โครงการวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตอาหารจากกล้วย

เครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม

โดย ผศ.ชญาภัทร์ กี่อาริโย

และนางสาวดวงรัตน์ แซ่ตั้ง

ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วย

โดย นางเกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์

การใช้แป้งกล้วยเป็นสารให้ความคงตัวในไอศกรีมกะทิ

โดย นางสาวชมภูนุช เผื่อนพิภพ

ผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้อัดเม็ด

โดย นางสาวชมภูนุช เผื่อนพิภพ

ผลิตภัณฑ์หมูยอจากกล้วยน้ำว้า

โดย นางสาวดวงกมล ตั้งสถิตพร

กล้วยไข่เชื่อมบรรจุกระป๋องพร้อมรับประทาน

โดย นายนพพร สกุลยืนยงสุข

คำนำ

โครงการวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตอาหารจากกล้วย เป็นโครงการวิจัยที่ผู้วิจัยจากคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ ได้ดำเนินการภายใต้งบประมาณประจำปี 2554 ประเภทผลงานวิจัยเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยี ได้รับทุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ในการวิจัยได้มีการนำกล้วย อาทิเช่น กล้วยน้ำว้า กล้วยไข่ กล้วยเล็บมือนาง มาแปรรูปและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารจากกล้วย โดยการนำกล้วยน้ำว้ามาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแป้งกล้วย ผลิตภัณฑ์แปรรูปต่างๆ อาทิเช่น ขนมขบเคี้ยว ไอศกรีม เครื่องดื่ม อาหารกระป๋อง อาหารเม็ดเป็นต้น และจากผลตอบรับของผู้บริโภคและอุปโภคที่ให้ความสนใจและการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์เป็นอย่างดี ทางคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์จึงมีแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากกล้วยให้ครบวงจรอย่างต่อเนื่องและมีความหลากหลายเหมาะกับผู้บริโภคทุกเพศ ทุกวัย ทุกเชื้อชาติ เพื่อให้ตลาดผลิตภัณฑ์อาหารจากกล้วยมีมูลค่าและอัตราการขยายตัวสูงขึ้น โดยนำภูมิปัญญาและเทคโนโลยีมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรให้มีราคาและเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ ทำการต่อยอดโดยการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ในการผลิตเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มแก่สินค้าเกษตร เพื่อเพิ่มรายได้สร้างงาน สร้างเงินในชุมชน

บัดนี้การดำเนินโครงการการวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตอาหารจากกล้วย สำเร็จบรรลุผลสัมฤทธิ์แล้ว จึงขอสรุปรายงานฉบับสมบูรณ์เสนอต่อมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เพื่อเป็นข้อมูลในการดำเนินการพัฒนาการวิจัยต่อไป

คณะผู้วิจัย

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

สารบัญ

หน้า

คำนำ

โครงการวิจัยที่ 1 การใช้แป้งกล้วยเป็นสารให้ความคงตัวในไอศกรีมกะทิ

บทคัดย่อ (1)
บทที่ 1 บทนำ 2–3
บทที่ 2 ตรวจเอกสาร 4–14
บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลอง 15–19
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง 20–25
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 26–27
บรรณานุกรม 28–29
ภาคผนวก 30–48

โครงการวิจัยที่ 2 ผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้อัดเม็ด

บทที่ 1 บทนำ 49–50
บทที่ 2 ตรวจเอกสาร 51–57
บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลอง 58–63
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง 64–66
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 67
บรรณานุกรม 68–69
ภาคผนวก 70–80

โครงการวิจัยที่ 3 ผลิตภัณฑ์หมูยอจากกล้วยน้ำว้า

บทที่ 1 บทนำ 81–82
บทที่ 2 ตรวจเอกสาร 83–88
บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลอง 89–94
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง 95–101
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 102
บรรณานุกรม 103–104
ภาคผนวก 105–126

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

โครงการวิจัยที่ 4 เครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม

บทที่ 1 บทนำ 127–128

บทที่ 2 ตรวจเอกสาร 129–135

บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลอง 136–140

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง 141–147

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 148–149

บรรณานุกรม 150

ภาคผนวก 151–15

โครงการวิจัยที่ 5 ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วย

บทความ 158–159

บทคัดย่อ 160

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง 161–170

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 171

ภาคผนวก 172–175

โครงการวิจัยที่ 6 กล้วยไข่เชื่อมบรรจุกระป๋องพร้อมรับประทาน

บทที่ 1 บทนำ 176–177

บทที่ 2 ตรวจเอกสาร 178–211

บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลอง 212–215

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง 216–223

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 224

บรรณานุกรม 225

ภาคผนวก 226–245

ชื่อเรื่อง (ภาษาไทย) การใช้แป้งกล้วยเป็นสารให้ความคงตัวในไอศกรีมกะทิ

(ภาษาอังกฤษ) Banana Flour is Substance to the Stability of Coconut Milk Ice Cream

ชื่อผู้วิจัย นางสาวชมภูนุช เผื่อนพิภพ และนางสาวภาวิดา โต๊ะนาค

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

ปีงบประมาณ 2554

บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้แป้งกล้วยเป็นสารให้ความคงตัวในไอศกรีมกะทิ เนื่องจากต้องการเพิ่มมูลค่าให้กับกล้วยน้ำว้า ซึ่งเป็นผลไม้ของไทย จากการทดลองได้ทำการศึกษาปริมาณการใส่แป้งกล้วยในไอศครีมกะทิ 4 สูตร 1.5, 4, 7.5และ 9 กรัม พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับสูตรที่ 3 ซึ่งมีการเติมปริมาณแป้งกล้วยปริมาณ 7.5 กรัม จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ พบว่า ไอศกรีมมีค่าความหนืดเท่ากับ 705.43±6.16 cps , ค่าโอเวอร์รัน 47.60±0.11 %, ค่าการละลายที่เวลา 30 นาที มีค่าเท่ากับ 25.50±0.12 % ส่วนการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี พบว่า ไอศครีมมีค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 5.98±0.02 และมีค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 20.50±0.43 องศาบริกซ์ จากการวิเคราะห์คุณค่าทางด้านโภชนาการของไอศครีมกะทิแป้งกล้วย พบว่า หนึ่งหน่วยบริโภค: 1 ถ้วย (100 กรัม) คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภคโปรตีน 1.78 กรัม ไขมัน 6.06 กรัม คาร์โบไฮเดรต 18.94 กรัม ความชื้น 72.76 กรัม เถ้า 0.46 กรัม ไอศกรีมกะทิแป้งกล้วยมีอายุการเก็บ 3 วัน ในสภาวะอุณหภูมิ-20 องศาเซลเซียส โดยตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค และทำให้อาหารเน่าเสียในปริมาณที่ยอมรับได้

คำสำคัญ: ไอศกรีมกะทิ แป้งกล้วย สารให้ความคงตัว

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยนั้นเป็นประเทศที่มีอากาศค่อนข้างร้อน ดังนั้นการรับประทานของว่างที่สามารถดับร้อนคงจะหนีไม่พ้นของว่างประเภท ไอศกรีมหรือหวานเย็น แต่ของว่างที่นิยมรับประทานทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ คือ ไอศกรีม เนื่องจากไอศกรีมเป็นของว่างที่มีความหวาน เย็น และมีเนื้อสัมผัสที่ละมุนลิ้น เมื่อรับประทานไปแล้ว สามารถคลายอุณภูมิความร้อนในร่างกายได้ ปัจจุบันไอศกรีมมีมากมายหลากหลายรูปแบบ หลากหลายรสชาติ แต่รสชาติที่เป็นที่นิยมของคนไทยและเป็นเอกลักษณ์ไทย นั้นคือ ไอศกรีมกะทิ เนื่องจากมีรสชาติ และกลิ่นที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว ด้วยความหอม หวาน ของกะทิ จึงทำให้ไอศกรีมกะทิเป็นที่นิยมมาโดยตลอด

กล้วยน้ำว้า เป็นผลไม้ไทยที่ให้พลังงานสูงและยังวิตามินหลากหลายชนิด ซึ่งกล้วยน้ำว้าปริมาณ 100 กรัม จะมีพลังงาน 139 Kcal คาร์โบไฮเดรต 33.1 กรัม ฟอสฟอรัส 43 มิลลิกรัม วิตามินบี3 1.4 มิลลิกรัม วิตามินซี 11 มิลลิกรัม(กรมอนามัย,2541) ซึ่งกล้วยน้ำว้านั้นนิยมมาทำขนมหวานหลากหลายประเภท เช่น กล้วยบวชชี กล้วยตาก เป็นต้น เนื่องจากกล้วยน้ำว้ามีสรรพคุณทางยาต่างๆ เช่น เป็นยาระบาย ช่วยแก้โรคกระเพาะ แก้อาการท้องผูก เป็นต้น ดังนั้นเพื่อเพิ่มมูลค่ากล้วยน้ำว้า จึงมีการแปรรูปกล้วยน้ำว้าดิบเป็นแป้งกล้วย อีกด้วย เมื่อนำแป้งกล้วยไปทำการใส่ในผลิตภัณฑ์ของว่างต่างๆ ก็จะเป็นการเพิ่มความแปลกใหม่ให้กับผลิตภัณฑ์นั้นๆอีกด้วย

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้มีความคิดที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิ โดยนำแป้งกล้วยไปทดแทนแป้งข้าวโพดในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิ เนื่องจากพบว่าแป้งกล้วยมีคุณสมบัติในการเกิดเจลเช่นเดียวกับแป้งข้าวโพด และเป็นการลดต้นทุนให้กับไอศกรีมกะทิด้วย เนื่องจากเมืองไทยนิยมปลูกกล้วยน้ำว้าเป็นจำนวนมาก จึงทำให้ราคากล้วยน้ำว้าตกต่ำลง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นำแป้งกล้วยมาพัฒนาใส่ในไอศกรีมกะทิ เพื่อเพิ่มความหลากหลายและคุณค่าทางโภชนาการให้กับไอศกรีมกะทิ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับกล้วยน้ำว้าไทย อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาสูตรและกรรมวิธีการผลิตไอศกรีมกะทิแป้งกล้วย

1.2.2 เพื่อศึกษาปริมาณทดแทนแป้งกล้วยที่เหมาะสมในไอศกรีมกะทิแป้งกล้วยที่เหมาะสม

1.2.3 เพื่อวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และด้านประสาทสัมผัส ไอศกรีมกะทิแป้งกล้วย

1.2.4 เพื่อศึกษาอายุการเก็บของไอศกรีมกะทิแป้งกล้วย

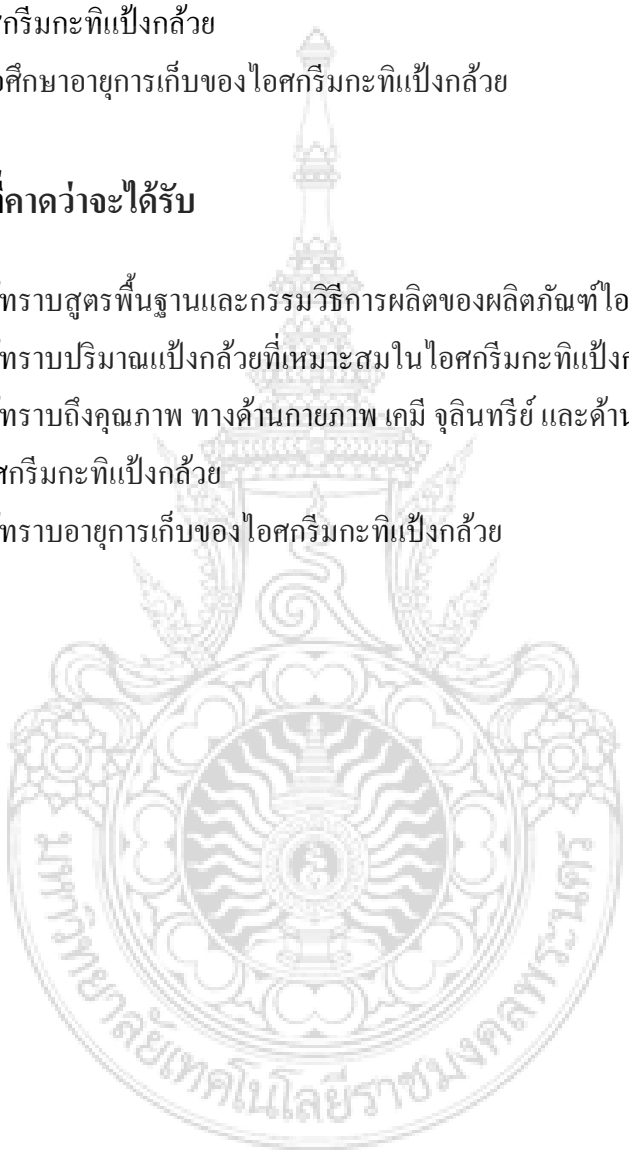
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ได้ทราบสูตรพื้นฐานและกรรมวิธีการผลิตของผลิตภัณฑ์ไอศครีมกะทิแป้งกล้วย

1.3.2 ได้ทราบปริมาณแป้งกล้วยที่เหมาะสมในไอศกรีมกะทิแป้งกล้วย

1.3.3 ได้ทราบถึงคุณภาพ ทางด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และด้านประสาทสัมผัสของ ไอศกรีมกะทิแป้งกล้วย

1.3.4 ได้ทราบอายุการเก็บของไอศกรีมกะทิแป้งกล้วย



บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 กล้วยน้ำว้า

2.1.1 ข้อมูลทางพฤกษศาสตร์

ชื่อสามัญ Cultivated banana

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Musa sapientum* Linn.

สกุล Musaceae

ชื่อท้องถิ่น กล้วยกะลิอ่อง, กล้วยมะนิอ่อง, มะลิอ่อง(เงี้ยว ภาคเหนือ)

ภาพที่ 1 แสดงลักษณะกล้วยน้ำว้า

ที่มา: http://www.itmstrade.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=5382910&Ntype=31

2.1.2 สรรพคุณและประโยชน์

กล้วยดิบมีสาร Tannin, Pectin ซึ่งมีฤทธิ์ช่วยฝาดสมานรักษาอาการท้องเดินมีสาร Sarotomin, Norepine-Phrine, Depamin, Catecholamine, Sitoin Doside. I,IV ซึ่งสามารถป้องกันการเกิดแผลในกระเพาะอาหารช่วยให้แผลปิดสนิท ส่วนในกล้วยสุกมีสาร Essential Oil และ Organic Acid อีกหลายชนิด กล้วยน้ำว้าสามารถนำมาปรุงเป็นอาหารความหวานได้หลากหลาย

2.1.3 คุณค่าทางโภชนาการกล้วยน้ำว้า

ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของกล้วยน้ำว้าในส่วนที่กินได้ 100 กรัมมีคุณค่าทางโภชนาการดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของกล้วยน้ำว้าในส่วนที่กินได้ 100 กรัม

100 กรัมน้ำหนักสัดส่วนที่กินได้	(กรัม)			(มิลลิกรัม)					
	เถ้า	ใยอาหาร	คาร์โบไฮเดรต	โปรตีน	เหล็ก	B1	B2	B3	C
กล้วยน้ำว้า	0.7	0.3	33.1	1.1	0.8	0.04	0.02	1.4	11.0

ที่มา: กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2543

2.2 แป้งกล้วยน้ำว้า

2.2.1 นิยาม

แป้งกล้วยน้ำว้า เป็นผลิตภัณฑ์จากกล้วยน้ำว้าดิบ ซึ่งมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูง โดยแป้งกล้วยน้ำว้านิยมนำมาใส่ในขนมพวก เบเกอรี่ เป็นต้น เนื่องจากแป้งกล้วยน้ำว้ามีคุณสมบัติคล้ายกับแป้งสาลี จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแปลกใหม่ และเป็นการส่งเสริมผลไม้ไทยอีกด้วย คุณค่าทางโภชนาการของแป้งกล้วยน้ำว้าในปริมาณ 100 กรัม พบว่ามี โปรตีน 2.49 กรัม ไขมัน 0.53 กรัม เส้นใย 1.00 กรัม และเถ้า 1.86 กรัม (สุดาทิพย์,2545)

2.3 ไอศกรีม

2.3.1 นิยาม

ไอศกรีมเป็นผลิตภัณฑ์ของหวานแช่แข็งชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยผลิตภัณฑ์จากนม น้ำตาล กลูโคสไซรัป สารปรุงแต่งกลิ่นรส และน้ำ อาจมีการเติมไข่ ผลิตภัณฑ์จากไข่ และสารให้ความคงตัว โดยผสมให้เข้ากัน นำส่วนผสมที่ได้ไปโฮโมจิไนซ์ เพื่อให้ส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกัน เรียกว่า ไอศกรีมมิกซ์ ผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค แล้วต้องทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็ว นำส่วนผสมที่ได้ไปบ่ม ที่อุณหภูมิ 3-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 12 ชั่วโมง เพื่อเพิ่มความหนืดให้กับไอศกรีมมิกซ์ ปรับปรุงลักษณะเนื้อของไอศกรีม และทำให้ไขมันเกาะตัว

กันดีขึ้น ส่งผลให้ไอศกรีมฟูตัวดีขณะปั่น โดยการฟูตัวของไอศกรีมจะวัดเป็นค่าโอเวอร์รัน นำส่วนผสมไปปั่นจนแข็ง ซึ่งต้องปั้นกวนไอศกรีมตลอดเวลา เพื่อเป็นการให้อากาศพร้อมกับความเย็นทำให้ไอศกรีมเกิดการฟูตัวแล้วนำไอศกรีมที่ได้ไปบรรจุ และแช่จนแข็งตัว ที่อุณหภูมิ –15 ถึง – 22 องศาเซลเซียส ประมาณ 12 ชั่วโมง(นรินทร์, 2528)

2.3.2 ไอศกรีมดัดแปลง

ไอศกรีมดัดแปลง คือ ไอศกรีมนมที่ทำขึ้นโดยใช้ไขมันชนิดอื่นแทนมันเนยทั้งหมดหรือบางส่วน หรือไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีไขมัน แต่ผลิตภัณฑ์นั้นมิใช่ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนม และต้องมีไขมันทั้งหมดไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของน้ำหนัก

2.3.3 การคำนวณส่วนผสมไอศกรีม

การคำนวณส่วนผสมไอศกรีมนั้นจะต้องกำหนดสูตรไอศกรีมที่ต้องการขึ้นมาโดยต้องกำหนดองค์ประกอบของไอศกรีม ปริมาณที่ต้องการผลิต วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต องค์ประกอบของสารอาหารในวัตถุดิบ แล้วจึงคำนวณหาน้ำหนักของส่วนผสมต่าง ๆ ในไอศกรีม

2.3.4 การเตรียมส่วนผสมไอศกรีม

เมื่อคำนวณหาน้ำหนักของส่วนผสมต่าง ๆ ที่จะใช้แล้ว นำส่วนผสมมาผสมเข้าด้วยกันในถัง ขั้นตอนการผสมนั้นจะใส่ส่วนที่เป็นของเหลวก่อน เช่น ครีม นม นมข้น น้ำเชื่อม และอื่นๆ แล้วจึงค่อย ๆ ให้ความร้อนพร้อมทั้งคนส่วนผสมไปเรื่อย ๆ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นถึง 50 องศาเซลเซียส จึงเติมวัตถุดิบแห้ง เช่น ธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนย น้ำตาล และสารให้ความคงตัว ในขั้นตอนนี้อาจเกิดปัญหาเรื่องการจับตัวเป็นก้อนของสารให้ความคงตัวสามารถแก้ไขได้โดยแบ่งน้ำและน้ำตาลที่ใช้มาเตรียมน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลร้อยละ 66-68 อัตราส่วนปริมาณน้ำเชื่อมต่อสารให้ความคงตัวคือ 11.26 กิโลกรัมต่อ 0.45 กิโลกรัม แล้วจึงเติมสารให้ความคงตัว คนให้เข้ากันภายใน 1 นาที ไม่ควรเติมสีและกลิ่นในขั้นตอนนี้ เพราะเมื่อนำส่วนผสมไปผ่านการให้ความร้อน อาจเกิดการสลายตัวได้

2.3.5 การปั่นส่วนผสม

ส่วนผสมพื้นฐานของไอศกรีม คือ ครีม นม น้ำตาล สารให้ความคงตัว และอิมัลซิไฟเออร์ ส่วนชนิดของไขมันและธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนยที่จะนำมาใช้อาจขึ้นกับต้นทุนและ

ข้อกำหนดของกฎหมาย เมื่อทำการปั่นส่วนผสมไอศกรีมด้วยเครื่องปั่นโดยใช้แรงเฉือน มีผลให้ของแข็งกระจายในส่วนผสมที่เป็นของเหลว(ภัทรา, 2540)

2.3.6 พาสเจอไรส์เซชัน (Pasteurization)

การพาสเจอไรเซชันส่วนผสมไอศกรีมมีวัตถุประสงค์เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค การพาสเจอไรซ์ที่เหมาะสมนั้นควรให้ความร้อนถึงอุณหภูมิที่กำหนดอย่างรวดเร็วและคงที่ ณ อุณหภูมินั้นตามเวลาที่กำหนด แล้วทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส(วรรณา, 2531) แต่การใช้ความร้อนมากเกินไปจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางประสาทสัมผัสจนไม่เป็นที่ยอมรับเรื่องกลิ่นรส การใช้ความร้อนที่รุนแรงจะทำให้เกิดกลิ่นหุงต้มและกลิ่นคาราเมลขึ้น(อรพิน, 2544)

2.3.7 โฮโมจีไนเซชัน (Homogenization)

การโฮโมจีไนเซชัน เป็นขบวนการที่ทำให้เม็ดไขมันแตกตัวเป็นเม็ดขนาดเล็กลง โดยเม็ดไขมันมีขนาดประมาณ 1-2 ไมครอน ซึ่งจะป้องกันการแยกชั้นของครีม ช่วยให้ไอศกรีมมีเนื้อนุ่ม และทำให้การปั่นส่วนผสมเป็นไปได้โดยง่าย รวดเร็ว ใช้เวลาบ่มส่วนผสมไม่นานนัก นอกจากนี้ยังสามารถลดปริมาณสารให้ความคงตัวที่ใช้ให้น้อยลง (วรรณา, 2531) การเพิ่มปริมาณไขมันมีผลทำให้ประสิทธิภาพการโฮโมจีไนเซชันลดลง และทำให้เม็ดไขมันมีขนาดใหญ่ขึ้น โดยทั่วไปการโฮโมจีไนเซชันแบ่งออกเป็นสองครั้ง ซึ่งมีข้อดีคือ ช่วยให้ไขมันกระจายตัวได้ดี เพราะการเกาะตัวของไขมันมีผลทำให้ความหนืดของส่วนผสมสูงขึ้น ซึ่งอาจมีผลทำให้ส่วนผสมเย็นช้าลงและทำให้การปั๊มของเครื่องโฮโมจีไนซ์เป็นไปได้ยาก เนื่องจากไอศกรีมมิกซ์ที่มีปริมาณไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่มากกว่าร้อยละ 6-10 หรือมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบอยู่สูง ความร้อนจากการพาสเจอไรเซชันจะทำให้ไขมันและโปรตีนเกิดการรวมตัวกัน จึงต้องโฮโมจีไนเซชันหลังจากการพาสเจอไรเซชัน ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้ซึ่งมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบอยู่สูง จึงทำการโฮโมจีไนเซชันหลังจากการพาสเจอไรเซชัน(ภัทรา, 2540)

2.3.8 การบ่มส่วนผสม (Aging)

การบ่มเป็นกรรมวิธีการเก็บรักษาอิมัลชันที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 2-4 องศาเซลเซียส เพื่อลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ช่วงเวลาในการบ่มนานเพียงใดขึ้นอยู่กับสารให้ความคงตัวและอิมัลซิไฟเออร์ที่ใช้ การบ่มต้องใช้ระยะเวลาหนึ่ง เพื่อทำให้ไขมันละลายจับตัวเป็นของแข็ง เกิดการ

ดูดซับของโปรตีนและอิมัลซิไฟเออร์ล้อมรอบที่ผิวเม็ดไขมัน รวมทั้งเกิดการอุ้มน้ำของโปรตีนและสารให้ความคงตัว ต้องใช้เวลา 2-3 ชั่วโมง การบ่มส่งผลให้ความหนืดของส่วนผสมเพิ่มขึ้น

2.3.9 การปั่นไอศกรีม

ขั้นตอนนี้ถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญยิ่งในกระบวนการผลิตไอศกรีม เพราะมีผลต่อคุณภาพและปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ได้ในระหว่างการปั่น ไอศกรีมจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในส่วนผสม ดังนี้ อากาศจะเข้าไปในส่วนผสม ขณะปั่นไอศกรีม อากาศจะเข้าไปในส่วนผสมมีลักษณะเป็นฟองอากาศเล็กๆ ซึ่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 – 100 ไมโคเมตร กระจายตัวของอากาศจะมีผลต่อคุณภาพของไอศกรีมที่ได้ กล่าวคือ การกระจายตัวที่ดีของอากาศจะทำให้ได้ไอศกรีมที่มีเนื้อสัมผัสเนียนเรียบ มีความรู้สึกมัน คล้ายครีมเมื่อรับประทาน ขั้นตอนนี้ถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญยิ่งในกระบวนการผลิตไอศกรีม เพราะส่งผลถึงคุณภาพและความอร่อยของผลิตภัณฑ์ที่ได้ การปั่นไอศกรีมนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

2.3.9.1 การเติมสีและกลิ่นตามต้องการผสมลงในไอศกรีมมิกซ์ที่ผ่านการบ่ม แล้วลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็ว เพื่อทำให้น้ำในไอศกรีมมิกซ์กลายเป็นผลึกน้ำแข็งที่มีขนาดเล็กและสม่ำเสมอ ส่งผลให้ไอศกรีมมีเนื้อสัมผัสเรียบเนียน สามารถอุ้มอากาศได้ดี ขณะเดียวกันก็มีการกวนไอศกรีมมิกซ์ตลอดเวลาอย่างรวดเร็ว เป็นผลให้ความหนืดลดลง

2.3.9.2 เมื่อไอศกรีมมิกซ์ถูกทำให้แข็งตัว มีปริมาณน้ำบางส่วนเท่านั้นที่เป็นผลึก เมื่อไอศกรีมมีความข้นหนืดเพิ่มขึ้นหรือมีปริมาณอากาศตามต้องการ แต่ปริมาณผลึกน้ำแข็งยังไม่เพียงพอ จึงต้องนำไปแช่แข็งเพื่อทำให้น้ำทั้งหมดแข็งตัวโดยไม่ต้องมีการกวน(พรหล้า, 2553)

2.3.10 การทำให้ไอศกรีมแข็งตัว

ไอศกรีมที่ออกมาจากเครื่องปั่นไอศกรีม จะมีอุณหภูมิระหว่าง -5.5 องศาเซลเซียส ซึ่งร้อยละ 44-55 ของน้ำในส่วนผสมของแข็งตัว ในผลึกน้ำแข็ง ไอศกรีมที่ได้ค่อนข้างจะอ่อนนุ่ม มีรูปร่างไม่แน่นอน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องแช่แข็งไอศกรีมต่อไปเพื่อรักษาให้เนื้อสัมผัสและโอเวอร์รันของไอศกรีมคงอยู่ การทำให้ไอศกรีมแข็งนี้จะทำหลังการบรรจุไอศกรีมลงในภาชนะแล้วนำมาทำให้อุณหภูมิลดลงอย่างรวดเร็ว -18 องศาเซลเซียส การทำให้อุณหภูมิลดลงอย่างรวดเร็วจะช่วยให้เกิด

ผลึกน้ำแข็งขนาดเล็กในไอศกรีม ซึ่งทำให้ได้ไอศกรีมที่มีคุณภาพดี ยิ่งใช้เวลาในการแช่แข็งน้อยเพียงใดจะทำให้ไอศกรีมเนื้อนุ่มเท่านั้น(วรรณาและวิบูรณ์ศักดิ์, 2531)

ปัจจัยที่มีผลต่อเวลาการแช่แข็ง

1.ขนาดและรูปร่างของภาชนะบรรจุ

2.การหมุนเวียนของอากาศ

3.อุณหภูมิของลม

4.ตำแหน่งของผลิตภัณฑ์ขณะแช่แข็ง

5.อุณหภูมิของไอศกรีมขณะออกจากเครื่องปั่น

6 .องค์ประกอบของไอศกรีม

7.ค่าการขึ้นฟู

2.3.11 การเก็บรักษาไอศกรีม

หลังจากที่ทำให้ไอศกรีมแข็งแล้ว ควรนำมาเก็บไว้ในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิต่ำระหว่าง -25 องศาเซลเซียสถึง -30 องศาเซลเซียสที่อุณหภูมิระดับนี้ ร้อยละ 90 ของน้ำในไอศกรีมจะอยู่ในรูปของผลึกน้ำแข็งไอศกรีมที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ เช่นนี้ ควรมีความคงตัวดี คือ ไม่ควรจะเกิดการเปลี่ยนแปลงต่างๆได้ง่าย เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอันเนื่องมาจากการปิดเปิดห้องเย็นเพื่อนำผลิตภัณฑ์ที่มีอุณหภูมิต่ำออกไปแล้วนำผลิตภัณฑ์ที่มีอุณหภูมิสูงเข้ามา ฉะนั้นเพื่อที่จะลดการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น ซึ่งอาจทำให้เกิดตำหนิขึ้นในผลิตภัณฑ์ได้ จึงควรเก็บอุณหภูมิไว้ที่อุณหภูมิต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ การเก็บไอศกรีมไว้ที่อุณหภูมิต่ำมากจะมีผลทำให้เกิดผลึกน้ำแข็งหลอมเหลวเพียงเล็กน้อยเมื่ออุณหภูมิของห้องเก็บเพิ่มมากขึ้น ถ้าหากอุณหภูมิของห้องเพิ่มขึ้น -20 องศาเซลเซียส จะทำให้ผลึกน้ำแข็งในไอศกรีมหลอมเหลวไปร้อยละ 7 แต่ถ้าหากอุณหภูมิของห้องเก็บเพิ่มมากขึ้นในระดับเท่ากับ -30 องศาเซลเซียสจะทำให้ผลึกน้ำแข็งในไอศกรีมหลอมเหลวไปไม่เกินร้อยละ 2

2.3.12 คุณสมบัติของไอศกรีม

คุณสมบัติสำคัญของไอศกรีม ได้แก่ ความเสถียร ความหนาแน่น ความเป็นกรด แรงตึงผิว การดูดซึม จุดเยือกแข็ง และอัตราการตีขึ้นฟู

2.3.12.1 ความเสถียรของไอศกรีม สภาวะที่โปรตีนนมยังอยู่ในสภาพของคอลลอยด์และไขมันนมอยู่ในสภาพของอิมัลชัน ความเป็นกรดของส่วนผสม เกลือ อัตราส่วนของไขมัน กับ SNF (Solid Non Fat)การปั่น เวลาของการบ่ม ตลอดจนปริมาณของ Bound Water (น้ำที่มีโครงสร้างขนาดใหญ่) มีความสัมพันธ์กับความเสถียร ของส่วนผสมของไอศกรีมมาก

2.3.12.2 ความหนาแน่นของไอศกรีม ความถ่วงจำเพาะหรือความหนาแน่นของส่วนผสมของไอศกรีมเปลี่ยนแปลงไปตามองค์ประกอบ ความถ่วงจำเพาะ ของส่วนผสมของไอศกรีมอยู่ระหว่าง 1.0544 – 1.1232

2.3.12.3 ความเป็นกรดของไอศกรีม ส่วนผสมของไอศกรีมแปรผันไปตามปริมาณ MSNF (Milk Solid Non Fat)ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก การคูณเปอร์เซ็นของ MSNF ด้วยแฟคเตอร์ 0.018 เช่น ส่วนผสมของไอศกรีม ประกอบไปด้วย MSNF (Milk Solid Non fat) ร้อยละ 11 โดยทั่วไปจะมีความเป็นกรด ร้อยละ 0.198 หรือ pH ประมาณ 6.3 ความสัมพันธ์ของ MSNF (Milk Solid Non Fat) กับความเป็นกรดของส่วนผสมของไอศกรีม

2.3.12.4 แรงตึงผิว แรงที่เกิดจากแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของของเหลว ทำให้เกิดแผ่นฟิล์มบนผิวของของเหลว แรงตึงผิวมีหน่วยเป็นดายน์ เครื่องมือที่นิยมใช้วัดเป็นแรงตึงผิวของส่วนผสมของไอศกรีมมีชื่อว่า DuNouy แรงตึงผิวของส่วนผสมไอศกรีมมีค่าระหว่าง 48 – 53 ดายน์

2.3.12.5 จุดเยือกแข็งของไอศกรีมขึ้นอยู่กับองค์ประกอบส่วนที่ละลายน้ำ ส่วนผสมของไอศกรีม โดยเฉลี่ยแล้วประกอบด้วยไขมัน ร้อยละ 12 MSNF (Milk Solid Non Fat) ร้อยละ11 น้ำตาล ร้อยละ15 Stabilizer ร้อยละ 0.3 และ น้ำ ร้อยละ 6.17 นั้นมีจุดเยือกแข็งประมาณ – 25 องศาเซลเซียส ถ้ามีน้ำตาลและ MSNF (Milk Solid Non Fat) มากขึ้นก็จะลดจุดเยือกแข็ง ลดลงถึง -3 องศาเซลเซียส ถ้าลดปริมาณไขมัน MSNF (Milk Solid Non fat) และน้ำตาลจะทำให้จุดเยือกแข็งสูงขึ้นเป็น –14 องศาเซียส

2.3.12.6 อัตราการตีขึ้นฟูของไอศกรีม โซเดียมเคซีเนต ช่วยปรับปรุงคุณภาพการตีขึ้นฟู และมีผลต่อการกระจายเซลล์อากาศตลอดจนน้ำแข็งในผลิตภัณฑ์ อัตราการตีขึ้น

ฟูขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้ กลไกการตีขึ้นฟูความหนืดของส่วนผสมที่ถูกทำให้เย็นจัดเป็นบางส่วน การอัดอากาศเข้าไปในส่วนผสมไอศกรีม

2.4 สารให้ความคงตัว

2.4.1 นิยาม

สารให้ความคงตัวส่วนใหญ่แล้วเป็นสารพวก polysaccharide food gum ที่ช่วยให้ความคงตัวกับผลิตภัณฑ์ โดยเพิ่มความหนืดให้กับไอศกรีมมิกซ์และไอศกรีมในส่วนที่ไม่เป็นน้ำแข็ง (น้ำประมาณ 20% ในไอศกรีมจะอยู่ในสภาพที่ไม่เป็นน้ำแข็ง) สารที่มักจะนำมาใช้เป็นสารให้ความคงตัวในไอศกรีมเช่น Locust bean gum (Carob bean gum), Guar gum, Carboxymethyl cellulose (CMC), Xanthan gum, Sodium alginate, และ Carrageenan

2.4.2 ประเภท

สารให้ความคงตัวสำหรับผลิตภัณฑ์ประเภทของหวานแช่แข็งมี 7 ประเภท คือ

1. ประเภทโปรตีน เช่น gelatin

2. ประเภทยางพืช เช่น arabic gum, ghatti gum, karaya gum, และ tragacant gums

3. ประเภทยางจากเมล็ด หัว และรากพืช เช่น locust bean gum (carob bean gum), psyllium, รวมถึงแป้งและแป้งดัดแปร

4. ยางที่ผลิตโดยจุลินทรีย์ เช่น xanthan gum

5. สารสกัดจากสาหร่าย เช่น agar, alginates, carrageenan

6. สารพวก pectin ได้แก่ low methoxyl pectin และ high methoxyl pectin

7. สารพวก cellulose เช่น sodium carboxymethyl cellulose, microcrystalline cellulose, methyl cellulose, methylethyl cellulose, hydroxypropyl cellulose และ hydroxypropylmethyl cellulose

2.4.3 คุณสมบัติ

การใส่สารให้ความคงตัวในไอศกรีม ช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสของไอศกรีม เพิ่มความข้นหนืดให้กับไอศกรีม ทำให้ไอศกรีมขึ้นฟูมากขึ้นโดยมีฟองอากาศขนาดเล็กละเอียดแทรกในเนื้อ ทำให้ไอศกรีมเนื้อไม่หยาบเป็นผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่ ลดปัญหาเนื้อไอศกรีมแตก ทำให้สามารถตัก

ไอศกรีมเป็นลูกกลม ๆ ได้โดยเนื้อไม่แตกและหลุดออกจากกัน ช่วยให้เกิดความลื่นคอ ช่วยในการปล่อย (release) กลิ่นรสของไอศกรีมเมื่อรับประทาน ทำให้ได้กลิ่นรสที่ชัดเจนขึ้น ลดและชลอการเกิดผลึกน้ำแข็งในไอศกรีม ช่วยให้อายุการเก็บรักษาของไอศกรีมนานขึ้นซึ่งขึ้นอยู่กับการเลือกชนิดของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมในปริมาณที่เหมาะสมด้วย หากใช้สารให้ความคงตัวมากเกินไปอาจจะทำให้ไอศกรีมมีเนื้อสัมผัสที่ไม่ต้องการ เช่นเหนียวหนืดมากเกินไป ละลายช้าหรือไม่ละลายเนื้อแน่นเกินไป เป็นต้น

2.5 น้ำตาล

2.5.1 นิยาม

น้ำตาล คือ สารให้ความหวานตามธรรมชาติชนิดหนึ่ง เรียกกันหลายแบบ ขึ้นอยู่กับรูปร่างลักษณะของน้ำตาล เช่น น้ำตาลทราย น้ำตาลกรวด น้ำตาลก้อน น้ำตาลปีบ เป็นต้น แต่ในทางเคมี โดยทั่วไปหมายถึง ซูโครส หรือ แซคคาโรส ไดแซคคาไรด์ ที่มีลักษณะเป็นผลึกของแข็งสีขาว น้ำตาลเป็นสารเพิ่มความหวานที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ขนมหวาน และเครื่องดื่ม เป็นสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต

2.5.2 ประเภทของน้ำตาล

น้ำตาลสามารถแบ่งตามลักษณะโครงสร้างของโมเลกุล เป็น 3 กลุ่ม

1. น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (Monosaccharide)คาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลเล็กที่สุด ร่างกายสามารถดูดซึมได้โดยตรง เช่น กลูโคส ฟรักโทส และกาแล็กโทส
2. น้ำตาลโมเลกุลคู่ (Disaccharide) เป็นการจับตัวกันของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 2 ตัว ซึ่งอาจ เป็นชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกันก็ได้ เช่นมอลโทส แล็กโทส และซูโครส
3. น้ำตาลโมเลกุลซ้อน (Polysaccharide) เป็นการจับตัวกันของโมเลกุลน้ำตาลมากกว่า 2 ตัวขึ้นไปพบมากในแป้งของธัญพืช เผือก และหัวมันต่างๆ ในสัตว์ คือ ไกลโคเจน

น้ำตาลทราย หรือซูโครส (Sucrose) เป็นน้ำตาลที่ได้รับความนิยมสูงสุด ในประเทศเขตร้อน ผลิตมาจากอ้อย ส่วนแถบอากาศเย็นจะผลิตจากหัวบีท กระบวนผลิตน้ำตาลทราย ต้องผ่านขั้นตอนแยกส่วนประกอบต่างๆออกให้หมด แล้วผ่านการทำให้บริสุทธิ์เพื่อให้ขาว เพราะมีมาตรฐานความหวานเดียวกันและไม่มีกลิ่นรบกวนอาหารที่ใช้ปรุง

2.6 หางนมผง

2.6.1 นิยาม

หางนมผง 100 % ที่ผลิตจากนมวัวสด ซึ่งผ่านการนำไขมันออกไปแล้วบางส่วน แล้วจึงนำไปผ่านกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray Dry) ให้อยู่ในรูปของผงแห้ง ช่วยทำให้ไอศกรีมมีเนื้อสัมผัสที่มีความเข้มข้นมากขึ้น ทำให้เนื้อของไอศกรีมเกิดการขึ้นฟู และช่วยทำให้ผิวหน้าของไอศกรีมไม่เกิดความชื้น เพราะสามารถเข้ากับส่วนผสมที่เป็นน้ำ ได้ดีกว่า หัวนมผง ซึ่งจะทำให้ผิวหน้าของไอศกรีมเกิดการเปียกชื้นได้ เนื่องจากเป็นหางนมผงที่ได้มาจากกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray Dry) ซึ่งเป็นการอบแห้งด้วยการนำ วัตถุดิบไปผ่านลมร้อน ที่ถูกพ่น หรือสเปรย์ผ่านวัตถุดิบ ภายในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ จึงทำให้วัตถุดิบเกิดการระเหยน้ำได้อย่างรวดเร็วมากกว่าการอบแห้งแบบปกติ ซึ่งเป็นการใช้ตู้อบให้ความร้อน เพื่อทำให้น้ำที่อยู่ในตัววัตถุดิบเกิดการระเหยออกไป นมที่ผ่านกระบวนการแยกไขมันออกจนเหลือเพียงต่ำกว่าร้อยละ 0.1 แล้วนำไปทำให้แห้งเป็นผง นมชนิดนี้ให้โปรตีนแคลเซียมเป็นหลัก แต่ไม่ให้ไขมัน นมที่ได้เป็นแบบไขมันต่ำ เป็นวัตถุดิบที่จัดได้ว่ามีคุณภาพโปรตีนดีที่สุดมีการย่อยได้ 100 เปอร์เซ็นต์(นิรนาม, 2552)

2.7 ไขมัน

2.7.1 ความสำคัญของไขมันในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม

ไขมันจัดเป็นองค์ประกอบหลักที่มีความสำคัญในการผลิตไอศกรีม การใช้ไขมันในปริมาณที่เหมาะสม ช่วยให้ส่วนผสมมีความสมดุล ได้ไอศกรีมที่มีรสมันอร่อย เนื้อสัมผัสเรียบเนียน กลิ่นรสดี และมีปริมาณไขมันตามมาตรฐานกำหนด ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ปี พ.ศ. 2544 กำหนดไว้ว่าไอศกรีมดัดแปลงต้องมีไขมันทั้งหมดไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของน้ำหนัก นอกจากนี้ไขมันยังไม่มีผลในการลดจุดเยือกแข็ง แต่การใช้ไขมันในปริมาณมากขึ้นทำให้ผลึกน้ำแข็งมีขนาดเล็กลง เนื่องจากปริมาณไขมันที่มากขึ้นทำให้ปริมาณน้ำในสูตรลดลง ผลึกน้ำแข็งจึงมีขนาดเล็กลง ไขมันนมจัดเป็นแหล่งไขมันหลักที่ใช้ในการผลิตไอศกรีม เช่น นมสด ครีม เนย น้ำมันเนย หางนมผง และนมระเหยต่าง ๆ หลายประเทศส่วนใหญ่ใช้ไขมันที่ได้จากไขมันนม แต่มีบางประเทศ เช่น สหราชอาณาจักร และฟินแลนด์ อนุญาตให้ใช้ไขมันจากพืชในไอศกรีมได้ (ภัทรา, 2540) ส่วนในเอเชียยอมให้ใช้ไขมันพืชในไอศกรีมได้ เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต เนื่องจากในแถบประเทศที่ไม่มีการเลี้ยงโคนมนั้น ไขมันจากนมจะมีราคาแพง โดยไขมันพืชที่นิยมใช้ได้แก่ น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม และน้ำมันเมล็ดปาล์ม เป็นต้น ได้ผลิตไอศกรีมโดยใช้น้ำมันถั่วลิสง น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันข้าวโพด แทนไขมันนม พบว่าแรงตึงผิว ความหนืด และอัตราการละลายของไอศกรีมที่ใช้ไขมันจากพืชมีค่าใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม แต่ร้อยละการขึ้นฟูของไอศกรีมที่ใช้ไขมันจากพืชต่ำกว่าตัวอย่างควบคุม และมีค่าความเป็นกรด- ด่างสูงกว่าตัวอย่างควบคุมเล็กน้อย เมื่อทดสอบคุณภาพ

ทางประสาทสัมผัส พบว่า ไอศกรีมที่ใช้ไขมันจากพืชมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับ ส่วนไอศกรีมโดยใช้น้ำมันถั่วลิสง และ vanaspati ghee แทนไขมันนม พบว่าแรงตึงผิว ความหนืด อัตราการละลาย pH รวมทั้งคุณภาพทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม ส่วนร้อยละการขึ้นฟูต่ำกว่าตัวอย่าง

2.8 เกลือ

2.8.1 นิยาม

เกลือหรือโซเดียมคลอไรด์ มีลักษณะเป็นผลึกสีขาว ละลายน้ำได้ง่าย เกลือเป็นเครื่องปรุงรสที่สำคัญในการทำอาหารใช้เกลือในการถนอมอาหารและปรุงอาหารเกลือทำให้เกิดรสเค็มในอาหารรสเค็มนี้ สามารถไปลดความเปรี้ยวให้น้อยลงและเพิ่มรสหวานให้มากขึ้น หรือทำให้อาหารมีรสชาติที่กลมกล่อม เกลือมีบทบาทสำคัญในการผลิตไอศกรีมนอกจากจะช่วยให้ไอศกรีมมีรสชาติกลมกล่อมแล้ว ยังช่วยลดเวลาที่ใช้ในการปั่นไอศกรีมลงด้วย(อำนาจ, 2552)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

1. แป้งกล้วย เตรียมโดยการนำกล้วยน้ำว้าดิบซื้อจากตลาดเทเวศน์ จังหวัดกรุงเทพฯ
2. กะทิ เตรียมโดยซื้อจากตลาดเทเวศน์ จังหวัดกรุงเทพฯ
3. หางนมผง เตรียมโดยซื้อจาก www.icecreamfanclub.com จ.กรุงเทพฯ
4. น้ำตาลทราย ตรา มิตรผล
5. เกลือ ตรา ปรุงทิพย์
6. น้ำ

3.2 อุปกรณ์

1. เครื่องปั่นไอศกรีม Taylor รุ่น 104-40
2. เครื่องปั่นผสม Vita-Mix รุ่น VM 0104
3. เครื่องชั่งดิจิตอล ทศนิยม 2 ตำแหน่ง Ohaus รุ่น ARC 120
4. เทอร์โมมิเตอร์ 0 – 100 องศาเซลเซียส
5. เตาแก๊ส
6. หม้ออะลูมิเนียม
7. อ่างผสม
8. เหยือกสแตนเลส
9. พายพลาสติก
10. ทัพพี
11. ถ้วย
12. ถ้วยพลาสติก
13. ที่ตักไอศกรีม
14. ช้อน

3.3 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพ

3.3.1 อุปกรณ์วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

1. เครื่องวัดสี (Spectrophoto colour meter) โดยใช้ Konica Minalta รุ่น CM-3500d
2. วัดค่าความหนืด โดยใช้ Brookfield Viscometer รุ่น RVDV-II+Pro
4. ตะแกรง
5. บีกเกอร์

3.3.2 อุปกรณ์วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

1. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) Satorius AQ รุ่น PB -10
2. เครื่องวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น ด้วยวิธีการ (AOAC,2005)
3. เครื่องวิเคราะห์ปริมาณไขมัน ด้วยวิธีการ (AOAC,2005)
4. เครื่องวิเคราะห์ปริมาณเถ้า ด้วยวิธีการ (AOAC,2005)
5. เครื่องวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ด้วยวิธีการ Kjeldahl method
6. เครื่องวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ด้วยวิธีการ (AOAC,2005)
7. เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลาย(Refractrometer)Ni(0–32°Brix)รุ่นMNL 1125

3.3.3 อุปกรณ์วิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์

1. หม้อนึ่งฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน (Autoclave) Sanyo รุ่น Lado Autoclave
2. ตู้อบลมร้อนสำหรับฆ่าเชื้อ (Hot air Oven) Binder รุ่น FD 115
3. ตู้ปลอดเชื้อ Heal Forec รุ่น A2
4. เครื่องเขย่า (Mixer Uzusio) รุ่น VTX-3000L
5. ขวดรูปชมพู่
6. หลอดทดลอง
7. จานเพาะเชื้อที่ปลอดเชื้อ
8. ปิเปตขนาด 1 มล.ที่ปลอดเชื้อ
9. แอลกอฮอล์
10. ตะเกียงแอลกอฮอล์
11. อาหารเลี้ยงเชื้อ PCA (Plate Count Agar)
12. อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (Potato Dextrose Agar)
13. อาหารเลี้ยงเชื้อ GY (Glucose Yeast Extract Agar)

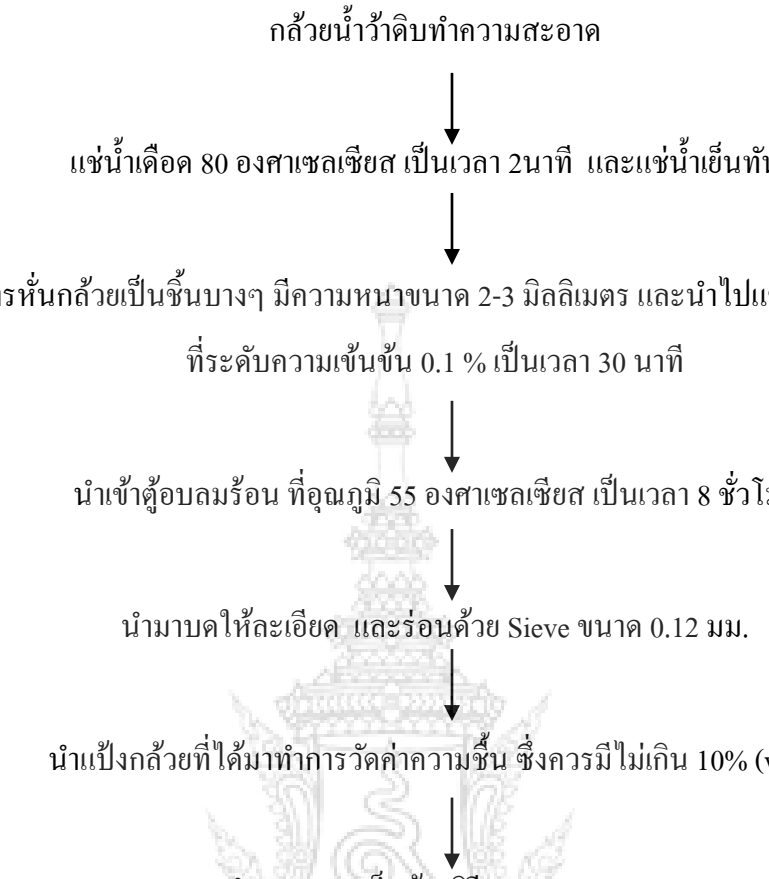
3.3.4 อุปกรณ์วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

1. โปรแกรมสำเร็จรูป
2. วิเคราะห์ผลที่ได้ด้วย
   - วิธี 9 Points Hedonic Scale

3.4 วิธีการดำเนินการทดลอง

3.4.1 การเตรียมแป้งกล้วย

การทดลองในครั้งนี้ได้มีการใช้แป้งกล้วยซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากกล้วยน้ำว้าดิบ โดยมีขั้นตอนการผลิตแป้งกล้วยดังแผนภูมิที่ 1



แผนภูมิที่ 1 แสดงขั้นตอนวิธีการผลิตแป้งกล้วย

3.4.2 การศึกษาสูตรพื้นฐานไอศกรีมกะทิ

การทดลองในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาสูตรพื้นฐานของไอศกรีมกะทิ จำนวน 3 สูตร แสดงรายละเอียดดังภาคผนวก ข. โดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Points Hedonic Scale)(เพ็ญขวัญ,2549) โดยผู้ชิมเป็นอาจารย์และนักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จำนวน 30 คน เพื่อนำสูตรพื้นฐานที่ดีที่สุด 1 สูตร ไปเป็นสูตรมาตรฐานในการทำไอศกรีมกะทิแป้งกล้วย

3.4.3 การศึกษาปริมาณแป้งกล้วยที่เหมาะสมในการทำไอศกรีมกะทิแป้งกล้วย

จากการทดลองปริมาณที่เหมาะสมของแป้งกล้วยที่ใส่ในไอศกรีมกะทิแป้งกล้วยในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 0.1,0.3,0.5และ0.7% ตามลำดับ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design , RCBD) และนำผลไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และ ความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้

คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Points Hedonic Scale)(เพ็ญขวัญ,2549) โดยผู้ชิมเป็นอาจารย์และนักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จำนวน 30 คน เพื่อนำสูตรปริมาณแป้งกล้วยที่ดีที่สุด 1 สูตร ไปเป็นสูตรมาตรฐานในการพัฒนาไอศครีมกะทิแป้งกล้วย

3.4.4 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและ ทางเคมีของไอศกรีมมิกซ์และไอศกรีมกะทิแป้งกล้วย

3.4.4.1 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ

- วัดความหนืดของไอศกรีมมิกซ์ นำไอศกรีมที่ผ่านการบ่มแล้ว ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ปริมาตร 300 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร วัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield Viscometer ใช้หัววัดเบอร์ 3 ความเร็วรอบ 100 rpm อ่านค่าหลังจากมอเตอร์หมุนเป็นเวลา 30 นาที

- วัดปริมาณของแข็งทั้งหมด ชั่งไอศกรีมหนัก 5 กรัม ใส่ถ้วยอลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักแน่นอน นำไประเหยน้ำออกบางส่วนด้วย water bath แล้วจึงอบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100 ± 5 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักถ้วยอลูมิเนียมพร้อมตัวอย่าง

การคำนวณหาปริมาณของแข็งทั้งหมด

$$\text{ปริมาณของแข็งทั้งหมด (\%)} = 100 - \frac{[(A-B) \times 100]}{A}$$

A = น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ

B = น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ

- การหาค่าโอเวอร์รันของไอศกรีมชั่งน้ำหนักไอศกรีมมิกซ์ที่บรรจุเต็มถ้วยพลาสติก และเมื่อปั่นไอศกรีมจนแข็งตัวแล้ว บรรจุไอศกรีมที่ได้ลงในถ้วยพลาสติกใบเดิมจนเต็ม ชั่งน้ำหนักไอศกรีมที่ได้ เพื่อนำมาคำนวณหาค่าโอเวอร์รัน

การคำนวณหาค่าโอเวอร์รัน

$$\text{ค่าโอเวอร์รัน(\%)} = \frac{(\text{น้ำหนักของไอศกรีมมิกซ์} - \text{น้ำหนักไอศกรีม})}{\text{น้ำหนักไอศกรีม}} \times 100$$

-การคำนวณการละลาย นำตัวอย่างไอศกรีม ปริมาตร 60 มิลลิลิตร อุณหภูมิ-15 องศาเซลเซียส วางบนตะแกรงลวด ขนาด 274 ต่อตารางนิ้วและให้ด้านกรวย ใส่ลงในกระบอกตวงเป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง วัดปริมาตรไอศกรีมที่ละลายลงในกระบอกตวง นำไปชั่ง

การคำนวณการละลาย

$$\text{ค่าการละลาย (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักของไอศกรีมที่ละลาย}}{\text{น้ำหนักไอศกรีมเริ่มต้น}} \times 100$$

- การคำนวณการขึ้นฟู ชั่งน้ำหนักไอศกรีมเหลวที่บรรจุในถ้วยพลาสติกที่รู้น้ำหนักแน่นอน ชั่งบนเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง บันทึกน้ำหนักไอศกรีมเหลว และเมื่อปั่นให้แข็งตัวแล้วตักไอศกรีมที่ได้ ใส่ในถ้วยพลาสติกใบเดิมชั่งน้ำหนักอีกครั้ง

การหาร้อยละการฟู

$$\text{การขึ้นฟู (\%)} = \frac{(\text{น้ำหนักไอศกรีมเหลว} - \text{น้ำหนักไอศกรีม})}{\text{น้ำหนักไอศกรีมเหลว}} \times 100$$

3.4.4.2 ศึกษาคุณสมบัติทางด้านเคมี

- วัดค่าความเป็นกรด – ด่าง โดยใช้เครื่อง (pH meter) Satorius AQ รุ่น PB -10
- วัดค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยใช้เครื่อง (Hand Refractrometer) Ni (0 – 32°Brix) รุ่น MNL 1125 โดยวัดส่วนผสมต่างๆ และไอศกรีมกะทิแป้งกล้วย
- วิเคราะห์หาปริมาณความชื้น ด้วยวิธีการ (AOAC,2005)
- วิเคราะห์ปริมาณไขมัน ด้วยวิธีการ (AOAC,2005)
- วิเคราะห์ปริมาณเถ้า ด้วยวิธีการ (AOAC,2005)
- วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ด้วยวิธีการ Kjeldahl method
- วิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ด้วยวิธีการ (AOAC,2005)

3.4.4.3 ศึกษาคุณสมบัติทางจุลินทรีย์

- ตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั่วไป โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ PCA (Potato Count Agar) เพื่อศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ทั่วไป ด้วยวิธีการ pour plate plate เก็บใส่ตู้บ่มเชื้อไว้ประมาณ 2 วัน นับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เกิดแล้วนำมาบันทึกผล

- ดูลักษณะที่ปรากฏของไอศกรีมกะทิแป้งกล้วยที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์แล้วบรรจุใส่ถ้วยพร้อมทานปริมาณ 50 กรัม แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

3.5 สถานที่ดำเนินงาน

ห้องปฏิบัติการ 521/1 521/2 621 และ 622 คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ผลการเตรียมแป้งกล้วย

จากการเตรียมแป้งกล้วยเพื่อนำมาผลิตไอศกรีมกะทิแป้งกล้วย พบว่าแป้งกล้วยที่ได้ควรมีความชื้นไม่เกิน 10% (w/w) โดยกล้วยดิบ 1,000 กรัม จะสามารถผลิตแป้งกล้วยได้ 30% และควรมีการเก็บในบรรจุภัณฑ์ที่มิดชิด

4.2 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานไอศกรีมกะทิ

จากการศึกษาสูตรพื้นฐานไอศกรีมกะทิ 3 สูตร โดยนำไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิม โดยผู้ทดสอบพิจารณาทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวม โดยผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการทดสอบ จำนวน 30 คน โดยการให้คะแนนแบบ 9 ระดับ (9 Points hedonic scale) วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance) และนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละสูตรพื้นฐาน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์แบบ LSD (Least Significant Difference)

ตารางที่ 2 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ ในการศึกษาสูตรพื้นฐานไอศครีมกะทิ (n = 30)

คุณลักษณะ	สูตรพื้นฐาน 1	สูตรพื้นฐาน 2	สูตรพื้นฐาน 3
สี	$7.70^{a} \pm 0.11$	$6.90^{b} \pm 0.11$	$6.80^{b} \pm 0.11$
กลิ่น	$7.60^{a} \pm 0.12$	$6.80^{b} \pm 0.12$	$6.20^{c} \pm 0.12$
รสชาติ	$7.60^{a} \pm 0.11$	$6.60^{c} \pm 0.11$	$7.10^{b} \pm 0.11$
เนื้อสัมผัส	$7.40^{a} \pm 0.12$	$6.87^{b} \pm 0.12$	$6.50^{b} \pm 0.12$
ความชอบโดยรวม	$7.70^{a} \pm 0.14$	$7.07^{b} \pm 0.14$	$6.80^{b} \pm 0.14$

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

สูตรพื้นฐานที่ 1 2 และ 3 แสดงรายละเอียดดังภาคผนวก ข.

