

การเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกุ้งในขนมทองพับ

Addition Horm-Nin Rice Flour and Shrimp Waste in Thong Pub

คำนำ

กุ้งเป็นสัตว์น้ำที่นำมาประกอบอาหารได้หลายชนิดและมีราคาแพงเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารเนื้อสัตว์ชนิดอื่น เมื่อนำมาประกอบอาหารจะมีส่วนที่เป็นเนื้อกุ้งที่รับประทานได้ประมาณ ร้อยละ 53.2 ส่วนที่ต้องทิ้งไป คือ หัวกุ้ง เปลือกกุ้ง และหาง ประมาณร้อยละ 46.8 และนอกจากนี้ในอุตสาหกรรมการแปรรูปกุ้งก็มีเศษเหลือจากกุ้งซึ่งจัดเป็นของเสียจากโรงงานอีกจำนวนมาก ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (2541) ได้ประมาณว่าในปีหนึ่ง ๆ จะมีเศษเหลือจากกุ้ง 150,000 ตัน เมื่อคิดเป็นจำนวนเงินแล้วทำให้ต้องสูญเสียเงินเป็นจำนวนไม่น้อย ดังนั้นจึงควรนำเศษเหลือจากกุ้งมาใช้ให้เกิดประโยชน์คุ้มค่าที่สุด ประกอบกับการศึกษาวิเคราะห์ส่วนประกอบของหัวกุ้งและเปลือกกุ้งพบว่าปริมาณโปรตีนและแคลเซียมสูง โดยในหัวกุ้งมีโปรตีนร้อยละ 29-37.5 แคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 25-27 ของน้ำหนักแห้ง เปลือกกุ้งส่วนลำตัวมีโปรตีนร้อยละ 40 แคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 33 ของน้ำหนักแห้ง และพบว่าในเปลือกกุ้ง มีโปรตีนร้อยละ 29.40 แคลเซียม ร้อยละ 15.30 ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งนับว่าเป็นปริมาณโปรตีนและแคลเซียมที่ค่อนข้างสูง จึงควรจะมีการพัฒนาให้มีการใช้เศษเหลือจากกุ้งเป็นอาหารให้มากขึ้นโดยการเสริมลงไปให้อาหาร โดยสุพาณี (2543) ได้ใช้เศษเหลือจากกุ้ง ร้อยละ 10 เพื่อเสริมแคลเซียมลงในข้าวเกรียบ พบว่ามีแคลเซียมสูงถึง 542 มิลลิกรัมต่อข้าวเกรียบ 100 กรัม

ข้าวเจ้าหอมนิลเป็นข้าวที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยมีโปรตีนอยู่ในช่วงประมาณ ร้อยละ 10-12.5 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 70 ปริมาณ amylose ร้อยละ 16 มีแคลเซียม 4.2 มิลลิกรัม/ 100 กรัม ธาตุเหล็กแปรปรวนระหว่าง 2.25 – 3.25 มิลลิกรัม/ 100 กรัมและธาตุสังกะสีประมาณ 2.9 มิลลิกรัม (สินัดไรซ์, 2547) จึงควรจะมีการพัฒนาให้มีการใช้เศษเหลือจากกุ้งและแป้งข้าวเจ้าหอมนิลเป็นอาหารให้มากขึ้น โดยการเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกุ้งลงในขนมทองพับ นอกจากนี้ทางสถาบันวิจัยโภชนาการมหาวิทยาลัยมหิดลได้ทำการวิจัยเรื่องการแปรรูปข้าวเจ้าหอมนิลพบว่าสามารถนำไปแปรรูปเป็นขนมอบกรอบ แกล์ พาย และคุกกี้ ซึ่งสอดคล้องกับขนมทองพับที่มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นแป้งข้าวเจ้า น้ำตาล และไขมันจากกะทิ (อโณทัยและ

คณะ,2517) โดยแป้งข้าวเจ้าหอมนิล สามารถนำมาทดแทนข้าวสาลีในการทำขนม หากใช้แป้งข้าวเจ้าหอมนิลแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมทองพับ จะไม่ส่งผลต่อคุณลักษณะของขนมทองพับ เนื่องจากแป้งข้าวเจ้าหอมนิลมีคุณลักษณะเหมือนแป้งข้าวเจ้าทั่วไป เมื่อนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ขนมทองพับ จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีความกรอบ ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะขนมทองพับที่ดี เป็นแผ่นบางกรอบแต่ไม่แข็งกระด้าง (ทัศนีย์, 2534)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อคัดเลือกตำรับขนมทองพับที่เหมาะสมเป็นตำรับพื้นฐาน
2. ศึกษาปริมาณแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ขนมทองพับจากการเฝ้าคุณภาพทางประสาทสัมผัส
3. ศึกษาคุณภาพทางเคมีและคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง
4. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีการใช้ประโยชน์จากเศษเหลือของกึ่งกลาดำและแป้งข้าวเจ้าหอมนิล
2. ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ขนมทองพับที่มีความแปลกใหม่ และมีคุณค่าทางอาหารเพิ่มขึ้น
3. เป็นทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ขนมทองพับ

การตรวจเอกสาร

ขนมทองพับ

ประวัติของขนมทองพับ

ขนมทองพับหรือขนมทองม้วนเป็นขนมไทยแท้ ๆ ที่คนไทยดัดแปลงมาจากพื้นฐานของขนมฝรั่งเพราะมีการใช้เตาผิง เรียกชื่อตามลักษณะ รูปร่าง ส่วนผสมหลักพื้นฐานของขนมไทย ประกอบด้วย แป้ง มะพร้าว และ น้ำตาล เป็นขนมไทยที่มีมาตั้งแต่สมัยโบราณ (พลศรี, 2545) ปรากฏในบทพระราชนิพนธ์ ของพระบาทสมเด็จพระพุทธเลิศหล้านภาลัย (รัชกาลที่ 2) ในกาพย์แห่ชมเครื่องคาวหวานว่า “ทองหยอดทองสนิท ทองม้วนมิดคิดความหลัง สองปีสองปีคั้ง แต่ ลำพังสองต่อสอง” (วันดี, 2525) จึงสันนิษฐานว่าน่าจะเกิดมาตั้งแต่ดั้งเดิมในสมัยกรุงศรีอยุธยา ยุคสมเด็จพระนารายณ์มหาราช ซึ่งเป็นยุคที่ขนมฝรั่งเข้ามามีบทบาทในราชสำนักโดยทำวาทองกิบม้า (เดอกีร์มา) ภริยาของเจ้าพระยาวิชาเยนทร์และสืบต่อมาในปัจจุบัน (พลศรี, 2545) เป็นขนมที่นิยมรับประทานและรู้จักกันอย่างแพร่หลาย และมีการพัฒนาดัดแปลงที่ใช้แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเจ้า (วันดี, 2525) พิมพ์ทองม้วนเดิมเป็นเหล็กหล่อเป็นกลมมีขายาวสองข้างมาประดิษฐ์เป็นแบบสี่เหลี่ยม ยังใช้เตาถ่าน (เตาอังโล่) เป็นเครื่องให้ความร้อน ปัจจุบันปรับเปลี่ยนเป็นเตาไฟฟ้า เตาแก๊สแทน ส่วนพิมพ์ยังคงมีแต่ปรับเป็นพิมพ์หล่อเป็นรูปกลมหรือเหลี่ยม (เพื่อทำขนมทองพับ) (พลศรี, 2545)

ประเภทของขนมทองพับหรือทองม้วน

ขนมทองพับหรือทองม้วน แบ่งออกเป็น 2 ชนิด (วันดี, 2525) คือ ขนมทองพับหรือทองม้วนชนิดเค็ม และขนมทองพับหรือทองม้วนชนิดหวาน

1. ขนมทองพับหรือทองม้วนชนิดเค็ม ได้แก่ ขนมทองพับหรือทองม้วนที่ทำจากแป้งมัน ไข่ และเครื่องปรุงแต่งกลิ่น รส ได้แก่ เกลือ พริกไทย ผักชี ผีอก ฟักทอง กุ้งสด กุ้งแห้ง ปลาแห้ง เป็นต้น นิยมปรุงรสให้มีรสเค็มเด่นชัด

2. ขนมหอมพับหรือทองม้วนชนิดหวาน ได้แก่ ขนมหอมพับหรือทองม้วนที่ทำจากแป้ง น้ำตาล ไขมัน ไข่ และเครื่องปรุงแต่งกลิ่น รส อันได้แก่ โกโก้ งาดำ งาขาว และอาจใช้เครื่องหอมอื่น ๆ อบให้มีกลิ่นหอมขึ้น (วันดี, 2525) นิยมปรุงรสให้มีรสหวานมัน (พะเยาว์, 2531)

เทคนิคที่ใช้ในการทำขนมทองพับ (อภิญา, 2547)

1. เลือกใช้วัสดุที่มีคุณภาพสดใหม่และสะอาด เช่น แป้งใหม่ ไข่สด กะทิสด ฯลฯ
2. ทองพับอาจใช้แป้งข้าวเจ้าผสมแป้งสาลีอย่างละครึ่งได้ ถ้าใช้แป้งข้าวเจ้าล้วนจะแข็งกระด้างกว่าใช้แป้งสาลีล้วน ซึ่งจะกรอบนุ่มดีกว่า
3. แป้งที่ทำทองม้วนจะมีส่วนผสมของแป้งมันมากกว่าแป้งสาลีเมื่อสุกจะให้ลักษณะแป้งแผ่นบางกรอบ
4. การผสมแป้งทำทองม้วนหรือทองพับต้องระวังอย่าให้เป็นก้อน หากเป็นก้อนควรกรองด้วยกระชอนโปร่งเพื่อกรองแป้งให้เนื้อละเอียด
5. กะทิที่นำมาทำทองพับ ทองม้วนควรใช้หัวกะทิจะดีกว่า ทำให้ทองม้วนและทองพับหอมมันอร่อย
6. พิมพ์ทองม้วนมี 2 ลักษณะ คือ แบบมือ และแบบเครื่องไฟฟ้า แบบไฟฟ้าจะทำได้เร็วกว่าแบบมือ และออกสีจะมีสีเหลืองเสมอกันทั้งชิ้น
7. การพับทองม้วน ทองพับขณะที่ยังร้อนและพับเร็ว ๆ ก่อนแป้งแข็งตัว
8. การม้วนทองม้วน ควรม้วนให้แน่นเพื่อจะได้ไม่แตกและขึ้นสวยงามรูปแบบที่นิยมพับทองม้วน ทองพับ มีดังนี้ ทองม้วนทรงยาว ทองม้วนทรงสั้น (ทองตัน)ทองพับ 2 ทบ

ลักษณะที่ดีของขนมทองม้วน ขนมหอมพับ

สีเหลืองทองสม่ำเสมอ แผ่นบางกรอบ แต่ไม่แข็งกระด้าง หอม ไข่รวมกับกะทิและ น้ำตาล ไข่ รสหวานพอเหมาะ ถ้าชอบรสเค็ม ลดน้ำตาล เพิ่มเกลือ เติมน้ำตาลและใบฝักชิท้านี่(2534) และอภิญา (2547) กล่าวว่า ทองม้วน ทองพับ ควรมีเนื้อสัมผัสไม่หนาหรือบางเกินไป มีกลิ่นหอมของแป้งและกะทิ

คุณค่าทางโภชนาการของขนมทองม้วน

อโนทัย และคณะ (2517) ทดลองทำขนมทองม้วนซึ่งในสูตรประกอบด้วย แป้งสาลี 20 กรัม กะทิข้น (ไม่เติมน้ำ) 40 กรัม ไข่ไก่ 12.5 กรัม และน้ำตาลมะพร้าว 25 กรัม พบว่ามีคุณค่าทางโภชนาการโดยส่วนใหญ่ได้แก่ พลังงาน คาร์โบไฮเดรต ไขมันและโปรตีน ขนมทองม้วนชนิดหวาน น้ำหนัก 45 กรัม มีพลังงาน 320 กิโลแคลอรี, คาร์โบไฮเดรต 42.2 กรัม, ไขมัน 14.5 กรัม, โปรตีน 5.6 กรัม, แคลเซียม 36.4 มิลลิกรัม, ฟอสฟอรัส 102.3 มิลลิกรัม, เหล็ก 4.2 มิลลิกรัม, วิตามินเอ 212.5 U.A., ไทอะมิน 0.05 มิลลิกรัม, ไรโบเฟลวิน 0.04 มิลลิกรัม, ไนอะซิน 0.63 มิลลิกรัม และวิตามินซี 0.4 มิลลิกรัม

ข้าวเจ้าหอมนิล

ข้าวเจ้าหอมนิลเป็นข้าวที่ได้รับการคัดเลือก และพัฒนาจนได้ข้าวที่มีเมล็ดข้าวกล้องเมื่อหุงสุกจะนุ่มเหนียว และมีกลิ่นหอม เป็นข้าวที่กลายพันธุ์จากข้าวเหนียวดำต้นเดียวของจีน จากการศึกษาเอกลักษณ์พันธุกรรมโดยใช้ microsatellite จำนวน 48 ตำแหน่ง ซึ่งชี้ให้เห็นว่า ข้าวเจ้าหอมนิลมีความแตกต่างจากข้าว Hei Bao และ Xua Bue Huq จากจีน แสดงให้เห็นว่า ข้าวทั้ง 3 ไม่ได้เป็นข้าวพันธุ์เดียวกัน (สินิลไรซ์, 2547)

คุณค่าทางโภชนาการของข้าวเจ้าหอมนิล

ข้าวเจ้าหอมนิลนับเป็นข้าวที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยมีโปรตีนอยู่ในช่วงประมาณ ร้อยละ 10-12.5 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 70 ปริมาณ amylose ร้อยละ 16 มีแคลเซียม 4.2 มิลลิกรัม/100 กรัม ธาตุเหล็กแปรปรวนระหว่าง 2.25-3.25 มิลลิกรัม/100 กรัม และธาตุสังกะสีประมาณ 2.9 มิลลิกรัม มีสารต้านอนุมูลอิสระ สูงประมาณ 293 ไมโครกรัม/กรัม ซึ่งสูงกว่าข้าวขาวดอกมะลิ 105 (ตารางที่ 1) จากข้อมูลทางโภชนาการนับได้ว่าข้าวเจ้าหอมนิล สินิลไรซ์, (2547) เป็นข้าวที่มีศักยภาพในการแปรรูปทางอุตสาหกรรมอาหารสูง เช่น cracker หรือ cooky (สินิลไรซ์, 2547)

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวเจ้าหอมนิลเทียบ กับข้าวขาวดอกมะลิ105

คุณค่าทางโภชนาการ	ข้าวเจ้าหอมนิล	ข้าวขาวดอกมะลิ 105
โปรตีน (ร้อยละ)	12.56	6.0
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	70.0	80.0
ธาตุเหล็ก (มก./100 ก)	3.26	-
สังกะสี (มก./100 ก)	2.9	-
แคลเซียม (มก./100 ก)	4.2	-
โพแทสเซียม (มก./100 ก)	339.4	-
ทองแดง (มก./100 ก)	0.1	-

ที่มา : สันติไรซ์ (2547)

ในส่วนของรำและจมูกข้าวหอมนิล มีวิตามิน E วิตามิน B และกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง ในส่วนของรำมีน้ำมันรำข้าวร้อยละ18เป็นองค์ประกอบ ซึ่งร้อยละ 80 เป็นชนิด C18:1 และ C18:2 เหมือนกับน้ำมันที่ได้จากถั่วเหลืองและข้าวโพดและพบว่ามีสาร omega-3 ประมาณร้อยละ 1-2 รำข้าวของข้าวเจ้าหอมนิลมีปริมาณเส้นใย digestible fiber สูงถึง ร้อยละ 10 และมีปริมาณธาตุเหล็กสูงกว่าข้าวขาวทั่วไปในท้องตลาดถึง 30 เท่า จากคุณสมบัติดังกล่าวทำให้ได้รับการคัดเลือกให้เป็นพันธุ์ที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าว โดยการนำมาผสมกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งเป็นข้าวที่มีคุณภาพของไทย (สันติไรซ์, 2547)

ปริมาณธาตุเหล็กในเมล็ดข้าวเจ้าหอมนิลและข้าวขาว

- การจัดระดับปริมาณธาตุเหล็กที่วิเคราะห์จากเมล็ดข้าวหอมนิลและข้าวขาว
 - ระดับต่ำ: กลุ่มข้าวที่มีปริมาณธาตุเหล็กต่ำกว่า 10 ppm
 - ระดับปานกลาง: กลุ่มข้าวที่มีปริมาณธาตุเหล็กปานกลาง 10-20 ppm
 - ระดับสูง: กลุ่มข้าวที่มีปริมาณธาตุเหล็กสูง มากกว่า 20 ppm
- การวิเคราะห์ธาตุเหล็กจากข้าวกล้องและข้าวสาร

ผลการวิเคราะห์การดูดซึมธาตุเหล็กในหลอดทดลองพบว่าข้าวเจ้าหอมนิลเบอร์ 3 มีเปอร์เซ็นต์ digestability สูงถึง ร้อยละ 31.3 จากตารางที่ 2 แสดงการวิเคราะห์ปริมาณ ไฟเตต แทนนินและธาตุเหล็ก พบว่า ข้าวเจ้าหอมนิลมีปริมาณไฟเตตและแทนนินสูงเมื่อเทียบกับข้าวพันธุ์อื่น

สินิลไรซ์, (2547) กล่าวว่าข้าวเจ้าหอมนิลเบอร์ 3 มีความสามารถในการดูดซึมธาตุเหล็กได้ดี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากองค์ประกอบที่ดีอื่น ๆ เช่น โปรตีนและสารอื่น ๆ อาจเป็นตัวยุทธส่งเสริมการดูดซึม

ตารางที่ 2 ปริมาณ ไฟเตต แทนนิน และธาตุเหล็กจากข้าวกล้องและข้าวสาร

ชื่อพันธุ์ข้าว	ไฟเตต(mg/100g)	แทนนิน (mg/100g)	ธาตุเหล็ก (mg/100g)
ข้าวเจ้ากล้องหอมนิล	1011.1	85.4	1.3
ข้าวเจ้าหอมนิลขัด	438.6	86.4	0.5
ข้าวเจ้ากล้องหอมนิล#3	685.4	68.4	1.3
ข้าวเจ้าหอมนิลขัด#3	372.2	20.4	0.6
ข้าวกล้อง IR68144	780	NO	1.7
ข้าวขัด IR68144	91.9	NO	1.1
ข้าวกล้องขาวดอกมะลิ 105	779.9	NO	1.2
ข้าวขัดขาวดอกมะลิ 105	90.4	NO	0.6

ที่มา: สินิลไรซ์ (2547)

คุณประโยชน์ของรงควัตถุในข้าวเจ้าหอมนิล

สินิลไรซ์(2547) กล่าวว่า ข้าวเจ้าหอมนิลมีเมล็ดสีม่วงดำ เมื่อวิเคราะห์ปริมาณสีของเมล็ด สีม่วงดำประกอบไปด้วย สีม่วงเข้ม (cyanidin) สีชมพูอ่อน (peonidin) และสีน้ำตาล (procyanidin) ผสมกัน ซึ่งสีที่เห็นนั้นเป็นสารประกอบกลุ่ม flavonoid ที่เรียกว่า สารแอนโทไซยานิน (anthocyanin) ที่ประกอบไปด้วยสาร cyanidin กับ สาร peonidin สารโปรแอนโทไซยานิน (proanthocyanidin) ประกอบด้วยสาร procyanidin ซึ่งสารดังกล่าวทั้งหมดนี้เป็นสาร antioxidant ที่ทำหน้าที่จับกับอนุมูลอิสระแล้วช่วยทำให้กลไกการทำงานของร่างกายมีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่า

ปกติ มีรายงานวิจัยพบว่า สารแอนโทไซยานิน สามารถช่วยลดการอักเสบของเนื้อเยื่อ ช่วยลดไขมันอุดตันในเส้นเลือดที่หัวใจ และสมอง บรรเทาโรคเบาหวาน ช่วยบำรุงสายตาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการมองเห็นเวลามองเห็นตอนกลางคืน สาร cyanidin มีประสิทธิภาพในการ antioxidation ได้ดีกว่าวิตามินอี หลายเท่า และยังยับยั้ง การเจริญเติบโตของ epidermal growth factor receptor ในเซลล์มะเร็ง สารโปรแอนโทไซยานิดิน หรือเรียกว่าสาร condensed tannins มีรายงานวิจัยพบว่า สารโปรแอนโทไซยานิดิน ทำการ antioxidation ได้ดีกว่าวิตามินซี วิตามินอี และ เบต้าแคโรทีน (beta-carotene) สาร โปรแอนโทไซยานิดิน ยังไปจับกับอนุภาคของกัมมันตภาพรังสีทำให้เซลล์ในร่างกายทำงานได้อย่างปกติ และช่วยลดไขมันอุดตันในเส้นเลือดป้องกันโรคหัวใจ และโรคความดันโลหิตสูง ยังยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งเต้านม ปอด กระเพาะอาหาร และเม็ดเลือดขาว และยังป้องกันไวรัส HSV-1 และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ reverse transcriptase ในไวรัส HIV นอกจากนี้ข้าวเจ้าหอมนิลสามารถช่วยลดการอักเสบของเนื้อเยื่อ ช่วยลดไขมันอุดตันในเส้นเลือดที่หัวใจ และสมอง บรรเทาโรคเบาหวาน ช่วยบำรุงสายตาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการมองเห็นเวลากลางคืน ในส่วนของรำและจมูกข้าวหอมนิล มีวิตามิน E วิตามิน B และกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงและช่วยลดไขมันอุดตันในเส้นเลือดป้องกันโรคหัวใจ และโรคความดันโลหิตสูง ยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งเต้านม ปอด กระเพาะอาหาร และเม็ดเลือดขาว และป้องกันไวรัส HSV-1 และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ reverse transcriptase ในไวรัส HIV ในส่วนของรำมีน้ำมันรำข้าวร้อยละ 18 เป็นองค์ประกอบ ซึ่งร้อยละ 80 เป็นชนิด C18:1 และ C18:2 เหมือนกับน้ำมันที่ได้จากถั่วเหลือง และข้าวโพดและพบว่ามีสาร omega-3 ประมาณร้อยละ 1-2 รำข้าวของเจ้าหอมนิลมีปริมาณเส้นใย digestible fiber สูงถึง ร้อยละ 10 และมีปริมาณธาตุเหล็กสูงกว่าข้าวขาวทั่วไปในท้องตลาดถึง 30 เท่า

งานวิจัยที่สนับสนุนการใช้ประโยชน์จากแป้งชนิดต่างๆในผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

สถาบันวิจัยโภชนาการของมหาวิทยาลัยมหิดล พบว่าข้าวเจ้าหอมนิล มีธาตุเหล็กสูงโดยร่างกายมนุษย์สามารถดูดซึมธาตุเหล็กไปใช้ได้ดีกว่าข้าวปกติ ดังนั้นข้าวเจ้าหอมนิล จึงมีศักยภาพในการแก้ปัญหาการขาดธาตุเหล็ก โดยสถาบันวิจัยโภชนาการของมหาวิทยาลัยมหิดลมีโครงการจะนำข้าวทั้งสองพันธุ์ไปทดสอบประสิทธิภาพในการรักษาโรคโลหิตจางและเบาหวานในผู้ป่วยต่อไป (สินิลไช้, 2547)

ชุดิกร และปาริชาติ (2536) ทำการวิจัยการเพิ่มปริมาณโปรตีนในขนมทองม้วน ผลการศึกษา พบว่าการทดแทนแป้งด้วยโปรตีนสกัดจากถั่วเขียวร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้ง ได้รับการยอมรับจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสมากที่สุด โดยทำขนมทองม้วนต้นแบบซึ่งเดิมมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 0.58 มีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 4.85 เมื่อนำผลิตภัณฑ์มาบรรจุใน metallized bag ด้วยระบบก๊าซไนโตรเจน พบว่าสามารถเก็บได้ 6 อาทิตย์

สุกัญญา (2536) ทำการวิจัยการใช้ชงขนุนแห้งเพื่อเพิ่มใยอาหารในขนมทองม้วน ผลการศึกษาพบว่า สามารถใช้ชงขนุนแห้ง ร้อยละ 10 โดยสูตรขนมทองม้วนประกอบด้วย แป้งสาลี 100 กรัม เกลือป่น 5 กรัม กะทิ 200 กรัม น้ำตาลทราย 125 กรัม น้ำ 60 กรัม ไข่ไก่ 62.50 กรัม และงาดำ 10 กรัม ซึ่งขนมทองม้วนสามารถเพิ่มใยอาหารร้อยละ 10 ซึ่งคุณค่าทางโภชนาการในขนมทองม้วน มีปริมาณใยอาหารเท่ากับ 2.67 กรัม มีคาร์โบไฮเดรต 206 กรัม โปรตีน 26 กรัม ไขมัน 63 กรัม และพลังงาน 1,448 กิโลแคลอรี

สุพาณี (2543) ทำการทดลองใช้เศษเหลือจากกุ้งเพื่อเสริมแคลเซียมในข้าวเกรียบ ผลการทดลอง พบว่าคุณค่าทางโภชนาการของข้าวเกรียบเสริมเศษเหลือจากกุ้งมีแคลเซียมสูงถึง 542 มิลลิกรัมต่อข้าวเกรียบ 100 กรัม ซึ่งมีปริมาณแคลเซียมสูงกว่าข้าวเกรียบกุ้งทั่วไปซึ่งมีแคลเซียมเท่ากับ 53.00 มิลลิกรัมต่อข้าวเกรียบ 100 กรัม

กิตติยา (2544) ทำการทดลองการผลิตลูกกึ่งเสริมโปรตีนและแคลเซียมจากสัตว์น้ำ ผลการทดลองพบว่า โปรตีนผงที่ผลิตจากปลาช่อนเทศ สามารถเพิ่มในลูกกึ่งได้ร้อยละ 15 ของน้ำหนักแป้ง ซึ่งมากกว่าโปรตีนชนิดอื่น และลูกกึ่งเสริมโปรตีนผงที่ผลิตจากปลาช่อนเทศมีปริมาณโปรตีนสูงสุดคือ ร้อยละ 11.50 สูงกว่าลูกกึ่งสูตรพื้นฐาน 1.5 เท่า มีปริมาณแคลเซียมร้อยละ 0.37 ฟอสฟอรัส 0.33 สูงเป็น 2.5 และ 3 เท่า ของลูกกึ่งสูตรพื้นฐาน

พรดารา (2544) ทำการทดลองขนมเบี้องจากแป้งเมล็ดขนุน ผลการทดลองพบว่า อัตราส่วนของแป้งเมล็ดขนุนแทนที่ถั่วเขียวคั่วป่น: ปริมาณน้ำปูนใสที่ใช้ในการทำขนมเบี้องไทยที่เหมาะสม คือร้อยละ 30:135 โดยผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง ซึ่งคุณค่าทางโภชนาการในขนมเบี้องไทยจากแป้งเมล็ดขนุน 100 กรัม มีโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และใยอาหาร 1.18 12.77 1.22 และ 0.12 กรัม ตามลำดับ มีพลังงานเท่ากับ 67.98 กิโลแคลอรี

กุ้ง

ส่วนประกอบทางเคมีของกุ้ง

กุ้ง (prawns and shrimps) มีความชื้นร้อยละ 67.5-84.8 โปรตีนร้อยละ 8.9-23.2 ไขมันร้อยละ 0.1-3.2 เถ้าร้อยละ 1.3-6.8 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 2.2 ของส่วนที่กินได้ และมีพลังงาน 69-99 กิโลแคลอรี แคลเซียม 124-160 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 218-280 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัมของส่วนที่กินได้ (อำนาจ, 2524)

โครงสร้างของเปลือกกุ้ง

เปลือกกุ้งประกอบด้วยสารอินทรีย์ที่เรียกว่า ไนโตรจีนัส โพลีแซคคาไรด์ ไคติน (nitrogenous polysaccharide chitin) รวมกับการสารแคลเซียมซึ่งเป็นตัวทำให้เปลือกแข็งและรวมอยู่ในรูปสารประกอบของโปรตีน มีสารคาโรตินอยด์ ทำให้กุ้งมีสีสวย (มะลิ, 2531) เปลือกกุ้งจะมีความหนาบาง แตกต่างกันตามชนิดของกุ้ง แต่การเรียงตัวของชั้นต่างๆ เหมือนกัน (ประจวบ, 2527 และ ประจวบ 2537) ได้แบ่งเปลือกกุ้งออกเป็นชั้น ๆ ดังนี้

1. เปลือกชั้นนอกสุดไม่มีไคตินเป็นองค์ประกอบ
2. เปลือกชั้นในมีไคตินเป็นองค์ประกอบเรียกว่า เอนโดคิวติเคิล (endocuticle) ซึ่งชั้นนี้แบ่งย่อยออกเป็น 3 ชั้นคือ

ชั้นที่สะสมสี (pigmented layer) อยู่ใต้เอนโดคิวติเคิล และเหนือชั้นที่มีการสะสมเกลือแคลเซียม ชั้นนี้ก่อนการลอกคราบจะย่นแต่ยังคงสภาพเดิมไว้ ประกอบด้วยไคตินร่วมกับเกลือแคลเซียม และจุดสีพวกเมลานินหรือ tanned protein เซลล์ชั้นนี้เรียงกันอย่างหลวม ๆ

ชั้นที่มีการสะสมเกลือแคลเซียม (calcified layer) ประกอบด้วยไคตินที่ไม่มีสี มีเกลือแคลเซียมปริมาณค่อนข้างสูง

ชั้นที่ไม่มีการสะสมเกลือแคลเซียม (uncalcified layer) เป็นชั้นในสุดของเปลือกที่ไม่มีแคลเซียมมีสารประกอบของไคตินและโปรตีนอยู่บนชั้นของเนื้อ epithelium

ส่วนประกอบของเปลือกกุ้ง

ส่วนประกอบของเปลือกกุ้งมีผู้รายงานไว้ต่าง ๆ กันดังนี้ เปลือกกุ้งส่วนลำตัวมี โปรตีน ร้อยละ 40 แคลเซียมคาร์บอเนต ร้อยละ 33 ของน้ำหนักแห้ง (Kobelk, 1990) วิไล (2532) รายงานว่าเปลือกกุ้ง มีโปรตีน 29.4 กรัม แคลเซียม 15.3 กรัม ต่อ 100 กรัมของน้ำหนักแห้งและ ดวงใจ (2533) ได้ศึกษาปริมาณสารที่สำคัญทางเคมีในเปลือกกุ้งกุลาดำ พบว่ามีแคลเซียม 11.88 กรัมต่อ 100 กรัมของน้ำหนักแห้ง

เศษเหลือจากหัวและเปลือกกุ้ง

ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตกุ้งแหล่งใหญ่ประเทศหนึ่งของโลกและการส่งออกกุ้งไป จำหน่ายยังตลาดต่างประเทศก็ทำรายได้ให้แก่คนไทยปีละหลายหมื่นล้านบาท อุตสาหกรรมการ เพาะเลี้ยงกุ้งในประเทศไทย ในช่วงเวลา 16-17 ปี ที่ผ่านมา กุ้งกุลาดำเป็นกุ้งทะเลเพียงชนิดเดียวที่มีการเลี้ยงแบบพัฒนากันอย่างแพร่หลาย ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2543-2544 ประเทศไทยเป็นผู้นำในด้านการผลิต และการส่งออกติดต่อกันและสามารถส่งออกได้สูงสุดในปี พ.ศ. 2543 มีมูลค่าถึง 107,891 ล้านบาทเป็นอันดับหนึ่งในด้านการส่งออกประเทศไทยผลิตกุ้งได้ ประมาณ 350,000 ตันซึ่งเป็นผลผลิตจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำและกุ้งอื่น ๆ รวมประมาณ 180,000 ตัน (กรมประมง, 2544)

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมการแปรรูปกุ้งเป็นธุรกิจขนาดใหญ่ โดยเฉพาะการผลิตกุ้งกุลาดำ แช่แข็ง ซึ่งส่วนใหญ่ผลิตในรูปเนื้อกุ้งแช่แข็ง มีผลทำให้เกิดของเสียจากกระบวนการผลิตคือ ส่วน หัวและเปลือกกุ้ง ซึ่งของเสียจากกระบวนการผลิตเหล่านี้จะเป็นปัญหาให้แก่โรงงานอย่างมาก เพราะเป็นต้นเหตุสำคัญของกลิ่น การปนเปื้อนต่อผลิตภัณฑ์อื่น ๆ โรงงานมักจะกำจัดของเสีย เหล่านี้ด้วยการทิ้งลงทะเล เภา ฝั่งกลบ (Kreag และ Smith, 1975) หรือจำหน่ายเป็นวัตถุดิบในการทำอาหารสัตว์ในราคาที่ต่ำ การแปรรูปกุ้งจะได้ส่วนเนื้อและหางกุ้งคิดเป็น 53 เปอร์เซ็นต์ ส่วน เปลือกและหัว 47 เปอร์เซ็นต์ (เพียงใจ, 2537)

งานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบทางเคมีและทางกายภาพของหัวและเปลือกกุ้งกุลาดำ

เพ็ญใจ (2537) กล่าวว่ากุ้งสดทั้งตัวเมื่อนำมาเด็ดหัวออกจะได้ผลผลิตของกุ้ง เนื้อ เปลือก และหาง 62 เปอร์เซ็นต์ ส่วนหัว 38 เปอร์เซ็นต์ สำหรับกุ้งที่ทำการเด็ดหัวออกแล้วแกะเปลือก จะได้ผลผลิตเป็นกุ้งเนื้อติดหาง 85 เปอร์เซ็นต์ เปลือก 15 เปอร์เซ็นต์ และ กุ้งประกอบไปด้วย โปรตีน ประมาณ 60-70 เปอร์เซ็นต์ มีองค์ประกอบของกรดอะมิโนคล้ายคลึงกับหอยและปลาหมึก ในเปลือกกุ้งประกอบไปด้วยสารพวกแคลเซียมคาร์บอเนตซึ่งเป็นสารที่ช่วยให้โครงสร้างของเปลือกกุ้งแข็งแรงและยังประกอบไปด้วยสารไคติน

กวี (2519) พบว่า จากการวิเคราะห์เปลือกกุ้งกุลาดำ พบว่าเปลือกกุ้งกุลาดำมีปริมาณ ความชื้น 76.9 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 49.7 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 1.9 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 24.2 เปอร์เซ็นต์และ ไคติน 24.8 เปอร์เซ็นต์

กิตติยา (2544) พบว่าจากการวิเคราะห์หัวกุ้งกุลาดำ มีปริมาณความชื้น 17.32 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 42.14 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 7.69 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 19.54 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 7.67 เปอร์เซ็นต์และ แคลเซียม 854 มิลลิกรัม

Toma and James (1975) พบว่าเศษเหลือจากกุ้งคือส่วนหัวและเปลือกกุ้งกุลาดำ มีโปรตีน ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลัก เป็นโปรตีนคุณภาพดีเทียบเท่ากับโปรตีนในถั่วเหลืองที่มีการเติมกรดอะมิโนแล้ว เมื่อทำการปรับปรุงคุณภาพโดยแทนที่โปรตีนจากถั่วเหลืองด้วยโปรตีนจากเศษเหลือจากกุ้ง 50 เปอร์เซ็นต์ จะมีโปรตีนเพิ่มขึ้นเป็น 74 เปอร์เซ็นต์

Meyer and Wehrli (1973) พบว่าเศษเหลือจากกุ้งกุลาดำมีส่วนประกอบของ ไคติน 11-55 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 22-53 เปอร์เซ็นต์และแคลเซียมคาร์บอเนต 7-35 เปอร์เซ็นต์

Meyer *et al.* (1973) ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของหัวและเปลือกกุ้งกุลาดำ พบว่าหัวกุ้งมีส่วนประกอบของ โปรตีนร้อยละ 53.5 ไขมันร้อยละ 8.9 ไคตินร้อยละ 11.1 เถ้าร้อยละ 22.6 แคลเซียมร้อยละ 7.2 และฟอสเฟตร้อยละ 1.68 ในส่วนเปลือกกุ้งมีส่วนประกอบของ โปรตีนร้อยละ 22.8 ไขมันร้อยละ 0.4 ไคตินร้อยละ 27.2 เถ้าร้อยละ 31.7 แคลเซียมร้อยละ 11.1 และฟอสเฟตร้อยละ 3.1

