17.81 ซัลเฟอร์ร้อยละ 0.26 และออกซิเจนร้อยละ 25.26 (winton and winton, 1949) เจลาตินแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ type A เป็นเจลาตินที่ผสมจากหนังกูว โดยการใช้กรดในการสกัด type B เป็นเจลาตินที่ผลิตจากกระดูกวัวและหนังวัว โดยการใช้ด่างในการสกัด เจลาตินทั้ง 2 ชนิดนี้จะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของเจลาติน Type A และ Type B

คุณสมบัติ	Type A	Type B
Moisture	8-12%	8-12%
pH	3.8-5.5	5.0-7.5
Isoelectric point	7.0-9.0	4.7-5.1
Gel strength	50-300 bloom	50-275 bloom
Viscosity	2.0-7.0 cP	2.0-7.5 cP
Ash	0.3%	0.5-2.0%

ที่มา : Glicksman (1969)

คุณสมบัติของเจลาติน

Glicksman (1969) ได้กล่าวถึงคุณสมบัติของเจลาติน ดังนี้ คือ

1.1 การละลาย (Solubility)

เจลาตินจะไม่ละลายในน้ำเย็น แต่จะเกิดการพองตัวและสามารถละลายในน้ำร้อนได้ในอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นอกจากนี้เจลาตินยังสามารถละลายในสารละลาย โพลีไฮดริกแอลกอฮอล์ (polyhydric alcohols) เช่น ซอร์บิทอล (sorbitol) โพรพิลีนไกลคอล (propylene glycol) และ กลีเซอรอล (Glycerin) แต่จะไม่ละลายในสารละลายแอลกอฮอล์ (alcohol) และอะซิโตน (acetone)

1.2 ความหนืด (Viscosity)

ความหนืดเกิดจากเจลาตินละลายในน้ำ ความหนืดเป็นคุณสมบัติหนึ่งของเจลาตินที่มีความสำคัญ เจลาตินโดยทั่วไปจะมีความหนืดประมาณ 2-7 cP ความหนืดของเจลาตินจะขึ้นอยู่กับมวลโมเลกุลมากกว่าความแข็งแรงของเจล เจลาตินที่มีความแข็งแรงของเจลสูงจะมีความหนืดต่ำกว่าเจลาตินที่มีความแข็งแรงต่ำ ในสารละลายที่ไม่มีเกลือความหนืดจะต่ำสุดที่จุด isoelectric point ความหนืดของเจลาตินจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของเจลาตินสูงขึ้น และอุณหภูมิลดลง โดยสารละลายเจลาตินจะเริ่มเกิดเจลเมื่ออุณหภูมิลดลง ความหนืดจะสูงขึ้นอย่างช้าๆ จนกระทั่งการเกิดเจลคงที่

1.3 สี (Color)

สีของเจลาตินขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ และขั้นตอนการสกัด เจลาตินจากหนังหมูจะมีสีจางกว่าจากกระดูก แต่สีของเจลาตินไม่มีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของเจลาติน

1.4 ความขุ่น (turbidity)

ความขุ่นเกิดจาก insoluble impurities ที่มาจากขั้นตอนการสกัด การเติมเกลือ (neutral salt) จะมีผลทำให้ความใส ความหนืด และความแข็งแรงของเจลของเจลาตินคงที่

1.5 ความแข็งแรงของเจล (gel strength)

คุณสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งของเจลาติน คือสามารถเปลี่ยนกลับได้ (reversible) โดยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ (Borchard and Lechtenfeld, 2001) การเกิดเจลของเจลาตินเกิดจากโมเลกุลของเจลาตินจับกับน้ำด้วยพันธะไฮโดรเจน ความแข็งแรงของเจลจะวัดโดยใช้เครื่อง Bloom gelometer ซึ่งเป็นเครื่องมือมาตรฐานสำหรับอุตสาหกรรม เจลาตินโดยทั่วไปจะมีความแข็งแรงประมาณ 50-300 bloom

1.6 ความแข็งของเจล (rigidity)

เจลของเจลาตินจะมีความยืดหยุ่น (elastic) ความแข็งของเจลจะมีความสัมพันธ์ผกผันกับอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิลดลงความแข็งแรงของเจลก็จะเพิ่มขึ้น เวลาในการเกิดเจลขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของเจลาติน ความแข็งของเจลจะเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น

1.7 จุดหลอมเหลว (melting point)

เจลาตินจะมีจุดหลอมละลายต่ำประมาณ 27-34 องศาเซลเซียส จุดหลอมละลายจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของเจลาตินสูงขึ้น และจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับน้ำหนักโมเลกุลของเจลาติน คือถ้าน้ำหนักโมเลกุลของเจลาตินสูง จุดหลอมละลายจะสูงขึ้น

2. น้ำตาล

เป็นสารตัวหนึ่งในกลุ่มคาร์โบไฮเดรต มีหลายชนิดแต่เมื่อพูดถึงน้ำตาล มักเป็นที่เข้าใจว่าน้ำตาล หมายถึง น้ำตาลทราย หรือซูโครส (sucrose) ซึ่งเป็นส่วนผสมหลักในการผลิตลูกกวาดทั่วไป น้ำตาลมีคุณสมบัติ คือ ให้ความหวาน ซึ่งเป็นลักษณะที่เด่นมากของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มที่มีน้ำตาลเป็นส่วนผสมหลัก ให้เนื้อและน้ำหนักรับผลิตภัณฑ์ เนื่องจากในส่วนผสมโดยทั่วไปจะมีการใช้น้ำตาลถึงร้อยละ 70 ของน้ำหนักทั้งหมด (สุวรรณ, 2543)

3. กลูโคสไซรัป

จัดเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตลูกกวาดทุกชนิด รองลงมาจากน้ำตาล น้ำที่ของกลูโคสไซรัป คือ ทำให้น้ำตาลที่อยู่ในสภาวะเป็นสารละลายอิมตัวยิ่งยวดไม่ตกผลึกออกมา หรือเกิดผลึกช้าลงหรือน้อยลง นอกจากนี้ยังมีผลต่อรสชาติและอายุการเก็บรักษา ขึ้นอยู่กับว่ากลูโคสไซรัปนั้นมีองค์ประกอบอย่างไร และถูกใช้ในสัดส่วนเท่าใดในสูตร โดยกลูโคสไซรัปที่จำหน่ายจะมีค่า DE แตกต่างกัน ตามกรรมวิธีการผลิต (สุวรรณ,2543)

4. กรด

กรดเป็นสารปรุงแต่งที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ลูกกวาด เยลลี่และกัม มีรสชาติดีขึ้น กรดที่นิยมใช้กับผลิตภัณฑ์ลูกกวาด มีอยู่ประมาณ 4-5 ชนิด ได้แก่ กรดซิตริก กรดมาลิก กรดทาร์ทาริก กรดแลกติกและกรดอะซิติก (Cooley,1993) โดยในการวิเคราะห์หาปริมาณกรด จะรายงานในรูปของกรดซิตริกเสมอ และปริมาณกรดที่ใช้มักจะไม่ได้บอกค่าความเป็นกรดต่าง (pH) (สุวรรณ,2543) ดังตารางที่ 2 แสดงความเข้มข้นของกรดต่างๆที่มี pH เท่ากันเท่ากัน โดยค่า pH จะมีความสำคัญในการผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาด ในการควบคุม pH จะมีผลในการป้องกันการเกิดอินเวอร์ชันของน้ำตาล ป้องกันการเกิดไฮโดรไลซิสของเจลาตินซึ่งจะมีความแข็งแรงของเจลาตินลดลง (Woo, 1998)

ตารางที่ 2 แสดงความเข้มข้นของกรดต่างๆที่มี pH เท่ากัน

กรด	pH	ความเข้มข้น (ร้อยละ)
ไฮโดรคลอริก	2.0	0.032
ทาร์ทาริก	2.0	2.265
ซิตริก	2.0	2.440
แลกติก	2.0	1.912
อะซิติก	2.0	1.950

ที่มา: Lees and Jackson (1973)

กรรมวิธีในการผลิตผลิตภัณฑ์กัมและเยลลี่

(สุวรรณ,2543) ได้แสดงขั้นตอนในการผลิตผลิตภัณฑ์กัมและเยลลี่ ดังภาพที่ 2

เตรียมส่วนผสมที่มีสารทำให้เกิด

เจลให้ละลายหมดอย่างสมบูรณ์

เตรียมส่วนผสมที่เป็นน้ำเชื่อม

ต้มเคี่ยวจนเดือดหรือมีความเข้มข้นตามต้องการ

ต้มเคี่ยวจนได้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ
ตามที่กำหนด (โดยเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 75)

ทำให้เย็น

เติมส่วนผสมอื่น เช่น สี กลิ่น และกรด

กวนให้เข้ากัน

ตรวจสอบค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้

ไล่อากาศออก

ขึ้นรูป

หยอดลงแม่พิมพ์

- ทำด้วยแป้ง
- ทำด้วยน้ำตาล
- ทำด้วยวัสดุอื่นๆ

เทเป็นแผ่น

ตัดเป็นชิ้น

ใช้เอ็กทราเดอร์

(อบแห้ง)

ตากแห้ง

ผลิตภัณฑ์กัม เยลลี่ และพลาสติก

ภาพที่ 1 ขั้นตอนในกระบวนการผลิตกัม เยลลี่และพลาสติก

ที่มา: (สุวรรณ,2543)

ในการผลิตผลิตภัณฑ์กัมและเซลล์จากสารที่ทำให้เกิดเจลต่างชนิดกัน จะมีการใช้ปริมาณของสารที่ทำให้เกิดเจลแตกต่างกัน และมีการควบคุมกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 3 ปริมาณส่วนผสมและการควบคุมกระบวนการผลิตกัมและเซลล์จากสารที่ทำให้เกิดเจลต่างชนิดกัน

กระบวนการผลิต	กัมอะราบิก	แป้ง	เจลาติน	วุ้น	เพคติน
ปริมาณที่ใช้ (%)	35-45	9-12	5-12.5	1-1.5	1-1.5
น้ำ/สารที่ทำให้เกิดเจล	50/50	10/1	2/1	50/1	40/1
อุณหภูมิที่ใช้ในการละลาย (องศาเซลเซียส)	25	71-82	60-65	87-93	93-100
ซูโครส/กลูโคส/ไซรัป	66/33-50/50	66/33-50/50	66/33-50/50	66/33-50/40	66/33-50/40
อุณหภูมิที่เติมกรด (องศาเซลเซียส)	82	93	71-82	76	93
อุณหภูมิที่หยอดใส่แม่พิมพ์ (องศาเซลเซียส)	71-82	82-93	71-82	65-76	82-93
อุณหภูมิที่เซตตัว (องศาเซลเซียส)	20-37	20-37	20-37	35-37	71-82
เวลาในการเซตตัว (ชั่วโมง)	24+	12+	4+	3+	1+
เวลาที่อยู่ในพิมพ์แป้ง (ชั่วโมง)	36-72	12-36	12-24	12-24	6-12

