รายงานการวิจัย

การประยุกต์ใช้แป้งข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวน

Utilization of Sang-Yod rice flour in Thai shortbread cookies

ฐิติมาพร หนูเนียม
วิภาวรรณ วงศ์สุดาลักษณ์

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณกองทุนวิจัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
พ.ศ.2557

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

1. รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย

ชื่อเรื่อง

การประยุกต์ใช้แป้งข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวน

Utilization of Sang-Yod Rice Flour in Thai Shortbread Cookies

ชื่อผู้วิจัย

ฐิติมาพร หนูเนียม

วิภาวรรณ วงศ์สุดาลักษณ์

หน่วยงานที่สังกัด โปรแกรมวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

งบประมาณและระยะเวลาทำวิจัย

ทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณกองทุนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2557 งบประมาณที่ได้รับ 55,000 บาท

ระยะเวลาทำวิจัย ตั้งแต่ 1 เมษายน พ.ศ.2558 ถึง 31 มีนาคม พ.ศ.2559 (อนุมัติต่อสัญญา ถึง 30 มิถุนายน 2559)

2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

ขนมกลีบลำดวนเป็นขนมไทยที่มีมาแต่โบราณ ใช้ในงานพิธีมงคล และเป็นของฝากในเทศกาลงานต่าง ๆ ขั้นตอนการผลิตขนมกลีบลำดวนต้องใช้ความละเอียดอ่อนประณีต ตั้งแต่การเตรียมวัตถุดิบและวิธีการทำ จึงทำให้ มีการผลิตจำหน่ายไม่ค่อยแพร่หลายมากนัก สำหรับส่วนผสมหลักในการทำขนมกลีบลำดวนคือ แป้งสาลี โดยข้าวสาลีนั้นจะปลูกได้ดีเฉพาะในประเทศแถบหนาว เช่น สหรัฐอเมริกา แคนาดา ยุโรป ออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์ ส่วนสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยปลูกข้าวสาลีได้บ้าง แต่คุณภาพยังไม่สม่ำเสมอ และปริมาณไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ภายในประเทศ จึงต้องนำเข้าจากต่างประเทศในปริมาณและมูลค่าที่สูงขึ้นเรื่อย ๆ (กรมการข้าว, 2550; สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558 และอุศมา สุนทรนฤรังษี, 2545) เพื่อลดการสูญเสียเงินตราออกนอกประเทศ และเพื่อให้มีการใช้วัตถุดิบที่ผลิตเองภายในประเทศให้มากขึ้น จึงได้มีการศึกษาการใช้ แป้งชนิดอื่นเพื่อทดแทนการใช้แป้งสาลี เช่น ชิฟฟอนเค้กจากแป้งข้าวหอมมะลิ (ชลิดา ยอดกันสี และคณะ, 2550) บัตเตอร์เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้องพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (ณัชนก นุกิจ, 2549) การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องงอกต่อคุณภาพของมัฟฟิน (อภิญญา เจริญกุล, 2556) เป็นต้น ข้าวพันธุ์สังข์หยดเป็นพันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่ปลูกดั้งเดิมในจังหวัดพัทลุง ซึ่งปลูกติดต่อกันมายาวนานมากกว่า 100 ปี เนื่องจากเป็นพันธุ์ข้าวที่มีคุณค่า ก่อให้เกิดความผูกพันทางวัฒนธรรมประเพณีในท้องถิ่น อีกทั้งยังมีคุณค่าทางสารอาหารสูง โดยเฉพาะใยอาหาร โปรตีน ธาตุเหล็ก และฟอสฟอรัส ซึ่งมีประโยชน์ในด้านการขับถ่าย บำรุงโลหิต บำรุงร่างกายให้

แข็งแรงและป้องกันโรคความจำเสื่อม และยังมีสารต้านอนุมูลอิสระ จึงนับได้ว่าข้าวพันธุ์สังข์หยดเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีคุณค่าทางอาหาร (สมพร ดำยศ, 2552) จึงได้มีการศึกษาการใช้แป้งข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ เช่น การใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้าในผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยฟู (ปานทิพย์ ผดุงศิลป์, 2554) การพัฒนาผลิตภัณฑ์กรอบเค็มจากแป้งข้าวสังข์หยด (ซารีนา พรรณราย และปิยะนุช คงแดง, 2558) การประยุกต์ใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอม (ซีลมี หะยีบือราเฮง และฟารีดา มาตาจะแส, 2558) คณะผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญของข้าวสังข์หยดซึ่งจัดเป็นพันธุ์ข้าวดั้งเดิมของทางภาคใต้ ควรอย่างยิ่งต่อการนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อเป็นการส่งเสริมการปลูกข้าวพื้นเมืองของท้องถิ่น เป็นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติของท้องถิ่นให้คงอยู่คู่กับชุมชน การประยุกต์ใช้แป้งข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนเป็นการส่งเสริมการบริโภคขนมไทยโบราณให้แพร่หลายมากขึ้น สร้างช่องทางของอาหารเพื่อสุขภาพให้ผู้บริโภค ช่วยส่งเสริมพืชเศรษฐกิจ และอนุรักษ์ขนมไทยโบราณให้ คงอยู่ เป็นที่รู้จักของคนรุ่นหลังต่อไป

3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.1 ศึกษาปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดที่เหมาะสมเพื่อใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวน

3.2 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยด

3.3 ศึกษาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยดในระหว่างการเก็บรักษา

4. ระเบียบวิธีวิจัย

4.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

4.1.1 วัสดุและอุปกรณ์

1) วัตถุดิบสำหรับการทำผลิตภัณฑ์

1.1) แป้งข้าวสังข์หยด เตรียมจากข้าวสังข์หยดพัทลุง ด้วยวิธีการโม่แห้ง

1.2) แป้งสาลีอเนกประสงค์ ตราว่าว

1.3) แป้งเค้ก ตราบัวแดง

1.4) น้ำตาลป่น ตราไดนาสตี้

1.5) น้ำมันถั่วเหลือง ตราองุ่น

1.6) เกลือป่น ตราปรุงทิพย์

2) อุปกรณ์

2.1) อุปกรณ์สำหรับการแปรรูป

2.1.1) เครื่องชั่งดิจิตอล

2.1.2) เตาอบ

2.1.3) อุปกรณ์สำหรับประกอบอาหาร

2.2) อุปกรณ์สำหรับประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

2.2.1) ภาชนะบรรจุอาหารและเครื่องดื่ม

2.2.2) ปากกา

2.2.3) แบบสอบถามการยอมรับแบบทางประสาทสัมผัส 9-point hedonic scale

2.3) อุปกรณ์สำหรับการประเมินคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ ตารางแสดงคุณค่าอาหารในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม (กองโภชนาการ, 2544)

2.4) อุปกรณ์สำหรับการศึกษาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษา

2.4.1) บรรจุภัณฑ์สำหรับการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ถุงพลาสติกโพลีเอทธิลีน

2.4.2) อุปกรณ์สำหรับการทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ เครื่องวัดค่าความชื้นที่มีผลต่ออัตราการเจริญของจุลินทรีย์ (Water Activity: a_w) และเครื่องวิเคราะห์ค่าความหืน (TBA value)

2.4.3) อุปกรณ์สำหรับการทดสอบคุณลักษณะทางจุลินทรีย์ ได้แก่ ชุดวิเคราะห์จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด (Total Viable count) และชุดวิเคราะห์จำนวนยีสต์และรา (Yeast and Mold count)

4.2 วิธีการทดลอง

4.2.1 ศึกษาปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดที่เหมาะสมเพื่อใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวน

1) ศึกษาสูตรพื้นฐานของการผลิตขนมกลีบลำดวน

ทดสอบสูตรพื้นฐานของขนมกลีบลำดวน จำนวน 3 สูตร โดยทำการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยผู้ที่ผ่านการฝึกฝนการประเมินทางประสาทสัมผัส จำนวน 30 คน ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ด้วยวิธีการทดสอบแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) คัดเลือกสูตรพื้นฐานที่ได้คะแนนการยอมรับสูงสุด

2) ศึกษาปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดที่เหมาะสมเพื่อใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวน

นำขนมกลีบลำดวนสูตรพื้นฐานที่ได้รับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงสุด มาทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสังข์หยด ที่เตรียมจากข้าวสังข์หยดพัทลุง ด้วยวิธีการโม่แห้ง ทดแทนในอัตราส่วนแป้งสาลี:แป้งข้าวสังข์หยด ดังนี้ 100:0 (สูตรควบคุม) 80:20 60:40 40:60 20:80 และ 0:100 ทำการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีการทดสอบเช่นเดียวกับการทดลองข้อ 1.1 เพื่อให้ได้ปริมาณการทดแทนแป้งข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนที่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุดนำสู่การทดลองในวัตถุประสงค์ต่อไป

4.2.2 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยด

ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยด เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนดั้งเดิม โดยใช้ตารางแสดงคุณค่าอาหารในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม (กองโภชนาการ, 2544)

4.2.3 ศึกษาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยดในระหว่างการเก็บรักษา

นำผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยดที่ได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุดมาบรรจุในถุงพลาสติกโพลีเอทธิลีน ถุงละ 1 ชิ้น ปิดผนึกในสภาวะปกติ ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30-33 องศาเซลเซียส) ทำการสุ่มตัวอย่างทุกๆ 15 วัน ในระยะเวลา 30 วัน เพื่อศึกษาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยทำการศึกษาคุณลักษณะด้านต่างๆ ดังนี้

1) ศึกษาลักษณะทางประสาทสัมผัส

โดยทำการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสด้วยผู้ที่ผ่านการฝึกฝนการประเมินทางประสาทสัมผัส จำนวน 15 คน ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ด้วยวิธีการทดสอบแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale)

2) ศึกษาลักษณะทางกายภาพ

โดยทำการทดสอบลักษณะทางกายภาพ ด้วยเครื่องวัดค่าความชื้นที่มีผลต่ออัตราการเจริญของจุลินทรีย์ (Water Activity: a_w) วิธีการทดสอบ Water Activity Meter : Aqualab และเครื่องมือวิเคราะห์ค่าความหืน (TBA value) วิธีการทดสอบ AOAC : (Distillation and Photometric Method)

3) ศึกษาลักษณะทางจุลินทรีย์

โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Viable Count) และปริมาณยีสต์และรา (Yeast and Mold) วิธีการทดสอบ BAM 2001

การศึกษาลักษณะทางกายภาพ และการศึกษาลักษณะทางจุลินทรีย์ ทำการตรวจวิเคราะห์โดยศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเกษตรเพื่อการส่งออก คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

4.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way Analysis of Variance) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย Duncan's multiple range test และ paired t-test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการวิเคราะห์ทางสถิติ (SPSS)

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการศึกษาปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดที่เหมาะสมเพื่อใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวน

5.1.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานของการผลิตขนมกลีบลำดวน

การผลิตขนมกลีบลำดวนจากสูตรพื้นฐาน 3 สูตร (สุกัญญา สมสิงห์, 2556; รัมภา ศิริวา, 2552; ผ่องศรี ลิ่มวงศ์, 2542) ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า คะแนนการยอมรับด้านกลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ของขนมกลีบลำดวนทั้ง 3 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) คะแนนด้านลักษณะปรากฏของสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 สูงกว่าสูตรที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนคะแนนด้านสี ขนมกลีบลำดวนสูตรที่ 3 สูงที่สุด โดยสูงกว่าสูตรที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2) จึงคัดเลือกสูตรที่ 3 ซึ่งมีคะแนนการยอมรับด้านกลิ่น กลิ่นรส รสชาติ และเนื้อสัมผัส อยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก ส่วนด้านลักษณะปรากฏ สี และความชอบรวม อยู่ในช่วงชอบมากถึงชอบมากที่สุด เพื่อทำการทดลองในวัตถุประสงค์ต่อไป

5.1.2 ผลการศึกษาปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดที่เหมาะสมเพื่อใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวน

นำขนมกลีบลำดวนสูตรที่ได้รับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงสุด คือสูตรที่ 3 มาทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสังข์หยด ในอัตราส่วนแป้งข้าวสังข์หยดต่อแป้งสาลีที่ 0:100 (สูตรควบคุม) 20:80 40:60 60:40 80:20 และ 100:0 ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการเช่นเดียวกับข้อ 1.1 พบว่า สูตรที่มีอัตราส่วน 40:60 60:40 และ 80:20 คะแนนด้านลักษณะปรากฏ และสี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่สูงกว่าสูตรที่มีอัตราส่วน 20:80 และ 100:0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คะแนนการยอมรับด้านกลิ่น ที่อัตราส่วน 40:60 สูงกว่าอัตราส่วน 20:80 60:40 และ 80:20 และสูงกว่าอัตราส่วน 100:0 และสูงกว่าอัตราส่วน 100:0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ด้านกลิ่นรสที่อัตราส่วน 40:60 สูงกว่าอัตราส่วน 60:40 และสูงกว่าอัตราส่วน 20:80 80:20 และ100:0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ด้านรสชาติที่อัตราส่วน 40:60 สูงกว่าอัตราส่วน 60:40 และ

80:20 และสูงกว่าอัตราส่วน 20:80 และ 100:0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าเมื่อมีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์ที่อัตราส่วน 60:40 80:20 และ 100:0 คะแนนการยอมรับจะมีค่าลดลงตามลำดับ เนื่องจากแป้งข้าวสังข์หยดที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ได้จากการเตรียมด้วยวิธีการโม่แห้ง เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์จึงมีความหยาบของเม็ดแป้งเพิ่มขึ้นตามปริมาณอัตราส่วนที่มีการทดแทน คะแนนการยอมรับของผลิตภัณฑ์ที่มีอัตราส่วน 40:60 มีคะแนนการยอมรับทุกด้านสูงที่สุด ซึ่งอยู่ในช่วงชอบมากถึงชอบมากที่สุด จึงคัดเลือกอัตราส่วนนี้เพื่อทำการทดลองในวัตถุประสงค์ต่อไป

