



การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลอดช่องไทยจากแป้งข้าวกล้องสังข์หยด
PRODUCT DEVELOPMENT: THAI LODCHONG CONTAINING
SANGYOD BROWN RICE FLOUR

กิตติ สุวรรณบรรดิษฐ์
KITTI SUWANBANDIT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2559



การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลอดช่องไทยจากแป้งข้าวกล้องสังข์หยด
PRODUCT DEVELOPMENT: THAI LODCHONG CONTAINING
SANGYOD BROWN RICE FLOUR

กิตติ สุวรรณบรรดิษฐ์
KITTI SUWANBANDIT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลดช่องโหว่จากแป้งข้าวกล้องสังข์หยด
ชื่อ นามสกุล กิตติ สุวรรณบรรดิษฐ์
ชื่อปริญญา คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา คหกรรมศาสตร์
คณะ เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์สุรีย์ แถวเที่ยง


คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้ให้ความเห็นชอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว


.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิสุทธิ หนักแน่น)


.....กรรมการ
(ดร.วรลักษณ์ ปัญญาธิพงศ์)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์สุรีย์ แถวเที่ยง)

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร อนุมัติให้รับ
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร


.....คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชฎาภัทร์ กี่อาริโย)

วันที่..... 2 เดือน..... เมษายน พ.ศ..... 2560

ชื่อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลดช่องท้องไทยจากแป้งข้าวกล้องสังข์หยด
ชื่อ นามสกุล	กิตติ สุวรรณบรรดิษฐ์
ชื่อปริญญา	คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา และคณะ	คหกรรมศาสตร์ เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์สุรีย์ แถวเที่ยง
ปีการศึกษา	2559

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างสูตรมาตรฐานลดช่องท้องไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยด 2) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาและ 3) ศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค โดยทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี คุณภาพทางประสาทสัมผัส และตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ จากการศึกษาพบว่าปริมาณที่เหมาะสมของแป้งข้าวกล้องสังข์หยด ที่ใช้ทดแทนแป้งข้าวเจ้า ในปริมาณร้อยละ 50 ของน้ำหนักแป้งข้าวเจ้า และแป้งทำย่ายม่อม ปริมาณร้อยละ 30 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด ได้รับการยอมรับสูงสุด ในทุกด้าน และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 48 ชั่วโมง เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพเล็กน้อย ผลการตรวจปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด พบว่ายังคงมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค และตรวจไม่พบ *Escherichia coli* คุณค่าทางโภชนาการใน 100 กรัม ประกอบด้วยพลังงาน 78.64 กิโลแคลอรี โปรตีน 0.98 กรัม ไขมัน 0.07 กรัม คาร์โบไฮเดรต 18.03 กรัม เส้นใยอาหาร 0.71 กรัม และแอนโทไซยานิน 11.63 มิลลิกรัม ผลศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค พบว่าอยู่ในระดับชอบมาก ร้อยละ 99 สนใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์ ในราคาจำหน่าย 22.00 บาทต่อหนึ่งถ้วยพลาสติกใสขนาดบรรจุ 180 มิลลิลิตร

คำสำคัญ: ลดช่องท้องไทย, แป้งข้าวกล้องสังข์หยด

Thesis title Product Development Thai Lodchong Containing Sangyod Brown Rice Flour.

Author Kitti Suwanbandit

Degree Master of Home Economics

Major program Home Economics

Academic Year 2016

ABSTRACT

The research was aimed to: 1) create a standard formula of Sangyod brown-rice flour Thai Lodchong, 2) study the change during storage, and 3) study the consumers' acceptance. The physical properties, chemical composition, sensory evaluation, and microbiological quality were determined. The study showed that Lodchong in which the substitution of Sangyod brown rice flour at 50% by weight of rice flour and 30% of arrowroot flour for the total flour weight were used was most accepted in all aspects. The product has a slight physical conversion at 7 °C for not longer than 48 hours. All the microorganisms, yeast and mold found were still safe for consumers, and none of *Escherichia coli* was detected in the product. Nutritional analysis results revealed that 100 grams of the product contained 78.64 kcal energy, 0.98 g protein, 0.07 g fat, 18.03 g carbohydrate, dietary fiber 0.71 g, and 11.63 mg anthocyanin. For consumers' acceptance, it was found that the product was much accepted, and 99% of the consumers were interested to buy the product at 22 bath per 180 ml cup.

Keywords: Lodchong Thai, Sangyod brown rice flour.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ รองศาสตราจารย์ สุรีย์ แถวเที่ยง ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ของการศึกษาโดยมาตลอด

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิสุทธิ หนักแน่น และ ดร.วรลักษณ์ ปัญญาธิพิงศ์ ที่ให้ความกรุณาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชญาภัทร กี่อาริโย ที่ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณพระคุณบิดา มารดา และญาติพี่น้องทุกท่านที่ให้การสนับสนุนเป็นอย่างดีและเป็นกำลังใจให้ตลอดมา

คุณประโยชน์จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ ครูอาจารย์ และผู้ที่มีพระคุณทุกท่าน หากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใดข้าพเจ้าขอน้อมรับไว้เพียงผู้เดียว

กิตติ สุวรรณบรรดิษฐ์



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
Abstract	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญ	(4)
สารบัญตาราง	(6)
สารบัญภาพ	(8)
สารบัญแผนภูมิ	(9)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตของการศึกษา	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ	22
3.1 วัตถุประสงค์และอุปกรณ์ในการทดลอง	22
3.2 วิธีการดำเนินการ	24
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล	31
4.1 ผลการศึกษาการสร้างสูตรมาตรฐานลวดช่องไทยแบ่งข้าวกลิ้งสังข์หยด	31
4.2 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาลวดช่องไทยแบ่งข้าวกลิ้งสังข์หยด	37
4.3 การศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ลวดช่องไทยแบ่งข้าวเจ้าสังข์หยดจากผู้บริโภค	41

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ	50
5.1 สรุปผล	50
5.2 ข้อเสนอแนะ	51
เอกสารอ้างอิง	52
ภาคผนวก	56
ภาคผนวก ก สูตรพื้นฐานลวดช่องไทยสี่ขาวและ สูตรมาตรฐานลวดช่องไทยแบ่งข้าวกลิ้งสังข์หยด	57
ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและ ยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค	60
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี	67
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์	78
ภาคผนวก จ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนมจืด	81
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	86

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	7
2.2	10
2.3	12
3.1	24
4.1	32
4.2	33
4.3	35
4.4	36
4.5	37
4.6	38
4.7	39
4.8	40
4.9	41
4.10	42

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.11 ข้อมูลเชิงพฤติกรรมและทัศนคติผู้บริโภค	43
4.12 ข้อมูลด้านความรู้ทางโภชนาการเกี่ยวกับลอดช่องไทยแป้งข้าวกลิ้งอสังข์หยด จากผู้บริโภค	45
4.13 ข้อมูลด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์ลอดช่องไทยแป้งข้าวกลิ้งอสังข์หยดจากผู้บริโภค	48
4.14 ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์	49



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 โครงสร้างของอะไมโลส	8
2.2 โครงสร้างของอะไมโลเพกทิน	9
2.3 โมเดลโครงสร้างของอะไมโลเพกทิน	9
4.1 ลอดช่องไทยที่มีปริมาณแป้งข้าวกล็องสังข์หยดต่างกัน 3 ระดับ	31
4.2 ลอดช่องไทยแป้งข้าวกล็องสังข์หยดที่ระยะเวลาเก็บรักษา 1 และ 60 ชั่วโมง	39



สารบัญแนภูมิ

แผนภูมิที่	หน้า
3.1 ขั้นตอนการทำลอดชองไทยเป้่งข้าวกล็องสังข์หยด	25
3.2 ขั้นตอนการทำลอดชองไทยเป้่งข้าวกล็องสังข์หยดคึษาปริมาณเป้่ง เท้ายายม่อมที่เหมาะสม	27



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ลอดช่องเป็นขนมไทยที่นิยมใช้ในพิธีมงคล เช่น งานขึ้นบ้านใหม่ จัดเป็นชุด ใน 1 ชุดมีขนม 4 อย่าง ได้แก่ ไข่กบ นกปล่อย (ลอดช่อง) บัวลอย อ้ายตื้อ เรียกว่ากิน 4 ถ้วย ซึ่งในปัจจุบันก็ยังมี การจัดขนมในลักษณะนี้อยู่ นอกจากนั้นลอดช่องยังถูกนำมารับประทานในลักษณะขนมหวานที่ได้รับความนิยมชนิดหนึ่ง เส้นลอดช่องจะมีลักษณะอ้วน สั้น ลักษณะที่ดีของตัวลอดช่องจะต้องมีลักษณะเหนียวและมีกลิ่นของน้ำปูนใส และมีส่วนผสมหลักที่ใช้ในการทำลอดช่องไทยคือน้ำปูนใส และแป้งข้าวเจ้า (น้ำทิพย์, 2549)

ข้าวสังข์หยด เป็นข้าวเจ้าพันธุ์พื้นเมืองของจังหวัดพัทลุง เป็นข้าวที่ได้รับการขึ้นทะเบียนเป็นพันธุ์ข้าว GI (Geographical Indications) พันธุ์แรกของประเทศไทย เมล็ดข้าวสังข์หยดมีเยื่อหุ้มสี ขาวปนแดงจนถึงสีแดงเข้ม เมื่อบริโภคจะมีสีน้ำตาลปนแดง มีกลิ่นหอม เนื้อข้าวนุ่ม เป็นข้าวที่ปลูก เฉพาะพื้นที่ จึงไม่เป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวางทำให้ช่องทางในการจัดจำหน่ายมีไม่มาก คือมีการ จำหน่ายในแถบภาคใต้ เช่น พัทลุง สงขลา และนครศรีธรรมราช มีการผลิตที่สูงกว่ายอดจำหน่าย ส่งผลทำให้เกษตรกรประสบปัญหาเรื่องแหล่งการขายและต้นทุนในการผลิตทำให้ขาดทุน จึงทำให้ เกษตรกรบางส่วนเลิกปลูก ซึ่งอาจมีผลทำให้ในอนาคตข้าวพันธุ์สังข์หยดอาจจะสูญหายไปจาก พันธุ์ข้าวไทย ทั้งที่เป็นข้าวที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงชนิดหนึ่ง ปัจจุบันการการข้าวสังข์หยดจะ ผลิตในระบบเกษตรอินทรีย์ และขัดสีแบบข้าวกล้อง ปลายข้าวและข้าวที่ไม่ได้ขนาด เมล็ดหักจะ ถูกนำไปผลิตเป็นแป้งจำหน่ายในรูปของแป้งข้าวกล้องสังข์หยด ซึ่งมีสารอาหารที่สำคัญ เช่น วิตามิน บี 1 วิตามิน บี 2 ไนอะซิน หรือวิตามิน บี 3 สูง ช่วยป้องกันโรคเหน็บชา ช่วยการทำงานของ ระบบประสาท และที่สำคัญคือมีสารแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ซึ่งมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ (สำเริง, 2550) และมีเส้นใยอาหารสูง ซึ่งจะช่วยให้ค่าดัชนีน้ำตาลในเลือดต่ำ ช่วยการ ทำงานของระบบขับถ่าย (สิริพันธุ์, 2550) แต่ปัญหาสำคัญที่เกษตรกรประสบขณะนี้ คือ ต้นทุน การผลิตสูง เก็บได้ไม่นาน จะเกิดกลิ่น แป้งเป็นตัวหรือมีแมลง เนื่องจากการผลิตแบบเกษตร อินทรีย์จึงทำให้มีไข่ของแมลงปนเปื้อนในข้าวและแป้ง

เพื่อเป็นการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการสร้างมูลค่าเพิ่มและการแปรรูปของข้าวสังข์หยดให้มีรูปแบบที่หลากหลาย จึงได้ทำการศึกษาการใช้แป้งข้าวกล้องสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้าบางส่วนในผลิตภัณฑ์ลอดช่องของไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยด เพื่อให้มีการใช้ประโยชน์จากแป้งข้าวกล้องสังข์หยดมากขึ้น เป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์ลอดช่องของไทย และเป็นทางเลือกให้แก่ผู้บริโภค ในด้านสีที่เดิมจะมีสีเขียวและสีขาวให้มีสีอื่น คือ สีส้ม น้ำตาลแดง และเพื่อให้ผู้บริโภคได้รับพลังงานลดลงเพราะแป้งข้าวกล้องสังข์หยดมีปริมาณเส้นใยอาหารจะช่วยลดการดูดซึมของไขมัน และในข้าวกล้องสังข์หยดเป็นข้าวที่มีสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยป้องกันโรคมะเร็งลำไส้ และเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากพันธุ์ข้าวพื้นเมืองเพิ่มมากขึ้นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ในระดับชุมชน เพื่อเป็นต้นแบบในการนำแป้งข้าวกล้องสังข์หยดไปใช้ในขนมไทยต่างๆ

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อสร้างสูตรมาตรฐานลอดช่องของไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยด
- 1.2.2 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาลอดช่องของไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยด
- 1.2.3 เพื่อศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ลอดช่องของไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยดจากผู้บริโภค

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 เป็นแนวทางให้แก่กลุ่มแม่บ้านนำแป้งข้าวกล้องสังข์หยดไปใช้ในผลิตภัณฑ์อื่นๆ
- 1.3.2 มีการนำแป้งข้าวกล้องสังข์หยดมาใช้ประโยชน์มากขึ้น เพื่อเพิ่มยอดการจำหน่าย
- 1.3.3 ส่งเสริมและเผยแพร่ข้าวกล้องสังข์หยดซึ่งเป็นข้าวประจำถิ่น ให้เป็นที่รู้จักมากขึ้น
- 1.3.4 เพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้บริโภค ซึ่งผลิตภัณฑ์ลอดช่องของไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยดมีสีน้ำตาลปนแดงเป็นการเพิ่มทางเลือกใหม่ให้แก่ผู้บริโภค จากเดิมที่มีเพียงสีขาวและสีเขียว

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

- 1.4.1 ใช้ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสจำนวน 80 คน และผู้ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ลอดช่องของไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยดจำนวน 100 คน คืออาจารย์และนักศึกษาคณะสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ชั้นปีที่ 1-4 และผู้บริโภคจากหมู่บ้านพฤกษาวีลส์ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี

1.4.2 ใช้แป้งข้าวกล้องสังขยพัทลุงที่ผลิตจากข้าวที่ไม่ได้ขนาด จากวิสาหกิจชุมชนบ้าน
เขากลาง จังหวัดพัทลุง

1.4.3 การศึกษาครั้งนี้ใช้หลอดช่องไทยสีขาวเป็นสูตรพื้นฐาน

\



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ลอดช่อง

ลอดช่องเป็นขนมไทย ที่นิยมรับประทานและใช้ในงานมงคลต่างๆ เช่น งานแต่งงาน และงานบุญขึ้นบ้านใหม่ เป็นต้น ซึ่งตามหลักโบราณขนมลอดช่องจะรับประทานกับขนมอีกสามอย่างตามประเพณีไทยโบราณเรียกว่ากินสี่ถ้วย คือการทำขนมสี่อย่าง ได้แก่ ไข่กบ นกปล่อย บัวลอย อ้ายตื้อ โดยขนมแต่ละชนิดมีความหมายที่ต่างกัน ซึ่งในอดีตจะเรียกขนมลอดช่องไทยว่าขนม นกปล่อย โดยชื่อนกปล่อยมาจากขั้นตอนในการทำขนม คือขั้นตอนการกดแป้งออกจากพิมพ์ เพราะลักษณะเฉพาะของตัวลอดช่องออกมา คล้ายกับมูลของนกที่ปล่อยถ่ายมีลักษณะเป็นเส้น ยาวประมาณ 2.0-2.5 เซนติเมตร หรืออ้วน สั้น ขึ้นอยู่กับพิมพ์ที่ใช้ในการกดแป้งขนมลอดช่อง ดังนั้นขนมลอดช่องซึ่งมีความหมายว่าให้คู่บ่าวสาวมีความรักยืนยาวเมื่อมีอุปสรรคใดๆ ก็สามารถผ่านพ้นอุปสรรคนั้นไปได้ดังเช่นขนมลอดช่อง ขนมลอดช่องเป็นขนมไทยที่ใช้ในศาสนาและตาม ประเพณีของไทย และขนมลอดช่องที่ดีตัวลอดช่องจะต้องมีลักษณะเหนียว หอมใตยและมีกลิ่น น้ำปูนใส ส่วนน้ำกะทิต้องคั้นจากมะพร้าวสด และใช้น้ำน้อยในการคั้น จะได้หวัะกัที่สด มันและ หอม ส่วนน้ำตาลสามารถใช้น้ำตาลมะพร้าวหรือน้ำตาลปีบจะให้ความหอม ขนมลอดช่องไทยเป็น ขนมที่ใช้แป้งข้าวเจ้าเป็นส่วนผสมหลักในการผลิต โดยนำมาผสมกับน้ำปูนใสนำไปกวนในกระทะ ทองเหลืองกวนจนแป้งเหนียวและใส มีหลักการที่สำคัญในการทำขนมลอดช่อง คือตัวแป้งต้องสุก และเวลากดเส้นลอดช่องจะต้องกดขณะแป้งร้อนหากทิ้งให้แป้งเย็น แป้งจะจับตัวเป็นก้อนไม่สามารถกดเป็นเส้นลอดช่องได้ (น้ำทิพย์, 2549)

2.1.2 ข้าวสังข์หยด

ข้าวพันธุ์สังข์หยดมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ คือ *Oryza sativa* L. เป็นพันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่ปลูกดั้งเดิมในจังหวัดพัทลุง ซึ่งชาวนาได้ปลูกติดต่อกันมาช้านาน ตั้งแต่สมัยบรรพบุรุษจนถึงปัจจุบัน ข้าวพันธุ์สังข์หยดที่ชาวนาทัวไปปลูกอยู่เดิมมีหลากหลายลักษณะ มาจากหลายสายพันธุ์ จึงทำให้ข้าวมีคุณลักษณะที่ความแตกต่างกันมีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ ในระหว่างปี พ.ศ.2525 –

2529 นักปรับปรุงพันธุ์ข้าวของศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง ได้เก็บรวบรวมพันธุ์ข้าวพื้นเมืองในภาคใต้ทั้งหมด 1,997 พันธุ์ มีตัวอย่างพันธุ์ข้าวสังข์หยดในจังหวัดพัทลุงจาก 3 แหล่ง ได้แก่ จากตำบลโคกทราย อำเภอปากพะยูน ตำบลท่ามะเดื่อ อำเภอบางแก้ว และจากตำบลควนขนุน อำเภอเขาชัยสน ได้นำพันธุ์มาพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ได้สายพันธุ์ที่ดี เป็นสายพันธุ์บริสุทธิ์ตั้งแต่ปี พ.ศ.2530 และปลูกรักษาพันธุ์ไว้ในศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง ต่อมาในปี พ.ศ.2544 ได้นำเมล็ดพันธุ์ดีที่คัดเลือกแล้วไปปลูกทดสอบผลผลิตในพื้นที่แปลงนาโครงการฟาร์มตัวอย่างตามพระราชดำริจังหวัดพัทลุง เมื่อวันที่ 24 กันยายน 2546 สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์พระบรมราชินีนาถ เสด็จพระราชดำเนินทรงเยี่ยมที่โครงการฟาร์มตัวอย่างตามพระราชดำริจังหวัดพัทลุง ทางศูนย์วิจัยข้าวพัทลุงได้ถวายข้าวหอมมีพันธุ์สังข์หยด พระองค์ทรงรับและนำไปให้ห้องเครื่องหุงถวาย ทรงรับสั่งว่าอร่อย จึงมีพระราชดำริให้พันธุ์ข้าวสังข์หยด โดยมีผู้ว่าราชการจังหวัดพัทลุง ได้สนับสนุนให้มีการส่งเสริมการปลูก ตามแผนยุทธศาสตร์พัฒนาจังหวัด (ปีพ.ศ.2547–2550) และศูนย์วิจัยข้าวพัทลุงได้ดำเนินการยื่นคำขอหนังสือรับรองพันธุ์พืช ขึ้นทะเบียนตามพระราชบัญญัติพันธุ์พืช พ.ศ.2518 และกรมวิชาการเกษตรได้ประกาศออกหนังสือรับรองพันธุ์พืช ขึ้นทะเบียนชื่อพันธุ์ “ข้าวสังข์หยดพัทลุง” เมื่อวันที่ 4 กรกฎาคม พ.ศ. 2548 และได้ดำเนินการขึ้นทะเบียนเป็นสินค้าสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ เมื่อวันที่ 14 มีนาคม พ.ศ. 2549 ตามพระราชบัญญัติการคุ้มครองสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ พ.ศ.2546 ที่มีผลต่อกรมทรัพย์สินทางปัญญากระทรวงพาณิชย์ โดยใช้ชื่อสินค้าว่า “ข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง” ซึ่งได้รับการประกาศขึ้นทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (geographical indications: GI) ตั้งแต่วันที่ 23 มิถุนายน พ.ศ. 2549 ข้าวสังข์หยดเป็นข้าวที่มีการปลูกในระบบแบบอินทรีย์ (organic rice) เป็นข้าวที่ผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ซึ่งเป็นกรรมวิธีการผลิตข้าวที่หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี หรือสารสังเคราะห์ชนิดต่างๆ เช่น ปุ๋ยเคมี สารเร่งการเจริญเติบโต สารกำจัดวัชพืช สารป้องกันแมลงและศัตรูข้าว การปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์จะมีการควบคุมตั้งแต่กระบวนการผลิตจนกระทั่งกระบวนการเก็บรักษา หากมีความจำเป็นที่ต้องใช้สารควบคุมศัตรูข้าว จะใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากธรรมชาติ และสารสกัดที่ได้จากพืชที่ไม่ให้โทษไม่มีผลข้างเคียงต่อคน และไม่ส่งผลให้เป็นสารตกค้างในผลผลิต จึงทำให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพและสามารถจำหน่ายได้ราคาที่สูงขึ้น และการทำการเกษตรแบบอินทรีย์ยังเป็นการอนุรักษ์ธรรมชาติ การปลูกข้าวที่ให้ได้คุณภาพที่ดีจะมีผลมาจากการเลือกระยะเวลาในการปลูกเหมาะสม การเตรียมดิน การจัดระบบน้ำให้มีความเหมาะสมกับข้าวชนิดนั้นๆ จะส่งผลให้ข้าวมีการเจริญงอกงามได้มีความสมบูรณ์แข็งแรงทนต่อโรค เมื่อนำไปผ่านกระบวนการสีข้าวในระบบ (GMP: good manufacturing practice) จะได้ข้าวสังข์หยดที่มีความปลอดภัยจากสารกำจัดแมลง ซึ่งในกระบวนการสีข้าวจะได้ข้าวกล้องสังข์หยด ปลายข้าว

และรำข้าว ในส่วนที่เป็นปลายข้าวและข้าวที่ไม่ได้ขนาดไปผลิตเป็นแป้งเพื่อนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ข้าวสังข์หยด (สำเริง, 2550)