จากตารางที่ 2 พบว่าการศึกษาสูตรพื้นฐานไอศกรีมกะทิทั้ง 3 สูตร พบว่ามีความแตกต่างกัน มีอิทธิพลต่อคะแนนความชอบในปัจจัยด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

ของไอศกรีมกะทิอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.05$ โดยสูตรพื้นฐานที่ 2-3 ผู้บริโภคให้การยอมรับความชอบด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ในระดับความชอบเล็กน้อย – ปานกลาง เนื่องจาก ไอศกรีมมีรสชาติที่หวานเกินไป เนื้อสัมผัสไม่มีความละมุนลิ้น ส่วนสูตรพื้นฐานที่ 1 มีระดับคะแนนความชอบอยู่ในระดับความชอบปานกลาง – ชอบมาก เนื่องจากไอศกรีมมีรสชาติที่หวานพอเหมาะ เนื้อไอศกรีมมีความละมุนลิ้น

4.3 ผลการศึกษาปริมาณแป้งกล้วยที่เหมาะสมในการทำไอศกรีมกะทิแป้งกล้วย

จากการศึกษาปริมาณแป้งกล้วยที่ใส่ในไอศกรีมกะทิ โดยมีปริมาณที่ 0.1,0.3,0.5 และ 0.7% ตามลำดับ ของไอศกรีมกะทิ และนำไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน โดยผู้ทดสอบทดสอบชิมในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละสูตร โดยใช้วิธิวิเคราะห์แบบ LSD (Least Significant Difference)

ตารางที่ 3 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ ในการศึกษาปริมาณแป้งกล้วยที่เหมาะสมที่ 4 ระดับ คือ 1.5,4,7.5 และ9 กรัม (n = 30)

คุณลักษณะ	**ปริมาณแป้งกล้วย (กรัม)**			
	1.5	**4**	**7.5**	**9**
สี	$6.60^{b} \pm 0.12$	$6.80^{b} \pm 0.12$	$7.80^{a} \pm 0.12$	$6.80^{b} \pm 0.12$
กลิ่น	$6.6^{c} \pm 0.13$	$6.73^{c} \pm 0.13$	$7.77^{a} \pm 0.13$	$7.07^{b} \pm 0.13$
รสชาติ	$6.37^{c} \pm 0.11$	$6.50^{c} \pm 0.11$	$8.00^{a} \pm 0.11$	$6.80^{b} \pm 0.11$
เนื้อสัมผัส	$6.47^{c} \pm 0.13$	$6.80^{b} \pm 0.13$	$7.63^{a} \pm 0.13$	$6.80^{b} \pm 0.13$
ความชอบโดยรวม	$6.50^{c} \pm 0.11$	$6.93^{b} \pm 0.11$	$8.20^{a} \pm 0.11$	$6.70^{bc} \pm 0.11$

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 3 พบว่าการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของปริมาณแป้งกล้วยในไอศกรีมกะทิ โดยใส่แป้งกล้วย 4 ระดับ คือ พบว่าการเติมแป้งกล้วยในไอศกรีมกะทิมีอิทธิพลต่อคะแนนความชอบในปัจจัยด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของไอศกรีมกะทิแป้งกล้วยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.05$ โดยการใส่แป้งกล้วยปริมาณ 1.5,4และ9 กรัม ผู้บริโภคให้การยอมรับความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ในระดับชอบเล็กน้อย – ชอบปานกลาง เนื่องจาก ปริมาณแป้งกล้วย 1.5และ4 กรัม เนื้อไอศกรีมมีการละลายอย่างรวดเร็ว เนื่องจากแป้งกล้วยมีผลต่อความหนืดของไอศกรีม ปริมาณแป้งกล้วย 9กรัม พบว่า เนื้อไอศกรีมมี

ความหนืดมากและพบว่า มีตะกอนแป้งในเนื้อไอศกรีมด้วย ส่วนการเติมปริมาณแป้งกล้วยปริมาณ 7.5 กรัม พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับที่ระดับชอบปานกลาง – ชอบมาก เนื่องจากไอศกรีมละลายได้ช้า และมีความหนืดพอเหมาะ

4.4 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของไอศกรีมมิกซ์และไอศกรีมกะทิแป้งกล้วย

4.4.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ

ตารางที่ 4 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของไอศกรีมมิกซ์และไอศกรีมแป้งกล้วย ที่ใช้ปริมาณแป้งกล้วย 4 ระดับ คือ 1.5,4,7.5 และ 9 กรัม

ลักษณะทางกายภาพ	ปริมาณแป้งกล้วย (กรัม)			
	1.5	**4**	**7.5**	**9**
ไอศกรีมมิกซ์				
ความหนืด(cps)	$596.27^{c} \pm 2.85$	$683.92^{b} \pm 12.46$	$705.43^{a} \pm 6.16$	$707.96^{a} \pm 6.54$
ไอศกรีม				
ค่าโอเวอร์รัน(%)	$46.98^{b} \pm 0.72$	$47.43^{a} \pm 0.12$	$47.60^{a} \pm 0.11$	$47.71^{a} \pm 1.10$
ค่าการละลายที่เวลา 30 นาที (%)	$24.06^{b} \pm 0.72$	$24.15^{b} \pm 1.03$	$25.50^{a} \pm 0.12$	$25.66^{a} \pm 1.03$

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4 พบว่า ไอศกรีมมิกซ์ในไอศกรีมที่มีปริมาณแป้งกล้วย 9 กรัม มีค่าความหนืดสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 707 cps เนื่องจากมีปริมาณแป้งกล้วยมากที่สุด เพราะแป้งกล้วยเป็นสารที่ให้ความคงตัวและให้เนื้อสัมผัสของไอศครีมมีความข้นหนืดมากขึ้น จากการวิเคราะห์ความแตกต่างโดยใช้การวางแผนแบบสุ่มสมบูรณ์ วิธี LSD (Least Significant Difference) การเปรียบเทียบตัวอย่างเป็นคู่ พบว่าไอศกรีมกะทิทั้ง 4 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p \leq 0.05$ ซึ่งแสดงว่าปริมาณแป้งกล้วยมีผลต่อค่าความหนืดของไอศกรีมมิกซ์

ค่าโอเวอร์รันของไอศครีมที่มีปริมาณแป้งกล้วยต่างกัน 4 ระดับ มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 46.98-47.71 ซึ่งเป็นค่าที่ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากค่าโอเวอร์รันของไอศกรีมทั่วไปจะมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 20 – 150 จากการวิเคราะห์ความแตกต่างโดยใช้การวางแผนแบบสุ่มสมบูรณ์ วิธี LSD (Least Significant Difference) การเปรียบเทียบตัวอย่างเป็นคู่ พบว่าปริมาณแป้งกล้วย 4,7.5และ9 กรัม ไม่มี

ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ p>0.05 ทั้งนี้ค่าโอเวอร์รันจะขึ้นอยู่กับความหนืดของไอศกรีมมิกซ์ โดยความหนืดสูงจะขัดขวางการเคลื่อนที่ของใบพัดในขณะตีอากาศจึงมีผลทำให้ความสามารถในการตีอากาศเข้าไปในเนื้อไอศกรีมลดลง ซึ่งส่งผลทำให้ค่าโอเวอร์รันลดลง

ค่าร้อยละการละลายของไอศกรีมที่มีปริมาณแป้งกล้วยที่แตกต่างกัน 4 ระดับ อยู่ในช่วงร้อยละ 24.06-25.66 โดยมีค่าที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ การวิเคราะห์ความแตกต่างโดยใช้การวางแผนแบบสุ่มสมบูรณ์ วิธี LSD (Least Significant Difference) การเปรียบเทียบตัวอย่างเป็นคู่ พบว่า ปริมาณแป้งกล้วย 7.5และ9 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ p>0.05 และ ปริมาณแป้งกล้วย 1.5 และ 4 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ p>0.05 เนื่องจากปริมาณแป้งกล้วยที่ใส่ลงไปในไอศกรีมเข้าไปเพิ่มความหนืด โดยความหนืดที่สูงขึ้นนี้จะทำให้ความต้านทานการละลายเพิ่มขึ้น

4.4.2 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางเคมี

ตารางที่ 5 แสดงคุณสมบัติทางเคมีของไอศกรีมกะทิแป้งกล้วย

ลักษณะทางกายภาพ	ปริมาณแป้งกล้วย (กรัม)			
	1.5	4	7.5	9
ค่าความเป็นกรด-ด่าง^{ns}	5.99 ± 0.02	6.02 ± 0.01	5.98 ± 0.02	5.99 ± 0.30
ค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้^{ns}	20.40 ± 0.51	20.40 ± 0.43	20.40 ± 0.43	20.40 ± 0.37

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากตารางที่ 5 พบว่า ค่าความเป็นกรด ด่าง ของไอศกรีมอยู่ในช่วง 5.99 – 6.02 ซึ่งแสดงว่าไอศกรีมกะทิแป้งกล้วยมีค่า pH เป็นกรดอ่อนๆ

ค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ มีค่าอยู่ในช่วง 20.43 – 20.56 องศาบริกซ์ จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ โดยใช้วิธีการ LSD (Least Significant Difference) พบว่า ไอศกรีมกะทิแป้งกล้วยทั้ง 4 สูตร พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ p>0.05 จึงแสดงให้เห็นว่า ปริมาณแป้งกล้วยไม่มีผลต่อ ค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้

ตารางที่ 6 แสดงคุณสมบัติการวิเคราะห์ทางเคมีของไอศกรีมกะทิแป้งกล้วย ในสัดส่วนที่กินได้ 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ	**1 ถ้วย (100 กรัม) หนึ่งหน่วยบริโภค**
โปรตีน	1.78
ไขมัน	6.06
คาร์โบไฮเดรต	18.94
ความชื้น	72.76
เถ้า	0.46

จากตารางผลการวิเคราะห์คุณค่าทางด้านโภชนาการของไอศกรีมกะทิแป้งกล้วย หนึ่งหน่วยบริโภค: 1 ถ้วย (100 กรัม) คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภคโปรตีน 1.78 กรัม ไขมัน 6.06 กรัม คาร์โบไฮเดรต 18.94 กรัม ความชื้น 72.76 กรัม เถ้า 0.46 กรัม

4.5 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางจุลินทรีย์ ของไอศกรีมกะทิแป้งกล้วย

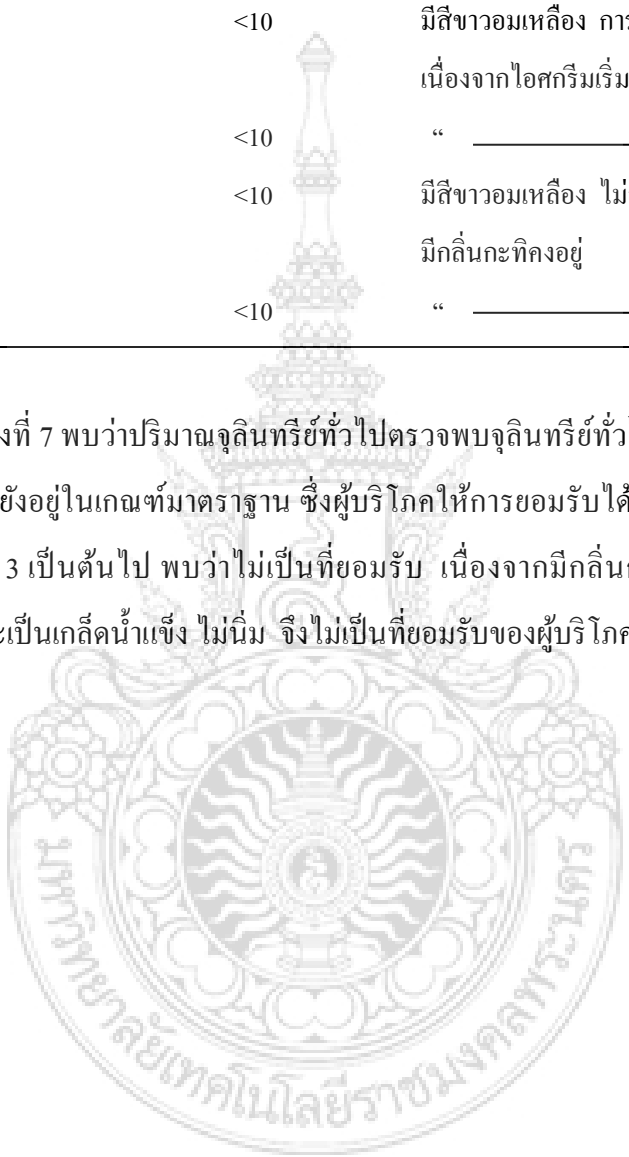
ตารางที่ 7 แสดงคุณสมบัติทางจุลินทรีย์ของไอศกรีมกะทิแป้งกล้วย

ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	**ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั่วไป (CFU/g)**	**ลักษณะปรากฏ**
0	<10	มีสีขาวนวล สามารถตักเป็นscoopได้ง่าย มีกลิ่นกะทิ ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะ
1	<10	“ ——— ”
2	<10	“ ——— ”
3	<10	มีสีขาวนวลอมเหลือง สามารถตักเป็นscoop ได้ กลิ่นกะทิค่อนข้างจางลงไป

ตารางที่ 7 แสดงคุณสมบัติทางจุลินทรีย์ของไอศกรีมกะทิแป้งกล้วย (ต่อ)

ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั่วไป (CFU/g)	ลักษณะปรากฏ
4	<10	มีสีขาวอมเหลือง การตักเป็นscoopค่อนข้างยาก เนื่องจากไอศกรีมเริ่มเป็นน้ำแข็ง กลิ่นกะทิจางลง
5	<10	“ ”
6	<10	มีสีขาวอมเหลือง ไม่สามารถตักเป็นscoopได้ ไม่มีกลิ่นกะทิคงอยู่
7	<10	“ ”

จากตารางที่ 7 พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั่วไปตรวจพบจุลินทรีย์ทั่วไปน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง1กรัม ซึ่งยังอยู่ในเกณฑ์มาตราฐาน ซึ่งผู้บริโภคให้การยอมรับได้ แต่ลักษณะทางกายภาพในช่วงเวลาวันที่ 3 เป็นต้นไป พบว่าไม่เป็นที่ยอมรับ เนื่องจากมีกลิ่นกะทิที่จางลงไป และเนื้อไอศกรีมมีลักษณะเป็นเกล็ดน้ำแข็ง ไม่นิ่ม จึงไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค



บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 จากการศึกษาสูตรมาตรฐานของไอศกรีมกะทิ โดยศึกษาสูตรพื้นฐานทั้งหมด 3 สูตร เมื่อนำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแล้วทำการวิเคราะห์ความแตกต่างโดยใช้การวางแผนแบบสุ่มสมบูรณ์ วิธีการวิเคราะห์ LSD (Least Significant Difference) เพื่อเปรียบเทียบตัวอย่างเป็นคู่ จะพบทางด้านกลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งสูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุด คือ สูตรพื้นฐานที่ 1

5.1.2 จากการศึกษาปริมาณแป้งกล้วยที่เหมาะสมในการทำไอศกรีมกะทิแป้ง ซึ่งมีปริมาณแป้งกล้วย 1.5 ,4, 7.5 และ9 กรัม ตามลำดับ มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส แล้วทำการวิเคราะห์ความแตกต่างโดยใช้การวางแผนแบบสุ่มสมบูรณ์ วิธี LSD (Least Significant Difference) เพื่อเปรียบเทียบตัวอย่างเป็นคู่ พบว่าสูตรที่ได้รับการยอมรับ คือ สูตรที่ใช้แป้งกล้วยปริมาณ 7.5 กรัม

5.1.3 จากการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของไอศกรีมกะทิแป้งกล้วย พบว่า ค่าความหนืด 705.43±6.16 cps ค่าโอเวอร์รัน 47.60±0.11 % และค่าการละลายที่เวลา 30 นาที 25.50±0.12 %

5.1.4 จากการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของไอศกรีมกะทิแป้งกล้วย พบว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่าง มีค่าเท่ากับ 5.98±0.02 และค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ มีค่าเท่ากับ 20.4±0.43 องศาบริกซ์ และจากการวิเคราะห์ทางเคมีพบว่า คุณค่าทางด้านโภชนาการของไอศกรีมกะทิแป้งกล้วย หนึ่งหน่วยบริโภค: 1 ถ้วย (100 กรัม) พบว่า มีปริมาณโปรตีน 1.78 กรัม ไขมัน 6.06 กรัม คาร์โบไฮเดรต 18.94 กรัม ความชื้น 72.76 กรัม และ เถ้า 0.46 กรัม

5.1.5 จากการศึกษาคุณสมบัติทางจุลินทรีย์ในไอศกรีมกะทิ พบว่า ไอศกรีมกะทิแป้งกล้วย มีอายุการเก็บ 3 วัน ในภาชนะบรรจุถ้วยพลาสติคปิดฝาสนิท หลังจากนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ โดยกลิ่นกะทิซึ่งเป็นกลิ่นเฉพาะของไอศกรีมกะทิได้มีการจางหายไป และมีเนื้อสัมผัสที่เปลี่ยนแปลงไป เนื้อไอศกรีมมีลักษณะเป็นเกล็ดน้ำแข็ง ซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการพัฒนาให้ใช้แป้งกล้วยเป็นสารให้ความคงตัวในไอศกรีมรสชาติอื่นๆ
2. ควรเพิ่มผลไม้หรือท็อปปิ้ง เพื่อเพิ่มรสชาติให้กับไอศกรีมกะทิแป้งกล้วย

บรรณานุกรม

กองโภชนาการ กรมอนามัย. 2544. **ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย.** กรุงเทพฯ

กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2542. **สารให้ความหวาน**. จาร์พา เท็คเซ็นเตอร์, กรุงเทพฯ.

นรินทร์ ทองศิริ. 2528. **เทคโนโลยีอาหารนม**. กรุงเทพฯ: อักษรการพิมพ์.

นิรนาม. 2552. **กำเนิดไอศกรีม.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:
http://www.thaidairy.org/how/icecream.html.

นิรนาม. 2554. **กล้วยน้ำว้า.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:
http://www.itmstrade.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=5382910&Ntype=31

นิธิยา วัฒนาปนนท์. 2545. **เคมีอาหาร.** โอเดียนสโตว์, กรุงเทพฯ

"ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 194 (พ.ศ.2543) เรื่อง ฉลาก." ราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป,เล่มที่ 118 ตอนพิเศษที่ 6ง.ลงวันที่ 24 มกราคม 2544.

"ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 222 (พ.ศ.2544) เรื่อง ไอศกรีม." ราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป,เล่ม 118 ตอนพิเศษ 70ง.ลงวันที่ 26 กรกฎาคม 2544.

ปราณี อ่านเปรื่อง. 2547. **หลักการวิเคราะห์อาหารด้วยประสาทสัมผัส.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภัทรา มาดิษฐ์. 2540. **บทบาทขององค์ประกอบที่สำคัญในไอศกรีม**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:
http://www.icecreamfanclub.com/index.php?name=News&file=print&sid=3

วรรณา ตั้งเจริญชัย และ วิบูรณ์ศักดิ์ กาวิละ. 2531. **นมและผลิตภัณฑ์นม.** โอเดียนสโตร์, เชียงใหม่.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2530. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนมสด.** มอก.738-2530

สุดาทิพย์ อินทร์ชื่น. 2545. **การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งกล้วย**.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สูตรไอศครีมกะทิ คุณแม่วิไล. (ออนไลน์). 2553. เข้าถึงได้จาก: http://www.maama.com/column/guzzie/view.php?id=000035

อรพิน ชัยประสม. 2544. **เทคโนโลยีนมและผลิตภัณฑ์นม.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ.

อำนาจ เจริญศิลป์. 2552. **คุณสมบัติของเกลือที่ทำให้ไอศกรีมแข็งได้.** รุ่งแสงการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

A.O.A.C. 2005. **Official Method of Analysis.** 17th The association of Official Analytical Chemists, Washington D.C. USA.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ชุดที่ .....

วันที่ชิม .....

ผลิตภัณฑ์ ไอศกรีมกะทิ

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอ จากซ้ายไปขวาตามลำดับ แล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ที่ใกล้เคียงความรู้สึกของท่านมากที่สุดโดยกำหนดให้

9 = ชอบมากที่สุด 8 = ชอบมาก 7 = ชอบปานกลาง

6 = ชอบเล็กน้อย 5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

3 = ไม่ชอบปานกลาง 2 = ไม่ชอบมาก 1 = ไม่ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ		
สี			
กลิ่น			
รส			
เนื้อสัมผัส			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

น.ส. ภาวิดา โต๊ะนาค

ป.ตรี 4 วิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ชุดที่ .....

วันที่ชิม .....

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอ จากซ้ายไปขวาตามลำดับ แล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ที่ใกล้เคียงความรู้สึกของท่านมากที่สุดโดยกำหนดให้

9 = ชอบมากที่สุด 8 = ชอบมาก 7 = ชอบปานกลาง

6 = ชอบเล็กน้อย 5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

3 = ไม่ชอบปานกลาง 2 = ไม่ชอบมาก 1 = ไม่ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ		
สี			
กลิ่น			
รส			
เนื้อสัมผัส			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

น.ส.ภาวิดา โต๊ะนาค

ป.ตรี 4 วิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ

ภาคผนวก ข

สูตรไอศกรีมกะทิ

สูตรไอศกรีมกะทิสูตรที่ 1

ส่วนผสม

1.	มะพร้าวขูดขาว	1000	กรัม
2.	น้ำเปล่า	800	กรัม
3.	น้ำตาลทรายขาว	195	กรัม
4.	เกลือ	1	กรัม
5.	หางนมผง	100	กรัม
6.	แป้งข้าวโพด	4	กรัม
7.	น้ำ	150	กรัม

วิธีทำ

1. คั้นมะพร้าวขูดกับน้ำ 800 กรัม ให้ได้น้ำกะทิประมาณ 1,050 กรัม
2. ผสมน้ำกะทิกับน้ำลงในหม้อสแตนเลส ยกขึ้นตั้งไฟให้ได้อุณหภูมิประมาณ 55 องศาเซลเซียส
3. ผสมส่วนผสมที่เป็นของแข็งทั้งหมดเข้าด้วยกัน แล้วค่อยๆ โรยลงบนน้ำกะทิ คนให้ทั่วๆ ขณะโรย จนส่วนผสมละลายหมด อุ่นให้ได้อุณหภูมิประมาณ 65 องศาเซลเซียส
4. นำเข้าเครื่องปั่น ปั่นด้วยความเร็วสูงสุดนาน 1 นาที เพื่อให้เป็นเนื้อเดียวกัน หลังจากนั้นเทใส่หม้อสแตนเลส
5. ยกขึ้นตั้งไฟ พาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที เสร็จแล้วนำไปแช่น้ำเย็นให้เย็นทันที
6. จากนั้นนำไปแช่ในตู้เย็นนานอย่างน้อย 2 ช.ม.
7. ปั่นด้วยเครื่องปั่นไอศกรีม จากนั้นนำไปบ่มอีกครั้งเป็นเวลา 24 ชม. เพื่อให้ไอศกรีมเกิดการเซ็ทตัว

ที่มา: สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สูตรไอศกรีมกะทิ สูตรที่ 2

ส่วนผสม

1.	มะพร้าวขูด	2000	กรัม
2.	น้ำตาลทราย	1000	กรัม
3.	น้ำมะพร้าว	4	ลิตร

วิธีทำ

1. ต้มกะทิให้ข้นๆ ประมาณ 3 ลิตร
2. เชื่อมน้ำตาลให้ได้ประมาณ 1 ลิตร
3. หัวกะทิเตรียมไว้ผสมกับกะทิที่ต้มไว้
4. ผสมกันชิมดูให้รสพอดี
5. เอาเข้าเครื่องปั่นไอศครีม
6. ใส่เนื้อมะพร้าวอ่อนและขนุนลงไปปั่นพร้อมกัน
7. ยิ่งปั่นนานเนื้อไอศครีมจะยิ่งละเอียดและอร่อยมากขึ้น

ที่มา: วิไล,2553

สูตรไอศกรีมกะทิ สูตรที่ 3

ส่วนผสม

1.	หัวกะทิคั้นสด	3	ถ้วยตวง
2.	น้ำตาล	3/4	ถ้วยตวง
3.	น้ำเปล่า	1/2	ถ้วยตวง
4.	ใบเตยหอมล้างสะอาด	4-5	ใบ
5.	แป้งข้าวโพด	1-1/2	ช้อนโต๊ะ

วิธีทำ

1. ละลายแป้งในน้ำเย็นเล็กน้อย ต้มน้ำ ประมาณ 1/2 ถ้วยที่เหลือให้เดือดจัด แล้วนำมาลวกแป้งให้สุก กวนเร็ว ๆ จนได้ลักษณะที่เป็นเจลใส
2. อุ่นกะทิด้วยไฟอ่อน ๆ กับใบเตยหอม
3. ละลายน้ำตาลในน้ำกะทิ และเติมน้ำแป้งจากข้อ 1
4. ต้มจนส่วนผสมทั้งหมดละลายเข้ากันดี ระวังอย่าให้กะทิแตกมัน
5. ยกลงแล้วทำให้ส่วนผสมเย็นลงอย่างรวดเร็วที่สุด
6. บ่มส่วนผสมในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 0-4 C เป็นเวลาอย่างน้อย 4 ชั่วโมง
5. เอาใบเตยออก แล้วนำไปปั่นด้วยถังปั่นไอศกรีม

ที่มา: พรหล้า ขาวเธียร,2553

สูตรมาตราฐานไอศกรีมกะทิแป้งกล้วย

ส่วนผสม

1.	มะพร้าวขูดขาว	1000	กรัม
2.	น้ำเปล่า	800	กรัม
3.	น้ำตาลทรายขาว	195	กรัม
4.	เกลือ	1	กรัม
5.	หางนมผง	100	กรัม
6.	แป้งกล้วย	7.5	กรัม
7.	น้ำ	150	กรัม

วิธีทำ

1. คั้นมะพร้าวขูดกับน้ำ 800 กรัม ให้ได้น้ำกะทิประมาณ 1,050 กรัม
2. ผสมน้ำกะทิกับน้ำลงในหม้อ ยกขึ้นตั้งไฟให้ได้อุณหภูมิประมาณ 55 องศาเซลเซียส
3. ผสมส่วนผสมที่เป็นของแข็งทั้งหมดเข้าด้วยกัน แล้วค่อยๆ โรยลงบนน้ำกะทิ คนให้ทั่วๆ ขณะโรย จนส่วนผสมละลายหมด อุ่นให้ได้อุณหภูมิประมาณ 65 องศาเซลเซียส
4. นำเข้าเครื่องปั่น ปั่นด้วยความเร็วสูงสุดนาน 1 นาที เพื่อให้เป็นเนื้อเดียวกัน หลังจากนั้นเทใส่หม้อสแตนเลส
5. จากนั้น พาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที เสร็จแล้วนำไปแช่น้ำเย็นให้เย็นทันที
6. นำไปแช่ในตู้เย็นนานอย่างน้อย 2 ช.ม.
7. ปั่นด้วยเครื่องปั่นไอศกรีม จากนั้นนำไปบ่มอีกครั้งเป็นเวลา 24 ชม. เพื่อให้ไอศกรีมเกิดการเซ็ทตัว

หมายเหตุ ไอศกรีมกะทิแป้งกล้วย 1 สูตร สามารถผลิตไอศกรีม 1 ถ้วย/หน่วยบริโภค (100 กรัม) ได้ 15 ถ้วย
ควรเก็บรักษาไอศกรีมกะทิแป้งกล้วยที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

ภาคผนวก ค

ภาพผลิตภัณฑ์

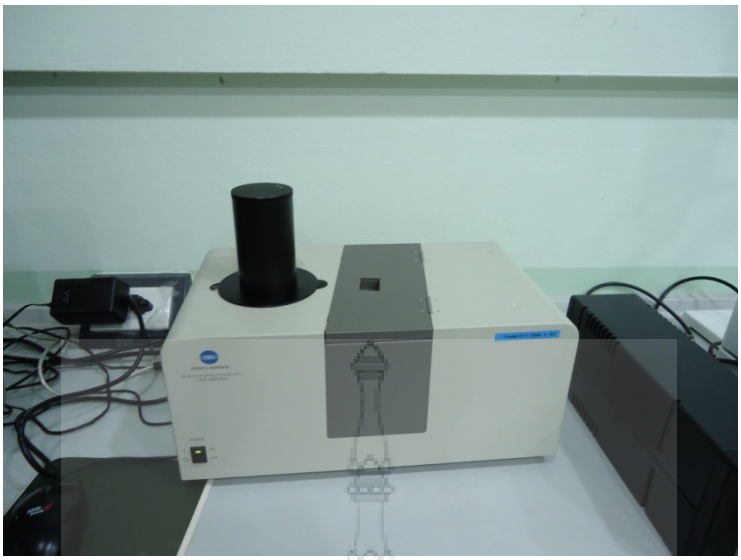
ภาพฉลากผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิแป้งกล้วย

ภาคผนวก ง

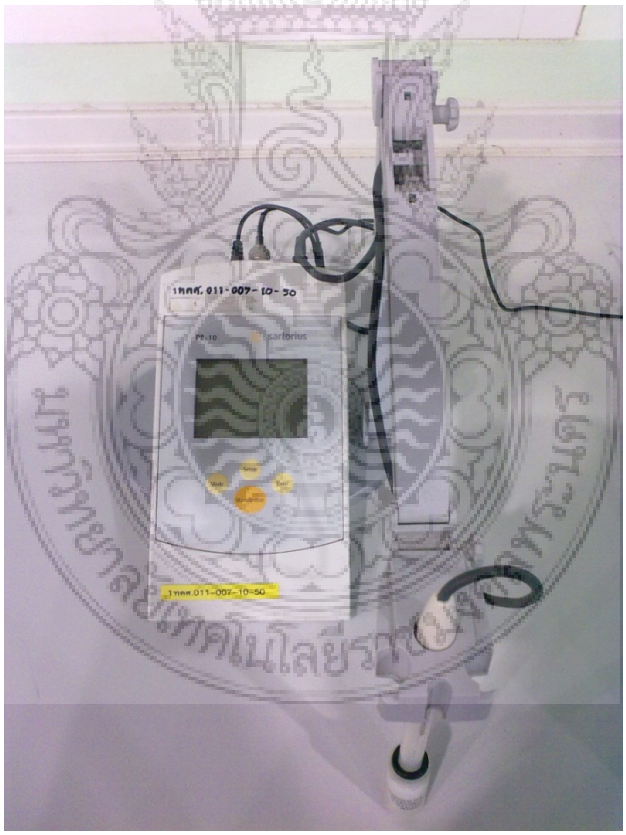
รูปแสดงเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์

ภาพที่ 2 เครื่องมือวัดค่าของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (HAND REFRACTOMETER)

ภาพที่ 3 เครื่องมือวัดความหนืด (Brookfield Viscometer)



ภาพที่ 4 เครื่องมือวัดค่าสี (Spectrophotometer)



ภาพที่ 5 เครื่องมือวัดความเป็นกรด ด่าง (pH)

ภาคผนวก จ

มาตรฐานการรับรองผลิตภัณฑ์

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข
(ฉบับที่ ๒๒๒) พ.ศ.๒๕๔๔
เรื่อง ไอศกรีม

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ไอศกรีม

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕ และมาตรา ๖ (๑) (๒) (๔) (๕) (๖) (๗) และ (๑๐) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.๒๕๒๒ อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๙ ประกอบกับมาตรา ๓๕ มาตรา ๔๘ และมาตรา ๕๐ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ให้ยกเลิก

(๑) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ ๓๓ (พ.ศ.๒๕๒๒) เรื่อง กำหนดไอศกรีมเป็นอาหารควบคุมเฉพาะและกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานและวิธีการผลิต ลงวันที่ ๑๓ กันยายน พ.ศ.๒๕๒๒

(๒) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ ๑๐๑ (พ.ศ.๒๕๒๕) เรื่อง กำหนดไอศกรีมเป็นอาหารควบคุมเฉพาะและกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานและวิธีการผลิต (ฉบับที่ ๒) ลงวันที่ ๗ กรกฎาคม พ.ศ.๒๕๒๕

ข้อ ๒ ให้ไอศกรีมเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ

ข้อ ๓ ไอศกรีมตามข้อ ๒ แบ่งเป็น ๕ ชนิด

(๑) ไอศกรีมนม ได้แก่ ไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้นมหรือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนม

(๒) ไอศกรีมดัดแปลง ได้แก่ ไอศกรีมตาม (๑) ที่ทำขึ้นโดยใช้ไขมันชนิดอื่นแทนมันเนยทั้งหมดหรือแต่บางส่วน หรือไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันแต่ผลิตภัณฑ์นั้นมิใช่ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนม

(๓) ไอศกรีมผสม ได้แก่ ไอศกรีมตาม (๑) หรือ (๒) แล้วแต่กรณี ซึ่งมีผลไม้หรือวัตถุอื่นที่เป็นอาหารเป็นส่วนผสมอยู่ด้วย

(๔) ไอศกรีมตาม (๑) (๒) หรือ (๓) ชนิดเหลว หรือแห้ง หรือผง

(๕) ไอศกรีมหวานเย็น ได้แก่ ไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้น้ำและน้ำตาลหรืออาจมีวัตถุอื่นที่เป็นอาหารเป็นส่วนผสมอยู่ด้วยไอศกรีมดังกล่าวอาจใส่วัตถุแต่งกลิ่น รส และสีด้วยก็ได้

ข้อ ๔ ไอศกรีมทุกชนิด ยกเว้นไอศกรีมตามข้อ ๓ (๔) ต้องผ่านกรรมวิธีตามลำดับดังต่อไปนี้

(๑) การผ่านความร้อน ต้องผ่านกรรมวิธีหนึ่งวิธีใด ดังนี้

(๑.๑) ทำให้ร้อนขึ้นถึงอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า ๖๘.๕ องศาเซลเซียส และคงไว้ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า ๓๐ นาที หรือ

(๑.๒) ทำให้ร้อนขึ้นถึงอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า ๘๐ องศาเซลเซียส และคงไว้ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า ๒๕ วินาที และจะต้องมีเครื่องวัดอุณหภูมิพร้อมด้วยเครื่องบันทึกอัตโนมัติแสดงอุณหภูมิเวลาที่ใช้จริง หรือ

(๑.๓) ทำให้ร้อนโดยกรรมวิธีอื่นตามที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาเห็นชอบด้วย

(๒) ทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ ๔ องศาเซลเซียส และคงไว้ที่อุณหภูมินี้

(๓) ปั่น กวน หรือผสม แล้วแต่กรณี และทำให้เยือกแข็งที่อุณหภูมิไม่สูงกว่า -๒.๒ องศาเซลเซียส ก่อนบรรจุลงในภาชนะบรรจุเพื่อจำหน่ายและต้องเก็บไว้ที่อุณหภูมิไม่สูงกว่า -๒.๒ องศเซลเซียสนี้จนกว่าจะจำหน่าย

ข้อ ๕ ไอศกรีม ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(๑) ไอศกรีมนม ต้องมีมันเนยเป็นส่วนผสมไม่น้อยกว่าร้อยละ ๕ ของน้ำหนัก และมีธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนยไม่น้อยกว่าร้อยละ ๗.๕ ของน้ำหนัก

(๒) ไอศกรีมดัดแปลง ต้องมีไขมันทั้งหมดไม่น้อยกว่าร้อยละ ๕ ของน้ำหนัก

(๓) ไอศกรีมผสม ต้องมีมาตรฐานเช่นเดียวกับ (๑) หรือ (๒) แล้วแต่กรณี ทั้งนี้ โดยไม่นับรวมน้ำหนักของผลไม้หรือวัตถุที่เป็นอาหารอื่นผสมอยู่

(๔) ไอศกรีมหวานเย็นและไอศกรีมตามข้อ ๓ (๑) (๒) หรือ (๓) ต้อง

(๔.๑) ไม่มีกลิ่นหืน

(๔.๒) ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลหรือใช้ร่วมกับน้ำตาลนอกจากการใช้น้ำตาลได้ โดยให้ใช้วัตถุให้ความหวานแทนน้ำตาลได้ตามมาตรฐานอาหาร เอฟ เอ โอ/ดับบลิว เอช โอ, โคเด็กซ์ (Joint FAO/WHO Codex) ที่ว่าด้วยเรื่องวัตถุเจือปนอาหารและฉบับที่ได้แก้ไขเพิ่มเติม

ในกรณีที่ไม่มีมาตรฐานกำหนดไว้ตามวรรคหนึ่งให้สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนดโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการอาหาร

(๔.๓) ไม่มีวัตถุกันเสีย

(๔.๔) มีบักเตรีไม่เกิน ๖๐๐,๐๐๐ ในอาหาร ๑ กรัม

(๔.๕) ตรวจไม่พบบักเตรีชนิด อี.โคไล (Exchericha coli) ในอาหาร ๐.๐๑ กรัม

(๔.๖) ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(๔.๗) ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

(๕) ไอศกรีมชนิดเหลวต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตาม (๑) (๒) หรือ (๓) แล้วแต่กรณี และต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตาม (๔) ด้วย

ข้อ ๖ ไอศกรีมชนิดแห้ง หรือผง ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(๑) ไม่มีกลิ่นหืน

(๒) มีกลิ่นตามลักษณะเฉพาะของไอศกรีมชนิดนั้น

(๓) มีลักษณะไม่เกาะเป็นก้อน ผิดไปจากลักษณะที่ทำขึ้น

(๔) ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลหรือใช้ร่วมกับน้ำตาลนอกจากการใช้น้ำตาลได้ โดยให้ใช้วัตถุให้ความหวานแทนน้ำตาลได้ตามมาตรฐานอาหาร เอฟ เอ โอ/ดับบลิว เอช โอ, โคเด็กซ์ (Joint FAO/WHO Codex) ที่ว่าด้วยเรื่องวัตถุเจือปนอาหารและฉบับที่ได้แก้ไขเพิ่มเติม

ในกรณีที่ไม่มีมาตรฐานกำหนดไว้ตามวรรคหนึ่งให้สำนักงานคณะกรรมการอาหาร และยาประกาศกำหนดโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการอาหาร

(๕) ไม่มีวัตถุกันเสีย

(๖) มีความชื้นไม่เกินร้อยละ ๕ ของน้ำหนัก

(๗) มีบักเตรีได้ไม่เกิน ๑๐๐,๐๐๐ ในอาหาร ๑ กรัม

(๘) ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(๙) ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

ข้อ ๗ การใช้วัตถุเจือปนอาหาร ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร

ข้อ ๘ ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าไอศกรีมเพื่อจำหน่าย ต้องปฏิบัติตามประกาศกระทรวง สาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษา อาหาร

ข้อ ๙ การใช้ภาชนะบรรจุไอศกรีม ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วย เรื่อง ภาชนะบรรจุ

ข้อ ๑๐ การแสดงฉลากของไอศกรีม ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วย เรื่อง ฉลาก

ข้อ ๑๑ ประกาศฉบับนี้

(๑) ไม่กระทบกระเทือนถึงใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหารซึ่งออกให้ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ ๓๓ (พ.ศ.๒๕๒๒) เรื่อง กำหนดไอศกรีมเป็นอาหารควบคุมเฉพาะและกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานและวิธีการผลิต ลงวันที่ ๑๓ กันยายน พ.ศ.๒๕๒๒ แก้ไขเพิ่มเติมโดยประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ ๑๐๑ (พ.ศ.๒๕๒๙) เรื่อง กำหนดไอศกรีมเป็นอาหารควบคุมเฉพาะและกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานและวิธีการผลิต (ฉบับที่ ๒) ลงวันที่ ๗กรกฎาคม พ.ศ.๒๕๒๙ ก่อนประกาศนี้ใช้บังคับยังคงใช้ได้ต่อไป

(๒) ให้ใบสำคัญการใช้ฉลากอาหาร ซึ่งออกให้ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ ๖๘ (พ.ศ.๒๕๒๕) เรื่อง ฉลาก ลงวันที่ ๒๙ เมษายน พ.ศ.๒๕๒๕ แก้ไขเพิ่มเติมโดยประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ ๙๕ (พ.ศ.๒๕๒๘) เรื่อง ฉลาก (ฉบับที่ ๒) ลงวันที่ ๓๐ กันยายน พ.ศ.๒๕๒๘ และฉบับที่เกี่ยวข้องก่อนประกาศนี้ใช้บังคับยังคงใช้ต่อไปได้ไม่เกินสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

ข้อ ๑๒ ให้ผู้ผลิต ผู้นำเข้าไอศกรีมที่ได้รับอนุญาตอยู่ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ ยื่นคำขอรับเลขสารบบอาหารภายในหนึ่งปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับเมื่อได้ยื่นคำขอดังกล่าวแล้ว ให้ได้รับการผ่อนผันการปฏิบัติตามข้อ ๘ ภายในสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ และให้คงใช้ฉลากเดิมที่เหลืออยู่ต่อไปจนกว่าจะหมด แต่ต้องไม่เกินสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

ข้อ ๑๓ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันที่ ๒๔ กรกฎาคม ๒๕๔๔ เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๒๔ กรกฎาคม พ.ศ.๒๕๔๔
สุดารัตน์ เกยุราพันธุ์
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ผลิตภัณฑ์อัดเม็ดและเม็ดอมแบบตอกเม็ดเป็นผลิตภัณฑ์อีกหนึ่งชนิดที่นิยมบริโภคในสภาวการณ์ดำรงชีวิตที่เร่งรีบ โดยเฉพาะในช่วงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550-2552 พบว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีแนวโน้มและมีความหลากหลายในช่วงอายุของผู้บริโภคเพิ่มขึ้น เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถรับประทานได้ง่าย พกพาสะดวก น้ำหนักเบา อายุการเก็บนาน ตัวอย่างเช่น ผลิตภัณฑ์นมอัดเม็ด ธัญพืชอัดเม็ด เส้นใยอาหารอัดเม็ด เป็นต้น

ในปัจจุบัน ผู้คนส่วนใหญ่ มักบริโภคผักและผลไม้เป็นจำนวนน้อย เนื่องจาก ผัก จะต้องนำไปผ่านการประกอบอาหารก่อนจึงจะรับประทานได้ และผลไม้ มักจะหาซื้อจากรถเข็นขายเป็นส่วนใหญ่ ไม่ได้เป็นการซื้อมารับประทานเองที่บ้าน เพราะในสังคมที่เร่งรีบ ในระหว่างการทำงาน ระหว่างเรียนหนังสือ หรือ หลังจากการเลิกทำงาน เลิกเรียนหนังสือ ก็มักจะกลับบ้านทันที จึงมีโอกาสที่จะรับประทานผักและผลไม้ได้น้อย ซึ่งผักและผลไม้ มีประโยชน์ต่อร่างกายอย่างมาก มีวิตามินและเกลือแร่ต่างๆ สามารถป้องกันและรักษาโรคภัยไข้เจ็บได้ ดังนั้นผู้วิจัย จึงมีแนวคิดพัฒนานำผักและผลไม้ มาอยู่ในรูปของการอัดเม็ด เพื่อสะดวกและง่ายต่อการรับประทาน เก็บไว้ได้นาน มีประโยชน์ต่อร่างกายได้คุณค่าทางโภชนาการทางอาหาร

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาสูตรและกรรมวิธีการผลิตการผลิตผักและผลไม้อัดเม็ด

1.2.2 เพื่อศึกษาปริมาณสารหล่อลื่นในการพัฒนาผลิตการผลิตผักและผลไม้อัดเม็ด

1.2.3 เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้อัดเม็ด

1.2.4. เพื่อศึกษาคุณสมบัติหรือคุณลักษณะของผักและผลไม้อัดเม็ด

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ได้สูตรและกระบวนการผลิตที่เหมาะสมในการผลิตผักและผลไม้อัดเม็ด

1.3.2 เพิ่มทางเลือกให้กับผลิตภัณฑ์อัดเม็ด

1.3.3 เพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตทางการเกษตร

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 แป้งกล้วย

2.1.1 นิยาม แป้งกล้วยน้ำว้า เป็นผลิตภัณฑ์จากกล้วยน้ำว้าดิบ ซึ่งมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูง โดยแป้งกล้วยน้ำว้านิยมนำมาใส่ในขนมพวก เบเกอรี่ เป็นต้น เนื่องจากแป้งกล้วยน้ำว้ามีคุณสมบัติคล้ายกับแป้งสาลี จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแปลกใหม่ และเป็นการส่งเสริมผลไม้ไทยอีกด้วย คุณค่าทางโภชนาการของแป้งกล้วยน้ำว้าในปริมาณ 100 กรัม พบว่ามี โปรตีน 2.49 กรัม ไขมัน 0.53 กรัม เส้นใย 1.00 กรัม และเถ้า 1.86 กรัม (สุดาทิพย์,2545)

2.1.2 กระบวนการผลิต

ลวกกล้วยดิบและแช่น้ำเย็น

↓

ปอกเปลือก และสไลด์เป็นชิ้น

↓

แช่สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ความเข้มข้น 0.1%

↓

อบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

↓

นำมาปั่นด้วยเครื่อง Vita-mix ด้วยความเร็วสูงสุด เป็นเวลา 3 นาที

↓

ร่อนด้วยตะแกรง และนำแป้งกล้วยบรรจุถุงแบบสุญญากาศ

ภาพที่ 2.1 กระบวนการผลิตแป้งกล้วย

2.2 เม็ดอมแบบตอกเม็ด (Tablets)

เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมเกือบทั้งหมดเป็นน้ำตาลป่นละเอียด รวมกับสารที่เป็นตัวเชื่อม (binding agent หรือ binder) และสารหล่อลื่น (lubricant) เล็กน้อย ส่วนมากจะใส่กลิ่นเปปเปอร์มินต์ วิธีการทำคล้ายกับการนวดแป้งทำขนมปังแต่ใช้น้ำตาลแทนแป้ง มักจะถูกจัดรวมอยู่กับผลิตภัณฑ์ lozenges เพราะผลิตภัณฑ์ทั้งสองชนิดมีลักษณะคล้ายกันมาก แต่วิธีการผลิตแตกต่างกัน ผลิตภัณฑ์ tablets ทำโดยการอัดเม็ดน้ำตาลป่นด้วยแรงอัดสูงจนอนุภาคของน้ำตาลเกาะติดเชื่อมกัน ใช้เครื่องมือที่เรียกว่า tablet press แบบเดียวกับเครื่องที่ใช้ตอกเม็ดยา ตัวผลิตภัณฑ์จะมีเนื้อแข็งมาก ละลายได้ช้า ผิวเรียบลื่น ขอบคมชัด แต่อาจจะเปราะ ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์นี้ได้แก่ วิตามิน นมอัดเม็ด เม็ดอมบางชนิด เป็นต้น น้ำตาลทรายขาวที่ใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต จะต้องนำไปบดให้เป็นน้ำตาลป่นละเอียด ความชื้นต้องไม่เกินร้อยละ 0.5 การบดน้ำตาลนี้ควรบดในวันที่จะผลิตหรือบดแล้วใช้ทันที เพื่อไม่ให้น้ำตาลจับตัวกันเป็นก้อน แต่ถ้าบดไว้ก่อนจะต้องเก็บไว้ในห้องปรับอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ไม่เกินร้อยละ 50 น้ำตาลนี้ถ้ายิ่งบดละเอียดมาก จะยิ่งทำให้เนื้อผลิตภัณฑ์แข็งมากขึ้น ดังนั้นจึงสามารถใช้ขนาดของเม็ดน้ำตาลที่จะบดในการปรับลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ได้

2.2.1 ส่วนประกอบที่สำคัญในการทำเม็ดอมแบบตอกเม็ด

ผลิตภัณฑ์อัดเม็ดโดยทั่วไปจะประกอบไปด้วยส่วนประกอบหลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดจะทำหน้าที่แตกต่าง ได้สรุปว่าส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์อาหารอัดเม็ดเกือบทุกชนิดซึ่งอาจมีหนึ่งชนิดหรือมากกว่าหนึ่งชนิดขึ้นไปดังนี้

ก. สารยึดเกาะ (binder or adhesives)

สารยึดเกาะ คือ สารที่ใช้ในสภาพสารละลายเพื่อทำให้ผงเปียกเกาะกันเป็นแกรนูล สารที่ใช้ทำเป็นแกรนูลส่วนใหญ่มีคุณสมบัติทำให้ติดกัน ได้แก่ สารละลายเจลาติน กัมอะคาเซีย กลูโคสเหลว กลูโคสไซรัป รวมทั้งสารละลายในนำของอนุพันธุ์เซลลูโลสเช่น คาร์บอกซีเมททิลเซลลูโลส เมทิลเซลลูโลส

ข. สารหล่อลื่น (lubricants)

สารหล่อลื่นเป็นตัวช่วยให้แกรนูลเกาะติดกับหัวตอกน้อยลงซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีผิวหน้าหยาบหรือเป็นรู และสารหล่อลื่นยังช่วยลดแรงดันของผลิตภัณฑ์ขณะจะหลุดจากเบ้าตอก ซึ่งแกรนูลที่ไม่ได้ใส่สารหล่อลื่นอาจพบปัญหาเกี่ยวกับแรงเสียดทานขณะเม็ดหลุดจาก เบ้าตอกมีผลให้เม็ดแตกหักหรือบิ่นหรือเกิดความเสียหายแก่เครื่องมือได้ และประโยชน์อีกอย่างหนึ่งที่พบในสารหล่อลื่น คือ ทำให้แกรนูลที่ได้มีความไหลได้ดีตัวอย่างสารหล่อลื่น ได้แก่ แมกนีเซียมสเตียเรต ทัลคัม แป้งข้าวโพด เป็นต้น

ค. สารทำให้แตกตัว (disintregrants)

สารทำให้แตกตัวเป็นสารที่เติมลงไปเพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์แตกเป็นชิ้นส่วนเล็กๆและละลายได้เร็วหลังการบริโภค ถ้าปราศจากสารนี้ทำให้ผลิตภัณฑ์ละลายช้าลักษณะเฉพาะของสารทำให้แตกตัว คือ ดูดซึมและพองตัวเมื่อเปียกน้ำ สารที่ใช้เป็นสานทำให้แตกตัว คือ แป้งข้าวโพด เบนโทไนท์ คาร์บอกซีเมททิลเซลลูโลส กรดอัลจีนิก และวีกัม เป็นต้น

2.2.2 กระบวนการผลิตเม็ดอมแบบตอกเม็ด (Tablets)

ผลิตภัณฑ์อัดเม็ดสามารถผลิตได้จากเครื่องตอกเม็ดชนิดหัวเดี่ยว (single punched machine) และ ประเภทหลายหัวตอก (rotary multiple punched machine) ซึ่งประเภทหลายหัวตอกสามารถลดการใช้สารหล่อลื่นได้ ลักษณะพื้นฐานที่ควรจะได้พิจารณาระหว่างการใช้เครื่องอัดเม็ด มี 2 ประการ คือ ช่วงของแรงตอกอัดที่ใช้ต้องไม่ทำความเสียหายต่อเครื่องอัดเม็ด และความเร็วของการตอกอัดที่เหมาะสมที่ไม่ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่เป็นไปตามที่กำหนด ความเร็วของเครื่องอัดเม็ดจะต้องให้สัมพันธ์กับการไหลของแกรนูลลงสู่เบ้าตอก และ ช่วงระยะเวลาที่ เหมาะสมขณะเกิดการตอกอัด ถ้าเม็ดยาขนาดเล็กอาจจะทำการไหลของแกรนูลลงสู่ช่องของเบ้าตอกไม่สม่ำเสมอได้

ก. การทำแกรนูล

แกรนูล หมายถึง สารหรือวัตถุดิบที่นำมาผสมกันให้เป็นผงก่อนการอัดเม็ด คุณสมบัติของแกรนูลหลายประการมีความสำคัญ เนื่องจากจะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ โดยคุณสมบัติของแกรนูลที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ความสามารถในการตอกอัด ความสม่ำเสมอของ

ผลิตภัณฑ์ ความพรุน ความแข็ง ความกร่อน แนวโน้มการแตกแยกของผลิตภัณฑ์หลังตอกอัด การแตกกระจายตัว และอัตราการละลาย ดังนั้นอาจจะสรุปคุณสมบัติต่าง ๆ ของ แกรนูลที่จะใช้เป็นเกณฑ์ในการควบคุมกระบวนการทำแกรนูลที่เหมาะสมที่สุด ตามตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์ในการควบคุมกระบวนการทำแกรนูล

คุณสมบัติ	สาเหตุของการผันแปร	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น	หมายเหตุ
ขนาดและการกระจาย	- ส่วนประกอบในสูตรตำรับ - ปริมาณที่ใช้ - ชนิดและปริมาณของสารยึดเกาะ - ขนาดอนุภาคของส่วนประกอบในสูตรตำรับ - ชนิดของเครื่องมือที่ใช้ทำแกรนูล - ลักษณะของกระบวนการผลิต - วิธีการทำแกรนูล	- น้ำหนักของเม็ดยาและการแปรผัน - เวลาในการแตกตัว - ความกร่อน - ความสามารถในการไหล	- ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อขนาดแกรนูล คือ ขนาดของตะแกรงที่ใช้ในขั้นตอนการแร่ง แกรนูล แห้ง
ความแข็ง	- ชนิดของสารในตำรับ - อุณหภูมิที่ใช้อบแห้ง - ชนิดและปริมาณของสารยึดเกาะ - ขนาดอนุภาคของสาร - เครื่องมือที่ใช้ในการทำแกรนูล	- ความแข็ง - ความกร่อน - การแตกตัว - การละลาย - ปริมาณของผงละเอียด	- มีช่วงความแข็งที่เหมาะสมของแกรนูล โดย - แกรนูลที่มีความแข็งน้อยกว่าช่วงนี้จะมีการแตกหักได้ง่าย ระหว่างการผสม
รูปร่าง	- เครื่องมือทำแกรนูล - วิธีเตรียมแกรนูล	- ความสามารถในการไหล - การจัดตัว - ความง่ายต่อการตอกอัด bulk density	- แกรนูลแข็งและหนาแน่นจะให้อัตราการละลายต่ำกว่าแกรนูลมีรูพรุน และอ่อนแกรนูลที่มีรูปร่างสม่ำเสมอมากกว่าจะมี bulk density ที่สูงกว่า
ความหนาแน่น	- ปริมาณสารยึดเกาะ - วิธีการเตรียมแกรนูล - อุปกรณ์ที่ใช้ - ส่วนประกอบในตำรับ	- ความสามารถในการตอกอัด - ความพรุนของเม็ดยา - อัตราการละลาย	- แกรนูลที่ผลิตโดยวิธี slugging จะมีความหนาแน่นสูงกว่าแกรนูลที่ผลิตแบบเปียก (wet granulation) - การเตรียมแกรนูลด้วยวิธีเปียก ถ้าเพิ่มเวลาในการผสมเปียก จะช่วยเพิ่มความหนาแน่น

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์ในการควบคุมกระบวนการทำแกรนูล (ต่อ)

คุณสมบัติ	สาเหตุของการผันแปร	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น	หมายเหตุ
รูพรุน	- ระยะเวลาในการผสมเปียก - ขนาดอนุภาคเริ่มต้น - ปริมาณสารยึดเกาะ - วิธีเตรียมแกรนูล	- ความพรุนของเม็ดยาที่ได้ - อัตราการละลาย - ความหนาแน่นของแกรนูล	- แกรนูลที่เตรียมด้วยวิธี slugging จะมีความพรุนน้อยกว่าที่เตรียมด้วยวิธีเปียก
Bulk density / tapped density	- เช่นเดียวกับความหนาแน่นและความพรุน	- เช่นเดียวกับความหนาแน่นและควาพรุน	

2.5 สารมอลโทเดกซ์ทริน

2.5.1 นิยาม

มอลโตเดกซ์ตริน (maltodextrin) คือคาร์โบไฮเดรท (carbohydrate) ประเภท polysaccharide ที่ได้จากการย่อยโมเลกุลของสตาร์ช (starch) บางส่วนให้เป็นสายสั้นๆ ของน้ำตาลกลูโคส (glucose) มีลักษณะเป็นผงหรือเกล็ดสีขาวไม่มีรส สามารถละลายน้ำได้ดี

วัตถุดิบที่ใช้เพื่อผลิตมอลโตเดกซ์ตรินคือ สตาร์ช (starch) จากพืชต่างๆ เช่น แป้งมันสำปะหลัง (tapioca starch) แป้งข้าวโพด (corn starch) แป้งมันฝรั่ง (potato starch) โดยการย่อยด้วยเอนไซม์อะมิเลส (amylase) ชนิด แอลฟา-อะมิเลส

2.5.2 ประเภทของมอลโตเดกซ์ตริน

Maltodextrin แบ่งได้ ตามค่า ที่มีค่าสมมูลเด็กซ์โทรส (Dextrose Equivalent, DE) มอลโตเดกซ์ตรินที่มีค่า dextrose equivalent ต่ำมีค่าอยู่ระหว่าง 5-20 maltodextrin ที่มีค่า DE สูง แสดงว่าโมเลกุลของสตาร์ชถูกย่อยได้น้ำตาลกลูโคสมาก จะมีความหวานมากกว่า maltodextrin ที่มีค่าDE ต่ำ

มอลโทเดกซ์ทรินเตรียมได้จากแป้งมันสำปะหลังโดยการไฮโดรไลซิส ด้วยกรดไฮโดรคลอริกหรือโดยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส

มีสูตรทางเคมี คือ $(C_6H_{12}O_6).H_2O$

2.5.3 คุณลักษณะทางกายภาพ

- ลักษณะเป็นผงหรือเป็นเม็ด (granule) สีขาว มีความหวานเล็กน้อยหรือไม่หวานเลย

- มอลโทเดกซ์ทรินมีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ประมาณ 900-9000

- ประกอบด้วยหน่วยของ D-glucose หลายๆ หน่วยเชื่อมต่อกันด้วยพันธะ α–(1 ⟶6)

- มีค่าสมมูลเดกซ์โทส (dextrose equivalent หรือ DE) ต่ำกว่า 20

- มีความชื้นประมาณร้อยละ 3-5

- มีความหนาแน่นรวม (bulk density) อยู่ในช่วง 0.31-0.61 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

- สามารถละลายได้ในน้ำที่อุณหภูมิห้อง สารละลายที่ได้อาจใสหรือขุ่นกับชนิดของมอลโทเด็กซ์ที่นำมาใช้ สารละลายที่ได้มีคุณสมบัติทางด้านความเป็นเนื้อ (body) และมีความหนืดที่สม่ำเสมอ เนื้อสัมผัสเรียบเนียน มีความสามารถในการดูดความชื้นต่ำ (low hygroscopicity) โดยเฉพาะพวกที่มีค่า DE ต่ำๆ มีจุดเยือกแข็งคงที่

- ควบคุมการเกิดสีน้ำตาลได้เป็นอย่างดี ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้เกิดน้ำตาลน้อยลงมาก

- สามารถนำมาใช้เพิ่มปริมาณของแข็งให้กับวัตถุดิบก่อนที่จะนำเข้าเครื่องทำแห้ง

- ยังช่วยลดการจับตัวเป็นก้อน (Caking) ของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บทำให้ผลิตภัณฑ์ผงที่ได้ สามารถไหลได้โดยสะดวก(free flow)

2.6 แป้งทัลคัม (Talcum Power)

2.6.1 นิยาม

แป้งทัลคัม คือ แป้งแร่หินชนิดหนึ่งได้มาจากการทำเหมืองหินทัลค์ (Talc) มีชื่อทางเคมีมือ Hydrous Magnesium Silicate เมื่อนำมาโม่ให้ละเอียด และอบให้แห้ง แม้จะมีการแยกสิ่งแปลกปลอมออก แต่ก็ยังไม่สามารถทำให้บริสุทธิ์ได้ จึงอาจยังมีสารแปลกปลอมหลงเหลืออยู่บางอย่างที่มีคุณสมบัติคล้ายแอสเบสตอส (Asbestos)

สูตรทางเคมี : $(3MgO)(4SiO_2)(H_2O)$

2.6.2 คุณลักษณะทางกายภาพ

- ลักษณะโปร่งแสงไม่มีสี, สีขาว, สีเขียวอ่อนสีน้ำตาล

- มีgranulations ขนาดระหว่างไมครอน 37 - 1.5 ไมครอน

- Density (g/cm^3) = 2.7-2.85

- ความถ่วงจำเพาะ = 2.6-2.85

- การดูดซับน้ำมัน = 30-55

- พื้นที่ผิว = (m^2 /g) 4.3

- ความแข็ง = ที่อุณหภูมิ 20 °C 1.0-1.5

- pH = 8.4-9.4

- G.E. ความสว่าง = 85 - 93

- ดัชนีหักเห = 1.59-1.60

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการทดลอง

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องตอกเม็ด ชนิดโรตารี 6 หัวตอก รุ่น Model 007 ยี่ห้อ ยู.ดี แมชชีนเนอรี่
2. เครื่องตู้อบลมร้อนแบบถาด (Tray Dryer) ยี่ห้อ BINDER รุ่น WBT 09-04077
3. เครื่องปั่นผสม รุ่น Model VM 0127 ยี่ห้อ Vita-Mix CORP ผลิตจากประเทศ U.S.A
4. เครื่องชั่งดิจิตอล 4 ตำแหน่ง Ohaus รุ่น Adventurer
5. ถาดอลูมิเนียมขนาดกว้าง x ยาว คือ 31 x 43 เซนติเมตร
6. เทอร์โมมิเตอร์
7. ตะแกรงร่อนแป้ง
8. นาฬิกาจับเวลา
9. ถ้วยตวงของแข็ง
10. ตะแกรง
11. ตะหลิว
12. ทัพพี
13. อ่างผสม

3.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำ

1. แป้งกล้วย
2. คะน้าผง
3. แครอทผง
4. มอลโตเด็กซ์ตริน
5. แป้งมันทัลคัม
6. น้ำตาลทรายบดละเอียด ตรา ลิน

3.3 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพ

3.3.1 อุปกรณ์วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.3.1.1 เครื่องวัด ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) AQVALAB รุ่น SERIES PE 06069336B

3.3.1.2 เครื่องวัดค่าสี Spectrophotometer รุ่น CM – 3500d KONICA MINOITA

3.3.1.3 Vernier caliper สเกล 0-150 mm

3.3.2 อุปกรณ์วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.3.2.1 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)

3.3.2.2 เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Dragon รุ่น 204

3.3.2.3 เตาเผา CARBOLTTE CWF 1100

3.3.2.4 เครื่องวิเคราะห์โปรตีน ประกอบด้วย

- ชุดย่อย BUCHI Digestion Unit K-435
- ชุดดักจับไอกรด BUCHI Scrubber B-414
- ชุดกลั่น BUCHI Distillation Unit B-324

3.3.2.5 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณไขมัน Foss Soxtec 2055

3.3.2.6 เครื่องวิเคราะห์เยื่อใย Foss Fibertec และ Foss Cold Extraction Unit

3.3.2.7 Desiccators

3.3.2.8 อื่นๆ ได้แก่ แคนพร้อมฝาปิดสำหรับหาปริมาณความชื้น ถ้วยกระเบื้อง ช้อนตักสารเคมีและครูซิเบิลแก้ว สำหรับวิเคราะห์เยื่อใย

3.3.3 อุปกรณ์วิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

3.3.3.1 หม้อนึ่งความดัน (Autoclave) Sanyo รุ่น Lado autoclave

3.3.3.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ PCA (Plate count agar) สำหรับวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในผลิตภัณฑ์

3.3.3.3 สารเคมี BPB (Butterfield's phosphate buffered diluent water)

3.3.3.4 เครื่อง Stomacher 400 circulator รุ่น 43007

3.3.3.5 จานเพาะเชื้อ ที่ปลอดเชื้อ

3.3.3.6 ปิเปตขนาด 1 ml ที่ปลอดเชื้อ

3.3.3.7 บีกเกอร์ขนาด 50 ml

3.3.3.8 ตะเกียงแอลกฮอล์

3.3.3.9 ตู้บ่มเชื้อ (Incubator) ช่วงใช้งานอุณหภูมิ 35±1 °C

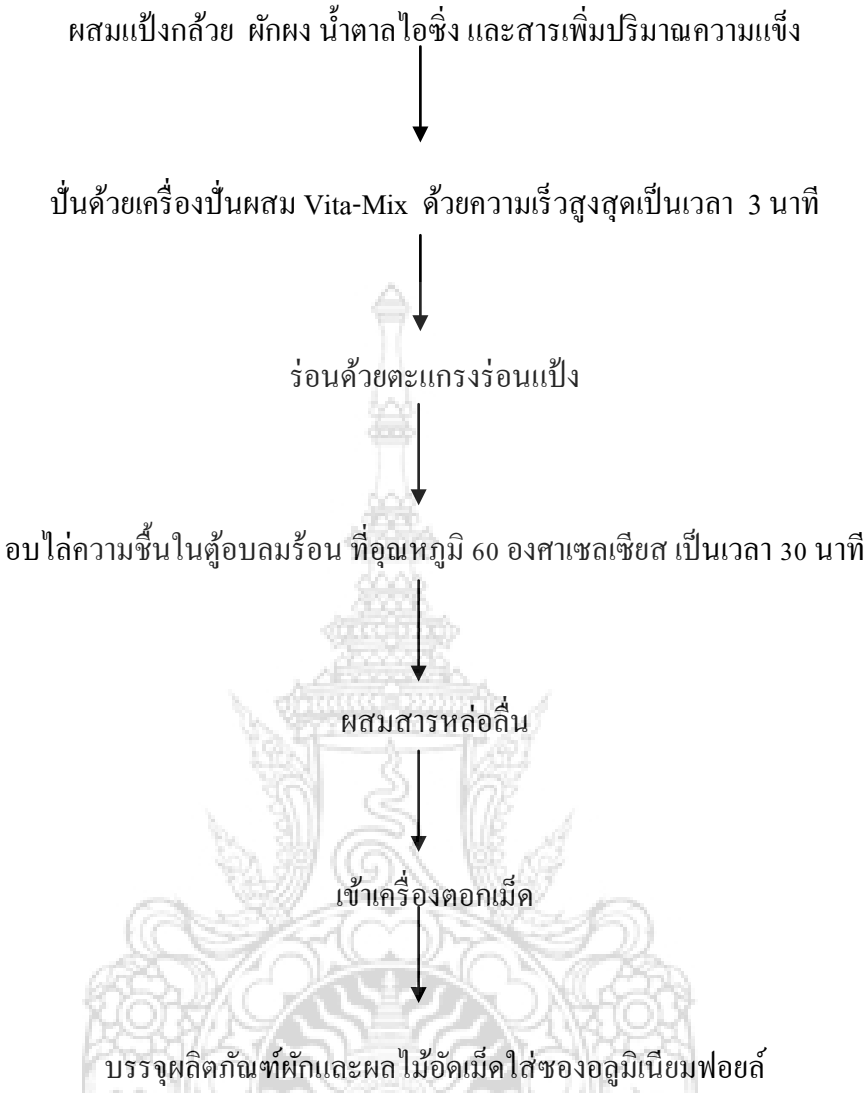
3.3.3.10 เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Dragon รุ่น 204