5.2 ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยด

ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนสูตรดั้งเดิม และขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยด พบว่าค่าพลังงานทั้งหมดของผลิตภัณฑ์สูตรดั้งเดิม และผลิตภัณฑ์ที่มีการพัฒนาต่อ 1 ส่วนการผลิต เท่ากับ 2,616.40 และ 2,658.18 กิโลแคลอรี ตามลำดับ ซึ่ง 1 ส่วนการผลิต ได้ผลิตภัณฑ์จำนวน 150 ชิ้น ดังนั้นผลิตภัณฑ์ 1 ชิ้น มีค่าพลังงานเท่ากับ 17.44 และ 17.72 กิโลแคลอรี ตามลำดับ ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยดมีพลังงานมากกว่าเล็กน้อย เนื่องจากส่วนผสมหลักคือข้าวสังข์หยด มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต และไขมัน มากกว่าแป้งสาลีเพียงเล็กน้อย นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยดยังมีปริมาณแคลเซียม มากกว่าผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนดั้งเดิม ซึ่งสารอาหารดังกล่าวช่วยในการทำงานของระบบประสาทและผิวหนัง ช่วยบำรุงและเสริมสร้างกระดูกและฟันให้แข็งแรง

5.3 ผลการศึกษาลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยดในระหว่างการเก็บรักษา

ผลการศึกษาลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยดในระหว่าง การเก็บรักษา โดยการนำผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยดที่ได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุดมาบรรจุในถุงพลาสติกโพลีเอทธิลีน ถุงละ 1 ชิ้น ปิดผนึกในสภาวะปกติ แล้วทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (20-25 องศาเซลเซียส) ทำการสุ่มตัวอย่างทุกๆ 15 วัน ในระยะเวลา 30 วัน เพื่อศึกษาลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยทำการศึกษาลักษณะด้านต่างๆ ดังนี้

5.3.1 ผลการศึกษาลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษา

ผลการศึกษาลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยดระหว่างการเก็บรักษา โดยทำการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ด้วยวิธีการทดสอบแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) พบว่าคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบรวมช่วงการเก็บรักษาวันที่ 1 สูงกว่าวันที่ 15 และวันที่ 30 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนคะแนนการยอมรับทางด้านสีของผลิตภัณฑ์ในวันที่ 1 สูงกว่าวันที่ 15 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่สูงกว่าวันที่ 30 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะเห็นได้ว่าเมื่อเวลาการเก็บรักษานานขึ้นคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวน มีคะแนนการยอมรับลดลง ตามลำดับ แต่ยังคงมีคะแนนการยอมรับอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก

5.3.2 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพ

1) ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้นที่มีผลต่ออัตราการเจริญของจุลินทรีย์ (Water Activity: a_w)

ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้นที่มีผลต่ออัตราการเจริญของจุลินทรีย์ พบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยด ค่าความชื้นที่มีผลต่ออัตราการเจริญของจุลินทรีย์ มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.29 เป็น 0.65 ที่ 60 วัน ดังตารางที่ 8 แต่อย่างไรก็ตามค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยด ยังต่ำกว่าระดับที่จุลินทรีย์เจริญได้ ($a_w < 0.6$) สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษาที่ไม่เกินค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมผิง (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมผิง, 2548) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีองค์ประกอบและลักษณะคล้ายคลึงกับผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวน จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ลดอัตราการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์เนื่องจากจุลินทรีย์ ทำให้ยืดระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานยิ่งขึ้น

2) ผลการวิเคราะห์ความหืน (Thiobarbituric acid, TBA value)

การวิเคราะห์ค่า TBA เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณของมาโลนัลดีไฮด์ (Malonaldehyde) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้จากการเกิดออกซิเดชันของไขมัน การวิเคราะห์ค่า TBA โดยทั่วไปนิยมใช้เพื่อประเมินคุณภาพทางด้านการเหม็นหืนของผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันหรือน้ำมันเป็นองค์ประกอบ ผลการวิเคราะห์ค่าความหืนของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยด พบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ค่าความหืนเพิ่มขึ้นจาก 0.29 เป็น 0.67 ที่ 60 วัน ดังตารางที่ 9 ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีส่วนผสมของน้ำมันถั่วเหลืองทำให้เมื่อมีระยะการเก็บรักษาที่นานขึ้น ปฏิกิริยาการออกซิเดชั่นของไขมันจะเพิ่มขึ้นตามลำดับ

5.3.3 ผลการศึกษาคุณลักษณะทางจุลินทรีย์

ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Viable Count) และปริมาณยีสต์และรา (Yeast and Mold Count) พบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยด ตั้งแต่วันที่ 1-60 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าไม่เกิน $1x10^4$ CFU/g และปริมาณยีสต์และรา มีค่าไม่เกิน $1x10^2$ CFU/g ดังตารางที่ 10 ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานด้านคุณลักษณะที่ต้องการของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมผิง (TVC $\leq$ $1x10^4$ CFU/g, TYMC $\leq$ $1x10^2$ CFU/g) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากส่วนผสมในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ มีน้ำเป็นองค์ประกอบในปริมาณน้อยมาก อีกทั้งกระบวนการแปรรูปมีกระบวนการให้ความร้อนด้วยการอบ ทำให้น้ำในผลิตภัณฑ์ระเหยออกไปจนทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ลดอัตราการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ ทำให้ยืดระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานยิ่งขึ้น

ชื่องานวิจัย การประยุกต์ใช้แป้งข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวน
ผู้วิจัย ฐิติมาพร หนูเนียม
วิภาวรรณ วงศ์สุดาลักษณ์
คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ปี 2559

บทคัดย่อ

การประยุกต์ใช้แป้งข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดที่เหมาะสมเพื่อใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ และลักษณะของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษา ผลการศึกษาพบว่าการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสังข์หยดที่อัตราส่วน 40:60 และ 60:40 ได้คะแนนการยอมรับมากกว่าการทดแทนที่อัตราส่วน 80:20 20:80 และ 0:100 ซึ่งมีคะแนนการยอมรับอยู่ในช่วงชอบมากถึงมากที่สุด จากการคำนวณคุณค่าทางโภชนาการของส่วนผสมขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยด 1 ชิ้น มีพลังงานเท่ากับ 17.72 กิโลแคลอรี ระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้อง (30-33 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 30 วัน คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสมีค่าลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้นตามลำดับ ค่าความชื้นที่มีผลต่ออัตราการเจริญของจุลินทรีย์ และค่าความหืน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับ และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด รวมถึงปริมาณยีสต์และรา มีค่าไม่เกินมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมผิง ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน

Research Title Utilization of Sang-Yod Rice Flour in Thai Shortbread Cookies
Researcher Thitimaporn Nooniam
Wipawan Wongsudalak
Faculty Science and Technology
Year 2016

Abstract

The objective of this study was to utilization of Sang-Yod rice flour for substitution of wheat flour in Thai shortbread cookies (Kanom Kleeb Lum Duen), the nutrition value of products and to study the product characteristics during storage.The highest acceptance score from the consumers for the Thai shortbread cookies made from 40:60 and 60:40 (Sang-Yod rice flour:Wheat flour) was scored accepted more 80:20, 20:80 and 0:100. Which acceptance was like very much to like extremely. The nutrition value of the ingredients 1 piece = 17.72 kilocarories. The characteristics of the product during storage at room temperature (30-33˚C) for 30 days found that the acceptance rate had decreased shelf life longer when it was prolonged storage. A_w and TBA increased respectively. Total viable count (TVC), Yeast & Mold count (Y&MC) be less than the standards of the community Kanom Ping, which are products with same characteristics.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยเล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ดีด้วยการสนับสนุนจากหลายฝ่าย ซึ่งผู้วิจัยขอขอบคุณกองทุนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่ได้พิจารณาทุนอุดหนุนการวิจัย คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่สนับสนุนให้อาจารย์ในสังกัดทำงานวิจัย ที่ปรึกษาโครงการวิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนา ศิริโชติ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการทำวิจัย ผู้ร่วมวิจัย ผู้ช่วยวิจัย และผู้ให้ข้อมูลทุกท่าน ร่วมถึงโปรแกรมวิชาคหกรรมศาสตร์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัย

ด้วยความดีหรือประโยชน์อันใดเนื่องจากงานวิจัยเล่มนี้ ขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ และครูอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอน ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับผู้วิจัยและให้กำลังใจมาโดยตลอด ทำให้มีประสบการณ์ทั้งทางด้านความรู้และการวิจัย เพื่อสร้างสรรค์ผลงานทางวิชาการในโอกาสต่อไป

ฐิติมาพร หนูเนียม
วิภาวรรณ วงศ์สุดาลักษณ์
ตุลาคม 2559

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	**a**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	**b**
กิตติกรรมประกาศ	**c**
สารบัญ	**d**
สารบัญตาราง	**f**
สารบัญภาพภาคผนวก	**g**
สารบัญตารางภาคผนวก	**h**
บทที่ 1 บทนำ	**1**
ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎี	**3**
ข้าว	3

ขนมไทย 8
แป้งข้าว 11
อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร 12
บทที่ 3 การทดลอง **19**
เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 19
วิธีการทดลอง 20
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล **22**
ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานของการผลิตขนมกลีบลำดวน 22
ผลการศึกษาปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดที่เหมาะสมเพื่อใช้ทดแทนแป้งสาลี
ในผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวน 23
ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวน
จากแป้งข้าวสังข์หยด 24
ผลการศึกษาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษา 25
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ **29**
สรุป 29
ข้อเสนอแนะ 30

สารบัญ (ต่อ)

เอกสารอ้างอิง **31**
ภาคผนวก **33**
ภาคผนวก ก แบบทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส 34
ภาคผนวก ข การผลิตขนมกลีบลำดวน 36
ภาคผนวก ค รายงานผลการทดสอบ 40
ภาคผนวก ง มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 43
ประวัติผู้วิจัย 49

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	องค์ประกอบทางเคมีของข้าวสารสังข์หยดพัทลุง	4
2	ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุบางชนิดของข้าวสารมีสีในรูปข้าวกล้องและข้าวขัดสี	5
3	คุณค่าทางโภชนาการของข้าวสังข์หยดในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม	7
4	คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของขนมกลีบลำดวน	22
5	คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของขนมกลีบลำดวนที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสังข์หยดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน	24
6	การเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนสูตรดั้งเดิมและขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยด	25
7	คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยดที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน	26
8	ผลการทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพด้านความชื้นที่มีผลต่ออัตราการเจริญของจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยดในระหว่างการเก็บรักษา	27
9	ผลการทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพด้านความหืนที่มีผลต่อคุณลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยดในระหว่างการเก็บรักษา	27
10	ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยดในระหว่างการเก็บรักษา	28

สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพภาคผนวกที่		หน้า
1	ขนมกลีบลำดวนสูตรพื้นฐาน (A) สูตรที่1, (B) สูตรที่ 2 และ (C) สูตรที่ 3	38
2	ขั้นตอนการขึ้นรูปขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยด	39
3	ขนมกลีบลำดวนที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสังข์หยด (A) 20:80, (B) 40:60, (C) 60:40, (D) 80:20 และ (E) 100:0	39

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	ส่วนประกอบของขนมกลีบลำดวนในการคัดเลือกสูตรพื้นฐาน	37

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ขนมกลีบลำดวนเป็นขนมไทยที่มีมาแต่โบราณ ใช้ในงานพิธีมงคล และเป็นของฝากในเทศกาลงานต่าง ๆ ขั้นตอนการผลิตขนมกลีบลำดวนต้องใช้ความละเอียดอ่อนประณีต ตั้งแต่การเตรียมวัตถุดิบและวิธีการทำ จึงทำให้มีการผลิตจำหน่ายไม่ค่อยแพร่หลายมากนัก สำหรับส่วนผสมหลักในการทำขนมกลีบลำดวนคือ แป้งสาลี โดยข้าวสาลีนั้นจะปลูกได้ดีเฉพาะในประเทศแถบหนาว เช่น สหรัฐอเมริกา แคนาดา ยุโรป ออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์ ส่วนสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยปลูกข้าวสาลีได้บ้าง แต่คุณภาพยังไม่สม่ำเสมอ และปริมาณไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ภายในประเทศ จึงต้องนำเข้าจากต่างประเทศในปริมาณและมูลค่าที่สูงขึ้นเรื่อย ๆ (กรมการข้าว, 2550; สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558 และอุศมา สุนทรนฤรังษี, 2545) เพื่อลดการสูญเสียเงินตราออกนอกประเทศ และเพื่อให้มีการใช้วัตถุดิบที่ผลิตเองภายในประเทศให้มากขึ้น จึงได้มีการศึกษาการใช้ แป้งชนิดอื่นเพื่อทดแทนการใช้แป้งสาลี เช่น ชิฟฟอนเค้กจากแป้งข้าวหอมมะลิ (ชลิดา ยอดกันสี และคณะ, 2550) บัตเตอร์เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้องพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (ณัชนก นุกิจ, 2549) การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องงอกต่อคุณภาพของมัฟฟิน (อภิญญา เจริญกุล, 2556) เป็นต้น