2.1.3 ลักษณะของข้าวสังข์หยด

ข้าวสังข์หยดเป็นพันธุ์ข้าวเจ้าที่ปลูกมากในเขตอำเภอเมืองพัทลุง อำเภอเขาชัยสน อำเภอควนขนุน และอำเภอป่าพะยอม ของจังหวัดพัทลุง ปลูกได้เฉพาะนาปี ซึ่งจะมีการปลูกต้นเดือนสิงหาคมและข้าวจะออกดอกประมาณเดือนมกราคม และเก็บเกี่ยวได้ในเดือน กุมภาพันธ์ ต้นข้าวจะมีความสูงประมาณ 140 เซนติเมตร ลำต้นแข็งมีลักษณะทรงกอตั้งการแยกกอเฉลี่ย 8 ต้นต่อกอ ใบสีเขียว มีขนาดของเมล็ดข้าวเปลือกยาว 9.33 มิลลิเมตร กว้าง 2.11 มิลลิเมตร หนา 1.77 มิลลิเมตร ขนาดของเมล็ดข้าวกล้องยาว 6.70 มิลลิเมตร กว้าง 1.81 มิลลิเมตร หนา 1.64 มิลลิเมตร ขนาดของเมล็ดข้าวผ่านการขัดสียาว 6.67 มิลลิเมตร กว้าง 1.71 มิลลิเมตร หนา 1.61 มิลลิเมตร ข้าวสังข์หยดเป็นข้าวที่มีลักษณะเด่นแตกต่างจากข้าวพันธุ์อื่น คือเยื่อหุ้มเมล็ดมีสีชาปนสีแดงจางๆ จนถึงสีแดงเข้มในเมล็ดเดียวกันเมื่อหุงสุกแล้วจะมีลักษณะสีเข้ม สามารถย่อยง่ายเป็นข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสสูงกว่าอะไมโลเพกทิน และมีคุณค่าทางโภชนาการสูงเหมาะสำหรับผู้สูงอายุ (สำเริง, 2550)

2.1.4 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวสังข์หยด

ในข้าวสังข์หยดมี วิตามินบี 1 ช่วยป้องกันโรคเหน็บชา วิตามินบี 2 ช่วยป้องกันโรคปากนกกระจอก และไนอะซิน (niacin) ซึ่งช่วยในการทำงานของระบบประสาทและผิวหนัง รวมทั้งมีแร่ธาตุที่สำคัญ คือ แคลเซียมและฟอสฟอรัสซึ่งช่วยป้องกันโรคกระดูกอ่อน กระดูกพรุน สีแดงของข้าวสังข์หยดเป็นรงควัตถุประเภทฟลาวานอยด์ชนิดแอนโทไซยานิน ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ซึ่งช่วยชะลอความชราลดความเสียหายของผิวหนัง และลดความเสี่ยงในการเป็นโรคต่างๆ เช่น โรคหัวใจ โรคมะเร็ง โรคระบบภูมิคุ้มกันผิดปกติ โดยคุณค่าทางโภชนาการของข้าวเจ้าและข้าวสังข์หยด 100 กรัม ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวเจ้าและข้าวสังข์หยดพัทลุง 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ	ข้าวเจ้า	ข้าวสังข์หยดพัทลุง
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	351	364.20
โปรตีน (กรัม)	6.70	6.20
ไขมัน (กรัม)	0.80	3.30
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	79.40	73.10
ใยอาหาร (กรัม)	0.70	4.81
วิตามินบี 1 (มิลลิกรัม)	0.07	0.37
วิตามินบี 2 (มิลลิกรัม)	0.04	0.96
ไนอะซิน (มิลลิกรัม)	1.75	6.40
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	6.00	13.00

ที่มา: กองโภชนาการ (2544)

2.1.5 สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (Geographical Indication Rice : GI)

สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ หมายถึงการเพิ่มมูลค่าโดยการผลิตที่มีเอกลักษณ์ มีความเชื่อมโยงกับพื้นที่ผลิตสามารถบ่งชี้ได้ว่าเป็นสินค้าที่เกิดขึ้น ณ ที่ใดที่หนึ่งมีลักษณะจำเพาะที่เป็นความพิเศษในตัวสินค้า และเกี่ยวข้องกับผู้ผลิตสินค้านั้นแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

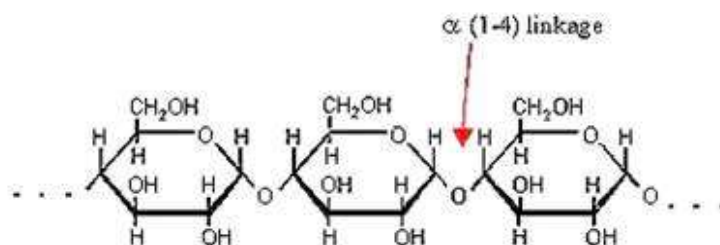
2.1.5.1 สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์โดยตรง (Direct Geographical Indication) เป็นชื่อทางภูมิศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสินค้านั้น

2.1.5.2 สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์โดยอ้อม (Indirect Geographical Indication) กล่าวคือ เป็นสัญลักษณ์ หรือสิ่งอื่นใดที่ไม่ใช่ชื่อทางภูมิศาสตร์ ซึ่งใช้เพื่อบ่งบอกแหล่งภูมิศาสตร์อันเป็นแหล่งกำเนิดหรือแหล่งผลิตของสินค้า

2.1.6 โครงสร้างและองค์ประกอบของแป้ง

แป้งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่ประกอบด้วย คาร์บอน 6 อะตอม ไฮโดรเจน 12 อะตอม และออกซิเจนจำนวน 6 อะตอม มีสูตรทางเคมีทั่วไปคือ $(C_6H_{10}O_5)_n$ แป้งจะเป็นพอลิเมอร์ของกลูโคสจะประกอบด้วยแอนไฮโดรกลูโคส ยูนิต (anhydroglucose unit) เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ glucosidic linkage ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 1 ทางด้านปลายสายของพอลิเมอร์ มีหน่วยกลูโคสที่มีหมู่แอลดีไฮด์ เรียกว่า reducing end group แป้งจะประกอบด้วยสายพอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคส มี 2 ชนิด คือ พอลิเมอร์เชิงเส้น คือ อะไมโลส และพอลิเมอร์เชิงกิ่งคือ อะไมโลเพกทิน และแป้งเป็นพอลิแซ็กคาไรด์ที่สะสมอยู่ในราก ผลและเมล็ดของพืช จะมีแป้งที่ประกอบไปด้วยอะไมโลส (amylose) ประมาณ 10-20 % ซึ่งเป็นส่วนที่ละลายน้ำได้ และอะไมโลเพกทิน (amylopectin) ประมาณ 80-90% ซึ่งเป็นส่วนที่ไม่ละลายน้ำ อะไมโลสเมื่อละลายในน้ำร้อนจะกระจายตัวอยู่ในรูปของคอลลอยด์ (colloid) ส่วนประกอบทั้งสองเป็นพอลิเมอร์ของกลูโคส เมื่อแป้งถูกไฮโดรไลซ์ขั้นแรกจะได้เด็คซ์ทริน (dextrin) แต่เมื่อถูกไฮโดรไลซ์ต่อจะได้เป็นมอลโทสและขั้นสุดท้ายจะกลายเป็นกลูโคส (อุตมวิซซ์, 2554) และกลูโคสหลายหน่วยที่เชื่อมต่อกันเป็นสายยาวโดยแบ่งชนิดของโมเลกุลตามลักษณะของการเชื่อมโยงของกลูโคส ได้ 2 ชนิด ดังนี้

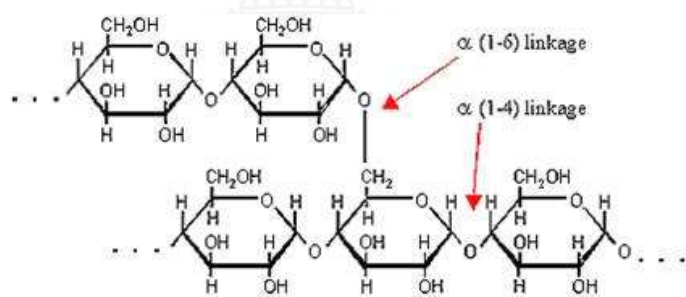
2.1.6.1 อะไมโลสเป็นพอลิแซ็กคาไรด์สายตรง (linear polysaccharide) ประกอบด้วย α -D-glucose 200-2,100 หน่วย มาเชื่อมโยงด้วยพันธะไกลโคไซด์แบบ (1-2 α - linkages) จึงทำให้โครงสร้างเป็นโซ่ยาว ไม่มีกิ่ง ภาพที่ 2.1 เมื่อหยดไอโอดีนลงใน โมเลกุลของ อะไมโลส จะพันรอบไอโอดีนเกิดเป็นสารเชิงซ้อนซึ่งมีสีน้ำเงิน และอะไมโลสประกอบไปด้วย กลูโคสที่เกาะกันเป็นสายตรงจะมีลักษณะกลายเป็นวุ้นเมื่อแป้งสุก (อุตมวิซซ์, 2554)



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของอะไมโลส

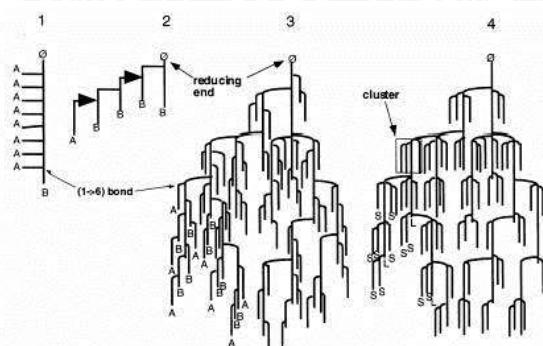
ที่มา: Hizukuri (1986)

2.1.6.2 อะไมโลเพกทิน เป็นโมเลกุลของพอลิแซ็กคาไรด์ที่มีขนาดใหญ่กว่าอะไมโลสหลายเท่าและมีกิ่งมาก ประกอบขึ้นด้วยกลูโคสที่เชื่อมต่อกันเป็นสายตรงด้วยพันธะ (1,4- α -linkages) แต่จะมีโซ่กิ่งที่เกิดขึ้นระหว่างคาร์บอนตำแหน่งที่ 6 ของโซ่หลักกับคาร์บอนตำแหน่งที่ 1 (1,6- α -linkages) ของกลูโคสอีกโมเลกุลหนึ่งทุกๆ ช่วงของกลูโคส 20 - 25 หน่วย ภาพที่ 2.2 ปริมาณสายกิ่งในอะไมโลเพกทินมีประมาณ 4-5 หน่วย อะไมโลเพกทินมีระดับการเกิดพอลิเมอร์ DP 10^4 ถึง 10^5 ต่อโมเลกุล มีน้ำหนักโมเลกุล 10^7 ถึง 10^8 ดาลตัน ถึงแม้จะมีอีลิกซีในสายกิ่งแต่สั้นกว่าของอะไมโลส ดังนั้นอะไมโลเพกทิน เมื่อย่อยด้วยสารละลายไอโอดีน (สารละลาย I_2/KI) จะให้สีม่วงแดง และอะไมโลเพกทิน จะประกอบไปด้วยกลูโคสที่เกาะกันเป็นแขนงเมื่อแป็งสุกจะเกาะกันแน่นแต่ไม่เป็นก้อน (อุดมวิชัย, 2554) โมเดลโครงสร้างของอะไมโลเพกทิน ภาพที่ 2.3 และความแตกต่างของอะไมโลสและอะไมโลเพกทิน แสดงดังตารางที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างของอะไมโลเพกทิน

ที่มา: Hizukuri (1986)



ภาพที่ 2.3 โมเดลโครงสร้างของอะไมโลเพกทิน

ที่มา: Hizukuri (1986)

ตารางที่ 2.2 ความแตกต่างของอะไมโลสและอะไมโลเพกทิน

อะไมโลส	อะไมโลเพกทิน
ละลายน้ำได้ดีกว่า	ละลายน้ำได้น้อย
เมื่อนำไปต้มในน้ำจะให้ชั้นหนืดต่ำกว่าแต่จะมีลักษณะที่ข้นกว่า	เมื่อนำไปต้มในน้ำจะให้ลักษณะชั้นหนืดสูงกว่าและมีลักษณะที่ใส
ให้สีน้ำเงินแก่กับไอโอดีน	ให้สีแดงม่วงและสีน้ำตาลกับไอโอดีน
โมเลกุลเป็นสายตรง	โมเลกุลจะแตกแขนง
ประกอบด้วยกลูโคส 200 – 2,100 หน่วย	แต่ละกิ่งมีกลูโคส 20 – 25 หน่วย
เมื่อต้มทิ้งไว้ไม่จับตัวเป็นก้อน	เมื่อต้มทิ้งไว้จะจับตัวเป็นก้อน

ที่มา: Beymum and Roels (1985)

2.1.7 แป้งข้าวเจ้า

แป้งข้าวเจ้า คือแป้งที่ทำจากข้าวเจ้า โดยใช้ข้าวหักหรือข้าวเกรดสองที่ไม่เหมาะจะมารับประทานโดยตรง จึงนำมาผลิตเป็นแป้งข้าวเจ้า วิธีการผลิตแป้งมี 2 แบบ คือ ไม่แห้ง และไม่เปียก แป้งที่ได้จากการไม่แห้งจะมีคุณภาพต่ำ เพราะผงแป้งค่อนข้างหยาบและมีสิ่งเจือปนสูง อายุการเก็บรักษาสั้น เพราะเกิดกลิ่นหืนและถูกทำลายจากแมลงได้ง่าย สำหรับวิธีการไม่แห้งหรือไม่เปียกเป็นวิธีการผลิตแป้งที่แพร่หลายในปัจจุบันที่ทำให้แป้งมีคุณภาพดี มีความละเอียดและสิ่งเจือปนน้อยแป้งชนิดนี้เป็นแป้งที่มีคุณภาพสูงและสุกเร็ว (รัมภา, 2552)

2.1.7.1 ลักษณะของแป้งข้าวเจ้า ลักษณะทางกายภาพของแป้งข้าวเจ้าแป้งจะมีสีขาวนวลเป็นผงละเอียด ลื่นมือเล็กน้อย (รัมภา, 2552) ลักษณะทางเคมีของแป้งข้าวเจ้า เมื่อทำให้สุกจะมีลักษณะเป็นวุ้นสีขาวขุ่นร่วน ถ้าทิ้งให้เย็นจะอยู่ตัวเป็นก้อน ร่วนไม่เหนียว ล่อนออกจากภาชนะง่าย จึงเหมาะที่จะใช้ในการทำขนมที่ต้องการความอยู่ตัว ร่วนไม่เหนียวหนืด เช่น ขนมขี้หนู ขนมกล้วย และเส้นขนมจีน

2.1.7.2 ชนิดของแป้งข้าวเจ้า มี 3 ชนิด ดังนี้

1) แป้งเก่า เป็นแป้งที่ทำมาจากข้าวค้างปีมีคุณสมบัติที่ดูน้ำได้ดีเหมาะที่จะทำขนมที่ใช้น้ำเป็นส่วนผสม เช่น ขนมνάดอกไม้ และขนมทราย เป็นต้น

2) แป้งใหม่ เป็นแป้งที่ทำมาจากข้าวใหม่ แป้งชนิดนี้จะดูน้ำได้น้อย เพราะเป็นแป้งที่มีความชื้นในตัวค่อนข้างสูง เหมาะกับการทำขนมหลายประเภท

3) แป้งสด เป็นแป้งที่ไม่ทับน้ำ เหมาะที่จะนำไปทำขนมที่ดูน้ำมาก ถ้าใช้แป้งสดจะทำให้ขนมนั้นไม่แห้ง เช่น ใช้ทำขนมครองแครงกะทิ เป็นต้น

2.1.7.3 การเก็บรักษาแป้งข้าวเจ้า ในการเก็บรักษาในเก็บตามประเภทของแป้ง คือ แป้งแห้งและแป้งสด ดังนี้

1) แป้งแห้ง ในการเก็บรักษาจะต้องเก็บในที่แห้งและเย็น ปิดปากถุงให้สนิท หลังจากใช้เพื่อป้องกันมอดและแมลง แป้งชนิดนี้จะเก็บได้นานขึ้นอยู่กับความชื้นในแป้ง

2) แป้งสด เป็นแป้งที่ผ่านกรรมวิธีการทับน้ำออกใช้ได้โดยไม่ต้องตากแห้ง แป้งสดมีความชื้นสูง เมื่อซื้อมาแล้วควรใช้ทันที ถ้าจะเก็บไว้นานๆ ควรใส่ตู้เย็น แต่เก็บได้ไม่นาน เพราะในแป้งสดจะมีเอนไซม์จากธรรมชาติที่จะเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์ และน้ำส้มในที่สุด ดังนั้นแป้งสดที่เก็บไว้นานจะมีกลิ่นเปรี้ยว (วไลภรณ์, 2552)

2.1.8 แป้งทำยายม่อม

แป้งทำยายม่อมเป็นแป้งที่ใส่ในขนมแล้วจะทำให้เนื้อขนมมีลักษณะใสคล้ายแป้งถั่ว เป็นแป้งที่ทำมาจากหัวทำยายม่อมจะเก็บหัวได้ปีละครั้ง แป้งทำยายม่อมมีลักษณะเบานุ่ม ตัวแป้งเป็นละอองทำให้ขนมนุ่มใสมันเป็นเงา ช่วยให้ขนมมีลักษณะที่ดูนิ่มใช้แป้งทำยายม่อมเพื่อให้ขนมมีลักษณะใสเป็นประกายและมีลักษณะเนื้อสัมผัสของแป้งเหนียวขึ้น วิธีทำแป้งทำยายม่อมเป็นวิธีการพื้นบ้านที่สามารถทำกันได้ง่ายๆ โดยนำหัวทำยายม่อมมาล้างทำความสะอาดปอกเปลือกทิ้งให้หมดเพราะเปลือกของหัวทำยายม่อมเป็นพิษต่อร่างกายจากนั้นจึงนำมาฝนบนแผ่นสังกะสีที่เจาะรูด้วยตะปู ใช้ภาชนะใส่น้ำรองรับส่วนที่ฝนได้จะได้น้ำแป้งทำยายม่อม หรือจะใช้เครื่องปั่นแรงโดยใช้เครื่องปั่นน้ำผลไม้ โดยนำหัวทำยายม่อมที่ปอกเปลือกแล้วนำมาปั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ใส่เครื่องปั่นแล้วเติมน้ำแล้วจึงนำไปปั่นให้ละเอียดด้วยความเร็วเครื่องปานกลางจนหัวทำยายม่อมละเอียดก็จะได้น้ำแป้งเช่นกัน นำน้ำแป้งที่ได้มากรองด้วยผ้าขาวบาง เพื่อเอากากทิ้ง นำส่วนที่กรองได้แช่ในภาชนะที่เหมาะสมนาน 3 ชั่วโมง แป้งจะตกตะกอนให้เทน้ำทิ้งแล้วจึงเติมน้ำใหม่ลงไปคนให้เขากันดีแล้วกรองอีกครั้ง แช่ทิ้งไว้อีก 3 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดให้ทำตามวิธีเดิมอีกครั้ง เทน้ำทิ้งนำแป้งที่ตกตะกอน ออกมาตากแดดให้แห้งสนิท จะได้แป้งทำยายม่อมที่ขาวสะอาด ก่อนที่จะนำไปใช้ควรร่อนแป้งทุกครั้ง ในท้องตลาดทั่วไป ไม่มีการซื้อขายหัวทำยายม่อม แต่จะมีการไปขุดมาจากป่าแล้วนำมาขายกันในราคา ประมาณ 4-5 บาท โดยแหล่งผลิตแป้งทำยายม่อมของภาคตะวันออกเฉียงใต้ จังหวัดชลบุรี เป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือน แป้ง

ทำยายม่อมเป็นแป้งที่มีเส้นใยหยาบ และเจลของแป้งทำยายม่อมจะแข็งกว่าแป้งมันสำปะหลัง แต่จะมีความแข็งน้อยกว่าแป้งข้าวเจ้า เมื่อนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ต่างๆ จะพบว่าให้การคืนตัวช้ากว่าแป้งมันสำปะหลัง (ปิติพร, 2546)

2.1.9 แป้งถั่วเขียว

แป้งถั่วเขียว ได้จากการนำถั่วเขียวมาไม่ผ่าซีกแล้วนำไปแช่น้ำทิ้งไว้จนเปลือกของถั่วเขียวออก แล้วนำไปโม่ให้ละเอียดทิ้งไว้ให้แป้งตกตะกอน ส่วนน้ำที่ใสที่อยู่ด้านบนให้เททิ้งแล้วใช้น้ำสะอาดล้างแป้งที่ได้ แล้วผึ่งแป้งไว้บนตะแกรงหรือนำไปอบให้แห้ง เมื่อแป้งแห้งแล้วนำมาบดให้ละเอียด (อบเชย และชนิษฐา, 2556) เป็นแป้งที่มีขนาดเม็ดเล็ก เมื่อทำให้สุกด้วยการกวนกับน้ำด้วยไฟอ่อนปานกลาง แป้งละลายเร็ว สุกง่าย ชื่นเร็ว เมื่อสุกแป้งจะมีลักษณะขุ่นใส เมื่อพักให้เย็นจะจับตัวเป็นก้อนมีความเหนียว เหมาะในการทำอาหารที่ต้องการความใสอยู่ตัว เช่น ซ่าหริ่ม ลอดช่อง และลื้มกลืน เป็นแป้งที่ให้ความเหนียวและความหนืดต่ออาหารเมื่อใช้แป้งถั่วเขียวในการทำขนมจะทำให้ขนมชนิดนั้นมีความชื้นเร็วขึ้น (รุ่งทิภา, 2553) สมบัติทางเคมีของแป้งถั่วเขียวแสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 สมบัติทางเคมีของแป้งถั่วเขียว

คุณสมบัติ	ปริมาณ
ความแน่นก่อนบด (กรัม/มิลลิลิตร)	0.85
ปริมาณความชื้น (%)	12.49
การละลายน้ำ (%)	33.89
การดูดซึมน้ำ (%)	2.84
ปริมาณอะไมโลส (%)	32.00
ค่าดัชนีไกลซีมิก	66.10

ที่มา: คณะวิทยาศาสตร์ (2557)

เมล็ดถั่วเขียวเลาะเปลือกมีความหนาแน่น 0.85 กรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อนำไปบดด้วยเครื่องบดแบบค้อนผ่านตะแกรงขนาด 0.8 มิลลิเมตร ร่อนด้วยเครื่องคัดแยกขนาด ได้แป้งถั่วเขียวที่มีอนุภาคในช่วง 50-100 ไมครอน วัดปริมาณความชื้นได้ร้อยละ 12.49 ซึ่งปริมาณความชื้นขึ้นอยู่กับความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity, RH) ของอากาศขณะที่เก็บผลิตภัณฑ์ ถ้ามีความชื้นสัมพัทธ์

ต่ำแป้งจะมีความชื้นต่ำด้วยถ้าความชื้นสูงแป้งจะดูดซับน้ำไว้มาก ปริมาณความชื้นสมดุล equilibrium moisture content ของแป้งขึ้นอยู่กับชนิดของแป้ง ภายใต้สภาวะอากาศปกติแป้งโดยทั่วไปจะมีความชื้นร้อยละ 10-20 (w/w) สามารถละลายน้ำได้ค่อนข้างต่ำ มีค่าการละลายน้ำร้อยละ 33.89 และมีค่าการดูดซึมน้ำร้อยละ 2.84 ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากปริมาณ อะไมโลสที่มีอยู่สูงถึงร้อยละ 32.00 มีผลทำให้ไปขัดขวางการละลายน้ำและการดูดซึมน้ำ (สุนีย์ และคณะ, 2543)