3.4 วิธีการดำเนินการทดลอง

3.2.1 พัฒนาสูตรและกรรมวิธีการผลิตผักและผลไม้อัดเม็ด

ก. ศึกษาสูตรพื้นฐานผักและผลไม้อัดเม็ด

ศึกษาสูตรพื้นฐานผักและผลไม้อัดเม็ดโดยมีสูตรดัดแปลงมาจากสูตรถั่วแดงหลวงอัดเม็ด (นงสุดา, 2545) โดยใช้อัตราส่วนดังต่อไปนี้ ถั่วเหลืองผง 25% นมผง 37% น้ำตาลทรายขาวบดละเอียด 32% และสารเพิ่มปริมาณความแข็ง 4 % และสารหล่อลื่น 2 %ใช้กรรมวิธีการผลิตแบบแห้งดังแสดงในแผนภาพที่ 3.1 โดยการชั่งส่วนผสม ได้แก่ แป้งกล้วย คะน้า และ น้ำตาลทรายบดละเอียด และสารเพิ่มปริมาณความแข็ง ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นผสม (Vita-Mix) ด้วยความเร็งสูงสุดเป็นเวลา 5 นาที และร่อนด้วยเครื่องเขย่าตะแกรงร่อนแป้งขนาด 10 mesh นำส่วนผสมทั้งหมดอบไล่ความชื้นในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ผสมสารหล่อลื่น นำส่วนผสมที่ได้ไปตอกเม็ด จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี Just about right โดยกำหนดปัจจัยคุณภาพ ดังนี้ สี กลิ่นแป้งกล้วย กลิ่นผัก รสหวาน และความแข็ง โดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 40 คน



ภาพที่ 3.1 กระบวนการผลิตผักและผลไม้อัดเม็ด

3.2.2 ศึกษาปริมาณสารเพิ่มความแข็งในการผลิตผักและผลไม้อัดเม็ด

3.2.2.1 ศึกษาผลของปริมาณสารเพิ่มความแข็งที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์

ศึกษาผลของอัตราส่วนที่เหมาะสมของแป้งกล้วยและผัก ต่อ มอลโตเด็กซ์ตริน ที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยมีสูตรดัดแปลงมาจากสูตรถั่วแดงหลวงอัดเม็ด (นงสุดา, 2545) วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) โดยศึกษาปริมาณมอลโต-เด็กซ์ตริน 3 ระดับ คือ 2 4 และ 6% ตามลำดับ โดยผสมกับ น้ำตาลทรายขาวบดละเอียด 32 %

ส่วนผสมแต่ละสูตรดังแสดงในตารางที่ 3.1 ใช้กรรมวิธีการผลิตดังแสดงในภาพที่ 1 โดยการชั่งส่วนผสม ได้แก่ แป้งกล้วย ผักผง น้ำตาลทรายบดละเอียด และสารเพิ่มปริมาณความแข็ง ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นผสม (Vita-Mix) ด้วยความเร็งสูงสุดเป็นเวลา 5 นาที และร่อนด้วยตะแกรงร่อนแป้ง นำส่วนผสมทั้งหมดอบไล่ความชื้นอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ผสมและสารหล่อลื่น นำส่วนผสมที่ได้ไปตอกเม็ด จากนั้น นำผลิตภัณฑ์ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Just about right โดยกำหนดปัจจัยคุณภาพ ดังนี้ สี กลิ่นแป้งกล้วย กลิ่นผัก รสหวาน และความแข็ง โดยจำนวนผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 40

ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมผักและผลไม้อัดเม็ด ในแต่ละสิ่งทดลองของการศึกษา

สิ่งทดลอง	ส่วนผสม (เปอร์เซ็นต์)				
	แป้งกล้วย	ผักผง	น้ำตาลทรายขาวบดละเอียด	มอลโตเด็กซตริน	แป้งมันทัลคัม
1	24	36	32	6	2
2	25	37	32	4	2
3	26	38	32	2	2

ที่มา : นงสุดา, 2545

3.2.3 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้อัดเม็ด ที่ได้จากการพัฒนาสูตรและกรรมวิธีการผลิต โดยให้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 40 คน และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 (9 – points hedonic scale) ทำการประเมินความชอบต่อปัจจัยคุณภาพด้านสี กลิ่น รสหวาน ความแข็ง และ ความชอบโดยรวม ของผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้อัดเม็ด

3.2.4 ศึกษาคุณสมบัติหรือคุณลักษณะของผักและผลไม้อัดเม็ด

ศึกษาคุณสมบัติของผักและผลไม้อัดเม็ด โดยการนำผักและผลไม้ที่อัดเม็ดแล้ว มาวิเคราะห์ทางกายภาพ วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี และวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ วิธีวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี ทางจุลินทรีย์

3.2.4.1. วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

ก. วัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี ตรวจสอบค่าสีด้วยระบบ CLE L* a* และ b*

ข. วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ด โดยการนำเวอร์เนียคาลิปเปอร์ขนาด 0 -150 mm. มาวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองอัดเม็ด ทำการวัดจำนวน 3 ซ้ำ และหาค่าเฉลี่ย

ค. วัดความหนาของเม็ดโดยการนำเวอร์เนียคาลิปเปอร์ขนาด 0 – 150 mm .มาวัดขนาดความหนาของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองอัดเม็ด ทำการวัดจำนวน 3 ซ้ำ และหาค่าเฉลี่ย

3.2.4.2 วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ก. วัดค่า water activity

ข. วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า

ค. วิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

1. วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยวิธีดัดแปลง AOAC (2000)

3.3 สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการ ห้อง 622 และห้อง 521 สาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 พัฒนาสูตรและกรรมวิธีการผลิตผักและผลไม้อัดเม็ด

4.1.1 การคัดเลือกวัตถุดิบและตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพของวัตถุดิบ

- กล้วยน้ำว้า คะน้า และแครอท นำมาผลิตเป็นผง จากนั้นนำไปตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพ แสดงดังตารางที่ 4.1 และนำไปผสมในการผลิตต่อไป

ตารางที่ 4.1 คุณลักษณะทางกายภาพของแป้งกล้วย คะน้าผง และแครอทผง

ชนิด	a_w	ค่าสี		
		L*(ความสว่าง)	a*(สีแดง)	b*(สีเหลือง)
แป้งกล้วย	0.27±0.26	84.35±0.13	1.01±0.08	10.94±0.04
คะน้า	0.29±0.31	46.61±0.19	-5.44±0.15	28.35±0.02
แครอท	0.33±0.28	62.72±0.11	22.92±0.12	34.30±0.06

4.1.2 ศึกษาสูตรพื้นฐานผักและผลไม้อัดเม็ด

สูตรการผลิตได้ดัดแปลงมาจากสูตรถั่วแดงหลวงอัดเม็ด (นงสุดา, 2545) แสดงดังตารางที่ 4.2 -4.3 และนำมาทดสอบชิมเบื้องต้น พร้อมตรวจสอบทางกายภาพ

ตารางที่ 4.2 สัดส่วนระหว่างแป้งกล้วย และคะน้าผง ในการทดลอง 5 สูตร

ส่วนผสม	สูตรที่				
	1	2	3	4	5
แป้งกล้วย	70	60	50	40	30
คะน้าผง	30	40	50	60	70

จากตารางที่ 4.1 พบว่า สูตรที่ 1 – 5 มีลักษณะทางกายภาพที่เป็นเม็ดกลม ผิวเนียน มีกลิ่นคะน้าแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปริมาณคะน้าผงที่ผสมลงไป โดยสูตรที่ 3, 4 และ 5 มีกลิ่นคะน้าชัดเจนมากเกินไป เนื้อสัมผัสที่หลงเหลือภายในปากได้กลิ่นเหม็นเขียวมากไป

ตารางที่ 4.3 สัดส่วนระหว่างแป้งกล้วย และแครอทผง ในการทดลอง 5 สูตร

ส่วนผสม	**สูตรที่**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
แป้งกล้วย	70	60	50	40	30
แครอทผง	30	40	50	60	70

จากตารางที่ 4.2 พบว่า สูตรที่ 1 – 5 มีลักษณะทางกายภาพที่เป็นเม็ดกลม ผิวเนียน มีกลิ่นแครอทแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปริมาณแครอทผงที่ผสมลงไป โดยสูตรที่ 3, 4 และ 5 มีกลิ่นแครอทชัดเจนมากเกินไป เนื้อสัมผัสที่หลงเหลือภายในปากได้กลิ่นแครอทชัดเจน นำสูตรที่เลือกมาทดลองสูตรการผลิตต่อ โดยการผสมวัตถุดิบหลักและวัตถุดิบประกอบ แสดงดังตารางที่ 4.4 – 4.5 และตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพของทั้ง 6 สูตร พร้อมกับการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 4.4 สูตรการผลิตคะน้าผงอัดเม็ด แปรอัตราส่วนของแป้งกล้วยและคะน้า

สูตรที่	**แป้งกล้วย**	**คะน้า**	**น้ำตาลทรายขาว**	**สารเพิ่มความแข็ง**	**สารหล่อลื่น บดละเอียด**
❶ (คะน้า)	25	37	32	4	2
❷ (คะน้า)	31	31	32	4	2
❸ (คะน้า)	55	7	32	4	2

ตารางที่ 4.5 สูตรการผลิตแครอทผงอัดเม็ด

สูตรที่	แป้งกล้วย	แครอท	น้ำตาลทรายขาว	สารเพิ่มความแข็ง	สารหล่อลื่น
			บดละเอียด		
❹ (แครอท)	25	37	32	4	2
❺ (แครอท)	31	31	32	4	2
❻ (แครอท)	55	7	32	4	2

ตารางที่ 4.6 คุณลักษณะทางกายภาพ ผักและผลไม้อัดเม็ด

สูตรที่	a_w	ค่าสี			ความหนา (mm)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (cm)	น้ำหนักต่อเม็ด (g)
		L* (ความสว่าง)	a* (สีแดง)	b* (สีเหลือง)			
❶	0.53±0.21	35.76±0.03	-2.85±0.05	22.29±0.07	1.75±0.04	1.0±0.02	2.8
❷	0.47±0.28	-	-	-	1.50±0.05	1.0±0.03	2.6
❸	0.48±0.26	-	-	-	1.50±0.04	1.0±0.05	2.8
❹	0.44±0.28	-	-	-	1.50±0.02	1.0±0.03	2.7
❺	0.49±0.31	51.97±0.08	10.01±0.06	20.67±0.09	1.50±0.08	1.0±0.09	2.6
❻	0.52±0.28	59.03±0.13	-2.58±0.11	9.29±0.15	1.50±0.03	1.0±0.04	2.8

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

แป้งกล้วยน้ำว้า คะน้าผง และแครอทผง มีคุณลักษณะทางกายภาพ ดังนี้ a_w 0.27±0.260.29±0.31, และ 0.33±0.28 ตามลำดับ โดยมีลักษณะทางสี กลิ่น และรส ตามธรรมชาติชัดเจน

เมื่อนำคะน้าผง หรือ แครอทผง ผสมกับแป้งกล้วย พบว่า สูตรที่มีส่วนผสมของ แป้งกล้วย 25%, คะน้าผง หรือแครอทผง 37%, น้ำตาลทรายขาวบดละเอียด 32%, สารเพิ่มความแข็ง 4%, และสารหล่อลื่น 2% ผู้ทดสอบให้การยอมรับมากที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากสูตรอื่น โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้ ลักษณะเป็นเม็ดกลม ผิวเนียน แต่แตกหักง่าย

5.2 ข้อเสนอแนะ

กลิ่นของผักตามธรรมชาติชัดเจน จนผู้ทดสอบบางกลุ่มไม่ยอมรับ อาจต้องมีการทดสอบใช้ผัก ผลไม้อื่นผสมให้หลากหลายกว่านี้

บรรณานุกรม

เกษราและชิดสุภางค์. 2552. **การศึกษาปริมาณสารเพิ่มความแข็งในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองอัดเม็ด**. แผนงานพิเศษ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. กรุงเทพฯ

จิตธนาและอรอนงค์. 2539. **เบเกอรีเทคโนโลยีเบื้องต้น**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ

นงสุดา บุนนาค. 2545. **การพัฒนาถั่วแดงหลวงอัดเม็ดสำหรับเด็กและวัยรุ่น**. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เบญจมาศ ศิลาย้อย .2527. **กล้วย**.ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปิยธิดา สุดเสนาะ. 2548. **วท.ย.เทคโนโลยีการอาหารและโภชนาการ**. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.

พเยาว์ รอดโพธิ์ทอง. 2539. **กล้วย พืชอเนกประสงค์.** ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไพโรจน์ เกตุษา. 2545. **แหล่งพันธุกรรมกล้วยในประเทศไทย**.กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

สราวุฒิ ทองพลาย .2522. **น้ำตาล** กรุงเทพฯ:กรุงสยามการพิมพ์

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2550. กระทรวงอุตสาหกรรม มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน **นมถั่วเหลืองอัดเม็ด**. มผช 1405/2550.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2547. กระทรวงอุตสาหกรรม มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน **ผักกาดแห้ง**. มผช 247/2547.

อบเชยและขนิษฐา. 2544. **หลักการประกอบอาหาร.**กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

AOAC, 2000, Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.

“Maltodextrin - Wikipedia, the free encyclopedia.” (ออนไลน์.) เข้าถึงได้จาก: en.wikipedia.org/wiki/Maltodextrin, 22 มิถุนายน 2554.

“TALC (Magnesium Silicate Hydroxide).” (ออนไลน์.) เข้าถึงได้จาก : www.galleries.com/minerals/silicate/talc/talc.htm, 26 มิถุนายน 2554.

Salunke,D.K and B.B.Desal.1984.**Postharvest Biotechnology of Fruits**. American Association of Cereal Chemistry, Minnesota.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ขั้นตอนการผลิตผักผง

ขั้นตอนการผลิตคะน้าผง

1. นำคะน้าล้างน้ำให้สะอาด แยกส่วนที่เป็นใบและก้านออก ใช้เฉพาะใบ

2. นำไปนึ่ง ประมาณ 5 นาที

3. นำไปแช่น้ำเกลือ (เกลือ 3 ช้อนโต๊ะ ต่อ น้ำ 10 ถ้วย) เป็นเวลา 3 นาที

4. นำมาเรียงบนตะแกรง

5. นำเข้าตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 ชั่วโมง

6. ได้ลักษณะดังภาพ

7. นำไปปั่นด้วยเครื่อง vita-mix ด้วยความเร็วสูงสุดเป็นเวลา 2 นาที

8. นำมาร่อนผ่านตะแกรง ประมาณ 2 ครั้ง

9. นำคะน้าผงมาบรรจุใส่ถุงแบบสุญญากาศ

ขั้นตอนการแครอทผง

1. นำแครอทมาปอกเปลือก ล้างน้ำให้สะอาด และหั่นเป็นชิ้นที่ความหนา 3±1 มิลลิเมตร

2. นำแครอทที่หั่นมาลวก ที่อุณหภูมิ 98 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที

3. นำมาผึ่งบนตะแกรง เป็นเวลา 1 นาที

4. นำมาเรียงบนตะแกรง และ นำเข้าตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 17 ชั่วโมง

5. ได้ลักษณะดังภาพ

6. นำไปปั่นด้วยเครื่อง vita-mix ด้วยความเร็วสูงสุดเป็นเวลา 2 นาที

7. นำมาร่อนผ่านตะแกรง ประมาณ 2 ครั้ง

8. นำแครอทผงมาบรรจุใส่ถุงแบบสุญญากาศ

ภาคผนวก ข

ขั้นตอนในการอัดเม็ด

ขั้นตอนในการอัดเม็ด

+

+

+

แป้งกล้วย คะน้าผง มอลโตเด็กซ์ตริน น้ำตาลไอซิ่ง

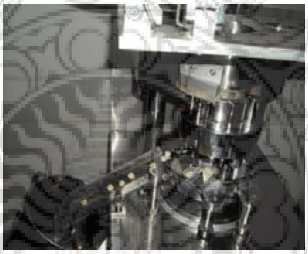
ผสมรวมกัน

นำไปปั่นด้วยเครื่อง vita-mix ปั่นด้วยความเร็วสูงสุด เป็นเวลา 3 นาที

นำมาร่อนด้วยตะแกรง

อบไล่ความชื้นด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

นำส่วนผสมที่ออกจากตู้มาผสมกับแป้งทัลคัม(หรือแมกนีเซียมสเตียเรต)



นำมาอัดเม็ดด้วยเครื่องตอกเม็ด

ผักและผลไม้อัดเม็ด

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี Just abort right

ผักและผลไม้อัดเม็ด

เพศ _____ อายุ_____ วันที่_____

กรุณาทดสอบตัวอย่างและระบุความต้องการปรับปรุงคุณลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ที่กำหนด

.

รหัส			สี	รหัส			กลิ่นคะน้า	รหัส			กลิ่นกล้วย
			สีเข้มมากที่สุด				กลิ่นคะน้ามากที่สุด				กลิ่นกล้วยมากที่สุด
			สีเข้มมาก				กลิ่นคะน้ามาก				กลิ่นกล้วยมาก
			สีกำลังดี				กลิ่นคะน้ากำลังดี				กลิ่นกล้วยกำลังดี
			สีอ่อน				กลิ่นคะน้าน้อย				กลิ่นกล้วยน้อย
			ไม่มีสีเลย				ไม่มีกลิ่นคะน้าเลย				ไม่มีกลิ่นกล้วยเลย

รหัส			รสหวาน	รหัส			ความแข็ง
			รสหวานมากที่สุด				ความแข็งมากที่สุด
			รสหวานมาก				ความแข็งมาก
			รสหวานกำลังดี				ความแข็งกำลังดี
			รสหวานน้อย				ความแข็งน้อย
			ไม่มีรสหวานเลย				ไม่มีความแข็งเลย

แบบประเมินผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ทางด้านความชอบโดยวิธี 9 Points hedonic scal และความรู้สึกโดยวิธี JAR

ชื่อผลิตภัณฑ์…… ชุดที่ ___

วันที่……..

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่าง ที่เสนอให้ตามลำดับของตัวเลขรหัสในตาราง จากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนความชอบ (1-9) และคะแนนความรู้สึก (1-3) ปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด กำหนดให้

สเกลความชอบ 1-9

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉยๆ 6 = ชอบเล็กน้อย

7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด

สเกลความรู้สึก 1-5

1 = น้อยเกินไป 2 = น้อย 3 = กำลังดี

4 = มาก 5 = มากเกินไป

คุณลักษณะ	**รหัส_____**		**รหัส_____**		**รหัส_____**	
	ความชอบ	**ความรู้สึก**	**ความชอบ**	**ความรู้สึก**	**ความชอบ**	**ความรู้สึก**
ลักษณะที่ปรากฏ						
สี						
กลิ่น						
รสชาติ						
ความกรอบ						
ความชอบโดยรวม						

ข้อเสนอแนะ

……

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

ภาคผนวก ง

ขั้นตอนการวิเคราะห์ทางกายภาพ

วิธีวิเคราะห์หาค่า Water activity

วิธีวิเคราะห์

1. สภาพแวดล้อมที่จะทำการวิเคราะห์
   1.1 ควรตั้งเครื่องวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ไว้บนพื้นที่ที่เรียบ ขนานกับพื้นไม่เอียงและแข็งแรงมั่นคง
   1.2 อุณหภูมิภายในห้องวิเคราะห์ต้องไม่เกิน 30 องศาเซลเซียส มิฉะนั้นเครื่องจะไม่สามารถวิเคราะห์ได้ และเตือนว่าตัวอย่างนั้นร้อนเกินไป (Sample too hot)
2. การเปิดเครื่อง
   2.1 เสียบปลั๊กที่อยู่ด้านหลังเครื่อง จากนั้นจึงเสียบเข้าสู่เต้ารับ กดปุ่มปิดเครื่อง
   2.2 วอร์มเครื่องก่อนทำการวิเคราะห์เป็นเวลา 30 นาที
3. การเตรียมตัวอย่าง
   3.1 ปริมาณของตัวอย่างที่ได้ไม่ควรเกินครึ่งหนึ่งของภาชนะบรรจุ (ของเหลวประมาณ 7 มิลลิลิตร) ห้ามเติมตัวอย่างจนเต็มหรือล้นภาชนะ
   3.2 ตรวจสอบให้แน่นชัดว่าบริเวณริมและด้านนอกถ้วยวิเคราะห์สะอาด
   3.3 ตรวจสอบให้แน่นชัดว่าตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์นั้นมีอุณหภูมิสูงเกินกว่า Chamber ไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส

* สำหรับตัวอย่างที่เก็บรักษาในตู้เย็น จะต้องนำมาทำการละลายให้อยู่ในอุณหภูมิห้องเสียก่อน จึงนำมาทำการวิเคราะห์

4. การวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้
   4.1 ใส่ตัวอย่างในถ้วยวิเคราะห์แล้วนำไปวางไว้ในลิ้นชักใส่ถ้วยของเครื่อง ดันลิ้นชักเข้าให้สุดท้ายด้วยความเบามือ
   4.2 หมุนปุ่มของลิ้นชักจากตำแหน่ง OPEN / LOAD ไปยังตำแหน่ง READ เครื่องจะเริ่มการทำการวัดค่าทันที
   4.3 เมื่อเครื่องมือทำการวัดค่าเสร็จเรียบร้อย จะมีสัญญาณเตือน
   4.4 อ่านค่าวอเตอร์แอคติวิตีที่วิเคราะห์ได้จากจอ LCD ด้านนอก

ภาคผนวก จ

ขั้นตอนการวิเคราะห์ทางเคมี

วิธีวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

(Determination of moisture content)

วิธีวิเคราะห์

อบจานหาความชื้นของอลูมิเนียมพร้อมด้วยฝาปิดในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสหรือในตู้อบสุญญากาศ 60 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ที่อุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนักจานและฝาปิดให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนใส่ในจานอลูมิเนียม ประมาณ 1-3 กรัม นำกลับไปอบในตู้ไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส หรือในตู้อบสุญญากาศ 60 องศาเซลเซียส ประมาณ 4 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ที่อุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนักจานและฝาปิดให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน ทำการอบซ้ำนาน 30 นาที และชั่งน้ำหนักจานและฝาปิดให้ได้น้ำหนักคงที่ คำนวณปริมาณร้อยละของความชื้นของตัวอย่างอาหาร

$$\text{ปริมาณความชื้นร้อยละของน้ำหนัก} = \frac{100\times(W_1-W_2)}{W_1-W}$$

เมื่อ W คือ น้ำหนักของจานอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด (กรัม)

W_1 คือ น้ำหนักของจานอลูมิเนียมและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W_2 คือ น้ำหนักของจานอลูมิเนียมและตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

วิธีวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน

(Determination of protein)

วิธีวิเคราะห์

ทำการย่อย กลั่น และไทเทรตเพื่อวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนดังนี้

การย่อย

1. ชั่งตัวอย่างประมาณ 0.5 – 1.0 กรัม อย่างละเอียดใส่ลงในหลอดย่อย (Kjeldhl flask หรือ Digestion tube)
2. เติมสารช่วยเร่งปฏิกิริยาที่ผสมระหว่าง $CuSO_4$ และ K_2SO_4 ในอัตราส่วน 0.5 :10 ประมาณ 10 กรัม
3. เติมกรดซัลฟุริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร เขย่าให้สารทั้งหมดเข้ากันเบา ๆ
4. ตั้งหลอดย่อยใน Stand หยด n-octanol 2-3 หยด ก่อนสวม Exhaust manifold ลงบนส่วนของขวดย่อย
5. ตั้ง Stand , Digestion tube และ Exhaust ลงบนเครื่องย่อยแล้วเปิดเครื่องดักจับไอกรด ย่อยจนได้สารละลายใสทุกหลอด
6. ยก Stand พร้อมหลอดย่อยออกจากเครื่องโดยเปิดเครื่องดูดจับไอกรดไว้ ทิ้งให้สารละลายเย็น

การกลั่นและวิเคราะห์ปริมาณ

1. เปิดเครื่องหล่อเย็นก่อนทำการกลั่นอย่างน้อย 30 นาที เปิดเครื่องกลั่น
2. ใส่หลอดย่อยที่มีสารสกัดจากตัวอย่างที่ย่อยแล้ว โดยเริ่มกลั่นจาก Blank ก่อนแล้วปิดประตูเครื่องกลั่น
3. กดปุ่มด่าง (NaOH) ประมาณ 2 – 3 ครั้งจนสารละลายในหลอดเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเข้ม-สีดำ
4. รอจนเครื่องกลั่นทำงานเสร็จ นำสารละลายที่กลั่นได้ไปไทเทรตกับกรด เติม Bromocresolgreen และ Methyl red อย่างละ 2 หยดนำสารละลายดังกล่าวไปไทเทรตกับกรด HCl 0.01 M จนได้สารละลายเป็นสีชมพูอ่อนคงที่ นำปริมาณ HCl ที่ไทเทรตไปคำนวณการวิเคราะห์

สูตรคำนวณ

$$\% N = \frac{14\times(V_1\text{-}V_2)\times \text{normality of HCl (mol/L)}}{\text{Weight of example}}$$

แฟกเตอร์ที่ใช้คำนวณหาปริมาณโปรตีนสำหรับอาหารชนิดต่างๆ

อาหาร	แฟกเตอร์
ธัญพืช	
แป้งสาลีจากข้าวทั้งเมล็ด	5.83
มักโรนีและสปาเก็ตตี้	5.7
ข้าวเจ้าและผลิตภัณฑ์	5.97
ข้าวไรน์และผลิตภัณฑ์	5.83
ข้าวบาร์เล่ย์และผลิตภัณฑ์	5.83
นัทและพืชเมล็ด	
ถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์	5.71
อัลมอนด์	5.18
บราซิลนัท	5.46
มะพร้าว	5.3
เมล็ดงา ทานตะวัน คำฝอย และอื่น ๆ	5.3
นมและผลิตภัณฑ์	6.38
อาหารอื่น ๆ	6.25

(ที่มา : เสาวลักษณ์ จิตรบรรเจิดกุล และคณะ, 2549)

การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

(Demination of crude fat)

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการอบไล่ความชื้นแล้วให้ได้น้ำหนักที่แน่นนอน โดยใช้กระดาษกรองรับชั่งตัวอย่างประมาณ 1-2 กรัม ห่อตัวอย่างให้มิดชิดด้วยกระดาษกรองแล้วใส่ในรังไหม ในช่องกลั่นเครื่อง Soxhlet
2. ชั่งน้ำหนักถ้วยอลูมิเนียมสำหรับวิเคราะห์ไขมัน ที่อบให้แห้งสนิทแล้ว นำไปประกอบเข้ากับรังไหมใส่เข้าในเครื่องวิเคราะห์ไขมัน
3. ค่อยๆเติมปิโตเลียมอีเทอร์ปริมาณ 80 มิลลิลิตร โดยแบ่งออกเป็นสองรอบ รอบละ 40 มิลลิลิตร เพื่อไม่ให้ปิโตเลียมอีเทอร์ชะล้างตัวอย่างอย่างรวดเร็วเกินไป ปรับความร้อนให้หยดของตัวทำละลายกลั่นจากคอนแดนเซอร์ มีอัตรา 150 หยดต่อนาที เมื่อสกัดได้ตามเวลาที่กำหนดแล้วนำถ้วยอลูมิเนียมซึ่งมีไขมันหรือน้ำมันที่สกัดได้ไประเหยเอาตัวทำละลายออกเกือบหมดแล้วนำไปอบให้แห้งในตู้อบอุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที และชั่งจนได้น้ำหนักคงที่หลังจากทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์
4. คำนวณปริมาณของไขมันในตัวอย่างอาหารจากการคำนวณน้ำหนักถ้วยอะลูมิเนียมโดยใช้สูตรต่อไปนี้

$$\text{ปริมาณไขมัน (\%)} = \frac{100\times(W_1-W_2)}{W}$$

เมื่อ W คือ น้ำหนักของตัวอย่างอบแห้ง (กรัม)

W_1 คือ น้ำหนักของขวดแก้วก้นกลมและไขมันหลังอบแห้งจนน้ำหนักคงที่ (กรัม)

W_2 คือ น้ำหนักของขวดแก้วก้นกลมที่นำไปอบจนได้น้ำหนักคงที่ (กรัม)

วิธีวิเคราะห์ หาปริมาณเส้นใยหยาบ

(Determination of crude fiber)

สารเคมีที่ใช้

1. กรดซัลฟุริก 1.25 %
2. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.25 %
3. n-octanol

วิธีการวิเคราะห์

1. ใช้ตัวอย่างที่ได้จากการหาความชื้นแล้ว หรือผ่านการอบในตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ แล้วทำให้เย็นใน Dessiccator
2. ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่างที่บดแล้ว 1 กรัม
3. เติม 1.25% กรดซัลฟุริกร้อน (ทำให้ร้อนโดยการอุ่นบน Hot plate เพื่อลดเวลาในการย่อย)
4. เติม 3-5 หยด n-octanol
5. ทำการย่อยเป็นเวลา 30 นาที
6. กดปุ่ม Vacuum เพื่อถ่ายกรดซัลฟุริกออก
7. ล้างตัวอย่างด้วย Deionized water ที่ทำให้ร้อน 30 มิลลิลิตร จำนวน 3 ครั้ง โดยกดปุ่ม Compressed air เพื่อกวนตัวอย่างให้กระจาย
8. หลังจากล้างน้ำสุดท้ายแล้วเติม 150 มิลลิลิตร ของโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.25 % แล้วเติม 3-5 หยดของ n-octanol
9. ทำการย่อยเป็นเวลา 30 นาที
10. ทำการกรองแล้วล้างตัวอย่างเหมือนข้อ 7
11. หลังจากล้างน้ำกลั่นครั้งสุดท้ายแล้ว ให้ล้างด้วย Acetone 25 ml โดยกดปุ่ม Compressed - air เพื่อกวนตัวอย่างให้กระจาย
12. นำ crucible ออกจากเครื่อง แล้วชั่งน้ำหนักหลังจากอบน้ำหนักของตัวอย่างที่ได้จะเป็นน้ำหนักของ Crude fiber + Ash content (W_1)
13. นำไปหาเถ้า โดยนำตัวอย่างที่เหลือจากการหาเยื่อใยไปเผาใน Muffle ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทำการชั่งน้ำหนักอีกครั้ง ผลต่างของน้ำหนักที่ได้ในข้อที่ 12 จะเป็นค่า Crude fiber content (W_2)

สูตรการคำนวณ

$$\text{Crude fiber (\%)} = \frac{(W_1 - W_2)}{W_0} \times 100$$

เมื่อ W_0 คือ น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

W_1 คือ น้ำหนักครูซิเบิลแก้ว + ตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

W_2 คือ น้ำหนักครูซิเบิลแก้ว + ตัวอย่างหลังเผา (กรัม)

การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

(Determination of ash)

วิธีวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ในถ้วยกระเบื้องเคลือบ (Porcelain crucible) ที่เผาและชั่งน้ำหนักแน่นนอนแล้วนำตัวอย่าง

ไปเผา (Muffle furnace) ที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส นานประมาณ 2-3 ชั่วโมงจนกระทั่งได้เถ้าสีขาวหรือสีเทาอ่อน นำออกจากตู้เผาใส่ในเดซิเคเตอร์ ปล่อยไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนักเผาตัวอย่างซ้ำนาน 30 นาที จนได้น้ำหนักที่คงที่

$$\text{ปริมาณเถ้าร้อยละของน้ำหนัก} = \frac{100\times(W_2 - W)}{W_1 - W}$$

เมื่อ W คือ น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบ (กรัม)

W_1 คือ น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบและตัวอย่างก่อนเผา (กรัม)

W_2 คือ น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบและตัวอย่างหลังเผา (กรัม)

การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด

(Determination of carbohydrates)

วิธีหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด

คำนวณหาโดยใช้ความแตกต่างของน้ำหนักตัวอย่างแห้งและปริมาณขององค์ประกอบอื่น ๆ

ปริมาณคาร์โบไฮเดรต = 100 – (% โปรตีน + % ไขมัน + % เถ้า + % ความชื้น)

ภาคผนวก ฉ

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

มผช.1405/2550

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
นมถั่วเหลืองอัดเม็ด

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมนมถั่วเหลืองอัดเม็ดที่มีถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลัก

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 นมถั่วเหลืองอัดเม็ด

หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำถั่วเหลืองมาล้างให้สะอาด ผึ่งให้แห้ง นำไปคั่วหรืออบให้สุก บดให้ละเอียด เติมนมผง น้ำตาลบดละเอียด แลกโทส นำไปร่อน อบให้แห้งแล้วนำมาผสมกับแมกนีเซียมสเตียเลต ทัลคัมผง อาจเติมส่วนประกอบอื่นเพื่อปรุงแต่งกลิ่นรส เช่น ผงโกโก้ กาแฟ นำไปอัดเม็ด

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป

ต้องเป็นเม็ด อาจแตกหักได้บ้างเล็กน้อย

3.2 สี

ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของนมถั่วเหลืองอัดเม็ด

3.3 กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของนมถั่วเหลืองอัดเม็ด ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสเปรี้ยว

เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.1 แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคน ไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนนจากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

3.4 สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

3.5 วอเตอร์แอกทิวิตี

ต้องไม่เกิน 0.6

มผช.405/2550

หมายเหตุ *วอเตอร์แอกทิวิตี เป็นปัจจัยสำคัญในการคาดคะเนอายุการเก็บรักษาอาหารและเป็นตัวบ่งชี้ถึงความปลอดภัยของอาหาร โดยทำหน้าที่ควบคุมการอยู่รอด การเจริญ และการสร้างสารพิษของจุลินทรีย์*

3.6 วัตถุเจือปนอาหาร

หากมีการใช้สี วัตถุกันเสีย และสารให้ความหวานแทนน้ำตาล ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

3.7 จุลินทรีย์

3.7.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องน้อยกว่า 1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.7.2 เอสเชอริเชีย โคไล โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.7.3 ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

4. สุขลักษณะ

4.1 สุขลักษณะในการทำนมถั่วเหลืองอัดเม็ด ให้เป็นไปตามคำแนะนำตามภาคผนวก ก.

5. การบรรจุ

5.1 ให้บรรจุนมถั่วเหลืองอัดเม็ดในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

5.2 น้ำหนักสุทธิหรือจำนวนเม็ดของนมถั่วเหลืองอัดเม็ดในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่ภาชนะบรรจุนมถั่วเหลืองอัดเม็ดทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียด ต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

6.1.1 ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น นมถั่วเหลืองอัดเม็ด นมถั่วเหลืองอัดเม็ดรสโกโก้

6.1.2 ส่วนประกอบที่สำคัญ

6.1.3 ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร (ถ้ามี)

6.1.4 น้ำหนักสุทธิหรือจำนวนเม็ด

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

มผช.1405/2550

6.1.6 ข้อแนะนำในการบริโภคและเก็บรักษา

6.1.7. ชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง นมถั่วเหลืองอัดเม็ดที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำในระยะเวลาเดียวกัน

7.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

7.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.4 ข้อ 5 และข้อ 6 จึงจะถือว่านมถั่วเหลืองอัดเม็ดรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี และกลิ่นรส ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ 7.2.1 แล้ว จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ถึงข้อ 3.2 จึงจะถือว่านมถั่วเหลืองอัดเม็ดรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบวอเตอร์แอกทิวิตีและวัตถุเจือปนอาหาร ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 200 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.5 และข้อ 3.6 จึงจะถือว่านมถั่วเหลืองอัดเม็ดรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.4 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 200 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.7 จึงจะถือว่านมถั่วเหลืองอัดเม็ดรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างนมถั่วเหลืองอัดเม็ดต้องเป็นไปตามข้อ 7.2.1 ข้อ 7.2.2 ข้อ 7.2.3 และข้อ 7.2.4 ทุกข้อ จึงจะถือว่านมถั่วเหลืองอัดเม็ดรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

8. การทดสอบ

8.1 การทดสอบลักษณะทั่วไป สี และกลิ่นรส

8.1.1 ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบนมถั่วเหลืองอัดเม็ดอย่างน้อย 5 คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

8.1.2 เทตัวอย่างนมถั่วเหลืองอัดเม็ดลงในจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม

8.1.3 หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 หลักเกณฑ์การให้คะแนน

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	ต้องเป็นเม็ด อาจแตกหักได้บ้างเล็กน้อย	4	3	2	1
สี	ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของนมถั่วเหลืองอัดเม็ด	4	3	2	1
กลิ่นรส	ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของนมถั่วเหลืองอัดเม็ด ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับกลิ่นหืน รสเปรี้ยว	4	3	2	1

8.2 การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก

ให้ตรวจพินิจ

8.3 การทดสอบวอเตอร์แอกทิวิตี

ให้ใช้เครื่องวัดวอเตอร์แอกทิวิตีที่ควบคุมอุณหภูมิที่ (25 ± 2) องศาเซลเซียส

8.4 การทดสอบวัตถุเจือปนอาหาร

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.5 การทดสอบจุลินทรีย์

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.6 การทดสอบน้ำหนักสุทธิหรือจำนวนเม็ด

ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสมหรือใช้วิธีนับ

ภาคผนวก ก.

สุขลักษณะ

1. สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียงอยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

1.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก

1.1.2 อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน มากผิดปกติ

1.1.3 ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

1.2 อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

1.2.1 พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาดและซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

1.2.2 แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

1.2.3 พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

2. เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

2.1 ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

2.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน ติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

3. การควบคุมกระบวนการทำ

3.1 วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำ สะอาด มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

3.2 การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

4. การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

4.1 น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

4.2 มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลงและฝุ่นผง ไม่ให้เข้าในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

4.3 มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตภัณฑ์

4.4 สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

5. บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำ

ผู้ทำทุกคน ต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขาและเมื่อมือสกปรก

มผช.๒๘๗/๑๕๔๗

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

ผักกาดแห้ง

๑. ขอบข่าย

๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะผักกาดแห้งที่ผ่านกรรมวิธีการทำให้เค็มและแห้ง บรรจุในภาชนะบรรจุ

๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

๒.๑ ผักกาดแห้ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผักกาดเขียวปลีหรือผักกาดชนิดอื่นที่เหมาะสม ทั้งหัวหรือทำเป็นชิ้นตามขนาดที่ต้องการ อาจนำมาลวกก่อนหมักเกลือ แล้วนำไปทำให้แห้งด้วยการตากแดดหรืออบแห้งโดยใช้พลังงานอื่นๆ

๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

๓.๑ ลักษณะทั่วไป

ต้องมีลักษณะที่ดีตามธรรมชาติของผักกาดแห้ง

๓.๒ สี

ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของผักกาดแห้ง

๓.๓ กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของผักกาดแห้ง ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์

เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ ๘.๑ แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า ๓ คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ ๑ คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

๓.๔ สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ขนสัตว์ ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

๓.๕ วัตถุเจือปนอาหาร

ห้ามใช้วัตถุกันเสียและสีสังเคราะห์ทุกชนิด

๓.๖ วอเตอร์แอกทิวิตี

ต้องไม่เกิน ๐.๖๕

หมายเหตุ *วอเตอร์แอกทิวิตี เป็นปัจจัยสำคัญในการคาดคะเนอายุการเก็บอาหาร และเป็นตัวบ่งชี้ถึงความปลอดภัยของอาหาร โดยทำหน้าที่ควบคุมการอยู่รอด การเจริญ และการสร้างสารพิษของจุลินทรีย์*

๓.๗ เกลือ (NaCl)

ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ ๑๐ โดยน้ำหนัก

๓.๘ จุลินทรีย์

๓.๘.๑ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน ๑ × ๑๐๔ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๘.๒ ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน ๑๐๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๔. สุขลักษณะ

๔.๑ สุขลักษณะในการทำผักกาดแห้ง ให้เป็นไปตามคำแนะนำตามภาคผนวก ก.

๕. การบรรจุ

๕.๑ ให้บรรจุผักกาดแห้งในภาชนะบรรจุที่สะอาด ผนึกได้เรียบร้อย และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

๕.๒ น้ำหนักสุทธิของผักกาดแห้งในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

๖. เครื่องหมายและฉลาก

๖.๑ ที่ภาชนะบรรจุผักกาดแห้งทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(๑) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น ผักกาดแห้ง ผักกาดเค็ม ผักกาดเขียวตากแห้ง

(๒) ส่วนประกอบที่สำคัญ

(๓) น้ำหนักสุทธิ

(๔) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุหรือข้อความว่า“ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”

(๕) ข้อแนะนำในการเก็บรักษา

(๖) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

มผช.๒๘๗/๒๕๔๗

๗. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

๗.๑ รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ผักกาดแห้งที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำในระยะเวลาเดียวกัน

๗.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

๗.๒.๑ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๔ ข้อ ๕. และข้อ ๖. จึงจะถือว่าผักกาดแห้งรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี และกลิ่นรส ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ ๗.๒.๑ แล้ว จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๑ ถึงข้อ ๓.๓ จึงจะถือว่าผักกาดแห้งรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๓ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบวัตถุเจือปนอาหาร วอเตอร์แอกทิวิตี เกลือ (NaCl)และจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๕ หน่วยภาชนะ

บรรจุ นำมาทำเป็นตัวอย่างรวม เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๕ ถึงข้อ ๓.๘ จึงจะถือว่าผักกาดแห้งรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๓ เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างผักกาดแห้งต้องเป็นไปตามข้อ ๗.๒.๑ ข้อ ๗.๒.๒ และข้อ ๗.๒.๓ ทุกข้อ จึงจะถือว่าผักกาดแห้งรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

๘. การทดสอบ

๘.๑ การทดสอบลักษณะทั่วไป สี และกลิ่นรส

๘.๑.๑ ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบผักกาดแห้งอย่างน้อย ๕ คนแต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

๘.๑.๒ วางตัวอย่างผักกาดแห้งในจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม

๘.๑.๓ หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑ หลักเกณฑ์การให้คะแนน

(ข้อ ๘.๑.๓)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	มีลักษณะที่ดีตามธรรมชาติของผักกาดแห้ง	๔	๓	๒	๑
สี	มีสีที่ดีตามธรรมชาติของผักกาดแห้ง	๔	๓	๒	๑

กลิ่นรส	ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของผักกาดแห้ง ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์	๔	๓	๒	๑

๘.๒ การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก

ให้ตรวจพินิจ

๘.๓ การทดสอบวัตถุเจือปนอาหาร วอเตอร์แอกทิวิตี และเกลือ (NaCl)

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

๘.๔ การทดสอบจุลินทรีย์

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

๘.๕ การทดสอบน้ำหนักสุทธิ

ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันตก

ภาคผนวก ก.

สุขลักษณะ

(ข้อ ๔.๑)

ก.๑ สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

ก.๑.๑ สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

ก.๑.๑.๑ สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก

ก.๑.๑.๒ อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน มากผิดปกติ

ก.๑.๑.๓ ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

ก.๑.๒ อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

ก.๑.๒.๑ พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาดและซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

ก.๑.๒.๒ แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

ก.๑.๒.๓ พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

ก.๒.๑ ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

ก.๒.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

ก.๓ การควบคุมกระบวนการทำ

ก.๓.๑ วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำ สะอาด มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

ก.๓.๒ การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

ก.๔ การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

ก.๔.๑ น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

ก.๔.๒ มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลงและฝุ่นผง ไม่ให้เข้าในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

ก.๔.๓ มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตภัณฑ์

ก.๔.๔ สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

ก.๕ บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำ

ผู้ทำทุกคน ต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขาและเมื่อมือสกปรก

บรรณานุกรม

เกษราและชิดสุภางค์. 2552. **การศึกษาปริมาณสารเพิ่มความแข็งในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองอัดเม็ด**. แผนงานพิเศษ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. กรุงเทพฯ

จิตธนาและอรอนงค์. 2539. **เบเกอรีเทคโนโลยีเบื้องต้น**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ

นงสุดา บุนนาค. 2545. **การพัฒนาถั่วแดงหลวงอัดเม็ดสำหรับเด็กและวัยรุ่น**. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เบญจมาศ ศิลาย้อย .2527. **กล้วย**.ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปิยธิดา สุดเสนาะ. 2548. **วท.ย.เทคโนโลยีการอาหารและโภชนาการ**. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.

พเยาว์ รอดโพธิ์ทอง. 2539. **กล้วย พืชอเนกประสงค์.** ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไพโรจน์ เกตุษา. 2545. **แหล่งพันธุกรรมกล้วยในประเทศไทย**.กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

สราวุฒิ ทองพลาย .2522. **น้ำตาล** กรุงเทพฯ:กรุงสยามการพิมพ์

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2550. กระทรวงอุตสาหกรรม มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน **นมถั่วเหลืองอัดเม็ด**. มผช 1405/2550.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2547. กระทรวงอุตสาหกรรม มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน **ผักกาดแห้ง**. มผช 247/2547.

อบเชยและขนิษฐา. 2544. **หลักการประกอบอาหาร.**กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

AOAC, 2000, Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.

“Maltodextrin - Wikipedia, the free encyclopedia.” (ออนไลน์.) เข้าถึงได้จาก: en.wikipedia.org/wiki/Maltodextrin, 22 มิถุนายน 2554.

“TALC (Magnesium Silicate Hydroxide).” (ออนไลน์.) เข้าถึงได้จาก : www.galleries.com/minerals/silicate/talc/talc.htm, 26 มิถุนายน 2554.

Salunke,D.K and B.B.Desal.1984.**Postharvest Biotechnology of Fruits**. American Association of Cereal Chemistry, Minnesota.

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์อาหารที่มีไขมันและพลังงานต่ำเป็นที่สนใจของผู้บริโภค เพราะผู้บริโภคส่วนใหญ่ใส่ใจในสุขภาพมากขึ้น การพัฒนาและปรับปรุงสูตรผลิตภัณฑ์อาหารที่ให้ไขมันและพลังงานต่ำลงจึงเป็นแนวทางที่ดี และเป็นทางเลือกที่ดีให้แก่ผู้บริโภค ซึ่งทำได้โดยการเสริมหรือทดแทนด้วยวัตถุดิบที่มีกากใยอาหารมาก ซึ่งจะพบมากในธัญพืช ถั่วต่างๆ ผัก และผลไม้ จึงมีประโยชน์ค่อนข้างสูงทางด้านโภชนาการและสุขภาพ ซึ่งเส้นใยจะช่วยในเรื่องระบบขับถ่าย ช่วยให้ร่างกายขับถ่ายของเสียออกมาเป็นปกติ ช่วยลดความเสี่ยงจากโรคต่างๆ เช่น โรคมะเร็งลำไส้ได้ เป็นต้น และการที่เรารับประทานอาหารที่มีไขมันมากเกินไปยังมีผลต่อระบบสรีรวิทยาของร่างกายหลายด้าน เช่น ช่วยลดโอกาสเสี่ยงจากการเกิดโรคหัวใจ ลดระดับคอเลสเตอรอล ลดระดับน้ำตาลในเลือด ลดความอ้วน เป็นต้น ดังนั้นร่างกายควรได้รับปริมาณใยอาหารทั้งหมด (Total Dietary Fiber-TDF) ในช่วง 25-35 กรัมต่อการบริโภคในหนึ่งวัน ใยอาหารที่ใส่ในผลิตภัณฑ์อาหารอาจได้จากแหล่งใยอาหารตามธรรมชาติ การนำใยอาหารตามธรรมชาติเหล่านี้มาใช้โดยตรงอาจมีปัญหาเรื่องสี กลิ่น หรือรสชาติ ดังนั้น ชนิดและปริมาณของใยอาหารจึงมีความสำคัญและมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และที่สำคัญผลิตภัณฑ์อาหารที่มีใยอาหารนั้นต้องมีคุณลักษณะใกล้เคียงกับอาหารสูตรปกติ มีคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านรสชาติและเนื้อสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ผลิตภัณฑ์หมูยอเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งที่เป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไป นิยมผลิตมากทางภาคอีสาน มีส่วนผสมหลัก คือ เนื้อหมูและมันหมู ซึ่งจัดเป็นอาหารที่มีโปรตีนและไขมันสูงแต่มีใยอาหารต่ำ ผลิตภัณฑ์หมูยอนิยมรับประทานในผู้บริโภคทุกภาคและทุกระดับ ดังนั้นการเสริมใยอาหารในหมูยอจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ทำให้หมูยอมีใยอาหารเพิ่มขึ้น ให้พลังงานลดลง และปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์หมูยอยังลดลงด้วย ซึ่งช่วยส่งผลดีต่อสุขภาพ

กล้วยน้ำว้าดิบในท้องตลาดมีการนำมาแปรรูปค่อนข้างน้อยและยังเป็นแหล่งอาหารที่อุดมไปด้วยวิตามินซี โพแทสเซียม และใยอาหารสูง อีกทั้งยังมีราคาถูก ให้ผลผลิตตลอดปีและเหมาะแก่การนำไปแปรรูปหรือเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหารอื่นๆเพื่อเสริมใยอาหารหรือช่วยลด

ต้นทุนอีกทางหนึ่งได้ และเมื่อนำกล้วยน้ำว้าดิบมาบดเพื่อทดแทนปริมาณมันแข็ง พบว่า เนื้อกล้วยน้ำว้าดิบมีลักษณะเนื้อสัมผัสคล้ายและใกล้เคียงกับมันแข็งที่นำมาบด

ดังนั้น ผู้จัดทำจึงเล็งเห็นความสำคัญของประโยชน์จากกล้วยน้ำว้าดิบ และมีแนวคิดในการนำมาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์หมูยอ เพื่อเสริมใยอาหารและทดแทนมันแข็งเพื่อประโยชน์ทางด้านสุขภาพของผู้บริโภค ทำให้ผู้บริโภคได้รับปริมาณเส้นใยจากผลิตภัณฑ์มากขึ้น และได้รับปริมาณไขมันลดลง เนื่องจากไขมันมีความเสี่ยงทำให้เกิดโรคหัวใจ คอเลสเตอรอลสูง และเป็นโรคอ้วนได้ อีกทั้งยังเป็นการช่วยเพิ่มช่องทางในการแปรรูปกล้วยน้ำว้าดิบและเพิ่มมูลค่าของกล้วยน้ำว้าดิบให้สูงขึ้นอีกด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปริมาณกล้วยน้ำว้าดิบที่เหมาะสมในการผลิตหมูยอจากกล้วยน้ำว้า
2. เพื่อศึกษาปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่เหมาะสมในการผลิตหมูยอจากกล้วยน้ำว้า
3. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์หมูยอจากกล้วยน้ำว้า

ขอบเขตงานวิจัย

1. ปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่เหมาะสมในการผลิตหมูยอ
2. ปริมาณกล้วยน้ำว้าที่เหมาะสมในการผลิต
3. อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์
4. คุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ผลิตภัณฑ์หมูยอที่มีคุณค่าใยอาหารเพิ่มขึ้นเพื่อเป็นทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภค
2. เพิ่มแนวทางในการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากกล้วยน้ำว้าดิบให้มากขึ้นเพื่อเป็นประโยชน์ต่อสินค้าทางการเกษตร

บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

2.1 หมูยอ

หมูยอ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเนื้อหมู มันหมู และเครื่องปรุงรส อาจมีส่วนประกอบอื่นๆ เช่น โปรตีน โปรตีนพืชเข้มข้น แป้งมันสำปะหลัง นำมาผสมและบดให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน จัดเป็นผลิตภัณฑ์ลดขนาดบดละเอียดอิมัลชั่น ซึ่งเนื้อสัตว์จะถูกลดขนาดด้วยเครื่องบดและสับละเอียดจนโครงสร้างในระดับเส้นใยกล้ามเนื้อเกิดการเปลี่ยนแปลงคือ มีโปรตีนไมโอซินละลายออกมา และทำให้ส่วนผสมเปลี่ยนสภาพเป็นมวลเหนียว ซึ่งเป็นลักษณะของส่วนผสมที่เรียกว่าอิมัลชั่น (emulsion) และอาจมีการเติมส่วนผสมบางชนิดลงไปเพื่อให้เกิดลักษณะเฉพาะ เช่น หนังหมู เห็ดหอม พริกไทยดำ สาหร่าย นำมาคลุกผสมให้กระจายโดยทั่ว แล้วบรรจุในวัสดุห่อหุ้มให้แน่น นำไปต้มหรือนึ่งให้สุก ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ได้ต้องมีเนื้อละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน อาจมีโพรงอากาศได้เล็กน้อยและเมื่อผ่าออกดูแล้วต้องไม่พบส่วนที่ยังไม่สุก

หมูยอเป็นผลิตภัณฑ์ไส้กรอกพื้นบ้านทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยที่ได้รับความนิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย ผลิตภัณฑ์หมูยอมีส่วนประกอบของไขมันในปริมาณสูงประมาณร้อยละ 30 ของผลิตภัณฑ์ เพื่อทำให้เกิดลักษณะของส่วนผสมเป็นแบบอิมัลชั่น เนื้อสัมผัสอ่อนนุ่ม ยืดหยุ่น ชุ่มน้ำ และกลิ่นรสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค(ทิพย์วรรณ ,2518)

2.2 กล้วยน้ำว้า

ชื่อทางพฤกษศาสตร์ *Musa sapientum*

วงศ์ Musaceae

2.2.1 ประโยชน์ของกล้วยน้ำว้า

ทุกส่วนสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้แต่ประโยชน์จากผลกล้วยมีมากที่สุด กล้วยน้ำว้าเป็นแหล่งอาหารที่อุดมไปด้วยวิตามินซี โพแทสเซียม และใยอาหาร นอกจากนั้นยังมี วิตามินบี 6 ซึ่งสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์แอนติบอดีของระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายมนุษย์ ช่วยในกระบวน การย่อยโปรตีน การสร้างเม็ดเลือดแดง และการทำงานของระบบประสาทส่วนกลาง วิตามินซี ช่วยในการรักษาและป้องกันการติดเชื้อได้ มีประโยชน์กับร่างกายในการดูดซึม ธาตุเหล็ก และการสร้างเม็ดเลือด ส่วนโพแทสเซียมนั้นช่วยรักษาความสมดุลของของเหลวในเลือด

และเซลล์ อีกทั้งยังเป็นแร่ธาตุหลักในการสังเคราะห์โปรตีนและกระบวนการสร้างกล้ามเนื้อ เพราะจะไปช่วยกระตุ้นการส่งกระแสประสาทในตอนที่กล้ามเนื้อหดตัว

นอกจากนั้นกล้วยน้ำว้ายังเป็นผลไม้ที่มีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่ายกว่าผลไม้ชนิดอื่นๆ ทำให้ร่างกายเปลี่ยนเป็นพลังงานได้อย่างรวดเร็ว และง่ายกว่าการเปลี่ยนพลังงานจากโปรตีนและไขมันอีกทั้งมีโซเดียม (เกลือแร่) ต่ำ และไม่มีไขมันกับคอเลสเตอรอลด้วย กล้วยน้ำว้ามีสารอาหารที่ร่างกายมนุษย์มีความจำเป็นต้องได้รับทุกวัน เมื่อเทียบกับแอปเปิ้ลพบว่ากล้วยน้ำว้ามีโปรตีนมากกว่า 4 เท่า คาร์โบไฮเดรตมากกว่า 2 เท่า ฟอสฟอรัสมากกว่า 3 เท่า วิตามินเอและธาตุเหล็กมากกว่า 5 เท่า วิตามินและแร่ธาตุอื่นๆมากกว่า 2 เท่า และยังอุดมไปด้วยโพแทสเซียม

2.2.6 คุณค่าทางโภชนาการของกล้วยน้ำว้าดิบ

ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบที่พบจากปริมาณเนื้อกล้วยน้ำว้า 100 กรัม

องค์ประกอบ	ปริมาณ	หน่วย
พลังงาน	80	แคลอรี่
น้ำ	71.5	กรัม
โปรตีน	0.9	กรัม
ไขมัน	0.2	กรัม
คาร์โบไฮเดรท	35.4	กรัม
เถ้า	0.7	กรัม
แคลเซียม	7.0	มิลลิกรัม
เหล็ก	0.9	มิลลิกรัม
โปแตสเซียม	380	มิลลิกรัม
แมกนีเซียม	33	มิลลิกรัม
วิตามินเอ	190	IU
Thiamine	0.05	มิลลิกรัม
Riboflavin	0.02	มิลลิกรัม

ตารางที่ 2 แสดงองค์ประกอบที่พบจากปริมาณเนื้อกล้วยน้ำว้า 100 กรัม (ต่อ)

องค์ประกอบ	ปริมาณ	หน่วย
Niacin	**1.4**	**มิลลิกรัม**
วิตามินC	**27.0**	**มิลลิกรัม**

ที่มา : Salunke & Desal,1984

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณวิตามินที่พบในกล้วยพันธุ์ต่างๆ

คุณค่าอาหาร	พันธุ์กรอสมิเชล	พันธุ์คาเวนดิช	พันธุ์กล้าย
		% ต่อ 100 กรัม	
วิตามิน A	3.8	5.1	61.6
วิตามิน B	13.3	20.0	26.7
วิตามิน C	25.0	-	-
Thaiamine	3.3	2.6	2.9
Riboflavin	3.8	5.8	5.9
Niacin	4.3	4.8	4.0

ที่มา : Stover R.H and N.W. Simmonds , 1987

2.3 ฟอสเฟต

ฟอสเฟตเป็นสารประกอบที่ใช้เติมในน้ำหมักผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เพื่อวัตถุประสงค์คือ ช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ (water-binding capacity) ทำให้เนื้อไม่สูญเสียน้ำหนักมากเกินไป ในขณะให้ความร้อนหรือขณะทำให้สุก เนื้อมีความนุ่มและชุ่มน้ำเพิ่มขึ้นและมีรสชาติดี

2.3.1 บทบาทของสารฟอสเฟตที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อ

2.3.1.1 การเพิ่มความนุ่ม โดยเป็นตัวทำให้ pH ของเนื้อเพิ่มขึ้นและช่วยให้โปรตีนของกล้ามเนื้อคลายตัว เนื่องจากสารแอคโตไมโอซินแยกออกจากกันเป็นเอคติน และไมโอซิน สารฟอสเฟตที่ใช้ในด้านนี้คือ พวกไพโรฟอสเฟต (pyrophosphate)

2.3.1.2 การเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ โดยทำให้เส้นใยโปรตีนยืดตัวล้อมรอบโมเลกุลน้ำ พบว่าเกลือของกรดอ่อนให้คุณสมบัติได้ดีในข้อนี้คือ โซเดียมฟอสเฟต (sodium phosphate)

2.3.1.3 เพิ่มรสชาติ โดยการทำให้โมเลกุลของเนื้อสานกันเป็นตาข่ายและมีความสามารถกันกั้นไม่ให้เลือดและของเหลวในเนื้อไหลออกมา เนื้อจึงมีรสชาติดีขึ้น

2.3.1.4 ช่วยให้โมเลกุลเนื้อยึดเกาะกันดี โดยการดึงโมเลกุลของโปรตีนที่ละลายน้ำได้มารวมตัวกันทำให้เนื้อเหนียวและยืดหยุ่นดีขึ้น นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก

2.3.1.5 ช่วยให้สีผลิตภัณฑ์คงทน โดยทำหน้าที่ควบคุม pH ให้อยู่ในช่วง pH 6.0 - 6.6 จึงมีผลทำให้เนื้อมีสีแดงคงทนดีขึ้น ซึ่งเป็นผลทำให้การใช้ไนไตรทและกรดแอสคอร์บิคคงตัวเพิ่มมากขึ้น แต่คุณสมบัติในด้านการให้สีที่คงตัวของสารฟอสเฟตมีผลด้อยกว่าการใช้กรดแอสคอร์บิค และความสามารถนี้จะลดลงมากถ้ากระทบแสงสว่างจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์

2.3.2 ชนิดของสารประกอบฟอสเฟตที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

สารประกอบฟอสเฟตพวก alkaline phosphate เท่านั้นที่เหมาะสมต่อการใช้เพื่อปรับปรุงความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เพราะ acid phosphate จะทำให้ pH ของเนื้อลดลงและจะทำให้เนื้อเกิดการหดตัว นอกจากนี้มีการใช้สารพวก Tripolyphosphate ร่วมกับสารประกอบฟอสเฟตที่ออกฤทธิ์เป็นด่าง เพราะจะมีปฏิกิริยาเสริมร่วม (synergistic) ทำให้มีผลต่อความสามารถในการจับน้ำของเนื้อเพิ่มขึ้น สารประกอบฟอสเฟตที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ได้แก่

- Sodium tripolyphosphate ($Na_5 P_3 O_{10}$)
- Sodium hexametaphosphate ($NaPO_3$)
- Sodium acidpyrophosphate ($Na_2H_2P_2O_7$)
- Sodium pyrophosphate ($Na_4P_2O_7$)
- Disodium phosphate (Na_2PO_4)

สารฟอสเฟตเหล่านี้พบว่า ช่วยปรับปรุงผลผลิตของเนื้อที่ใช้วิธีการหมักน้ำเกลือ สำหรับโซเดียมเอซิดไพโรฟอสเฟตเท่านั้นที่อนุญาตให้ใช้ได้ในไส้กรอก