ข้าวพันธุ์สังข์หยด เป็นพันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่ปลูกดั้งเดิมในจังหวัดพัทลุง ซึ่งปลูกติดต่อกันมายาวนานมากกว่า 100 ปี เนื่องจากเป็นพันธุ์ข้าวที่มีคุณค่า ก่อให้เกิดความผูกพันทางวัฒนธรรมประเพณีในท้องถิ่น อีกทั้งยังมีคุณค่าทางสารอาหารสูง โดยเฉพาะใยอาหาร โปรตีน ธาตุเหล็ก และฟอสฟอรัส ซึ่งมีประโยชน์ในด้านการขับถ่าย บำรุงโลหิต บำรุงร่างกายให้แข็งแรงและป้องกันโรคความจำเสื่อม และยังมีสารต้านอนุมูลอิสระ นับได้ว่าข้าวพันธุ์สังข์หยดเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีคุณค่าทางอาหาร (สมพร ดำยศ, 2552) จึงได้มีการศึกษาการใช้แป้งข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ เช่น การใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งข้าวเจ้าในผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยฟู (ปานทิพย์ ผดุงศิลป์, 2554) การพัฒนาผลิตภัณฑ์กรอบเค็มจากแป้งข้าวสังข์หยด (ซารีนา พรรณราย และปิยะนุช คงแดง, 2558) การประยุกต์ใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอม (ซีลมี หะยีบือราเฮง และฟารีดา มาตาจะแส, 2558) คณะผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญของข้าวสังข์หยด ซึ่งจัดเป็นพันธุ์ข้าวดั้งเดิมของทางภาคใต้ ควรอย่างยิ่งต่อการนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ เพื่อเป็นการส่งเสริมการปลูกข้าวพื้นเมืองของท้องถิ่น เป็นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติของท้องถิ่นให้คงอยู่คู่กับชุมชน การประยุกต์ใช้แป้งข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนเป็นการ

ส่งเสริมการบริโภคขนมไทยโบราณให้แพร่หลายมากขึ้น สร้างช่องทางของอาหารเพื่อสุขภาพให้ผู้บริโภค ช่วยส่งเสริมพืชเศรษฐกิจ และอนุรักษ์ขนมไทยโบราณให้ คงอยู่ เป็นที่รู้จักของคนรุ่นหลังต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดที่เหมาะสมเพื่อใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวน
2. ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยด
3. ศึกษาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยดในระหว่างการเก็บรักษา

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางในการพัฒนาขนมไทยรูปแบบใหม่ให้กับผู้ที่สนใจนำไปประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มความหลากหลายในการผลิต
2. เป็นการเพิ่มมูลค่าสินค้าทางการเกษตรของประเทศให้สูงขึ้น
3. เป็นการพัฒนาศักยภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากวัตถุดิบทางการเกษตรในท้องถิ่น

บทที่ 2

ทฤษฎี

ข้าว

การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าว เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับข้าวได้อย่างมาก จากข้อมูลสถิติการส่งออกในปี พ.ศ.2541 พบว่าผลิตภัณฑ์จากข้าวมีราคาสูงกว่าข้าวอย่างเด่นชัด โดยมีราคาเฉลี่ย 22,460 บาท/ตัน ในขณะที่ราคาข้าวเฉลี่ย 13,270 บาท/ตัน แม้ในกลุ่มข้าวคุณภาพดีรวมทั้งข้าวหอมยังคงมีราคาต่ำกว่าราคาผลิตภัณฑ์ ดังนั้นหากสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าวให้กว้างขวาง ย่อมเป็นการเพิ่มมูลค่าของข้าวให้สูงมากขึ้น และยังเป็นการส่งเสริมการปลูกข้าวพื้นเมืองของท้องถิ่นภาคใต้

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2525 ให้ความหมายของคำว่า “ข้าว” หมายถึง ชื่อไม้ล้มลุกหลายชนิดในวงศ์ Gramineae โดยเฉพาะชนิดโอไรซา ซาไตวา (*Oryza sativa* Linn.) ซึ่งใช้เมล็ดเป็นอาหารหลักมีหลายพันธุ์ เช่น ข้าวเจ้า ข้าวเหนียว ข้าวเป็นแหล่งอาหารหลักที่ให้คาร์โบไฮเดรตสูงเนื่องจากมีแป้งเป็นองค์ประกอบถึงร้อยละ 80 จึงเป็นแหล่งของอาหารที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย นอกจากมีคาร์โบไฮเดรตแล้วยังมีโปรตีนเป็นส่วนประกอบร้อยละ 7 ไขมันไม่อิ่มตัวร้อยละ 2 วิตามินและแร่ธาตุต่างๆ ที่จำเป็นต่อร่างกายหลายชนิด และยังเป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร ข้าวมีความสำคัญในการดำรงชีวิตของประชากรโลก เช่น การทำเป็นขนมหวาน และขนมปัง ในด้านอุตสาหกรรมใช้ในการผลิตแอลกอฮอล์สำหรับใช้ผลิตวิสกี้ นักวิชาการได้แบ่งประเภทของข้าวออกเป็น 2 ชนิด คือ ข้าวเอเชีย (*Oryza sativa* L.) และข้าวแอฟริกา (*Oryza glaberrima Steud*.) ข้าวปลูกทั่วไปในเอเชีย สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย และยุโรป วัฒนธรรมของคนไทย รวมถึงหมู่กลุ่มของผู้คนในประเทศเพื่อนบ้าน นิยมบริโภคข้าวโดยนำมาหุง ต้ม นึ่ง ทำเป็นเส้นอย่างทำขนมจีนหรือ ทำเป็นเส้นหมี่อย่างวัฒนธรรมมอญ หรือจีน คนไทยจำแนกข้าวออกเป็น 2 ประเภท คือ ข้าวเหนียว และข้าวเจ้า (ชาญ มงคล, 2536)

ข้าวที่ผ่านการขัดสีแต่น้อยจะมีจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวเหลืออยู่มาก อุดมด้วยวิตามิน แร่ธาตุ และเส้นใยอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ปัจจุบันข้าวซึ่งเป็นอาหารหลักของคนไทยที่นิยมบริโภคกันส่วนใหญ่เป็นข้าวขาวที่ผ่านการขัดสีถึง 3 ครั้ง จนจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวหลุดออกเกือบหมด การบริโภคข้าวเพื่อให้ได้สารอาหารที่ครบถ้วน ควรเป็นข้าวที่ผ่านการขัดสีแต่น้อย ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มข้าวที่มีรงควัตถุ

ข้าวที่มีรงควัตถุ

ข้าวมีสีหรือข้าวที่มีรงควัตถุ (Pigmented rice) หมายถึง ข้าวที่มีสารให้สีกระจายอยู่ในส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ด ทำให้เมล็ดข้าวกล้องมีสีตามธรรมชาติที่แตกต่างกัน เช่น สีแดง สีม่วงหรือสีน้ำตาลแดง ดำเนิน กาละดี และคณะ (2543) ได้แบ่งรงควัตถุที่ทำให้เกิดสีในพืชออกเป็น 3 กลุ่ม คือ คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) มีสีเขียว แคโรทีนอยด์ (Carotenoid) มีสีเหลืองจนถึงแดง และฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) โดยในข้าวมีสีจะมีรงควัตถุที่สำคัญคือ แอนโทไซยานิน (Anthocyanin) มีสีแดงจนถึงสีม่วงหรือสีน้ำเงิน อยู่ในเยื่อหุ้มเมล็ดซึ่งจะสะสมอยู่ในส่วนผิวเมล็ด บริเวณเปลือกนอกเมล็ดจนถึงเยื่อหุ้มเมล็ดชั้นใน (Koh et al., 1996) โดยรงควัตถุดังกล่าวสามารถยับยั้งปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระซึ่งเป็นสาเหตุหลักของ การเกิดโรคหลอดเลือดอุดตัน และมะเร็ง (Klauning and Kamendulis, 2004) ตัวอย่างข้าวมีสี เช่น พันธุ์สังข์หยด พันธุ์หอมกระดังงา พันธุ์หอมกุหลาบแดง นอกจากนี้ยังรวมไปถึงข้าวเหนียวดำพันธุ์ต่างๆ เช่น ก่ำดอยสะเก็ด ก่ำอมก๋อย เป็นต้น

คุณค่าทางโภชนาการของข้าวมีผลมาจากพันธุ์ สภาวะการปลูก การเก็บเกี่ยว และกระบวนการแปรรูปข้าว นอกจากนี้การขัดสียังเป็นผลให้คุณค่าทางโภชนาการของข้าวแตกต่างกัน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของข้าวสารสังข์หยดพัทลุง

องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)	ข้าวกล้อง	ข้าวขัดสี
โปรตีน	7.41	6.72
ไขมัน	2.18	0.10
เส้นใย	4.55	2.05
เถ้า	1.31	0.34
คาร์โบไฮเดรต	77.88	81.11

ที่มา: กรมการข้าว (2550)

Xia et al. (2002) ศึกษาปริมาณวิตามิน และแร่ธาตุชนิดต่าง ๆ ของข้าวกล้องเปรียบเทียบกับข้าวขัดสี พบว่าข้าวมีสีมีปริมาณวิตามิน และแร่ธาตุหลายชนิดมากกว่าในข้าวขัดสี วิตามินและแร่ธาตุที่สำคัญ ที่พบในข้าว คือ วิตามินบี 1 บี 2 บี 3 อี ฟอสฟอรัส แคลเซียม โพแทสเซียม เหล็ก สังกะสี ทองแดง และ ซิลีเนียม โดยวิตามินเหล่านี้พบมากในข้าวกล้อง และข้าวที่มีสี แต่จะพบน้อยในข้าวขัดสี เนื่องจากกระบวนการขัดสีจะทำให้เกิดการสูญเสียวิตามินไปกับรำข้าว ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุบางชนิดของข้าวสารมีสีในรูปข้าวกล้องและข้าวขัดสี

สารอาหาร (ยูนิตต่อ 100 กรัม)	ข้าวกล้อง	ข้าวขัดสี

วิตามินบี 1	2.30	1.20
วิตามินบี 2	0.40	0.14
วิตามินบี 3	21.00	13.00
วิตามินอี	0.60	0.03
ฟอสฟอรัส	1,694.10	1,542.50
แคลเซียม	60.20	45.30
โพแทสเซียม	673.70	624.60
เหล็ก	16.46	6.30
สังกะสี	8.96	4.92
ทองแดง	1.49	0.91
ซิลิเนียม	0.15	0.06

ที่มา: Xia et al. (2002)

ข้าวสังข์หยด

ข้าวสังข์หยดเป็นข้าวพื้นเมืองชนิดหนึ่งของจังหวัดพัทลุง เป็นข้าวที่มีคุณค่าทางอาหารสูง และเป็นที่นิยมบริโภคกันมาก ข้าวสังข์หยดเป็นข้าวที่ไวต่อช่วงแสง ปลูกมากในพื้นที่อำเภอเมืองพัทลุง เขาชัยสน ควนขนุน และป่าพะยอม ของจังหวัดพัทลุง ซึ่งกรมทรัพย์สินทางปัญญา กระทรวงพาณิชย์ได้ประกาศขึ้นทะเบียนพันธุ์ข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุงให้เป็นพันธุ์ข้าวที่เป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (Geographical indications : GI) (อัศวิน ภักฆวรรณ, 2557) ลักษณะเด่นของข้าวสังข์หยดมีความแตกต่างจากข้าวพันธุ์อื่นๆ คือ เยื่อหุ้มเมล็ดมีสีขาวปนสีแดงจางๆ จนถึงแดงเข้มในเมล็ดเดียวกัน เมื่อหุงสุกแล้วจะมีลักษณะสีเข้ม รสชาติดี มีคุณค่าทางอาหารสูง ย่อยง่าย เหมาะสำหรับผู้สูงอายุ (ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง, 2550) คุณลักษณะของข้าวสารสังข์หยด เมล็ดเล็ก เรียว ท้ายงอน เยื่อหุ้มเมล็ดจะมีสีแดงถึงแดงเข้ม เมื่อหุงสุกแล้วเมล็ดข้าวจะนุ่ม และจับตัวกันคล้ายข้าวเหนียว วิธีการหุง ให้ซาวข้าวเบาๆ โดย ใช้เวลาให้น้อยที่สุดเพียงครั้งเดียว เพื่อไม่ให้สูญเสียคุณค่าของข้าว เติมน้ำให้ท่วมข้าว สูง 1 ข้อนิ้ว เมื่อข้าวสุกทิ้งไว้ให้ข้าวระอุ ประมาณ 5-10 นาที หากต้องการให้ข้าวแข็งหรือนุ่มสามารถเติมหรือเพิ่มน้ำได้ตามความชอบ

ข้าวสังข์หยด เป็นพันธุ์ข้าวพื้นเมืองของจังหวัดพัทลุง เมล็ดข้าวกล้องมีสีแดงเข้ม นิยมบริโภคในรูปแบบข้าวกล้องและข้าวซ้อมมือ ข้าวสังข์หยดเป็นข้าวที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ได้แก่ ปริมาณไนอะซินสูง ช่วยในการทำงานของระบบประสาทและผิวหนัง นอกจากนี้ยังมีวิตามินบี 1 ช่วยป้องกันโรคเหน็บชา วิตามินบี 2 ช่วยป้องกันโรคปากนกกระจอก รวมทั้งมีแร่ธาตุสำคัญคือ แคลเซียม และฟอสฟอรัส ช่วยป้องกันโรคกระดูกอ่อน กระดูกพรุน เลือดแข็งตัวช้า นอกจากนี้ยัง

