

การใช้แป้งเผือกสำหรับขนมไทย

The Use of Taro Flour for Thai Dessert

คำนำ

ขนมไทยเป็นขนมที่ใช้ความละเอียดลออและความพิถีพิถัน มีเอกลักษณ์ ความเป็นไทย และรสชาติที่ดี ต้องใช้ความประณีตและบรรจงในการทำขนม ซึ่งแสดงให้เห็นถึงวัฒนธรรม ประเพณีของชาวไทย ในการปรุงแต่งขนมไทยมีส่วนประกอบหลักคือแป้ง น้ำตาล และ มะพร้าว นำมาผสมผสานกันและตัดแปลงส่วนผสมอื่นๆ ที่มาจากพืชผลการเกษตรของไทย ได้แก่ ถั่ว เผือก เป็นต้น ทำให้สุกด้วยวิธีการต่างกันไป เผือกหอมเป็นวัตถุดิบที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวเมื่อนำมาทำขนมแล้วจะมีกลิ่นหอมให้เนื้อสัมผัสที่เหนียว จะนิยมนำมาคั้กับกะทิ เช่นเผือกแกงบัวช หรือผสมกับแป้งเป็นขนมเปียก เช่น ขนมบัวลอยเผือก ข้าวเหนียวเปียกเผือก ขนมเผือก ขนมหม้อแกงเผือก เป็นต้น และสามารถนำมารับประทานร่วมกับน้ำเชื่อมและน้ำกะทิโดยตรง เช่น เผือกน้ำกะทิ เป็นต้น แต่เผือกสดไม่สามารถเก็บรักษาได้นาน ในการส่งเสริมอาหารไทยสู่ตลาดโลก จำเป็นต้องมีวัตถุดิบที่ได้รับการทดสอบให้เหมาะสมสำหรับการตลาด เพื่อเพิ่มมูลค่าและความสะดวกต่อการขนส่ง และการประกอบอาหาร ในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ ในการผลิตแป้งเผือกและทดสอบการใช้แป้งเผือกผงในขนมไทย ที่มีวิธีการประกอบต่างกัน 3 ชนิด โดยศึกษาอัตราส่วนของน้ำที่เหมาะสม และคุณภาพในการเก็บรักษา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์

1. ศึกษาวิธีการเตรียมแป้งเผือก
2. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแป้งเผือก
3. ศึกษาการผลิตขนมไทยจากแป้งเผือก
4. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แป้งเผือก
5. ศึกษาอายุการเก็บรักษาของแป้งเผือก
6. ศึกษาต้นทุนการผลิตแป้งเผือก

ขอบเขตการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้จะทำการศึกษาเฉพาะแป้งเผือกที่ใช้ในขนมไทย 3 ชนิด คือประเภทหนึ่ง ประเภทอบ ประเภทต้ม ได้แก่ ขนมเผือก ขนมหม้อแกงเผือก และขนมบัวลอยเผือก

การตรวจเอกสาร

1. เผือก

เผือกในทางวิทยาศาสตร์ได้จัดเผือกอยู่ในตระกูล Araoaceae อยู่ในเครือเดียวกับบอนคือ Colocasia ซึ่งเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวพันธุ์ esculenta และมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Colocasia esculenta (L) Schott (ณรงค์, 2538) เผือกเป็นพืชเศรษฐกิจระดับท้องถิ่นที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งของประเทศไทยและมีการปลูกเผือกทั่วไปทุกภาคของประเทศ

กรมส่งเสริมการเกษตร (2541) รายงานถึงจังหวัดที่เป็นแหล่งปลูกเผือกที่สำคัญได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ นครสวรรค์ พิษณุโลก นครราชสีมา สุรินทร์ สระบุรี อุดรธานี สิงห์บุรี นครนายก นครปฐม ประจวบคีรีขันธ์ ราชบุรี สุพรรณบุรี ชุมพร และสุราษฎร์ธานี และจากการรวบรวมข้อมูลของกรมส่งเสริมการเกษตร (2546) พบว่าในช่วงเดือน พฤษภาคม 2544 ถึงเมษายน 2545 ประเทศไทยมีพื้นที่ ปลูกเผือก และเก็บเกี่ยวผลผลิตประมาณ 2 –3.5 ล้านไร่ และมีการเพิ่มพื้นที่ปลูกเผือกใหม่อีกประมาณ 37,000 ไร่ โดยพื้นที่ปลูกเผือกส่วนใหญ่อยู่ในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันตก ซึ่งภาคเหนือให้ผลผลิตเผือกสูงที่สุด

1.1 การจำแนกชนิดของเผือก

เผือกมีหลายชนิดโดย ณรงค์ (2538) กล่าวว่าเผือกสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ได้ 2 กลุ่มคือ กลุ่ม eddone type และกลุ่ม dasheen type โดยกลุ่ม eddone type เป็นเผือกขนาดเล็ก มีลูกเผือกหรือลูกชอดิอยู่จำนวนมาก ได้แก่ เผือกชนิด Coommon และ Trinidad สำหรับเผือกกลุ่ม dasheen type มีหัวใหญ่กว่า และมีลูกเผือกหรือลูกชอดิน้อย หัวของเผือกกลุ่ม dasheen จะมีขนาดยาวถึง 30 เซนติเมตร และเส้นผ่าศูนย์กลางยาว 15 เซนติเมตร ได้แก่เผือกชนิด Colocaia esculenta var . esculenta ปลูกกันมากใน West Indies และฮาวายโดยมีชื่อต่าง ๆ กัน เช่น Purple , Lehua , Piko , Uliuli และ Mumu เผือกพันธุ์ต่างๆ เหล่านี้ แตกต่างกันในลักษณะของสีเนื้อ ต้นใต้ดิน หัว ส่วนอื่น ๆ ของลำต้น ความเป็นกรดของหัวและใบ เผือกมีชื่อต่าง ๆ กันไปว่า taro , curcas , dasheen , taina , talla , malanaga , coco- yam , gabi และ elephant – ear

สำหรับประเทศไทยมีการปลูกเผือกกันหลายชนิด ที่รู้จักกันดีมี 4 ชนิดคือเผือกหอม เผือกเหลือง เผือกตาแดง และเผือกไม้

เผือกหอมเป็นพวก dasheen type เป็นเผือกหัวใหญ่ น้ำหนักมาก กาบใหญ่ ใบใหญ่ สีเขียว น้ำหนักของหัวที่โตเต็มที่จะหนักประมาณ 2-3 กิโลกรัม ที่หัวมีลูกชอดติดอยู่น้อย เผือกชนิดนี้เมื่อต้มให้สุกแล้วจะมีกลิ่นหอมน่ารับประทานเป็น เผือกที่นิยมปลูกกันมากที่สุดในประเทศไทย

เผือกเหลืองเป็นพวก eddone type มีหัวขนาดเล็กมีเปลือกสีเหลือง เป็นเผือกที่คนทั่วไปไม่นิยมรับประทานกันจึงไม่ค่อยมีผู้นิยมปลูกเป็นการค้า

เผือกตาแดงเป็นพวก eddone type มีหัวขนาดเล็ก มีตาของหัวสีแดงเข้ม กาบและเส้นใบสีแดงก้านใบและใบมีขนาดเล็ก มีลูกชอดติดอยู่รอบหัวเป็นจำนวนมาก ไม่ค่อยมีผู้นิยมรับประทานเช่นกัน

เผือกไม้หรือเผือกไหหลำ เผือกชนิดนี้อยู่ในกลุ่ม eddoe type เป็นเผือกหัวยาวขนาดเล็ก ไม่นิยมรับประทานกันมากนัก (ณรงค์, 2538)

นอกจากนี้ ศูนย์วิจัยพืชสวนพิจิตรได้รวบรวมพันธุ์เผือกจากแหล่งต่าง ๆ ทั้งในและต่างประเทศประมาณ 50 พันธุ์ และสามารถจำแนกพันธุ์เผือกตามกลิ่นของหัว และสีของเนื้อเผือกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ดังนี้

1.1.1 การจำแนกเผือกตามกลิ่นของหัวแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ

ก. เผือกหอม เผือกชนิดนี้เวลาต้มหรือประกอบอาหารจะมีกลิ่นหอมได้แก่ เผือกหอมเชียงใหม่ พันธุ์ พจ.016 พจ.08 และ พจ.019 เป็นต้น

ข. เผือกชนิดไม่หอม เผือกชนิดนี้เวลาต้ม หรือประกอบอาหารจะไม่มีกลิ่นหอม อย่างไรก็ตามเผือกชนิดนี้บางพันธุ์ถึงแม้ไม่มีกลิ่นหอมแต่ก็มีข้อดีตรงที่มีลักษณะเนื้อเหนียวแน่น น่ารับประทานเช่นกันได้แก่ เผือกพันธุ์ พจ.06 พจ.025 และพจ.0.12 เป็นต้น

1.1.2 การจำแนกเนื้อตามสีของเนื้อ แบ่งออกได้ 2 ประเภท

ก. เนื้อสีขาหรือสีครีม เนื้อชนิดนี้เมื่อผ่าดูเนื้อในจะพบว่า มีสีขาหรือสีขาครีมได้แก่เนื้อพันธุ์ พจ.06 พจ.07 พจ.025 พจ.014 (เนื้อบราซิล) พันธุ์ศรีปาลาวิ (อินเดีย) และพันธุ์รัศมี (อินเดีย) เป็นต้น

ข. เนื้อสีขาปนม่วง เนื้อชนิดนี้เมื่อผ่าหัวดูเนื้อ จะพบว่ามีสีขาลายม่วงปะปนอยู่ ซึ่งมีสีม่วงมากหรือน้อยแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ ได้แก่เนื้อหอมเชียงใหม่ พันธุ์ พจ.016 พจ.08 พจ.05 และพจ.020 เป็นต้น

1.2 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ

สำหรับองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อจะมีความแตกต่างกันเล็กน้อยตามพันธุ์และสิ่งแวดล้อม เช่น ดิน ระยะเวลาที่เก็บ อุณหภูมิ และความชื้น ขณะที่เก็บไว้ (Onwueme, 1978 ; ณรงค์ , 2538) ได้อธิบายองค์ประกอบของเนื้อว่าเนื้อมีคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนประกอบหลักซึ่งประกอบด้วยแป้งร้อยละ 77.9 เพนโตซาน ร้อยละ 2.6 ไฟเบอร์ร้อยละ 1.4 เครกตริน ร้อยละ 0.5 น้ำตาลรีดิวิซ์ ร้อยละ 0.5 และน้ำตาลซูโครส ร้อยละ 0.1 ปริมาณโปรตีน ที่มีอยู่ในเนื้อสูงกว่าโปรตีนที่มีอยู่ในหัวมัน นอกจากนี้ยังพบผลึกของแคลเซียมออกซาเลตในปริมาณร้อยละ 0.1 – 0.4 ของน้ำหนักเนื้อสด ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการคันมือเมื่อสัมผัสหรือไม่คันเมื่อทำให้สุก เมื่อรับประทาน แต่การต้มจะสามารถทำลายสารชนิดนี้ได้ สารอีกชนิดหนึ่งที่พบในเนื้อ คือกรดปรัลลิก แต่มีปริมาณที่น้อยกว่าที่พบในมันสำปะหลังจึงไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค (Onwueme , 1978)

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของเผือกสด (ต่อ 100 กรัม ของส่วนที่รับประทานได้)

องค์ประกอบ	ปริมาณ
ความชื้น (กรัม)	63 - 85
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	13 - 29
โปรตีน (กรัม)	1.4 - 3.0
ไขมัน (กรัม)	0.16 - 0.36
เยื่อใย (กรัม)	0.60 - 1.18
วิตามินซี (มก.)	7 - 9
วิตามินบี 1 (มก.)	0.18
วิตามินบี 2 (มก.)	0.18
ไนอาซีน (มก.)	0.9
เถ้า (กรัม)	0.60 - 1.3

ที่มา : Onwueme (1978)

1.3 การใช้ประโยชน์จากเผือก

เผือกสามารถใช้เป็นอาหารได้เป็นอย่างดี ซึ่งอาจรับประทานได้โดยตรงหรือนำมาแปรรูปก่อนรับประทานก็ได้

1.3.1 การรับประทานโดยตรง การบริโภคเผือกอาจเตรียมได้ โดยต้ม เผา ย่าง ทอด เป็นต้น ในอาฟริกาตะวันตกนิยมนำไปต้มแล้วบดให้ละเอียดก่อนรับประทานเรียกว่า *fufu* มีลักษณะเหมือนมันบด

1.3.2 การแปรรูปก่อนการรับประทาน เผือกสามารถแปรรูปเป็นอาหารได้หลายประเภท เช่น ปลาย (poi) เป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมกันมากในฮาวาย และ Polynesia โดยการแปรรูปเผือกมาต้มในหม้อความดัน ปอกเปลือกออก แล้วบดให้ละเอียด จะได้เผือกที่มีลักษณะกึ่งเหลวนำไปกรองผ่านตะแกรง บรรจุลงในถุงพลาสติก นำไปจำหน่ายหรือเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ใน

ระหว่างการเก็บจะเกิดการหมักขึ้น เนื่องจากมีจุลินทรีย์จำพวกแลคโตบาซิลลัสทำให้พีเอชลดลง จาก 5.7 และได้ พีเอชสุดท้ายประมาณ 3.9 อาจมีการเติมมะพร้าวขูดเป็นเส้นหรือฝอยลงไปด้วย ก่อนการรับประทาน สำหรับในประเทศไทยนิยมนำเผือกมาแปรรูปเป็นของหวาน เช่น เผือกกวน ขนมหม้อแกง ตะโก้เผือก ไอศกรีมเผือก ซาลาเปาผสมแป้งเผือก เผือกเชื่อม หรืออาจใช้วิธีถนอมอาหารเช่น เผือกแห้งเคลือบน้ำตาล เผือกแห้งฉาบเค็ม ข้าวเกรียบเผือก เป็นต้น

2. ขนมไทย

2.1 ประเภทของขนมไทย

การแบ่งขนมไทยตามกรรมวิธีการผลิต สามารถแบ่งได้เป็น 9 ประเภท คือ ขนมกวน ได้แก่ขนมเปียกปูน ตะโก้ ลี้มกลืน กะละแม และผลไม้กวนชนิดต่าง ๆ ขนมเชื่อมสด ได้แก่กล้วยเชื่อม มันสำปะหลังเชื่อม ทองหยิบ ทองหยอด ขนมเชื่อมแห้ง ได้แก่ ฟักกรอบ และมะขมเชื่อมแห้ง ขนมทอด ได้แก่ ขนมดอกจอก กล้วยแขก ขนมจีบ ได้แก่ ขนมแป้งจีบ (การจีบคล้ายกับการทอด แต่ใช้ความร้อนและน้ำมันน้อยกว่า)ขนมผิง ได้แก่ ขนมหม้อแกง ขนมบ้าบิ่น (การผิงเป็นรอบขนมแบบไทยๆ โดยใช้ไฟต่ำกว่าเตาและไฟบนจะมีฝาครอบใส่ถ่านอยู่ข้างบน) ขนมหนึ่ง ได้แก่ขนมปุยฝ้ายและขนมถ้วยฟู ขนมน้ำแข็ง ได้แก่ ลอดช่อง ชำหรับิม และทับทิมกรอบ และขนมหน้า ได้แก่ บัวลอย กล้วยบัวชชี ขนมปลากุริมิไข่เต่า (มณฑลพิษณุโลก, 2541)

การแบ่งประเภทขนมไทยในสมัยโบราณ สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ ขนมชั้นดี ได้แก่ ขนมเทียนแก้ว ขนมสัมปันนี ขนมทองเอก ขนมกระจิง ขนมช่อม่วง ขนมมะเขือเทศ เม็ดขนุน สังขยา ทองหยิบ ทองหยอดและฝอยทอง ขนมเหล่านี้เป็นขนมในสมัยโบราณ ซึ่งจะจัดเข้าสำหรับเลี้ยงพระหรือเลี้ยงแขกโดยแยกไว้เป็นพวกหนึ่ง ขนมอย่างเลวเป็นขนมที่ทำง่าย คนไม่ต้องใช้ฝีมือเท่าใดนัก มีราคาถูก มักทำขายกันอย่างแพร่หลายในตลาด ได้แก่ ขนมเปียกปูน ขนมต้มขาว ขนมต้มแดง ขนมคั่วง ขนมกรวย ขนมใส่ไส้ และขนมสำหรับคนป่วย เป็นขนมที่จัดไว้เป็นพิเศษ รสชาติไม่หวานจัด ขนมที่จัดสำหรับคนป่วยมี 6 ชนิด คือ ขนมคั่วง ขนมนกกระจอก ขนมเรไร ขนมพันทอง ขนมปั้นสิบ และขนมใส่ปลา (วันชัย, 2537)

การแบ่งขนมไทยตามลักษณะทั่วไป สามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ ขนมที่เหลวเป็นน้ำ ได้แก่ ขนมครองแครง ขนมไข่เต่า ขนมปลากริม ขนมบัวลอย ขนมลอดช่อง ขนมที่เป็นน้ำกะทิ และลอยกะทิต่างๆ ขนมประเภทแห้งกรอบ ได้แก่ ขนมผิง ขนมฝรั่ง ขนมฝอยทอง ขนมทองเอก ขนมทองม้วน ขนมโปรง และขนมหุ้บ ขนมประเภทเปียก ได้แก่ ขนมครก ขนมด้วง ขนมนกกระจอก ขนมต้มแดง ขนมใส่ไส้ และขนมประเภทกึ่งแห้งกึ่งเปียก ได้แก่ ขนมชั้น ขนมเปียกปูน ขนมหม้อแกง ขนมกรวย ขนมถ้วย และขนมหน้าดอกไม้ (วันชัย,2537)

การแบ่งขนมไทยตามลักษณะวิธีการปรุง สามารถแบ่งได้เป็น 7 ประเภท คือ ประเภทต้มเป็นขนมไทยที่ใช้น้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่ กล้วยบวชชี ฟักทองแกงบวช ถั่วเขียวต้มน้ำตาล ฐานกะทิ ครองแครงแก้ว ทับทิมกรอบ ประเภทนี้ ขนมไทยประเภทนี้อาศัยการทำให้สุกโดยใช้ไอน้ำ ได้แก่ ขนมปุยฝ้าย ขนมสอดไส้ สังขยาถาด ขนมชั้น ขนมกล้วย ขนมหน้าดอกไม้ และขนมมันสำปะหลัง ประเภทกวน ขนมไทยที่ใช้วิธีทำโดยนำส่วนผสมของขนมทั้งหมดกวนในกระทะ ใช้ความร้อนอ่อนๆ กวนจนแห้ง ซึ่งจะมีความมันหรือเกาะตัวใช้เวลาในการทำมากกว่าประเภทอื่นๆ ขนมไทยที่ใช้วิธีการกวน ได้แก่ ขนมลิ่มกลืน ถั่วกวน กล้วยกวน ขนมเปียกปูน อาลัว และลอดช่องไทย ประเภทอบ ขนมประเภทอบจะใช้ความร้อนแห้งในอุณหภูมิที่กำหนดไว้แน่นอน ได้แก่ ขนมบ้าบิ่น ขนมกลีบลำดวน ขนมหม้อแกง ขนมผิง และขนมไข่ ประเภททอด ขนมประเภทนี้จะทำให้สุกโดยใช้น้ำมันในการประกอบ ได้แก่ ขนมไข่หงส์ ขนมไข่นกกระทา กล้วยแขกทอด ครองแครงกรอบ และกรอบเค็ม ประเภทปิ้งย่าง หรือจี่ ขนมประเภทนี้จะใช้ไฟอ่อนๆ จากถ่านไม้ในการปิ้งย่างหรือจี่ให้สุก ได้แก่ ขนมจาก ข้าวเหนียวปิ้ง และขนมทองม้วน ประเภทที่ใช้เทคนิคพิเศษ เป็นขนมที่ต้องใช้ศิลปะและความประณีตในการทำ ซึ่งขนมบางชนิดต้องใช้วิธีการหลายๆอย่างในการทำ เช่น ใช้การกวน การต้ม การทอด อยู่ในขนมชนิดเดียวกันได้แก่ ลูกชุบ ทองหยิบ ทองหยอด เม็ดขนุน ปั้นขลิบ ขนมเรไร ขนมจ่ามงกุฏ เป็นต้น (อบเชย, 2542)

2.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตขนมไทย

2.2.1 แป้งข้าวเจ้า

สำหรับข้าวเจ้าแล้ว ปริมาณแอมิโลสเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการคาดคะเนหรืออธิบายคุณภาพในการหุงต้มข้าว (Halich, 1959 และ Juiano, 1965) ข้าวเจ้าที่มีปริมาณแอมิโลสต่ำเมื่อหุงเป็นข้าวสุกแล้วจะนุ่ม เหนียว และเลื่อมมัน ในขณะที่ข้าวแอมิโลสสูง ข้าวสุกจะร่วนและแข็ง (งามชื่น, 2529) Kongseree และ Juliano (1972) ได้ใช้ปริมาณแอมิโลสเป็นพื้นฐานในการแบ่งข้าวสารออกดปีน 4 พวก ได้แก่ ข้าวแอมิโลสต่ำ คือข้าวที่มีปริมาณต่ำกว่า ร้อยละ 20 ข้าวแอมิโลสปานกลางร้อยละ 24 – 27 และข้าวแอมิโลสสูงมีแอมิโลสสูงกว่าร้อยละ 27 ขึ้นไป

ปริมาณแอมิโลสเป็นลักษณะประจำพันธุ์ของข้าวแต่ละพันธุ์ ข้าวไทยมีทั้งประเภทแอมิโลสต่ำ ปานกลางและสูง ข้าวพันธุ์ที่มีแอมิโลสต่ำได้แก่ ขาวดอกมะลิ, กข 15, กข 21 ฯลฯ พันธุ์ที่มีแอมิโลสปานกลางได้แก่ กข 7, กข 23, ขาวปากหม้อ 17, แก้วรวง 88 ฯลฯ พันธุ์ที่มีแอมิโลสสูงได้แก่ กข 1, กข 9, กข 11, เหลืองประทิว 123, ขาวตาแห้ง 17 ฯลฯ ซึ่งข้าวในแต่ละประเภทจะมีคุณสมบัติในการหุงต้ม และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกันไป แป้งข้าวเจ้ามีปริมาณอะมัยโลสปานกลางคือร้อยละ 24 – 27 (ภานุมาศ, 2541) ทั้งนี้เนื่องจากแป้งที่มีปริมาณแอมิโลสสูง การขยายตัวของแป้งเป็นไปอย่างมั่นคง แข็งแรง ไม่ยุบตัวง่ายสามารถต้านทานการแตกสลายของเม็ดแป้งที่อุณหภูมิสูงได้มากกว่า ปริมาณแอมิโลสมีความสำคัญต่อการเกิดเจล เมื่อให้ความร้อนแก่น้ำแป้งจนอุณหภูมิที่แป้งสุก (galatinization temperature) แอมิโลสจะรวมตัวกับน้ำ ให้เจลที่ข้นหนืด เรียกว่าแป้งเปียก เมื่อปล่อยให้เย็นตัว มีคุณลักษณะความคงตัวแบบเจลแข็ง (hard gel consistency) (งามชื่น, 2529)

แป้งข้าวเจ้าเป็นแป้งชนิดหนึ่งที่นิยมใช้ในการทำขนมไทย โดยใช้เป็นส่วนประกอบหลักในตัวขนม ขนมไทยหลายชนิดที่ทำจากแป้งจะมีลักษณะหรือคุณภาพเป็นไปตามการพองตัวขึ้นไสของเม็ดแป้งเป็นสำคัญ จึงจำเป็นที่จะต้องเข้าใจถึงกลไกในการพองตัวขึ้นไสของแป้งชนิดนั้น (ศิริลักษณ์, 2522)