กฎหมายกำหนดให้มีการเติมสารฟอสเฟตได้ โดยให้มีเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายได้ไม่เกินร้อยละ 0.3 (3000 ppm) ในขณะที่เนื้อจะมีฟอสเฟตในธรรมชาติอยู่ประมาณร้อยละ 0.01 ดังนั้นการใช้สารเหล่านี้ในระหว่างการหมักต้องหักลบออกด้วย ในทางการค้าผลิตสารประกอบฟอสเฟตในรูปของผสมและให้ชื่อต่างๆ กัน เช่น Accord, Fitcord, Kena, Fos accord, Tari complet K3 และ Tari K7(จันทนา,2544)

2.3.3 ปัญหาในการใช้สารฟอสเฟต

ในการใช้สารฟอสเฟตใส่ลงในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ พบว่ามีความยุ่งยากพอสมควรซึ่งควรทราบไว้เพื่อการใช้ที่ถูกต้องดังนี้

2.3.3.1 สารฟอสเฟตสามารถกัดกร่อนโลหะได้ (corrosive) โดยธรรมชาติ ดังนั้น อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ควรเป็นพลาสติก หรือ สแตนเลส

2.3.3.2 ในทางปฏิบัติฟอสเฟตประเภทที่มีความเป็นด่างสูงจะมีความสามารถในการละลายน้ำได้ยาก จึงควรแยกละลายในน้ำอุ่นก่อนที่จะนำมาผสมกับน้ำเกลือ ถ้าผสมกันควรใช้เครื่องที่มีแรงเหวี่ยงสูงเพื่อให้ละลายเข้าเป็นเนื้อเดียวกันก่อนนำไปใช้หมักหรือผสมในผลิตภัณฑ์ (วิชัย,2521)

2.4 เกลือ

การถนอมและการแปรรูปผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ต่าง ๆ จำเป็นต้องมีการใช้สารเคมีหลายชนิด เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะและรสชาติตามที่ต้องการ และสามารถเก็บรักษาไว้ได้เป็นระยะเวลานานพอสมควร โดยไม่เกิดการเหม็นหืนและการเน่าเสียก่อนนำไปบริโภค สารเคมีที่ใช้แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ ประเภทแรกเป็นสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบในการหมักเกลือ ซึ่งเป็นสารที่ช่วยให้เกิดรสชาติและคุณลักษณะที่ต้องการและบางชนิดก็ช่วยยืดอายุในการเก็บได้ด้วย สารเคมีอีกประเภทหนึ่งเป็นสารเคมีที่มีวัตถุประสงค์เพื่อถนอมรักษาเนื้อสัตว์เป็นหลัก ซึ่งได้แก่ กรดอินทรีย์และสารปฏิชีวนะ เป็นต้น

เกลือที่ใช้ในการแปรรูปเนื้อสัตว์ อยู่ในรูปเกลือแกงหรือเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ซึ่งแต่เดิมมนุษย์ใช้เกลือเพื่อเป็นตัวป้องกันการเน่าเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ของเนื้อสัตว์เมื่อหมักในสภาพห้องธรรมดา ดังนั้น การใช้เกลือในการหมักเนื้อจึงใช้ที่ความเข้มข้นสูง โดยปกติต้องใช้เกลือในผลิตภัณฑ์อย่างน้อยร้อยละ 6 ซึ่งมีผลทำให้เนื้อมีรสชาติเค็มจัดและลักษณะของผลิตภัณฑ์แห้ง มีผิวหน้าเหี่ยวย่น (ณรงค์,2528)

2.4.1 บทบาทของเกลือที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

2.4.1.1 เกลือมีผลต่อการลดน้ำในผลิตภัณฑ์และทำให้แรงดันออสโมติค (osmotic pressure) ของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนไป ค่า water activity (ค่า A_w) ลดลง จึงมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของ จุลินทรีย์และป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ได้

2.4.1.2 เกลือทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสเค็มจัด รสไม่นุ่มนวล และสีของเนื้อแดง (lean meat) มีสีดำ ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์เหี่ยวย่น ไม่เป็นที่พึงปรารถนาต่อผู้บริโภค

2.5 น้ำตาล

น้ำตาลหรือสารให้ความหวานที่เติมลงในผลิตภัณฑ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดรสชาติในการถนอมรักษาผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิด เช่น ผลไม้แช่อิ่ม น้ำตาลมีบทบาทต่อการป้องกันและ

ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ แต่น้ำตาลที่ใช้ในการหมักเนื้อมีปริมาณต่ำจนบางครั้งอาจเป็นส่วนช่วยทำให้จุลินทรีย์เจริญได้ดี และสามารถสร้างสรรค์ให้กลิ่นรสแก่ผลิตภัณฑ์

2.5.1 บทบาทของน้ำตาลที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

2.5.1.1 น้ำตาลทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสอ่อนนุ่มขึ้น โดยที่น้ำตาลจะไปลดรสเค็มที่มีผลมาจากเกลือและป้องกันการสูญเสียน้ำบางส่วนจากเนื้อสัตว์ที่จะถูกดึงออกมา ทำให้ความชื้นบางส่วนไม่สูญเสียไป ส่งผลให้เนื้อมีรสชาติดีขึ้นและไม่แห้ง แข็งกระด้าง

2.5.1.2 น้ำตาลจะทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนของโปรตีน เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไปผ่านการให้ความร้อนทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดมีสีน้ำตาลที่บริเวณผิวหน้าของชิ้นเนื้อและมองดูน่ารับประทานเพิ่มขึ้น

2.5.1.3 น้ำตาลช่วยเร่งการเปลี่ยนแปลงของโซเดียมไนเตรทเป็นไนตริกอ๊อกไซด์ ทำให้ปริมาณสารไนเตรทที่เหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์น้อย และเกิดสีแดงเร็วขึ้น

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทัศนีย์(2549) ทำการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์หมูยอที่มีใยอาหารต่ำให้มีใยอาหารสูงขึ้น เพื่อให้มีประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภคด้วยการเสริมใยอาหารตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจาอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร 3 ชนิด คือ ใยถั่วเหลือง ใยสับปะรด และใยชาน อ้อยในปริมาณ 4 ระดับคือ ร้อยละ 1.5, 3.0, 4.5 และ 6.0 โดยน้ำหนัก ผลจากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่าผู้ทดสอบชิมและยอมรับหมูยอที่เสริมใยถั่วเหลืองร้อยละ 3.0 ใยสับปะรดร้อยละ 1.5 และชานอ้อยรอยละ 1.5 โดยหมูยอเสริมใยถั่วเหลืองได้รับการยอมรับสูงกว่าใยสับปะรดและใยชานอ้อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และมีปริมาณใยอาหารเพิ่มขึ้นจากปกติซึ่งมีค่า 1.21 กรัม/100 กรัม เป็น 4.91 กรัม/100 กรัม เมื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อคุณภาพขอหมูยอเสริมใยถั่วเหลืองด้วยสารกันเสีย 3 ชนิด คือโซเดียมเบนโซเอทปริมาณร้อยละ 0.1 โพแทสเซียมซอร์เบทปริมาณร้อยละ 0.1 และส่วนผสมระหว่างโซเดียมเบนโซเอทปริมาณร้อยละ 0.05 กับโพแทสเซียมซอร์เบทปริมาณร้อยละ 0.05 พบว่าการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (31-34 °C) นาน 2 ทุกตัวอย่างเริ่มมีเมือกน้ำเยิ้ม กลิ่นเหม็นเล็กน้อย ส่วนการเก็บรักษาด้วยการแช่เย็นที่อุณหภูมิ (5-8 °C) หมูยอที่ไม่ใส่สารกันเสียสามารถเก็บได้นาน 5 วันโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่จะเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเก็บรักษานาน 42 วัน ในขณะที่หมูยอใสสารกันเสียสามารถเก็บได้นานไม่น้อยกว่า 63 วัน และชนิดของสารที่ใช้ให้ผลที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 กล้วยน้ำว้าดิบพันธุ์มะลิอ่อง ค่าความหวาน 4-7 °Brix จากตลาดเทเวศน์

3.1.2 เนื้อหมู(สะโพกไม่ติดมัน)จากตลาดเทเวศน์

3.1.3 น้ำแข็งบดละเอียด

3.1.4 น้ำตาล ตรามิตรผล

3.1.5 เกลือป่น ตราปรุงทิพย์

3.1.6 พริกไทยป่น ตราง่วนสูน

3.1.7 กระเทียมป่น

3.1.8 โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต

3.1.9 แป้งมันสำปะหลัง ตราปลามังกร

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.2.1 เครื่องชั่งดิจิตอลรุ่น ARC 120 ยี่ห้อ OHAUS

3.2.2 เครื่องบดหมูรุ่น TC22 (รังผึ้งเบอร์ 22)

3.2.3 เครื่องสับผสมขนาดเล็กรุ่น SEV-3881 ยี่ห้อ SEVERIN

3.2.4 มีด

3.2.5 เขียง

3.2.6 อ่างผสมสแตนเลส

3.2.7 ถุงร้อน

3.2.8 พิมพ์หมูยอทรงกระบอก ขนาด 2×4 นิ้ว

3.3 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพ

3.3.1 การวิเคราะห์คุณค่าทางประสาทสัมผัส

โดยทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมโดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน นำมา นำมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance- Anova) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

3.3.2 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1. เครื่องวัดค่าสี Spectrophoto meter CM-3500d

2.เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (A_w) AQVALAB รุ่น SERIES PE 06069336B

3.3.3 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

1. เครื่องวัดความชื้น Moisture Determination Balance FD-620

2.เครื่องวัดปริมาณเส้นใยอาหาร Foss Fibertec 1020

และ Foss Cold Extraction Unit1021

3.เครื่องวัดปริมาณไขมัน Foss Soxtec 2055

4.เครื่องวัดปริมาณโปรตีน

ชุดย่อย BUCHI Digestion Unit K-435

ชุดดูดจับไอกรด BUCHI Scrubber B-414

ชุดกลั่น BUCHI Distillation B-324

5.เครื่องวัดปริมาณเถ้า muffle furnace

6.ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด

ปริมาณคาร์โบไฮเดรต

= 100 – (%โปรตีน + %ไขมัน + %เถ้า + %เยื่อใย + %ความชื้น)

3.3.4 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

1.ตู้อบลมร้อนสำหรับฆ่าเชื้อ (Hot air Oven)Binder รุ่น FD 115

2.หม้ออัดความดัน (Autoclave) sanyo รุ่น lado Autoclave

3.ตู้ปลอดเชื้อ Heal Forec รุ่น A2

4.อาหารเลี้ยงเชื้อ (PCA) สำหรับวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด

5.อาหารเลี้ยงเชื้อ (Smac ager) สำหรับวิเคราะห์เชื้อ *E.coli*

6.อาหารเลี้ยงเชื้อ (BP ager) สำหรับวิเคราะห์เชื้อ *Staphylococcus aureus*

3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการประมวลผล

1. แบบสอบถาม

2. เครื่องคอมพิวเตอร์; โปรแกรมสำเร็จรูป

3.5 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการ ห้อง 521,521/1,621และ 622 คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.6 ระยะเวลาทำการวิจัย

เดือนมิถุนายน พ.ศ.2553 - เดือนกันยายน พ.ศ.2554

3.7 วิธีการดำเนินการทดลอง

3.7.1 ศึกษาคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของสูตรพื้นฐาน

โดยศึกษาคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของสูตรพื้นฐาน จากแผนงานพิเศษการพัฒนาผลิตภัณฑ์หมูยอจากกล้วยน้ำว้า ของนางสาวไพลิน ศิริอุดมเศรษฐและนายนนทวัชน์ วิริยะ-ธนนท์ เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไว้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาผลิตภัณฑ์หมูยอจากกล้วยน้ำว้าต่อไป

ตารางที่ 4 แสดงสูตรพื้นฐานผลิตภัณฑ์หมูยอจากกล้วยน้ำว้า

วัตถุดิบ	ส่วนผสม(กรัม)
เนื้อหมู (สะโพก)	300
เนื้อกล้วย (4-7 °Brix)	175
Wheat gluten	15
น้ำตาล	4
เกลือป่น	12
พริกไทยป่น	9
กระเทียมป่น	18
ฟอสเฟต	3
น้ำแข็ง	100

ที่มา: ไพลินและนนทวัช,2552

3.7.1.1 การวิเคราะห์คุณค่าทางกายภาพ

1. ค่าปริมาณน้ำอิสระ(A_w) ศึกษาค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ โดยนำผลิตภัณฑ์หมูยอจากกล้วยน้ำว้า ใส่ในภาชนะที่ใส่ตัวอย่างอาหารเพื่อวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ โดยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ(A_w) AQVALAB รุ่น SERIES PE 06069336B

2. เครื่องวัดค่าสี ของผลิตภัณฑ์หมูยอจากกล้วยน้ำว้า โดยนำผลิตภัณฑ์หมูยอจากกล้วยน้ำว้ามาวัดค่าสีโดยใช้เครื่องวัดค่าสี Spectrophoto meter CM-3500d และแสดงผลในรูปของค่า ค่าความสว่าง (*L) ค่าสีแดง (a^*) และ ค่าสีเหลือง (b^*)

3.7.1.2 การวิเคราะห์คุณค่าทางเคมี

1. เครื่องวัดความชื้น Moisture Determination Balance FD-620

2.เครื่องวัดปริมาณเส้นใยอาหาร Foss Fibertec 1020

และ Foss Cold Extraction Unit 1021

3.เครื่องวัดปริมาณไขมัน Foss Soxtec 2055

4.เครื่องวัดปริมาณโปรตีน

ชุดย่อย BUCHI Digestion Unit K-435

ชุดดูดจับไอกรด BUCHI Scrubber B-414

ชุดกลั่น BUCHI Distillation B-324

5.เครื่องวัดปริมาณเถ้า muffle furnace

6.ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด

ปริมาณคาร์โบไฮเดรต

= 100 – (%โปรตีน + %ไขมัน + %เถ้า + %เยื่อใย + %ความชื้น)

3.7.2.ศึกษาปริมาณกล้วยน้ำว้าดิบที่เหมาะสมในการผลิตหมูยอจากกล้วยน้ำว้า

โดยทำการศึกษาสูตรพื้นฐานจากแผนงานของนางสาวไพลิน ศิริอุดมเศรษฐและนายนนท-วัชน์ วิริยะธนนนท์ ที่ใช้ปริมาณกล้วยน้ำว้าดิบ(ค่าความหวาน 4-7 ° Brix)175 กรัมในการผลิตหมูยอ โดยทางผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะปรับปรุงสูตรพื้นฐานที่ใช้ปริมาณกล้วยน้ำว้าดิบ(ค่าความหวาน 4-7 ° Brix) 175 กรัม ให้มีปริมาณกล้วยน้ำว้าเพิ่มมากขึ้น เพื่อที่จะทำให้เนื้อหมูยอมีลักษณะที่ดีขึ้นจากเดิมและผลิตภัณฑ์จะได้มีปริมาณเส้นใยเพิ่มขึ้น ส่งผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค เนื้อหมูยอมีเนื้อสัมผัสที่แน่นละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน เนื้อไม่ร่วนและผู้บริโภคจะได้รับปริมาณเส้นใยจากกล้วยเพิ่มมากขึ้น โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 3 ระดับ ได้แก่ ปริมาณกล้วยดิบ 175,200 และ225 กรัม จากนั้นนำสูตรที่ดีที่สุดไปศึกษาปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่เหมาะสมในการผลิตหมูยอจากกล้วยน้ำว้า

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณส่วนผสมในสูตรการผลิตหมูยอ ที่ใช้ปริมาณกล้วยน้ำว้าดิบต่างกัน 3 ระดับ คือ 175,200 และ 225 กรัม

ส่วนผสม	ปริมาณกล้วยน้ำว้าดิบที่ใช้ในแต่ละสูตร (กรัม)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
เนื้อหมู	300	300	300
กล้วยน้ำว้าดิบ(4-7 °Brix)	175	200	225
น้ำตาล	4	4	4
เกลือป่น	12	12	12
พริกไทยป่น	9	9	9
กระเทียมป่น	18	18	18
ฟอสเฟต	3	3	3
น้ำแข็ง	100	100	100

3.7.2.1 การวิเคราะห์คุณค่าทางประสาทสัมผัส

โดยทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมโดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน นำมา นำมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance Anova) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

3.7.2.2 การวิเคราะห์คุณค่าทางกายภาพ(ตามวิธีข้อ 3.7.1.1)

3.7.2.3 การวิเคราะห์คุณค่าทางเคมี(ตามวิธีข้อ 3.7.1.2)

3.7.3 ศึกษาปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่เหมาะสมในการผลิตหมูยอจากกล้วยน้ำว้า

โดยนำสูตรจากการศึกษาปริมาณกล้วยน้ำว้าดิบ(4-7 °Brix)ที่เหมาะสมในการผลิตหมูยอ มาทำการศึกษาปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่เหมาะสมในการผลิตหมูยอจากกล้วยน้ำว้า เนื่องจากสูตรพื้นฐานในการผลิตหมูยอจากกล้วยน้ำว้าใช้ Wheat gluten เป็นส่วนผสมและพบว่าปัจจุบันมีผู้บริโภคจำนวนมากที่แพ้ Wheat gluten และมีราคาแพง หาซื้อได้ยากจึงมีแนวคิดที่จะใช้แป้งมัน-สำปะหลังทดแทน Wheat gluten ในการผลิตหมูยอจากกล้วยน้ำว้า โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์(CRD) ซึ่งศึกษาปริมาณแป้งมัน 3 ระดับ คือ 10,15 และ 20 กรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณแป้งมันสำปะหลังต่างกัน 3 ระดับ คือ 10,15 และ 20 กรัม

ส่วนผสม	ปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่ใช้ในแต่ละสูตร (กรัม)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
แป้งมันสำปะหลัง	10	15	20

3.7.3.1 การวิเคราะห์คุณค่าทางประสาทสัมผัส (ตามวิธีข้อ 3.7.2.1)

3.7.3.2 การวิเคราะห์คุณค่าทางกายภาพ(ตามวิธีข้อ 3.7.1.1)

3.7.3.3 การวิเคราะห์คุณค่าทางเคมี(ตามวิธีข้อ 3.7.1.2)

3.7.3.4 การทดสอบโดยการพับ

โดยการนำตัวอย่างมาตัดให้มีความหนา 4-5 มิลลิเมตร โดยตัดเป็นขวางของแท่งหมูยอ ทำการทดสอบโดย พับเป็น 2 ส่วน ถ้าไม่มีรอยแตกให้พับต่อเป็น 4 ส่วน แล้วให้คะแนนระดับชั้นคุณภาพตามเกณฑ์ ดังแสดงในตารางภาคผนวก ฉ

3.7.4 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์หมูยอจากกล้วยน้ำว้า

ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์หมูยอจากกล้วยน้ำว้าที่เก็บโดยใช้ฟิลม์ห่ออาหาร (wrap)ห่อหมูยอจากกล้วยน้ำว้าน้ำหนัก 25 กรัม เก็บไว้ที่อุณหภูมิตู้เย็น (5-8 $^{\circ}$C) นำผลิตภัณฑ์หมูยอจากกล้วยน้ำว้ามาทำการวิเคราะห์นำมาวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ โดยตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด, *E.coli* และ *Staphylococcus aureus* และ โดยสุ่มตัวอย่างทุกๆ 1 สัปดาห์

บทที่ 4
ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

4.1 ผลศึกษาคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของสูตรพื้นฐาน

4.1.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของสูตรพื้นฐานหมูยอจากกล้วยน้ำว้าดิบ

จากตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของสูตรพื้นฐานของหมูยอจากกล้วยน้ำว้าดิบที่ มาทำการวิเคราะห์ทางกายภาพ พบว่า มีค่าปริมาณน้ำอิสระ เท่ากับ 0.93±0.85 เมื่อนำมาวัดค่าสี มีค่าสีความสว่าง(*L) เท่ากับ 58.92±0.32, ค่าสีแดง(a^*) เท่ากับ 2.81±0.44 และค่าสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 13.10±0.76 โดยสีของผลิตภัณฑ์หมูยอจากกล้วยน้ำว้าดิบจะออกสีขาวออกเหลืองเล็กน้อย ส่วนคุณภาพทางเคมี ค่าปริมาณความชื้น เท่ากับ ร้อยละ 70.54±0.77 ค่าปริมาณเส้นใยหยาบ เท่ากับ ร้อยละ 11.63±0.59 ค่าปริมาณไขมัน เท่ากับ ร้อยละ 0 .96±0.43 ค่าปริมาณโปรตีน เท่ากับ ร้อยละ 11.50±0.33 ค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ ร้อยละ 2.93±0.43 และค่าปริมาณเถ้า เท่ากับ ร้อยละ 2.44 จากนั้นนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับหมูยอสูตรมาตรฐานต่อไป

ตารางที่ 7 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพด้านสีและการวัดค่า A_w และคุณภาพด้านเคมี

การวิเคราะห์	หมูยอสูตรพื้นฐาน
ทางกายภาพ	
-ค่าปริมาณน้ำอิสระ	0.93±0.85
-ค่าสี ค่าความสว่าง (L^*)	58.92±0.32
ค่าสีแดง (a^*)	2.81±0.44
ค่าสีเหลือง (b^*)	13.10±0.76
ทางเคมี	
-ค่าปริมาณความชื้น(ร้อยละ)	70.54±0.77
-ค่าปริมาณเส้นใยหยาบ(ร้อยละ)	11.63±0.59
-ค่าปริมาณไขมัน(ร้อยละ)	0 .96±0.43
-ค่าปริมาณโปรตีน(ร้อยละ)	11.50±0.33
-ค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรต(ร้อยละ)	2.93±0.43
-ค่าปริมาณเถ้า(ร้อยละ)	2.44 ±0.22

4.2 ผลการศึกษาปริมาณกล้วยน้ำว้าดิบที่เหมาะสมในการผลิตหมูยอจากกล้วยน้ำว้า

จากตารางที่ 8 ผลการศึกษาจำนวน 3 สูตร ที่ระดับปริมาณกล้วยน้ำว้า 175,200 และ225 กรัม มาทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้ทดสอบคะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 –points Hedonic scale) พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับสูตรที่ 2 คือสูตรที่ใช้ปริมาณกล้วยน้ำว้า 200 กรัม โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมที่ระดับความชอบ ชอบปานกลางถึงชอบมาก ตามลำดับ ด้านสีและกลิ่นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p > 0.05$) ส่วนด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เพราะเนื่องจากมีสีไม่เข้มมากเกินไป มีกลิ่นกล้วยเพียงเล็กน้อย เนื้อสัมผัสมีความละเอียดเข้ากันเป็นเนื้อเดียว ส่วนสูตรที่ 1 ลักษณะหมูยอที่ได้มีลักษณะเนื้อค่อนข้างแข็ง ไม่มีความยืดหยุ่น ส่วนสูตรที่ 3 ลักษณะที่ได้ เนื้อหมูยอไม่มีความยืดหยุ่น เนื้อไม่แน่น มีกลิ่นกล้วยมากไป และรสชาติของหมูยอค่อนข้างเปรี้ยว จากนั้นนำหมูยอจากกล้วยน้ำว้ามาทำการศึกษาต่อไป

ตารางที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของหมูยอจากกล้วยน้ำว้าดิบที่ปริมาณกล้วยน้ำว้า 3 ระดับ คือ 175,200และ225 กรัม

คุณลักษณะ	ปริมาณกล้วยน้ำว้าที่ใช้ในแต่ละสูตร (กรัม)		
	225	175	200
สี^{ns}	7.50± 0.01	7.53± 0.02	7.63±0.03
กลิ่น^{ns}	7.67±0.02	7.73± 0.01	7.83±0.02
รสชาติ	7.37^{c}± 0.01	8.27^{a}±0.02	7.77^{b}±0.02
เนื้อสัมผัส	7.40^{b}±0.03	8.17^{a}± 0.02	6.73^{c}±0.04
ความชอบโดยรวม	7.30^{b}±0.03	8.10^{a}±0.02	7.77^{ab}±0.01

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวนอนต่างกัน หมายถึง ค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4.2.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของหมูยอจากกล้วยน้ำว้าดิบที่ปริมาณกล้วยน้ำว้าดิบ 200 กรัม

จากตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของสูตรหมูยอจากกล้วยน้ำว้าดิบที่ปริมาณกล้วยน้ำว้าดิบ 200 กรัม มาทำการวิเคราะห์ทางกายภาพ พบว่า มีค่าปริมาณน้ำอิสระ เท่ากับ0.93±0.54 เมื่อนำมาวัดค่าสี มีค่าสีความสว่าง(*L) เท่ากับ 58.22±0.34 ค่าสีแดง(a^{*})

เท่ากับ 1.88±0.54 และค่าสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 18.67±0.65 โดยสีของผลิตภัณฑ์หมูยอจากกล้วยน้ำว้าดิบจะสีขาวออกเล็กน้อยเหลือง ส่วนคุณภาพทางเคมี ค่าปริมาณความชื้น เท่ากับ ร้อยละ 70.45±0.34 ค่าปริมาณเส้นใยหยาบ เท่ากับ ร้อยละ 12.73±0.43 ค่าปริมาณไขมัน เท่ากับ ร้อยละ 0.20±0.85 ค่าปริมาณโปรตีน เท่ากับ ร้อยละ10.70±0.73 ค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ ร้อยละ 3.11±0.23 และค่าปริมาณเถ้า เท่ากับ ร้อยละ 2.81±0.44

ตารางที่ 9 แสดงผลการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพด้านสีและการวัดค่า A_w และคุณภาพด้านเคมี

การวิเคราะห์	**หมูยอจากกล้วยน้ำว้าดิบที่ใช้ปริมาณกล้วยน้ำว้าดิบ 200 กรัม**
ทางกายภาพ	
-ค่าปริมาณน้ำอิสระ	0.93±0.54
-ค่าสี	
ค่าความสว่าง (L^*)	58.22±0.34
ค่าสีแดง (a^*)	1.88±0.54
ค่าสีเหลือง (b^*)	18.67±0.65
ทางเคมี	
-ค่าปริมาณความชื้น(ร้อยละ)	70.45±0.34
-ค่าปริมาณเส้นใยหยาบ(ร้อยละ)	12.73±0.43
-ค่าปริมาณไขมัน(ร้อยละ)	0.20±0.85
-ค่าปริมาณโปรตีน(ร้อยละ)	10.70±0.73
-ค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรต(ร้อยละ)	3.11±0.23
-ค่าปริมาณเถ้า(ร้อยละ)	2.81±0.44

4.3 ผลการศึกษาปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่เหมาะสมในการผลิตหมูยอจากกล้วยน้ำว้าดิบ

จากตารางที่ 10 ผลการศึกษาจำนวน 3 สูตร มาทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้ทดสอบคะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 –points Hedonic scale) พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับสูตรที่ 2 มากที่สุดคือ ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง 15 กรัม โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

อยู่ในระดับชอบปานกลาง ด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) จะเห็นได้ว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์สูตรที่ 2 โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด จึงเลือกสูตรที่ 2 เนื่องจากมีสีไม่เข้มมากเกินไป หมูยอมีความเหนียวนุ่มและความยืดหยุ่นดี เนื้อสัมผัสมีความละเอียดเข้ากันเป็นเนื้อเดียวกันและที่ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง 10 กรัม หมูยอมีลักษณะเนื้อไม่แน่น เนื้อไม่เนียนละเอียด และที่ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง 20 กรัม หมูยอมีลักษณะมีเนื้อสัมผัสแข็งเกินไป ไม่มีความยืดหยุ่น จากนั้นจึงเลือกสูตรที่ใช้แป้งมันสำปะหลัง 15 กรัม ไปมาทำการศึกษาต่อไป

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของหมูยอจากกล้วยน้ำว้าในเมื่อใช้ปริมาณแป้งมันสำปะหลังต่างกัน3 ระดับ คือ 10,15 และ 20 กรัม

คุณลักษณะ	ปริมาณแป้งมันที่ใช้ในแต่ละสูตร(กรัม)		
	20	10	15
สี^{ns}	6.93± 0.02	7.20±0.02	7.03±0.01
กลิ่น	6.86^{b}±0.03	7.53^{a}± 0.02	6.60^{b}±0.02
รสชาติ	6.60^{b}±0.01	7.20^{a} ±0.01	6.36^{c}±0.02
เนื้อสัมผัส	6.40^{b}±0.02	7.46^{a}±0.02	6.33^{b}±0.01
ความชอบโดยรวม	6.93^{ab}±0.01	7.36^{a}±0.01	6.66^{b}±0.02

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวนอนต่างกัน หมายถึง ค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4.3.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของหมูยอจากกล้วยน้ำว้าดิบที่ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง 15 กรัม

จากตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของสูตรหมูยอจากกล้วยน้ำว้าดิบที่ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง 15 กรัม มาทำการวิเคราะห์ทางกายภาพ พบว่า มีค่าปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.94±0.82 เมื่อนำมาวัดค่าสี มีค่าสีความสว่าง(*L) เท่ากับ 57.23±0.43, ค่าสีแดง(a^{*}) เท่ากับ 1.05±0.54 และค่าสีเหลือง (b^{*}) เท่ากับ 18.70±0.34 โดยสีของผลิตภัณฑ์หมูยอจากกล้วยน้ำว้าดิบจะออกสีขาว เล็กน้อยเหลือง ส่วนคุณภาพทางเคมี ค่าปริมาณความชื้น เท่ากับ ร้อยละ 70.42±0.34 ค่าปริมาณเส้นใยหยาบ เท่ากับ ร้อยละ 12.73±0.85 ค่าปริมาณไขมัน เท่ากับ ร้อยละ 0.61±0.88 ค่าปริมาณโปรตีน เท่ากับ ร้อยละ 10.05±0.34ค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ ร้อยละ 3.51±0.23 และค่าปริมาณเถ้า เท่ากับ ร้อยละ 2.73±0.65

ตารางที่11 แสดงผลการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพด้านสีและการวัดค่า A_w และคุณภาพด้านเคมี

การวิเคราะห์	**หมูยอจากกล้วยน้ำว้าดิบที่ใช้ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง 15 กรัม**
ทางกายภาพ	
-ค่าปริมาณน้ำอิสระ	0.94±0.82
-ค่าสี	
ค่าความสว่าง (L^*)	57.23±0.43
ค่าสีแดง (a^*)	1.05±0.54
ค่าสีเหลือง (b^*)	18.70±0.34
ทางเคมี	
-ค่าปริมาณความชื้น(ร้อยละ)	70.42±0.34
-ค่าปริมาณเส้นใยหยาบ(ร้อยละ)	12.73±0.85
-ค่าปริมาณไขมัน(ร้อยละ)	0.61±0.88
-ค่าปริมาณโปรตีน(ร้อยละ)	10.05±0.34
-ค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรต(ร้อยละ)	3.51±0.23
-ค่าปริมาณเถ้า(ร้อยละ)	2.73±0.65

4.3.2 ผลการทดสอบโดยวิธีการพับ(Lanier&Lee,1992)ของผลิตภัณฑ์หมูยอจากกล้วยน้ำว้า

จากการศึกษาการพับผลิตภัณฑ์หมูยอ พบว่า มีค่าอยู่ในระดับชั้น AA หมายความว่าหมูยอที่ได้ทีลักษณะที่ดี มีความเหนียว ไม่มีรอยแตกแยกออก ลักษณะเนื้อไม่ขาดออกเป็นชิ้นๆ เหมือนกันทั้ง 3 สูตร

ตารางที่ 12 แสดงผลการพับผลิตภัณฑ์หมูยอ

	ผลทดสอบโดยการพับ				
ผลิตภัณฑ์	**D**	**C**	**B**	**A**	**AA**
หมูยอสูตรมาตรฐาน					X
หมูยอจากกล้วยน้ำว้า					X
หมูยอในท้องตลาด(หมูดี)					X

หมายเหตุ AA หมายถึง หมูยอมีลักษณะคามยืดหยุ่นดีมาก/ A หมายถึง หมูยอมีลักษณะความยืดหยุ่นดี/ B หมายถึง หมูยอมีลักษณะความยืดหยุ่นปานกลาง/ C หมายถึง หมูยอมีลักษณะความยืดหยุ่นไม่ดี/ D หมายถึง หมูยอมีลักษณะความยืดหยุ่นไม่ดีมาก

4.4 ผลการเปรียบเทียบการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของหมูยอจากกล้วยน้ำว้าสูตรพื้นฐาน หมูยอจากกล้วยน้ำว้าสูตรปรับปรุง และหมูยอในท้องตลาด

จากตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของหมูยอสูตรมาตรฐาน หมูยอจากกล้วยน้ำว้า และหมูยอในท้องตลาดเมื่อตรวจสอบผลิตภัณฑ์หมูยอจากกล้วยน้ำว้าเปรียบเทียบกับหมูยอสูตรมาตรฐาน และหมูยอในท้องตลาดพบว่า ค่าปริมาณน้ำอิสระ ของหมูยอในท้องตลาดมีค่าใกล้เคียงกับหมูยอสูตรพื้นฐานและหมูยอจากกล้วยน้ำว้า ในด้านสีความสว่างของหมูยอในท้องตลาด มีค่าใกล้เคียงกับหมูยอสูตรพื้นฐานและหมูยอจากกล้วยน้ำว้า ส่วนค่าความเป็นสีแดงหมูยอสูตรพื้นฐานจะมีค่ามากกว่าหมูยอจากกล้วยน้ำว้าและหมูยอในท้องตลาด และค่าความเป็นสีเหลืองหมูยอจากกล้วยน้ำว้าจะมีค่ามากกว่าหมูยอสูตรพื้นฐานและหมูยอในท้องตลาด เนื่องจากมีปริมาณกล้วยน้ำว้าดิบมากกว่า ค่าปริมาณความชื้น พบว่า หมูยอจากกล้วยน้ำว้าและหมูยอสูตรพื้นฐานมีค่าใกล้เคียงกันและมีค่าสูงกว่าหมูยอในท้องตลาด ค่าปริมาณเส้นใยหยาบ พบว่าค่าปริมาณเส้นใยของหมูยอจากกล้วยน้ำว้ามีมากกว่าหมูยอในท้องตลาดและหมูยอสูตรพื้นฐาน ส่วนในด้านของไขมัน พบว่า หมูยอจากกล้วยน้ำว้ามีปริมาณไขมันต่ำกว่าหมูยอสูตรพื้นฐาน และหมูยอในท้องตลาด เนื่องจากมีปริมาณกล้วยน้ำว้ามาเป็นส่วน ผสมทดแทนมันแข็ง ซึ่งทำให้หมูยอจากกล้วยน้ำว้ามีประโยชน์ต่อผู้บริโภค ที่ได้ประโยชน์ทั้งในเรื่องของเส้นใยที่มีมากว่าซึ่งเส้นใยจะช่วยในเรื่องระบบขับถ่าย ช่วยให้ร่างกายขับถ่ายของเสียออกมาเป็นปกติ ช่วยลดความเสี่ยงจากโรคต่างๆ เช่น โรคมะเร็งลำไส้ได้ และไขมันที่ต่ำกว่ายังช่วยให้ผู้บริโภคทีทางเลือกในการเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันต่ำกว่า อีกทั้งยังช่วยลดโอกาสเสี่ยงจากการเกิดโรคหัวใจ ลดระดับคอเลสเตอรอล ลดระดับน้ำตาลในเลือด ลดความอ้วน เป็นต้น

ตารางที่ 13 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพด้านสีและการวัดค่า A_w และคุณภาพด้านเคมี

การวิเคราะห์	หมูยอ		
	สูตรพื้นฐาน	กล้วยน้ำว้า	ท้องตลาด
ทางกายภาพ			
-ค่าปริมาณน้ำอิสระ	0.93^{ns}±0.85	0.94^{ns}±0.82	0.96^{ns}±0.82
-ค่าสี			
ค่าความสว่าง (L^*)	58.92^{ns}±0.32	57.23^{ns}±0.43	59.22^{ns}±0.23
ค่าสีแดง (a^*)	2.81^{c}±0.44	1.05^{b}±0.54	2.13^{a}±0.28

ค่าสีเหลือง (b^*)	13.10^{b}±0.76	18.70^{a}±0.34	14.18^{b}±0.67
ทางเคมี -ค่าปริมาณความชื้น(ร้อยละ)	70.54^{a}±0.77	70.42^{a}±0.34	61.89^{b}±0.45
-ค่าปริมาณเส้นใยหยาบ(ร้อยละ)	11.63^{b}±0.59	12.73^{a}±0.85	2.63^{c}±0.72
-ค่าปริมาณไขมัน(ร้อยละ)	0.96^{b}±0.43	0.61^{b}±0.88	16.61^{a}±0.32
-ค่าปริมาณโปรตีน(ร้อยละ)	11.50^{b}±0.33	10.05^{b}±0.34	14.50^{a}±0.25
-ค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรต(ร้อยละ)	2.93^{ns}±0.43	3.51^{ns}±0.23	1.93^{ns}±0.58
-ค่าปริมาณเถ้า(ร้อยละ)	2.44^{ns}±0.22	2.73^{ns}±0.65	2.47^{ns}±0.77

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนต่างกัน หมายถึง ค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4.5 อายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์หมูยอจากกล้วยน้ำว้า

4.5.1ผลการตรวจอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์หมูยอจากกล้วยน้ำว้า

จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์หมูยอจากกล้วยน้ำว้า พบว่า เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิตู้เย็น (5-8 °C) เป็นเวลา 2 สัปดาห์ โดยการนำหมูยอจากกล้วยน้ำว้า ที่ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับมากที่สุดมาทำการศึกษาอายุการเก็บรักษา โดยบรรจุด้วยฟิลม์ห่ออาหาร (wrap) ห่อหมูยอไว้ที่อุณหภูมิตู้เย็น (5-8 °C) นำมาวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ โดยตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด, *E.coli* และ *Staphylococcus aureus* โดยสุ่มตัวอย่างทุกๆ 1 สัปดาห์ พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) มีจำนวนจุลินทรีย์ < 10 Cfu/g ไม่พบ *E.coli* และ *Staphylococcus aureus* ซึ่งตรงตามมาตรฐานกำหนด (มผช. 102/ 2546 หมูยอ กำหนดให้จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1 x 10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม *Staphylococcus aureus* ต้องไม่พบในตัวอย่าง 0.1 กรัมและ *E.coli* ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าผลิตภัณฑ์หมูยอจากกล้วยน้ำว้า สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5-8 °C มีอายุการเก็บได้ 2 สัปดาห์นับจากวันผลิต

ตารางที่ 14 แสดงผลการตรวจนับจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC), *E.coli* และ *Staphylococcus aureus* ของผลิตภัณฑ์หมูยอจากกล้วยน้ำว้า

ระยะเวลาเก็บรักษา	**จุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC)**		
(สัปดาห์)	**จุลินทรีย์ทั้งหมด (Cfu/g)**	***E.coli* (MPN/g)**	***Staphylococcus aureus*(MPN/g)**
0	<10	ไม่พบ	ไม่พบ
1	< 10	ND	ND

2	< 10	ND	ND

หมายเหตุ: ND (Not Detect) ไม่ได้ทำการตรวจสอบ

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 จากการศึกษาปริมาณกล้วยน้ำว้าดิบ(ค่าความหวาน 4-7 °Brix)ที่เหมาะสมในการผลิตหมูยอใช้ปริมาณกล้วยน้ำว้าดิบ 3 ระดับ คือ 175 , 200และ 225 กรัม ผู้บริโภคให้การยอมรับที่ปริมาณกล้วยน้ำว้าดิบที่ปริมาณ 200 กรัม มากที่สุด และมีค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบด้านรสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก เนื่องจากหมูยอที่ได้ลักษณะ เนื้อละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน รสชาติกำลังดี ไม่มีกลิ่นกล้วยมากเกินไป

5.2 จากการศึกษาปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่เหมาะสมในการผลิตหมูยอ 3 ระดับ คือ 10,15 และ 20 กรัม แล้วนำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์หมูยอที่ใช้ปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่ระดับ 15 กรัม เนื่องจากหมูยอที่ได้มีเนื้อสัมผัสเนื้อแน่น เนื้อมีความยืดหยุ่น เนื้อละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน เนื้อไม่ร่วนจนเกินไป

5.3 จากการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์หมูยอจากกล้วยน้ำว้า พบว่า คุณสมบัติทางกายภาพค่าปริมาณน้ำอิสระ A_w มีค่าเท่ากับ 0.94±0.82 ค่าความสว่าง(L*) มีค่าเท่ากับ 57.23±0.43 ค่าสีแดง (a*) เท่ากับ 1.05±0.54 ค่าสีเหลือง (b*) เท่ากับ 18.70±0.34 ค่าการพับหมูยอจากกล้วยน้ำว้าอยู่ในระดับดี ค่า ความชื้น เท่ากับ ร้อยละ70.42±0.34 เส้นใยหยาบ เท่ากับ ร้อยละ 12.73±0.85 ไขมัน เท่ากับ ร้อยละ 0.61±0.88 โปรตีน เท่ากับ ร้อยละ 10.05±0.34 คาร์โบไฮเดรต เท่ากับร้อยละ3.51±0.23 ปริมาณเถ้า เท่ากับร้อยละ2.73±0.65 ซึ่งจากผลงานวิจัยพบว่า หมูยอจากกล้วยน้ำว้ามีปริมาณเส้นใยมากกว่าหมูยอในท้องตลาดมากถึงร้อยละ 10.1 และมีปริมาณไขมันต่ำกว่าในท้องตลาดถึงมากถึงร้อยละ 16

5.4 จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์หมูยอจากกล้วยน้ำว้า ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิตู้เย็น (5-8 °C) เป็นเวลา 2 สัปดาห์ การตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐานกำหนดไว้ (ต้องไม่เกิน 1×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม) ไม่พบ *Staphylococcus aureus* (ต้องไม่พบในตัวอย่าง 0.1 กรัม) และไม่พบ *E.coli* (ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม) โดยสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน 2 สัปดาห์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์หมูยอจากกล้วยน้ำว้ามีความปลอดภัยและไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

ข้อเสนอแนะ ควรมีการทดลองนำผลไม้ชนิดอื่นที่สามารถนำมาใช้แทนเนื้อกล้วยได้เพื่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ชุดที่ ……..

เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์หมูยอจากกล้วยน้ำว้า

วันที่ ……..…..

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาทดสอบตัวอย่างและให้คะแนนความชอบตัวอย่างในแต่ละปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

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

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ		
	รหัส…….	รหัส…….	รหัส…….
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

……

……

ขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบคำถาม

ชุดที่ ……..

เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์หมูยอจากกล้วยน้ำว้า

วันที่ ……..…..

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาทดสอบตัวอย่างและให้คะแนนความชอบตัวอย่างในแต่ละปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

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

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ		
	รหัส…….	รหัส…….	รหัส…….
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

……

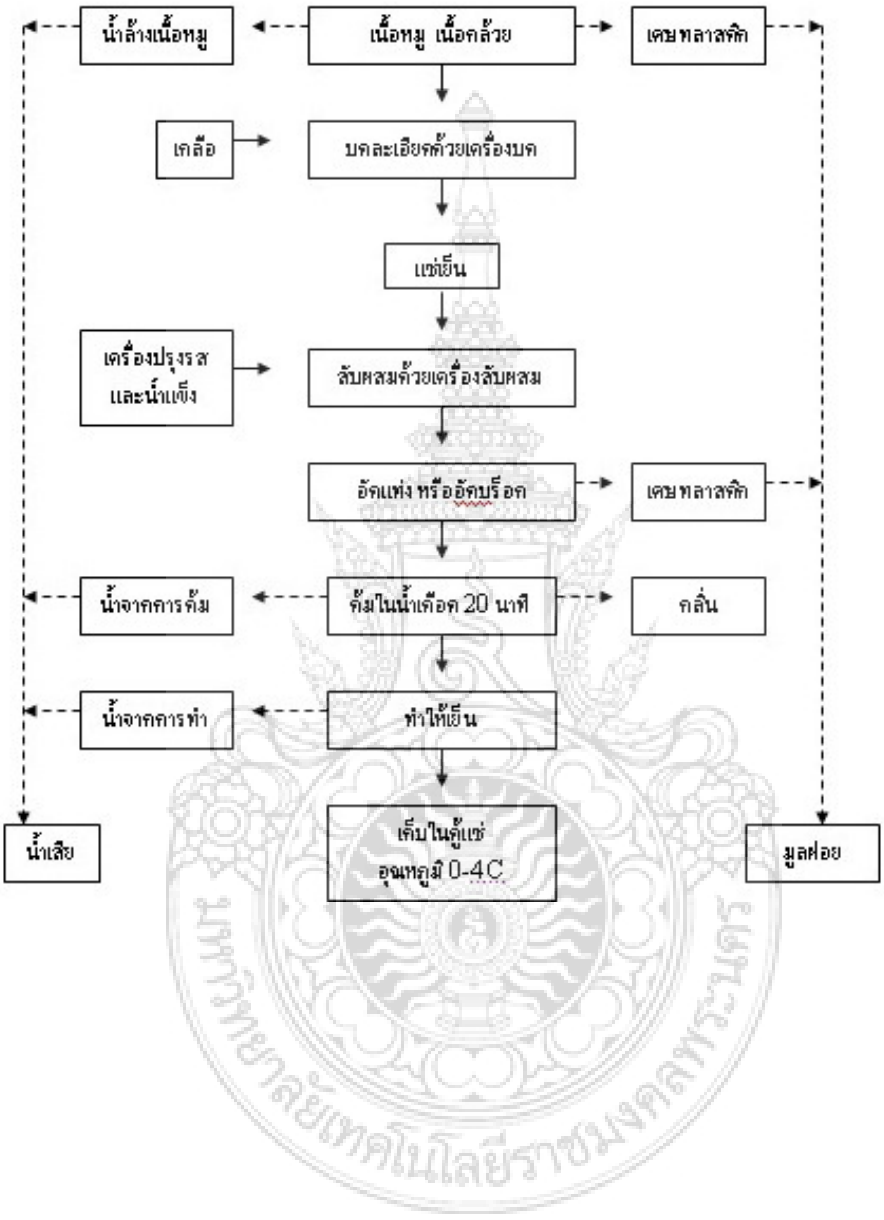
……

ขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบคำถาม

ภาคผนวก ข

กรรมวิธีการผลิต

กระบวนการผลิตหมูยอประกอบด้วย การนำเนื้อหมูและเนื้อกล้วยน้ำว้าดิบ(4-7 ° Brix) มาสับผสมด้วยเครื่องสับละเอียด (Chopper) เติมเครื่องปรุงรส ประกอบด้วย เกลือ น้ำตาล กระเทียมป่น พริกไทป่น โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต Wheat gluten และน้ำแข็ง



แผนภูมิที่ 1 แสดงกรรมวิธีการผลิตหมูยอจากกล้วยน้ำว้า

สูตรพื้นฐาน

ส่วนผสม

เนื้อหมู (สะโพก)	300	กรัม
เนื้อกล้วย	175	กรัม
Wheat gluten	13	กรัม
น้ำตาล	4	กรัม
เกลือป่น	12	กรัม
พริกไทยป่น	9	กรัม
กระเทียมป่น	18	กรัม
โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต	3	กรัม
น้ำแข็ง	100	กรัม

ขั้นตอนการทดลอง

1.นำเนื้อหมูมาตัดแต่ง แล้วจึงแช่เย็น จากนั้นนำไปบดพร้อมกล้วยให้ละเอียด แล้วนำเกลือใส่ลงไป สับผสมเวลา 1 นาที พร้อมกับเติมน้ำแข็งลงไป แล้วเติมแป้งมันสำปะหลัง สับผสมต่ออีก 1 นาที แล้วเติมฟอตเฟต สับผสมต่ออีก 1 นาที

2. เติมน้ำแข็งสลับกับ เครื่องปรุงทุกสับผสมต่ออย่างอีกประมาณ 2 นาที

3. บรรจุลงพิมพ์ จากนั้นนำไปต้มที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 20 นาที

4. นำพิมพ์หมูยอไปแช่น้ำเย็น ทิ้งให้เย็นแล้วจึงนำหมูยอออกจากพิมพ์ นำไปเก็บที่อุณหภูมิไม่เกิน 5-8 °C เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

ที่มา:ไพลินและนนทวัช,2552

สูตรหมูยอจากกล้วยน้ำว้า

ส่วนผสม

เนื้อหมู (สะโพก)	300	กรัม	(43.39%)
เนื้อกล้วยน้ำว้า (4-7 ˚Brix)	200	กรัม	(30.26%)
แป้งมันสำปะหลัง	15	กรัม	(2.27%)
น้ำตาล	4	กรัม	(0.61%)
เกลือป่น	12	กรัม	(1.81%)
พริกไทยป่น	9	กรัม	(1.36%)
กระเทียมป่น	18	กรัม	(2.72%)
โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต	3	กรัม	(0.45%)
น้ำแข็ง	100	กรัม	(15.13%)

ขั้นตอนการทดลอง

1.นำเนื้อหมูมาตัดแต่ง แล้วจึงแช่เย็น จากนั้นนำไปบดพร้อมกล้วยให้ละเอียด แล้วนำเกลือใส่ลงไป สับผสมเวลา 1 นาที พร้อมกับเติมน้ำแข็งลงไป แล้วเติมแป้งมันสำปะหลัง สับผสมต่ออีก 1 นาที แล้วเติมฟอตเฟต สับผสมต่ออีก 1 นาที

2. เติมน้ำแข็งสลับกับ เครื่องปรุงทุกสับผสมต่ออย่างอีกประมาณ 2 นาที

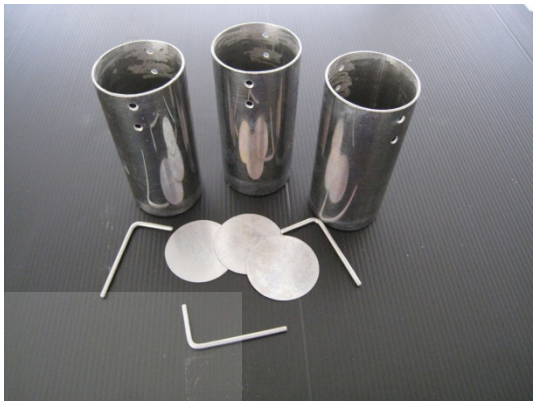
3. บรรจุลงพิมพ์ จากนั้นนำไปต้มที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 20 นาที

4. นำพิมพ์หมูยอไปแช่น้ำเย็น ทิ้งให้เย็นแล้วจึงนำหมูยอออกจากพิมพ์ นำไปเก็บที่อุณหภูมิไม่เกิน 5-8 °C เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

หมายเหตุ ใน 1 สูตรจะผลิตหมูยอจากกล้วยน้ำว้าได้ 6 แท่ง น้ำหนัก 100-115 กรัม ขนาด 4x6 นิ้ว

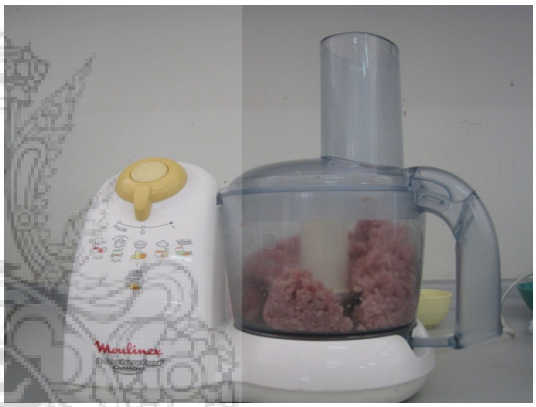
ภาคผนวก ค
วัตถุดิบและกรรมวิธีการผลิต
ผลิตภัณฑ์หมูยอจากกล้วยน้ำว้า

เครื่องชั่งดิจิตอล



พิมพ์หมูยอ

เครื่องบด



เครื่องสับผสม

ภาพที่ 1 แสดงอุปกรณ์ในการผลิตหมูยอจากกล้วยน้ำว้า

กล้วยน้ำว้า (4-7 ° Brix)

เนื้อหมู(สะโพก)

กระเทียมป่นตรา ง่วนสูน

น้ำตาลทรายขาวตรา มิตรผล

เกลือป่นตรา ปรุงทิพย์

ภาพที่ 2 แสดงวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตหมูยอจากกล้วยน้ำว้า

ภาพที่ 3 แสดงขั้นตอนการผลิตหมูยอจากกล้วยน้ำว้า

ภาคผนวก ง
มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
หมูยอ

มผช. 102/ 2546

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

หมูยอ

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะหมูยอที่ทำจากหมู อาจมีส่วนผสมที่ทำให้เกิดเฉพาะ เช่น หนังหมู เห็ดหอม พริกไทยดำ สาหร่ายด้วยก็ได้ ที่บรรจุในภาชนะบรรจุ

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 หมูยอ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเนื้อหมู มันหมู และเครื่องปรุงรส อาจมีส่วนประกอบอื่น เช่น โปรตีนนม โปรตีนพืชเข้มข้น แป้งมันสำปะหลัง นำมาผสมและบดให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน อาจมีส่วนผสมที่เติมลงไปเพื่อให้เกิดลักษณะเฉพาะ เช่น หนังหมู เห็ดหอม พริกไทยดำ สาหร่าย นำมาคลุกผสมให้กระจายโดยทั่วไป แล้วบรรจุในวัสดุห่อหุ้มให้แน่น นำไปต้มหรือนึ่งให้สุก

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป ส่วนที่เป็นเนื้อต้องละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน อาจมีโพรงอากาศได้เล็กน้อย ในกรณีที่มีส่วนผสมอื่นที่เติมลงไปเพื่อให้เกิดลักษณะเฉพาะ ต้องการกระจายอยู่อย่างสม่ำเสมอโดยทั่ว และเมื่อผ่านออกดูแล้ว ต้องไม่พบส่วนที่ยังไม่สุก

3.2 สี ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของหมูยอและส่วนประกอบที่ใช้

3.3 กลิ่นรส ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ มีกลิ่นหอมน่ารับประทาน รสดี ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์

3.4 ลักษณะเนื้อสัมผัส ต้องเนียน ยืดหยุ่น ไม่เละเมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.1 แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

3.5 สิ่งแปลกปลอม ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์ เช่น แมลง หนู นก

3.6 วัตถุเจือปนอาหาร หากมีการใช้วัตถุเจือปนอาหาร ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กำหนดดังต่อไปนี้

3.6.1 กรดเบนโซอิกหรือเกลือของกรดเบนโซอิก (คำนวณเป็นกรดเบนโวอิก) และกรดซอร์บิก หรือ เกลือของกรดซอร์บิก (คำนวณเป็นกรดซอร์บิก) อย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกันต้องไม่เกิน 1000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

3.6.2 ฟอสเฟตในรูปของโมโน- ได- และโพลิของเกลือโซเดียมหรือโพแทสเซียมอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือ รวมกันต้องไม่เกิน 3000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

3.7 โปรตีนต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 13 โดยน้ำหนัก

3.8 ไขมันต้องไม่เกินร้อยละ 24 โดยน้ำหนัก

3.9 แป้งต้องไม่เกินร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก

3.10 จุลินทรีย์

3.10.1 จำนวนจุลลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.10.2 *Salmonella* ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

3.10.3 *Staphylococcus aureus* ต้องไม่พบในตัวอย่าง 0.1 กรัม

3.10.4 *Clostridium perfigens* ต้องไม่พบในตัวอย่าง 0.1 กรัม

3.10.5 *E.coli* โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

4. สุขลักษณะ

4.1 สุขลักษณะในการที่ทำหมูยอให้เป็นไปตามคำแนะนำตาม

1. สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

1.1 สถานที่ตั้งอาคารและที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำเกิดการปนเปื้อนได้ง่ายโดย

- สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก
- อยู่ห่างจากบริเวรหรือสถานที่มีฝุ่น เขม่า ควัน มากผิดปกติ
- ไม่อยู่ใกล้กันสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยง แหล่งเก็บขยะ

1.2 อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะ มีการออกแบบและการก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา กรทำความสะอาดและสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

- พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุคงทน เรียบ ทำความสะอาด และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา
- แยกบริเวณที่ทำกะปิออกเป็นสัดส่วน ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้ว หรือ ไม่เกี่ยวข้องกะการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ
- พื้นที่ปฏิบัติงาน ไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

2. เครื่องมือเครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

2.1 ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ทำจากวัสดุที่มีผิวเรียบไม่เป็นสนิมล้างง่าย

2.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน ติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

3. การควบกระบวนการทำ

3.1 วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำ สะอาด มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำมาใช้

3.2 การทำการเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

4. การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

4.1 น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

4.2 มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลงและฝุ่นผง ไม่ให้เข้าในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

4.3 มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตภัณฑ์

4.4 สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์

4.5 บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำ

ผู้ทำทุกคน ต้องรักความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวนเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลักการใช้ห้องสุขาและเมื่อมือสกปรก

5. การบรรจุ

5.1 ให้ห่อหุ้มหมูยอด้วยวัสดุที่สะอาด ปลอดภัย ห่อหุ้มได้เรียบร้อยและสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้โดยส่วนที่สัมผัสกับหมูยอต้องไม่มีสี (ยกเว้นวัสดุจากธรรมชาติ)

5.2 น้ำหนักสุทธิของหมูยอในแต่ละภาชนะบรรจุต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ในฉลาก

6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่ภาชนะที่บรรจุหมูยอทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีตัวเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้รายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่ายแล้ชัดเจน

- ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น หมูยอเห็ดหอม หมูยอพริกไทยดำ
- ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนในอาหาร (ถ้ามี)
- น้ำหนักสุทธิ
- วัน เดือน ปีที่ผลิต และ วันเดือนปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ ควรบริโภคก่อน(วัน เดือ ปี)”
- ข้อแนะนำการเก็บรักษาและการบริโภค
- ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้งหรือ เครื่องหมายการค้า ที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศต้องมีข้อความตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1 รุ่นในที่นี้หมายถึง หมูยอที่มีส่วนประกอบเดียวกันที่ทำโดยกรรมวิธีเดียวกันในระยะเวลาเดียวกัน

7.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดดังต่อไปนี้

- การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมาย และฉลากให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.5 ข้อ 5และข้อ 6 จึงจะถือว่าหมูยอรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่น รส และลักษณะเนื้อสัมผัส ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีการ จากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3หน่วยภาชนะบรรจุเมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ถึงข้อ 3.4จึงจะถือว่าหมูยอรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบวัตถุเจือปนในอาหาร โปรตีน ไขมัน แป้งและจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 5 หน่วยภาชนะบรรจุ นำมาทำเป็นตัวอย่างรวม เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.6ถึงข้อ 3.10 จึงจะถือว่าหมูยอรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างหมูยอต้องเป็นไปตามข้อ7.2.1 ถึงข้อ 7.2.3 ทุกข้อ จึงจะถือว่าหมูยอรุ่นนั้นเป็นไปมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

8. การทดสอบ

8.1 การทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่น รส และลักษณะเนื้อสัมผัส

- ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบหมูยออย่างน้อย 5คนแต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ
- ว่างตัวอย่างหมูยอในจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม
- หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 หลักเกณฑ์การให้คะแนน

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน(คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	ส่วนที่เป็นเนื้อต้องละเอียดเป็นเนื้อเดียวกันอาจมีโพรงอากาศได้เล็กน้อย ในกรณีที่มีส่วนผสมอื่นเติมลงไปเพื่อให้เกิดลักษณะเฉพาะต้องกระจายอยู่อย่างสม่ำเสมอโดยทั่ว และเมื่อผ่าออกดูแล้ว ต้องไม่พบส่วนที่ยังไม่สุก	4	3	2	1
สี	ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของหมูยอ และส่วนประกอบที่ใช้	4	3	2	1

กลิ่นรส	ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ มีกลิ่นหอมน่ารับประทาน รสดี ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์	4	3	2	1
ลักษณะเนื้อสัมผัส	ต้องเนียน ยืดหยุ่น ไม่เละ	4	3	2	1

8.2 การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายฉลากให้ตรวจพินิจ

8.3 การทดสอบวัตถุเจือปนในอาหาร โปรตีน ไขมัน และแป้ง ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC วิธีทดสอบอื่นที่เป็น ที่ยอมรับ

8.4 การทดสอบจุลินทรีย์ ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM วิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.5 การทดสอบน้ำหนักสุทธิ ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

ภาคผนวก จ
การทดสอบการพับและคุณลักษณะของกล้วยที่ใช้

วิธีการทดสอบการพับ

นำตัวอย่างที่ผ่านการให้ความร้อนแล้วตัดให้มีความหนา 4-5 มิลลิเมตร ทำการทดสอบโดยใช้แผ่นตัวอย่างนำมาพับเป็น 2 ส่วน ถ้าไม่มีรอยแตกให้พับต่อไปเป็น 4 ส่วน แล้วให้คะแนนระดับชั้นคุณภาพตามเกณฑ์ ที่แสดงในตาราง

ตารางหลักเกณฑ์การให้คะแนนโดยวิธีการพับ

ลักษณะตัวอย่างเมื่อพับ	ระดับชั้นคุณภาพ
ไม่มีรอยแตกเมื่อพับเป็น 4 ส่วน	AA
มีรอยแตกฉีกขาดเล็กน้อยเมื่อพับเป็น 4 ส่วน	A
มีรอยแตกฉีกขาดเล็กน้อยเมื่อพับเป็น 2 ส่วน	B
มีรอยแตกแต่ไม่แยกออกจากกันเมื่อพับเป็น 2 ส่วน	C
มีรอยแตกและแยกออกจากกันเมื่อพับเป็น 2 ส่วน	D

ที่มา: Lanier&Lee,1992

คุณลักษณะของกล้วยที่ใช้

จากการนำกล้วยน้ำว้ามาเป็นส่วนผสมในการผลิตหมูยอจากกล้วยน้ำว้า ได้เลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุขที่แตกต่างกันตามระยะขั้นตอนการสุกของกล้วย(เบญมาศ,2538) ดังนี้

ขั้นตอนการสุกของกล้วยน้ำว้า

ระยะที่ 1 เปลือกเขียว ผลแข็ง ไม่มีการสุก

ระยะที่ 2 เริ่มเปลี่ยนสีจากเขียวออกเหลืองนิดๆ

ระยะที่ 3 เริ่มเปลี่ยนสีจากเชียวออกเหลืองมากขึ้นแต่ยังมีสีเขียวมากกว่า

ระยะที่ 4 เริ่มเปลี่ยนสีจากเชียวออกเหลืองและมีสีเหลืองมากกว่าสีเขียว

ระยะที่ 5 เปลือกมีสีเหลือง แต่ปลายยังมีสีเขียว

ระยะที่ 6 ทั้งผลมีสีเหลือง

ระยะที่ 7 ผลสีเหลืองเริ่มมีจุดสีน้ำตาล

ระยะที่ 8 ผิวสีเหลืองเริ่มมีจุดสีน้ำตาลมากขึ้น

ภาคผนวก ฉ

บรรจุภัณฑ์หมูยอจากกล้วยน้ำว้า

15 cm.