แคลเซียมและธาตุเหล็ก

แคลเซียม

แคลเซียมเป็นแร่ธาตุที่พบมากในร่างกาย แคลเซียมประมาณร้อยละ 99 ในร่างกายจะอยู่ที่กระดูกและฟันในรูปของแคลเซียมไตรฟอสเฟต ที่เหลือจะอยู่ในเนื้อเยื่อและของเหลวในร่างกาย ที่ควบคุมการเผาผลาญที่สำคัญๆ โดยครึ่งหนึ่งจับกับโปรตีนในเลือด และอีกครึ่งหนึ่งจะลอยตัวอยู่ในน้ำเลือด เป็นแคลเซียมอิสระโดยไม่จับกับอะไร แคลเซียมในเลือดถูกควบคุมโดย พาราไธรอยด์ฮอร์โมน (parathyroid hormone) สัดส่วนของแคลเซียมต่อฟอสฟอรัสในกระดูกคือ 2 : 1 เพื่อให้การทำงานของแคลเซียมเป็นไปด้วยดี แคลเซียมจึงมักจะทำงานไปพร้อมกับแมกนีเซียม ฟอสฟอรัส วิตามินเอ วิตามินซี และวิตามินดี แคลเซียมเป็นแร่ธาตุที่มีความสำคัญเพราะเป็นส่วนประกอบของกระดูก ในวัยเด็กอัตราดูดซึมแคลเซียมเพื่อนำไปสร้างกระดูกจะสูงกว่าอัตราการดูดซึมแคลเซียมจากกระดูกเข้าสู่กระแสเลือดด้วยสูงอายุนั้นจะมีการดูดซึมของแคลเซียมจากกระดูกเข้าสู่กระแสเลือดมากกว่า ทำให้กระดูกเปราะง่าย การขาดแคลเซียมเป็นเวลานานจะมีผลทำให้ร่างกายดูดซึมแคลเซียมจากกระดูกนำไปใช้ในอวัยวะอื่นทำให้กระดูกเปราะได้ (สิริพันธุ์, 2541)

แหล่งของแคลเซียมในอาหาร ซึ่งอาหารที่มีแคลเซียม

น้ำนม ได้แก่ นมวัว มีแคลเซียม 120 มิลลิกรัม/100 ซีซี, นมคน มีแคลเซียม 30 มิลลิกรัม/100 ซีซี และนมผง มีแคลเซียม 990 มิลลิกรัม/100 ซีซี ถึงแม้ว่าน้ำนมคนมีแคลเซียมน้อยกว่านมวัว แต่มีสัดส่วนของแคลเซียม ฟอสฟอรัสเหมาะสมสำหรับการดูดซึมมากกว่า และมีน้ำตาลแลคโตสมาก ซึ่งมีส่วนช่วยในการดูดซึมแคลเซียมด้วย จึงเหมาะสมสำหรับทารกมากกว่านมวัว

1. ผลิตภัณฑ์จากน้ำนม เช่น เนยแข็ง เนยเหลว และไอศกรีม เป็นต้น
2. กระดูกที่กินได้ เช่น ปลากระป๋อง ปลาป่น ปลาทูน่า กุ้งแห้ง กุ้งฝอยสด (น้ำจืด) อาหารที่มีแคลเซียมต่ำ ได้แก่ เนื้อสัตว์ ข้าวเจ้า ข้าวเหนียว ถั่วต่างๆ (ยกเว้นถั่วเหลือง ซึ่งมีแคลเซียมระดับปานกลาง) ผักและผลไม้ เมื่ออายุมากขึ้น ความต้องการแคลเซียมจะมากขึ้น เพราะอัตราการดูดซึมจะลดลงถ้าบริโภคแคลเซียมมากควรจะได้รับประทานแมกนีเซียมในปริมาณมากด้วย (สิริพันธุ์, 2541)

ตารางที่ 3 ปริมาณแคลเซียมที่ร่างกายควรได้รับต่อวัน

ช่วงของวัย		ปริมาณแคลเซียม มิลลิกรัม/วัน
เด็ก	1-9 ปี	800
	10-19 ปี	1,200
ผู้ใหญ่		800
หญิงตั้งครรภ์		+400
หญิงให้นมบุตร		+400

ที่มา : สิริพันธุ์ (2541)

ธาตุเหล็ก

การดูดซึมธาตุเหล็ก

กองโภชนาการ(2537) กล่าวว่า ปกติร่างกายดูดซึมธาตุเหล็กจากอาหารหรือยาที่รับประทาน ได้ประมาณร้อยละ 10เท่านั้น โดยธาตุเหล็กดูดซึมที่ลำไส้เล็กในส่วนของดูโอดีนัม และเจจูนัม ส่วนต้น เมื่อรับประทานอาหารและอาหารตกถึงกระเพาะ แล้วกรดเกลือในกระเพาะอาหารจะช่วย ให้ธาตุเหล็กออกมาจากอาหาร ทำให้เมื่อธาตุเหล็กมาถึงลำไส้เล็ก จะดูดซึมได้ดีขึ้น แต่ถ้าธาตุเหล็ก อยู่ในสารประกอบอื่นจะดูดซึมได้โดยโดยไม่ต้องอาศัยกรดเกลือใน กระเพาะอาหาร

ตารางที่ 4 ความต้องการธาตุเหล็กใน 1 วัน

อายุ (ปี)	เพศ	ความต้องการธาตุเหล็กใน 1 วัน
4 - 6	ชายและหญิง	วันละ 10 มิลลิกรัม
7 - 9	ชายและหญิง	วันละ 10 มิลลิกรัม
10 - 12	ชาย	วันละ 12 มิลลิกรัม
13 - 15	ชาย	วันละ 12 มิลลิกรัม
10 - 12	หญิง	วันละ 15 มิลลิกรัม
13 - 15	หญิง	วันละ 15 มิลลิกรัม

ที่มา : กรมอนามัย (2532)

วัตถุดิบในการผลิตขนมทองพับ

แป้งสาลี

แป้งสาลีเป็นแป้งที่ใช้สำหรับทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทุกชนิด ไม่มีแป้งชนิดอื่นใช้แทนแป้งสาลีได้ทั้งนี้เพราะแป้งสาลีมีโปรตีน 2 ชนิด ที่รวมกันอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสมคือ กลูเตนิน และ ไกลอะดีน (Glutenin & Gliadin) ซึ่งเมื่อแป้งผสมกับน้ำในอัตราที่ถูกต้องจะทำให้เกิดสารชนิดหนึ่งที่เรียกว่า “กลูเตน” (gluten) มีลักษณะเป็นยาง เหนียว ยืดหยุ่นได้ กลูเตนนี้จะเป็นตัวเก็บก๊าซไว้ทำให้เกิดโครงสร้างที่จำเป็นของผลิตภัณฑ์ เป็นโครงร่างแบบฟองน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ (อรอนงค์, 2540)

ชนิดของแป้งสาลีที่ใช้ในการผลิตขนมทองพับ

แป้งสาลีอเนกประสงค์ มีโปรตีนสูงปานกลางร้อยละ 10-11 เป็นแป้งที่ได้จากการผสมแป้งสาลีชนิดแข็งและชนิดอ่อนเข้าด้วยกันในสัดส่วนที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์หลาย ๆ ชนิด ใช้ทำผลิตภัณฑ์ได้หลายอย่างเช่น ขนมปังจืด และหวาน ขนมเค้กบางชนิด คูกี้ และมัฟฟิน ลักษณะของแป้งชนิดนี้จะมีลักษณะของแป้งขนมปัง และแป้งเค้กรวมกัน สารที่ทำให้ขึ้นฟูสำหรับแป้งชนิดนี้สามารถใช้ได้ทั้ง ยีสต์ และ ผงฟู

แป้งมันสำปะหลัง

แป้งมันสำปะหลัง เป็นแป้งอันดับที่สองรองจากแป้งข้าวเจ้าที่ใช้กับการทำขนมไทย เพราะในขนมไทยนิยมนำแป้งมันสำปะหลังใช้เป็นส่วนผสมควบคู่กับแป้งข้าวเจ้า แป้งมันมีลักษณะเหลวข้นเป็นตัวยึดเกาะกันเหนียวยึดเป็นสาย แป้งมีลักษณะสีขาวจับจะลื่นมือ ไม่มีกลิ่นหมัก (อภิญา, 2547)

ปริมาณของอะไมโลเพคตินในแป้งจะแตกต่างกันออกไป แป้งมันสำปะหลังจะมีปริมาณอะไมโลส ร้อยละ 20 แป้งจากพืชต่างชนิดกัน จะมีสัดส่วนของอะไมโลส และอะไมโลเพคตินปริมาณต่างกัน แป้งที่มีอะไมโลเพคตินมากจะให้แป้งเปียกที่ใสหนืดมากขึ้น แป้งที่มีอะไมโลสต่ำหรือไม่มีเลยจัดเป็น waxy starch ปกติแล้วแป้งที่ได้จากพวกนี้จะมีอะไมโลเพคตินสูงกว่าที่ได้จากเมล็ดธัญพืช (เกรียงศักดิ์, 2523)

คุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติของแป้งมันขึ้นอยู่กับโครงสร้างและรูปร่างของเมล็ดแป้ง (Grains) โดยทั่วไปเมื่อต้มแป้งแล้ว เมล็ดแป้งเหล่านี้จะแยกออกเมื่ออุณหภูมิถึง 70 องศาเซลเซียส แล้วเกิดเป็นสารเหนียว แป้งมันมักมีความหนาแน่นอยู่ที่ระหว่าง 1.50 ถึง 1.53 และไม่ละลายน้ำ (เกรียงศักดิ์, 2523)

แป้งข้าวเจ้า

แป้งข้าวเจ้าเป็นวัตถุดิบหลักและมีความสำคัญมากในการทำให้ขนมไทยกรอบได้นาน ปกติมักใช้แป้งข้าวเจ้าเป็นแป้งหลัก อย่างไรก็ตามอาจใช้แป้งชนิดอื่นผสมก็ได้ เช่น แป้งถั่วเขียว และแป้งถั่วเขียวคั่วบด (พจนีย์, ม.ป.ป.; ยุพยษ์, 2540) เม็ดแป้งแต่ละเม็ดประกอบด้วยสารประกอบ 2 ชนิด คือ amylopectin และ amylose มีลักษณะเป็นเส้นตรงยาวในขณะที่ amylopectin มีลักษณะเป็นกิ่งก้านมากมายเหมือนปะการัง โดยปกติแล้วแป้งที่มี amylose สูงมักจะมีผลึกในเม็ดแป้งมากทำให้การดูดซึมน้ำเป็นไปอย่างเชื่องช้า ถ้าแป้งที่มี amylopectin สูงมักจะมีผลึกน้อยและการดูดซึมน้ำมักจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว เม็ดแป้งที่ดูดน้ำได้ช้าจะพองตัวได้น้อย ทำให้แป้งเปียกที่ได้มีลักษณะข้นเมื่อเปรียบเทียบกับเม็ดแป้งที่ดูดน้ำได้เร็ว ถ้าเม็ดแป้งดูดน้ำได้ดีจะพองตัวจนใส โปร่งแสงทำให้แป้งเปียกมีลักษณะใส เม็ดแป้งที่มี amylose สูงจะแตกตัวได้ยากแต่ถ้าสามารถทำให้แตกตัวได้จะให้เจลที่เหนียวหนืด สำหรับเม็ดแป้งที่มี amylose ต่ำหรือมี amylopectin สูงการแตกตัวจะเป็นไปอย่าง

ง่ายตาย ให้เจลที่เหนอะหนะและยืดออกได้ที่ ด้วยเหตุผลดังกล่าวมานี้จึงจำเป็นต้องเลือกแป้งหรือเลือกส่วนผสมให้เหมาะสมเพื่อให้แป้งมี amylose อยู่ในเกณฑ์ปานกลางเพื่อให้การพองตัวไม่มากเกินไป ให้มีเนื้อที่กรอบนุ่ม เก็บได้นาน เมื่อสัมผัสกับอากาศจะไม่อ่อนตัวง่าย (ณรงค์ และ อัญชนีย์, 2528)

แป้งข้าวเจ้าที่ได้แช่น้ำมาก่อนโม โม่เลกุลของแป้งอยู่ตัวด้วยน้ำ เพียงแค่ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันกับส่วนผสมเท่านั้นก็เพียงพอ ผลิตภัณฑ์บางอย่างอาจใช้แป้งอื่นผสมด้วย เช่น แป้งมันสำปะหลัง หรือแป้งดังกล่าวผสมด้วยก็เพื่อให้ขนมเหล่านี้มีความนุ่มนวลขึ้น เพราะถ้าทำจากแป้งข้าวเจ้าล้วน เมื่อเย็นแล้วจะแข็ง หากนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์จะได้ลักษณะที่ร่วนกรอบ (งามชื่น, 2541) เกิดจาก amylose อยู่ในผลิตภัณฑ์จะเกิดโครงสร้างร่างแหในเม็ดแป้งแข็งแรงขึ้น ทำให้พองตัวได้ต่ำ (วาลิกา, 2548) อีกทั้งยังเกิดรีโทรเกรดชันได้ดี การผสมแป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเหนียว เพื่อเพิ่ม amylopectin แก่แป้งข้าวเจ้า ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ มีความนุ่มนวลน่ารับประทาน การให้ความร้อนแบบแห้งทำให้ผลิตภัณฑ์แข็ง เพราะความชื้นระเหยไปและสึก็เปลี่ยนไปเพราะน้ำตาลจะเกิดปฏิกิริยากับโปรตีนในแป้งทำให้เป็นสีน้ำตาล (ณรงค์ และ อัญชนีย์, 2528)

การพองตัวและความสามารถในการละลายของแป้ง

แป้งสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มโดยใช้รูปแบบในการพองตัวและการละลายเป็นเกณฑ์ ได้แก่ 1) แป้งจากธัญชาติ 2) แป้งจากหัว และ 3) แป้งจากรากหรือ pith แป้งจากธัญชาติมีรูปแบบการพองตัวและการละลาย 2 ชั้น แสดงให้เห็นถึงพันธะภายในเม็ดแป้งที่แตกต่างกัน 2 ชนิด นั่นคือ พันธะบริเวณ Crystallites และ gel phase ของเม็ดแป้ง แป้งจากธัญชาติจะมีจำนวนพันธะสูงสุด แต่มีกำลังการพองตัวและการละลายต่ำสุด เนื่องจากมีปริมาณอะมัยโลสสูง อะมัยโลสจะทำให้ร่างแหภายในเม็ดแป้งแข็งแรงขึ้น ทำให้พองตัวได้ต่ำ จากการศึกษาของเกรียงศักดิ์ (2523) พบว่า แป้งข้าวเจ้าสุก 3 ชนิด และสุขเจริญมีร้อยละการละลาย 9.55 – 20.20 , 5.77 – 12.36 และ 5.72 – 10.55 ตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 80 – 90 องศาเซลเซียสการพองตัวร้อยละ 8.05 – 15.43 , 8.76 – 15.85 และ 8.43 – 16.57 ตามลำดับ ที่อุณหภูมิเดียวกัน แป้งจากพืชหัวได้แก่แป้งมันฝรั่ง พองตัวที่อุณหภูมิต่ำและพองตัวอย่างเร็วมาก และพองตัวได้เต็มที่ เมื่อเม็ดแป้งมาถึงอุณหภูมิเจลาติไนเซชัน รูปแบบการพองตัวเป็นแบบหนึ่งขั้นตอน ซึ่งแสดงถึงการจับกันระหว่างโมเลกุลจับกันอย่างหลวม ๆ ด้วยแรงที่สม่ำเสมอแป้งจากรากเช่นแป้งมันสำปะหลัง เริ่มพองตัวที่อุณหภูมิสูงขึ้นไปจะมีอัตราการพองตัวที่ช้าลง แสดงว่าการจับตัวกันระหว่างโมเลกุล ในแป้งจากรากอยู่กันหนาแน่นน้อยกว่า แป้งจาก

รัชชาติ แต่เกาะกันด้วยแรงที่สม่ำเสมอ

ปัจจัยสำคัญที่มีผลกับการพองตัวของแป้งได้แก่ความแข็งแรง และลักษณะของร่างแห ภายในเม็ดแป้ง หรืออีกนัยหนึ่งคือจำนวนและชนิดของพันธะ ในระดับโมเลกุลมีปัจจัยหลายชนิดที่มีผลกระทบกับจำนวนของพันธะได้แก่ ขนาด รูปร่าง ส่วนประกอบและการกระจายตัวของร่างแห ภายในเม็ดแป้ง อัตราส่วนของอะมัยโลส และอะมัยโลเพกทิน น้ำหนักโมเลกุล การกระจายตัวของโมเลกุล จำนวนกิ่งก้านสาขา การจัดเรียงตัวและความยาวของสาขาในอะมัยโลเพกทิน ก็มีผลกระทบกับจำนวนของพันธะเช่นกัน เมื่ออุณหภูมิของสารละลายน้ำแป้งเพิ่มขึ้นสูงกว่าช่วงอุณหภูมิในการเกิดเจลาติไนซ์เซชัน พันธะไฮโดรเจนจะถูกทำลาย โมเลกุลน้ำจะเข้ามาจับกับหมู่ไฮดรอกซิลที่เป็นอิสระเม็ดแป้งเกิดการพองตัวจะทำให้การละลาย ความหนืด และความใสเพิ่มขึ้น (Leach *et al.*, 1959)

การวิเคราะห์กำลังการพองตัวและสามารถในการละลาย เมื่อมีการให้ความร้อนแก่สารละลายน้ำแป้ง เม็ดแป้งจะเกิดการพองตัวและบางส่วนของแป้งจะละลายออกมา กำลังการพองตัวของแป้งจะเป็นปริมาตร หรือน้ำหนักของเม็ดแป้งที่เพิ่มขึ้นมากที่สุดเมื่อเม็ดแป้งพองตัวได้อย่างอิสระในน้ำ ส่วนความสามารถในการละลายของแป้งหาได้จากน้ำหนักของแป้งทั้งหมดที่สามารถละลายได้ในสารละลาย

กะทิ

กะทิ คือ ของเหลวที่ได้จากการบีบหรือคั้นจากเนื้อมะพร้าวขูด น้ำกะทิที่คั้นออก ครั้งแรกจะเรียกว่า “หัวกะทิ” ซึ่งมีปริมาณร้อยละ 44 กรดไขมันในกะทิส่วนใหญ่มีขนาดเล็กทำให้น้ำมันชนิดนี้แข็งตัวที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิต้องเล็กน้อย มะพร้าวที่เตรียมกะทิมักเป็นมะพร้าวที่แก่จัด เพื่อให้ได้กะทิที่มีความเข้มข้นมาก ในครัวเรือนโดยทั่วไปจะคั้นกะทิโดยใช้มือบีบและกรองด้วยผ้าขาวบางบีบแยกออก น้ำกะทิที่ได้จะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ใส่ลงไปและแรงในการบีบ (อภิญา, 2547)

น้ำกะทิอุตสาหกรรม

น้ำกะทิอุตสาหกรรม แบ่งได้เป็น 5 แบบ คือ น้ำกะทิสด น้ำกะทิพาสเจอร์ไรส์ น้ำกะทิบรรจุกระป๋อง น้ำกะทิบรรจุกล่องยูเอชที และกะทิผง (สุโขทัยธรรมมาธิราช, 2534)

1. น้ำกะทิสด ได้จากการคั้นน้ำกะทิด้วยเครื่อง เก็บรักษาด้วยความเย็น เพื่อป้องกันการเน่าเสีย สามารถเก็บได้นาน 1-2 วัน รสชาติจะเปลี่ยนไปเล็กน้อย เนื้อสัมผัสของน้ำกะทิจะเปลี่ยนไป
2. น้ำกะทิพาสเจอร์ไรส์ หรือกะทิดู เป็นกะทิสดที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 62 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที หรือ 72 องศาเซลเซียส นานประมาณ 15 นาที แต่เชื้อที่เหลือยังสามารถเจริญเติบโต จึงต้องเก็บในห้องเย็นเหมือนกะทิสด มีการเน่าเสียน้อยกว่า สามารถเก็บได้นาน 4-6 วัน น้ำกะทิพาสเจอร์ไรส์บรรจุถุงพลาสติกขนาดต่าง ๆ คือ 250 กรัม 500 กรัม และ 1,000 กรัม
3. น้ำกะทิบรรจุกระป๋อง เป็นกะทิที่ผ่านกระบวนการบรรจุกระป๋องปิดฝา ผ่านการฆ่าเชื้ออย่างสมบูรณ์ ระดับอุตสาหกรรม (Commercial Sterilization) ใช้ความร้อนสูงถึง 105-107 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 25-30 นาที เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญเติบโตได้ในอุณหภูมิการเก็บปกติ และสามารถเก็บไว้ได้นานโดยไม่ต้องเก็บในที่เย็น
4. น้ำกะทิบรรจุกล่องยูเอชที เป็นน้ำกะทิที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยระบบความร้อนสูงในเวลาอันสั้น (140-145) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10-15 นาที) บรรจุลงกล่องที่ผ่านการฆ่าเชื้อ การให้ความร้อนที่เหมาะสมในเวลาอันสั้นทำให้กะทิที่มีสภาพคล้ายคลึงกับกะทิสดมาก แต่อายุการเก็บสั้นกว่ากะทิบรรจุกระป๋อง

องค์ประกอบทางเคมีของกะทิ

องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญในกะทิ ได้แก่ ไขมัน ซึ่งเป็นไขมันประเภทไตรกลีเซอไรด์ ที่มีกรดไขมันอิ่มตัวเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ ได้แก่ กรดลอริก (lauric) กรดไมริสติก (myristic) กรดปาล์มมิติก (palmitic) ปริมาณเท่ากับร้อยละ 44 18 และ 11 ตามลำดับ และกรดสเตียริก (stearic) กรดคาปริลิก (caprylic) กรดแคปริก (capric) เท่ากับร้อยละ 6 กะทิมีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว เป็นองค์ประกอบมี 2 ชนิด คือ กรดโอเลอิก (oleic) และกรดไลโนเลอิก (linoleic) ปริมาณเท่ากับ ร้อยละ 7 และ 2 ตามลำดับ (ไพจิตร, 2530) กะทิที่คั้นโดยไม่เติมน้ำมีไขมันประมาณ ร้อยละ 28.2-44.6 (กองโภชนาการ, 2530) ส่วนกะทิที่คั้นโดยใช้อัตราส่วนเนื้อมะพร้าวชูดต่อน้ำ

เท่ากับ 1:1 มีปริมาณไขมันร้อยละ 14.43-17.40 (ประสงค์, 2531;จินตนา, 2543) นอกจากนี้กะทิยังประกอบไปด้วยสารอาหารต่างๆ อีกหลายชนิด

ไข่

ไข่เป็นเครื่องปรุงหลักอีกชนิดหนึ่งที่สำคัญในการทำขนมไทย ประเภทของขนมที่นำเข้ามาในสมัยพระนารายณ์มหาราช โดยท้าวทองกีบม้าชาวโปรตุเกสเป็นผู้สอน ส่วนใหญ่เป็นขนมทำจากไข่ ซึ่งเป็นจุดพลิกผันการเปลี่ยนโฉมหน้าของขนมไทย ไข่ที่นำมาทำขนมไทยทำให้เกิดโครงสร้างของขนม ทำให้ขนมขึ้นฟู มีกลิ่น สีสันและให้คุณค่าทางอาหารสูง ไข่ที่ใช้ทำขนมไทยมี 2 ชนิด คือ ไข่เป็ดและไข่ไก่ (อภิญา, 2547)

องค์ประกอบทางเคมีของไข่

ประกอบด้วยเปลือกร้อยละ 10.3 ซึ่งมีแคลเซียม คาร์บอนตร้อยละ 93.7แมกนีเซียม คาร์บอนตร้อยละ 1.4 ฟอสฟอรัส เพนทอกไซด์ร้อยละ และ สารอินทรีย์ต่าง ๆ ร้อยละ4.1 ไข่แดง ร้อยละ30.3 ซึ่งประกอบด้วยน้ำร้อยละ 49.5 ไขมันร้อยละ33.3 โปรตีนร้อยละ15.7เถ้า (เกลือแร่)ร้อยละ (มีธาตุเหล็กมาก)น้ำตาลรีดิซ (เดกซ์โทรส)ร้อยละ0.15 และไข่ขาวร้อยละ59.4 ประกอบด้วยน้ำ ร้อยละ88.0โปรตีน (แอลบูมิน)ร้อยละ10.4เถ้า (เกลือแร่)ร้อยละ0.7และเดกซ์โทรสร้อยละ0.38ในแต่ละส่วนจะประกอบด้วยสารต่าง ๆ ดังนี้ (อรอนงค์, 2538)

ส่วนของไข่ซึ่งมีทั้งไข่แดงและไข่ขาวรวมกันนั้นมีคุณสมบัติที่ดีต่อผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่สำคัญ คือ ให้คุณค่าทางอาหาร ทำให้ขนมขึ้นฟู ช่วยรวมส่วนผสมอื่นให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน และมีลักษณะเป็นอิมัลซิไฟเออร์ ทำให้เม็ดไขมันรวมตัวกับส่วนอื่นที่เป็นน้ำ เช่น มายองเนส มีเนื้อเนียนไม่เป็นผลึก

ถ้าใช้เฉพาะไข่ขาว ซึ่งมีโปรตีน มูซิน (mucin) ที่ให้ลักษณะเป็นเจลของไข่ขาว ส่วนโปรตีนอัลบูมิน จะตกตะกอนจับกันเป็นก้อนเมื่อได้รับความร้อนหรือถูกตีให้ขึ้นฟู แต่ถ้าใช้เฉพาะไข่แดง ซึ่งมีสารฟอสโฟลิพิด คือ เลซิทีน มีคุณสมบัติเป็นอิมัลซิไฟเออร์ทำให้ไข่แดงมีคุณสมบัติที่ช่วยให้น้ำมันหรือไขมันรวมอยู่กับน้ำเป็นเนื้อเดียวกันได้

ดังนั้นไข่มี่หน้าทีดั่งนี้ คือ เพิ่มคุณค่าทางอาหาร เพิ่มกลิ่นรส เนื้อสัมผัส และคุณภาพในการกิน ช่วยให้สีของผลิตภัณฑ์เหลืองสวย เป็นตัวเชื่อมให้ส่วนผสมทั้งหมดเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน ช่วยให้ขนมขึ้นฟู และเป็นโครงสร้างที่มีรูพรุนของขนม มีคุณสมบัติเป็นอิมัลซิไฟเออร์ (จากเลคซิทีนในไข่แดง) ทำให้เนื้อขนมนุ่ม ช่วยให้เก็บรักษาขนมไว้ได้นาน (อภิญา, 2547)

น้ำตาลทราย

เป็นส่วนผสมที่ทำให้ขนมมีรสชาติหวานอร่อยมากขึ้น อาจใช้น้ำตาลทรายขาว น้ำตาลทรายแดงหรือน้ำตาลมะพร้าว นอกจากนี้น้ำตาลยังช่วยให้แป้งนุ่มอร่อยและใส การเลือกใช้น้ำตาลชนิดใดขึ้นอยู่กับลักษณะของขนม เช่น น้ำตาลปึกหรือน้ำตาลมะพร้าว ใช้ทำลอดช่องน้ำกะทิ ขนมหม้อแกง จะทำให้ขนมหอมหวานกว่าการใช้น้ำตาลทราย ส่วนน้ำตาลทรายขาว นิยมใช้ทำน้ำเชื่อมที่ต้องการความใส เช่น น้ำเชื่อมทองหยิบ ทองหยอด เป็นต้น

การเติมน้ำตาลในขนมทองพับ มีจุดประสงค์เพื่อให้เกิดรสหวานซึ่งเมื่อได้รับความร้อนน้ำตาลยังทำให้เกิดกลิ่น และสีแก่ผลิตภัณฑ์ด้วย น้ำตาลที่ใช้ในการทำขนมทองม้วนส่วนใหญ่ได้แก่ น้ำตาลทราย น้ำตาลปึก หรือน้ำตาลมะพร้าว และน้ำตาลโตนด (สุภิญญา, 2536) น้ำตาลทรายเป็นน้ำตาลที่ผลิตมาจากอ้อยเป็นส่วนใหญ่ น้ำตาลปึก และน้ำตาลโตนดเป็นน้ำตาลที่ได้จากพืชอยู่ในตระกูลปาล์ม เช่น มะพร้าว คาล น้ำตาลมะพร้าวได้จากส่วนยอดต้นมะพร้าว และน้ำตาลโตนดได้จากส่วนยอดของต้นตาลเช่นเดียวกัน (ศิริพร, 2519)

ชนิดของน้ำตาลที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ขนมไทย

น้ำตาลเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึก ละลายน้ำได้ดีและมีรสหวาน จัดอยู่ในอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต น้ำตาลที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมีมากมาย ถ้าหากเป็นน้ำตาลทรายจะมีน้ำตาลทรายขาวที่ผลิตจากอ้อย เป็นซูโครสที่บริสุทธิ์ร้อยละ 99.9 น้ำตาลมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด แต่ที่นิยมนำไปทำผลิตภัณฑ์ขนมไทยทั่วไป (จิตรนาและอรอนงค์, 2541) ได้แก่

น้ำตาลทรายขาว (Granulated sugar) จะใช้มากในการทำผลิตภัณฑ์ขนมไทย น้ำตาลทรายมีขนาดความละเอียดต่าง ๆ กัน มีตั้งแต่เป็นผงละเอียดมาก ธรรมดา และหยาบ ในต่างประเทศจะบอกขนาดความละเอียดไว้ที่กล่องบรรจุสำหรับเมืองไทยที่วางขายทั่ว ๆ ไป มี 3 ขนาด คือ ขนาด

ธรรมดา ผลึกใหญ่หยาบ และเป็นผงละเอียด น้ำตาลทรายที่ใช้ได้ผลดีควรมีความละเอียดและขาว เพราะจะผสมเข้ากับส่วนผสมอื่น ๆ ได้ดี ถ้าน้ำตาลที่ใช้มีขนาดผลึกใหญ่และหยาบ จะเข้ากับครีมกับเนยไม่ได้ดี เพราะผลึกที่ใหญ่จะละลายไม่หมดและมักจะอยู่ในรูปผลึกของน้ำตาล จะละลายได้ดีเมื่อถูกความร้อน น้ำตาลเป็นเครื่องชี้ถึงความบริสุทธิ์ ถ้ามีการฟอกสีอย่างดีจะมีสีขาว หรือเหลืองอ่อนมากมีความบริสุทธิ์มาก แต่สารอาหารอื่น ๆ น้อยลง น้ำตาลทรายที่มีได้ผ่านการฟอกสี จะมีกลิ่นแฉะและกลิ่นหอมเฉพาะตัว

คุณค่าทางโภชนาการ

น้ำตาลเป็นแหล่งพลังงาน เนื่องจากน้ำตาลทรายขาวมีความบริสุทธิ์ถึงร้อยละ 99.5 จึงสามารถคำนวณพลังงานของน้ำตาลทรายได้ โดยคิดว่าน้ำตาลทราย 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี นอกเหนือจากพลังงานแล้ว น้ำตาลทรายขาวไม่ให้อาหารอื่นเลย น้ำตาลสีน้ำตาล จะให้แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็กบ้าง สำหรับน้ำตาลมะพร้าวนอกจากจะให้ แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็กแล้วยังให้วิตามินเอและไนอะซินอีกด้วย (อบเชย และชนิษฐา, 2544)

ตารางที่ 5 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลชนิดต่าง ๆ

ชนิดของน้ำตาล	น้ำตาลทรายขาว
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	385
โปรตีน (กรัม)	0
ไขมัน (กรัม)	0
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	99.5
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	-
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	-
เหล็ก (มิลลิกรัม)	-
ไนอะซิน (มิลลิกรัม)	0
วิตามิน (ไอยู)	0

ที่มา : อบเชย และชนิษฐา (2544)

จิตรนา และอรอนงค์, 2541 กล่าวว่า น้ำที่ของน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ขนมไทย มีหน้าที่ต่าง ๆ ดังนี้
ให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์ เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เพิ่มกลิ่นรส สำหรับผลิตภัณฑ์ขนมไทยช่วย
ในการตีไข่ให้มีความคงตัวและขึ้นฟู ช่วยให้เนื้อขนมดี ช่วยเก็บความชื้น และทำให้ผลิตภัณฑ์มี
ความชุ่มอยู่ได้นาน ทำให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์มีสีดีโดยเฉพาะขนมอบ

การเกิดคาราเมลเซชัน (Caramelization)

คาราเมลเซชัน เป็นการให้ความร้อนสูงสลายโมเลกุลของน้ำตาลให้แยกออก(thermolysis) และเกิดพอลิเมอร์เซชันของสารประกอบคาร์บอนได้เป็นสารสีน้ำตาล ปฏิกิริยานี้สารเริ่มต้นจะเป็นน้ำตาลเท่านั้น เช่น การเผาน้ำตาลซูโครสที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส น้ำจะถูกกำจัดออกไปจากโมเลกุลของน้ำตาลซูโครสโดยปฏิกิริยาดีไฮเดรชัน สารประกอบที่เกิดขึ้นใหม่จะมีพันธะคู่ และเป็นวงแหวน มีความขุ่นหนืด มีรสขม และมีสีเข้มขึ้น ซึ่งจะผันแปรตามระยะเวลาและระดับอุณหภูมิ ที่ใช้ สารประกอบที่เกิดขึ้นเมื่อน้ำตาลได้รับความร้อนสูง ซึ่งเป็นการรวมตัวกันของน้ำตาลซูโครส หากยังคงให้ความร้อนต่อไปจะเกิดเป็นฮิวมิน (hummin) ซึ่งเป็นสารสีดำไม่ละลายน้ำ และไม่แพร่กระจาย เรียกว่า คาราเมลิน (caramelin) สารสีที่เกิดจากปฏิกิริยาคาราเมลเซชันของน้ำตาลเพียงอย่างเดียว จะประกอบด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน เรียกว่า คาราเมล (caramel) โดยสารสีน้ำตาลที่เกิดจากการให้ความร้อนแก่น้ำตาลซูโครสร่วมกับแอมโมเนียมไบซัลไฟด์ ใช้เป็นสารสีในเครื่องดื่มโคล่า ขนมอบ น้ำเชื่อม แคนดี้ และเครื่องปรุงรส สารละลายคาราเมลที่ได้เป็นสารละลายคอลลอยด์ที่มีประจุลบ นอกจากนี้สีคาราเมลยังเกิดได้จากปฏิกิริยาของน้ำตาลกับเกลือแอมโมเนียจะให้สีน้ำตาลแดง (นิธิยา, 2545)

การเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction)

ปฏิกิริยาเมลลาร์ด เป็นการเกิดสีน้ำตาลที่เกิดจากการรวมตัวกันของน้ำตาลรีดิวซ์กับสารเอมีน (Amine) ซึ่งพบในนมและอาหารที่มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบ โมโนแซคคาไรด์ที่เป็นน้ำตาลรีดิวซ์ ได้แก่ กลูโคส ฟรักโทส และกาแลกโทส ไดแซคคาไรด์ที่เป็นน้ำตาลรีดิวซ์ ได้แก่ แล็กโทส และมอลโทส ส่วนซูโครสซึ่งเป็นน้ำตาลนอนรีดิวซ์จะไม่เกิดปฏิกิริยานี้ แต่ถ้าซูโครสเกิดปฏิกิริยาอินเวอร์ชันได้กลูโคส และฟรักโทส โมโนแซคคาไรด์ที่ได้สามารถเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดได้ การเกิดสีน้ำตาล เนื่องจากปฏิกิริยาเมลลาร์ดจะเกิดช้าหรือเร็ว ขึ้นอยู่กับความร้อนที่อาหารได้รับ ดังนั้น

อาจจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงด้านสีหรืออาจจะมีสีเหลืองทอง (Golden color) น้ำตาลแดง (Reddish brown) จนถึงสีน้ำตาลดำ (Dark brown) การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวสามารถสังเกตได้จากผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ระหว่างการให้ความร้อน เช่น การอบ ทอด ปิ้งย่าง เป็นต้น (สิวลี, 2544)

เกลือ

มีด้วยกันหลายชนิด เช่น ชนิดละเอียด ชนิดหยาบเกลือให้ความเค็ม และช่วยปรุงแต่งรสชาติ ให้มีความอร่อยและกลมกล่อมเพิ่มขึ้น ตามความหมายทางวิทยาศาสตร์ เกลือ หมายถึง สารประกอบที่เกิดจากปฏิกิริยาของกรดกับเบส ซึ่งมีผลทำให้โลหะธาตุหรือธาตุคล้ายโลหะจากเบส เข้าแทนที่ไฮโดรเจนโมเลกุลในกรด ได้เกลือกกับน้ำจึงทำให้เกลือที่เกิดจากกรดและเบสต่างกันมีคุณสมบัติต่างกันไป เช่น เกลือกรดมีคุณสมบัติเป็นกรดเกลืออยู่ เกลือด่างมีสมบัติของด่างอยู่ด้วย แต่สำหรับเกลือธรรมดาจะหมายถึงโซเดียมคลอไรด์ ซึ่งเป็นผลึกสีขาวมีรสเค็ม มีความบริสุทธิ์เกือบร้อยละ 100 (อรอนงค์, 2538) (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีของเกลือธรรมดา

องค์ประกอบ	จำนวนของทั้งหมด
โซเดียม คลอไรด์ (ร้อยละ)	99.95-0.01
แคลเซียม ซัลเฟต (ร้อยละ)	0.02-0.06
แคลเซียม คลอไรด์ (ร้อยละ)	0.00-0.02
แมกนีเซียม คลอไรด์ (ร้อยละ)	0.00-0.01
ทองแดง (ส่วนในล้านส่วน)	< 1.5
เหล็ก (ส่วนในล้านส่วน)	< 1.5
ความชื้น (ร้อยละ)	< 0.1
สารที่ไม่ละลาย (ส่วนในล้านส่วน)	< 20

ที่มา : อรอนงค์ (2538)

การขึ้นฟูด้วยอากาศ

การตีไข่เพื่อตีเอาฟองอากาศเข้าไป ทำให้มีปริมาตรเพิ่มขึ้น อาหารและขนมที่ขึ้นฟูด้วยอากาศเป็นสำคัญมีหลายอย่าง เช่น ปุยฝ้าย สาลี่ เค้กไข่ขาว เมอแรง (meringues) ทองหยิบ ทองหยอด และหน้านวล เซลอากาศที่ถูกล้อมรอบด้วยไขมันมีส่วนสำคัญต่อโครงสร้างของส่วนผสมเค้กชนิดมีไขมันมาก และจะเป็นตัวนำ หรือที่รวมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำในระหว่างที่ผสมและอบ นอกจากโดยการตีไข่แล้ว วิธีทำบางอย่างก็มีส่วนช่วยในการใส่อากาศเข้าไปในอาหารได้ เช่น การคนไขมัน และน้ำตาลจนขึ้นครีม การร่อนแป้งและการคนหรือตีส่วนผสมเหลว เป็นต้น (ศิริลักษณ์, 2535)

ถุงพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน

ถุงพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน (PE) จัดเป็นพลาสติกที่ใช้ในปริมาณมากที่สุดและในขอบเขตที่กว้างขวางมาก พลาสติกชนิดโพลีเอทิลีนนิยมแบ่งชนิดตามความหนาแน่น โพลีเอทิลีนที่มีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นจะมีความใสลดลง ถุงพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีนนั้นจะนิ่มและยืดหยุ่น มีความเหนียวสูง มีความทนทานต่อสารเคมีจำพวกกรดและด่าง ง่าย ๆ ได้ดี ดูดซึมน้ำผ่านของไขมันหรือน้ำมัน ได้ต่ำ ปิดผนึกด้วยความร้อนได้ดี เหมาะที่จะใช้กับอุณหภูมิตั้งแต่ -40 ถึง 80 องศาเซลเซียส มีความคืนรูปต่ำแต่มีความปลอดภัย สามารถนำมาใช้กับอาหารได้ โพลีเอทิลีนจึงสามารถที่จะนำมาทำเป็นถุงบรรจุอาหารได้หลายชนิด รวมทั้งอาหารแห้งอย่างถั่วลิสงด้วย (วัลย์ลดา และนฤมล, 2533)

การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

การเลือกใช้วิธีการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ผู้ทดลองควรพิจารณาทั้งข้อดี และข้อเสียในแต่ละวิธี เพื่อความเหมาะสมในแต่ละการทดลอง ซึ่งจะทำให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดในการทดลอง (ศิริวรรณ, 2534) วิธีการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ได้แก่

การทดสอบความชอบ หรือ การยอมรับ (Preference/Acceptance Test)

การทดสอบความชอบ หรือ การยอมรับ เป็นการวัดความชอบที่ใกล้เคียงกับ

ชนิดของผลิตภัณฑ์ที่กำลังทดสอบ โดยวัดจากความรู้สึกส่วนตัวของผู้ทดสอบชิมที่ตอบสนองต่อผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่กำลังทดสอบ ซึ่งเป็นการวัดความชอบจากความรู้สึกส่วนตัวของผู้ทดสอบที่มีการฝึกฝนมาก่อน โดยจำเป็นต้องใช้ผู้ทดสอบชิม จำนวนมาก การทดสอบความชอบแบ่งออกได้ดังนี้ คือ วิธีการเปรียบเทียบตัวอย่างแบบคู่ (Comparison Method) วิธีใช้สเกลความชอบ (Scoring Methods) และวิธีการเรียงลำดับ (Ranking Methods)

การทดสอบความแตกต่าง (Discriminatory Tests)

การทดสอบความแตกต่าง ใช้ในการทดสอบหาความแตกต่างระหว่างผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่ทดสอบ โดยไม่อนุญาตให้ผู้ทดสอบทดสอบผลิตภัณฑ์ตามความรู้สึกของตนเองว่าชอบหรือไม่ชอบผลิตภัณฑ์ที่กำลังทดสอบโดยหาความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง ซึ่งผู้ทดสอบต้องหาความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ที่ให้ทดสอบ 2 หรือมากกว่า 2 ตัวอย่าง โดยจะหาความแตกต่างในด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เช่น สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส หรือ ความแตกต่างในด้านคุณภาพรวม มีวิธีต่าง ๆ ดังนี้ Triangle Test, Different Test เป็นต้น

การทดสอบในเชิงพรรณนา (Descriptive Test)

การทดสอบในเชิงพรรณนา การทดสอบเค้าโครงธรรมชาติของผลิตภัณฑ์ ในคุณลักษณะด้านกลิ่นเนื้อสัมผัส และความแตกต่างทางด้านความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง การทดสอบทางประสาทสัมผัสในเชิงพรรณนา เป็นวิธีทางเทคนิคในการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสของคุณลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ การวัดคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสใช้ในการที่ผู้วิจัยไม่สามารถวัดค่าจากเครื่องมือ และวัดค่าทางกายภาพกับผลิตภัณฑ์ได้ ซึ่งการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาเป็นการวัดประสาทสัมผัสในเชิงคุณภาพและปริมาณ โดยใช้ผู้ทดสอบที่ได้รับการฝึกฝน (Reurrection, 1998) ซึ่งมีการทำงานแบบเป็นกลุ่มเพื่อให้ได้ข้อสรุปของผลิตภัณฑ์ที่ดี

วิธีการทดสอบเชิงพรรณนา แบ่งออกเป็น 4 แบบ

1. การทดสอบแบบใช้สเกลและคะแนน (Scoring and Scaling) เป็นการใช้คำศัพท์ในการอธิบายลักษณะของผลิตภัณฑ์ นิยมวางไว้บนสเกล อาจมีการให้คะแนนเพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะนั้น

2. การทดสอบด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ (Flavour Profile) เป็นการวิเคราะห์กลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ในเชิงพรรณนาแสดงออกมาในรูปของคำศัพท์อธิบายกลิ่นรสตั้งแต่แรกได้รับผลิตภัณฑ์จนถึงกลิ่นหรือคายผลิตภัณฑ์ออกมา และแสดงเป็นความเข้มที่ได้รับ โดยจะบอกถึงความรู้สึกรวมด้วย เพื่อทราบถึงความพอใจในผลิตภัณฑ์

3. การทดสอบด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ (Textural Profile) การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสออกมาในรูปพรรณนา แสดงในรูปความเข้มต่อลักษณะเชิงกล Mechanical คือปฏิกิริยาของผลิตภัณฑ์ที่มีต่อแรงในปากขณะรับประทาน ได้แก่ความแข็ง (Hardness) ความยากง่ายในการเคี้ยว (Cohesiveness) ความหนืด (Viscosity) อัตราการคืนตัวของอาหาร (Springiness) การเกาะติดปาก (Adhesiveness) ความแตกเปราะ (Fracturability) และ คุณลักษณะทางรูปร่าง (Geometrical) เป็นคุณลักษณะที่ก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์เช่น ลักษณะที่เป็นทราย ลักษณะที่เป็นมัน เป็นต้น

4. การทดสอบในเชิงพรรณนาปริมาณ (Quantitative Descriptive Analysis, QDA) เป็นการทดสอบคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์โดยผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนมาแล้วหรือผู้ชำนาญ โดยผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดสอบจะถูกเตรียมขึ้นในลักษณะที่แตกต่างกัน เพื่อให้ผู้ทดสอบได้ตกลงกันในการหาคำนิยามของผลิตภัณฑ์ เมื่อสรุปคำนิยามของผลิตภัณฑ์ได้แล้วหลังจากนั้นจึงการทดสอบผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นการทดสอบแต่ละบุคคล

การทดสอบผู้บริโภค

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ถือว่ามีความสำคัญ เพราะเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมาประสบความสำเร็จ การที่ผู้บริโภคจะยอมรับผลิตภัณฑ์หรือไม่นั้นสามารถศึกษาได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่แสดงออกของตัวแทนผู้บริโภค เป้าหมาย (ศิริลักษณ์, 2535) การทดสอบหรือการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ การยอมรับของผู้บริโภคขึ้นอยู่กับระดับความชอบ ตัวอย่างที่มีการยอมรับมากกว่า ผู้บริโภคจะชอบมากกว่าอย่างแน่นอน ผู้บริโภคจะใช้ความรู้สึกส่วนตัวในการยอมรับผลิตภัณฑ์โดยไม่ได้รับการฝึกฝน จึงต้องใช้ผู้บริโภคเป็นจำนวนมากพอ ตั้งแต่ 50 คนขึ้นไป เพื่อให้ผลที่ได้เป็นตัวแทนของผู้บริโภคจริงๆ ได้คำที่สรุปและผลวิเคราะห์ทางสถิติเป็นที่น่าพอใจ (ไพโรจน์, 2535)

การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน

การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน

ปฏิกิริยาการหืนเนื่องจากออกซิเจนเป็นปฏิกิริยาสำคัญที่ก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่มีไขมัน และ น้ำมันผสมอยู่ เกิดกลิ่นหืนมากที่สุด เกิดจากกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ ได้สารประกอบไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ มีกลไกการเกิดปฏิกิริยา 3 ขั้นตอนดังนี้ (สุรางค์, 2543 อ้างจาก Person, 1976)

ปฏิกิริยาเริ่มต้น (initiation reaction) เป็นการเกิดอนุมูลอิสระ (free radical) โดย อะตอมไฮโดรเจนที่เกาะกับอะตอมของคาร์บอนที่อยู่ถัดจากอะตอมคาร์บอนพันธะคู่หลุดออกไป เนื่องจากได้รับความร้อนหรือแสงสว่าง

ปฏิกิริยาการต่อตัว (Propagation reaction) อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นจะทำปฏิกิริยากับ ออกซิเจน เกิดสารเปอร์ออกไซด์ชนิดกัมมันต์ (activated peroxide)

ปฏิกิริยาจบ (Termination reaction) สารเปอร์ออกไซด์ชนิดกัมมันต์ที่เกิดขึ้นจะรวมกับ ไฮโดรเจนจากกรดไขมันอิ่มตัว เกิดเป็นสารไฮโดรเปอร์ออกไซด์ และอนุมูลอิสระอื่นๆ เป็น ปฏิกิริยาลูกโซ่ ทำให้ได้สารไฮโดรเปอร์ออกไซด์จำนวนมาก ซึ่งเป็นสารที่ไม่อยู่ตัวทำให้ สารประกอบที่มีจำนวนคาร์บอนน้อยๆ เป็นสารประเภทกรด อัลดีไฮด์ และคีโตนที่ระเหยง่ายทำให้เกิดกลิ่นหืนในอาหาร

ปัจจัยที่มีผลต่อการหืนเนื่องจากออกซิเจน

1. ชนิดของกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีอยู่ในน้ำมัน ถ้าเป็นกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวสูง คือ มีพันธะคู่หลายแห่ง จะเกิดการเหม็นหืนได้ดีกว่าน้ำมันที่มีกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวน้อย

2. ออกซิเจนในอากาศ การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีออกซิเจนเท่านั้น การซึมผ่านของออกซิเจน (diffusion) มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยา ดังจะเห็นได้ว่าไขมันที่เป็นของแข็ง การเกิดปฏิกิริยาจะเกิดช้ากว่าน้ำมันที่เป็นของเหลว เนื่องจากน้ำมันที่เป็นของเหลวออกซิเจนซึม

ผ่านได้เร็วกว่า และอาหารที่มีพื้นที่หน้าตัดมากกว่าการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันก็เกิดได้เร็วกว่าเช่นกัน

3. ความร้อนและแสงสว่าง ช่วยเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันได้เร็วมาก โดยเฉพาะแสงที่มีความยาวคลื่นสั้นคือ แสงอุลตราไวโอเลต จะเร่งการเกิดปฏิกิริยาขึ้นต้น การป้องกันที่ดีที่สุดคือ เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทกันแสงผ่านได้และเก็บไว้ในที่เย็น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับของความไม่อิ่มตัวของน้ำมันด้วย นั่นคืออาหารที่กรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง ความร้อนและแสงก็จะยังมีอิทธิพลมากกว่าอาหารที่มีกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวต่ำ

4. โลหะ โดยเฉพาะทองแดงและเหล็กแม้จะมีปริมาณน้อย ก็สามารถเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ ดังนั้นภาชนะที่บรรจุควรเป็นเหล็กปลอดสนิม หรืออลูมิเนียม การใช้ metal binder จะไปจับโลหะเพื่อลดอัตราการเร่งปฏิกิริยา สารที่นิยมใช้มักเป็นกรด ได้แก่ กรดซิตริก กรดทาร์ทาริก กรดฟอสฟอริก เป็นต้น นิยมใช้มากในอุตสาหกรรม สารเหล่านี้ช่วยเป็นสารกันหืนไม่เป็นพิษหากใช้ในปริมาณน้อย ไม่ก่อให้เกิดสี และไม่เกิดกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์

ค่าเปอร์ออกไซด์

วารุณี(2546) กล่าวว่า ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value, PV) เป็นการวัดปริมาณเปอร์ออกไซด์ซึ่งเป็น Primary oxidation products ที่อยู่ในไขมันและน้ำมัน ซึ่งพบในระหว่างการเก็บรักษา มีผลให้น้ำมันเกิดกลิ่นหืนจากปฏิกิริยาออกซิเดชันที่พันธะคู่ของกรดไขมันไม่อิ่มตัว อัตราการเพิ่มจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ระยะเวลา ชนิดของน้ำมัน และอุณหภูมิโดยตัวการสำคัญคือ ออกซิเจน

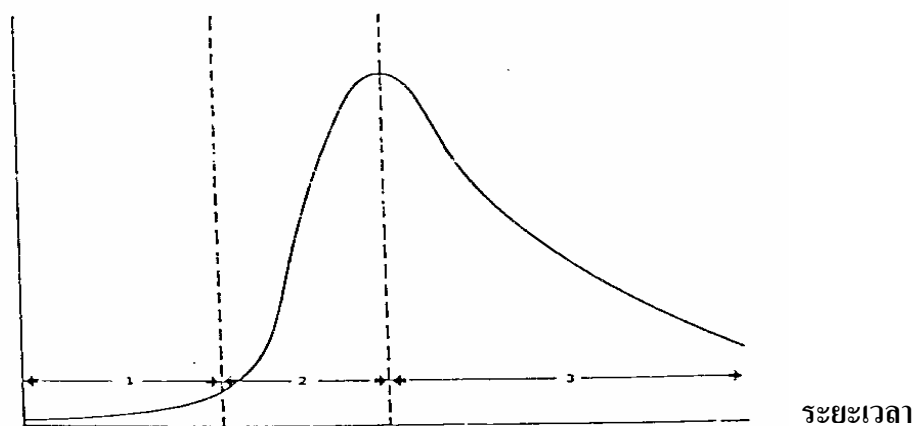
ค่าเปอร์ออกไซด์เป็นค่าที่บอกถึงปริมาณสารประกอบเปอร์ออกไซด์ที่มีอยู่ในน้ำมัน ซึ่งในช่วงการเก็บระยะแรกๆ ค่าเปอร์ออกไซด์จะมีค่าน้อยและจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป อัตราการเพิ่มจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ระยะเวลา ชนิดของน้ำมันและอุณหภูมิ ถึงแม้ว่าสารประกอบเปอร์ออกไซด์ไม่ก่อให้เกิดกลิ่นหืนโดยตรง แต่จะเป็นค่าที่บอกถึงปริมาณการเสื่อมเสียของน้ำมันที่เกิดขึ้น ซึ่งวงจรค่าเปอร์ออกไซด์เปลี่ยนแปลงในช่วงการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน 3 ระยะ(ภาพที่ 1) คือ (สุรางค์, 2543 อ้างจาก Person, 1976)

ระยะแรก (Induction period) ค่าเปอร์ออกไซด์จะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น คุณภาพของผลิตภัณฑ์ยังอยู่ในระดับที่ยังยอมรับได้ ไม่แตกต่างจากสภาวะเริ่มต้นมากนัก

ระยะที่สอง (Oxidation period) เป็นระยะที่ค่าเปอร์ออกไซด์จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และทำให้ผลิตภัณฑ์เริ่มมีกลิ่นหืนอย่างสังเกตเห็นได้ชัดเจน

ระยะที่สาม (Terminal period) ในระยะที่สองนั้นไม่เพียงแต่ค่าเปอร์ออกไซด์เท่านั้นที่เพิ่มขึ้น แต่ยังทำให้ปริมาณของราดิคัลอิสระเพิ่มมากขึ้นด้วย ซึ่งราดิคัลอิสระเหล่านั้นจะทำปฏิกิริยากันเอง ทำให้ปฏิกิริยาออกซิเดชันดำเนินไปอย่างช้าลง มีผลทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์ลดลงเช่นกัน

ค่าเปอร์ออกไซด์



ภาพที่ 1 การเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์ในช่วงการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน

ที่มา : Person (1976)

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบ

1. แป้งสาลีอเนกประสงค์
2. แป้งข้าวเจ้า
3. แป้งมันสำปะหลัง
4. น้ำตาลทรายขาว
5. กะทิบรรจุกล่องยูเอชที
6. ไข่ไก่
7. น้ำมันพืชจากเมล็ดทานตะวัน
8. แป้งข้าวหอมนิล
9. เศษเหลือจากเปลือกกุ้งกุลาดำผงที่ได้จากการเตรียม

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ในการผลิต

- 1.1 เครื่องพิมพ์ขนมทองพับไฟฟ้า
- 1.2 เครื่องบดของแข็ง ยี่ห้อ National Blender รุ่น Model MX-GN
- 1.3 เครื่องโม่แป้งไฟฟ้า (Bite mill)
- 1.4 เครื่องโม่แป้งแบบหินจานไฟฟ้า (Vita mixed)
- 1.5 ตู้อบแห้งแบบใช้ลมร้อน (Tray dryer) ยี่ห้อ Theben รุ่น Tr 634
- 1.6 เครื่องชั่งดิจิตอล 4 ตำแหน่ง บริษัท Sartorius รุ่น 1264 M
- 1.7 เครื่องปั่นอาหารแห้งไฟฟ้า ยี่ห้อ National Delux Super Blender รุ่น Mx-T700 GN
- 1.8 เครื่องร่อนแป้งไฟฟ้า ยี่ห้อ Fritseh รุ่น Aroly srtrr 3 Pro
- 1.9 เครื่องชั่งชนิดละเอียด 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Precisa 240A
- 1.10 เครื่องชั่งชนิดหยาบ 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Yanato รุ่น Model 5415
- 1.11 เครื่องปิดผนึก SEMI-AUTO SEALER ยี่ห้อ RIGH รุ่น RP S300

- 1.12 ถุงสุญญากาศ (Vacum bag)
- 1.13 ถุงโพลีโพรพิลีน (Polypropylene : PP) ความหนา 0.06 มม. ขนาด 8x12 นิ้ว
- 1.14 ชามผสม
- 1.15 พายยาง
- 1.16 ถาดอคูมินิยม
- 1.17 ที่ร่อนแป้ง
- 1.18 ชุดเครื่องตวงมาตรฐานประกอบด้วยช้อนตวงและถ้วยตวง
- 1.19 ที่แช่ขนมทองพับ
- 1.20 ตะกร้อมือ

2. อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพ

2.1 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

- เครื่องวัดสี (Chroma meter) ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น Color Flex
- เครื่องวัดค่า a_w (Water activity) ยี่ห้อ Rotbionic Hygrolab รุ่น Alimentatore

AC 1207 PER AW

- เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) รุ่น TA.XT.plus texture Analyzer

หัวตุ้ม P.0.25s ฐาน HDP/CFS

- ชุดวิเคราะห์หาค่า Peroxide Value (PV.) ยี่ห้อ Edmund Buhler (Tubingen)

2.2 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- ตู้อบลมร้อน (Hot Air oven) ยี่ห้อ WTC binder รุ่น Fd
- ตู้ดูดควัน ยี่ห้อ BossTech
- ถ้วยอบความชื้น
- โถดูดความชื้น (Desiccator)
- เครื่องวิเคราะห์ไขมัน ยี่ห้อ Solvent Extraction รุ่น Model Ser 148
- เครื่องวิเคราะห์โปรตีน ยี่ห้อ Gerhardt รุ่น Kjeldatherm
- เครื่องวิเคราะห์เชื้อยีส ยี่ห้อ Velp scientifica รุ่น Fiwe
- เครื่องวิเคราะห์เถ้า ยี่ห้อ Lenton Furnaes รุ่น EF11/8
- เครื่องชั่งดิจิทัล 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Precisa 240 A

2.3 อุปกรณ์สำหรับการตรวจสอบทางจุลินทรีย์

- ตู้บเชื้อ ยี่ห้อ Velp scientipica รุ่น Smart Clave
- เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ รุ่น Smart Clave ขนาด 12 ลิตร
- ตู้บเชื้อ ยี่ห้อ Memmert
- อุปกรณ์วิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ เช่น ปิเปต หลอดทดลอง เป็นต้น
- เครื่องมือชุดวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ชนิด Thermophilic Anaerobs

2.4 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

- อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส เช่น แก้วน้ำ ดินสอ ฯลฯ
- แบบทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ได้แก่ลักษณะ

ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม

- แบบสอบถามเกี่ยวกับผู้บริโภค

2.5 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

- เครื่องคอมพิวเตอร์
- โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับวิเคราะห์ทางสถิติ

วิธีการ

1.การเตรียมวัตถุดิบ

1.1 แป้งข้าวเจ้าหอมนิล

เนื่องจากไม่มีแป้งข้าวเจ้าหอมนิลจำหน่าย จึงใช้วิธีการผลิตแป้งข้าวเจ้าตัดแปลงจากวิธีของงามชื่น (2541) ดังนี้

วิธีการ โม่แห้ง นำข้าวเจ้าหอมนิลมาทำความสะอาดเก็บเศษหิน กรวด ที่เจือปนออก หลังจากนั้นนำไปล้างทำความสะอาดในน้ำ 1-2 ครั้ง แล้วผึ่งให้สะเด็ดน้ำ พอหมาด เทลงในถาดอบ เกลี่ยข้าวให้กระจายสม่ำเสมอ นำเข้าตู้อบแห้งแบบใช้ลมร้อน (tray dryer) จนเมล็ดข้าวแห้งใช้อุณหภูมิในการอบ 55-60 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง แล้วบดแห้งด้วยเครื่องบดแป้งไฟฟ้า ร่อน

ผ่านตะแกรงขนาด 100 mesh นำไปบรรจุถุงปิดผนึกสุญญากาศ ถุงละ 500 กรัม เก็บไว้ในอุณหภูมิห้องเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป ดังแสดงในภาพผนวกที่ ข3

1.2 เศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง

การเตรียมเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง โดยใช้เปลือกกึ่งกลาดำ ซึ่งได้จากตลาดสด สะพานใหม่ ดอนเมือง เป็นสิ่งที่เหลือจากการนำเนื้อกุ้งสดไปประกอบอาหาร กรรมวิธีในการทำ เริ่มจากนำเปลือกกึ่งกลาดำมาล้างด้วยน้ำสะอาด นึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 15-20 นาที อบแห้งในตู้อบแห้งแบบใช้ลมร้อน (Tray dryer) ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 2-3 ชั่วโมง นำมาผ่านเข้าเครื่องบดของแห้งและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 30 mesh ได้เศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง แล้วบรรจุในถุงโพลีโพรพิลีน ถุงละ 500 กรัม ปิดผนึกแบบสุญญากาศ เก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิห้องเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป ดังภาพผนวกที่ ข4

1.3 ตรวจวิเคราะห์คุณภาพวัตถุดิบ

นำแป้งข้าวเจ้าหอมนิล และเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงที่ได้จากข้อ 1.1 และ 1.2 มาวิเคราะห์ ดังนี้

1.3.1 คุณภาพทางเคมี

1.3.1.1 องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรต (A.O.A.C., 2000)

1.3.1.2 ธาตุเหล็ก วิธี In house method, ICP วิเคราะห์ในแป้งข้าวเจ้าหอมนิล

1.3.1.3 แคลเซียม (A.O.A.C., 2000) วิเคราะห์ในเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง

1.3.2 คุณภาพทางกายภาพ

1.3.2.1 ค่าสี โดยวัดค่าสีในระบบ Hunter LAB แสดงค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

1.3.2.2 ค่า Water activity ในการวัดค่าจะทำการทดลอง 3 ซ้ำ

2. การคัดเลือกตำรับขนมทองพับเพื่อเป็นตำรับพื้นฐาน

คัดเลือกตำรับขนมทองพับจากเอกสารต่างๆจำนวน 3 ตำรับ ได้แก่ ตำรับของ วันดี ณ สงขลา (2525) ,พงษ์ศักดิ์ แย้มเกสรหอม (มปป.) และอภิญญา มานะโรจน์ (2544) โดยทั้งสามตำรับที่ใช้จะมีส่วนประกอบหลักส่วนใหญ่คล้ายกันคือ แป้งข้าวเจ้า กะทิ น้ำตาล แป้งสาลี และแป้งมันสำปะหลัง แต่มีกรรมวิธีและปริมาณที่ใช้และวิธีทำแตกต่างกัน ซึ่งกรรมวิธีการผลิตของแต่ละตำรับได้ดังแสดงในภาคผนวก ก. จากนั้นนำไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบที่มีประสบการณ์ จำนวน 12 คนโดยวิธีการวางแผนแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์(Randomized Complete Block Design; RCBD) ให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) แล้ววิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี ANOVA (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test (สุรพล , 2528) เพื่อให้ได้ตำรับขนมทองพับที่เหมาะสม เป็นตำรับพื้นฐานในขั้นต่อไป

3. การพัฒนาสูตรขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกุ้ง

3.1 ศึกษาปริมาณแป้งข้าวเจ้าหอมนิลที่เหมาะสม ซึ่งสามารถเพิ่มในส่วนผสมขนมทองพับได้โดยยังเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ โดยมีจุดประสงค์ เพื่อใช้แป้งข้าวเจ้าหอมนิลให้ได้มากที่สุดถึงร้อยละ 100 ของปริมาณแป้งทั้งหมดในส่วนผสม แล้วทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบที่มีประสบการณ์ จำนวน 12 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) ให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) ดังแสดงในภาคผนวก จ แบบทดสอบชุดที่ 2 นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี ANOVA (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan 's New Multiple Range Test (สุรพล, 2528) ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

3.2 ทดลองเพิ่มเศษเหลือจากกุ้งกุลาดำลงในผลิตภัณฑ์โดยเริ่มต้น ที่อัตราส่วนร้อยละ 5 ถึงร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด เพื่อหาปริมาณเศษเหลือจากกุ้งกุลาดำที่เหมาะสมและผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค การกำหนดปริมาณเศษเหลือจากกุ้งกุลาดำนั้นมาจากการทบทวนเอกสารโดยสุพาณี (2543) ได้ศึกษาการใช้เศษเหลือจากกุ้งเพื่อเสริมแคลเซียมในข้าวเกรียบพบว่า ผู้บริโภคยอมรับการเติมเศษเหลือจากกุ้งที่ระดับร้อยละ 10 และ กิตติยา (2544) ได้ทำการพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมโปรตีนและแคลเซียมจากสัตว์น้ำ พบว่า ผู้บริโภค

ยอมรับผลิตภัณฑ์ลูกก็เสริมโปรตีนผงจากหัวกุ้งผงที่ระดับร้อยละ 10 ดังนั้นจึงทดลองเพิ่มปริมาณเศษเหลือจากกุ้งกุลาดำในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 5 10 15 และ 20 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบที่มีประสบการณ์ จำนวน 12 คนโดยวิธีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design ; RCBD) ให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) ดังแสดงภาคผนวก จ แบบทดสอบชุดที่ 3 แล้ววิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี ANOVA (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test (สุรพล, 2528) คัดเลือกตำรับที่ผู้ทดสอบยอมรับมากที่สุด นำไปศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกุ้งต่อไป

4. ศึกษาคุณภาพทางเคมี คุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิล และเศษเหลือจากกุ้งกุลาดำผง

วิเคราะห์คุณภาพโดยการเปรียบเทียบขนมทองพับตำรับพื้นฐานและผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิล และเศษเหลือจากกุ้งกุลาดำผง

4.1 วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

4.1.1 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเถ้า โดยวิธี A.O.A.C.

4.1.2 วิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม (A.O.A.C., 2000)

4.1.3 วิเคราะห์ปริมาณธาตุเหล็ก วิธี In house method, ICP (A.O.A.C., 1993)

4.2 วิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ

4.2.1 วิเคราะห์ความแข็งกรอบของขนมทองพับด้วยเครื่อง Texture Analyzer รุ่น TA.XT.plus texture Analyzer หัวดัมป์ P.0.25s ฐาน HDP/CFS

4.2.2 ค่าสี โดยวัดค่าสีในระบบ Hunter LAB แสดงค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*)

4.3 วิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์

4.3.1 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (A.O.A.C., 2000)

4.3.2 ปริมาณรา

5. ศึกษาปริมาณแคลเซียม และธาตุเหล็กของขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกุ้ง

ศึกษาปริมาณแคลเซียม และธาตุเหล็ก เนื่องจากในขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิล และเศษเหลือจากกุ้ง ได้ใช้วัตถุดิบที่ได้จากแป้งข้าวเจ้าหอมนิล ซึ่งมีปริมาณธาตุเหล็กสูง และ เศษเหลือจากกุ้งกุลาดำมีปริมาณแคลเซียม โดยนำผลการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม และธาตุเหล็กที่ได้จากการศึกษาคุณภาพทางเคมีของผู้วิจัย นำมาคำนวณปริมาณสารอาหารที่ควรได้รับประจำวัน สำหรับคนไทย (Recommended Daily Allowances, RDA) ต่อวัน โดยปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภค ของขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกุ้งกุลาดำผง มีน้ำหนัก 30 กรัม คิดเป็นร้อยละของ Thai RDI ในแต่ละวัย

6. การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกุ้ง

นำผลิตภัณฑ์ขนมทองพับที่ผ่านการทดลองไปทดสอบความชอบจากผู้บริโภค จำนวน 200 คน ด้วยการสุ่มโดยบังเอิญ สถานที่ ที่ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค ได้แก่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสุพรรณบุรี กองทัพอากาศ คอนมิ่ง ห้างบิ๊กซีสาขารังสิต โดยใช้วิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัส และแบบสอบถามการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ดังแสดงภาคผนวก จ แบบสอบถามชุดที่ 4 โดยมีข้อมูลดังนี้ ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ขนมทองพับ ข้อมูลด้านการยอมรับของผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิล และเศษเหลือจากกุ้ง และข้อมูลที่ต้องการให้ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ขนมทองพับ โดยข้อมูลด้านการยอมรับของผลิตภัณฑ์ใช้คุณลักษณะที่ทดสอบได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความกรอบ ความชอบรวม จำนวน 200 คน โดยวิธีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) ให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic

Scale) โดยกำหนดให้ 1 เท่ากับไม่ชอบมากที่สุด และ 9 เท่ากับชอบมากที่สุด และมีการรวบรวมแบบสอบถามทั้งหมด นำมาประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

7. ศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่ง

นำผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่ง ที่มีการพัฒนาปรับปรุง และมีการยอมรับจากผู้บริโภคแล้ว ในข้อ 6 มาศึกษาอายุการเก็บ โดยบรรจุขนมทองพับในถุงพลาสติกซิปล็อคชนิดโพลิโพรพิลีน (Polypropylene: PP) น้ำหนักบรรจุประมาณ 30 กรัม บรรจุผลิตภัณฑ์ภายใต้บรรยากาศปกติ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งในระหว่างการเก็บรักษามีการตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพ โดยการทดสอบ 3 ซ้ำ ทุกๆ 3 วัน เป็นเวลา 1 เดือน หรือจนกว่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงไปจนทำให้ผู้ทดสอบไม่ยอมรับ โดยผลจากการวิเคราะห์คุณภาพทั้งทางกายภาพ ทางเคมี ทางประสาทสัมผัส และการยอมรับผลิตภัณฑ์ วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติซึ่งเสนอผลการวิเคราะห์ด้วยภาพกราฟเส้น

7.1 วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

7.1.1 ค่าสี โดยวัดค่าสีในระบบ Hunter LAB แสดงค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*)

7.1.2 ค่า Water activity

7.1.3 ค่าความแข็งกรอบ (Hardness) โดยเครื่อง Texture analyzer ใช้หัวดุน P.0.25s ฐาน HDP/CFS

7.2 วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

7.2.1 ทดสอบค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value) โดยมีการทดสอบ 2 ซ้ำ ทุกๆ 3 วัน เป็นเวลา 1 เดือน

7.3 วิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

7.3.1 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (A.O.A.C., 2000)

7.3.2 ปริมาณรา

7.4 ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสในเชิงพรรณนาปริมาณ QDA (Quantitative Descriptive Analysis) ใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 12 คน สเกลความยาว 150 มิลลิเมตร ดังแสดงภาคผนวก จ. แบบทดสอบชุดที่ 5 โดยทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น หินรสชาติ และความกรอบ ซึ่งทดสอบผลของการเปลี่ยนแปลงในผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิห้องทุกๆ 3 วัน เป็นเวลา 1 เดือน แต่ทั้งนี้ได้กำหนดคุณภาพของผู้บริโภคหากไม่ยอมรับในผลิตภัณฑ์หรือมีจำนวนจุลินทรีย์ที่เกินกำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชุมชนนมไทย (ภาคผนวกที่ ข) จะถือเป็นเกณฑ์กำหนดระยะเวลาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

7.5 ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์

โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน หรือผู้ชำนาญ จำนวน 12 คน ใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) คือ 1 ไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ ถึง 9 ยอมรับผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในภาคผนวก จ แบบทดสอบชุดที่ 6 ตลอดระยะเวลาอายุการเก็บขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่ง

8. ศึกษาต้นทุนการผลิตขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่ง

การศึกษาด้านทุนวัตถุดิบของขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่ง มีการคำนวณทั้งสูตรพื้นฐาน และสูตรมาตรฐานที่มีการยอมรับจากผู้บริโภคแล้ว เนื่องจากได้เพิ่มวัตถุดิบ และปริมาณของวัตถุดิบในระหว่างการพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยการคำนวณต้นทุนวัตถุดิบจะคำนวณจากน้ำหนักส่วนผสมหนึ่งหน่วยบริโภค (30 กรัม)

สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการของภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตรมหาวิทาลัยเกษตรศาสตร์

ระยะเวลาทำการวิจัย

ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2548 ถึงสิ้นสุดเดือนพฤษภาคม 2549

ผลและวิจารณ์

1. คุณภาพวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตขนมทองพับจากการเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิล และเศษเหลือจากกุ่ม

1.1 ผลการเตรียมแป้งข้าวเจ้าหอมนิล

ข้าวเจ้าหอมนิลที่นำมาใช้ในการวิจัยเพื่อทำเป็นแป้งข้าวเจ้าหอมนิล คือ ข้าวเจ้าหอมนิลพันธุ์ข้าวเจ้าหอมนิลเบอร์ 3 มีลักษณะเมล็ดเรียวยาว สีม่วงเข้ม มีกลิ่นหอมเนื่องจากมีสารระเหยจำเพาะ กลุ่ม cyclohexanone ในปริมาณมาก (สินิลไรซ์, 2547) เมื่อนำมาทำเป็นแป้งข้าวเจ้าหอมนิลโดยดัดแปลงวิธีการผลิตของงามชื่น(2541) (ภาพผนวกที่ ข3) พบว่า แป้งข้าวเจ้าหอมนิลที่ได้คิดเป็นร้อยละ 90 มีส่วนที่สูญเสียไป ร้อยละ 10 ของน้ำหนักทั้งหมด โดยส่วนที่สูญเสียอาจเกิดระหว่างกรรมวิธีการผลิต เช่น การล้าง การอบ และการโม่ เป็นต้น โดยลักษณะของแป้งข้าวเจ้าหอมนิล ที่ได้มีลักษณะเป็นผงเนื้อละเอียด เกาะเป็นก้อนเล็กน้อย (ภาพผนวกภาพที่ ข2) และสีของเนื้อแป้งข้าวเจ้าหอมนิลมีสีม่วง เนื่องจากในส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดมีส่วนประกอบของสาร anthocyanin ซึ่งทำให้ข้าวเจ้าหอมนิลมีสีม่วงเข้ม มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (สินิลไรซ์, 2547)

ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของข้าวเจ้าหอมนิลที่ผลิตโดยดัดแปลงจากวิธีการผลิตของงามชื่น (2541) ดังตารางที่ 7 พบว่า โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า เยื่อใย และธาตุเหล็ก มีปริมาณร้อยละ 8.22, 2.32, 76.59, 2.30, 0.57 และตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ข้าวเจ้าหอมนิลของสินิลไรซ์ (2547) พบว่า มีปริมาณโปรตีนมากกว่าร้อยละ (12.56 และ 8.22) ส่วนคาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ 70 และ 76.59) และธาตุเหล็ก (ร้อยละ 3.26 และ 3.81) มีค่าใกล้เคียงกับข้าวเจ้าหอมนิลของสินิลไรซ์ อาจเนื่องมาจากระหว่างกระบวนการผลิต ซึ่งมีการล้าง การโม่ และการร่อนแป้งสารอาหารอาจจะสูญเสียไปในระหว่างกระบวนการผลิต ส่วนความชื้นของแป้งข้าวเจ้าหอมนิล ร้อยละ 10 อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของแป้งข้าวเจ้าที่กำหนดว่าต้องมีความชื้นไม่มากกว่าร้อยละ 13 (สมอ, 2529)

เมื่อนำแป้งข้าวเจ้าหอมนิล มาทดสอบทางกายภาพด้านสีของเนื้อแป้งข้าวเจ้าหอมนิล (ตารางที่ 10) พบว่าแป้งข้าวเจ้าหอมนิลมีค่าความสว่างปานกลาง (L^*) 57.41 ค่าสีแดง (a^*) 1.79 และค่าสีเหลือง (b^*) 5.83 ตามลำดับ เนื่องจากแป้งข้าวเจ้าหอมนิลที่ผลิตได้มีสีม่วง ซึ่งเป็นลักษณะ

เฉพาะของข้าวเจ้าหอมนิล โดยค่า a_w เท่ากับ 0.57 แสดงว่า แป้งข้าวเจ้าหอมนิลมีน้ำที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ต่ำ ซึ่งสภาพไม่เหมาะสมต่อการเจริญของยีสต์ รา และจุลินทรีย์ เนื่องจากยีสต์ และรา สามารถเจริญได้เมื่อค่า a_w มากกว่า 0.6 และจุลินทรีย์สามารถเจริญได้ เมื่อค่า a_w ระหว่าง 0.88-0.96 (ศศิเกษม และพรณี, 2530)

1.2 เศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง

กึ่งกลาดำที่นำมาใช้ในการวิจัย จะใช้ส่วนของเปลือก หัว และหางของกึ่ง กึ่งกลาดำผงที่ผลิตได้จะมีสีส้มออกแดง และมีความแข็งกรอบเมื่อผ่านความร้อน ลักษณะเป็นผงค่อนข้างละเอียด โดยกึ่งกลาดำผง คิดเป็นร้อยละ 33.33 มีส่วนที่สูญเสียไป คิดเป็นร้อยละ 66.67 (ภาคผนวกภาพที่ ข1)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของเศษเหลือจากกึ่งกลาดำ โดยมีวิธีการผลิตของ กิตติยา(2544) ดังตารางที่ 8 พบว่า มีโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเถ้า ร้อยละ 51.11, 5.53, 14.32 และ 23.91 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับเศษเหลือจากกึ่งกลาดำของกิตติยา (2544) พบว่า มีปริมาณโปรตีนน้อยกว่า (ร้อยละ 42.14 และ 51.11) มีไขมันน้อยกว่า (ร้อยละ 7.69 และ 5.53) มีคาร์โบไฮเดรตน้อยกว่า (ร้อยละ 7.67 และ 14.32) และมีเถ้าน้อยกว่า (ร้อยละ 19.54 และ 23.91) มีปริมาณความชื้นมากกว่า (ร้อยละ 17.32 และ 4.4) ส่วนแคลเซียม 107.20 มิลลิกรัมจากน้ำหนัก 100 กรัม ซึ่งน้อยกว่าเศษเหลือจากกึ่งของกิตติยา (2544) มีแคลเซียม 854 มิลลิกรัมจากน้ำหนัก 100 กรัม จะเห็นได้ว่า ผลการวิเคราะห์เศษเหลือจากกึ่งที่ผลิตได้มีความแตกต่างกับเศษเหลือจากกึ่งของกิตติยา (2544) เนื่องจากกิตติยาใช้เฉพาะส่วนหัวของกึ่งมาแปรรูปเป็นกึ่งกลาดำผง

เมื่อนำเศษเหลือจากกึ่งมาทดสอบสี พบว่า เศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง ค่าความสว่างปานกลาง (L^*) 52.38 ค่าสีแดง (a^*) 10.94 และค่าสีเหลือง (b^*) 13.97 ตามลำดับ ดังนั้นลักษณะสีของเศษเหลือจากกึ่งที่ผลิตได้มีสีส้มแดง โดยค่า a_w เท่ากับ 0.36 แสดงว่า เศษเหลือจากกึ่งมีน้ำที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ต่ำ ซึ่งสภาพไม่เหมาะสมต่อการเจริญของยีสต์ รา และจุลินทรีย์ เนื่องจากยีสต์ และรา สามารถเจริญได้เมื่อค่า a_w มากกว่า 0.6 และจุลินทรีย์สามารถเจริญได้ เมื่อค่า a_w ระหว่าง 0.88-0.96 (ศศิเกษม และพรณี, 2530)

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี และทางกายภาพของแป้งข้าวเจ้าหอมนิล

การวิเคราะห์คุณภาพ	ร้อยละน้ำหนักแห้งของแป้งข้าวเจ้าหอมนิล
1. ทางเคมี	
โปรตีน (กรัม) ¹	8.22
ไขมัน (กรัม) ¹	2.32
คาร์โบไฮเดรต (กรัม) ²	76.59
ธาตุเหล็ก (มิลลิกรัม) ³	3.81
เถ้า (กรัม) ¹	2.30
เยื่อใย (กรัม) ¹	0.55
ความชื้น (กรัม) ¹	10
2. ทางกายภาพ	
ค่าสี	
ค่าความสว่าง (L*) ¹	57.41
ค่าสีแดง (a*) ¹	1.79
ค่าสีเหลือง (b*) ¹	5.83
ค่า a _w ¹	0.57

หมายเหตุ (1) ตัวเลขที่รายงานเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ของผู้วิจัย 3 ซ้ำ

(2) ตัวเลขที่รายงานได้จากการคำนวณ 100 ลบด้วยค่าความชื้นรวมโปรตีนรวมไขมันรวมเยื่อใยรวมเถ้า

(3) ผลการวิเคราะห์จากฝ่ายปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี และทางกายภาพของกึ่งกลาดำผง

การวิเคราะห์คุณภาพ	ร้อยละน้ำหนักแห้งเศษเหลือกึ่งกลาดำผง ¹
1. ทางเคมี	
โปรตีน (กรัม) ¹	51.11
ไขมัน (กรัม) ¹	5.53
คาร์โบไฮเดรต (กรัม) ²	14.32
แคลเซียม (มิลลิกรัม) ³	107.20
เถ้า (กรัม) ¹	23.91
เยื่อใย (กรัม) ¹	0.44
ความชื้น (กรัม) ¹	4.40
2. ทางกายภาพ	
ค่าสี	
ค่าความสว่าง (L*) ¹	52.38
ค่าสีแดง (a*) ¹	10.94
ค่าสีเหลือง (b*) ¹	13.97
ค่า a _w ¹	0.36

หมายเหตุ (¹) ตัวเลขที่รายงานเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ของผู้วิจัย 3 ซ้ำ
 (²) ตัวเลขที่รายงานได้จากการคำนวณ 100 ลบด้วยค่าความชื้นรวมโปรตีนรวม
 ไขมันรวมเยื่อใยรวมเถ้า
 (³) ผลการวิเคราะห์จากฝ่ายปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวบาล
 คณะเกษตร

2. การคัดเลือกตำรับขนมทองพับพื้นฐาน

ผลการคัดเลือกตำรับที่เหมาะสม เพื่อใช้เป็นตำรับของขนมทองพับและผลการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมทองพับทั้ง 3 ตำรับ

เมื่อทดลองผลิตขนมทองพับทั้ง 3 ตำรับ ที่มีวัตถุดิบ ปริมาณ และกรรมวิธีการผลิตแตกต่างกัน (ตารางผนวกที่ ก1) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความชอบตามตารางผนวกที่ จ 1 และผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามตารางที่ 9 ได้ผลดังต่อไปนี้

ด้านลักษณะปรากฏ พบว่า ขนมทองพับตำรับที่ 1,2 และ 3 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ คือ 5.67, 6.58 และ 6.50 ตามลำดับ โดยมีขนมทองพับ ตำรับที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยลักษณะปรากฏสูงสุดและตำรับที่ 3 และ 1 รองลงมา ตามลำดับ ขนมทองพับทั้ง 3 ตำรับ มีลักษณะเป็นแผ่น เนื้อเรียบเช่นเดียวกัน เนื่องจากส่วนผสมขนมทองพับมีลักษณะเหลว เมื่อเทลงพิมพ์มีการแผ่ขยายตัวของแป้งผสม เมื่อใช้แรงกดทับของพิมพ์ร่วมกับการให้ความร้อนที่ทั่วถึง มีผลทำให้ลักษณะขนมทองพับเรียบเนียน สม่ำเสมอ และแผ่นแป้งสุก แต่ตำรับ 1 และ 3 มีแผ่นแป้งบาง แตกต่างจากตำรับที่ 2 มีเนื้อเรียบเนียน สม่ำเสมอ เนื่องจากใช้ปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่ต่างกัน คือ ตำรับ 1 ตำรับ 2 และตำรับ 3 ใช้แป้งมันสำปะหลังร้อยละ 29.27, 13.17 และ 42.95 ตามลำดับ ซึ่งการใช้แป้งมันสำปะหลังในปริมาณที่มากทำให้ขนมทองพับตำรับ 3 มีลักษณะเป็นแผ่นบาง มากกว่าตำรับที่ 2 ที่ใช้ปริมาณน้อยกว่า แต่เมื่อทดสอบความแตกต่าง พบว่า ขนมทองพับทั้ง 3 ตำรับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ด้านสี พบว่าขนมทองพับตำรับที่ 1,2 และ 3 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อย คือ 6.42 , 6.25 และ 6.50 ตามลำดับ โดยที่ขนมทองพับ ตำรับที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยด้านสีสูงสุดและตำรับที่ 1 และ 2 รองลงมาตามลำดับ เนื่องจากขนมทองพับทั้ง 3 ตำรับ มีสีน้ำตาลอ่อนเช่นเดียวกัน เกิดจากน้ำตาลทรายเมื่อได้รับความร้อนจะทำให้เกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ (จิตธนา และอรอนงค์ , 2541) ดังนั้นในขนมทองพับมีน้ำตาลเป็นส่วนผสม เมื่อได้รับความร้อนในขณะปิ้งจะทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลในขนมทองพับ แต่เมื่อทดสอบความแตกต่าง พบว่า ขนมทองพับทั้ง 3 ตำรับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ด้านกลิ่น พบว่า ขนมหองพื้ดำรับที่ 1, 2 และ 3 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อยคือ 6.08 , 6.42 และ 6.33 ตามลำดับ โดยที่ขนมหองพื้ดำรับที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นสูงสุดและดำรับที่ 3 และรองลงมาตามลำดับ การที่ดำรับที่ 2 มีคะแนน ด้านกลิ่นมากที่สุด เพราะมีส่วนประกอบของกะทิ ไข่ไก่ และน้ำตาลทราย มากกว่าดำรับ 1 และ 3 เนื่องจากกะทิมีกลิ่นเฉพาะเมื่อได้รับความร้อน เช่นเดียวกับน้ำตาลและไข่ที่มีคุณสมบัติช่วยเพิ่มกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์ และเป็นตัวเชื่อมให้ส่วนผสมทั้งหมดเป็นเนื้อเดียวกัน จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมหองพื้ดำนี้อร่อยมากน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณสัดส่วนของส่วนผสมที่ใส่ลงในผลิตภัณฑ์ แต่เมื่อทดสอบความแตกต่าง พบว่า ขนมหองพื้ดำนี้อยู่ทั้ง 3 ดำรับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ด้านรสชาติ พบว่าขนมหองพื้ดำรับที่ 1, 2 และ 3 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ ชอบเล็กน้อยถึงบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ คือ 5.25 , 5.67 และ 5.33 ตามลำดับ โดยที่ขนมหองพื้ดำรับที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยด้านรสชาติสูงสุด และรองลงมาคือ ดำรับที่ 3 และ 1 ตามลำดับ พบว่าขนมหองพื้ดำนี้อร่อยเช่นเดียวกัน เนื่องจากมีปริมาณน้ำตาลในส่วนผสม ร้อยละ 11.80, 16.67 และ 13.91 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ดำรับที่ 2 มีปริมาณน้ำตาลมากที่สุด และมีเกลือป่นผสม (ตารางผนวกที่ ก1) ซึ่งเกลือมีคุณสมบัติให้ความเค็ม และช่วยปรุงแต่งรส เมื่อเติมเกลือจะช่วยให้รสชาติของขนมหองพื้ดำนี้อร่อยมากขึ้น (อรอนงค์, 2538) จึงทำให้ดำรับที่ 2 มีคะแนนมากกว่า แต่เมื่อทดสอบความแตกต่าง พบว่า ขนมหองพื้ดำนี้อยู่ทั้ง 3 ดำรับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ด้านเนื้อสัมผัส พบว่า ขนมหองพื้ดำรับที่ 1, 2 และ 3 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อยคือ 6.33 , 6.50 และ 6.17 ตามลำดับ โดยที่ขนมหองพื้ดำรับที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสสูงสุดและดำรับที่ 1 และ 3 รองลงมาตามลำดับ เนื่องจากในดำรับที่ 2 มีส่วนผสมของแป้งสาลีซึ่งทำให้ขนมหองพื้ดำนี้อร่อยมากกว่าดำรับที่ 1 และ 3 ในดำรับที่ 3 ที่มีส่วนผสมของแป้งมันสำปะหลังในปริมาณที่มากกว่าดำรับ 1 และ 2 ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเป็นแผ่นบางกรอบ ขนมหองพื้ดำนี้อยู่ทั้ง 1, 3 มีความกรอบร่วนมากและ ดำรับที่ 2 มีความกรอบร่วน เกิดจากสัดส่วนของแป้งข้าวเจ้าและแป้งมันสำปะหลังที่ต่างกันคือ แป้งข้าวเจ้าร้อยละ 9.86, 4.67 และ 8.19 ตามลำดับ และแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 29.25, 13.17 และ 42.95 ตามลำดับ ถ้าใช้เฉพาะแป้งข้าวเจ้าจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะแข็งกระด้าง และการให้ความร้อนแบบแห้งทำให้ผลิตภัณฑ์แข็งเพราะความชื้นระเหยไป เมื่อมีการผสมแป้งมันสำปะหลัง เพื่อเพิ่มอะไมโลเพคติน แก่แป้งข้าวเจ้า

ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ มีความนุ่มนวลมากขึ้น (อภิญา,2547) แต่เมื่อทดสอบความแตกต่าง พบว่าขนมทองพับทั้ง 3 คำรับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ความชอบรวม พบว่าขนมทองพับคำรับที่ 1, 2 และ 3 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อยคือ 6.08, 6.42 และ 6.08 ตามลำดับ โดยที่ขนมทองพับคำรับที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยด้านความชอบสูงสุดและคำรับที่ 1 และ 3 ตามลำดับ แต่เมื่อทดสอบความแตกต่าง พบว่า ขนมทองพับทั้ง 3 คำรับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ดังนั้นในการศึกษาลำดับต่อไป จึงเลือกขนมทองพับคำรับที่ 2 เป็นสูตรพื้นฐานในการทดลองผลิตขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลืจากกึ่งกลาดำผงต่อไป เนื่องจากคะแนนความชอบเฉลี่ยจากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสสูงสุด อีกทั้งขนมทองพับคำรับที่ 2 มีลักษณะเนื้อของขนมเรียบ สม่่าเสมอ สีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นหอม รสชาติหวานพอเหมาะ และมีความกรอบ่วน

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมทองพับคำรับพื้นฐานทั้ง 3 คำรับ

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	คำรับที่		
	1	2	3
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	5.67 ± 1.78	6.58 ± 1.51	6.50 ± 1.09
สี ^{ns}	6.42 ± 1.62	6.25 ± 1.48	6.50 ± 1.09
กลิ่น ^{ns}	6.08 ± 1.24	6.42 ± 1.16	6.33 ± 1.37
รสชาติ ^{ns}	5.25 ± 1.22	5.67 ± 1.78	5.33 ± 2.02
เนื้อสัมผัส ^{ns}	6.33 ± 1.07	6.50 ± 1.57	6.17 ± 1.64
ความชอบรวม ^{ns}	6.08 ± 1.16	6.42 ± 1.44	6.08 ± 1.78

หมายเหตุ คำรับที่ 1 วันดี ณ สงขลา คำรับที่ 2 อภิญา มานะโรจน์ และคำรับที่ 3 พงษ์ศักดิ์
แย้มเกษร

NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3. ศึกษาปริมาณแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งอุตสาหกรรมที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ขนมทองพับ

3.1 ศึกษาปริมาณแป้งข้าวเจ้าหอมนิลที่ใช้เพิ่มในผลิตภัณฑ์ขนมทองพับ

จากการทดลองนำแป้งข้าวเจ้าหอมนิลมาเพิ่มในขนมทองพับ ร้อยละ 70 , 80, 90 และ 100 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด (ตารางผนวกที่ ก3) แล้วทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยผู้ทดสอบ 12 คน ชิมตัวอย่างที่เสนอให้ 4 ตัวอย่าง ให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ นำผลที่ได้วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี ANOVA (Analysis of Variance) (ตารางผนวกที่ จ2) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test (สุรพล , 2528) ได้ผลตามตารางที่ 10 ดังต่อไปนี้

ด้านลักษณะปรากฏ พบว่าคะแนนเฉลี่ยของขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิล ที่ร้อยละ 70, 80, 90 และ 100 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง ชอบเล็กน้อยถึงบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ คือ 6.92 , 6.50 , 5.92 และ 6.42 ตามลำดับ โดยที่ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลร้อยละ 70 มีคะแนนเฉลี่ยลักษณะปรากฏสูงสุด และ พบว่า การใช้แป้งข้าวเจ้าหอมนิลที่ระดับร้อยละ 90 และ 100 จะมีผลทำให้แผ่นของขนมทองพับหนาขึ้น เนื่องจากปริมาณแป้งข้าวเจ้าหอมนิลที่เพิ่มขึ้น มีความสามารถดูดน้ำจากส่วนผสม จึงทำให้ส่วนผสมมีความข้นสูงเมื่อทำเป็นแผ่นจึงมีความหนามากกว่าการใช้แป้งข้าวเจ้าหอมนิลที่ระดับร้อยละ 70 และ 80 แต่เมื่อทดสอบความแตกต่างพบว่า การใช้แป้งข้าวเจ้าหอมนิลทั้ง 4 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ด้านสี พบว่าขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิล ที่ร้อยละ 70, 80, 90 และ 100 มีคะแนนเฉลี่ยด้านสีแตกต่างกัน อยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบเล็กน้อย คือ 7.33, 6.75, 6.58 และ 6.33 ตามลำดับ โดยขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิล ที่ร้อยละ 70 มีคะแนนเฉลี่ยความชอบด้านสีสูงสุด ดังนั้นเมื่อมีปริมาณแป้งข้าวเจ้าหอมนิลเพิ่มขึ้นสีของขนมทองพับก็จะเข้มขึ้น ซึ่งมีผลทำให้ความชอบด้านสีลดลง เนื่องจากในส่วนของเชื้อหุ้มเมล็ดของข้าวเจ้าหอมนิลมีสีม่วงเข้ม (สินีล ไรซ์, 2547) จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้นตามปริมาณแป้งข้าวเจ้าหอมนิลที่ใช้ แต่เมื่อทดสอบความแตกต่างพบว่าขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลทั้ง 4 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ด้านกลิ่น พบว่าขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิล ที่ร้อยละ 70, 80, 90 และ 100 มีคะแนนเฉลี่ยด้านกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ ชอบเล็กน้อยถึงบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ คือ 6.67, 6.67, 6.58 และ 5.75 ตามลำดับ โดยทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิล ที่ร้อยละ 70 และ 80 มีค่าเฉลี่ยความชอบด้านกลิ่นสูงสุด และร้อยละ 90 และ 100 รองลงมาตามลำดับ โดยความชอบด้านกลิ่นของทองพับเสริมแป้งข้าวเจ้าหอมนิล ที่ร้อยละ 100 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงว่า ปริมาณแป้งข้าวเจ้าหอมนิลเพิ่มขึ้น ผลคะแนนความชอบด้านกลิ่นจะลดลงตามลำดับ เนื่องจากข้าวเจ้าหอมนิลมีกลิ่นเฉพาะตัวจากสารระเหยจำเพาะ กลุ่ม cyclohexanone ในปริมาณที่มาก (สินธิไรซ์, 2547) เมื่อนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์กลิ่นของแป้งข้าวเจ้าหอมนิลก็ยังอยู่ และผู้ทดสอบชิมส่วนใหญ่ไม่คุ้นกับกลิ่นของแป้งข้าวเจ้าหอมนิล มีผลทำให้ความชอบด้านกลิ่นลดลง แสดงว่า เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวเจ้าหอมนิลมากขึ้นจะทำให้ขนมทองพับมีกลิ่นแป้งข้าวเจ้าหอมนิลเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ

ด้านรสชาติ พบว่าขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิล ที่ร้อยละ 70, 80, 90 และ 100 มีคะแนนเฉลี่ยด้านรสชาติ อยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบคือ 6.75, 6.00, 6.42 และ 5.83 ตามลำดับ โดยพบว่าขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลร้อยละ 90 และ 100 จะมีผลทำให้รสหวานในขนมทองพับลดลง เนื่องจากปริมาณแป้งข้าวเจ้าหอมนิลที่เพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ส่วนผสมที่เป็นน้ำตาลมีความเจือจางมากขึ้น และทำให้ความหวานลดลง แต่เมื่อทดสอบความแตกต่างขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลทั้ง 4 ระดับ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ด้านเนื้อสัมผัส (ความกรอบ) พบว่า ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิล ที่ร้อยละ 70, 80, 90 และ 100 มีคะแนนเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสอยู่ในเกณฑ์ ชอบเล็กน้อยถึงบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ คือ 6.83, 6.17, 6.33 และ 5.58 ตามลำดับ แสดงว่าปริมาณแป้งข้าวเจ้าหอมนิลเพิ่มขึ้น มีผลให้ขนมทองพับที่ได้มีแผ่นหนา และมีความแข็งกรอบเพิ่มขึ้น ส่งผลให้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสลดลงด้วย เนื่องจากมีปริมาณแป้งข้าวเจ้าหอมนิลเพิ่มขึ้นจากเดิม แต่ของเหลว (กะทิ) มีปริมาณเท่าเดิม ประกอบกับการให้ความร้อนแบบแห้งทำให้ผลิตภัณฑ์แข็ง เพราะความชื้นระเหยไป แต่เมื่อทดสอบความแตกต่างขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลทั้ง 4 ระดับ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ด้านความชอบรวม พบว่าขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลร้อยละ 70, 80, 90 และ 100 มีคะแนนเฉลี่ยด้านความชอบรวม มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลางถึงบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ คือ 7.17, 6.50, 6.25 และ 5.92 ตามลำดับ โดยขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลร้อยละ 70 มีผลคะแนนความชอบรวมสูงสุด และเมื่อทดสอบความแตกต่างพบว่า การใช้แป้งข้าวเจ้าหอมนิลปริมาณเพิ่มขึ้นที่ร้อยละ 90 และ 100 มีผลให้คะแนนความชอบรวมลดลง และแตกต่างจากปริมาณแป้งข้าวเจ้าหอมนิลร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากการวิเคราะห์ลักษณะทางประสาทสัมผัส พบว่า ขนมทองพับจากแป้งข้าวเจ้าหอมนิล ร้อยละ 70 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยดีที่สุดที่สุดประกอบกับมีคะแนนด้านต่างๆ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส มากที่สุดด้วย ดังนั้นจึงเลือกปริมาณแป้งข้าวเจ้าหอมนิลร้อยละ 70 ทำการศึกษาต่อไป (แสดงส่วนผสมและปริมาณดังตารางผนวกที่ ก3)

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ของขนมทองพับ เมื่อใช้ปริมาณแป้งข้าวเจ้าหอมนิลร้อยละ 70, 80, 90 และ 100 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ระดับของแป้งข้าวเจ้าหอมนิล (ร้อยละ)			
	70	80	90	100
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	6.92 ± 0.79	6.50 ± 1.17	5.92 ± 1.38	6.42 ± 1.24
สี ^{ns}	7.33 ± 0.49	6.75 ± 1.14	6.58 ± 1.38	6.33 ± 1.14
กลิ่น	6.67 ± 0.89 ^a	6.67 ± 0.89 ^a	6.58 ± 1.08 ^a	5.75 ± 1.38 ^b
รสชาติ ^{ns}	6.75 ± 0.97	6.00 ± 1.60	6.42 ± 1.08	5.83 ± 1.53
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) ^{ns}	6.83 ± 0.83	6.17 ± 1.47	6.33 ± 1.56	5.58 ± 1.88
ความชอบรวม	7.17 ± 0.58 ^a	6.50 ± 1.31 ^{ab}	6.25 ± 1.06 ^b	5.92 ± 1.31 ^b

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตัวอักษรแตกต่างในแนวนอนหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.2 ศึกษาปริมาณเศษเหลือจากกึ่งกลาดำที่ใช้เพิ่มในผลิตภัณฑ์ขนมทองพับ

จากการทดลองนำเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงเพิ่มในขนมทองพับร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด (ตารางผนวกที่ ก4) แล้วทดสอบทางประสาทสัมผัสโดย ผู้ทดสอบ 12 คน ชิมตัวอย่างที่เสนอให้ 4 ตัวอย่าง ให้คะแนนความชอบ 9 ระดับนำผลที่ได้วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี ANOVA (Analysis of Variance) (ตารางผนวกที่ จ3) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test (สุรพล, 2528) ได้ผลตามตารางที่ 11 ดังต่อไปนี้

ด้านลักษณะปรากฏ พบว่าคะแนนเฉลี่ยของขนมทองพับเพิ่มเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 มีคะแนนอยู่ในช่วง ชอบปานกลางถึงบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ คือ 7.00, 6.42, 6.25 และ 5.33 ตามลำดับ โดยที่ขนมทองพับเพิ่มเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงร้อยละ 5 มีคะแนนเฉลี่ยลักษณะปรากฏสูงสุด ดังนั้นเมื่อมีปริมาณเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงเพิ่มขึ้นลักษณะปรากฏก็จะมีลักษณะเป็นแผ่นหนามากขึ้น มีผลให้ความชอบด้านลักษณะปรากฏลดลง แต่เมื่อทดสอบความแตกต่างพบว่า การใช้เศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงปริมาณที่เพิ่มขึ้นที่ร้อยละ 20 มีผลให้คะแนนเฉลี่ยลักษณะปรากฏลดลง และแตกต่างจากปริมาณเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงร้อยละ 5 และ 10 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ด้านสี พบว่าคะแนนเฉลี่ยของขนมทองพับเพิ่มเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 มีคะแนนอยู่ในช่วง ชอบปานกลางถึงบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ คือ 7.25, 6.15, 5.92 และ 5.00 ตามลำดับ โดยความชอบด้านสีของขนมทองพับเพิ่มเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงร้อยละ 5 มีคะแนนเฉลี่ยความชอบด้านสีสูงสุด ดังนั้นเมื่อมีปริมาณเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงเพิ่มขึ้นสีของขนมทองพับก็จะเข้มขึ้นมีผลทำให้ความชอบเรื่องสีลดลง เนื่องจากเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงมีสีส้มออกแดง จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น และแตกต่างจากร้อยละ 10, 15 และ 20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ด้านกลิ่น พบว่าคะแนนเฉลี่ยของขนมทองพับเพิ่มเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 มีคะแนนอยู่ในช่วง ชอบปานกลางถึงไม่ชอบเล็กน้อย คือ 7.17, 6.17, 4.67 และ 4.17 ตามลำดับ โดยความชอบด้านกลิ่นของขนมทองพับเพิ่มเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงร้อยละ 5 มีคะแนนเฉลี่ยความชอบด้านกลิ่น ดังนั้นเมื่อมีปริมาณเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงเพิ่มขึ้น มีผลทำให้

คะแนนความชอบด้านกลิ่นลดลงตามลำดับ เนื่องจากเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงมีกลิ่นคาวของกุ้งค่อนข้างแรง แต่เมื่อทดสอบความแตกต่างพบว่า การใช้เศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงปริมาณเพิ่มขึ้นที่ร้อยละ 5 และ 10 มีความแตกต่างกับการใช้เศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงร้อยละ 15 และ 20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ด้านรสชาติ พบว่าคะแนนเฉลี่ยของขนมทองพับเพิ่มเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 มีคะแนนเฉลี่ยด้านรสชาติอยู่ในระดับ ชอบปานกลางถึงไม่ชอบเล็กน้อย คือ 7.33, 6.42, 4.92 และ 4.67 ตามลำดับ โดยขนมทองพับเพิ่มเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงร้อยละ 5 มีคะแนนเฉลี่ยความชอบด้านรสชาติ สูงสุด แสดงว่าเมื่อมีการใช้เศษเหลือจากกึ่งกลาดำเพิ่มขึ้นตามลำดับ จะมีผลต่อความชอบด้านรสชาติลดลง แต่เมื่อทดสอบความแตกต่างพบว่าขนมทองพับเพิ่มเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงร้อยละ 5 มีความแตกต่างจากขนมทองพับเพิ่มเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงร้อยละ 10, 15 และ 20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ด้านเนื้อสัมผัส (ความกรอบ) พบว่าคะแนนเฉลี่ยของขนมทองพับเพิ่มเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 มีคะแนนเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสอยู่ในเกณฑ์ ชอบปานกลางถึงไม่ชอบปานกลาง คือ 7.33, 5.67, 4.42 และ 3.67 ตามลำดับ แสดงว่าเมื่อมีการใช้เศษเหลือจากกึ่งกลาดำเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเนื้อแน่น แข็งกระด้าง มีผลให้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสลดลง แต่เมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมทองพับเพิ่มเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงร้อยละ 5 พบว่ามีแตกต่างจากขนมทองพับเสริมเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงร้อยละ 10, 15 และ 20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ด้านความชอบรวม พบว่าคะแนนเฉลี่ยของขนมทองพับเพิ่มเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 มีคะแนนเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสอยู่ในเกณฑ์ ชอบปานกลางถึงไม่ชอบเล็กน้อย คือ 7.42, 6.17, 4.75 และ 4.08 ตามลำดับ โดยขนมทองพับเพิ่มเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงร้อยละ 5 มีคะแนนความชอบรวมของตัวอย่างสูงสุด แตกต่างจากขนมทองพับเพิ่มเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงร้อยละ 15 และ 20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงว่า การใช้เศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงเพิ่มขึ้นมีผลให้คะแนนความชอบรวมลดลง

จากการทดลองเพิ่มปริมาณเศษเหลือจากกึ่งกลาดำลงในขนมทองพับ พบว่าปริมาณที่เหมาะสมคือร้อยละ 5 ลักษณะของขนมทองพับมีความเรียบเนียน มีความหนาพอดี สีน้ำตาล มีกลิ่นหอมกึ่งกลาดำ รสชาติพอเหมาะ มีความกรอบ่วน มีคะแนนความชอบรวม ในระดับปานกลาง

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์ทางสถิติคะแนนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิล

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส เมื่อใช้ปริมาณเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ระดับร้อยละของเศษเหลือจากกึ่งกลาดำ			
	5	10	15	20
ลักษณะปรากฏ	7.00 ± 0.95^a	6.42 ± 1.16^a	6.25 ± 1.22^{ab}	5.33 ± 2.02^b
สี	7.25 ± 1.06^a	6.17 ± 1.34^b	5.92 ± 1.16^b	5.00 ± 1.71^c
กลิ่น	7.17 ± 1.11^a	6.17 ± 1.53^a	4.67 ± 1.50^b	4.17 ± 1.47^b
รสชาติ	7.33 ± 1.07^a	6.42 ± 1.38^b	4.92 ± 1.56^c	4.67 ± 1.07^c
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	7.33 ± 1.07^a	5.67 ± 1.44^b	4.42 ± 1.62^c	3.67 ± 1.37^c
ความชอบรวม	7.42 ± 1.31^a	6.17 ± 1.19^b	4.75 ± 1.14^c	4.08 ± 1.44^c

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตัวอักษรแตกต่างกันในแนวนอนหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4. ศึกษาคุณภาพทางเคมี และ ทางกายภาพ ของผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิล และเศษเหลือจากกึ่งกลาดำ

จากการศึกษาคุณภาพทางเคมี และทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงดังแสดงในตารางที่ 12

4.1 คุณภาพทางเคมี

ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง เปรียบเทียบกับขนมทองพับดำรับพื้นฐาน พบว่า มีปริมาณความชื้นมากกว่าร้อยละ 3.53 (6.28 และ 2.75) มีโปรตีนมากกว่าร้อยละ 0.88 (8.48 และ 7.60) มีไขมันมากกว่าร้อยละ 1.86 (11.45 และ 9.59) มีเถ้ามากกว่าร้อยละ 1.11 (22.53 และ 21.42) มีคาร์โบไฮเดรตน้อยกว่าร้อยละ 7.53 (20.54 และ 28.07) และมีเยื่อใยมากกว่าร้อยละ 0.15 (30.72 และ 30.57) จะเห็นได้ว่า ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง มีผลการวิเคราะห์มากกว่าขนมทองพับดำรับพื้นฐาน เนื่องจากใช้แป้งข้าวเจ้าหอมนิลเพิ่มลงไป ในขนมทองพับดำรับพื้นฐาน สำหรับปริมาณแคลเซียมในขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง มีแคลเซียมมากกว่าขนมทองพับดำรับพื้นฐาน 14 มิลลิกรัม และธาตุเหล็กในขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงมากกว่าขนมทองพับดำรับพื้นฐาน 2.66 มิลลิกรัม

4.2 คุณภาพทางกายภาพ

ค่าสี จากการศึกษากายภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมทองพับสูตรพื้นฐานและผลิตภัณฑ์ขนมทองพับสูตรเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง มีค่าความสว่างน้อยกว่า (L^* เท่ากับ 61.95 และ 41.64) ค่าสีแดง น้อยกว่า (a^* เท่ากับ 6.62 และ 5.52) ค่าสีเหลือง น้อยกว่า (b^* เท่ากับ 17.67 และ 11.94) เมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างผลิตภัณฑ์ขนมทองพับดำรับพื้นฐานและผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงมีสีที่เข้มกว่าขนมทองพับดำรับพื้นฐาน เนื่องจากแป้งข้าวเจ้าหอมนิลมีสีม่วง ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของตัวแป้งข้าวเจ้าหอมนิล จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลและการเกิดสีน้ำตาลของขนมทองพับยังเกิดจากขบวนการ Dextrinization เป็นขบวนการให้สีและกลิ่นเฉพาะให้กับขนมเมื่อได้รับความร้อน ซึ่งเกิดจากโมเลกุลของแป้งจะแตกออกเล็กลงเรียกว่า Dextrin ซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีคล้ำ เกิดการเปลี่ยนสีและขนาดโมเลกุล อาหารที่เกิดจากขบวนการนี้เช่น ขนมปังปิ้ง กะโหลกขนมปัง ทองม้วน และแป้งทอดในน้ำมัน (อรอนงค์, 2547)

ค่า Water activity (a_w) พบว่า ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ขนมทองพับตำรับพื้นฐานและผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง มีค่า a_w เท่ากับ 0.33 และ 0.38 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ขนมทองพับทั้ง 2 ตำรับ มีปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่าเกณฑ์ที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ได้ ทำให้สภาพไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ซึ่งอาหารที่มีค่า a_w ต่ำกว่า 0.6 จะเกิดการเน่าเสียได้ยาก และจุลินทรีย์สามารถเจริญได้ดีเมื่อมีจุลินทรีย์ค่า a_w ระหว่าง 0.88-0.96 (รัตนันท์, 2541)

ค่าความกรอบ ของผลิตภัณฑ์ขนมทองพับสูตรมาตรฐานและผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง มีค่าความกรอบเท่ากับ 17.76 และ 24.79 นิวตัน ตามลำดับ พบว่าผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงมีเนื้อสัมผัสที่มีความกรอบแข็งมากกว่าผลิตภัณฑ์ขนมทองพับสูตรมาตรฐาน เนื่องจากการดูดน้ำของแป้งข้าวเจ้าหอมนิลที่เพิ่มลงไปในผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 12 คุณภาพทางเคมีและทางกายภาพ ของผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิล และเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงกับขนมทองพับตำรับพื้นฐาน ต่อน้ำหนัก 100 กรัม