2.1.10 ความหนืด

ความหนืดเป็นสมบัติเฉพาะตัวของแป้งที่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการเกิดเจลลิตีในเซชันของแป้ง จะแตกต่างกันไปตามแต่ละชนิดและสายพันธุ์ของแป้ง การตรวจวัดค่าความหนืดมีความสำคัญในแง่การใช้แป้งทั้งในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น เป็นสารให้ความข้นหนืดและให้เนื้อสัมผัสในอาหาร การเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งสามารถตรวจสอบได้โดยใช้เครื่องมือหลายชนิด ซึ่งมีทั้งแบบปรับอุณหภูมิไม่ได้ (brookfield capillary viscometer) และ Rheometer ซึ่งจะทำการวัดค่าที่อุณหภูมิหนึ่งเท่านั้น ส่วนเครื่องมือที่สามารถควบคุมและปรับอุณหภูมิได้คือ (rapid visco analyzer) และบราเวนเดอร์วิสโคอะไมโลกราฟแบบปรับและควบคุมอุณหภูมิได้ ซึ่งมีความสำคัญในการศึกษาทั้งลักษณะของกราฟและความหนืดเมื่อมีการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิให้กับน้ำแป้ง ทำให้ทราบถึงอุณหภูมิที่ทำให้เกิดเจลลิตีในเซชัน ค่าความหนืดที่จุดสูงสุด และค่าความหนืดที่จุดสุดท้าย เมื่อสารละลายเกิดการคืนตัวของแป้ง และสามารถทำให้ร้อนและเย็นที่ได้อย่างแม่นยำและรวดเร็ว สามารถรักษาอุณหภูมิให้คงที่ได้ จึงทำให้สามารถหาลักษณะการเปลี่ยนแปลงความหนืด (pasting curve) ภายในระยะเวลาสั้นที่ 13 นาทีได้เนื่องจากมีกลไกการส่งผ่านความร้อนที่ดีกว่าและใช้ปริมาณของตัวอย่างที่น้อยกว่า (กล้าณรงค์ และเกื้อกุล, 2543) เมื่อเม็ดแป้งได้รับความร้อนจะดูดซึมน้ำและพองตัวขยายใหญ่ขึ้นส่วนน้ำที่เหลืออยู่รอบๆ เหลือน้อยลงทำให้เม็ดแป้งเคลื่อนไหวได้ยาก และสภาวะที่มีการกวนภายใต้แรงเฉือน ค่าหนึ่งแป้งจะเปลี่ยนเป็นเจล ซึ่งเป็นการเกิดเจลลิตีในเซชันของแป้งมีผลทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้นจนถึงจุดที่ความหนืดสูงสุด (peak viscosity) ซึ่งเป็นจุดที่เม็ดแป้งมีการพองตัวเต็มที่ การเพิ่มอุณหภูมิและมีการกวนต่อมีผลทำโครงสร้างภายในเม็ดแป้งแตกตัวออก ทำให้ค่าความหนืดลดลงและเมื่อลดอุณหภูมิจึงเกิดการคืนตัวของแป้งมีผลทำให้ค่าความหนืดเพิ่มสูงขึ้นอีก ซึ่งเป็นความหนืดที่เกิดจากการจัดเรียงตัวใหม่ของโมเลกุลอะไมโลสที่หลุดออกมาจากเม็ดแป้ง

2.1.11 การเกิดเจลาตินในเซชัน

โมเลกุลของแป้งประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิลจำนวนมากที่ยึดเกาะกันด้วยพันธะไฮโดรเจนมีคุณสมบัติชอบน้ำ แต่เนื่องจากเม็ดแป้งละลายในน้ำเย็นได้ยาก ดังนั้นในขณะที่แป้งอยู่ในน้ำเย็นเม็ดแป้งจะดูดซึมน้ำและพองตัวได้เล็กน้อย แต่เมื่อให้ความร้อนกับสารละลายน้ำแป้งพันธะไฮโดรเจนจะคลายตัวลง เม็ดแป้งจะดูดซึมน้ำและพองตัว ส่วนผสมของน้ำแป้งจะมีความหนืดและใสมากขึ้น เนื่องจากโมเลกุลของน้ำอิสระที่เหลืออยู่รอบๆ เม็ดแป้งเหลือน้อยเม็ดแป้งเคลื่อนไหวได้ยากขึ้นทำให้เกิดความหนืด ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า การเกิดเจลาตินในเซชันอุณหภูมิที่สารละลายเริ่มเกิดความหนืดเรียกว่าเริ่มเกิดเจลาตินในซ์ เมื่อตรวจวัดด้วยเครื่องวัดความหนืดมักจะเรียกจุดนี้ว่า อุณหภูมิที่เริ่มเปลี่ยนแปลงความหนืดหรือเวลาที่เริ่มเปลี่ยนแปลงความหนืดซึ่งจะแตกต่างกันในแป้งแต่ละชนิด การเกิดเจลาตินในซ์ของแป้งแบ่งได้ 3 ระยะเวลาคือ ระยะเวลาแรกเม็ดแป้งจะดูดซึมน้ำเย็นได้อย่างจำกัดและเกิดการพองตัวแบบผันกลับได้ เนื่องจากว่างระหว่างไมเซลล์ยึดหยุ่นได้อย่างจำกัด ความหนืดของสารแขวนลอยจะไม่เพิ่มขึ้นจนเห็นได้ชัด เม็ดแป้งยังคงรักษารูปร่างและโครงสร้างแบบที่เกิดการบิดแสงระนาบโพลาไรซ์ได้ เมื่อใส่สารเคมีหรือเพิ่มอุณหภูมิให้สารละลายน้ำแป้งจนถึงประมาณ 65 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิที่แท้จริงขึ้นอยู่กับชนิดของแป้ง) เมื่อเริ่มเข้าสู่ระยะที่สอง เม็ดแป้งจะพองตัวได้อย่างรวดเร็ว ว่างระหว่างเซลล์ภายในเม็ดแป้งจะอ่อนแอลง เนื่องจากพันธะไฮโดรเจนถูกทำลาย เม็ดแป้งจะดูดซึมน้ำเข้ามามากและเกิดการพองตัวแบบผันกลับไม่ได้ เรียกว่า การเกิดเจลาตินในเซชัน สอดคล้องกับ (Sunsanee et al, 2546) ได้ศึกษาผลของปริมาณน้ำต่อการเกิดเจลาตินในเซชันของแป้งข้าวชนิดต่างๆ โดยพบว่ากระบวนการเกิดเจลาตินในเซชันปริมาณน้ำจะมีผลต่อการเกิดเจลาตินที่จะทำให้แป้งสุก และแป้งที่มีปริมาณของ อะไมโลสต่ำใช้อุณหภูมิต่ำกว่าแต่ต้องใช้พลังงานที่สูงกว่าแป้งที่มีอะไมโลสสูง และเม็ดแป้งมีการเปลี่ยนรูปร่างและโครงสร้างที่เกิดการบิดแสงระนาบโพลาไรซ์ได้ ความหนืดของสารละลายน้ำแป้งจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วแป้งที่ละลายได้จะเริ่มละลายออกมา ซึ่งถ้าเหวี่ยงแยกส่วนใสหรือหยดสารละลายใสไอดินลงในส่วนใสจะเกิดสีน้ำเงินขึ้น เมื่อมีการเพิ่มอุณหภูมิอีกจนเข้าสู่ระยะที่สามรูปร่างเม็ดแป้งจะไม่แน่นอนการละลายแป้งจะเพิ่มขึ้น เมื่อนำไปทำให้เย็นจะเกิดเป็นเจล การเกิดเจลาตินในเซชันของแป้งจะทำให้หมู่ไฮดรอกซิลของแป้งสามารถทำปฏิกิริยากับสารอื่นได้ดีขึ้นรวมทั้งพร้อมที่จะถูกย่อยด้วยน้ำย่อยต่างๆได้ดีกว่า (กล้าณรงค์ และเกื้อกุล, 2543)

2.1.12 การคืบตัวของแป้งสุก

การคืบตัวของแป้งสุกเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อแป้งสุกที่มีอุณหภูมิร้อนมีอุณหภูมิลดต่ำลง ขณะที่อุณหภูมิลดลง โมเลกุลอิสระของอะไมโลสซึ่งอยู่ใกล้กันจะเคลื่อนที่เข้ามาใกล้กันและจับตัวกันด้วยพันธะไฮโดรเจน ทำให้เกิดสภาพการจัดเรียงตัวของโมเลกุลขึ้นใหม่ โดยเปลี่ยนจากลักษณะการกระจายตัวของโมเลกุลมาเป็นส่วนที่เป็น crystallite ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยวิธี X-ray diffraction (Collison, 1968) ถ้าน้ำแป้งสุกมีความเข้มข้นต่ำ การจัดเรียงตัวของโมเลกุลเหล่านี้จะทำให้เกิดลักษณะตะกอนขุ่นขาว แต่ถ้าน้ำแป้งสุกมีความเข้มข้นสูง เช่น แป้งข้าวโพดความเข้มข้น 7% โดยน้ำหนัก จำนวนโมเลกุลที่มาจัดเรียงตัวกันใหม่มีมากและระหว่างเคลื่อนที่เข้ามาจับกันจะสามารถเก็บกักน้ำไว้ได้ ทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้น และในที่สุดเกิดลักษณะเจลที่อ่อนนุ่มการคืบตัวของน้ำแป้งโดยทั่วไปจะเกิดได้ดีเมื่อน้ำแป้งมีความเข้มข้นสูง และทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิต่ำ แป้งแต่ละชนิดมีอัตราการคืบตัวของน้ำแป้งสุกแตกต่างกัน โดยทั่วไปแป้งจากรากหัว มีอัตราการคืบตัวช้ากว่าแป้งจากธัญพืช ทั้งนี้เป็นเพราะแป้งจากรากหัว เมื่อได้รับความร้อนจะพองตัวมากและเร็ว และเม็ดแป้งแตกง่ายทำให้โมเลกุลแป้งทั้งหมดกระจายอยู่ทั่วไปในน้ำ แป้งยาคที่โมเลกุลอะไมโลส จะมาจัดเรียงตัวกันใหม่แต่แป้งที่ได้จากธัญพืช เมื่อได้รับความร้อนจะพองตัวน้อยกว่าเม็ดแป้งแตกน้อยโมเลกุลที่คลายตัวยังอยู่ใกล้ชิดกันจึงเคลื่อนที่จับกันใหม่ได้ง่าย ซึ่งอาจจับตัวกันระหว่างเม็ดแป้งที่พองตัวซึ่งอยู่ใกล้กันหรือระหว่างชิ้นส่วนของเม็ดแป้งหรือโมเลกุลอะไมโลสอิสระที่หลุดออกมา จึงเกิดการยึดเกาะกันด้วยพันธะไฮโดรเจน และสามารถเก็บกักน้ำไว้ได้ การมีอะไมโลเพกทิน อยู่ด้วยทำให้อัตราการคืบตัวของน้ำแป้งสุกช้าลง เนื่องจากโมเลกุลของอะไมโลเพกทิน มีกิ่งก้านสาขาทำให้เกาะ ยากที่โมเลกุลจะเคลื่อนที่เข้ามาจับกันใหม่ได้ จึงพบว่าแป้งมีอัตราการคืบตัวของน้ำแป้งสุกน้อยกว่าแป้งชนิดอื่น ขนาดโมเลกุลของอะไมโลสในแป้งแต่ละชนิดมีผลในการเกิดการคืบตัวของน้ำแป้งสุกด้วย โมเลกุลอะไมโลสที่มีขนาดพอเหมาะในการเคลื่อนที่มาจับกัน คือ ในช่วง 100-200 หน่วยกลูโคส ถ้าโมเลกุลมีขนาดใหญ่ เช่น แป้งมันฝรั่งมีอะไมโลสขนาดใหญ่ประมาณ 1,000-6,000 หน่วยกลูโคส จะเคลื่อนที่เข้ามาจับกันได้ยาก และถ้าโมเลกุลสั้นเกินไปจะเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา (brownian movement) ทำให้จับกันยากเช่นกัน (ดุษฎี, 2558)

2.1.13 น้ำปูนใส

น้ำปูนใสมีชื่อทางเคมีว่า แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (calcium hydroxide) มีองค์ประกอบ คือ น้ำปูนแดงผสมกับน้ำในอัตราส่วนปูน 4 ช้อนโต๊ะกับน้ำเปล่า 10 ถ้วย ทิ้งให้หนอนกัน

รินใช้แต่น้ำที่ใส นำไปแช่อาหารน้ำปูนใสช่วยในเรื่องของกลิ่นและมีผลต่อเนื้อสัมผัสของอาหารจะทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารกรอบและช่วยให้อาหารมีความเหนียวต่อเนื้อสัมผัส

คุณสมบัติของน้ำปูนใสมีคุณสมบัติทำให้อาหารประเภทแป้งรวมถึงผัก ผลไม้แข็งตัวและกรอบถือเป็นสารช่วยกรอบทางธรรมชาติ ถ้าใช้ในปริมาณมากเกินไปก็มีผลให้ขนมมีรสชาติที่แปลกและมีกลิ่นของน้ำปูนมากเกินไปทำให้ไม่เป็นรสชาติที่ดีของขนมชนิดนั้น (นิคดา, 2553) น้ำปูนใสจะสามารถนำมาใช้ในขนมบางชนิด เช่น ขนมเปียกปูน ลอดช่องไทย ขนมดอกอัญชัน ใช้ น้ำปูนใส 4 ช้อนโต๊ะผสมกับแป้ง น้ำปูนใสจะช่วยให้แป้งเกาะกันดี ถ้าใช้ในปริมาณมากเกินไปจะส่งผลทำให้ขนมมีกลิ่นของน้ำปูนใสโดดเด่นมาก และใช้ขนมที่มีความกรอบเช่น ขนมทองม้วน ทองพับ ครอบแครงกรอบ ขนมเหล่านี้ล้วนต้องใช้น้ำปูนใสผสมลงไปนึ่งแป้งทั้งสิ้น ใสแต่พอควรจะสามารถเก็บไว้ได้นาน

การผลิตปูนแดง ปูนทำมาจากหิน ซึ่งเป็นหินที่มาจากภูเขาโดยหินชนิดนี้ต้องเป็นหินปูนเท่านั้น จึงนำมาทำปูนแดงเป็นปูนที่ดีหลังจากที่ปูนนี้แห้งแล้วก็ตากใส่บ่บ ส่งขายไปทั่วประเทศ แต่หลายคนไม่นิยมกินปูนแดงเพราะมีรสแรงมาก จึงมีการปรุงรสปูนเสียใหม่โดยการใส่พิมพ์เสน ใบเนียม หรือยาสีเสียดลงไป เพื่อเพิ่มทั้งความหอมและรสชาติเมื่อนำไปรับประทานคู่กับหมาก (นลิน, 2553)

2.1.14 การกวน

การกวน หมายถึง การนำอาหารที่มีลักษณะเป็นของเหลวมารวมกัน ตั้งไฟแรงปานกลางใช้พายไม้คนให้เร็วและแรง จนมีลักษณะข้นและเหนียวเป็นเนื้อเดียวกัน (อภิญา, 2553)

2.1.14.1 เทคนิคการกวน มีดังนี้

1) ควรใช้กระทะทองเหลือง กระทะสแตนเลสหรือภาชนะเคลือบปากกว้าง เพราะไม่ทำให้สีอาหารเปลี่ยนไป ก้นภาชนะควรมีลักษณะโค้งมนเพื่อความสะดวกในการกวนและควรใช้พายไม้เพราะมีความแข็งแรง และไม่มีสารละลายลงไปปนเปื้อนขนม

2) การทดสอบความเหนียวของอาหารกวนโดยหยดลงในน้ำที่เย็นจัด ถ้ามีลักษณะเป็นก้อนคงสภาพไม่แตกกระจายแสดงว่าอาหารกวนนั้นได้ที่แล้ว แต่ถ้าลักษณะเหลวละลายไปกับน้ำต้องกวนต่อไปอีก แล้วจึงทดสอบอีกครั้ง

3) การกวนควรใช้ไฟกลางหรือไฟอ่อน จะไม่ใช้ไฟแรง เพราะจะทำให้ขนมจับตัวเร็ว เนื้อขนมไม่เหนียว ขนมอาจไม่สุกหรือไหม้ได้ง่าย

4) วิธีการกวนที่จะทำให้ขนมได้ลักษณะที่ดี จะต้องกวนขนมไปทางเดียวกัน ตลอดเวลาจนกว่าขนมจะได้ที่ (จรรยา, 2549)

2.1.14.2 ข้อควรระวังในการกวน มีดังนี้

1) ขนมหรืออาหารที่ต้องใช้การกวนบางประเภทต้องใช้อุณหภูมิที่พอเหมาะในการกวน เพราะอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสี กลิ่น และรสชาติของอาหาร

2) เวลาที่ใช้ในการกวนเป็นสิ่งสำคัญ เพราะหากกวนเป็นเวลานาน จะทำรสชาติของอาหารผิดเพี้ยนไปจากลักษณะเดิม (นันทวัน, 2534)

2.1.15 น้ำ

น้ำ หมายถึงน้ำที่บริสุทธิ์ที่ไม่มีสี กลิ่น รสชาติ ใน 1 โมเลกุลของน้ำประกอบไปด้วย ไฮโดรเจน 2 อะตอม และออกซิเจน 1 อะตอม เชื่อมต่อกันด้วยพันธะโควาเลนต์ซึ่งใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน โดยมีอะตอมทั้งสามตัวเรียงกันทำมุม 105 องศา โดยมีออกซิเจนเป็นขั้วลบและมีไฮโดรเจนเป็นขั้วบวก และน้ำยังเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของอาหารเกือบทุกชนิด โดยมีปริมาณถึงร้อยละ 65-95 ของน้ำหนักรวมกับอาหาร อาหารที่มีปริมาณน้ำมากจะเสื่อมเสียได้รวดเร็วกว่า โดยมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพและทางเคมี น้ำในอาหารจะเป็นตัวทำละลายองค์ประกอบต่างๆของอาหารลักษณะของน้ำและการกระจายตัวของน้ำในอาหาร เป็นสิ่งที่สำคัญเนื่องจากถ้ามีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของน้ำหรือการกระจายของน้ำ จะมีผลต่อคุณสมบัติการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์อาหารนั้น (ไพบูลย์, 2532) น้ำที่อยู่ในอาหารจะอยู่ในรูปแบบที่ต่างกัน (monolayer water) เป็นน้ำที่มีความคงตัวสูง สามารถยึดเกาะกันได้อย่างเหนียวแน่นมีระเบียบและมีรูป (rigid) น้ำที่ไม่สามารถใช้เป็นตัวทำละลายได้และเป็นน้ำที่ไม่แข็งตัว (unfreezeable water) เมื่อนำอาหารไปแช่แข็งที่อุณหภูมิต่างๆ ดังนั้นน้ำในอาหารชนิดนี้หมายถึงน้ำที่เหลืออยู่ในสภาพที่เป็นของเหลวที่อุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส หรือต่ำลงถึง -20 องศาเซลเซียส สำหรับอาหารประเภทแช่แข็ง capillary water เป็นน้ำที่อยู่ในโครงสร้างของเนื้อเยื่อและมีเนื้อเยื่อของโครงสร้างที่ถูกทำลาย เช่น นำอาหารไปแช่เยือกแข็งจะส่งผลให้เกิดการสูญเสียของเหลวขึ้นเนื้อเยื่อนั้นได้นอกจากนั้น capillary water ยังมีบทบาทต่อการเกิดฮิสเทอรีซิส (hysteresis) ในอาหารอีกด้วย free water loosely bound water เป็นน้ำที่เกาะกันด้วยโมเลกุลที่มีอิสระ และน้ำยังเป็นตัวทำละลายที่ดี (นิธิยา และวิบูลย์, 2543) ในการจับตัวกันของน้ำกับอาหารเนื่องจากน้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการประกอบอาหารและมีผลต่อการกระทำกับอาหาร น้ำจะถูกจับตัวโดยกลุ่มของ โพลาร์ของโมเลกุลในลักษณะแบบชั้นโมโนโพลาร์ ดังนั้นสรุปรูปแบบของน้ำในอาหารได้ดังนี้

2.1.15.1 น้ำที่อยู่ในอาหารจะอยู่ในรูปแบบของน้ำบริสุทธิ์ น้ำในลักษณะนี้จะไม่เป็นส่วนใดส่วนหนึ่งของอาหาร จะเป็นน้ำในลักษณะที่มาจากภายนอก โดยได้จากการกลั่นตัวของไอน้ำ น้ำในรูปแบบนี้จะเรียกว่าน้ำอิสระ

2.1.15.2 น้ำที่ถูกดูดซับด้วยสารคอลลอยด์ และอยู่ในสภาพของเจลที่สามารถพองตัวได้อันเนื่องมาจากคุณสมบัติการเป็นขั้วบวกและขั้วลบของน้ำ น้ำชนิดนี้เรียกว่าน้ำของไฮโดรชัน อีกทั้งน้ำยังเป็นสื่อกลางสำหรับการกระจายของโมเลกุลของสารที่สามารถละลายน้ำได้ เช่น กลีโค น้ำตาล เป็นตัวที่ทำให้เกิดสารละลายชนิดคอลลอยด์ โดยทำให้เกิดโมเลกุลขนาดใหญ่ของไฮโดรฟิลิก เช่น โมเลกุลของโปรตีนละลายในน้ำหรือสารละลายเกลือ จากระบบดังกล่าวพบว่ามีสารละลายคอลลอยด์ 2 ชนิดเกิดขึ้นคือ แบบวอลล์และแบบเจลทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำที่อยู่ในโครงสร้างของสารละลายคอลลอยด์ทั้ง 2 ชนิดนี้สามารถกลับมาได้ด้วยความสามารถในการละลายของสารคอลลอยด์จะขึ้นอยู่กับความเป็นกรดต่าง ความสามารถในการจับตัวกันได้น้อยที่สุดที่จุดไอโซอิเล็กทริก น้ำจะมีหน้าที่ไปทำปฏิกิริยาแล้วเกิดรูปแบบของอิมัลชันกับสารที่มีการละลายต่ำ

2.1.16 แอนโทไซยานิน

แอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุที่ละลายน้ำได้จัดอยู่ในกลุ่มฟลาโวนอยด์ และเป็นสารให้สีตามธรรมชาติ สีของแอนโทไซยานินจะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาวะความเป็นกรด-ต่าง แอนโทไซยานิน มีโครงสร้างแบบ $C_6-C_3-C_6$ ซึ่งเป็นไกลโคไซด์ของ 2-phenylbenzopyrylium หรือ flavylumcation ที่มีด้วยกันหลากหลายชนิด แต่มีอยู่เพียง 6 ชนิดเท่านั้นที่สามารถพบได้บ่อย ได้แก่ pelargonidin, cyanidin, delphinidin, peonidin, petunidin และ malvidin ในสารละลายตัวกลางแอนโทไซ-ยานินจะทำหน้าที่เป็นอินดิเคเตอร์วัดความเป็นกรด-ต่าง (pH indicator) คือ ให้สีแดงที่ pH ต่ำ ให้สีน้ำเงินที่สภาวะเป็นกลางและไม่มีสี ที่ pH สูงโดยปัจจัยที่มีผลต่อสี และความเสถียรของแอนโทไซยานิน คือ ปัจจัยทางเคมีและฟิสิกส์ เช่น โครงสร้าง อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ต่าง เช่น กรดแอสคอร์บิก น้ำตาล และปัจจัยอื่นๆ แอนโทไซยานินมีคุณสมบัติแตกต่างกันทั้งทางเภสัชวิทยา และชีววิทยา เช่น เป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (bioactive compound) ช่วยต้านอนุมูลอิสระสามารถลดอาการอักเสบ (anti-inflammatory) ช่วยปกป้องหลอดเลือด ช่วยลดคอเลสเตอรอลในเลือด ลดความเสี่ยงของโรคเมะเร็งและต้านไวรัส แต่คุณสมบัติเด่นที่สุดของแอนโทไซยานิน คือมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระโดยแอนโทไซยานิน มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าวิตามินซีและอีถึง 2 เท่า ปริมาณของแอนโทไซยานินที่มนุษย์สามารถ