ตารางที่ 3 (ต่อ)

กระบวนการผลิต	กัมมะราบิก	แป้ง	เจลาติน	วุ้น	เพคติน
ความชื้นแป้งที่ใช้เป็นแม่พิมพ์ (%)	5-8	5-8	5-8	5-8	5-10
อุณหภูมิแป้งที่ใช้เป็นแม่พิมพ์ (องศาเซลเซียส)	26-37	37-49	26-37	26-43	37-49
ปริมาณของแข็งขณะหยอด (%)	68-70	72-78	72-78	76-80	76-78
ปริมาณของแข็งสุดท้าย(%)	85+	78+	78+	80+	78+
เนื้อสัมผัส	เหนียวแข็ง	ไม่ยืดหยุ่น	เหนียวยืดหยุ่น	ไม่ยืดหยุ่น	ไม่ยืดหยุ่น
สารที่ทำให้เกิดเจลที่ใช้ร่วมกันได้	แป้ง, เจลาติน	กัมมะราบิก วุ้น, เพคติน	วุ้น, แป้ง	แป้ง, เจลาติน	แป้ง
อุณหภูมิสุดท้ายในการผลิตที่ความดันบรรยากาศ(%)	124	108	115	107	108
ผลของการใช้อุณหภูมิสูงเป็นระยะเวลานานที่มีต่อความแข็งแรงของเจล	ความแข็งแรงของเจลลดลง โดยเฉพาะสถานะที่เป็นกรด	ความแข็งแรงของเจลลดลง โดยเฉพาะสถานะที่เป็นกรด	ความแข็งแรงของเจลลดลง โดยเฉพาะสถานะที่เป็นกรด	ความแข็งแรงของเจลลดลงและเกิดการเปลี่ยนแปลงของสี	ความแข็งแรงของเจลลดลงเล็กน้อย

ตารางที่ 6 (ต่อ)

กระบวนการผลิต	กัมมะราบิก	แป้ง	เจลาติน	วุ้น	เพกติน
pH ในระหว่างการผลิตให้ความร้อน	5.0-6.0	5.0-6.0	5.0-6.0	5.0-6.0	4.0-5.0
ปริมาณกรดที่ใช้(%)	0.3-0.45	0.2-0.4	0.2-0.3	0.2-0.3	0.4-0.7
บัฟเฟอร์	ใช้ ถ้าเติมกรด	ปกติไม่ใช้	0.1% ถ้าเติม กรด	0.1% ถ้าให้ ความร้อน นานใน สถานะที่มี กรด	0.1-0.2% เพื่อทำให้ เซตตัว
pH ในผลิตภัณฑ์สุดท้าย	4.2-5.0	4.2-5.0	4.5-5.0	4.8-5.6	3.2-3.5
อายุการเก็บโดยประมาณ (เดือน)	6+	5+	4+	3+	5+
การปลดปล่อยกลิ่น	ดี	ดี	ไม่ดี	พอใช้	ดีมาก
ความยากง่ายในการผลิต	ง่าย	ง่ายมาก	ง่าย	พอใช้	พอใช้
การนำผลิตภัณฑ์มาใช้ใหม่	ง่าย	พอใช้	ง่าย	พอใช้	ยาก

ที่มา: Lees and Jackson (1973)

การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์กัมและเยลลี่

การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์กัมและเยลลี่ มีหลายวิธี คือ

1. การขึ้นรูปโดยใช้แม่พิมพ์แป้ง (Starch moulding)

แม่พิมพ์แป้งเป็นแม่พิมพ์ที่ทำจากแป้ง โดยบรรจุแป้งในถาด เกลี่ยให้เรียบรื้อแล้วนำแบบพิมพ์ซึ่งทำจากปูนพลาสเตอร์มาคดให้เป็นรูปร่างที่ต้องการ (Steels, 1992) แป้งที่ใช้ในต่างประเทศเป็นแป้งข้าวโพด ในประเทศไทยนิยมใช้แป้งมัน ส่วนแป้งที่ดีที่สุดในการทำแม่พิมพ์คือแป้งข้าเจ้า แป้งที่ใช้จะมีการนำมาสเปรย์ด้วยน้ำมัน (mineral oil) ไม่เกิน 0.3 เปอร์เซ็นต์ ส่วนมากแล้วจะใช้เพียงแค่ 0.1 เปอร์เซ็นต์ หรือน้อยกว่า ในการผลิตไม่นิยมใช้น้ำมันพืชเนื่องจากจะทำให้เกิดการหืนได้ง่าย น้ำมันที่ใช้จะช่วยให้แม่พิมพ์แป้งคงรูปได้ดี และผงแป้งไม่มีไฟฟ้าสถิต สาเหตุที่ใช้ปริมาณน้ำมันต่างกันนั้นเนื่องมาจากประสิทธิภาพของวิธีการผสมและเครื่องมือที่ใช้ในการผสม (สุวรรณ, 2543)

ในการผลิตแม่พิมพ์แป้งจะนำแป้งไปอบโดยใช้ตู้อบแบบถาด (tray drying) เพื่อไล่ความชื้นออกจากแม่พิมพ์แป้ง การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์กัมและเยลลี่จะใช้แป้งที่มีความชื้นน้อยกว่า 6 เปอร์เซ็นต์ โดยแม่พิมพ์แป้งจะดูดความชื้นออกจากผลิตภัณฑ์ ถ้าเยลลี่มีความหนืดมากจะต้องใช้ไอน้ำพ่นเพื่อไม่ให้เกิดหยาบเวลาหยอด แม่พิมพ์จะดูดความชื้น 2 เปอร์เซ็นต์ หลังจากที่ยอดและทิ้งไว้ในแม่พิมพ์ข้ามคืน แป้งที่ใช้จะนำไปอบให้แห้งเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ได้ การขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์มีข้อดีคือสามารถเปลี่ยนรูปร่างของผลิตภัณฑ์ได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายมาก (Pyrz, 1994)

การใช้แม่พิมพ์แป้งจะต้องทิ้งผลิตภัณฑ์ให้เซตตัวในแม่พิมพ์แป้ง มี 2 วิธีใหญ่ๆ คือ

1.1 ใช้เตาอบ อบที่อุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส การอบจะใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง

1.2 ทิ้งไว้ให้แป้งดูดน้ำ ที่อุณหภูมิห้อง ประมาณ 25-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 12-24 ชั่วโมง

2. เคาะออกจากแป้ง (destarching) เมื่อคว่ำถาดขนมและร่อนแป้งออก อาจมีเศษแป้งติดอยู่บนเนื้อขนมบ้าง หากจะนำไปเคลือบน้ำมันหรือเกลือน้ำตาล จะทำให้เป็นจุดดำไม่สวยงาม จึงต้องปัดแป้งส่วนนี้ออก โดยใช้ลมเป่า หรือเคาะเขย่า หรือใช้แปรงปัดก็ได้ ผลิตภัณฑ์บางชนิดจะต้องรอให้เนื้อแข็งพอก่อนจึงนำไปเคาะปัดเศษแป้งออก (Brisson, 1994)

3. อบไอน้ำ (steaming) โดยไอน้ำแห้ง เพื่อเจลาติไนซ์ส่วนแบ่งที่มาจากแม่มิมพ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นเงา

4. ทำให้เกิดผลึก (crystallization) เนื่องจากความชื้นในผลิตภัณฑ์บางชนิดค่อนข้างสูง จึงทำให้ความชื้นสัมพัทธ์สมดุลของผลิตภัณฑ์ค่อนข้างสูง และสูงกว่าความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศรอบๆ ทำให้เนื้อขนมแห้งเหี่ยวลงได้ จึงต้องเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม หรือทำการเคลือบผลิตภัณฑ์ป้องกันไว้ก่อน โดยการทำให้เกิดผลึกน้ำตาลเป็นชั้นที่ผิวนอก ปกป้องตัวผลิตภัณฑ์ไว้

5. เคลือบน้ำมันหรือชักเงา (oiling and polishing) วิธีนี้นอกจากจะทำให้ผลิตภัณฑ์มันวาวแล้ว ยังช่วยป้องกันไม่ให้ผลิตภัณฑ์เกาะติดกันในห่อ (Brisson,1994) และช่วยรักษาความชื้นของตัวผลิตภัณฑ์ด้วย น้ำมันที่ใช้เคลือบ คือ วาสลิน 0.1 เปอร์เซ็นต์ โดยทำในหม้อหุมน

มะขาม

มะขามเป็นพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทยมะขามหวานเป็นพืชที่มีประโยชน์ เช่น ฝักใช้รับประทาน ลำต้นใช้ทำเตียง ใบอ่อนและฝักอ่อนสามารถใช้ทำอาหารได้ ดังนั้นสามารถใช้ส่วนต่างๆของมะขามให้เกิดประโยชน์ได้มากมาย เช่น เป็นอาหาร เครื่องใช้และยารักษาโรค

1.ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมะขามหวาน

ชื่อสามัญ (Common name)	:	มะขามหวาน มะขาม
ชื่ออื่นๆ	:	ตะลุป ม่องโกล้ง หมากร่าง
ชื่อภาษาอังกฤษ	:	Sweet Tamarind
ชื่อวิทยาศาสตร์ (Science name)	:	<i>Tamarindus indica</i> .Linn.
ชั้น (Class)	:	Dicotyledonae
อันดับ (Order)	:	Leguminales
วงศ์ (Family)	:	Leguminosae
สกุล (Genus)	:	Tamarindus
ชนิด (Species)	:	Tamarindus Indica

2. ถิ่นกำเนิด

มะขามมีถิ่นกำเนิดทางตอนใต้ของเอเชียและแอฟริกาและแพร่กระจายมายังทวีปเอเชีย สำหรับประเทศไทยมีมากในเขตภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น แพร่ เพชรบูรณ์ ลำปาง อุตรดิตถ์ เป็นต้น

3. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มะขามหวานเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ เป็นไม้ยืนต้นที่มีเนื้อแข็ง ลักษณะต้นเป็นพุ่ม วงกลมขนาดใหญ่ ใบเป็นใบเล็กๆ ติดอยู่บนก้านใบใหญ่อีกทีหนึ่งเรียกใบชนิดนี้ว่าใบประกอบ ใบย่อยแต่ละใบมีความกว้างประมาณ 6 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 2 เซนติเมตร เรียงชิดกันสองข้างของก้านใบอย่างเป็นระเบียบ ซึ่งในก้านหนึ่งๆ จะมีใบย่อยอยู่ประมาณ 24 – 32 ใบ มีอายุยืนนานประมาณ 100 ปี มีความสูงเฉลี่ยประมาณ 40 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางของทรงพุ่มประมาณ 20 เมตร ผิวนอกของลำต้นขรุขระ

