



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์
โครงการวิจัยการพัฒนากะหรีปู้ไ้มะขามหวานเพื่อ
เป็นของฝากจากจังหวัดเพชรบูรณ์

โดย
ศันสนีย์ อุดมอ่าง

พ.ศ. 2555

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยการพัฒนากะหรี่ปั๊ปไส้มะขามหวานเพื่อเป็น
ของฝากจากจังหวัดเพชรบูรณ์

ผู้วิจัย

ศันสนีย์ อุดมอ่าง

สังกัด

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2554

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาการพัฒนากะหรีบับไส้มะขามหวาน เพื่อเป็นของฝากจากจังหวัด เพชรบูรณ์ ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2555 โดย สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ การวิจัยครั้งนี้มุ่งการเพิ่มมูลค่าของมะขาม หวานค้อยคุณภาพ และสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่จากวัตถุดิบท้องถิ่น

การวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนด้านองค์ความรู้ และการวิเคราะห์ข้อมูลจาก อาจารย์วิลาสินี ติปัญญา ด้านเทคโนโลยีการอาหารจากอาจารย์ธัญชา คุญแจทอง การ แปลบทคัดย่อจากอาจารย์พิพัฒน์ ชนาเทพพร และสนับสนุนการพิมพ์และเรียบเรียงเอกสารจาก คุณวิลาวัลย์ เกลิมพงษ์ จึงขอขอบพระคุณทุกท่านดังที่กล่าวมา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์คันสนีย์ อุดมอ่าง

ผู้วิจัย

ชื่อโครงการวิจัย : การพัฒนากะหรีป๊อไ้มะขามหวานเพื่อเป็นของฝากจากจังหวัด
เพชรบูรณ์
ชื่อผู้วิจัย : ผู้ช่วยศาสตราจารย์คันสนีย์ อุดมอ่าง
หน่วยงาน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ปีที่ทำการวิจัย : 2554

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาการผลิตกะหรีป๊อสูตรมาตรฐาน ศึกษาวิธีการเก็บรักษากะหรีป๊อ และบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับกะหรีป๊อไ้มะขามหวานเพื่อเป็นของฝาก ผลการศึกษา พบว่า ไ้มะขามหวาน ประกอบด้วย เนื้อมะขามหวานพันธุ์ขันดี น้ำ กะทิ (สำเร็จรูป) น้ำตาลทราย แป้งข้าวเจ้า มะพร้าวทึนทึก และเกลือ ร้อยละ 15.64, 20.85, 10.95, 20.85, 10.44, 20.85 และ 0.42 ตามลำดับ แป้งนอกของกะหรีป๊อ ประกอบด้วย แป้งสาลี น้ำตาล เกลือ และน้ำ ร้อยละ 58.68, 3.76, 0.78 และ 25.04 ตามลำดับ ส่วนผสมแป้งใน ประกอบด้วย แป้งสาลี และน้ำมันพืช ร้อยละ 74.07 และ 25.93 อัตราส่วนของแป้งในต่อแป้งนอกเท่ากับ 1 : 4, การกำหนดขนาดของแผ่นแป้งโดยการหาปริมาตรของแท่งแป้งที่ตัดโดยใช้สูตร $\pi r^2 \times h$ แล้วแทนค่า h ด้วยความหนาของแผ่นแป้งที่ต้องการ จะได้ค่ารัศมี (r) จึงนำไปสร้างแบบตัดวงกลม เพื่อใช้เป็นแบบของแผ่นแป้งกะหรีป๊อ การเก็บรักษากะหรีป๊อโดยการอบกะหรีป๊อที่ทอดแล้วด้วยฝอบลมร้อน อุณหภูมิ 175 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีคุณภาพด้านประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับมากที่สุด บรรจุภัณฑ์กล่องกระดาษเคลือบมันที่ตกแต่งด้วยสติ๊กเกอร์ รูปแบบที่ 1 ได้รับการยอมรับมากที่สุดถึงร้อยละ 84 ของผู้ประเมิน 100 คน

Project Research : The improvement of curry puff with sweet tamarind stuffing for being Phetchabun province souvenir.

The Researcher : Assistant Professor Sansanee Uttama - Ang

University : Phetchabun Rajabhat University.

Year : 2011

Abstract

The objectives of this study were improvement the standard recipe of curry puff production; development the curry puff preservation and study the suited packaging for curry puff stuffed with sweet tamarind. The result presented that the best of sweet tamarind material consisting 15.64% of Kantee sweet tamarind, 20.85% of water, 10.95% of coconut milk, 20.85% of sugar, 10.44% of rice flour, 20.85% of overripe coconut and 0.42% of salt. Outer dough of curry puff contained wheat flour, sugar, salt and water as 58.68%, 3.76%, 0.78% and 25.04% respectively. Ingredients of inner dough included wheat flour and vegetable oil as 74.07% and 25.93%. The inner dough and outer dough proportion was 1:4 and size of sheet dough was calculated in volume cylinder formula ($\pi r^2 \times h$) of cut dough. Then replacement “h” in formula by high of final sheet dough and the result was radius which used to built paper pattern of final sheet dough.

The products preservation recognized roasted fried curry puff with the hot air cover at 175 °C about 10 minutes that could guaranty the best quality and taste. Moreover, the decorated snack box (first pattern) was the best agreed form 100 testers, it's about 84 percent.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ	(ก)
บทคัดย่อ	(ข)
Abstract	(ค)
สารบัญเรื่อง	(ง)
สารบัญตาราง	(ช)
สารบัญภาพ	(ฉ)
บทที่ 1 บทนำ	
ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	1
ขอบเขตของโครงการวิจัย	1
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
กะหรีป๊	3
การผลิตเพสตรี้	3
วัตถุดิบในการผลิตกะหรีป๊	5
การทอด	19
การเสื่อมเสียคุณภาพจากการเหม็นหืน	22
มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกะหรีป๊	25
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	28
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ	
วัตถุดิบตัวกะหรีป๊	29
วัตถุดิบไส้กะหรีป๊	29
เครื่องมือและอุปกรณ์	29
วิธีดำเนินการ	30
บทที่ 4 ผลการศึกษา	
ตอนที่ 1 การพัฒนาตำรับมาตรฐานของกะหรีป๊ไส้มะขามหวาน	34
ตอนที่ 2 การพัฒนาวิธีการเก็บรักษากะหรีป๊ไส้มะขามหวาน	37

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ตอนที่ 3 การศึกษาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับกะหรีปใบไผ่มะขามหวาน เพื่อเป็นของฝากจากจังหวัดเพชรบูรณ์	39
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	
สรุปผลการศึกษา	40
ข้อเสนอแนะ	40
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก	

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	คุณค่าทางอาหารของมะขามหวาน	11
2.2	หลักเกณฑ์การให้คะแนน	27
3.1	ส่วนประกอบได้มะขามหวาน	30
3.2	สูตรพื้นฐานของแป้งกะหรีบี้	31
3.3	แผนการทดลองอัตราส่วนของแป้งใน : แป้งนอก	32
3.4	แบบการทดลองอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบกะหรีบี้	33
4.1	ผลการประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของมะขามหวาน สูตรพื้นฐาน	34
4.2	สูตรมะขามหวานที่ปรับปรุง	35
4.3	ค่าเฉลี่ยคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของมะขามหวานสูตรปรับปรุง	35
4.4	ผลการประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของกะหรีบี้ ที่ใช้อัตราส่วนของแป้งใน: แป้งนอกในระดับต่างๆ	36
4.5	คุณภาพด้านประสาทสัมผัสของกะหรีบี้ที่อบด้วยฝัอบลมร้อน ที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่ต่างกัน	37

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
4.1	การสร้างแบบตัดและการคลึงแผ่นแป้ง	37
4.2	บรรจุภัณฑ์ที่คัดเลือก 3 แบบ	39
4.3	บรรจุภัณฑ์ที่ผู้ประเมินเลือกมากที่สุด	39