2.2.2 แป้งมันสำปะหลัง

2.2.2.1 ประเภทของแป้งมันสำปะหลัง

แป้งมันสำปะหลังได้จากพืชตระกูล Euphorbiaceae สกุล Manihot มีชื่อวิทยาศาสตร์ ที่ใช้ในปัจจุบันคือ Manihot esculenta crants มันสำปะหลังมี 2 ชนิด คือ ชนิดขม และชนิดหวาน โดยแบ่งแยกตามปริมาณของกรดไฮโดรไซยานิก (HCN) สำหรับชนิดขมจะมีกรดไฮโดรไซยานิกสูง และชนิดหวานมีกรดไฮโดรไซยานิกต่ำ

ในการจัดระดับความเป็นพิษ ถ้าระดับปริมาณของไฮโดรไซยานิกน้อยกว่า 50 มิลลิกรัมของกรด ต่อ กิโลกรัมของเปลือกหรือหัวสดของมันสำปะหลังสด จัดว่ามีความเป็นพิษน้อย ถ้าหัวมันสำปะหลังมีกรดในช่วง 50 – 100 มิลลิกรัม ต่อ กิโลกรัม จัดว่าเป็นพิษปานกลาง และถ้าสูงกว่า 100 มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัมขึ้นไป จัดว่าเป็นมันสำปะหลังที่มีพิษรุนแรง มันที่มีพิษปานกลางและรุนแรงเป็นมันสำปะหลังชนิดขม (กล้าณรงค์, 2542)

2.2.2.2 ประโยชน์ของมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีประโยชน์ดังนี้ (กล้าณรงค์, 2542)

ก. เป็นแหล่งแคลอรีที่สำคัญของมนุษย์ โดยเมื่อคิดราคา กับ แคลอรีที่ได้รับจะมีต้นทุนถูกกว่าพืชชนิดอื่นๆ

ข. ใช้ประโยชน์ในการผลิตแป้งและผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นๆที่เกี่ยวข้อง โดยที่แป้งที่ผลิตได้จากมันสำปะหลังสามารถนำไปทดแทนแป้งที่ผลิตได้จากหัวพืชชนิดอื่นๆ รวมทั้งแป้งที่ได้จากข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าวสาลีได้ โดยสามารถนำไปใช้ได้ 2 ทางใหญ่ๆ คือ สตาร์ชนำไปประกอบอาหารได้แก่ การทำซอส ผงชูรส กุฉุโคส และผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ต่างๆ และ สตาร์ช นำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมเภสัชกรรม อุตสาหกรรมกาว อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมไม้อัดเป็นต้น

ค. ใช้ทำอาหารสัตว์ เนื่องจากเป็นพืชที่มีคาร์โบไฮเดรตมาก ราคาไม่แพง จึงเหมาะที่ใช้ประกอบอาหารสัตว์ และยังสามารถลดต้นทุนในการผลิตได้อีกทางหนึ่งด้วย

ง. อุตสาหกรรมผลิตแอลกอฮอล์ มันสำปะหลังมีส่วนประกอบของแป้งอยู่จำนวนมาก เมื่อผ่านกระบวนการทางเคมี หรือกระบวนการทางชีววิทยา จะสลายกลายเป็นน้ำตาลซึ่งน้ำตาลนี้สามารถนำไปผลิตเป็นแอลกอฮอล์ได้ในปัจจุบันนำมาใช้ผสมน้ำมันเชื้อเพลิงทำแก๊สโซฮอล์ได้

2.2.3 กะทิ

2.2.3.1 คุณสมบัติของกะทิ

กะทิเป็นของเหลวที่ได้จากการบีบคั้นเนื้อมะพร้าวชูดหรือมะพร้าวสด น้ำกะทิมีลักษณะเป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (oil in water emulsion) ซึ่งส่วนที่เป็นน้ำมันจะกระจายตัวอยู่ในน้ำ และถูกล้อมรอบหรือห่อหุ้มด้วยโปรตีน สภาพดังกล่าวเกิดจากระบบที่มีแรงตึงผิวระหว่างโมเลกุลของน้ำและไขมันต่ำลง เนื่องจากโปรตีนเป็นตัวลดแรงตึงผิว เมื่อคั้นกะทิโดยไม่เติมน้ำจะมีไขมันประมาณร้อยละ 28.2 – 44.6 ส่วนกะทิที่คั้นโดยอัตราส่วนเนื้อมะพร้าวชูดต่อน้ำเท่ากับ 1 : 1 มีปริมาณไขมันร้อยละ 14.43 – 17.40 (ประสงค์, 2531) นอกจากนี้ไขมันแล้ว กะทียังประกอบด้วยสารอาหารต่างๆ หลายชนิด ทั้งนี้คุณภาพและองค์ประกอบของกะทิจึงขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการด้วยกัน ได้แก่ พันธุ์ สถานที่ปลูก ความแก่-อ่อนของมะพร้าว และกรรมวิธีการเตรียมและคั้นกะทิ เช่น วิธีลดขนาดเนื้อมะพร้าว ปริมาณน้ำที่ใช้ อุณหภูมิในการคั้น และวิธีคั้นกะทิ (ประสงค์, 2531) ส่วนกลิ่นของน้ำมันมะพร้าวนั้นเกิดจากสารอินทรีย์หลายชนิด โดยเฉพาะสารระเหยง่าย 2 ชนิด ได้แก่ (γ - lactones) และ (δ - lactones) ทำให้น้ำมันมะพร้าวมีกลิ่นและรสเฉพาะตัวที่แตกต่างจากน้ำมันพืชชนิดอื่น ซึ่งสารนี้มีความคงตัวในน้ำมันพอสมควร แม้จะถูกความร้อนก็ตาม (Pai, 1978) ที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิห้องเล็กน้อย น้ำมันมะพร้าวจะอยู่ในสถานะเป็นของแข็ง แต่หลอมละลายอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

2.2.3.2 การใช้ประโยชน์จากกะทิ

กะทิและน้ำมันมะพร้าวใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ลูกกวาดหลายชนิด โดยทำหน้าที่ต่างๆ กันดังนี้ ไขมันเป็นสารหล่อลื่น ทำให้ลักษณะเนื้อนุ่มเป็นของเหลวกึ่งแข็ง ป้องกันการตกผลึกของน้ำตาลซูโครส ช่วยไม่ให้ลูกกวาดติดภาชนะ ทำให้ผลิตภัณฑ์แผ่ออกได้ง่าย และเป็นฟิล์มหุ้มผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่องทำให้ดูเงามันเป็นประกาย (Minifile,1980)

การใช้กะทิปรุงอาหารจำเป็น ต้องเลือกดูว่าอาหารที่จะปรุงนั้น ต้องการความมันมากกว่าหรือต้องการรสหวานของกะทิ ถ้าหากต้องการรสหวานของกะทิ จะต้องใช้มะพร้าวที่แก่พอสมควร จึงจะทำให้ขนมมีรสหวานมันอร่อย (ศิริลักษณ์, 2525)

2.2.4 น้ำตาล

น้ำตาล สารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่มีรสหวาน และให้พลังงานแก่ร่างกาย ในทางเคมีสามารถแบ่งน้ำตาลออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (monosaccharide) ได้แก่ น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลฟรุกโตส เป็นต้น และอีกประเภทคือน้ำตาลหลายชั้น (oligosaccharide) เป็นน้ำตาลเชิงเดี่ยวที่จับกันด้วยพันธะ glycosidic ตั้งแต่ 2-10 โมเลกุลที่รู้จักกันดี คือน้ำตาลทราย หรือน้ำตาลซูโครส ซึ่งมีสูตรเคมี $C_{12}H_{22}O_{11}$ จัดเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ ประกอบด้วย น้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลฟรุกโตส พืชสามารถสังเคราะห์แสงสร้างน้ำตาลกลูโคสและเก็บสะสมอยู่ในส่วนต่างๆ ของพืชในรูปของแป้ง แต่มีพืชหลายชนิด เช่น อ้อย มะพร้าว ตาล โคนดหรือพืชหัวเช่นหัวผักกาดหวานที่มีน้ำย่อยพิเศษสามารถเปลี่ยนส่วนหนึ่งของน้ำตาลกลูโคสเป็นน้ำตาลฟรุกโตส และทำการสังเคราะห์น้ำตาลทั้งสองชนิดนี้เป็นน้ำตาลซูโครส (กล้าณรงค์,2539) ทำให้พืชเหล่านี้ถูกใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำตาล

2.2.4.1 ชนิดของน้ำตาล

เจ็มทอง (2538) และกล้าณรงค์ (2539) ได้จำแนกชนิดของน้ำตาลที่ใช้ประกอบอาหารในชีวิตประจำวันของคนไทยออกได้เป็น 2 ชนิดดังนี้ ลักษณะดังนี้

ก. น้ำตาลทราย เป็นน้ำตาลที่ได้จากอ้อยหรือหัวบีต ผ่านกระบวนการทำให้ใส และการระเหยภายใต้ระบบสุญญากาศ จะได้น้ำตาลที่มีความบริสุทธิ์ถึงร้อยละ 99.9 (Hretchmer และ Hollenbeck, 1991) สำหรับประเทศไทยน้ำตาลทรายได้จากอ้อย น้ำตาลทรายขาวนิยมใช้มากในการผลิตขนมไทย ขนาดผลของน้ำตาลทรายขาวมีความที่ละเอียดต่างกััน ตั้งแต่เป็นผงละเอียดมาก ธรรมดา และหยาบ น้ำตาลที่มีผลึกใหญ่และหยาบจะทำการละลายได้ดีเมื่อได้รับความร้อนโดย น้ำตาลจะเริ่มหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 70 – 80 องศาเซลเซียสและ เมื่อให้อุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อยๆจนถึงอุณหภูมิ 99 องศาเซลเซียส ของเหลวจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลใหม่ เรียกว่า กระบวนการเปลี่ยนเป็นน้ำตาลเคี้ยวใหม่ (carmelization) น้ำตาลทราย เป็นสารให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์ เพื่อช่วยในการถนอมรักษาอาหาร ช่วยทำให้เนื้อขนมมีลักษณะดี มีสีน้ำตาลรับประทาน และเป็นการเพิ่มคุณค่าทางอาหาร นอกจากนี้น้ำตาลยังเป็นอาหารของยีสต์ในกระบวนการหมัก ทำให้ยีสต์เจริญเติบโตได้ดี และสร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากขึ้น ทำให้ขนมขึ้นฟู และมีเนื้อนุ่ม เช่น ขนมตาล เป็นต้น ช่วยเก็บความชื้น เนื่องจาก น้ำตาลทรายมีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำได้ดี จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มชื้นอยู่ได้นาน (เจ็มทอง, 2538 ; Kretchmer และ Hollenbeck ,1991)

ข. น้ำตาลที่ไม่ตกผลึก ได้แก่ น้ำตาลโตนดและน้ำตาลมะพร้าว น้ำตาลโตนดได้จากน้ำหวานของดอกตาล หรือปลีตาล แนวโน้มการผลิตน้ำตาลโตนดจะน้อยลงเนื่องจากน้ำตาลโตนดถูกนำมาผลิตเป็นเครื่องดื่ม ที่เรียกว่า น้ำตาลสด น้ำตาลโตนดประกอบด้วยน้ำตาลซูโครสประมาณร้อยละ 15 ความหวานจะสูงสุดในช่วงฤดูหนาว เมื่อนำมาเคี้ยวเป็นน้ำตาลไม่ตกผลึกจะได้น้ำตาลที่มีไปมีลักษณะที่แห้งแข็งกว่าน้ำตาลมะพร้าว ส่วนน้ำตาลมะพร้าว หรือน้ำตาลปี๊บจะใช้น้ำหวานจากดอกมะพร้าว หรือจั่นมะพร้าวเป็นวัตถุดิบ น้ำตาลมะพร้าวที่มีคุณภาพดี ควร มีสีน้ำตาลโดยไม่ได้ฟอกสี เนื้อละเอียด กลิ่นหอม ปริมาณความชื้นร้อยละ 7 – 8 ไม่เข้มเหลว และมีปริมาณน้ำตาลซูโครสสูงกว่าร้อยละ 70

2.2.4.2 ความสำคัญของน้ำตาลกับอาหาร (จิตรนาและอรอนงค์,2539)

- ก. ให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะขนมประเภทเชื่อม
- ข. เป็นอาหารของยีสต์ในระหว่างการหมักทำให้ยีสต์เจริญเติบโตได้ดี และสร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากขึ้น ทำให้อาหารขึ้นฟู และมีเนื้อนุ่ม
- ค. ใช้เตรียมเป็นน้ำเชื่อมในระดับความเข้มข้นต่างๆ สำหรับผลิตภัณฑ์ ขนมไทย
- ง. ช่วยในการตีครีมและตีไข่ให้มีความคงตัวและขึ้นฟู
- จ. ช่วยให้เนื้อขนมดี
- ฉ. ช่วยเก็บความชื้น และทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มอยู่ได้นาน
- ช. ทำให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์มีสีได้โดยเฉพาะขนมอบ
- ซ. เพิ่มคุณค่าทางอาหารแก่ผลิตภัณฑ์

2.2.5 ไข่

ไข่นำมาใช้ไข่สด ไข่สดมักจะให้ลักษณะเนื้อที่อ่อน แต่อาจจะแข็งเมื่อเก็บไว้นานขึ้น (Kilore,1935) โปรตีนของไข่แดงจะเป็นวุ้น เมื่อถูกแช่แข็ง การเกิดวุ้น เมื่อถูกแช่แข็ง

ปริมาณและชนิดของไข่จะมีผลต่อ อิมัลชัน ความหนืด และความคงตัว (Matz,1972) กล่าวว่า ไข่แดง ประกอบด้วย กลีเซอไรด์ (Glycerides) และฟอสโฟลิปิด (Phospholipids) ในอัตราส่วนประมาณ 21 ร้อยละ 30 เป็นกรดไขมัน (Fatty acid) ในกลีเซอไรด์ที่อิมัลชัน ส่วนฟอสโฟลิปิด ที่ทำให้ไข่แดงมีคุณสมบัติเป็นอิมัลซิไฟเออร์ ประกอบด้วย เลซิทีน (Lecithin) ร้อยละ 60 เซฟาลิน (Cephalin) ร้อยละ 25 และอื่นๆอีกร้อยละ 15 ไข่ขาวจะช่วยให้เกิดอิมัลชัน โดยเกิด โครงสร้างของของแข็ง ซึ่งจับตัวกันเนื่องจากกรด (Fluckiyer,1966) ในทางอุตสาหกรรมเมื่อตอไข่แล้วไข่แดงออกจากไข่ขาว ไข่แดงมีของแข็งร้อยละ 43 แต่เป็นการยากมากที่จะแยกไข่ขาวออกจากไข่แดงได้ทั้งหมด การใช้ไข่ทั้งฟองมีผลเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ต่อความหนืดเมื่อปริมาณของแข็งเท่ากัน เนื้อสัมผัสของการใช้ไข่ทั้งฟองจะต่างจากการใช้เฉพาะไข่แดงคือ เมื่อใช้ไข่ขาวจะลักษณะเนื้ออ่อนเป็นปุย (Wiess,1983)

2.2.5.1 องค์ประกอบทางเคมีของไข่

ไข่ องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญในไข่ ได้แก่ โปรตีน ไขมันและเกลือแร่ (กองโภชนาการ, 2530) ไข่ประกอบด้วย ไข่แดง 1 ส่วน โดยน้ำหนักคุณค่าทางโภชนาการต่อหน่วย น้ำหนักของไข่จะใกล้เคียงกัน (ณรงค์ และอัญชัญ, 2528)

2.3 การใช้เนื้อในขนมไทย

2.3.1 ขนมเผือก เป็นขนมที่ทำจากเผือกสุกนำมาบดยีให้ละเอียดคนวดผสมกับแป้งข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลัง กะทิ ปรุงรสด้วย น้ำตาลและเกลือ โรยหน้าด้วยมะพร้าวทึนทึกขูด ใช้ใบตองห่อแล้วนำไปนึ่ง หรือปัจจุบันบรรจุในพิมพ์รูปต่างๆ ก็ได้ ลักษณะที่ดีของขนมเผือกคือ มีความเหนียว มีความมันของกะทิ หวาน และหอมกลิ่นเผือก (พะเยาว์ และสายสวาท, 2541) ขนมเผือกจัดเป็นขนมประเภทที่ทำให้สุกโดยการนึ่งซึ่งอยู่ประเภทเดียวกับขนมชั้น และขนม น้ำดอกไม้ เป็นต้น และเป็นขนมประเภทกึ่งเปียกกึ่งแห้ง (วันชัย , 2537) ขนมเผือกมีส่วนประกอบดังนี้ เผือกนึ่งสุก แป้งข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลัง กะทิ น้ำตาล และเกลือ มีขั้นตอนการทำคือ เผือกนึ่งสุก บดละเอียด แล้วนำมาผสมกับ แป้งข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลัง น้ำตาล และหัวกะทิ ผสมให้เข้ากันจนน้ำตาลละลายหมดเทใส่พิมพ์หรือถาด โรยหน้าด้วยมะพร้าวขูด นำไปนึ่งในลังถึงนาน 15 นาทีหรือจนขนมสุก

2.3.2 ขนมหม้อแกงเผือก ประกอบด้วย ไข่ กะทิ น้ำตาล และเผือก โดยนำเผือกไปนึ่งให้สุกและปอกเปลือก ยีให้ละเอียด แล้วจึงนำไข่ น้ำตาล กะทิ ผสมให้เข้ากัน เวลาผสม ไข่ กะทิ น้ำตาล ควรใช้ใบเตยขยำ ขนมจะได้มีกลิ่นหอมใบเตยได้ กรองด้วยผ้าขาวบาง นำเผือกและกะทิผสมไว้ ค่อย ๆ ผสมทีละน้อยจนเผือกละลายเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน เทใส่พิมพ์ แล้วจึงนำเข้าเตาอบจนเหลือง แล้วทิ้งให้เย็นโรยหน้าด้วยหอมแดงเจียว หรือเม็ดบัว โดยทั่วไปจะขายเป็นถาด เวลารับประทานจะตักทานเป็นคำ

2.3.3 ขนมบัวลอยเผือก ประกอบด้วยเผือก แป้งข้าวเหนียว กะทิ น้ำตาล น้ำ และเกลือ โดยเตรียมเผือกนึ่งให้สุก และปอกเปลือก ยีให้ละเอียด แล้วจึงนำเผือกไปผสมกับแป้งข้าวเหนียว และนำมานวดจนเข้ากัน เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วนำมาปั้นเป็นก้อนกลมขนาดเท่าปลายนิ้วก้อย ต้มน้ำกะทิกับน้ำตาลให้เข้ากันแล้วจึงนำแป้งที่ปั้นไว้ลงในกะทิ จนแป้งสุก แป้งที่ใช้ควรเป็นแป้ง

ข้าวเหนียวแห้ง เพราะเผือกหนึ่งสุกอ่อนตัวอยู่แล้ว ผสมด้วยน้ำลอยดอกไม้สด จะทำให้ขนมมีกลิ่นหอมชวนรับประทาน (ดวงฤทัย, 2542)

3. การผลิตแป้ง

3.1 กรรมวิธีการผลิตแป้งข้าว

3.1.1 การผลิตแป้งโดยวิธีการโม่แห้ง เนื่องจากวัตถุดิบเป็นปลายข้าวที่เป็นผลพลอยได้จากการสีข้าวสาร ดังนั้นมักมีสิ่งเจือปนอยู่มาก การแยกสิ่งเจือปนอาจใช้วิธีร่อนแป้งเพื่อแยกสิ่งที่มีน้ำหนักเบากว่าข้าวออก แต่เนื่องจากขนาดของปลายข้าวมีขนาดค่อนข้างเล็ก จึงยังคงมีสิ่งเจือปนเหลือค้างอยู่ ดังนั้นแป้งที่ได้จึงมีความสะอาดน้อย เมล็ดข้าวยังมีความแกร่งอยู่มากทำให้ลำบากที่จะทำให้แตกละเอียด แป้งที่ได้จากการโม่แห้งจึงมักเป็นแป้งหยาบ นอกจากนี้ไข่แมลงที่ติดมากับเมล็ดข้าวยังสามารถพัฒนาเป็นหนอนเมื่อเก็บไว้ช่วงระยะเวลาไม่นาน อีกทั้งไขมันที่ยังเหลือในเมล็ดข้าวเกิดปฏิกิริยาเติมออกซิเจน ทำให้เกิดเหม็นหืนง่าย ในประเทศไทยจึงไม่นิยมแป้งข้าวชนิดโม่แห้ง

3.1.2 การผลิตแป้งโดยวิธีการโม่น้ำ เป็นวิธีการผลิตแป้งที่แพร่หลายในปัจจุบัน การผลิตเริ่มจากการนำปลายข้าวมาแยกสิ่งสกปรกอาจมีการขัดสีเอาผิวนอกของเมล็ดออก เพื่อขจัดผิวนอกที่มีกลิ่นหืนออกไป ขั้นตอนต่อไปจึงนำเมล็ดข้าวมาแช่น้ำ จะมีการกวนข้าว เพื่อให้สิ่งเจือปนลอยขึ้นมาและตักออก การล้างนี้จะล้างหลายครั้งจนน้ำที่ล้างได้ใส หลังจากนั้นจึงทำการแช่ข้าวต่อไปเพื่อให้ข้าวดูดซับน้ำไว้ ทำให้ข้าวอ่อนตัวลงซึ่งอาจต้องใช้เวลา 3–4 ชั่วโมงแล้วจึงระบายน้ำออกให้ข้าวสะเด็ดน้ำ หลังจากนั้นจึงนำข้าวเข้าเครื่องโม่พร้อมกับน้ำโดยควบคุมอัตราการเติมน้ำให้เหมาะสมให้ได้แป้งละเอียดที่ต้องการ น้ำแป้งที่ได้จะถูกเข้าระบบการกรองหรือเครื่องแยกน้ำแป้ง ในปัจจุบันนี้โรงงานผลิตแป้งนิยมใช้เครื่องกรองระบบ filter plate หลังจากกรองน้ำออกแป้งหยาบจะค้างอยู่ในชั้นของแผ่นกรองเป็นก้อน ก่อนที่จะนำแป้งไปอบลดความชื้น จำเป็นต้องเข้าเครื่องเพื่อตีให้ก้อนแป้งมีขนาดเล็กลง สะดวกที่จะลดความชื้น ในปัจจุบัน โรงงานอุตสาหกรรมนิยมใช้เป่าด้วยลมร้อนอุณหภูมิสูง ซึ่งประหยัดเวลาและแป้งมีคุณภาพดีขึ้น การใช้อุณหภูมินี้ทำให้ผิวนอกของก้อนแป้งสุกบางส่วน (gelatinized) ทำให้คุณภาพของแป้งต่างจากวิธีการโม่แห้งซึ่งเป็นแป้งดิบ เมื่อลดความชื้นของแป้งลงถึงระดับที่ต้องการประมาณร้อยละ 9–10 จึงนำแป้งแห่งนี้ไปโม่อีกครั้ง

ให้ละเอียดเป็นผงและร่อนให้ละเอียดตามต้องการ แป้งที่ผ่านการผลิตโดยวิธีโม่แป้งนี้เป็นแป้งที่มีคุณภาพดีมีความละเอียดและมีสิ่งเจือปนอยู่ด้วยน้อย