คุณภาพทางเคมี และทางกายภาพ	ขนมทองพับ ตำรับพื้นฐาน	ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิล และเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง
1. ทางเคมี		
คาร์โบไฮเดรต(กรัม) ¹	28.07	20.54
โปรตีน(กรัม) ¹	7.60	8.48
ไขมัน(กรัม) ¹	9.59	11.45
แคลเซียม(มิลลิกรัม)	195.0	209
ธาตุเหล็ก (มิลลิกรัม)	1.70	4.36
ถั่ว(กรัม) ¹	21.42	22.53
เยื่อใย(กรัม) ¹	30.57	30.72
ความชื้น(กรัม) ¹	2.75	6.28
2. ทางกายภาพ		
ค่าสี ความสว่าง (L*) ¹	61.95	41.64
ค่าสีแดง – เขียว (a*) ¹	6.26	5.52
ค่าสีเหลือง – น้ำเงิน (b*) ¹	17.67	11.94
ค่าความแข็งกรอบ (นิวตัน) ¹	17.76	24.79
ค่า a _w ¹	0.33	0.38
3. ทางจุลินทรีย์		
จุลินทรีย์ทั้งหมด(CFU/g) ¹	< 10	< 10
ยีสต์และรา (CFU/g) ¹	< 10	< 10

หมายเหตุ (¹) ตัวเลขที่รายงานเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ของผู้วิจัย 3 ซ้ำ

4.3 ปริมาณแคลเซียมและธาตุเหล็ก ในขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง

ผลจากการศึกษาพบว่า ปริมาณแคลเซียมและธาตุเหล็ก ในขนมปังกรอบเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและกึ่งกลาดำผงหนึ่งหน่วยบริโภคมีจำนวน 30 กรัม ให้ปริมาณแคลเซียม และธาตุเหล็กเท่ากับ 62.7 และ 1.30 มิลลิกรัม คิดเป็นร้อยละ 7.83 และ 8.66 ของ Thai RDI โดยขึ้นอยู่กับ เพศ อายุ และ ภาวะ ดังตารางที่ ง1 และ ง2 โดยปริมาณแคลเซียมและธาตุเหล็กที่คำนวณได้ใกล้เคียงกับปริมาณแคลเซียมและธาตุเหล็กที่ควรได้รับใน 1 วัน ตามปริมาณสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย (Recommended Daily Allowances, RDA) ตามเกณฑ์กล่าวอ้างทางโภชนาการ (โดยเกณฑ์กล่าวอ้างทางโภชนาการต้องมีปริมาณเกลือแร่อย่างน้อย ร้อยละ 10 ของ RDI) นอกจากนี้ควรจะได้รับแคลเซียมเพิ่มจากแหล่งอื่นๆ ด้วย เช่น นม ปลาเล็กปลาน้อย งาดำ เป็นต้น เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย

ดังนั้น เมื่อเทียบคุณค่าทางโภชนาการ ระหว่างขนมขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและกึ่งกลาดำผง และทองพับดำรับพื้นฐานค่อน้ำหนัก 100 กรัม (ดังตารางที่ 12) พบว่าแคลเซียมมีปริมาณ 209 และ 195 มิลลิกรัม เพิ่มขึ้น 14 มิลลิกรัม ส่วนธาตุเหล็กมีปริมาณ 4.36 และ 1.70 มิลลิกรัม เพิ่มขึ้น 2.66 มิลลิกรัม แสดงให้เห็นว่า ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและกึ่งกลาดำผง มีปริมาณแคลเซียมและธาตุเหล็กเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 13 คุณค่าทางโภชนาการของขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่ง คัด เป็นน้ำหนักอาหาร 100 กรัม และน้ำหนักอาหาร 30 กรัม ในหนึ่งหน่วยบริโภค

คุณค่าทางโภชนาการ	น้ำหนักผลิตภัณฑ์ในขนมทองพับฯ	
	น้ำหนักอาหาร 100 กรัม	น้ำหนักอาหาร 30 กรัม ³
พลังงาน (กิโลแคลอรี) ³	219.13	65.67
โปรตีน (กรัม) ¹	8.48	2.54
ไขมัน (กรัม) ¹	11.45	3.43
คาร์โบไฮเดรต (กรัม) ²	20.54	6.16
แคลเซียม (มิลลิกรัม) ¹	209.0	62.7
ธาตุเหล็ก (มิลลิกรัม) ¹	4.36	1.30
เยื่อใย (กรัม) ¹	30.72	9.21
ถั่ว (กรัม) ¹	22.53	6.75
ความชื้น (กรัม) ¹	6.28	1.88

หมายเหตุ ¹ ตัวเลขที่รายงานเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ 3 ซ้ำ

² ตัวเลขที่รายงานได้จากการคำนวณ 100 ลบด้วยค่าความชื้นรวมโปรตีนรวมไขมันรวมถั่วรวมเยื่อใย

³ คำนวณจากขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำ 100 กรัม

5. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำ

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลเพิ่มเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงที่ผ่านการพัฒนาแล้ว โดยการทดสอบสุ่มแบบบังเอิญกับผู้บริโภคเป้าหมาย คือ กลุ่มผู้บริโภคทั่วไป โดยเก็บในเขตกรุงเทพมหานครจำนวน 200 คน ซึ่งผู้บริโภคเป้าหมายแต่ละคนจะได้รับผลิตภัณฑ์ตัวอย่างคนละ 1 ชิ้น น้ำหนัก 6 กรัม โดยผลิตภัณฑ์บรรจุอยู่ในกล่องพลาสติกใส

แสดงเป็นตัวอย่าง พร้อมทั้งแบบสอบถาม 1 ชุด เพื่อใช้เก็บข้อมูลผู้บริโภคมที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมทองพับ

5.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคในการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์

จากการทดสอบผู้บริโภคนับจำนวน 200 คน พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ร้อยละ 70.5 เป็นเพศหญิง มีอายุระหว่าง 15 – 24 ปี มากที่สุด คิดเป็นจำนวนร้อยละ 43.5 มีระดับการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรีเป็นส่วนใหญ่ คิดเป็นร้อยละ 54.5 อาชีพส่วนใหญ่เป็นนิสิต / นักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 58 มีรายได้ส่วนมากอยู่ในช่วง 5,001 – 10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 38.5 ดังแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคจำนวน 200 คน

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	59	29.5
หญิง	141	70.5
อายุ		
ต่ำกว่า 15 ปี	35	17.5
15 – 24 ปี	87	43.5
25 – 34 ปี	27	13.5
35 – 44 ปี	26	13
45 – 54 ปี	19	9.5
55 – 64 ปี	6	3
สูงกว่า 64 ปี	-	-
ระดับการศึกษา		
ต่ำกว่ามัธยมศึกษา	5	2.5
มัธยมศึกษาหรือเทียบเท่า	52	26
อนุปริญญา / ปวส.	11	5.5
ปริญญาตรี	109	54.5
ปริญญาโท	21	10.5

ตารางที่ 14 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคจำนวน 200 คน (ต่อ)

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	จำนวน (คน)	ร้อยละ
สูงกว่าปริญญาโท	2	1
อาชีพ		
นักเรียน	-	-
นิสิต / นักศึกษา	116	58
ข้าราชการ	35	17.5
แม่บ้าน	-	-
ธุรกิจส่วนตัว	30	15
พนักงานบริษัทเอกชน	9	4.5
พนักงานรัฐวิสาหกิจ	2	1
อื่นๆ (รับจ้าง)	8	4
รายได้ต่อเดือน (บาท)		
น้อยกว่า 5,000	69	43.5
5,001 – 10,000	77	38.5
10,001 – 15,000	16	8
15,001 – 20,000	18	9
20,001 – 25,000	19	9.5
มากกว่า 25,000	1	0.5

5.2 ข้อมูลการทดสอบผลิตภัณฑ์ทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่ง

จากการทดสอบความรู้สึกและการยอมรับของผู้บริโภคหลังการทดสอบผลิตภัณฑ์ขนมทองพับ พบว่าในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติและเนื้อสัมผัส ผู้บริโภคให้ความชอบอยู่ในระดับปานกลาง ดังแสดงในตารางที่ 15 ทั้งนี้ผู้บริโภคร้อยละ 94.5 ยอมรับในผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง และถ้ามีผลิตภัณฑ์นี้วางจำหน่าย มีผู้บริโภคถึงร้อยละ 68.5 จะซื้อผลิตภัณฑ์ โดยเห็นว่าขนมทองพับขนาด 5 ชิ้น บรรจุภัณฑ์กล่องพลาสติกใสวางจำหน่ายในราคา 20 – 25 บาท เป็นราคาที่เหมาะสมในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงดังแสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ค่าเฉลี่ย	ระดับความชอบ
ลักษณะปรากฏ	6.81 ± 1.24	ชอบเล็กน้อย
สี	6.03 ± 1.55	ชอบเล็กน้อย
กลิ่น	6.47 ± 1.59	ชอบเล็กน้อย
รสชาติ	6.77 ± 1.54	ชอบเล็กน้อย
เนื้อสัมผัส	6.88 ± 1.19	ชอบเล็กน้อย
ความกรอบ	7.61 ± 0.98	ชอบปานกลาง
ความชอบรวม	7.18 ± 1.33	ชอบปานกลาง

ตารางที่ 16 การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่ง

ข้อมูลด้านการทดสอบผลิตภัณฑ์	จำนวนคน	จำนวนร้อยละ
การยอมรับผลิตภัณฑ์		
ยอมรับ	189	94.5
ไม่ยอมรับ	11	5.5
ลักษณะบรรจุภัณฑ์		
ถุงพลาสติกใส	74	37
กล่องพลาสติกใส	88	44
ถุงอูคูมิเนียมฟรอยด์	8	4
กล่องกระดาษ	28	14
ถุงกระดาษ	2	1
ความเป็นไปได้ในการซื้อผลิตภัณฑ์		
ซื้อ	137	68.5
ไม่แน่ใจ	55	27.5
ไม่ซื้อ	8	4

ตารางที่ 16 การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่ง (ต่อ)

ข้อมูลด้านการทดสอบผลิตภัณฑ์	จำนวนคน	จำนวนร้อยละ
ราคาที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์		
ต่ำกว่า 20 บาท	80	40
20 – 25 บาท	106	53
26 – 30 บาท	10	5
สูงกว่า 30 บาทขึ้นไป	4	2

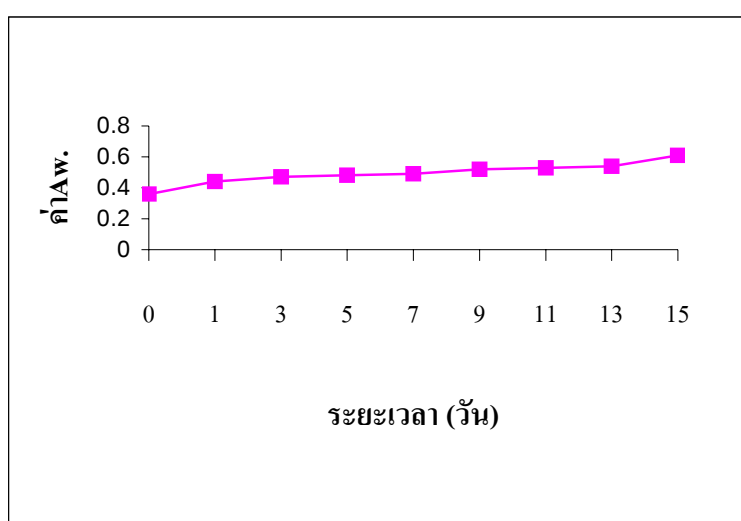
6. การศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ของขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่ง

การศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ของขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่ง โดยบรรจุในถุงพลาสติกแบบกดปิดหรือถุงซิปล็อก (โพลิโพรพิลีน) น้ำหนักบรรจุประมาณ 30 กรัม มีจำนวน 5 ชิ้น น้ำหนักชิ้นละ 6 กรัม บรรจุแยกชิ้นใน ถุงพลาสติกแบบกดปิดหรือถุงซิปล็อก (โพลิโพรพิลีน) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ทำการทดสอบคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ค่า a_w และค่าความแข็ง คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide Value) คุณภาพทาง จุลินทรีย์ ได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวนยีสต์และรา และคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ คุณภาพทางด้านสี กลิ่น หิน รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับ โดยตรวจทุก ๆ 3 วัน เป็นระยะเวลา 1 เดือน

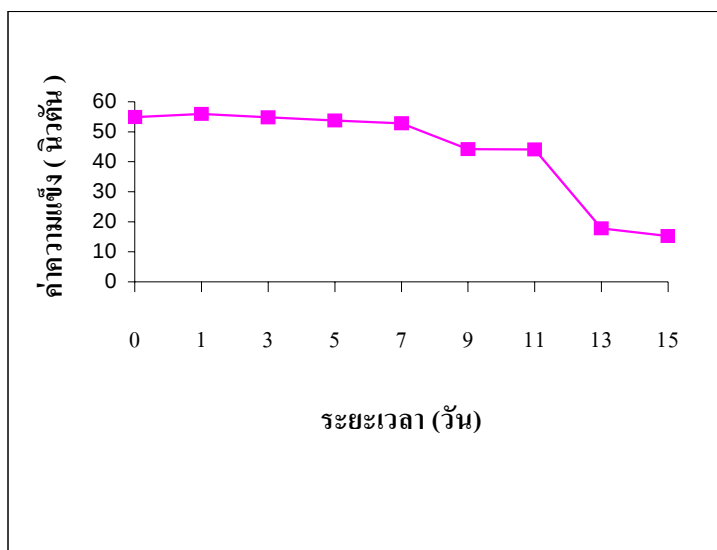
6.1 คุณภาพทางกายภาพ

ค่า a_w ผลการวัดค่า a_w ผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเสริมแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง พบว่าผลิตภัณฑ์มีค่า a_w เฉลี่ยอยู่ในช่วงค่า 0.36-0.55 จากภาพที่ 2 แสดงให้เห็นว่าค่า a_w ของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มสูงขึ้น เนื่องจากการเก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลิโพรพิลีน ที่สามารถป้องกันการซึมผ่านของก๊าซและน้ำได้ดี แต่ถ้าหากมีความชื้นของอาหารเพิ่มขึ้น จะช่วยเร่งการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีต่างๆ ให้เร็วยิ่งขึ้น ซึ่งขนมปังกรอบสามารถดูดความชื้น จากสภาพแวดล้อมได้ง่ายทำให้หยาบกรอบ (มยุรี, 2541) เมื่อใช้เกณฑ์ในการพิจารณาการเจริญเติบโตของยีสต์และรา ซึ่งสามารถเจริญเติบโต เมื่อค่า a_w มากกว่า 0.88 และจุลินทรีย์สามารถเจริญได้ดีเมื่อค่า a_w มากกว่า 0.96 (รัตนันท์,2541)

ค่าความกรอบ ผลการวัดค่าความแข็งผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิล และเศษเหลือจากกึ่ง ตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษา พบว่าความแข็งอยู่ในช่วง 17.80-54.84 นิวตัน จาก ภาพที่ 3 แสดงให้เห็นว่าเมื่อค่า a_w เพิ่มขึ้น เป็นผลให้ค่าความกรอบลดลงน้อยลง เนื่องจากต้องใช้แรง กดที่เพิ่มขึ้นในการวัดค่าแต่ละสัปดาห์ ดังจิตรนา และคณะ (2546) กล่าวว่า การเสื่อมคุณภาพของ ผลิตภัณฑ์ ขณะเก็บรักษาจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของเปลือกนอกและเนื้อในขนม จึงมีลักษณะของ ความกรอบลดลง แต่ความเหนียวเพิ่มขึ้น เกิดจากความชื้น และการเกิดรีโทรเกรเดชั่นที่อยู่ภายใน ผลิตภัณฑ์ (จิตรนา และอรองค์, 2541) ดังนั้นหากความชื้นระหว่างการเก็บสูงขึ้น และมีค่า a_w ที่ เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ค่าความกรอบลดลง ส่วนการเกิดรีโทรเกรเดชั่น เกิดจากโมเลกุลอะมิโลสรวมตัว กันอย่างรวดเร็วหลังจากได้รับความร้อน เป็นสาเหตุให้เนื้อขนมแน่นขึ้นในช่วงแรก แต่อะมิโลสจะ ค่อยๆ รวมตัวกันในระหว่างการเก็บรักษา มีผลต่อเนื้อขนมที่แน่นขึ้น (จิตรนา และคณะ, 2546) จึง ทำให้ความกรอบที่วัดด้วยแรงกดลดลงในแต่ละครั้งที่ทดสอบ



ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงค่า Water Activity ของผลิตภัณฑ์ตลอดระยะเวลาการเก็บ



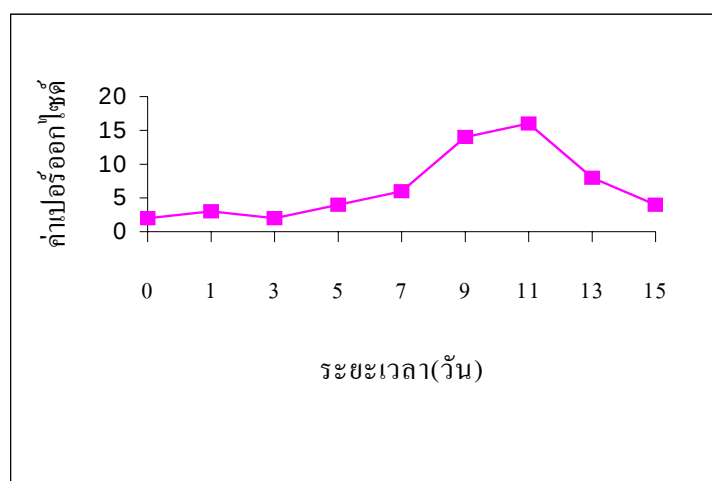
ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงค่าความกรอบ ของผลิตภัณฑ์ตลอดระยะเวลาการเก็บ

6.2 คุณภาพทางเคมี

จากการทดลองวัดปริมาณค่าเปอร์ออกไซด์ของผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้า หอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ดังแสดงในภาพที่ 4 พบว่า มีค่าเปอร์ออกไซด์อยู่ในช่วง 2-16 มิลลิลิสมมูลต่อกิโลกรัม แสดงว่า ค่าเปอร์ออกไซด์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจาก ผลิตภัณฑ์ขนมทองพับมีส่วนผสมของกะทิ ซึ่งกะทิมีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ไขมันประเภทไตรกลีเซอไรด์ ที่มีกรดไขมันอิ่มตัวเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ (ไพจิตร, 2530) และขนมทองพับมีลักษณะเป็นแผ่นแบนพื้นที่หน้าตัดมาก ประกอบกับขนมทองพับเก็บในถุงพลาสติกใสในอุณหภูมิห้อง ทำให้ความร้อนและแสงส่องผ่านได้ จึงเป็นตัวเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยการเติมออกซิเจนที่พันธะคู่ของกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว (สุรางค์, 2534 อ้างจาก Person, 1976) จึงทำให้ค่าเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้น

โดยลักษณะค่าเปอร์ออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษานั้นเกิดจากความไม่เสถียรของสารประกอบเปอร์ออกไซด์ เนื่องจากค่าเปอร์ออกไซด์เป็นค่าที่บอกถึงปริมาณสารประกอบเปอร์ออกไซด์ที่มีอยู่ในน้ำมัน ซึ่งในช่วงการเก็บระยะแรก ๆ ค่าเปอร์ออกไซด์จะมีค่าน้อยและจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น ถึงแม้ว่าสารประกอบเปอร์ออกไซด์ไม่ก่อให้เกิดกลิ่นหืนโดยตรง แต่จะเป็นค่าที่บอกถึงปริมาณการเสื่อมเสียของน้ำมันที่เกิดขึ้นโดยค่าเปอร์ออกไซด์มีวงจรของการเปลี่ยนแปลงในช่วงการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน 3 ระยะ คือ ระยะแรก ค่าเปอร์ออกไซด์จะค่อย ๆ

เพิ่มขึ้น คุณภาพของผลิตภัณฑ์ยังอยู่ในระดับที่ยังยอมรับได้ ส่วนระยะที่สองไม่แตกต่างจากสภาวะเริ่มต้นมากนัก ระยะที่สามเป็นระยะที่ค่าเปอร์ออกไซด์จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและทำให้ผลิตภัณฑ์เริ่มมีกลิ่นหืนอย่างสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน ในระยะที่สองนั้นไม่เพียงแต่ค่าเปอร์ออกไซด์เท่านั้นที่เพิ่มขึ้น แต่ยังทำให้ปริมาณของอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้นด้วย ซึ่งอนุมูลอิสระเหล่านั้นจะทำปฏิกิริยากันเอง ทำให้ปฏิกิริยาออกซิเดชันดำเนินไปอย่างช้าลง ส่งผลต่อค่าเปอร์ออกไซด์ลดลงเช่นกัน (สุรางค์, 2543) โดยปกติแล้วน้ำมันใหม่จะมีค่าเปอร์ออกไซด์ไม่เกิน 10 มิลลิสมมูลต่อกิโลกรัม โดยค่าการหืนจะเริ่มที่ 20-40 มิลลิสมมูลต่อกิโลกรัม ดังนั้นขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่ง มีค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำกว่าค่าการหืน 20-40 มิลลิสมมูลต่อกิโลกรัม จึงถือว่าไม่เสื่อมเสียคุณภาพทางเคมี



ภาพที่4 การเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์ของผลิตภัณฑ์ตลอดระยะเวลาการเก็บ

6.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์

จากการศึกษาทางจุลินทรีย์เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่ง ตลอดเวลาเก็บรักษา ดังตารางที่ 12 พบว่ามีจุลินทรีย์ทั้งหมด < 10 โคโรนีต่อตัวอย่าง 1 กรัมและจำนวนยีสต์และรา < 10 โคโรนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ซึ่งเป็นจำนวนที่ไม่เกินตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมไทย (มผช.1044/2548) (ภาคผนวก ข) กำหนดไว้ให้จุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 10^4 โคโรนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และกรัมและจำนวนยีสต์และราน้อยกว่า 10 โคโรนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม เนื่องจากขนมทองพับมีค่า a_w ต่ำ ส่งผลให้เกิดสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต

โตของราและจุลินทรีย์ ซึ่งพรรณิ (2530) กล่าวว่าราสามารถเจริญได้ดี เมื่อค่า a_w มากกว่า 0.60 และจุลินทรีย์สามารถเจริญได้ดีเมื่อมีค่า a_w ระหว่าง 0.88-0.96 ดังนั้นตลอดระยะเวลาการเก็บนั้นไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของราและจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสีย อาจเนื่องมาจากตัวผลิตภัณฑ์ที่เป็นของผ่านความร้อนโดยการปิ้ง และภาชนะบรรจุที่สะอาด ทั้งยังรวมถึงสถานที่และอุปกรณ์ ที่ทำการทดลองนั้นมีความปลอดภัย จากการปนเปื้อนของเชื้อ จุลินทรีย์ที่ตรวจพบจึงมีจำนวนน้อย

6.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

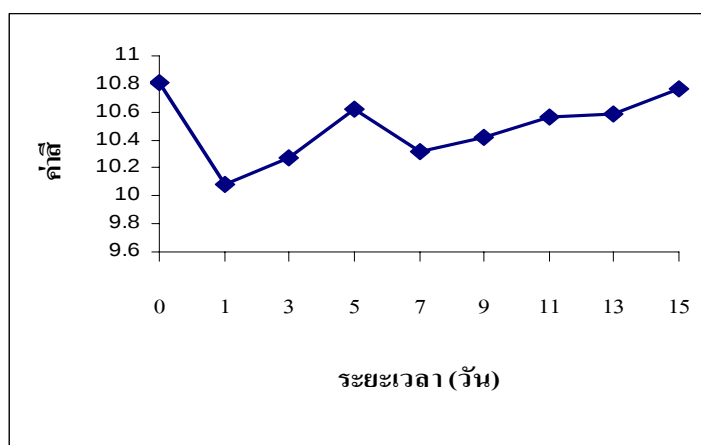
จากการศึกษาทางประสาทสัมผัส เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอม นิลและเศษเหลือจากกึ่ง ที่อุณหภูมิห้อง ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคุณลักษณะทางด้านสี กลิ่น หิน ความกรอบและรสชาติ โดยผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 12 คน ทดสอบทางประสาทสัมผัสในเชิงพรรณนา (ภาคผนวก จ แบบทดสอบชุดที่4) ซึ่งผลการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 1 เดือน หรือจนกว่าผู้ทดสอบไม่ยอมรับในผลิตภัณฑ์ขนมทองพับ ได้ผลดังต่อไปนี้

การเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 1 เดือน พบว่ามีคะแนนคุณภาพสีอยู่ในช่วง 10.81-10.10 จากภาพที่ 5 แสดงให้เห็นว่าสีของผลิตภัณฑ์มีค่าค่อนข้างคงที่ เนื่องจากปฏิกิริยา Maillard Reaction โดยน้ำตาลรีดิวซ์จับกับตัวอะมิโนที่อยู่ในอาหาร ทำให้ผลิตภัณฑ์จะค่อยๆมีสีคล้ำลง ปัจจัยที่ส่งผลต่อปฏิกิริยา Millard ได้แก่ อุณหภูมิและปริมาณความชื้นในอาหาร ถ้ามีปริมาณสูงอัตราการเกิดปฏิกิริยา Maillard จะมีอัตราสูงขึ้น แต่เนื่องจากในผลิตภัณฑ์มีค่า a_w ต่ำ จึงทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาดังกล่าวช้าลง เป็นผลให้สีของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไม่มากนัก

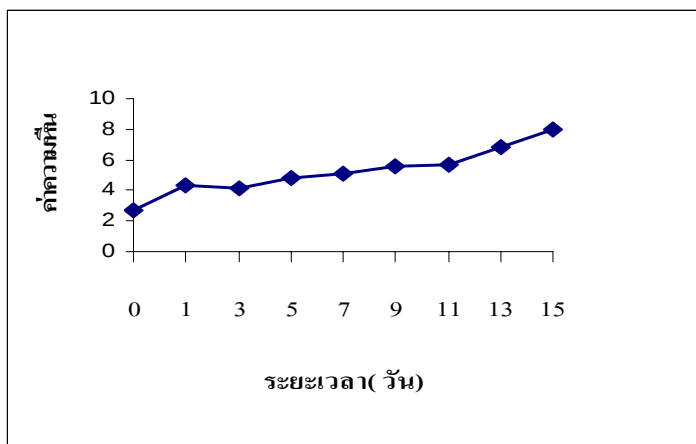
การเปลี่ยนแปลงกลิ่นของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่ามีคะแนนคุณภาพด้านกลิ่นอยู่ในช่วง 2.71-8.02 จากภาพที่ 6 แสดงให้เห็นว่ากลิ่นหินของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับผลของค่าเปอร์ออกไซด์ที่แสดงในภาพที่ 4 เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีไขมันค่อนข้างสูงจึงทำปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ง่าย แต่เนื่องจากค่าการหืนจะเริ่มที่ 20-40 มิลลิสมมูลต่อกิโลกรัม จึงทำให้ผู้ทดสอบยังคงยอมรับในผลิตภัณฑ์

การเปลี่ยนแปลงความกรอบของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่ามีคะแนนคุณภาพด้านความกรอบอยู่ในช่วง 12.10-2.84 จากภาพที่ 7 แสดงให้เห็นว่าความกรอบของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลง ซึ่งสอดคล้องกับผลของค่าความกรอบจากภาพที่ 3 เนื่องจากบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ไม่สามารถป้องกันการเพิ่ม หรือสูญเสียความชื้นในอากาศและแสงแดดได้ทั้งหมด เมื่อเก็บเป็นเวลานานขึ้น ค่าความชื้นที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์มีความเหนียวและมีความกรอบลดลง

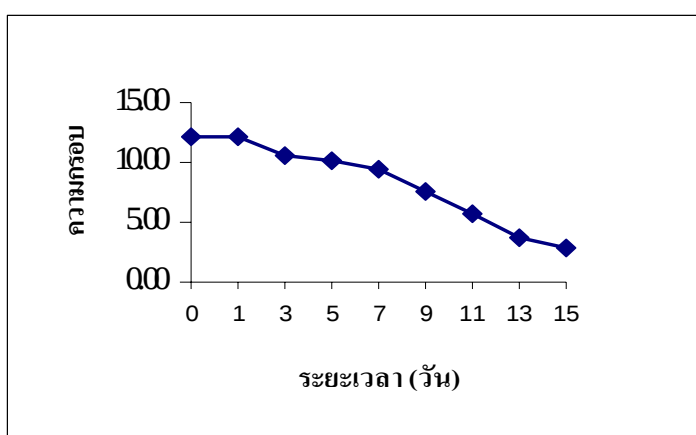
การเปลี่ยนแปลงรสชาติของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่ามีคะแนนคุณภาพด้านรสชาติอยู่ในช่วง 10.07-6.05 จากภาพที่ 8 แสดงให้เห็นว่ารสชาติในผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลง ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มกลิ่นหืนเพิ่มขึ้นจากภาพที่ 6 และแนวโน้มค่าความกรอบลดลงจากภาพกราฟเส้นที่ 3 ผลทำให้คะแนนคุณภาพด้านรสชาติลดลง



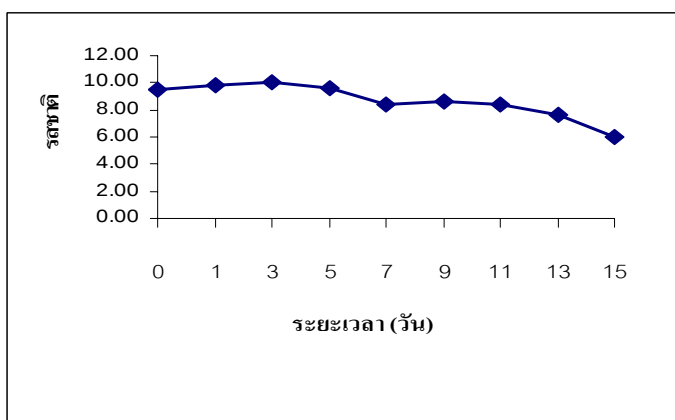
ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสด้านสีของผลิตภัณฑ์ตลอดระยะเวลาการเก็บ



ภาพที่ 6 การเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ตลอดระยะเวลาการเก็บ



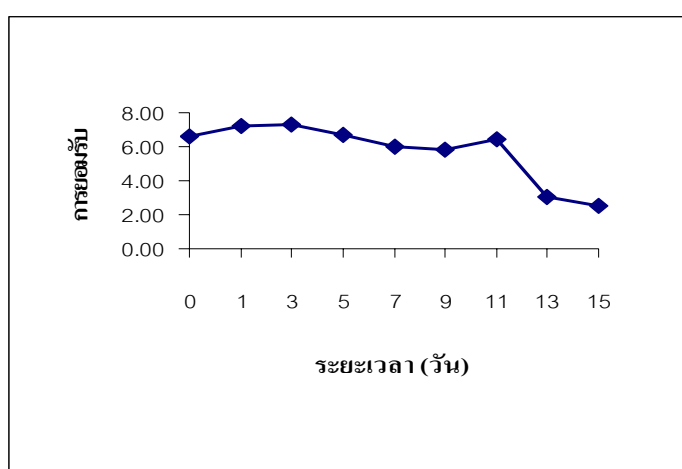
ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์ตลอดระยะเวลาการเก็บ



ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ตลอดระยะเวลาการเก็บ

6.5 การยอมรับผลิตภัณฑ์

การเปลี่ยนแปลงด้านการยอมรับของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่ามีคะแนนคุณภาพการยอมรับอยู่ในช่วง 6.58-2.25 จากภาพที่ 9 แสดงให้เห็นว่าการยอมรับของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลง โดยผู้ทดสอบเริ่มไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงในด้านต่างๆ โดยเฉพาะความกรอบที่ลดลง จนผู้ทดสอบไม่ยอมรับในผลิตภัณฑ์ในที่สุด



ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงการยอมรับของผลิตภัณฑ์ตลอดระยะเวลาการเก็บ

ดังนั้นจากการศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเสริมแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่ง พบว่าผู้ทดสอบยอมรับผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาได้นาน 15 วัน จากระยะเวลา 1 เดือน

7. ต้นทุนการผลิตขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่ง

ข้าวเจ้าหอมนิล (ยี่ห้อเพื่อนไทย) 1 กิโลกรัม ราคา 50 บาท นำมาผ่านกระบวนการทำแป้งข้าวเจ้าหอมนิล (แสดงในภาคผนวก ข 3) ผลิตได้ประมาณ 900 กรัม ดังนั้นแป้งข้าวเจ้าหอมนิล มีต้นทุนวัตถุดิบกิโลกรัมละ 55.55 บาท

เศษเหลือจากกุ้งขอมมาจากตลาดยิ่งเจริญสะพานใหม่ เป็นเศษเหลือจากส่วนหัว ส่วนลำตัว และหางของกุ้ง โดยนำเศษเหลือกุ้ง 3 กิโลกรัม มาผ่านกระบวนการผลิตเศษเหลือจากกุ้ง (แสดงในภาคผนวก ข 4) ได้เศษเหลือจากกุ้งผง ประมาณ 300 กรัม

การผลิตขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกุ้งในขนมทองพับ ตามสูตรมาตรฐานสามารถผลิตได้ 50 ชิ้น น้ำหนักชิ้นละ 6 กรัม รวมน้ำหนัก 300 กรัม ซึ่งในหนึ่งหน่วยบริโภค มีน้ำหนักประมาณ 30 กรัม จำนวน 6 ชิ้น มีต้นทุนค่าวัตถุดิบในการผลิตขนมทองพับตำรับพื้นฐาน คือ 1.78 บาท ส่วนขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกุ้ง มีต้นทุนวัตถุดิบ คือ 2.16 บาท จากต้นทุนการผลิตจะเห็นได้ว่า ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกุ้งมีต้นทุนมากกว่าขนมทองพับสูตรมาตรฐาน ประมาณ 0.38 บาท (ดังตารางผนวกที่ ง3 และ ง4)

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การผลิตขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง แบ่งตาม ขั้นตอนการศึกษาตามวัตถุประสงค์ได้ดังนี้ การเตรียมวัตถุดิบ การศึกษาสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมในการผลิตขนมทองพับ การศึกษาคุณภาพทางด้านเคมี และกายภาพของแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำ การพัฒนาขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง การศึกษาคุณภาพทางเคมี กายภาพและทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ แล้วทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ศึกษาอายุการเก็บและต้นทุนการผลิต ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. การเตรียมแป้งข้าวเจ้าหอมนิล โดยดัดแปลงกรรมวิธีการผลิตของงามชื่น (2541)

นำเมล็ดข้าวเจ้าหอมนิลมาล้างทำความสะอาด แล้วทำให้แห้งด้วยตู้อบแห้งแบบใช้ลมร้อน (tray dryer) อบด้วยอุณหภูมิ 55-60 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง จนเมล็ดข้าวแห้ง นำมาบดด้วยเครื่องบดแป้งไฟฟ้า แล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 mash ตามลำดับ และแป้งข้าวเจ้าหอมนิลที่ผลิตได้มีสีม่วง เป็นผงละเอียด ลื่นมือ ไม่จับตัวเป็นก้อน โดยแป้งข้าวเจ้าหอมนิลที่ผลิตได้ คิดเป็นร้อยละ 90 มีส่วนที่สูญเสียไปร้อยละ 10 ของน้ำหนักทั้งหมด มีค่า a_w เท่ากับ 0.57 เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของข้าวเจ้าหอมนิล พบว่า ข้าวเจ้าหอมนิลมีความชื้นร้อยละ 10 เถ้าร้อยละ 2.30 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 76.59 ไขมันร้อยละ 2.32 โปรตีนร้อยละ 8.22 เยื่อใยร้อยละ 0.57 และแคลเซียม 420.0 มิลลิกรัม และธาตุเหล็ก 3.81 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม ตามลำดับ เมื่อนำแป้งข้าวเจ้าหอมนิล มาทดสอบสี พบว่าแป้งข้าวเจ้าหอมนิล ค่าความสว่าง ปานกลาง (L^*) 57.41 ค่าสีแดง (a^*) 1.79 และค่าสีเหลือง (b^*) 5.83

2. การเตรียมเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงโดยดัดแปลงกรรมวิธีของกิตติยา (2544) พบว่า

เศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงที่ได้มีลักษณะเป็นผงหยาบ มีความแข็งกระด้าง โดยกึ่งกลาดำผง คิดเป็นร้อยละ 33.33 มีส่วนที่สูญเสียไป คิดเป็นร้อยละ 66.67 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของเศษเหลือจากกึ่งกลาดำ มีความชื้นร้อยละ 4.4 เถ้าร้อยละ 23.91 คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 14.32 ไขมันร้อยละ 5.53 โปรตีนร้อยละ 51.11 เยื่อใยร้อยละ 0.44 แคลเซียม 107.2 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม มีค่าสี ได้แก่ ค่าความสว่าง ปานกลาง (L^*) 52.38 ค่าสีแดง (a^*) 10.94 และค่าสีเหลือง (b^*) 13.97 ตามลำดับ แสดง

ว่าเศษเหลือจากกึ่งกุลาดำผงที่ผลิตได้มีสีส้มออกแดง โดยค่า a_w เท่ากับ 0.36 ซึ่งมีสภาพไม่เหมาะต่อการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งหมด

3. การคัดเลือกตำรับขนมทองพับเพื่อใช้เป็นตำรับพื้นฐานจาก 3 ตำรับ พบว่า ได้ตำรับที่ 2 ของอภิญา มานะโรจน์ (2547) ที่มีส่วนประกอบได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง 79 กรัม แป้งสาลีเอนกประสงค์ 55 กรัม แป้งข้าวเจ้า 28 กรัม กะทิ 278 กรัม น้ำตาลทราย 100 กรัม เกลือป่น 5 กรัม ไข่ไก่ 55 กรัม และน้ำมันพืช 4 กรัม มีกรรมวิธีการผลิตคือ ผสมแป้งทั้งสามชนิดเข้าด้วยกันใส่น้ำตาลทราย เกลือ ไข่ไก่ คนให้เข้ากันใส่กะทิทีละน้อยเพื่อให้ส่วนผสมเข้ากัน ทาพิมพ์ทองม้วนด้วยน้ำมันบางๆ วางพิมพ์บนเตาให้ร้อนหยอดแป้งลงกลางพิมพ์ กดพิมพ์เข้าหากันให้แน่น นำกลับไปวางบนเตา ปิ้งให้แป้งสุกทีละด้านพักให้เย็น เก็บใส่ภาชนะมีฝาปิดโดยลักษณะที่ได้มีส่วนผสมที่เข้ากันดี เมื่อสุกแล้วจะง่ายไม่ติดเตา เนื้อเรียบเนียน พับโค้งงอได้ดี มีน้ำตาล กลิ่นหอม หวานพอเหมาะ เนื้อสัมผัสกรอบ่วน

4. ตำรับและกรรมวิธีการผลิตขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกุลาดำผงจากตำรับพื้นฐานของอภิญา มานะโรจน์ (2547) เป็นตำรับและกรรมวิธีการผลิต จากนั้นศึกษาปริมาณแป้งข้าวเจ้าหอมนิลร้อยละ 70, 80, 90 และ 100 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด ผลการศึกษาพบว่าปริมาณที่เหมาะสมของแป้งข้าวเจ้าหอมนิล คือ ร้อยละ 70 ทำการทดลอง จากนั้นนำมาศึกษาปริมาณและเศษเหลือจากกึ่งกุลาดำผงร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณที่เหมาะสมของเศษเหลือจากกึ่งกุลาดำคือ ร้อยละ 5 ตำรับขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกุลาดำประกอบด้วย แป้งข้าวเจ้าหอมนิล 113.4 กรัม แป้งมันสำปะหลัง 79 กรัม แป้งสาลี 55 กรัม แป้งข้าวเจ้า 28 กรัม เศษเหลือจากกึ่งกุลาดำผง 13.77 กรัม กะทิ 278 กรัม น้ำตาลทราย 100 กรัม ไข่ไก่ 55 กรัม เกลือ 5 กรัม มีกรรมวิธีการผลิตขนมทองพับ ร่อนแป้งทั้ง 4 ชนิด และเศษเหลือจากกึ่งกุลาดำผงร่วมกัน ใส่น้ำตาลทราย เกลือ และไข่ไก่ คนให้เข้ากัน ใส่กะทิทีละน้อยเพื่อให้ส่วนผสมเข้ากันพักไว้ ทาพิมพ์ทองม้วนด้วยน้ำมันบางๆ วางพิมพ์บนเตาให้ร้อนหยอดแป้ง 1 ช้อนโต๊ะ ลงกลางพิมพ์กดพิมพ์เข้าหากันให้แน่นบนเตานาน 1-2 นาที แะะออกจากพิมพ์ พับครึ่งแผ่นพักให้เย็น ลักษณะที่ผลิตได้ มีเนื้อเรียบเนียน พับโค้งงอได้ดี มีสีน้ำตาล กลิ่นหอม หวานพอเหมาะ เนื้อสัมผัสกรอบ่วน

5. การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพของขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงที่พัฒนาแล้ว ไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า มีความชื้นร้อยละ 5.28 โปรตีนร้อยละ 8.48 ไขมันร้อยละ 11.45 เถ้าร้อยละ 22.53 เยื่อใยร้อยละ 30.72 คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 20.54 และมีแคลเซียม 209.0 มิลลิกรัม และธาตุเหล็ก 4.36 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม ตามลำดับ และทางด้านกายภาพค่าสี มีค่าความสว่างน้อย (L^*) 41.64 สีแดง (a^*) 5.52 และสีเหลือง (b^*) 11.94 มีค่าเท่ากับส่วนค่า a_w 0.38 และค่าความกรอบ (hardness) 24.79 นิวตัน ตามลำดับ ส่วนคุณภาพทางจุลินทรีย์ทั้งหมด และรำน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง

6. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิล และเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง โดยใช้กลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย คือ กลุ่มผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 200 คน พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ที่มีอายุอยู่ในช่วง 15-24 ปี การศึกษาอยู่ในช่วงปริญญาตรี ส่วนใหญ่เป็นนิสิต/นักศึกษา มีรายได้อยู่ในช่วง 5,001-10,000 บาท การทดสอบทางประสาทสัมผัสจากผู้บริโภคเป้าหมาย 200 คน พบว่า ความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ผู้บริโภคให้ความชอบในระดับชอบเล็กน้อย ส่วนทางด้านความกรอบและความชอบรวม ผู้บริโภคให้ความชอบในระดับชอบปานกลาง และการยอมรับผลิตภัณฑ์ พบว่า มีการยอมรับคิดเป็นร้อยละ 94.5 หากมีการนำผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงบรรจุ 35 กรัม ในกล่องพลาสติกใสออกวางจำหน่ายผู้บริโภคร้อยละ 53 เห็นว่าควรมีราคา 20-25 บาท ผู้บริโภคส่วนใหญ่ร้อยละ 68.5 ให้ความเห็นว่า จะซื้อผลิตภัณฑ์หากมีการวางจำหน่าย

7. ในการศึกษาอายุการเก็บขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง โดยบรรจุในถุงพลาสติกโพลิโพรพิลีน เก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 1 เดือน พบว่า ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งสามารถเก็บได้เพียง 15 วัน เนื่องจากขนมทองพับมีความแข็งแรงลดลงจนผู้ทดสอบไม่ยอมรับในตัวผลิตภัณฑ์ และตัวผลิตภัณฑ์ มีแนวโน้มการเสื่อมเสียทางเคมี และทางกายภาพเพิ่มขึ้น

8. ผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง ราคาต้นทุนเท่ากับ 2.16 บาท ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (5 ชิ้น หรือ 30 กรัม) ในส่วนผลิตภัณฑ์ขนมทองพับสูตรพื้นฐาน มีราคาต้นทุน เท่ากับ 1.78 บาท ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (30 กรัม หรือ 5 ชิ้น)

ข้อเสนอแนะ

1. การคัดเลือกตำรับพื้นฐาน ควรเลือกสูตรที่มีคะแนนการยอมรับที่ดีมาพัฒนา เพราะจะส่งผลให้คะแนนการยอมรับดี เมื่อทำการทดลองในขั้นต่อไป
2. กะทิที่นำมาทำทองพับ ทองม้วนควรใช้หัวกะทิจะดีกว่า ทำให้ทองม้วนและทองพับหอมมันอร่อย
3. ควรใช้เครื่องพับแบบเครื่องไฟฟ้า เพราะทำได้เร็วกว่าแบบมือ สีจะมีสีเหลืองเสมอกันทั้งชิ้น และสามารถควบคุมอุณหภูมิได้
4. การพับทองพับ ควรพับขณะที่ยังร้อนและพับเร็ว ๆ ก่อนแข็งตัว
5. ผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกูลาดำผงนี้สามารถจะนำไปพัฒนารูปแบบต่าง ๆ ได้อีกหลายแบบ เช่น มีการใส่ไส้ในขนมทองพับ โดยอาจใส่ไส้ธัญพืช หรืออาจเป็นไส้ช็อกโกแลต หรือไส้อื่น ๆ ให้นำรับประทานยิ่งขึ้น
6. ผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกูลาดำผงมีอายุการเก็บค่อนข้างสั้น ควรมีการศึกษาวิธีดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ เช่น การเลือกถนอมบรรจุภัณฑ์ประเภทต่างๆ ที่สามารถป้องกันอากาศและความชื้นได้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กิตติยา สุวณะสังข์. 2544. การพัฒนากระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์ลูกกึ่งเสริมโปรตีนและแคลเซียมจากสัตว์น้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กวี วิจิตรภณ. 2519. การสกัดโคโคแซนจากเปลือก และหัวกุ้ง. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เกรียงศักดิ์ นิติพงษ์สกุล. 2523. ศึกษาคุณสมบัติบางอย่างของแป้งชนิดต่างๆ ในการทำข้าวเกรียบ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กรมประมง. 2544. การผลิตและการส่งออกกุ้งไทย. กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมอนามัย. 2532. ข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวัน และแนวทางการบริโภคอาหารสำหรับคนไทย. กระทรวงสาธารณสุข, นนทบุรี.

กองโภชนาการ. 2530. ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทยในส่วนที่กินได้ 100 กรัม. กรมอนามัย, นนทบุรี.

_____. 2537. คู่มือแนวทางการควบคุมและป้องกันโรคโลหิตจางจากการขาดธาตุเหล็ก. โรงพิมพ์องค์การทหารผ่านศึกตุลาคม. กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, นนทบุรี.

_____. 2541. ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 182 เรื่องมาตรฐานฉลากโภชนาการ. กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, นนทบุรี.

_____. 2546. ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ.2546. กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.), นนทบุรี.

งามชื่น คงเสรี. 2541. **ผลิตภัณฑ์ข้าว**. เอกสารการสอนชุดวิชาผลิตภัณฑ์อาหาร หน่วยที่ 2. สาขา
คหกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

จิตรนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2541. **เบเกอร์เทคโนโลยีเบื้องต้น**.มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จิตรนา แจ่มเมฆ, อรอนงค์ นัยวิกุล และปริศนา สุวรรณภรณ์. 2546. **ผลิตภัณฑ์ขนมอบ**.
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จินตนา เขมาวุฒ์. 2543. **ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของกล้วยน้ำว้ากวน**. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท ,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชุตติกร บุญสมสิทธิ์ และปาริชาติ เพ็ชรลานุวัฒน์ .2536.**การเพิ่มปริมาณโปรตีนในขนมทองม้วน**.
วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.กรุงเทพฯ.

ณรงค์ นิยมวิทย์ และ อัญชนีย์ อุทัยพัฒนาชีพ. 2528. **วิทยาศาสตร์การประกอบอาหาร**.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ดวงใจ กอรั๊ปไพบูลย์. 2533. **ประสิทธิภาพของเปลือกกุ้งสำหรับการตกตะกอนสารแขวนลอยใน
ผิวดิน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทักษิณี ไรจนไพบูลย์. 2534. **ตำรับขนมของไทย**. บริษัท เจเนอรัลบุ๊กส์ เซนเตอร์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

นิธิยา รัตนปนนท์. 2545. **เคมีอาหาร**. โอ.เอส.พรีนติ้งเฮาส์, กรุงเทพฯ.

ประจวบ หล้าอุบล. 2527. **เอกสารคำสอนวิชากุ้ง**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 237 น.

_____. 2537. **สรีรวิทยาของกุ้ง**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ประสงค์ พุ่งแก้ว. 2531. การใช้สารอิมัลซิไฟเออร์และกับการรักษาความคงตัวของน้ำกะทิบรรจุ
กระป๋อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พจน์ย์ บุญนา. ม.ป.ป. **ขนมไทย**. เอกสารประกอบการสอนวิชาการผลิตขนมไทย.
ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. (เอกสารโรเนียว)

พงษ์ศักดิ์ เข้มเกร็ดหอม . มปป. **อาหารไทยในวรรณคดี**. หงก.ผลิตภัณฑ์การพิมพ์, กรุงเทพฯ.

เพียว ไทยวัชรามาศ. 2531. **แม่ครัวคุณภาพ**. อมรินทร์อินดิสทริบิวท์จำกัด, กรุงเทพฯ.

พรคارا เขตต์ทองคำ. 2544. **ขนมเบื้องไทยจากแป้งเมล็ดขนุน**. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรรณี วงศ์ไกรศรีทอง. 2530 .การผลิตข้าวเกรียบปลาโดยใช้เครื่องรีดแผ่น.วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เพ็ญใจ หาญวัฒนาวุฒิ. 2537. การศึกษาการใช้ประโยชน์ของเสียจากกุ้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พลศรี คชาชีวะ. 2545. **ขนมไส้ถั่ว พยุงเศรษฐกิจ**. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์แม่บ้านทันสมัย,
กรุงเทพฯ.

ไพจิตร จันทรวงค์. 2530. **คู่มือการใช้ประโยชน์และตรวจสอบคุณภาพพืชน้ำมัน และ น้ำมันพืช**
52 ชนิด. กองเกษตรเคมีกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตร และสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 12 น.

ไพโรจน์ วิริยาริ. 2535. การวางแผนและวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส. คณะอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 275 น.

ยุพยงษ์ สุทธิธรรม. 2540. **ขนมไทย**. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

มะลิ บุญรัตนผลิน. 2531. **อาหารและการให้อาหารกึ่งอุตสาหกรรม**. บริษัทประชาชนจำกัด กรุงเทพฯ.

มยุรี ภาคคำเจียก. 2541. **ฟิล์มพลาสติกที่ใช้ในการบรรจุหีบห่ออาหารว่าง**. ใน รายงานการสัมมนา เรื่อง **บรรจุภัณฑ์อาหาร**. ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

รัตน์พร พรณารุ. 2541. บทบาทของ Water activity (a_w) ในอุตสาหกรรมอาหาร.
แหล่งที่มา : www.decagon.com/charpa/login.htm, 27 กุมภาพันธ์ 2547.

วาลิกา สนองคุณ. 2548. **การพัฒนาขนมชั้นโดยใช้ประโยชน์จากฟลาวมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วรุณี สุวรรณจงสถิต. 2546. **การปรับปรุงกรรมวิธีการทอดและอายุการเก็บรักษาของปลาสดเค็มทอดกรอบ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิไล เสรณีปรการ. 2532. **โคตินและโคโทซาน สารมหัศจรรย์เทคนิค**. 6 (55): 113-117

วันดี ณ สงขลา. 2525. **อาหารไทยในวรรณคดีจากกาพย์เห่ชมเครื่องคาวหวาน**. พระราชนิพนธ์ พระบาทสมเด็จพระพุทธเลิศหล้านภาลัย. ผลิตภัณฑ์การพิมพ์, กรุงเทพฯ. 48น.

วัลย์ลดา หงส์ทอง และนฤมล ชื่นไฉน. 2533. **คู่มือการใช้พลาสติกเพื่อการหีบห่อ** ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย, กรุงเทพฯ 145 น.

ศศิเกษม ทองยงค์และพรณี เดชกำแหง. 2530. **เคมีอาหารเบื้องต้น**. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

ศิริพร สิริสุทธีรัตน์. 2519. **การศึกษากระบวนการเคี้ยวน้ำตาล มะพร้าว**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.

ศิริลักษณ์ สันธวาลย์. 2535. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางโภชนาการ**. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร, กรุงเทพฯ.

ศิริวรรณ เสรีรัตน์. 2534. พฤติกรรมผู้บริโภค. บริษัทดวงกมลสมัยจำกัด, กรุงเทพฯ.

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ. 2541. **เศษที่เหลือจากอุตสาหกรรมแปรรูปกุ้งทำอะไรได้บ้าง**. เฉลิมวิทย์ 35 (17, 1963): 8.

สถาบันวิจัยโภชนาการ. ม.ป.ป. มหาวิทยาลัยมหิดล, นครปฐม.

ศิริพันธุ์ จุลกรังคะ. 2541. โภชนศาสตร์เบื้องต้น. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สวลี ไทยถาวร. 2544. เอกสารการสอนชุดวิชา วิทยาศาสตร์การอาหาร. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, ปทุมธานี.

สินธุ์ไรซ์ จำกัด. 2547. ข้าวเจ้าหอมนิล (ลักษณะประจำพันธุ์). แหล่งที่มา : <http://www.sininrice.com>, 22 ตุลาคม 2547.

สุโขทัยธรรมมาธิราช มหาวิทยาลัย. 2534. เอกสารการสอนชุดวิชา ผลิตภัณฑ์อาหารหน่วยที่ 8-15 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, นนทบุรี.

สุพาณี จตุรภูษากรณ์. 2543. การใช้เศษเหลือจากกุ้งเพื่อเสริมแคลเซียมในข้าวเกรียบ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุรพล อุปติสสกุล. 2528. การตรวจสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ย. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุรางค์ ลาเกลี้ยง. 2543. การปรับปรุงคุณภาพและกรรมวิธีการผลิตข้าวเกรียบอยุธยา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุกัญญา ชินชัย. 2536. การใช้ขังขุนแห้งเพื่อเพิ่มใยอาหารในขนมทองม้วน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2529. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแป้งข้าวเจ้า.**
มอก. 638-2529.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2548. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมไทย.** มพช.1044-2548

อภิญญา มานะโรจน์. 2547. **ขนมถาด.** พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์แม่บ้าน จำกัด, กรุงเทพฯ.

_____. 2547. **ทองม้วน ทองพับ.** สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตโชนดิเวช, กรุงเทพฯ.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2538. **คุณสมบัติและการเปลี่ยนแปลงของวัตถุดิบในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่และการ
คำนวณเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ขนมอบ.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะ
อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2547. **ข้าว : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2540. **ข้าวสาลี.** วิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยี ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการ
อาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อโณทัย เจตนาเสน ประทีป นรพลลภ วีรวรรณ สุภัทรพันธ์ และรัตนภรณ์ เจริญพงศ์. 2517.
คุณค่าทางโภชนาการของขนมไทย.โภชนาการสาร. (3): 12-33

อบเชย วงศ์ทอง และชนิษฐา พูนผลกุล. 2544. **หลักการประกอบอาหาร.** ภาควิชาคหกรรมศาสตร์
คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อำนวย โชติญาณวงศ์. 2524. **การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ประมง.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
312 น.

AOAC. 2000. Official Method of Analysis of Analysis of AOAC Internation. 14th ed, **Association
of official Analysis Chemists**, Virginia.

Kobelke, D.N. 1990 **By-products From crustacean wast.Chitin production.** Food Australia 42 (1): 18-19

Kreag, R and F.Smith. 1975. **Seafood solid waste in Oregon : Disposal or recovery**, 112 p.

Leach,H.W.,L.D. McCowen and T.J.Schoch.1959.**Strucher of the starch granulel.Swelling and Solubility petterns of various starches.** Cereal Chem. 36:535-544.

Meyer, K.H. and H. Wehrli. 1973. **Chemical comparison of chitin and cellulose**, pp. 56 Cited by D. Khorr. **Use of chitinous polymer in food.** Food Technol. 38 (1): 85-97.

Meyer,S.P. ., J.e. Rutledge and S.C. Sonu. 1973 .**Variability in proximate analyzed of different process shrimp meals.** Feed stuff 43: 34-35

Pearson, D. 1976. **The Chemical Analysis of Food.** 7th ed., Weybridge, surrey. 645 p.

Reurrection, A.V.A. 1998. **“Consumer Sensory teting for Product Development.** Chapman & Hall Food Science Book”, Maryland. 211-212 p.

Toma , R.B. and W.H. James. 1975. Nutritional evaluation of protein from shrimp cannery effluent (Shrimp waste protein) .J.Agri. Food Chem. 23:1168-1171.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

คำรับขนมทองพับพื้นฐาน

ตำรับที่ 1

ส่วนผสม

แป้งข้าวเจ้า	$\frac{3}{4}$	ถ้วยตวง
แป้งมันสำปะหลัง	1	ถ้วยตวง+1 ช้อนโต๊ะ
น้ำตาลทราย	$\frac{3}{4}$	ถ้วยตวง
กะทิ	$\frac{1}{2}$	ถ้วยตวง
ไข่ไก่	1	ฟอง
งาดำ	1	ช้อนโต๊ะ

วิธีทำ

1. ตีไข่ให้ขึ้น แล้วใส่น้ำตาลตีให้เข้ากัน
2. ใส่แป้งทั้งสองชนิดสลับกับหัวกะทิจนหมด คนให้เข้ากัน ใส่ งาดำ คนให้ทั่ว
3. นำพิมพ์ไปทาน้ำมันผิวงาไฟให้ร้อน หยอดแป้งลง พลิกพิมพ์พอเหลือง และออกจากพิมพ์

ที่มา : วันดี ณ สงขลา (2525)

ตำรับที่ 2

ส่วนผสม

แป้งมันสำปะหลัง	$\frac{3}{4}$	ถ้วยตวง
แป้งสาลี(ว่าว)	$\frac{1}{2}$	ถ้วยตวง
แป้งข้าวเจ้า	$\frac{1}{4}$	ถ้วยตวง
กะทิ	$1\frac{1}{4}$	ถ้วยตวง
น้ำตาลทราย	$\frac{1}{2}$	ถ้วยตวง
เกลือป่น	$\frac{1}{2}$	ถ้วยตวง
ไข่ไก่	1	ฟอง
น้ำมันพืช	1	ช้อนโต๊ะ

วิธีการ

1. ผสมแป้งข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลัง และแป้งสาลี เกลือ น้ำตาล และไข่ให้เข้ากัน
2. ใส่หัวกะทิทีละน้อยลงในแป้งที่เตรียมไว้ในข้อ 1 นวดเบาๆ จนนุ่มแล้วค่อยๆ เทหัวกะทิทีละน้อยจนหมด จากนั้นจึงเทหางกะทิ คนให้เข้ากันกรองด้วยกระชอน
3. เตรียมพิมพ์ทองพับผิงไฟให้ร้อน เมื่อพิมพ์ร้อนได้ที่จึงทาด้วยน้ำมันพืช
4. หยอดแป้งที่ผสมไว้ลงพิมพ์ ปิดพิมพ์ ผิงกลับไปกลับมามาจนเหลือง ลอกออกจากพิมพ์ แล้วม้วนหรือ พับ เป็นกลมๆ ขณะยังร้อน

ที่มา : อภิญญา มานะ โรจน์ (2544)

ตำรับที่ 3

ส่วนผสม

แป้งข้าวเจ้า	1/3	ถ้วยตวง
แป้งมันสำปะหลัง	3	ถ้วยตวง
น้ำตาลทราย	1½	ถ้วยตวง
กะทิ	1½	ถ้วยตวง
ไข่ไก่	1	ฟอง

วิธีการ

1. ผสมแป้งทั้งสองชนิดเข้าด้วยกัน ค่อยๆ เทกะทิ ลงในส่วนผสมแป้งนวดเบาๆ เล็กน้อยให้เข้ากัน น้ำตาลละลายในน้ำพอละลาย ทิ้งไว้ให้เย็น ใส่ไข่ไก่คนให้เข้ากัน เทลงในส่วนผสมแป้ง ผสมให้เข้ากัน
2. ตักหยอดบนพิมพ์ที่ทำน้ำมัน และตั้งไฟให้ร้อนไว้แล้วปิ้งต่อไปพอสุก และออกจากพิมพ์ พับหรือม้วนให้กลมด้วยไม้ไผ่

ที่มา : พงษ์ศักดิ์ เข้มเกสรหอม (มปป.)

ตารางภาคผนวกที่ ก1 สัดส่วนของส่วนผสมนมทองพื้บ 3 ค้ำรับ (คิดเป็นร้อยละโดยน้้าหนัก
ทั้งหมด)

ส่วนผสม	ค้ำรับที่ 1		ค้ำรับที่ 2		ค้ำรับที่ 3	
	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ
แป้งมันสำปะหลัง	258	29.25	79	13.17	750	42.95
แป้งสาลีอเนกประสงค์	-	-	55	9.17	-	-
แป้งข้าวเจ้า	87	9.86	28	4.67	143	8.19
กะทิ	375	42.52	278	46.33	555	31.80
ไข่ไก่	55	6.23	55	9.16	55	3.15
น้ำตาลทราย	104	11.80	100	16.67	243	13.91
เกลือป่น	-	-	5	0.83	-	-
งาดำ	3	0.34	-	0.0	-	-
รวม	882	100	600	100	1746	-

ที่มา : ค้ำรับที่ 1 วันดี ณ สงขลา (2525)

ค้ำรับที่ 2 อภิญญา มานะโรจน์ (2544)

ค้ำรับที่ 3 พงษ์ศักดิ์ เข้มเกร์หอม (มปป.)

ตารางภาคผนวกที่ ก2 สัดส่วนของส่วนผสมนมทองพื้บตำรับพื้นฐาน (คิดเป็นร้อยละของน้ำหนัก ทั้งหมด)

ส่วนผสม	ตำรับพื้นฐาน	
	กรัม	ร้อยละ
แป้งมันสำปะหลัง	79	13.17
แป้งสาลี (อเนกประสงค์)	55	9.17
แป้งข้าวเจ้า	28	4.67
กะทิ	278	46.33
ไข่ไก่	55	9.16
น้ำตาลทราย	100	16.67
เกลือป่น	5	0.83
งาดำ	-	-

หมายเหตุ : ตำรับพื้นฐาน อภิญญา มานะโรจน์ (2544)

ตารางผนวกที่ ก3 ปริมาณของแป้งข้าวเจ้าหอมนิลร้อยละ 70, 80, 90 และ 100 (คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักแป้งทั้งหมด)

ส่วนผสม	ระดับแป้งข้าวเจ้าหอมนิลร้อยละ (กรัม)			
	70	80	90	100
แป้งมันสำปะหลัง	79	79	79	79
แป้งสาลี	55	55	55	55
อเนกประสงค์				
แป้งข้าวเจ้า	28	28	28	28
แป้งข้าวเจ้าหอมนิล	113.4	129.6	145.8	162
กะทิ UHT	278	278	278	278
น้ำตาลทราย	100	100	100	100
ไข่ไก่	5	5	5	5
เกลือป่น	55	55	55	55
รวม	713.40	729.60	745.80	726

ตารางผนวกที่ ก4 ปริมาณของกึ่งกลาดำผงร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 (คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักแป้งทั้งหมด)

ส่วนผสม	ระดับกึ่งกลาดำผงร้อยละ (กรัม)			
	5	10	15	20
แป้งมันสำปะหลัง	79	79	79	79
แป้งสาลี	55	55	55	55
อเนกประสงค์				
แป้งข้าวเจ้า	28	28	28	28
แป้งข้าวเจ้าหอมนิล	113.4	129.6	145.8	162
กึ่งกลาดำผง	13.77	29.16	46.17	64.8
กะทิ UHT	278	278	278	278
น้ำตาลทราย	100	100	100	100
ไข่ไก่	5	5	5	5
เกลือป่น	55	55	55	55
รวม	727.17	758.76	719.97	826.8

ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกุลาดำ*

ส่วนผสม

แป้งมันสำปะหลัง	79	กรัม
แป้งสาลีอเนกประสงค์	55	กรัม
แป้งข้าวเจ้า	28	กรัม
แป้งข้าวเจ้าหอมนิล	113.4	กรัม
กึ่งกุลาดำผง	13.77	กรัม
กะทิ UHT	278	กรัม
ไข่ไก่	55	กรัม
น้ำตาลทราย	100	กรัม
เกลือป่น	5	กรัม

วิธีทำ

1. ผสมแป้งข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลัง และแป้งสาลี เกลือ น้ำตาล และไข่ให้เข้ากัน
2. ใส่หัวกะทิทีละน้อยลงในแป้งที่เตรียมไว้ในข้อ 1 นวดเบาๆ จนนุ่มแล้วค่อยๆ เทหัวกะทิทีละน้อยจนหมด จากนั้นจึงเทหางกะทิ คนให้เข้ากันกรองด้วยกระชอน พักไว้
3. เตรียมพิมพ์ทองพับผิงไฟให้ร้อน เมื่อพิมพ์ร้อนได้ที่จึงทาด้วยน้ำมันพืช
4. หยอดแป้งที่ผสมไว้ลงพิมพ์ ปิดพิมพ์ ผิงกลับไปกลับมาจนเหลือง ลอกออกจากพิมพ์ แล้วม้วนหรือ พับ เป็นกลมๆ ขณะยังร้อน

หมายเหตุ : * ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกุลาดำผง หนึ่งสูตรจะได้ขนมทองพับจำนวน 50 ชิ้น

ภาคผนวก ข

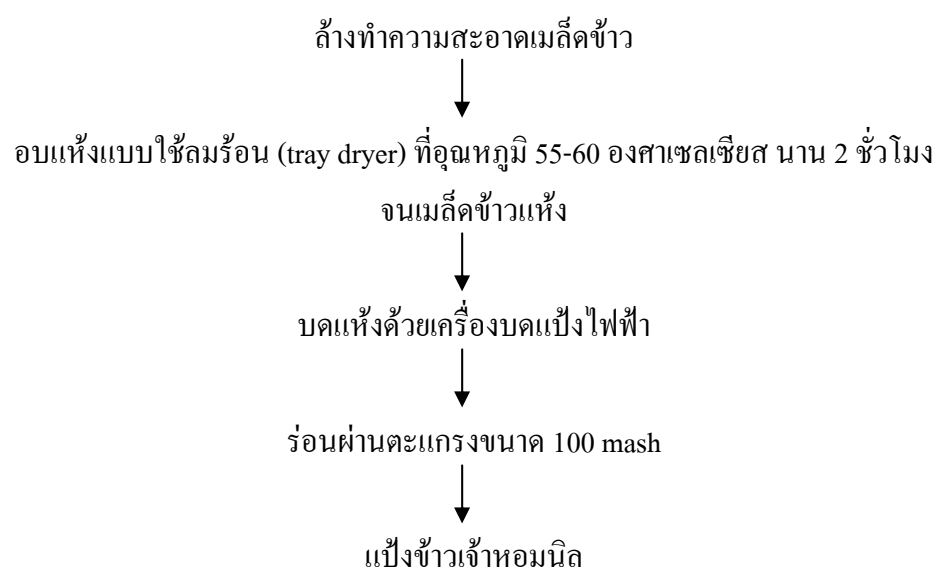
ภาพวัตถุดิบ (แป้งข้าวเจ้าหอมนิล และเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง) ภาพขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้า
หอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงและภาพขั้นตอนการผลิตขนม ทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอม
นิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง



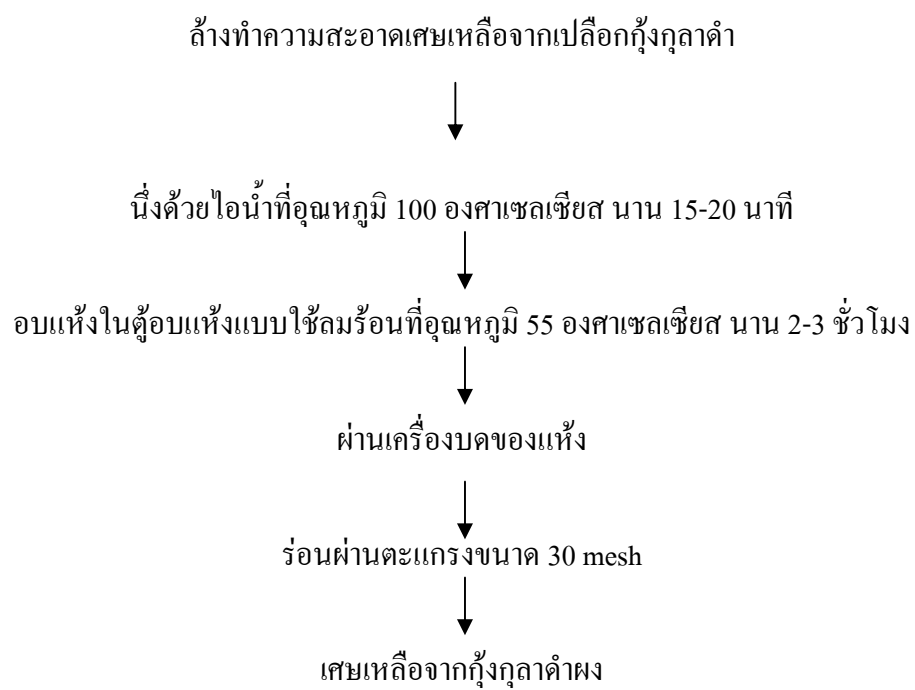
ภาพผนวกที่ ข1 เศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง



ภาพผนวกที่ ข2 ข้าวเจ้าหอมนิลและแป้งข้าวเจ้าหอมนิล



ภาพผนวกที่ ข3 กรรมวิธีการผลิตแป้งข้าวเจ้าหอมนิล โดยวิธีการโม่แห้งดัดแปลงจากวิธีการของ
งามชื่น(2541)



ภาพผนวกที่ ข4 แผนภาพแสดงการผลิตเศษเหลือจากกุ้งกุลาดำผง ตามวิธีการของ กิตติยา (2544)



ภาพผนวกที่ ข5 ภาพขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกุลาดำผง

แป้งสาลี แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเจ้าหอมนิล
และเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง ผสมเข้าด้วยกัน



เตรียมส่วนผสมแห้งได้แก่น้ำตาลทราย เกลือ ไข่ไก่
คนให้เข้ากันกับแป้งทั้งสามชนิดและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง



เติมกะทิทีละน้อยผสมให้เข้ากันจนเป็นเนื้อเดียว พักไว้



ทาพิมพ์ทองพับด้วยน้ำมันบางๆบนเตาที่ปรับระดับอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส



ตักแป้งขนมทองพับ 1 ช้อนโต๊ะ ลงกลางพิมพ์



กดพิมพ์เข้าหากันนาน 1 นาที พอสุกแฉะออกจากพิมพ์



พับครึ่งม้วนเป็นกรวยโดยให้ส่วนขอบเสมอกัน พักให้เย็นสนิท



เก็บใส่ภาชนะปิดให้แน่น

ภาพผนวกที่ ข6 สรุปขั้นตอนการผลิตขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่ง
กลาดำผง

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี กายภาพและจุลินทรีย์

วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

1. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โดยอบในตู้ไฟฟ้า (AOAC, 1995)

1.1 อบภาชนะสำหรับหาความชื้นในตู้อบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นจนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก

1.2 กระทำเช่นข้อ 1 ซ้ำ จนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

1.3 ชั่งตัวอย่างอาหารที่ต้องการหาความชื้นให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 1-3 กรัม ใส่ลงในภาชนะหาความชื้นซึ่งทราบน้ำหนักแล้วนำไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5-6 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในตู้อบความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักภาชนะพร้อมตัวอย่างนั้น จากนั้นนำเข้าตู้อบอีก และกระทำเช่นเดิมจนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 กรัม

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและหลังอบ} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}}$$

2. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC, 1995)

2.1 อบขวดกลมสำหรับหาไขมัน ซึ่งมีขนาดความจุ 250 มิลลิกรัม ในตู้อบไฟฟ้า ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนักที่แน่นอน ชั่งตัวอย่างบนกระดาษที่ทราบน้ำหนัก ประมาณ 1-2 กรัม ห่อให้มีดชิด แล้วใส่ลงในหลอดสำหรับใส่ตัวอย่าง กลุ่มด้วยสำลีเพื่อให้สารละลายมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ

2.2 นำหลอดตัวอย่างใส่ลงในซอกเลต เติมสารตัวทำละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ ลงในขวดหาไขมันปริมาณ 150 มิลลิกรัม แล้ววางบนเตาให้ความร้อน

2.3 ทำการสกัดไขมันเป็นเวลา 14 ชั่วโมง โดยปรับความร้อนให้หยดสารทำละลายกลั่นตัวจากอุปกรณ์ควบแน่นด้วยอัตรา 150 หยดต่อนาที

2.4 เมื่อครบ 14 ชั่วโมง นำหลอดตัวอย่างออกจากชอคเลต และกลั่นเก็บสารทำละลายจนเหลือสารละลายในขวดกลมเพียงเล็กน้อยด้วยเครื่องระเหยตัวทำละลาย

1. นำขวดไขมันนั้นไปอบในตู้ที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส จนแห้ง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักแล้วอบซ้ำครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งผลต่างของน้ำหนักสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 กรัม

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักไขมันหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

3. การวิเคราะห์ปริมาณ โปรตีน (A.O.A.C., 2000)