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

จังหวัดเพชรบูรณ์มีการสนับสนุนการท่องเที่ยวตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546 เป็นต้นมา มีนักท่องเที่ยวมาเยือนเพิ่มขึ้นทุกปี จะมาในช่วงเดือนตุลาคม-กุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาว และในปี 2552 นี้ รัฐบาลได้มีนโยบายให้นักท่องเที่ยวในประเทศมากขึ้น ได้จัดโครงการ “เที่ยวไทย ครีกครื้น เศรษฐกิจไทยคึกคัก” เพื่อกระตุ้นเศรษฐกิจทั่วทุกภูมิภาคจนถึงฐานราก ดังนั้น คาดว่าจะมีนักท่องเที่ยวหลั่งไหลมากกว่าทุกปี เพราะเพชรบูรณ์อยู่ห่างจากกรุงเทพฯ เพียง 320 กิโลเมตร อากาศหนาวจัด มีทิวทัศน์สวยงาม เทียบเท่ากับทางภาคเหนือ และจังหวัดเลย แต่ค่าครองชีพถูกกว่ามาก ธรรมชาติของคนไทยที่มีนิสัยเอื้อเฟื้อ เมื่อไปเที่ยวที่ไหนจึงต้องซื้อของฝากญาติมิตร แต่ของฝากจากจังหวัดเพชรบูรณ์ มีเพียงมะขามหวานฝักสด และมะขามหวานแปรรูปไม่กี่ชนิด เช่น มะขามกลุ่ก มะขามกวน จึงทำให้ตลาดของฝากไม่น่าสนใจเท่าที่ควร ประกอบกับในปัจจุบันมีการปลูกมะขามหวานได้เกือบทุกภูมิภาคของประเทศไทย สินค้าแปรรูปจากมะขามหวานมีพัฒนาการช้ามาก และไม่เกิดความแตกต่างกันในแต่ละที่ ดังนั้น การพัฒนากะหรี่ปั๊บน้ำมะขามหวานเพื่อเป็นของฝากจากจังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นช่องทางหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าจากภูมิปัญญาการทำมะขามกวน ให้เกิดรูปแบบที่น่าสนใจ ซึ่งจะช่วยให้เกษตรกรผู้ปลูกมะขามได้นำมะขามหวานที่ฝักไม่ได้ขนาด ความหวานไม่เพียงพอ มาใช้แปรรูปให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เพิ่มมูลค่าได้หลายเท่าตัว สามารถสร้างความสนใจแก่นักท่องเที่ยว และช่วยสร้างเศรษฐกิจให้แก่ชุมชนได้เป็นอย่างดี

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาการผลิตกะหรี่ปั๊บน้ำมะขามหวานเป็นสูตรมาตรฐาน
2. เพื่อศึกษาวิธีการเก็บรักษากะหรี่ปั๊บน้ำมะขามหวาน
3. เพื่อศึกษาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับกะหรี่ปั๊บน้ำมะขามหวานเพื่อเป็นของฝาก

ขอบเขตของโครงการวิจัย

ขอบเขตตัวผลิตภัณฑ์

1. แป้งสาลีที่ใช้ ได้แก่ แป้งสาลีโปรตีนต่ำสำหรับทำซาลาเปา และน้ำมันพืชใช้น้ำมันปาล์มเท่านั้น

2. ไข่มะขามหวานกวนเพียงไข่เดียว

ขอบเขตด้านบรรจุภัณฑ์

1. ศึกษาเฉพาะการออกแบบสติ๊กเกอร์ที่ใช้ตกแต่งบรรจุภัณฑ์จากกระดาษแข็งเคลือบมัน

ขอบเขตด้านคุณภาพ

1. ศึกษาเพื่อเป็นต้นแบบสินค้าของฝากจากจังหวัดเพชรบูรณ์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กะหรี่ปั๊

เป็นอาหารสไลต์ตะวันตกผสมกับอินเดีย เริ่มเป็นที่นิยมโดยชาวมุสลิมในประเทศไทย คาดว่าเป็นอาหารที่ถูกคิดค้นโดยโดยท้าวทองกีบม้า โดยตอนแรกชื่อว่า curry puff (พัฟฟ์ผัสมะกะหรี่) ต่อมาได้เพี้ยนมาเป็น กะหรี่ปั๊ฟ และเพี้ยนเป็นกะหรี่ปั๊บในที่สุด โดยกะหรี่ปั๊บไส้ไก่เป็นที่นิยมมาก

การผลิตเพสตรี

เพสตรีเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่มีส่วนผสมหลักคือแป้งสาลี ไขมันและน้ำ ส่วนผสมอื่นๆ ได้แก่ ไข่ เกลือ น้ำตาล

ชนิดและคุณลักษณะของเพสตรี เพสตรีแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด ดังนี้

1. สวีทเพสตรีหรือชอร์ตเพสตรีหรือพาย (Sweet or short pastry) ได้แก่แป้งพายอย่างร่วน มีไส้ชนิดต่างๆ สวีทเพสตรีหรือชอร์ตเพสตรีเป็นชื่อขนมอบในอังกฤษ ทำจากแป้งชนิดเดียวกันกับพายและทาร์ต (Pie and tart) ที่ทำในอเมริกา แต่ต่างกันตรงที่ส่วนผสมคืออเมริกาจะไม่นิยมใส่น้ำตาล พายมีส่วนประกอบ 2 ส่วนคือ

1.1 ตัวแป้ง (Crust) ทำจากแป้งสาลี ไขมัน น้ำเย็น เกลือ และส่วนผสมอื่นๆ โคที่ไ้จะมีความชื้นต่ำและมีไขมันสูง ดังนั้น จึงเป็นการป้องกันการเกิดกลิ่นในโด เป็นผลให้พายที่อบออกมามีความกรอบเป็นแผ่น พายจะไม่ต้องมีส่วนโครงสร้างที่เป็นรูโพรงเนื่องจากการขึ้นฟู เพราะเปลือกพายจะต้องรองรับไส้ต่างๆ ที่มีความหนืดปานกลางและความชื้นสูง โดยไม่ให้ไหลซึมออกมานอกเปลือกพายได้ ถ้าแบ่งชนิดของพายตามลักษณะความร่วนจะแบ่งได้เป็น 3 ชนิดคือ

- แป้งพายร่วน ส่วนผสมที่เป็นไขมันจะถูกตัดลงในแป้งเพื่อให้แป้งห่อหุ้มไขมันเป็นชั้นเล็กๆ โดยที่ไขมันไม่ผสมเข้าไปในเนื้อแป้ง จากนั้นเทของเหลวซึ่งมีส่วนผสมของน้ำเย็น เกลือ น้ำตาลและนมผง (ถ้ามี) ลงไปผสมเบาๆ จนแป้งรวมตัวเป็นก้อน พายชนิดร่วนจะใช้น้ำน้อยเพื่อป้องกันไม่ให้แป้งแฉะและเหนียว

- แป้งพายร่วนแบบเกล็ดสั้น การผสมคล้ายกับพายร่วนแต่ขนาดของชั้นแป้งที่ห่อหุ้มไขมันจะมีเม็ดยาวใหญ่กว่า ทำให้ชั้นของไขมันเป็นเกล็ดสั้นแทรกอยู่ในชั้นของแป้ง เมื่ออบเสร็จจะมีความร่วนกรอบของชั้นแป้งมากกว่า

- แป้งพายร่วนแบบเกล็ดยาว เป็นการผสมไขมันกับแป้งให้มีขนาดใหญ่กว่าพายสองแบบแรก ทำให้เกิดชั้นของไขมันเป็นเกล็ดยาวแทรกอยู่ในชั้นของแป้งด้วยการรีดแล้วพับทบ 3 ครั้ง เหมือนการทำฟฟุเตสตร์ แป้งชนิดนี้เมื่ออบสุกจะกรอบร่วนมากที่สุด

1.2 ไล้ (Filling) นิยมใช้ผลไม้ ไล้คัสตาร์ด ไล้ครีม ไล้ไก่ และไล้เนื้อ เป็นต้น โดยไล้แต่ละชนิดควรจะเป็นไล้ที่มีโครงสร้างอยู่ตัว มีลักษณะข้นเพื่อมิให้ส่วนที่เป็นของเหลวซึมลงในเปลือกพาย ถ้าแบ่งชนิดของพายตามลักษณะชนิดของการไล้ไล้จะแบ่งเป็น

- แป้งพาย 2 ชั้น (Two crust pie) ตัวแป้งมีไขมันสูงถึง 65 % เป็นการช่วยป้องกันไม่ให้แป้งพายและเมื่อไล้ไล้ นิยมใช้ทำพายไล้ผลไม้หรือพายเนื้อหรือแบบทอด เช่น กะหรี่ปั๊บบ เป็นต้น

- แป้งพายอบสุก (Pre-baked pie shell) ใช้สำหรับไล้พายชนิดสุก แป้งพายจะถูกนำไปอบให้สุกและทิ้งไว้ให้เย็นก่อนที่จะใส่ไล้ลงไป เปลือกพายที่เย็นและเก็บไว้ที่เย็นจะช่วยให้อาหารไม่ไหม้และ ได้แก่ ช็อกโกแลตครีมพาย พายมะนาว และชีฟอนพาย โดยพายชนิดนี้มักแต่งหน้าด้วยไข่ขาวตีฟู (Meringue)

- แป้งพายดิบ (Unbaked shell) หรือคัสตาร์ดพาย โดยจะใส่ไล้คัสตาร์ดลงในแป้งสาเลดิบแล้วนำเข้าอบ จนกระทั่งไล้และแป้งสุกไปพร้อมกัน ดังนั้นเปลือกพายต้องมีไขมันสูงถึง 50% เพื่อป้องกันการแฉะ