3.1.3 การผลิตแป้งวิธีการผสม เริ่มกระบวนการโดยการทำความสะอาด ล้างและแช่ข้าวเช่นเดียวกับวิธีการโม่แป้ง หลังจากนั้นจึงนำข้าวคืบที่มีความชื้นอบที่ระดับอุณหภูมิสูงเพื่อทำให้ข้าวสุกและลดความชื้นลงจนมีระดับความชื้นต่ำประมาณร้อยละ 9 – 10 ต่อจากนั้นจึงนำข้าวสุกดีให้แตกเป็นก้อนเล็กๆ แล้วจึงนำไปโม่ละเอียด ต่อจากนั้นจึงร่อนแป้งให้มีความละเอียดตามต้องการ แป้งที่ได้จะมีความละเอียดน้อยกว่าแป้งชนิดโม่แป้ง เพราะเมล็ดข้าวสุกแห้งจะมีความแข็งมาก แต่การนึ่งข้าวที่ความร้อนสูงจะช่วยทำลายเอนไซม์ที่จะย่อยไขมัน (lipase) แล้วทำให้เกิดกรดไขมันอิสระเป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นหืนได้ ดังนั้นแป้งที่ได้จึงเป็นแป้งคุณภาพสูง ในปัจจุบันนิยมใช้ในการผลิตแป้งข้าวเหนียวสำหรับทำขนมโก้ (อรอนงค์ ,2541)

3.2 คุณสมบัติของแป้ง

3.2.1 คุณสมบัติทางกายภาพ

3.2.1.1 การพองตัวและการละลาย

ปัจจัยสำคัญที่มีผลกับการพองตัวของแป้งได้แก่ความแข็งแรงและลักษณะของร่างแหภายในเม็ดแป้ง หรืออีกนัยหนึ่งคือจำนวนและชนิดของพันธะ ในระดับโมเลกุลปัจจัยหลากหลายที่มีผลกระทบกับจำนวนของพันธะได้แก่ ขนาด รูปร่าง ส่วนประกอบและการกระจายตัวของร่างแหภายในเม็ดแป้ง อัตราส่วนของแอมิโลส และแอมิโลเพกทิน น้ำหนักโมเลกุล การกระจายตัวของโมเลกุล จำนวนกิ่งก้านสาขา การจัดเรียงตัวและความยาวของสาขาในอะมัยโลเพกทินก็มีผลกระทบกับจำนวนของพันธะเช่นกัน เมื่ออุณหภูมิของสารละลายน้ำแป้งเพิ่มขึ้นสูงกว่าช่วงอุณหภูมิในการเกิดเจลาติไนซ์เซชัน พันธะไฮโดรเจนจะถูกทำลาย โมเลกุลน้ำจะเข้ามาจับกับหมู่ไฮดรอกซิลที่เป็นอิสระเม็ดแป้งเกิดการพองตัวจะทำให้ละลาย ความหนืด และความใสเพิ่มขึ้น (Leach , 1959)

การวิเคราะห์กำลังการพองตัวและความสามารถในการละลาย เมื่อมีการให้ความร้อนแก่สารละลายน้ำแป้ง เม็ดแป้งจะเกิดการพองตัวและบางส่วนของแป้งจะละลายออกมา กำลังการพองตัวของแป้งจะเป็นปริมาตรหรือน้ำหนักของเม็ดแป้งที่เพิ่มขึ้นมากที่สุดเมื่อเม็ดแป้งพองตัวได้อย่างอิสระในน้ำ ส่วนความสามารถในการละลายของแป้งหาได้จากน้ำหนักของแป้งทั้งหมดที่สามารถละลายได้ในสารละลาย

ในการวิเคราะห์กำลังการพองตัว และการละลายของแป้งจะต้องให้มีน้ำในปริมาณที่มากเกินไป เม็ดแป้งจะต้องเกิดการพองตัวอย่างอิสระ โดยจะต้องไม่มีการแตกออกของเม็ดแป้ง วิธีในการวิเคราะห์กำลังการพองตัวจะนำแป้งที่ชั่งน้ำหนักแน่นอนแขวนลอยในน้ำกลั่นในหลอดเหวี่ยงให้ความร้อนพร้อม ๆ กับการกวนจนกระทั่งถึงอุณหภูมิที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดการเจลาติไนซ์ Schoch (1964) พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการวิเคราะห์เท่ากับ 85 องศาเซลเซียสการกวนจะต้องกวนในอัตราส่วนที่ไม่เร็วมากเพื่อป้องกันไม่ไห้เม็ดแป้งแตกทำให้ได้ค่ากำลังการพองตัวต่ำกว่าความเป็นจริง กวนในระดับคงที่อุณหภูมินั้นเป็นเวลา 30 นาที นำตัวอย่างมาเหวี่ยง แยกส่วนใส่ออก นำตะกอนที่ได้ไปชั่ง กำลังการพองตัวคำนวณในรูปน้ำหนักตะกอนต่อกรัมแป้ง ปริมาตรในการพองตัวเป็นปริมาตรของตะกอนที่ไม่ละลายน้ำที่ได้หลังจากการเหวี่ยง ความสามารถในการละลายเป็นน้ำหนักของแป้งที่ละลายน้ำได้ และวิเคราะห์ได้โดยตรงจากการนำส่วนใสไปทำให้แห้งและชั่ง

3.2.1.2 ความหนืดของแป้ง

พฤติกรรมความหนืดเป็นคุณสมบัติเฉพาะและแตกต่างกันไปตามชนิดและสายพันธุ์ของแป้ง เมื่อเม็ดแป้งซึ่งแขวนลอยในน้ำได้รับความร้อนถึงระดับหนึ่งจะพองตัวขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้นเร็วมาก อุณหภูมิความหนืดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วนี้เรียกว่า Pasting temperature ความหนืดจะเพิ่มขึ้นจนถึงความหนืดสูงสุด (peak viscosity) จากนั้นจะลดลงในอัตราที่ช้าลง การที่แป้งมี peak viscosity ต่ำเนื่องจาก เม็ดแป้งพองตัวมากขึ้นตามอุณหภูมิที่สูงขึ้นพร้อมการกวนนั้น จะมีบางส่วนที่แตกสลายออกมาอยู่เรื่อยๆ เมื่อใดก็ตามส่วนที่แตกสลายและละลายออกมามีมากกว่าการพองตัวที่เพิ่มขึ้น ความหนืดก็จะลดลง (Leach, 1965) ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจน เมื่ออยู่ในช่วงการหุงต้มที่ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ดังนั้น ค่าความหนืดของน้ำแป้งสุกจะเกิดการผสมผสานของเม็ดแป้งที่พองตัว เม็ดแป้งที่แตกหัก และโมเลกุลของแป้งที่ละลายออกมาจากเม็ดแป้งอิสระ ซึ่ง โมเลกุลอิสระนี้ถ้ามีขนาดโมเลกุลที่เหมาะสม คือไม่สั้นหรือยาว

เกินไป ก็จะสามารรถเคลื่อนที่เข้ามาจับกันและกักน้ำไว้ได้อีก ทำให้ความหนืดสูงขึ้นอีกความหนืดที่กลับสูงขึ้นอีกนี้เรียกว่า set back และปรากฏการณ์นี้เรียกว่า Retrogradation

(Smith, 1964 ; Leach, 1965; Ott และ Hester,1965)

ความหนืดเป็นคุณสมบัติที่สำคัญและเป็นประโยชน์มากที่สุดของแป้ง คือ เมื่อให้ความร้อนเกิดการพองตัวของเม็ดแป้งในน้ำและให้ความหนืด การหาความหนืดของน้ำแป้งสุก (paste) มีหลายวิธี การเลือกเครื่องมือใดๆ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ (Kerr ,1950) ที่ใช้กันแพร่หลายที่สุดคือ การใช้ Brabender amylograph ซึ่งสามารถติดตามพฤติกรรมของแป้งตลอดความร้อน (heation) การหุงต้มและการทำให้เย็น และปรากฏ ออกมาในรูปภาพที่แสดงพฤติกรรมความหนืด(amylograph) อย่างต่อเนื่อง รองลงมาคือ Corn Industries Viscometer เครื่องมือวัดค่าความหนืดอีกชนิดหนึ่งคือ Rapid Visco Analyser (RVA) เป็นเครื่องมือที่มีความแม่นยำรวดเร็ว มีหลักการทำงานคล้ายกับเครื่อง Brabender Viscoamylograph (Newport Scientific Pty, Ltd.1995)

3.2.1.3 การเกิดเจลาตินในเซชัน

โมเลกุลของแป้งประกอบไปด้วยหมู่ไฮดรอกซิลจำนวนมาก ยึดเกาะกันด้วยพันธะไฮโดรเจน มีคุณสมบัติชอบน้ำ (hydrophilic) แต่เนื่องจากเม็ดแป้งอยู่ในรูปของร่างแห micelles ดังนั้นการจัดเรียงตัวลักษณะนี้จะทำให้เม็ดแป้งละลายในน้ำเย็นได้ยาก ดังนั้นในขณะที่แป้งอยู่ในน้ำเย็นเม็ดแป้งจะดูดซึมน้ำและพองตัวได้เล็กน้อย (Leach ,1965) แต่เมื่อให้ความร้อนกับสารละลายน้ำแป้ง พันธะไฮโดรเจนจะคลายตัวลง เม็ดแป้งจะดูดน้ำและพองตัว ส่วนผสมของน้ำแป้งจะมีความหนืดมากขึ้นและใสขึ้น เนื่องจากโมเลกุลของน้ำอิสระที่เหลืออยู่รอบๆ เม็ดแป้งเหลือน้อยลง เม็ดแป้งเคลื่อนไหวได้ยากขึ้นทำให้เกิดความหนืด ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า การเกิดเจลาตินในเซชัน

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของลักษณะแป้งสุกเมื่อเย็น

ชนิดแป้ง	ลักษณะน้ำแป้งสุกเมื่อเย็น	
	ความใส	ลักษณะเนื้อสัมผัส
แป้งมันฝรั่ง	ใส	ของเหลวข้นไหลได้ ยึดเกาะกันเหนียว ยึดเป็นสาย
แป้งมันสำปะหลัง	ใส	คล้ายคลึงกับแป้งมันฝรั่ง แต่เหนียวยึดเป็นสายมากกว่า
แป้งท้าวยายม่อม	ใส	เหมือนแป้งมันฝรั่ง
แป้งข้าวเหนียว	ใส	คล้ายคลึงกับแป้งมันฝรั่ง แต่เหนียวยึดเป็นสายน้อยกว่า
แป้งข้าวเจ้า	ขาวขุ่น	ก้อนแป้งอ่อนนุ่ม ไม่ยึดเกาะกัน
แป้งข้าวโพด	ขาวขุ่น	เหมือนแป้งข้าวเจ้า
แป้งถั่วเขียว	ขาวขุ่น	ก้อนแป้งกรอบค่อนข้างแข็ง ไม่ยึดเกาะกัน

ที่มา : อรรวรรณ(2529)

3.1.3 คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้าและใยอาหาร

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งชนิดต่างๆ ปริมาณ 100 กรัม

ชนิดแป้ง	แป้งถั่วเขียว	แป้งข้าวเจ้า	แป้งมันเทศ	แป้งลูกเดือย
โปรตีน (กรัม)	24.4	6.4	2.2	13.5
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	64.6	80.4	80.8	67.8
ไขมัน (กรัม)	1	0.8	0.9	6.7
ใยอาหาร (กรัม)	4.3	0.3	3.0	0.6
ความชื้น (กรัม)	6.1	11.8	13.2	10.4

ที่มา : กองโภชนาการ(2530)

4. อายุการเก็บรักษา

อายุการเก็บรักษา หมายถึง ช่วงระยะเวลาของการเก็บรักษาตั้งแต่ผลิตภัณฑ์นั้นผลิตออกมาจนกระทั่งผลิตภัณฑ์นั้นอยู่ในสภาพที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ (รุ่งนภา , 2540)

ผลิตภัณฑ์อาหารมีการเปลี่ยนแปลงต่างๆ เกิดขึ้นตลอดกระบวนการผลิตและรักษาดังนั้น ในการทดสอบอายุการเก็บรักษามักใช้เกณฑ์ในการพิจารณาหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งเกณฑ์ซึ่งอาจทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับ เช่น เกณฑ์หนึ่งอาจใช้คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส อีกเกณฑ์หนึ่งเป็นการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ในระดับที่ไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค หรือการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับต่อผู้บริโภค เช่น การเปลี่ยนแปลงในด้านกลิ่น สี ลักษณะเนื้อสัมผัส และกลิ่นรส เป็นเกณฑ์ที่ใช้แสดงว่าผลิตภัณฑ์หมดอายุแล้ว (รุ่งนภา , 2540 ; Singh ,1994)

การทดสอบอายุการเก็บรักษาในสภาวะเร่งเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อให้มีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนาน แต่ต้องการทราบอายุการเก็บรักษาในช่วงระยะเวลาสั้นๆ

แป้งที่ผลิตได้หลังจากอบแห้งจะมีความชื้นต่ำ (9-11 %) ความหนาแน่นต่ำ การเก็บรักษาแป้งหลังจากการบรรจุแล้วทำได้โดยการวางเรียงกระสอบแป้งบนที่รองรับ (pallet) ใช้หลักการเคลื่อนย้ายถุงแป้งแบบมาก่อนใช้ก่อน (first in , first out)

วิธีการบรรจุและการเก็บรักษาแป้ง

ปัจจัยที่สำคัญมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในคุณภาพและสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ที่เปลี่ยนแปลงมีหลายปัจจัยด้วยกัน ทั้งอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ รวมถึงระยะเวลาในการเก็บ ทั้งนี้เนื่องจากค่าความชื้นสมดุลของอาหารมีค่าใกล้เคียงกับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ การถ่ายเทความชื้นระหว่างอาหารและอากาศจึงเกิดในอัตราต่ำ ภาชนะบรรจุที่นิยมใช้มักเป็นถุงพลาสติก โพลีเอทิลีน หรือ PE และ โพลีโพรพิลีน หรือ PP

5. พฤติกรรมผู้บริโภค (Consumer Behavior)

ศิริวรรณ และคณะ (2538) กล่าวว่า พฤติกรรม (Consumer Behavior) หมายถึง พฤติกรรมซึ่งบุคคลทำการค้นหา (Serching) การซื้อ (Purchasing) การใช้ (Using) และการใช้

จ่าย (Disposing) ในผลิตภัณฑ์และบริการ โดยคาดว่าจะตอบสนองความต้องการของเขา หรืออาจหมายถึงกระบวนการตัดสินใจ และลักษณะของแต่ละบุคคล เมื่อทำการประเมินผล (Evaluating) การจัดหา (Acquiring) การใช้ (Using) และการใช้จ่าย (Disposing) เกี่ยวกับสินค้าและบริการ จากความหมายจะเห็นว่า การศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคเป็นการศึกษาวิธีการที่แต่ละบุคคล ทำการตัดสินใจที่จะใช้ทรัพยากร เงิน เวลา บุคลากร และอื่นๆ เกี่ยวกับการบริโภคสินค้า ซึ่งนักการตลาดต้องศึกษาว่าสินค้าที่เขาจำหน่ายเสนอขายนั้นใครคือลูกค้า (Who) ผู้บริโภคซื้ออะไร (What) ทำไมจึงซื้อ (Why) ซื้ออย่างไร (How) ซื้อเมื่อไร (When) ซื้อที่ไหน (Where) ซื้อและใช้บ่อยครั้งเพียงใด (How often) รวมทั้งศึกษาว่าใครมีอิทธิพลต่อการซื้อ (Who)

ศิริวรรณ และคณะ (2541) กล่าวว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการซื้อของผู้บริโภค ประกอบด้วย

ปัจจัยด้านวัฒนธรรม (Cultural factor)

วัฒนธรรมเป็นสัญลักษณ์ และสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น โดยเป็นที่ยอมรับจากรุ่นหนึ่ง โดยเป็นตัวกำหนดและควบคุมพฤติกรรมของมนุษย์ในสังคมหนึ่ง ค่านิยมในวัฒนธรรมจะกำหนดลักษณะของสังคม และกำหนดความแตกต่างของสังคมหนึ่งจากสังคมอื่น วัฒนธรรมเป็นสิ่งที่กำหนดความต้องการและพฤติกรรมของบุคคล ซึ่งนักการตลาดต้องคำนึงถึงเปลี่ยนแปลงของวัฒนธรรมและนำลักษณะการเปลี่ยนแปลงเหล่านั้นไปใช้กำหนดโปรแกรมการตลาด วัฒนธรรมแบ่งออกเป็นวัฒนธรรม ซึ่งเป็นลักษณะพื้นฐานของบุคคลในสังคม เช่น ลักษณะนิสัยของคนไทย ซึ่งเกิดจากการหล่อหลอมพฤติกรรมของสังคมไทย ทำให้มีพฤติกรรมที่คล้ายคลึงกัน

ปัจจัยด้านสังคม (Social factor)

เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน และมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการณ์การซื้อ ลักษณะทางสังคมประกอบด้วยกลุ่มอ้างอิง ครอบครัว บทบาทและสถานะของผู้ซื้อ

ปัจจัยส่วนบุคคล (Personal factor)

การตัดสินใจของผู้ซื้อได้รับอิทธิพลจากลักษณะส่วนบุคคลทางด้านต่างๆ ได้แก่ อายุ ขั้นตอนวัฏจักร ชีวิตครอบครัว อาชีพ โอกาสทางเศรษฐกิจ การศึกษา รูปแบบการดำรงชีวิต บุคลิกภาพ และแนวความคิดส่วนบุคคล

ปัจจัยทางจิตวิทยา (Psychological factors)

การเลือกซื้อของบุคคลได้รับอิทธิพลจากปัจจัยด้านจิตวิทยา ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยภายในตัวผู้บริโภคที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการณ์การซื้อ และการใช้สินค้า ปัจจัยภายในประกอบด้วย การสนใจ การรับรู้ การเรียนรู้ ความเชื่อถือ และทัศนคติ บุคลิกภาพ และแนวความคิดของตน

การสำรวจผู้บริโภค

การสำรวจผู้บริโภคมีประโยชน์อย่างมากต่อการสืบค้นว่าผู้บริโภคใช้ผลิตภัณฑ์อย่างไร เทียบเคียงกับผลิตภัณฑ์ที่จะทำการพัฒนา ความคิดเห็นของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เป็นอย่างไร เป็นต้น

การทดสอบทางประสาทสัมผัสในเชิงพรรณนา (Descriptive Analysis หรือ DA)

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา เป็นวิธีการที่วัดและอธิบายลักษณะทางประสาทสัมผัสออกมาในเชิงคุณภาพ และปริมาณ โดยผู้ทดสอบต้องผ่านการฝึกฝนมาอย่างเพียงพอ คุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ผู้ทดสอบสามารถอธิบายได้ ได้แก่ การมองเห็น กลิ่น

กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และคุณสมบัติทางเสียงของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ผู้ทดสอบต้องได้รับการฝึกฝนให้บอกลักษณะดังกล่าวในเชิงปริมาณ โดยใช้สเกลต่างๆ

การทดสอบผู้บริโภค

การทดสอบผู้บริโภค เป็นการทดสอบความชอบ หรือการยอมรับของผู้บริโภค และเป็นการประเมินผลผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมา โดยใช้ตัวแทนเป็นกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย

ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายต้องเป็นกลุ่มผู้ใช้ หรือคาดว่าจะใช้ผลิตภัณฑ์นี้ ซึ่งผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายอาจได้มาจากการทำการสำรวจผู้บริโภค การคัดเลือกผู้บริโภคที่จะมาทำการทดสอบผลิตภัณฑ์ ต้องพิจารณาถึงลักษณะทางประชากรศาสตร์ เพื่อให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์

แบบสอบถามสำหรับการทดสอบผู้บริโภคจะต้องประกอบด้วย คำถามที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค เช่น เพศ อายุ การศึกษา และรายได้ คำถามความรู้สึที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ต้องเป็นคำถามที่สั้น เข้าใจง่าย น่าสนใจ และควรมีการทดสอบแบบสอบถามก่อนที่จะนำไปทดสอบจริง เพื่อให้มั่นใจว่าผู้ตอบแบบสอบถามเข้าใจแบบสอบถาม

สถานที่ทดสอบ

1. Laboratory Test เป็นการประเมินผลในห้องปฏิบัติการการทดสอบทางประสาทสัมผัสซึ่งจะมีการควบคุมการเตรียมและการเสนอตัวอย่างอย่างระมัดระวัง ง่ายต่อการปกปิดสีหรือสิ่งมีค่าหาญ ใช้เวลาน้อย แต่ข้อเสีย คือการทดสอบไม่ได้เป็นไปตามการบริโภคปกติ ซึ่งอาจแตกต่างไปจากวิธีการเตรียมที่บ้าน (เพ็ญขวัญ, 2536)

2. Central Location Test (CLT) สถานที่ที่ใช้ในการทดสอบต้องมีผู้บริโภคจำนวนมากอยู่รวมกัน เช่น ศูนย์การค้า โรงเรียน เป็นต้น สถานที่ทดสอบต้องมีความสะดวก มีแสงสว่างเพียงพอปราศจากสิ่งรบกวน เช่น กลิ่น เสียง วิธีการนี้ต้องใช้ผู้ดำเนินงานหลายคน ผู้ทดสอบใช้เวลาในการทดสอบคนละ 15 – 20 นาที ไม่ควรใช้เวลามากกว่านี้ ยกเว้นในกรณีที่มีจำนวนตัวอย่างมาก วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ประหยัดเวลา และค่าใช้จ่าย

3. Home Use Test (HUT) วิธีการนี้จะให้ผู้บริโภคทำการทดสอบที่บ้าน ทดสอบผลิตภัณฑ์ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้โดยแจกตัวอย่างผลิตภัณฑ์ให้ผู้บริโภคพร้อมกับแบบสอบถามทางไปรษณีย์หรือส่งตามบ้านที่ถูกคัดเลือกหลังจากผู้บริโภคทดสอบแล้วจะส่งแบบสอบถามกลับคืนมาควรมีของรางวัลตอบแทนแก่ผู้ทดสอบวิธีการนี้อาจจะได้รับการตอบกลับน้อยค่าใช้จ่ายสูง และอาจมีความคิดเห็นของสมาชิกในครอบครัว

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัตถุดิบ

- 1.1 ผีอกหอม จากตลาดสด นนทบุรี
- 1.2 แป้งข้าวเจ้า ตราช้างสามเศียร
- 1.3 แป้งมันสำปะหลัง ตราปلامังกร
- 1.4 แป้งข้าวเหนียว ตราช้างสามเศียร
- 1.5 น้ำตาลทราย ตรามิตรผล
- 1.6 น้ำตาลมะพร้าว จากตลาดสดนนทบุรี
- 1.7 ไข่เป็ด จากตลาดสด นนทบุรี
- 1.7 เกลือป่น ตราปรุฑทิพย์
- 1.8 กะทิ UHT ตราชาวเกาะ

2. อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการเตรียมวัตถุดิบ และการผลิต

- 2.1 อุปกรณ์เครื่องครัว
- 2.2 ตู้อบแห้ง (Tray dryer) รุ่น BWS
- 2.3 เครื่องบดผสม (Blender) รุ่น MK-5080M บริษัท National Food Processor
- 2.4 เต้าอบเบเกอร์ CHIH CHANG ELETRICAL IND COLTD.
- 2.5 เครื่องตัดเป็นชิ้น (Slicer)
- 2.6 ถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีน
- 2.7 เครื่องร่อนแป้ง Analysensieb Test Sieve ยี่ห้อ FRITSCH GmbH

3. สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- 3.1 เอซิลแอลกอฮอล์
- 3.2 โซเดียมไฮดรอกไซด์
- 3.3 กรดอะซิติก
- 3.4 ไอโอดีน
- 3.5 แอมิโลสบริสุทธิ
- 3.6 โปแตสเซียมไอโอไดด์
- 3.7 ไทโอบาบีทริก แอซิด รีเอเจนท์
- 3.8 กรดไฮโดรคลอริก
- 3.9 กรดซัลฟูริก
- 3.10 โปแตสเซียมซัลเฟต
- 3.11 กรดบอริก
- 3.12 บีโตรเลียมอีเทอร์
- 3.13 โซเดียมเมตาไบซัลไฟด์

4. อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพ

4.1 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

4.1.1 เครื่องวัดค่าสี (Colorflex Hunterlab)