20 cm.

15 cm.

20 cm.

บรรณานุกรม

กุลรัตน์ ธำรงโชติ. 2550. **รวมผลงานพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารวิชาแผนงานพิเศษ.** สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตพระนครใต้,กรุงเทพฯ.

จันทร์ทิพย์ และคณะ.2541. **กล้วย ตำหรับอาหารสุขภาพ.** กรุงเทพฯ:บ.สำนักพิมพ์แสงแดด จก.

จันทนา ธนาสันติ์. 2544. สารเคมีประกอบอาหาร. **วารสารวิทยาศาสตร์.** 52, 4:20 กรุงเทพมหานครสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย.

ณรงค์ นิยมวิทย์ .2528. "เกลือ" **วารสารอาหาร**. 15 (1) : 1-5; 2528.

ทัศนีย์ ชาเจียมเจน .2545. **วารสารอาหารและยา.** กรุงเทพฯ:สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย.

ทัศนีย์ รักกิจศิริ .2549. **การศึกษาพัฒนาหมูยอไขมันต่ำ .**วิทยานิพนธ์. ปริญญาโท.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทิพย์วรรณ ประสิทธิ์ล้ำคำ .2518. **การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและคุณลักษณะทั่วๆไปของหมูยอ.**วิทยานิพนธ์.ปริญญาโท.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เทวี โพริผละ .มปป. **สารพันอาหารกล้วย**.มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

นงคราญ เรืองประพันธ์ และนิตยา พันธ์บัว .มปป . **วารสารอาหาร**.กรุงเทพฯ:การพิมพ์พระนคร.

เบญจมาศ ศิลาย้อย .2527. **กล้วย**.ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พเยาว์ รอดโพธิ์ทอง .2539. **กล้วย พืชอเนกประสงค์.**ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก .2548. **กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร.**กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

ไพโรจน์ เกตุษา . 2545. **แหล่งพันธุกรรมกล้วยในประเทศไทย**.กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

ไพลิน และ นนทวัชน์ .2552. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์หมูยอจากกล้วยน้ำว้า.**แผนงานพิเศษ. ปริญญาตรี.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

วิชัย ชัยสุนทรกิตติ .2521. **เคมีอาหาร.**กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

สราวุฒิ ทองพลาย .2522. **น้ำตาล** กรุงเทพฯ:กรุงสยามการพิมพ์

สุณิสา ศิริบริรักษ์ .2547. **คุณลักษณะและองค์ประกอบทางเคมีของกล้วย.**นครปฐม:โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหมูยอ.**มาตรฐานอุตสาหกรรมหมูยอ:**มผช. 102/2546

อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ .มปป. **วารสารอาหาร**. กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์แสงแดด.

อรอนงค์ สุนทรกิตติ .2540. **แป้งมันสำปะหลัง** กรุงเทพฯ:กรุงสยามการพิมพ์

อารีย์พันธ์ จันทรวิทุร .มปป. **การผลิตสุกรเชิงอุตสาหกรรม เล่ม 1**.กรุงเทพฯ: บริษัท ที.พี. พริ้นท์ จำกัด.

AOAC, 2000, Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.

Lanie T.C and Lee C.M. Lee.1992. **Surrimi Technology**.New York

Salunke,D.K and B.B.Desal.1984.**Postharvest Biotechnology of Fruits**. American Association of Cereal Chemistry, Minnesota.

Stover R.H and N.W. Simmonds . 1987.**Banana.** The American. Association of Cereal Chemists. USA.

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันเรามีผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มมากมายหลายชนิด จึงส่งผลให้อุตสาหกรรมเครื่องดื่มมีการขยายตัวอย่างกว้างขวาง มีการแข่งขันกันทางด้านการตลาดสูงขึ้น ทำให้การพัฒนาผลิตภัณฑ์จึงเข้ามามีบทบาทต่ออุตสาหกรรมเครื่องดื่มเป็นอย่างมาก เพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการปรับปรุงสูตรผลิตภัณฑ์ การปรับเปลี่ยนบรรจุภัณฑ์ให้มีรูปแบบสวยงาม ทันสมัย และสะดวกต่อการบริโภค ตลอดจนการดัดแปลงรูปแบบของเครื่องดื่ม โดยมีการเติมส่วนผสมอื่นๆ ลงไป เช่น วุ้นมะพร้าว ใยอาหาร น้ำนม ผงบุก คาราจีแนน และสมุนไพรต่างๆ เป็นต้น ซึ่งการพัฒนาดังกล่าวนอกจากเป็นการเพิ่มคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์แล้วยังเป็นการสร้างความเป็นเอกลักษณ์ และเป็นการเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้บริโภคได้มากขึ้น

ผลิตภัณฑ์เยลลี่รสน้ำผลไม้ชนิดต่างๆ เป็นที่นิยมของผู้บริโภคตั้งแต่กลุ่มเด็กจนถึงกลุ่มวัยรุ่นและวัยทำงาน จึงทำให้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้อย่างต่อเนื่อง เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค เช่น ผลิตภัณฑ์เยลลี่ผสมเนื้อผลไม้ และเครื่องดื่มเยลลี่ เป็นต้น โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเยลลี่นั้นเป็นการปรับเนื้อสัมผัสของเยลลี่ให้สามารถบริโภคโดยการดูดได้ ซึ่งผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเยลลี่ในท้องตลาดส่วนมากจะผลิตจากน้ำผลไม้เพียง 10-25% และส่วนประกอบที่เหลือจะเป็นน้ำ น้ำตาล สารปรุงแต่งกลิ่นรส สารให้ความข้นหนืด และสารที่ทำให้เกิดเจล ถ้าหากมีการนำแป้งกล้วยน้ำว้าที่เป็นผลผลิตทางการเกษตรที่ได้มาจากกล้วยน้ำว้าดิบเพิ่มเติมลงไปในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเยลลี่ จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณค่าทางโภชนาการมากขึ้น เนื่องจากแป้งกล้วยน้ำว้าดิบมีสารอาหารต่างๆที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ยังมีปริมาณไฟเบอร์สูง และมีสารแทนนินที่สามารถรักษาอาการท้องเดินชนิดไม่รุนแรงได้ ซึ่งเหมาะสำหรับผู้บริโภคทุกเพศทุกวัย โดยเฉพาะผู้ที่ห่วงใยในสุขภาพ อีกทั้งสามารถช่วยส่งเสริมผลไม้พื้นบ้านของไทย พร้อมทั้งเพิ่มมูลค่าและทางเลือกให้แก่กล้วยน้ำว้า โดยผสมไปกับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเยลลี่รสส้ม ซึ่งยังช่วยเพิ่มความหลากหลายในผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้ด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานของเยลลี่รสส้ม

1.2.2 เพื่อศึกษาอัตราส่วนของแป้งกล้วยน้ำว้าที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มเยลลี่รสส้ม

1.2.3 เพื่อศึกษาอัตราส่วนปริมาณคาราจีแนนที่เหมาะสมต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเยลลี่แป้งกล้วยรสส้ม

1.2.4 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเยลลี่แป้งกล้วยรสส้มระหว่างการเก็บรักษา

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 สารที่ทำให้เกิดเจลที่ใช้ในการศึกษา คือ คาราจีแนน(carrageenan) โดยใช้กระบวนการให้ความร้อนผลิตภัณฑ์ในระดับพาสเจอร์ไรส์ และบรรจุขณะร้อนในถ้วยพลาสติกชนิดโพลีเอทธีลีน (PE)

1.3.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เพิ่มความหลากหลายในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเยลลี่

1.4.2 สามารถเพิ่มมูลค่าของกล้วยน้ำว้า

1.4.3 เพิ่มรายได้แก่ชุมชนและภาคเอกชน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

2.1 เครื่องดื่ม

เครื่องดื่มจัดเป็นผลิตภัณฑ์อาหารประเภทหนึ่ง ส่วนใหญ่เป็นของเหลวประกอบด้วยน้ำ สารให้ความหวาน กรด สี และกลิ่น ในเครื่องดื่มมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ตั้งแต่ 0-75% (ไพโรจน์, 2535) โดยเครื่องดื่มจะมีทั้งชนิดที่อัดก๊าซหรือไม่ได้อัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ชนิดที่มีหรือไม่มีแอลกอฮอล์ และชนิดที่เป็นกรดหรือไม่เป็นกรด (สุมาลี, 2539; Varnam และ Sutberland,1994) เครื่องดื่มเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่ช่วยลดความกระหาย และขจัดความอ่อนเพลีย (ไพโรจน์, 2535) รวมทั้งยังสามารถชดเชยปริมาณน้ำที่ร่างกายสูญเสียไป ตลอดจนมีคุณค่าทางอาหารต่างๆ ที่มีประโยชน์ เช่น น้ำตาลจะให้พลังงานแก่ร่างกาย น้ำผลไม้เป็นแหล่งของวิตามินและเกลือแร่หลายชนิดที่จำเป็น กากจากน้ำผลไม้มีผลช่วยเสริมการทำงานของลำไส้ให้เป็นปกติ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ช่วยป้องกันคอแห้งจากโรคไวรัส(จิตธนา และคณะ, 2539) ทำให้กระเพาะฟื้นตัว ลดความกระหาย ให้ความรู้สึกสดชื่น และผ่อนคลายความเครียดลงได้ นับว่าเครื่องดื่มมีประโยชน์ต่อสุขภาพอย่างมาก เพราะเป็นอาหารที่ย่อยง่ายที่สุด ทำให้ร่างกายสามารถนำสารอาหารไปใช้ได้อย่างรวดเร็ว (ไพโรจน์, 2535; จิตธนา และคณะ, 2539)

2.1.1 ประเภทของเครื่องดื่ม

เครื่องดื่มสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้ (ไพโรจน์, 2535; จิตธนา และคณะ,2539)

2.1.1.1 เครื่องดื่มอัดก๊าซ (carbonated beverages) ซึ่งมีทั้งชนิดไม่มีแอลกอฮอล์ เช่น น้ำอัดลมหรือน้ำผลไม้อัดก๊าซ และชนิดมีแอลกอฮอล์ เช่น เบียร์ แชมเปญ และไวน์อัดก๊าซ

2.1.1.2 เครื่องดื่มไม่อัดก๊าซ (noncarbonated beverages) ซึ่งมีทั้งชนิดไม่มีแอลกอฮอล์ ได้แก่ น้ำผลไม้แท้ น้ำผลไม้ดัดแปลง น้ำหวาน ชา กาแฟ และเครื่องดื่มสมุนไพรต่างๆและชนิดมีแอลกอฮอล์ เช่น ไวน์ บรั่นดี และวิสกี้

2.1.2 ส่วนประกอบของเครื่องดื่ม

เครื่องดื่ม ประกอบด้วยวัตถุดิบหลายชนิดขึ้นอยู่กับประเภทของเครื่องดื่ม โดยทั่วไปส่วนประกอบหลักในการผลิตเครื่องดื่ม มีดังนี้

2.1.2.1 น้ำ เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในเครื่องดื่ม โดยเฉลี่ยแล้วในเครื่องดื่มจะมีน้ำอยู่มากกว่า 85% น้ำจะทำหน้าที่เป็นตัวละลายส่วนประกอบอื่นๆ เช่น น้ำตาล สี และกลิ่น เป็นต้น (จิตธนา และคณะ, 2539) น้ำที่ใช้ในการผลิตเครื่องดื่มจะต้องมีความบริสุทธิ์ เป็นน้ำที่มีคุณภาพดีมีการควบคุมปริมาณ

ของเกลือคาร์บอเนตและแร่ธาตุต่างๆ (สุมาลี, 2539) ที่อาจมีผลต่อคุณภาพกลิ่นรส และความคงตัวของเครื่องดื่ม รวมทั้งต้องไม่มีเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค (จิตธนา และคณะ, 2539)

2.1.2.2 สารให้ความหวาน ในอุตสาหกรรมผลิตเครื่องดื่มนิยมใช้น้ำตาลเป็นสารให้ความหวาน เนื่องจากให้รสชาติและความหนืดกับเครื่องดื่ม ช่วยทำให้รสชาติกลมกล่อมขึ้น ทั้งยังช่วยยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในเครื่องดื่มบางประเภทอีกด้วย (จิตธนา และคณะ, 2539)น้ำตาลในเครื่องดื่มเป็นสารที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย โดยส่วนมากเป็นน้ำตาลซูโครส (sucrose) และในเครื่องดื่มบางชนิดจะมีน้ำตาลกลูโคส (glucose) และน้ำตาลฟรุกโทส (fructose) ซึ่งพบในผลไม้ที่ใช้เป็นวัตถุดิบ และอาจเกิดจากการไฮโดรไลซีส (hydrolysis) น้ำตาลซูโครส โดยมีกรดที่อยู่ในเครื่องดื่ม และความร้อนในการผลิตเป็นตัวเร่ง (ไพโรจน์, 2535) ในเครื่องดื่มบางประเภท เช่นน้ำอัดลม เครื่องดื่มสำหรับผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานหรือผู้ที่ต้องการลดความอ้วน อาจมีการใช้สารให้ความหวานชนิดอื่นๆ เช่น แอสพาร์เทม (aspartame) และแซ็กคาริน (saccharin) ซึ่งเป็นสารให้ความหวานที่ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการ (จิตธนา และคณะ, 2539)

2.1.2.3 สี เป็นสิ่งที่ช่วยดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค สีที่ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มมีทั้งสีธรรมชาติ ส่วนใหญ่จะมีอยู่ในผลไม้ที่ใช้ผลิตเครื่องดื่ม เช่น แคโรทีนอยด์ (carotenoid) ให้สีเหลือง คลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ให้สีเขียว และแอนโธไซยานิน (anthocyanin) ให้สีน้ำเงิน ม่วงและแดง แต่ไม่นิยมมากนัก เพราะมีความคงตัวน้อยและเปลี่ยนแปลงได้ง่าย ส่วนสีจากการแปรรูปสารที่มีอยู่ในธรรมชาติ เช่น สีคาราเมลหรือสีน้ำตาลไหม้ ซึ่งได้จากการให้ความร้อนสูงกับน้ำตาลนิยมใช้กับเครื่องดื่มกลิ่นครีม โซดา โคล่า หรือรูทเบียร์ และสีสังเคราะห์ ซึ่งมีความคงตัวสูง นิยมใช้ในการผลิตเครื่องดื่ม (จิตธนา และคณะ, 2539)

2.1.2.4 กรด เป็นส่วนประกอบที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งให้รสเปรี้ยวในเครื่องดื่ม ช่วยกระตุ้นให้เกิดความพอใจในรส ระงับความกระหาย ทำให้รู้สึกกระชุ่มกระชวย ลดความเบื่อลงได้(ไพโรจน์, 2535) ช่วยเพิ่มความหวานของน้ำตาล และช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของเครื่องดื่ม กรดที่นิยมใช้ในอุสาหกรรมเครื่องดื่ม เช่น กรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) กรดซิตริก (citric acid)กรดฟอสฟอริก (phosphoric acid) และกรดฟูมาริก (fumaric acid) เป็นต้น สำหรับการเลือกใช้กรดในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มต้องพิจารณาถึง ชนิด ปริมาณ และคุณสมบัติของกรดให้เหมาะสมกับลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ โดยส่วนมากนิยมใช้กรดหลายชนิดร่วมกัน (จิตธนา และคณะ,2539)

2.1.2.5 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในเครื่องดื่มบางประเภทมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้จากกระบวนการหมักหรือการเติมก๊าซลงไปโดยตรง ทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสซ่า (จิตธนา และคณะ,2539) การเติมก๊าซจะหยุดชะงักการเจริญหรือทำลายจุลินทรีย์บางชนิดได้ (สุมาลี, 2539) โดยเพิ่มความเป็นกรด ลดปริมาณออกซิเจน และทำให้เกิดความดันในเครื่องดื่ม

2.1.3 เครื่องดื่มน้ำผลไม้

เครื่องดื่มน้ำผลไม้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมอย่างมาก เนื่องจากมีประโยชน์ต่อร่างกายสูง (จิตธนา และคณะ, 2539; นันทกร และลำไพร, 2544) เครื่องดื่มน้ำผลไม้เป็นอาหารที่มีความเป็นกรดสูง โดยทั่วไปมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าหรือเท่ากับ 4.6 (Bockelmann และBockelmann, 1998) แบ่งเป็น 2 ประเภทหลักๆ ดังนี้

2.1.3.1 น้ำผลไม้แท้ อาจมีลักษณะขุ่นหรือใส ขึ้นกับชนิดของผลไม้นั้นๆ และความนิยมของผู้บริโภค เช่น น้ำส้ม น้ำสับปะรด และน้ำมะเขือเทศ เป็นต้น (จิตธนา และคณะ, 2539;นันทกร และลำไพร, 2544)

2.1.3.2 น้ำผลไม้ผสมหรือน้ำผลไม้ดัดแปลง เป็นเครื่องดื่มที่มีผลไม้เป็นองค์ประกอบหลัก มีการแต่งสี กลิ่น และรส ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะแตกต่างกัน เช่น เนกต้าเป็นเครื่องดื่มน้ำผลไม้แบบขุ่น สควอชเป็นเครื่องดื่มที่มีน้ำผลไม้แบบขุ่นแต่น้อยกว่าเนกต้า มีความเป็นกรดอยู่ในช่วง 1.2-1.5% (นันทกร และลำไพร, 2544) คอร์เดียลมีลักษณะคล้ายสควอชแต่ใส มีรสเปรี้ยวมาก โดยมีปริมาณกรด 2.0-2.5% นิยมทำจากผลไม้พวกมะนาว (จิตธนา และคณะ, 2539) และน้ำผลไม้ดัดแปลงเข้มข้น (fruit syrup) มีลักษณะใสหรือขุ่นก็ได้ขึ้นอยู่กับความนิยมของผู้บริโภคก่อนดื่มต้องเจือจางน้ำผลไม้ในอัตราส่วน 1:3 ซึ่งจะมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 13-15% และปริมาณกรด 0.4-0.6% เป็นต้น (จิตธนา และคณะ, 2539; นันทกร และลำไพร, 2544) สำหรับปริมาณของน้ำผลไม้และสารละลายของผลิตภัณฑ์ แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ข้อกำหนดของส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำผลไม้บางชนิด

ผลิตภัณฑ์	เปอร์เซ็นต์ต่ำสุด	
	สารละลายของผลิตภัณฑ์	น้ำผลไม้ในผลิตภัณฑ์
ไซรัปผลไม้	65	25
ครัช	55	25
สควอช	40	25
คอร์เดียล	30	25
น้ำผลไม้ธรรมดา	ตามธรรมชาติ	100
เครื่องดื่มน้ำผลไม้	10	85
เครื่องดื่มน้ำผลไม้อัดก๊าซ	10	5
เนกต้า	15	20
น้ำผลไม้เข้มข้น	32	100

ที่มา: จิตธนา และคณะ (2539)

2.2 ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเยลลี่

ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเยลลี่จัดรวมอยู่ในกลุ่มเครื่องดื่มน้ำผลไม้ รูปแบบที่มีจำหน่ายในปัจจุบัน คือ เครื่องดื่มเยลลี่คาราจีแนนผสมบุกพร้อมดื่มรสผลไม้ ซึ่งลักษณะของผลิตภัณฑ์จะเป็นเจลที่สามารถบริโภคโดยการดูดได้อย่างต่อเนื่อง โดยที่เนื้อสัมผัสยังคงความเป็นเจลที่สามารถรู้สึกได้ภายในปากขณะบริโภค (mouth feel)

ปัจจุบันตลาดน้ำผลไม้ในประเทศไทยโดยรวมมีมูลค่าประมาณห้าพันล้านบาท โดยมีส่วนแบ่งการตลาด ดังนี้ น้ำผลไม้ (100%) 28% น้ำผลไม้ผสม (40-99%) 10% และน้ำผลไม้ผสม(10-30%) 62% สำหรับน้ำผลไม้ผสมเยลลี่พร้อมดื่มจะอยู่ในกลุ่มของน้ำผลไม้ผสม 10-30% ซึ่งมีมูลค่าการตลาดประมาณหนึ่งพันล้านบาท โดยส่วนแบ่งการตลาดของผลิตภัณฑ์ ตราเจเล่ไลท์ (ผลิตโดยบริษัท ศรีนานาพร มาร์เก็ตติ้ง จำกัด) 58% ผลิตภัณฑ์ของบริษัทคู่แข่งประมาณ 37% และอื่นๆ 5% (Anon, 2003)

ผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่มในการศึกษาครั้งนี้ เตรียมจากน้ำสตรอเบอร์รี่ผสมกับหางนมในการผลิตโดยใช้อาการ์ คาราจีแนน และสารผสมระหว่างคาราจีแนนกับกลูโคแมนแนน เป็นสารที่ทำให้เกิดเจลในผลิตภัณฑ์

2.3 คาราจีแนน (carrageenan)

คาราจีแนน เป็นโพลีแซคคาไรด์ซัลเฟตที่สกัดจากสาหร่ายทะเลสีแดง แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ แคปป้า (kappa, κ) ไอโอต้า (iota, ι) และแลมด้า (lambda, λ) คาราจีแนนทั้ง 3 ชนิด มีองค์ประกอบเป็นน้ำตาลกาแลคโตสที่ถูกเอสเตอริไฟด์ด้วยกรดซัลฟูริคที่ตำแหน่งและระดับแตกต่างกัน ดังนี้ (นิธิยา, 2539 และ Piculell, 1995)แคปป้า-คาราจีแนน สกัดจาก Eucheuma cottonii โครงสร้างประกอบไปด้วย 1,3-linked α-D-galactose-4-sulfate และ 1,4-linked 3,6-anhydro-β-D-galactose (ดังภาพที่ 2.3)ซึ่งในโมเลกุลของ 3,6-anhydro-D-galactose คาร์บอนตำแหน่งที่ 2 จะถูกเอสเตอริไฟด์ด้วยหมู่ซัลเฟตประมาณ 20-30% และบางส่วนของ 1,4 linked อาจเป็น galactose-6-sulfate แทน 3,6-anhydro-D-galactose แคปป้า-คาราจีแนนมีความไวต่อโปแตสเซียมและสามารถตกตะกอนแยกออกมาจากคาราจีแนนชนิดอื่นได้โดยใช้โปแตสเซียมคลอไรด์ (นิธิยา, 2539 และ Piculell, 1995)

ไอโอต้า-คาราจีแนน สกัดจาก Eucheuma spinosum โครงสร้างประกอบด้วย 1,3-linked α-D-galactose-4-sulfate และ 1,4-linked 3,6-anhydro-β-D-galactose-2-sulfate(ดังภาพที่ 2.4) ไอโอต้า-คาราจีแนนมีความไวต่อแคลเซียม (นิธิยา, 2539; Piculell, 1995)

แลมด้า-คาราจีแนน ประกอบด้วย 1,3- linked α-D-galactose-2-sulfate และ 1,4-linked β-D-galactose-2,6-disulfate ดังภาพที่ 2.5 (นิธิยา, 2539; Piculell, 1995)

สมบัติของคาราจีแนนจะขึ้นอยู่กับประจุลบของหมู่ซัลเฟตที่อยู่ในโมเลกุลเป็นสำคัญและยังแตกต่างกันในคาราจีแนนแต่ละชนิดอีกด้วย คาราจีแนนละลายได้ดีและมีความคงตัวที่ค่าความเป็นกรด-ด่างสูงกว่า 7

ถ้าค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 7 ความคงตัวจะลดลง คาราจีแนนสามารถทำปฏิกิริยากับโปรตีนได้ สำหรับแคปป้า- และไอโอต้า-คาราจีแนนมีสมบัติในการเกิดเจล(นิธิยา, 2539) เมื่อคาราจีแนนอยู่ในรูปสารละลายในน้ำจะมีโครงสร้างเป็น random coil ขณะเย็นตัวลงจะเกิดโครงสร้าง double helices (ดังภาพที่ 2.6) เมื่อปล่อยให้เย็นลงจะเกิดเป็นโครงสร้าง3 มิติ โดยโพลิเมอร์แต่ละสายจะรวมตัวเข้ามาใกล้กัน และเกิดเป็น junction point ซึ่งเมื่อเกาะรวมกันมากขึ้นจะทำให้เกิดการแข็งตัวเป็นเจล (นิธิยา, 2539; Piculell, 1995) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษากลไกการเกิดเจลของนมกับแคปป้า-คาราจีแนน ของ Xu และคณะ (1992) พบว่าจะเกิดเจลขณะลดอุณหภูมิ ขั้นตอนแรกเป็นระยะก่อนเกิดเจล ขั้นตอนต่อมาจะเกิดปฏิกิริยาระหว่างแคปป้า-คาราจีแนนกับโปรตีน และโปรตีนกับโปรตีน ในขั้นตอนสุดท้ายแคปป้า-คาราจีแนนจะรวมตัวกันทำให้เกิดโครงสร้างและความแน่นเนื้อของเจล (ดังภาพที่ 2.7) และการศึกษาผลของอุณหภูมิในการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง casein micelles และไอโอต้า-คาราจีแนนในนมของ Langendorff และคณะ (1999) พบว่าเมื่ออุณหภูมิขอ

เจลที่เตรียมจากคาราจีแนนมีคุณสมบัติเปลี่ยนกลับไปมาได้ด้วยความร้อน (thermoreversible gel) และสามารถเกิดปฏิกิริยากับโปรตีนได้ โดยแคปป้า-คาราจีแนนให้เจลที่มีลักษณะเปราะ แตกง่าย และเกิดการแยกตัวของน้ำ (syneresis) (นิธิยา, 2539; McWilliams, 1997) การแยกตัวของน้ำจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา เป็นผลมาจากร่างแหโพลิเมอร์ในโครงสร้าง 3 มิติ ของเจลหดตัวเข้าใกล้กันมากขึ้น ทำให้น้ำที่อยู่ในร่างแหถูกบีบออกมาด้านนอกของเจล (Piculell, 1995) พบว่าเมื่อผสมโลคัสต์บีนกัมกับแคปป้า-คาราจีแนนจะช่วยลดการแยกตัวของน้ำของเจลลงได้ และการใช้บุกร่วมกับแคปป้า-คาราจีแนนจะช่วยให้เจลที่เกิดขึ้นมีความแข็งแรงและความยืดหยุ่นมากกว่าการใช้แคปป้า-คาราจีแนนเพียงอย่างเดียว (Charalambous และ Doxastakis, 1989) และไอโอต้า-คาราจีแนนให้เจลที่มีความยืดหยุ่นและไม่เกิดการแยกตัวของน้ำ สำหรับแลมด้า-คาราจีแนนไม่มีสมบัติในการเกิดเจล (นิธิยา, 2539;McWilliams, 1997) การเติมโลหะอิออนจะมีผลต่อการเกิดเจล เช่น แคปป้า-คาราจีแนน เมื่อเติมโปแตส-เซียมอิออนจะเกิดเจลที่มีความยืดหยุ่น แต่ถ้าเติมแคลเซียมอิออนจะเกิดเจลที่มีเนื้อแข็งทำให้เกิดรูปทรงได้ง่าย ซึ่งตรงกันข้ามกับไอโอต้า-คาราจีแนน เมื่อเติมแคลเซียมอิออนจะเกิดเจลที่มีความยืดหยุ่น เป็นต้น คุณสมบัติที่สำคัญของคาราจีแนน แสดงดังตารางที่ 2.2

การผสมคาราจีแนนชนิดแคปป้าและไอโอต้าเข้าด้วยกันทำให้มีสมบัติในการเกิดเจลได้ดีขึ้น เจลที่ได้จะมีความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้น และเกิดการแยกตัวของน้ำน้อยลง ในทางการค้าได้มีการผสมคาราจีแนนทั้งสองชนิดเข้าด้วยกัน ทำให้สมบัติในการทำหน้าที่เป็นสารที่ทำให้เกิดเจลดีขึ้นและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อาหารได้หลายชนิด (นิธิยา, 2539)

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบคุณสมบัติของคาราจีแนนแต่ละชนิด

คุณสมบัติ	แคปป้า	ไอโอต้า	แลมด้า
<u>การละลาย</u>			
น้ำอุณหภูมิ 80^{0}C	ละลาย	ละลาย	ละลาย
น้ำอุณหภูมิ 20^{o}C	ละลายในสารละลาย เกลือโซเดียม	ละลายในสารละลาย เกลือโซเดียม	ละลาย
สารละลายน้ำตาล 50%	ละลายขณะร้อน	ไม่ละลาย	ละลาย
สารละลายเกลือ 10%	ไม่ละลาย	ละลายขณะร้อน	ละลายขณะร้อน
<u>การเกิดเจล</u>			
เกิดเจล	กับโพแทสเซียมอิออน	กับแคลเซียมอิออน	ไม่เกิดเจล
ลักษณะของเจล	เปราะ แตกง่าย	ยืดหยุ่น	ไม่เกิดเจล
การแยกตัวของ	น้ำ เกิดการแยกตัวของ น้ำ	ไม่เกิดการแยกตัว ของน้ำ	ไม่เกิดการแยกตัว ของน้ำ
ความคงทนต่อการแช่แข็งและละลาย	ไม่คงทน	คงทน	คงทน
<u>คงทนต่อกรด*</u>			
ค่า pH ของเจล > 3.5	คงทน	คงทน	คงทน
ความต้านทานเกลือ	ต้านทานได้น้อย	ต้านทานได้ดี	ต้านทานได้ดี

* เกิดการไฮโดรไลส์ในระบบที่มี pH ต่ำและมีการให้ความร้อน

ที่มา: ดัดแปลงจาก Charalambous และ Doxastakis (1989)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

3.1 วัตถุดิบ เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

3.1.1.1 แป้งกล้วยน้ำว้า

3.1.1.2 น้ำส้ม พันธุ์สายน้ำผึ้ง มีค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 13 องศาบริกซ์ (°Brix) (การเตรียมน้ำส้ม โดยนำส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งมาล้างทำความสะอาด คั้นน้ำส้ม กำหนดค่าความหวานเท่ากับ 13 องศาบริกซ์ และกำนดค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 3.5 โดยปรับค่าความเป็นกรดด่างด้วยกรดซิตริก)

3.1.1.3 น้ำตาลทราย ตราวังขนาย ผลิตโดยบริษัท น้ำตาลวังขนาย จำกัด

3.1.1.4 Gelogen BWR 78 (คาราจีแนน ชนิดแคปป้าผสมกับไอโอต้า) จาก Degussa Texturant Systems Baupte, France

3.1.1.5 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ตราเจเล่ไลท์ รสส้ม

3.1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.1.2.1เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม

1. ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
2. เครื่องบด Vitamix M/C 2 STEP TIMER PLUS 10026)
3. เครื่องชั่งดิจิตอล 4 ตำแหน่ง รุ่น Dragon 204
4. เครื่องชั่งดิจิตอล 2 ตำแหน่ง รุ่น HG series
5. ตะแกรงร่อน
6. เครื่องบรรจุสุญญากาศ ULTRA VAC
7. ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์
8. อ่างผสม
9. หม้อ
10. ถาด
11. พายไม้
12. เตาแก๊ส
13. เครื่องซีลฟิล์มใสปิดปากถ้วยแบบม้วน(ผนึกสนิท)
14. ตู้แช่เย็น (refrigerator)
15. Thermometer วัดอุณหภูมิ 0 – 250 องศาเซลเซียส

16. ถ้วยพลาสติกโพลีเอทธีลีน (PE) ขนาดปากถ้วย 7.5 ซม. ความจุ 100 ซีซี สำหรับบรรจุผลิตภัณฑ์ พร้อมฟิล์มใสซีลปิดปากถ้วยแบบม้วน(ผนึกสนิท)

3.1.2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

1. เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลาย (Hand Refractrometer)

2. เครื่องวัดสี Spectrophotometer รุ่น CM-3500d KONICA MINOLTA

3.1.2.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

1. เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)

2. ชุดเครื่องแก้ว

3.1.2.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

1. หม้อฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน (Autoclave) sanyo รุ่น lado Autoclave

2. ตู้อบลมร้อนสำหรับฆ่าเชื้อ (Hot aic Oven) Binder รุ่น FD 115

3. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)

4. ตู้ปลอดเชื้อ Heal Forec รุ่น A2

5. จานอาหารเลี้ยงเชื้อ

6. บีกเกอร์

7. ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร ที่ปลอดเชื้อ

8. แอลกอฮอล์

9. ตะเกียงแอลกอฮอล์

3.1.2.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

1. อุปกรณ์สำหรับทดสอบทางประสาทสัมผัส

2. แบบประเมินผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส กำหนดรายละเอียดในการทดสอบ ดังนี้

- ลักษณะปรากฏ หมายถึง ลักษณะปรากฏโดยรวมของผลิตภัณฑ์ก่อนการทดสอบ
- สี หมายถึง สีของผลิตภัณฑ์
- กลิ่นโดยรวม หมายถึง กลิ่นโดยรวมของผลิตภัณฑ์ขณะทดสอบ
- รสชาติ หมายถึง รสชาติโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์
- ลักษณะเนื้อสัมผัส หมายถึง ลักษณะความเป็นเจลของผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบด้วยการดูดได้อย่างต่อเนื่อง และยังคงความเป็นเจลที่สามารถรู้สึกได้ภายในปากขณะบริโภค
- ความชอบโดยรวม หมายถึง ความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์

3.1.2.6 อุปกรณ์และเครื่องประมวลผลข้อมูล

เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำเร็จทางสถิติ

3.1.3 สารเคมี

1. กรดซิตริก

3.2 วิธีการดำเนินงาน

3.2.1 ศึกษาสูตรพื้นฐานของเครื่องดื่มเยลลี่รสส้ม

ศึกษาสูตรพื้นฐานเครื่องดื่มเยลลี่รสส้มจำนวน 3 สูตร โดยดัดแปลงจากสูตรเครื่องดื่มเยลลี่รสส้มจำนวน 3 สูตร คือ สูตรของ Chefmaster (2009), ผลิตภัณฑ์ ตราเจเล่ไลท์ รสส้ม และนิตยสารชีวจิตฉบับที่ 250(มปป.) ดังแสดงในตารางที่ 3.1 วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) แล้วนำไปทดสอบหาการยอมรับของผู้บริโภค โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อค (Randomized Complete Block Design, RCBD) ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นอาจารย์และนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยนำเครื่องดื่มเยลลี่รสส้ม แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน นำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นโดยรวม รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยมีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic scale) นำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance - ANOVA) และวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multipe's Range test (DMRT) เพื่อนำสูตรที่ดีที่สุดไปพัฒนาเยลลี่แป้งกล้วยรสส้มต่อไป (วิธีทำแสดงดัง ภาคผนวก ก)

ตารางที่ 3.1 แสดงสูตรพื้นฐานที่ใช้ในการผลิตเครื่องดื่มเยลลี่รสส้ม จำนวน 3 สูตร

วัตถุดิบ	สูตรที่ (กรัม)		
	1	**2**	**3**
น้ำส้ม	150	15	150
เจลาตินผง	2	-	-
คาราจีแนน	-	1	0.60
บุกผง	-	2.55	-
น้ำตาลทราย	8	12	8
เกลือ	0.8	-	-
น้ำ	-	69.45	80

หมายเหตุ: สูตร 1 Chefmaster (2009)

สูตร 2 ผลิตภัณฑ์ ตราเจเล่ไลท์ รสส้ม

สูตร 3 นิตยสารชีวจิตฉบับที่ 250(มปป.)

3.2.2 ศึกษาปริมาณแป้งกล้วยน้ำว้าที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มเยลลี่รสส้ม

นำสูตรที่ได้จากการศึกษาสูตรพื้นฐาน มาศึกษาปริมาณของแป้งกล้วยน้ำว้าที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มเยลลี่รสส้ม ซึ่งปริมาณของแป้งกล้วยน้ำว้ามีผลต่อการผลิตในด้านรสชาติ กลิ่น และเนื้อสัมผัส วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD)โดยใช้ปริมาณของแป้งกล้วยน้ำว้า 3 ระดับ คือ 1, 3 และ 5 กรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3.2 แล้วนำไปทดสอบหาการยอมรับของผู้บริโภค โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อค (Randomized Complete Block Design, RCBD) ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นอาจารย์และนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยนำเครื่องดื่มเยลลี่รสส้ม แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน นำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นโดยรวม รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยมีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic scale) นำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance - ANOVA) และวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multipe's Range test (DMRT) เพื่อนำสูตรที่ดีที่สุดไปศึกษาปริมาณคาราจีแนนที่เป็นสารที่ทำให้เกิดเจลในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้มต่อไป

ตารางที่ 3.2 แสดงปริมาณแป้งกล้วยน้ำว้าในการผลิตเครื่องดื่มเยลลี่รสส้ม จำนวน 3 สูตร

วัตถุดิบ	สูตรที่(กรัม)		
	1	2	3
แป้งกล้วยน้ำว้า	1	3	5
น้ำส้ม	150	150	150
น้ำป่าว	80	80	80
คาราจีแนน	0.6	0.6	0.6
น้ำตาลทราย	8	8	8

3.2.3 ศึกษาปริมาณของคาราจีแนนที่เหมาะสมต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม

นำสูตรที่ได้จากการยอมรับมากที่สุดจากการศึกษาปริมาณของแป้งกล้วยน้ำว้า มาศึกษาปริมาณของคาราจีแนนที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม ซึ่งปริมาณของคาราจีแนนมีผลต่อเนื้อสัมผัสของเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) โดยใช้ปริมาณของคาราจีแนน (Gelogen BWR 78) 3 ระดับ คือ 0.6, 0.8 และ1 กรัม ตามลำดับ แล้วนำไปทดสอบหาการยอมรับของผู้บริโภค โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อค (Randomized Complete Block Design, RCBD) ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นอาจารย์และนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยนำเครื่องดื่มเยลลี่รสส้ม แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน นำมาประเมินคุณภาพทาง

ประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นโดยรวม รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยมีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic scale) นำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance - ANOVA) และวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multipe's Range test (DMRT) เพื่อนำสูตรที่ดีที่สุดไปวิเคราะคุณสมบัติ และศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้มระหว่างการเก็บรักษาต่อไป

ตารางที่ 3.2 แสดงปริมาณคาราจีแนนในการผลิตเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม จำนวน 3 สูตร

วัตถุดิบ	**สูตรที่(กรัม)**		
	1	**2**	**3**
แป้งกล้วยน้ำว้า	1	3	5
น้ำส้ม	150	150	150
น้ำป่าว	80	80	80
คาราจีแนน	0.6	0.8	1
น้ำตาลทราย	8	8	8

3.2.4 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้มระหว่างการเก็บรักษา

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้มระหว่างการเก็บรักษา โดยใช้ผลิตภัณฑ์ที่คัดเลือกจากการทดลองที่ผ่านมา บรรจุในถ้วยพลาสติกโพลีเอทธีลีน (PE) ขนาดปากถ้วย 7.5 ซม. ความจุ 100 ซีซี น้ำหนักสุทธิ 90 กรัม พร้อมฟิล์มใสซีลปิดปากถ้วย (ผนึกสนิท) และนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7 วัน และสุ่มตัวอย่างมาทดสอบทุก 2 วัน คือ 1, 3, 5 และ7 ประเมินคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ตามระยะเวลากำหนด โดยทดสอบคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

3.2.4.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม

- วัดปริมาณของแข็งที่ละลาย (องศาบริกซ์)
- ตรวจวัดสี ด้วยเครื่องวัดสี Spectrophotometer

3.2.4.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม

- วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

3.2.4.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวางแผนการทดลองเป็นการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง 2 ตัวอย่าง ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ (Pair Sample T-Test) ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นอาจารย์และนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยนำเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลาที่สุ่มตัวอย่างมาทดสอบทุก 2 วัน คือ 3, 5 และ7 ยกเว้นระหว่างการเก็บรักษาที่ 1 วัน

เนื่องจากเป็นตัวอย่างที่เหมือนกัน โดยทำการทดสอบเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม ซึ่งเป็นตัวอย่างสูตรเดียวกันที่เตรียมใหม่ 1 วัน ก่อนการทดสอบ โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 คืน นำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นโดยรวม รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยมีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic scale) นำผลมาวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการทดสอบ T-test โดยใช้ตัวอย่างที่บรรจุในถ้วยพลาสติกโพลีเอทธีลีน (PE) ชนิดมีฝาปิดสนิท (ดังแสดงในภาคผนวก ค) กำหนดรายละเอียดในการทดสอบ ดังนี้

- สี หมายถึง สีของผลิตภัณฑ์
- กลิ่นโดยรวม หมายถึง กลิ่นโดยรวมของผลิตภัณฑ์ขณะทดสอบ
- รสชาติ หมายถึง รสชาติโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์
- ลักษณะเนื้อสัมผัส หมายถึง ลักษณะความเป็นเจลของผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบด้วยการดูดได้อย่างต่อเนื่อง และยังคงความเป็นเจลที่สามารถรู้สึกได้ภายในปากขณะบริโภค
- ความชอบโดยรวม หมายถึง ความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์

3.2.4.4 การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ โดยตรวจหาปริมาณยีสต์ รา และจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1 x 10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม โดยใช้ตัวอย่างที่บรรจุในถ้วยพลาสติกโพลีเอทธีลีน (PE) ชนิดมีฝาปิดสนิท (ดังแสดงในภาคผนวก ค)

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลจากการศึกษาหาสูตรพื้นฐานของเครื่องดื่มเยลลี่รสส้ม

จากการศึกษาหาสูตรพื้นฐานเยลลี่รสส้มโดยดัดแปลงจากสูตรเครื่องดื่มเยลลี่รสส้ม จำนวน 3 สูตร คือ สูตรของ Chefmaster (2009), ผลิตภัณฑ์ ตราเจเล่ไลท์ รสส้ม และนิตยสารชีวจิตฉบับที่ 250(มปป.) ดังแสดงในตารางที่ 3.1 สูตรเครื่องดื่มเยลลี่รสส้มทั้ง 3 สูตร เมื่อแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน ต้องการเปรียบเทียบความชอบของสูตรพื้นฐานของเครื่องดื่มเยลลี่รสส้ม จากการนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่นโดยรวม รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พบว่า สูตรพื้นฐานของเครื่องดื่มเยลลี่รสส้มมีผลต่อความชอบในด้านต่างๆกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.1 โดยสูตรที่ 3 มีความชอบด้าน กลิ่นโดยรวม รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ผู้บริโภคให้การยอมรับสูงที่สุด ส่วนคะแนนความชอบด้านสี ในสูตรที่ 1 ผู้บริโภคให้ความยอมรับมากที่สุด เนื่องจากในส่วนผสมไม่มีน้ำไปเจือจางน้ำส้ม จึงทำให้ผู้บริโภคให้ความยอมรับสูงที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 4.1 โดยเครื่องดื่มเยลลี่รสส้มสูตรที่ 3 ผู้บริโภคให้การยอมรับเฉลี่ยสูงที่สุดส่วนใหญ่ในทุกด้าน จึงนำสูตรนี้มาศึกษาหาปริมาณของแป้งกล้วยน้ำว้าที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเยลลี่รสส้มต่อไป

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการศึกษาสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร

คุณภาพ	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
สี	7.63±0.93[a]	5.33±0.15[c]	6.47±0.15[b]
กลิ่นโดยรวม	6.47±1.04[b]	5.33±1.94[c]	7.63±0.93[a]
รสชาติ	5.70±1.18[b]	6.20±1.19[b]	7.07±1.04[a]
ลักษณะเนื้อสัมผัส	6.57±1.07[b]	6.23±0.86[b]	7.43±1.41[a]
ความชอบโดยรวม	6.00±1.11[b]	6.03±1.27[b]	6.97±1.19[a]

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแนวนอนหมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

4.2 การศึกษาปริมาณของแป้งกล้วยน้ำว้าที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มเยลลี่รสส้ม

นำสูตรที่ได้จากการศึกษาสูตรพื้นฐานที่เหมาะสม ไปทำการศึกษาปริมาณของแป้งกล้วยน้ำว้าที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มเยลลี่รสส้ม ซึ่งปริมาณของแป้งกล้วยน้ำว้ามีผลต่อการผลิตในด้านรสชาติ กลิ่นโดยรวม และลักษณะเนื้อสัมผัส โดยทำการทดลองปริมาณของแป้งกล้วยน้ำว้า 3 ระดับ คือ 1, 3 และ 5 กรัม ตามลำดับ เพื่อหาปริมาณแป้งกล้วยน้ำว้าที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มเยลลี่รสส้ม

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการศึกษาปริมาณแป้งกล้วยน้ำว้าที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มเยลลี่รสส้ม

คุณภาพ	ปริมาณแป้งกล้วยน้ำว้า (กรัม)		
	1	3	5
สี	7.13±0.78[b]	7.63±0.77[a]	6.83±0.79[b]
กลิ่นโดยรวม	7.60±0.72[a]	7.80±0.66[a]	7.17±1.00[b]
รสชาติ	6.87±0.86[b]	7.47±0.94 [a]	6.37±0.72[c]
ลักษณะเนื้อสัมผัส	7.50±0.73[a]	7.60±1.10[a]	6.43±0.82[b]
ความชอบโดยรวม	7.23±0.77[a]	7.53±0.94 [a]	6.80±0.71 [b]

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแนวนอนหมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปริมาณแป้งกล้วยน้ำว้าทั้ง 3 ระดับ พบว่า ปริมาณแป้งกล้วยน้ำว้าที่แตกต่างกันมีผลต่อความชอบในด้านต่างๆกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่($p \leq 0.05$) ดังตารางที่ 4.2 โดยการใช้ปริมาณแป้งกล้วยน้ำว้า 3 กรัม ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุดในทุกๆด้าน โดยลักษณะเนื้อสัมผัสที่ปริมาณแป้งกล้วยน้ำว้า 3 กรัม ผู้บริโภคให้การยอมรับไม่ต่างจากที่ใช้ปริมาณแป้งกล้วยน้ำว้า 1 กรัม และที่ปริมาณแป้งกล้วยน้ำว้า 1 และ 5 กรัม ผู้บริโภคให้การยอมรับในด้านรสชาติน้อยกว่าที่ปริมาณแป้งกล้วยน้ำว้า 3 กรัม แสดงว่าปริมาณแป้งกล้วยน้ำว้ามีผลต่อรสชาติ และกลิ่นโดยรวมของเครื่องดื่มเยลลี่รสส้ม ปริมาณเพิ่มมากขึ้น ซึ่งทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสชาติฝาด และกลิ่นโดยรวมมีกลิ่นของแป้งกล้วยน้ำว้ามากขึ้น จึงเลือกสูตรที่ 2 โดยเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้มที่ได้ยังมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่เหลวเกินไป จึงนำไปทำการศึกษาปริมาณคาราจีแนนต่อไป

4.3 การศึกษาหาปริมาณคาราจีแนนที่เหมาะสมต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์

นำสูตรที่ได้จากการศึกษาปริมาณคาราจีแนนที่เหมาะสม ไปทำการศึกษาปริมาณคาราจีแนนที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม ซึ่งปริมาณของคาราจีแนนเป็นสารที่ทำให้เกิดเจลในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเยลลี่ และมีผลต่อการผลิตในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม โดยทำการทดลองปริมาณของคาราจีแนน 3 ระดับ คือ 0.6, 0.8 และ 1 กรัม ตามลำดับ เพื่อหาปริมาณคาราจีแนนที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการศึกษาปริมาณคาราจีแนนที่เหมาะสมในเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม

คุณภาพ	ปริมาณคาราจีแนน (กรัม)		
	0.6	0.8	1
สี	7.10±1.00[a]	7.20±0.80[a]	7.00±0.09[b]
กลิ่นโดยรวม	6.70±1.03[a]	6.37±1.23[a]	5.97±1.30[b]
รสชาติ	6.70±1.31[ab]	7.23±0.81[a]	6.30±1.31[b]
ลักษณะเนื้อสัมผัส	7.48±0.16[b]	8.17±0.15[a]	7.20±0.17[a]
ความชอบโดยรวม	6.09±1.00[b]	7.10±0.85[a]	6.80±1.17[a]

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแนวนอนหมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปริมาณคาราจีแนนทั้ง 3 ระดับ พบว่า ปริมาณคาราจีแนนที่แตกต่างกันมีผลต่อความชอบในด้านต่างๆกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่($p \leq 0.05$) ดังตารางที่ 4.3 โดยการใช้ปริมาณคาราจีแนน 0.8 กรัม ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุดในทุกๆด้าน โดยเฉพาะลักษณะเนื้อสัมผัสเมื่อเวลาที่ใช้หลอดดูด ส่วนปริมาณคาราจีแนน 1 กรัม ผู้บริโภคให้การยอมรับในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมไม่ต่างจากที่ใช้ปริมาณคาราจีแนน 0.8 กรัม และที่ปริมาณคาราจีแนน 0.6 กรัม ผู้บริโภคให้การยอมรับในด้าน สี และกลิ่นโดยรวมไม่ต่างจากที่ใช้ปริมาณคาราจีแนน 0.8 กรัม แสดงว่าปริมาณคาราจีแนนมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม ปริมาณเพิ่มมากขึ้นซึ่งทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเนื้อสัมผัสแข็งขึ้น มีผลทำให้เวลาในหลอดดูดยากขึ้น จึงเลือกสูตรที่ 2 ไปศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเยลลี่แป้งกล้วยรสส้มระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสต่อไป

4.4 การศึกษาหาการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์

นำสูตรที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับมากที่สุดมาศึกษาอายุการเก็บรักษาของเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม โดยใช้ผลิตภัณฑ์ที่คัดเลือกจากการทดลองที่ผ่านมา บรรจุในถ้วยพลาสติกโพลีเอทธีลีน (PE) ขนาดปากถ้วย 7.5 ซม. ความจุ 100 ซีซี น้ำหนักสุทธิ 90 กรัม พร้อมฟิล์มใสซีลปิดปากถ้วย (ผนึกสนิท) และนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7 วัน และสุ่มตัวอย่างมาทดสอบทุก 2 วัน โดยทดสอบคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

4.4.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม

คุณภาพ	ผลการวิเคราะห์เครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม			
	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)			
	1	3	5	7
ค่าสี				
L*(ความสว่าง)	13.22	13.19	13.16	13.14
a*(สีแดง)	20.04	20.09	20.11	20.12
b*(สีเหลือง)	22.33	22.37	22.41	22.47
ปริมาณของแข็งที่ละลาย (องศาบริกซ์)	15	15	14.8	14.6

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ ค่าสี L* (ความสว่าง) มีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ค่าสี a*(สีแดง) และ b*(สีเหลือง) มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น แสดงว่าเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้มมีสีส้มเข้มคล้ำและค่อนข้างทึบแสงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เพราะอาจเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลในระหว่างการเก็บรักษา เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้มเพิ่มขึ้นทำให้มีลักษณะปรากฏ คือ เครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้มมีเจลที่มีความอ่อนตัวลง และเกิดการแยกตัวของน้ำเพิ่มขึ้นเนื่องจากร่างแหโพลิเมอร์ในโครงสร้าง 3 มิติของเจลหดตัวเข้าใกล้กันมากขึ้นทำให้น้ำที่กักเก็บอยู่ภายในถูกบีบออกมาด้านนอกของเจล โดยการแยกตัวของน้ำจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา (Piculell, 1995) มีผลทำให้สีของเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้มมีสีส้มใสขึ้น และค่าปริมาณของแข็งที่ละลาย (องศาบริกซ์) ของเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม มีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น แต่ค่าที่ได้ยังมีความใกล้เคียงกัน ซึ่งอาจเกิดจากการอ่อนตัวลงของเจล และการแยกตัวของน้ำเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ค่าปริมาณของแข็งที่ละลาย (องศาบริกซ์) ลดลงเล็กน้อย

4.4.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม

คุณภาพ	ผลการวิเคราะห์เครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม			
	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)			
	1	3	5	7
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	2.76	2.75	2.71	2.72

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง ไม่แตกต่างกันมาก คือ 2.76, 2.75, 2.71 และ2.72 ตามลำดับระยะเวลาการเก็บรักษา แต่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น จากค่าที่ได้เครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้มมีค่าความเป็นกรด

4.4.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้มที่เหมาะสม ที่ทำการเก็บรักษาด้วยการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน และสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสทุก 2 วัน คือ 3, 5 และ 7 ยกเว้นระหว่างการเก็บรักษาที่ 1 วัน เนื่องจากเป็นตัวอย่างที่เหมือนกัน โดยทำการทดสอบเปรียบเทียบกับเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้มตัวอย่างควบคุม ซึ่งเป็นสูตรเดียวกันที่เตรียมใหม่ 1 วัน ก่อนการทดสอบ โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 คืน เพื่อทำการเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ผ่านการเก็บรักษา โดยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นโดยรวม รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 วัน

คุณภาพ	ผลการวิเคราะห์เครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม	
	ตัวอย่างที่ผ่านการเก็บรักษา 3 วัน	ตัวอย่างควบคุม
สี	7.20±0.97[a]	7.30±0.85[a]
กลิ่นโดยรวม	7.20±0.86[a]	7.30±0.66[a]
รสชาติ	7.00±0.87[a]	7.10±0.79[a]
ลักษณะเนื้อสัมผัส	6.50±0.53[a]	7.10±0.88[a]
ความชอบโดยรวม	7.10±0.74[a]	7.30±0.80[a]

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแนวนอนหมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

* ตัวอย่างสูตรเดียวกันที่เตรียมใหม่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส 1 วัน ก่อนการทดสอบ

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม เมื่อทำการเปรียบเทียบเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้มที่ผ่านการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 วัน กับตัวอย่างควบคุม พบว่าคุณภาพในด้านต่างๆ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่($p<0.05$) ในด้าน ลักษณะเนื้อสัมผัส ตัวอย่างที่ผ่านการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 วัน มีคะแนนน้อยกว่า เพราะเจลเริ่มมีความอ่อนตัวลง และเกิดการแยกตัวของน้ำเพิ่มขึ้นเนื่องจากร่างแหโพลิเมอร์ในโครงสร้าง 3 มิติของเจลหดตัวเข้าใกล้กันมากขึ้นทำให้น้ำที่กักเก็บอยู่ภายในถูกบีบออกมาด้านนอกของเจล โดยการแยกตัวของน้ำจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา (Piculell, 1995) จึงทำให้มีลักษณะเนื้อสัมผัสในการใช้หลอดดูดเหลวขึ้นเล็กน้อย

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม ระหว่างการ เก็บรักษาเป็นเวลา 5 วัน

คุณภาพ	ผลการวิเคราะห์เครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม	
	ตัวอย่างที่ผ่านการเก็บรักษา 5 วัน	ตัวอย่างควบคุม
สี	7.30±0.25[b]	7.80±0.16[a]
กลิ่นโดยรวม	6.93±0.06[a]	7.33±0.17[a]

รสชาติ	6.87±0.28[a]	7.20±0.18[a]
ลักษณะเนื้อสัมผัส	6.43±0.26[b]	7.90±0.16[a]
ความชอบโดยรวม	6.83±0.18[a]	7.40±0.08[a]

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแนวนอนหมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

* ตัวอย่างสูตรเดียวกันที่เตรียมใหม่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส 1 วัน ก่อนการทดสอบ

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม เมื่อทำการเปรียบเทียบเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้มที่ผ่านการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 5 วัน กับตัวอย่างควบคุม พบว่าคุณภาพในด้าน กลิ่นโดยรวม รสชาติ และความชอบโดยรวม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่($p<0.05$) ส่วนด้าน สี และลักษณะเนื้อสัมผัส ตัวอย่างที่ผ่านการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 5 วัน มีคะแนนน้อยกว่า เพราะเจลเริ่มมีความอ่อนตัวลง และเกิดการแยกตัวของน้ำเพิ่มขึ้นเนื่องจากร่างแหโพลิเมอร์ในโครงสร้าง 3 มิติของเจลหดตัวเข้าใกล้กันมากขึ้นทำให้น้ำที่กักเก็บอยู่ภายในถูกบีบออกมาด้านนอกของเจล โดยการแยกตัวของน้ำจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา (Piculell, 1995) จึงทำให้มีลักษณะเนื้อสัมผัสในการใช้หลอดดูดเหลวเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม ระหว่างการ เก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน

คุณภาพ	**ผลการวิเคราะห์เครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม**	
	ตัวอย่างที่ผ่านการเก็บรักษา 7 วัน	**ตัวอย่างควบคุม**
สี	7.10±0.11[b]	7.78±0.26[a]
กลิ่นโดยรวม	6.95±0.18[a]	7.40±0.08[a]
รสชาติ	5.47±0.38[b]	7.20±0.18[a]
ลักษณะเนื้อสัมผัส	5.43±0.24[b]	7.89±0.17[a]
ความชอบโดยรวม	6.73±0.06[a]	7.33±0.08[a]

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันในแนวนอนหมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

* ตัวอย่างสูตรเดียวกันที่เตรียมใหม่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส 1 วัน ก่อนการทดสอบ

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม เมื่อทำการเปรียบเทียบเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้มที่ผ่านการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 7 วัน กับตัวอย่างควบคุม พบว่าคุณภาพในด้าน กลิ่นโดยรวม และความชอบโดยรวม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p<0.05$) ส่วนด้าน สี รสชาติ และลักษณะเนื้อสัมผัส ตัวอย่างที่ผ่านการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 7 วัน มีคะแนนน้อยกว่า เพราะเจลเริ่มมีความอ่อนตัวลง และพบว่ามีการแยกตัวของน้ำที่ผิวหน้าผลิตภัณฑ์อย่างชัดเจนเพิ่มขึ้นมาก เนื่องจากร่างแหโพลิเมอร์ในโครงสร้าง 3 มิติของเจลหดตัวเข้าใกล้กันมากขึ้นทำให้น้ำที่กักเก็บอยู่ภายในถูกบีบออกมาด้านนอกของเจล โดยการแยกตัวของน้ำจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา (Piculell, 1995) จึงทำให้มีลักษณะเนื้อสัมผัสในการใช้หลอดดูดเหลวขึ้นเล็กน้อย

4.4.4 การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

นำเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้มมาตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1 x 10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และปริมาณยีสต์ รา ไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม โดยใช้ตัวอย่างที่บรรจุในถ้วยพลาสติกโพลีเอทธีลีน (PE) ชนิดมีฝาปิดสนิท (ดังแสดงในภาคผนวก ค) ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7 วัน และสุ่มตัวอย่างมาตรวจทุก 2 วัน ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ทั้งหมด(TPC) ปริมาณยีสต์ และราของเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม

ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)	ปริมาณจุลินทรีย์(CFU/g)	
	จุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC)	ยีสต์และรา
1	<10	<10
3	<10	<10
5	<10	<10
7	1.93x10	1 x10

หมายเหตุ: ลักษณะเนื้อสัมผัสของเจลอ่อนตัวลง และมีการแยกตัวของน้ำเพิ่มมากขึ้นระหว่างการเก็บรักษา

จากการศึกษาอายุการเก็บของเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม พบว่า เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน ได้ทำการตรวจนับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์ รา โดยจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1x10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และปริมาณยีสต์ รา ไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ซึ่งจำนวนน้อยกว่าที่มาตรฐานกำหนด (มผช.518/2547 เยลลี่เหลว จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1x10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และปริมาณยีสต์ รา ไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม) พบว่าเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้มสามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลา 7 วัน โดยเมื่อเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นมีผลทำให้เจลมีความอ่อนตัวลง และเกิดการแยกตัวของน้ำเพิ่มขึ้น ทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสเวลาใช้หลอดดูดเหลวและง่ายขึ้น เนื่องจากร่างแหโพลิเมอร์ในโครงสร้าง 3 มิติของเจลหดตัวเข้าใกล้กันมากขึ้นทำให้น้ำที่กักเก็บอยู่ภายในถูกบีบออกมาด้านนอกของเจล โดยการแยกตัวของน้ำจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา (Piculell, 1995)

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 จากการศึกษาหาสูตรพื้นฐานของเครื่องดื่มเยลลี่รสส้ม ทั้ง 3 สูตร พบว่า เครื่องดื่มเยลลี่รสส้มสูตรพื้นฐานที่ 3 ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด เมื่อนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีกลิ่นโดยรวม รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

5.1.2 จากการศึกษาปริมาณแป้งกล้วยน้ำว้าที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มเยลลี่รสส้ม พบว่า เครื่องดื่มเยลลี่รสส้มที่ทำการศึกษาปริมาณแป้งกล้วยน้ำว้า 3 ระดับ คือ 1, 3 และ 5 กรัม นำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นโดยรวม รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ผู้บริโภคให้การยอมรับสูตรที่เพิ่มปริมาณแป้งกล้วยน้ำว้า 3 กรัม มากที่สุด เนื่องจากปริมาณแป้งกล้วยน้ำว้าที่เพิ่มในเครื่องดื่มเยลลี่รสส้มมีปริมาณที่เหมาะสม ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่มีรสชาติฝาด และกลิ่นของแป้งกล้วยน้ำว้าดิบมากเกินไป

5.1.3 จากการศึกษาปริมาณคาราจีแนนที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม พบว่า เครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้มที่ทำการศึกษาปริมาณคาราจีแนน 3 ระดับ คือ 0.6, 0.8 และ 1 กรัม นำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นโดยรวม รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ผู้บริโภคให้การยอมรับสูตรที่เพิ่มปริมาณคาราจีแนน 0.8 กรัม มากที่สุด เนื่องจากสารคาราจีแนนเป็นสารที่ทำให้เกิดเจลของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม จึงควรใช้ปริมาณคาราจีแนนที่เหมาะสม ซึ่งมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสทำให้สามารถใช้หลอดดูดผลิตภัณฑ์ได้ เพราะเป็นลักษณะที่ดีของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มประเภทนี้

5.1.4 จากการศึกษาหาการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้มระหว่างการเก็บรักษา พบว่า เครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้มที่ทำการเก็บรักษาในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน มีสีของผลิตภัณฑ์ใสขึ้น ลักษณะของเจลอ่อนตัวลง ยังพบว่ามีการเกิดการแยกตัวของน้ำเพิ่มขึ้น ด้านค่าสี เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น มีผลให้เครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้มมีสีส้มเข้มคล้ำและค่อนข้างทึบแสงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เพราะอาจเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลในระหว่างการเก็บรักษา ด้านปริมาณของแข็งที่ละลาย(องศาบริกซ์)ลดลงเล็กน้อย เนื่องจากเกิดการแยกตัวของน้ำของเจลระหว่างการเก็บรักษา ด้านค่าความเป็นกรด-ด่าง ส่วนคุณภาพทางประสาทสัมผัสเมื่อทำการเปรียบเทียบกับเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้มสูตรควบคุม ในระหว่างการเก็บรักษา 3 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส คุณภาพในด้านต่างๆ ไม่แตกต่างกัน พอระหว่างการเก็บรักษา 5 วัน ที่

อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส คุณภาพในด้าน กลิ่นโดยรวม รสชาติ และความชอบโดยรวม ไม่แตกต่างกัน ส่วนด้าน สี และลักษณะเนื้อสัมผัส มีความแตกต่างกัน และระหว่างการเก็บรักษา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส คุณภาพในด้าน กลิ่นโดยรวม และความชอบโดยรวม ไม่แตกต่างกัน ส่วนด้าน สี รสชาติ และลักษณะเนื้อสัมผัส มีความแตกต่างกัน จากปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์ รา มีเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บรักษาที่ 7วัน โดยมีปริมาณน้อยกว่าที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกำหนด (มผช. 518/2547 เยลลี่เหลว จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน $1x10^4$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และปริมาณยีสต์ รา ไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม) แสดงว่ามีอายุการเก็บรักษามากกว่า 7 วัน โดยเก็บในตู้แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แต่จากการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้มสามารถเก็บรักษาคุณภาพการบริโภคที่ยอมรับได้เพียง 5 วัน โดยที่ลักษณะของผลิตภัณฑ์ยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เพราะเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้มเป็นเครื่องดื่มแบบพาสเจอร์ไรส์และไม่มีการใส่วัตถุกันเสีย หรือสารเคมีทางด้าน ลักษณะเนื้อสัมผัสอื่นใด

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรมีการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปเพิ่มเติม เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้ดียิ่งขึ้น

5.2.2 ควรมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสผลไม้ชนิดอื่นๆ เช่น น้ำสับปะรดหรือน้ำผลไม้รวม เป็นต้น และอาจมีการเติมเนื้อของผลไม้นั้นๆ ลงไปในผลิตภัณฑ์ด้วย เพื่อเพิ่มความน่ารับประทาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

สูตรเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม

สูตรพื้นฐานที่ 1

ส่วนผสม	กรัม	ร้อยละ
น้ำส้มคั้น	150	93.28
เจลาติน	2	1.24
น้ำตาลทราย	8	4.98
เกลือป่น	0.8	0.50

<u>การเตรียมน้ำส้ม</u>

นำส้มสายน้ำผึ้งมาล้างทำความสะอาด ผึ่งให้แห้ง

ใช้มีดหั่นส้มสายน้ำผึ้ง แล้วนำเมล็ดส้มออก

นำส้มสายน้ำผึ้งมาคั่นด้วยเครื่องคั้นน้ำผลไม้ กรองเอากากออก

น้ำส้มสายน้ำผึ้งคั้น

<u>กรรมวิธีการผลิต</u>

นำน้ำส้มสายน้ำผึ้งแบ่งเป็น 2 ส่วน นำส่วนแรกมาเคี่ยวกับเจลาตินจนเดือด

ใส่น้ำตาลทราย และเกลือ คนให้ละลาย จึงดับไฟ

เติมน้ำส้มสายน้ำผึ้งที่เหลือจนหมด คนให้เข้ากัน ทิ้งไว้ให้อุ่น

เทใส่พิมพ์ นำเข้าตู้เย็น แช่ทิ้งไว้ 1 คืน

ที่มา: Chefmaster (2009)

สูตรพื้นฐานที่ 2

ส่วนผสม	กรัม	ร้อยละ
น้ำส้มคั้น	15	15
คาราจีแนน	1	1
ผงบุก	2.55	2.55
น้ำตาลทราย	12	12
น้ำเปล่า	69.45	69.45

<u>การเตรียมน้ำส้ม</u>

นำส้มสายน้ำผึ้งมาล้างทำความสะอาด ผึ่งให้แห้ง

↓

ใช้มีดหั่นส้มสายน้ำผึ้ง แล้วนำเมล็ดส้มออก

↓

นำส้มสายน้ำผึ้งมาคั่นด้วยเครื่องคั้นน้ำผลไม้ กรองเอากากออก

↓

น้ำส้มสายน้ำผึ้งคั้น

<u>กรรมวิธีการผลิต</u>

นำน้ำเปล่ามาเคี่ยวกับคาราจีแนน และผงบุกจนเดือด

↓

ใส่น้ำตาลทราย ตั้งไฟอ่อน และคนให้ละลาย

↓

เติมน้ำส้มสายน้ำผึ้ง คนให้เข้ากัน ตั้งไฟจนได้อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 15 วินาที ทิ้งไว้ให้อุ่น

↓

เทใส่พิมพ์ นำเข้าตู้เย็น แช่ทิ้งไว้ 1 คืน

ที่มา: ผลิตภัณฑ์ ตราเจเล่ไลท์ รสส้ม

สูตรพื้นฐานที่ 3

ส่วนผสม	กรัม	ร้อยละ
น้ำส้มคั้น	150	62.87
คาราจีแนน	0.6	0.25
น้ำตาลทราย	8	3.35
น้ำเปล่า	80	33.53

<u>การเตรียมน้ำส้ม</u>

นำส้มสายน้ำผึ้งมาล้างทำความสะอาด ผึ่งให้แห้ง

ใช้มีดหั่นส้มสายน้ำผึ้ง แล้วนำเมล็ดส้มออก

นำส้มสายน้ำผึ้งมาคั่นด้วยเครื่องคั้นน้ำผลไม้ กรองเอากากออก

น้ำส้มสายน้ำผึ้งคั้น

<u>กรรมวิธีการผลิต</u>

นำน้ำเปล่ามาผสมกับคาราจีแนนพักไว้ 5 นาที

นำน้ำผสมคาราจีแนนตั้งไฟปานกลางจนได้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส คนจนละลายเข้ากัน

เติมน้ำส้มสายน้ำผึ้ง คนให้เข้ากัน ใส่น้ำตาลทราย

ตั้งไฟจนได้อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 15 วินาที ทิ้งไว้ให้อุ่น

เทใส่พิมพ์ นำเข้าตู้เย็น แช่ทิ้งไว้ 1 คืน

ที่มา: นิตยสารชีวจิตฉบับที่ 250(มปป.)