2. ฟฟุเตสตร์ (Puff pastry) คือพายชั้นอย่างกรอบ อาจมีไล้หรือไม่มีไล้ก็ได้ หรือโรยเฉพาะน้ำตาลก็ได้ การเกิดชั้นของฟฟุเตสตร์เกิดจากชั้นของแป้งและไขมันบางๆ สลับกันหลายๆ ชั้น เมื่อนำไปอบความร้อนจะทำให้ไขมันละลายเกิดเป็นไอน้ำดันให้ชั้นของแป้งพองตัว เมื่ออบสุกจะได้ขนมที่เบา กรอบและขึ้นเป็นชั้นๆ ฟฟุเตสตร์มีสูตรและวิธีการพับแป้ง รวมทั้งเทคนิคการวางไขมันบนแป้งต่างกันระหว่างยุโรปกับอเมริกา โดยในยุโรปจะนิยมใช้เนยสดเนื่องจากมีกลิ่นหอมและละลายได้ง่ายในปาก ส่วนในแถบเอเชียซึ่งมีอากาศร้อนจะนิยมเพสตร์มาร์กรีนที่ทำขึ้นมาเฉพาะเนื่องจากเป็นไขมันที่แข็งและอยู่ตัวที่อุณหภูมิห้องง่ายต่อการพับและมีการพองตัวของขนมที่ดี (จุดละลายสูงประมาณ 46 องศาเซลเซียส) แม้กลิ่นรสและการละลายในปากจะดีกว่าเนยสดก็ตาม ฟฟุเตสตร์แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

2.1 ฟฟุเตสตร์ชนิดที่ไม่มีไล้ ทำจากโดที่รีดเป็นแผ่นแล้วโรยด้วยน้ำตาลทรายเพื่อช่วยให้ขนมหวานขึ้น นอกจากนี้อาจมีการตกแต่งให้สวยงาม เช่น เคลือบด้วยช็อกโกแลตหรือโรยด้วยน้ำตาลไอซิ่ง ตัวอย่างรูปร่างฟฟุเตสตร์ชนิดนี้คือแบบปาล์มลิฟ แบบโรแซตส์ และแบบโลดส์

2.2 พฟเพสตรีที่มีไส้ ตัวอย่างเช่น พฟเพสตรีแบบโวลโอวังต์หรือเพสตรีเซล นิยมใส่ไส้ครีมและผลไม้แช่อิ่ม โดยทำเป็นเปลือกพฟที่มีความสูงประมาณ 3.5 เซนติเมตร เป็นพฟที่มีความสูงและมีความเบามาก รูปร่างอีกแบบหนึ่งก็คือ แบบนโปเลียนหรือครีมสไลด์

3. ชูเพสตรี (Choux pastry) คือแป้งพายอย่างนุ่ม ได้แก่ครีมพฟและเอแคลร์ มีส่วนผสมของแป้งสาลี ไขมันและไข่ การพองตัวเกิดจากไอน้ำในระหว่างการอบร่วมกับไข่ และไขมัน ทำให้การขยายตัวเกิดเป็นโพรงอยู่ภายในผลิตภัณฑ์ โดยที่โปรตีนจากแป้งและไข่จะทำให้โครงสร้างของโพรงนั้นอยู่ตัวได้โดยไม่ยุบ ชูเพสตรีแบ่งตามรูปร่างได้ 3 ชนิดคือ

3.1 เอแคลร์ (A/ Clair) มีรูปร่างยาวรี มักบรรจุด้วยไส้คัสตาร์ด รสวานิลลาหรือช็อกโกแลต

3.2 ครีมพฟ (Cream puff) มีรูปร่างกลมบรรจุไส้เช่นเดียวกับเอแคลร์ และ

3.3 เฟรนช์ครุลเลอร์ (French cruller) มีรูปร่างเป็นวงแหวนและถูกจัดอยู่ในกลุ่มโดนัท เนื่องจากทำให้สุกด้วยการทอดและมักวางขายในร้านขายโดนัท เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า เฟรนช์โดนัท

วัตถุดิบในการผลิตกะหรี่ปั๊

แป้งสาลี เป็นแป้ง (flour) ที่ได้จากเมล็ดของข้าวสาลี (wheat) โดยใช้ส่วนที่เป็นเอนโดสเปิร์ม นำมาโม่ (milling) ให้เป็นผงละเอียด และใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทุกชนิด โปรตีนในแป้งสาลีทำให้แป้งสาลีมีสมบัติเฉพาะที่ต่างจากแป้งอื่น ประกอบด้วย โปรตีนกลูเตนิน (glutenin) และไกลอะดิน (gliadin) ในสัดส่วนเท่าๆ กัน จะสร้างพันธะไดซัลไฟด์ (disulfide bond) ทำให้ได้กลูเตน (gluten) กลูเตนินจะทำให้โดหรือก้อนแป้งผสมมีกำลังที่จะอึดก้ำกัซที่ขึ้นฟูไว้ได้ ซึ่งจะเป็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ ส่วนไกลอะดินนั้นทำให้กลูเตนมีคุณสมบัติในการยืดตัวและยืดหยุ่นได้นั้น คือ กลูเตนินนั้นให้ความแข็งแรงตัวกับกลูเตนและไกลอะดินซึ่งเป็นสารที่อ่อนและเหนียวจะเป็นตัวที่เชื่อม ดังนั้นไกลอะดินจะติดอยู่กับกลูเตนและป้องกันไม่ให้กลูเตนถูกล้างออกไปในกระบวนการสกัด

ข้าวสาลีที่นำมาโม่เป็นแป้งสาลีนั้น แบ่งเป็น 2 ประเภทตามความแข็งแรงจัดเป็นข้าวสาลีชนิดแข็ง (hard wheat) กับข้าวสาลีชนิดอ่อน (soft wheat) ข้าวสาลีชนิดแข็ง เมื่อนำมาโม่จะได้แป้งสาลีชนิดแข็ง ซึ่งเป็นแป้งที่มีโปรตีนสูงเหมาะสำหรับใช้ในการทำผลิตภัณฑ์พวกขนมปัง แป้งชนิดนี้มีโปรตีนที่มีคุณภาพดี สามารถนวดผสมให้ได้ก้อนแป้งที่มีความยืดหยุ่นดี ทนต่อสภาพการผสม การหมัก อุณหภูมิห้องและของเครื่องผสม มีคุณสมบัติในการอึดก้ำกัซที่ดี ซึ่งจะเป็นผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาตรดีด้วย มีรูและเนื้อสัมผัสที่ดี ก้อนโดที่ทำมาจากส่วนผสมของแป้งสาลี

ชนิดแข็งจะมีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้สูงอีกด้วย ส่วนข้าวสาลีชนิดอ่อน เมื่อนำมาโม้ก็จะได้แป้งสาลีชนิดอ่อนซึ่งมีโปรตีนต่ำ แป้งจะมีความสามารถในการดูดซึมน้ำต่ำกว่าแป้งชนิดแข็ง มีความทนทานต่อการผสมและการหมักที่ต่ำไม่เหมาะสมที่จะใช้ทำขนมปังเพราะไม่สามารถจะนวดผสมให้เป็นก้อนโดได้ แต่จะเหมาะสมสำหรับใช้ทำผลิตภัณฑ์เค้ก และคุกกี้

องค์ประกอบของแป้งสาลี แป้งสาลีที่ได้จากการโม้โดยการแยกส่วนของแป้งในเอนโดสเปอร์มออกมาแล้ว จะประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ โดยเฉลี่ยดังนี้

คาร์โบไฮเดรต	70.0 %
ความชื้น	15.0 %
โปรตีน	11.5 %
แร่ธาตุ (ถ้ามี)	0.40 %
น้ำตาล	1.00 %
ไขมัน	1.00 %
และอื่น ๆ	2.00 %

คุณลักษณะของแป้งสาลี เพื่อที่จะทำผลิตภัณฑ์ให้ได้ผลดี ควรใช้แป้งที่มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

1. สีของแป้ง (color) สีของแป้งที่มีผลต่อคุณภาพอย่างหนึ่งของผลิตภัณฑ์ แป้งที่ดีควรมีสีขาว ถ้าหากมีสีอื่นปน เช่น สีเหลืองอ่อนของเซนโทฟิลล์ หรือสีครีม จะทำให้ขนมปังมีเนื้อใน (crumb) ที่มีสีไม่ดี ดังนั้นแป้งที่ม่ออกมาจึงควรผ่านการฟอกสีก่อน

2. กำลังของแป้ง (strength) หมายถึง พลังที่แป้งสามารถจะอุ้มก้ำขที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมักได้ดี เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีการขึ้นฟูและมีปริมาตรดี