ดอกมะขามเป็นดอกเดี่ยว แต่ใบหนึ่งก้านอาจมีดอกได้หลายดอกด้วยกันรวมกันเป็นพวง กลีบดอกล่างหรือกลีบดอกเลี้ยงมีสีเหลืองอมเขียวอ่อนๆ เมื่อดอกบานจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง และตัวกลีบดอกค่อนข้างหนา ส่วนกลีบดอกด้านในหรือด้านบนมีสีชมพูและมีเส้นลายแดงเหมือนเส้นโลหิตฝอยเป็นชนิดดอกสมบูรณ์เพศ ใน 1 ดอก มีเกสรตัวผู้ 3 อัน และเกสรตัวเมีย 1 อัน ดอกบานวันไหนก็จะผสมเสร็จวันนั้น ถ้าไม่ได้รับการผสมในวันนั้นหรือผสมไม่ติดภายในวันสองวันต่อดอกก็จะร่วงไปเอง

ฝักหรือผลของมะขามหวานเป็นชนิดผลเดี่ยวหรือฝักเดี่ยวแต่มีหลายเมล็ดมีตั้งแต่ 1–8 เมล็ด ฝักเป็นฝักยาว ความยาวของฝักมะขามหวานประมาณ 3–8 นิ้ว กว้างหรือขึ้นอยู่กับความยาวของฝัก แต่ละสายพันธุ์ บางพันธุ์เป็นฝักตรง บางพันธุ์เป็นฝักโค้ง เปลือกเมื่อยังดิบอยู่จะมีสีเขียว เมื่อแก่จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและเปลือกแยกออกจากเนื้อฝักหรือผลมีเส้นใยที่เรียกว่า รก ทอดไปตามความยาวของฝัก ฝักแบ่งเป็นข้อๆ แต่ละข้อจะคอดเล็กน้อยมีเมล็ดค่อนข้างโตห่อหุ้มด้วยเนื้ออ่อนนุ่มสีน้ำตาล ซึ่งอาจแบ่งตามลักษณะความยาวหรือความโค้งของฝักได้คือ

1. ฝักดาบ จะมีลักษณะค่อนข้างแบน โค้งเล็กน้อย มีลักษณะคล้ายมีดดาบ
2. ฝักโค้งเป็นวงม้อง มีลักษณะค่อนข้างกลมขนาดใหญ่ ส่วนยาวของฝักจะโค้งจนหัวและท้ายเกือบจรดกัน มีลักษณะคล้ายม้องวง
3. ฝักคิง มีลักษณะค่อนข้างตรง ไม่โค้ง ฝักค่อนข้างกลม

4. ฝักคูก หรือ ฝักกระดุก ฝักจะมีลักษณะเป็นปล้องๆ ข้อถี่บ้าง ห่างบ้าง โกงบ้างตรงบ้าง ฝักมีทั้งกลมและแบนเปลือกจะนูนขึ้นมาเป็นเหลี่ยมโคงเป็นประๆ มองเห็นเด่นชัดคล้าย ฝักถั่วลิสงนับว่าเป็นมะขามหวานที่ลักษณะฝักไม่ค่อยดี

เนื้อมะขามหวานแต่ละพันธุ์ไม่เหมือนกัน ทั้งรสชาติและสี ความแตกต่างของเนื้อมะขามหวานในเรื่องสี พอจะรวบรวมและแบ่งได้ดังนี้

1. สีน้ำตาลเข้มเกือบดำ
2. สีน้ำตาลอ่อน
3. สีเหลืองคล้ายน้ำผึ้ง
4. สีน้ำตาลแดงเข้มและค่อนข้างเหลือง

มะขามมีทั้งชนิดเปรี้ยวและหวาน มีองค์ประกอบที่เหมือนกัน คือ กรดทาร์ทาริก และในมะขามหวานมีคุณค่าทางอาหารดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 4 แสดงคุณค่าทางอาหารของมะขามหวาน

องค์ประกอบ	ร้อยละขององค์ประกอบ
โปรตีน	1.6 – 3.2
น้ำตาลทั้งหมด	0.27 – 0.6
ลิพิด	22.0 – 30.4
น้ำตาลซูโครส	0.1 – 0.8
เซลลูโลส	2.0 – 3.4
น้ำ	63.3 – 68.6

เมล็ดของมะขามเมื่ออ่อนมีสีขาว อ่อนนุ่ม และเมื่อแก่จะมีสีน้ำตาลแข็งเป็นมันเงา เนื้อในเมล็ดเป็นสีขาว ซึ่งประกอบด้วยเปลือกเมล็ดร้อยละ 30.1 แป้งร้อยละ 51.47 ส่วนที่เหลือเป็นความชื้นแบ่งในเมล็ดนี้บางครั้งเรียกว่า TKP (tamarind kemel powder) ใช้บริโภคได้เพราะมีคุณค่าทางอาหารใกล้เคียงแป้งข้าวเจ้า แต่มะขามหวานจะมีลักษณะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับพันธุ์ของมะขามมีทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ผิวเรียบและขรุขระ

4. พันธุ์มะขามหวาน

มะขามหวานมีอยู่หลายพันธุ์ บางพันธุ์อาจมีลักษณะและรูปร่างที่คล้ายกัน ซึ่งเจ้าของสวนมะขามหวานต้องตั้งชื่อขึ้นมาเองโดยยึดแหล่งผู้ปลูกหรือชื่อเจ้าของสวนเป็นเกณฑ์ เมื่ออาศัยระยะเวลาที่มะขามหวานออกผลแล้ว นักวิชาการเกษตรได้แบ่งพันธุ์มะขามหวานในจังหวัดเพชรบูรณ์ออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้

4.1 พันธุ์หนัก เป็นพันธุ์ที่ออกผลช้าเพราะมีอายุของวงจรชีวิตนาน ดังนั้นการแก่ของฝักจึงใช้เวลานาน เช่น พันธุ์หมื่นจง พันธุ์สีทอง และพันธุ์ปากคุด เป็นต้น

4.2 พันธุ์กลาง เป็นพันธุ์ที่ออกผลเร็วกว่าพันธุ์หนัก เช่น พันธุ์ขันตี พันธุ์อินทผลัม เป็นต้น

4.3 พันธุ์เบา เป็นพันธุ์ที่ออกผลเร็วเพราะวงจรในการออกฝักใช้เวลาน้อย เช่น พันธุ์ศรีชมภูและพันธุ์น้ำผึ้ง เป็นต้น

5. ข้อมูลมะขามหวานพันธุ์ต่างๆ

ในจังหวัดเพชรบูรณ์มีการปลูกมะขามหวานหลายพันธุ์ เนื่องจากลักษณะและรสชาติของแต่ละพันธุ์มีเอกลักษณ์เฉพาะแตกต่างกันไปตามลักษณะของแต่ละพันธุ์ ภูมิประเทศของแต่ละท้องถิ่น และลักษณะของภูมิอากาศ ทำให้มะขามมีความหลากหลายมากขึ้น ทำให้ผู้บริโภคสะดวกในการเลือกรับประทาน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

5.1 พันธุ์สีทอง

เป็นเชื้อสายของพันธุ์หมื่นจงโดยนายหัยคเป็นผู้เพาะเมล็ดของพันธุ์หมื่นจงแล้วกลายพันธุ์มา (บางคนเรียกพันธุ์สีทองว่าพันธุ์นายหัยค) ลักษณะทั่วไปของพันธุ์สีทอง คือ เปลือกของลำต้นสีค่อนข้างขาวนวล ลายแตกของเปลือกละเอียด ใบใหญ่และบาง ใบมีน้อย ทรงพุ่มเอนแน่นนอนไม่ได้ กิ่งก้านไม่เป็นระเบียบออกดอกช้ากว่าพันธุ์อื่นๆ ประมาณ 2 – 3 วัน ถ้าฝนแรกมาช้าจะออกดอกช้ามาก ลักษณะฝักโค้ง ใหญ่ยาว เปลือกฝักสีขาวนวล เนื้อหนา เนื้อสีทอง รสหวานจัด เมล็ดเล็ก นับว่าเป็นพันธุ์ที่มีฝักขนาดใหญ่ เนื่องจากมะขามหวานพันธุ์นี้เป็นพันธุ์หนัก ขนาดของฝักเลยแก่ช้าที่สุด ฝักแก่เก็บได้ราวปลายเดือนกุมภาพันธ์ – มีนาคม

5.2 พันธุ์ขันตี

มะขามหวานพันธุ์ขันตีมีถิ่นกำเนิดที่บ้านปาม่วง ตำบลท่าพล อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นพันธุ์ดั้งเดิมของจังหวัดเพชรบูรณ์ ลักษณะทั่วไป ใบถี่และเล็ก ใบหนาสีเขียว มองดูคล้ายมะขามเปรี้ยวลักษณะทรงพุ่ม ลำต้นคล้ายพันธุ์สีทองคือสีเปลือกค่อนข้างขาว มีลายแตกตามยาวละเอียดกว่าพันธุ์สีทอง ฝักค่อนข้างตรง ฝักสั้น มองเห็นเป็นข้อปล้องชัดกว่าพันธุ์

ศรีชมภู รสชาติคล้ายกันอาจจะด้อยกว่าเล็กน้อย ออกดอกต้นเดือนพฤษภาคมและสุกแก่เก็บได้ราวเดือนมกราคม ฝักดกมาก

5.3 พันธุ์ศรีชมภู

มีชื่อเดิมว่าพันธุ์น้ำร้อน ถิ่นกำเนิดอยู่ที่บ้านนาขตา กำแพง ตำบลน้ำร้อน อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นพันธุ์ที่นำมาจากเวียงจันทน์ ประเทศลาว ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2481 ได้ชื่อเสียงโด่งดังเนื่องจาก กล้วยดม ศรีชมภู ทำการทาบกิ่งและการสนับสนุนส่งเสริม ลักษณะทั่วไปใบใหญ่สีเขียวแก่ยอดอ่อนสีแดงเข้ม ออกแดงปนเหลืองมองเห็นชัดยอดใบอวบน้ำทรงพุ่มเป็นทรงกระบอกแน่นทึบ เปลือกลำต้นสีน้ำตาลเข้มมีลายแตกของเปลือกต้นหยาบพอกๆกับหมื่นจง เป็นพันธุ์เบา ฝักแก่เก็บได้ราวต้นเดือนธันวาคม – เดือนกุมภาพันธ์