พบว่าข้าวสังข์หยดยังมี สีแดงและมีกลิ่นหอมเฉพาะตัว สีแดงของข้าวสังข์หยดเป็นสีของรงควัตถุประเภทฟลาวานอยด์ชนิดแอนโทไซยานิน รวมทั้งในน้ำมันรำข้าวสังข์หยดประกอบไปด้วย วิตามินอีและโอริซานอล ซึ่งสารต่างๆ ที่กล่าวมานั้นมีคุณสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชันซึ่งสามารถกำจัดหรือลดอนุมูลอิสระในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ซึ่งมีผลในการชะลอและลดความเสี่ยงในการเป็นโรคต่างๆ เช่น โรคหัวใจโรคมะเร็ง โรคระบบภูมิคุ้มกันทำงานผิดปกติ เป็นต้น ข้าวสังข์หยดสามารถป้องกันโรคความจำเสื่อม และยังมีสารต้านอนุมูลอิสระพวก oryzanol และมี Gamma Amino Butyric Acid (GABA) ช่วยลดอัตราเสี่ยงของการเป็นมะเร็ง จึงนับได้ว่าข้าวพันธุ์สังข์หยด เป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีคุณค่าทางอาหารสูง

คุณค่าทางโภชนาการของข้าวสังข์หยด

ข้าวสังข์หยดเป็นข้าวที่มีปริมาณไนอะซินสูง ช่วยในการทำงานของระบบประสาทและผิวหนัง นอกจากนี้ยังมีวิตามินบี 1 ซึ่งช่วยป้องกันโรคเหน็บชา วิตามินบี 2 ช่วยป้องกันโรคปากนกกระจอก รวมทั้งมีแร่ธาตุสำคัญ คือ แคลเซียม และฟอสฟอรัส ซึ่งช่วยป้องกันโรคกระดูกอ่อน และกระดูกพรุน เลือดแข็งตัวช้า นอกจากนี้ยังพบว่าข้าวสังข์หยดยังมีสีแดงและมีกลิ่นหอมเฉพาะตัว สีแดงของข้าวสังข์หยดเป็นสีของรงควัตถุประเภทฟลาโวนอยด์ชนิดแอนโทไซยานิน ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยชะลอความเสื่อมของเซลล์ ลดภาวะเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจมะเร็ง ระบบภูมิคุ้มกันทำงานผิดปกติ (สมพร ดำยศ, 2552) จึงทำให้เกิดการแปรรูปข้าวสังข์หยดในรูปของข้าวกล้อง หรือข้าวซ้อมมือ และผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย เช่น น้ำนมข้าวสังข์หยด กาละแม ข้าวพอง ข้าวแต๋น ขนมดอกจอก ขนมพิมพ์ ขนมทองพับ ขนมทองม้วน เป็นต้น

ตารางที่ 3 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวสังข์หยดในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม

องค์ประกอบ	ปริมาณ	หน่วย
พลังงาน	366	กิโลแคลอรี
โปรตีน	8.30	กรัม
ไขมัน	2.42	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	80	กรัม
เส้นใย	4.81	กรัม
แคลเซียม	0.01	กรัม
ฟอสฟอรัส	1.65	กรัม
เหล็ก	0.52	กรัม
วิตามินบี 1	0.18	มิลลิกรัม
วิตามินบี 2	0.06	มิลลิกรัม
ไนอะซิน	3.97	มิลลิกรัม

ที่มา: กองโภชนาการ (2544)

การแปรรูปข้าวสังข์หยด

ในปัจจุบันผู้บริโภคมีความสนใจในการดูแลสุขภาพมากขึ้น ดังจะเห็นได้จากการมีผลิตภัณฑ์อาหารเสริมและผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพในท้องตลาดเพิ่มสูงขึ้น การบริโภคข้าวซึ่งเป็นอาหารหลักของคนไทย ก็มีแนวโน้มเลือกบริโภคข้าวมีสีเพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากข้าวมีสีมีคุณค่าทางอาหารสูง ข้าวมีสีทางภาคใต้ของประเทศไทยที่ได้รับความนิยมในการบริโภคอีกชนิดหนึ่งคือ ข้าวสังข์หยด ซึ่งเป็นข้าวท้องถิ่น ของจังหวัดพัทลุง มีลักษณะเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดง โดยมีการศึกษาเกี่ยวกับข้าวสังข์หยดพบว่าข้าวสังข์หยดมีคุณค่าทางอาหารสูง มีปริมาณกากใยอาหารสูง จึงมีประโยชน์ต่อระบบขับถ่าย มีวิตามินอีสูง มีประโยชน์ด้านการชะลอความแก่ และมีโปรตีน ธาตุเหล็ก และธาตุฟอสฟอรัสสูง จึงมีประโยชน์ในการบำรุงโลหิต บำรุงร่างกายให้แข็งแรงและป้องกันโรคความจำเสื่อม โรคเหน็บชา (สมพร ดำยศ, 2552) ในปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้แป้งข้าวเพื่อทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น บัตเตอร์เค้ก (ณัชนก นุกิจ, 2549) มัฟฟิน (สุภิรัตต์ แก้วมณี, 2550) และเค้กเนย (ทศพร ดอกคำ, 2551) เป็นต้น

ขนมไทย

ขนมไทยจัดเป็นอาหารที่คู่สำรับกับข้าวไทยมาตั้งแต่ครั้งโบราณ โดยใช้คำว่าสำรับกับข้าวคาวหวาน โดยทั่วไปคนไทยจะทำขนมเฉพาะในงานเลี้ยง การทำบุญเลี้ยงพระ งานมงคล และงานพิธีการ อาหารหวานที่จัดเป็นสำรับจะต้องประกอบด้วย ของหวานอย่างน้อย 5 สิ่ง ซึ่งต้องเลือกให้มีรสชาติ สีสัน ชนิด ตลอดจนลักษณะที่กลมกลืนกัน แต่ละสำรับจะต้องมีผลไม้ 10 ที่ และขนมเป็นน้ำ 1 ที่เสมอ ประเทศไทยครั้งยังเป็นสยามประเทศ ได้ติดต่อค้าขายกับชาวต่างชาติ เช่น จีน อินเดีย มาตั้งแต่สมัยสุโขทัยโดยส่งเสริมการขายสินค้าซึ่งกันและกัน ตลอดจนแลกเปลี่ยนวัฒนธรรมด้านอาหารการกินร่วมไปด้วย ต่อมาในสมัยอยุธยาและรัตนโกสินทร์ ได้มีการเจริญสัมพันธไมตรีกับประเทศต่างๆ อย่างกว้างขวางไทยได้รับเอาวัฒนธรรมด้านอาหารของชาติต่างๆ มาดัดแปลงให้เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่น วัตถุดิบที่หาได้ เครื่องมือเครื่องใช้ ตลอดจนการบริโภคนิสัยแบบท้องถิ่น จนทำให้คนรุ่นหลังแยกไม่ออกว่าระหว่างขนมไทยแท้กับขนมไทยที่ดัดแปลงมาจากวัฒนธรรมของชาติอื่น เช่น ขนมที่ใช้ไข่และขนมที่ต้องเข้าเตาอบ ซึ่งเข้ามาในรัชสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช จากคุณท้าวทองกีบม้าภรรยาเชื้อชาติญี่ปุ่น สัญชาติโปรตุเกสของเจ้าพระยาวิไชเยนทร์ ผู้เป็นกงศุลประจำประเทศไทยในสมัยนั้น ไทยมิใช่เพียงรับทองหยิบ ทองหยอด และฝอยทองมาเท่านั้น หากยังให้ความสำคัญกับขนมเหล่านี้โดยใช้เป็นขนมมงคลอีกด้วย

ขนมไทย เป็นเอกลักษณ์ด้านวัฒนธรรมประจำชาติไทยอย่างหนึ่งที่เป็นที่รู้จักกันดี เพราะเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงความละเอียดอ่อนประณีตในการทำ ตั้งแต่วัตถุดิบ วิธีการทำ ที่กลมกลืน พิถีพิถันในเรื่องรสชาติ สีสัน ความสวยงาม กลิ่นหอม รูปลักษณะชวนรับประทาน ตลอดจนกรรมวิธีการรับประทาน ขนมแต่ละชนิด ซึ่งยังแตกต่างกันไปตามลักษณะของขนมชนิดนั้นๆ

ขนมกลีบลำดวน

ขนมกลีบลำดวนเป็นขนมไทยโบราณมงคลชนิดหนึ่ง ทำจากแป้งสาลี น้ำตาล และน้ำมันผ่านการอบควันเทียนเพื่อเพิ่มกลิ่นหอมเฉพาะตัว นิยมใช้ในงานแต่งงาน เนื่องจากความหมายของขนมชนิดนี้ คือ ชื่อเสียงขจรขจายไปไกลและสร้างความงดงามให้กับชีวิต และสร้างความงดงามให้กับชีวิตคู่ เนื่องด้วยเอกลักษณ์ของขนมกลีบลำดวน ที่มีกลีบดอก 3 กลีบประสานติดกัน ปั้นเกสรวางไว้ตรงกลาง ทำให้ขนมแลดูงดงามเหมือนดั่งดอกลำดวน ซึ่งดอกลำดวนนั้นเป็นดอกไม้ที่มีเสน่ห์ส่งกลิ่นหอมอบอวนในยามค่ำคืน ถือเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว ขนมกลีบลำดวนสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน เหมาะสำหรับเก็บไว้รับประทานหรือเป็นของฝาก มีกลิ่นรส หอมหวาน กลมกล่อม รูปทรงสวยงามเลียนแบบดอกลำดวนตามธรรมชาติ (ขนมกลีบลำดวน 1 ในตำนานขนมมงคลไทย, 2557)

ส่วนผสมของขนมกลีบลำดวน

1. แป้งสาลี

แป้งสาลีที่มีคุณภาพดีมาจากส่วนเอนโดสเปิร์มของเมล็ดเท่านั้น ไม่มีส่วนคัพพะหรือรำข้าวเจือปน ผ่านการบดอย่างละเอียดและร่อนผ่านตะแกรงจนได้ขนาดที่ต้องการ ฟอกสีให้ขาว อบเชย วงศ์ทอง และขนิษฐา พูนผลกุล (2544) ได้กล่าวถึงการแบ่งประเภทของแป้งสาลีไว้ 3 ประเภท ดังนี้

1.1 แป้งขนมปัง (Bread flour) ทำจากข้าวสาลีอย่างหนัก มีปริมาณโปรตีนสูง น้ำหนักประมาณ 112 กรัมต่อหนึ่งถ้วยตวง เหมาะสำหรับการทำผลิตภัณฑ์ขนมปังโดยเฉพาะ

1.2 แป้งเค้ก (Cake flour) ทำจากข้าวสาลีอย่างเบา เป็นแป้งที่ละเอียดที่สุด มีปริมาณโปรตีนต่ำ น้ำหนักประมาณ 96 กรัมต่อหนึ่งถ้วยตวง เหมาะสำหรับการทำผลิตภัณฑ์ประเภทเค้ก

1.3 แป้งอเนกประสงค์ (All purpose flour) ทำจากข้าวสาลีอย่างหนักและอย่างเบาผสมกันในอัตราส่วนเท่าๆ กัน หนักประมาณ 110 กรัมต่อหนึ่งถ้วยตวง เหมาะสำหรับการทำผลิตภัณฑ์ขนมที่หลากหลายชนิด เช่น คุกกี้ ซาลาเปา เป็นต้น

2. น้ำตาลทราย

น้ำตาลเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึก ละลายได้ดีในน้ำ และมีรส-หวาน จัดอยู่ในอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต น้ำตาลโดยทั่วไปผลิตมาจากอ้อย จัดเป็นซูโครสที่บริสุทธิ์ ร้อยละ 99.99 น้ำตาลช่วยทำให้ขนมอบชนิดต่างๆ มีรสหวาน สีสันสวยงาม กลิ่นหอม และช่วยการขึ้นฟู

ชนิดของน้ำตาลที่ใช้ในการทำขนมอบ หรือประกอบอาหาร นอกจากจะให้รสหวานของน้ำตาลเพื่อเพิ่มรสชาติ ยังใช้น้ำตาลช่วยทำให้เส้นใยกลูเตนนุ่มและขนมมีสีเหลืองสวย ทวีทอง หงส์วิวัฒน์ (2548) กล่าวถึงประเภทของน้ำตาลทรายที่ใช้ทำขนมไว้ดังนี้

2.1 น้ำตาลทรายขาว (Granulated Sugar) ลักษณะเม็ดเป็นผลึก

น้ำตาล อาจทำจากอ้อยหรือหัวบีท มีส่วนประกอบทางเคมีเหมือนกัน ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตขนม เครื่องดื่ม ลูกกวาด แยม เยลลี่ เป็นต้น มีทั้งชนิดละเอียด ธรรมดา และหยาบ ในการทำขนมอบจะใช้ชนิดละเอียด มีสีขาว สะอาด ร่วน ไม่มีความชื้นจนจับตัวเป็นก้อน ในการทำขนมปังนิยมใช้น้ำตาลเม็ดเล็ก จะเป็นน้ำตาลทรายขาว หรือน้ำตาลทรายแดง ทั้งนี้ขึ้นกับสี รสชาติ และลักษณะของขนมตามต้องการ ส่วนน้ำตาลสำหรับทำคุกกี้ ขึ้นอยู่กับชนิดของคุกกี้ ส่วนการทำเค้กใช้น้ำตาลทรายเม็ดเล็ก

2.2 น้ำตาลทรายแดง (Brown Sugar) หรือเรียกว่าน้ำตาลดิบ ได้มาจากน้ำอ้อยตอนแยกจากกากน้ำตาล แต่ยังไม่ได้ทำให้บริสุทธิ์จึงมีปริมาณเกลือแร่และวิตามินมากกว่าน้ำตาลทรายขาวที่ผ่านการฟอกสีแล้ว น้ำตาลมีลักษณะป่นเป็นผงไม่เป็นผลึกแบบน้ำตาลทรายขาว มีความชื้นสูง กลิ่นหอม นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์ที่ต้องการกลิ่นรส และสีของน้ำตาลทรายแดง เช่น เค้ก ผลไม้ คัสตาด และเต้าฮวย