สูตรเครื่องดื่มเยลลี่เสริมแป้งกล้วยรสส้ม

ส่วนผสม	กรัม	ร้อยละ
น้ำส้มคั้นพันธุ์สายน้ำผึ้ง	150	60.90
แป้งกล้วยน้ำว้าดิบ	7.5	3.05
คาราจีแนน	0.8	0.32
น้ำตาลทรายขาว	8	3.25
น้ำเปล่า	80	32.48

หมายเหตุ: ได้เครื่องดื่มเสริมแป้งกล้วยรสส้ม มีของแข็งที่ละลายในน้ำ 15^0B

<u>การเตรียมน้ำส้ม</u>

นำส้มสายน้ำผึ้งมา กรองเอากากออก

↓

น้ำส้มสายน้ำผึ้งกั้น

<u>กรรมวิธีการผลิต</u>

นำน้ำเปล่ามาโรยคาราจีแนนที่ผิวน้ำ พักไว้

↓

นำน้ำส้มสายน้ำผึ้ง แบ่งเป็น 2 ส่วน นำส่วนที่ 1 โรยแป้งกล้วยน้ำว้า คนผสมให้เข้ากัน ตั้งไฟอ่อนๆ นำมากรองด้วยที่กรองละเอียด พักไว้

นำน้ำผสมคาราจีแนนตั้งไฟจนได้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส คนจนละลายเข้ากัน
ค่อยเติมน้ำส้มที่เหลือลงไป ต้มจนได้อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 15 วินาที
จากนั้นเทใส่ลงในแป้งคล้วยที่เตรียมไว้ คนให้เข้ากัน
นำตั้งไฟ ใส่น้ำตาลทราย ต้มจนได้ได้อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 15 วินาที
พักไว้ให้อุ่นๆ

ภัทรานี เลิศพัฒนคม 2544 : การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากปลายข้าวหอมมะลิ ถั่วลิสง และปลากะตัก ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร) สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์เพ็ญขวัญ ชมปรีดา, Ph.D. 113 หน้า
ISBN 974-461-521-4

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากปลายข้าวหอมมะลิ ถั่วลิสง และปลากะตัก มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มมูลค่าให้ปลายข้าวหอมมะลิและถั่วลิสง และพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่ให้คุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะโปรตีนและแคลเซียมซึ่งมีมากในปลากะตักและถั่วลิสง ผลการสำรวจพฤติกรรมทัศนคติ และความต้องการของบริโภคกลุ่มเป้าหมาย พบว่า ผู้บริโภคต้องการให้ขนมขบเคี้ยวจากปลายข้าวหอมมะลิ ถั่วลิสงและปลากะตักมีสีใกล้เคียงกันคือ โทนสีน้ำตาล ปลายข้าวหอมมะลิแต่ละชิ้นยาว 1.5 เซนติเมตร โดยใช้ถั่วลิสงพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 เกรดบี และปลากะตักขนาดความยาว 3-4 เซนติเมตร มีรสชาติเค็มและหวานแต่รสเค็มนำและมีรสเผ็ดบ้างเล็กน้อย ต้องการให้ปรุงแต่งกลิ่นรสกุ้ง และบรรจุในซองอลูมิเนียมฟอยด์ ขนาด 50 กรัม ในการผลิตเริ่มจากการเตรียมวัตถุดิบทั้งสามชนิดดังนี้ ปลายข้าวหอมมะลิทอดกรอบใช้อัตราส่วนของปลายข้าวหอมมะลิและเนื้อฟักทอง 9:1 และศึกษาเวลาในการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 0-6 ชั่วโมง ได้เวลาที่เหมาะสมคืออบนาน 5 ชั่วโมง และทอดที่อุณหภูมิ 220°C ใช้เวลา 20 นาที ส่วนถั่วลิสงทอดกรอบนำถั่วลิสงไปคั่วที่อุณหภูมิ 170 °C ใช้เวลา 6 นาทีและทอดที่ 160 °C 8 นาที ปลากะตักทอดกรอบเตรียมโดยนำปลากะตักแช่น้ำเพื่อลดความเค็มให้มีปริมาณเกลือเหลือ 1.9-2.2% นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 60 นาที และทอดที่อุณหภูมิ 190°C นาน 30 วินาที แล้วจึงนำวัตถุดิบทั้งสามผสมรวมกันตามสูตรที่ได้จากโปรแกรมเชิงเส้นโดยมีปลายข้าวหอมมะลิทอดกรอบ 40 % ถั่วลิสงทอดกรอบ 34% ปลากะตักทอดกรอบ 20% ใช้กลิ่นรสกุ้ง 6% ได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่มีค่า a_w 0.26 ค่าสี L^* = 54.86 a^* = 10.17 b^* = 36.71 มีโปรตีน 26.4 % และแคลเซียม 160 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม ผลการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย 150 คน พบว่าผู้บริโภคชอบผลิตภัณฑ์ปานกลาง และมีแนวโน้มที่จะซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 58 โดยมีความเห็นว่าราคาที่เหมาะสมควรจะเป็น 15 บาท ต่อ 1 ซอง (50 กรัม) จากการศึกษาอายุการเก็บโดยวิธีเร่งสภาวะ สามารถทำนายอายุการเบรักษาของผลิตภัรฑ์ที่อุณหภูมิ 25 °C ได้นาน 68 วัน

ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวสุขภาพสำหรับเด็ก (Healthy Snacks for Child)

จากการที่ **สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์** ได้เข้าร่วมภาคีเครือข่าย "รวมพลังขับเคลื่อนโภชนาการเชิงรุก" ด้านการควบคุมและป้องกันภาวะโภชนาการเกินในเด็ก และได้รับผิดชอบโครงการภายใต้ชื่อ "เครือข่ายความร่วมมือการพัฒนาและผลิตผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเพื่อการควบคุมและป้องกันโภชนาการเกินในเด็ก" ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.)ในปีพ.ศ.2549 นั้น โครงการมีวัตถุประสงค์หลักเรื่องหนึ่ง คือ การพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวสุขภาพสำหรับเด็ก 3 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ขนมพองอบกรอบ (extruded snack) บิสกิต และปลาแผ่นกรอบ โดยการพัฒนาให้ได้สูตรที่มีองค์ประกอบ ไขมัน น้ำตาล และเกลือโซเดียมในปริมาณตามเกณฑ์สำหรับการผลิตขนมขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพ ซึ่งเป็นข้อเสนอที่จัดทำโดยราชวิทยาลัยกุมารแพทย์แห่งประเทศไทยร่วมกับสถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล

เกณฑ์สำหรับการผลิตขนมขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพ กำหนดให้ควรมีพลังงาน 150 กิโลแคลอรี่ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค หรือ ต่อหนึ่งมื้อ มีส่วนผสมไขมัน/น้ำมันไม่เกิน 2.5 กรัม น้ำตาลไม่เกิน 12 กรัม และเกลือโซเดียมไม่เกิน100 มิลลิกรัม รวมทั้งควรมีสารอาหารสำคัญไม่น้อยกว่า 2 ชนิด เช่น โปรตีน วิตามิน เกลือแร่และใยอาหาร โดยแต่ละชนิดควรไม่ต่ำกว่าร้อยละ 10 ของปริมาณที่ควรได้รับต่อวัน

ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว (snack products) จัดเป็นอาหารว่างหรืออาหารที่บริโภคระหว่างมื้อหลัก บริโภคเพื่อความเพลิดเพลิน บริโภคได้ง่ายและสะดวก ส่วนใหญ่เป็นอาหารที่ให้พลังงานสูง เนื่องจากมีส่วนผสมของคาร์โบไฮเดรทและไขมันปริมาณมาก **ลู่ทางผลิตภัณฑ์ใหม่ในอนาคต**จึงเน้นคุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้านคุณค่าทางโภชนาการ และสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพเป็นจุดขายที่ชัดเจนและเป็นภาพลักษณ์ของสินค้าที่ดี ดังนั้น การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวสุขภาพต้นแบบ 3 ผลิตภัณฑ์ จึงใช้วัตถุดิบที่มีคุณประโยชน์ทางโภชนาการได้แก่ ข้าว ถั่ว และปลา ที่เป็นผลิตผลทางการเกษตรของประเทศ หาได้ง่ายและราคาไม่แพง นำมาใช้เป็นส่วนผสมเพื่อเพิ่มคุณค่าสารอาหารให้กับผลิตภัณฑ์ในรูปแบบที่ดึงดูดผู้บริโภคกลุ่มเด็กและวัยรุ่น ได้แก่ สแน็คเบญจรงค์ หรือข้าว 5 สี บิสกิตแป้งถั่วเพื่อสุขภาพ และปลาเส้นอบกรอบ โดยมีรายละเอียดผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด ดังนี้

ผลงานโดย เนตรนภิส วัฒนสุชาติ[1] เพลินใจ ดังคณะกุล[1] จุฬาลักษณ์ จารุนุช[1] พยอม อัตถวิบูลย์กุล[1] นิพัฒน์ ลิ้มสงวน[1] วันชัย วรวัฒนเมธีกุล[2] และ ณัฐธร อินทวิวัฒน์[2]

[1]สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร และ [2]คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปี 2008

บทคัดย่อ

ขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วยที่ดีที่สุดใช้อัตราส่วนจากแป้งกล้วยต่อแป้งสาลี 50 : 30 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ขนมขบเคี้ยวที่เพิ่มอัตราส่วนปริมาณแป้งกล้วยเพิ่มขึ้นจะมีสีออกเหลือง มีกลิ่นของกล้วย รสออกหวาน และมีความแข็งเพิ่มขึ้นทำให้ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบลดลง จึงเลือกขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วยที่อัตราส่วนจากแป้งกล้วยต่อแป้งสาลี 50 : 30 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก เนื่องจากมีคะแนนความชอบเฉลี่ยทุกด้านสูงสุดอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.20) จากนั่นปรุงรสด้วยรสงาดำโดยใช้อัตราส่วนของงาดำ ต่อนมผง ในผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วย 6 : 10 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วยมี มีสีออกเหลืองเทามากขึ้น มีกลิ่นของกล้วยผสมงาดำ มีคะแนนความชอบเฉลี่ยทุกด้านสูงสุดอยู่ในระดับชอบมาก (8.47)

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วยงาดำ พบว่าผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่เป็นนักเรียนนักศึกษา มีความถี่ในการรับประทานขนมขบเคี้ยวบ่อยมาก 62 เปอร์เซ็นต์ ผู้บริโภคคิดว่าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวควรมีรสชาติเค็ม 24 เปอร์เซ็นต์ โดยผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่รู้ว่าขนมขบเคี้ยวที่ผ่านการทอดนั่นจะมีไขมันที่ไม่ดีที่เรียกว่าไขมันทรานส์(Trans Fat) 75 เปอร์เซ็นต์ หากมีขนมขบเคี้ยวไม่ผ่านการทอดจำหน่ายโดยบรรจุถุงฟลอยด์ บรรจุ 40กรัม ราคา 20 บาท ผู้บริโภคซื้อ 53 เปอร์เซ็นต์ จากการทำการทดสอบคะแนนความชอบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วยที่ไม่ผ่านการทอด คะแนนความชอบทุกด้านอยู่ในระดับชอบปานกลาง

บทที่ 4
วิธีการทดลอง และผลการทดลอง

4.1 ขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วย

4.1.1 วิธีการดำเนินการทดลอง

4.1.1.1 ศึกษาอัตราส่วนของแป้งกล้วย ต่อแป้งสาลี

ศึกษาอัตราส่วนของแป้งกล้วย ต่อแป้งสาลี 3 ระดับ คือ 40 : 40 50 : 30 และ60 : 20 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักในการผลิตขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วย นำมาวิเคราะห์ผลการทดลองแบบโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Completely Block Design-RCBD) นำขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วย 3 ระดับไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ โดยวัดค่าสี ค่าวอเตอร์ แอคติวิตี้ (aw) จากนั่นนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในด้าน สี กลิ่น รสชาติ ความแข็ง ความกรอบ และความชอบโดยรวม โดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic scale) โดยใช้ผู้ทดสอบ 60 คน และนำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน(Analysis of Variance – ANOVA) และวิเคราะห์หาความแตกต่าง (DMRT)

ตารางที่ การศึกษาอัตราส่วนของแป้งกล้วย ต่อแป้งสาลีเปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก

วัตถุดิบ	อัตราส่วนของแป้งกล้วย ต่อแป้งสาลี		
	40:40	50:30	60:20
แป้งกล้วย	40	30	20
แป้งสาลี	40	50	60
นมผง	16	16	16
น้ำตาลทราย	2	2	2
เกลือ	1	1	1
ผงฟู	1	1	1
น้ำ	50	50	50

4.1.1.2 ศึกษาอัตราส่วนของงาดำ ต่อนมผง

ศึกษาอัตราส่วนของงาดำ ต่อนมผง 3 ระดับ คือ 4 : 12 6 : 10 และ 8 : 8 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักในการผลิตขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วย นำมาวิเคราะห์ผลการทดลองแบบ โดยวางแผนการ

ทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Completely Block Design-RCBD) นำขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วย ที่ผลิตจากอัตราส่วนของงาดำ ต่อนมผง 3 ระดับไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ โดยวัดค่าสี ค่าวอเตอร์ แอคติวิตี้ (aw) นำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในด้าน สี กลิ่น รสชาติ ความแข็ง ความกรอบ และความชอบโดยรวม โดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic scale) โดยใช้ผู้ทดสอบ 60 คน และนำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน(Analysis of Variance – ANOVA) และวิเคราะห์หาความแตกต่าง (DMRT)

ตารางที่ การศึกษาอัตราส่วนของแป้งกล้วย ต่อแป้งสาลีเปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก

วัตถุดิบ	อัตราส่วนของงาดำ ต่อนมผง		
	4 : 12	6 : 10	8 : 8
แป้งกล้วย	30	30	30
แป้งสาลี	50	50	50
นมผง	**12**	**10**	**8**
งาดำ	**4**	**6**	**8**
น้ำตาลทราย	2	2	2
เกลือ	1	1	1
ผงฟู	1	1	1
น้ำ	50	50	50

4.1.1.3 ศึกษาการยอมรับของขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วย

ศึกษาการยอมรับของขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วยที่พัฒนาได้ โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 100 คน ทดสอบโดยใช้แบบสอบถาม สุ่มแบบบังเอิญ การให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ ทำการประเมินคะแนนความชอบในปัจจัยด้าน สี กลิ่น รสหวาน ความแข็ง และความชอบโดยรวม

4.1.2 ผลการทดลอง

4.1.2.1 ผลการศึกษาอัตราส่วนของแป้งกล้วย ต่อแป้งสาลี

จากการนำขนมขบเคี้ยวที่อัตราส่วนจากแป้งกล้วยต่อแป้งสาลี 40 : 40 50 : 30 และ60 : 20 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก มาวัดค่า สี วอเตอร์แอคติวิตี้ พบว่าขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วยมีค่าสี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ส่วนค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ ($p > 0.05$) แสดงดังตารางที่ 9 ขนมขบเคี้ยวที่อัตราส่วนจากแป้งกล้วยต่อแป้งสาลี 40 : 40 50 : 30 และ60

: 20 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก เมื่อนำมาวัดค่าสีพบว่า ขนมขบเคี้ยวที่มีส่วนของแป้งกล้วยเพิ่มขึ้น จาก 40 เป็น 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักมีค่าสีแดงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) อาจเนื่องมาจาแป้งกล้วยมีสีออกขาวเหลืองแตกต่างจากแป้งสาลีทีให้ขนมขบคี้ยวที่มีแป้งกล้วยเพิ่มขึ้นจึงมีสีออกเหลืองเพิ่มขึ้น จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วยที่อัตราส่วนจากแป้งกล้วยต่อแป้งสาลีเพิ่มจาก 40 : 40 เป็น อัตราส่วน 50 : 30 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้าน สี กลิ่น รสชาติ ความแข็ง และความชอบโดยรวมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$) แต่เมื่อเพิ่มอัตราส่วน จากอัตราส่วนแป้งกล้วยต่อแป้งสาลี 50 : 30 เป็น 60 : 20 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักกลับมีค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยในด้าน กลิ่น รสชาติ และความแข็งลดลงอย่างมีนัยำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$) โดยขนมขบเคี้ยวที่เพิ่มอัตราส่วนปรีมาณแป้งกล้วยเพิ่มขึ้นจะมีสีออกเหลือง มีกลิ่นของกล้วย รสออกหวาน และมีความแข็งเพิ่มขึ้นทำให้ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบลดลง จึงเลือกขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วยที่อัตราส่วนจากแป้งกล้วยต่อแป้งสาลี 50 : 30 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก เนื่องจากมีคะแนนความชอบเฉลี่ยทุกด้านสุงสุดอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.20)

ตารางที่ 4.1 แสดงคุณภาพของขนมขบเคี้ยวที่ใช้อัตราส่วนของแป้งกล้วย ต่อแป้งสาลี

คุณภาพ	อัตราส่วนของแป้งกล้วย ต่อแป้งสาลี		
	40 : 40	50 : 30	60 : 20
คุณภาพทางกายภาพ			
L*	82.57 ± 1.04 a	82.60 ± 0.63a	82.58 ± 0.66 a
a*	1.47 ± 0.01 b	1.74 ± 0.01a	1.61 ± 0.15 a
b*	18.06 ± 0.52 a	19.28 ± 0.29 a	18.67 ± 0.77 a
ค่า Water activity (a_w)	0. 45	0.46	0.47
คุณภาพทางประสาทสัมผัส			
สี	5.93 ± 1.11 b	**6.10 ± 0.88 a**	5.89 ± 1.36 a
กลิ่น	6.27±1.38 ab	**6.87 ± 1.04 a**	6.70 ±1.84 b
รสชาติ	5.93±1.78 ab	**6.43 ±0.93 a**	5.60 ± 1.38 b
ความแข็ง	6.23 ±1.55 ab	**6.53 ± 0.97a**	5.77 ± 0.97 b
ความกรอบ	6.97 ± 1.42 a	**6.90 ± 0.99 a**	6.87 ± 1.31 a
ความชอบโดยรวม	6.57 ± 1.22 b	**7.20 ± 0.96 a**	6.40 ± 1.07 a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p \leq 0.05$)

40 : 40

50 : 30

60 : 20

อัตราส่วนของแป้งกล้วย ต่อแป้งสาลี

ภาพที่ ของขนมขบเคี้ยวที่ใช้อัตราส่วนของแป้งกล้วย ต่อแป้งสาลี

4.1.2.2 ศึกษาอัตราส่วนของงาดำ ต่อนมผงในผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วย

จากศึกษาอัตราส่วนของงาดำ ต่อนมผง ในผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วย 3 ระดับ คือ 4 : 12 6 : 10 และ 8 : 8 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักมาวัดค่า สี วอเตอร์แอคติวิตี้ พบว่าขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วยมีค่าสีเหลืองอมเทา ส่วนค่าวอเตอร์แอคติวิตี้อยู่ในช่วง 0.47-0.53 ขนมขบเคี้ยวที่อัตราส่วนของงาดำ ต่อนมผง คือ 4 : 12 6 : 10 และ 8 : 8 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วยที่อัตราส่วนของงาดำ ต่อนมผง คือ 4 : 12 เป็น 6 : 10 และ 8 : 8 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านความกรอบลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 9 แต่เมื่อเพิ่มอัตราส่วนของงาดำ ต่อนมผง จาก 6 : 10 และ 8 : 8 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ขนมขบเคี้ยวมีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านความชอบโดยรวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$) โดยขนมขบเคี้ยวที่เพิ่มอัตราส่วนปริมาณงาดำเพิ่มขึ้นจะมีสีออกเหลืองเทามากขึ้น มีกลิ่นของกล้วยผสมงาดำ แต่มีรสงาและเนื้อสัมผัสของงาทำให้มีปริมาณของแข็งเพิ่มขึ้นทำให้มีเนื้อสัมผัสฝืดคอจึงมีความแข็งเพิ่มขึ้น กรอบลดลง ทำให้ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบลดลง จึงเลือกขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วยที่อัตราส่วนของงาดำ ต่อนมผง 6 : 10 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักเนื่องจากมีคะแนนความชอบเฉลี่ยทุกด้านสูงสุดอยู่ในระดับชอบมาก (8.47)

ตารางที่ 10 คุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยเปรียบเทียบอัตราส่วนของงาดำ ต่อนมผงในผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วย

คุณภาพ	อัตราส่วนของงาดำ ต่อนมผง (%)		
	4 : 12	6: 10	8 : 8
คุณภาพทางกายภาพ			
L*	78.57 ± 1.04	78.57 ± 1.04	65.58 ± 0.66
a*	1.47 ± 0.01	1.47 ± 0.01	1.61 ± 0.15
b*	18.06 ± 0.52	18.06 ± 0.52	18.67 ± 0.77
ค่า Water activity (a_w)	0.53	0.53	0.47
คุณภาพทางประสาทสัมผัส			
สี	7.13±0.15a	7.93±0.22a	7.38±0.15a
กลิ่น	7.45±0.15a	7.07±0.13a	7.40±0.15a
รสชาติ	8.12±0.15a	6.83±0.11a	7.08±0.15 b
ความแข็ง	7.33±0.15a	8.00±0.17a	7.52±0.15a
ความกรอบ	8.17±0.15a	7.33±0.17b	7.48±0.15 b
ความชอบโดยรวม	7.80 ±0.16a	8.47±0.15a	7.30±0.25b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p \leq 0.05$)

40 : 40 **50 : 30** **60 : 20**

อัตราส่วนของงาดำ ต่อนมผง

ภาพที่ ของขนมขบเคี้ยวที่ใช้อัตราส่วนของแป้งกล้วย ต่อแป้งสาลี

4.1.2.3 ผลศึกษาการยอมรับของขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วย

พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง 64 เปอร์เซ็นต์ อายุประมาณ 19-30ปี 80 เปอร์เซ็นต์ ระดับการศึกษาอยู่ในระดับ มัธยมศึกษา จนถึงระดับปริญญาตรี 88 เปอร์เซ็นต์ อาชีพ นักเรียนนักศึกษา 60 เปอร์เซ็นต์ มีรายได้อยู่ในช่วย 5,000-10,000 บาท 86 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลทั่วไป

ข้อมูล	ร้อยละ
1.เพศ	
ชาย	36
หญิง	64
2.อายุ	
ต่ำกว่า 18 ปี	2
19-25 ปี	60
26-30 ปี	20
33-39 ปี	10
มากกว่า 40 ปี	8
3.ระดับการศึกษา	
ต่ำกว่ามัธยมศึกษา	18
มัธยมศึกษา	44
ปริญญาตรี	44
ปริญญาโท	4
4.อาชีพ	
ข้าราชการ	4
รัฐวิสาหกิจ	2
พนักงานบริษัท	8
ค้าขาย,ธุรกิจส่วนตัว	26
นักเรียน,นักศึกษา	60
5.รายได้ต่อเดือน	
ต่ำกว่า 5,000	48
5,001-10,000	38
10,001-20,000	8
20,001-30,000	4
สูงกว่า 30,001	2

ข้อมูล	ร้อยละ
6.ความถี่ในรับประทานขนมขบเคี้ยว	
บ่อยมาก	62
นานๆครั้ง	32
ไม่เคยรับประทานเลย	6
7. คิดว่าขนมขบเคี้ยวควรมีรสชาติใด	
หวาน	17
เค็ม	24
บาร์บิคิว	18
ซาวครีมและหัวหอม	16
ซีรสกะเพรากรอบ	10
รสโนริสาหร่าย	15
8.ท่านทราบไหมว่าขนมขบเคี้ยวที่ผ่านการทอดจะมีไขมันทรานส์(Trans Fat)	
ทราบ	25
ไม่ทราบ	75
9.หากมีขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วยไม่ทอดบรรจุซอง จำหน่ายน้ำหนัก 40 กรัม ราคา 20 บาท ท่านจะซื้อ หรือไม่	
ซื้อ	53
ไม่แน่ใจ	30
ไม่ซื้อ	17

ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่เป็นนักเรียนนักศึกษา มีความถี่ในการรับประทานขนมขบเคี้ยวบ่อยมา 62 เปอร์เซ็นต์ ผู้บริโภคคิดว่าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวควรมีรสชาติเค็ม 24 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่รสบาร์บิคิว และรสหวาน 18 และ 17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่รู้ว่าขนมขบเคี้ยวที่ผ่านการทอดนั่นจะมีไขมันที่ไม่ดีที่เรียกว่าไขมันทรานส์(Trans Fat) 75 เปอร์เซ็นต์ หากมีขนมขบเคี้ยวไม่ผ่านการทอดจำหน่ายโดยบรรจุถุงฟลอยด์ บรรจุ 40กรัม ราคา 20 บาท ผู้บริโภคซื้อ 53 เปอร์เซ็นต์ ไม่แน่ใจ 30 เปอร์เซ็นต์ และไม่ซื้อ 17 เปอร์เซ็นต์ จากการทำการทดสอบคะแนนความชอบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วยที่ไม่ผ่านการทอด คะแนนความชอบด้านสี รสหวาน ความแข็ง และความชอบโดยรวม อยู่ในระดับชอบปานกลาง แต่คะแนนความชอบด้านกลิ่นของขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วยที่ไม่ผ่านการทอด อยู่ในระดับชอบเล็กน้อย เนื่องจากยังมีกลิ่นของกล้วยและงาดำอยู่

ตารางที่ 4.10 คะแนนความชอบเฉลี่ยของขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วย

คุณลักษณะ	ขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วย
สี	7.30±0.15
กลิ่น	6.37±0.18
รสหวาน	7.40±0.18
ความแข็ง	7.33±0.17
ความชอบโดยรวม	7.80±0.15

ภาพที่ 7 ขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วย

4.6 การออกแบบบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วย

ภาพที่ 10 ภาพการออกแบบบรรจุภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วย

ภาพที่ 11 บรรจุภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วย

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 ขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วย

5.1.1.1 จากศึกษาอัตราส่วนจากแป้งกล้วยต่อแป้งสาลี 40 : 40 50 : 30 และ60 : 20 เปอร์เซ็นต์ ขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วยที่ใช้อัตราส่วนจากแป้งกล้วยต่อแป้งสาลี 50 : 30 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้าน สี กลิ่น รสชาติ ความแข็ง และความชอบโดยรวมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$) ขนมขบเคี้ยวที่เพิ่มอัตราส่วนปริมาณแป้งกล้วยเพิ่มขึ้นจะมีสีออกเหลือง มีกลิ่นของกล้วย รสออกหวาน และมีความแข็งเพิ่มขึ้นทำให้ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบลดลง จึงเลือกขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วยที่อัตราส่วนจากแป้งกล้วยต่อแป้งสาลี 50 : 30 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก เนื่องจากมีคะแนนความชอบเฉลี่ยทุกด้านสูงสุดอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.20)

5.1.1.2 จากศึกษาอัตราส่วนของงาดำ ต่อนมผง ในผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วย 3 ระดับ คือ 4 : 12 6 : 10 และ 8 : 8 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักมาวัดค่า สี วอเตอร์แอคติวิตี้ พบว่าขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วยมีค่าสีเหลืองอมเทา มีสีออกเหลืองเทามากขึ้น มีกลิ่นของกล้วยผสมงาดำ แต่มีรสงาและเนื้อสมัผสของงาทำให้มีปริมาณของแข็งเพิ่มขึ้นทำให้มีเนื้อสัมผัสฝืดคอจึงมีความแข็งเพิ่มขึ้น กรอบลดลง ทำให้ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบลดลง จึงเลือกขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วยที่อัตราส่วนของงาดำ ต่อนมผง 6 : 10 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักเนื่องจากมีคะแนนความชอบเฉลี่ยทุกด้านสูงสุดอยู่ในระดับชอบมาก (8.47)

5.1.1.3 จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง 64 เปอร์เซ็นต์ อายุประมาณ 19-30ปี 80 เปอร์เซ็นต์ ระดับการศึกษาอยู่ในระดับ มัธยมศึกษา จนถึงระดับปริญญาตรี 88 เปอร์เซ็นต์ อาชีพนักเรียนนักศึกษา 60 เปอร์เซ็นต์ มีรายได้อยู่ในช่วย 5,000-10,000 บาท 86 เปอร์เซ็นต์ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่เป็นนักเรียนนักศึกษา มีความถี่ในการรับประทานขนมขบเคี้ยวบ่อยมาก 62 เปอร์เซ็นต์ ผู้บริโภคคิดว่าผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวควรมีรสชาติเค็ม 24 เปอร์เซ็นต์ โดยผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่รู้ว่าขนมขบเคี้ยวที่ผ่านการทอดนั่นจะมีไขมันที่ไม่ดีที่เรียกว่าไขมันทรานส์(Trans Fat) 75 เปอร์เซ็นต์ หากมีขนมขบเคี้ยวไม่ผ่านการทอดจำหน่ายโดยบรรจุถุงฟลอยด์ บรรจุ 40กรัม ราคา 20 บาท ผู้บริโภคซื้อ 53 เปอร์เซ็นต์ จากการทำการทดสอบคะแนนความชอบผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วยที่ไม่ผ่านการทอด คะแนนความชอบด้านสี รสหวาน ความแข็ง และความชอบโดยรวม อยู่ในระดับชอบปานกลาง แต่คะแนนความชอบด้านกลิ่นของขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วยที่ไม่ผ่านการทอด อยู่ในระดับชอบเล็กน้อย เนื่องจากยังมีกลิ่นของกล้วยและงาดำอยู่

ภาคผนวก

สูตรขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วย

ตารางที่ การศึกษาอัตราส่วนของแป้งกล้วย ต่อแป้งสาลีเปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก

วัตถุดิบ	อัตราส่วนของแป้งกล้วย ต่อแป้งสาลี		
	40:40	50:30	60:20
แป้งกล้วย	40	30	20
แป้งสาลี	40	50	60
นมผง	16	16	16
น้ำตาลทราย	2	2	2
เกลือ	1	1	1
ผงฟู	1	1	1
น้ำ	50	50	50

วิธีการทำ

1. ร่อนแป้งสาลี แป้งกล้วย และผงฟูในเครื่องผสมอาหาร
2. ผสมน้ำ น้ำตาล นมผง เกลือเข้าด้วยกัน
3. นวดส่วนผสมของเหลวกับส่วนผสมแห้ง 10 นาที
4. รีดแป้งด้วยเครื่องรีด เบอร์ 4
5. ตัดแผ่นแป้ง ด้วยแม่พิมพ์ขนาดกว้าง 4 เซนติเมตร ยาว 5 เซนติเมตร
6. เรียงใส่ถาดอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที
7. พักให้เย็นบนตะแกรง 5 นาที
8. บรรจุในบรรจุภัณฑ์

สูตรขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วยผสมงาดำ

ตารางที่ การศึกษาอัตราส่วนของงาดำ ต่อนมผง เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก

วัตถุดิบ	อัตราส่วนของงาดำ ต่อนมผง		
	4 : 12	6 : 10	8 : 8
แป้งกล้วย	30	30	30
แป้งสาลี	50	50	50
นมผง	**12**	**10**	**8**
งาดำ	**4**	**6**	**8**
น้ำตาลทราย	2	2	2
เกลือ	1	1	1
ผงฟู	1	1	1
น้ำ	50	50	50

วิธีการทำ

1. ร่อนแป้งสาลี แป้งกล้วย งาดำและผงฟูในเครื่องผสมอาหาร
2. ผสมน้ำ น้ำตาล นมผง เกลือเข้าด้วยกัน
3. นวดส่วนผสมของเหลวกับส่วนผสมแห้ง 10 นาที
4. รีดแป้งด้วยเครื่องรีด เบอร์ 4
5. ตัดแผ่นแป้ง ด้วยแม่พิมพ์ขนาดก้วาง 4 เซนติเมตร ยาว 5 เซนติเมตร
6. เรียงใส่ถาดอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที
7. พักให้เย็นบนตะแกรง 5 นาที
8. บรรจุในบรรจุภัณฑ์

ขั้นตอนการดำเนินการ

ร่อนแป้งสาลีในเครื่องผสม

ผสมน้ำ น้ำตาลและนม

นวดส่วนผสมของเหลวกับส่วนผสมแห้ง 10 นาที

รีดแป้งด้วยเครื่องรีด เบอร์ 4

ตัดแผ่นแป้ง ด้วยแม่พิมพ์ แล้วเรียงใส่ถาด

ภาพที่ แสดงขั้นตอนการทำขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วย

อบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

พักให้เย็นบนตะแกรง 5 นาที

บรรจุถุง

ภาพที่ แสดงขั้นตอนการทำขนมขบเคี้ยวจากแป้งกล้วย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

กล้วยไข่ เป็นชื่อของผลไม้ชนิดหนึ่งที่อยู่ในตระกูลกล้วย(Musaceae)โดยมีชื่อสามัญว่า Pisang Mas ชื่อพ้อง กล้วยกระ กล้วยเจ๊กบอง และชื่อวิทยาศาสตร์ *Musa*(AA group) "KluaiKhai"กล้วยชนิดนี้สามารถปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย มีลักษณะพันธุ์แท้อยู่มาก อยู่ในกลุ่มย่อย SUCRIER มีลำต้นเทียมสูงไม่เกิน 2.5 เมตร กาบด้านนอกเป็นสีเขียวปนเหลือง มีปื้นดำด้านในเป็นสีชมพูอมแดง ก้านใบสีเขียวอมเหลือง มีร่องกว้าง โคนก้านใบมีครีบสีชมพู กล้วยไข่จัดเป็นผลิตผลทางการเกษตรที่เป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญอย่างหนึ่งที่สามารถนำรายได้เข้าประเทศได้ แต่กล้วยไข่มีข้อกำกัดในเรื่องของการอายุการเก็บรักษา คือ จะมีอายุการเก็บที่สั้น เมื่อสุกเปลือกและเนื้อจะนิ่มเละง่ายยากต่อการขนส่งและเก็บรักษา ช่วงเวลา และเมื่อผลผลิตมีมากเกินความต้องการของผู้บริโภค ทำให้ราคากล้วยตกต่ำ ส่งผลกระทบต่อเกษตรกรทำให้มีรายได้ลดน้อยลง จึงมีการนำกล้วยไข่มาแปรรูปโดยวิธีการที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาทำให้กล้วยไข่มีอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้นและยังเพิ่มมูลค่าให้กล้วยไข่มีราคาสูงขึ้นด้วย

กล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทานบรรจุกระป๋องเป็นเทคโนโลยีเกี่ยวกับการถนอมอาหารโดยการใช้ความร้อนระดับสูงหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การสเตอร์ริไรส์ โดยนำอาหารมาผ่านกระบวนการต่างๆ เช่น การเตรียม ตัดแต่ง การบรรจุ การไล่อากาศ ปิดฝา และผ่านการฆ่าเชื้อเพื่อให้อาหารนั้นอยู่ในสภาพปลอดเชื้อแบบเชิงการค้า (Commercial sterility) คือการทำให้อาหารนั้นปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค และต้องไม่มีจุลินทรีย์เป็นสาเหตุทำให้อาหารเน่าเสีย สามารถเก็บรักษาได้ในสภาวะที่เหมาะสม

อายุการเก็บรักษาอาหารกระป๋องขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์และสภาพแวดล้อมในการเก็บรักษา ซึ่งอาหารกระป๋องอาจเกิดการเน่าเสียเนื่องจากสาเหตุทางเคมี และทางจุลชีววิทยาหรือทั้งสองร่วมกัน ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส รวมถึงยังมีการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ระหว่างการการเก็บรักษา ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์กล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทานบรรจุกระป๋องเพื่อให้ผู้บริโภคมีความปลอดภัยในการบริโภคและจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ส่งผลโดยตรงต่อร่างกายของผู้บริโภค

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสูตรมาตรฐานของกล้วยไข่เชื่อม

2. เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาของกล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทานทั้งทางด้าน กายภาพ เคมี จุลินทรีย์

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

เพื่อศึกษาสูตรมาตรฐานของกล้วยไข่เชื่อม ตลอดจนศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทานบรรจุกระป๋อง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.สร้างแนวทางในการผลิตกล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทานให้มีคุณภาพในระดับอุตสาหกรรม

2.หน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่ส่งเสริมการผลิตอาหาร/นักวิชาการ/นักศึกษาและผู้สนใจทั่วไป นำผลงานวิจัยไปต่อยอดความรู้และเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ในการพัฒนาอาหารอื่นๆ ต่อไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับกล้วยไข่

กล้วยไข่ เป็นชื่อของผลไม้ชนิดหนึ่งที่อยู่ในตระกูลกล้วย (Musaceae) โดยมีชื่อสามัญว่า Pisang Mas ชื่อพ้อง กล้วยกระ กล้วยเจ๊กบอง และชื่อวิทยาศาสตร์ *Musa* (AA group) "Kluai Khai" กล้วยชนิดนี้สามารถปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย ลักษณะทั่วไป ต้น ลำต้นสูง 2. 5 - 3 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 16 - 20 เซนติเมตร กาบลำต้นด้านนอกสีเขียวปนเหลือง มีประสีน้ำตาลอ่อน ด้านในสีชมพูอมแดง ใบ ก้านใบสีเขียวอมเหลือง มีร่องกว้าง โคนก้านมีครีบสีชมพูดอก ก้านช่อดอก มีขนอ่อน ปลีรูปไข่ ม้วนงอขึ้น ปลายแหลม ด้านนอกสีแดงอมม่วง ด้านในที่โคนกลีบสีซีด ผล เครือหนึ่งมี 6 - 7 หวี หวีหนึ่งมีประมาณ 14 ผล ผลค่อนข้างเล็ก ก้านผลสั้น เปลือกผลบางเมื่อสุก มีสีเหลืองสดใส บางครั้งมีจุดดำเล็ก ๆ ประปราย เนื้อสีครีม อมส้ม รสหวาน การใช้ประโยชน์ ผลใช้รับประทานสด และแปรรูป จากคุณค่าอาหารของกล้วยไข่ จะพบว่ามีสารอาหารหลายชนิด โดยเฉพาะแคโรทีน (Carotene)และวิตามิน ซีที่มีผลต่อการป้องกันหรือลดการเกิดโรคได้บางชนิด เช่น โรคมะเร็งบางชนิด โรคกระดูกพรุน(Osteoporosis)ห้ามเลือด โรคโลหิตจาง โรคเลือดออกตามไรฟัน และท้องผูก

ตารางที่ 1 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของกล้วยไข่ที่บริโภคปริมาณ 100 กรัม

	กล้วยไข่	
พลังงาน	140.0	กิโลแคลอรี่
โปรตีน	1.5	กรัม
ไขมัน	0.2	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	32.9	กรัม
ใยอาหาร	0.4	กรัม
แคลเซียม	4.0	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	23.0	มิลลิกรัม
เหล็ก	1.0	มิลลิกรัม

ตารางที่ 1 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของกล้วยไข่ที่บริโภคปริมาณ 100 กรัม (ต่อ)

กล้วยไข่		
เบต้าแคโรทีน	492.0	ไมโครกรัม
วิตามิน บี 1	0.03	มิลลิกรัม
วิตามิน บี 2	0.05	มิลลิกรัม
วิตามิน บี 3	1.4	มิลลิกรัม
วิตามินซี	2.0	มิลลิกรัม

ที่มา : กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

2.2 น้ำตาลทราย (Sugar)

น้ำตาล หมายถึง สารอินทรีย์ที่เป็นสารประกอบประเภทคาร์โบไฮเดรต เป็นสารที่ให้ความหวาน น้ำตาลแต่ละชนิดจะมีสูตรโครงสร้างทางเคมีประกอบด้วย ธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย ส่วนมากพบในเนื้อเยื่อพืช เกิดจากขึ้นโดยพืชสังเคราะห์แสงผลิตจากอ้อย เมเปิ้ล

2.2.1 ชนิดของน้ำตาล

น้ำตาลที่ใช้ในการประกอบอาหารอาจแบ่งลักษณะของน้ำตาลออกเป็น 2 พวก คือ น้ำตาลที่เป็นผลึกและน้ำตาลที่ไม่เป็นผลึก เช่น

2.2.1.1 น้ำตาลทราย เป็นน้ำตาลที่ตกผลึกผลิตได้จากอ้อยหรือบีท น้ำตาลที่เป็นผลึกที่มีชื่อทางเคมีว่า ซูโครส (Sucrose) เช่นน้ำตาลทรายขาว

2.2.1.2 น้ำตาลชนิดอื่นๆ อาจเป็นน้ำตาลที่ไม่ตกผลึก ได้แก่ น้ำตาลที่อยู่ในสภาพเหลว เช่น น้ำตาลมะพร้าวได้จากจั่นมะพร้าว

2.2.2 คุณสมบัติของน้ำตาล

2.2.2.1 ให้ความหวาน น้ำตาลเป็นสารให้ความหวานที่มีคุณค่าทางโภชนาการ (Nutritive sweetener) รสหวานของน้ำตาลเป็นรสหวานธรรมชาติที่ปราศจากรสเจือปน

2.2.2.2 การละลาย น้ำตาลทั่วไปที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารมักจะละลายน้ำได้ดี ตามปกติจะละลายได้ร้อยละ 30-80 ปริมาณที่ละลายได้จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิสูงขึ้นความสามารถใน

การละลายน้ำของน้ำตาลแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ฟรุคโทส เป็นน้ำตาลที่ละลายน้ำได้ดีที่สุด รองลงมาคือ ซูโครส

2.2.2.3 การเกิดสารสี ในการเตรียมอาหารแปรรูปและเก็บรักษาอาหารบางชนิดจะพบว่ามีสารสีน้ำตาลเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมีที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอ็นไซม์ ตามปกติจะพบอาหารเหล่านี้มีน้ำตาลซึ่งเป็นตัวการสำคัญในการทำปฏิกิริยาเคมีนี้เป็นส่วนส่วนประกอบ สารเคมีที่เกิดขึ้นมีตั้งแต่สีเหลืองจนมีสีดำ แต่ส่วนใหญ่จะเป็นสีน้ำตาลกลิ่นรสของอาหารจะเปลี่ยนไป

2.2.2.4 การดูดและการเก็บรักษาความชื้น สมบัติของน้ำตาลด้านการดูดและเก็บรักษาความชื้น มีความสำคัญต่อเนื้อสัมผัสและความคงทนในการรักษาลักษณะของอาหารบางชนิด

2.2.2.4.1 การดูดความชื้น น้ำตาลแต่ละชนิดจะแตกต่างกันด้านความสามารถในการดูดความชื้นจากบรรยากาศ ฟรุคโทสเป็นน้ำตาลที่ดูดความชื้นได้ดีมาก รองลงไป เด็กซ์โตส ซูโครส มอลโทส และแล็กโตส คุณสมบัติด้านนี้ของน้ำตาลมีส่วนช่วยให้อาหารที่มีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบนุ่มและชื้น

2.2.2.4.2 การเก็บรักษาความชื้น ความสามารถในการเก็บรักษาความชื้นของน้ำตาลเกี่ยวข้องกับความสามารถในการดูดความชื้น โดยทั่วไปการเก็บรักษาความชื้นของน้ำตาล หมายถึงการที่น้ำตาลนั้นสามารถยึดความชื้นไว้โดยไม่คายออกสู่อากาศ สมบัติอันนี้เป็นประโยชน์ต่อการช่วยในการขนมอบ เช่น ขนมปัง เค้ก เก็บรักษาไว้ได้นานโดยไม่แห้งหรือแข็ง เสียลักษณะที่ต้องการเร็วเกินไป

2.2.3 คุณค่าทางโภชนาการ

น้ำตาลเป็นแหล่งพลังงาน เนื่องจากน้ำตาลทรายมีความบริสุทธิ์ถึงร้อยละ 99.5 จึงสามารถคำนวณพลังงานของน้ำตาลทรายได้ โดยคิดว่าน้ำตาลทราย 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี่ นอกเหนือจากพลังงานแล้ว น้ำตาลทรายขาวไม่ให้สารอื่นเลย น้ำตาลสีรำ จะให้แคลเซียม ฟอสฟอรัสและเหล็กบ้าง สำหรับน้ำตาลมะพร้าวนอกจากให้แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็กแล้วยังให้วิตามินเอและไนอะซิน (อบเชยและขนิษฐา, 2544)

ตารางที่ 2 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลที่บริโภคปริมาณ 100 กรัม

น้ำตาล		
พลังงาน	385	กิโลแคลอรี่
โปรตีน	0	กรัม
ไขมัน	0	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	99.5	กรัม
แคลเซียม	-	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	-	มิลลิกรัม
เหล็ก	-	มิลลิกรัม
วิตามินA	-	ไมโครกรัม
วิตามินB1	0	มิลลิกรัม
วิตามินB2	0	มิลลิกรัม
ไนอะซิน	0	มิลลิกรัม

ที่มา: อบเชยและขนิษฐา (2544)

2.2.3 การเลือกซื้อ

2.2.3.1 เลือกชนิดของน้ำตาลให้เหมาะสมกับอาหารที่ทำ

2.2.3.2 เลือกน้ำตาลที่บริสุทธิ์ ปราศจากสิ่งแปลกปลอมไม่ควรมีเศษผงแป้งเป็นมากับน้ำตาล

2.2.3.3 เลือกซื้อน้ำตาลที่มีสีไม่ขาวจัดมาใช้ ถ้าหากสีของน้ำตาลไม่มีผลต่อสีของอาหาร

2.2.4 การเก็บรักษา

น้ำตาลทรายดูดความชื้นได้ง่ายกว่าน้ำตาลโตนด และน้ำตาลมะพร้าว ควรเก็บไว้ในภาชนะที่มีฝาปิดสนิทเพื่อไม่ให้อากาศเข้าไป และควรวางห่างจากความร้อน

2.2.5 น้ำ

เป็นสารประกอบที่มีอยู่ในอาหารธรรมชาติทั่วไป ในผักผลไม้มีน้ำอยู่ในองค์ประกอบประมาณร้อยละ 90 ขึ้นไปและเนื้อสัตว์มีน้ำอยู่ร้อยละ 60 แม้แต่ในร่างกายมนุษย์ก็ยังประกอบด้วยถึงร้อยละ 60 โดยน้ำหนัก ดังนี้น้ำจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับมนุษย์มาก

โมเลกุลของน้ำประกอบด้วยไฮโดรเจน 2 อะตอมต่อกับออกซิเจนหนึ่งอะตอม(H_2O)โดยต่อกันแบบไม่เป็นเส้นตรงมีลักษณะที่เป็นขั้วลบ ซึ่งสามารถดึงดูดสารอื่นให้เป็นสารละลายได้ดี จึงมีคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวเคมีที่เหมาะสมสำหรับสิ่งมีชีวิตทุกชนิด เป็นตัวทำละลายที่ดีมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูงกว่าของเหลวอื่นที่มีน้ำหนักโมเลกุลเท่าๆกัน และเป็นตัวกลางในระบบชีวเคมีของร่างกายที่ดีเพราะสามารถทำปฏิกิริยาได้ทั้งกับกรดและเบส

2.2.5.1 ประเภทของน้ำมี 2 ลักษณะใหญ่ คือ

2.2.5.1.1 น้ำธรรมชาติ ได้จากน้ำฝนและหิมะ กลายเป็นแหล่งน้ำใหญ่ 2 แบบ คือน้ำจากพื้นผิวดิน ได้แก่น้ำจากแม่น้ำ ลำคลอง ทะเลสาบ เป็นต้น น้ำจากใต้ดิน ได้แก่ น้ำบาดาล น้ำพุ เป็นต้น เนื่องจากน้ำเป็นตัวทำลายที่ดี ซึ่งสามารถละลายสารได้แทบทุกชนิด สารอินทรีย์ และอนินทรีย์ ดั้งนั้นน้ำตามธรรมชาติจึงไม่บริสุทธิ์ในทางเคมีจัดแบ่ง เป็น 4 ประเภท คือ

1) น้ำกระด้าง โดยทั่วไปแล้วมีความกระด้างไม่เท่ากัน เนื่องจากสารประกอบที่ละลายในน้ำต่างชนิดและปริมาณต่างกัน จึงแยกน้ำกระด้างได้ 2 ลักษณะ คือ

- น้ำกระด้างชั่วคราว หมายถึง น้ำที่มีเกลือไบคาร์บอเนตของแคลเซียมและแมกนีเซียมปนอยู่ เมื่อให้ความร้อนแก่น้ำนี้เกลือจะตกตะกอนแยกจากน้ำทำให้น้ำหายกระด้างได้
- น้ำกระด้างถาวร หมายถึง น้ำที่ไม่สามารถที่จะทำให้สารละลายที่ปนอยู่กับน้ำซึ่ง ได้แก่ เกลือซัลเฟตคลอไรด์และไนเตรทของแคลเซียมและแมกนีเซียมตกตะกอนด้วยความร้อนและหมดความกระด้างไปได้

2) น้ำอ่อน หมายถึง น้ำที่มีสารอื่นเจือปนเล็กน้อย

3) น้ำที่มีเกลือเจือปน ได้แก่ น้ำทะเล เป็นต้น

4) น้ำที่มีเบสปน ได้แก่ น้ำบาดาลบางแห่ง

2.2.5.1.2 น้ำในอาหาร เป็นส่วนประกอบหลักของอาหารทุกชนิด โดยมีอยู่ในรูปอิสระ(Free water)และเกาะเกี่ยวกับสารอื่น(Bound water) น้ำอิสระในอาหารนี้มีผลต่อลักษณะเนื้อ

สัมผัสและการเก็บรักษาอย่างมาก เนื่องจากน้ำเป็นตัวการสำคัญในการก่อให้เกิดความเปลี่ยนแปลงทางเคมีและชีวเคมีของอาหาร รวมทั้งเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งก่อให้เกิดการเน่าเสียของาหารดั้งนั้นในการเก็บรักษาอาหาร จึงนิยมใช้วิธีการระเหยน้ำอิสระออกจากอาหารทำให้เข้มข้นหรือทำให้เย็นจนแข็ง(Frozen) ส่วนอีกเหตุหนึ่งคือ การทำให้อาหารมีน้ำหนักลดลงและเปลืองเนื้อที่ในการบรรจุและขนส่งน้อยลง ในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในอาหารส่วนใหญ่จะมีผลต่อน้ำอิสระในอาหารโดยตรง แต่มีผลน้อยมากต่อน้ำที่เกาะเกี่ยวกับสารอื่น เช่น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และ โปรตีน เนื่องจากน้ำส่วนนี้ไม่อิสระต่อการเปลี่ยนแปลงโดยวิธีการทางกายภาพธรรมดา และเกาะเกี่ยวกับสารอื่นให้เหมาะสมกับลักษณะอาหารและอายุการเก็บที่ยาวนานตามความต้องการ (อรอนงค์,2546)

2.3 การผลิตอาหารกระป๋อง

2.3.1 ประวัติของอาหารกระป๋อง

การทำอาหารกระป๋อง (canning) เป็นวิธีการถนอมอาหารแบบสเตอริไรซ์วิธีหนึ่งซึ่งค้นพบโดย นิโคลัส แอพเพิร์ต (Nicholus Appert) ชาวฝรั่งเศส ในปีพุทธศักราช 2353 โดยเขาได้รับรางวัลจากการค้นพบวิธีการถนอมอาหารด้วยความร้อนโดยการบรรจุอาหารลงในขวดแก้วปากกว้างปิดฝาจุกด้วยไม้ก๊อกให้แน่นแล้วนำไปต้มในน้ำเดือดแล้วทำให้เย็นลงทันที ทำหลายครั้งสลับกัน พบว่าสามารถเก็บรักษาอาหารไว้ได้นานโดยไม่เสีย ต่อมาได้มีการผลิตในประเทศอังกฤษและมีการเริ่มการใช้อาหารกระป๋องเหล็กฉาบดีบุกขึ้นเป็นครั้งแรก ทำให้มีการใช้กระป๋องโลหะนี้แทนขวดแก้วมากขึ้น เนื่องจากกระป๋องโลหะมีราคาถูกกว่าและไม่แตกง่ายเหมือนขวดแก้ว ปัจจุบันกระป๋องโลหะนี้ก็ยังเป็นที่นิยมใช้กันมาก โดยมีขนาดและรูปร่างต่างๆกัน ซึ่งใช้สัญลักษณ์ตัวเลข 3 หลัก ระบุขนาดกระป๋องคือ เส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงเช่นกัน กระป๋องขนาด 307 x 409 จะหมายถึงกระป๋องที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 7/16 นิ้ว และสูง 4 9/16 นิ้ว

ในการผลิตอาหารกระป๋องเป็นการถนอมอาหารแบบสเตอริไรเซชั่น ในการแปรรูปอาหารกระป๋องให้ปลอดภัยต่อผู้บริโภค ต้องทราบถึงขั้นตอนในการแปรรูปอาหารกระป๋องซึ่งมีขั้นตอนต่างๆดังนี้

1) การเตรียมวัตถุดิบ จุดประสงค์เพื่อคัดเลือกวัตถุดิบ และตัดแต่ง
2) การลวกด้วยน้ำร้อน (Blanching)
3) การบรรจุ (Filling) เป็นการบรรจุวัตถุดิบลงในภาชนะบรรจุที่สะอาด ถ้าขวดแก้ว

ควรล้างทำความสะอาดและปล่อยทิ้งไว้ให้แห้ง ในบางครัวเรือนที่ใช้ขวดแก้วที่ผ่านการใช้งานมาแล้ว เกรงว่าการทำความสะอาดด้วยการล้าง อาจกำจัดจุลินทรีย์ไม่หมดจึงทำการต้มขวดในน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาทีก่อนมาใช้ก็ได้ การบรรจุจะบรรจุวัตถุดิบที่เป็นของแข็งลงไปก่อน เช่น ในการทำผลไม้ในน้ำเชื่อม หรือในการทำปลากระป๋องบรรจุเนื้อปลาแล้วตามด้วยซอสมะเขือเทศหรือน้ำเกลือ การเติมของเหลวมีข้อควรระวังคือ ระดับของเหลวต้องท่วมชิ้นอาหารที่เป็นของแข็งและต้องไม่เติมจนเต็มกระป๋องหรือขวด จะต้องเหลือช่องว่างระหว่างผิวอาหาร (ของเหลว เช่น น้ำเชื่อม น้ำเกลือ ซอสมะเขือเทศ) กับฝาไว้เล็กน้อย (ช่องว่างดังกล่าว เรียกว่า Head space)

4) การไล่อากาศ (Exhausting) เป็นการไล่อากาศในภาชนะบรรจุออกไปให้มากที่สุด เนื่องจากถ้ามีอากาศหลงเหลืออยู่ในขณะฆ่าเชื้ออากาศจะขยายตัว ทำให้เกิดแรงดันอาจทำให้ตะเข็บกระป๋องแตกหรือขวดแก้วแตกได้ ถ้ามีอากาศอยู่ในกระป๋องหรือขวดไม่มากพอที่จะเกิดการแตกหักของภาชนะ อากาศที่อยู่ในกระป๋องหรือขวดจะทำให้คุณภาพของอาหารเปลี่ยนแปลงไป เช่น เกิดการเหม็นหืนในส่วนไขมัน หรือทำให้วิตามินสูญสลาย และหรือถ้าหากมีเชื้อจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตทำให้อาหารเสื่อมเสีย

เทคนิคในการไล่อากาศให้ได้ผลดี คือ ในการบรรจุควรบรรจุของเหลวในขณะร้อนแล้วนำไปไล่อากาศทันที การไล่อากาศแบบง่ายๆและมีต้นทุนในการผลิตไม่สูงนักสามารถทำโดยใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่ในครัวเรือนคือใช้ลังถึง ขั้นตอนการไล่อากาศควรต้มน้ำในลังถึงให้เดือด เมื่อบรรจุอาหารเสร็จ รีบนำขวดแก้วหรือกระป๋องโลหะวางในลังถึงทันที การนึ่งไล่อากาศจะนึ่งนานเท่าใดขึ้นกับอากาศที่ค้างอยู่ในอาหารนั้น สามารถตรวจโดยการวัดอุณหภูมิภายในอาหารกระป๋องให้ได้ 70 องศาเซลเซียส จึงจะจัดได้ว่าการไล่อากาศเรียบร้อยแล้ว