4.1.2 เครื่องวัดค่าความหนืด (Rapid Viscosity Analyzer) รุ่น RVA 4D บริษัท

Scientific Newport .,Ltd ประเทศออสเตรเลีย

4.2 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

4.2.1 ชุดเครื่องมือวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า
เยื่อใย

4.2.2 เครื่องวัดค่า a_w ยี่ห้อ Thermoconstanter

4.2.3 ชุดเครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลส

4.2.4 ชุดเครื่องมือวิเคราะห์การเกิดกลิ่นหืน (Thiobarbituric Acid Number)

4.3 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

4.3.1 อุปกรณ์เครื่องแก้วในการวิเคราะห์จุลินทรีย์

4.3.2 ตู้บเชื้อจุลินทรีย์อุณหภูมิต่ำ บริษัท Astell Hearson ประเทศ อังกฤษ

4.3.3 ตู้ฆ่าเชื้อแบบลมร้อน รุ่น Binder บริษัท ไชแอนติฟิค โปร โมชั่นจำกัด

4.3.4 ตู้ฆ่าเชื้อภายใต้ความดันรุ่น Tuttnauer 3850 M ,บริษัท ไชแอนติฟิค โปร โมร์ชั่นจำกัด

4.4 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

4.4.1 อุปกรณ์ทดสอบ

4.4.2 แบบสอบถาม

4.5 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

4.5.1 เครื่องคอมพิวเตอร์

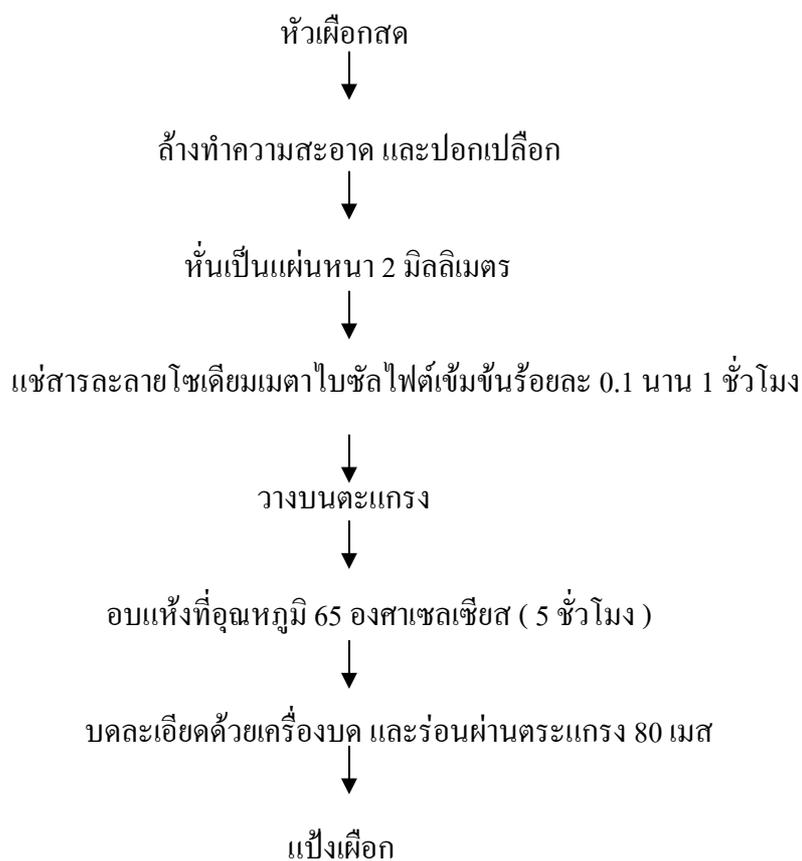
4.5.2 โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 10.0

วิธีการ

1. ศึกษาวิธีการเตรียมแป้งเฟือก

การเตรียมแป้งเฟือก นำเฟือกหอมมาล้างทำความสะอาดเพื่อกำจัดเศษหิน และสิ่งปลอมปนที่ไม่ต้องการออก ปอกเปลือกและหั่นเป็นแผ่นบางๆ หนาประมาณ 2 มิลลิเมตร ด้วยเครื่อง Slicer นำเฟือกมาแช่สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์เข้มข้นร้อยละ 0.1 นาน 1 ชั่วโมงนำไปวางบนตะแกรงให้สะเด็ดน้ำ ตากแห้งในตู้อบชนิดลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ประมาณ 5 ชั่วโมง (ปริมาณความชื้นที่เหลือหลังจากอบแห้งมีค่าร้อยละ 5-6) หลังจากนั้นนำไปบดด้วย

เครื่องบด แล้วร่อนผ่านตะแกรงร่อนละเอียดขนาด 80 เมส แป้งเผือกที่ได้จะนำมาเก็บบรรจุ
ถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีนเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ดังแผนภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 กรรมวิธีการผลิตแป้งเผือก

ที่มา: กรมวิทยาศาสตร์ (2537)

2. ศึกษาคุณภาพทางกายภาพและทางเคมี

2.1 ศึกษาคุณภาพทางกายภาพของแป้งเผือกในด้านต่างๆดังต่อไปนี้

- ค่าสี ($L^* a^* b^*$)
- ค่า Water Activity (a_w)
- ค่า RVA

2.2 ศึกษาคุณภาพทางเคมี ได้แก่

- ปริมาณความชื้น ไขมัน คากไฮอาหาร คาร์โบไฮเดรต ใย และโปรตีน ตามวิธีการของ AOAC (2000)
- ปริมาณแอมิโลสตามวิธีการของ Juliano (1971)

3. การผลิตขนมไทยจากแป้งเผือก

ศึกษาสูตรพื้นฐาน และกรรมวิธีการผลิตขนมไทยที่มีส่วนผสมจากเผือกสด โดยทำการคัดเลือกจากกรรมวิธีที่ต่างกันไป คือ

1. ประเภทหนึ่ง ได้แก่ ขนมเผือก
2. ประเภทอบ ได้แก่ ขนมหม้อแกงเผือก
3. ประเภทต้ม ได้แก่ ขนมบัวลอยเผือก

3.1 การคัดเลือกสูตรพื้นฐาน

3.1.1 ขนมเผือก

ศึกษาสูตรพื้นฐานขนมเผือกจาก สูตรเบื้องต้นของจรูญ (2536) สุภรณ์ (2540) และวันดี (2542) ดังตารางที่ 4 นำไปประเมินผลทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 10 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomize Completely Block Design , RCBD) (สุรพล , 2536) แล้วทดสอบการชิมด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic scale) ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) และทดสอบความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 4 สูตรพื้นฐานขนมเฟือก

ส่วนผสม	จรรยา(2536)	สุภรณ์(2540)	วันดี(2542)
เฟือก (กรัม)	150	130	160
แป้งข้าวเจ้า (กรัม)	5.93	11.87	8.89
แป้งมันสำปะหลัง (กรัม)	8.44	12.66	10.52
น้ำตาล (กรัม)	46.25	69.37	58.41
เกลือป่น (กรัม)	0.41	0.63	0.52
กะทิ (กรัม)	60	56.25	58

3.1.2 ขนมหม้อแกงเฟือก

ศึกษาสูตรพื้นฐานขนมหม้อแกงเฟือกจาก สูตรเบื้องต้นของจรรยา (2536) สุภรณ์ (2540) และวันดี (2542) ดังตารางที่ 5 นำไปประเมินผลทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 10 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomize Completely Block Design , RCBD) (สุรพล , 2536) แล้วทดสอบการชิมด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic scale) ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) และทดสอบความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 5 สูตรพื้นฐานขนมหม้อแกงเฟือก

ส่วนผสม	จรรยา(2536)	สุภรณ์(2540)	วันดี(2542)
เฟือก (กรัม)	150	130	180
กะทิ (กรัม)	200	190	210
น้ำตาลมะพร้าว (กรัม)	125	118	130
ไข่เป็ด (กรัม)	110	120	125

3.1.3 ขนมอบวลอยเฟือก

ศึกษาสูตรพื้นฐานขนมอบวลอยเฟือกจาก สูตรเบื้องต้นของจรูญ (2536) สุภรณ์ (2540) และวันดี (2542) ดังตารางที่ 5 นำไปประเมินผลทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 10 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomize Completely Block Design , RCBD) (สุรพล , 2536) แล้วทดสอบการชิมด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic scale) ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) และทดสอบความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 6 สูตรพื้นฐานขนมอบวลอยเฟือก

ส่วนผสม	จรูญ(2536)	สุภรณ์(2540)	วันดี(2542)
เฟือก (กรัม)	98	120	80
แป้งข้าวเหนียว (กรัม)	100	92	95
น้ำตาลมะพร้าว (กรัม)	200	190	210
กะทิ (กรัม)	580	625	600
เกลือป่น (กรัม)	5	6.5	5.4

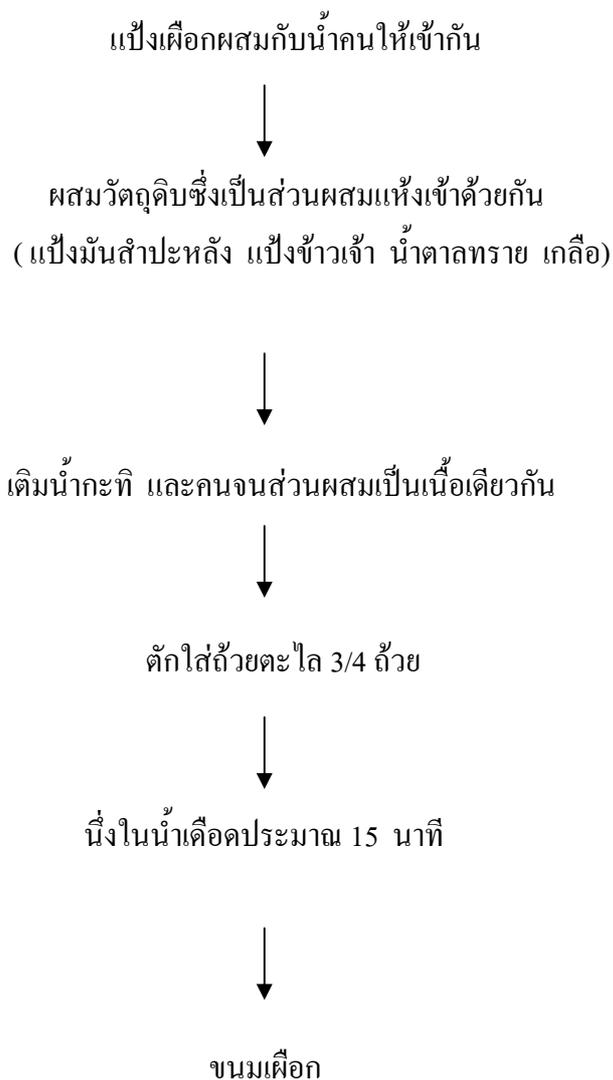
3.2 ศึกษาอัตราส่วนของน้ำต่อแป้งเฟือกในการทำขนมไทย

3.2.1 ศึกษาปริมาณของน้ำที่เหมาะสมต่อแป้งเฟือกในการทำขนมเฟือก

ศึกษาปริมาณน้ำที่ใช้ในการทำขนมเฟือกตามสูตรพื้นฐานที่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุดโดยการใช้อัตราส่วนของปริมาณน้ำ : แป้งเฟือก ในระดับที่ต่างกัน 4 ระดับ ดังนี้ 80:30 70:30 60:30 และ 50:30 นำไปประเมินผลทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 10 คนโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomize Completely Block Design , RCBD) (สุรพล , 2536) แล้วทดสอบการชิมด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic scale) ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และ

ความชอบโดยรวม นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) และทดสอบความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (DMRT)

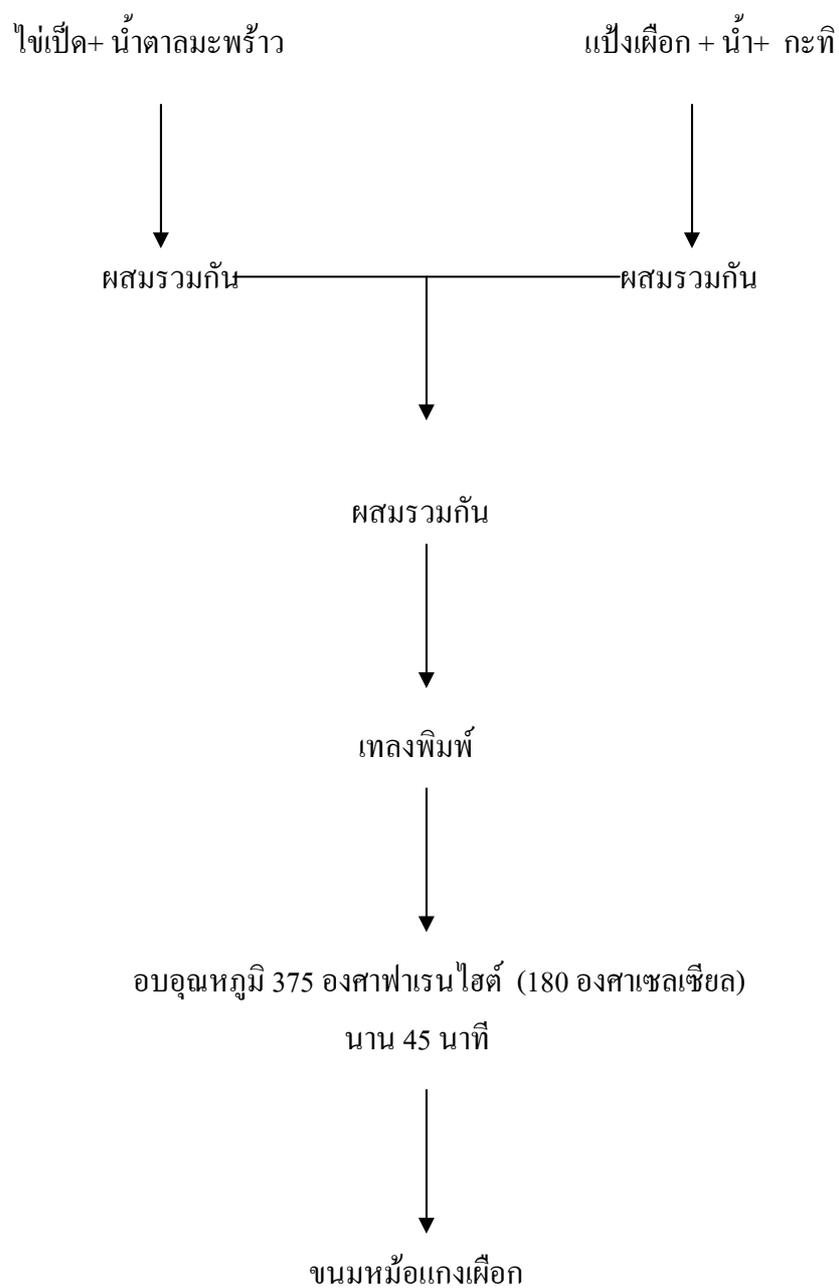
3.2.1.1 นำผลการศึกษาปริมาณน้ำที่ใช้ในการทำงานนมเฟือกในข้อ 3.2.1 มาศึกษาเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐานนมเฟือกที่ทำจากเฟือกสด นำไปประเมินผลทางประสาทสัมผัส สัมผัสโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 10 คนโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก สมบูรณ์ (Randomize Completely Block Design , RCBD) (สุรพล , 2536) แล้วทดสอบการชิม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic scale) ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) และทดสอบความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (DMRT)



ภาพที่ 2 กรรมวิธีการผลิตขนมเปลือกตัดแปลงจากเปลือกสด

3.2.2 ศึกษาปริมาณของน้ำที่เหมาะสมต่อแป้งเฟือกในการทำขนมหม้อแกงเฟือก

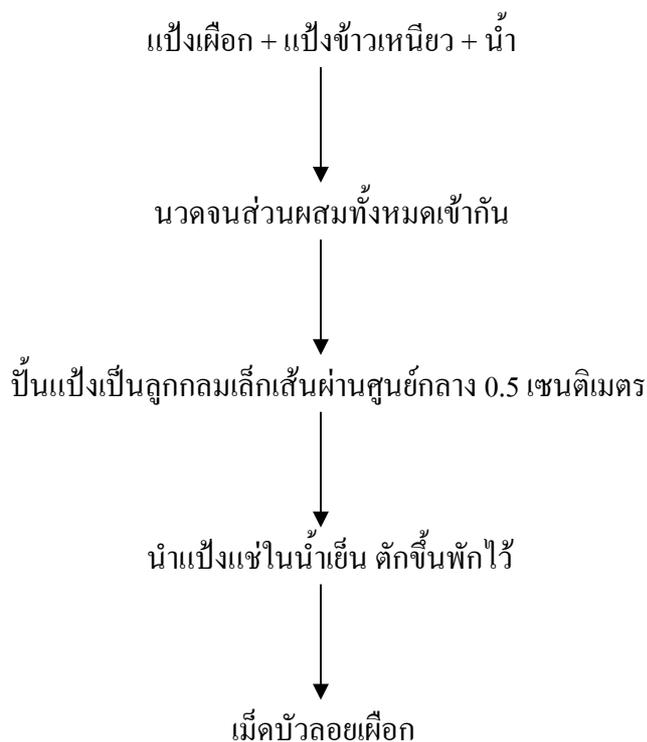
ศึกษาปริมาณน้ำที่ใช้ในการทำขนมหม้อแกงเฟือกตามสูตรพื้นฐานที่ได้รับคณาการยอมรับสูงสุดโดยการใช้อัตราส่วนของปริมาณน้ำ : แป้งเฟือก ในระดับที่ต่างกัน 4 ระดับ ดังนี้ 70:30 60:30 50:30 และ 40:30 นำไปประเมินผลทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 10 คนโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomize Completely Block Design , RCBD)(สุรพล , 2536) แล้วทดสอบการชิมด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic scale) ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) และทดสอบความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (DMRT)



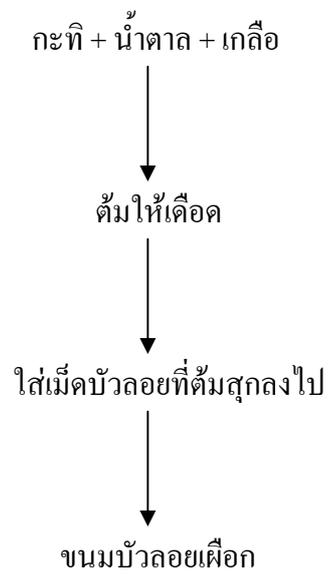
ภาพที่ 3 กรรมวิธีการผลิตขนมหม้อแกงเือกตัดแปลงจากเือกสด

3.2.3 ศึกษาปริมาณของน้ำที่เหมาะสมต่อแป้งเผือกในการทำขนมบัวลอยเผือก

ศึกษาปริมาณน้ำที่ใช้ในการทำขนมบัวลอยเผือกตามสูตรพื้นฐานที่ได้รับ
 คะแนนการยอมรับสูงสุดโดยการใช้อัตราส่วนของปริมาณน้ำ : แป้งเผือก ในระดับที่ต่างกัน 3
 ระดับ ดังนี้ 30:30 20:30 และ 10:30 นำไปประเมินผลทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญที่ผ่าน
 การฝึกฝนจำนวน 10 คนโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomize
 Completely Block Design , RCBD)(สุรพล , 2536) แล้วทดสอบการชิมด้วยวิธีการให้คะแนน
 ความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic scale) ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อ
 สัมผัส และความชอบโดยรวม นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) และทดสอบ
 ความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (DMRT)



ภาพที่ 4 กรรมวิธีการผลิตเม็ดบัวลอยเผือกตัดแปลงจากเผือกสด



ภาพที่ 5 กรรมวิธีการผลิตบัวลอยเฟือกตัดแปลงจากเฟือกสด

4. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมไทยจากแป้งเฟือกโดยใช้วิธี Central location test (CLT)

ทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมเฟือก ขนมหม้อแกงเฟือก ขนมบัวลอยเฟือก จากแป้งเฟือก ทั้ง 3 ชนิด ด้วยการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic scale) กับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายที่ได้จากการสุ่มแบบบังเอิญ บุคคลทั่วไปจำนวน 100 คน ต่อชนิดของขนม รวมทั้งหมดจำนวน 300 คน

5. ศึกษาอายุการเก็บรักษาของแป้งเฟือก

แป้งเฟือกที่ได้นำไปบรรจุในถุงโพลีโพรพิลีน เพื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องระยะเวลา 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์ และทำการตรวจสอบคุณภาพของแป้งเฟือก

ตรวจสอบแป้งเฟือกดังต่อไปนี้

5.1 คุณภาพทางด้านกายภาพ โดยการวัดค่าสี และ a_w

5.2 คุณภาพทางด้านเคมี ได้แก่ ค่าความหืน (Thiobarbituric acid number :TBA)

5.3 คุณภาพทางจุลชีววิทยา ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และ รา

5.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัสที่มีอายุการเก็บเป็นระยะเวลา 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์ นำมาผลิตขนมเฟือกแล้วทำการ ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมเฟือกจากแป้งเฟือก ด้วยคะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic scale) ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เพื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

6. การคำนวณต้นทุนการผลิตแป้งเผือก

คำนวณต้นทุนการผลิตแป้งเผือก 1,000 กรัม

สูตรการคำนวณ แป้งเผือก 1,000 กรัม ได้มาจากเผือกสด A กรัม
เผือกสด 1,000 กรัม ราคา B บาท

$$\text{คั้งนี้ราคาต้นทุนของแป้งเผือก 1,000 กรัม} = \frac{A \times B}{1,000} \text{ บาท}$$

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Statistical package for the social science (SPSS) จำนวนหาความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย จำนวนค่า Duncan 's New Multiple Range Test (DMRT) เพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

8. สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9. ระยะเวลาในการทดลอง

การทดลองเริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2548 สิ้นสุดเมื่อเดือน มกราคม 2549

ผลและวิจารณ์

1. การผลิตแป้งเผือก

จากการนำเผือกสดมาทำเป็นแป้ง โดยที่นำเผือกหอมมาล้างทำความสะอาดเพื่อกำจัดเศษหิน และสิ่งปลอมปนที่ไม่ต้องการออก ปอกเปลือกและหั่นเป็นแผ่นบางๆ หนาประมาณ 2 มิลลิเมตร ด้วยเครื่อง Slicer นำเผือกไป แช่สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์เข้มข้นร้อยละ 0.1 นาน 1 ชั่วโมงนำไปวางบนตะแกรงให้สะเด็ดน้ำ ตากแห้งในตู้อบชนิดลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ประมาณ 5 ชั่วโมง (ปริมาณความชื้นที่เหลือหลังจากอบแห้งมีค่าร้อยละ 5-6) หลังจากนั้นนำไปบดด้วยเครื่องบด แล้วร่อนผ่านตะแกรงร่อนละเอียดขนาด 80 เมส แป้งเผือกที่ได้จะนำมาเก็บบรรจุถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีนเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง

จากการศึกษาพบว่าเผือกสดสามารถให้เนื้อเผือก คิดเป็นร้อยละ 87.5 ของน้ำหนักเผือกสด ส่วนเปลือกร้อยละ 12.5 และสามารถผลิตแป้งเผือกผงได้ปริมาณร้อยละ 30 ของน้ำหนักเผือกสด

2. ศึกษาคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของแป้งเผือก

จากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพในด้านต่างๆ ได้แก่ ค่าสี a_w และ ค่า RVA ได้ผลดังต่อไปนี้

2.1 การวัดค่าสี

จากการวัดค่าสีโดยใช้เครื่องวัดสีระบบ Hunter ผลปรากฏว่าแป้งเผือกจากเผือกหอมมีค่าสี L^* a^* และ b^* เท่ากับ 90.55 , 0.85 , และ 5.82 ตามลำดับ แสดงว่า แป้งเผือกที่ได้จะมีค่าความสว่างสูงใกล้เคียงกับ 100 ซึ่งหมายถึงตัวอย่างมีสีขาว ดังนั้นการนำไปประกอบอาหารประเภทขนม จะไม่ส่งผลในด้านลักษณะปรากฏ ทางด้านสี ของผลิตภัณฑ์ให้เปลี่ยนไป