2.3 น้ำตาลผงหรือน้ำตาลไอซิ่ง (Powder Sugar or Icing) เป็นน้ำตาลที่ได้จากการบดน้ำตาลทรายขาวขนาดธรรมดาให้ละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงให้ได้ขนาดตามต้องการ แล้วเติมแป้งมันหรือแป้งข้าวโพดร้อยละ 3 ของปริมาณน้ำตาลทั้งหมด เพื่อป้องกันการจับตัวเป็นก้อน เหมาะสำหรับการแต่งหน้าเค้ก หรือทำขนมหวานที่ไม่ตั้งไฟ มีความหวานน้อยกว่าน้ำตาลบริสุทธิ์ ควรเลือกใช้น้ำตาลผงที่บรรจุในภาชนะหรือถุงที่ปิดสนิท และควรร่อนก่อนการใช้งาน

3. เกลือ

เกลือเป็นเครื่องปรุงรสเค็มที่ใช้ในการปรุงอาหารและถนอมอาหาร เกลือที่ใช้ในการปรุงอาหารมีสูตรทางเคมีคือ NaCl (โซเดียมคลอไรด์) เกลือที่บริสุทธิ์จะมีลักษณะสีขาวเป็นผลึกแบบลูกบาศก์ เกลือมีคุณสมบัติดูดความชื้น เกลือที่ใช้บริโภคมีแหล่งที่มาจาก 2 แหล่ง คือ เกลือสมุทร และเกลือสินเธาว์ กล้าณรงค์ ศรีรอต (2551) กล่าวถึงประเภทของเกลือ ดังนี้

3.1 เกลือสมุทร ได้จากการทำนาเกลือโดยปล่อยน้ำทะเล ซึ่งองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นเกลือ ไหลเข้ามาในนาแล้วกักไว้ ปล่อยให้แสงแดดเป็นตัวการระเหยน้ำออกไป จนความเข้มข้นได้ระดับ เกลือจึงเกิดการตกผลึก

3.2 เกลือสินเธาว์ เป็นเกลือที่ผลิตได้จากน้ำเกลือใต้ดินจากบ่อบาดาล หรือเกลือหินซึ่งเป็นเกลือที่อยู่ใต้ดิน น้ำเกลือที่ได้จากบ่อบาดาลสูบขึ้นมาต้มด้วยเชื้อเพลิงหรือตากด้วยแสงแดด ทำในรูปนาเกลือ ส่วนเกลือหิน ใช้น้ำฉีดลงไปละลายเกลือใต้ดิน แล้วสูบขึ้นมาตากแห้งในนา

3.3 เกลือที่ใช้บริโภค คือ ผลึกของสารประกอบโซเดียมคลอไรด์ที่สะอาด ไม่มีสิ่งแปลกปลอมที่เป็นอันตรายแก่ผู้บริโภค แบ่งเป็น 4 ชนิด ดังนี้

3.3.1 เกลือปรุงอาหาร คือ เกลือบริโภคที่เป็นผลึกละเอียด

3.3.2 เกลือโต๊ะ คือ เกลือบริโภคที่เป็นผลึก ไม่จับกันเป็นก้อน สามารถทำให้ผลึกแยกออกจากกันได้ง่าย

3.3.3 เกลืออัดเม็ด คือ เกลือบริโภคที่อัดเป็นเม็ดแล้ว

3.3.4 เกลืออุตสาหกรรม คือ เกลือบริโภคที่ใช้ในการประกอบอาหาร และอุตสาหกรรมอาหารทั่วไป

4. น้ำมันพืช

น้ำมันพืชได้จากเมล็ดพืชที่มีน้ำมันมาก เช่น ข้าวโพด เมล็ดฝ้าย ถั่วเหลือง ถั่วลิสง เปลือกผลไม้ บางชนิดได้จากเนื้อผลไม้ เช่น มะพร้าว กระบวนการสกัดน้ำมันออกจากพืชเหล่านี้มีหลายแบบ เช่น ใช้เครื่องบีบเอาน้ำมันออก สกัดด้วยสารเคมี หรืออาจใช้ทั้ง 2 วิธี น้ำมันที่มีกลิ่นไม่พึงประสงค์ อาจจำเป็นต้องผ่านกระบวนกำจัดกลิ่น ซึ่งกลิ่นเหล่านี้มาจากสารพวกแอลดีไฮด์ (Aldehyde) คีโตน (Ketone) น้ำมันหอมระเหย (Essential oils) และกรดไขมันอิสระ ในบางกรณีจะทำให้น้ำมันนี้เย็นลง เพื่อให้บางส่วนที่มีกรดไขมันที่อิ่มตัวกว่าโมเลกุลตกผลึก แล้วแยกผลึกออก น้ำมันที่เหลือก็จะมีจุดแข็งตัวต่ำลงไปอีก เหมาะในการทำอาหารที่เก็บในตู้เย็น หน้าที่ของน้ำมันต่อการประกอบอาหารคือ ช่วยให้อาหารมีรสชาติดีขึ้น มีความนุ่มน่ารับประทาน และเป็นสื่อนำความร้อนในการประกอบอาหาร (อบเชย วงศ์ทอง และขนิษฐา พูนผล, 2544)

แป้งข้าว (Rice flour)

แป้งข้าว เป็นแป้ง (flour) ที่ผลิตจากการบดเมล็ดข้าว (rice) มีทั้งแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวเหนียว วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตคือ ข้าวหักหรือปลายข้าว

กรรมวิธีการผลิตแป้งข้าว

กรรมวิธีการผลิตมี 3 วิธี คือ วิธีโม่แห้ง วิธีโม่น้ำ และวิธีผสม

1. การผลิตแป้งข้าวด้วยการโม่แห้ง ได้จากการนำข้าวมาทำความสะอาด (cleaning) เพื่อแยกสิ่งสกปรกออก แล้วจึงนำไปบดให้เป็นแป้งจะมีคุณภาพต่ำ เพราะเม็ดแป้งค่อนข้างหยาบและมีสิ่งเจือปนสูง อายุการเก็บรักษาสั้น เพราะเกิดกลิ่นหืน (rancidity) ได้ง่ายเพราะมีปริมาณไขมันสูง และถูกทำลายจากแมลงได้ง่าย

2. การผลิตแป้งข้าวด้วยวิธีการโม่น้ำ เป็นวิธีการผลิตแป้งข้าวในปัจจุบัน แป้งมีคุณภาพดี มีความละเอียดและสิ่งเจือปนน้อย เทคโนโลยีการผลิตแป้งโดยวิธีการโม่น้ำได้รับการพัฒนามาช้านาน การผลิตแป้งในปัจจุบันยังคงมุ่งเน้นแป้งข้าวเจ้าชนิดอะไมโลส (amylose) สูง

3. การผลิตแป้งข้าววิธีผสม เป็นการโม่แป้งจากข้าวที่แช่น้ำและอบแห้งด้วย

ความร้อนก่อนโม่เป็นแป้ง แป้งชนิดนี้เป็นแป้งคุณภาพสูงและนำไปใช้ทำขนมเฉพาะอย่าง เช่น ขนมโก๋ จากแป้งข้าวเหนียว (งามชื่น คงเสรี, 2559)

อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร

อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหารเป็นการบ่งบอกถึงระยะเวลาที่ผลิตภัณฑ์นั้นยังมีความปลอดภัยต่อการบริโภค รวมถึงยังมีลักษณะทางประสาทสัมผัส เคมี กายภาพ และชีวภาพเป็นที่พึงพอใจ และคงไว้ซึ่งคุณค่าทางโภชนาการตามที่ได้ระบุไว้ในฉลากโภชนาการ (Kilcast and Subramaniam, 2000) ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่ภายใต้เงื่อนไขของการเก็บรักษาตามสภาวะที่เหมาะสม

นอกจากนี้หากพิจารณาถึงปัจจัยที่ส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารแล้ว สามารถแบ่งได้เป็น 2 ปัจจัยหลัก ได้แก่ ปัจจัยภายใน (Intrinsic factors) ซึ่งเป็นปัจจัยที่แสดงถึงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น ค่าวอเตอร์แอคติวิตี (Water activity: a_w) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าความเป็นกรดโดยรวม (Total acidity) ปริมาณออกซิเจนที่มีอยู่ แร่ธาตุต่างๆ ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นที่มีอยู่ การใช้สารป้องกันการเสื่อมเสีย (Food preservatives) องค์ประกอบของสารชีวเคมีต่างๆ เป็นต้น ปัจจัยภายนอก (Extrinsic factors) เช่น การควบคุมอุณหภูมิในระหว่างการเก็บรักษาและการจัดจำหน่าย การสัมผัสกับแสงต่างๆ (อัลตราไวโอเลต อินฟราเรด) ในระหว่างกระบวนการการจัดการของผู้บริโภค เป็นต้น (Kilcast and Subramaniam, 2000) ทั้งปัจจัยภายใน และปัจจัยภายนอกของผลิตภัณฑ์อาหารนั้น ต่างมีปฏิกิริยาต่อกัน ทั้งในแง่ของการยับยั้ง หรือการกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่ส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาโดยตรง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงต่างๆ เหล่านั้นสามารถแบ่งแยกได้ดังนี้ (Man and Jones, 1994)

1. **การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ**

การเปลี่ยนแปลงส่วนนี้มักมีสาเหตุมาจากความผิดพลาดในการจัดการกับอาหารในขั้นตอนของการเก็บเกี่ยว กระบวนการผลิต การเก็บรักษาที่ไม่เหมาะสม และการขนส่ง ตัวอย่างของการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ได้แก่ การแตกหักของผลิตภัณฑ์ การสูญเสียความกรอบของผลิตภัณฑ์

2. **การเปลี่ยนแปลงทางเคมี**

การเปลี่ยนแปลงนี้สามารถเกิดได้ทั้งขั้นตอนการผลิตและการเก็บรักษา โดยปฏิกิริยาเคมีส่วนมากจะเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบภายในของอาหาร ที่มีปัจจัยแวดล้อมภายนอกมาเป็นส่วนช่วยในการเกิดปฏิกิริยา ทั้งนี้ปฏิกิริยาเคมีที่สำคัญในอาหาร ได้แก่ ปฏิกิริยาจากเอนไซม์ (Enzymatic reactions) ปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (Oxidation reactions) โดยเฉพาะการเกิดออกซิเดชั่นของไขมัน (Lipid oxidation) สำหรับตัวอย่างของการเปลี่ยนแปลงจากปฏิกิริยาทางเคมี ได้แก่ การเกิดกลิ่นหืน การเกิดสีน้ำตาล เป็นต้น

3. **การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์**

การเปลี่ยนแปลงลักษณะนี้ต้องอาศัยปัจจัยที่เพียงพอประกอบด้วย ซึ่งจะสามารถเกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้ เช่น ค่าวอเตอร์แอคติวิตีในผลิตภัณฑ์อาหาร ความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาล หรือเกลือ (Osmotic concentration) ค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์ อุณหภูมิที่ทำการเก็บรักษา เป็นต้น ลักษณะตัวอย่างของการเปลี่ยนแปลงจากจุลินทรีย์ ได้แก่ การบูดเน่าของผลิตภัณฑ์อาหารจากจุลินทรีย์ เป็นต้น

ปัจจัยที่มีส่วนทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารเสื่อมคุณภาพได้ มีดังนี้

1) อากาศ

ออกซิเจนในอากาศจัดเป็นกลไกสำคัญในการทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารเสื่อมเสีย เนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นที่เกิดกับไขมันและโปรตีนในอาหาร ทำให้เสียรสชาติและเกิดกลิ่นหืน แหล่งที่ปล่อยออกซิเจนมาทำปฏิกิริยาอาจจะมีอยู่ในตัวผลิตภัณฑ์อาหารเองหรือมาจากสิ่งแวดล้อมภายนอก ดังนั้นในการบรรจุอาหารจึงต้องพยายามลดปริมาตรของอากาศภายในบรรจุภัณฑ์ (Head space) ให้น้อยลงเพื่อลดโอกาสที่ออกซิเจนจะทำปฏิกิริยากับอาหาร บรรจุภัณฑ์สุญญากาศ (Vacuum packaging) ใช้หลักการเดียวกันนี้ โดยการดูดเอาอากาศภายในบรรจุภัณฑ์ออกเกือบหมดเพื่อลดโอกาสในการทำปฏิกิริยาของออกซิเจนกับอาหาร จัดเป็นวิธีการยืดอายุของผลิตภัณฑ์ด้วยเทคนิคทางด้านบรรจุภัณฑ์

2) ความชื้น

ความชื้นเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร ความชื้นมีผลต่อเนื้อสัมผัส เช่น ความนุ่มความเหนียว ความกรอบ เป็นต้น มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งสามารถทำให้อาหารเน่าเสียได้ มีผลต่อปฏิกิริยาเคมีและชีวเคมี เช่น ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของไขมัน ปฏิกิริยาที่เกิดจากการกระทำของเอนไซม์ เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ความชื้นจึงเป็นได้ทั้งประโยชน์และโทษสำหรับผลิตภัณฑ์อาหาร ความชื้นที่เหมาะสมจะช่วยถนอมรักษาคุณภาพอาหารด้วย การลดปฏิกิริยาชีวเคมีและเคมีของอาหาร ถ้าความชื้นมีน้อยเกินไปจะทำให้อาหารเปราะแตกง่าย ในการแปรรูปอาหารจึงจำเป็นที่จะต้องควบคุมปริมาณความชื้นให้อยู่ในระดับที่ยอมรับ เช่น การอบแห้ง (Dehydration) ซึ่งเป็นการสกัดน้ำออกจากอาหาร ปริมาณของน้ำที่ช่วยป้องกันการเสื่อมเสียของอาหารอันเนื่องมาจากจุลินทรีย์ การอบแห้งจะดึงน้ำออกจากอาหารให้เหลือต่ำกว่าร้อยละ 10 ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารและหากต้องการที่จะป้องกันการเสื่อมเสียเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ควรให้มีปริมาณน้ำ ในอาหารต่ำลงอีกจนถึงประมาณร้อยละ 5