5.4 พันธุ์อินทผาลัม

เป็นพันธุ์ที่กลายพันธุ์มาจากพันธุ์หมื่นจง ชาวหล่มเก่าเรียกว่าพันธุ์หนองเล เพราะต้นกำเนิดอยู่ที่บ้านหนองเล อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ ลักษณะทั่วไป คือลำต้นที่เป็นลายแตกเหมือนกับพันธุ์หมื่นจง แต่หยาบกว่าพันธุ์หมื่นจง ใบเขียวเข้มทึบ ใบใหญ่และถี่ปานกลาง ยอดอ่อนสีเขียวอ่อน ทรงพุ่มค่อนข้างไปทางทรงรูปกระบอก ฝักค่อนข้างโค้งบ้างไม่แบนเรียบค่อนข้างกลม เนื้อเป็นสีน้ำตาลเข้ม เนื้อนุ่มลื่นอ่อน รสชาติอร่อยเฉพาะตัว ไม่หวานจัด ลักษณะเด่นอีกอย่างหนึ่งก็คือมีความทนทานต่อความแห้งแล้ง ให้ผลผลิตอยู่ในระดับปานกลาง ฝักแก่เก็บได้ประมาณกลางเดือนธันวาคม – ปลายเดือนธันวาคม

5.5 พันธุ์ประกายทอง

มะขามหวานพันธุ์ประกายทองมีชื่อเดิมว่า พันธุ์ตาแป๊ะหรือพันธุ์ทอง ต้นกำเนิดได้มาจากการกลายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ดมะขามที่นำมาจากจังหวัดชัยภูมิซึ่งนายเจียงเป็นผู้เพาะขึ้น ลักษณะทั่วไป คือลำต้นเป็นพุ่มกลม ใบประกอบหนา สีเขียวเข้ม ยอดอ่อนมี สีขาว ผิวเปลือกของลำต้นหยาบ สีน้ำตาล ดอกมีสีขาวเป็นพวง ฝักมีขนาดใหญ่ กลมยาวและตรงปลายโค้งเล็กน้อย เปลือกฝักบาง ผิวเปลือกเรียบ สีน้ำตาล ในแต่ละฝักมีรก 3-4 เส้น เนื้อเป็นสีน้ำผึ้งออกทรายแดง รสหวาน น้ำ กลิ่นหอม เมล็ดกลมแบนหรือคล้ายสี่เหลี่ยมคางหมู ขนาดใหญ่ คล้ายเมล็ดมะขามเปรี้ยว เป็นพันธุ์ที่แก่เร็ว จัดเป็นพันธุ์เบาพันธุ์หนึ่ง เริ่มให้ผลผลิตได้ตั้งแต่เดือนธันวาคมไปจนถึงเดือนกุมภาพันธ์ แต่ข้อเสียของมะขามหวานพันธุ์ประกายทองคือ เปลือกผลบาง ทำให้แตกง่าย ความหวานน้ำและกลิ่นหอมทำให้ขึ้นราภายในเนื้อเกือบทั้งฝักเมื่อได้รับความชื้น ทำให้เก็บไว้ได้ไม่นาน

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อุไรรัช (2538) ศึกษาผลของ pH ความเข้มข้นและชนิดน้ำตาลต่อความแข็งแรงของเจล เพกตินชนิดเมทอกซีสูง พบว่าฟรุกโตสไซรัป (fructose syrup) มีผลต่อค่าความแข็งแรงของเจล โดยค่าความแข็งแรงของเจลจะลดลงเมื่อความเข้มข้นของน้ำตาลเพิ่มขึ้น และ pH มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของเจลเล็กน้อย โดยการเพิ่ม pH จะทำให้ความแข็งแรงเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ที่ความเข้มข้นสูงกว่า 66 °Brix แต่เมื่อความเข้มข้นน้ำตาลต่ำกว่า 50-65 °Brix การเพิ่มของ pH จะทำให้ความแข็งแรงลดลง ในกลูโคสไซรัป (glucose syrup) ความแข็งแรงของเจลจะลดลง เมื่อเพิ่มความเข้มข้นน้ำตาลในช่วง 50-60 °Brix หรือเมื่อ pH เพิ่มขึ้น ความเข้มข้นน้ำตาลจะมีผลต่อความแข็งแรงของเจลมากกว่า pH ในน้ำตาลทั้งสองชนิด โดยฟรุกโตสไซรัปให้ค่าความแข็งแรงสูงสุดของเจลมากกว่ากลูโคสไซรัป ส่วนการยอมรับทางด้านรสชาติของเยลลี่ พบว่าเยลลี่ที่เตรียมจากฟรุกโตสไซรัปซึ่งมีความเข้มข้นน้ำตาล 50.80 °Brix pH 2.2 และที่เตรียมจากกลูโคสไซรัป ความเข้มข้นน้ำตาล 50.60 °Brix pH 2.52 เป็นตัวอย่างเยลลี่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุดคือน้ำตาลชนิดนั้น ๆ นอกจากนี้ผู้ทดสอบมีความชอบเยลลี่ที่เตรียมจากฟรุกโตสไซรัปมากกว่าที่เตรียมจากกลูโคสไซรัปที่ค่าความแข็งแรงของเจลเท่ากัน

พจณี อุปโภชน (2546) ได้พัฒนาเยลลี่เจลาตินผสมชาเขียว โดยเริ่มจากการสำรวจข้อมูลของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคร้อยละ 84 เคยบริโภคชาเขียว เพราะเห็นว่าการดื่มชาเขียวมีประโยชน์ต่อร่างกายผู้บริโภคมีความต้องการผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาทำความสะดวกปากและพื้น มีกลิ่นหอม สดชื่น และมีสารป้องกันฟันผุ ชาเขียวที่ทำจากยอดชาอ่อนและใบชาแก่ของชาพันธุ์อัสสัมมีค่า aw น้อยกว่า 0.6 ทั้ง 2 ชนิด ค่าสีของผงชาเขียวบดละเอียด และค่าสีน้ำชาที่ได้มีลักษณะเป็นสีเขียวอมเหลือง ชาเขียวยอดอ่อนจะมีปริมาณแทนนิน สาร epigallocatechin gallate (EGCG) และคาเฟอีนมากกว่าชาเขียวใบแก่ แต่ค่าฟลูออไรด์จะมีค่าน้อยกว่าชาเขียวใบแก่ จากการพัฒนาสูตรของเยลลี่เจลาตินผสมชาเขียวจะประกอบด้วย เจลาตินร้อยละ 6.84 กลูโคสไซรัปร้อยละ 46.58 น้ำตาลทรายร้อยละ 19.79 น้ำชาเขียวผสมร้อยละ 25.90 ผงชาเขียวผสมร้อยละ 0.38 เมนทอล ร้อยละ 0.01 และกลิ่นรสชาเขียวสังเคราะห์ร้อยละ 0.5 โดยอุณหภูมิที่ใช้ในการเตรียมสารละลายกลูโคสไซรัปและน้ำตาลทรายเท่ากับ 123 องศาเซลเซียส จากการประเมินค่าคุณภาพของเยลลี่เจลาตินผสมชาเขียวทางกายภาพผลิตภัณฑ์ได้มีค่าสี L* a* และ b* เท่ากับ 28.10, 0.70 และ 8.16 ค่าความแข็ง 17.88 N ค่าความสามารถในการเกาะตัวรวมกัน 0.78 ค่าความยืดหยุ่น 1.65 mm ค่าความเหนียว 18.38 N ค่าความสามารถในการเกาะติดผิว 1.81 Nmm และค่า aw 0.714 ค่าคุณภาพทางเคมี ผลิตภัณฑ์มีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 81.05 ความชื้นร้อยละ 18.95 คาเฟอีน 0.39 mg/g ฟลูออไรด์ 0.01 mg/g และปริมาณสาร epigallocatechin gallate 0.24 mg/g ค่าคุณภาพทางจุลินทรีย์มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดคือน้อยกว่า

250 CFU/g ปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 10 CFU/g เจลลี่เจลาตินผสมชาเขียวบรรจุในซอง OPP20/DL/ CPP VM25 ความหนา 45 ไมครอน ที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) สามารถเก็บได้นานกว่า 8 สัปดาห์ จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคพบว่าผู้บริโภคร้อยละ 91 ยอมรับผลิตภัณฑ์และมีความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย

ศิมาภรณ์ มีแสง (2546) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่รสมะนาววิตามินซีสูง โดยการศึกษาความคิดเห็นของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคชอบรับประทานผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่ตราโยโย่ทากที่สุด และรสชาติที่ผู้บริโภคชอบมากที่สุด คือ รสอ่อน รสลงมากคือ รสมะนาว จากการศึกษาผลของปริมาณเจลาติน อัตราส่วนของซูโครส / ซูโครสไซรัป และปริมาณกรดซิตริกต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่ พบว่า เมื่อปริมาณเจลาตินเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ค่าความหนืด ค่า hardness , ค่า cohesiveness , ค่า springiness , ค่า chewiness และคะแนนความเข้มข้นด้านความแข็งและความยากง่ายในการเคี้ยวเพิ่มขึ้น ส่วนค่า water activity จะลดลง เมื่ออัตราส่วนของซูโครส / กลูโคสไซรัปเพิ่มขึ้นจะมีผลให้ค่าความหนืด ค่า hardness , ค่า chewiness และคะแนนความเข้มข้นด้านความแข็งและความยากง่ายในการเคี้ยวลดลงเล็กน้อย ส่วนค่า water activity และค่า springiness จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และเมื่อปริมาณกรดซิตริกเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ค่าความหนืด ค่า hardness , ค่า cohesiveness , ค่า springiness , ค่า chewiness และคะแนนความเข้มข้นด้านความแข็งและความยากง่ายในการเคี้ยวลดลงเล็กน้อย โดยคะแนนความชอบมีค่าสูงสุดที่ปริมาณเจลาติน 7 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนของซูโครส / กลูโคสไซรัป เท่ากับ 1/1 และสารละลายกรดซิตริก (เข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์) 3.5 เปอร์เซ็นต์ ผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่รสมะนาววิตามินซีสูงที่พัฒนาได้ประกอบด้วย เจลาติน น้ำ ซูโครส กลูโคสไซรัป น้ำมะนาว วิตามินซีและกลีเซอรีน คิดเป็นร้อยละ 6.0, 29.7, 30.2, 3.5, 0.2 และ 0.15 ตามลำดับ โดยกัมมีเยลลี่รสมะนาววิตามินซีสูงมีปริมาณวิตามินซี 249.1 มิลลิกรัม / 100 กรัม มีค่า hardness 20.26 , ค่า cohesiveness 0.77 , ค่า springiness 5.35 mm, ค่า chewiness 63.45 Nmm, ค่าสี L* a* และ b* เท่ากับ 26.10,-0.23 และ 1.93 ตามลำดับ และมีจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 250 CFU/g ปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 10 CFU/g จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคพบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก

Demars and Ziegler (1996) ได้ศึกษาเนื้อสัมผัสและโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาดที่ทำ จากเจลาตินและเพคตินชนิด High Methoxyl Pectin (HM) โดยใช้เจลาติน 3, 4.5 และ 6 เปอร์เซ็นต์ และใช้เพคติน 0-1.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่า การเติมเพคตินจะไปลดความเครียด (strain) ที่รอยแตกของเจล และความเค้นของเจล (stress) จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของเจลาตินและเพคติน ความเข้มข้นของเพคตินสูงจะเพิ่มความหนืด, เพิ่มอัตราการเกิดเจล และป้องกันการ

รวมตัวกันของ gelatin-rich phase ในการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสเจลของเพคตินจะมีเนื้อสัมผัสนุ่มและเปราะมากกว่าเจลาติน เจลของเจลาตินจะแน่นและเหนียวมากกว่าเจลของเพคติน

Sousa *et al.* (1997) ได้ศึกษาเนื้อสัมผัสของเยลลี่น้ำองุ่นที่มีแคลอรีต่ำ โดยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าเยลลี่ที่ดีที่สุดคือเยลลี่น้ำองุ่นที่ทำจากเพคตินชนิด Low Methoxyl Pectin (LM) ซึ่งประกอบด้วยซูโครส 38 เปอร์เซ็นต์ เพคติน 1.2 เปอร์เซ็นต์ และใช้อุณหภูมิ 69 องศาเซลเซียส โดยในการวัดคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสจะใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัสรุ่น TAX-T2 วัดโดยวิธี Texture Profile Analysis (TPA) ใช้หัวกดทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 25.4 มิลลิเมตร กดเป็นระยะทางลึก 4 มิลลิเมตร โดยใช้อัตราเร็ว 2 มิลลิเมตรต่อวินาที ซึ่งจะได้ค่าความแข็งเท่ากับ 0.099 กิโลกรัม และค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกันเท่ากับ 0.340

Uddin and Khanom (1992) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการเตรียมเยลลี่จากผลไม้ชนิดเดียวและผลไม้ผสมระหว่างขนุน สับปะรด และฝรั่ง โดยนำผลไม้ที่สกัดได้จะวิเคราะห์ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณกรด pH และปริมาณวิตามินซี ส่วนเยลลี่จะทำ การวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบทางเคมี ปริมาณวิตามินซี และการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยจะพบว่าเยลลี่ที่เตรียมจากฝรั่งเพียงชนิดเดียว และเยลลี่ที่เตรียมจากผลไม้ผสมระหว่างฝรั่งและสับปะรดในอัตราส่วน 25:75, 50:50 และ 33:67 เป็นเยลลี่ที่มีคุณภาพดี

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วัตถุดิบ

1. มะขาม พันธุ์ศรีชมพู
2. เจลาติน 250 bloom จากบริษัทยูโร-ไทย อะโรมาติกส์ จำกัด
3. น้ำตาลทรายขาว ตรา มิตรผล
4. กลูโคสไซรัป 42 DE บริษัท นครหลวงกลูโคส จำกัด
5. กรดซิตริก
6. น้ำ

สารเคมี

- Sodium hydroxide (NaOH) AR Grade บริษัท ศึกษาภัณฑ์พาณิชย์
- phenolphthalein บริษัท ศึกษาภัณฑ์พาณิชย์

อุปกรณ์การผลิตกัมมี่เยลลี่

- อุปกรณ์เครื่องครัว
- เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท อุณหภูมิ 0-200 องศาเซลเซียส
- เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Hand Refractometer) ยี่ห้อ ATAGO
- เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง บริษัท SARTORIUS

อุปกรณ์การวิเคราะห์คุณภาพ

1. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

- สมุดเทียบสี (The Munsell Book of Color)
- เครื่องวัด water activity ยี่ห้อ Novasina รุ่น MLK
- เครื่องวัดความหนืด ยี่ห้อ Mettler Toledo

2. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- อุปกรณ์เครื่องแก้วในการวิเคราะห์ปริมาณกรด
- เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง บริษัท SARTORIOUS
- เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)
- ตู้อบ (hot air oven) บริษัท MEMERT
- เตาไฟฟ้า (hot plate) บริษัท JENWAY

3. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

- อุปกรณ์ทดสอบ
- แบบทดสอบ

วิธีการทดลอง

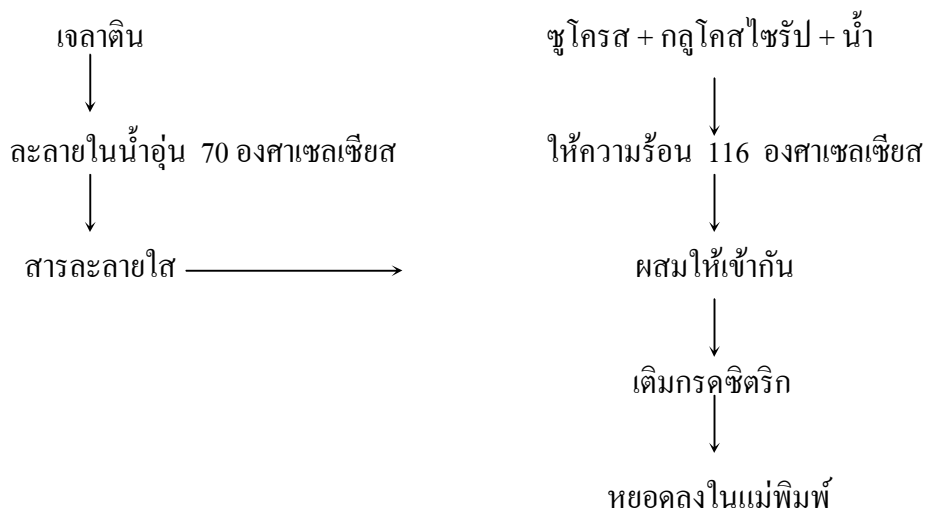
1. ศึกษาผลของปริมาณเจลาติน อัตราส่วนของซูโครส / กลูโคสไซรัปและปริมาณกรดซิตริกต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่

สูตรพื้นฐานที่ใช้ในการผลิตกัมมีเยลลี่ (Garcia,2000) ดังแสดงในตารางที่ 5 กรรมวิธีการผลิต ดังแสดงในภาพที่ 2

ตารางที่ 5 สูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่

ส่วนผสม	ร้อยละ
เจลาติน 250 บลูม	8.00
น้ำอุ่น	18.00
น้ำตาลทราย	33.00
กลูโคสไซรัป 42 DE	31.50
น้ำเย็น	6.50
สารละลายกรดซิตริก 50%	3.00

(ที่มา: Garcia,2000)



ภาพที่ 2 กรรมวิธีการผลิตกัมมี่เยลลี่

ทำการวางแผนการทดลองแบบ Central Composite Design (Hu, 1999) โดยมีปัจจัยที่ทำการศึกษา 3 ปัจจัย 5 ระดับ (-1.525, -1, 0, 1, 1.525) ดังนี้ คือ ปริมาณเจลาติน เท่ากับ 3.95, 5, 7, 9 และ 10.05 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก อัตราส่วนของซูโครส/กลูโคสไซรัป เท่ากับ 0.24/1, 0.5/1, 1/1, 1.5/1 และ 1.76/1 (ปริมาณซูโครส/กลูโคสไซรัปในแต่ละสิ่งทดลองเท่ากับ 60 เปอร์เซ็นต์ โดยอัตราส่วนของซูโครส/กลูโคสไซรัป 0.5/1 หมายความว่า ซูโครส 20 เปอร์เซ็นต์ ต่อ กลูโคสไซรัป 40 เปอร์เซ็นต์) และปริมาณสารละลายกรดซิตริก (ความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์) เท่ากับ 2.74, 3, 3.5, 4 และ 4.26 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

จากการวางแผนการทดลองแบบ Central Composite Design มีการทำซ้ำที่จุดศูนย์กลาง 6 ครั้ง ทำให้สามารถจัดสิ่งทดลองได้ทั้งหมด 20 สิ่งทดลอง ดังตารางที่ 6 โดยในแต่ละสิ่งทดลองจะสุ่มลำดับการผลิตโดยการจับฉลาก ในการผลิตผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จะปรับปริมาณน้ำส่วนที่ใช้ละลายซูโครสกับกลูโคสไซรัปเพื่อให้ปริมาณส่วนผสมในสูตรครบ 100 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 6 แผนการทดลองแบบ Central Composite Design

สูตร	ปัจจัย		
	เจลาติน (%)	ซูโครส/ กลูโคสไฮรัป	สายละลายกรดซิตริก เข้มข้น 50 % (%)
1	5.00	0.50	3.00
2	5.00	0.50	4.00
3	5.00	1.50	3.00
4	5.00	1.50	4.00
5	9.00	0.50	3.00
6	9.00	0.50	4.00
7	9.00	1.50	3.00
8	9.00	1.50	4.00
9	7.00	1.00	2.74
10	7.00	1.00	4.26
11	7.00	0.24	3.50
12	7.00	1.76	3.50
13	3.95	1.00	3.50
14	10.05	1.00	2.74
15	7.00	1.00	3.50
16	7.00	1.00	3.50
17	7.00	1.00	3.50
18	7.00	1.00	3.50
19	7.00	1.00	3.50
20	7.00	1.00	3.50

นำผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพ ดังต่อไปนี้

1) วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1.1 วัดค่าความหนืด (viscosity)

นำผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ก่อนที่จะนำไปหยอดในแม่พิมพ์แข็งมาวัดค่าความหนืด

1.2 วัดค่า water activity

นำผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มาวัดค่า water activity ด้วยเครื่อง water activity

1.3 วัดค่าสี

นำผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มาวัดค่าสี โดยการเทียบกับสมุดเทียบสี (The Munsell Book of Color)

2) วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

2.1 วัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (total soluble solid content)

นำผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ก่อนที่จะนำไปหยอดในแม่พิมพ์แข็งมาวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดโดยใช้เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (hand refractometer) ยี่ห้อ ATAGO รุ่น N3

2.2 วัดค่าความเป็นกรดต่าง (pH)

นำผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ก่อนที่จะนำไปหยอดในแม่พิมพ์แข็งมาวัดค่าความเป็นกรดต่างโดยใช้ pH meter โดยในการวัดจะควบคุมอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ให้มีค่าเท่ากับ 40±2 องศาเซลเซียส

2.3 วัดค่าปริมาณกรดทั้งหมด (total acid content)

นำผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มาวัดค่าปริมาณกรดในรูปของร้อยละของกรดซิตริกโดยการไตเตรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ตามวิธี AOAC (2000)

2.4 วัดค่าปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solid content)

นำผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มาวัดค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดโดยวิธีการทำแห้งตามวิธี AOAC (2000)

3) คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.1 การทดสอบคะแนนความชอบ (hedonic scaling)

นำผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มาวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ hedonic scaling (1-9 คะแนน) (Meilgaard *et al.*, 1999) ในคุณลักษณะ สี กลิ่น ความยืดหยุ่น ความยากง่ายในการเคี้ยวและความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะขาม

เมื่อได้สูตรที่เหมาะสมจากการทดลองที่ 1 ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะขาม โดยทำการเปรียบเทียบความเข้มข้นของน้ำมะขามที่ผสมลงในสิ่งทดลองที่ 1 ,2 และ 3 ที่ระดับความเข้มข้น 10 % w/v , 20 % w/v และ 30 % w/v ตามลำดับ จากนั้นศึกษาคุณภาพทางกายภาพเคมีและการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะขาม

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลของปริมาณเจลาติน อัตราส่วนของซูโครส/กลูโคสไשרป์ และปริมาณกรดซิตริก ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่

จากการศึกษาผลของปริมาณเจลาติน อัตราส่วนของซูโครส/กลูโคสไשרป์ และปริมาณกรดซิตริกต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่ โดยวางแผนการทดลองแบบ Central Composite Design (CCD) ทำการศึกษาที่เจลาติน 5 ระดับ คือ 3.95, 5, 7, 9 และ 10.05 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนของซูโครส/กลูโคสไשרป์ 5 ระดับ คือ 0.24/1, 0.5/1, 1/1, 1.5/1 และ 1.76/1 และสารละลายกรดซิตริกเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ 5 ระดับ คือ 2.74, 3, 3.5, 4 และ 4.26 เปอร์เซ็นต์ นำผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่ที่ได้ไปวัดค่าคุณภาพทางเคมี กายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่าผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มีคุณภาพในแต่ละด้าน ดังต่อไปนี้

1. คุณภาพทางกายภาพ

จากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่ พบว่า ปริมาณเจลาติน อัตราส่วนของซูโครส/กลูโคสไשרป์ และกรดซิตริก มีผลต่อความหนืด ค่า water activity ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยการเพิ่มของปริมาณเจลาติน และอัตราส่วนของซูโครส/กลูโคสไשרป์ มีผลทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้น แต่ค่า water activity ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่ลดลง ส่วนการเพิ่มปริมาณกรดซิตริกทำให้ความหนืดลดลง แต่ค่า water activity ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่เพิ่มขึ้น ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าความหนืดและค่า water activity ของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่

สูตร	ปัจจัย			ความหนืด (cP)	water activity
	เจลาติน (%)	ซูโครส/ กลูโคสไซรัป	สารละลายกรดซิตริก เข้มข้น 50 % (%)		
1	5.00	0.50	3.00	392.62 (0.97) ^c	0.726(0.001) ^e
2	5.00	0.50	4.00	366.92 (1.19) ^d	0.734(0.002) ^f
3	5.00	1.50	3.00	304.24 (0.68) ^c	0.734(0.001) ^f
4	5.00	1.50	4.00	267.75 (1.99) ^b	0.734(0.002) ^f
5	9.00	0.50	3.00	878.28 (2.85) ^p	0.696(0.002) ^b
6	9.00	0.50	4.00	858.56 (1.34) ^o	0.701(0.001) ^c
7	9.00	1.50	3.00	801.07 (3.56) ⁿ	0.714(0.001) ^d
8	9.00	1.50	4.00	776.75 (1.43) ^m	0.718(0.002) ^d
9	7.00	1.00	2.74	552.91 (3.39) ^k	0.714(0.002) ^d
10	7.00	1.00	4.26	463.18 (2.16) ^g	0.731(0.002) ^f
11	7.00	0.24	3.50	494.23 (2.57) ^h	0.726(0.001) ^e
12	7.00	1.76	3.50	451.84 (1.90) ^f	0.734(0.002) ^f
13	3.95	1.00	3.50	242.97 (2.37) ^a	0.806(0.005) ^h
14	10.05	1.00	2.74	932.88 (2.79) ^l	0.675(0.004) ^a
15	7.00	1.00	3.50	514.95 (1.89) ^l	0.723(0.002) ^e
16	7.00	1.00	3.50	514.03 (1.50) ^l	0.726(0.002) ^f
17	7.00	1.00	3.50	515.39 (1.08) ^l	0.723(0.002) ^e
18	7.00	1.00	3.50	514.40 (1.64) ^l	0.723(0.003) ^e
19	7.00	1.00	3.50	505.43 (2.74) ^l	0.726(0.005) ^e
20	7.00	1.00	3.50	514.00 (2.00) ^l	0.724(0.001) ^e

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ

ความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตัวเลขในวงเล็บ หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล

2. คุณภาพทางเคมี

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีโดยการวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และปริมาณของแข็งทั้งหมดของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ทั้ง 20 สูตร พบว่า ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ทั้ง 20 สูตร มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดขณะหยอดลงในแม่พิมพ์ ประมาณ 72-75 °Brix และหลังจากผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่เซตตัวแล้ว จะมีปริมาณของแข็งทั้งหมดประมาณ 78-82 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 8 จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่สูตรที่มีอัตราส่วนของซูโครส/กลูโคส ไซรัปต่ำ หรือ มีกลูโคส ไซรัปในปริมาณมากจะมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูงกว่าสูตรที่มีอัตราส่วนของซูโครส/กลูโคส ไซรัปสูงกว่า Jackson (2000) กล่าวว่า ผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาดจะต้องมีปริมาณของแข็งทั้งหมดไม่ต่ำกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะสามารถป้องกันการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ได้

จากการวัดค่าความเป็นกรดค่า (pH) และค่าปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดซิตริกของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ พบว่าผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มีค่า pH อยู่ระหว่าง 2.6-3.3 และปริมาณกรดทั้งหมดอยู่ระหว่าง 1.7-2.5 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับปริมาณกรดที่ใช้ โดยกรดนอกจากจะช่วยในเรื่องของกลิ่นรสแล้ว ยังมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้วย กรดจะมีผลต่อการเกิดเจล และการเกิดอินเวอร์ชันของซูโครสในระหว่างกรรมวิธีการผลิต (สิ่วพร, 2535) Pye (1997) กล่าวว่า ถ้าค่า pH ต่ำกว่า 4 จะมีผลต่อความแข็งแรงของเจลเจลาติน ซึ่งจากตารางที่ 9 จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ทั้ง 20 สูตร มีค่า pH ต่ำกว่า 4

ตารางที่ 8 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (total soluble solid content) และปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solid content) ของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่

สูตร	ปัจจัย			ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด °Brix	ปริมาณของแข็งทั้งหมด (%)
	เจลาติน (%)	ซูโครส/ กลูโคสไซรัป	สารละลายกรดซิตริก เข้มข้น 50 % (%)		
1	5.00	0.50	3.00	73.7 ^{hi}	79.18 (0.03) ^c
2	5.00	0.50	4.00	73.6 ^{fighi}	79.30 (0.08) ^d
3	5.00	1.50	3.00	72.7 ^d	78.70 (0.02) ^b
4	5.00	1.50	4.00	72.3 ^b	78.65 (0.02) ^b
5	9.00	0.50	3.00	74.7 ^k	80.46 (0.01) ^j
6	9.00	0.50	4.00	74.5 ^j	80.16 (0.03) ^h
7	9.00	1.50	3.00	73.2 ^c	80.02 (0.03) ^g
8	9.00	1.50	4.00	73.2 ^c	80.03(0.02) ^g
9	7.00	1.00	2.74	73.8 ⁱ	79.63 (0.02) ^f
10	7.00	1.00	4.26	73.2 ^e	79.55 (0.03) ^e
11	7.00	0.24	3.50	75.1 ^l	80.39(0.03) ⁱ
12	7.00	1.76	3.50	72.5 ^c	79.02(0.02) ^c
13	3.95	1.00	3.50	72.1 ^a	78.34(0.03) ^a
14	10.05	1.00	2.74	74.1 ^j	81.82(0.03) ^k
15	7.00	1.00	3.50	73.5 ^{fg}	79.51(0.04) ^e
16	7.00	1.00	3.50	73.7 ^{gh}	79.53 (0.03) ^e
17	7.00	1.00	3.50	73.5 ^{fg}	79.55 (0.06) ^e
18	7.00	1.00	3.50	73.6 ^{figh}	79.51(0.06) ^e
19	7.00	1.00	3.50	73.4 ^f	79.50(0.05) ^e
20	7.00	1.00	3.50	73.5 ^f	79.54(0.07) ^e

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ

ความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตัวเลขในวงเล็บ หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล

ตารางที่ 9 ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) และค่าปริมาณกรดซิตริกของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่

สูตร	ปัจจัย			ความเป็นกรดต่าง (pH)	ปริมาณกรด (%)
	เจลาติน (%)	ซูโครส/กลูโคสไฮรัป	สารละลายกรดซิตริกเข้มข้น 50 % (%)		
1	5.00	0.50	3.00	2.9 ^c	2.06 (0.04) ^c
2	5.00	0.50	4.00	2.6 ^a	2.34 (0.04) ^c
3	5.00	1.50	3.00	3.0 ^f	1.92 (0.04) ^b
4	5.00	1.50	4.00	2.6 ^a	2.42 (0.04) ^f
5	9.00	0.50	3.00	3.0 ^f	1.89 (0.05) ^b
6	9.00	0.50	4.00	2.6 ^a	2.45 (0.05) ^f
7	9.00	1.50	3.00	3.1 ^g	1.94 (0.03) ^b
8	9.00	1.50	4.00	2.7 ^b	2.34 (0.03) ^c
9	7.00	1.00	2.74	3.3 ^h	1.72 (0.04) ^a
10	7.00	1.00	4.26	2.6 ^a	2.55 (0.03) ^g
11	7.00	0.24	3.50	2.7 ^b	2.16 (0.02) ^d
12	7.00	1.76	3.50	2.9 ^c	2.16 (0.01) ^d
13	3.95	1.00	3.50	2.6 ^a	2.17 (0.02) ^d
14	10.05	1.00	2.74	2.9 ^c	2.09 (0.01) ^c
15	7.00	1.00	3.50	2.8 ^d	2.17 (0.02) ^d
16	7.00	1.00	3.50	2.8 ^d	2.16 (0.01) ^d
17	7.00	1.00	3.50	2.8 ^d	2.16 (0.02) ^d
18	7.00	1.00	3.50	2.8 ^d	2.16 (0.03) ^d
19	7.00	1.00	3.50	2.8 ^d	2.15 (0.01) ^d
20	7.00	1.00	3.50	2.8 ^d	2.15 (0.02) ^d

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ตัวเลขในวงเล็บ หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล

3.คุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความเข้ม โดยใช้สเกล 15 เซนติเมตร และใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 10 คน โดยกำหนดปัจจัยคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส ซึ่งได้แก่ ความแข็ง ความยืดหยุ่น ความยากง่ายในการเคี้ยว พบว่าปริมาณเจลาติน อัตราส่วนของซูโครส/กลูโคส/ไซรัป และกรดซิตริกมีผลต่อคะแนนความเข้มของผลิตภัณฑ์ที่มีเยลลี่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังตารางที่ 10 สูตรที่ 13 มีลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ไม่เหมาะในการนำมาพัฒนาสูตร เนื่องจากให้ลักษณะเจลที่อ่อนนุ่มมากเกินไป และจากผลคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสที่ได้พอสรุปสูตรที่เหมาะสมในการใช้เป็นสูตรมาตรฐานในการผลิตกัมมีเยลลี่มะขาม คือ สูตรที่ 14 ซึ่งมีปริมาณเจลาติน อัตราส่วนของซูโครส/กลูโคส/ไซรัป และกรดซิตริก เท่ากับ 10.05 , 1.00 และ 2.74 ตามลำดับ

ตารางที่ 10 ค่าคะแนนความชื้นด้านความแข็ง ความยืดหยุ่น และความยากง่ายในการเคี้ยวของ
ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ค่าคะแนนความชื้นด้านความแข็ง ความยืดหยุ่น และความยากง่ายในการเคี้ยว
ของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่

สูตร	ปัจจัย			คะแนนความชื้น (cm)		
	เจลาติน (%)	ซูโครส/ กลูโคสไซรัป	สารละลายกรดซิตริก เข้มข้น 50 % (%)	ค่าความแข็ง	ค่าความยืดหยุ่น	ค่าความยาก ง่ายในการเคี้ยว
1	5.00	0.50	3.00	5.10(1.45) ^d	7.00(2.31) ^b	5.00(1.02) ^c
2	5.00	0.50	4.00	4.59(1.64) ^a	7.50(2.14) ^f	4.35(1.87) ^c
3	5.00	1.50	3.00	5.21(1.47) ^e	7.90(0.78) ^j	4.10(1.88) ^a
4	5.00	1.50	4.00	4.78(2.13) ^c	6.50(1.78) ^a	4.50(2.45) ^d
5	9.00	0.50	3.00	7.50(1.23) ^l	8.20(2.05) ^k	7.12(1.40) ^l
6	9.00	0.50	4.00	7.35(0.93) ^j	7.90(0.56) ^j	7.45(0.45) ^o
7	9.00	1.50	3.00	7.22(1.05) ^h	8.40(1.29) ⁿ	7.15(1.16) ^m
8	9.00	1.50	4.00	7.26(0.87) ^{hi}	8.71(0.65) ^q	6.95(1.09) ^k
9	7.00	1.00	2.74	7.48(1.62) ^k	8.35(1.32) ^m	7.42(2.15) ⁿ
10	7.00	1.00	4.26	6.53(1.15) ^f	8.87(1.68) ^r	6.25(1.33) ⁱ
11	7.00	0.24	3.50	7.22(1.21) ^h	8.51(1.77) ^o	7.15(1.38) ^m
12	7.00	1.76	3.50	4.37(2.45) ^a	8.25(0.67) ^l	4.29(2.34) ^b
13	3.95	1.00	3.50	-	-	-
14	10.05	1.00	2.74	8.42(0.55) ^r	8.63(1.89) ^p	8.49(1.43) ^p
15	7.00	1.00	3.50	7.15(0.71) ^g	7.45(1.45) ^e	5.42(1.45) ^f
16	7.00	1.00	3.50	7.89(0.98) ^p	7.52 (1.56) ^g	6.52(1.08) ^j
17	7.00	1.00	3.50	7.24(0.84) ^{hi}	7.79(1.19) ^h	5.79(1.12) ^g
18	7.00	1.00	3.50	7.16 (0.78) ^g	7.31(1.34) ^c	6.10(1.17) ^h
19	7.00	1.00	3.50	7.64(0.94) ^o	7.87(1.32) ⁱ	5.42(1.02) ^f
20	7.00	1.00	3.50	7.52(0.59) ^m	7.45(1.98) ^e	5.78(1.23) ^g

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ

ความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตัวเลขในวงเล็บ หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล

การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มะขาม

จากการทดลองได้นำเอาสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่ที่เหมาะสมที่สุด คือ สูตรที่ 14 ซึ่งมีอัตราส่วนของเจลาติน ร้อยละ 10.05 อัตราส่วนของซูโครส/กลูโคสไซรัป เท่ากับ 1 และสารละลายกรดซิตริก เข้มข้น 50 % ร้อยละ 2.74 และทำการเปรียบเทียบความเข้มข้นของน้ำมะขามที่ผสมลงในสิ่งทดลองที่ 1, 2 และ 3 ที่ระดับความเข้มข้น 10 % w/v, 20 % w/v และ 30 % w/v ตามลำดับ จากนั้นทำการศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มะขาม ได้ผลการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 14 และผลการทดลองการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสดังแสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 11 ผลของคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มะขาม

สิ่งทดลอง	คุณภาพของสี	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (°Brix)	ความเป็นกรดต่าง (pH)	ปริมาณกรด (%)
ชุดควบคุม	2.5Y 8/8	74.0 ^a	3.0 ^a	2.32(0.03) ^a
สิ่งทดลองที่ 1	2.5Y 7/8	74.3 ^b	2.9 ^b	2.53(0.02) ^b
สิ่งทดลองที่ 2	2.5Y 6/8	74.5 ^c	2.7 ^c	2.72(0.04) ^c
สิ่งทดลองที่ 3	2.5Y 5/8	74.7 ^d	2.6 ^d	2.91(0.05) ^d

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่แตกต่างทางสถิติที่ระดับ

ความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตัวเลขในวงเล็บ หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าเมื่อความเข้มข้นของน้ำมะขามเพิ่มขึ้นจะมีผลต่อคุณภาพสีของกัมมีเยลลี่มะขาม คือ สีที่ได้จะมีความเข้มมากขึ้น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (°Brix) และปริมาณกรดมีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนความเป็นกรดต่าง (pH) มีค่าลดลง

ตารางที่ 12 ผลการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มะขาม

สิ่งทดลอง	สี	กลิ่น	ความยืดหยุ่น	ความยากง่าย ในการเคี้ยว	ความชอบ โดยรวม
ชุดควบคุม	5.17(0.87) ^a	5.07(1.01) ^a	6.67(1.47) ^b	5.93(0.91) ^b	5.17(1.04) ^a
สิ่งทดลองที่ 1	6.00(1.31) ^b	5.67(1.09) ^b	6.30(1.34) ^b	5.83(1.02) ^b	5.97(0.76) ^b
สิ่งทดลองที่ 2	6.93(1.36) ^c	6.07(1.01) ^{bc}	6.17 (1.42) ^b	5.70(1.24) ^b	6.33(1.18) ^b
สิ่งทดลองที่ 3	5.10(1.21) ^a	6.60(1.19) ^c	5.40(1.19) ^a	5.17(0.91) ^a	5.23(1.02) ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่แตกต่างทางสถิติที่ระดับ

ความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตัวเลขในวงเล็บ หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มะขามจากผู้ทดสอบทั้งหมด 30 คน พบว่าสิ่งทดลองที่ 2 ความเข้มข้นของน้ำมะขาม 20% w/v เป็นสูตรที่ได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด เนื่องจากเป็นสูตรที่มีลักษณะของสีที่ไม่เข้มมากเกินไป ความยืดหยุ่นและความยากง่ายในการเคี้ยว ปานกลาง และมีกลิ่นของมะขาม

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สำหรับการสรุป และข้อเสนอแนะ ผู้วิจัยขอนำเสนอข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. สรุป

1.1 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของปริมาณเจลาติน อัตราส่วนของซูโครส / กลูโคส ไซรัป และ ปริมาณกรดซิตริกต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่
2. เพื่อศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะขาม
3. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัส

1.2 ผลการวิจัย

1. จากการศึกษาผลของปริมาณเจลาติน อัตราส่วนของซูโครส / กลูโคส ไซรัป และ ปริมาณกรดซิตริกต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ พบว่า ปริมาณเจลาติน อัตราส่วนของซูโครส/กลูโคส ไซรัป และกรดซิตริก มีผลต่อความหนืด ค่า water activity ของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยการเพิ่มของปริมาณเจลาตินและอัตราส่วนของซูโครส/กลูโคส ไซรัป มีผลทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้น แต่ค่า water activity ของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ลดลง ส่วนการเพิ่มปริมาณกรดซิตริกทำให้ความหนืดลดลง แต่ค่า water activity ของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่เพิ่มขึ้น

2. จากการทดลองได้นำเอาสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ที่เหมาะสมที่สุด คือ สูตรที่ 14 ซึ่ง มีอัตราส่วนของเจลาติน ร้อยละ 10.05 อัตราส่วนของซูโครส/กลูโคส ไซรัป เท่ากับ 1 และ สารละลายกรดซิตริก เข้มข้น 50 % ร้อยละ 2.74 และทำการเปรียบเทียบความเข้มข้นของน้ำมะขามที่ผสมลงในสิ่งทดลองที่ 1 ,2 และ 3 ที่ระดับความเข้มข้น 10 % w/v , 20 % w/v และ 30 % w/v ตามลำดับ ทำการศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะขาม พบว่าเมื่อความเข้มข้นของน้ำมะขามเพิ่มขึ้นจะมีผลต่อคุณภาพสีของกัมมี่เยลลี่มะขาม คือ สีที่ได้จะมีความเข้มมากขึ้น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ($^{\circ}\text{Brix}$) และปริมาณกรดมีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนความเป็นกรดต่าง (pH) มีค่าลดลง

3. จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มะขามจากผู้ทดสอบทั้งหมด 30 คน พบว่าสิ่งทดลองที่ 2 ความเข้มข้นของน้ำมะขาม 20% w/v เป็นสูตรที่ได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด เนื่องจากเป็นสูตรที่มีลักษณะของสีที่ไม่เข้มมากจนเกินไป ความยืดหยุ่นและความง่ายในการเคี้ยว ปานกลาง และมีกลิ่นของมะขาม

2. ข้อเสนอแนะ

ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มะขาม มีข้อเสนอแนะดังนี้ คือ

1. ในการทดลองเมื่อทำการเก็บผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มะขาม ทำการบรรจุในถุงพลาสติก PP ปิดสนิท ซึ่งเมื่อทำการเก็บรักษาไปในระยะหนึ่งจะพบกับปัญหาเกี่ยวกับความชื้นของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มะขาม ซึ่งจะทำให้อายุการเก็บรักษาลดลง ดังนั้นควรทำการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์กัมมีเยลลี่มะขาม

2. จากการทดลองนี้สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่ผลไม้ชนิดอื่นๆ ที่มีรสชาติเปรี้ยวและมีสีที่สวยงาม เช่น เสาวรส ลูกหม่อน มะม่วง เป็นต้น