3. ความทนต่อสภาพต่างๆ ของแป้ง (tolerance) หมายถึง ลักษณะของแป้งที่มีความสามารถทนต่อสภาพการผสมนาน ๆ ทนต่อการรีด และกระบวนการอื่น ๆ โดยที่กลูเตนไม่ฉีกขาด ความทนทานต่อสภาพต่างๆ นี้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับกลูเตน แป้งที่มีความทนต่อสภาพต่าง ๆ สูงจะหมักได้นาน และได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาตรดี

3. ความสามารถในการดูดซึมน้ำของแป้งสูง (high water absorption) หมายถึง แป้งที่มีคุณลักษณะในการดูดซึมน้ำได้มากพอที่จะทำให้คุณภาพของแป้งยังคงสภาพที่ดีอยู่ผลของการที่แป้งดูดซึมน้ำได้มากจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรมากขึ้น เนื้อในขนมไม่แห้ง ทำให้มีคุณภาพในการเก็บและการกินที่ดี

4. ความสม่ำเสมอเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันของแป้ง (uniformity) อาจหมายถึง ความสม่ำเสมอในสี ขนาดของแป้ง และทั่วๆ ไป ถ้าแป้งขาดความสม่ำเสมอแล้วจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำแต่ละครั้งไม่เหมือนกัน จึงควรทำการตรวจสอบก่อนที่จะทำผลิตภัณฑ์ทุกครั้ง

ชนิดของแป้งสาลี

องค์ประกอบส่วนใหญ่ของแป้งสาลีคือคาร์โบไฮเดรตและโปรตีน อุตสาหกรรมอาหารมีการนำแป้งสาลีไปใช้ประโยชน์เป็นจำนวนมาก การใช้แป้งสาลีไปประกอบอาหารต้องคำนึงถึงเนื้อสัมผัสของอาหารที่ต้องการ เพราะแป้งสาลีมีหลายชนิด และแต่ละชนิดจะให้คุณลักษณะของอาหารที่ต่างกัน ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของแป้งสาลีชนิดนั้นๆ

1. แป้งขนมปัง (hard หรือ bread flour) สมบัติ (2528) กล่าวว่าแป้งขนมปัง เป็นแป้งที่ได้จากข้าวสาลีชนิดหนัก มีโปรตีนสูงประมาณร้อยละ 14-15.5 แป้งขนมปังในไทยเป็นแป้งที่มีระดับโปรตีนสูงมากประมาณร้อยละ 13 – 14 โปรตีนที่สูงทำให้ขนมปังมีเนื้อแป้งที่นุ่ม เบาและมีปริมาตรมาก อีกทั้งยังมีเนื้อขนมที่ละเอียดขาวเพราะมีสาร โปรตีนชนิดที่สามารถจะยึดกันไว้ทำให้ยืดหยุ่นได้ดี ลักษณะของแป้งชนิดนี้คือเมื่อถูด้วยมือจะรู้สึกกระคายมือคล้ายมีกรวดซึ่งหยาบเหมือนทราย มีสีครีม ไม่ขาว เมื่อกดนิ้วลงไปบนแป้งจะไม่เกาะตัวกัน เม็ดแป้งจะหยาบกว่าแป้งเค้ก แป้งชนิดนี้ใช้ยีสต์เป็นตัวทำให้ขึ้นฟู เพราะยีสต์เท่านั้นที่จะทำให้ก้อนโดพองตัวได้ (จิตรนา และ อรอนงค์, 2544) แป้งหรือกลูเตนของแป้งชนิดนี้มีความแข็งแรงที่สามารถทนต่อการหมักนานๆ ได้และทนต่อการนวด

2. แป้งเค้ก (soft หรือ cake flour) ทำจากข้าวสาลีชนิดเบามีโปรตีนต่ำกว่าแป้งขนมปังระดับโปรตีนประมาณร้อยละ 7 – 9 เกิดสารที่จะยึดกันน้อยกว่า ไม่จากข้าวสาลีชนิดอ่อนพวก soft wheat และ soft red wheat เม็ดแป้งละเอียดมาก ขนาดสม่ำเสมอ เมื่อกดนิ้วลงไปบนแป้ง แป้งจะเกาะรวมกันเป็นก้อนและลงรอยนิ้วมือไว้ แป้งชนิดนี้ใช้สารเคมีช่วยทำให้ขึ้นฟูเท่านั้น ไม่ใช่ยีสต์ ซึ่งสารเคมีที่ใช้ในการขึ้นฟูได้แก่ผงฟู เบคกิ้งโซดา เป็นต้น (จิตรนา และ อรอนงค์, 2544) ถ้าผ่านการฟอกสีด้วยคลอรีนทำให้ใช้น้ำตาลและเนยได้มากกว่าแป้งเค้กชนิดที่ฟอกด้วยผงฟอกสี (bleaching powder) ธรรมดา แป้งประเภทนี้นิยมใช้ทำคุกกี้ ซาลาเปาหน้าแตก ขนมปุยฝ้าย และเค้กบางชนิด เช่นแฮมโรล (สมบัติ, 2528)

3. แป้งอเนกประสงค์ (medium hard หรือ all purpose flour) บางแห่งเรียก family flour มีระดับโปรตีนร้อยละ 9 - 11 (สมบัติ, 2528) ใช้ทำขนมอบได้ทุกอย่าง อาจทำจากการผสมแป้งหนักและแป้งเบาเข้าด้วยกัน ใช้ทำผลิตภัณฑ์ได้หลายอย่าง เช่น ขนมปังจืดและหวาน ขนมเค้กบางชนิด ปาท่องโก๋ บะหมี่ เฟสตรี้ ใช้เวลาในการนวดแป้งน้อยกว่าขนมปัง ลักษณะของแป้งชนิดนี้

จะมีลักษณะของแป้งขนมปังและแป้งเค้กเหมือนกัน สารที่ทำให้ขึ้นฟูสำหรับแป้งชนิดนี้สามารถใช้ได้ทั้งยีสต์และผงฟู (จิตรนา และ อรอนงค์, 2544)

4. Self - rising flour แป้งที่ผสมผงฟูไว้แล้ว

5. Pastry flour มีคุณสมบัติอยู่ระหว่างแป้งสาลีเอนกประสงค์กับแป้งเค้ก มักทำจากข้าวสาลีชนิดเบา ใช้ทำแพสตรี คูกี้

6. Enriched flour แป้งที่ได้เติมสารอาหารบางอย่างลงไป

คุณลักษณะทางเคมีของแป้งสาลี (อรอนงค์, 2540) เมื่อนำข้าวสาลีมาบดเป็นแป้ง จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพและทางเคมี คือ การโม้แป้งเป็นการสกัดส่วนเนื้อในของเมล็ดออกมา และบดเป็นแป้งละเอียด ซึ่งแป้งที่ได้นี้จะประกอบด้วยองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ คือ คาร์โบไฮเดรต (ได้แก่ สตาร์ชเป็นส่วนใหญ่) ไขมัน เอนไซม์ แร่ธาตุ วิตามิน และสีมีองค์ประกอบอะไรมากขึ้นอยู่กับปริมาณการสกัดแป้งนั้นออกจากเมล็ดข้าวสาลี

1. คาร์โบไฮเดรต องค์ประกอบหลักที่สำคัญ และมีปริมาณมากที่สุดในแป้งสาลี คือ คาร์โบไฮเดรต ได้แก่ น้ำตาล สตาร์ช เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และเพนโทแซน น้ำตาลที่มีอยู่ในแป้งนี้มีในปริมาณน้อย แต่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้งสาลี การนำแป้งไปทำขนมปัง น้ำตาลอิสระในแป้งจะมีส่วนในการหมักของยีสต์ และการเปลี่ยนสีของขนมปังเป็นสีน้ำตาล

1.1 สตาร์ช มีอยู่ในแป้งสาลีในปริมาณมากที่สุด เนื่องจากเป็นอาหารสะสมของเมล็ดข้าวสาลีในส่วนเนื้อของเมล็ด มีสูตรโครงสร้างประกอบด้วยส่วนอะไมโลส และอะไมโลเพกทิน ทั้งอะไมโลส และอะไมโลเพกทินมีโมเลกุลใหญ่ ทำให้สตาร์ชมีโมเลกุลที่ใหญ่มาก เมื่อมีการให้ความร้อนแก่สตาร์ชจนเกิดการพองตัวและขึ้นหนืด เรียกว่า การเกิดเจลาติไนซ์ (gelatinization) อุณหภูมิของการขึ้นหนืดอยู่ระหว่าง 52 - 63 องศาเซลเซียส เมื่อทิ้งให้สตาร์ชขึ้นหนืดและใส่เย็นตัวลงจะเกิดลักษณะขุ่นกลับคืน (retrogradation) เนื่องจากโมเลกุลของอะไมโลสค่อยๆ รวมตัวเป็นผลึกแยกจากส่วนของน้ำ ถ้าเกิดช้าจะมีลักษณะตกตะกอน ถ้าเกิดเร็วจะเป็นเจลขุ่น ลักษณะการเกิดผลึกมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของขนมปัง เมื่อนำเข้าอบและทิ้งไว้ให้เย็น ทำให้นขนมปังใหม่สดเปลี่ยนเป็นขนมปังเก่ามีความขุ่น และแห้งกว่าเดิมเกิดจากการเปลี่ยนแปลงอะไมโลสเป็นผลึก หรือตะกอนอย่างถาวร โดยการเปลี่ยนแปลงของอะไมโลเพกทินสามารถเปลี่ยนแปลงกลับไปกลับมาได้ ถ้ามีการให้ความร้อนแก่ขนมปังเก่า โดยทำให้โครงสร้างอะไมโลเพกทินที่ตกตะกอนกลับคืนตัวเหมือนใหม่อีกครั้ง