3) แสง

แสงที่ส่องผ่านบรรจุภัณฑ์มักจะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหาร ปรากฏการณ์ที่พบบ่อยมี 2 กรณี คือ แสงจะทำให้คุณค่าอาหารลดลงแม้ว่าจะไม่มีผลต่อรสชาติ ตัวอย่างที่ชัดเจนที่สุด คือ นม สารที่มีคุณค่าต่อสุขภาพในนมที่เรียกว่า ไรโบฟลาวิน (Riboflavin) จะเสื่อมคุณภาพเพราะแสง โดยแสงเหนือม่วง (Ultraviolet) และมีการเปลี่ยนแปลงต่อรสชาติ ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารไม่เป็นที่ยอมรับ เช่น เบียร์มักบรรจุในขวด

สีชาหรือสีเขียว เนื่องจากแสงสามารถทำให้รสชาติเปลี่ยนได้ หรือซอสมะเขือเทศจะเปลี่ยนเป็นสีเข้มเมื่อได้รับแสงและมีออกซิเจนอยู่มากพอ

4) สัตว์ต่าง ๆ

ผลิตภัณฑ์อาหารและผลิตผลทางการเกษตรประมาณร้อยละ 30 ถูกทำลายด้วยสัตว์บางชนิด เช่น หนู มด แมลง โดยเฉพาะในระหว่างการเก็บเกี่ยวหรือการเก็บในคลังสินค้าของวัตถุดิบต่าง ๆ ความเสียหายที่เกิดขึ้น อาจทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารเกิดการปนเปื้อน ลดคุณค่าทางสารอาหาร หรือเสียหายจากการถูกทำลายจากสัตว์เหล่านี้ การลดความเสียหายจากการทำลายของสัตว์เกี่ยวเนื่องกับการจัดการ การขนย้าย การจัดเก็บ บรรจุภัณฑ์หรือภาชนะที่ใช้ต้องปิดอย่างมิดชิด

องค์ประกอบที่ทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพ

ปัจจัยและกลไกที่ทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพ มีสามเหตุหลักที่มีผลต่ออายุของผลิตภัณฑ์อาหารมี 2 องค์ประกอบ ดังนี้

1. องค์ประกอบภายในตัวผลิตภัณฑ์อาหาร

ส่วนประกอบต่าง ๆ ภายในอาหารมีโอกาสทำให้ผลิตภัณฑ์เสื่อมคุณภาพขึ้นอยู่กับระยะเวลาการเกิด ดังนั้นการปรับแต่งสูตรอาหารและการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตจึงเป็นขั้นตอนแรกที่มีอิทธิพลต่ออายุของผลิตภัณฑ์อาหาร

2. องค์ประกอบภายนอกตัวผลิตภัณฑ์อาหาร

องค์ประกอบที่อยู่ภายนอกนี้คือ สิ่งที่อยู่รอบตัวผลิตภัณฑ์อาหารซึ่งได้แก่ บรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์ ตัวบรรจุภัณฑ์ และสิ่งแวดล้อมภายนอก องค์ประกอบเหล่านี้สามารถควบคุมได้โดยการเลือกใช้ระบบบรรจุภัณฑ์และวัสดุบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม กลไกต่างๆ ที่ได้กล่าวมาแล้ว

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร

อุตสาหกรรมการแปรรูปอาหาร การกำหนดอายุของผลิตภัณฑ์อาหารเป็นเรื่องสำคัญที่ควรคำนึงถึง เนื่องจากเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะช่วยชี้แนวทางการลงทุน เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต แนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารด้วยการเลือกสรรหาวัตถุดิบและสารปรุงแต่งต่าง ๆ พร้อมทั้งกำหนดคุณลักษณะของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ห่อหุ้มเพื่อรักษาคุณภาพของสินค้าให้ได้ตามอายุที่กำหนด

อายุของผลิตภัณฑ์อาหาร คือ ช่วงระยะเวลาที่ผลิตภัณฑ์อยู่ในบรรจุภัณฑ์และสามารถรักษาคุณภาพให้อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ภายใต้สภาวะการเก็บหนึ่ง ๆ จากคำนิยามจะพบว่าองค์ประกอบของอายุผลิตภัณฑ์อาหารแปรผันกับ 3 ปัจจัยหลัก คือ ตัวสินค้า บรรจุภัณฑ์ และสิ่งแวดล้อม หลังจากที่ได้รับการแปรรูปและผ่านกระบวนการผลิตแล้ว (ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ, 2541)

1. ผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์จะเสื่อมคุณภาพด้วยปฏิกิริยาต่าง ๆ กัน ผลิตภัณฑ์บางอย่างเมื่อได้รับความชื้นจะไม่เป็นที่ยอมรับ เช่น ข้าวเกรียบ ข้าวพอง ผลิตภัณฑ์บางอย่างเมื่อเก็บรักษานานขึ้นจะเกิดกลิ่นเหม็นหืน เช่น อาหารหรือขนมขบเคี้ยว คุณภาพที่ไม่เป็นที่ยอมรับของผลิตภัณฑ์ต้องได้รับการแก้ไขปรับปรุงโดยการควบคุมคุณภาพและการใช้วัสดุบรรจุภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสม เมื่อสามารถหาสาเหตุการเสื่อมคุณภาพของอาหารแล้ว จะต้องกำหนดว่ามาตรฐานหรือระดับคุณภาพขนาดไหนจะไม่เป็นที่ยอมรับ

2. บรรจุภัณฑ์

บรรจุภัณฑ์ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้ผลิตภัณฑ์เสื่อคุณภาพเร็วจนเกินไป ผลิตภัณฑ์บางชนิดที่ไวต่อความชื้น วัสดุบรรจุภัณฑ์ที่นำมาใช้จะต้องมีความสามารถป้องกันความชื้นได้ ซึ่งวัดเป็นค่าอัตราการซึมผ่านของความชื้น (WVTR : Water vapor transmission rate) ส่วนอาหารบางชนิดที่มีไขมันมากจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศแล้วเกิดกลิ่นเหม็นหืน จำเป็นต้องเลือกวัสดุที่สามารถป้องกันการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนที่วัดด้วยค่าอัตราการซึมผ่านของออกซิเจน (OTR : Oxygen transmission rate) ระดับการป้องกันของอาหารชนิดเดียวกันจะแตกต่างกันถ้าเลือกใช้วัสดุบรรจุภัณฑ์ที่ไม่เหมือนกัน นอกจากความชื้นและออกซิเจนซึ่งเป็นศัตรูตัวสำคัญของอาหารแล้ว อัตราการซึมผ่านของกลิ่นหรือก๊าซอื่นๆ ก็จะมีผลต่อคุณภาพของอาหาร แต่ไม่ร้ายแรงเท่ากับความชื้นและออกซิเจน วัสดุบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ทดสอบประเมินหาอายุของอาหารจำเป็นต้องกำหนดรายละเอียดให้ชัดเจน ตั้งแต่โครงสร้างรวมถึงแหล่งผลิต รายละเอียดที่จำเป็นต้องทราบคือ อัตราการซึมผ่านของสารที่มีโอกาสทำปฏิกิริยา แล้วส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เสื่อมคุณภาพ พื้นที่ผิวบรรจุภัณฑ์ น้ำหนักผลิตภัณฑ์และวิธีการปิดผนึกของบรรจุภัณฑ์ เป็นต้น

3. สิ่งแวดล้อม

การขนย้ายผลิตภัณฑ์อาหารจากแหล่งผลิตไปยังจุดขายย่อมมีโอกาสทำให้อาหารเสียหายได้ ในทางปฏิบัติผลิตภัณฑ์จำพวกอาหารสามารถเกิดความเสียหายได้ประมาณร้อยละ 3-10 แปรผันตามมูลค่าของผลิตภัณฑ์ อายุของผลิตภัณฑ์แปรผกผันกับประสิทธิภาพในการขนส่งผลิตภัณฑ์ที่มีอายุสั้นยิ่งจำเป็นต้องใช้การขนส่งที่มีประสิทธิผลและใช้พาหนะที่มีความเร็วสูง นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์อาหารที่เหมาะสมกับการขนส่งที่ใช้เวลา จำเป็นต้องมีอายุสินค้าที่ยาวนานภายใต้กระแสความต้องการของสังคม ที่จะประหยัดพลังงาน ความจำเป็นในการพัฒนาระบบบรรจุภัณฑ์และวัสดุบรรจุภัณฑ์ที่ใช้เทคโนโลยีสูงจึงจะมีมากขึ้น

บรรจุภัณฑ์เพื่อการรักษาคุณภาพอาหาร

ภาชนะบรรจุ หมายถึง บรรจุภัณฑ์ที่ทำหน้าที่ห่อหุ้มผลิตภัณฑ์ สามารถคุ้มครองและรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไว้ตลอดอายุการเก็บรักษา (วุฒิชัย นาครักษา, 2533) สำหรับภาชนะบรรจุข้าวและผลิตภัณฑ์จากข้าวควรทำด้วยวัสดุที่มีคุณสมบัติป้องกันแสง ออกซิเจน การซึมผ่านของความชื้น ป้องกันการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ และการซึมผ่านของกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ได้ (พีชยา จิระธรรมกิจกุล, 2541)

บทบาทของบรรจุภัณฑ์ในการช่วยเก็บรักษาคุณค่าของอาหารนั้น ตัวบรรจุภัณฑ์จะต้อง ไม่เป็นสาเหตุที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เสื่อมคุณค่าหรือด้อยคุณภาพลง กล่าวคือ ตัวบรรจุภัณฑ์เองต้องไม่ทำปฏิกิริยากับผลิตภัณฑ์อาหาร นอกจากนี้บรรจุภัณฑ์อาหารยังต้องทำหน้าที่ช่วยเก็บกลิ่นของผลิตภัณฑ์อาหารไว้ กลิ่นที่เปลี่ยนแปลงอาจจะเกิดจากสิ่งแปลกปลอมจากบรรยากาศซึมผ่านผิวของบรรจุภัณฑ์เข้าไปทำปฏิกิริยา หรืออาจเกิดจากกลิ่นที่อยู่ในอาหารถูกดูดซึมโดยบรรจุภัณฑ์ หรือกลิ่นซึมผ่านออกสู่บรรยากาศภายนอก บรรจุภัณฑ์ที่ทำหน้าที่ใส่อาหารเพียงอย่างเดียว ทำหน้าที่เป็นตัวกั้นผลิตภัณฑ์ไม่ให้สัมผัสกับบรรยากาศภายนอก บรรจุภัณฑ์จะทำหน้าที่เป็นกลไกในการป้องกันผลิตภัณฑ์จากปัจจัยต่างๆ (ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ, 2541)

1. การซึมผ่านวัสดุ ปรากฏการณ์การซึมผ่านอาจเกิดขึ้นได้ทั้งในสถานะของเหลวหรือในสภาวะที่เป็นก๊าซ บรรจุภัณฑ์ทำหน้าที่ใน 2 ลักษณะ คือ

1.1 ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซจากภายนอกสู่ภายในบรรจุภัณฑ์ ได้แก่

- การป้องกันการเกิดการเหม็นหืนของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการซึมผ่านของออกซิเจนเข้าไปทำปฏิกิริยา
- การป้องกันกลิ่นจากภายนอกปนเปื้อนกับกลิ่นของอาหารในสภาวะแวดล้อมที่เต็มไปด้วยกลิ่นหลากหลาย เช่น กลิ่นควัน กลิ่นน้ำมัน ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับคุณสมบัติของอาหารได้จากการซึมผ่านเข้าไปในบรรจุภัณฑ์

1.2 ป้องกันการถ่ายเทจากภายในสู่ภายนอกบรรจุภัณฑ์

- ป้องกันการสูญเสียกลิ่นของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุอยู่ภายใน
- ลดการระเหยของน้ำ
- หลีกเลี่ยงการรั่วซึมของก๊าซที่บรรจุไว้เพื่อรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์

2. การถ่ายเทพลังงาน มีพลังงานอย่างน้อย 2 ประเภทที่สามารถถ่ายเทผ่านบรรจุภัณฑ์เข้าไปถึงผลิตภัณฑ์ได้ คือ แสง และความร้อน พลังงานทั้ง 2 ประเภทนี้อาจก่อให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีและเร่งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการเน่าเสียของผลิตภัณฑ์ได้เร็วขึ้น

2.1 แสง ผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิดมีความไวต่อแสง ซึ่งก่อให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี และส่งผลให้สีของผลิตภัณฑ์อาหารซีดลง สูญเสียวิตามิน และเกิดการแปรสภาพของกรดอะมิโน

2.2 ความร้อน การส่งผ่านของความร้อนเกิดขึ้นได้ในรูปแบบของการแผ่รังสี การนำพาความร้อน และการเหนี่ยวนำความร้อน การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารที่มีความเสี่ยงต่อความร้อนสูงจำต้องควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ระหว่างการเก็บรักษา

3. จุลินทรีย์ บรรจุภัณฑ์ทำหน้าที่ปกป้องผลิตภัณฑ์อาหารในทางกายภาพจากจุลินทรีย์ที่มีจำนวนมหาศาลในบรรยากาศ และจากตัวของผลิตภัณฑ์เอง