2.2 การวัดค่า a_w

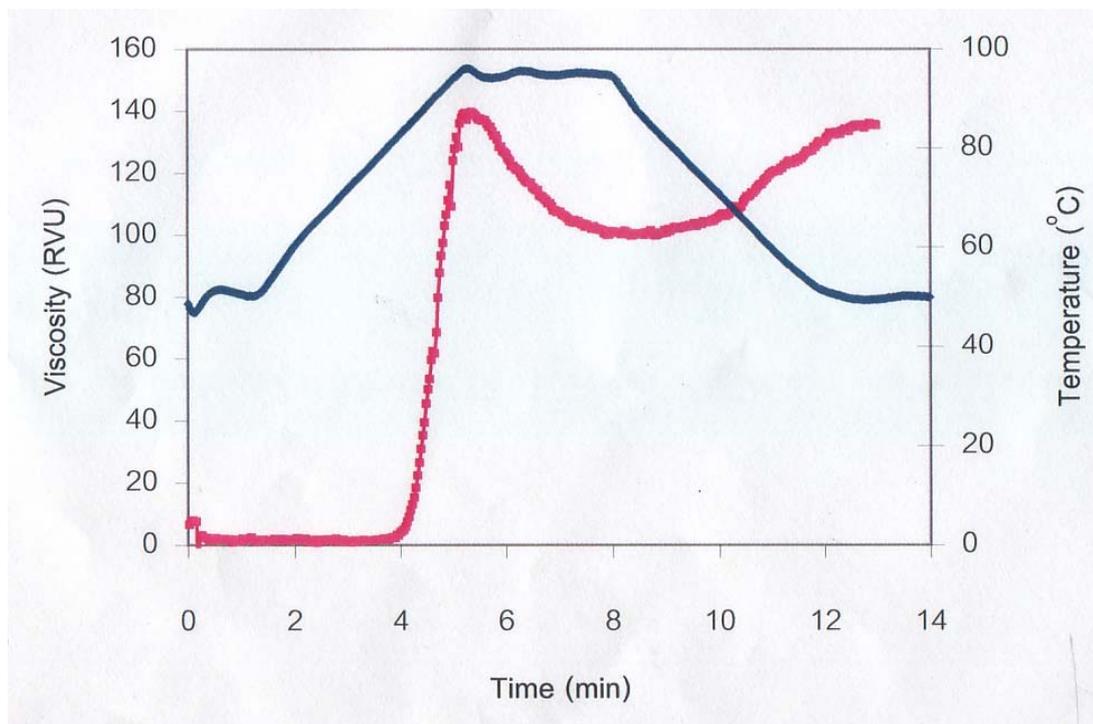
จากวัดค่า a_w ของแป้งเผือกพบว่ามามีค่า a_w เท่ากับ 0.568 ดังนั้นจุลินทรีย์จะไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ซึ่งมีค่า a_w ต่ำกว่า 0.6 ของแป้ง (วิไล, 2546)

2.3 ศึกษาคุณสมบัติความหนืดของแป้ง

การวิเคราะห์คุณสมบัติความข้นหนืดของแป้งเผือกด้วยเครื่อง Rapid Viscosity Analysis (RVA) โดยการวัดค่าต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิที่ทำให้แป้งพองตัว (Pasting temperature) ความหนืดเมื่อแป้งพองตัวสูงสุด (Peak viscosity) ความหนืดเมื่อแป้งเย็นตัว (Final viscosity) ความหนืดเมื่อแป้งยุบตัว (Breakdown) ซึ่งเป็นค่าความแตกต่างระหว่าง Peak viscosity กับ Trough viscosity ผลดังแสดงในตารางที่ 7 กล่าวคือ แป้งเผือกมี Pasting temperature ที่ 85.58 ± 0.46 °C ค่า Peak viscosity ของแป้งเผือกเท่ากับ 140.2 ± 3.1 RVU และค่า Breakdown ของแป้งเผือกเท่ากับ 40.9 ± 0.8 RVU แป้งเผือกมี Peak viscosity ต่ำอาจเนื่องจากแป้งเผือกที่ผลิตได้มีส่วนประกอบอื่นที่ไม่ใช่คาร์โบไฮเดรตสูง ส่งผลให้เมื่อได้รับความร้อน แป้งเผือกมีกำลังการพองตัว Peak viscosity ต่ำ ผลต่างของความหนืดสูงสุดกับความหนืดต่ำสุดจะบอถึงการเกิดรีโทรเกรเดชัน พบว่าแป้งเผือกจะมีการเกิดรีโทรเกรเดชันต่ำ

ตารางที่ 7 ค่าความข้นหนืดของแป้งเผือก

สมบัติความหนืด	แป้งเผือก
Pasting Temperature (°C)	85.58 ± 0.46
Peak viscosity (RVU)	140.2 ± 3.1
Breakdown (RVU)	40.9 ± 0.8
Trough (RVU)	99.3 ± 2.3
Final viscosity (RVU)	135.4 ± 3.9
Setback (RVU)	36.1 ± 1.6



หมายเหตุ เส้นสีน้ำเงิน หมายถึง อุณหภูมิ
เส้นสีแดง หมายถึง ค่าความหนืด

ภาพที่ 6 การเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งเผือก (Taro flour) ที่อุณหภูมิต่างๆจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Rapid Viscosity Analysis (RVA)

2.4 ศึกษาคุณภาพทางเคมีของแป้งเผือก

วิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของแป้งเผือก โดยเปรียบเทียบคุณภาพทางเคมีของเผือกสดและแป้งเผือกดังตารางที่ 8 พบว่าเผือกสดมีปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า กากใย และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 7.0 , 0.1 , 2.1, 0.98 ,2.0 และ 24.82 ตามลำดับ ส่วน แป้งเผือกมีปริมาณเท่ากับ 4.2 , 0.5 , 8.2 , 3.98 , 8.1 และ 75.02 ตามลำดับ และมีปริมาณแอมิโลสของแป้งเผือก ร้อยละ 16.47 ซึ่งปริมาณแอมิโลสของแป้งเผือกมีค่าอยู่ในเกณฑ์ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแป้งข้าวเจ้า (มอก.,2529 ก) ต่อน้ำหนักของแป้งเผือก

ตารางที่ 8 คุณภาพทางเคมีของเผือกสดและแป้งเผือก (ต่อ 100 กรัมของส่วนที่รับประทานได้)

คุณภาพทางเคมี	เผือกสด	แป้งเผือก
ความชื้น (กรัม)	7.0	4.2
ไขมัน (กรัม)	0.1	0.5
โปรตีน(กรัม)	2.1	8.2
เถ้า (กรัม)	0.98	3.98
กากใย (กรัม)	2.0	8.1
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	24.82	75.02
ปริมาณแอมิโลส (ร้อยละ)	-	16.47

3. การผลิตขนมไทยจากแป้งเผือก

3.1 การคัดเลือกสูตรพื้นฐาน

3.1.1 ขนมเผือก

จากการทดลองคัดเลือกสูตรพื้นฐานขนมเผือกเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นำไปประเมินผลทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญ ที่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 10 คน ผลปรากฏว่า สูตรที่ 2 มีคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ย 7.4 คะแนน ในด้านลักษณะปรากฏมีคะแนนเฉลี่ย 7.8 ด้านสีมีคะแนนเฉลี่ย 7.2 คะแนน ด้านกลิ่นมีคะแนนเฉลี่ย 7.0 คะแนน ด้านรสชาติมีคะแนนเฉลี่ย 7.7 คะแนน และด้านเนื้อสัมผัส มีคะแนนเฉลี่ย 7.7 คะแนน ส่วนสูตรที่ 1 เมื่อทำการเปรียบเทียบกับสูตรที่ 2 มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในด้านสี และด้านเนื้อสัมผัสคือมีคะแนนเฉลี่ย 7.2คะแนน และ 7.7 คะแนน ตามลำดับ สูตรที่ 3 เมื่อทำการเปรียบเทียบกับสูตรที่ 2 มีคะแนนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05ในด้านเนื้อสัมผัสคือมีคะแนนเฉลี่ย 6.90 คะแนน ดังตารางที่ 9 ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่ 2 เป็นสูตรพื้นฐาน

ตารางที่ 9 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเฉลี่ยของสูตรพื้นฐานขนมเผือก

สูตรพื้นฐาน	คะแนนคุณลักษณะเฉลี่ย						
	ขนมเผือก	ความชอบโดยรวม	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส
1		6.1±0.51b	7.1±0.89b	7.2±0.99a	7.5±0.87a	7.1±0.98b	7.4±0.90ab
2		7.4±0.92a	7.8±0.98a	7.2±0.91a	7.0±0.94b	7.7±0.84a	7.7±0.93a
3		7.3±0.82a	7.9±0.92a	7.1±0.97a	6.6±0.87b	7.2±0.89ab	6.9±0.86b

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

3.1.2 ขนมหม้อแกงเผือก

จากการทดลองคัดเลือกสูตรพื้นฐานขนมหม้อแกงเผือกเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นำไปประเมินผลทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญ ที่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 10 คน ผลปรากฏว่า สูตรที่ 1 มีคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ย 7.5 คะแนน ในด้านลักษณะปรากฏ มีคะแนนเฉลี่ย 8.2 คะแนน ด้านสีมีคะแนนเฉลี่ย 8.1 คะแนน ด้านกลิ่นมีคะแนนเฉลี่ย 7.6 คะแนน ด้านรสชาติมีคะแนนเฉลี่ย 7.6 คะแนน ด้านเนื้อสัมผัสมีคะแนนเฉลี่ย 7.3 คะแนน ส่วนสูตรที่ 2 เมื่อทำการเปรียบเทียบกับสูตรที่ 1 มีคะแนนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ในด้านลักษณะปรากฏและด้านสี คือมีคะแนนเฉลี่ย 6.6คะแนนและ 6.5 คะแนนตามลำดับ สูตรที่ 3 เมื่อทำการเปรียบเทียบกับสูตรที่ 1 มีคะแนนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ในคุณลักษณะด้านกลิ่น ดังตารางที่ 10 ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่ 1 เป็นสูตรพื้นฐาน

ตารางที่ 10 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเฉลี่ยของสูตรพื้นฐานขนมหม้อแกงเผือก

สูตรพื้นฐาน ขนมหม้อแกง	คะแนนคุณลักษณะเฉลี่ย					
	ความชอบโดยรวม	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส
1	7.5±1.20a	8.2±0.99a	8.1±1.10a	7.6±1.31a	7.6±0.87a	7.3±0.95a
2	7.1±1.32a	6.6±1.37 b	6.5±1.29b	7.7±0.92a	7.3±1.15a	7.1±0.94a
3	7.3±1.19a	7.5±0.92a	7.8±0.77a	7.2±1.00b	7.1±1.11a	7.2±1.31a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

3.1.3 ขนมหั่วลอยเปลือก

จากการทดลองคัดเลือกสูตรพื้นฐานขนมหั่วลอยเปลือกเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นำไปประเมินผลทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญ ที่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 10 คน ผลปรากฏว่า สูตรที่ 2 มีคะแนนยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุด คือมีคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ย 8.0 คะแนน ในด้านลักษณะปรากฏมีคะแนนเฉลี่ย 8.2 คะแนน ด้านสีมีคะแนนเฉลี่ย 8.1 คะแนน ด้านกลิ่นมีคะแนนเฉลี่ย 8.4 คะแนน ด้านรสชาติมีคะแนนเฉลี่ย 8.4 คะแนน ด้านเนื้อสัมผัสมีคะแนนเฉลี่ย 8.3 ส่วนสูตรที่ 1 เมื่อทำการเปรียบเทียบกับสูตรที่ 2 คะแนน มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ในด้านลักษณะปรากฏมีคะแนนเฉลี่ย 7.8 คะแนน ด้านรสชาติมีคะแนนเฉลี่ย 7.0 คะแนนและด้านเนื้อสัมผัสมีคะแนนเฉลี่ย 8.1 คะแนน สูตรที่ 3 เมื่อทำการเปรียบเทียบกับสูตรที่ 2 คะแนนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ในด้านลักษณะปรากฏและด้านสี คือ มีคะแนนเฉลี่ย 7.9 คะแนนและ 7.8 คะแนน ตามลำดับ ดังตารางที่ 11 ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่ 2 เป็นสูตรพื้นฐาน

ตารางที่ 11 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเฉลี่ยสูตรพื้นฐานขนมหั่วลอยเปลือก

สูตรพื้นฐาน	คะแนนคุณลักษณะเฉลี่ย					
	ความชอบโดยรวม	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส
1	7.1±0.74b	7.8±0.96a	7.6±1.10b	6.9±0.99c	7.0±0.86b	8.1±1.15a
2	8.0±0.96a	8.2±0.85a	8.1±1.28a	8.4±0.96a	8.4±0.97a	8.3±1.27a
3	7.2±0.88b	7.9±0.87a	7.8±0.90a	7.0±1.06b	7.0±0.92b	7.1±1.32b

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

3.2 ศึกษาอัตราส่วนของน้ำที่เหมาะสมต่อแป้งเผือกในการทำขนมไทย

3.2.1 ศึกษาปริมาณของน้ำที่เหมาะสมต่อแป้งเผือกในการทำขนมเผือก

นำสูตรพื้นฐานที่ได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุด มาทำการศึกษาปริมาณน้ำที่ใช้ในการทำขนมเผือกจากแป้งเผือกในระดับที่ต่างกัน 4 ระดับ จากการทดลองพบว่า อัตราส่วนของปริมาณน้ำต่อแป้งเผือก มีผลต่อคะแนนความชอบ ได้แก่ ความชอบโดยรวม ด้านลักษณะปรากฏ ด้านสี ด้านกลิ่น ด้านรสชาติ ด้านเนื้อสัมผัส ซึ่งค่าคะแนนมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 โดยค่าคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยของอัตราส่วนของน้ำ : แป้งเผือก เท่ากับ 70:30 สูงสุดอยู่ในระดับชอบปานกลาง มีค่าคะแนนความชอบรวมสูงกว่าทุกระดับ

ดังตารางที่ 12 เนื่องจากปริมาณน้ำมีอิทธิพลต่อคะแนนความชอบของทุกปัจจัย

ตารางที่ 12 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเฉลี่ยของน้ำที่เหมาะสมต่อแป้งเผือกในการทำขนมเผือก

ปริมาณน้ำ : แป้งเผือก	คะแนนคุณลักษณะเฉลี่ย					
	ความชอบโดยรวม	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส
80 : 30	7.2±1.14a	7.2±1.32a	7.1±1.29a	7.2±0.87a	7.2±0.96a	7.1±1.14a
70 : 30	7.6±1.24a	7.2±0.98a	7.0±0.90a	7.1±0.96a	7.5±0.97a	7.4±1.03a
60 : 30	6.7±0.95a	7.1±1.20a	6.9±0.83a	7.1±0.93a	6.4±1.11b	6.9±0.97a
50 : 30	6.5±1.27b	7.1±1.36a	6.9±1.14a	7.0±1.17a	6.0±0.99c	6.2±1.24b

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

3.2.1.1 นำผลการศึกษาปริมาณน้ำต่อแป้งเผือกที่ใช้ในกาทำขนมเผือกใน
ข้อ 3.2.1 มาทำการศึกษาเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐานขนมเผือกที่ทำจากเผือกสด

จากการนำขนมเผือกที่ทำจากแป้งเผือกโดยอัตราส่วนของน้ำ : แป้งเผือก
เท่ากับ 70:30 ไปศึกษาเปรียบเทียบขนมเผือกสดที่ได้จากสูตรพื้นฐานผลิตภัณฑ์นำไปประเมินผลทาง
ประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญ ที่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 10 คน ผลปรากฏว่า ผู้ทดสอบให้ค่า
คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวมขนมเผือกสดอยู่ในระดับชอบปานกลางในทุก ๆ คุณลักษณะ และเมื่อ
ทำการเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวมของขนมเผือกจากแป้งเผือก อยู่ในระดับชอบ
ปานกลางในทุก ๆ คุณลักษณะ เช่นเดียวกับขนมเผือกสด ซึ่งค่าคะแนนมีความแตกต่างกันอย่างไม่มี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ให้ผลสอดคล้องกับขนมเผือกที่ทำจากเผือกสดดังตารางที่ 13

ตารางที่13 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเฉลี่ยของขนมเผือกสด และขนมเผือกจากแป้งเผือก

ตัวอย่าง	คะแนนคุณลักษณะเฉลี่ย					
	ความชอบโดยรวม	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส
ขนมเผือกสด	7.6±0.92a	7.6±0.89a	7.5±0.91a	7.4±0.91a	7.3±0.93a	7.5±0.98a
ขนมเผือก จากแป้งเผือก	7.2 ±0.90a	7.4±0.98a	7.2± 0.99a	7.0±0.90a	7.1±0.87a	7.0±0.95a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติที่ระดับ.05

3.2.2 ศึกษาปริมาณของน้ำที่เหมาะสมต่อเป็งเือกในการทำนมหม้อแกงเือก

นำสูตรพื้นฐานที่ได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุด มาทำการศึกษาปริมาณน้ำที่ใช้ในการทำนมหม้อแกงเือกจากเป็งเือกในระดับที่ต่างกัน 4 ระดับ จากการทดลองพบว่า อัตราส่วนของปริมาณน้ำต่อเป็งเือก มีผลต่อคะแนนความชอบได้แก่ ความชอบโดยรวม ด้านลักษณะปรากฏ ด้านสี ด้านกลิ่น ด้านรสชาติ ด้านเนื้อสัมผัส ซึ่งค่าคะแนนมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 โดยค่าคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยของอัตราส่วนของปริมาณน้ำ : เป็งเือก เท่ากับ 50:30 ให้ค่า สูงสุดอยู่ในระดับชอบปานกลาง มีค่าคะแนนความชอบรวมสูงกว่าทุกระดับ ดังตารางที่ 14 เนื่องจากปริมาณน้ำมีอิทธิพลต่อคะแนนความชอบของทุกปัจจัยซึ่ง เนื่องจากปริมาณน้ำจะมีผลต่อคุณลักษณะด้านรสชาติและเนื้อสัมผัสมากที่สุด

ตารางที่14 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเฉลี่ยของน้ำที่เหมาะสมต่อเป็งเือกในการทำนมหม้อแกงเือก

ปริมาณน้ำ:เป็งเือก	คะแนนคุณลักษณะเฉลี่ย					
	ความชอบโดยรวม	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส
70 : 30	7.1±0.92a	7.0±0.89a	7.3±0.99a	6.8±0.93a	6.6±0.91b	6.8±0.92b
60 : 30	7.3±0.90a	7.1±0.98a	7.3±0.99a	6.9±1.07a	6.9±0.85a	7.0±0.87ab
50 : 30	7.6±0.99a	7.3±0.91a	7.5±0.94a	7.1±1.20a	7.2±1.27a	7.5±1.15a
40 : 30	7.4±0.98a	7.2±0.99a	7.4±0.95a	7.0±0.97a	7.0±1.14a	7.2±0.91a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

3.2.3 ศึกษาปริมาณของน้ำที่เหมาะสมต่อแป้งเผือกในการทำขนมบัวลอยเผือก

นำสูตรพื้นฐานที่ได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุด มาทำการศึกษาปริมาณน้ำที่ใช้ในการผลิตขนมบัวลอยเผือกจากแป้งเผือกในระดับที่ต่างกัน 3 ระดับ จากการทดลองพบว่า อัตราส่วนของปริมาณน้ำต่อแป้งเผือก มีผลต่อคะแนนความชอบ ได้แก่ ความชอบโดยรวม ด้านลักษณะปรากฏ ด้านสี ด้านกลิ่น ด้านรสชาติ ด้านเนื้อสัมผัส ซึ่งค่าคะแนนมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 โดยค่าคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยของอัตราส่วนของปริมาณน้ำ : แป้งเผือก เท่ากับ 20:30 สูงสุดอยู่ในระดับชอบปานกลาง มีค่าคะแนนความชอบรวมสูงกว่าทุกระดับ ดังตารางที่ 15 เนื่องจากปริมาณน้ำจะมีผลในการปั้นแป้งเป็นเม็ดบัวลอย เนื่องจากปริมาณน้ำมากจะไม่สามารถปั้นเป็นก้อนแป้งจึงต้องปรับปริมาณน้ำลดลงตามความเหมาะสม

ตารางที่ 15 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเฉลี่ยของน้ำที่เหมาะสมต่อแป้งเผือกในการทำขนมบัวลอยเผือก

ปริมาณน้ำ: แป้งเผือก	คะแนนคุณลักษณะเฉลี่ย					
	ความชอบโดยรวม	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส
30 : 30	6.9±0.77a	7.0±0.97a	7.1±0.88a	6.9±0.83a	6.6±0.82b	7.0±0.78a
20 : 30	7.4±0.85a	7.3±1.31a	7.2±0.97a	7.1±0.95a	6.9±0.99a	7.3±0.97a
10 : 30	7.1±0.81a	7.2±1.12a	7.2±0.85a	7.1±0.91a	7.2±0.90a	7.1±0.93a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

4. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

4.1 จากการทดสอบการยอมรับผู้บริโภคทั่วไปต่อผลิตภัณฑ์ขนมเปลือกจากแป้งเผือกที่พัฒนาแล้วมาทดสอบกับผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน โดยใช้สถานที่ทดสอบแบบ Central location test (CLT) ที่ได้จากการสุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบบังเอิญ โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน คือ ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมกรบริโภคขนมไทย ข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมเปลือกจากแป้งเผือก

ส่วนที่ 1 การแบ่งกลุ่มผู้บริโภคตามลักษณะทางประชากรศาสตร์ดังตารางที่ 16 พบว่าส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงและเพศชาย ร้อยละ 88 และ 12 ตามลำดับ ส่วนใหญ่มีอายุในช่วง 26-30ปีร้อยละ 56 รองลงมาคืออายุ 21- 25ปีร้อยละ 28 การศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับปริญญาตรีร้อยละ 88 รองลงมาคือสูงกว่าระดับปริญญาตรีร้อยละ 9 อาชีพของผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นพนักงานบริษัทเอกชนร้อยละ 82 รองลงมาอาชีพนักเรียน /นักศึกษา และอาชีพข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจร้อยละ 6 โดยมีรายได้ส่วนใหญ่ 10,001-15,000 บาทต่อเดือนร้อยละ 48 รองลงมา 5,001-10,000 บาทต่อเดือนร้อยละ 32

ตารางที่ 16 ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่างที่ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมเปลือกจากแป้งเผือก

	N=100
ลักษณะทางประชากรศาสตร์	ร้อยละ
เพศ	
ชาย	12
หญิง	88
อายุ	
ต่ำกว่า 21 ปี	2
21-25 ปี	28
26-30 ปี	56
31-35 ปี	4
36-40 ปี	4

ตารางที่ 16 (ต่อ)

	N=100
ลักษณะทางประชากรศาสตร์	ร้อยละ
41-45 ปี	4
46-50 ปี	2
มากกว่า 50 ปี	0
การศึกษาปัจจุบัน	
ต่ำกว่ามัธยม	0
มัธยมศึกษา/ปวช.	1
อนุปริญญา/ปวส.	2
ปริญญาตรี	88
สูงกว่าปริญญาตรี	9
อาชีพ	
นักเรียน / นักศึกษา	6
ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	6
พนักงานบริษัทเอกชน	82
ธุรกิจส่วนตัว	4
แม่บ้าน	2
อื่นๆ	0
รายได้ต่อเดือน	
น้อยกว่า 5,000 บาท	2
5,001-10,000 บาท	32
10,001-15,000บาท	48
15,001-20,000บาท	10
20,001-25,000บาท	0
มากกว่า 25,000บาท	8