1.2 เฮมิเซลลูโลสและเพนโทแซน เฮมิเซลลูโลส คือ ส่วนที่ไม่ละลายน้ำ และเพนโทแซนเป็นส่วนของแป้งที่สามารถละลายในน้ำจะมีอยู่ในแป้งพาเทนต์ประมาณร้อยละ 2 - 3 โครงสร้าง

ทั่วไปประกอบด้วยน้ำตาลที่มีคาร์บอน 5 ตัว มีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำได้มากถึง 15 เท่าของน้ำหนักน้ำ และมีความหนืดข้นมากกว่าโปรตีนของแป้งถึง 15 - 20 เท่า ลักษณะนี้มีส่วนช่วยในการดูดซึมน้ำของแป้งเพิ่มขึ้น และลดเวลาในการผสมแป้งกับน้ำให้เกิดเป็นโด มีผลทำให้ ขนมปังมีปริมาตรเพิ่มขึ้น และมีเนื้อสัมผัสเพิ่มขึ้น

2. ไขมัน ไขมันในแป้งมีส่วนในการเก็บรักษาคุณค่าทางอาหาร และลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ได้ในการเก็บรักษา เกี่ยวข้องกับกระบวนการออกซิเดชันที่ก่อให้เกิดการเหม็นหืน ไขมันประเภทที่มีประจุ (polar lipids) รวมทั้งไขมันชนิดหนึ่งเกี่ยวกับสารอื่นมีส่วนช่วยให้เนื้อสัมผัสของขนมอบดีขึ้น ไขมันในแป้งมีส่วนช่วยให้เกิดการแทรกตัวร่วมกับโปรตีน ซึ่งขณะผสมจะเกิดเป็นลิโปโปรตีนขึ้น โดยฟอสโฟลิพิด ส่วนไขมันประเภทโพลาร์และไม่โพลาร์มี ส่วนเชื่อมคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนให้อยู่ร่วมกันเป็นเนื้อโด

3. โปรตีน ปริมาณโปรตีนในแป้งสาลีชนิดต่างๆนี้ไม่เท่ากันอยู่ในเกณฑ์ร้อยละ 8 - 13 แป้งสาลีชนิดทำขนมปังจะมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 12 - 13 สูงกว่าแป้งสาลีเอนกประสงค์ร้อยละ 10 - 11 และแป้งเค้กร้อยละ 8 - 9 ไกลโคโปรตีน (glycoprotein) เกิดจากการรวมตัวของโปรตีนกับเพนโทแซน ซึ่งเป็นพอลิแซ็กคาไรด์ที่ละลายได้ในน้ำ มีผลต่อคุณลักษณะการยืดหยุ่นของกลูเตนและการอุ้มน้ำในขณะอบ โปรตีนชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ในแป้งสาลีมีความสำคัญทั้งในด้านคุณค่าทางอาหาร และคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะในส่วนของไกลอะดินและกลูเตนินที่รวมตัวเป็นกลูเตน ซึ่งมีความยืดหยุ่นช่วยในการอุ้มน้ำของขนมปังในขณะอบ นอกจากนี้โปรตีนบางชนิดยังมีส่วนต่อการเกิดสีน้ำตาลของขนมอบ เกิดจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลโดยไม่อาศัยเอนไซม์ของกรดแอมิโนอิสระ บางกลุ่มเข้าทำปฏิกิริยากับน้ำตาลชนิดรีดิวซิง

คุณลักษณะทางกายภาพของแป้งสาลี กระบวนการโม่บด มีผลทำให้แป้งสาลีมีคุณลักษณะทางกายภาพเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมที่อยู่ในส่วนของเนื้อในเมล็ด ข้าวสาลีเนื่องจากเกิดการลดขนาดของแป้งลงจากสภาพที่อยู่ในเมล็ด โดยทั่วไปแป้งที่บดได้จะมีขนาดต่างกัน ประกอบด้วยชิ้นส่วนของเนื้อเมล็ด 3 ลักษณะใหญ่ คือ ชิ้นโปรตีนอิสระ ชิ้นสตาร์ชอิสระ และส่วนของเนื้อแป้งที่อยู่รวมกัน และแบ่งขนาดของแป้งเป็น 3 ขนาด คือ ขนาดละเอียด ขนาดปานกลาง และขนาดหยาบ แป้งที่บดจากข้าวสาลีชนิดแข็งจะหยาบกว่าแป้งที่บดจากแป้งสาลีชนิดอ่อน ขนาดของแป้งยังมีความสัมพันธ์กับปริมาณโปรตีนของแป้ง โดยแป้งขนาดละเอียดจะมีโปรตีนสูงกว่าขนาดหยาบ และขนาดปานกลางจะมีโปรตีนต่ำที่สุด สาเหตุที่แป้งขนาดปานกลางมีปริมาณโปรตีนน้อย เนื่องจากเมล็ดสตาร์ชขนาดใหญ่มีขนาดระหว่าง 20 - 35 ไมครอนมีจำนวนมากกว่าปริมาณของโปรตีน เมล็ดสตาร์ชขนาดเล็กจะมีขนาดระหว่าง 2 - 10 ไมครอน ซึ่งจะอยู่ในส่วนแป้งละเอียดมีจำนวนน้อยกว่าปริมาณโปรตีน สำหรับแป้งหยาบประกอบด้วยส่วนของเนื้อแป้ง

ชั้นใหญ่ขนาดมากกว่า 35-130 ไมครอน เป็นแป้งที่มีขนาดใหญ่ที่สุด มีทั้งเม็ดสตาร์ชและโปรตีนอยู่ร่วมกัน ทำให้มีปริมาณโปรตีนอยู่ในระดับปานกลาง

หน้าที่ของแป้งสาลีที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ส่วนใหญ่แล้วแป้งสาลีเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการช่วยให้เกิดโครงสร้างของผลิตภัณฑ์และทำให้ผลิตภัณฑ์คงรูปอยู่ได้ ถ้าปราศจากแป้งแล้วจะไม่สามารถทำผลิตภัณฑ์ได้เลย และเนื่องจากแป้งมีหลายชนิด แต่ละชนิดก็เหมาะสำหรับการทำผลิตภัณฑ์เฉพาะอย่าง ดังนั้นจึงควรเลือกใช้แป้งสาลีที่มีต่อคุณลักษณะเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทำ

มะขาม มะขามเป็นพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทยมะขามหวานเป็นพืชที่มีประโยชน์ เช่น ฝักใช้รับประทาน ลำต้นใช้ทำเชือก ใบอ่อนและฝักอ่อนสามารถใช้ทำอาหารได้ ดังนั้นสามารถใช้ส่วนต่างๆของมะขามให้เกิดประโยชน์ได้มากมาย เช่น เป็นอาหาร เครื่องใช้และยารักษาโรค

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมะขามหวาน

ชื่อสามัญ (Common name)	:	มะขามหวาน มะขาม
ชื่ออื่นๆ	:	ตะลุป ม่องโคลัง หมากแกง
ชื่อภาษาอังกฤษ	:	Sweet Tamarind
ชื่อวิทยาศาสตร์ (Science name)	:	<i>Tamarindus indica</i> .Linn.
ชั้น (Class)	:	Dicotyledonae
อันดับ (Order)	:	Leguminales
วงศ์ (Family)	:	Leguminosae
สกุล (Genus)	:	Tamarindus
ชนิด (Species)	:	Tamarindus Indica

ถิ่นกำเนิด มะขามมีถิ่นกำเนิดทางตอนใต้ของเอเชียและแอฟริกาและแพร่กระจายมายังทวีปเอเชียสำหรับประเทศไทยมีมากในเขตภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น แพร่ เพชรบูรณ์ ลำปาง อุตรดิตถ์ เป็นต้น