3.1 ชั่งตัวอย่างอาหารแห้งและสกัดไขมันแล้ว 0.2-0.7 กรัม (ขึ้นอยู่กับปริมาณไนโตรเจนที่มี) ลงในเจลดาลฟลาสขนาด 250 มิลลิลิตร

3.2 ใส่ตัวเร่งปฏิกิริยา 5 กรัม (คอปเปอร์ซัลเฟต : โพแตสเซียมซัลเฟต = 1:9 หรือปรอทออกไซด์ 0.7 กรัม) เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 10 มิลลิลิตร แล้วนำไปย่อยบนเตาไฟฟ้า ภายใต้ผู้ดูดควัน

3.3 ให้ความร้อนจนกระทั่งสารละลายในฟลาสใส ทิ้งไว้ให้เย็น

3.4 เทสารละลายที่ย่อยแล้วลงในขวดกลั่น ล้างเจลดาลฟลาสด้วยน้ำกลั่น 2-3 ครั้งต่อขวด กลั่นเข้ากับหลอดควบแน่น ด้วยน้ำที่มีปลายท่อจุ่มลงในออเรนเมเยอฟลาสขนาด 150 มิลลิลิตร ที่บรรจุกรดบอริก 10 มิลลิลิตร (ละลายบอริก 40 กรัม ในน้ำกลั่น ปริมาตรเป็น 1 ลิตร) พร้อมกับหยดสารอินดิเคเตอร์ผสมระหว่างเมทิลเรดและเมทิลีนบลู (2:1) 2-3 หยด

3.5 เทสารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ 45% 20 มิลลิลิตร ลงในพลาสติกให้ความร้อน
กลั่นสารตัวอย่าง จนเก็บปริมาตรในเออเรนเมเยอร์พลาสติกได้ประมาณ 30 มิลลิลิตร

3.6 นำสารละลายจากการกลั่นไปไตเตรทด้วยกรดกำมะถัน 0.1 N

3.7 ในการวิเคราะห์แต่ละครั้งให้ทำแบลнк (Blank) โดยใช้เป้ง น้ำตาลที่บริสุทธิ์ หรือน้ำ
กลั่นแทนตัวอย่างอาหาร

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)} = \frac{1.4 (V_1 - V_2) N \times \text{ค่า factor}}{W}$$

N = ความเข้มข้นของกรดมาตรฐาน

V_1 = ปริมาณ (มิลลิลิตร) ของกรดกำมะถันที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง

V_2 = ปริมาณ (มิลลิลิตร) ของกรดกำมะถันที่ใช้ในการไตเตรทแบลнк

W = น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์

4. การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อย (A.O.A.C., 2000)

4.1 ใช้ตัวอย่างที่ได้จากการหาความชื้นแล้ว หรือผ่านการอบในตู้อบอุณหภูมิ 105 องศา
เซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่ แล้วทำให้เย็นในเดสสิเคเตอร์ (dessicator) ชั่งตัวอย่างน้ำหนักที่บดแล้ว
 1 ± 0.001 กรัม

4.2 เติมกรดซัลฟูริก 1.25% ที่ร้อน 150 มิลลิลิตร (ทำให้ร้อนโดยการอุ่นใน hot plate เพื่อ
ลดเวลาที่ใช้ในการย่อย) เติม n-octanol 3-5 หยด ทำการย่อยเป็นเวลา 30 นาที กดปุ่ม vacumm เพื่อ
ถ่ายกรดซัลฟูริกออก

4.3 ล้างตัวอย่างด้วย Deionized Water ที่ทำให้ร้อน 30 มิลลิลิตร จำนวน 3 ครั้ง โดยกดปุ่ม
Compressed Air เพื่อกวนตัวอย่างให้กระจาย

4.4 หลังจากล้างน้ำสุดท้ายแล้ว เติมโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ 1.25% จำนวน 150 มิลลิลิตร แล้วหยด n-octanol 3-5 หยด ทำการย่อยเป็นเวลา 30 นาที

4.5 ทำการกรองและล้างตัวอย่างเหมือนข้อ 7 หลังจากล้างด้วยน้ำกลั่นครั้งสุดท้ายแล้ว ให้ล้างด้วย acetone 25 มิลลิลิตร พร้อมทั้งกดปุ่ม Compressed Air เพื่อกวาดตัวอย่างให้กระจาย

4.6 นำ Crucible ออกจากเครื่อง แล้วชั่งน้ำหนักหลังจากอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมงหรือจนกว่าน้ำหนักจะคงที่ น้ำหนักของตัวอย่างที่ได้นี้จะคือน้ำหนักของ Crude Fiber Content

$$\text{ปริมาณกากใย (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักกากใย}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

5. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ในถ้วยกระเบื้องเคลือบ (porcelain crucible) ที่เผาและชั่งน้ำหนักแน่นอนแล้ว นำตัวอย่างไปเผาไล่ควันจนหมดจึงนำตัวอย่างไปเผาในตู้อบ (muffle furnace) ที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส นานประมาณ 2-3 ชั่วโมง จนกระทั่งได้เถ้าสีขาว หรือสีเทาอ่อน นำออกจากตู้อบใส่ในเดสสิเคเตอร์ (dessicator) ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก เเผตัวอย่างซ้ำนานครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งชั่งได้น้ำหนักคงที่ คำนวณปริมาณร้อยละของเถ้าในตัวอย่างดังนี้

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักที่หายไป}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

6. การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต

การหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตโดยวิธีการคำนวณ จะต้องหาองค์ประกอบทางเคมีอย่างอื่น เป็นร้อยละก่อน ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า แล้วนำค่าทั้งหมดดังกล่าวมารวมกัน ผลต่างระหว่าง 100 กับค่ารวมของ ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า จะเป็นค่าของคาร์โบไฮเดรต

$$\text{ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)} = 100 - (\text{ความชื้น} + \text{โปรตีน} + \text{ไขมัน} + \text{เถ้า})$$

7. การวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม (A.O.A.C., 2000)

7.1 ชั่งตัวอย่างสด 5-10 กรัม ใส่ porcelain dish นำไปเผาในเตาเผา 525 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเป็นเถ้าสีเทาขาว ทิ้งไว้ให้เย็น

7.2 ละลายเถ้าด้วยกรดกำมะถัน (HCl 1:3) 10 มิลลิลิตร ใน water bath ร้อน ปิดด้วยกระจกนาฬิกา จนละลายดีประมาณ 10 นาที

7.3 กรองสารละลายผ่านกระดาษกรองเบอร์ 54 ทิ้งไว้ให้เย็น ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

7.4 ดูดสารละลายมา 10 มิลลิลิตร ใส่บีกเกอร์ขนาด 200 มิลลิลิตร หยด indicator 3-4 หยด (methyl red indicator 0.1% ใน 95 ethanol) เติม ammonium hydroxide (1:4) จนกระทั่ง pH ของสารละลายเถ้าใกล้ความเป็นกลาง (ประมาณ pH 6.8) นำไปให้ความร้อนจนถึงจุดเดือด

7.5 pipette ammonium oxalate (4.2%) 20 มิลลิลิตร ใส่ฟลasks นำไปต้มให้ร้อนแล้วผสมลงในสารละลายเถ้า (ข้อ 7.4)

7.6 หยดกรดกำมะถัน (HCl 1:3) ที่ละลายลงในสารละลายจนได้สีชมพูอ่อนๆ และมีลักษณะขุ่นเนื่องจากแคลเซียม ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน (อาจต้องตั้งทิ้งไว้ 1 คืน)

7.7 กรองสารละลายผ่านกระดาษเบอร์ 42 ล้างด้วย NH_4OH (1:50) จนสารละลาย oxalate ที่เหลืออยู่หมดไป

7.8 ล้างตะกอนที่กระดาษกรองออกด้วยน้ำกลั่น 150 มิลลิลิตร และกรดกำมะถัน (1:5) 20 มิลลิลิตร (อาจละลายกระดาษกรองลงในสารละลายด้วย)

7.9 นำไปไตเตรทด้วย KMnO_4 ขณะร้อนจะเป็นสีชมพูอ่อน คำนวณปริมาณแคลเซียม

7.10 นำไปให้ความร้อนที่ 65-80 องศาเซลเซียส ขณะไตเตรทด้วย potassium permanganate 0.05 N ด้วย pipette จนเกิดสีชมพูอ่อนทำ blank เช่นเดียวกันจากน้ำร้อนผสมกับกรด

กำมะถัน และแผ่นกระดาษกรอง (การไตเตรทด้วย potassium permanganate ถ้ามีกระดาษกรองละลายปนอยู่ด้วยจะทำให้สีชมพูจางลงภายในไม่กี่วินาที)

7.11 คำนวณผลที่ได้ของแคลเซียม เป็นมิลลิกรัม/100 กรัม

$$\begin{aligned} 1 \text{ มิลลิลิตร ของ } 0.05 \text{ N. KMnO}_4 &= 1 \text{ มิลลิกรัม แคลเซียม} \\ \text{ปริมาณแคลเซียม (มิลลิกรัม)} &= \frac{(\text{ปริมาณที่ไตเตรท} - \text{blank}) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \end{aligned}$$

8. การวิเคราะห์ปริมาณธาตุเหล็ก วิธี In house method, ICP (A.O.A.C, 1995)

เตรียมสารเคมี

1. สารละลายเหล็กมาตรฐาน ละลาย ammonium ferrous iron sulfate 0.1755 กรัม ด้วยกรดกำมะถัน (HCl 1%) โดยปรับปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตร และเจือจาง 10 มิลลิลิตร ของสารละลายนี้ให้เป็น 100 มิลลิลิตร (ด้วย HCl 1%) สารละลายที่ได้จะมีความเข้มข้นเท่ากับ 0.01 มิลลิกรัม (เหล็ก/มิลลิลิตร)

2. O-Phenanthroline ละลาย O-Phenanthroline hydrochloride 0.5 กรัม ในน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร

3. Hydroquinone 1%

4. sodium acetate (2M) ละลาย 68 กรัม ในน้ำกลั่น 250 มิลลิลิตร

5. bromphenol blue (BPB) indicator ละลาย 0.1 กรัม ใน NaOH 0.05 N 3 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

6. สารละลายบัฟเฟอร์ (pH 3.5) ผสม sodium acetate 2M 6.4 มิลลิลิตร กับ acetic acid 2M 93.6 มิลลิลิตร แล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร

วิธีวิเคราะห์

1. การเตรียม standard curve

1.1 ปิเปตสารละลายเหล็กมาตรฐาน 0 2 4 6 และ 8 มิลลิลิตร ลงใน volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร และหลอดทดสอบตามลำดับ หยด indicator 5 หยด ลงในหลอดทดสอบทั้ง 5 ไต

เตรท ละลายในหลอดทดสอบด้วย sodium acetate จนกระทั่งสีเหลืองเปลี่ยนเป็นเขียวอ่อนเหมือนสีของสารละลายบัฟเฟอร์ pH 3.5 ที่มีปริมาตรและสาร indicator เท่ากับหลอดทดสอบที่บรรจุสารละลายเหล็กมาตรฐาน บันทึกปริมาตรที่ไตเตรทได้

1.2 เติมสารละลาย hydroquinone 1% 1 มิลลิลิตร และ O-Phenanthroline 2 มิลลิลิตร ลงในสารละลายที่บรรจุอยู่ใน volumetric flask ผสมให้เข้ากัน

1.3 ปรับ pH เป็น 3.5 โดยเติม sodium acetate ตามปริมาตรที่จดบันทึกไว้ในกรไตเตรทสารมาตรฐานที่บรรจุในหลอดทดสอบ

1.4 ปรับปริมาตรเป็น 25 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นผสมให้เข้ากัน

1.5 วัด optical density ที่ 510 นาโนเมตร ทำกราฟมาตรฐาน

2. การหาปริมาณเหล็กในตัวอย่าง

2.1 สกัดเหล็กจากถ้ำโดยการละลายถ้ำด้วย 6 N HCl 5-10 มิลลิลิตร ให้ความร้อนจนเกือบแห้ง แล้วเติม 15 มิลลิลิตร 3 N HCl ให้ความร้อนจนเดือดซำๆ ทิ้งให้เย็น กรองใส่ volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร

2.2 ปิเปตสารละลายในข้อ 1 มา 10 มิลลิลิตร ใส่ลงใน volumetric flask และหลอดทดลอง หยด BPB indicator 5 หยด ลงในหลอดทดสอบ ไตเตรทด้วย sodium acetate จนสีเปลี่ยนไปเหมือนกับสีของสารละลายบัฟเฟอร์ pH 3.5 ที่มีปริมาตรและ indicator เท่ากัน บันทึกปริมาตรการไตเตรทไว้

2.3 เติม hydroquinone 1 มิลลิลิตร และ O-Phenanthroline 2 มิลลิลิตร ลงใน volumetric flask ปรับ pH ให้เป็น 3.5 ด้วย sodium acetate ปริมาตรเท่ากับที่บันทึกไว้ในข้อ 1.2 (ถ้าเกิดความขุ่นขณะปรับ pH ในหลอดทดลอง เติม ammonium citrate 1 มิลลิลิตร ใน volumetric flask ก่อนเติม sodium acetate)

2.4 ปรับปริมาตรเป็น 25 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง ให้การเกิดสีสมบูรณ์แล้วอ่านค่าจาก colormeter และความเข้มข้นจากกราฟมาตรฐาน

$$\text{ปริมาณเหล็ก (มิลลิกรัม/100 กรัม)} = \frac{A \times \text{dilution} \times 100}{P \times W}$$

A = ความเข้มข้นของเหล็กในตัวอย่างจากกราฟมาตรฐาน

P = ปริมาตร (มิลลิลิตร) ที่ใช้วัด

W = น้ำหนักของตัวอย่างก่อนเผาเป็นเถ้า

7. การวิเคราะห์ปริมาณ Peroxide Value (P.V.)

สารเคมี

1. สารละลายผสมของอะซิดิกกับคลอโรฟอร์มอัตราส่วน 3: 2
2. สารละลายอิ่มตัวของโพแทสเซียมไอโอไดด์ เตรียมโดยละลาย KI ที่มากเกินไปในน้ำเดือด แล้วเก็บในที่มืด (เตรียมก่อนใช้)
3. สารละลายน้ำแป้งเข้มข้นร้อยละ 1 (เตรียมก่อนใช้) เตรียมโดยชั่งแป้ง 1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ต้มให้เดือดแล้วปล่อยให้เย็น
4. สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตเข้มข้น 0.1 N (เตรียมก่อนใช้)

วิธีวิเคราะห์

1. สกัดไขมันออกจากตัวอย่าง โดยชั่งตัวอย่างที่บดแล้ว 60 กรัม ใส่ในพลาสติก เติม diethyl ether 150 มิลลิลิตร นำไปเขย่าโดยใช้เครื่องเขย่า (shaker) เป็นเวลา 30 นาที นำมากรองแยกเอากากตัวอย่างออก นำสารละลายของไขมันที่สกัดได้ไปให้ระเหย solvent ออก โดยใช้ vacuum evaporator ซึ่งตั้งอุณหภูมิที่ 40 องศาเซลเซียส
2. ชั่งตัวอย่างน้ำมัน 5.00 ± 0.05 กรัม ลงในพลาสติก 250 มิลลิลิตร
3. เติมสารละลายผสมอะซิดิกกับคลอโรฟอร์มจำนวน 30 มิลลิลิตร เขย่า
4. เติมสารละลายอิ่มตัวโพแทสเซียมไอโอไดด์ จำนวน 0.5 มิลลิลิตร เขย่านาน 1 นาที เติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลายน้ำแป้งร้อยละ 1 จำนวน 0.5 มิลลิลิตร
5. ไตเตรทอย่างช้าๆ ด้วยสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตเข้มข้นร้อยละ 0.1 N จนสีน้ำเงินหายไป (จุดยุติ)

$$P.V. = \frac{S \cdot N \cdot 1000}{W}$$

โดยที่ S = ปริมาณสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไตเตรตตัวอย่าง – blank (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ (นอร์มัล)

W = น้ำหนักน้ำมัน (กรัม)

หมายเหตุ การเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 N สามารถเตรียมได้โดย ละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 25 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร ต้มให้เดือดเป็นเวลา 5 นาที ถ่ายใส่ลงในขวดที่ล้างสะอาด เก็บไว้ในที่มืด solution ที่ได้มีความเข้มข้น 0.1 N

วิธีวิเคราะห์ทางกายภาพ

1. วิธีหาค่า Water activity (a_w)

เตรียมตัวอย่างบดละเอียดใส่ตลับพลาสติกสำหรับวัดค่า a_w นำไปใส่ในช่องใส่ตัวอย่างในเครื่องวัดค่า a_w (Hygro Lab Model Rotronic) จับเวลาประมาณ 30 นาที หรือรอจนกระทั่งเครื่องวัดอ่านค่า a_w ของตัวอย่างคงที่จึงอ่านค่า a_w ที่ได้จากเครื่องวัด

2. วิธีหาค่าความแข็ง

นำตัวอย่างขนมทองพับวางลงบนแท่นวัดเนื้อสัมผัส ใช้หัววัดแบบหัวค้อนกดลงบนชิ้นขนมทองพับ ขณะที่หัววัดเคลื่อนที่นั้น ค่าแรงที่ได้จะถูกแสดงออกมาบนจอภาพเป็นเส้นกราฟ ระยะทางจนถึงสุดการทดสอบ จะได้ค่าแรงที่ใช้ในการกดขนมทองพับ

3. วิธีวัดค่าสี

ตั้งเครื่องวัดสี (Chroma meter) ยี่ห้อ Hunter Lab แล้วเตรียมตัวอย่างบดละเอียดใส่ตลับพลาสติกสำหรับวัดค่าสี นำไปใส่ในช่องใส่ตัวอย่างในเครื่องวัดค่าสี ให้เครื่องทำการอ่านค่า L^* , a^* , b^* ของตัวอย่าง

วิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

1. วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total bacterial count)

1.1 การเตรียมตัวอย่าง ทำโดยชั่งตัวอย่าง 25 กรัม โดยวิธีปราศจากเชื้อ (aseptic technique) แล้วเติมสารละลายเจือจาง (peptone water) ที่นิ่งมาเชื้อแล้วลงไป 225 มิลลิลิตร ปั่น ตัวอย่างให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นตัวอย่าง (stomacher) จะได้สารละลายตัวอย่างที่มีระดับความเจือจาง 1:10 จากนั้นทำการเจือจางลงครั้ง 10 เท่า จนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม

1.2 ใช้วิธี Pour plate technique โดยการปิเปตตัวอย่างที่มีระดับความเจือจางต่างๆ กัน ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อที่อบมาเชื้อแล้วค่อยๆ รินอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar ลงไป ให้มีปริมาตรประมาณ 18-20 มิลลิลิตร ค่อยๆ เขย่าตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อผสมกันทำซ้ำ ระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง

1.3 คัดเลือกจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนี นับจำนวนด้วยเครื่องนับโคโลนี (colony counter)

1.4 หาค่าเฉลี่ยจำนวนโคโลนีที่นับได้ในแต่ละระดับความเจือจาง คูณด้วยค่า dilution factor ของระดับความเจือจางที่นับได้ คำนวณเป็นจำนวนโคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (CFU/g.)

2. การวิเคราะห์จำนวนรา

2.1 ใช้ปิเปตมาเชื้อคูลสารละลายตัวอย่างความเข้มข้นที่เหมาะสมจำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่อาหารเลี้ยงเชื้อที่มาเชื้อแล้ว โดยทำความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ เทอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar (PDA) ที่หลอมละลายและยังอุ่นอยู่ประมาณ 15 มิลลิลิตร ลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อเขย่าจนให้สารละลายกระจายตัวไปทั่วๆ ทั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว แล้วนำไปบ่มที่ตู้เพาะเชื้อในลักษณะหงายจานที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน นับจำนวนโคโลนีและหาค่าเฉลี่ย

2.2 ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar จำนวน 39 กรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 1 ลิตร ละลายด้วยการตุ๋นจนอาหารเลี้ยงเชื้อใส นำไปผ่านการฆ่าเชื้อ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ปรับpH ด้วย Tartaric acid 14 มิลลิลิตร ขณะอาหารเลี้ยงเชื้อมีอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส

2.3 คำนวณผลโดยนำค่าเฉลี่ยแล้วคูณด้วย Dilution factor ของความเจือจางที่นับจำนวนได้ แล้วคำนวณเป็นโคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง

ภาคผนวก ง
คำนวณ ปริมาณธาตุหลัก แคลเซียม
และตารางการคำนวณต้นทุน

ตารางที่ 1 ปริมาณแคลเซียมในขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าชนิดและเศษเหลือจากกึ่ง 1 หน่วย
บริโภค (30 กรัม) คิดเป็นร้อยละของ Thai RDA ในแต่ละวัย

วัยต่างๆ	ปริมาณแคลเซียมที่ควรได้รับใน 1 วัน/มิลลิกรัม (RDA กำหนด)	ปริมาณแคลเซียมในขนมทอง พับฯ 30 กรัม คิดเป็นร้อยละ ของ RDA
ผู้ใหญ่	800	7.83
หญิงตั้งครรภ์และหญิงให้นม บุตร	1,200	5.22
<u>เด็ก</u>		
อายุ 1-10 ปี	800	7.83
อายุ 11-18 ปี	1,200	5.22

หมายเหตุ : ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมชนิดและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง 30 กรัม มีปริมาณ
แคลเซียม 62.70 มิลลิกรัม (คำนวณจากขนมทองพับฯ 100 กรัม มีแคลเซียม 209 มิลลิกรัม)

ตารางที่ 2 ปริมาณธาตุเหล็กในขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าชนิดและเศษเหลือจากกึ่ง 1 หน่วยบริโภค (30 กรัม) คิดเป็นร้อยละของ Thai RDA ในแต่ละวัย

วัยต่างๆ	ปริมาณธาตุเหล็กที่ควรได้รับใน 1 วัน/มิลลิกรัม (RDAกำหนด)	ปริมาณธาตุเหล็กในขนม ทองพับฯ 30 กรัม คิดเป็น ร้อยละของ RDA
เด็กผู้ชาย อายุ 10-15 ปี	12	10.83
อายุ 16-19 ปี	10	13
เด็กผู้หญิง อายุ 10-19 ปี	15	8.66
ผู้ชาย อายุ 20-60 ปีขึ้นไป	10	13
ผู้หญิง อายุ 20-49 ปีขึ้นไป	15	8.66
อายุ 50 ปีขึ้นไป	10	13
หญิงตั้งครรภ์	45	2.88
หญิงให้นมบุตร	15	8.66

หมายเหตุ : ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมชนิดและเศษเหลือจากกึ่งกุลาดำผง 30 กรัม มีปริมาณธาตุเหล็ก 1.30 มิลลิกรัม (คำนวณจากขนมทองพับฯ 100 กรัม มีธาตุเหล็ก 4.36 มิลลิกรัม)

ตัวอย่างการคำนวณ (แคลเซียมและธาตุเหล็กมีการคำนวณเช่นเดียวกัน)

- ขนมทองพับจากแป้งข้าวหอมชนิดฯ น้ำหนัก 100 กรัม มีแคลเซียม 209 มิลลิกรัม หากขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวหอมชนิดฯ 1 หน่วยบริโภค มีน้ำหนัก 30 กรัม มีแคลเซียมกี่มิลลิกรัม

$$\begin{aligned}\text{ปริมาณแคลเซียม} &= 209 \times 30/100 \\ &= 62.7 \text{ มิลลิกรัม}\end{aligned}$$

ดังนั้น ใน 1 หน่วยบริโภค น้ำหนัก 30 กรัม มีแคลเซียม 62.7 มิลลิกรัม

ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลฯ 1 หน่วยบริโภค มีน้ำหนัก 30 กรัม มีแคลเซียม 62.7 มิลลิกรัม หากในวัยผู้ใหญ่ กำหนดปริมาณแคลเซียมที่ควรได้รับต่อวัน (RDI) 800 มิลลิกรัม คิดเป็นจำนวนแคลเซียมร้อยละเท่าใด

$$\begin{aligned}\text{แคลเซียม (ร้อยละ)} &= 62.7 / 800 \times 100 \\ &= 7.83\end{aligned}$$

ดังนั้น ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและกึ่งกลาดำผงใน 1 หน่วยบริโภค สำหรับวัยผู้ใหญ่มีปริมาณแคลเซียมที่ควรได้รับใน 1 วัน (RDI) คือ ร้อยละ 7.83

ตาราง ง3 น้ำหนักส่วนผสมของขนมทองพับฯ

ส่วนผสม	น้ำหนักต่อสูตร				น้ำหนัก 30 กรัม			
	กรัม		ร้อยละ		กรัม		ร้อยละ	
	พื้นฐาน	มาตรฐาน	พื้นฐาน	มาตรฐาน	พื้นฐาน	มาตรฐาน	พื้นฐาน	มาตรฐาน
ข้าวเจ้าหอมนิล	-	113.4	-	15.65	-	9.45	-	15.66
แป้งข้าวเจ้า	28	28	4.71	3.86	2.33	2.33	4.70	3.86
แป้งสาลี	55	55	9.24	7.59	4.58	4.58	9.24	7.59
แป้งมัน	79	79	13.28	10.90	6.58	6.58	13.28	10.90
สำปะหลัง								
กะทิUHT	278	278	46.72	38.36	23.16	23.16	46.74	38.38
น้ำตาลทรายขาว	100	100	16.81	13.80	8.33	8.33	16.81	13.80
ไข่ไก่	50	50	8.40	6.89	4.16	4.16	8.40	6.89
เกลือ	5	5	0.84	0.69	0.41	0.41	0.83	0.68
กุ้งผง	-	13.77	-	1.90	-	1.14	-	1.89
รวม	595	722.17	100	100	49.55	60.14	100	100

หมายเหตุ - น้ำหนักส่วนผสมของขนมทองพับ (สูตรพื้นฐาน) และขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง(สูตรมาตรฐาน) หารจำนวนหน่วยบริโภคของผลิตภัณฑ์ขนมทองพับและขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง (ในหนึ่งสูตรมี 10 หน่วยบริโภค)

ตารางที่ ๔4 ต้นทุนการผลิตขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง

ส่วนผสม	ต้นทุน บาท/kg	ปริมาณ/สูตร (กรัม)		วัตถุดิบหนึ่งหน่วย		ต้นทุนหนึ่งหน่วย	
				บริโภคน (กรัม)		บริโภคน (บาท)	
		พื้นฐาน	มาตรฐาน	พื้นฐาน	มาตรฐาน	พื้นฐาน	มาตรฐาน
แป้งข้าวเจ้าหอมนิล	55.55	-	113.4	-	9.45	0.00	0.52
แป้งข้าวเจ้า	20	28	28	2.33	2.33	0.05	0.05
แป้งสาลี (ว้าว)	25	55	55	4.58	4.58	0.11	0.11
แป้งมันสำปะหลัง	18	79	79	6.58	6.58	0.11	0.11
กะทิ UHT.	45	278	278	23.16	23.16	1.04	1.04
น้ำตาลทรายขาว	22	100	100	8.33	8.33	0.18	0.17
ไข่ไก่ 1 ฟอง	70	50	50	4.16	4.16	0.29	0.16
เกลือ	10	5	5	0.41	0.41	0.00	0.00
เศษเหลือจากกึ่ง							
กลาดำ	-	-	13.77	-	1.14	0.00	0.00
รวม		595	722.17	49.55	60.14	1.78	2.16

หมายเหตุ - นำหนักส่วนผสมของขนมทองพับ (สูตรพื้นฐาน) และขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง(สูตรมาตรฐาน) หารจำนวนหน่วยบริโภคของผลิตภัณฑ์ขนมทองพับและขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงเป็นร้อยละ 30ในหนึ่งสูตรมี 10 หน่วยบริโภค)

- (-) ไม่มีต้นทุน
- 1 ช้อนหนัก 6 กรัม
- 1 สูตรผลิตได้ 50 ช้อน รวม 300 กรัม
- 1 Serving 5 ช้อน (30 g)

ภาคผนวก จ

แบบทดสอบการประเมินทางประสาทสัมผัส

แบบทดสอบชุดที่ 1
การทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส
ผลิตภัณฑ์ขนมทองพับ

ชื่อ.....

วันที่.....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์ขนมทองพับ และให้คะแนนตามความรู้สึกของท่านให้มากที่สุด โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

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

คุณลักษณะ			
ลักษณะปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส			
ความชอบรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอขอบคุณในความร่วมมือ

แบบทดสอบชุดที่ 2
การทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส
ผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิล

ชื่อ.....

วันที่.....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์ขนมทองพับ และให้คะแนนตามความรู้สึกของท่านให้มากที่สุด โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

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

คุณลักษณะ				
ลักษณะปรากฏ				
สี				
กลิ่น				
รสชาติ				
เนื้อสัมผัส				
ความชอบรวม				

ข้อเสนอแนะ.....

ขอขอบคุณในความร่วมมือ
ผู้วิจัย

แบบทดสอบชุดที่ 3
การทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส
ผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและกุ้ง

ชื่อ.....

วันที่.....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์ขนมทองพับ และให้คะแนนตามความรู้สึกของท่านให้มากที่สุด โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

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

คุณลักษณะ				
ลักษณะปรากฏ				
สี				
กลิ่น				
รสชาติ				
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)				
ความชอบรวม				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอขอบคุณในความร่วมมือ
ผู้วิจัย

Num.....

แบบทดสอบชุดที่ 4

แบบสอบถาม

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

เรียน	ผู้ตอบแบบสอบถาม
เรื่อง	การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่ง
คำชี้แจง	แบบสอบถามชุดนี้เป็นการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์นางสาวธิดาณัฐ ทรัพย์มูล นิสิตปริญญาโท สาขาวิชา คหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ดังนั้นจึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่าน กรุณาตอบแบบสอบถามให้สมบูรณ์ ข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบมา จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง สำหรับงานวิจัยนี้ และจะไม่มีผลกระทบใดๆต่อท่านทั้งสิ้น ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม
คำอธิบาย	การใช้เศษเหลือจากกึ่งกลาดำและแป้งข้าวเจ้าหอมนิลเพิ่มในผลิตภัณฑ์ขนมทองพับให้เป็นผลิตภัณฑ์ขนมทองพับที่ทำการพัฒนาขึ้นเพื่อเพิ่มมูลค่าให้แก่เศษเหลือจากกึ่งและการใช้ประโยชน์จากแป้งข้าวเจ้าหอมนิลมาเพิ่มในผลิตภัณฑ์ขนมทองพับซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีอยู่ในประเทศนอกจากนี้ยังสามารถสร้างความหลากหลายในผลิตภัณฑ์ขนมทองพับและเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการแก่ผู้บริโภค

ขอขอบคุณในความร่วมมือ

นางสาวธิดาณัฐ ทรัพย์มูล

นิสิตปริญญาโท สาขาอาหารและโภชนาการ

ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบสอบถามผู้บริโภค

การเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกุ้งในขนมทองพับ

คำแนะนำ : กรุณาทำเครื่องหมาย / ลงในวงเล็บ () หน้าคำที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมและตรงตามความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ตอนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

- () ชาย () หญิง

2. อายุ

- () ต่ำกว่า 15 ปี () 15-24 ปี
() 25-34 ปี () 35-44 ปี
() 45-54 ปี () 55-64 ปี
() สูงกว่า 64 ปี

3. การศึกษาสูงสุด

- () ต่ำกว่ามัธยมศึกษา () มัธยมศึกษา
() อนุปริญญา (ปวช./ปวส.) () ปริญญาตรี
() สูงกว่าปริญญาตรี

4. อาชีพ

- () นักเรียน () ธุรกิจส่วนตัว
() นิสิต/นักศึกษา () พนักงานบริษัทเอกชน
() ข้าราชการ () พนักงานรัฐวิสาหกิจ
() แม่บ้าน () อื่นๆ โปรดระบุ...

5. รายได้ต่อเดือน (บาท)

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

ตอนที่ 2: ข้อมูลของแป้งข้าวเจ้าหอมนิล และเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง

1. ท่านรู้จักข้าวเจ้าหอมนิลหรือไม่

- () รู้จัก () ไม่รู้จัก

2. หากมีการนำข้าวเจ้าหอมนิลมาทำผลิตภัณฑ์ขนมทองพับ โดยนำข้าวเจ้าหอมนิลมาแปรรูปเป็นแป้งข้าวเจ้าหอมนิลท่านมีความคิดเห็นอย่างไร

.....

3. การรับประทานอาหารเพิ่มแคลเซียม มีความจำเป็นในชีวิตประจำวันหรือไม่

- () จำเป็น เพราะ
 () ไม่จำเป็น เพราะ.....

4. หากมีผลิตภัณฑ์เพิ่มแคลเซียมที่ได้จากเศษเหลือจากกึ่งกลาดำ ท่านคิดว่าเหมาะสมหรือไม่

- () เหมาะสม เพราะ.....
 () ไม่เหมาะสม เพราะ.....

5. หากท่านเลือกซื้อขนมทองพับท่านจะพิจารณาจากสิ่งใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- | | |
|-------------|-----------------------|
| () สีสัณ | () ขนาด |
| () รสชาติ | () คุณค่าทางสารอาหาร |
| () รูปร่าง | () บรรจุภัณฑ์ |
| () ราคา | () ปริมาณบรรจุ |
| () ยี่ห้อ | () อื่นๆ..... |

ตอนที่3: เกี่ยวกับการทดสอบผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้ง ข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกึ่ง

คำแนะนำ : กรุณาชิมผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผงและแป้งข้าวเจ้าหอมนิล
ใส่เครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนความชอบ 1-9 คะแนน ให้ตรงกับความชอบที่มีต่อ
ผลิตภัณฑ์

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

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ
ลักษณะปรากฏ	
สี	
กลิ่น	
รสชาติ	
เนื้อสัมผัส	
ความกรอบ	
ความชอบรวม	

ข้อเสนอแนะ.....
.....

1. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิล และเศษเหลือจากกึ่ง
กลาดำผง หรือไม่
☐ () ยอมรับ
☐ () ไม่ยอมรับเพราะ.....

2. ท่านจะรับประทานผลิตภัณฑ์ขนมทองพับในช่วงเวลาใดบ้าง
☐ () มื้อเช้า ☐ () มื้อกลางวัน
☐ () มื้อเย็น ☐ () ระหว่างมื้อ
☐ () อื่นๆ.....

3. ท่านจะรับประทานผลิตภัณฑ์ขนมทองพับในลักษณะใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
☐ () รับประทานเล่น ☐ () รับประทานร่วมกับเครื่องดื่มร้อน
☐ () รับประทานร่วมกับเครื่องดื่มร้อน ☐ () อื่นๆ.....

4. ท่านต้องการให้บรรจุภัณฑ์ขนมทองพับเป็นแบบใด
☐ () ถุงพลาสติกใส ☐ () กล่องพลาสติกใส
☐ () ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ ☐ () กล่องกระดาษ
☐ () อื่นๆ.....

5. หากมีผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มเศษเหลือจากกึ่งผงและแป้งข้าวเจ้าหอมนิลออก
จำหน่ายในท้องตลาด ท่านจะซื้อหรือไม่
☐ () ซื้อเพราะ.....
☐ () ไม่แน่ใจ เพราะ.....
☐ () ไม่ซื้อ เพราะ.....

6. ราคาที่เหมาะสมในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ขนมทองพับเพิ่มเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง
และแป้งข้าวเจ้าหอมนิลขนาด 15 ชิ้น ต่อ 1 บรรจุภัณฑ์ ท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์ควรมีราคา
ประมาณเท่าใด
☐ () ต่ำกว่า 20 บาท ☐ () 20-25 บาท
☐ () 26-30 บาท ☐ () สูงกว่า 35 บาทขึ้นไป

แบบทดสอบชุดที่ 5
การทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

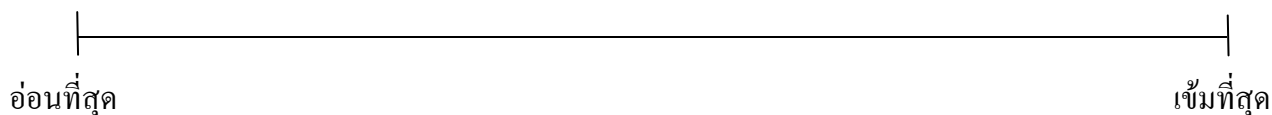
อายุการเก็บ

ชื่อ..... วันที่.....