บริโภคได้เฉลี่ยสูงสุดคือ 200 มิลลิกรัมต่อวัน ซึ่งพบว่าผู้ที่นิยมดื่มไวน์แดงมีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคเกี่ยวกับหัวใจลดลง ไวน์แดงจึงได้ชื่อว่าอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระตามธรรมชาติมากที่สุดชนิดหนึ่ง เนื่องจากในไวน์แดง ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันที่มีความหนาแน่นต่ำ (low density lipoprotein, LDL) ที่ทำให้เกิดภาวะความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะหลอดเลือดแดงแข็ง เช่น โรคหลอดเลือดสมอง และโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ (Coronary Heart Disease) การวิเคราะห์เชิงปริมาณและเชิงคุณภาพของแอนโทไซยานินเป็นการศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ในพืชเพื่อที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม โดยแอนโทไซยานินสามารถสกัดจากพืชได้ถึง 539 โครงสร้าง โดยใช้วิธีการสกัด การทำให้บริสุทธิ์ และการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟี วิธีการวิเคราะห์ที่นิยมใช้ คือการแยกสารด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีแบบแผ่นบาง (thinlayer chromatography; TLC) (high performance liquid chromatography; HPLC) (ศูนย์สารสนเทศ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปานทิพย์ และคณะ (2555) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาและแปรรูปแป้งข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์ขนมเกลียว มีวัตถุประสงค์ 1) ศึกษาปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดที่ใช้ทดแทนแป้งข้าวเจ้าในปริมาณร้อยละ 50 75 และ 100 ของน้ำหนักแป้งข้าวเจ้า 2) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี โดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสให้ผู้ทดสอบชิม 30 คน โดยทำการทดสอบ 2 ซ้ำ ให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9- Point Hedonic Scale Test) พบว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับสูงสุดที่ใช้แป้งข้าวสังข์หยดและแป้งข้าวเจ้าร้อยละ 50 มีค่าคะแนนเฉลี่ยความชอบสูงสุดในทุกด้านมีความชอบปานกลางและชอบมาก ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$ ด้านองค์ประกอบทางเคมี ให้พลังงานเพิ่มขึ้น 1.80 กิโลแคลอรี โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เส้นใยอาหาร 98.66, 8.10, 226.80 กรัม ตามลำดับ วิตามินบีหนึ่ง 2.00 มิลลิกรัม และวิตามินบีสอง 1.38 มิลลิกรัม ไขมันจะมีปริมาณที่ลดลง

เกศรินทร์ และคณะ (2554) ในการประยุกต์ใช้ข้าวกล้องงอกที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมหวาน 3 ชนิด ได้แก่ ขนมบัวลอยข้าวกล้องงอกแช่แข็ง เต้าฮวยข้าวกล้องงอก และลอดช่องข้าวกล้องงอกแช่แข็ง โดยศึกษาอัตราส่วนของข้าวกล้องงอกต่อน้ำใช้ในการพรีเจลแตกต่างกัน 2 ระดับ และทำการศึกษาปริมาณแป้งข้าวเหนียวที่ต่างกันคือ 25 30 และ 35 กรัม ซึ่งผู้ชิมให้คะแนน

ความชอบระดับชอบปานกลางที่ใช้ข้าวกล้องงอกต่อน้ำในการพรีเจล คือ 2:3 ปริมาณแป้งข้าวเหนียวที่ 30 กรัม นำบัวลอยข้าวกล้องงอกแช่แข็ง -18 องศา ทำการละลายด้วยเตาไมโครเวฟด้วยความร้อนที่ 70 เป็นเวลา 2 นาที การพัฒนาส่วนเต้าฮวยข้าวกล้องงอกทำการศึกษาอัตราส่วนของน้ำข้าวกล้องงอกต่อนมสดในเต้าฮวย ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบเต้าฮวยข้าวกล้องงอกที่อัตราส่วนข้าวกล้องงอกต่อนมสด 100:0 เต้าฮวยมีลักษณะสีขาวอมเหลืองมีลักษณะเนื้อสัมผัสมีความเนียน การพัฒนาลดช่องข้าวกล้องงอกจากการศึกษาร้อยละข้าวกล้องงอกต่อแป้งข้าวเจ้าที่ต่างกัน ที่ร้อยละ 50 60 และ 70 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบลดช่องข้าวกล้องงอกที่ร้อยละ 60 ของน้ำหนักแป้งข้าวเจ้า ซึ่งบัวลอยข้าวกล้องงอกแช่แข็งสามารถเก็บรักษา 4 เดือน เต้าฮวยข้าวกล้องงอกอายุการเก็บรักษา 1 เดือน เริ่มมีการแยกชั้น และลดช่องข้าวกล้องงอกมีอายุการเก็บรักษา 2 สัปดาห์ มีกลิ่นหืนและเส้นยุ่ยซึ่งเป็นลักษณะที่ผู้บริโภคไม่ให้การยอมรับ

ปิติพร (2546) ศึกษาองค์ประกอบทางกายภาพและทางเคมีของแป้งทำายาม่อมที่ทำกรทดลองในห้องปฏิบัติการ เมื่อทำการเปรียบเทียบองค์ประกอบทางกายภาพและทางเคมีโดยการเปรียบเทียบแป้งทำายาม่อม แป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวเจ้าที่วางขายในท้องตลาดพบว่าแป้งทำายาม่อมที่ผลิตในห้องปฏิบัติการ มีองค์ประกอบทางทางเคมีทำการเปรียบเทียบที่น้ำหนัก 100 กรัม ได้แก่ ไขมัน เส้นใย โปรตีน เถ้า และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับร้อยละ 0.03, 0.41, 0.05, 0.15 และ 99.36 ตามลำดับ พบว่าองค์ประกอบทางเคมีมีค่าใกล้เคียงกับแป้งทำายาม่อมและแป้งมันสำปะหลังที่วางขายในท้องตลาด มีปริมาณอะไมโลสมากที่สุด เท่ากับร้อยละ 28 เมื่อนำแป้งทำายาม่อมที่ผลิตในห้องปฏิบัติการไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Differential Scanning Calorimeter (DSC) พบว่าอุณหภูมิที่เริ่มเกิดเจลาติไนซ์ของแป้งทำายาม่อมเท่ากับ 68 องศาเซลเซียส และวิเคราะห์ความข้นหนืดด้วยเครื่อง Rapid Visco Analyzer (RVA) ให้ค่าความข้นหนืดสูงสุดเท่ากับ 317 RVU ที่ 95 องศาเซลเซียส และค่าการคืนตัวของแป้งเท่ากับ 121 RVU ที่ 50 องศาเซลเซียส จากการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพการเกิดเจลของแป้งทำายาม่อมที่ผลิตในห้องปฏิบัติการด้วยวิธีการวัดค่าแรงกด พบว่าเจลของแป้งทำายาม่อมที่ผลิตในห้องปฏิบัติการ มีลักษณะที่แข็งกว่าเจลแป้งทำายาม่อมและเจลของแป้งมันสำปะหลังที่วางขายในท้องตลาด แต่มีค่าความแข็งน้อยกว่า เจลของแป้งข้าวเจ้า มีค่าระดับความสามารถในการคืนตัวสู่สภาพเดิมร้อยละ 67.36 เมื่อนำแป้งทำายาม่อมที่ผลิตในห้องปฏิบัติการ แป้งทำายาม่อม และแป้งมันสำปะหลังที่วางขายในท้องตลาด มาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตขนมชั้น พบว่าขนมชั้นที่มีส่วนผสมของแป้งทำายาม่อมที่ผลิตในห้องปฏิบัติการ ให้ลักษณะเนื้อสัมผัสแตกต่างกับขนมชั้นที่มี

ส่วนผสมของแป้งท้าวยายม่อมและขนมชั้นที่มีส่วนผสมของแป้งมันสำปะหลังที่วางขายใน
ท้องตลาด



บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

3.1 วัตถุประสงค์และอุปกรณ์ในการทดลอง

3.1.1 วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการผลิตลอดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยด

3.1.1.1 แป้งข้าวเจ้า เครื่องหมายการค้า ช้างสามเศียร

3.1.1.2 แป้งข้าวกล้องสังข์หยด เครื่องหมายการค้า เขากลางวิชาทฤษฎีชุมชนบ้านเขา-กลาง ตำบลบันต อำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง

3.1.1.3 แป้งท้าวยายม่อม เครื่องหมายการค้า ดอกกุหลาบ

3.1.1.4 แป้งถั่วเขียว เครื่องหมายการค้า ต้นสน

3.1.1.5 น้ำปูนใส

3.1.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตลอดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยด

3.1.2.1 พิมพ์ลอดช่องชนิดอลูมิเนียม

3.1.2.2 กระทะทองเหลืองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร

3.1.2.3 เต้าแก๊ส

3.1.2.4 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบทศนิยม 3 ตำแหน่ง เครื่องหมายการค้า Tanita kd-200

3.1.2.5 อ่างผสมสแตนเลส ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร เครื่องหมายการค้า หัวม้าลาย

3.1.2.6 พายไม้

3.1.2.7 เทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิ เครื่องหมายการค้า Tanata

3.1.2.8 นาฬิกาจับเวลา Casio รุ่น HS-3V

3.1.2.9 ตะแกรงร่อนแป้งสแตนเลส ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร

3.1.3 เครื่องมือในการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.1.3.1 เครื่องวัดค่าสีด้วยระบบ Hunter Lab รุ่น Color Flex

3.1.3.2 เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส Texture Analyzer รุ่น TA.XT Plus

3.1.4 เครื่องมือในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- 3.1.4.1 ชุดวิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร
- 3.1.4.2 ชุดวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน
- 3.1.4.3 ชุดวิเคราะห์ปริมาณไขมัน
- 3.1.4.4 ชุดวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต

3.1.5 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

- 3.1.5.1 หลอดทดลอง
- 3.1.5.2 จานอาหารเลี้ยงเชื้อ (Petri Dish)
- 3.1.5.3 ตู้ป่นเชื้อ ตั้งอุณหภูมิที่ 35-37 องศาเซลเซียส
- 3.1.5.4 แท่งแกว่ง Spreader ปลอดเชื้อ
- 3.1.5.5 sterile pipette 1 ml และ 10 ml
- 3.1.5.6 colony counter
- 3.1.5.7 vortex mixer
- 3.1.5.8 stomacher blender และ Stomacher bag
- 3.1.5.9 ตะเกียงแอลกอฮอล์
- 3.1.5.10 water bath 50 องศาเซลเซียส
- 3.1.5.11 plate count agar
- 3.1.5.12 0.1% Peptone water

3.1.6 ทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

- 3.1.6.1 ตัวอย่างหลอดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยด ขนาดบรรจุ 120 กรัม ต่อ 1 ตัวอย่าง
- 3.1.6.2 แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) พร้อมปากกาคณละ 1 ชุด

3.1.7 ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์

- 3.1.7.1 ผลิตภัณฑ์หลอดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยด ขนาดบรรจุ 180 กรัม ต่อ 1 ผลิตภัณฑ์
- 3.1.7.2 แบบทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภคพร้อมปากกาคณละ 1 ชุด

3.2 วิธีกรดำเนินการ

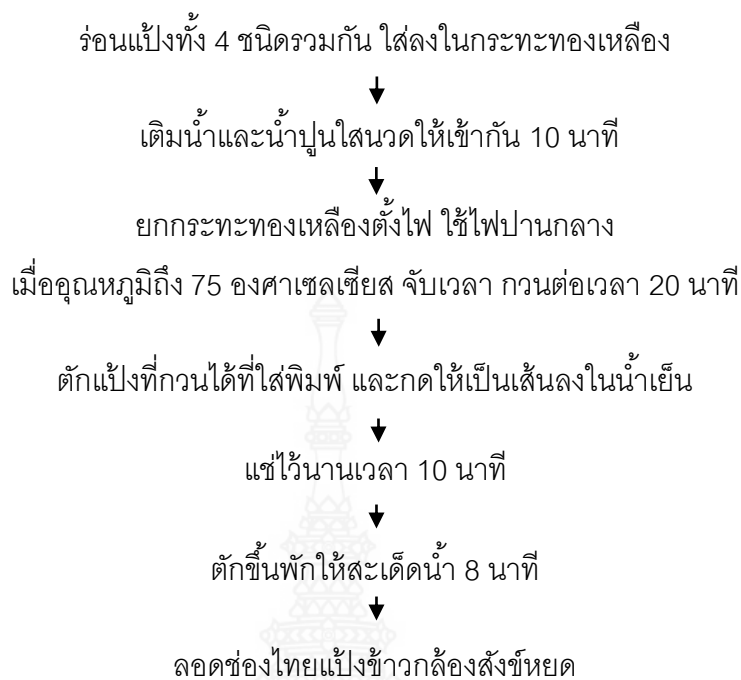
3.2.1 การศึกษาการสร้างสูตรมาตรฐานลดช่องโหว่แป้งข้าวกล้องสังข์หยด

3.2.1.1 ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของการใช้แป้งข้าวกล้องสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้าบางส่วนในการสร้างสูตรมาตรฐานลดช่องโหว่แป้งข้าวกล้องสังข์หยด

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาปริมาณที่เหมาะสมของการใช้แป้งข้าวกล้องสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้าบางส่วนในการสร้างสูตรมาตรฐานลดช่องโหว่แป้งข้าวกล้องสังข์หยด โดยนำสูตรลดช่องโหว่แป้งข้าวกล้องสังข์หยดของนางเตือนใจ ราชแก้ว ที่มีการผลิตและจำหน่ายลดช่องโหว่แป้งข้าวกล้องสังข์หยดมาเป็นระยะเวลา 13 ปี และมียอดขายการผลิตและจำหน่ายในแต่ละวันสูงคือ ประมาณวันละ 120-130 กิโลกรัม มาเป็นสูตรพื้นฐานเพื่อใช้สร้างสูตรมาตรฐานลดช่องโหว่แป้งข้าวกล้องสังข์หยด โดยการใช้แป้งข้าวกล้องสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้าบางส่วนในปริมาณที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 40 45 และ 50 ของน้ำหนักแป้งข้าวเจ้า วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการผลิตลดช่องโหว่แป้งข้าวกล้องสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้า แสดงดังตาราง 3.1 ขั้นตอนการทำลดช่องโหว่แป้งข้าวกล้องสังข์หยด ดังแผนภูมิที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการผลิตลดช่องโหว่แป้งข้าวกล้องสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้า

วัตถุดิบ	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)			
	สูตรพื้นฐาน	ร้อยละ 40	ร้อยละ 45	ร้อยละ 50
แป้งข้าวเจ้า	100	60	55	50
แป้งข้าวกล้องสังข์หยด	-	40	45	50
แป้งท้าวยายม่อม	25	25	25	25
แป้งถั่วเขียว	20	20	20	20
น้ำปูนใส	450	450	450	450
น้ำเปล่า	250	250	250	250
รวมปริมาณวัตถุดิบ	845	845	845	845



แผนภูมิที่ 3.1 ขั้นตอนการทำลอดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยด

ที่มา: เตือนใจ (2558)

นำลอดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยดที่ใช้แป้งข้าวกล้องสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้าในปริมาณที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือร้อยละ 40 45 และ 50 ของน้ำหนักแป้งข้าว ไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ดังนี้

1) การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1.1) โดยการค่าสีด้วยเครื่อง Hunter Lab โดยนำตัวอย่างลอดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยด จำนวน 5 เส้น นำมาตัดให้มีขนาดความยาว 2 เซนติเมตร นำเส้นลอดช่องใส่ลงใน Quest นำไปวางบนเครื่อง ทำการทดสอบจำนวน 3 ซ้ำ เครื่องจะแสดงผลที่วัดเป็น ความสว่าง (L^*) มีค่าไปทาง 0 คือ ทิศทางไปทางมืดและ 100 คือ ทิศทางสว่าง ค่าสีแดง (a^*) เป็นบวกค่าจะเป็นสีแดงแต่ เป็นลบจะเป็นสีเขียว และค่าสีเหลือง (b^*) เป็นบวกค่าจะเป็นสีเหลืองแต่ เป็นลบค่าจะเป็นสีน้ำเงิน

1.2) วัดลักษณะเนื้อสัมผัส ด้วยเครื่อง texture analyzer นำตัวอย่างลอดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยดมาตัดตัวอย่างขนาดความยาว 2 เซนติเมตร วางบนแผ่น plate จำนวน 5 เส้น วัดลักษณะเนื้อสัมผัสโดยการกดบนตัวอย่าง โดยใช้หัวกด (compression probe; P/50) ด้วยความเร็วของหัวกดเคลื่อนที่ลงมาก่อนสัมผัสตัวอย่าง (pre-test speed) 2.0 มิลลิเมตร

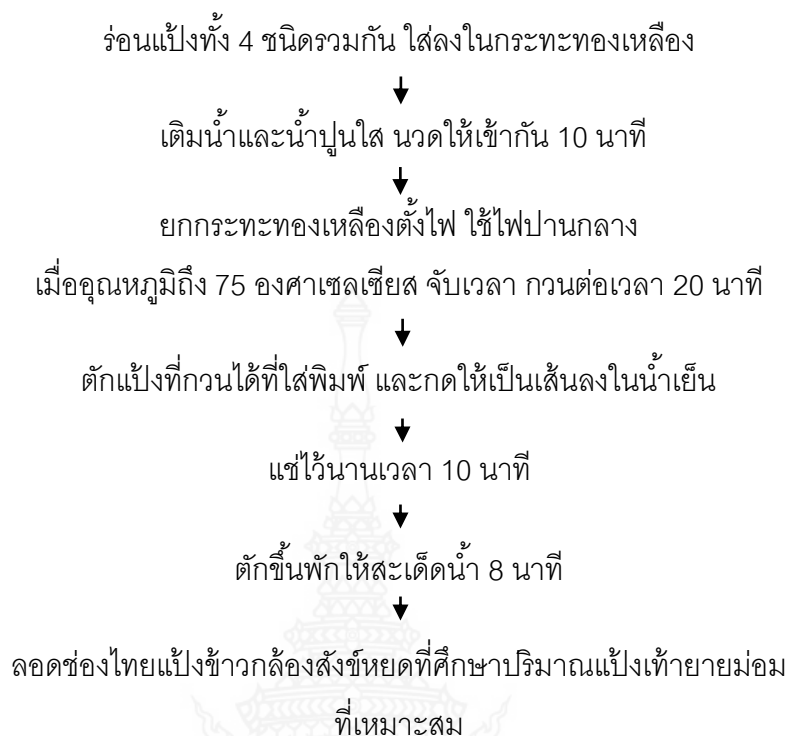
ต่อวินาที ความเร็วของหัวกดขณะเคลื่อนที่ลงในตัวอย่าง (test speed) 2.0 มิลลิเมตรต่อวินาที และความเร็วของหัวกดขณะเคลื่อนที่ขึ้นจากตัวอย่าง (post-test speed) 2.0 มิลลิเมตรต่อวินาที ทำการทดลองจำนวน 10 ซ้ำ

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ 1.1) และ 1.2) วางแผนการทดลองแบบ สุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variances, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

2) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รส รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความเหนียว หนึบ) และความชอบโดยรวม โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 80 คน ซึ่งเป็นอาจารย์และนักศึกษาด้านสาขาวิชาอาหารและโภชนาการที่ไม่ผ่านการฝึกการชิม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เพื่อคัดเลือกหลอดชงไทยข้าวกล้องสังข์หยดที่ได้ยอมรับสูงสุดจากผู้ทดสอบชิมไปศึกษา ในขั้นตอนต่อไป

3.2.1.2 การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของแป้งทำยายม่อมในการสร้างสูตรมาตรฐานของหลอดชงไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยด

ในการศึกษารั้งนี้ นำอัตราส่วนของแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวกล้องสังข์หยด คัดเลือกจากข้อ 3.2.1.1 มาทำการศึกษาปริมาณแป้งทำยายม่อมที่เหมาะสมของ โดยเดิมมีการใช้แป้งทำยายม่อมในปริมาณ ร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด ทำการเพิ่มปริมาณจากสูตรเดิม เป็นร้อยละ 25 30 และ 35 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด ขั้นตอนการทำหลอดชงไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยด ดังแผนภูมิที่ 3.2



แผนภูมิที่ 3.2 ขั้นตอนการผลิตลวดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยดที่ศึกษาปริมาณแป้ง ทำายม่อมที่เหมาะสม

จากนั้นนำลวดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยดไปวิเคราะห์คุณภาพในด้านต่างๆ ดังนี้

1) การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1.1) โดยวัดค่าสีด้วยเครื่อง hunter lab นำตัวอย่างลวดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยด จำนวน 5 เส้น นำมาตัดให้มีขนาดความยาว 2 เซนติเมตร นำเส้นลวดช่องใส่ลงใน Quest นำไปวางบนเครื่อง ทำการทดสอบจำนวน 3 ซ้ำ เครื่องจะแสดงผลที่วัดเป็น ความสว่าง (L^*) มีค่าไปทาง 0 คือ ทิศทางไปทางมืดและ 100 คือ ทิศทางสว่าง ค่าสีแดง (a^*) เป็นบวกค่าจะเป็นสีแดงแต่ เป็นลบจะเป็นสีเขียว และค่าสีเหลือง (b^*) เป็นบวกค่าจะเป็นสีเหลืองแต่ เป็นลบค่าจะเป็นสีน้ำเงิน

1.2) วัดลักษณะเนื้อสัมผัส ด้วยเครื่อง texture analyzer นำตัวอย่างลวดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยดมาตัดตัวอย่างขนาดความยาว 2 เซนติเมตร วางบนแผ่น plate จำนวน 5 เส้น วัดลักษณะเนื้อสัมผัสโดยการกดบนตัวอย่าง โดยใช้หัวกด (compression probe; P/50) ด้วยความเร็วของหัวกดเคลื่อนที่ลงมาก่อนสัมผัสตัวอย่าง (pre-test speed) 2.0 มิลลิเมตรต่อวินาที ความเร็วของหัวกดขณะเคลื่อนที่ลงในตัวอย่าง (test speed) 2.0 มิลลิเมตรต่อวินาที

และความเร็วของหัวกดขณะเคลื่อนที่ขึ้นจากตัวอย่าง (post-test speed) 2.0 มิลลิเมตรต่อวินาที โดยทำการทดลองจำนวน 10 ซ้ำ

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

2) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รส รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความเหนียว) และความชอบโดยรวม โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มใน บล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) (สายซล, 2546) ด้วยวิธีการชิม แบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 80 คน ซึ่งเป็นอาจารย์และนักศึกษาด้านสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระ นครที่ไม่ผ่านการฝึกการชิม นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เพื่อคัดเลือกหลอดช่องไทยแบ่งข้าวกล้องสังข์หยดที่ได้รับการยอมรับสูงสุดจากผู้ทดสอบชิม ไปศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการรักษาในขั้นตอนต่อไป

3.2.2 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการรักษาหลอดช่องไทยแบ่งข้าวกล้องสังข์หยด

นำหลอดช่องไทยแบ่งข้าวกล้องสังข์หยดที่ได้รับการยอมรับสูงสุดจากผู้ทดสอบชิมในข้อ 3.2.1.2 บรรจุลงในถ้วยพลาสติกใสปริมาณ 180 กรัม พร้อมกะทิที่บรรจุในถุงปิดฝาให้สนิท (โดยแยกเนื้อหลอดช่องกับน้ำกะทิ) ต่อ 1 บรรจุภัณฑ์ นำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส นำไปวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และองค์ประกอบทางเคมี เพื่อนำไปศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค ดังนี้

3.2.2.1 การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยนำหลอดช่องไทยแบ่งข้าวกล้องสังข์หยดที่เก็บรักษาไว้มาตรวจปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา และ *Escherichia coli*

3.2.2.2 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยนำหลอดช่องไทยสุตรพื้นฐานสีขาว และหลอดช่องไทยแบ่งข้าวกล้องสังข์หยดที่เก็บรักษาไปทดสอบชิมโดยทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของหลอดช่องสองชนิดแบบ Independent sample T-Test ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 80 คน ซึ่งเป็น

อาจารย์และนักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

3.2.2.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

1) วิเคราะห์ปริมาณพลังงานตามวิธี (AOAC, 2012) Method No. 925.09 Moisture in Flour Vacuum Oven.

2) วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนตามวิธี Kjeldahl method (AOAC, 2012) Method No. 920.87 Protein Total in Flour.

3) วิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตตามวิธีการ คำนวณโดยใช้ความแตกต่างของน้ำหนักตัวอย่างแห้งละปริมาณขององค์ประกอบอื่นๆ ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (เปอร์เซ็นต์) = $100 - (\text{เปอร์เซ็นต์ของโปรตีน} + \text{เปอร์เซ็นต์ของเถ้า} + \text{เปอร์เซ็นต์ของความชื้น} + \text{เปอร์เซ็นต์เส้นใย})$

4) วิเคราะห์ปริมาณไขมัน วิเคราะห์ตามวิธีการ (AOAC, 2012) Method No. 20003.06 Fat (Crude) Soxtec Extraction

5) วิเคราะห์เส้นใย วิเคราะห์ตามวิธีการ (AOAC, 2012) Method No. 962.09 Crude Fiber

6) วิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินด้วยวิธี pH differential (Wrolstad et al, 2005)

3.2.3 การศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ลดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยดจากผู้บริโภค

นำลดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยด ที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง พร้อมแบบทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค จำนวน 1 ชุด ไปทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ลดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยดจากกลุ่มผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน ซึ่งเป็นอาจารย์และนักศึกษาคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และบุคคลทั่วไปในหมู่บ้านพฤษภาวิไล อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี ด้วยวิธีสุ่มแบบบังเอิญ (accidental sampling) โดยให้รับประทานลดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยดคนละ 1 ถ้วย แล้วตอบแบบสอบถามการยอมรับผลิตภัณฑ์ลดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยด นำผลที่ได้มาหาค่าความถี่ (frequency) และค่าร้อยละ (percentage)

3.2.4 สถานที่ดำเนินการทดลอง

3.2.4.1 ห้องปฏิบัติการ 622 สาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.2.4.2 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.2.4.3 การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และหมู่บ้านพฤษภาวิไล อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี

3.2.5 ระยะเวลาทำการวิจัย

ธันวาคม 2558 – 31 สิงหาคม 2559



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

4.1 การศึกษาการสร้างสูตรมาตรฐานลวดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยด

4.1.1 ผลการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของการใช้แป้งข้าวกล้องสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้าบางส่วนในการสร้างสูตรมาตรฐานลวดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยด

การศึกษานี้ใช้ลวดช่องไทยสีขาวเป็นสูตรพื้นฐาน โดยนำแป้งข้าวกล้องสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้าในปริมาณร้อยละ 40, 45 และ 50 ของน้ำหนักแป้งข้าวเจ้า ลวดช่องที่ได้จะมีลักษณะ ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ลวดช่องไทยที่มีปริมาณแป้งข้าวกล้องสังข์หยดต่างกัน 3 ระดับ

เมื่อนำแป้งข้าวกล้องสังข์หยดไปทดแทนแป้งข้าวเหนียวบางส่วนพบว่า การใช้ทดแทนในปริมาณน้อยลักษณะของตัวลวดช่องยังเป็นเส้น สีออกม่วงปนน้ำตาลแดง มีความเหนียวน้อยกว่าสูตรพื้นฐาน และการทดแทนในปริมาณมากลวดช่องจะละเอียดไม่เป็นตัว สีเข้ม มีกลิ่นน้ำปูนใส และกลิ่นรำข้าวปน ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ แสดงดังตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของลวดช่องไทยสูตรพื้นฐานและลวดช่อง-ไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยด

คุณภาพทางกายภาพ	ลวดช่องไทยสูตรพื้นฐาน	ปริมาณแป้งข้าวกล้องสังข์หยด (ร้อยละของน้ำหนักแป้งข้าวเจ้า)		
		ร้อยละ 40	ร้อยละ 45	ร้อยละ 50
ค่าสี L*	80.61±0.76 ^a	58.00±0.54 ^b	56.65±0.96 ^c	55.25±0.85 ^d
a*	-2.80±0.04 ^d	6.73±0.18 ^c	7.94±0.20 ^b	9.81±0.20 ^a
b*	12.09±0.19 ^a	8.42±0.28 ^b	7.90±0.36 ^c	7.58±0.22 ^d
ความเหนียว (N/mm)	1,263.77±74.00 ^a	893.97±83.22 ^b	755.19±74.50 ^c	602.90±59.20 ^d
แรงบิดเคี้ยว (N/mm)	569.14±39.80 ^a	493.11±59.20 ^b	433.42±26.40 ^c	329.35±32.20 ^d

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

จากตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของลวดช่องไทยสูตรพื้นฐานที่ใช้แป้งข้าวกล้องสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้าในปริมาณร้อยละ 40 45 และ 50 ของน้ำหนักแป้งข้าวเจ้า นำไปวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติพบว่า ค่าความสว่าง (L*) และค่าสีเหลือง (b*) มีแนวโน้มลดลง แต่ค่าสีแดง (a*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเนื่องจากข้าวกล้องสังข์หยดเป็นข้าวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดเป็นสีม่วงแดง ซึ่งเป็นรงควัตถุของแอนโทไซยานินเมื่อใช้ในปริมาณที่สูงมีผลให้มีค่าความเป็นสีแดงสูง และจะส่งผลให้ค่าความสว่างและค่าสีเหลืองลดลงเนื่องจากความเข้มข้นของค่าสีแดง (สำเร็จ, 2550) ด้านเนื้อสัมผัส ความเหนียว และแรงบิดเคี้ยว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยพบว่าการใช้แป้งข้าวกล้องสังข์หยดใน

ปริมาณที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลทำให้ด้านเนื้อสัมผัส ค่าความเหนียว และแรงบดเคี้ยวลดลง เนื่องมาจากเส้นใยอาหารที่มีในข้าวกล้องเป็นเส้นใยที่ไม่ละลายน้ำ ส่งผลทำให้ขัดขวางการเกิดเจลของแป้ง ทำให้เนื้อสัมผัสด้านความเหนียว และแรงบดเคี้ยวลดลง (ดวงจันทร์, 2545) และเมื่อใช้แป้งข้าวกล้องสังขยัดในปริมาณที่สูงกว่าร้อยละ 50 ของน้ำหนักแป้งข้าวเจ้า มีผลทำให้เนื้อสัมผัสของลอดช่องละเอียด ยุ่ย ไม่มีความเหนียว เมื่อกดออกจากพิมพ์ตัวลอดช่องไม่เป็นเส้น มีลักษณะเป็นก้อนติดกัน

ตารางที่ 4.2 ค่าคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสลอดช่องไทยสูตรพื้นฐานและลอดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังขยัด

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ลอดช่องไทยสูตรพื้นฐาน	คะแนนเฉลี่ย (ร้อยละของน้ำหนักแป้งข้าวเจ้า)		
		ร้อยละ 40	ร้อยละ 45	ร้อยละ 50
ลักษณะปรากฏ	7.63±0.70 ^b	7.71±0.68 ^{ab}	7.86±0.59 ^b	8.01±0.63 ^a
สี	7.48±0.50 ^b	7.64±0.56 ^b	7.60±0.67 ^b	7.90±0.70 ^a
กลิ่น	7.40±0.56 ^c	7.64±0.68 ^b	7.56±0.69 ^b	7.96±0.66 ^a
รสชาติ	7.60±0.67 ^b	7.68±0.78 ^b	7.60±0.67 ^b	7.91±0.72 ^a
เนื้อสัมผัส (ความเหนียว)	7.86±0.59 ^a	6.65±0.80 ^b	6.55±0.76 ^b	6.44±0.57 ^c
ความชอบโดยรวม	7.63±0.70 ^{ab}	7.71±0.72 ^{ab}	7.56±0.67 ^b	7.83±0.81 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในบรรทัด หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากตารางที่ 4.2 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าลอดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังขยัดที่ใช้แป้งข้าวกล้องสังขยัดทดแทนแป้งข้าวเจ้าในปริมาณร้อยละ 50 ของน้ำหนักแป้งข้าวเจ้า ได้การยอมรับสูงสุดในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม มีความชอบในระดับชอบมากและชอบปานกลาง แต่ในด้านลักษณะเนื้อสัมผัส (ความเหนียว) พบว่าได้รับการยอมรับในระดับชอบเล็กน้อย ในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสมีความเหนียวเล็กน้อยซึ่งไม่เป็นลักษณะที่ดีของลอดช่องไทย มีความสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ด้านเนื้อสัมผัส ซึ่งพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวกล้องสังขยัดส่งผลให้ความเหนียวลดลงจึงส่งผลทำให้

การยอมรับของผู้บริโภคลดลง สำหรับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมพบว่าผู้ทดสอบชิมยังคงให้การยอมรับ

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า การใช้แป้งข้าวกล้องสังข์หยดร้อยละ 50 มีค่าคะแนนเฉลี่ยในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมในระดับชอบมากซึ่งค่าคะแนนสูงกว่าสูตรพื้นฐาน และได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุด แต่ในด้านลักษณะเนื้อสัมผัส (ความเหนียว) คะแนนอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยซึ่งต่ำกว่าสูตรพื้นฐาน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพที่มีค่าความเหนียวลดลง อาจเป็นผลมาจากแป้งข้าวกล้องสังข์หยดมีเส้นใยอาหารสูงกว่าแป้งข้าวเจ้าจึงทำให้ค่าความเหนียวลดลง ทำให้ไม่เป็นลักษณะที่ดีของลอดช่องไทย จึงนำไปพัฒนาคุณภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัส (ความเหนียว) โดยศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของแป้งเท้ายายม่อมโดยเพิ่มปริมาณจากสูตรเดิม เพราะแป้งเท้ายายม่อมมีคุณสมบัติให้ความเหนียวและความหนืดต่อผลิตภัณฑ์ (ปิติพร, 2546) เพื่อให้มีลักษณะใกล้เคียงกับลอดช่องไทยสูตรพื้นฐานมากที่สุด

4.1.2 การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของแป้งเท้ายายม่อมในการสร้างสูตรมาตรฐานของลอดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยด

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของแป้งเท้ายายม่อม ซึ่งเดิมใช้ในปริมาณ ร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด โดยทำการเพิ่มจากสูตรเดิมเป็นร้อยละ 25 30 และ 35 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด ลอดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังข์ที่ปรับปริมาณแป้งเท้ายายม่อม มีลักษณะสีน้ำตาลปนแดง ยาวเฉลี่ยประมาณ 3 เซนติเมตร มีกลิ่นหอมคล้ายรำข้าว เนื้อสัมผัสเหนียว ใส คงตัว เมื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ผลแสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของลวดช่อกไทยสูตรพื้นฐานและลวดช่อกไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยด

คุณภาพทางกายภาพ	ลวดช่อกไทยสูตรพื้นฐาน	ค่าคะแนนเฉลี่ย (ร้อยละของน้ำหนักแป้งทั้งหมด)		
		ร้อยละ 25	ร้อยละ 30	ร้อยละ 35
ค่าสี L*	80.61±0.76 ^a	53.35±0.56 ^d	55.25±0.85 ^c	55.32±0.70 ^b
a*	-2.80±0.00 ^d	9.81±0.20 ^a	7.99±0.30 ^b	6.67±0.50 ^c
b*	12.09±0.19 ^a	7.30±0.41 ^d	8.13±0.53 ^c	9.72±0.23 ^b
ความเหนียว	1,263.77±74.00 ^b	824.33±82.23 ^c	1,246.04±77.00 ^b	1,650.17±159.31 ^a
แรงบดเคี้ยว(N/mm)	569.14±39.80 ^c	481.12±46.85 ^d	675.19±51.98 ^b	993.16±34.22 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

เมื่อทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพพบว่า เมื่อใช้แป้งทำยายม่อมในปริมาณสูงขึ้นไปจะส่งผลทำให้ค่าความเหนียว และค่าแรงบดเคี้ยวสูงขึ้น เนื่องจากในแป้งทำยายม่อมมีปริมาณอะไมโลเพกตินสูง ซึ่งเมื่อถูกความร้อนจะช่วยเพิ่มความหนืดและเหนียวให้แก่ผลิตภัณฑ์ (ปิติพร, 2546) ในด้านสีเมื่อใช้แป้งทำยายม่อมในปริมาณที่สูงมีผลทำให้ค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้น และค่าความเป็นสีแดงลดลง จากผลการทดลองพบว่าลวดช่อกไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยดที่ใช้แป้งทำยายม่อมที่ร้อยละ 30 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด มีความเหนียวและแรงบดเคี้ยวใกล้เคียงสูตรพื้นฐานมากที่สุด ผลวิเคราะห์ความแตกต่างพบว่า การใช้แป้งทำยายม่อมในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ มีผลทำให้คุณภาพทางกายภาพในด้านค่าสี ค่าความเหนียว และแรงบดเคี้ยวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 4.4 ค่าคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสสดของไก่สุตรพื้นฐานและ
สดของไก่แปงข้าวกล้องสังข์หยด

คุณภาพทาง ประสาทสัมผัส	สดของไก่ สุตรพื้นฐาน	ค่าคะแนนเฉลี่ย (ร้อยละของน้ำหนักแห้งทั้งหมด)		
		ร้อยละ 25	ร้อยละ 30	ร้อยละ 35
ลักษณะปรากฏ	7.67±0.05 ^a	7.53±0.94 ^b	7.90±0.61 ^a	7.07±0.64 ^c
สี	7.57±0.77 ^{ab}	7.20±0.89 ^b	7.93±0.58 ^a	6.97±0.70 ^c
กลิ่น	6.87±0.62 ^b	7.23±0.97 ^b	7.90±0.48 ^a	6.83±0.66 ^c
รสชาติ	7.06±0.64 ^b	7.17±0.83 ^b	8.00±0.53 ^a	6.93±0.72 ^b
เนื้อสัมผัส (เหนียว)	7.90±0.61 ^{ab}	7.57±0.77 ^b	8.03±0.56 ^a	7.70±0.77 ^{ab}
ความชอบโดยรวม	7.20±0.87 ^b	7.17±0.95 ^b	8.03±0.56 ^a	6.87±0.81 ^b

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากตารางที่ 4.4 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าเมื่อใช้แปงทำยายม่อมในปริมาณต่างกัน ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบมากขึ้น เมื่อใช้แปงทำยายม่อมในปริมาณเพิ่มขึ้นมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยสดของไก่แปงข้าวกล้องสังข์หยดที่ใช้แปงทำยายม่อมที่ร้อยละ 30 ของน้ำหนักแห้งทั้งหมด ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุดในทุกด้าน โดยเฉพาะด้านเนื้อสัมผัส (ความเหนียว) ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับการใช้แปงทำยายม่อมในปริมาณ ร้อยละ 30 ของน้ำหนักแห้งทั้งหมดในระดับเดียวกับสูตรพื้นฐาน โดยพิจารณาจากค่าคะแนนเฉลี่ยจากผู้ทดสอบชิม และผลวิเคราะห์ความแตกต่าง ซึ่งพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P < 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับผลวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ซึ่งพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณแปงทำยายม่อมมากขึ้นมีผลทำให้ (ความเหนียว) มีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ ผู้ทดลองจึงคัดเลือกสดของไก่แปงข้าวกล้องสังข์หยดที่ใช้แปงทำยายม่อมในปริมาณร้อยละ 30 ของน้ำหนักแห้งทั้งหมด ไปวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมีในด้านคุณค่าทางโภชนาการ ผลแสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 คุณค่าทางโภชนาการลดช่องโหว่ไทยสูตรพื้นฐานและลดช่องโหว่ไทยแป้งข้าวกล้อง
สังข์หยดในน้ำหนัก 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ	ลดช่องโหว่ไทยสูตรพื้นฐาน	ลดช่องโหว่ไทยแป้งข้าวกล้อง สังข์หยด
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	74.94	78.64
โปรตีน (กรัม)	0.92	0.98
ไขมัน (กรัม)	0.02	0.07
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	17.44	18.03
เส้นใยอาหาร (กรัม)	0.21	0.71
เถ้า (กรัม)	0.09	0.25
ความชื้น (กรัม)	81.41	80.21
แอนโทไซยานิน (มิลลิกรัม)	-	11.63

จากตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ พบว่าลดช่องโหว่ไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยดในน้ำหนัก 100 กรัม มีพลังงาน 78.64 กิโลแคลอรี โปรตีน 0.98 กรัม ไขมัน 0.07 กรัม คาร์โบไฮเดรต 18.03 กรัม เส้นใยอาหาร 0.71 กรัม และแอนโทไซยานิน 11.63 มิลลิกรัม ซึ่งพบว่ามีพลังงานและสารอาหารสูงกว่าลดช่องโหว่ไทยสูตรพื้นฐาน

4.2 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาลดช่องโหว่ไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยด

ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำลดช่องโหว่ไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยดที่คัดเลือกจากข้อ 4.1.2 บรรจุลงในถ้วยพลาสติกใสปริมาณ 180 กรัม พร้อมกะทิ โดยแยกเนื้อแต่น้ำกะทิ ปิดฝาสนิท นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส และประเมินคุณภาพทางกายภาพ โดยวิธีการสังเกตการเปลี่ยนแปลงด้วยสายตา ผลแสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 การประเมินลักษณะทางกายภาพของหลอดช่องไทยแบ่งข้าวกลิ้งสังข์หยด
ที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา	ลักษณะทางกายภาพ
0 – 12 ชั่วโมง	คงสภาพที่ดีของหลอดช่องไทยแบ่งข้าวกลิ้งสังข์หยด ไม่อู่ม่น้ำ ใช้ช้อนตักยังมีความเหนียวและหนึบ เนื้อไม่เละ
13 – 24 ชั่วโมง	ตัวหลอดช่อง ไม่อู่ม่น้ำ ใช้ช้อนตักยังมีความคงตัว เนื้อไม่เละ
25 – 36 ชั่วโมง	ตัวหลอดช่องไม่อู่ม่น้ำ ใช้ช้อนตักยังมีความคงตัว เนื้อไม่เละ
37 – 48 ชั่วโมง	เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงโดยตัวของหลอดช่องมีการอู่ม่น้ำเล็กน้อย แต่ยังมีความคงตัว ใช้ช้อนตักยังมีความคงตัว เนื้อไม่เละ
*หลังจากเวลาผ่านไป 48 ชั่วโมง เริ่มมีการเปลี่ยนแปลง ผู้วิจัยจึงเพิ่มความถี่ในการสังเกตลักษณะทางกายภาพจากทุก 12 ชั่วโมง เป็นทุก 3 ชั่วโมง	
49 – 54 ชั่วโมง	ตัวหลอดช่องมีการอู่ม่น้ำมากขึ้น และเมื่อใช้ช้อนตักตัวหลอดช่องจะขาด แต่รูปร่างยังคงเดิม
55 – 57 ชั่วโมง	ตัวหลอดช่องมีการอู่ม่น้ำเพิ่มมากขึ้น เมื่อใช้ช้อนตักตัวหลอดช่องจะขาดเป็นท่อนสั้นๆ
58 – 60 ชั่วโมง	ตัวหลอดช่องอู่ม่น้ำมากขึ้น รูปร่างไม่คงตัว เมื่อใช้ช้อนตักเนื้อจะเละติดช้อนจึงยุติการเก็บรักษา

จากตารางที่ 4.6 พบว่าในระยะเวลา 48 ชั่วโมง ตัวหลอดช่องยังคงลักษณะที่ดี คือ มีความคงตัวไม่เละ การเปลี่ยนแปลงเริ่มปรากฏเมื่อชั่วโมงที่ 49 ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย และเริ่มมากขึ้นตามลำดับ จนถึงชั่วโมงที่ 60 เมื่อใช้ช้อนตักเส้นหลอดช่องเพื่อจะมาทำการทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัสของหลอดช่องจะเละ และติดช้อนเนื่องจากมีใยอาหารจากแบ่งข้าวกลิ้งสังข์หยด ชัดขวางการเกิดกระบวนการเกิดเจลในขั้นตอนการกวนหลอดช่อง ผู้วิจัยจึงยุติการเก็บรักษา โดยสรุปว่าการเก็บรักษาที่ยังคงสภาพที่ดีของหลอดช่องไทยแบ่งข้าวกลิ้งสังข์หยด โดยเก็บที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส ระยะเวลาควรอยู่ที่ 48 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.2 ลอดช่องไทยแป็งข้าวกล้องสังข์หยดที่ระยะเวลาเก็บรักษา 1 และ 60 ชั่วโมง

จากภาพที่ 4.2 ลอดช่องไทยแป็งข้าวกล้องสังข์หยดที่ระยะเวลาเก็บรักษาที่ 1 และ 60 ชั่วโมง พบว่าเมื่อชั่วโมงที่ 60 ตัวลอดช่องอมน้ำ รูปร่างไม่คงตัว ยุ่ย เมื่อสัมผัสจะละเอียด ลักษณะที่ดีทางประสาทสัมผัส ในด้านเนื้อสัมผัส ลักษณะปรากฏ และสี

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพลอดช่องไทยแป็งข้าวกล้องสังข์หยดที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 48 ชั่วโมง

คุณภาพทางกายภาพ	ระยะเวลา		
	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง
ค่าสี L*	55.25±0.85 ^a	55.27±0.42 ^a	55.29±0.11 ^a
a*	7.99±0.30 ^a	8.01±0.26 ^a	8.04±0.45 ^a
b*	8.13±0.53 ^a	8.20±0.44 ^a	8.29±0.44 ^a
ความเหนียว	1,246.04±77.00 ^a	1,241.96±64.00 ^b	1,236.66±0.53 ^c
แรงบดเคี้ยว(N/mm)	675.19±51.98 ^a	672.10±44.63 ^b	670.67±0.87 ^c