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ มะขามหวานเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ เป็นไม้ยืนต้นที่มีเนื้อแข็ง ลักษณะต้นเป็นพุ่ม วงกลมขนาดใหญ่ ใบเป็นใบเล็กๆ ติดอยู่บนก้านใบใหญ่อีกทีหนึ่งเรียกใบชนิดนี้ว่าใบประกอบ ใบย่อยแต่ละใบมีความกว้างประมาณ 6 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 2 เซนติเมตร เรียงชิดกันสองข้างของก้านใบอย่างเป็นระเบียบ ซึ่งในก้านหนึ่งๆ จะมีใบย่อยอยู่ประมาณ 24 - 32 ใบ มีอายุยืนนานประมาณ 100 ปี มีความสูงเฉลี่ยประมาณ 40 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางของทรงพุ่มประมาณ 20 เมตร ผิวนอกของลำต้นขรุขระ (รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ, 2540)

ดอกมะขามเป็นดอกเดี่ยว แต่ใบหนึ่งก้านอาจมีดอกได้หลายดอกด้วยกันรวมกันเป็นพวง กลีบดอกล่างหรือกลีบดอกเลี้ยงมีสีเหลืองอมเขียวอ่อนๆ เมื่อดอกบานจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง และตัวกลีบดอกค่อนข้างหนา ส่วนกลีบดอกด้านในหรือด้านบนมีสีชมพูและมีเส้นลายแดงเหมือนเส้นโลหิตฝอยเป็นชนิดดอกสมบูรณ์เพศ ใน 1 ดอก มีเกสรตัวผู้ 3 อัน และเกสรตัวเมีย 1 อัน ดอกบานวันไหนก็จะผสมเสร็จวันนั้น ถ้าไม่ได้รับการผสมในวันนั้นหรือผสมไม่ติดภายในวันสองวันต่อดอกก็จะร่วงไปเอง

ฝักหรือผลของมะขามหวานเป็นชนิดผลเดี่ยวหรือฝักเดี่ยวแต่มีหลายเมล็ดมีตั้งแต่ 1 - 8 เมล็ดฝักเป็นฝักยาว ความยาวของฝักมะขามหวานประมาณ 3 - 8 นิ้ว กว้างหรือขึ้นอยู่กับความยาวของฝักแต่ละสายพันธุ์ บางพันธุ์เป็นฝักตรง บางพันธุ์เป็นฝักโค้ง เปลือกเมื่อยังดิบอยู่จะมีสีเขียว เมื่อแก่จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและเปลือกแยกออกจากเนื้อฝักหรือผลมีเส้นใยที่เรียกว่า รก ทอดไปตามความยาวของฝัก ฝักแบ่งเป็นข้อๆ แต่ละข้อจะคอดเล็กน้อยมีเมล็ดค่อนข้างโตห่อหุ้มด้วยเนื้ออ่อนนุ่มสีน้ำตาล ซึ่งอาจแบ่งตามลักษณะความยาวหรือความโค้งของฝักได้คือ

1. ฝักดาบ จะมีลักษณะค่อนข้างแบน โค้งเล็กน้อย มีลักษณะคล้ายมีดดาบ
2. ฝักโค้งเป็นวงฆ้อง มีลักษณะค่อนข้างกลมขนาดใหญ่ ส่วนยาวของฝักจะโค้งจนหัวและท้ายเกือบจรดกัน มีลักษณะคล้ายฆ้องวง
3. ฝักดิ่ง มีลักษณะค่อนข้างตรง ไม่โค้ง ฝักค่อนข้างกลม
4. ฝักคูกหรือฝักกระดุก ฝักจะมีลักษณะเป็นปล้องๆ ข้อถี่บ้าง ห่างบ้างโค้งบ้างตรงบ้าง ฝักมีทั้งกลมและแบนเปลือกจะนูนขึ้นมาเป็นเหลี่ยมโค้งเป็นประาะๆ มองเห็นเด่นชัดคล้ายฝักถั่วลิสงนับว่าเป็นมะขามหวานที่ลักษณะฝักไม่ค่อยดี มะขามหวานมีคุณค่าทางอาหาร ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางอาหารของมะขามหวาน

องค์ประกอบ	ร้อยละขององค์ประกอบ
โปรตีน	1.6 – 3.2
น้ำตาลทั้งหมด	0.27 – 0.6
ลิพิด	22.0 – 30.4
น้ำตาลซูโครส	0.1 – 0.8
เชลลูโลส	2.0 – 3.4
น้ำ	63.3 – 68.6

เมล็ดของมะขามเมื่ออ่อนมีสีขาว อ่อนนุ่ม และเมื่อแก่จะมีสีน้ำตาลแข็งเป็นมันเงา เนื้อในเมล็ดเป็นสีขาว ซึ่งประกอบด้วยเปลือกเมล็ดร้อยละ 30.1 แป้งร้อยละ 51.47 ส่วนที่เหลือเป็นความชื้นแป้งในเมล็ดนี้บางครั้งเรียกว่า TKP (tamarind kemel powder) ใช้บริโภคได้เพราะมีคุณค่าทางอาหารใกล้เคียงแป้งข้าวเจ้า แต่มะขามหวานจะมีลักษณะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับพันธุ์ของมะขามมีทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ผิวเรียบและขรุขระ

พันธุ์มะขามหวาน มะขามหวานมีอยู่หลายพันธุ์ บางพันธุ์อาจมีลักษณะและรูปร่างที่คล้ายกัน ซึ่งเจ้าของสวนมะขามหวานต้องตั้งชื่อขึ้นมาเองโดยยึดแหล่งผู้ปลูกหรือชื่อเจ้าของสวนเป็นเกณฑ์ เมื่ออาศัยระยะเวลาที่มะขามหวานออกผลแล้ว นักวิชาการเกษตรได้แบ่งพันธุ์มะขามหวานในจังหวัดเพชรบูรณ์ออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้

1. พันธุ์หนัก เป็นพันธุ์ที่ออกผลช้าเพราะมีอายุของวงจรชีวิตนาน ดังนั้นการแก้ไขของฝักจึงใช้ระยะเวลานาน เช่น พันธุ์หมื่นจง พันธุ์สีทอง และพันธุ์ปากดุก เป็นต้น
2. พันธุ์กลาง เป็นพันธุ์ที่ออกผลเร็วกว่าพันธุ์หนัก เช่น พันธุ์ขันตี พันธุ์อินทผลัม เป็นต้น
3. พันธุ์เบา เป็นพันธุ์ที่ออกผลเร็วเพราะวงจรในการออกผลใช้เวลาสั้น เช่น พันธุ์ศรีชมพูและพันธุ์น้ำผึ้ง เป็นต้น (เบญจพร ศรีสุวรรณ, 2544)

ข้อมูลมะขามหวานพันธุ์ต่างๆ ในจังหวัดเพชรบูรณ์มีการปลูกมะขามหวานหลายพันธุ์เนื่องจากลักษณะและรสชาติของแต่ละพันธุ์มีเอกลักษณ์เฉพาะแตกต่างกันไปตามลักษณะของแต่ละพันธุ์ ภูมิประเทศของแต่ละท้องถิ่น และลักษณะของภูมิอากาศ ทำให้มะขามมีความหลากหลายมากขึ้น ทำให้ผู้บริโภคสะดวกในการเลือกรับประทาน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. พันธุ์สีทอง เป็นเชื้อสายของพันธุ์หมื่นจงโดยนายหยัดเป็นผู้เพาะเมล็ดของพันธุ์หมื่นจงแล้วกลายพันธุ์มา (บางคนเรียกพันธุ์สีทองว่าพันธุ์นายหยัด) ลักษณะทั่วไปของพันธุ์สีทองคือ เปลือกของลำต้นสีค่อนข้างขาวนวล ลายแตกของเปลือกละเอียด ใบใหญ่และบาง ใบมีน้อย ทรงพุ่มอาบแน่นนอนไม่ได้ กิ่งก้านไม่เป็นระเบียบออกดอกช้ากว่าพันธุ์อื่นๆ ประมาณ 2-3 วัน ถ้าฝนแรกมาช้าจะออกดอกช้ามาก ลักษณะฝักโค้ง ใหญ่ยาว เปลือกฝักสีขาวนวล เนื้อหนา เนื้อสีทอง รสหวานจัด เมล็ดเล็ก นับว่าเป็นพันธุ์ที่มีฝักขนาดใหญ่ เนื่องจากมะขามหวานพันธุ์นี้เป็นพันธุ์หนักขนาดของฝักเลยแก่ช้าที่สุด ฝักแก่เก็บได้ราวปลายเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม
2. พันธุ์ขันตี มะขามหวานพันธุ์ขันตีมีถิ่นกำเนิดที่บ้านปาม่วง ตำบลท่าพล อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นพันธุ์ดั้งเดิมของจังหวัดเพชรบูรณ์ ลักษณะทั่วไป ใบถี่และเล็ก ใบหนาสีเขียว มองดูคล้ายมะขามเปรี้ยวลักษณะทรงพุ่ม ลำต้นคล้ายพันธุ์สีทองคือสีเปลือกค่อนข้างขาว มีลายแตกตามยาวละเอียดกว่าพันธุ์สีทอง ฝักค่อนข้างตรง ฝักสั้น มองเห็นเป็นข้อปล้องชัดเจน