5) การปิดผนึก (Seaming) ในอาหารกระป๋อง การปิดผนึกต้องใช้เครื่องปิดผนึกเพื่อยึดฝาและขอบกระป๋องให้เรียบร้อย แต่ถ้าใช้ขวดแก้วการปิดผนึกนิยมใช้ฝาโลหะแบบหมุนเกลียวหรือแบบตะเข็บงอ

6) การฆ่าเชื้อ การฆ่าเชื้ออาหารกระป๋องหรืออาหารบรรจุขวดแก้วจะทำการฆ่าเชื้อแบบสเตอริไรเซชั่นซึ่งจะใช้ความร้อนในระดับใดขึ้นอยู่กับ pH ของอาหารนั้นๆ ถ้า pH ของอาหารต่ำกว่า 4.6 เช่น ผลไม้ในน้ำเชื่อม น้ำผลไม้ แยม และอาหารหมักดองจะฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส สามารถทำได้โดยใช้ภาชนะในครัวเรือนคือหม้อ ให้นำอาหารกระป๋องหรืออาหารบรรจุขวดแก้ว วางเรียงกันในหม้อ แล้วเติมน้ำให้ท่วมฝากระป๋องหรือฝาขวดยกขึ้นตั้งไฟ

ให้ความร้อนและเริ่มจับเวลาหลังจากน้ำเดือด เป็นเวลา 30 นาที แต่ถ้าอาหารมี pH สูงกว่า 4.6 เช่น อาหารประเภทเนื้อสัตว์ อาหารทะเล ผลิตภัณฑ์ที่ใช้นมและผักบางชนิด จะต้องฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส ซึ่งในการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส และใช้น้ำเป็นตัวพาความร้อน จำเป็นต้องใช้ความดันเข้ามาเกี่ยวข้องในกรณีนี้จำเป็นต้องใช้หม้อนึ่งอัดไอ โดยให้ความดันภายในหม้อนึ่งอัดไอ เท่ากับ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ซึ่งจะทำให้ภายในหม้อนึ่งอัดไอเท่ากับ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แต่อย่างไรก็ตามถ้าเป็นระบบโรงงานจะต้องศึกษาระยะเวลา และอุณหภูมิเฉพาะสำหรับอาหารแต่ละชนิด

เมื่อดำเนินการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารบรรจุขวดแก้วหรืออาหารบรรจุกระป๋องเสร็จก็นำอาหารที่ได้ดำเนินการต่อไป

7) การทำให้เย็น เพื่อป้องกันการเกิดการสุกของอาหารต่อไป เนื่องจากมีความร้อนสะสมในตัวอาหารเอง จึงจำเป็นต้องทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็วจนถึงอุณหภูมิระดับหนึ่งที่อาหารดังกล่าวยังมีความร้อนเหลืออยู่พอที่จะทำให้ผิวนอกของกระป๋องแห้งสนิทปราศจากหยดน้ำเกาะอยู่บนผิวกระป๋อง

วิธีการทำอาหารกระป๋องหรืออาหารบรรจุขวดแก้วให้เย็น สามารถทำได้ง่ายๆ โดยนำอาหารกระป๋องหรืออาหารบรรจุขวดแก้วแช่ลงในน้ำ ถ้าน้ำที่ใช้แช่เริ่มมีอุณหภูมิสูงขึ้น (ร้อนขึ้น) ให้ทำการเปลี่ยนน้ำใหม่ ดำเนินการเช่นนี้จนกว่าผลิตภัณฑ์มีอุณหภูมิต่ำลง (วัดอุณหภูมิของน้ำที่ใช้แช่อยู่ในช่วง 35 – 40 องศาเซลเซียส หรือเมื่อจับผลิตภัณฑ์จะรู้สึกอุ่นๆ)ให้นำขึ้นจากน้ำแล้วตั้งทิ้งไว้ การนำผลิตภัณฑ์ขึ้นจากน้ำในขณะอุ่นเพื่อให้ความร้อนจากผลิตภัณฑ์ช่วยให้น้ำที่เกาะอยู่ที่ภาชนะระเหยไป

8) ปิดฉลากและบรรจุหีบห่อ (Labelling and Packing) เป็นขั้นตอนสุดท้ายก่อนที่ผลิตภัณฑ์จะไปสู่ผู้บริโภค

2.4 หลักการผลิตอาหารกระป๋อง

จุดมุ่งหมายของการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน เพื่อทำให้อาหารนั้นอยู่ในสภาพปลอดเชื้อแบบเชิงการค้า หมายความว่าทำให้อาหารปราศจากเชื้อโชคที่เป็นอันตรายต่อการบริโภคและไม่มีจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเน่าเสียของอาหารซึ่งสามารถเจริญเติบโตในอาหารภายใต้สภาวะอุณหภูมิในการเก็บรักษาปกติ นั่นคือ เก็บไว้ได้นานที่อุณหภูมิห้องโดยไม่เน่าเสีย การใช้อุณหภูมิสูง

เป็นเวลานานเพื่อทำให้อาหารปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ ในทางปฏิบัติจำเป็นที่จะต้องมีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกอุณหภูมิและเวลาที่ใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งสภาวะที่ดีที่สุด นั่นก็คือ ลงทุนไม่สูงเกินไป สามารถทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและทำให้เกิดเน่าเสีย ขณะที่ยังคงรักษาคุณค่าของอาหารที่สำคัญไว้ได้ในระดับที่น่าพอใจ ทั้งให้ความพอใจกับผู้บริโภค (ให้ลักษณะเนื้อสัมผัส สี กลิ่น รส ที่ดีกับอาหาร) ดั้งนั้นแนวโน้มจึงเป็นการใช้อุณหภูมิสูงในเวลาสั้น แต่จะต้องมีความระมัดระวังมากเพราะการผดพลาดของเวลาไม่กี่นาทีหรืออุณหภูมิไม่กี่องศาเซลเซียสจะทำให้เกิดอันตรายมากว่าการใช้อุณหภูมิค่อนข้างต่ำและเวลานาน

ระดับอุณหภูมิและปริมาณความร้อนที่ต้องการเพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่สำคัญที่ปนเปื้อนมาในอาหาร จุลินทรีย์ที่มีการศึกษากันมากคือตัวที่อันตรายที่สุด เช่น *Clostridium botulinum* อย่างไรก็ตามอาหารเองก็อาจมีผลต่ออัตราการฆ่าเชื้อแบคทีเรียทั้งนี้รวมถึงสภาวะการเก็บหลังการให้ความร้อน ดั้งนั้นควรมีการศึกษาเพิ่มสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารใหม่หรือที่แปลกออกไปจากเดิม นอกจากนี้ควรมีการศึกษาความทนทานต่อความร้อนของจุลินทรีย์ที่มีเฉพาะในบริเวณนั้นๆ หรือในวัตถุดิบนั้นๆ แม้ว่าจุลินทรีย์พวกนี้อาจเป็นอันตรายแต่อาจเป็นสาเหตุของการเน่าเสียได้ โรงงานควรทำการทดลองเพื่อหาแบคทีเรียที่มีความทนทานต่อความร้อนจากสภาวะแวดล้อมและรอบๆ โรงงาน โดยปกติจะใช้แบคทีเรียที่มีความทนทานมากกว่า คือ *Clostridium botulinum* เพื่อให้แน่ใจความปลอดภัย

2.5 การสเตอริไลส์ (Heat Sterilization)

คำว่า “การสเตอริไลส์” หมายถึง การทำให้ปลอดเชื้ออาจไม่ใช่คำที่ถูกต้องนักในการนำมาใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสำหรับผลิตภัณฑ์อาหาร ทั้งนี้เนื่องจากจุดมุ่งหมายหลักของการสเตอริไลส์ คือ การทำให้อาหารปราศจากเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและเชื้อจุลินทรีย์หรือสปอร์ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการเน่าเสีย ซึ่งสามารถที่จะเจริญเติบโตในอาหารภายใต้สภาวะอุณหภูมิในการเก็บรักษาตามปกติ นั่นคือ อาหารที่ผ่านการให้ความร้อนต้องเก็บไว้ได้นานที่อุณหภูมิห้องโดยไม่เน่าเสีย หมายความว่า อาจมีจุลินทรีย์ที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคเหลือรอดอยู่ในอาหาร แต่พวกที่เป็นอันตรายต่อบริโภคตายหมดแต่สภาวะแวดล้อมไม่ทำให้มันสามารถเจริญเติบโตขึ้นมาได้ จึงเรียกกระบวนการให้ความร้อนตามหลักการนี้ว่า “การฆ่าเชื้อเชิงการค้า”

การสเตอริไลส์ เป็นกระบวนการให้ความร้อนแก่อาหารที่อุณหภูมิสูงและเวลาเพียงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์และการทำงานของเอนไซม์ เป็นผลทำให้อาหารที่ผ่านการสเตอริไลส์มีอายุการเก็บอย่างน้อย 6 เดือน การให้ความร้อนที่รุนแรงระหว่างการสเตอริไลส์อาหารในภาชนะบรรจุก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านคุณภาพทางโภชนาการและประสาทสัมผัสของอาหาร การพัฒนาเทคโนโลยีของการแปรอาหารในปัจจุบันจึงมีเป้าหมายหลักเพื่อลดความเสียหายที่จะเกิดต่อคุณค่าทางโภชนาการและคุณภาพทางสัมผัส โดยการลดเวลาในการให้ความร้อนแก่อาหารก่อนบรรจุ วิธีปลอดเชื้อหรือที่เรียกว่า aseptic processing

2.5.1 หลักการใช้ความร้อนในการสเตอริไลส์

การใช้ความร้อนในการสเตอริไลส์ คือ ใช้อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ทนทานความร้อนรวมทั้งสปอร์ด้วย ทำให้อาหารปราศจากเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค และเชื้อจุลินทรีย์หรือสปอร์ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการเน่าเสีย อย่างไรก็ตามต้องมีหลักการณ์ในการเลือกอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อด้วย นั่นคือ ต้องสามารถทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและทำให้เกิดการเน่าเสียได้ โดยที่ยังคงรักษาคุณค่าของสารอาหารและความพึงพอใจของผู้บริโภคในด้าน สี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัสที่ดีด้วย

2.5.2 ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาในการสเตอริไลส์อาหาร ได้แก่

2.5.2.1 จุลินทรีย์หรือเอนไซม์ที่ทนต่อความร้อนที่อาจมีอยู่ในอาหาร

2.5.2.2 เงื่อนไขการให้ความร้อน

2.5.2.3 พี เอช ของอาหาร

2.5.2.4 ขนาดของบรรจุภัณฑ์

2.5.2.5 ลักษณะทางกายภาพของอาหาร

2.5.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการให้ความร้อน

ในอุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง โดยเฉพาะอาหารกระป๋องที่มีความเป็นกรดต่ำ การกำหนดกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของผู้บริโภคโดยตรง ดังนั้นผู้ที่ทำงานทางด้านนี้จำเป็นที่จะต้องทราบเทคนิคพื้น ปัจจัยที่สำคัญและที่ต้องควบคุม

ในการกำหนดกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนนั้น เพื่อที่จะได้สามารถสามารถทราบถึงสภาวะในการทำงานซึ่งอาจจะก่อให้เกิดปัญหาและทำให้ไม่ได้กระบวนการที่ต้องการ

2.5.4 ข้อกำหนด

การใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์อาหารเป็นวิธีหนึ่งในการถนอมอาหารให้เก็บไว้ได้นานโดยความร้อนไปทำลายจุลินทรีย์ในอาหาร ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและเป็นสาเหตุให้อาหารเน่าเสียถูกบรรจุในภาชนะปิดสนิท เช่น กระป๋อง ซึ่งทำให้เกิดการเป็นสุญญากาศระหว่างการปิดผลึกแล้วนำไปฆ่าเชื้อด้วยความร้อนโดยใช้อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสม ภาชนะที่ใช้บรรจุทำหน้าที่ป้องกันอาหารจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ภายนอกทำให้เก็บรักษาไว้ได้นานและปลอดภัยแก่ผู้บริโภค

กระบวนการใช้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อที่สำคัญและต้องระวังเป็นพิเศษ คือ ที่ใช้กับอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ "อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ" หมายถึง อาหารใดก็ตามที่มีค่าความเป็นกรดด่าง สูงกว่า 4.6 และมีแอคติวิตี้ของน้ำ (water activity, Aw) สูงกว่า 0.85 อาหารพวกนี้มีปริมาณกรดต่ำพอและปริมาณน้ำสูงพอที่จะทำให้จุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายที่สำคัญๆเจริญเติบโตได้

2.5.5 การแบ่งกลุ่มอาหารตามความเป็นกรด-ด่าง

มีปัจจัยหลายปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญและขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์ชนิดทนความร้อนปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการแปรรูปอาหารด้วยความร้อนสูงคือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (พีเอช) ของอาหารเพราะว่าค่าความเป็นกรด – ด่างนี้จะเป็นตัวกำหนดอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ จากการศึกษาได้พบว่า อาหารที่มีค่าพีเอชต่ำ เวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อจะน้อย ได้แบ่งอาหารออกเป็นกลุ่มๆ ดังนี้

1) กลุ่มอาหารที่เป็นกรดต่ำ คืออาหารที่มีค่าพีเอช ระหว่าง 5.0-6.8 ได้แก่ อาหารจำพวกเนื้อสัตว์ เนื้อสัตว์ปีก สัตว์น้ำ ผลิตภัณฑ์นมและผลิตภัณฑ์ผักบางชนิด

2) กลุ่มอาหารที่เป็นกรดปานกลาง อาหารกลุ่มนี้มีค่าพีเอช ระหว่าง 4.5-5.0 ได้แก่ จำพวกซุป ผลิตภัณฑ์จากเส้นหมี่ เป็นต้น

3) กลุ่มอาหารที่เป็นกรด จะมีค่าพีเอชตั้งแต่ 3.7-4.5 ได้แก่จำพวกสับปะรด มะเขือเทศ ส้ม ลูกท้อ และผลไม้ผสม เป็นต้น

4) กลุ่มอาหารที่เป็นกรดสูง ซึ่งมีค่าพีเอชตั้งแต่ 3.7 ลงมา ได้แก่อาหารจำพวก ผักดอง อาหารหมักดอง แยม เจลลี่ และน้ำผลไม้บางชนิด

การแบ่งอาหารออกเป็นกลุ่มๆ โดยเฉพาะอาหารกลุ่มที่เป็นกรดและกลุ่มที่เป็นกรดสูงนั้น มีการถกเถียงว่าควรจะมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่าใดสำหรับการแบ่งกลุ่มอาหารนี้ ทั้งนี้เนื่องจากได้มีการพบสปอร์ของจุลินทรีย์บางชนิดในอาหารแปรรูปด้วยความร้อนสูง ที่มีค่าพีเอช 4.0 ในขณะที่สปอร์ของจุลินทรีย์บางชนิดสามารถเจริญได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีค่าพีเอช 3.7 ดังนั้นอาจแบ่งอาหารได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ กลุ่มอาหารที่เป็นกรดต่ำ (พีเอชสูงกว่า 4.5) กลุ่มอาหารที่เป็นกรด (พีเอช 4.0-4.5) และกลุ่มอาหารที่เป็นกรดสูง (พีเอชต่ำกว่า 4.0)

จากการแบ่งอาหารออกเป็นกลุ่มๆ เช่นนี้ ทำให้สามารถวินิจฉัยกรรมวิธีแปรรูปโดยใช้ความร้อนได้ อาหารที่เป็นกรดหรือกรดสูง สามารถใช้ความร้อนเพียง 90 องศาเซลเซียส หรือต้มให้เดือดแล้วทำให้เย็นก็เพียงพอ แต่อาหารที่เป็นกรดต่ำจำเป็นต้องใช้ความร้อนสูงถึง 116 องศาเซลเซียส หรือ 121.1 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาหนึ่ง

ผลไม้ประเภทที่มี พีเอช ใกล้เคียงกับ 4 หรือสูงกว่า 4.5 เช่น กล้วย ขนุน มะละลกอ หรือ มะม่วงบางพันธุ์จะต้องเติมกรดมะนาวลงไปในน้ำเชื่อมที่ใช้บรรจุเพื่อดึง พีเอช ลงมาให้ต่ำกว่า 4.5 จึงจะฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ได้ แต่ถ้าไม่ใช้วิธีลดพีเอช ให้ต่ำลงมากกว่า 4.5 ก็ต้องใช้หม้อนึ่งอัดไอโดยใช้อุณหภูมิ 115-120 องศาเซลเซียส หรือ ความดัน 10-15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีตลอดจนรสชาติก็จะเสียไปด้วยที่อุณหภูมินี้

2.6 การเสื่อมเสียของอาหารกระป๋อง

อาหารกระป๋องเสื่อมเสียก็ต่อเมื่ออาหารภายในกระป๋องเกิดการเปลี่ยนสภาพที่ทำให้เกิดอันตราย หรือเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของภาชนะบรรจุ ซึ่งจะนำไปสู่การเปลี่ยนสภาพของอาหารกระป๋อง ได้แก่ การเสื่อมเสียอาจเกิดจากสาเหตุหลายประการ เช่น เกิดจากจุลินทรีย์ จากปฏิกิริยาเคมีระหว่างภาชนะบรรจุกับอาหาร อาหารกระป๋องเสียอาจจะไม่ปรากฏลักษณะผิดปกติของภายนอกกระป๋อง หรืออาจจะแสดงลักษณะที่ผิดปกติให้เห็นอย่างได้เด่นชัด ฝากระป๋องทั้งสองปกติจะเป็นสุญญากาศ เว้าเข้าข้างในเล็กน้อย หรือไม่ก็จะต้องมีลักษณะเรียบ แต่ถ้าฝากระป๋องโป่งออกมาด้วยความดันภายในซึ่งอาจจะเกิดจากก๊าซที่จุลินทรีย์สร้างขึ้น หรือจากเคมี หรือจากกายภาพ เรียกกระป๋องพวกนี่ว่ากระป๋องบวม ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ กระป๋องบวมมากซึ่งไม่สามารถที่จะกดให้ยุบได้ และอีกแบบหนึ่งสามารถกดให้ยุบลงได้ แต่จะไม่สามารถกลับสู่สภาพ

เดิม เรียกกระป๋องบวมน้อย บางครั้งสามารถกดกระป๋องบวมปลายหนึ่งให้กลับสู่สภาพปกติได้ แต่ว่าฝาอีกด้านหนึ่งจะโป่งออก กระป๋องเสียแบบนี้เรียกว่า กระป๋องบวมแบบสปริงเจอร์ (springer) และกรณีกระป๋องมีลักษณะปกติ แต่ฝาจะโป่งออกเมื่อมีแรงกระทบด้านข้างหรือกระทบฝาด้านใดด้านหนึ่งการเสียของอาหารกระป๋องแบบนี้ เรียกว่า กระป๋องกระทบโป่ง (flipper)

การเสื่อมเสียของอาหารกระป๋องที่เกิดจากทางด้านเคมี ส่วนใหญ่จะเป็นพวก hydrogen swell ซึ่งเกิดจากกรดในอาหารทำปฏิกิริยากับเหล็กของกระป๋องทำให้เกิดก๊าซไฮโดรเจน และทำให้กระป๋องบวม hydrogen swell จะปรากฏมากขึ้นเมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป เช่น

- ความเป็นกรดของอาหารเพิ่มสูงขึ้น
- อุณหภูมิในการเก็บรักษาเพิ่มสูงขึ้น
- การเคลือบภายในกระป๋องไม่สมบูรณ์
- การไล่อากาศไม่ดี
- มีสารประกอบที่มีซัลเฟอร์ และฟอสฟอรัสละลายเจือปนอยู่ในอาหาร

นอกจากนี้ยังมีการเสื่อมเสียที่เกิดจากปฏิกิริยาของกระป๋องและอาหารที่บรรจุอยู่ในกระป๋อง เช่น

- สีภายในกระป๋องเปลี่ยนแปลงไป
- สีของอาหารเปลี่ยนแปลงไป
- มีกลิ่นและรสที่แปลกไปเกิดขึ้นในอาหาร
- น้ำหรือน้ำตาลในอาหารจะขุ่น
- กระป๋องมีสนิมเกิดขึ้น
- มีการเสื่อมเสียคุณค่าทางอาหาร

ได้กล่าวถึงการเสื่อมเสียของอาหารกระป๋อง สามารถแบ่งเป็น การเสื่อมเสียเนื่องจากการขนย้ายและทางกล การเสื่อมเสียอันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และการเสื่อมเสียอันเนื่องจากจุลินทรีย์

2.6.6.1 การเสื่อมเสียที่ไม่ได้เกิดจากจุลินทรีย์ การบวมอันเนื่องจากไฮโดรเจนเป็นการเสื่อมเสียที่พบมาก เนื่องจากส่วนประกอบของก๊าซที่ช่องว่างบนหัวกระป๋องผิดปกติ ประกอบด้วยก๊าซไฮโดรเจนถึงประมาณร้อยละ 60 ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาการกัดกร่อน การเสื่อมเสียแบบนี้มักเกิดกับอาหารที่เป็นกรดบรรจุในกระป๋องเคลือบแลคเกอร์ตามดหรือการเคลือบแลคเกอร์ไม่มีความ

สม่ำเสมอ จะทำให้เกิดการกัดกร่อนเฉพาะที่อย่างรุนแรงแล้วให้ก๊าซไฮโดรเจนได้ อาหารที่เป็นกรดมักจะมีอายุการเก็บจำกัด แม้จะบรรจุในกระป๋องเคลือบแลคเกอร์ก็ตาม

การกัดกร่อนของกระป๋องมีผลทำให้ดีบุกที่เคลือบหลุดออกไป ซึ่งจะทำให้เกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องนำไปสู่กระป๋องบวมจากก๊าซไฮโดรเจนได้ การกัดกร่อนกระป๋องเคลือบแลคเกอร์ มีลักษณะเช่นเดียวกับการกัดกร่อนของกระป๋องธรรมดา แต่ระยะเวลาจะช้ากว่ากระป๋องธรรมดา

กระป๋องบวมอันเนื่องมาจากไนไตรต์ เกิดจากการแตกตัวของไนไตรต์ไปเป็นออกไซด์ของไนโตรเจนและก๊าซไนโตรเจนในปริมาณที่มากพอจะทำให้กระป๋องบวมได้ การเสื่อมเสียเช่นนี้มักพบในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่เติมไนโตรต์ในปริมาณที่มากเกินไป หรือเกิดจากการผสมไม่สมบูรณ์

กระป๋องบวมอันเนื่องมาจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลระหว่างน้ำตาลและกรดอะมิโน มักพบในผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำตาลสูง

การเปลี่ยนสีของอาหารกระป๋อง โดยปกติเป็นผลมาจากเหล็กซัลไฟด์ ซึ่งเกิดกับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ นอกจากนี้อาจเกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีหรือเอนไซม์และปฏิกิริยาการกัดกร่อน เป็นต้น

การบรรจุมากเกินไป ปรากฏการณ์เช่นนี้มักเกิดขึ้นกับการปรับเครื่องบรรจุไม่ได้ที่ จึงทำให้เกิดการบรรจุมากเกินไป การบรรจุมากไปนี้เมื่อผ่านกระบวนการฆ่าเชื้ออาหารที่บรรจุอยู่ภายในจะเกิดการขยายตัวทำให้สุญญากาศภายในไม่มี มีผลทำให้กระป๋องมีลักษณะกระป๋องกระทบโป่งหรือแบบสปริงเจอร์ แต่อย่างไรก็ตาม กรณีเสื่อมเสียที่เกิดจากการบรรจุมากเกินไปจะไม่เกิดขึ้นถ้าหากไล่อากาศแบบใช้ตู้ไอน้ำ เพราะอาหารที่เกินจะล้นออกก่อน เนื่องจากการขยายตัว

การเกิดจุดด่างในกระป๋อง อาจเกิดจากสารเคมีที่แปลกปลอม เช่น สารเคมีที่ตกค้างหรือจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของผลิตภัณฑ์

การบุบของกระป๋อง มักเกิดขึ้นกับกระป๋องขนาดใหญ่ซึ่งภายในมีค่าสุญญากาศสูง ตัวกระป๋องบุบเข้าไปสาเหตุเนื่องจากแรงกดจากบรรยากาศภายนอกซึ่งสูงกว่าภายในมาก นอกจากนี้อาจเกิดจากการใช้แผ่นโลหะเคลือบดีบุกขนาดบางไปจนไม่สามารถทนแรงกดภายนอก การขนส่งที่มีแรงกระแทกอย่างรุนแรงจะทำให้กระป๋องบุบได้ง่ายโดยเฉพาะบริเวณตัวกระป๋อง กระป๋องบุบอาจเกิดจากอีกกรณี ตะเข็บกระป๋องเกิดรอยรั่วอันเนื่องจากตะเข็บนั้นมีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนด สำหรับการเกิดสนิมของกระป๋อง โดยเฉพาะการเกิดสนิมภายนอกกระป๋องอาจแบ่งได้ดังนี้

1) การทำกระป๋องให้เย็นหลังการฆ่าเชื้อ ถ้าทำกระป๋องให้เย็นเกินไปกระป๋องจะไม่แห้ง ทำให้เกิดสนิมได้ ปกติอุณหภูมิสุดท้ายของอาหารกระป๋อง หลังทำให้เย็นควรประมาณ 35 องศาเซลเซียส

2) รอยขีดบนกระป๋อง ถ้าแผ่นโลหะที่ใช้ทำกระป๋องพบว่ามีรอยขีดจนทำให้สารที่เคลือบหลุดไป จะทำให้กระป๋องเกิดสนิมได้ง่าย

3) การเปลี่ยนแปลงความชื้นและอุณหภูมิ อาจทำให้เกิดหยดน้ำขึ้นบนกระป๋อง โดยเฉพาะในห้องเก็บที่มีความชื้นสูงจะทำให้เกิดสนิมได้ง่าย นอกจากนี้ความชื้นและอุณหภูมิยังมีผลต่อสารที่ใช้บัดกรี เช่น การเปลี่ยนเป็นสารประกอบของตะกั่วที่อุณหภูมิ 29 องซาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70 เปอร์เซ็นต์จะทำให้สารนี้กร่อนและหลุดไป ทำให้เกิดสนิมได้

4) สาเหตุอื่นๆ เช่น เศษอาหารที่ล้างไม่สะอาดทำให้ติดอยู่กับกระป๋องหลังฆ่าเชื้อ การพาสารประกอบของคาร์บอเนตและฟอสเฟตปะปนมากับไอน้ำเมื่อมาถูกกับกระป๋องทำให้เกิดการกัดกร่อนได้ง่าย น้ำที่ใช้ในการทำให้กระป๋องเย็นมีคลอไรด์หรือฟอสเฟตในปริมาณสูงจะทำให้เกิดการกัดกร่อนได้ง่าย

การใช้หม้อฆ่าเชื้อไม่ถูกต้อง ได้แก่การลดความดันของหม้อฆ่าเชื้อเร็วเกินไป ทำให้ความดันในกระป๋องสูงกว่าความดันภายนอกกระป๋องจะทำให้กระป๋องมีลักษณะโป่งออก หรือเสียรูปร่างไปเมื่อกระป๋องผ่านกระบวนการทำให้เย็น จะเห็นได้ว่ากระป๋องปรากฏลักษณะบวม ลักษณะการบวมแบบนี้จะผิดไปจากกระป๋องบวมอันเนื่องมาจากก๊าซ กล่าวคือ สามารถกดฝากระป๋องให้อยู่ในสภาพเดิมหรือเกือบอยู่ในสภาพเดิมได้ สามารถสังเกตได้จากฝากระป๋องส่วนที่อยู่ใกล้ตะเข็บเกิดการขยายตัวจนมีลักษณะผิดรูปไปแต่ส่วนอื่นๆ ของฝายังปกติ

การไล่อากาศไม่เพียงพอในระหว่างแปรรูป หากไล่อากาศภายในกระป๋องหรือในอาหารไม่เพียงพอ จะทำให้กระป๋องบวมได้อันเนื่องมาจากความดันในกระป๋องสูง ลักษณะของกระป๋องที่แสดงว่าเกิดความผิดปกติจากการไล่อากาศจะมีลักษณะตั้งแต่กระป๋องโป่งจนถึงการเสียรูปร่างของกระป๋องทั้งใบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณก๊าซและอากาศที่เหลืออยู่ภายในกระป๋องหรือขึ้นอยู่กับอาหาร สำหรับกระป๋องที่มีค่าสุญญากาศต่ำ กระป๋องจะไม่แสดงลักษณะผิดปกติ แต่พบว่าเมื่อนำกระป๋องนี้ไปเก็บไว้ที่สภาวะอุณหภูมิสูงหรือที่มีค่าความดันบรรยากาศต่ำ จะทำให้กระป๋องมีลักษณะโป่งออกโดยเฉพาะที่ฝากระป๋องทั้งสองด้าน

ก๊าซที่อยู่ในกระป๋องอันเนื่องจากการไล่อากาศไม่เพียงพอนั้น จะเป็นอากาศส่วนใหญ่ แต่ถ้าพบว่าถ้าเป็นผลิตภัณฑ์ผักหรือเนื้อ ก๊าซที่พบจะเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แต่อย่างไรก็

ตาม ก๊าซที่พบหลังจากผ่านกระบวนการแปรรูปแล้วจะเป็นก๊าซไนโตรเจนเท่านั้น อัตราส่วนของก๊าซออกซิเจนที่พบในอาหารกระป๋อง จะมีค่าน้อยกว่าอัตราส่วนของก๊าซออกซิเจนในอากาศ และอัตราส่วนนี้จะลดลงจนไม่เหลือ ทั้งนี้เพราะว่าก๊าซจะไปทำปฏิกิริยากับอาหารและโลหะในภาชนะบรรจุ

2.6.6.2 การเสื่อมเสียที่เกิดจากจุลินทรีย์ จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียของอาหารกระป๋องนั้น เป็นเพราะแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ (spore forming bacteria) แบคทีเรียที่ไม่สร้างสปอร์ (vegetative bacteria) ยีสต์และเชื้อรา

การเสื่อมเสียของอาหารกระป๋องที่เกิดจากจุลินทรีย์แบ่งได้ดังนี้คือ

(1) การเสื่อมเสียโดย thermophilic sterile bacteria เพราะว่าแบคทีเรียชนิดนี้สามารถทนต่อความร้อนได้สูงกว่า mesoophilic bacteria

การเสื่อมเสียจาก thermophilic แบ่งออกได้ 3 ประเภท คือ

ก. Flat sour spoilage

ข. Thermophilic Anaerobe spoilage (T.A.Spoilage)

ค. Sulfide spoilage

ก. Flat sour spoilage ที่เรียกว่า การเน่าเสียนี้เนื่องจากอาหารที่เสียนั้นมีรสเปรี้ยว เพราะว่ามีการผลิตหรือแลคติกขึ้น การเสื่อมเสียชนิดนี้มีลักษณะพิเศษคือมีกรดแต่ไม่มีก๊าซเกิดขึ้น อาหารที่เสียนี้จะมีกลิ่นและลักษณะของอาหารเปลี่ยนแปลงไปเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ไม่สามารถจะมองเห็นได้ Flat sour spoilage นี้มักจะเกิดขึ้นในอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ เช่น ถั่ว และข้าวโพด เกิดจากจุลินทรีย์ *Bacillus, Bacillus* นี้จัดอยู่ได้ทั้งในจำพวก mesophiles, facultative thermophiles และ obligate thermophiles

Mesophilic bacteria จะถูกทำลายหมด เมื่อใช้ความร้อนในการ Process พอเพียง แต่พวก thermophilic bacteria บางชนิดสามารถทนอยู่ได้และจะทำให้มีการเน่าเสียเกิดขึ้น นอกจากนี้ในอาหารที่เป็นกรดจะมี *Bacillus coagulans* อยู่ในน้ำมะเขือเทศ ในการที่ *B.coagulans* สามารถอยู่ได้ในน้ำมะเขือเทศนั้น ขึ้นอยู่กับจำนวนของสปอร์ และปริมาณออกซิเจนของน้ำมะเขือเทศ เช่น ถ้ามีสปอร์เป็นจำนวนมากในอาหาร สปอร์นั้นจะงอกและเจริญเติบโตต่อไปในอาหารนั้นได้

ข. Thermophilic Anaerobe spoilage (T.A.Spoilage) การเสื่อมเสียชนิดนี้เกิดจากแบคทีเรียที่ไม่ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต ไม่มีก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์เกิดขึ้น เช่น

Clostridium thermosaccharolyticum เชื้อนี้สามารถย่อยน้ำตาลเป็นกรดและก๊าซได้ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไฮโดรเจน ก๊าซที่เกิดขึ้นนี้จะทำให้กระป๋องบวม และผลิตภัณฑ์จะมีรสเปรี้ยวเนื่องจากเชื้อนี้ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ในอาหารวุ้นสำหรับเลี้ยงเชื้อ (ager) ฉะนั้นในการแยกเชื้อนี้จึงต้องแยกในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลว เช่น liver broth และ thioglycollate broth อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส และตรวจดูผลจากก๊าซและกรดเปรี้ยวที่เกิดขึ้น

ค. Sulfide spoilage (Sulfur stinker)

เกิดจากแบคทีเรียที่ไม่ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต และผลิตก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟต์ เช่น *Clostridium nigrificans* การเสื่อมเสียชนิดนี้สังเกตได้ง่ายมากอาหารจะมีกลิ่นของไฮโดรเจนซัลไฟต์ และสีของอาหารจะเปลี่ยนเป็นสีดำ และจะพบในอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำและผลิตภัณฑ์ที่ผ่านความร้อนในการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอ สามารถตรวจสอบเชื้อชนิดนี้ได้โดยการตรวจดูโคโลนีสีดำ ซึ่งมี FeS จากอาหารเลี้ยงเชื้อที่มี $FeSO_4$ อยู่ อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน

(2) การเสื่อมเสียด้วย mesophilic spore forming bacteria

การเสื่อมเสียของอาหารเลี้ยงเชื้อ mesophilic bacteria ส่วนใหญ่จะเกิดจากแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ และจะเกิดขึ้นในอาหารที่ผ่านความร้อนในการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอ อาหารที่เสียนี้จะเกิดจากแบคทีเรียจำพวก *Clostridium* และ *Bacillus* เป็นส่วนใหญ่ การเสื่อมเสียที่เกิดจากเชื้อ *Clostridium* ได้แก่ *Clostridium butyricum* และ *Clostridium pasterianum* เชื้อดังกล่าวมีคุณสมบัติในการหมักน้ำตาลในอาหารได้ เชื้อนี้จะทำให้อาหารที่มีความเป็นกรดและอาหารที่มีความเป็นกรดปานกลางเสื่อมเสียได้ และจะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไฮโดรเจนขึ้นในอาหาร สปอร์ของจุลินทรีย์จำพวกนี้มีความต้านทานความร้อนได้น้อย ฉะนั้นจึงพบในอาหารที่ใช้อุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียส ในการผลิตอาหาร เช่น อาหารที่มีความเป็นกรดและฆ่าเชื้อด้วย commercially sterile นอกจากนี้ยังมีการเสื่อมเสียจาก *Clostridium* ชนิดที่ย่อยโปรตีน *Clostridium putrefaciens* และ *Clostridium botulinum* จุลินทรีย์นี้จะสลายโปรตีนและผลิตสารที่ประกอบด้วยไฮโดรเจนซัลไฟด์ แอมโมเนีย อินโดล คาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจน จุลินทรีย์บางชนิดสามารถทนต่อความร้อนได้สูงมาก และสปอร์อยู่ได้ดีในอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ

การเสื่อมเสียที่เกิดจาก spore forming aerobes เกิดจาก *Bacillus subtilis* และ *Bacillus mesentericus* เชื้อนี้พบในอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำและในอาหารกระป๋องที่รั่ว หลังจากผ่านความร้อนในการฆ่าเชื้อแล้ว

2.6.6.3 การเสื่อมเสียที่เกิดจากจุลินทรีย์ที่ไม่สร้างสปอร์ (non spore forming bacteria)

จุลินทรีย์ที่ไม่สร้างสปอร์บางชนิดสามารถทนความร้อนได้สูง เช่น สามารถอยู่ได้หลังจากที่ผ่านการพาสเจอร์ไลส์แล้ว จุลินทรีย์จำพวกนี้เรียกว่า thermoduric bacteria ได้แก่ *Streptococcus, Thermophilus, Micrococcus, Lactobacillus* และ *Microbacteria*

2.6.6.4 การเสื่อมเสียที่เกิดจากยีสต์

การพาสเจอร์ไลส์สามารถทำลายยีสต์ได้เป็นส่วนใหญ่ การเสื่อมเสียที่เกิดขึ้นจากเชื้อยีสต์นี้ส่วนมากแล้วจะเกิดเนื่องจากการใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอ หรือจากกระป๋องรั่ว การเสื่อมเสียของผักหรือผลไม้กระป๋อง นมข้นหวานกระป๋องเกิดจากขบวนการหมักของยีสต์ ผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และกระป๋องจะบวม

2.5.6.5 การเสื่อมเสียที่เกิดจากเชื้อรา

เชื้อราที่สามารถทนต่อความร้อนสูงในบางครั้งจะทำให้เกิดการเสื่อมเสียของผลไม้กระป๋องได้ เช่น *Byssochamys flavus* ซึ่งจะทำให้กระป๋องบวม เชื้อรานี้สามารถทนต่อความร้อนที่อุณหภูมิ 87.8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ascospore ของเชื้อรานี้ที่มีอยู่ในน้ำผลไม้สามารถทนความร้อนในอาหารที่มี พีเอช 5 ได้ดีกว่าในอาหารที่มี พีเอช 7

2.7 ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล

อาหารและผลิตภัณฑ์อาหารมากมายหลายชนิด มีปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์(enzymatic browning reaction) และปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่มีเอนไซม์ (nonenzymatic browning reaction) ที่เกิดขึ้นในระหว่างการแปรรูปและเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลทั้งผลดีและผลเสียต่อคุณภาพของอาหาร ดังนั้นการเข้าใจถึงกลไกการเกิดปฏิกิริยานี้ จึงมีความสำคัญต่อกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารเป็นอย่างมาก

ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลในอาหารเป็นปฏิกิริยาทางเคมีที่สลับซับซ้อน เพราะไม่ได้เป็นปฏิกิริยาปฐมภูมิ (primary reaction) แต่เป็นปฏิกิริยาทุติยภูมิ (secondary reaction) หลายๆ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นร่วมกันและให้สารสีน้ำตาลที่ผันแปรไปตามชนิดของอาหาร ถึงแม้จะเป็นอาหารชนิดเดียวกันก็ตาม ตัวอย่างเช่น การปอกมันฝรั่งจะเกิดปฏิกิริยาที่เร่งด้วยเอนไซม์ทำให้เกิดเป็นสี

แดง น้ำตาล หรือดำก็ได้ หรือเห็ดจะเกิดปฏิกิริยาที่เร่งด้วยเอนไซม์เปลี่ยนเป็นสีชมพูน้ำตาล เทาม่วง หรือดำก็ได้เช่นกัน ปฏิกิริยาการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลนี้ยังอาจขึ้นได้ในวัตถุดิบที่มีการเติมวิตามินซีหรือกรดแอสคอร์บิก ซึ่งจะถูกออกซิไดส์เป็นกรดดีไฮโดรแอสคอร์บิกแล้ว ทำปฏิกิริยาต่อกับกรดอะมิโน ทำให้เกิดสารสีน้ำตาลได้ โดยอาศัยปฏิกิริยาที่ไม่มีเอนไซม์เป็นตังเร่ง เรียกว่าปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction)

2.7.1ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์

ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ จะเกิดขึ้นกับเนื้อเยื่อพืชเมื่อเซลล์ถูกทำลายทางกล เช่น การปอกเปลือก หรือการหั่นชิ้น ทำให้เกิดปฏิกิริยาของสารประกอบโมโนฟีนอลที่อยู่ในเซลล์พืชสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศและมีเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (PPO) ทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮดรอกซิเลชัน ได้เป็นออร์-ไดฟีนอล (o-diphenol) สารนี้จะถูกออกซิไดส์ต่อให้เป็นออร์โท-ควิโนน (o-quinone) เอนไซม์ PPO อาจมีชื่อเรียกว่า พอลิฟีนอลเลส ฟีนอเลส ไทโรซิเนส ออร์โท-ไดฟีนอลออกซิเดส (o-diphenol oxidase) หรือแคตีคอลออกซิเดส (catechol oxidase) ควิโนนที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาที่เร่งด้วยเอนไซม์ PPO นี้ จะรวมตัวกันและเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดกับสารประกอบฟีนอลอื่นๆ หรือกับกรดอะมิโนได้เป็นสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำตาล

สับสเตรตที่ถูกออกซิไดส์ได้ด้วยเอนม์ PPO ได้แก่ สารประกอบฟีนอลที่มีอยู่ในพืชซึ่งเป็นสารฟลาโวนอยด์ (flavonoids) เช่น แอนโทไซยานิดิน ลูโคแอนโทไซยานิดิน ฟลาโวนอล แคตีคอล กรดคาเฟอิก กรดคลอโรจินิก แคตีชิน เอสเทอร์ของกรดซินนามิก (cinnamic acid ester) 3, 4-ไดไฮดรอกซีฟีนิลอะลานีน (chelating agents) และรีดิวซิงเอเจนต์ เช่น กรดแอสคอร์บิก และซิสเตอีน เป็นต้น

ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์เป็นปัญหาสำคัญในการแปรรูปผลไม้และผักหลายชนิด ได้แก่ แอปเปิล ท้อ สาลี กล้วย องุ่น มันฝรั่ง เห็ด มะเขือ ผักสลัด ใบชาและเมล็ดกาแฟ รวมทั้งอาหารทะเลบางชนิด เช่น กุ้ง ปู และกุ้งมังกร เมื่ออาหารเกิดสีน้ำตาลจะทำให้มีอายุการวางจำหน่ายสั้นลง และปฏิกิริยานี้ยังอาจทำให้เกิดปัญหากับผักผลไม้ที่ผ่านกระบวนการอบแห้งและแช่เยือกแข็งอีกด้วย

ข้อดีของปฏิกิริยานี้ คือ ทำให้ผลิตภัณฑ์บางชนิดมีสี กลิ่น และรสชาติดีขึ้น เช่นการอบแห้งลูกเกด ลูกพรุน และอินทผลัม การคั่วเมล็ดกาแฟ และการหมักใบชา ซึ่งต้องการให้เกิดสีน้ำตาล ช่วยให้มีกลิ่นและรสชาติดี การควบคุมปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ ไม่ให้

เกิดขึ้นในผักผลไม้บางชนิดทำได้โดยการลวก เพื่อยับยั้งเอนไซม์ PPO แต่วัตถุดิบบางชนิดหากนำไปลวกจะมีผลกระทบต่อกลิ่น รสชาติ และลักษณะเนื้อสัมผัส เช่น ผลไม้และหัวหอม

เอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล บางทีเรียกว่า ฟีนอเลส ซึ่งหมายถึงกลุ่มของเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบโมโนฟีนอลและออร์โท-ไดฟีนอลออกซิเดส แคตีคอเลส (catecholase) ครีโซเลส (cresolase) ไดปาออกซิเดส (dopaoxidase) และออกซิเดสจากมันเทศและมันฝรั่ง

เอนไซม์ฟีนอเลสค้นพบครั้งแรกโดย G.Bertrand ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการที่เห็ดเปลี่ยนเป็นสีดำ เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไทโรซีน ซึ่งเป็นกรดอะมิโนชนิดพีนอลิก ต่อมา F.Kubowitz ได้สกัดเอนไซม์ฟีนอเลสออกมาจากมันฝรั่งและทำให้บริสุทธิ์ได้ และพบว่ามีทองแดงแร่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบในโมเลกุลของเอนไซม์ ทำให้ทราบถึงหน้าที่ของทองแดงเนื้อเยื่อพืชและสัตว์ พืชที่มีเอนไซม์นี้มาก ได้แก่ ส้ม รากพืช กล้วย พลับ ท้อ สาลี่ แอปเปิ้ล อาโวคาโด มันเทศ มันฝรั่ง เห็ดมะเขือ แตง ข้าวสาลี่ ผักโขม มะเขือเทศ มะกอกฝรั่ง และใบชา

การทำงานของเอนไซม์ครีโซเลส มี 3 ขั้นตอน คือ เอนไซม์ ซึ่งเป็นโปรตีนต่ออยู่กับคิวพรัส 2 อะตอม (protein-Cu+) ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน 1 อะตอมได้เป็นสารประกอบเชิงซ้อน protein copper-oxygen หลังจากนั้นจะไปทำปฏิกิริยากับโมโนฟีนอล ได้เป็น ออร์โท-ควิโนน ส่วนเอนไซม์แคตีคอเลสจะออกซิไดส์ 2 โมเลกุลของ ออร์โท-ไดฟีนอลเป็น 2 โมเลกุลของ ออร์-ฟีนอล และได้ 2 โมเลกุลของน้ำออกมาด้วย

การเกิดสีน้ำตาลตามรอยช้ำหรือรอยตัดตามเนื้อเยื่อผักและผลไม้ เกิดขึ้นได้เนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของออร์โท-ควิโนน และพอลิเมอไรเซชันของสารที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน

2.7.1.1 หลักการของวิธีการวัดเอนไซม์ PPO

การวัดความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์ PPO มีหลักการดังนี้

1)โดยการวัดอัตราการใช้ออกซิเจนในปฏิกิริยาออกซิเดชันของแคตีคอล

2)โดยวิธี Colorimetic วัดปริมาณของเพอพูโรแกลลิน (purpurogallin) ที่เกิดขึ้นจากไพโรแกลอล (pyrogallol) ภายในเวลา 5 นาที

3)โดยวิธี Chlorimetric วัดอัตราการสูญเสียวิตามินซี เนื่องจากเกิดออกซิเดชันโดยออร์โท-เบนโซควิโนน ที่เกิดจากแคตีคอล

4)โดยวัดอัตราการเกิดสีจากสารลูโค-2,6-ไดคลอโรเบนซีโนนอินโด-3-คอลโรฟีนอล (leuco-2,6-dichlorobenzenoneindo-3-chlorophenol) ที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับ ออร์โทเบนโซควิโนน

เอนไซม์ฟีอเลสเป็น homogeneous enzyme ที่มีโมเลกุลประมาณ 128,000 ดาลตัน ซึ่งคำนวณได้จาก sedimentation constant หรือประมาณ 133,000 ดาลตัน เมื่อใช้ข้อมูลจาก light scattering ในโมเลกุลของเอนไซม์ฟีนอเลสมีทองแดงเป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณ 0.2 เปร์เซ็นต์ โดย 1 โมเลกุลของเอนไซม์จะมีทองแดงอยู่ 4 อะตอม และอยู่ในรูปคิวพรัส ไอออน และคิวพรัสจะเปลี่ยนเป็นคิวพริกโดยไม่มีการสูญเสียความสามารถในการทำงานของเอนไซม์ ทองแดงจะจับอยู่กับกรดอิมิโนฮิสติดีน เอนไซม์ฟีนอเลสที่บริสุทธิ์ไม่มีสีและดูดกลืนแสงได้ทั้งช่วงที่มองเห็น (visible) และอัตราไวโอเลตเหมือนโปรตีนทั่วๆ ไป

สารละลายเอนไซม์ฟีนอเลสมีความคงตัวมากที่สุดที่พีเอชใกล้เป็นกลาง สารละลายที่เข้มข้นจะมีความคงตัวมากกว่าสารละลายที่เจือจาง เมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เพียงระยะเวลาสั้นๆ หรือเขย่าสารละลายเอนไซม์อย่างรุนแรงในอากาศ จะทำให้เสียสภาพธรรมชาติได้ แต่สารละลายเอนไซม์ฟีนอเลสเข้มข้นในฟอสเฟตบัฟเฟอร์ที่ พีเอช ใกล้เป็นกลาง สามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิ 1 หรือ -25 องศาเซลเซียส นานหลายเดือนโดยไม่สูญเสียความสามารถในการทำงาน แต่การแช่เยือกแข็งนานๆ จะทำให้ความสามารถในการทำงานของเอนไซม์ลดน้อยลง และการสูญเสียนี้ทำให้กลับคืนไม่ได้

2.7.1.2 การควบคุมปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ในอาหาร

ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์เมื่อเกิดขึ้นในอาหารจะทำให้อาหารมีสีเปลี่ยนไป และยังทำให้รสชาติของอาหารบางชนิดเปลี่ยนแปลงไปด้วย อาหารจึงมีคุณภาพลดลง ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค การควบคุมไม่ให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์นี้ทำได้หลายวิธี จะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับอาหารแต่ละชนิด ตัวอย่างเช่น

1)ใช้ความร้อนทำลายเอนไซม์ PPO หรือฟีนอเลส เช่น การลวกผักด้วยไอน้ำ

2)ใช้สารเคมียับยั้งการทำงานของเอนไซม์ PPO หรือ ฟีนอเลส

3) เติมสารรีดิวซิงเอเจนต์ เช่น กรด แอสคอร์บิก ความเข้มข้นประมาณ 0.1-0.3 เปอร์เซ็นต์

4) กำจัดออกซิเจน โดยใช้ภาชนะบรรจุที่อากาศผ่านเข้าไม่ได้ หรือลดความดันของอากาศให้ต่ำกว่า 380 ทอร์ (torr) หรือเก็บรักษาในบรรยากาศที่มีออกซิเจนต่ำมากๆ

5) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสับสเตรตที่มีอยู่ตามธรรมชาติ

การยับยั้งเอนไซม์อาจใช้ 2-3 วิธีร่วมกันก็ได้ แต่การลวกไอน้ำใช้กับผลไม้ไม่ได้ เพราะจะทำให้ผลไม้บางชนิดมีกลิ่นผิดปกติ และทำให้เนื้อสัมผัสนิ่มลง อย่างไรก็ตาม สามารถใช้ความร้อนยับยั้งเอนไซม์ในน้ำผลไม้และเนื้อผลไม้ตีป่น (puree) หรือใช้เติมกรดแอสคอร์บิกลงไปทำให้ปฏิกิริยากับออร์โท-ควิโนน เพื่อเปลี่ยนกลับให้เป็นออร์โท-ไดฟีนอล ดังสมการ

-4เมทิล-ออร์โท-เบนโซควิโนน+กรดแอสคอร์บิก 4-เมทิลเคตีคอล+กรดดี $\rightarrow$ ไฮโดรแอสคอร์บิก

เอนไซม์ PPO จะถูกทำลายอย่างสมบูรณ์ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียสขึ้นไป ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องใช้อุณหภูมิสูงถึง 100 องศาเซลเซียส ในการทำลายเอนไซม์ PPO และควรมีการศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสม ในการทำลายเอนไซม์ PPO หรือฟีนอเลสในผักหรือผลไม้แต่ละชนิด และภายหลังการลวกแล้วต้องทำให้ผักและผลไม้เย็นลงอย่างรวดเร็ว เพื่อรักษาคุณภาพของอาหารไว้ให้ดีที่สุด

ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เป็นสารเคมียับยั้งเอนไซม์ PPO หรือฟีนอเลสได้ดีที่สุด และเป็นการยับยั้งแบบถาวรไม่กลับคืน นิยมใช้กับผลไม้อบแห้ง เช่น ลูกเกด แต่มีข้อเสียคือ ทำให้เกิดกลิ่น ถ้าใช้มากเกินไปอาจเกิดอันตรายต่อสุขภาพ และทำให้ผู้บริโภคบางคนเกิดอาการแพ้ได้ เช่น ทำให้เกิดอาการหอบหืด ดังนั้นคณะกรรมการอาหารและยา ประเทศสหรัฐอเมริกาจึงได้กำหนดปริมาณซัลไฟต์ที่ยอมให้มีได้ในผลิตภัณฑ์อาหาร และให้บ่งบอกไว้บนฉลากด้วย ปัจจุบันได้มีการศึกษาหาสารเคมีชนิดอื่นที่สามารถยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล โดยเฉพาะปฏิกิริยาที่เร่งด้วยเอนไซม์

2.7.2 ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์

ปฏิกิริยาที่ไม่อาศัยเอนไซม์หรือปฏิกิริยาเมลลาร์ด เป็นปฏิกิริยาที่ถูกค้นพบครั้งแรก เมื่อปี ค.ศ.1912 โดย Louis Maillard เมื่ออาหารทุกชนิดได้รับความร้อนจะมีการสูญเสียน้ำ (dehydration) มีการสลายตัว (degradation) และมีการรวมตัวกัน (condensation) ของหมู่อะมิโนกับสารประกอบรีดิวซิง พัฒนาเป็นสารประกอบเชิงซ้อนมีสีเหลืองจนถึงสีน้ำตาล และน้ำตาลแดง และทำให้อาหารมีกลิ่นและรสชาติเฉพาะ

การเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดของอาหารแต่ละชนิดเมื่อได้รับความร้อน จะทำให้มีทั้งสี กลิ่น และรสชาติเกิดขึ้นแตกต่างกัน และปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นที่อุณหภูมิสูง และจะผันแปรตามระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ เช่น เกิดขึ้นในระหว่างการคั่วเมล็ดกาแฟ ถั่วลิสง และโกโก้ การไหม้ของน้ำตาล (sugar caramel) การทอด การอบเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ขนมอบ และการปิ้ง-ย่าง-เผา

อาหาร เป็นต้น อาหารบางชนิดเมื่อเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดแล้ว จะทำให้อาหารมี คุณภาพด้านสี กลิ่น และรสชาติดีขึ้น แต่มีอาหารบางชนิดก็ไม่พึงประสงค์จะให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดังนี้

การจำแนกชนิดของปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์

ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์ สามารถจำแนกย่อย ออกได้เป็น 2 แบบ คือ

(1) การเกิดคาราเมไลเซชัน (caramelization)

(2) การเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด เป็นปฏิกิริยาระหว่าง หมู่คาร์บอนิลจากโมเลกุลของน้ำตาลรีดิวซิงกับหมู่เอมีนที่อยู่ในโมเลกุลของแอมโมเนีย กรดอะมิโนหรือโปรตีนเป็นcarbonyl-aminereaction

อย่างไรก็ตาม ทั้งสองปฏิกิริยามีอินเทอร์มีเดียตและโปรดักต์สุดท้ายเหมือนกัน

2.8 แทนนิน (Tannins)

แทนนินเป็นกลุ่มของสารประกอบเชิงซ้อนที่ได้จากธรรมชาติพบอยู่ในเปลือกของไม้ยืนต้น และยังได้พบในส่วนอื่นๆ ของพืชด้วย เช่น พบมากในใบชาโกโก้ และผลไม้ดิบบางชนิดที่มีรสฝาด ได้แก่ พลับ ละมุด กล้วย องุ่น ท้อ แอปเปิ้ล และสาลี่ แทนนินเป็นสารที่ทำให้เกิดรสฝาด (astringency) และมีสีเหลืองจนถึงสีน้ำตาล นอกจากนั้นยังทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ด้วยแทนนินสามารถจำแนกออกตามสมบัติดังนี้

2.8.1 แทนนินที่ไฮโรไลซ์ (hydrolysable tannins) หมายถึง กลุ่มของสารประกอบแทนนินที่เป็นอนุพันธุ์ของสารประกอบฟีนอล (phenolic compounds) เช่น กรดแกลลิก (gallic acid) และกรดเอลลาจิก (ellagic acid)

กรดแกลลิก สามารถเอสเทอริไฟด์กับน้ำตาลกลูโคสได้เป็นไกลโคไซด์ ชื่อ B-glucogallin ซึ่งพบได้ใน Chinese rhubarb กรดแกลลิกจะรวมตัวกันเอง 2 โมเลกุล ได้เป็นกรดเมแทไดแกลลิก (meta-digallic acid) หรือรวมตัวกัน 3 โมเลกุล ได้เป็นกรดเมแท-ไตรแกลลิก (meta-trigallic acid) สำหรับแทนนินที่เป็นพอลิเมอร์ของกรดและกรดเอลลาจิก คือ แกลโลแทนนิน (gallotanins) และเอลลาจิแทนนิน (ellagitannins) ตามลำดับ และจะมีน้ำตาลกลูโคสอยู่ในโมเลกุลด้วย 1 โมเลกุล

กรดแกลลิกยังเกิดขึ้นได้จากปฏิกิริยาการสลายตัวของแอนโทไซยานิดิน เช่น เดลฟินิดิน ด้วยด่างร้อน ซึ่งจะทำให้เกิดปฏิกิริยาการแทนที่ได้เป็นหมู่ไฮดรอกซิลบนวงแหวนฟีนิล

2.8.2 แทนนินที่ไฮโดรไซ์ไม่ได้ (Nonhydrolyzable tannins) คือ ลูโคแอนโทไซยานิน (leucoanthocyanin) เป็นรงควัตถุที่ไม่มีสี มีสูตรโครงสร้างคล้ายแอนโทไซยานิน เมื่อทำปฏิกิริยา

กับกรดร้อนจะได้เป็นแอนโทไซยานิน ลูโคแอนโทไซยานินเป็นสารที่ทำให้ผลไม้ดิบมีรสฝาด เช่น องุ่น กล้วย พลับ สาลี่ และแอปเปิ้ล โครงสร้างพื้นฐานของลูโคแอนโทไซยานิน คือ ฟลาแวน-3,4-ไดออล (flavan-3, 4-diol) สารนี้สามารถรวมตัวกันเป็นไดเมอร์ด้วยพันธะ 4-8 หรือ 4-6 หรือ อาจรวมตัวกันเป็นไตรเมอร์ หรือพอลิเมอร์ด้วย

2.8.3 Condensed tannins คือ กลุ่มของสารประกอบแมทนินที่เป็นอนุพันธุ์ของสารแคทีซีน (catechin) เช่น เป็นไดเมอร์ เชื่อมต่อกันด้วย 4,8 หรือ 2,8 C-C dimmer หรือ 3,3-ether-inked dimmer

ไอโซเมอร์ของแคทีชิน คือ อิพิแคทีชิน (epicatechin) ซึ่งสารทั้งสองชนิดนี้เป็นอนุพันธุ์ที่อยู่ในรูปรีดิวซ์ของฟลาโวน ในใบชามีแคทีชินและอิพิแคทีชินที่เอสเทอริไฟด์กับกรดแกลลิกที่ตำแหน่ง 3 ได้เป็น 3-galloyl epigallocatechin และ 3-galloyl epigallocatechin

สารประกอบแทนนินนอกจากที่กล่าวมาแล้ว ยังมีสารประกอบฟีนอลที่เป็นกรดไฮดรอกซี (hydroxyl acid) ด้วย ได้แก่ กรดคาฟเฟอิก (caffeic acid) และฟีนิลคาฟเฟเอต (phenyl cafeate) สารประกอบแทนนินเหล่านี้สามารถรวมตัวกับโลหะไอออนให้สารที่มีสีได้ และแทนนินยังมีสมบัติในการทำปฏิกิริยากับโปรตีนได้ดี จึงใช้แทนนินเป็นสารฟอกหนังในอุตสาหกรรม เมื่อนำแคมีชินมาต้มกับสารละลายกรดแก่เจือจางจะได้ตะกอนสีแดง เรียกว่า “tannins red” ซึ่งเชื่อว่าเป็นพอลิเมอร์ของแทนนิน

2.9 มาตรฐานของผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋อง

2.9.1 มาตรฐานทั่วไป ผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋องจัดเป็นอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทซึ่งตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 144 (พ.ศ. 2535) กำหนดให้เป็นอาหารเฉพาะต้องคุณภาพหรือมาตรฐานดังต่อไปนี้

(1) ไม่มีสี กลิ่นหรือรสที่ผิดจากสภาพของอาหารนั้น

(2) ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(3) ไม่มีสารพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

(4) ไม่มีสารปนเปื้อน เว้นแต่ดังต่อไปนี้

4.1) อาหารในภาชนะบรรจุที่เป็นโลหะ

- ดีบุก ไม่เกิน 250 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
- สังกะสีไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

- ทองแดง ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

- ตะกั่ว ไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เว้นแต่อาหารที่มีสารตะกั่วปนเปื้อนตามธรรมชาติในปริมาณสูง ให้มีได้ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

- สารหนู ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

- ปรอท ไม่เกิน 0.02 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

4.2) อาหารในภาชนะบรรจุที่ไม่ใช่โลหะ

- ตะกั่ว ไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เว้นแต่อาหารที่มีสารตะกั่วปนเปื้อนตามธรรมชาติในปริมาณสูง ให้มีได้ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

- สารหนู ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

- ปรอท ไม่เกิน 0.02 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

นอกจากคุณภาพหรือมาตรฐานดังกล่าวแล้ว อาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิทยังคงต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานเฉพาะ คือ ไม่มีวัตถุกันเสียแล้วแต่วัตถุกันเสียที่ติดมากับวัตถุดิบที่เป็นส่วนประกอบของอาหารนั้น

2.9.2 มาตรฐานของอาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อ อาหารที่ผ่านกรรมวิธีที่ใช้ทำลายหรือยับยั้งการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์ด้วยความร้อนภายหลังหรือก่อนการบรรจุหรือปิดผนึก ซึ่งเก็บรักษาไว้ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทและสามารถเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิปกติ ชนิดที่มีความเป็นกรด-ด่าง ตั้งแต่ 4.5 ลงมา ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานเฉพาะดังนี้

1) ตรวจพบจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส หรือ 45 องศาเซลเซียส

1.1 ไม่เกิน 1,000 ต่ออาหาร 1 กรัม สำหรับอาหารในภาชนะบรรจุที่เป็นโลหะหรือวัตถุอื่นที่คงรูป

1.2 ไม่เกิน 1,000 ต่ออาหาร 1 กรัม สำหรับอาหารในภาชนะบรรจุชนิดลามิเนต ฉาบเคลือบ อัด หรือติดด้วยโลหะหรือสิ่งอื่นใด หรือภาชนะบรรจุขวดแก้วที่มีฝายางหรือวัสดุอื่นผนึกหรือภาชนะอื่นซึ่งสามารถห้องกันมิให้ความชื้นหรืออากาศผ่านซึมเข้าภายในภาชนะบรรจุได้

2) ตรวจพบยีสต์ และรา ไม่เกิน 100 ต่ออาหาร 1 กรัม

ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มหรือตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 ต่ออาหาร 1 กรัม ในกรณีที่ตรวจโดยวิธีเอ็มพีเอ็น (most probably number)