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมกรบริโภคขนมไทยที่มีส่วนประกอบของเปลือกของกลุ่มผู้บริโภคตัวอย่างดังตารางที่ 17 พบว่ากลุ่มผู้บริโภคที่เคยรับประทานขนมไทยที่มีส่วนประกอบของเปลือกส่วนใหญ่ ได้แก่ บัวลอยเปลือก ร้อยละ 20 รองลงมาขนมหม้อแกงเปลือก ร้อยละ 18 และตะโก้เปลือก ร้อยละ 12 กลุ่มผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบรับประทานขนมไทยที่มีส่วนประกอบของเปลือก ร้อยละ 50 รองลงมาบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ ร้อยละ 48 กลุ่มผู้บริโภคส่วนใหญ่รับประทานขนมไทยที่มีส่วนประกอบของเปลือกเดือนละครั้ง ร้อยละ 48 รองลงมาแล้วแต่โอกาส ร้อยละ 42 กลุ่มผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบทำขนมไทยรับประทานเอง ร้อยละ 42 รองลงมาบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ ร้อยละ 38

ตารางที่ 17 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมกรบริโภคขนมไทยที่มีส่วนประกอบของเปลือกของผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่าง

	N=100
ข้อมูลเกี่ยวกับการบริโภคขนมไทยที่มีส่วนประกอบของเปลือก	ร้อยละ
ผู้ที่รับประทานขนมไทยที่มีส่วนประกอบของเปลือก(ชอบมากที่สุด)	
ตะโก้เปลือก	12
เปลือกกวน	6
ข้าวเหนียวปิ้ง	8
ขนมหม้อแกงเปลือก	18
เปลือกเชื่อม	2
บัวลอยเปลือก	26
เม็ดยกุน	4
ขนมเปลือก	24
ความชอบขนมไทยที่มีส่วนประกอบของเปลือก	
ชอบ	50
บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ	48
ไม่ชอบ	2

ตารางที่ 17 (ต่อ)

	N=100
ข้อมูลเกี่ยวกับการบริโภคขนมไทยที่มีส่วนประกอบของเผือก	ร้อยละ
ความถี่ในการบริโภคขนมไทยที่มีส่วนประกอบของเผือก	
รับประทานทุกวัน	0
3-4 ครั้ง/สัปดาห์	4
1-2 ครั้ง/สัปดาห์	6
เดือนละครั้ง	48
อื่นๆ	42
ความชอบทำขนมไทยรับประทานเอง	
ชอบทำ	42
บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ	38
ไม่ชอบทำ	20

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมเปลือกจากแป้งเผือกกับกลุ่มผู้บริโภคตัวอย่างได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 1-9 คะแนน เพื่อประเมินความชอบที่มีต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมพบว่ากลุ่มผู้บริโภคให้คะแนนชอบอยู่ในระดับชอบปานกลางดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 คะแนนความชอบขนมเปลือกจากแป้งเผือก

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ
ลักษณะปรากฏ	8.2 ± 0.99
สี	8.2 ± 0.85
กลิ่น	7.5 ± 0.82
รสชาติ	7.2 ± 0.97
เนื้อสัมผัส	8.6 ± 0.86
ความชอบรวม	7.7 ± 1.12

ข้อมูลเกี่ยวกับการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมเปลือกจากแป้งเผือกของกลุ่มผู้บริโภคตัวอย่าง ดังตารางที่ 19 พบว่ากลุ่มผู้บริโภคให้การยอมรับร้อยละ 78 หากมีผลิตภัณฑ์แป้งเผือกวางจำหน่าย ในท้องตลาดกลุ่มผู้บริโภคส่วนใหญ่ซื้อร้อยละ 64 กลุ่มผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่เคยเห็นผลิตภัณฑ์ แป้งเผือกวางจำหน่ายที่ใดมาก่อนร้อยละ 82

ตารางที่ 19 ข้อมูลเกี่ยวกับการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมฝอยจากแป้งฝอย

N=100	
ข้อมูลเกี่ยวกับการยอมรับ	ร้อยละ
การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมฝอยจากแป้งฝอย	
ยอมรับ	78
ไม่ยอมรับ	22
หากมีผลิตภัณฑ์แป้งฝอยวางจำหน่ายจะซื้อหรือไม่	
ซื้อ	64
ไม่แน่ใจ	20
ไม่ซื้อ	16
ท่านเคยเห็นผลิตภัณฑ์แป้งฝอยวางจำหน่ายที่ใดก่อนหรือไม่	
เคยเห็น	8
ไม่เคยเห็น	92

4.2 จากการทดสอบการยอมรับผู้บริโภครั่วไปต่อผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงเผือกจากแป้งเผือกที่พัฒนาแล้วมาทดสอบกับผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน โดยใช้สถานที่ทดสอบแบบ Central location test (CLT) ที่ได้จากการสุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบบังเอิญ โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน คือ ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมกรบริโภคขนมไทย ข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงเผือกจากแป้งเผือก

ส่วนที่1 การแบ่งกลุ่มผู้บริโภคตามลักษณะทางประชากรศาสตร์ดังตารางที่ 20 พบว่าส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงและเพศชาย ร้อยละ 96 และ 4 ตามลำดับ ส่วนใหญ่มีอายุในช่วง 26-30ปีร้อยละ 68 รองลงมาคืออายุ 31- 35ปีร้อยละ 18 การศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับปริญญาตรีร้อยละ 92 รองลงมาอนุปริญญา/ปวส.ร้อยละ 6 อาชีพของผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นพนักงานบริษัทเอกชนร้อยละ 86 รองลงมาธุรกิจส่วนตัวร้อยละ 10 โดยมีรายได้ส่วนใหญ่ 15,000-20,000 บาทต่อเดือนร้อยละ 50 รองลงมา 5,001-10,000 บาทต่อเดือนร้อยละ 16

ตารางที่ 20 ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่างที่ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงเผือกจากแป้งเผือก

	N=100
ลักษณะทางประชากรศาสตร์	ร้อยละ
เพศ	
ชาย	4
หญิง	96
อายุ	
ต่ำกว่า 21 ปี	0
21-25 ปี	10
26-30 ปี	68
31-35 ปี	18
36-40 ปี	0
41-45 ปี	2

ตารางที่ 20 (ต่อ)

	N=100
ลักษณะทางประชากรศาสตร์	ร้อยละ
46-50 ปี	0
มากกว่า 50 ปี	2
การศึกษาปัจจุบัน	
ต่ำกว่ามัธยม	0
มัธยมศึกษา/ปวช.	0
อนุปริญญา/ปวส.	6
ปริญญาตรี	92
สูงกว่าปริญญาตรี	2
อาชีพ	
นักเรียน / นักศึกษา	0
ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	0
พนักงานบริษัทเอกชน	86
ธุรกิจส่วนตัว	10
แม่บ้าน	4
อื่นๆ	0
รายได้ต่อเดือน	
น้อยกว่า 5,000 บาท	0
5,001-10,000 บาท	16
10,001-15,000บาท	14
15,001-20,000บาท	50
20,001-25,000บาท	8
มากกว่า 25,000บาท	12

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคขนมไทยที่มีส่วนประกอบของเปลือกของกลุ่มผู้บริโภคตัวอย่างดังตารางที่ 21 พบว่ากลุ่มผู้บริโภคที่เคยรับประทานขนมไทยที่มีส่วนประกอบของเปลือกส่วนใหญ่ บั้วลอยเปลือก ร้อยละ 40 รองลงมาขนมหม้อแกงเปลือก ร้อยละ 26 และเปลือกเชื่อมและขนมเปลือก ร้อยละ 12 กลุ่มผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบรับประทานขนมไทยที่มีส่วนประกอบของเปลือก ร้อยละ 58 รองลงมาบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ ร้อยละ 32 กลุ่มผู้บริโภคส่วนใหญ่รับประทานขนมไทยที่มีส่วนประกอบของเปลือกแล้วแต่โอกาส ร้อยละ 48 รองลงมาเดือนละครั้ง ร้อยละ 36 กลุ่มผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบทำขนมไทยรับประทานเอง ร้อยละ 46 รองลงมาบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ ร้อยละ 37

ตารางที่ 21 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคขนมไทยที่มีส่วนประกอบของเปลือกของผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่าง

	N=100
ข้อมูลเกี่ยวกับการบริโภคขนมไทยที่มีส่วนประกอบของเปลือก	ร้อยละ
ผู้ที่รับประทานขนมไทยที่มีส่วนประกอบของเปลือก(ชอบมากที่สุด)	
ตะโก้เปลือก	6
เปลือกกวน	6
ข้าวเหนียวปิ้ง	4
ขนมหม้อแกงเปลือก	26
เปลือกเชื่อม	8
บั้วลอยเปลือก	40
เม็ดยก	2
ขนมเปลือก	8
ความชอบรับประทานขนมไทยที่มีส่วนประกอบของเปลือก	
ชอบ	58
บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ	32
ไม่ชอบ	10

ตารางที่ 21 (ต่อ)

	N=100
ข้อมูลเกี่ยวกับการบริโภคขนมไทยที่มีส่วนประกอบของเผือก	ร้อยละ
ความถี่ในการบริโภคขนมไทยที่มีส่วนประกอบของเผือก	
รับประทานทุกวัน	0
3-4 ครั้ง/สัปดาห์	2
1-2 ครั้ง/สัปดาห์	14
เดือนละครั้ง	36
อื่นๆ	48
ความชอบทำขนมไทยรับประทานเอง	
ชอบทำ	42
บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ	37
ไม่ชอบทำ	21

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงเผือกจากแป้งเผือกกับกลุ่มผู้บริโภคตัวอย่างได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 1-9 คะแนน เพื่อประเมินความชอบที่มีต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมพบว่ากลุ่มผู้บริโภคให้คะแนนชอบอยู่ในระดับชอบมากดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 คะแนนความชอบขนมหม้อแกงเผือกจากแป้งเผือก

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ
ลักษณะปรากฏ	7.8 ± 0.85
สี	7.2 ± 0.96
กลิ่น	7.3 ± 0.81
รสชาติ	8.1 ± 0.91
เนื้อสัมผัส	8.5 ± 0.97
ความชอบรวม	8.1 ± 0.84

ข้อมูลเกี่ยวกับการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงเผือกจากแป้งเผือกของกลุ่มผู้บริโภคตัวอย่างดังตารางที่ 23 พบว่ากลุ่มผู้บริโภคให้การยอมรับร้อยละ 90 หากมีผลิตภัณฑ์แป้งเผือกวางจำหน่ายในท้องตลาดกลุ่มผู้บริโภคส่วนใหญ่ซื้อร้อยละ 52 กลุ่มผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่เคยเห็นผลิตภัณฑ์แป้งเผือกวางจำหน่ายที่ใดมาก่อนร้อยละ 98

ตารางที่ 23 ข้อมูลเกี่ยวกับการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงเผือกจากแป้งเผือก

	N=100
ข้อมูลเกี่ยวกับการยอมรับ	ร้อยละ
การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมเผือกจากแป้งเผือก	
ยอมรับ	90
ไม่ยอมรับ	10
หากมีผลิตภัณฑ์แป้งเผือกวางจำหน่ายจะซื้อหรือไม่	
ซื้อ	57
ไม่แน่ใจ	33
ไม่ซื้อ	10
ท่านเคยเห็นผลิตภัณฑ์แป้งเผือกวางจำหน่ายที่ใดก่อนหรือไม่	
เคยเห็น	2
ไม่เคยเห็น	98

4.3 จากการทดสอบการยอมรับผู้บริโภครั่วไปต่อผลิตภัณฑ์ขนมบัวลอยฝักจากแป้งเผือก ที่พัฒนาแล้วมาทดสอบกับผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน โดยใช้สถานที่ทดสอบแบบ Central location test (CLT) ที่ได้จากการสุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบบังเอิญ โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน คือ ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมผู้บริโภคขนมไทย ข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมบัวลอยฝักจากแป้งเผือก

ส่วนที่ 1 การแบ่งกลุ่มผู้บริโภคตามลักษณะทางประชากรศาสตร์ดังตารางที่ 24 พบว่าส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงและเพศชาย ร้อยละ 86 และ 14 ตามลำดับ ส่วนใหญ่มีอายุในช่วง 31-35 ปี ร้อยละ 44 รองลงมาคืออายุ 26-30 ปี ร้อยละ 24 การศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับปริญญาตรี ร้อยละ 90 สูงกว่าปริญญาตรี ร้อยละ 10 อาชีพของผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นพนักงานบริษัทเอกชน ร้อยละ 49 รองลง และข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจมาธุรกิจส่วนตัว ร้อยละ 18 โดยมีรายได้ส่วนใหญ่ 15,001-20,000 บาทต่อเดือน ร้อยละ 44 รองลงมา 20,001-25,000 บาทต่อเดือน ร้อยละ 24

ตารางที่ 24 ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่างที่ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมบัวลอยฝักจากแป้งเผือก

		N=100
ลักษณะทางประชากรศาสตร์		ร้อยละ
เพศ	ชาย	14
	หญิง	86
อายุ	ต่ำกว่า 21 ปี	0
	21-25 ปี	12
	26-30 ปี	24
	31-35 ปี	44
	36-40 ปี	6
	41-45 ปี	14

ตารางที่ 24 (ต่อ)

	N=100
ลักษณะทางประชากรศาสตร์	ร้อยละ
46-50 ปี	0
มากกว่า 50 ปี	0
การศึกษาปัจจุบัน	
ต่ำกว่ามัธยม	0
มัธยมศึกษา/ปวช.	0
อนุปริญญา/ปวส.	0
ปริญญาตรี	90
สูงกว่าปริญญาตรี	10
อาชีพ	
นักเรียน / นักศึกษา	10
ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	18
พนักงานบริษัทเอกชน	49
ธุรกิจส่วนตัว	18
แม่บ้าน	5
อื่นๆ	0
รายได้ต่อเดือน	
น้อยกว่า 5,000 บาท	0
5,001-10,000 บาท	6
10,001-15,000บาท	12
15,001-20,000บาท	44
20,001-25,000บาท	24
มากกว่า 25,000บาท	14

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคขนมไทยที่มีส่วนประกอบของเปลือกของกลุ่มผู้บริโภคตัวอย่างดังตารางที่ 25 พบว่ากลุ่มผู้บริโภคที่เคยรับประทานขนมไทยที่มีส่วนประกอบของเปลือกส่วนใหญ่ บัวลอยเปลือกร้อยละ 36 รองลงมาขนมหม้อแกงเปลือกร้อยละ 16 และขนมเปลือกร้อยละ 15 กลุ่มผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบรับประทานขนมไทยที่มีส่วนประกอบของเปลือกร้อยละ 70 รองลงมาบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบร้อยละ 20 กลุ่มผู้บริโภคส่วนใหญ่รับประทานขนมไทยที่มีส่วนประกอบของเปลือกแล้วแต่โอกาสร้อยละ 45 รองลงมาเดือนละครึ่งร้อยละ 44 กลุ่มผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบทำขนมไทยรับประทานเองร้อยละ 50 รองลงมาบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบร้อยละ 30

ตารางที่ 25 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคขนมไทยที่มีส่วนประกอบของเปลือกของผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่าง

	N=100
ข้อมูลเกี่ยวกับการบริโภคขนมไทยที่มีส่วนประกอบของเปลือก	ร้อยละ
ผู้ที่รับประทานขนมไทยที่มีส่วนประกอบของเปลือก(ชอบมากที่สุด)	
ตะโก้เปลือก	5
เปลือกกวน	6
ข้าวเหนียวปิ้ง	6
ขนมหม้อแกงเปลือก	16
เปลือกเชื่อม	10
บัวลอยเปลือก	40
เม็ดขนุน	2
ขนมเปลือก	15
ความชอบรับประทานขนมไทยที่มีส่วนประกอบของเปลือก	
ชอบ	70
บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ	20
ไม่ชอบ	10

ตารางที่ 25 (ต่อ)

	N=100
ข้อมูลเกี่ยวกับการบริโภคขนมไทยที่มีส่วนประกอบของเผือก	ร้อยละ
ความถี่ในการบริโภคขนมไทยที่มีส่วนประกอบของเผือก	
รับประทานทุกวัน	0
3-4 ครั้ง/สัปดาห์	6
1-2 ครั้ง/สัปดาห์	5
เดือนละครั้ง	44
อื่นๆ	45
ความชอบทำขนมไทยรับประทานเอง	
ชอบทำ	50
บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ	30
ไม่ชอบทำ	20

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมบัวลอยเผือกจากแป้งเผือกกับกลุ่มผู้บริโภคตัวอย่างได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 1-9 คะแนน เพื่อประเมินความชอบที่มีต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมพบว่ากลุ่มผู้บริโภคให้คะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลางดังตารางที่ 26

ตารางที่ 26 คะแนนความชอบขนมบัวลอยเผือกจากแป้งเผือก

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ
ลักษณะปรากฏ	7.8 ± 0.87
สี	7.4 ± 0.85
กลิ่น	7.2 ± 0.95
รสชาติ	7.6 ± 0.97
เนื้อสัมผัส	8.2 ± 0.89
ความชอบรวม	7.9 ± 0.88

ข้อมูลเกี่ยวกับการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงเผือกจากแป้งเผือกของกลุ่มผู้บริโภคตัวอย่างดังตารางที่ 27 พบว่ากลุ่มผู้บริโภคให้การยอมรับร้อยละ 86 หากมีผลิตภัณฑ์แป้งเผือกวางจำหน่ายในท้องตลาดกลุ่มผู้บริโภคส่วนใหญ่ซื้อร้อยละ 54 กลุ่มผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่เคยเห็นผลิตภัณฑ์แป้งเผือกวางจำหน่ายที่ใดมาก่อนร้อยละ 97

ตารางที่ 27 ข้อมูลเกี่ยวกับการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมบัวลอยเผือกจากแป้งเผือก

N=100	
ข้อมูลเกี่ยวกับการยอมรับ	ร้อยละ
การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมเผือกจากแป้งเผือก	
ยอมรับ	86
ไม่ยอมรับ	14
หากมีผลิตภัณฑ์แป้งเผือกวางจำหน่ายจะซื้อหรือไม่	
ซื้อ	54
ไม่แน่ใจ	26
ไม่ซื้อ	20
ท่านเคยเห็นผลิตภัณฑ์แป้งเผือกวางจำหน่ายที่ใดก่อนหรือไม่	
เคยเห็น	3
ไม่เคยเห็น	97

5. ศึกษาอายุการเก็บรักษาของแป้งเผือก

จากการเตรียมแป้งเผือกสำหรับขนมไทยและทำการเก็บรักษาแป้งเผือกในถุงพลาสติก โพลีโพรพิลีนและทำการเก็บแป้งที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) ทำการสุ่มตัวอย่างแป้งเผือก ตรวจสอบคุณภาพทุก 2 สัปดาห์ โดยเริ่มที่สัปดาห์ที่ 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์

5.1 คุณภาพทางกายภาพ

ค่า water activity ของแป้งเผือกที่เก็บรักษาอุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ค่า water activity ของสัปดาห์ที่ 4 จะมีความแตกต่างจาก สัปดาห์ที่ 0 ดังตารางที่ 26 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่า water activity จะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บของแป้งเผือกที่บรรจุในถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีน เนื่องจากภาชนะบรรจุไม่สามารถป้องกันการถ่ายเทความชื้นได้ ทำให้มีการถ่ายเทความชื้นเข้าไปในแป้งได้ ซึ่งคุณสมบัติของบรรจุภัณฑ์ดังกล่าวไม่ค่อยเหมาะสมในการเก็บรักษาแป้งเผือก ซึ่งทำให้อายุการเก็บรักษาสั้น (ปุ่นและสมพร, 2540)

ค่า L^* ของแป้งเผือกที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ซึ่ง L^* เป็นค่าความสว่างจากสีขาวที่มีค่าเท่ากับ 100 เป็นสีดำที่มีค่าเท่ากับ 0 ถ้าค่าสีของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษา มีการเปลี่ยนแปลง คือ L^* ลดลงแสดงว่าสีของผลิตภัณฑ์ที่มีค่าเพิ่มขึ้น สำหรับค่า L^* ของแป้งเผือกก่อนการเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 90.55 ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาแป้งเผือกที่อุณหภูมิห้อง ค่า L^* มีแนวโน้มลดลง เนื่องจากแป้งที่เก็บรักษา ยังคงมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี จากส่วนประกอบในแป้งเผือกทำให้สีของแป้งเผือกเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา ดังตารางที่ 26

ค่า a^* ของแป้งเผือกที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าค่า a^* เริ่มแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ในสัปดาห์ที่ 4 เมื่อเปรียบเทียบกับวันที่ 0 แต่ในสัปดาห์ที่ 8 พบว่า a^* มีค่าลดลง ในขณะที่ b^* มีค่าเพิ่มขึ้น แสดงว่า แป้งเผือกเริ่มมีสีที่เข้มขึ้น และค่าความสว่างลดลง

ค่า b^* ของแป้งเผือกที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์โดยค่า b^* เป็นค่าที่แสดงความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน ถ้าค่า b^* เป็นบวกแสดงค่าสีเหลืองและค่า b^* เป็นลบแสดงค่าสีน้ำเงิน จากการการวัดค่าสี b^* ของแป้งเผือก พบว่าแป้งเผือกที่มีอายุ 8 สัปดาห์มีค่า b^* แตกต่างจากสัปดาห์ที่ 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดโดยเมื่อเวลาการเก็บรักษาผ่านไป แสดงว่าค่าความลดลงแถบสีเหลืองเข้มของแป้งเผือกมีแนวโน้ม ดังตารางที่ 28

ตารางที่ 28 คุณภาพทางกายภาพของแป้งเผือกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ค่า water activity	ค่าสี		
		L*	a*	b*
0	0.41a	90.55a	0.85a	5.82a
2	0.59a	88.94a	0.71a	5.40a
4	0.62b	88.47a	1.64b	5.51a
6	0.63b	87.93a	1.73b	4.65a
8	0.67b	87.78a	0.80a	6.01b

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีตัวอักษรต่างกัน ในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ. 05

5.2 คุณภาพทางเคมี

จากการประเมินคุณภาพทางเคมี เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของแป้งเผือกความหืน (TBA)พบว่า ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาแป้งเผือก 8 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิห้อง TBA ซึ่งเป็นการประเมินค่าออกซิเดชันของไขมันหรือน้ำมันที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบ พบว่า ค่า TBA อยู่ในช่วง 0.01-2.98 มิลลิกรัมของมาโลนัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมของผลิตภัณฑ์ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ซึ่งค่า TBA มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามค่า TBA ทุกระยะที่เก็บยังมีค่าอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้คือ ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมของมาโลนัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม ดังตารางที่ 29

ตารางที่ 29 คุณภาพทางเคมีของแป้งเผือกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ค่ากรดไทโอบาบิฟูริก มิลลิกรัมของมาโลนัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม/ตัวอย่าง
0	0.01a
2	0.03a
4	1.63b
6	1.83b
8	2.98c

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ. 05

5.3 คุณภาพทางจุลชีววิทยา

จากการประเมินคุณภาพทางจุลชีววิทยา พบว่า ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาแป้งเผือก 8 สัปดาห์ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นดังตารางที่ 30 จำนวนจุลินทรีย์ที่ตรวจพบยังมีปริมาณไม่เกินระดับมาตรฐานกำหนดไว้ซึ่งอยู่ในช่วงที่ปลอดภัยต่อการบริโภค ส่วนปริมาณยีสต์และรา ไม่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการบริโภคเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ดังนั้นแป้งเผือกนี้สามารถเก็บได้ไม่น้อยกว่า 8 สัปดาห์ โดยที่ยังไม่เกิดการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ สามารถนำไปผลิตขนมไทยได้โดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค

ตารางที่ 30 คุณภาพทางจุลชีววิทยาของแป้งเผือกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	ปริมาณยีสต์และรา (CFU/g)
0	0.06×10^4 a	<10
2	0.17×10^4 a	<10
4	0.37×10^4 a	<10
6	6.6×10^4 b	<10
8	7.0×10^4 b	<10

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ. 05

5.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic scale) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 8 สัปดาห์ โดยทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม นำไปประเมินผลทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 10 คน พบว่า โดยค่าคะแนนในทุกๆคุณลักษณะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ดังตารางที่ 25 และการยอมรับมีแนวโน้มลดลงเมื่อมีระยะเวลาการเก็บรักษามาก โดยเมื่อเก็บเป็นเวลา 8 สัปดาห์ผู้ทดสอบยอมรับผลิตภัณฑ์ในระดับที่ยอมรับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลางในทุกลักษณะได้ดังตารางที่ 31

ตารางที่ 31 คะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะต่างๆ ของขนมเหือกที่ทำจากแป้งเหือกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	คะแนนคุณลักษณะเฉลี่ย					
	ความชอบโดยรวม	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส
0	8.1±1.25a	8.2±0.95a	8.0±0.92a	7.7±1.26a	7.4±0.82a	7.6±0.98a
2	7.8±1.20a	7.9±1.00a	7.9±1.25a	7.4±1.22a	7.2±0.73a	7.5±0.94a
4	7.4±0.97a	7.8±0.97a	7.8±1.12a	7.1±1.23a	7.0±0.77a	7.4±0.95a
6	7.1±0.85ab	7.8±0.89a	7.6±1.07a	6.9±0.91a	6.91±0.01a	7.2±0.81a
8	6.8±0.82b	7.6a±0.90a	7.6±0.90a	6.8±0.95a	6.8±0.88a	7.1±0.89a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ. 05

ตารางที่ 32 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับขนมเหือกจากแป้งเหือกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	คะแนนเฉลี่ยการยอมรับ
0	7.9 ± 1.25a
2	7.6 ± 0.99a
4	7.3 ± 0.85ab
6	7.1 ± 0.89ab
8	7.0 ± 0.93b

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ. 05

การเปลี่ยนแปลงลักษณะของแป้งที่สำคัญในการเก็บรักษา คือ แป้งมีการใช้ออกซิเจน และการคายน้ำ เกิดปฏิกิริยาชีวเคมีออกซิเดชันด้วยตัวเอง (auto-oxidation) และการเกิดออกซิเดชันของกรดไขมันสลายตัวให้สารแอลดีไฮด์อิสระ ซึ่งสารเหล่านี้เกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องไปจนได้สารที่มีกลิ่นหืน ทำให้แป้งมีกลิ่นหืน (Pyle, 1973) ส่งผลถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้เปลี่ยนไปจนอาจไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้น จึงควรควบคุมการเก็บรักษาแป้งให้เหมาะสม

6. ต้นทุนการผลิตแป้งเผือก

การคำนวณต้นทุนแป้งเผือก จากการทดลองการผลิตแป้งเผือก 1,000 กรัม ใช้เผือกสด 3,500 กรัม ราคาเผือกสดเท่ากับ 17 บาท ต่อ กิโลกรัม (ราคาขายตลาดสดนนทบุรี) ดังนั้นต้นทุนการผลิตแป้งเผือก เท่ากับ 60 บาท ต่อ กิโลกรัม

สรุป

ในการใช้แป้งเผือกสำหรับขนมไทย เริ่มจากการเตรียมแป้งเผือก ศึกษาคุณภาพทางกาย และทางเคมีของแป้งเผือก การผลิตขนมไทยจากแป้งเผือก การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ศึกษาอายุการเก็บ และศึกษาราคาดัชนีทุนของแป้งเผือก สรุปผลได้ดังนี้

1. การทำแป้งเผือกจากเผือกสด ได้ผลดังนี้ มีปริมาณของเนื้อเผือกสด ร้อยละ 87.5 เปลือก ร้อยละ 12.5 ปริมาณแป้งคิดเป็นร้อยละ 30 ของน้ำหนักเผือกสด

2. คุณภาพทางกายภาพของแป้งเผือกจาก การวัดค่าสี ผลปรากฏว่า แป้งเผือก มีค่าสี $L^* a^* b^*$ เท่ากับ 90.55 , 0.85 และ 5.82 ตามลำดับ ค่า a_w เท่ากับ 0.568 แป้งเผือกมี Pasting temperature ที่ 85.58 ± 0.46 °C ค่า Peak viscosity ของแป้งเผือกเท่ากับ 140.2 ± 3.1 RVU และค่า Breakdown ของแป้งเผือกเท่ากับ 40.9 ± 0.8 RVU

3. ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีของเผือกสด และแป้งเผือก พบว่า เผือกสด มีปริมาณ ความชื้นร้อยละ 70 โปรตีนร้อยละ 2.1 ไขมันร้อยละ 0.1 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 2.0 เถ้าร้อยละ 0.98 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 24.82 ส่วนแป้งเผือกมี ปริมาณความชื้น ร้อยละ 4.2 โปรตีนร้อยละ 8.2 ไขมันร้อยละ 0.5 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 8.1 เถ้าร้อยละ 3.98 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 75.07 และปริมาณ แอมิโลสร้อยละ 16.47

4. ศึกษาอัตราส่วนของน้ำที่เหมาะสมต่อแป้งเผือก ในการทำขนมเผือกจากแป้งเผือก พบว่า อัตราส่วนของน้ำ : แป้งเผือก เท่ากับ 70 : 30 ได้คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสสูงสุดในทุกๆด้าน เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐาน ปรากฏว่า คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของขนมเผือกสดมีค่าคะแนนสูงกว่า ขนมเผือกที่ทำจากแป้งเผือกเพียงเล็กน้อย แต่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ($p > 0.05$) การใช้แป้งเผือกในขนมหม้อแกงเผือก ปรากฏว่า อัตราส่วนของน้ำ : แป้งเผือกที่เหมาะสม เท่ากับ 50 : 30 และ การใช้แป้งเผือกในขนมบัวลอยเผือก ปรากฏว่า อัตราส่วนของน้ำ : แป้งเผือกที่เหมาะสม เท่ากับ 20 : 30

5. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคของขนมไทยที่ทำจากแป้งเผือกทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ขนมเผือก ขนมหม้อแกงเผือก ขนมบัวลอยเผือก ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบขนมเผือกอยู่ในเกณฑ์ ชอบปานกลาง ขนมหม้อแกงเผือก ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบขนมเผือกอยู่ในเกณฑ์ ชอบมาก และขนมบัวลอยเผือก ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบอยู่ในเกณฑ์ ชอบปานกลาง

6. การศึกษาอายุการเก็บรักษาของแป้งเผือกที่ บรรจุในถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีน ที่ อุณหภูมิห้อง ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของแป้งเผือก และทางประสาทสัมผัสของขนมเผือกที่ทำจากแป้งเผือกที่มีอายุการเก็บ 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์ พบว่าค่า a_w เพิ่มขึ้นเป็น 0.67 ในสัปดาห์ที่ 8 ต่างจากสัปดาห์ที่ 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ค่า L^* และ a^* ไม่แตกต่างจากสัปดาห์ที่ 0 ในขณะที่ b^* ในสัปดาห์ที่ 8 ต่างจากสัปดาห์ที่ 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า แป้งเผือกที่นำมาผลิตเป็นขนมเผือกยัง อยู่ในเกณฑ์ยอมรับปานกลาง

7. ราคาต้นทุนการผลิตของแป้งเผือก 1,000 กรัม ใช้ต้นทุน 60 บาท

ข้อเสนอแนะ

1. ในงานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในการส่งเสริมการใช้ประโยชน์แป้งเผือก ในการทำขนมไทย แป้งเผือกอาจนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทอื่นได้อีกมากมาย เช่นในผลิตภัณฑ์ประเภทขนมอบ ซึ่งจะต้องมีการศึกษาต่อไปเพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์แป้งเผือกได้มากขึ้น
2. ควรศึกษาการแปรรูปและคุณภาพของแป้งเผือกที่ผลิตจากเผือกพันธุ์อื่นที่มีราคาต่ำเพื่อเพิ่มมูลค่าให้วัตถุดิบทางการเกษตร
3. ควรจะมีการศึกษาอายุการเก็บของแป้งเผือกในบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่น เนื่องจากถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีนมีผลให้ a_w และค่ากรดไทโอบาบิฟูริกเพิ่มขึ้น และควรศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานกว่า 8 สัปดาห์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมวิทยาศาสตร์บริการ. 2537. การผลิตอาหารว่างจากเผือก. รายงานวิชาการ, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน. 49: 156 – 163.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2541. คำแนะนำเรื่องการปลูกเผือก. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด , กรุงเทพฯ.
- กรมส่งเสริมการเกษตร . 2546 .สถิติการปลูกตามชนิดพืช 2544/2545 เผือกทั้งประเทศ. แบบรายงาน รอ.21: 16-33
- กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2542. เอกสารคำสอน เทคโนโลยีของแป้ง. ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ , คณะอุตสาหกรรมเกษตร , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพฯ .
- เจียมทอง นิมจินดา. 2538. ทฤษฎีอาหาร. หน่วยศึกษานิเทศน์ , กรมฝึกหัดครู. กรุงเทพฯ .
- งามชื่น คงเสรี. 2529. คุณภาพทางเคมีของข้าว. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ , กรุงเทพฯ .
- จรรยา สุบรรณ. 2530. อาหารและขนมไทย . วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ . กรุงเทพฯ .
- จรรยา นพัสวานิช. 2536. ขนมไทย. สายธารคอมพิวเตอร์, นราธิวาส.
- จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2539 .เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น . ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร , คณะอุตสาหกรรมเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพฯ .
- ณรงค์ นิยมวิทย์. 2538. ธัญชาติและพืชหัว . เอกสารประกอบการสอนวิชาธัญชาติ และพืชหัว . มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพฯ .

ณรงค์ นิยมวิทย์ และ อัญชนีย์ อุทัยพัฒนาชีพ . 2528 . วิทยาศาสตร์การประกอบอาหาร .

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ . กรุงเทพฯ ฯ .

ดวงฤทัย ชำรงโชติ. 2542. อาหารจากเปลือก , แนวทางการสอน , แม่บ้าน. สำนักพิมพ์แม่บ้าน จำกัด,
กรุงเทพฯ

ประสงค์ พุงแก้ว. 2531. การใช้สารอิมัลซิไฟเออร์และกัมในการรักษาความคงตัวของน้ำกะทิบรรจุ
กระป๋อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท . มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพฯ ฯ .

ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ. 2540. บรรจุภัณฑ์. แพคเมทส์ , กรุงเทพฯ

เพียว และสายสวาท. 2541. เทคโนโลยีสำหรับชาวบ้าน เล่มที่ 7 , สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยีแห่งประเทศไทย , กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม . กรุงเทพฯ ฯ .

เพ็ญขวัญ ชมปริดา. 2536. การประเมินคุณค่าทางประสาทสัมผัส. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะ
อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพฯ ฯ .

ภานุมาศ รุ่งเรืองอารี. 2541. ผลของแป้งข้าวเจ้าพรีเจลาติไนซ์และการเสริมโปรตีนต่อคุณภาพของ
ขนมปังจากแป้งข้าวเจ้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท . มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพฯ ฯ .

มณเฑียร สุกัลกษณ์. 2541. ตำนานขนมไทย. บริษัท เอส.ที . พี. เวิลด์ มีเดีย จำกัด , จตุจักร ,
กรุงเทพฯ ฯ .

รุ่งนภา วิสิฐอุตรการ. 2540. เอกสารคำสอน การประเมินอายุการเก็บของอาหาร. ภาควิชาพัฒนา
ผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพฯ ฯ .

วันชัย อิงปัญจลาภ. 2537. เรื่อง ประเภทของขนมไทยในขนมไทย. ไทยวัฒนาพานิชย์,
กรุงเทพฯ ฯ .

- วันดี ณ สงขลา. 2542. **อาหารเพื่ออาชีพ**. เทพรัตน์การพิมพ์, กรุงเทพฯ
- วิไล รังสาดทอง. 2546. **เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 3 . สำนักพิมพ์ เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น , กรุงเทพฯ.
- ศิริลักษณ์ สิ้นชวลัย. 2525. **ทฤษฎีอาหาร**. สงวนกิจการพิมพ์ , กรุงเทพฯ .
- ศิริลักษณ์ สิ้นชวลัย. 2522. **แป้งในอาหารตอนขนมไทย ในทฤษฎีอาหาร เล่ม 3 : หลักการ ถนอมอาหาร**. บริษัทารวุฒิจการพิมพ์จำกัด . กรุงเทพฯ .
- ศิริวรรณ เสรีรัตน์ . ปริญ ลักษิตานนท์ , สุกร เสรีรัตน์ และองอาจ ปทะวานิช. 2538. **การบริหารตลาดยุคใหม่ ฉบับปรับปรุง**. ภาควิชาบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรจน์ ประสานมิตร, กรุงเทพฯ .
- สุภรณ์ พจนมณี. 2540. **เอกสารประกอบการสอน วิชา อาหารว่าง**. วิทยาเขตพระนครใต้. กรุงเทพฯ .
- สุรพล อุปติสสกุล. 2536. **สถิติการวางแผนการตลาดเบื้องต้น** . มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพฯ .
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร. 2528. **มาตรฐานอุตสาหกรรมกะทิผง**. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรม , กรุงเทพฯ .
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร. 2529ก. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแป้งข้าวเจ้า**. มอก. 637-2529.
- อบเชย อิมสบาย. 2542. **ขนมไทย**. สำนักพิมพ์แสงแดด , บางกะปิ , กรุงเทพฯ .
- อรวรรณ เกษสุขเจริญ. 2529. **คุณสมบัติบางประการในการนำไปใช้ประโยชน์ของแป้งต่างๆ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2541. **เคมีทางัญญาหาร**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะ
อุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

American Society for Test and Material. 1986. **ASTM Manual on Consumer Sensory
Evaluation**. ASTM Special Technical Publical 682. Philadelphia. 53 p.

AOAC. 2000. Official Method of Analysis. 17th ed. **The Association of Official Analytical
Chemists** , Virginia.

Halick , J. V . Kelly.1959. **Galatinization and pasting characteristics of rice varieties as
related to cooked behavior**. Cereal Chem. 36 : 91 –97

Juliano, B.O. 1971. **A simplified assay for mill-rice amylose**. Cereal Sci. Today 16:334-338.

Kongseree , N . and B.O. Juliano.1972. **Physicochemical properties of rice grain and starch
from line differing in amylose content and gelatinization temperature** . J.Agr . Food
Chem . 20 (3) : 713 – 718

Meyer , L.H. 1960. Food Chemistry. **ReinHold Publishing Corportion** , New York . 385 p.

Onwueme , I.C. 1978. **The Tropical Crops ; Yam , Cassava , Sweet Potato , Cocoyams**.
John Wiley and Sons, Chiohester.

Pai , J.S. 1978. **Effect of heat treatment on the volatile composition of coconut oil** . J . Amer.
Oil . Chemist ' s Soc 56 : 69 - 73

Pomeranz , Y. 1911. **Function Properties of Food Component**. **Academic Press** , San Diego.
569 p.

Pylar. E..J. (Editor). 1973. **Baking Science and technology In Two Volumes**. Vol 1 and 2
Siebel Publishing Company. Chicago, Illinois.

Seow , C.C. and C.N. Gwee. 1977. **Coconut Milk : Chemistry and Technology** . International Journal of Food science and Technology

Sing , R. P. 1994. **Scientific Principles of Shelf Life Evaluation** , p. 3- 26 . In C . M. D . Man and A. A. Jones (ed .) Shelf Life Evaluation of Food . Blackie Academic and Professional , London .

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพ จุลินทรีย์

วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและทางจุลินทรีย์

1. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC., 2000)

ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัมให้ได้น้ำหนักแน่นอนลงในภาชนะอลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 4 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในเดสิคเคเตอร์แล้วชั่งน้ำหนักให้แน่นอน ทำการอบซ้ำจนกระทั่ง 30 นาที และชั่งน้ำหนักจนกว่าจะได้น้ำหนักคงที่ คำนวณปริมาณความชื้น

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} * 100$$

2. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC., 2000)

ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการอบแห้งจนทราบน้ำหนักคงที่ประมาณ 3-5 กรัม โดยใช้กระดาษกรองที่ทราบน้ำหนักกรองรับ ห่อตัวอย่างให้มิดชิดด้วยกระดาษกรองแล้วใส่ลงใน extraction thimble คลุมด้วยสำลีที่ปราศจากไขมันในช่อง thimble เพื่อให้การกระจายของสารทำละลายสม่ำเสมอ นำ extraction thimble ใส่ในช่องกลั่นของเครื่อง Soxhlet ใส่ปิโตรเลียมอีเทอร์ลงในขวดกลั่นที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนประกอบเครื่องเข้าด้วยกัน ให้ความร้อนสกัดไขมันจากตัวอย่างนาน 3-4 ชั่วโมง เมื่อสกัดได้ตามเวลาที่กำหนดนำ thimble ไปอบแห้งในตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ชั่งน้ำหนัก ทำการอบซ้ำจนกระทั่ง 30 นาที และชั่งจนได้น้ำหนักคงที่ หลังจากทำให้เย็นในเดสิคเคเตอร์ คำนวณหาปริมาณไขมันที่สกัดได้คิดเป็นร้อยละ

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักที่หายไปของ thimble}}{\text{น้ำหนักสารตัวอย่างเริ่มต้น}} * 100$$

3. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (AOAC., 2000)

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 0.2 – 0.7 กรัมให้ได้น้ำหนักแน่นอน ใส่ลงในขวด Kjeldahl 500 มิลลิลิตร เติมโพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) 10 กรัม และคอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) 0.5 กรัม แล้วเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร นำไปย่อยจนได้สารละลายใส แล้วย่อยต่อไปอีก 30 นาที ทิ้งให้เย็น เติมน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตรลงในตัวอย่างที่ นำไปกลั่นโดยเติมสารละลายค่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 50 ลงไป 70 มิลลิลิตร รองรับสิ่งที่กลั่นด้วยสารละลายกรดบอริก เข้มข้นร้อยละ 4 ปริมาณ 50 มิลลิลิตร ซึ่งได้เติมเมทิลเรดโบรโมครีซอลกรีนอินดิเคเตอร์ลงไป 5-7 หยด จนกระทั่งขวดรองรับมีสารละลายประมาณ 150-200 มิลลิลิตร นำไปไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก เข้มข้น 0.1 นอร์มัล ทำเบลนค์ เช่นเดียวกับตัวอย่าง คำนวณหาปริมาณโปรตีนตามสูตร

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)} = \frac{(A-B)(N)(1.4)(6.25)}{W}$$

A = ปริมาตร (มิลลิลิตร) ของกรดซัลฟูริกที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง

B = ปริมาตร (มิลลิลิตร) ของกรดซัลฟูริกที่ใช้ไตเตรทกับเบลนค์

N = จำนวนนอร์มัลของกรดซัลฟูริก

W = น้ำหนักตัวอย่างเป็นกรัม

4. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (AOAC., 2000)

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างให้มีน้ำหนักแน่นอนประมาณ 5-10 กรัม ใสในครุชีเบิล (crucible) แล้วนำไปเผาให้หมดควันก่อน จึงนำเข้าเตาเผาที่อุณหภูมิประมาณ 525 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้เถ้าสีขาว นำออกจากเตาเผาใส่ในเคสิคเคเตอร์ ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง และชั่งน้ำหนักเผาตัวอย่างซ้ำนานครั้งละ 30 นาที จะกระทั่งชั่งน้ำหนักคงที่ คำนวณปริมาณเถ้าเป็นร้อยละ

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{(W_2 - W) * 100}{W_1 - W}$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } W &= \text{น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบ เป็นกรัม} \\ W_1 &= \text{น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบและตัวอย่างก่อนเผา เป็นกรัม} \\ W_2 &= \text{น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบและตัวอย่างหลังเผา เป็นกรัม} \end{aligned}$$

5. การวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใย (AOAC., 2000)

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่ผ่านการอบแห้งและสกัดไขมันออกแล้วประมาณ 2 กรัมใส่ลงในบีกเกอร์ เติมสารละลายกรดซัลฟูริก 200 มิลลิลิตร ต้มเดือดเพื่อย่อยตัวอย่างเป็นเวลา 30 นาที ต่อจากนั้นเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 200 มิลลิลิตร ต้มเดือดเป็นเวลา 30 นาที กรองสารละลายผ่านกระดาษกรอง ล้างกากด้วยน้ำร้อนจนหมดฤทธิ์ต่าง แล้วล้างด้วยเอธานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่ หลังจากทิ้งให้เย็นในเดสิคเคเตอร์แล้วชั่งน้ำหนัก (นำกากไปเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในเดสิคเคเตอร์แล้วชั่งน้ำหนัก) คำนวณหาปริมาณเยื่อใย

$$\text{ปริมาณเยื่อใย (ร้อยละ)} = \frac{(W_1 - W_2) * 100}{W}$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } W &= \text{น้ำหนักของตัวอย่าง เป็นกรัม} \\ W_1 &= \text{น้ำหนักของตัวอย่างหลังอบ เป็นกรัม} \\ W_2 &= \text{น้ำหนักของตัวอย่างหลังเผา เป็นกรัม} \end{aligned}$$

6. การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (AOAC., 2000)

ใช้วิธีการคำนวณโดยนำองค์ประกอบอื่นๆ ได้แก่ ความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า และเยื่อใยมารวมกันในรูปร้อยละ แล้วหักลบออกจาก 100 จะได้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตเป็นร้อยละ

7. การวิเคราะห์ค่า TBA (Thiobarbituric Acid Numbe)

1. สารเคมีที่ใช้และวิธีการเตรียม

1.1 ไทโอบาบิทุริก แอซิด รีเอเจนท์ (TBA Reagent)

เตรียมโดยการละลายกรดไทโอบาบิทุริก 2.883 กรัม ในสารละลายกรดอะซิติกเข้มข้นร้อยละ 90 แล้ว ปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร ด้วยกรดอะซิติกเข้มข้นร้อยละ 90

1.2 กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 โมลาร์

2. วิธีการ

2.1 ชั่งตัวอย่างมา 10 กรัม ปั่นกับน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร นาน 2 นาที แล้วเทใส่ขวดสำหรับกลั่น ล้างเครื่องปั่นด้วยน้ำกลั่นจำนวน 47.50 มิลลิลิตร

2.2 เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 4 โมลาร์ จำนวน 2.5 มิลลิลิตร เพื่อปรับให้มี pH ต่ำถึง 1.5 เติมแอนิโฟม (anti-form) และลูกแก้ว (glass beads)

2.3 นำไปต้มโดยใช้ electric mentie กลั่นจนได้ของเหลว 50 มิลลิลิตร ภายใน 10 นาที หลังจากสารละลายในขวดสำหรับกลั่นเดือด

2.4 ปิเปตของเหลวที่กลั่นได้มา 5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดที่มีฝาปิด

8. การวิเคราะห์ปริมาณแอมิ โลส (Juliano, 1971)

กราฟมาตรฐาน

นำไปเต้ได้อะมิโลส 40 มิลลิกรัม เติมเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และ 1 N โซเดียมไฮดรอกไซด์ 9 มิลลิลิตร ให้ความร้อนในอ่างน้ำเดือดเป็นเวลา ประมาณ 5 – 10 นาที ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น ปิเปตสารละลายที่ได้ 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิลิตร เติม 1 N กรดอะซิติก (ปริมาตร 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1 มิลลิลิตร ตามลำดับ) และสารละลายไอโอดีน (เตรียมจากไอโอดีน 0.2 กรัม และโพแทสเซียมไอโอไดด์ 2.0 กรัม ในสารละลาย 100 มิลลิลิตร) ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น ตั้งทิ้งไว้ 20 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 620 นาโนเมตร นำมาเขียนกราฟมาตรฐานระหว่างค่าการดูดกลืนแสง และปริมาณอะมิโลส