กว่าพันธุ์ศรีชมภู รสชาติคล้ายกันอาจจะด้อยกว่าเล็กน้อย ออกดอกต้นเดือนพฤษภาคมและสุกแก่เก็บได้ราวเดือนมกราคม ฝักดกมาก

3. พันธุ์ศรีชมภู มีชื่อเดิมว่าพันธุ์น้ำร้อน ถิ่นกำเนิดอยู่ที่บ้านนาขตา อำเภอคำเที่ยง ตำบลน้ำร้อน อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นพันธุ์ที่นำมาจากเวียงจันทน์ ประเทศลาว ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2481 ได้ชื่อเสียงโด่งดังเนื่องจากครุอุดม ศรีชมภู ทำการทาบกิ่งและการสนับสนุนส่งเสริมลักษณะทั่วไปใบใหญ่สีเขียวแก่ ยอดอ่อนสีแดงเข้ม ออกแดงปนเหลืองมองเห็นชัดยอดใบอวบน้ำทรงพุ่มเป็นทรงกระบอกแน่นทึบ เปลือกลำต้นสีน้ำตาลเข้มมีลายแตกของเปลือกต้นหยาบพองกับหมื่นจง เป็นพันธุ์เบา ฝักแก่เก็บได้ราวต้นเดือนธันวาคม - เดือนกุมภาพันธ์

4. พันธุ์อินทผลัม เป็นพันธุ์ที่กลายพันธุ์มาจากพันธุ์หมื่นจง ชาวหล่มเก่า เรียกว่าพันธุ์หนองเล เพราะต้นกำเนิดอยู่ที่บ้านหนองเล อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ ลักษณะทั่วไปคือลำต้นที่เป็นลายแตกเหมือนกับพันธุ์หมื่นจง แต่หยาบกว่าพันธุ์หมื่นจง ใบเขียวเข้มทึบใบใหญ่และถี่ปานกลาง ยอดอ่อนสีเขียวอ่อน ทรงพุ่มค่อนข้างไปทางทรงรูปกระบอก ฝักค่อนข้างโค้งบ้างไม่แบนเรียบค่อนข้างกลม เนื้อเป็นสีน้ำตาลเข้ม เนื้อนุ่มลื่นอ่อน รสชาติอร่อยเฉพาะตัว ไม่หวานจัด ลักษณะเด่นอีกอย่างหนึ่งก็คือมีความทนทานต่อความแห้งแล้ง ให้ผลผลิตอยู่ในระดับปานกลาง ฝักแก่เก็บได้ประมาณกลางเดือนธันวาคม - ปลายเดือนธันวาคม

5. พันธุ์ประกายทอง มะขามหวานพันธุ์ประกายทองมีชื่อเดิมว่า พันธุ์ตาเป๊ะหรือพันธุ์ทอง ต้นกำเนิดได้มาจากการกลายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ดมะขามที่นำมาจากจังหวัดชัยภูมิซึ่งนายเลียงเป็นผู้เพาะขึ้น ลักษณะทั่วไป คือลำต้นเป็นพุ่มกลม ใบประกอบหนา สีเขียวเข้ม ยอดอ่อนมีสีขาว ผิวเปลือกของลำต้นหยาบ สีน้ำตาล ดอกมีสีขาวเป็นพวง ฝักมีขนาดใหญ่ กลมยาวและตรงปลายโค้งเล็กน้อย เปลือกฝักบาง ผิวเปลือกเรียบ สีน้ำตาล ในแต่ละฝักมีกร 3 - 4 เส้น เนื้อเป็นสีน้ำผึ้งออกทรายแดง รสหวานฉ่ำ กลิ่นหอม เมล็ดกลมแบนหรือคล้ายสี่เหลี่ยมคางหมู ขนาดใหญ่คล้ายเมล็ดมะขามเปรี้ยว เป็นพันธุ์ที่แก่เร็ว จัดเป็นพันธุ์เบาพันธุ์หนึ่ง เริ่มให้ผลผลิตได้ตั้งแต่เดือนธันวาคมไปจนถึงเดือนกุมภาพันธ์ แต่ข้อเสียของมะขามหวานพันธุ์ประกายทองคือ เปลือกผลบางทำให้แตกง่าย ความหวานฉ่ำและกลิ่นหอมทำให้ขึ้นราภายในเนื้อเกือบทั้งฝักเมื่อได้รับความชื้นทำให้เก็บไว้ได้ไม่นาน

มะพร้าว มะพร้าวเป็นพืชตระกูลปาล์มชนิดหนึ่งมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Cocos nucifera* Linn. (เกษร, 2542) สามารถแบ่งมะพร้าวได้เป็น 2 ประเภท คือ มะพร้าวพันธุ์พันธุ์ต้นเดี่ยว และมะพร้าวพันธุ์ต้นสูง โดยมะพร้าวพันธุ์ต้นสูงมีผลโคเนื้อหนาปริมาณเนื้อมาก ใช้เนื้อจากผลแก่ไปประกอบอาหาร หรือเพื่อทำมะพร้าวแห้งใช้ในอุตสาหกรรมน้ำมันพืช ส่วนมะพร้าวพันธุ์ต้นเดี่ยวทุก

พันธุ์จะมีผลขนาดเล็ก เมื่อผลแก่มีเนื้อบางและน้อย ส่วนใหญ่นิยมปลูกไว้เพื่อรับประทานผลอ่อน (สุภาวดี, 2542) ซึ่งพันธุ์มะพร้าวต้นเดี่ยวที่ปลูกเป็นการค้ามีอยู่ 3 ประเภท (เปรมปรี, 2542) คือ

1. มะพร้าวพันธุ์น้ำหวาน เป็นกลุ่มพันธุ์มะพร้าวอ่อนที่น้ำมีรสหวาน แต่ไม่มีกลิ่นหอม ซึ่งจะเป็นพันธุ์หมู่ลิ้นทั้งหลาย พันธุ์น้ำหวานนี้ปัจจุบันมีการปลูกเป็นการค้าปะปนอยู่ในสวนมะพร้าวน้ำหอมบ้างไม่มากนัก

2. มะพร้าวพันธุ์น้ำหอม จุดเด่นของพันธุ์นี้ คือ น้ำมะพร้าวมีกลิ่นหอม และรสหวาน จึงเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกเป็นการค้ามากที่สุด

3. มะพร้าวพันธุ์ตาล เป็นมะพร้าวที่ปลูกสำหรับทำน้ำตาลมะพร้าว หรือน้ำตาลปี๊ป โดยเฉพาะ ซึ่งจะมีลักษณะพิเศษ คือ ให้น้ำตาลมาก

นอกจากนี้ยังมีมะพร้าวพันธุ์ลูกผสม ซึ่งเป็นการผสมพันธุ์ขึ้นจากมะพร้าวพันธุ์ต้นสูงกับมะพร้าวพันธุ์ต้นเตี้ย มีลักษณะก้ำกึ่งระหว่างพันธุ์ทั้งสอง สามารถใช้เป็นมะพร้าวรับประทานผลอ่อนก็ได้ และเมื่อทิ้งไว้ให้ผลแก่ก็ยังให้เนื้อหนา จำหน่ายเป็นมะพร้าวแก่ หรือทำมะพร้าวแห้งได้ราคาดี

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

1. ผล (fruit) เมื่อมีการผสมเกสร ดอกตัวเมียจะพัฒนาเป็นผล ซึ่งผลมะพร้าวเป็นผลไม่ประเภท simple fruit เกิดจากรังไข่เดี่ยว เป็นชนิด dry และ flesh fruit (ผลที่มีเนื้อนุ่มน้ำ) (วิจิตร, 2529) จัดเป็นพวก fibrous drupe (นิยมเรียกว่า nut) (เกษร, 2542) ประกอบด้วย 3 carpels กับ 1 locule ผลมะพร้าวเกิดเป็นช่อเรียกว่า ทะลาย (bunch) มีเชื้อหุ้มผล (pericarp) ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้น คือ

1) exocarp คือ เปลือกชั้นนอกสุดของผลมะพร้าว ประกอบด้วยเส้นใยที่เหนียวและแข็ง กล่าวว่าส่วนนี้มีผิวเรียบ สีเปลือกอยู่ในช่วงสีเขียวถึงสีน้ำตาลแดง เมื่อมะพร้าวแก่เปลือกจะเปลี่ยนไปเป็นสีน้ำตาลเทา

2) mesocarp คือ เปลือกชั้นกลาง เรียกว่ากาบมะพร้าว (husk) ประกอบด้วยส่วนของเนื้อเยื่อทั้งหมดได้เปลือกชั้นนอกจนถึงกะลา มีความหนาประมาณ 2-15 เซนติเมตร ซึ่งขึ้นอยู่กับพันธุ์