2.9.3 มาตรฐานน้ำหนักเนื้ออาหาร (Drained weight) การตรวจน้ำหนักเนื้ออาหารให้ใช้วิธีที่กำหนดในหนังสือ AOAC (Association of official Chemists) ของประเทศสหรัฐอเมริกาฉบับพิมพ์ครั้งที่ 13

น้ำหนักเนื้อของผลไม้ หากเป็นชิ้นหรือเป็นแว่น ต้องมีไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของน้ำหนักสุทธิหากเป็นทั้งผล ต้องมีไม่น้อยกว่า 40 ของน้ำหนักสุทธิ

นอกจากนี้อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท จะต้องแสดงฉลากของอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องฉลาก

2.10 การเก็บรักษาเพื่อตรวจสอบคุณภาพ

ขั้นตอนนี้เป็นไปตามข้อบังคับว่าด้วยการผลิตอาหารกระป๋องที่ดี (GMP) อาหารกระป๋องแต่ละรุ่นที่ผ่านขั้นตอนการผลิตตั้งแต่ต้นจนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนและทำให้เย็นแล้วมีโอกาสเสียได้ เพราะอาจเกิดความผิดพลาดในขั้นตอนการผลิตในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งหรือหลายขั้นตอน ซึ่งผู้ผลิตเองไม่อาจทราบได้ เพื่อให้เกิดความแน่ใจในคุณภาพและความปลอดภัยของอาหารกระป๋องต่อผู้บริโภค ผู้ผลิตจำเป็นต้องเก็บอาหารกระป๋องแต่ละรุ่นที่ผลิตในคราวเดียวกันไว้ตรวจสอบคุณภาพเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 สัปดาห์ โดยมีหลักการปฏิบัติดังนี้

1) ตรวจสอบคุณภาพอาหารกระป๋องทันที ณ วันที่ผลิต

2) เก็บอาหารกระป๋องอย่างน้อย 8 กระป๋อง โดยการสุ่มตัวอย่างในตู้บ่มเชื้อ 37 องศาเซลเซียส และอีก 8 กระป๋อง ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7-14 วัน แล้วตรวจสอบคุณภาพอาหารกระป๋องที่บ่มไว้ทั้งสองอุณหภูมิ

3) ถ้าอาหารกระป๋องที่ตรวจสอบคุณภาพเกิดการบวม หรือมีคุณภาพไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ให้ถือว่าอาหารกระป๋องรุ่นนั้นไม่ผ่านมาตรฐานตามกรรมวิธีการผลิตที่ดี

2.11 การตรวจสอบคุณภาพอาหารกระป๋อง

วัตถุประสงค์ของการฆ่าเชื้อของอาหารกระป๋อง คือ การทำลายเชื้อจุลินทรีย์ แต่การเสื่อมเสียของอาหารที่เกิดขึ้นได้ ซึ่งสาเหตุหลักของการเกิดการเสื่อมเสีย คือ การให้ความร้อนไม่

เพียงพอ การทำให้เย็นลงไม่เพียงพอ การปนเปื้อนของอาหารเนื่องจากการรั่วซึมผ่านทางตะเข็บกระป๋อง และการเน่าเสียของวัตถุดิบก่อนเข้ากระบวนการแปรรูป

ดังนั้นการตรวจสอบของผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋องจึงนับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะจะทำให้อาหารกระป๋องนั้น ผ่านกระบวนการคัดเลือกวัตถุดิบ การให้ความร้อนและเวลาในการฆ่าเชื้อ ตลอดจนสภาพที่ใช้ในการเก็บรักษา เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์หรือไม่ โดยการตรวจสอบจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ตรงกับมาตรฐาน และเพิ่มความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

2.12 วิธีการตรวจสอบอาหารกระป๋องมีดังนี้

1) บันทึกลักษณะภายนอกกระป๋อง ได้แก่

ขนาดกระป๋อง

ลักษณะภายนอกโดยทั่วไปของกระป๋อง ให้ตรวจและจดสภาพของกระป๋องที่พบภายนอกซึ่งอาจจะพบในสภาพดังนี้

- Flat can หมายถึง กระป๋องซึ่งฝาทั้งสองด้านโค้งเข้าด้านในหรือแบนหรือเว้า
- Flipper หรือ Springer หมายถึง กระป๋องที่ฝาด้านหนึ่งโป่ง เมื่อกดลงไปด้านหนึ่งจะโป่งออก
- Soft swell หมายถึง ฝาและก้นกระป๋องบวมโป่งแต่ใช้นิ้วมือกดให้ปุ๋มลงได้เนื่องจากความดันภายในต่ำ
- Hard swell หมายถึง กระป๋องที่ฝาด้านหนึ่งโป่งออก และไม่สามารถจะรับการกดดันได้ การบวมที่เกิดขึ้นเร็วจะทำให้กระป๋องเสียรูป เรียกสภาพกระป๋องที่บวมจนเสียรูปนี้ว่า buckle
- Leaker หมายถึง กระป๋องที่มีรู หรือรอยรั่ว
- Dents หมายถึง กระป๋องมีรอยบุบ ซึ่งเกิดขึ้นโดยทางเครื่องจักรกล ทำให้ปริมาตรกระป๋องลดลง หรือตะเข็บเสียรูป
- Penels หมายถึง รอยบุบที่ตัวกระป๋อง จะสังเกตเห็นได้จากกระป๋องขนาดใหญ่ เนื่องจากมีความเป็นสุญญากาศภายในสูง

ชั่งน้ำหนักทั้งหมดของกระป๋องบรรจุอาหาร (total weight)

วัดความดันสุญญากาศภายในกระป๋อง โดยใช้เครื่องวัดความดัน

2) บันทึกลักษณะภายนอกในกระป๋อง

2.1) วัด gross headspace ซึ่งหมายถึง ระยะทางตั้งแต่ผิวอาหารจนถึงขอบบนของกระป๋อง

2.2)วัดน้ำหนักเนื้ออาหาร (drained weight)

โดยเทตัวอย่างอาหารลงบนตะแกรงให้น้ำออกจนหมดประมาณ 2 นาที จากนั้นนำเนื้อผลไม้ไปชั่งน้ำหนัก

$$\text{น้ำหนักเนื้ออาหาร (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักเนื้ออาหาร x 100}}{\text{น้ำหนักสุทธิ}}$$

2.3) วัดน้ำหนักสุทธิ (net weiht)

นำกระป๋องเปล่าพร้อมฝามาล้างและเช็ดให้แห้ง อบให้แห้งสนิท ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น นำมาชั่งน้ำหนักหาน้ำหนักของกระป๋องเปล่า แล้วนำมาหักจากน้ำหนักทั้งหมดก็จะเป็นน้ำหนักสุทธิ

2.4) นำตัวอย่างอาหารทั้งกระป๋องปั่นให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน

ตัวอย่างอาหารมีน้ำตาลผสมอยู่ด้วย เช่น ผลไม้ในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋องให้นำมาหา cut out brix หรือค่าปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมด (total soluble solids) ความหวานที่วัดได้สามารถนำมาจัดระดับชั้นความหวานได้ว่า เป็นหวานน้อย (light) หวานปานกลาง (medium) หวานมาก (heavy) หรือหวานมากพิเศษ (extra heavy)

2.5) ตรวจสภาพในกระป๋อง

ตรวจดูรอยขีดข่วน ลักษณะการฉาบดีบุกหรือแลคเกอร์ ตลอดจนการกัดกร่อนภายในเป็นต้น

2.13 การตรวจตะเข็บกระป๋องบรรจุอาหาร

กระป๋องที่ใช้บรรจุอาหารจะต้องมีการผนึกอย่างสนิท เพราะถ้าหากมีรูรั่ว จุลินทรีย์จะสามารถผ่านเข้าไปได้ และทำให้อาหารเกิดการเน่าเสีย โดยปกติกระป๋องมีส่วนที่ต้องผนึกอยู่ 3 แห่งคือ ตะเข็บข้าง ก้น และฝา ส่วนกระป๋องอลูมิเนียม หรือกระป๋องพลาสติกจะมีการผนึกเพียง 2 แห่ง คือ ก้นและฝา

ตะเข็บข้างของกระป๋องทำจากแผ่นโลหะที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ทำเป็นขอ และนำมาเกี่ยวกันไว้แล้วเชื่อมด้วยตะกั่ว บัดกรี หรือนำแผ่นปลายโลหะมาเกยกันไว้แล้วนำมาบัดกรี ตะเข็บข้างมี

ความสำคัญต่อตะเข็บฝามาก โดยเฉพาะจุดที่ตะเข็บข้างทบกับตะเข็บฝา และอาจเป็นจุดที่ทำให้กระป๋องรั่วได้

ตะเข็บฝา และตะเข็บก้น โดยปกติแล้วมีลักษณะเหมือนกัน ตะเข็บส่วนนี้มักนิยมทำกันเป็น 2 แบบ คือ แบบที่เชื่อมด้วยตะกั่ว และแบบที่ทำเป็นขอเกี่ยวพัน (double seam) แบบที่เชื่อมด้วยตะกั่วนั้นมักจะใช้กับอาหารจำพวกนม ลักษณะกระป๋องที่ส่งเข้าโรงงานจะมีฝา และก้นบัดกรีติดอยู่กับกระป๋องเรียบร้อยแล้ว แต่ได้เจาะรูเล็ก ๆ ไว้ที่ศูนย์กลางของฝาเพื่อใช้เป็นที่บรรจุอาหาร และรูเล็ก ๆ นี้จะอุดเมื่ออาหารถูกบรรจุแล้ว

ส่วนตะเข็บแบบที่ทำเป็นขอเกี่ยวกันนั้นมักใช้กับกระป๋องที่เปิดหัวท้าย (open top can) ตะเข็บแบบนี้เกิดจากขอสองอันเกี่ยวกันไว้คือ ขอตัว (body hook) และขอฝา (cover hook) โดยมียางกันรั่ว แทรกอยู่ การทำตะเข็บต้องทำสองขั้นตอน (double seam) หรือเรียกว่าตะเข็บขอบคู่ เป็นแบบที่ใช้กันมากในปัจจุบัน

2.13.1 ปัจจัยที่มีผลต่อตะเข็บขอบคู่

ตะเข็บของกระป๋องแต่ละขนาด ที่ใช้แผ่นโลหะที่มีความหนาและความแข็งแรงแตกต่างกันจะมีโครงสร้างแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับปัจจัย 4 ประการ

1) รูปร่างลักษณะของฝา ความยาวของส่วนโค้งของฝา และความหนาของสัน ตะเข็บที่มีผลต่อขนาดจองตะเข็บมาก ความเรียวบางของแท่นกดฝาก็มีผลต่อตะเข็บเช่นเดียวกัน โดยปกติแท่นกดฝาจะมีความเรียวประมาณ 3-6 องศา จากแนวตั้ง

2) รูปร่างลักษณะของตัวกระป๋อง ส่วนของกระป๋องแบ่งออกไปเป็นปลีกจะมีมุม 3-6 องศา จากตัวกระป๋อง เป็นมุมรับกับฝากระป๋องและแท่นกดฝาพอดี ส่วนของตัวกระป๋องที่จะเป็นขอตัวขึ้นอยู่กับส่วนที่เป็นปลีก และแรงกดของแท่นรองกระป๋อง ถ้าแรงดันของแท่นรองกระป๋องมากเกินไปขอตัวจะยาวมาก ในทางตรงกันข้าม ถ้าแรงดันของแท่นรองกระป๋องน้อยเกินไปขอตัวจะสั้น โดยปกติความยาวของปีกกระป๋อง ความหนาของเส้นตะเข็บและส่วนงอของฝา ไม่เปลี่ยนแปลงมากนักถึงแม้ขนาดกระป๋องจะเปลี่ยนไป การเปลี่ยนแปลงจะเกิดขึ้นเมื่อใช้แผ่นโลหะที่มีความหนาแตกต่างไป

3) รูปร่าง ขนาดของลูกกลิ้งและแท่นกดฝา รูปร่างของตะเข็บจะขึ้นอยู่กับแท่นรองของลูกกลิ้ง และความเรียวของแท่นกดฝา ขนาดของร่องของลูกกลิ้งจะต้องเปลี่ยนแปลงไปตามขนาดของกระป๋องและความหนาของโลหะ เป็นผลให้ขนาดของตะเข็บเปลี่ยนแปลงด้วย

4) ควรปรับลูกกลิ้ง การปรับแรงกดของลูกกลิ้ง และแรงกดของแท่นรองกระป๋องจะเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดจะทำให้ส่วนต่าง ๆ ของตะเข็บเปลี่ยนแปลง ตะเข็บเหล่านี้ถ้าดูจากภายนอกจะเป็นปกติดี

ตารางที่ 3 แสดงความผิดปกติของสิ่งที่จะต้องแก้ไขของตะเข็บ

ความผิดปกติ	สิ่งที่จะต้องแก้ไข
สันคม	1. ใช้ตะกั่วบัดกรีที่ตะเข็บข้างมากเกินไป
	2. แท่นสวมฝากระป๋องกร่อนมาก
	3. ลูกกลิ้งกร่อนเกินไป
	4. ตั้งแท่นสวมฝาลึกเกินไปเมื่อเทียบกับลูกกลิ้ง
	5. แท่นสวมฝาลึกเกินไปเมื่อเทียบกับลูกกลิ้ง
	6. ตั้งลูกกลิ้งที่ 1 และ 2 แน่นเกินไป
ขอไม่เกี่ยวกัน	1. ตัวกระป๋องผิดปกติ
	2. ฝากระป๋องผิดปกติ
	3. ตั้งแท่นรองกระป๋องต่ำเกินไป
ตะเข็บไม่สมบูรณ์	1. ตั้งแท่นรองกระป๋องไม่ถูกต้อง
	2. ตั้งแท่นสวมฝาสูงหรือมีความเรียวไม่ถูกแบบ
	3. ลูกกลิ้งไม่หมุน
	4. ให้เวลาสำหรับการทำงานลูกกลิ้งน้อย
	5. แท่นสวมฝากร่อนมา
ขอพับไม่เข้าที่	1. ขอตัวยาวเกินไป
	2. ตัวลูกกลิ้งตัวที่หนึ่งหลวมหรือแน่นเกินไป
	3. ใช้ตะกั่วบัดกรีตะเข็บข้างมากเกินไป
	4. ตั้งลูกกลิ้งตัวที่สองแน่นเกินไป
	5. ตัวกระป๋องไม่ปกติ เช่น โค้งงอ
ฝามีความลึกมากเกินไป	1. ตั้งแท่นรองกระป๋องสูงเกินไป
	2. ตั้งแท่นสวมฝาต่ำเกินไป
	3. ฝา หรือแท่นสวมฝาผิดปกติ

ตารางที่ 3 แสดงความผิดปกติของสิ่งที่จะต้องแก้ไขของตะเข็บ (ต่อ)

ความผิดปกติ	สิ่งที่จะต้องแก้ไข
ฝามีความลึกมากเกินไป	4. แท่นสวมฝาแน่นเกินไป
	5. ลูกกลิ้งสูงกว่าแท่นสวมฝามาก
ฝามีความลึกน้อยเกินไป	1. ตั้งแท่นรองกระป๋องต่ำเกินไป
	2. แท่นสวมฝากร่อนเกินไป
	3. ลูกกลิ้งกร่อนเกินไป
ความลึกของฝาไม่เท่ากัน	1. ตัวกระป๋องไม่ปกติ
	2. แท่นสวมกระป๋องหลวม
	3. แท่นสวมฝากระป๋องแตกหรือไม่สมบูรณ์
	4. ฝากระป๋องมีรูปแบบที่ไม่ถูกต้อง
	5. ลูกกลิ้งและแท่นสวมฝาเบี้ยว
	6. แท่นรองกระป๋องเบี้ยว
ตะเข็บคู่ยาวเกินไป	1. ลูกกลิ้งลูกแรกหลวมเกินไป
	2. ลูกกลิ้งลูกที่สองแน่นเกินไป
	3. ตั้งแท่นรองกระป๋องสูงเกินไป
	4. ลูกกลิ้งลูกแรก หรือลูกที่สองกร่อนมาก
ตะเข็บขอคู่สั้นเกินไป	1. ลูกกลิ้งลูกแรกแน่นเกินไป
	2. ลูกกลิ้งลูกที่สองหลวมเกินไป
	3. ฝากระป๋องลึกเกินไป
	4. ลูกกลิ้งและแท่นสวมฝาไม่อยู่ในระดับเดียวกัน
ตะเข็บขอคู่สั้นเกินไป	1. ตั้งแท่นวางกระป๋องสูงเกินไป
	2. ความสูงของแท่นสวมฝาไม่ถูกต้อง
ขอตัวยาวเกินไป	1. ตั้งแท่นรองกระป๋องต่ำเกินไป
	2. ลูกกลิ้งตัวแรกแน่นเกินไป

ตารางที่ 3 แสดงความผิดปกติของสิ่งที่จะต้องแก้ไขของตะเข็บ (ต่อ)

ความผิดปกติ	สิ่งที่จะต้องแก้ไข
ขอตัวยาวเกินไป	3. ลูกกลิ้งตัวที่สองหลวมเกินไป 4. ความสูงของแท่นสวมฝาไม่ถูกต้อง
ขอตัวสั้นเกินไป	1. ตั้งลูกกลิ้งตัวแรกแน่นเกินไป 2. ความลึกของฝาน้อยเกินไป 3. ตั้งแท่นรองกระป๋องต่ำเกินไป
ขอฝายาวเกินไป	1. ม้วนขอบฝาน้อยเกินไป 2. ความลึกของฝามากเกินไป 3. ตั้งแท่นรองกระป๋องสูงเกินไป 4. ลูกกลิ้งตัวแรกหลวม กร่อน และแน่นเกินไป
ขอฝาสั้นเกินไป	1. อุปกรณ์ต่างกันมาก เช่น ลูกปืน ลูกกลิ้ง แท่นรองกระป๋อง และแท่นสวมฝา 2. ตะเข็บขอคู่ทางด้านก้นกระป๋องไม่เท่ากัน 3. ตัดโลหะตัวกระป๋องไม่เท่ากัน 4. ม้วนขอฝาไม่เท่ากัน

ที่มา : ไพโรจน์,(2524)

2.13.2 วิธีการตรวจตะเข็บกระป๋อง

โดยเริ่มจากการตรวจสอบลักษณะภายนอก การตัดขวางตะเข็บและการฉีกตะเข็บออก วัดจากการวัดเหล่านี้ นำค่าที่ได้มาคำนวณหาส่วนที่เกยกันของขอตัวและขอฝา ทำให้ทราบว่าตะเข็บมีคุณภาพดีหรือไม่

1) บันทึกรายละเอียดเกี่ยวกับตัวอย่างอาหารตามที่ปรากฏบนฉลาก และตัวกระป๋อง
2) ตรวจสภาพภายนอกตะเข็บ ถ้ามีตำหนิให้พิจารณา และระบุชนิดจองตำหนิที่ปรากฏดังนี้

ก. สันคม (cut over) เกิดบริเวณด้านข้างของตะเข็บ สาเหตุเกิดเนื่องจากแท่นกดฝา (base plate) มีความสูงไม่พอ ทำให้ตะเข็บขาดการรองรับในขณะที่ลูกกลิ้งทำงาน

ข. ย้วย (droop) เกิดใต้ตะเข็บของกระป๋องหรือใต้ขอฝา และพบมากในบริเวณตะเข็บข้าง สาเหตุเกิดจากฝาพับไม่เข้าที่ทำให้ขอฝาในบริเวณนั้นสั้นกว่าปกติ

ค. ตะเข็บไม่สมบูรณ์ (dead head) สาเหตุเกิดจากแท่น ส่วนฝาหมุน แต่ตัวกระป๋องไม่หมุน หรือหมุนบ้าง ไม่หมุนบ้าง ทำให้ตะเข็บฝาไม่สมบูรณ์การที่กระป๋องไม่หมุนในขณะที่แท่นสวมฝา (chuck) หมุนนั้นเกิดจากแท่นรอง กระป๋องมีความยืดมาก โดยเฉพาะในขณะที่ทำการปิดฝากระป๋องที่บรรจุอาหารที่ใช้น้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นสูง น้ำเชื่อมจะซึมเข้าไปในช่องว่างรอบ ๆ เพลาของแท่นรองกระป๋อง ทำให้เกิดการหนืดเหนียวและหมุนไม่สะดวก

ง. ขอไม่เกี่ยวกัน (false seam) สาเหตุเกิดจากขอตัวและขอฝาไม่เกยกัน

จ. ขอฝาพับไม่เข้า (lips spur, vees) เป็นการผิดปกติของตะเข็บที่เกิดขึ้น เฉพาะแห่งทำให้ขอตัว และขอฝาไม่เกยกัน ทั้งนี้เนื่องจากขอฝาไม่พับเข้าที่ โดยปกติเป็นรูปตัววี

ฉ. รอยตำหนิที่เกิดจากลูกกลิ้งแลแท่นสวมฝากระป๋อง (roll and chuck-wearmarks) เป็นตำหนิที่เกิดบนตะเข็บกระป๋องที่เป็นรอย

ช. ยางกันรั่วทะลัก ซึ่งปรากฏให้เห็นใต้ตะเข็บ

ซ. รอยกระทบ จะเห็นเป็นรอยยุบบนตัวกระป๋องหรือตะเข็บ

ฌ. สนิม อาจเกิดบนฝาหรือตัวกระป๋อง โดยเฉพาะบริเวณตะเข็บข้าง สนิมอาจเกิดจากกระป๋องแห้งไม่สนิท หลังจากทำให้เย็นแล้ว หรือสภาพการเก็บไม่เหมาะสม การเกิดสนิมตามแนวตะเข็บข้างเกิดจากการใช้ฟลักซ์ (flux) มากเกินไป ขณะทำการบัดกรี

2.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พรรัตน์ พัชรี และปิยนุช (2541) ได้ศึกษาผลของอายุการเก็บต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะละกอที่บรรจุกระป๋องดีบุกและกระป๋องเคลือบแลคเกอร์ โดยการวิเคราะห์ปริมาณดีบุกไลโคพีน กรดแอสคอร์บิก เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างทุก ๆ 2 เดือน เป็นเวลา 1 ปี พบว่าปริมาณโลหะดีบุกของมะละกอที่บรรจุในกระป๋องเคลือบแลคเกอร์ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ส่วนปริมาณไลโคพีน กรดแอสคอร์บิก เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้มีค่าลดลง เมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้นทั้งในมะละกอที่บรรจุในกระป๋องดีบุกและกระป๋องเคลือบแลคเกอร์ การประเมินผลทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับทางด้าน สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมของ

ผลิตภัณฑ์มะละกอที่บรรจุในกระป๋องเคลือบดีบุกและกระป๋องเคลือบแลคเกอร์อยู่ในช่วงคะแนนที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ แต่มีการยอมรับลดลงเมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้น

พงษ์เทพ เกิดเนตร (2541) ได้ศึกษาการผลิตมังคุดกระป๋องเพื่อพัฒนากระบวนการผลิตและปรับปรุงคุณภาพให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค พบว่า คุณภาพของวัตถุดิบเป็นสิ่งสำคัญที่มีผลต่อการยอมรับของผลิตภัณฑ์ระดับความสุกของมังคุดที่เหมาะสม คือ ระดับสีที่ 5 ซึ่งมีผิวสีน้ำตาลแดง-แดง และทำการปอกเปลือก ผลการใช้สารละลายเกลือความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ แคลเซียมคลอไรด์ และแคลเซียมซัลเฟต และเติมน้ำเชื่อมความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 28, 31 และ 35 บริกซ์ พบว่าการแช่สารละลายในแคลเซียมไฮดรอกไซด์และเติมน้ำเชื่อม 31 บริกซ์ ได้รับการยอมรับสูงสุด ซึ่งเนื้อมังคุดได้มีสีขาวนวล รสชาติหวานอมเปรี้ยว เนื้อมังคุดแข็งกรอบ น้ำเชื่อมใส องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อมังคุดกระป๋องที่เก็บรักษาเป็นเวลา 1 เดือน พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้น 21.0 -30.0 เปอร์เซ็นต์ น้ำตาลทั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก 13.80-19.80 เปอร์เซ็นต์ และน้ำตาลรีดิวส์เพิ่มขึ้น 4.20 – 7.00 เปอร์เซ็นต์ ในขณะค่าเป็นกรด-ด่าง ลดลงจาก 4.47-3.35 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดซิตริกลดลง 0.39-0.18 เปอร์เซ็นต์ และวิตามินซีลดลง 1.32-0.78 มิลลิกรัม/100 กรัม เนื้อมังคุด ส่วนองค์ประกอบทางเคมีของน้ำเชื่อมพบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดลดลงจาก 28.2-22.0 เปอร์เซ็นต์ น้ำตาลทั้งหมดลดลง 20.37-13.70 เปอร์เซ็นต์ และน้ำตาลรีดิวส์ลดลง 7.5-4.0 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้นจาก 3.33 -3.81 ปริมาณกรดทั้งหมด ในรูปของซิตริกเพิ่มขึ้นจาก 0.16-0.24 เปอร์เซ็นต์และวิตามินซีเพิ่มขึ้น 0.46-1.26 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำเชื่อมโดยยังมีคุณภาพทั้งทางด้านกลิ่น สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 กล้วยไข่สุก

3.1.2 น้ำตาลทราย (ตรามิตรผล)

3.1.3 น้ำ

3.1.4 เกลือ (ปรุงทิพย์)

3.1.5 น้ำมะนาว

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

3.2.1 กระทะทอง

3.2. 2 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง

3.2.3 พายไม้

3.2.4 อ่างผสม

3.2.5 ผ้าขาวบาง

3.2. 6 ทัพพี

3.2.7 มีดปอก

3.2.8 ลังถึง

3.2.9 กระป๋องและฝา

3.2.10 กระชอน

3.2.11 ที่คีบ

3.2.12 ตะแกรง

3.2.13 เครื่องอัดกระป๋อง

3.2.14 เทอร์โมมิเตอร์

3.2.15 รีแฟลกโทมิเตอร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.3 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพ

3.3.1 อุปกรณ์ทดสอบทางประสาทสัมผัส

- แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส
- ปากกา
- ถาดพลาสติก
- แก้วน้ำเปล่า
- แก้วสำหรับใส่น้ำบ้วนปาก
- ถ้วยพลาสติกใส่ชิมผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง
- ช้อนพลาสติก

3.3.2 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- เครื่องวัดความชื้น (infrared moisture determination balance fd-620)
- เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระในอาหาร (Water activity meter aqualab series 3)
- เครื่องมือวัดคุณภาพทางด้านสี (Spectophotometer)
- เครื่องมือวัดค่าพีเอช (pH meter)

3.3.3 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

- จานเพาะเชื้อ (plate)
- ปิเปต (pipet)
- จุกยาง
- ขวดใส่อาหารเลี้ยงเชื้อ
- ไม้ขีดไฟ
- บีกเกอร์
- แท่งแก้วคนสาร
- หลอดทดลอง
- ช้อนตักสาร
- ตู้อบฆ่าเชื้อ
- ตู้ปลอดเชื้อ UV
- Water barth

3.4 สารเคมี

3.4.1 Tartaric Acid

3.4.2 Potato Dextose Agar (PDA)

3.4.3 Potato Platecount Agar (PCA)

3.4.4 Sodium Chloride (NaCL)

3.5 วิธีการดำเนินการทดลอง

3.5.1 การศึกษาสูตรมาตรฐานกล้วยไข่เชื่อม

ศึกษาสูตรมาตรฐานโดยการนำสูตรกล้วยไข่เชื่อม 3 สูตร(ดังแสดงในตารางที่ 4) แล้วนำกล้วยไข่เชื่อมที่ได้ไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม โดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) โดยใช้ผู้ทดสอบ 60 คน และนำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance-ANOVA)และวิเคราะห์หาความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 4 แสดงสูตรพื้นฐานของกล้วยไข่เชื่อมทั้ง 3 สูตร

ส่วนผสม	**ปริมาณส่วนผสม (กรัม)**		
	สูตรที่ 1	**สูตรที่ 2**	**สูตรที่ 3**
กล้วยไข่	560	500	500
น้ำตาลทราย	760	175	350
น้ำเปล่า	1330	240	480
เกลือ	2	-	-
น้ำมะนาว	9	-	10

3.5.2 ศึกษาอายุการเก็บรักษากล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทาน

ศึกษาอายุการเก็บรักษากล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทานโดยวิธีการวัดคุณภาพทางกายภาพทางเคมี ทางจุลินทรีย์ และทางประสาทสัมผัส นำกล้วยไข่เชื่อมมาบรรจุใส่กระป๋องแล้วนำไปไล่อากาศ ปิดผนึกให้มิดสนิท ฆ่าเชื้อด้วยความร้อนโดยเครื่อง Autoclave ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที แล้วทำให้เย็นทันที ปิดฉลาก เก็บไว้ที่อุณหภูมิที่เหมาะสม และสุ่มตัวอย่างมาตรวจคุณภาพทุก 7 วัน เพื่อวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ วัดค่า A_w เครื่องวัดค่า Water

Activity โดยนำกล้วยและน้ำเชื่อมที่บรรจุในกระป๋องทั้งหมดตีป่นให้ละเอียดแล้ววัดค่า ลักษณะภายนอกโดยการสภาพภายนอกทั่วไปของกระป๋อง ชั่งน้ำหนักทั้งหมดของกระป๋องบรรจุอาหาร (total weight) โดยใช้เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง และลักษณะภายในของกระป๋องได้แก่ สี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัสโดยการตรวจสอบด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 วัด พื้นที่ในว่างในกระป๋อง gross headspace และตรวจสภาพในกระป๋องโดยการตรวจดูการกัดกร่อนภายใน การวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี ได้แก่ วัดค่า พีเอช โดยใช้เครื่อง pH meter โดยนำกล้วยที่ภาชนะบรรจุมาตีป่นให้ละเอียดแล้ววัดค่าความเป็นกรด-ด่าง วัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (total soluble solid) โดยนำกล้วยและน้ำเชื่อมที่บรรจุในกระป๋องทั้งหมดตีป่นให้ละเอียด โดยใช้เครื่อง refractometer และวัดค่าสีโดยใช้เครื่องวัดค่าสี การวิเคราะห์ลักษณะทางจุลินทรีย์ ได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

3.6 สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการ ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ห้องปฏิบัติการ 521 , 622

3.7 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

ตารางแสดงระยะเวลาในการดำเนินงานเป็นเวลา 1 ปี (1 ตุลาคม 2551-30 กันยายน 2552)

กิจกรรม	ปีงบประมาณ 2552											
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. การศึกษาสูตรมาตรฐานกล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทาน	←	―	―	→								
2. ศึกษาอายุการเก็บรักษากล้วยเชื่อมไข่พร้อมรับประทาน					←	―	―	―	―	→		
3. จัดทำรายงานวิจัย											←	→

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานกล้วยไข่เชื่อม

จากการศึกษาการยอมรับของผู้ทดสอบชิมกล้วยไข่เชื่อมที่มีสูตรพื้นฐานที่ต่างกันเพื่อให้ได้สูตรที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด และนำมาเป็นสูตรที่ศึกษาหากระบวนการผลิตกล้วยไข่เชื่อมกระป๋องในขั้นต่อไป

ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยการวัดคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกล้วยไข่เชื่อมสูตรพื้นฐาน 60 คน

คุณลักษณะ	ค่าเฉลี่ยความชอบ		
	สูตรที่1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
สี	7.35 [a]	6.70 [c]	7.07 [b]
กลิ่น	7.10 [a]	6.30 [c]	6.75 [b]
รส(รสหวาน)	7.17 [a]	6.67 [b]	7.02 [a]
เนื้อสัมผัส	7.00 [a]	6.98 [a]	6.83 [a]
ความชอบโดยรวม	7.30 [a]	6.95 [b]	7.01 [b]

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 5 ผลการศึกษาสูตรกล้วยไข่เชื่อมพื้นฐานโดยมีสูตรที่แตกต่างกัน 3 สูตร และนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านสีพบว่ากล้วยไข่เชื่อมในสูตรที่ 1 มีความแตกต่างจากสูตรที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ด้านกลิ่นพบว่ากล้วยไข่เชื่อมในสูตรที่ 1 มีความแตกต่างจากสูตรที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากสูตรที่ 1 มีกลิ่นมะนาวไม่มาก สูตรที่ 3 มีกลิ่นมะนาวมากเกินไป และสูตรที่ 2 ไม่มีกลิ่นเลย ส่วนด้านรสชาติพบว่ากล้วยไข่เชื่อมในสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 มีความแตกต่างจากสูตรที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 มีความหวานกำลังดี แต่สูตรที่ 2 หวานมากเกินไป ส่วนด้านเนื้อสัมผัส พบว่ากล้วยไข่เชื่อมในสูตรที่ 1 สูตร 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกัน เนื่องจากเนื้อ

สัมผัสมีความนิ่มกำลังดี และด้านความชอบโดยรวมพบว่ากล้วยไข่เชื่อมในสูตรที่ 1 มีความแตกต่างจากสูตรที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากการวิเคราะห์ผลทางประสาทสัมผัสในตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่ากล้วยไข่เชื่อมในสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส (นิ่ม) และความชอบโดยรวมในระดับสูงที่สุด ดังนั้นจึงเลือกกล้วยไข่เชื่อมในสูตรที่ 1 นำไปพัฒนาต่อไป

4.2 ศึกษาอายุการเก็บรักษากล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทาน

4.2.1 การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ

ตารางที่ 6 แสดงการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของกล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทาน

อายุการเก็บ (สัปดาห์)	ลักษณะภายนอก		ลักษณะภายใน		
	น.น. กระป๋อง (g)	น.น.รวมทั้งกระป๋อง (g)	น.น. เนื้อ (g)	น.น. สุทธิ (g)	ช่องว่างในกระป๋อง (cm)
0	37	287	105	250	0.5
1	37	286	104	249	0.5
2	37	286	100	250	0.5
3	37	286	103	250	0.5
4	37	285	98	248	0.5

ตารางที่ 6 แสดงการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของกล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทาน (ต่อ)

อายุการเก็บ (สัปดาห์)	ลักษณะการเปลี่ยนแปลง					
	สี		กลิ่น	รสชาติ		เนื้อสัมผัส
	เนื้อ	น้ำเชื่อม		เนื้อ	น้ำเชื่อม	
0	สีเหลือง	สีเหลืองอ่อน	มีกลิ่นกล้วยไข่	หวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย	หวานเปรี้ยวเล็กน้อย	นิ่ม
1	สีเหลือง	สีเหลืองอ่อน	มีกลิ่นกล้วยไข่	หวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย	หวานเปรี้ยวเล็กน้อย	นิ่ม
2	สีเหลืองอมน้ำตาลอ่อน	สีเหลืองอ่อน	มีกลิ่นกล้วยไข่	หวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย	หวานเปรี้ยวเล็กน้อย	นิ่ม
3	สีเหลืองอมน้ำตาลอ่อน	สีเหลืองอ่อน	มีกลิ่นกล้วยไข่	หวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย	หวานเปรี้ยวเล็กน้อย	นิ่ม
4	สีเหลืองอมน้ำตาลอ่อน	สีเหลืองอ่อน	มีกลิ่นกล้วยไข่	หวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย	หวานเปรี้ยวเล็กน้อย	นิ่ม

จากตารางที่ 6 พบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาของกล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทานบรรจุกระป๋องลักษณะภายนอกกระป๋อง มีน้ำหนักกระป๋องคงที่ 37 กรัม น้ำหนักรวมกระป๋องอยู่ในช่วง 285 – 287 กรัม และลักษณะภายในกระป๋องมีน้ำหนักเนื้ออยู่ในช่วง 98-105 กรัม น้ำหนักสุทธิอยู่ในช่วง 248-250 กรัม ช่องว่างสุญญากาศอยู่ในช่วง 0.5 เซนติเมตร จากการตรวจสอบด้วยคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส พบว่า คุณลักษณะด้านสีของเนื้อกล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทานในสัปดาห์ที่ 0 - 1 มีสีเหลือง และสัปดาห์ที่ 3 – 4 มีสีเหลืองอมน้ำตาลอ่อนน้ำเชื่อมมีตะกอนเล็กน้อย ด้านกลิ่น สัปดาห์ที่ 0 – 4 ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงยังคงมีกลิ่นและของกล้วยไข่คงเดิม ด้านรสชาติของเนื้อกล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทาน สัปดาห์ที่ 0 – 4 มีรสหวานเปรี้ยวเล็กน้อย ด้านเนื้อสัมผัสไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง มีเนื้อสัมผัสนิ่ม

ตารางที่ 7 แสดงการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านสีของน้ำเชื่อม

ระยะเวลาการเก็บรักษา	ค่าสี		
(สัปดาห์)	L* (ค่าความสว่าง)	a* (ค่าสีแดง)	b* (ค่าสีเหลือง)
0	90.08	0.89	11.19
1	89.81	0.77	12.00
2	88.51	0.65	14.99
3	88.50	0.11	16.39
4	88.42	0.16	16.37

จากการวัดค่าสีน้ำเชื่อมด้วยระบบ L*a*b* พบว่า ค่าสีน้ำเชื่อมเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์กล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทาน คือ L* (ค่าความสว่าง) เท่ากับ 90.08 a* (ค่าสีแดง) เท่ากับ 0.89 b* (ค่าสีเหลือง) เท่ากับ 11.19 เมื่อเก็บรักษา 1 สัปดาห์ ผลิตภัณฑ์มีค่าสี L* (ค่าความสว่าง) เท่ากับ 89.81 a* (ค่าสีแดง) เท่ากับ 0.77 b* (ค่าสีเหลือง) เท่ากับ 12.00 เมื่อเก็บรักษา 2 สัปดาห์ ผลิตภัณฑ์มีค่าสี L* (ค่าความสว่าง) เท่ากับ 88.51 a* (ค่าสีแดง) เท่ากับ 0.65 b* (ค่าสีเหลือง) เท่ากับ 14.99 เมื่อเก็บรักษา 3 สัปดาห์ ผลิตภัณฑ์มีค่าสี L* (ค่าความสว่าง) เท่ากับ 88.50 a* (ค่าสีแดง) เท่ากับ 0.11 b* (ค่าสีเหลือง) เท่ากับ 16.39 และเมื่อเก็บรักษา 4 สัปดาห์ ผลิตภัณฑ์มีค่าสี L* (ค่าความสว่าง) เท่ากับ 88.42 a* (ค่าสีแดง) เท่ากับ 0.16 b* (ค่าสีเหลือง) เท่ากับ 16.37 จากผลการทดลองจะพบว่า เมื่อผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น จะมีค่าความสว่างและค่าสีแดงลดลง ส่วนค่าสีเหลืองจะเพิ่มขึ้น ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับตารางที่ 6 เมื่อเก็บไว้นานผลิตภัณฑ์จะมีการเปลี่ยนแปลงสี

ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านสีของเนื้อกล้วย

ระยะเวลาการเก็บรักษา	ค่าสี		
(สัปดาห์)	L* (ความสว่าง)	a* (ค่าสีแดง)	b* (สีเหลือง)
0	48.13	11.95	30.92
1	47.77	12.43	26.14
2	47.68	13.17	25.86
3	47.49	13.70	25.25
4	45.13	14.98	23.26

จากการวัดค่าสีเนื้อกล้วยด้วยระบบ L*a*b* พบว่า ค่าสีเนื้อกล้วยเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์กล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทาน คือ L* (ค่าความสว่าง) เท่ากับ 48.13 a* (ค่าสีแดง) เท่ากับ 11.95 b* (ค่าสีเหลือง) เท่ากับ 30.92 เมื่อเก็บรักษา 1 สัปดาห์ ผลิตภัณฑ์มีค่าสี L* (ค่าความสว่าง) เท่ากับ 47.77 a* (ค่าสีแดง) เท่ากับ 12.43 b* (ค่าสีเหลือง) เท่ากับ 26.14 เมื่อเก็บรักษา 2 สัปดาห์ ผลิตภัณฑ์มีค่าสี L* (ค่าความสว่าง) เท่ากับ 47.68a* (ค่าสีแดง) เท่ากับ 13.17 b* (ค่าสีเหลือง) เท่ากับ 25.86 เมื่อเก็บรักษา 3 สัปดาห์ ผลิตภัณฑ์มีค่าสี L* (ค่าความสว่าง) เท่ากับ 47.49 a* (ค่าสีแดง) เท่ากับ 13.70 b* (ค่าสีเหลือง) เท่ากับ 25.25 และเมื่อเก็บรักษา 4 สัปดาห์ ผลิตภัณฑ์มีค่าสี L* (ค่าความสว่าง) เท่ากับ 45.13 a* (ค่าสีแดง) เท่ากับ 14.98 b* (ค่าสีเหลือง) เท่ากับ 23.26 จากผลการทดลองจะพบว่า เมื่อผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น จะมีค่าความสว่างและค่าสีเหลืองลดลง ส่วนค่าสีแดงจะเพิ่มขึ้น ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับตารางที่ 6 เมื่อเก็บไว้นานผลิตภัณฑ์จะมีการเปลี่ยนแปลงสี สาเหตุที่ผลิตภัณฑ์เกิดการเปลี่ยนแปลงสีเนื่องมาจากผลิตภัณฑ์ผ่านกระบวนการที่ใช้ความร้อนสูงในการแปรรูปหลายขั้นตอน

ตารางที่ 9 แสดงผลการวัดค่า Aw เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาในผลิตภัณฑ์กล้วยไข่เชื่อม

ระยะเวลาการเก็บรักษา(สัปดาห์)	ค่า A_w
0	0.96
1	0.95
2	0.95
3	0.94
4	0.91

จากการวัดค่า Water activity พบว่าค่า A_w เริ่มต้นของผลิตภัณฑ์กล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทาน คือ 0.96 เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่า A_w จะลดลง โดยเมื่อเก็บรักษา 1 สัปดาห์ ผลิตภัณฑ์มีค่า A_w เท่ากับ 0.95 เมื่อเก็บรักษา 2 สัปดาห์ ผลิตภัณฑ์มีค่า A_w เท่ากับ 0.95 เมื่อเก็บรักษา 3 สัปดาห์ ผลิตภัณฑ์มีค่า A_w เท่ากับ 0.94 เมื่อเก็บรักษา 4 สัปดาห์ ผลิตภัณฑ์มีค่า A_w เท่ากับ 0.91 สาเหตุที่ค่า A_w มีแนวโน้มลดลงเนื่องมาจากการปรับความสมดุลของน้ำเชื่อมกับเนื้อกล้วย

4.2.2 การวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี

ตารางที่ 10 แสดงผลการวัด ค่าความชื้น ค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และค่า pH เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาในผลิตภัณฑ์กล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทาน

ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ค่าความชื้น (%)	ค่า (TSS) (°Brix)	ค่า pH
0	38.50	56	4.10 [a]
1	36.95	47	4.28 [b]
2	35.64	46	4.33 [c]
3	35.45	45	4.36 [d]
4	32.83	45	4.37 [d]

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการวัดค่าความชื้น ค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) และค่าความเป็นกรด (pH) เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาในผลิตภัณฑ์กล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทาน พบว่า ค่าความชื้นพบว่าค่าความชื้นเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์กล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทาน คือ 38.50 เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่าความชื้น จะลดลง โดยเมื่อเก็บรักษา 1 สัปดาห์ ผลิตภัณฑ์มีค่าความชื้น เท่ากับ 36.95 เมื่อเก็บรักษา 2 สัปดาห์ ผลิตภัณฑ์มีค่าความชื้น เท่ากับ 35.64 เมื่อเก็บรักษา 3 สัปดาห์ ผลิตภัณฑ์มีค่าความชื้น เท่ากับ 35.64 เมื่อเก็บรักษา 4 สัปดาห์ ผลิตภัณฑ์มีค่าความชื้น เท่ากับ 32.83 แสดงให้เห็นว่าเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้นกล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทานยังสามารถเก็บรักษาไว้ได้และไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค จากการวัดค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (total soluble solid) พบว่า ค่าของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้นของผลิตภัณฑ์กล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทาน คือ 56 ◌ Brix เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่าของแข็งที่ละลายได้ จะลดลงโดยเมื่อเก็บรักษา 1 สัปดาห์ ผลิตภัณฑ์มีค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด เท่ากับ 47 ◌ Brix เมื่อเก็บรักษา 2 สัปดาห์ ผลิตภัณฑ์มีค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด เท่ากับ 46 ◌ Brix เก็บรักษา 3 สัปดาห์ ผลิตภัณฑ์มีค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด เท่ากับ 46 ◌ Brix และเมื่อเก็บรักษาไว้ 4 สัปดาห์ ผลิตภัณฑ์มีค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด เท่ากับ 45 ◌ Brix จากการศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์กล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทาน ซึ่งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมของผลิตภัณฑ์กล้วยกระป๋อง (มอก. 1372-2539) กำหนดไว้ว่าค่าความเป็นกรด – ด่าง ต้องไม่เกิน 4.6 ซึ่งจากผลการตรวจสอบพบว่าในตัวอย่างอาหารกล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทาน มีค่าความเป็นกรด อยู่ในช่วง 4.10 – 4.37 ซึ่งถือได้ว่ายังไม่เกินที่มาตรฐานกำหนด ดังนั้นผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษา 1 เดือน

4.2.3 การวิเคราะห์ลักษณะทางจุลินทรีย์

ตารางที่ 11 แสดงผลการตรวจนับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณเชื้อยีสต์และรา เมื่อศึกษาอายุการเก็บรักษานาน 4 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บรักษา	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	
(สัปดาห์)	จุลินทรีย์ทั้งหมด	ยีสต์และรา
0	< 10 (ค่าประมาณ)	< 10 (ค่าประมาณ)
1	< 10 (ค่าประมาณ)	< 10 (ค่าประมาณ)
2	< 10 (ค่าประมาณ)	< 10 (ค่าประมาณ)
3	< 10 (ค่าประมาณ)	< 10 (ค่าประมาณ)
4	< 10 (ค่าประมาณ)	< 10 (ค่าประมาณ)

จากการศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์กล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทาน ซึ่งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของผลิตภัณฑ์กล้วยกระป๋อง (มอก. 1372-2539) กำหนดไว้ว่าต้องไม่พบจุลินทรีย์ทั้งหมด รวมทั้งยีสต์และรา ในตัวอย่างอาหาร ซึ่งจากผลการตรวจสอบพบว่าในตัวอย่างอาหารกล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทาน ไม่พบจุลินทรีย์ทั้งหมด รวมทั้งไม่พบยีสต์และรา ดังนั้นผลิตภัณฑ์กล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทานที่มีอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 1 เดือน จึงมีความปลอดภัยไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

การศึกษาสูตรกล้วยไข่เชื่อมพื้นฐาน 3 สูตร มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้าน สี กลิ่น รสชาติ (หวาน) เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมโดยใช้การทดสอบแบบ 9 – point hedonic scale พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับกล้วยไข่เชื่อมสูตรที่ 1 มากที่สุด ดังนั้นผู้ทำการทดลองจึงได้เลือกผลิตภัณฑ์กล้วยไข่เชื่อมสูตรที่ 1 มาทำการศึกษากระบวนการผลิตกล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทานต่อไป

เมื่อทำการศึกษากระบวนการผลิตกล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทานแล้ว ได้นำกล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทานไปศึกษาอายุการเก็บรักษาเป็นเวลานาน 4 สัปดาห์ และตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมีและจุลินทรีย์ในขั้นตอนต่อไป

จากผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาเป็นเวลานาน 4 สัปดาห์ พบว่า เมื่อนำมาตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ พบว่า เมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้นสีของผลิตภัณฑ์จะเข้มขึ้น มีเนื้อนิ่ม มีรสหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย และพบว่า เมื่อวัดค่าสีน้ำเชื่อมด้วยระบบ L* a* b* มีค่าความสว่าง(L*) 88.42 – 90.08 ค่าความเป็นสีแดง (a*) 0.16 – 0.89 และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) 11.19 – 16.37 เมื่อวัดค่าสีเนื้อกล้วยด้วยระบบ L* a* b* พบว่ามีค่าความสว่าง (L*) 45.13 – 48.13 ค่าความเป็นสีแดง (a*) 11.95 – 14.98 และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) 23.26 – 30.92 ส่วนการตรวจคุณภาพทางเคมีพบว่า มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (A_w) 0.91 – 0.96 มีค่าความชื้น 32.83 % – 38.50 % มีค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) 45 – 56 ° Brix มีค่าความเป็นกรด (pH) 4.10 – 4.37 และเมื่อตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ พบว่า เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิห้อง(30 ° C) เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ไม่พบ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด รวมทั้งปริมาณของยีสต์และรา ซึ่งเป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนด (ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของผลิตภัณฑ์กล้วยกระป๋อง)กำหนดให้กล้วยกระป๋องต้องไม่พบจุลินทรีย์ทั้งหมด รวมทั้งยีสต์และรา แสดงให้เห็นว่า ผลิตภัณฑ์กล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทานมีความปลอดภัยและไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

บรรณานุกรม

กองโภชนาการ กรมอนามัย . 2544. ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย. องค์การทหารผ่านศึก , กรุงเทพฯ.

คณะอุสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2543. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดรุณี เอ็ดวิ๊ดส์, เทวี โพธิผละ, งามชื่น คงเสรี และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2541. ผลิตภัณฑ์อาหาร. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545. เคมีอาหาร. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮาส

ปรียา วิบูลย์เศรษฐ์. มปป. จุลชีววิทยาทางอาหาร. ม.ป.ท.

พงษ์เทพ เกิดเนตร. 2541. บทความวิจัยเรื่องการศึกษากระบวนการผลิตมังคุดกระป๋องในน้ำเชื่อม. Food Journal. ปีที่ 28 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม – กันยายน

พรรัตน์ สินชัยพานิช และคณะ. 2541. บทความวิจัยเรื่องผลของอายุการเก็บต่อเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะละกอกระป๋อง. Food Journal. ปีที่ 28 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม – กันยายน

ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก. 2532. กรรมวิธีการแปรรูป. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮาส

วันเพ็ญ จิตรเจริญ. 2539. หลักการวิเคราะห์ควบคุมภาพอาหาร. ม.ป.ท.

วิไลลักษณ์ อิสระมงคลพันธ์. 2550. แม่บ้านขนมไทยรสอร่อย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แม่บ้านจำกัด

อุตสาหกรรม, กระทรวงสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2539. กล้วยกระป๋อง. กรุงเทพฯ: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

อบเชย วงศ์ทอง และ ขนิษฐา พลูผลกุล. 2544. หลักการประกอบอาหาร. กรุงเทพฯ: คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อรอนงค์ นัยวิกุล.2546. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุเทพฯ: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“กล้วยไข่เชื่อม.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จากhttp://www.kow-krua.com/dessert/gluay-kai-cheuam/gluay-kai-cheuam.html. วันที่ค้นข้อมูล: 25 ตุลาคม 2551.

“กล้วยเชื่อม.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.bloggang.com/viewblog.php?id. วันที่ค้นข้อมูล: 25 ตุลาคม 2551.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

สูตรมาตรฐานกล้วยไข่เชื่อม

สูตรกล้วยไข่เชื่อม

สูตรพื้นฐาน 1

ส่วนผสม

กล้วยไข่	560	กรัม (12 ผล)
น้ำตาลทราย	760	กรัม
น้ำเปล่า	1330	กรัม
เกลือ	2	กรัม
น้ำมะนาว	9	กรัม

วิธีทำ

1. เลือกกล้วยสุก สีเปลือกเขียวปนเหลือง (สีดอกกระดังงา) ตัดหัวท้ายพักไว้ให้ยางหมด
2. เตรียมน้ำเชื่อมใส่น้ำตาล เกลือและน้ำเปล่า ตั้งไฟปานกลางพอเดือด กรองให้สะอาด
3. ตั้งไฟให้เดือดอีกครั้ง หรี่ไฟให้อ่อนถึงปานกลาง ปอกกล้วยใส่ พอกล้วยสุกใส่น้ำมะนาว (ไม่ให้น้ำเชื่อมตกผลึกเป็นเกล็ด) พอกล้วยใสทั่วตักขึ้น

ที่มา : ดัดแปลงจาก กล้วยไข่เชื่อม http://www.kow-krua.com/dessert/gluay-kai-cheuam/gluay-kai-cheuam.html, 2551

สูตรกล้วยไข่เชื่อม

สูตรพื้นฐาน 2

ส่วนผสม

กล้วยไข่	500	กรัม (10 ผล)
น้ำตาลทราย	175	กรัม
น้ำเปล่า	240	กรัม

วิธีทำ

เตรียมกล้วยให้พร้อม ปอกเปลือกกล้วย แล้วถ้าเป็นกล้วยห่าม ๆ ให้บั้ง เป็นท่อน ๆ ไม่ต้องให้ลึก พอให้น้ำเชื่อมเข้าเนื้อกล้วย หรือ ตัดเป็น 2 ท่อนก็ได้

1. นำน้ำกับน้ำตาล ตั้งไฟเคี่ยวจนน้ำตาลละลาย
2. นำกล้วยไข่ที่เตรียมไว้ ใส่ในน้ำเชื่อมที่เดือด
3. เชื่อมไปสักครู่ จนเห็นว่าสีของกล้วยสุกเหลือง และส่งกลิ่นหอม จึงตักขึ้นใส่จาน เตรียมประทาน (ต้องไม่คน จะทำให้กล้วยเละ)

ที่มา : ดัดแปลงจาก กล้วยเชื่อม http://www.bloggang.com/viewblog.php?id, 2551

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

สูตรกล้วยไข่เชื่อม

สูตรพื้นฐาน 3

ส่วนผสม

กล้วยไข่	500	กรัม (10 ผล)
น้ำตาลทราย	350	กรัม
น้ำเปล่า	480	กรัม
น้ำมะนาว	10	กรัม

วิธีทำ

1. ผสมน้ำตาลทราย น้ำเปล่าและน้ำมะนาว ใส่ลงในกระทะทองตั้งไฟใช้ปานกลางจนเดือดและน้ำตาลทรายละลาย

2. ปอกเปลือกกล้วยไข่ ใช้มีดบั้งกล้วยตามขวางระยะห่างช่วงละ ½ นิ้วใส่ลงในน้ำเชื่อมพอกล้วยสุกมีลักษณะใส เงา ตักขึ้นใส่จาน

ที่มา : ดัดแปลงจาก แม่บ้านขนมไทยรสอร่อย , 2550 : 24

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ภาคผนวก ข

ขั้นตอนการผลิตกล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทาน

ขั้นตอนการผลิต

1.ชั่งส่วนผสมทั้งหมดตามสูตร

2.ตัดหัวท้ายพักไว้ให้ยางหมด

3.เตรียมน้ำเชื่อมใส่น้ำตาล เกลือและน้ำเปล่า ตั้งไฟปานกลางพอเดือด กรองให้สะอาด

4.ตั้งน้ำเชื่อมให้เดือดอีกครั้งปอกกล้วยไข่ใส่พอกล้วยสุก ใส่น้ำมะนาว คนให้เข้ากัน ตักขึ้น

5.นำกล้วยไข่เชื่อมตัดชิ้นให้เท่ากันใส่กระป๋องใส่น้ำเชื่อมชั่งน้ำหนัก

6. นำกล้วยไข่เชื่อมที่ใส่กระป๋องแล้วไปไล่อากาศ เวลา 15 นาที

ภาพที่ 1 ขั้นตอนการผลิตกล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทาน

7. ปิดผลึกกระป๋องให้สนิท

8. ฆ่าเชื้อฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 100 เป็นเวลา 30 นาที องศาเซลเซียส

9. ทำให้เย็นทันทีที่อุณหภูมิ 35 – 40 องศาเซลเซียส

10. ปิดฉลากบรรจุภัณฑ์เก็บไว้ที่อุณหภูมิที่เหมาะสม

ภาพที่ 1 ขั้นตอนการผลิตกล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทาน (ต่อ)

ภาคผนวก ค

เครื่องมือและอุปกรณ์

กระทะทอง

พายไม้

ผ้าขาวบาง

กระป๋องและฝา

มีด

ถาด

ที่คีบ

เทอร์โมมิเตอร์

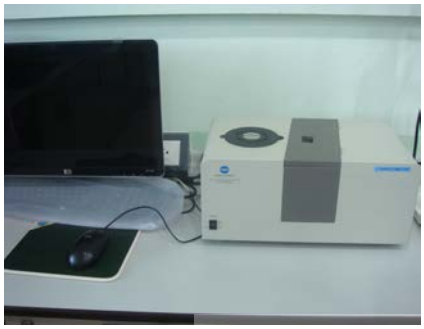
ลังถึง

เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง

Ohaus รุ่น Adventurer

เครื่องอัดกระป๋อง

ภาพที่ 2 เครื่องมือและอุปกรณ์



เครื่องวัดค่าสี

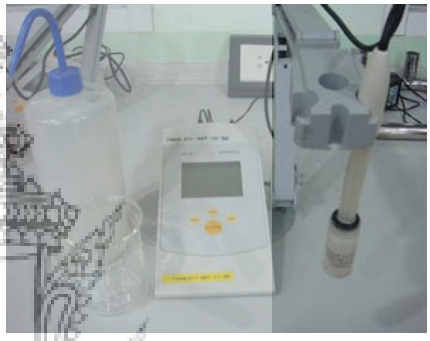
(Spectophoto color meter รุ่น CM-3500d)

เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระในอาหาร

(Water activity meter aqualab series 3)

เครื่องวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น

(infrared moisture determination balance fd-620)



เครื่องวัดค่าพี เอส (pH meter)

Hand refractometer

ภาพที่ 2 เครื่องมือและอุปกรณ์ (ต่อ)

ภาคผนวก ง

แบบประเมินผลทางประสาทสัมผัส

ชุดที่…….

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ชื่อผลิตภัณฑ์ กล้วยไข่เชื่อม (สูตรพื้นฐาน)

วันที่ ……

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างและให้คะแนนความชอบตัวอย่างในแต่ละปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกแล้วให้คะแนนความชอบตามสเกลที่กำหนดโดยชิมจากซ้ายไปขวาและกรุณาบ้วนปากก่อนทดสอบตัวอย่างอาหารก่อนทุกครั้ง

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

ลักษณะ	คะแนนความชอบของตัวอย่าง		
	รหัส	รหัส	รหัส
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

……

……

……

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

คณะผู้จัดทำ

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อคัดเลือกสูตรหวานพื้น

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Dependent ...	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	nanner	16.267[a]	6	2.711	2.667	.100
	color	4.000[b]	6	.667	.930	.522
	flavor	8.000[c]	6	1.333	3.636	.048
	flavortaste	9.867[d]	6	1.644	1.451	.305
	texture	28.800[e]	6	4.800	6.261	.011
	overall	12.000[f]	6	2.000	6.667	.009
Intercept	nanner	777.600	1	777.600	764.852	.000
	color	707.267	1	707.267	986.884	.000
	flavor	721.067	1	721.067	1.967E3	.000
	flavortaste	749.067	1	749.067	660.941	.000
	texture	721.067	1	721.067	940.522	.000
	overall	777.600	1	777.600	2.592E3	.000
trt	nanner	5.200	2	2.600	2.557	.138
	color	.933	2	.467	.651	.547
	flavor	1.733	2	.867	2.364	.156
	flavortaste	4.933	2	2.467	2.176	.176
	texture	16.533	2	8.267	10.783	.005
	overall	7.600	2	3.800	12.667	.003
rep	nanner	11.067	4	2.767	2.721	.106
	color	3.067	4	.767	1.070	.431
	flavor	6.267	4	1.567	4.273	.038
	flavortaste	4.933	4	1.233	1.088	.424
	texture	12.267	4	3.067	4.000	.045
	overall	4.400	4	1.100	3.667	.056
Error	nanner	8.133	8	1.017		
	color	5.733	8	.717		
	flavor	2.933	8	.367		
	flavortaste	9.067	8	1.133		
	texture	6.133	8	.767		
	overall	2.400	8	.300		
Total	nanner	802.000	15			
	color	717.000	15			
	flavor	732.000	15			
	flavortaste	768.000	15			
	texture	756.000	15			
	overall	792.000	15			
Corrected Total	nanner	24.400	14			
	color	9.733	14			
	flavor	10.933	14			
	flavortaste	18.933	14			
	texture	34.933	14			
	overall	14.400	14			

a. R Squared = .667 (Adjusted R Squared = .417)

b. R Squared = .411 (Adjusted R Squared = -.031)

c. R Squared = .732 (Adjusted R Squared = .530)

d. R Squared = .521 (Adjusted R Squared = .162)

e. R Squared = .824 (Adjusted R Squared = .693)

f. R Squared = .833 (Adjusted R Squared = .708)

สี

			subset	
trt	N	1	2	3
Duncan 2	60	6.7000		
3	60		7.0667	
1	60			7.3500
Sig				

Mean for groups in homogeneous subsets are displayed

Based on observed means

The error term is Mean Square (Error) = .547.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 60.00.

b The group size are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

c Alpha = .05.

กลิ่น

		subset		
trt	N	1	2	3
Duncan 2	60	6.3333		
3	60		6.7500	
1	60			7.1000
Sig		1.000	1.000	1.000

Mean for groups in homogeneous subsets are displayed

Based on observed means

The error term is Mean Square (Error) = .669.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 60.00.

b The group size are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

c Alpha = .05.

รสชาติ

		subset	
trt	N	1	2
Duncan 2	60	6.6667	
3	60		7.0167
1	60		7.1667
Sig		1.000	.334

Mean for groups in homogeneous subsets are displayed

Based on observed means

The error term is Mean Square (Error) = .718.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 60.00.

b The group size are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

c Alpha = .05.

เนื้อสัมผัส

		subset
trt	N	1
Duncan 2	60	6.8333
3	60	6.9833
1	60	7.0000
Sig		.342

Mean for groups in homogeneous subsets are displayed

Based on observed means

The error term is Mean Square (Error) = .805.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 60.00.

b The group size are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

c Alpha = .05.

ความชอบ

trt		N	subset 1	subset 2
Duncan	2	60	6.9500	
	3	60	7.0167	
	1	60		7.3000
	Sig		.628	1.000

โดยรวม

Mean for groups in homogeneous subsets are displayed

Based on observed means

The error term is Mean Square (Error) = .564.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 60.00.

b The group size are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

c Alpha = .05.

ภาคผนวก ฉ

การเปลี่ยนแปลงของกล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทาน

สัปดาห์ที่ 0

สัปดาห์ที่ 7

สัปดาห์ที่ 14

สัปดาห์ที่ 21

สัปดาห์ที่ 28

ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของกล้วยไข่เชื่อมพร้อมรับประทาน