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพพบว่าที่ระยะการเก็บรักษาต่างกัน ทำให้ค่าสีมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$) ผลการวิเคราะห์ด้านเนื้อ

สัมผัส พบว่าเมื่อทำการเก็บรักษาในระยะเวลาที่ต่างกัน ค่าความเหนียวและแรงบดเคี้ยวมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น โดยพบว่าเมื่อเวลาผ่านไปตัวลวดช่องมีการอ้วนน้ำมากขึ้นเนื่องจากแป้งข้าวกลึงสังข์หยดมีปริมาณใยอาหารสูง และมีอะไมโลสสูงเมื่อทำการเก็บรักษาจึงทำให้เส้นลวดช่องเกิดการอ้วนน้ำ และใยอาหารในแป้งข้าวกลึงสังข์หยดอาจมีส่วนในการขัดขวางการเกิดเจลของแป้งจึงส่งผลให้มีค่าความเหนียวและแรงบดเคี้ยวลดลง (อริญา, 2555)

ตารางที่ 4.8 ปริมาณจุลินทรีย์ของลวดช่องไทยแป้งข้าวกลึงสังข์หยดเก็บรักษาที่อุณหภูมิตั้ง 7 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 72 ชั่วโมง

จุลินทรีย์	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)		
	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง
จุลินทรีย์ทั้งหมด	4.20×10^3	4.39×10^3	4.86×10^3
ยีสต์และรา	2.26×10^3	2.58×10^3	3.25×10^3
<i>Escherichia coli</i>	Not detect	Not detect	Not detect

จากผลการศึกษา การเก็บรักษาลวดช่องไทยแป้งข้าวกลึงสังข์หยดที่อุณหภูมิตั้ง 7 องศาเซลเซียสระยะเวลา 72 ชั่วโมง พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดยีสต์และราที่ตรวจพบในลวดช่องไทยแป้งข้าวกลึงสังข์หยดมีปริมาณที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมจีน (มผช.500/2547) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้วัตถุดิบและกรรมวิธีการผลิตใกล้เคียงกับลวดช่องไทย และตรวจไม่พบ *Escherichia coli* ในด้านจุลินทรีย์ยังคงมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค แต่ลักษณะทางกายภาพเริ่มมีการเปลี่ยนแปลง และไม่สามารถคงลักษณะที่ดีของลวดช่องได้ จึงคัดเลือกลวดช่องที่เก็บรักษาระยะเวลา 48 ชั่วโมง ไปทำการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อไป

ตารางที่ 4.9 ค่าคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสลดช่องไทยสูตรพื้นฐานและลดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยดที่เก็บรักษาระยะเวลา 48 ชั่วโมง

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ลดช่องไทยสูตรพื้นฐาน	ลดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยดที่เก็บรักษาระยะเวลา 48 ชั่วโมง
ลักษณะปรากฏ	7.90±0.61 ^a	7.84±0.56 ^b
สี	7.93±0.58 ^a	7.75±0.72 ^b
กลิ่น	7.90±0.48 ^a	7.70±0.66 ^b
รสชาติ	8.00±0.53 ^a	7.91±0.57 ^b
เนื้อสัมผัส (ความเหนียว)	8.03±0.56 ^a	7.55±0.72 ^b
ความชอบโดยรวม	8.03±0.56 ^a	7.92±0.50 ^b

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากตารางที่ 4.9 เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของลดช่องไทยแป้งข้าวกล้องพบว่า ในทุกด้านลดช่องไทยสูตรพื้นฐานได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมสูงกว่าลดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยด โดยได้รับความชอบในระดับชอบมากและชอบปานกลาง แต่ลดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยดได้รับความชอบในระดับชอบปานกลาง อาจเป็นเพราะระยะเวลาในการเก็บรักษาที่นานขึ้นมีผลทำให้เส้นใยอาหารมีการดูดซับน้ำเพิ่มมากขึ้น ตัวลดช่องมีการอึมน้ำมากขึ้น ทำให้เนื้อสัมผัส (ความเหนียว) ลดลง ผลเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพบว่า ในทุกด้านลดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยด มีความแตกต่างกับลดช่องไทยสูตรพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

4.3 การศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ลดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยดจากผู้บริโภค

นำผลิตภัณฑ์ลดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ไปศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค โดยใช้กลุ่มผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน ณ หมู่บ้านพฤกษาวิลล์ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี โดยวิธีสุ่มแบบบังเอิญ (accidental

sampling) ให้ผู้บริโภครดสอบชิมผลิตภัณฑ์ลดช่องโหว่ไทยแบ่งข้าวกล้องสังข์หยด ขนาด 180 กรัม คนละ 1 ถ้วย และตอบแบบสอบถามการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภคที่แจกให้คนละ 1 ชุด ผลการศึกษาด้านข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค ผลแสดงดังตารางที่ 4.10 ข้อมูลเชิงพฤติกรรม และทัศนคติของผู้บริโภค ผลแสดงดังตารางที่ 4.11 ข้อมูลด้านความรู้ทางโภชนาการเกี่ยวกับลดช่องโหว่ไทยแบ่งข้าวกล้องสังข์หยดจากผู้บริโภค ผลแสดงดังตารางที่ 4.12 ข้อมูลด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์ลดช่องโหว่ไทยแบ่งข้าวกล้องสังข์หยดจากผู้บริโภค ผลแสดงดังตารางที่ 4.13 ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ผลแสดงดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.10 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

N = 100

ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค		ร้อยละ
เพศ		
ชาย		43.00
หญิง		57.00
อายุ		
21-25		1.00
26-30		10.00
31-35		37.00
36-40		39.00
มากกว่า 40		13.00
ระดับการศึกษา		
ต่ำกว่าปริญญาตรี		9.00
ปริญญาตรี		81.00
ปริญญาโท		10.00
อาชีพ		
พนักงานบริษัท		42.00
อาชีพอิสระ		21.00
ข้าราชการ		17.00
ค้าขาย		20.00

ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

N = 100

ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค	ร้อยละ
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	
10,001-15,000	14.00
15,001-20,000	50.00
มากกว่า 20,000	36.00

จากตารางที่ 4.10 กลุ่มของผู้บริโภคที่ศึกษา พบว่า ผู้บริโภคเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 43 เพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 57 โดยมีอายุ 36 - 40 ปี มากที่สุด การศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับปริญญาตรี โดยผู้บริโภคส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเป็นพนักงานบริษัท มีรายได้เดือนละ 15,001 - 20,000 บาท

ตารางที่ 4.11 ข้อมูลเชิงพฤติกรรม และทัศนคติผู้บริโภค

N = 100

ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค	ความถี่	ร้อยละ
ท่านเคยบริโภคข้าวสังข์หยดหรือไม่		
เคย		40.00
ไม่เคย		60.00
เหตุผลที่บริโภคข้าวสังข์หยด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
มีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าข้าวขาว	66	32.20
มีเส้นใยอาหารมากกว่าข้าวเจ้าขาว	65	31.71
สี และลักษณะทั่วไปที่น่าสนใจ	53	25.85
มีสารต้านอนุมูลอิสระ	21	10.24
ท่านเคยซื้อผลิตภัณฑ์ที่ทำจากข้าวสังข์หยดหรือไม่		
เคย		49.00
ไม่เคย		51.00

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

N = 100		
ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค	ความถี่	ร้อยละ
ท่านสนใจที่จะบริโภคผลิตภัณฑ์ลดช่องท้องไทยหรือไม่		
สนใจ		99.00
ไม่สนใจ		1.00
ความถี่ในการบริโภคลดช่องท้องไทยของท่านมีในระดับใด		
5 ครั้ง/เดือน		1.00
4 ครั้ง/เดือน		24.00
3 ครั้ง/เดือน		24.00
2 ครั้ง/เดือน		43.00
1 ครั้ง/เดือน		8.00
ปัจจัยที่มีผลต่อความถี่ในการบริโภค คืออะไร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
ไม่มั่นใจในความสะอาด	70	41.18
รูปแบบที่จำหน่ายไม่สะดวกในการบริโภค	23	13.53
ให้พลังงานสูง	62	36.47
มีคุณค่าทางโภชนาการน้อย	15	8.82
หากท่านเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ลดช่องท้องไทยท่านพิจารณาจากสิ่งใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
สีสันทัน	61	21.25
รสชาติ	71	24.74
ลักษณะรูปร่าง	25	8.71
เครื่องหมายรับรองคุณภาพ	3	1.05
คุณค่าทางโภชนาการ	11	3.83
บรรจุภัณฑ์	60	20.91
ราคา/ปริมาณที่บรรจุ	56	19.51

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

N = 100		
ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค	ความถี่	ร้อยละ
ท่านซื้อผลิตภัณฑ์ลวดช่องไทยจากสถานที่ใดบ่อยที่สุด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
ตลาดสด	91	50.00
ร้านสะดวกซื้อ	32	17.58
ศูนย์สินค้า OTOP	13	7.14
ห้างสรรพสินค้า/ซูเปอร์มาร์เก็ต	46	25.28

จากตารางที่ 4.11 ผู้บริโภคร้อยละ 60 เหตุผลคือไม่เคยบริโภคข้าวสังข์หยด เนื่องจากยังไม่เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายและไม่เป็นที่รู้จัก แต่ยังคงมีผู้บริโภคบางส่วนเคยรับประทาน โดยผู้บริโภคบางส่วนรับรู้ด้านคุณค่าทางโภชนาการที่สูงกว่าข้าว โดยไม่เคยซื้อผลิตภัณฑ์ที่ทำจากข้าวสังข์หยดเมื่อเทียบกับผู้ที่เคยซื้อนั้นมีปริมาณใกล้เคียงกัน ผู้บริโภคส่วนใหญ่สนใจบริโภคลวดช่องไทย ความถี่ในการบริโภคลวดช่องไทยส่วนใหญ่บริโภค 2 ครั้ง/เดือน ผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่มั่นใจในความสะอาด รูปแบบที่วางจำหน่ายไม่เหมาะในการบริโภค และมีคุณค่าทางโภชนาการ ผู้บริโภคส่วนใหญ่เลือกซื้อลวดช่องไทย โดยพิจารณาจาก ผู้บริโภคส่วนใหญ่เลือกซื้อลวดช่องไทยจากตลาดสดเนื่องจากการจำหน่ายมากกว่าห้างสรรพสินค้าหรือซูเปอร์มาร์เก็ต

ตารางที่ 4.12 ข้อมูลด้านความรู้ทางโภชนาการเกี่ยวกับลวดช่องไทยแบ่งข้าวกล้องสังข์หยดจากผู้บริโภค

N = 100		
ข้อมูลความรู้ทางโภชนาการ	ความถี่	ร้อยละ
ท่านคิดว่าข้าวสังข์หยดแตกต่างจากข้าวเจ้าธรรมดาอย่างไร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
มี สี กลิ่นและรสชาติดีกว่าข้าวเจ้า	44	20.95
มีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าข้าวเจ้า	75	35.71
มีสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่าข้าวเจ้า	55	26.19
มีเส้นใยอาหารมากกว่าข้าวเจ้า	36	17.15

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

N = 100		
ข้อมูลความรู้ทางโภชนาการ	ความถี่	ร้อยละ
ท่านทราบหรือไม่ว่าข้าวสังข์หยดมีสารอาหารใดต่างจากข้าวเจ้าธรรมดา (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
วิตามินบี 2 มากกว่า	34	17.00
โฟเลต	21	10.50
มีเส้นใยมากกว่า	71	35.50
แอนโทไซยานิน	58	29.00
มีสารแกมมา – โอริซานอล	16	8.00
ท่านทราบหรือไม่ว่าในแป้งข้าวสังข์หยดมีสารต้านอนุมูลอิสระหรือไม่		
ทราบ	82	82.00
ไม่ทราบ	18	18.00
ท่านทราบหรือไม่ว่าสารต้านอนุมูลอิสระมีผลอย่างไรต่อร่างกาย (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
ป้องกันการเกิดโรคมะเร็ง	72	37.50
ป้องกันเส้นหลอดเลือดอุดตัน	49	25.52
ช่วยชะลอความเสื่อมของผิวหนัง	71	36.98
ท่านทราบหรือไม่ว่าสารใดบ้างที่จัดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (เลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
วิตามินบี 2	29	17.26
แอนโทไซยานิน	76	45.24
แกมมา-อริซานอล	53	31.55
โอเมก้า-3	10	5.95
แอนโทไซยานินมีผลดีอย่างไรต่อร่างกาย (เลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
ลดความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็ง	60	25.86
ช่วยลดอัตราเสี่ยงของการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน	68	29.31
เพิ่มกรดไขมันชนิดดีหรือ HDL และลดไขมันชนิดไม่ดีหรือLDL	55	23.71
ช่วยชะลอความเสื่อมของของผิวหนังช่วยให้ผิวหนังดูอ่อนกว่าวัย	49	21.12

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

ข้อมูลความรู้ทางโภชนาการ	ความถี่	ร้อยละ
N = 100		
เส้นใยอาหารมีผลดีอย่างไรต่อร่างกาย (เลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
เป็นอาหารของแบคทีเรียในลำไส้	69	31.65
ช่วยทำงานของระบบขับถ่าย	82	37.61
ลดความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งลำไส้	67	30.74

จากตารางที่ 4.12 ข้อความรู้ทางโภชนาการเกี่ยวกับลดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยด พบว่าผู้บริโภคร้อยส่วนใหญ่ทราบว่าข้าวกล้องสังข์หยดมีคุณค่าทางโภชนาการมากกว่าข้าวขาวธรรมดา มีสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่า มีสีกลิ่นรสชาติที่ดีกว่า มีเส้นใยอาหารสูงกว่าข้าวขาวซึ่งช่วยในการทำงานของระบบขับถ่าย สารอาหารที่ข้าวกล้องสังข์หยดมีต่างจากข้าวขาว มีแอนโทไซยานิน วิตามินบี 2 โฟเลต และมีสารแกมมาโอริซานอล ที่สูงกว่าข้าวขาวธรรมดา ซึ่งผู้บริโภคร้อยส่วนใหญ่ทราบว่าในข้าวกล้องสังข์หยดมีสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่าข้าวขาวธรรมดา และยังทราบว่าสารในข้าวกล้องสังข์หยดมีแอนโทไซยานินซึ่งมีสารต้านอนุมูลอิสระช่วยป้องกันการเกิดโรคมะเร็ง ช่วยชะลอความเสื่อมของผิวหนังและสามารถป้องกันเส้นหลอดเลือดอุดตัน

ตารางที่ 4.13 ข้อมูลด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์หลอดชงไทยแบ่งข้าวกล้องสังข์หยดจากผู้บริโภค

ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค	คะแนนเฉลี่ย
ความรู้สึที่ผู้บริโภคมีต่อผลิตภัณฑ์*	8.18±0.59
ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์**	
ลักษณะที่ปรากฏ	3.81±0.56
สี	3.83±0.56
กลิ่น	3.81±0.54
รสชาติ	3.87±0.56
เนื้อสัมผัส	3.78±0.62
คุณค่าทางโภชนาการ	4.10±0.62
บรรจุภัณฑ์	4.23±0.61
ลักษณะผลิตภัณฑ์โดยรวม	4.08±0.56

หมายเหตุ: * 8 หมายถึง ชอบมาก

** 5 หมายถึง ชอบมากที่สุด 4 หมายถึง ชอบมาก 3 หมายถึง ชอบปานกลาง
2 หมายถึง ชอบเล็กน้อย 1 หมายถึง ไม่ชอบ

จากตารางที่ 4.13 การยอมรับต่อผลิตภัณฑ์หลอดชงไทยแบ่งข้าวกล้องสังข์หยดของผู้บริโภค ในด้านความรู้สึที่ต่อผลิตภัณฑ์ พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยที่ 8.18 หมายถึงมีความชอบในระดับชอบมาก โดยปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์ ในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสให้การยอมรับในระดับความชอบปานกลาง ด้านคุณค่าทางโภชนาการ บรรจุภัณฑ์ และลักษณะโดยรวมของผลิตภัณฑ์ให้การยอมรับในระดับชอบมาก

ตารางที่ 4.14 ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์

ข้อมูล	ร้อยละ
N = 100	
ราคาที่เหมาะสมในการจัดจำหน่ายของผลิตภัณฑ์ลวดช่องไทยแป็งข้าวกล้องสังข์หยด	
20 บาท	33.00
22 บาท	48.00
24 บาท	18.00
26 บาท	1.00
ในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ลวดช่องไทยแป็งข้าวกล้องสังข์หยดท่านต้องการให้บรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบใด	
ถ้วยพลาสติกใสทรงกลม	76.00
ถ้วยพลาสติกชนิดใส่บรรจุในถุงพลาสติกแก้ว	24.00
ท่านต้องการให้ผลิตภัณฑ์ลวดช่องไทยแป็งข้าวสังข์หยดวางจำหน่ายในสถานที่ใด	
ร้านขายของฝากริมทาง	7.00
ศูนย์สินค้า OTOP	58.00
ร้านสะดวกซื้อ	10.00
ห้างสรรพสินค้า/ซูเปอร์มาร์เก็ต	15.00
หากมีลวดช่องไทยแป็งข้าวกล้องข้าวสังข์หยดวางจำหน่าย ท่านจะซื้อผลิตภัณฑ์หรือไม่	
ซื้อ	99.00
ไม่ซื้อ	1.00
ผลรวม	100

จากตารางที่ 4.14 การยอมรับผลิตภัณฑ์ลวดช่องไทยแป็งข้าวกล้องสังข์หยดจากผู้บริโภคด้านราคาให้การยอมรับราคาจำหน่ายที่ 22.00 บาท โดยบรรจุในถ้วยพลาสติกใสทรงกลมวางจำหน่ายที่ศูนย์สินค้า OTOP และจะซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 99

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 การศึกษาการสร้างสูตรมาตรฐานลดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยด

การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของการใช้แป้งข้าวกล้องสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้าบางส่วน โดยการนำแป้งข้าวกล้องสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้าในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 40, 45 และ 50 ของน้ำหนักแป้งข้าวเจ้า พบว่าปริมาณแป้งข้าวกล้องสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้าที่เหมาะสม คือปริมาณร้อยละ 50 ของน้ำหนักแป้งข้าวเจ้า ซึ่งผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับสูงสุด ทั้งในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม มีความชอบอยู่ในระดับที่ชอบมาก แต่ในด้านลักษณะเนื้อสัมผัส (ความเหนียว) ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในระดับชอบเล็กน้อย จึงทำการศึกษาปริมาณแป้งทำยายม่อมเพื่อทำการปรับปรุงเนื้อสัมผัส โดยเพิ่มปริมาณแป้งทำยายม่อมจากสูตรพื้นฐาน โดยศึกษาในปริมาณที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ ปริมาณร้อยละ 25 30 และ 35 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด พบว่าปริมาณแป้งทำยายม่อมที่เหมาะสม คือที่ ร้อยละ 30 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด ได้รับการยอมรับมากขึ้น เป็นเพราะเมื่อใช้แป้งทำยายม่อมในปริมาณที่สูงขึ้นมีผลทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสมี (ความเหนียว) มากขึ้น ซึ่งเป็นลักษณะที่ดีของลดช่องไทย ดังนั้นสูตรมาตรฐานลดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยด ประกอบแป้งข้าวเจ้า 50 กรัม แป้งข้าวกล้องสังข์หยด 50 กรัม แป้งทำยายม่อม 43.5 กรัม แป้งถั่วเขียว 20 กรัม น้ำปูนใส 450 กรัม และน้ำเปล่า 250 กรัม ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในน้ำหนัก 100 กรัม พบว่าลดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยดมีพลังงาน 78.64 กิโลแคลอรี โปรตีน 0.98 กรัม ไขมัน 0.07 กรัม คาร์โบไฮเดรต 18.03 กรัม เส้นใยอาหาร 0.71 กรัม และ แอนโทไซยานิน 11.63 มิลลิกรัม

5.1.2 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการรักษาหลอดช่องไทยแบ่งข้าวกล้องงอกสังข์หยด

หลอดช่องไทยแบ่งข้าวกล้องงอกสังข์หยดสามารถเก็บรักษาในถ้วยพลาสติกปิดสนิท เก็บที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส ได้เป็นเวลา 48 ชั่วโมง โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และจำนวนจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์โดยอ้างอิงจากมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนมจีน (มผช.500/2547)

5.1.3 ศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์หลอดช่องไทยแบ่งข้าวกล้องงอกสังข์หยดจากผู้บริโภค

ผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงมีการศึกษาในระดับปริญญาตรี มีรายได้เดือนละ 15,000 – 20,000 บาท ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ทั้งในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสให้การยอมรับในระดับความชอบปานกลาง ด้านคุณค่าทางโภชนาการ บรรจุภัณฑ์และลักษณะโดยรวมของผลิตภัณฑ์ให้การยอมรับในระดับชอบมาก โดยบรรจุในถ้วยพลาสติกใสทรงกลม ราคา 22.00 บาท จำหน่ายที่ศูนย์สินค้า OTOP และจะซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 99

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.1 สามารถนำแบ่งข้าวกล้องงอกสังข์หยดไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ขนมเบี๋อง กระทงทอง เป็นต้น

5.2 ศึกษากระบวนการผลิต เพื่อให้ผลิตภัณฑ์สามารถคงลักษณะที่ดีของหลอดช่องเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาที่นานกว่า 2 วัน

5.3 สามารถนำแบ่งข้าวกล้องงอกสังข์หยดไปใช้ผลิตเป็นหลอดช่องแห้ง

เอกสารอ้างอิง

- กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2543. **เทคโนโลยีของแป้ง**. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ
- เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์, ชญาภัทร์ กีอาริโย, นพพร สกุลเย็นยงสุข และดวงรัตน์ แซ่ตั้ง. 2554. **การประยุกต์ใช้ข้าวกล้องอกที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมหวาน 3 ชนิด**. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. กรุงเทพฯ
- กองโภชนาการ. 2544. **ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการอาหารไทย**. สำนักพิมพ์องค์การทหารผ่านศึก. นนทบุรี
- คณะวิทยาศาสตร์. 2557. **สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแป้งถั่วเขียวดิบ**. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.
- จริยา เดชกฤษกร. 2549. **ขนมไทย**. เล่ม 2. เพชรการเรือน. กรุงเทพฯ
- ดวงจันทร์ เสงส์สวัสดิ์. 2545. **ใยอาหารเพื่อสุขภาพ**. **วารสารอาหาร**. ปีที่ 32, ฉบับที่ 3 หน้า 157-159
- ดุษฎี อุตภาพ. 2558. **เคมีและสมบัติของแป้ง**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://eu.lib.kmutt.ac.th/elearning/Courseware/BCT611/Chap2/chapter2_5.html. 17 กันยายน 2558.
- เตือนใจ ราชแก้ว. 2558. **สัมภาษณ์สูตรลอดช่องไทย**. วันที่ 5 สิงหาคม.
- นลิน หงส์วิวัฒน์. 2553. **เส้นทางขนมไทย**. แสงแดด. กรุงเทพฯ.
- นันทวัน เอรวัน. 2534. **การกวนขนมไทย**. แสงแดด. กรุงเทพฯ.
- น้ำทิพย์ วงษ์ประทีป. 2549. **พัฒนาคุณภาพลอดช่องเป็นอาหารที่มีความสะอาดปลอดภัย**. **ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร**. คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. จังหวัดพิษณุโลก