บรรณานุกรม

- จิรพรรณ กุลดิลก, อุดม เกิดไพบูลย์, ไชแสง รักรานิช, วรรณัทธ์ กิตติอัมพานนท์, สมชาย เทพทานา และสันติภาพ จันดาแสง.(2522).รายงานผลการวิจัย เรื่อง อุตสาหกรรมและการพัฒนาเศรษฐกิจของท้องถิ่น: กรณีอุตสาหกรรมผักและผลไม้กระป๋อง.ภาควิชา เศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พจน์ อุปโกชน.(2546).การพัฒนาเจลลี่เจลาตินผสมชาเขียว . วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศิมาภรณ์ มีแสง. (2546). การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่สมะนาววิตามินซีสูง. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศิวพร ศิวเวช. (2535). วัตถุดิบอาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.
- สุวรรณ สุภิมาศ. (2543). เทคโนโลยีการผลิตลูกกวาดและช็อกโกแลต. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- อุไรรัช บุรณะคงคาคี. (2538). ผลของ pH ความเข้มข้นและชนิดน้ำตาลต่อความแข็งแรงของเจลเพกตินชนิดเมทอกซีสูง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- AOAC. (2000). **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists. Gaithersburg, Md.
- Borchard, W. and M. Lechtenfeld. (2001). Time dependent properties of thermoreversible gels. **Mat Res Innovat** 4: 381-387.
- Brisson, S. (1994). The finishing of cast starch items. **The Manufacturing Confectioner** 74(10): 81-85.
- Cooley, J. (1993). Quality jelly candy: a synergy of art and science. **The Manufacturing Confectioner** 73(11): 69-76.
- Demars, L.L. and G. Ziegler. (1996). Texture and structure of gelatin / HM pectin-based gummy confections. **IFT Annual Meeting: Book of Abstracts**, p.114.
- Garcia, T. (2000). Analysis of gelatin-based confections. **The Manufacturing Confectioner** 80(6): 93-101.

- Glicksman, M. (1969). **Gum Technology in Food Industry**. Academic Press, New York.
- Lees, R. and E.B. Jackson. (1973). **Sugar Confectionery and Chocolate Manufacture**. Leonard Hill Books, New York.
- Meilgaard, M., C.V. Civille and B.T. Carr. (1999). **Sensory Evaluation Techniques**. 3rd ed. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida.
- 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.
- Pyrz, J.E. (1994). The starch moulding process. **The Manufacturing Confectioner** 74(10): 75-80.
- Sousa, I.M.N., E.C. Matias and O. Laureano. (1997). The texture of low calorie grape juice jelly. **Z Lebensm Unters Forsch A**. 205: 140-142.
- Steels, G. (1992). Advances in starch and starchless confectionery moulding. **The Manufacturing Confectioner** 72(5): 69-78.
- Uddin, M.B. and S.A.A. Khanom. (1992). Comparative studies on single and mixed-fruit jelly preparation. **Bangladesh-Journal-of-Nutrition Bangladesh** 5(2): 21-26.
- Winton, A.L. and K.B. Winton. (1949). **The Structure and Composition of Foods**. vol. 3. 2nd ed. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Woo, A. (1998). Use of organic acids in confectionery. **The Manufacturing Confectioner** 78(8): 63-70.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด

การเตรียมสารเคมี

1. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 N
ชั่งน้ำหนัก NaOH 4 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร
2. สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน
ละลายฟีนอล์ฟทาลีน 1 กรัม ในสารละลายเอทิลแอลกอฮอล์ 100 มิลลิลิตร

วิธีการ

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ประมาณ 3 กรัม ใช้กรรไกรตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร นำไปให้ความร้อนบน hot plate (ควบคุมอุณหภูมิประมาณ 40 องศาเซลเซียส) จนกระทั่งผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ละลายหมด ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง หยดสารละลายฟีนอล์ฟทาลีน 2-3 หยด
2. ไตเตรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 N จนกระทั่งได้สารละลายสีชมพู

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณกรด (\%)} = \frac{\text{ปริมาตรของสารละลาย NaOH} \times \text{ความเข้มข้นของสารละลาย NaOH (N)} \times \text{มวลโมเลกุลของกรดชนิดที่ 1}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง} \times 1000}$$

การวิเคราะห์ปริมาณความเป็นกรดต่าง (pH)

ชั่งตัวอย่างกัมมี่เยลลี่ 10 g ละลายด้วยน้ำกลั่น 50 ml วัดค่าความเป็นกรด-ต่าง ด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด-ต่าง (pH meter)

การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total Solid Content) (AOAC, 2000)

วิธีการ

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 2-5 g ใส่ลงใน moisture can ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน
2. นำ ไปอบในเครื่องทำแห้งแบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 60 °C ความดัน 50 mmHg
3. นำ ออกมาชั่งน้ำหนัก จนกระทั่งน้ำหนักตัวอย่างคงที่

$$\text{ปริมาณของแข็งทั้งหมด (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \times 100$$

ภาคผนวก ข

แบบสอบถาม

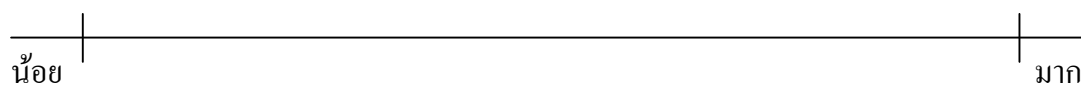
**แบบสอบถามการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยการให้คะแนนความเข้ม
ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่**

ใบรายงานผลการทดลอง

ชื่อผู้ทดสอบ..... วันที่.....

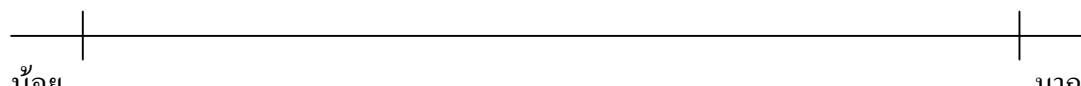
ตัวอย่าง ผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างแล้วให้คะแนนความเข้มในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์โดย
ทำเครื่องหมาย “ | ” บนสเกลคะแนนที่กำหนดให้ต่อไปนี้



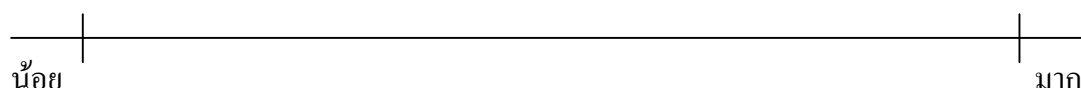
 น้อย มาก

 ค่าความแข็ง



 น้อย มาก

 ค่าความยืดหยุ่น



 น้อย มาก

 ความยากง่ายในการเคี้ยว

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสวิธีการให้คะแนนความชอบ

ชื่อผลิตภัณฑ์ : กัมมี่เยลลี่มะขาม

ชื่อผู้ทดสอบ..... วันที่.....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างตามลำดับและให้คะแนนความชอบตามความรู้สึกของท่านดังนี้

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

รหัสตัวอย่าง	.....	.....	.....	.....
สี	.....	.....	.....	.....
กลิ่น	.....	.....	.....	.....
ความง่ายในการเคี้ยว	.....	.....	.....	.....
ความยืดหยุ่น	.....	.....	.....	.....
ความชอบโดยรวม	.....	.....	.....	.....

หมายเหตุ กรุณาชิมน้ำก่อนและหลังจากการชิมตัวอย่างทุกครั้ง

ข้อเสนอแนะ.....

ภาคผนวก ค
การคำนวณต้นทุนการผลิตกัมมี่เยลลี่มะขาม

การคำนวณต้นทุนการผลิตกัมมี่เยลลี่มะขาม

ในการผลิตกัมมี่เยลลี่มะขาม 20 ชิ้น น้ำหนักประมาณ 5 กรัม จากส่วนผสมทั้งหมด 100 กรัม ประกอบด้วย เจลาติน 10.05 กรัม กลูโคสไซรัป 30.02 กรัม น้ำตาลทราย 30.02 กรัม น้ำมะขาม 26.81 กรัม กรดซิตริก 1.37 กรัม

การคำนวณต้นทุนทั้งหมด โดยใช้สูตรการคำนวณของจิรพรรณ กุลดิลกและคณะ (2522) ดังนี้

$$\text{ต้นทุนรวม} = \text{ต้นทุนวัตถุดิบ} + \text{ต้นทุนแรงงาน} + \text{ต้นทุนค่าใช้จ่ายอื่นๆ}$$

โดยที่

1. ต้นทุนวัตถุดิบ = $0.52 \times \text{ต้นทุนรวม}$
2. ต้นทุนแรงงาน = $0.32 \times \text{ต้นทุนรวม}$
3. ต้นทุนค่าใช้จ่ายอื่นๆ = $0.16 \times \text{ต้นทุนรวม}$

1. ต้นทุนวัตถุดิบ

การคำนวณต้นทุนรวมของวัตถุดิบทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตกัมมี่เยลลี่มะขาม 20 ชิ้น แสดงดังรายละเอียดต่อไปนี้

ตารางที่ 13 แสดงการคำนวณต้นทุนรวมของวัตถุดิบทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตกัมมี่เยลลี่มะขาม

วัตถุดิบ	ราคา(บาท/กิโลกรัม)	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)	ต้นทุนวัตถุดิบ (บาท)
เจลาติน	370.00	10.05	3.72
กลูโคสไซรัป	25.00	30.20	0.76
น้ำตาลทราย	23.00	30.20	0.69
น้ำมะขาม	30.00	20.00	0.60
กรดซิตริก	85.00	1.37	0.12
รวมต้นทุนวัตถุดิบ			5.89 บาท/20 ชิ้น 0.29 บาท/ชิ้น

2. ต้นทุนแรงงาน

$$\text{ต้นทุนแรงงาน} = 0.32 \times 0.29 = 0.09 \text{ บาท}$$

3. ต้นทุนค่าใช้จ่ายอื่นๆ

$$\text{ต้นทุนค่าใช้จ่ายอื่นๆ} = 0.16 \times 0.29 = 0.05 \text{ บาท}$$

ต้นทุนการผลิตกัมมี่เยลลี่มะขาม

$$\text{ต้นทุนรวม} = \text{ต้นทุนวัตถุดิบ} + \text{ต้นทุนแรงงาน} + \text{ต้นทุนค่าใช้จ่ายอื่นๆ}$$

$$= 0.29 + 0.09 + 0.05$$

$$= 0.43 \text{ บาท/ชิ้น}$$



ภาพที่ ผค 1 แสดงแม่พิมพ์ซิลิโคน



ภาพที่ ผค 2 ผลิตภัณฑ์กัมมี่เซลล์มะขาม