การวิเคราะห์ปริมาณอะมิโลสในแป้งข้าว

นำตัวอย่างแป้งข้าวที่ผ่านการร่อนตะแกรงขนาด 100 เมช ปริมาณ 100 มิลลิกรัม มาเติม เอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และ 1 N โซเดียมไฮดรอกไซด์ 9 มิลลิลิตร ให้ความร้อนในอ่างน้ำเดือดเป็นเวลาประมาณ 10 นาที เพื่อให้แป้งเกิดความพองตัว ทำ ให้เย็นปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น ปิเปตสารละลายที่ได้ 5 มิลลิลิตร เติม 1 N กรดอะซิติก 1 มิลลิลิตร และสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น ตั้งทิ้งไว้ 20 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 620 นาโนเมตร นำมาวัดค่าการ ดูดกลืนแสงที่ 620 นาโนเมตร ปริมาณอะมิโลสคำนวณจากกราฟมาตรฐาน

9. การตรวจสอบทางจุลินทรีย์ (AOAC., 2000)

1) การเตรียมตัวอย่างอาหาร

ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม เติมสารละลายเปปโตนร้อยละ 0.1 จำนวน 225 มิลลิลิตร นำเข้าเครื่องตีผสมอาหารนาน 1 นาที จะได้ความเจือจางของอาหารเป็น 1: 10 แล้วทำตัวอย่างให้ เจือจางระดับที่ต้องการในสารละลายเปปโตนร้อยละ 0.1 ในหลอดแก้ว

2) การเตรียมตัวอย่างอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA)

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA จำนวน 23.5 กรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 1 ลิตร ละลายด้วยการตุ๋นจนอาหารเลี้ยงเชื้อใส แล้วนำไปผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

3) การเตรียมตัวอย่างอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA)

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA จำนวน 39 กรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 1 ลิตร ละลายด้วยการตุ๋นจนอาหารเลี้ยงเชื้อใส แล้วนำไปผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

4) การหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

ใช้ปิเปตมาเชื้อแล้วดูดสารละลายตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเลี้ยงเชื้อที่อบมาเชื้อแล้ว โดยทำความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA ที่หลอมละลาย และยังอุ่นอยู่ประมาณ 15 มิลลิลิตร ลงในจานเลี้ยงเชื้อ เขย่าจานให้สารละลายกระจายตัว ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจนแห้งตัว นำไปบ่มที่ตู้เพาะเชื้อในลักษณะคว่ำจาน ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นับจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดโดยเลือกจานที่มีจำนวนโคโลนี 30–300 โคโลนี

5) การหาจำนวนยีสต์และรา

ใช้ปิเปตมาเชื้อแล้วดูดสารละลายตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเลี้ยงเชื้อที่อบมาเชื้อแล้ว โดยทำความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่หลอมละลาย และยังอุ่นอยู่ประมาณ 15 มิลลิลิตร ลงในจานเลี้ยงเชื้อ เขย่าจานให้สารละลายกระจายตัว ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจนแห้งตัว นำไปบ่มที่ตู้เพาะเชื้อในลักษณะหงายจาน ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมงนับจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดโดยเลือกจานที่มีจำนวนโคโลนี 30–300 โคโลนี

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และ แบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภค

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี **Hedonic Scaling** ด้วยการให้คะแนนความชอบ

และการยอมรับของผลิตภัณฑ์ขนมไทยจากแป้งเผือกในการทดสอบอายุการเก็บรักษา

คำแนะนำ กรุณาชิมผลิตภัณฑ์ขนมไทยจากแป้งเผือก ให้คะแนนความชอบ 1-9 คะแนน ให้ตรงกับ
กับความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์

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

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ
ลักษณะปรากฏ
สี
กลิ่น
รสชาติ
เนื้อสัมผัส
ความชอบรวม

คำแนะนำ กรุณาชิมผลิตภัณฑ์ขนมไทยจากแป้งเผือก ใส่เครื่องหมาย ให้ตรงกับกรยอมรับที่มี
ต่อผลิตภัณฑ์

การยอมรับ	ขนมเผือก
ยอมรับมากที่สุด
ยอมรับมาก
ยอมรับปานกลาง
ยอมรับเล็กน้อย
บอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ
ไม่ยอมรับเล็กน้อย
ไม่ยอมรับปานกลาง
ไม่ยอมรับมาก
ไม่ยอมรับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ.....

....

แบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภค

คำแนะนำ กรุณาใส่เครื่องหมาย ในวงเล็บ () ที่ท่านเห็นว่าตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

- () ชาย () หญิง

2. อายุ

- () ต่ำกว่า 21 ปี () 21-25 ปี
 () 26-30 ปี () 31-35 ปี
 () 36-40 ปี () 41-45 ปี
 () 46-50 ปี () มากกว่า 50 ปี

3. การศึกษาปัจจุบัน

- () ต่ำกว่ามัธยม () มัธยมศึกษา
 () อนุปริญญา/ปวส. () ปริญญาตรี
 () สูงกว่าปริญญาตรี

4. อาชีพ

- () นักเรียน/นักศึกษา () ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ
 () พนักงานบริษัทเอกชน () ธุรกิจส่วนตัว
 () แม่บ้าน () อื่น ๆ โปรดระบุ.....

5. รายได้ต่อเดือน

- () น้อยกว่า 5,000 บาท () 5,001-10,000 บาท
 () 10,001-15,000 บาท () 15,001-20,000 บาท
 () 20,001-25,000 บาท () มากกว่า 25,000 บาท

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมกรรมการบริโภคนิยมไทยที่มีส่วนประกอบของเผือก

6. ท่านเคยรับประทานขนมไทยที่มีส่วนประกอบของเผือกอะไรบ้าง (กรุณายกตัวอย่างที่ชอบมากที่สุด).....

7. ท่านชอบรับประทานขนมไทยที่มีส่วนประกอบของเผือกหรือไม่

- () ชอบ เพราะ.....
- () บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ
- () ไม่ชอบ เพราะ.....

8. ท่านรับประทานขนมไทยที่มีส่วนประกอบของเผือกบ่อยครั้งแค่ไหน

- () รับประทานทุกวัน () 3-4 ครั้ง/สัปดาห์
- () 1-2 ครั้ง/สัปดาห์ () เดือนละครั้ง
- () อื่น ๆ โปรดระบุ

9. ท่านชอบทำขนมไทยรับประทานเองหรือไม่

- () ชอบทำ เพราะ.....
- () บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ
- () ไม่ชอบทำ เพราะ.....

ส่วนที่ 3 เกี่ยวกับการทดสอบผลิตภัณฑ์ขนมไทยจากแป้งเผือก

คำแนะนำ กรุณาชิมผลิตภัณฑ์ขนมไทยจากแป้งเผือก ไล่คะแนนความชอบ 1-9 คะแนน ให้ตรงกับ
กับความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์

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

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ
ลักษณะปรากฏ
สี
กลิ่น
รสชาติ
เนื้อสัมผัส
ความชอบรวม

ข้อเสนอแนะ

.....

10. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมไทยจากแป้งเผือกนี้หรือไม่

- () ยอมรับ เพราะ.....
- () ไม่ยอมรับ เพราะ.....

11. หากมีผลิตภัณฑ์แป้งเผือกวางจำหน่ายในท้องตลาดท่านคิดว่าจะซื้อหรือไม่

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

12. ท่านเคยเห็นผลิตภัณฑ์แป้งเผือกที่ใดมาก่อนหรือไม่

- () เคยเห็นวางจำหน่ายที่.....
- () ไม่เคย

ภาคผนวก ค

ตารางวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางผนวกที่ ค1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านลักษณะปรากฏของสูตรพื้นฐานขนมเฟือก 3 สูตร

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	41.07	2.93	2.14 ^{ns}	2.54
Treat	2	62.93	15.73	11.49*	
Error	18	76.67	1.37		
Total	29	180.67			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านสีของสูตรพื้นฐานขนมเฟือก 3 สูตร

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	39.55	2.82	2.02 ^{ns}	2.54
Treat	2	69.41	17.35	12.43*	
Error	18	78.19	1.39		
Total	29	187.15			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านกลิ่นของสูตรพื้นฐานขนมเค้ก 3 สูตร

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	41.08	2.93	2.14 ^{ns}	2.54
Treat	2	62.93	15.73	11.49*	
Error	18	76.67	1.37		
Total	29	180.67			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านรสชาติของสูตรพื้นฐานขนมเค้ก 3 สูตร

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	42.48	3.02	2.03 ^{ns}	2.54
Treat	2	29.55	7.39	4.94*	
Error	18	83.65	1.49		
Total	29	155.68			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านเนื้อสัมผัสของสูตรพื้นฐานขนมเค้ก 3 สูตร

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	65.15	4.65	2.27 ^{ns}	2.54
Treat	2	85.01	24.25	10.39*	
Error	18	114.59	2.05		
Total	29	264.75			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านความชอบรวมของสูตรพื้นฐานขนมเค้ก 3 สูตร

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	32.32	2.31	4.58 ^{ns}	2.54
Treat	2	50.19	12.55	24.90*	
Error	18	28.21	0.50		
Total	29	110.72			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านลักษณะปรากฏของสูตรพื้นฐานขนมหม้อแกงเผือก 3 สูตร

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	55.65	3.97	4.12 ^{ns}	3.34
Treat	2	10.98	5.49	5.69*	
Error	18	27.02	0.96		
Total	29	93.64			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านสีของสูตรพื้นฐานขนมหม้อแกงเผือก 3 สูตร

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	59.78	4.27	2.82 ^{ns}	3.34
Treat	2	12.31	6.15	4.07*	
Error	18	42.36	1.51		
Total	29	114.45			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ๙ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านกลิ่นของสูตรพื้นฐานขนมหม้อแกงเผือก 3 สูตร

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	40.98	2.93	2.95 ^{ns}	3.34
Treat	2	2.18	1.09	1.09 ^{ns}	
Error	18	27.82	0.99		
Total	29	70.98			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางผนวกที่ ๑๐ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านรสชาติของสูตรพื้นฐานขนมหม้อแกงเผือก 3 สูตร

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	54.80	3.91	5.20 [*]	3.34
Treat	2	8.93	4.47	5.94 [*]	
Error	18	21.07	0.75		
Total	29	84.80			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางผนวกที่ ค11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านเนื้อสัมผัสของสูตรพื้นฐานขนมหม้อแกงเผือก 3 สูตร

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	32.58	2.33	3.14 ^{ns}	3.34
Treat	2	15.24	7.62	10.28*	
Error	18	20.76	0.74		
Total	29	68.58			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางผนวกที่ ค12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านความชอบรวมของสูตรพื้นฐานขนมหม้อแกงเผือก 3 สูตร

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	21.64	1.55	2.58 ^{ns}	3.34
Treat	2	19.91	9.96	16.64*	
Error	18	16.76	0.59		
Total	29	58.31			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางผนวกที่ ค13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านลักษณะปรากฏของสูตรพื้นฐานขนมบัวลอยเผือก 3 สูตร

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	33.43	2.38	4.37 [*]	2.83
Treat	2	4.53	1.51	2.76 ^{ns}	
Error	18	22.97	0.55		
Total	29	60.93			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านสีของสูตรพื้นฐานขนมบัวลอยเผือก 3 สูตร

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	27.23	1.94	2.49 ^{ns}	2.83
Treat	2	6.73	2.24	2.88 [*]	
Error	18	32.77	0.78		
Total	29	66.73			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านกลิ่นของสูตรพื้นฐานขนมบัวลอยเผือก 3 สูตร

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	26.23	1.87	5.89 [*]	2.83
Treat	2	1.13	0.38	1.19 ^{ns}	
Error	18	13.37	0.32		
Total	29	40.73			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านรสชาติของสูตรพื้นฐานขนมบัวลอยเผือก 3 สูตร

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	55.73	3.98	6.49 [*]	2.83
Treat	2	1.27	0.42	0.69 ^{ns}	
Error	18	25.73	0.61		
Total	29	82.73			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านเนื้อสัมผัสของสูตรพื้นฐานขนมบัวลอยเผือก 3 สูตร

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	49.43	3.53	5.05 [*]	2.83
Treat	2	1.38	0.46	0.66 ^{ns}	
Error	18	29.37	0.69		
Total	29	80.18			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านความชอบรวมของสูตรพื้นฐานขนมบัวลอยเผือก 3 สูตร

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	27.23	1.94	4.01 [*]	2.83
Treat	2	3.38	1.13	2.33 ^{ns}	
Error	18	20.37	0.48		
Total	29	50.98			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านลักษณะปรากฏของน้ำที่เหมาะสมต่อแป้งเผือกในการทำงานนมเผือก

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	14.50	0.50	0.468 ^{ns}	4.26
Treat	3	12.06	6.03	2.33 [*]	
Error	27	61.93	1.06		
Total	39	88.50			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านสีของน้ำที่เหมาะสมต่อแป้งเผือกในการทำงานนมเผือก

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	32.22	1.11	1.36 ^{ns}	4.26
Treat	3	25.48	12.74	15.66 [*]	
Error	27	47.17	0.81		
Total	39	104.88			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านกลิ่นของน้ำที่เหมาะสมต่อแป้งเฟือกในการทำนมเฟือก

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	23.15	0.79	0.90 ^{ns}	4.26
Treat	3	26.75	13.37	15.14*	
Error	27	51.24	0.88		
Total	39	101.156			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางผนวกที่ ค22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านรสชาติของน้ำที่เหมาะสมต่อแป้งเฟือกในการทำนมเฟือก

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	33.82	1.16	1.41 ^{ns}	4.26
Treat	3	7.35	3.67	4.44*	
Error	27	47.97	0.82		
Total	39	89.15			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางผนวกที่ ค23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านเนื้อสัมผัสของน้ำที่ผสมต่อแป้งเพื่อใช้ในการทำขนมเค้ก

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	33.12	1.14	1.51 ^{ns}	4.26
Treat	3	2.95	1.47	1.96 [*]	
Error	27	43.71	0.75		
Total	39	79.78			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางผนวกที่ ค24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านความชอบรวมของน้ำที่ผสมต่อแป้งเพื่อใช้ในการทำขนมเค้ก

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	29.15	1.00	1.26 ^{ns}	4.26
Treat	3	17.08	8.54	10.71 [*]	
Error	27	46.24	0.79		
Total	39	92.48			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางผนวกที่ ค25 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านลักษณะปรากฏขนมเฟือกสูตรพื้นฐานกับขนมเฟือกที่ทำจากแป้งเฟือก

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	17.52	0.35	1.17 ^{ns}	4.26
Treat	1	98.03	46.02	163.61 [*]	
Error	9	29.96	0.30		
Total	19	145.52			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านสีขนมเฟือกสูตรพื้นฐานกับขนมเฟือกที่ทำจากแป้งเฟือก

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	7.02	3.51	0.26 ^{ns}	4.26
Treat	1	4.28	2.14	15.85 [*]	
Error	9	5.40	1.35		
Total	19	9.68			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค27 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านกลิ่นขนมเค้กสูตรพื้นฐานกับขนมเค้กที่ทำจากแป้งเค้ก

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	6.66	3.51	0.26 ^{ns}	4.26
Treat	1	5.58	2.14	15.85 [*]	
Error	9	5.33	1.35		
Total	19	17.57			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค28 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านรสชาติขนมเค้กสูตรพื้นฐานกับขนมเค้กที่ทำจากแป้งเค้ก

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	6.00	3.00	0.0 ^{ns}	4.26
Treat	1	0.96	0.48	10.0 [*]	
Error	9	.00	.00		
Total	19	6.96			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค29 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านเนื้อสัมผัสขนมเผือกสูตรพื้นฐานกับขนมเผือกที่ทำจากแป้งเผือก

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	2.69	1.34	4.12 ^{ns}	4.26
Treat	1	6.94	3.47	10.62*	
Error	9	1.30	0.32		
Total	19	10.94			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค30 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านความชอบรวมขนมเผือกสูตรพื้นฐานกับขนมเผือกที่ทำจากแป้งเผือก

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	6.66	3.33	0.03 ^{ns}	4.26
Treat	1	1.25	0.62	62.47*	
Error	9	4.01	1.00		
Total	19	11.92			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค31 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านลักษณะปรากฏของน้ำที่เหมาะสมต่อแป้งเผือกในการทำขนมหม้อแกง
เผือก

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	30.26	1.04	1.23 ^{ns}	3.49
Treat	3	18.20	9.10	10.74 [*]	
Error	27	49.13	0.84		
Total	39	97.60			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค32 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านสีของน้ำที่เหมาะสมต่อแป้งเผือกในการทำขนมหม้อแกงเผือก

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	46.22	1.59	2.85 ^{ns}	3.49
Treat	3	11.62	5.81	10.41 [*]	
Error	27	32.37	0.55		
Total	39	90.22			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค33 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านกลิ่นของน้ำที่เหมาะสมต่อแป้งเฟือกในการทำนมหม้อแกงเฟือก

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	32.96	1.13	1.41 ^{ns}	3.49
Treat	3	8.96	2.98	3.71 ^{ns}	
Error	27	70.03	0.85		
Total	39	111.96			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางผนวกที่ ค34 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านรสชาติของน้ำที่เหมาะสมต่อแป้งเฟือกในการทำนมหม้อแกงเฟือก

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	27.70	0.95	1.10 ^{ns}	3.49
Treat	3	12.43	4.14	4.77*	
Error	27	75.56	0.86		
Total	39	115.70			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางผนวกที่ ค35 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านเนื้อสัมผัสของน้ำที่เหมาะสมต่อแป้งเฟือกในการทำขนมหม้อแกงเฟือก

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	1.21	6.08	0.08 ^{ns}	3.49
Treat	3	5.80	1.93	12.542 [*]	
Error	27	4.56	7.60		
Total	39	11.57			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค36 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านความชอบรวมของน้ำที่เหมาะสมต่อแป้งเฟือกในการทำขนมหม้อแกงเฟือก

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	2.00	1.00	1.00 ^{ns}	3.49
Treat	3	0.42	0.14	14.03 [*]	
Error	27	6.00	7.60		
Total	39	8.42			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค37 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านลักษณะปรากฏของน้ำที่เหมาะสมต่อแป้งเผือกในการทำงานนมบัวลอยเผือก

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	17.90	1.98	3.01 ^{ns}	3.46
Treat	2	157.74	39.43	59.69*	
Error	18	23.78	0.66		
Total	29	199.43			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค38 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านสีของน้ำที่เหมาะสมต่อแป้งเผือกในการทำงานนมบัวลอยเผือก

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	12.31	1.36	1.85 ^{ns}	3.46
Treat	2	48.90	12.22	16.58*	
Error	18	26.53	0.73		
Total	29	87.75			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค39 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านกลิ่นของน้ำที่เหมาะสมต่อแป้งเฟือกในการทำนมบัวลอยเฟือก

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	17.24	1.91	3.10 ^{ns}	3.46
Treat	2	343.54	85.88	139.22 [*]	
Error	18	22.20	0.61		
Total	29	382.99			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางผนวกที่ ค40 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านรสชาติของน้ำที่เหมาะสมต่อแป้งเฟือกในการทำนมบัวลอยเฟือก

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	86.82	9.64	4.30 [*]	3.46
Treat	2	30.68	7.64	3.42 [*]	
Error	18	80.63	2.24		
Total	29	198.14			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางผนวกที่ ค41 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านเนื้อสัมผัสของน้ำที่เหมาะสมต่อแป้งเฟือกในการทำขนมบัวลอยเฟือก

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	11.52	1.28	1.56 ^{ns}	3.46
Treat	2	303.22	75.80	92.34*	
Error	18	29.55	0.82		
Total	29	344.29			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางผนวกที่ ค42 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของ
ด้านความชอบรวมของน้ำที่เหมาะสมต่อแป้งเฟือกในการทำขนมบัวลอยเฟือก

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	23.44	2.60	1.04 ^{ns}	3.46
Treat	2	101.50	25.37	148.79*	
Error	18	18.92	0.52		
Total	29	143.87			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางผนวกที่ ค43 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการวิเคราะห์ค่า_w ของแป้งเผือกที่เก็บรักษา 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	2	0.0003	0.001	2.25 ^{ns}	3.84
Treat	4	0.05	0.02	166.87*	
Error	8	0.0006			
Total	14	0.05			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางผนวกที่ ค44 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการวิเคราะห์ค่า_s (L*) ของแป้งเผือกที่เก็บรักษา 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	2	0.72	0.36	1.63 ^{ns}	3.46
Treat	4	3.31	1.10	5.01*	
Error	8	1.32			
Total	14	5.35			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางผนวกที่ ค45 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการวิเคราะห์ค่าสี (a*) ของแป้งเผือกที่เก็บรักษา 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	2	5.00	2.50	0.27 ^{ns}	3.46
Treat	4	0.29	9.81	10.70 [*]	
Error	8	5.50			
Total	14	10.79			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค46 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการวิเคราะห์ค่าสี (b*) ของแป้งเผือกที่เก็บรักษา 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	2	0.98	0.49	2.72 ^{ns}	3.46
Treat	4	4.42	1.47	8.20 [*]	
Error	8	1.07			
Total	14	6.48			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค47 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการวิเคราะห์ค่า TBA ของแป้งเผือกที่เก็บรักษา 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	2	0.009	0.004	1.28 ^{ns}	3.46
Treat	4	30.78	7.69	2198.98*	
Error	8	0.02			
Total	14	30.82			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค48 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะปรากฏของขนมเผือกที่ทำจากแป้งเผือกที่เก็บรักษา 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	72.61	5.18	1.10 ^{ns}	2.78
Treat	4	111.17	27.79	5.92*	
Error	36	262.92			
Total	49	446.7			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค49 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส
ทางด้านสีของ ขนมเหือกที่ทำจากแป้งเหือกที่เก็บรักษา 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	100.81	7.20	0.89 ^{ns}	2.78
Treat	4	87.55	21.89	2.71 ^{ns}	
Error	36	451.71			
Total	49	640.08			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค50 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส
ทางด้านกลิ่นของ ขนมเหือกที่ทำจากแป้งเหือกที่เก็บรักษา 0, 2, 4, 6 และ 8
สัปดาห์

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	58.60	4.18	1.06 ^{ns}	2.78
Treat	4	170.70	42.67	21.08*	
Error	36	36.04			
Total	49	265.35			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค51 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส
ทางด้านรสชาติของ ขนมหีอกที่ทำจากแป้งเผือกที่เก็บรักษา 0, 2, 4, 6 และ 8
สัปดาห์

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	31.70	0.59	1.12 ^{ns}	2.78
Treat	4	93.72	31.24	58.59 [*]	
Error	36	84.78			
Total	49	210.20			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค52 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส
ทางด้านเนื้อสัมผัสของ ขนมหีอกที่ทำจากแป้งเผือกที่เก็บรักษา 0, 2, 4, 6 และ 8
สัปดาห์

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	38.70	0.73	1.12 ^{ns}	2.78
Treat	4	77.53	25.84	39.61 [*]	
Error	36	103.71			
Total	49	219.95			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค53 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส
ทางด้านความชอบรวมของ ขนมเฟือกที่ทำจากแป้งเฟือกที่เก็บรักษา 0, 2, 4, 6
และ 8 สัปดาห์

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	23.92	2.65	6.48*	2.78
Treat	4	0.906	0.22	0.55*	
Error	36	14.75			
Total	49	39.58			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง 'ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค54 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส
ทางด้านกรยอมรับของ ขนมเฟือกที่ทำจากแป้งเฟือกที่เก็บรักษา 0, 2, 4, 6 และ 8
สัปดาห์

SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
Block	9	6.32	0.45	1.98 ^{ns}	2.78
Treat	4	63.65	15.91	69.91*	
Error	36	12.75			
Total	49	82.72			

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง 'ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)