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- นิดดา หงษ์วิวัฒน์. 2553. **เส้นทางขนมไทย**. แสงแดด. กรุงเทพฯ.
- นิตยา รัตนাপนนท์ และวิบูลย์ รัตนูปนนท์. 2543. **สารพิษในอาหาร**. สำนักพิมพ์
ไอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.
- ปานทิพย์ ผดุงศิลป์, กมลพิพัฒน์ ชนะสิทธิ์ และจักรวาล ภูเสม. 2555.
การพัฒนาและแปรรูปแป้งข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์ขนมเกลียว. คณะเทคโนโลยี
คหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. กรุงเทพฯ
- ปิติพร ฤทธิเรืองเดช. 2546. **คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแป้งท้าวยายม่อมและ
การนำไปใช้ประโยชน์ในขนมชั้น**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาพัฒนา
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ไพบุลย์ ธรรมรัตน์สาวิก. 2532. **กรรมวิธีการแปรรูป**. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร
คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- รัมภา ศิริวงศ์. 2552. **ขนมไทย**. พิมพ์ครั้งที่ 7. ดวงกมลพับลิชชิง. กรุงเทพฯ.
- รุ่งทิภา วงศ์ไพศาลฤทธิ. 2553. **ขนมไทยชาววัง**. ไทยควอลิตี้บุ๊กส์. กรุงเทพฯ.
- วไลภรณ์ สุทธา. 2552. **การเก็บรักษาและการเลือกซื้อแป้งข้าวเจ้า**. วิทยาศาสตร์การ
ประกอบอาหาร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. กรุงเทพฯ.
- วันดี ณ สงขลา. 2550. **ขนมไทยในหีบ**. พิมพ์ครั้งที่ 1. ส. เอเชียเพล. กรุงเทพฯ
- ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง. 2553. **ข้าวสังข์หยด**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก :
<http://www.royal.sipa.or.th.Phatthalung> Rice Research Center, 25 มกราคม 2558
- ศูนย์สารสนเทศและกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2553. **แอนโทไซยานิน**.
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ
- สายชล สีนสมบุญณ์. 2546. **สถิติการวางแผนการตลาดทางการเกษตร**. สถาบันเทคโนโลยี
ราชมงคลกรุงเทพ. กรุงเทพฯ.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2547. “มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมจีน”.
มผช. 500/2547. (อัดสำเนา)
- ลำเจิง แซ่ตัน. 2550. การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาวประจำปี 2550.
กรมการข้าวสำนักวิจัยและพัฒนาข้าว. กรุงเทพฯ
- สิริพันธุ์ จุลกรังคะ. 2550. โภชนศาสตร์เบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 5 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุนีย์ โชตินิรนาถ, กำไล เลหาพัฒนาเลิศ, เจริญ สโลบล และกล้าณรงค์ ศรีรอด. 2543. **สมบัติ
ทางฟิสิกส์เคมีของแป้งถั่วเขียวที่สกัดจากพันธุ์ที่พัฒนาในประเทศไทย.** การ
ประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 38. กรุงเทพฯ
- อบเชย วงศ์ทอง และชนิษฐา พูนผลกุล. 2550. **ธัญชาติและแป้ง.** พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ
- อภิญา มานะโรจน์. 2553. **เอกสารประกอบการสอนวิชาขนมไทย.** คณะเทคโนโลยี
คหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. กรุงเทพฯ.
- อริญา ลาภโคกสูง. 2555. **ผลของการเกิดอะไมโลสและโครงสร้างของอะไมโลเพคตินใน
สตาร์ชของข้าวพันธุ์ต่างๆ ต่อการเกิดแป้งที่ทนต่อการย่อยของเอนไซม์ชนิดที่ 3.**
สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.
- อุดมวิทย์ พลเยี่ยม. 2554. **เคมีของสารชีวโมเลกุล.** โอ.เอส.พรีนติ้งเฮ้าส์. กรุงเทพฯ
- AOAC. 2005. **Official Method of Analysis.** 18th ed. Association of official: Arlington.
Virginia.
- AOAC. 2012. **Official Method of Analysis of AOAC International.** 19th ed. AOAC.
International. Dr. George W. Latimer. Jr. MD. USA. Official Method 2012

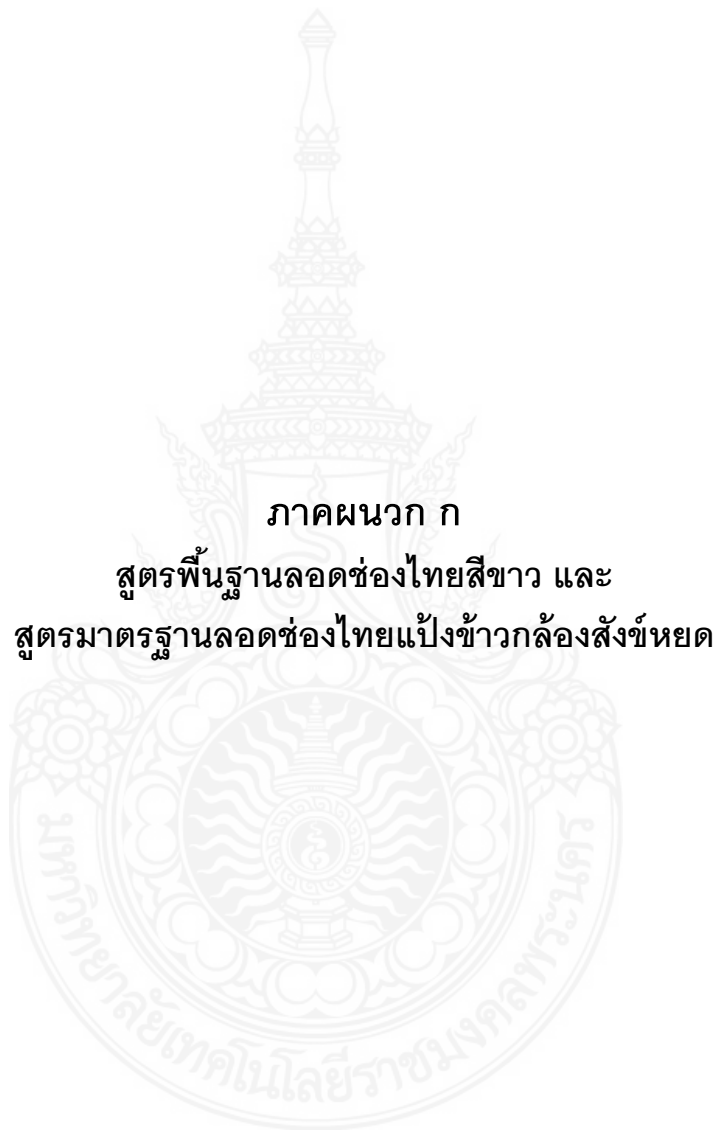
เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Beymum, G.M.A. van. And Roels, J.A. 1985. **Starch Conversion Technology**. Marcel Dekker. Inc. New York. P. 326
- Collison. R. 1968. **Swelling and gelation of starch**. Page 168 in: starch and Its Derivatives. J. A. Radlecyed. Chapman and hall; London.
- Hizukuri. S. 1986. **Polymodal distribution of the chain lengths of amylopectins**. and It's significance. Carbohydrates. 147:342
- Sunsanee Udomrati, Kiratinart Poolkasom, Suphatta Potisate and Sanguansri Charoenrein. 2546. **Department of Food Science and Technology**. Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University, Bangken Campus Bangkok.
- Whitney E. and S.R. Rolfes. 2005. **Understanding Nutrition**. Thomson Learning Inc, United of America.
- Wrolstad. R.E. and R.W. Davist. 1999. **Use of Anthocyanin and Polyphenalic analyses in authenticating in fruit junit**. In Proceeding of Fruit Authenticity Workshop. pp. 79-86 Canada. Montreal.



ภาคผนวก

- ภาคผนวก ก สูตรพื้นฐานลวดช่องไทยสีขาวและ
สูตรมาตรฐานลวดช่องไทยแบ่งข้าวกลิ้งสังข์หยด
- ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และ
แบบทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค
- ภาคผนวก ค การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี
- ภาคผนวก ง การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์
- ภาคผนวก จ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน



ภาคผนวก ก

สูตรพื้นฐานลวดช่องไทยสีขาว และ
สูตรมาตรฐานลวดช่องไทยแบ่งขาวกลิ้งสังข์หยด

สูตรพื้นฐานหลอดของไทยสีขาว

วัตถุดิบ

แป้งข้าวเจ้า	100	กรัม
แป้งท้าวยายม่อม	25	กรัม
แป้งถั่วเขียว	20	กรัม
น้ำปูนใส	450	กรัม
น้ำเปล่า	250	กรัม

ขั้นตอนการทำ

- ผสมแป้งข้าวเจ้า แป้งท้าวยายม่อม และแป้งถั่วเขียวนำมาร่อนรวมกัน 2 ครั้ง นำแป้งใส่ลงในกระทะทองเหลือง
- เติมน้ำสะอาดนวดให้แป้งเข้ากันเป็นเนื้อเดียวกันระยะเวลา 10 นาที เติมน้ำปูนใสคนให้เข้ากันใช้เวลาคน 5 นาที
- นำกระทะขึ้นตั้งไฟ ใช้ไฟกลาง กวนตลอดเวลาเมื่ออุณหภูมิถึง 75 องศาเซลเซียส เวลา 20 นาที กวนต่อจนแป้งมีลักษณะ เหนียว เป็นเงา ปิดไฟยกลงจากเตา (การทดสอบใช้ช้อนตักแป้งหลอดช่องหยดลงในน้ำเย็นจัด ตักเนื้อจะมีลักษณะเหนียวจับตัวกัน)
- ตักแป้งใส่พิมพ์ แล้วกดลงในภาชนะที่ใส่น้ำเย็นเตรียมไว้ พักเส้นหลอดช่องในน้ำ 10 นาที แป้งจะอยู่ตัวตักเส้นหลอดช่องพักใส่กระชอนให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำใส่ภาชนะ

ที่มา : เตือนใจ (2558)

สูตรมาตรฐานลวดช่องไทยแป็งข้าวกล้องสังข์หยด

วัตถุดิบ

แป็งข้าวเจ้า	50	กรัม
แป็งข้าวกล้องสังข์หยด	50.	กรัม
แป็งเท้ายายม่อม	43.5	กรัม
แป็งถั่วเขียว	20	กรัม
น้ำปูนใส	450	กรัม
น้ำเปล่า	250	กรัม

ขั้นตอนการทำ

- ผสมแป็งข้าวเจ้า แป็งข้าวกล้องสังข์หยด แป็งเท้ายายม่อม และแป็งถั่วเขียว นำมาร้อนรวมกัน 2 ครั้ง นำแป็งใส่ลงในกระทะทองเหลือง
- เติมน้ำสะอาดนวดให้แป็งเข้ากันเป็นเนื้อเดียวกันระยะเวลา 10 นาที เติมน้ำปูนใสคนให้เข้ากันใช้เวลาคน 5 นาที
- นำกระทะขึ้นตั้งไฟ ใช้ไฟกลาง กวนตลอดเวลาเมื่ออุณหภูมิถึง 75 องศาเซลเซียส เวลา 20 นาที กวนต่อจนแป็งมีลักษณะ เหนียว เป็นเงา ปิดไฟยกลงจากเตา (การทดสอบใช้ช้อนตักแป็งลวดช่องหยดลงในน้ำเย็นจัด ตักเนื้อจะมีลักษณะเหนียวจับตัวกัน)
- ตักแป็งใส่พิมพ์ แล้วกดลงในภาชนะที่ใส่น้ำเย็นเตรียมไว้ พักเส้นลวดช่องในน้ำ 10 นาที แป็งจะอยู่ตัวตักเส้นลวดช่องพักใส่กระชอนให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำไปภาชนะ

ภาคผนวก ข
แบบประเมินคุณภาพทางประสาธน์สัมพันธ์
และแบบทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค



ชุดที่

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ ลอดช่องไทยแป้งข้าวกลึงสังข์หยด

วันที่

คำแนะนำ

กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของรหัสที่เสนอในตารางจากซ้ายไปขวาและให้คะแนนตามความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

โดยกำหนดให้

9 = ชอบมากที่สุด

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

8 = ชอบมาก

3 = ไม่ชอบปานกลาง

7 = ชอบปานกลาง

2 = ไม่ชอบมาก

6 = ชอบเล็กน้อย

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบตัวอย่าง		
	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
ลักษณะที่ปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส(เหนียว, หนึบ)			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามผู้วิจัย

แบบทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค

เรื่อง ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคที่มีต่อ “ขนมลอดช่องไทยแป้งข้าวกลิ้งอสังข์หยด”

เรียน ท่านผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง แบบสอบถามชุดนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลอดช่องไทยแป้งข้าวกลิ้งอสังข์หยด

สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ผู้วิจัยใคร่ขอความกรุณาจากท่านในการตอบ

แบบสอบถาม ซึ่งแบ่งเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเชิงพฤติกรรม และทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 3 ข้อมูลความรู้ด้านโภชนาการของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 4 ข้อมูลด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำอธิบาย

ผลิตภัณฑ์ลอดช่องไทยแป้งข้าวกลิ้งอสังข์หยด หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำแป้งข้าวกลิ้งอสังข์หยดมาใช้ทดแทนแป้งข้าวเจ้าบางส่วน เพื่อให้มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มมากขึ้น ทั้งในด้านวิตามินบี 2 เส้นใยอาหารสูงและมีสารต้านอนุมูลอิสระซึ่งได้แก่ สารแอนโทไซยานิน เพื่อให้ประชาชนทั่วไปได้รู้จักข้าวพันธุ์อสังข์หยดซึ่งเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองของจังหวัดพัทลุงที่ได้รับการขึ้นทะเบียนเป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (Geographical Indication : GI)

คำแนะนำ กรุณาใส่เครื่องหมาย / ลงใน () หน้าคำตอบที่เห็นว่าเหมาะสม

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

() ชาย () หญิง

2. อายุ

() น้อยกว่า 20 ปี () 21-25 ปี () 26-30 ปี
() 31-35 ปี () 36-40 ปี () มากกว่า 40 ปี

3. ระดับการศึกษา

() ต่ำกว่าปริญญาตรี () ปริญญาตรี
() ปริญญาโท () ปริญญาเอก

4. อาชีพ

() นักศึกษา () พนักงานบริษัท () ข้าราชการ
() ค้าขาย () อาชีพอิสระ

5. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน

() น้อยกว่า 5,000 บาท () 10,000 บาท () 10,001-15,000 บาท
() 15,001-20,000 บาท () สูงกว่า 20,000 บาท

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเชิงพฤติกรรม และทัศนคติของผู้บริโภค

1. ท่านเคยบริโภคข้าวสังข์หยดหรือไม่

() เคย () ไม่เคย

2. เหตุผลที่บริโภคข้าวสังข์หยด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

() สี และลักษณะทั่วไปน่าสนใจ
() มีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าข้าวเจ้าขาว
() มีเส้นใยอาหารมากกว่าข้าวเจ้าขาว
() มีสารต้านอนุมูลอิสระ

3. ท่านเคยซื้อผลิตภัณฑ์ที่ทำจากข้าวสังข์หยดหรือไม่

() เคย () ไม่เคย

4. ท่านสนใจที่จะบริโภคผลิตภัณฑ์ลดช่องท้องไทยหรือไม่

() สนใจ () ไม่สนใจ

6. ความถี่ในการบริโภคตลอดช่วงไทยของท่านมีในระดับใด
- () 5 ครั้ง/เดือน () 4 ครั้ง/เดือน () 3 ครั้ง/เดือน
 () 2 ครั้ง/เดือน () 1 ครั้ง/เดือน () อื่นๆ.....
7. ปัจจัยที่มีผลต่อความถี่ในการบริโภค คืออะไร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
- () ไม่มั่นใจในความสะอาด () รูปแบบที่จำหน่ายไม่สะดวกในการบริโภค
 () ให้พลังงานสูง () มีคุณค่าทางโภชนาการน้อย
8. ถ้าท่านจะซื้อผลิตภัณฑ์ตลอดช่วงไทย ท่านจะพิจารณาจากสิ่งใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
- () สีสีน () คุณค่าทางโภชนาการ
 () รสชาติ () บรรจุภัณฑ์
 () ลักษณะรูปร่าง () ราคา/ปริมาณที่บรรจุ
 () เครื่องหมายรับรองคุณภาพ () อื่นๆ.....
9. ท่านซื้อผลิตภัณฑ์ตลอดช่วงไทยจากสถานที่ใดบ่อยที่สุด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
- () ตลาดสด () ร้านสะดวกซื้อ
 () ศูนย์สินค้า OTOP () ห้างสรรพสินค้า/ซูเปอร์มาร์เก็ต

ส่วนที่ 3 ข้อมูลความรู้ทางโภชนาการของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. ท่านคิดว่าข้าวสังข์หยดแตกต่างจากข้าวเจ้าธรรมดาอย่างไร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
- () มี สี กลิ่นและรสชาติดีกว่าข้าวเจ้า
 () มีคุณค่าทางโภชนาการมากกว่าข้าวเจ้า
 () มีสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่าข้าวเจ้า
 () มีเส้นใยอาหารมากกว่าข้าวเจ้า
2. ท่านทราบหรือไม่ว่าข้าวสังข์หยดมีสารอาหารใดต่างจากข้าวเจ้าธรรมดา (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
- () วิตามินบี 2 มากกว่า () โฟเลต
 () มีเส้นใยมากกว่า () แอนโทไซยานิน
 () มีสารแกมมา - โอริซานอล
3. ท่านทราบหรือไม่ว่าในแป้งข้าวสังข์หยดมีสารต้านอนุมูลอิสระ
- () ทราบ () ไม่ทราบ

4. ท่านทราบหรือไม่สารต้านอนุมูลอิสระมีผลอย่างไรต่อร่างกาย (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
- () ป้องกันการเกิดโรคมะเร็ง () ป้องกันเส้นหลอดเลือดอุดตัน
- () ช่วยชะลอความเสื่อมของผิวหนัง
5. ท่านทราบหรือไม่สารใดบ้างที่จัดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (เลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
- () วิตามินบี 2 () แอนโทไซยานิน
- () แกมมา-ออริซานอล () โอลิโกแซคคาไรด์-3
6. แอนโทไซยานินมีผลดีอย่างไรต่อร่างกาย (เลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
- () ลดความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็ง
- () ช่วยลดอัตราเสี่ยงของการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน
- () เพิ่มกรดไขมันชนิดดีหรือHDL และลดไขมันชนิดไม่ดีหรือLDL
- () ช่วยชะลอความเสื่อมของของผิวหนังช่วยให้ผิวหนังดูอ่อนกว่าวัย
7. เส้นใยอาหารมีผลดีอย่างไรต่อร่างกาย (เลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
- () เป็นอาหารของแบคทีเรียในลำไส้ () ช่วยทำงานของระบบขับถ่าย
- () ลดความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งลำไส้

ส่วนที่ 4 ข้อมูลด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. กรุณาชี้มชนมลอดช่องไทยแป้งข้าวกล้องสังข์หยด แล้วใส่เครื่องหมาย / ลงใน () ตามระดับความรู้สึกที่มีต่อผลิตภัณฑ์
- () ชอบมากที่สุด () ชอบมาก () ชอบปานกลาง
- () ชอบเล็กน้อย () บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ () ไม่ชอบเล็กน้อย
- () ไม่ชอบปานกลาง () ไม่ชอบมาก () ไม่ชอบมากที่สุด

2. เหตุผลในการยอมรับผลิตภัณฑ์ลดช่องโหว่ของไทยแบ่งข้าวกล้องสังข์หยด (ใส่เครื่องหมาย /)

ปัจจัย	ระดับการยอมรับผลิตภัณฑ์				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ลักษณะปรากฏ					
สี					
กลิ่น					
รสชาติ					
เนื้อสัมผัส					
คุณค่าทางโภชนาการ					
บรรจุภัณฑ์					
ลักษณะผลิตภัณฑ์โดยรวม					

3. ราคาที่เหมาะสมในการจัดจำหน่ายของผลิตภัณฑ์ลดช่องโหว่ของไทยแบ่งข้าวสังข์หยด

ขนาดบรรจุ 180 กรัม พร้อมรับประทานในราคาที่ท่านยอมรับ คือเท่าไร

- () 20 บาท () 22 บาท () 24 บาท
 () 26 บาท () อื่นๆ.....

4. ในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ลดช่องโหว่ของไทยแบ่งข้าวสังข์หยดท่านต้องการให้บรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบใด

- () ถ้วยพลาสติกใสทรงกลม () ถ้วยพลาสติกแบบซีปล็อค

5. ท่านต้องการให้ผลิตภัณฑ์ลดช่องโหว่ของไทยแบ่งข้าวสังข์หยดวางจำหน่ายในสถานที่ใด

- () ร้านขายของฝากริมทาง () ศูนย์สินค้า OTOP
 () ร้านสะดวกซื้อ () ห้างสรรพสินค้า/ซูเปอร์มาร์เก็ต

6. หากมีลดช่องโหว่ไทยข้าวสังข์หยดวางจำหน่าย ท่านจะซื้อผลิตภัณฑ์หรือไม่

- () ซื้อ () ไม่ซื้อ

ขอขอบคุณที่กรุณาใช้เวลาในการตอบแบบทดสอบถาม

นายกิตติ สุวรรณบรรดิษฐ์

ผู้วิจัย

ภาคผนวก ค
การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี



การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (Determination protein)

วิธีวิเคราะห์

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนตามวิธี Kjeldahl method (AOAC, 2005)

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 0.5 – 2 กรัมถ้าตัวอย่างเป็นของแข็งให้ชั่งใส่ลงในกระดาษกรองปราศจากไนโตรเจนห่อและนำตัวอย่างใส่ลงในหลอดกลั่น
2. เติมตัวเร่งปฏิกิริยา (โพแทสเซียม-ซีลีเนียม) จำนวน 2 เม็ดและเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้นปริมาตร 15 มิลลิลิตร
3. สวม suction tube เข้ากับหลอดกลั่นและยึดหลอดกลั่นกับ suction tube ให้แน่นด้วยยางยึด
4. วางหลอดกลั่นลงในเครื่องย่อยสารที่ปรับปุ่ม power control ไว้แล้วที่หมายเลข 5 ซึ่งความร้อนที่ตั้งไว้จะไม่ทำให้ตัวอย่างเดือดแรงขึ้นไปจนถึงคอของหลอด
5. ย่อยตัวอย่างไปอย่างน้อย 20 นาทีหรือจนกระทั่งควันสีขาวเกิดขึ้นในหลอดแล้วปรับปุ่ม power control ไปที่หมายเลข 10 ย่อยตัวอย่างจนกระทั่งได้สารละลายใสและย่อยต่อไปอีกประมาณ 15 นาที
6. เมื่อย่อยตัวอย่างเสร็จตั้งทิ้งไว้ให้เย็นจนไอแก๊สหายไป
7. กลั่นโดยเครื่องกลั่น Buchi 323 หรือ Buchi 324 เติมน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตรและเติมเมทิลเรดอินดิเคเตอร์ 1 หยด
8. ใส่กรดบอริกเข้มข้น 4 % จำนวน 25 มิลลิลิตรลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตรเติมสารละลายอินดิเคเตอร์ผสม 4 หยดเขย่าให้เข้ากันและวางขวดไว้บนตำแหน่งรับสารละลายที่กลั่นได้ของเครื่องกลั่น
9. นำหลอดกลั่นใส่ในเครื่องกลั่นเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 40 % จนมีความเป็นด่างเกินพอ (สารละลายเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเหลือง)
10. ทำการกลั่นและเก็บของเหลวที่กลั่นได้ในขวดรูปชมพู่ที่มีกรดบอริกอยู่ให้ได้ปริมาตรรวม 200 มิลลิลิตร
11. ไทเทรตของเหลวที่กลั่นได้ โดยใช้สารละลายมาตรฐาน กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มอลที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนจนถึงจุดยุติ

12. ทำแปลงค้โดยใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่างและทำการทดสอบเหมือนตัวอย่าง

สูตร

ปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่าง

$$A \text{ (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{(V_A - V_B) \times 1.4007 \times N}{W}$$

เมื่อ A = ปริมาณของไนโตรเจนที่ได้จากการทดสอบ (เปอร์เซ็นต์)

V_A และ V_B = ปริมาณของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไทเทรต ตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก (นอร์มอล)

1.4007 = มิลลิกรัมสมมูล (Milliequivalent weight) ของไนโตรเจน $\times 100$

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

ปริมาณโปรตีนในตัวอย่าง

$$\text{Protein (เปอร์เซ็นต์)} = A \times F$$

เมื่อ A = ปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่าง (เปอร์เซ็นต์)

F = factor ที่ใช้คำนวณโปรตีน (F = 6.25)

การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (Determination of crude fat)

วิธีวิเคราะห์

การวิเคราะห์ปริมาณไขมันตามวิธี Acid Hydrolysis method (AOAC, 2005)

1. นำตัวอย่างที่ผ่านการอบไล่ความชื้นและทราบน้ำหนักที่แน่นอนชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 2 กรัมใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร
2. เติมเอทิลแอลกอฮอล์ 2 มิลลิลิตรและกรดไฮโดรคลอริก (25 + 11) 10 มิลลิลิตรผสมให้เข้ากันปิดขวดรูปชมพู่ด้วยกระจกนาฬิกา
3. นำไปให้ความร้อนบนอ่างควบคุมอุณหภูมิ 70 – 80 องศาเซลเซียสประมาณ 30 – 40 นาทีจนสารเป็นระยะทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
4. ถ่ายสารละลายใส่ในกรวยแยกขนาด 100 มิลลิลิตร
5. ล้างขวดรูปชมพู่ด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 10 มิลลิลิตรแล้วเทผสมในกรวยแยก
6. ล้างอีกรอบด้วยเอทิลอีเทอร์ 25 มิลลิลิตรแล้วเทผสมในกรวยแยก
7. ปิดจุกกรวยแยกแล้วเขย่า 1 นาทีและลดความดันในกรวยแยก
8. ล้างขวดรูปชมพู่ด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ 25 มิลลิลิตรปิดจุกและเขย่าอีก 1 นาทีและลดความดัน
9. ตั้งสารละลายให้แยกชั้น
10. โขสารละลายชั้นล่างลงขวดรูปชมพู่และเทสารชั้นบนผ่านลำลีปราศจากไขมันลงในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร
11. ทำการสกัดซ้ำอีก 2 ครั้งโดยใช้อีเทอร์และปิโตรเลียมอย่างละ 15 มิลลิลิตรในการสกัดแต่ละครั้งตามลำดับ
12. เมื่อทำการสกัดครบ 3 ครั้งแล้วนำบีกเกอร์ที่ได้ไประเหยบนอ่างน้ำเดือด
13. นำบีกเกอร์ที่ได้ไปอบในตู้อบความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง
14. ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาทีและชั่งน้ำหนักอบซ้ำและชั่งน้ำหนักจนได้น้ำหนักคงที่หรือผลต่างของน้ำหนักต่างกัน ≤ 0.05 กรัม
15. เมื่อได้น้ำหนักคงที่แล้วนำบีกเกอร์มาล้างไขมันออกด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์

16. แล้วนำไปอบในตู้อบความร้อนแห้งนาน 1 ชั่วโมง
 17. ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาทีและชั่งน้ำหนัก

สูตร

ปริมาณไขมัน (เปอร์เซ็นต์)

$$\text{ไขมัน (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{[W_I - W_B - B]}{W_S} \times 100$$

- เมื่อ W_B = น้ำหนักบีกเกอร์เปล่าหลังอบ (กรัม)
 W_T = น้ำหนักบีกเกอร์และไขมันที่ได้หลังอบ (กรัม)
 B = ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตะกอนของแบลงค์ (กรัม)
 W_S = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)



วิธีการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (Determination of Carbohydrates)

วิธีวิเคราะห์

คำนวณโดยใช้ความแตกต่างของน้ำหนักตัวอย่างแห้งละปริมาณขององค์ประกอบอื่นๆ
ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (เปอร์เซ็นต์) = 100 - (เปอร์เซ็นต์ของโปรตีน + เปอร์เซ็นต์ของเถ้า +
เปอร์เซ็นต์ของความชื้น + เปอร์เซ็นต์เส้นใย)



การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด

การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด ด้วยวิธี pH differential (ดัดแปลงตามวิธีของ Wrolstad et al, 2005) โดยผสมสารสกัดตัวอย่างในหลอดทดลองที่ 1 ปริมาณ 20 ไมโครลิตร เติมน้ำเกลือ KCl pH 1.0 ปริมาตร 3 มิลลิลิตรและผสมสารสกัดตัวอย่างในหลอดทดลองที่ 2 ปริมาณ 20 ไมโครลิตรเติมน้ำเกลือ CHONa pH 4.5 ปริมาตร 3 มิลลิลิตร จากนั้นนำหลอดทดลองทั้ง 2 หลอด ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 510 และ 700 นาโนเมตรตามลำดับ ค่าของปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดของสารสกัดจากสมการดังต่อไปนี้

$$\text{ปริมาณแอนโทไซยานิน (มิลลิกรัม/ลิตร)} = (A \times MW \times DF \times 103) / (e \times L)$$

$$\text{โดยที่ } A = (A_{510 \text{ nm}} - A_{700 \text{ nm}})_{\text{pH } 1.0} - (A_{510 \text{ nm}} - A_{700 \text{ nm}})_{\text{pH } 4.5}$$

$$MW = 449.2 \text{ g/mol (น้ำหนักโมเลกุลของ Cyanidin-3-glucoside)}$$

$$e = 26,900 \text{ L/mol/cm (โมลาร์แอฟซอร์ปติวิตี)}$$

$$L = 1 \text{ cm (ความกว้างของ cuvette)}$$

$$DF = \text{Dilution factor ของสารละลายตัวอย่าง}$$

$$10^3 = \text{factor for conversion from g to mg}$$

รายงานผลในรูปแบบของมิลลิกรัมไซยานิดิน-3-กลูโคไซด์ในตัวอย่าง 100 กรัม น้ำหนักแห้ง (mg cyanidin-3-glucoside /100 g dry weight basis)

การวิเคราะห์หาความชื้น (Moisture content)

วิธีวิเคราะห์

ความชื้น คือ สารที่สูญเสียไปจากอาหารเมื่อเพิ่มความร้อนให้แก่อาหารนั้น ความร้อนที่ให้อาจต้องมีอุณหภูมิไม่สูงกว่าจุดเดือดของน้ำ หรือปล่อยให้อาหารตั้งทิ้งไว้ในสารดูดความชื้น (dehydrating agent) หรือให้ความร้อนในสภาพสูญญากาศ น้ำหนักที่หายไปจากอาหาร ซึ่งเดิมเข้าใจว่าเป็นน้ำนั้น ความจริงคือสารที่ระเหยได้ทั้งหมด หรือ total volatile matter ที่หายไป คุณณหภูมินั้น ส่วนกากหรือของแข็งแห้งที่เหลืออยู่หลังจากน้ำระเหยออกไปหมดแล้วเรียกว่า “ของแข็งทั้งหมด” (total solids)

การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำหรือความชื้นมีหลายวิธี วิธีการที่นิยมใช้คือ drying method ซึ่งมี 3 แบบ คือ

1. hot air oven method
2. vacuum oven method
3. การใช้สารดูดความชื้น

วิธีการที่ใช้ในบทปฏิบัติการนี้คือ hot air oven method โดยมีหลักการคือหาน้ำหนักตัวอย่างที่หายไป เนื่องจากการระเหยของน้ำที่มีอยู่ในอาหารเป็นไอน้ำ ที่อุณหภูมิกำลังเดือด หรือที่จุดเดือดของน้ำ แต่ในกรณีนี้อาจมีพวกน้ำมันระเหยที่ประกอบอยู่ในตัวอย่างสูญเสียไปด้วย

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง
2. ภาชนะอลูมิเนียม (moisture can) พร้อมฝาปิด
3. ตู้อบไฟฟ้าที่ควบคุมอุณหภูมิได้
4. โถดูดความชื้นที่มีสารดูดความชื้น

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างประมาณ 2.0000 ± 0.05 กรัมที่เหมาะสมให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน
2. ใส่ในภาชนะอลูมิเนียมโดยเปิดฝาเล็กน้อย ซึ่งผ่านการอบ 30 นาทีและทราบน้ำหนักที่แน่นอน
3. อบให้แห้งในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 102 ± 3 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง
4. จากนั้นนำภาชนะออกจากตู้อบไฟฟ้าพร้อมปิดฝาอลูมิเนียม
5. ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นประมาณ 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง
6. ชั่งน้ำหนัก นำไปอบซ้ำอีกครั้ง ครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งได้น้ำหนักที่คงที่
7. นำผลที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณความชื้นดังนี้

$$\text{วิธีคำนวณ เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{100 (w_1 - w_2)}{w_1 - w}$$

เมื่อ w = น้ำหนักของจานอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด (กรัม)

w_1 = น้ำหนักของจานอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด และตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

w_2 = น้ำหนักของจานอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด และตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

8. รายงานผล

การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย

วิธีวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างที่สกัดไขมันออก แล้วมาหาปริมาณของเส้นใยอาหาร โดยนำตัวอย่างใส่ในบีกเกอร์ ขนาด 600 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้น 0.1275 โมลาร์ จำนวน 200 มิลลิลิตร แล้วต้มน้ำให้เดือดเป็นเวลา 30 นาที (ขณะต้มจะต้องรักษาปริมาตรให้คงที่โดยการเติมน้ำ)
3. กรองด้วยกระดาษกรอง What man เบอร์ 54 โดยใช้ Suction ล้างด้วยน้ำร้อนหลายๆ ครั้งจนหมดกรดและเทกากกลับใส่ในบีกเกอร์ใบเดิม
4. เติมสารละลายโซเดียมออกไซด์ที่เข้มข้น 0.313 โมลาร์ จำนวน 200 มิลลิลิตร ต้มน้ำให้เดือดเป็นเวลา 30 นาที รักษาปริมาตรให้คงที่โดยการเติมน้ำกลั่น
5. กรองผ่านกระดาษกรองโดยใช้ Suction ล้างด้วยน้ำร้อนหลายๆ ครั้งจนหมดต่าง เทกากกลับในบีกเกอร์ใบเดิม
6. ล้างกากด้วยสารละลายไฮโดรคลอริก 1% ล้างด้วยน้ำร้อนจนหมดกรด
7. นำกากที่ได้ ล้างด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 95% จำนวน 2 ครั้ง ครั้งละ 15-20 มิลลิกรัม
8. นำกากไปใส่ในกระดาษกรอง What man ชนิดปราศจากเถ้าเบอร์ 41 ซึ่งผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสแล้วนำไปชั่งให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน
9. นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง
10. นำกากไปเผาให้เป็นเถ้าในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนได้เป็นเถ้าสีขาว ปล่อยให้เย็นใน desiccator ชั่งน้ำหนักปริมาณของเถ้า

การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของเส้นใยจากสูตร

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนักเส้นใย} &= \text{น้ำหนักแห้งของกาก} - \text{น้ำหนักเถ้า} \\ \text{ปริมาณเส้นใย} &= \frac{\text{น้ำหนักเส้นใย}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างอาหาร}} \times 100 \end{aligned}$$

การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

วิธีวิเคราะห์

1. อบ crucible ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่ ทำให้เย็นใน dessiccator นำมาชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
2. นำตัวอย่างประมาณ 3 กรัม ชั่งใส่ Crucible ที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้วนำไปเผาด้วยไฟอ่อนๆ จนหมดควัน
3. นำไปเผาในเตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียสจนกระทั่งได้เป็นเถ้าสีขาว
4. นำออกมาใส่ใน desiccator ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วนำมาชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์เถ้าจากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์เถ้า} = \frac{\text{น้ำหนักเถ้า (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$



ภาคผนวก ง
การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์



การตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์

การตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์ในตัวอย่างอาหารด้วยวิธี pour plate และ spread plate เป็นการนับเชื้อจุลินทรีย์ที่มีชีวิต (viable count) โดยการตรวจการเกิดโคโลนี บนอาหารที่เหมาะสม บางครั้งเรียก วิธีนี้ว่า plate count หรือ colony count เพื่อเป็นการตรวจปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในตัวอย่างอาหาร plate count agar เป็นอาหารแข็งที่ใช้ในการตรวจนับจำนวนโคโลนีของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด หรือ เรียกว่า Total Plate count ทั้งแบคทีเรีย และยีสต์ รา ที่เจริญในสภาวะที่มีออกซิเจน โดยวิธี spread plate โคโลนี จะเกิดบนผิวของอาหาร ส่วนวิธี pour plate โคโลนีจะเกิดทั้งบนผิวหน้าและในอาหาร

วัตถุประสงค์

เพื่อให้สามารถตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์ในตัวอย่างอาหารได้ด้วยวิธี pour plate และ spread plate

วัสดุอุปกรณ์

1. หลอดทดลอง
2. จานอาหารเลี้ยงเชื้อ (Petri Dish)
3. ตู้บ่มเชื้อ ตั้งอุณหภูมิ 35-37 °C
4. แขนงแกว่ง Spreader ปลอดเชื้อ
5. Sterile pipette 1 ml และ 10 ml
6. Colony counter
7. Vortex mixer
8. Stomacher blender และ stomacher bag
9. ตะเกียงแอลกอฮอล์
10. Water bath 50 °C

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี

1. Plate count agar
2. 0.1% Peptone water

วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างอาหาร 25 กรัม และ 0.1% peptone water ปริมาตร 225 ml ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ (Aseptic techniques) ใส่ในถุง stomacher ทำการให้เป็นเนื้อเดียวกัน ด้วยเครื่อง Stomacher blender ประมาณ 2 นาที

2. ทำการเจือจาง serial dilution โดยการปิเปต 1 ml ของตัวอย่างอาหารที่ผสมเป็นเนื้อเดียวกันลงใน 0.1% peptone water ปริมาตร 9 ml เป็นการเจือจาง 10^{-2} เท่า ถึง 10^{-7} เท่าด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ เพื่อให้สามารถนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารได้

3. ให้เทอาหาร plate count agar ที่มีอุณหภูมิ 45-50 °C ลงในจานอาหาร (Petri dish) ที่ปลอดเชื้อ ทิ้งไว้ให้อาหารแข็งตัว สำหรับการนับเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธี spread plate

วิธี Spread plate:

1. ปิเปต 0.1 ml ความเจือจางที่ 10^{-5} ถึง 10^{-7} จำนวน 3 ซ้ำ
2. ทำการเกลี่ยลงบนอาหารแข็งด้วย sterile spreader
3. ปลดยไว้ให้แห้งนำ plates ไปบ่มที่ 35-37 °C for 18-24 ชั่วโมง
4. นับจำนวนโคโลนีเชื้อจุลินทรีย์บนอาหาร ในแต่ละความเจือจาง (30-300 โคโลนี) บันทึกผล
5. คำนวณจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เป็น Colony forming unit / gram (CFU/g)

วิธี Pour plate:

1. ปิเปต 1 ml ของการเจือจางที่ 10^{-5} ถึง 10^{-7} ลงใน sterile Petri dishes จำนวน 3 ซ้ำ
2. เทอาหาร plate count agar ที่มีอุณหภูมิ ~ 45 °C ทำการผสมให้เข้ากันด้วยหมวนจานอาหารเป็นวงกลมอย่างช้าๆ ทิ้งให้อาหารแข็งตัว
3. แล้วย้นำ plates ไปบ่มที่ 35-37 °C for 18-24 ชม.
4. นับจำนวนโคโลนีเชื้อจุลินทรีย์บนอาหาร ในแต่ละความเจือจาง (30-300 โคโลนี) บันทึกผล
5. คำนวณจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เป็น Colony forming unit / gram (CFU/g)

ภาคผนวก จ

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนมจืด



มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

ขนมจีน

๑. ขอบข่าย

๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมขนมจีนแป้งหมักและขนมจีนแป้งสาลี บรรจุในภาชนะบรรจุ

๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

๒.๑ ขนมจีน หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากข้าวเจ้าหรือข้าวเจ้ากลั่นที่ผ่านการหมักหรือไม่ก็ได้ นำมาโม่และทับน้ำ หรือทำจากแป้งขนมจีน อาจผสมส่วนประกอบอื่น เช่น ใบเตย ดอกอัญชัน นำไปนวด โรยเป็นเส้นในน้ำเดือด ช้อนเส้นที่สุกแล้วใส่ในน้ำเย็น นำขึ้นแล้วจับเรียงหรือทำเป็นรูปร่างตามต้องการ

๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

๓.๑ ลักษณะทั่วไป

ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องจับเรียงหรือทำให้มีรูปร่างและขนาดใกล้เคียงกัน อาจมีเส้นขาดได้บ้างเล็กน้อย

๓.๒ สี

ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้และสม่ำเสมอ

๓.๓ กลิ่น

ต้องไม่มีกลิ่นอับหรือกลิ่นเหม็นบูด

๓.๔ กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของขนมจีน ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์

๓.๕ ลักษณะเนื้อสัมผัส

ต้องนุ่มเหนียว ไม่เละ

เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ ๔.๑ แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคน ไม่น้อยกว่า ๓ คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ ๑ คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

๓.๖ สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด เศษไม้ ชิ้นส่วนหรือปฏิภูลจากสัตว์

๓.๗ วัตถุเจือปนอาหาร

หากมีการใช้วัตถุกันเสีย สารฟอกขาว และสารทำให้ขึ้น ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

๓.๘ ความเป็นกรด-ด่าง

๓.๘.๑ ขนมหุ้นแป็งหมัก ต้องอยู่ระหว่าง ๓.๐ ถึง ๔.๕

๓.๘.๒ ขนมหุ้นแป็งสด ต้องอยู่ระหว่าง ๔.๐ ถึง ๖.๐

๓.๙ จุลินทรีย์

๓.๙.๑ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๙.๒ สตาฟีโลคอคคัส ออเรียส ต้องไม่เกิน ๑๐๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๙.๓ บาซิลลัส ซีเรียส ต้องไม่เกิน ๑๐๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๙.๔ เอสเชอริเชีย โคลิ โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า ๓ ต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๔. สุขลักษณะ

๔.๑ สุขลักษณะในการทำขนมหุ้น ให้เป็นไปตามคำแนะนำตามภาคผนวก ก.

๕. การบรรจุ

๕.๑ ให้บรรจุขนมหุ้นในภาชนะบรรจุที่เหมาะสมที่ไม่ได้ทำด้วยไม้ สะอาด แห้ง และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

๕.๒ น้ำหนักสุทธิของขนมหุ้นในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

๖. เครื่องหมายและฉลาก

๖.๑ ที่ภาชนะบรรจุขนมหุ้นทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(๑) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น ขนมหุ้นแป็งหมัก ขนมหุ้นแป็งสด

(๒) ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร (ถ้ามี)

(๓) น้ำหนักสุทธิ

(๔) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปี ที่หมดอายุ หรือข้อความว่า "ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)"

(๕) ข้อแนะนำในการเก็บรักษา

(๖) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

๗. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

๗.๑ รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ขนมหุ้นที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ในระยะเวลาเดียวกัน

๗.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

๗.๒.๑ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๖ ข้อ ๕. และข้อ ๖. จึงจะถือว่าขนมหุ้นรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่น กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัส ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ ๗.๒.๑ แล้ว จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๑ ถึงข้อ ๓.๕ จึงจะถือว่าขนมหุ้นรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๓ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบวัตถุเจือปนอาหารและความเป็นกรด-ด่าง ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า ๕๐๐ กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๗ และข้อ ๓.๘ จึงจะถือว่าขนมหุ้นรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๔ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า ๕๐๐ กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๙ จึงจะถือว่าขนมหุ้นรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๓ เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างขนมหุ้นต้องเป็นไปตามข้อ ๗.๒.๑ ข้อ ๗.๒.๒ ข้อ ๗.๒.๓ และข้อ ๗.๒.๔ ทุกข้อ จึงจะถือว่าขนมหุ้นรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

๘. การทดสอบ

๘.๑ การทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่น กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัส

๘.๑.๑ ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบขนมหุ้นอย่างน้อย ๕ คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

๘.๑.๒ วางตัวอย่างขนมหุ้นวางลงบนจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม

๘.๑.๓ หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑ หลักเกณฑ์การให้คะแนน
(ข้อ ๘.๑.๓)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องจับเรียงหรือทำให้มีรูปร่างและขนาดใกล้เคียงกัน อาจมีเส้นขาดได้บ้างเล็กน้อย	๔	๓	๒	๑
สี	ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้และสม่ำเสมอ	๔	๓	๒	๑
กลิ่น	ต้องไม่มีกลิ่นอับหรือกลิ่นเหม็นบูด	๔	๓	๒	๑
กลิ่นรส	ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของขนมจีน ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์	๔	๓	๒	๑
ลักษณะเนื้อสัมผัส	ต้องนุ่มเหนียว ไม่เละ	๔	๓	๒	๑

๘.๒ การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก
ให้ตรวจพินิจ

๘.๓ การทดสอบวัตถุเจือปนอาหารและความเป็นกรด-ด่าง
ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

๘.๔ การทดสอบจุลินทรีย์
ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

๘.๕ การทดสอบน้ำหนักสุทธิ
ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

ภาคผนวก ก.

สุขลักษณะ

(ข้อ ๔.๑)

ก.๑ สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

ก.๑.๑ สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่เกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

ก.๑.๑.๑ สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก

ก.๑.๑.๒ อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า คิวีน 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 ทำความสะอาด และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ตลอดเวลา

ก.๑.๒.๒ แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำงานในบริเวณที่ทำ

ก.๑.๒.๓ พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

ก.๒.๑ ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ทำจากวัสดุที่มีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

ก.๒.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน ติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

ก.๓ การควบคุมกระบวนการทำ

ก.๓.๑ วัตถุประสงค์และส่วนผสมในการทำ 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 ไม่ให้เข้าไปในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

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 หลังการใช้ห้องสุขา และเมื่อมือสกปรก

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นามสกุล นายกิตติ สุวรรณบรรดิษฐ์

วัน เดือน ปี 21 ธันวาคม 2531

ภูมิลำเนา อำเภอโคกโพธิ์ จังหวัดปัตตานี

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา

ชื่อสถาบัน

ปีที่สำเร็จการศึกษา

ปริญญาตรีวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

2555

สาขาวิศวกรรมศาสตร์

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

ประกอบธุรกิจส่วนตัว