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 3

การทดลอง

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. วัตถุดิบสำหรับการทำผลิตภัณฑ์
   1.1 แป้งข้าวสังข์หยด เตรียมจากข้าวสังข์หยดพัทลุง ด้วยวิธีการโม่แห้ง
   1.2 แป้งสาลีอเนกประสงค์ ตราว่าว
   1.3 แป้งเค้ก ตราบัวแดง
   1.4 น้ำตาลปน ตราไดนาสตี้
   1.5 น้ำมันถั่วเหลือง ตราองุ่น
   1.6 เกลือป่น ตราปรุงทิพย์

2. อุปกรณ์

2.1 อุปกรณ์สำหรับการทำผลิตภัณฑ์
   2.1.1 เครื่องชั่งดิจิตอล
   2.1.2 เตาอบ
   2.1.3 อุปกรณ์สำหรับประกอบอาหาร

2.2 อุปกรณ์สำหรับประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส
   2.2.1 ภาชนะบรรจุอาหารและเครื่องดื่ม
   2.2.2 ปากกา
   2.2.3 แบบสอบถามการยอมรับแบบทางประสาทสัมผัส 9-point hedonic Scale

2.3 อุปกรณ์สำหรับการประเมินคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ ตารางแสดงคุณค่าอาหารในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม (กองโภชนาการ, 2544)

2.4 อุปกรณ์สำหรับการทดสอบคุณลักษณะระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์
   2.4.1 บรรจุภัณฑ์สำหรับการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ถุงพลาสติกโพลีเอทธิลีน
   2.4.2 อุปกรณ์สำหรับการทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ เครื่องวัดค่าความชื้นที่มีผลต่ออัตราการเจริญของจุลินทรีย์ (Water Activity: a_w) และเครื่องวิเคราะห์ค่าความหืน (TBA value)
   2.4.3 อุปกรณ์สำหรับการทดสอบคุณลักษณะทางจุลินทรีย์ ได้แก่ ชุดวิเคราะห์จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด (Total Viable count) และชุดวิเคราะห์จำนวนยีสต์และรา (Yeast and Mold count)

วิธีการทดลอง

1. ศึกษาปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดที่เหมาะสมเพื่อใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวน

1.1 ศึกษาสูตรพื้นฐานของการผลิตขนมกลีบลำดวน

ทดสอบสูตรพื้นฐานของขนมกลีบลำดวน จำนวน 3 สูตร ภาคผนวก ข โดยทำการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยผู้ที่ผ่านการฝึกฝนการประเมินทางประสาทสัมผัส จำนวน 30 คน ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ด้วยวิธีการทดสอบแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) คัดเลือกสูตรพื้นฐานที่ได้คะแนนการยอมรับสูงสุด

1.2 ศึกษาปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดที่เหมาะสมเพื่อใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวน

นำขนมกลีบลำดวนสูตรพื้นฐานที่ได้รับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงสุดมาทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสังข์หยด ที่เตรียมจากข้าวสังข์หยดพัทลุง ด้วยวิธีการโม่แห้ง ทดแทนในอัตราส่วนแป้งข้าวสังข์หยด:แป้งสาลี ดังนี้ 0:100 (สูตรควบคุม) 20:80 40:60 60:40 80:20 และ 100:0 ทำการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีการทดสอบเช่นเดียวกับการทดลองข้อ 1.1 เพื่อให้ได้ปริมาณการทดแทนแป้งข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนที่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุดนำสู่การทดลองในวัตถุประสงค์ต่อไป

2. ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยด

โดยใช้ตารางแสดงคุณค่าอาหารในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม (กองโภชนาการ, 2544) ในการคำนวณสารอาหารในผลิตภัณฑ์

3. ศึกษาลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยดในระหว่างการเก็บรักษา

นำผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยดที่ได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุดมาบรรจุในถุงพลาสติกโพลีเอทธิลีน ถุงละ 1 ชิ้น ปิดผนึกในสภาวะปกติ แล้วทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (20-25 องศาเซลเซียส) ทำการสุ่มตัวอย่างทุกๆ 15 วัน ในระยะเวลา 30 วัน เพื่อศึกษาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยทำการศึกษาคุณลักษณะด้านต่างๆ ดังนี้

3.1 ศึกษาลักษณะทางประสาทสัมผัส

โดยทำการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสด้วยผู้ที่ผ่านการฝึกฝนการประเมินทางประสาทสัมผัส จำนวน 15 คน ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ด้วยวิธีการทดสอบแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale)

3.2 ศึกษาลักษณะทางกายภาพ

โดยทำการทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพ ด้วยเครื่องมือวัดค่าความชื้นที่มีผลต่ออัตราการเจริญของจุลินทรีย์ (Water Activity: a_w) วิธีการทดสอบ Water Activity Meter : Aqualab และเครื่องมือวิเคราะห์ค่าความหืน (TBA value) วิธีการทดสอบ AOAC : (Distillation and Photometric Method)

3.3 ศึกษาลักษณะทางจุลินทรีย์

โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Viable Count) และปริมาณยีสต์และรา (Yeast and Mold) วิธีการทดสอบ BAM 2001

การศึกษาลักษณะทางกายภาพ และการศึกษาลักษณะทางจุลินทรีย์ ทำการตรวจวิเคราะห์โดยศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเกษตรเพื่อการส่งออก คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

3. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way Analysis of Variance) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย Duncan's multiple ra test และ paired t-test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการวิเคราะห์ทางสถิติ (SPSS)

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

ผลการศึกษาปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดที่เหมาะสมเพื่อใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวน

1. ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานของการผลิตขนมกลีบลำดวน

การผลิตขนมกลีบลำดวนจากสูตรพื้นฐาน 3 สูตร (สุกัญญา สมสิงห์, 2556; รัมภา ศิริวา , 2552; ผ่องศรี ลิ่มวงศ์, 2542) ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า คะแนนการยอมรับด้านกลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ของขนมกลีบลำดวนทั้ง 3 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) คะแนนด้านลักษณะปรากฏของสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 สูงกว่าสูตรที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนคะแนนด้านสี ขนมกลีบลำดวนสูตรที่ 3 สูงที่สุดโดยสูงกว่าสูตรที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4) จึงคัดเลือกสูตรที่ 3 ซึ่งมีคะแนนการยอมรับด้านกลิ่น กลิ่นรส รสชาติ และเนื้อสัมผัส อยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก ส่วนด้านลักษณะปรากฏ สี และความชอบรวม อยู่ในช่วงชอบมากถึงชอบมากที่สุด เพื่อทำการทดลองในวัตถุประสงค์ต่อไป

ตารางที่ 4 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสขนมกลีบลำดวน

คุณลักษณะ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ลักษณะปรากฏ	7.40±1.33[b]	7.97±0.89[a]	8.10±0.85[a]
สี	7.67±0.99[b]	8.03±0.85[ab]	8.17±0.70[a]
กลิ่น	7.87±0.78[a]	8.00±0.79[a]	7.77±0.86[a]
กลิ่นรส	7.93±0.79[a]	8.10±0.76[a]	7.98±0.90[a]
รสชาติ	7.93±0.69[a]	8.23±0.73[a]	7.98±0.89[a]
เนื้อสัมผัส	7.90±0.76[a]	8.20±0.61[a]	7.93±0.79[a]
ความชอบรวม	8.00±0.79[a]	8.33±0.66[a]	8.10±0.85[a]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนมีความแตกต่างของคะแนนการยอมรับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2. ผลการศึกษาปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดที่เหมาะสมเพื่อใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวน

นำขนมกลีบลำดวนสูตรที่ได้รับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงสุด คือสูตรที่ 3 มาทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสังข์หยด ในอัตราส่วนแป้งข้าวสังข์หยดต่อแป้งสาลีที่ 0:100 (สูตรควบคุม) 20:80 40:60 60:40 80:20 และ 100:0 ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีการเช่นเดียวกับข้อ 1 พบว่า สูตรที่มีอัตราส่วน 40:60 60:40 และ 80:20 คะแนนด้านลักษณะปรากฏ และสี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่สูงกว่าสูตรที่มีอัตราส่วน 20:80 และ 100:0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คะแนนการยอมรับด้านกลิ่น ที่อัตราส่วน 40:60 สูงกว่าอัตราส่วน 20:80 60:40 และ 80:20 และสูงกว่าอัตราส่วน 100:0 และสูงกว่าอัตราส่วน 100:0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ด้านกลิ่นรสที่อัตราส่วน 40:60 สูงกว่าอัตราส่วน 60:40 และสูงกว่าอัตราส่วน 20:80 80:20 และ 100:0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ด้านรสชาติที่อัตราส่วน 40:60 สูงกว่าอัตราส่วน 60:40 และ 80:20 และสูงกว่าอัตราส่วน 20:80 และ 100:0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าเมื่อมีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์ที่อัตราส่วน 60:40 80:20 และ 100:0 คะแนนการยอมรับจะมีค่าลดลงตามลำดับ เนื่องจากแป้งข้าวสังข์หยดที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ได้จากการเตรียมด้วยวิธีการโม่แห้ง เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์จึงมีความหยาบของเม็ดแป้งเพิ่มขึ้นตามปริมาณอัตราส่วนที่มีการทดแทน คะแนนการยอมรับของผลิตภัณฑ์ที่มีอัตราส่วน 40:60 มีคะแนนการยอมรับทุกด้านสูงที่สุด ซึ่งอยู่ในช่วงชอบมากถึงชอบมากที่สุด จึงคัดเลือกอัตราส่วนนี้เพื่อทำการทดลองในวัตถุประสงค์ต่อไป

ตารางที่ 5 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของขนมกลีบลำดวนที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสังข์หยดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	อัตราส่วนแป้งข้าวสังข์หยดต่อแป้งสาลี					
	สูตรควบคุม	20:80	40:60	60:40	80:20	100:0
ลักษณะปรากฏ	7.80±0.66^{b}	8.03±0.62^{b}	8.53±0.57^{a}	8.50±0.63^{a}	8.24±0.68^{a}	8.03±0.67^{b}
สี	7.73±0.74^{b}	7.77±0.68^{b}	8.60±0.56^{a}	8.37±0.72^{a}	8.43±0.63^{a}	7.70±0.70^{b}
กลิ่น	7.87±0.63^{b}	8.13±0.63^{ab}	8.33±0.71^{a}	8.23±0.77^{ab}	8.10±0.66^{ab}	7.93±0.64^{b}
กลิ่นรส	7.70±0.54^{d}	8.03±0.62^{bcd}	8.40±0.62^{a}	8.13±0.73^{ab}	8.10±0.71^{bc}	7.77±0.68^{cd}
รสชาติ	7.60±0.62^{d}	8.13±0.73^{bc}	8.57±0.57^{a}	8.33±0.66^{ab}	8.40±0.72^{ab}	7.90±0.76^{cd}
เนื้อสัมผัส	7.60±0.62^{c}	8.31±0.63^{b}	8.77±0.43^{a}	8.20±0.76^{b}	8.40±0.56^{b}	7.77±0.73^{c}
ความชอบรวม	7.77±0.43^{c}	8.27±0.45^{b}	8.83±0.38^{a}	8.47±0.57^{b}	8.33±0.66^{b}	8.00±0.59^{c}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนมีความแตกต่างของคะแนนการยอมรับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยด

จากตารางที่ 6 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนสูตรดั้งเดิม และขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยด โดยการคำนวณคุณค่าทางสารอาหารในส่วนผสม พบว่าค่าพลังงานทั้งหมดของผลิตภัณฑ์สูตรดั้งเดิม และผลิตภัณฑ์ที่มีการพัฒนาต่อ 1 ส่วนการผลิต เท่ากับ 2,616.40 และ 2,658.18 กิโลแคลอรี ตามลำดับ ซึ่ง 1 ส่วนการผลิต ได้ผลิตภัณฑ์จำนวน 150 ชิ้น ดังนั้นผลิตภัณฑ์ 1 ชิ้น มีค่าพลังงานเท่ากับ 17.44 และ 17.72 กิโลแคลอรี ตามลำดับ ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยดมีพลังงานมากกว่าเล็กน้อย เนื่องจากส่วนผสมของข้าวสังข์หยดมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต และไขมัน มากกว่าแป้งสาลีเพียงเล็กน้อย นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยดยังมีปริมาณแคลเซียม มากกว่าผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนดั้งเดิม

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนสูตรดั้งเดิมและขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยด

ส่วนผสม (กรัม)	สารอาหาร									
	พลังงาน (kcal)	โปรตีน (g)	ไขมัน (g)	คาร์โบฯ (g)	ใยอาหาร (g)	แคลเซียม (g)	ฟอสฟอรัส (g)	B1 (mg)	B2 (mg)	B3 (mg)
ขนมกลีบลำดวนสูตรดั้งเดิม										
แป้งสาลี (260)	881.4	35.62	4.86	188.68	31.72	-	0.91	1.17	0.55	16.54
น้ำมันพืช (115)	1,035	-	115	-	-	-	-	-	-	-
น้ำตาลทรายป่น (175)	700	-	-	175	-	-	-	-	-	-
รวม	**2,616.40**	**35.62**	**119.86**	**363.68**	**31.72**	**-**	**0.91**	**1.17**	**0.55**	**16.54**
ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยด อัตราส่วน 40:60										
แป้งสาลี (104)	352.56	14.25	1.94	75.47	12.69	-	0.36	0.47	0.22	6.61
แป้งข้าวสังข์หยด (156)	570.62	12.95	3.77	124.8	7.5	0.01	0.23	0.28	0.09	6.19
น้ำมันพืช (115)	1,035	-	115	-	-	-	-	-	-	-
น้ำตาลทรายป่น (175)	700	-	-	175	-	-	-	-	-	-
รวม	**2,658.18**	**27.20**	**120.71**	**375.27**	**20.19**	**0.01**	**0.59**	**0.75**	**0.31**	**12.80**