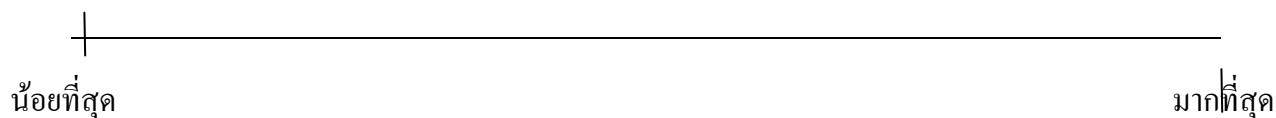
ผลิตภัณฑ์ การเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกุ้งในขนมทองพับ

คำแนะนำ กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์การเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกุ้งในขนมทองพับ แล้วทำเครื่องหมาย (|) ลงบนเส้นให้ตรงกับความรู้สึกที่กำหนดในแต่ละลักษณะ

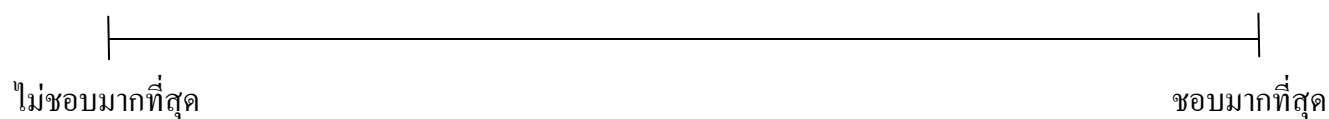
สี



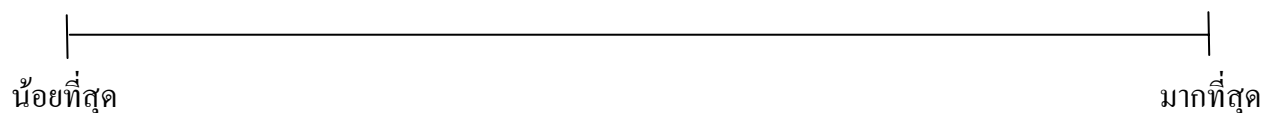
กลิ่นหืน



รสชาติ



ความกรอบ



แบบทดสอบชุดที่ 6
การทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

(การยอมรับของผลิตภัณฑ์)

ชื่อ..... วันที่.....

ผลิตภัณฑ์ การเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกุ้งในขนมทองพับ

คำแนะนำ กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์การเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเหลือจากกุ้งในขนมทองพับ แล้วทำเครื่องหมาย (✓) หลังคำอธิบายให้ตรงกับความรู้สึกที่กำหนดให้

คำอธิบาย	เครื่องหมาย
ไม่ยอมรับมากที่สุด	
ไม่ยอมรับมาก	
ไม่ยอมรับปานกลาง	
ไม่ยอมรับเล็กน้อย	
บอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ	
ยอมรับเล็กน้อย	
ยอมรับปานกลาง	
ยอมรับมาก	
ยอมรับมากที่สุด	

ขอขอบคุณในความร่วมมือ

ภาคผนวก จ
ตารางการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ตารางผนวกที่ ๑1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมทองพับทั้ง 3 คำรับ

ปัจจัยการทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
ลักษณะปรากฏ	ผู้ทดสอบ	11	32.083	2.917	1.584 ^{ns}	2.26
	Treatment	2	6.167	3.083	1.675 ^{ns}	3.44
	Error	22	40.500	1.841		
สี	ผู้ทดสอบ	11	48.556	4.414	5.514*	2.26
	Treatment	2	0.389	0.194	0.243 ^{ns}	3.44
	Error	22	17.611	0.801		
กลิ่น	ผู้ทดสอบ	11	28.556	2.596	2.385*	2.26
	Treatment	2	0.722	0.361	0.332 ^{ns}	3.44
	Error	22	23.944	1.088		
รสชาติ	ผู้ทดสอบ	11	74.083	6.735	6.891*	2.26
	Treatment	2	1.167	0.583	0.597 ^{ns}	3.44
	Error	22	21.500	0.977		
เนื้อสัมผัส	ผู้ทดสอบ	11	30.000	2.727	1.525 ^{ns}	2.26
	Treatment	2	0.667	0.333	0.186 ^{ns}	3.44
	Error	22	39.333	1.788		
ความชอบรวม	ผู้ทดสอบ	11	52.972	4.816	5.357*	2.26
	Treatment	2	0.889	0.444	0.494 ^{ns}	3.44
	Error	22	19.778	0.899		

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวกที่ ๓2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมทองพับ ที่ศึกษาปริมาณแป้งข้าวเจ้าหอมนิล ร้อยละ 70, 80, 90 และ 100

ปัจจัยการทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
ลักษณะปรากฏ	ผู้ทดสอบ	11	31.063	2.824	3.248*	2.08
	Treatment	3	6.062	2.021	2.325 ^{ns}	2.85
	Error	33	28.688	0.869		
สี	ผู้ทดสอบ	11	26.000	2.364	2.261*	2.08
	Treatment	3	6.500	2.167	2.072 ^{ns}	2.85
	Error	33	34.500	1.045		
กลิ่น	ผู้ทดสอบ	11	30.667	2.788	4.639*	2.08
	Treatment	3	7.167	2.389	3.975*	2.85
	Error	33	19.833	0.601		
รสชาติ	ผู้ทดสอบ	11	40.000	3.636	3.258*	2.08
	Treatment	3	6.167	2.056	1.842 ^{ns}	2.85
	Error	33	36.833	1.116		
เนื้อสัมผัส	ผู้ทดสอบ	11	45.229	4.112	2.625*	2.08
	Treatment	3	9.562	3.187	2.035 ^{ns}	2.85
	Error	33	51.688	1.566		
ความชอบรวม	ผู้ทดสอบ	11	31.917	2.902	4.369*	2.08
	Treatment	3	10.083	3.361	5.061*	2.85
	Error	33	21.917	0.664		

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวกที่ ๓ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมทองพับเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิล ที่ศึกษาปริมาณเศษเหลือจากกึ่งกลาดำผง

ปัจจัยการทดสอบ	SOV	df	SS	MS	F	F _{0.05}
ลักษณะปรากฏ	ผู้ทดสอบ	11	43.500	3.955	3.083*	2.08
	Treatment	3	17.167	5.722	4.461*	2.85
	Error	33	42.333	1.283		
สี	ผู้ทดสอบ	11	43.667	3.970	3.725*	2.08
	Treatment	3	30.833	10.278	9.645*	2.85
	Error	33	35.167	1.066		
กลิ่น	ผู้ทดสอบ	11	34.417	3.129	1.939 ^{ns}	2.08
	Treatment	3	68.250	22.750	14.099*	2.85
	Error	33	53.250	1.614		
รสชาติ	ผู้ทดสอบ	11	35.667	3.242	2.853*	2.08
	Treatment	3	57.500	19.167	16.867*	2.85
	Error	33	37.500	1.136		
เนื้อสัมผัส	ผู้ทดสอบ	11	45.229	4.112	3.419*	2.08
	Treatment	3	92.563	30.854	25.655*	2.85
	Error	33	39.687	1.203		
ความชอบรวม	ผู้ทดสอบ	11	31.229	2.839	2.312*	2.08
	Treatment	3	79.729	26.576	21.644*	2.85
	Error	33	40.521	1.228		

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ภาคผนวก ข
ฉลากโภชนาการ
มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนมไทย

วิธีการกำหนดปริมาณอาหารหนึ่งหน่วยบริโภคกับจำนวนหน่วยบริโภคต่อภาชนะบรรจุ

1. หนึ่งหน่วยบริโภค หมายถึง ปริมาณอาหารที่คนไทยปกติทั่วไปรับประทานได้หมดใน 1 ครั้ง ปริมาณอาหารหนึ่งหน่วยบริโภคที่ระบุในฉลากโภชนาการเป็นปริมาณอาหารที่ผู้ผลิตแนะนำให้ผู้บริโภครับประทานผลิตภัณฑ์นั้นๆ ในแต่ละครั้ง หรือเรียกว่า “กินครั้งละ” นั่นเอง

ปริมาณสารอาหารหนึ่งหน่วยบริโภคนี้กำหนดได้จากปริมาณ “หนึ่งหน่วยบริโภคอ้างอิง” ซึ่งเป็นค่าปริมาณอาหารโดยน้ำหนักหรือปริมาตรของการรับประทานแต่ละครั้งที่ประมวลได้จากการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคและข้อมูลจากผู้ผลิตเป็นเกณฑ์ ทั้งนี้ปริมาณอาหารหนึ่งหน่วยบริโภคดีังกล่าวอาจไม่เท่ากับปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภคอ้างอิงก็ได้ แต่จะต้องเป็นค่าที่ใกล้เคียงตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด

2. จำนวนหน่วยบริโภคต่อภาชนะบรรจุ หมายถึง จำนวนครั้งของการบริโภคอาหารนั้นที่มีอยู่ในหนึ่งหน่วยภาชนะบรรจุ

3. ตารางปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภคอ้างอิงของผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ เพื่อประโยชน์ในการแสดง “หนึ่งหน่วยบริโภค” ในฉลากโภชนาการ จึงกำหนดปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภคอ้างอิงของผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ โดยจัดเป็น 7 กลุ่มตามลักษณะของผลิตภัณฑ์หรือลักษณะการบริโภคผลิตภัณฑ์ ได้แก่

- 3.1 กลุ่มนมและผลิตภัณฑ์ (Dairy products)
- 3.2 กลุ่มเครื่องดื่ม (พร้อมดื่ม) (Beverages)
- 3.3 กลุ่มอาหารขบเคี้ยวและขนมหวาน (Snack food and desserts) *
- 3.4 กลุ่มอาหารกึ่งสำเร็จรูป (Snack food and desserts)
- 3.5 กลุ่มผลิตภัณฑ์ขนมอบ (Bakery product)
- 3.6 กลุ่มธัญพืชและผลิตภัณฑ์ (Cereals and grain products)
- 3.7 กลุ่มอื่นๆ (Miscellaneous)

หมายเหตุ * เป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ใช้อ้างอิงในขนมทองพับจากแป้งข้าวเจ้าหอมนิลเพิ่มแป้งข้าวเจ้าหอมนิลและเศษเปลือกจากกึ่งกลาดำผง จึงนำรายละเอียดเพียงกลุ่มนี้มาแสดงดังตารางด้านล่าง

3.3 กลุ่มอาหารขบเคี้ยวและขนมหวาน (Snack food and desserts)

ลำดับที่	ชนิดอาหาร	หนึ่งหน่วยบริโภคอ้างอิง	
1.	ข้าวเกรียบ ข้าวโพดคั่ว มันฝรั่งทอด ขนมกรอบ กล้วยฉาบ และ extruded snack ต่างๆ	30	ก.
2.	ถั่วและนัต (เช่น ถั่วอบเกลือ เมล็ดมะม่วงหิมพานต์ อบเกลือ)	30	ก.
3.	ชีสโกแลตและขนมโกโก้	40	ก.
4.	คัสตาร์ด พุดดิ้ง	140	
5.	ขนมหวานไทย เช่น สังขยา วุ้น ฝอยทอง ทองหยิบ ทองหยอด	80	ก.
6.	วุ้นสำเร็จรูปและขนมเยลลี่	20	ก.
7.	ไอศกรีมนม ไอศกรีมดัดแปลง ไอศกรีมผสม รวมทั้งส่วนเคลือบและกรวย	80	ก.
8.	ไอศกรีมหวานเย็น น้ำผลไม้แช่แข็ง	80	ก.
9.	ไอศกรีมช้นเคย์	80	ก.
10.	ลูกอม ลูกกวาด ทอฟฟี่ อมยิ้ม มาร์ชเมลโลว์	6	ก.
11.	หมากฝรั่ง	3	ก.
12.	ขนมที่ทำจากธัญพืช ถั่ว นัต และน้ำตาลหมัก (Grain-based bars) ทั้งชนิดที่มีและไม่มีไส้หรือ เคลือบ เช่น Granola bars, rice cereal bars กระจยา สารท ถั่วตัด ข้าวพอง ข้าวแต่น นางเล็ด	40	ก.

สารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ขึ้นไป
(THAI RECOMMENDED DAILY INTAKES-THAI RDI)

“มาตรการสำคัญในการดำเนินการปรับปรุงและส่งเสริมให้ประชาชนมีภาวะโภชนาการที่ดีสามารถดำรงสุขภาพอนามัยอย่างสมบูรณ์คือ การวางแผนจัดการด้านอาหารบริโภค โดยมุ่งให้ประชาชนส่วนรวมของประเทศได้รับอาหารบริโภคประจำวันซึ่งประกอบด้วยสารอาหารชนิดต่างๆ ที่มีคุณค่าทางโภชนาการอย่างเหมาะสมและเพียงพอกับความต้องการของร่างกาย ซึ่งความต้องการอาหารและโภชนาการในระดับบุคคล กลุ่มบุคคล หรือชุมชน จะเปลี่ยนแปลงและแตกต่างกันเป็นอย่างมากเนื่องจากปัจจัยแวดล้อมและองค์ประกอบอื่นๆ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ประเทศต่างๆ จะต้องจัดให้มีแนวทางหรือหลักการในการแนะนำอาหารบริโภคสำหรับประชาชนในประเทศของตน ให้บริโภคอาหารมีคุณค่าสารอาหารชนิดต่างๆ ที่เหมาะสมกับความต้องการด้านโภชนาการอย่างแท้จริง...”

กรมอนามัยได้จัดทำข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย (Recommended Daily Dietary Allowances for Healthy Thai) ซึ่งใช้ชื่อย่อว่า RDA ขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2532 บัญชี RDA นี้กำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทยไว้รวม 17 ชนิด โดยแบ่งกลุ่มคนไทยเป็นกลุ่มใหญ่ 8 กลุ่มตามอายุและเพศ และเนื่องจากความต้องการสารอาหารบางชนิดแตกต่างกันตามอายุ แต่ละกลุ่มจึงยังมีการแบ่งเป็นกลุ่มย่อยตามระดับอายุอีกด้วย ข้อกำหนดนี้จึงจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เพื่อให้มีสารอาหารตามความต้องการสำหรับแต่ละกลุ่มโดยเฉพาะ อย่างไรก็ตามการจัดทำฉลากโภชนาการของผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ ไปกำหนดไว้ว่าต้องแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารนั้น โดยแจ้งชนิดและปริมาณของสารอาหารที่มี รวมถึงให้แจ้งด้วยว่าปริมาณสารอาหารที่มีนั้นมิใช่เป็นสัดส่วนเท่าใดของปริมาณที่ผู้บริโภคต้องการต่อวัน และเนื่องจากผู้บริโภคในที่นี้หมายถึงบุคคลทั่วไปตั้งแต่เด็กถึงผู้ใหญ่จึงจำเป็นต้องมีค่าความต้องการสารอาหารต่อวันสำหรับบุคคลทั่วไปนี้เพียงค่าเดียวเป็นค่ากลาง เพื่อใช้ในการคำนวณและเปรียบเทียบ

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา จึงได้พิจารณาจัดทำบัญชีสารอาหารที่แนะนำให้ควรบริโภคประจำวันสำหรับคนไทย อายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai Recommended Daily Intakes RDI) นี้ขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์หลักในการเป็นค่าอ้างอิงสำหรับคำนวณในการแสดงคุณค่าทางโภชนาการบนฉลากของอาหารอย่างใดก็ตามค่า Thai RDI ซึ่งเป็นค่ากลางสำหรับคนไทยทั่วไปนั้นสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาสูตรอาหาร ใช้เป็นเกณฑ์สำหรับการกำหนดนโยบายทางโภชนาการกว้างๆ สำหรับบุคคลทั่วไป เช่น การเสริมสารอาหารหรือการประยุกต์ใช้อื่นๆ ได้ตามความเหมาะสม โดยต้องคำนึงด้วยว่าข้อกำหนดนี้ใช้สำหรับผู้ที่สุขภาพปกติ มิใช่ผู้ป่วย เด็กทารก หญิงมีครรภ์ หรือกลุ่มอื่นๆ ซึ่งมีความต้องการทางโภชนาการต่างไปจากกลุ่มบุคคลปกติ นอกจากนั้นการได้รับสารอาหารต่างๆ ตามที่กำหนดนี้ควรได้รับจากการบริโภคอาหารหลัก 5 หมู่เป็นสำคัญ เนื่องจากยังมีสารอาหารอื่นๆ อีกมากในอาหารหลักของเราที่ยังไม่ได้รับการแยกออก และเป็นที่รู้จักเป็นตัวเดี่ยวๆ แต่ก็มีความสำคัญและจำเป็นต่อระบบการทำงานตามปกติของร่างกาย

สารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการแสดงคุณค่าทางโภชนาการบนฉลากของอาหาร หรือเรียกว่า “ฉลากโภชนาการ” (Nutrition Labeling) โดยเลือกค่าสูงสุดจากค่าที่แนะนำสำหรับคนอายุ 20-29 ปีทั้ง 2 เพศ, ค่า Daily Values (DV), Daily Reference Values (DRV), Reference Daily Intakes (RDI) ซึ่งกำหนดโดย United States Food and Drug Administration โดยกำหนดให้ค่าความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี ซึ่งระดับที่คนไทย (ผู้ใหญ่) ส่วนใหญ่ที่มีสภาวะทางสุขภาพปกติต้องการ เป็นฐานหรือเป็นตัวเลขกลางในการคำนวณ เพื่อวัตถุประสงค์ในการแสดงฉลากโภชนาการเท่านั้น ทั้งนี้ความต้องการพลังงานที่แท้จริงต่อวันของแต่ละบุคคลอาจน้อยหรือมากกว่า 2,000 กิโลแคลอรี ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น เพศ อายุ และความแตกต่างการใช้พลังงานทางกายภาพ (physical activity level) ของแต่ละบุคคล

ตารางที่ 1 รายละเอียดของสารอาหาร (ยกตัวอย่างเพียงสารอาหารที่ใช้ในการคำนวณ)

ลำดับที่ (No.)	สารอาหาร (Nutrient)	ปริมาณที่แนะนำต่อวัน (Thai RDI)	หน่วย (Unit)
1	ไขมันทั้งหมด (Total Fat)	65*	กรัม (g)
2	ไขมันอิ่มตัว (Saturated Fat)	20*	กรัม (g)
3	โปรตีน (Protein)	50*	กรัม (g)
4	คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (Total Carbohydrate)	300*	กรัม (g)
5	ใยอาหาร (Dietary Fiber)	25	กรัม (g)
6	แคลเซียม (Calcium)	800	มิลลิกรัม (mg)
7	เหล็ก (Iron)	15	มิลลิกรัม (mg)

หมายเหตุ * ปริมาณของไขมันทั้งหมด ไขมันอิ่มตัว โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต ที่แนะนำให้บริโภคต่อวันคิดจากการเปรียบเทียบพลังงานที่ควรได้จากสารอาหารดังกล่าวเป็นร้อยละ 30 10 10 และ 60 ตามลำดับ ของพลังงานทั้งหมดหากพลังงานทั้งหมดที่ควรได้รับต่อวันเป็น 2,000 กิโลแคลอรี(ไขมัน 1 กรัม ให้พลังงาน 9 กิโลแคลอรี, โปรตีน 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี, คาร์โบไฮเดรต 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี)

บัญชีหมายเลข 4

แบบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 182) พ.ศ.2541

2. เงื่อนไขในการกล่าวอ้างทางโภชนาการ

2.1 เกณฑ์การกล่าวอ้างทางโภชนาการประเภทการกล่าวอ้างปริมาณสารอาหาร และการกล่าวอ้างปริมาณโดยเปรียบเทียบตามข้อ 1.1 และ 1.2 ตามลำดับ มีการกำหนดเงื่อนไขไว้เป็น 2 กรณี คือ

กรณีที่ 1 สำหรับอาหารที่มีการกำหนดปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภคอ้างอิงไว้ตามบัญชีหมายเลข 2 แบบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับนี้ และอาหารที่มีลักษณะการบริโภคใกล้เคียงกับอาหารที่มีการกำหนดปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภคอ้างอิงไว้แล้ว ซึ่งสามารถอนุมานใช้ค่าปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภคอ้างอิงตามบัญชีดังกล่าวได้ให้แสดงการกล่าวอ้างทางโภชนาการตามเงื่อนไขในตารางที่ 1 ของบัญชีนี้

อนึ่ง เฉพาะอาหารที่มีปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภคอ้างอิงไม่เกิน 30 กรัม หรือไม่เกิน 2 ช้อนโต๊ะ เงื่อนไขในการแสดงข้อกล่าวอ้างตามตารางที่ 1 นี้ ให้คำนวณต่อปริมาณอาหารนั้น 50 กรัม แทนการคำนวณต่อปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภคอ้างอิงและต่อปริมาณอาหารหนึ่งหน่วยบริโภคที่แสดงบนฉลาก (กรณีที่เป็อาหารแห้งที่โดยทั่วไปแล้วจะต้องเติมน้ำหรือของเหลวที่มีคุณค่าทางโภชนาการน้อยจนไม่มีนัยสำคัญก่อนจึงจะบริโภค น้ำหนัก 50 กรัมนี้ ให้หมายถึงน้ำหนักอาหารหลังจากที่เติมน้ำหรือของเหลวแล้วอย่างไรก็ตาม ข้อกำหนดนี้ไม่ใช้บังคับกับเครื่องดื่มแข็ง หรือผลิตภัณฑ์ลักษณะเดียวกัน เช่น นมผง ซึ่งจะใช้ปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภคอ้างอิงของเครื่องดื่ม คือ 200 มิลลิลิตรของอาหารหลังเติมน้ำ)

กรณีที่ 2 สำหรับอาหารที่ไม่เป็นไปตามกรณีที่ 1 เท่านั้น ที่จะให้กล่าวอ้างทางโภชนาการโดยคำนวณต่อปริมาณอาหาร 100 กรัม หรือ 100 มิลลิลิตร ตามเงื่อนไขที่กำหนดในตารางที่ 2 ของบัญชีนี้

2.2 อาหารที่อยู่ในเกณฑ์ที่จะแสดงการกล่าวอ้างทางโภชนาการตามตารางที่ 1 หรือตารางที่ 2 ของบัญชีนี้ได้ หรืออาหารที่มีการกล่าวอ้างเกี่ยวกับหน้าที่ของสารอาหารจะต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขเพิ่มเติมดังนี้ด้วยคือ

สำหรับอาหารในกรณีที่ 1 ของข้อ 2.1 หากอาหารนั้นในปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภค อ้างอิงและปริมาณอาหารหนึ่งหน่วยบริโภคที่แสดงบนฉลาก (หรือในปริมาณอาหาร 50 กรัม เฉพาะอาหารที่มีปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภคอ้างอิงไม่เกิน 30 กรัม หรือไม่เกิน 2 ช้อนโต๊ะ) มีปริมาณ

ไขมันทั้งหมด	มากกว่า 13 กรัม	หรือ
ไขมันอิ่มตัว	มากกว่า 4 กรัม	หรือ
โคเลสเตอรอล	มากกว่า 60 มิลลิกรัม	หรือ
โซเดียม	มากกว่า 360 มิลลิกรัม	

2.3 เงื่อนไขการแสดงข้อความที่เกี่ยวกับสุขภาพ เช่น “เพื่อสุขภาพ (healthy, healthful, healthiness, health)” หรือข้อความในลักษณะเดียวกัน มีดังต่อไปนี้คือ

- (1) อาหารนั้นจะต้องเข้าข่ายเงื่อนไขการแสดงข้อความ “ไขมันต่ำ (low fat)” และ “ไขมันอิ่มตัว (low saturated fat)” ได้ตามเกณฑ์ในตารางที่ 1 หรือตารางที่ 2 แล้วแต่กรณี และ
- (2) อาหารนั้นในปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภคอ้างอิงและในปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภคที่แสดงบนฉลาก หรือในปริมาณ 100 กรัม (หรือ 100 มิลลิลิตร) แล้วแต่ที่เข้าข่ายในกรณีที่ 1 หรือกรณีที่ 2 ตามข้อ 2.1 จะต้องประกอบด้วย

โซเดียม ไม่เกิน 360 มิลลิกรัม และ

โคเลสเตอรอล ไม่เกิน 60 มิลลิกรัม และ

วิตามินเอ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 โปรตีน แคลเซียม เหล็ก และใยอาหาร อย่างน้อยร้อยละ 10 ของ Thai RDI

หมายเหตุ สำหรับผักสดหรือผลไม้สดให้ยกเว้นข้อกำหนดด้านปริมาณวิตามินเอ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 โปรตีน แคลเซียม เหล็ก และใยอาหาร

2.4 เงื่อนไขอื่นๆ

หากมีการกล่าวถึงชนิดและปริมาณสารอาหารใดเป็นการเฉพาะบนฉลากนอกกรอบข้อมูลโภชนาการ โดยที่ไม่มุ่งหมายเพื่อเป็นการกล่าวอ้างแต่เพื่อเป็นการแจ้งปริมาณให้ผู้บริโภคทราบ ทั้งนี้รวมถึงการกล่าวถึงชนิดและปริมาณสารอาหารที่เป็นส่วนหนึ่งของชื่ออาหารด้วย โดยที่อาหารนั้นไม่อยู่ในเกณฑ์ที่จะแสดงข้อกล่าวอ้างตามเงื่อนไขได้ ให้ระบุข้อความที่สื่อว่าไม่มีจุดมุ่งหมายในการกล่าวอ้างใดๆ กับข้อมูลปริมาณสารอาหารดังกล่าวไว้ด้วย เช่น “มีโซเดียม 200 มิลลิกรัม ต่อ 30 มิลลิลิตร ไม่ใช่อาหารชนิดโซเดียมต่ำ

ตารางที่ 2 เงื่อนไขการกล่าวอ้างทางโภชนาการโดยใช้เกณฑ์ต่อปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภค (สำหรับอาหารที่เป็นไปตามข้อ 2.1 กรณีที่ 1)

พลังงาน/ สารอาหาร	ข้อกล่าวอ้าง	เงื่อนไข (ต่อปริมาณหนึ่งหน่วย บริโภคอ้างอิงและต่อปริมาณ หนึ่งหน่วยบริโภคที่แสดงบน ฉลาก)*	เงื่อนไขเพิ่มเติม
โปรตีน ไขมัน วิตามิน เกลือแร่ (ไม่รวม โซเดียม)	สูง, อุดม (high, rich in, excellent source of)	มีสารอาหารนั้นอยู่ในปริมาณ ตั้งแต่ร้อยละ 20 ของ Thai RDI ** ขึ้นไป	1. สำหรับไขมันอาหารหาก ปริมาณไขมันทั้งหมด ไม่เป็นไปตามเงื่อนไข “ต่ำ” การกล่าวอ้าง ปริมาณไขมันต้อง กำกับด้วยปริมาณไขมัน ทั้งหมดต่อปริมาณหนึ่ง หน่วยบริโภคที่แสดง บนฉลากด้วยอักษรที่มี ขนาดไม่เล็กกว่า ครึ่งหนึ่งของข้อกล่าว อ้าง 2. ต้องปฏิบัติตาม เงื่อนไขในข้อ 2.2 ของ บัญชีนี้ด้วย
	เป็นแหล่งของ, มี (good source, contains, provides)	มีสารอาหารนั้นอยู่ในปริมาณ ร้อยละ 10-19 ของ Thai RDI**	
	เสริม, เพิ่ม, มากกว่า (increased, more, added, fortified, enriched)	เมื่อเทียบกับอาหารอ้างอิง แล้ว อาหารนี้มีสารอาหารที่ จะกล่าวอ้างอยู่ในปริมาณที่ สูงกว่าระดับที่มีอยู่ในอาหาร อ้างอิง โดยปริมาณค่าความ แตกต่างกันจะต้องไม่น้อย กว่าปริมาณร้อยละ 10 ของ Thai RDI**	

หมายเหตุ

* เฉพาะอาหารที่มีปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภคอ้างอิงไม่เกิน 30 กรัม หรือไม่เกิน 2 ช้อนโต๊ะ เงื่อนไขในการแสดงข้อกล่าวอ้างตามตารางที่ 1 นี้ให้คำนวณต่อปริมาณอาหารนั้น 50 กรัม แทนการคำนวณต่อปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภคอ้างอิงและต่อปริมาณอาหารหนึ่งหน่วยบริโภคที่แสดงบนฉลาก (กรณีที่เป็นอาหารแห้งที่โดยทั่วไปจะต้องเติมน้ำหรือของเหลวที่มีคุณค่าทางโภชนาการน้อยจนไม่มีนัย

สำคัญก่อนจึงจะบริโภค น้ำหนัก 50 กรัมนี้ให้หมายถึงน้ำหนักอาหารหลังจากที่เติมน้ำหรือของเหลวแล้ว อย่างไรก็ตาม ข้อกำหนดนี้ไม่ใช่บังคับกับเครื่องดื่มแข็ง หรือผลิตภัณฑ์ลักษณะเดียวกัน เช่น นมผง ซึ่งจะใช้ปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภคอ้างอิงเป็น 200 มิลลิลิตรของอาหารหลังเติมน้ำ)

** Thai RDI หมายถึง สารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai Recommended Daily Intakes)

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

ขนมไทย

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ไม่ครอบคลุมขนมไทยประเภทอื่นที่ไม่ได้มีการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขึ้น

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

- 2.1 ขนมไทย หมายถึง อาหารที่ทำจากวัตถุดิบต่างๆ เช่น แป้ง ข้าว กะทิ น้ำตาล ไข่ หรืออื่นๆ มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว สีสันสวยงาม มีรสหวานอร่อย มีกลิ่นหอม อาจมีการเติมแต่งสี กลิ่น และรส

3. ประเภท

- 3.1 ขนมไทย แบ่งออกเป็น 9 ประเภท คือ

- 3.1.1 ขนมหวาน เช่น ลูกชุบ เปียกปูน ลี้มกลั่น กะละแม ตะโก้ ข้าวเหนียวแก้ว ผลไม้กวนชนิดต่างๆ
- 3.1.2 ขนมเชื่อมสด เช่น ทองหยิบ ทองหยอด ฝอยทอง เม็ดขนุน กล้วยเชื่อม มันสำปะหลังเชื่อม ลูกตาลเชื่อม สาเกเชื่อม
- 3.1.3 ขนมเชื่อมแห้ง เช่น ฟักกรอบ มะยมเชื่อมแห้ง ลูกหยีเชื่อมแห้ง
- 3.1.4 ขนมทอด เช่น ดอกจอก ฝักบัว มันรังก ก้วยแจก ขนมกง ทองพลุ
- 3.1.5 ขนมผิง เช่น หม้อแกง บ้าบิ่น ขนมผิง
- 3.1.6 ขนมดัม เช่น ดัมแดง ดัมขาว ข้าวต้มน้ำร้อน
- 3.1.7 ขนมปิ้ง/ย่าง เช่น ทองม้วน ทองพับ
- 3.1.8 ขนมนึ่ง เช่น ขนมชั้น ปุยฝ้าย ถ้วยฟู ไล่ไล่ ขนมตาล ขนมกล้วย ขนมถั่ว
- 3.1.9 อื่นๆ เช่น จ่ามงกุฎ ทองเอก กลีบคำดวน วุ้นกะทิ แป้งจี

4. คุณลักษณะที่ต้องการ

4.1 ลักษณะทั่วไป

มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวถูกต้องตรงตามชื่อเรียกขนมไทยที่ระบุไว้ที่ฉลาก

4.2 สี กลิ่น รส

ต้องมีสี กลิ่น รส เป็นไปตามเอกลักษณ์เฉพาะตัวของขนมไทยนั้นๆ

4.3 ลักษณะเนื้อ

ต้องเป็นไปตามเอกลักษณ์เฉพาะของขนมไทยนั้นๆ

เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 9.1 แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า 3.25 คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

4.4 สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอม เช่น ลวดเย็บกระดาษ ไม้กีด เส้นผม ชิ้นส่วนของแมลง

4.5 วัตถุเจือปนอาหาร

4.5.1 วัตถุกันเสีย ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณตามที่กฎหมายกำหนด

4.5.2 สีผสมอาหาร ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณตามที่กฎหมายกำหนด

4.6 จุลินทรีย์

4.6.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

4.6.1 ต้องไม่มีราปรากฏให้เห็นได้อย่างชัดเจน

5. สุขลักษณะ

5.1 สุขลักษณะในการทำขนมไทยให้เป็นไปตามคำแนะนำตามภาคผนวก ก.

6. การบรรจุ

6.1 ให้บรรจุขนมไทยในภาชนะบรรจุที่สะอาดแห้ง ผนึกได้เรียบร้อย โดยต้องไม่ใช่ลวดเย็บกระดาษ ป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกหรือความชื้น และไม่ดูดซึมไขมันจากขนมไทย กรณีใช้ภาชนะบรรจุที่ทำด้วยโลหะต้องไม่เป็นสนิม

6.2 ปริมาณสุทธิของขนมไทยในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

7. เครื่องหมายและฉลาก

7.1 ที่ภาชนะบรรจุขนมไทยทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมี เลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้อย่างเห็นได้ง่าย ชัดเจน

- (1.) ชื่อเรียกขนมไทย
 - (2.) ชนิดและปริมาณวัตถุดิบอาหาร (ถ้ามี)
 - (3.) ปริมาณสุทธิ
 - (4.) ข้อแนะนำในการเก็บรักษา เช่น ควรเก็บไว้ในตู้เย็น
 - (5.) วัน เดือน ปีที่ทำ และ วัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”
 - (6.) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
- ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

8. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

8.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ขนมไทยที่มีชื่อเรียกอย่างเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

8.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

8.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่น รส ลักษณะ เนื้อ สิ่งแปลกปลอมการบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจาก รุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4.1 ถึงข้อ 4.4 ข้อ 6. และข้อ 7. จึงจะถือว่าขนมไทยรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

8.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบวัตถุดิบอาหาร และจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 5 หน่วยภาชนะบรรจุนำมาทำเป็นตัวอย่างรวม เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4.5 และข้อ 4.6 ว่าขนมไทยรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

8.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างขนมไทยต้องเป็นไปตามข้อ 8.2.1 และข้อ 8.2.2 ทุกข้อ จึงจะถือว่าขนมไทยรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

9. การทดสอบ

9.1 การทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่น รส และลักษณะเนื้อ

9.1.1 ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบขนมไทยอย่างน้อย 5 คนแต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

9.1.2 หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามภาคผนวก ข.

9.2 การทดสอบวัตถุเจือปนอาหาร จุลินทรีย์ และปริมาณสุทธิ ให้ปฏิบัติตามวิธีวิเคราะห์ที่หน่วยตรวจสอบใช้ปฏิบัติอยู่เป็นประจำ

9.3 การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ตรวจพินิจ

ภาคผนวก ก.

สัญลักษณ์

(ข้อ 5.1)

ก.1 สถานที่ตั้งและอาคารผลิต

ก.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง ควรอยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ขนมไทยที่ผลิตเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

ก.1.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขังและและสกปรก

ก.1.1.2 ควรอยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่นมากผิดปกติ

ก.1.1.3 ไม่ควรอยู่ใกล้เคียงกับสถานที่นำรังเกียจ

ก.1.2 อาคารผลิตมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

ก.1.2.1 พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารสถานที่ผลิต ควรก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน ทำความสะอาด และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

ก.1.2.2 ควรแยกบริเวณผลิตขนมไทยออกเป็นสัดส่วน ไม่ควรอยู่ใกล้ห้องสุขาไม่ควรมีสิ่งของที่ ไม่ใช่แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตอยู่ในบริเวณผลิต

ก.1.2.3 พื้นที่ปฏิบัติงาน ควรมีบริเวณเพียงพอ แสงสว่าง และการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการผลิต

ก.2.1 ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการผลิตที่สัมผัสกับขนมไทย ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ไม่กัดกร่อนหรือทำปฏิกิริยากับขนมไทย ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

ก.2.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด และเหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

ก.3 การควบคุมกระบวนการผลิต

ก.3.1 วัตถุดิบและส่วนผสมในการผลิตขนมไทย สะอาด มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

ก.3.2 การผลิต การเก็บรักษา ขนย้าย และขนส่งขนมไทย มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของขนมไทย

ก.4 การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

ก.4.1 น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือผู้ประกอบการขนมไทย เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

ก.4.2 มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลงและฝุ่น ไม่ให้เข้าในบริเวณผลิตตามความเหมาะสม

ก.4.3 มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ขนมไทย

ก.4.4 สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ควรใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ผลิตขนมไทย เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ขนมไทยได้

ก.5 บุคลากรและสุขลักษณะผู้ปฏิบัติงาน

ผู้ทำงานไทยทุกคนต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในขนมไทย ไม่ไว้เล็บยาว และล้างมือให้สะอาดก่อนสัมผัสขนมไทยทุกครั้ง

ภาคผนวก ข.

หลักเกณฑ์การให้คะแนนในการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่น รส และลักษณะเนื้อ
(ข้อ 9.1.2)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)				
		ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	เอกลักษณ์เฉพาะตัวถูกต้องตรงตามชื่อเรียกขนมไทยที่ระบุไว้ที่ฉลาก	5	4	3	2	1
สี กลิ่น รส	เป็นไปตามเอกลักษณ์เฉพาะตัวของขนมไทยนั้นๆ	5	4	3	2	1
ลักษณะเนื้อ	เป็นไปตามเอกลักษณ์เฉพาะตัวของขนมไทยนั้นๆ	5	4	3	2	1