หมายเหตุ : 1 สูตรการผลิต ได้ผลิตภัณฑ์จำนวน 150 ชิ้น

ผลการศึกษาลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยดในระหว่างการเก็บรักษา

ผลการศึกษาลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยดในระหว่างการเก็บรักษา โดยการนำผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยดที่ได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุดมาบรรจุในถุงพลาสติกโพลีเอทธิลีน ถุงละ 1 ชิ้น ปิดผนึกในสภาวะปกติ ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30-33 องศาเซลเซียส) ทำการสุ่มตัวอย่างทุกๆ 15 วัน ในระยะเวลา 30 วัน เพื่อศึกษาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยทำการศึกษาคุณลักษณะด้านต่างๆ ดังนี้

1. ผลการศึกษาลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษา

ผลการศึกษาลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยดระหว่างการเก็บรักษา โดยทำการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ด้วยวิธีการทดสอบแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) พบว่าคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบรวมช่วงการเก็บรักษาวันที่ 1 สูงกว่าวันที่ 15 และวันที่ 30 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนคะแนนการยอมรับทางด้านสีของผลิตภัณฑ์ในวันที่ 1 สูงกว่าวันที่ 15 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่สูงกว่าวันที่ 30 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงดังตารางที่ 7 จะเห็นได้ว่าเมื่อเวลาการเก็บรักษานานขึ้นลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวน มีคะแนนการยอมรับลดลงตามลำดับจนถึงวันที่ 30 ของการเก็บรักษา แต่ยังคงมีคะแนนการยอมรับอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก ทั้งนี้ผู้ทดสอบให้ความเห็นว่าระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น ส่งผลลักษณะปรากฏของ

ผลิตภัณฑ์มีความเปลี่ยนแปลงในทางที่ด้อยลง เช่น ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวน้อยลง แตกหักง่ายขึ้น และมีผงของแป้งข้าวสังข์หยดแยกตัวออกมาจากผลิตภัณฑ์มากขึ้นตามลำดับ

ตารางที่ 7 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยดที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วันที่)		
	1	15	30
ลักษณะปรากฏ	8.87±0.35[a]	8.20±0.56[b]	7.07±0.59[c]
สี	8.53±0.64[a]	8.07±0.80[a]	7.20±0.68[b]
กลิ่น	8.80±0.41[a]	8.00±0.38[b]	7.27±0.59[c]
เนื้อสัมผัส	8.60±0.51[a]	7.80±0.68[b]	7.27±0.59[c]
ความชอบรวม	8.93±0.26[a]	8.27±0.59[b]	7.20±0.56[c]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนมีความแตกต่างของคะแนนการยอมรับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

2. ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพ

2.1 ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้นที่มีผลต่ออัตราการเจริญของจุลินทรีย์ (Water Activity: a_w)

ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้นที่มีผลต่ออัตราการเจริญของจุลินทรีย์ พบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยด ค่าความชื้นที่มีผลต่ออัตราการเจริญของจุลินทรีย์ มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.29 เป็น 0.65 ที่ 60 วัน ดังตารางที่ 8 แต่อย่างไรก็ตามค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยด ยังต่ำกว่าระดับที่จุลินทรีย์เจริญได้ (a_w < 0.6) สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษาที่ไม่เกินค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมผิง (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมผิง, 2548) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีองค์ประกอบและลักษณะคล้ายคลึงกับผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวน จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ลดอัตราการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์เนื่องจากจุลินทรีย์ ทำให้ยืดระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานยิ่งขึ้น

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพด้านความชื้นที่มีผลต่ออัตราการเจริญของจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยดในระหว่างการเก็บรักษา

ช่วงเวลาการเก็บรักษา (วันที่)	ผลการทดสอบ (a_w)

1	0.29
15	0.34
30	0.49
45	0.55
60	0.65

2.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความหืน (Thiobarbituric acid, TBA value)

การวิเคราะห์ค่า TBA เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณของมาโลนัลดีไฮด์ (Malonaldehyde) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้จากการเกิดออกซิเดชันของไขมัน การวิเคราะห์ค่า TBA โดยทั่วไปนิยมใช้เพื่อประเมินคุณภาพทางด้านการเหม็นหืนของผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันหรือน้ำมันเป็นองค์ประกอบ ผลการวิเคราะห์ค่าความหืนของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยด พบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ค่าความหืนเพิ่มขึ้นจาก 0.29 เป็น 0.67 ที่ 60 วัน ดังตารางที่ 9 ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีส่วนผสมของน้ำมันถั่วเหลืองทำให้เมื่อมีระยะการเก็บรักษาที่นานขึ้น ปฏิกิริยาการออกซิเดชั่นของไขมันจะเพิ่มขึ้นตามลำดับ

ตารางที่ 9 ผลการทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพด้านความหืนที่มีผลต่อคุณลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยดในระหว่างการเก็บรักษา

ช่วงเวลาการเก็บรักษา (วันที่)	**ผลการทดสอบค่าความหืน (TBA) (mg.malonaldehyde/kg)**
1	0.26
15	0.30
30	0.42
45	0.57
60	0.67

3. ผลการศึกษาคุณลักษณะทางจุลินทรีย์

ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Viable Count) และปริมาณยีสต์และรา (Yeast and Mold Count) พบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยด ตั้งแต่วันที่ 1-60 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าไม่เกิน $1x10^4$ CFU/g และปริมาณยีสต์และรา มีค่าไม่เกิน $1x10^2$ CFU/g ดังตารางที่ 10 ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานด้านคุณลักษณะที่ต้องการของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมผิง (TVC ≤ $1x10^4$ CFU/g, TYMC ≤ $1x10^2$ CFU/g) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากส่วนผสมในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ มีน้ำเป็นองค์ประกอบในปริมาณน้อยมาก อีกทั้งกระบวนการแปรรูปมีกระบวนการให้ความร้อนด้วยการอบ ทำให้น้ำในผลิตภัณฑ์ระเหยออกไปจนทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ลดอัตราการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ ทำให้ยืดระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานยิ่งขึ้น

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยดในระหว่างการเก็บรักษา

ช่วงเวลาการเก็บรักษา (วันที่)	ผลการทดสอบ (CFU/g)	
	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด	ปริมาณยีสต์และรา
1	35	<10
15	85	<10
30	95	10
45	95	10
60	10×10^2	10

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

ผลการศึกษาปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดที่เหมาะสมเพื่อใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวน การศึกษาสูตรพื้นฐานของการผลิตขนมกลีบลำดวน พบว่าผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนสูตรที่ 3 (ผ่องศรี ลิ่มวงศ์, 2542) มีคะแนนการยอมรับด้านกลิ่น กลิ่นรส รสชาติ และเนื้อสัมผัส อยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก ส่วนด้านลักษณะปรากฏ สี และความชอบรวมอยู่ในช่วงชอบมากถึงชอบมากที่สุด ผลการศึกษาปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดที่เหมาะสมเพื่อใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวน ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับสูตรที่มีการทดแทนที่อัตราส่วน 40: 60 (แป้งข้าวสังข์หยด:แป้งสาลี) มากที่สุด ซึ่งมีคะแนนการยอมรับอยู่ในช่วงชอบมากถึงชอบมากที่สุด

การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนสูตรดั้งเดิม และขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยด พบว่า ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยดมีพลังงานมากกว่าเล็กน้อย เนื่องจากส่วนผสมหลักคือข้าวสังข์หยด มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต และไขมัน มากกว่าแป้งสาลี

การศึกษาลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยดในระหว่างการเก็บรักษา ด้านการศึกษาลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ พบว่าเมื่อเวลาการเก็บรักษานานขึ้น คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวน มีคะแนนการยอมรับลดลง ตามลำดับ แต่ยังคงมีคะแนนการยอมรับอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก

การวิเคราะห์ค่าความชื้นที่มีผลต่ออัตราการเจริญของจุลินทรีย์ (a_w) พบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยด ค่าความชื้นที่มีผลต่ออัตราการเจริญของจุลินทรีย์ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ตามลำดับ แต่ยังไม่เพียงพอต่ออัตราการเจริญของจุลินทรีย์ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

การวิเคราะห์ค่าความหืนของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยด พบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ค่าความหืนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ตามลำดับ

การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา พบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งข้าวสังข์หยด ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด มีค่าไม่เกิน $1x10^4$ CFU/g และปริมาณยีสต์และรา มีค่าไม่เกิน $1x10^2$ CFU/g ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานด้านคุณลักษณะที่ต้องการของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมผิง ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะและองค์ประกอบคล้ายคลึงกับผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวน

ข้อเสนอแนะ

การประยุกต์ใช้แป้งข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวน เป็นการส่งเสริมการอนุรักษ์ขนมไทยโบราณที่กำลังจะสูญหาย ส่งเสริมการปลูกข้าวพื้นเมืองของท้องถิ่น และเพิ่มช่องทางการนำพืชในท้องถิ่นมาใช้ให้ เกิดประโยชน์ เพิ่มคุณค่าทางอาหารให้กับขนมไทย เป็นแนวทางที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้บริโภคได้รับอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ลดปัญหาการแพ้กลูเตน (หากสามารถทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสังข์หยดได้ร้อยละ 100 ทั้งนี้ควรพัฒนาผลิตภัณฑ์จากแป้งข้าวสังข์หยดที่ผ่านการโม่ด้วยวิธีการอื่น ๆ เช่น โม่เปียก โม่ผสม หรือแป้งดัดแปร) อีกทั้งยังสามารถถ่ายทอดความรู้เพื่อสร้างอาชีพเสริมให้กับกลุ่มแม่บ้านและเกษตรกรในท้องถิ่นได้อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

กรมการข้าว. 2550. **ข้าว: โภชนาการ สุขภาพ.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กองอนามัย กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2535. **ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย.** กรุงเทพมหานคร: คณะกรรมการสวัสดิการกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.

กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2544. **ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย (Nutritive Value of Thai Foods).** กรุงเทพมหานคร: องค์การทหารผ่านศึก.

กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2543. **เทคโนโลยีของแป้ง.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คนึงนิจ ภักดีวงศ์. 2542. **การถนอมอาหาร.** ภูเก็ต: โปรแกรมการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏภูเก็ต.

งามชื่น คงเสรี. 2559. **แป้งข้าว**. ค้นวันที่ 13 มิถุนายน 2559 จาก http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1656/rice-flour.

จรูญศรี พลเวียง. 2552. **ถนอมอาหาร ฉบับสมบูรณ์.** กรุงเทพมหานคร :โรงพิมพ์บริษัทแม่บ้าน.

ฉัตรเฉลิม เฉลิมชัยวัฒน์. 2546. **แปรสภาพเนื้อสัตว์เป็นอาหารทำเงิน.** กรุงเทพมหานคร :ไพลินบุ๊คเน็ต.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545. **เคมีอาหาร.** กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.

ณัชนก นุกิจ. 2549. **การพัฒนาบัตเตอร์เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้องพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105**. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดำเนิน กาละดี สุทัศน์ จุลศรีไกวัล และศันสนีย์ จำจด. 2543. **ความเป็นไปของการผลิตข้าวลูกผสมในเมืองไทย.** เชียงใหม่: สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ทศพร ดอกคำ 2551. **การทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิด้วยโคคาราในเค้กเนยสด** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ไทยรัฐออนไลน์. 2557. **เรียนรู้วิถีชีวิตชาวนา...ลำบากอย่างมีคุณค่า.** ค้นวันที่ 27 มกราคม 2557 จาก http://www.thairath.co.th/content/royal/387262

บุษกร อุตรภิชาติ. 2552. **จุลชีววิทยาทางอาหาร.** พิมพ์ครั้งที่ 4. สงขลา: นำศิลป์โฆษณา.

ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ. 2541. **บรรจุภัณฑ์อาหาร.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์หยี่เฮง จำกัด.

พรชัย พุทธรักษ์. 2555. **เอกสารประกอบการสอนรายวิชาอาหารไทย.** สงขลา: มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

วุฒิชัย นาครักษา. 2533. **หลักการบรรจุ**. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง. 2550. **คู่มือข้อมูลพันธุ์ข้าวไทย.** พัทลุง: สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร.

ศูนย์ข้อมูลทางกลางวัฒนธรรม. 2557. **แกงมัสมั่น อาหารพื้นบ้านชาวอิสลาม.** ค้นวันที่ 1 พฤศจิกายน 2557 จาก http://m-culture.in.th/album/view/181426/

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2545. **จุลชีววิทยาทางอาหาร.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สุรชัย จิวเจริญสกุล. 2556. **ศาสตร์และศิลปะการกินของไทย มรดกวัฒนธรรมของโลก.** กรุงเทพมหานคร: เอพริล เรน พริ้นติ้ง จำกัด.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2548. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมผิง.** มผช. 745/2548.

อัศวิน ภักฆวรรณ. 2556. **ข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง.** ค้นวันที่ 14 พฤศจิกายน 2556 จาก http://pre-rse.ricethailand.go.th/knowledge/11.htm

อบเชย อิ่มสบาย. 2544. **อาหารไทย 4 ภาค.** กรุงเทพมหานคร: แสงแดด.

อบเชย วงศทอง และขนิษฐา พูนผลกุล. 2544. **หลักการประกอบอาหาร.** กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

AOAC. 2000. **Official Methods of Analysis.** (17th ed.), Gaithersburg, Maryland: Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C.

Kilcast, D., and Subramaniam, P. 2000. **The stability and shelf-life of food**. Cambridge: Woodhead Publishing.