3) endocarp คือ เปลือกชั้นใน เป็นส่วนของกะลามะพร้าว (shell) ซึ่งตรงส่วนบริเวณหัวของผลจะมีตา 3 ตา ซึ่งแต่ละตาจะอยู่ระหว่างเส้นแบ่งกะลาเป็น 3 ส่วน เป็นตาแข็งหรือตาบอด 2 ตา ส่วนอีกตาเป็นตาน้ำ มีขนาดใหญ่ และอยู่ตรงส่วนที่กว้างที่สุดของกะลา เมื่อต้นอ่อนงอกจะแทงทะลุตาน้ำนี้ออกมา

2. เมล็ด (seed) ส่วนของเมล็ด คือ ส่วนของผลทั้งหมดที่อยู่ในกะลา ประกอบด้วยเยื่อหุ้มเมล็ด(seed coat หรือ testa) (นพพร, 2542) ซึ่งเป็นแผ่นบางสีน้ำตาลไปจนถึงเอนโดสเปิร์ม (endosperm) ผลมะพร้าวมีเอนโดสเปิร์มอยู่ 2 ชนิด คือ เนื้อมะพร้าว (solid endosperm) และน้ำมะพร้าว (liquid endosperm) เมื่อผลแก่เยื่อหุ้มเมล็ดจะติดแน่นกับเนื้อมะพร้าว ส่วนน้ำมะพร้าวจะถูกใบเลี้ยง (cotyledons) ของต้นอ่อนดูดเข้าไปภายในและค่อยๆ ขยายขนาดขึ้นจนเต็มผล เรียกว่า จาว ซึ่งเป็นแหล่งอาหารสำหรับการงอกของต้นอ่อน (นพพร, 2542) สิ่งสำคัญที่สุดที่อยู่ในเมล็ดก็คือ คัพพะ หรือส่วนที่เป็นต้นอ่อน (embryo) ซึ่งเป็นอวัยวะที่แทรกตัวอยู่ในเนื้อใต้ตาน้ำ ขนาดเล็กเท่าหัวเข็มหมุด มีสีเหลืองอ่อน

3. เนื้อมะพร้าว เมื่อผลมะพร้าวมีขนาดโตเต็มที่ เนื้อมะพร้าวจะถูกสร้างขึ้นจากด้านที่อยู่ตรงข้ามก้านผล และขยายออกไปบริเวณรอบๆ ภายในผล โดยในช่วงแรกเนื้อมะพร้าวจะบาง และมีลักษณะเป็นวุ้น ต่อมาจะมีความหนา และความแข็งเพิ่มขึ้น และมีปริมาณน้ำมันเพิ่มขึ้น หลังจากการผสมเกสร มะพร้าวอยู่ในช่วง liquid phase ซึ่ง embryonal sac จะขยายใหญ่ขึ้นมาก จนสุดท้ายกลายเป็นโพรงของมะพร้าว ต่อจากนั้นจะเกิดของเหลวหนืดซึ่งประกอบด้วยเซลล์ที่จับซ้อนรวมกลุ่มกัน และเนื้อเยื่อจะถูกสร้างขึ้น แต่ในระยะนี้จะเป็นลักษณะของเซลล์ที่ลอยอยู่ในน้ำอย่างอิสระ โดยเนื้อมะพร้าวเริ่มสร้างจากเยื่อหุ้มเมล็ดซึ่งในตอนแรกมีลักษณะเป็นวุ้น และจะมีเนื้อแน่นขึ้น ทั้งนี้ Ceniza *et al.* (1993) รายงานว่าเนื้อมะพร้าวที่มีอายุมากขึ้นจะมีกรดไขมันสายสั้น (short-chain fatty acid) เพิ่มขึ้น และมีกรดไขมันสายยาว (long-chain fatty acid) ลดลง ซึ่งผลการวิจัยพบว่าส่วนก้นของผลจะมีกรดไขมันสายสั้นมากกว่าส่วนอื่นๆ แสดงว่าเนื้อมะพร้าวจะสร้างจากบริเวณก้นผล (ส่วนที่อยู่ตรงข้ามตาน้ำ) ไปยังหัวผล (ส่วนของผลที่มีตาน้ำ)

น้ำ นอกจากแป้งซึ่งเป็นส่วนผสมหลักในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่แล้ว วัตถุดิบที่สำคัญรองลงมา คือ น้ำ ซึ่งถ้าปราศจากน้ำ การผลิตขนมปังหรือการทำผลิตภัณฑ์อีกหลายๆ อย่างจะเกิดขึ้นไม่ได้ น้ำที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์นั้นอาจเป็นน้ำทั่วๆ ไป หรือเป็นน้ำที่อยู่ในน้ำมัน หรือน้ำผลไม้ก็ได้ คือ เป็นของเหลวที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ น้ำเป็นของเหลวที่จำเป็นในการทำให้อาหารเกิดขึ้นเป็นโครงร่างของลูกก็ นอกจากนั้นยังช่วยควบคุมความหนืดของแป้งอีกด้วย

ชนิดของน้ำ น้ำจำแนกตามปริมาณของอินทรีย์สารและเกลือแร่ที่ละลายอยู่ในน้ำเป็น 6 ชนิดด้วยกัน คือ

1. น้ำอ่อน (soft water) เป็นน้ำที่มีปริมาณของแร่ธาตุละลายอยู่ต่ำ
2. น้ำกระด้าง (hard water) จะมีพวกแร่ธาตุละลายอยู่ในปริมาณสูง น้ำกระด้างนี้อาจเป็นน้ำกระด้างชั่วคราว (temperary hardness) หรือน้ำกระด้างถาวร (permanent hardness)

3. น้ำด่าง (alkaline water) เป็นน้ำที่มีพวกละเคียมน้ำคาร์บอเนต
4. น้ำที่มีความเป็นกรด (acid water) มักพบในที่ ๆ เป็นเหมืองแร่ และเป็นน้ำที่ได้รับจากน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม น้ำที่มีความเป็นกรดนั้นไม่ค่อยมีในธรรมชาติ
5. น้ำที่มีสารแขวนลอย (turbid water) น้ำทุกชนิดที่กล่าวมาข้างต้นอาจจะเป็นน้ำประเภทนี้ได้ โดยเกิดมีสารแขวนลอยอยู่ เช่นดินเหนียว ทรายละเอียด ตะกอนหรืออื่น ๆปะปนอยู่

หน้าที่ของน้ำที่มีต่อผลิตภัณฑ์ น้ำทำหน้าที่หลายอย่างในการทำผลิตภัณฑ์ดังนี้ คือ

1. ทำให้เกิดกลูเตน
2. น้ำช่วยควบคุมความหนืดของโด เปอร์เซ็นต์ของน้ำที่ใช้จะแสดงให้เห็นถึงความหนืดของโด
3. น้ำช่วยควบคุมอุณหภูมิของโด และการที่จะทำให้โดมีความอุ่นหรือเย็นสามารถควบคุมที่น้ำได้
4. น้ำช่วยละลายเกลือและส่วนผสมอื่นที่ไม่ใช่แป้ง เช่น น้ำตาล เกลือ และโปรตีนที่ละลายน้ำได้ให้เป็นเนื้อเดียวกัน
5. น้ำจะทำให้สตาarchเปื่อยและเกิดการพองตัว ทำให้ย่อยง่าย
6. ช่วยให้เอนไซม์ทำงานได้ดี
7. ช่วยให้เก็บผลิตภัณฑ์ไว้ได้นาน
8. ช่วยกระจายยีสต์ในการหมักโด

ในการผสมแป้งสำหรับทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่มักจะต้องมีน้ำอยู่ด้วย ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของน้ำประปาธรรมดาหรือน้ำในส่วนประกอบของไข่ นม หรืออิมัลชัน ปริมาณของน้ำที่ใช้จะต่างกันไปตามความสามารถในการดูดซึมน้ำของแป้ง และชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทำ เมื่อผสมน้ำกับแป้งจะเกิดก้อนแป้งที่มีลักษณะและ เหนียว และยืดหยุ่นได้ ซึ่งเรียกว่า “โด” โครงสร้างของโด คือ กลูเตนซึ่งเป็นโปรตีนที่ไม่ละลาย ยิ่งในโดมีปริมาณน้ำมากเท่าใด สตาarchซึ่งเป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่ของแป้งก็จะยืดไว้มากเท่านั้น สตาarchจะดูดซับน้ำไว้บนผิวนอกในขั้นตอนแรกของการผสม เมื่อการผสมดำเนินต่อไป โดยจะค่อย ๆ หายและ จนเมื่อถึงหรือจับดูจะไม่ติดมือหรือติดข้าง ๆ อ่างผสม ในสภาพเช่นนี้แสดงว่า โดได้รับการผสมอย่างพอเพียงแล้ว ในขณะนี้โปรตีนจะได้รับการผสมน้ำอย่างเต็มที่ และเซลล์ของสตาarchก็จะดูดซึมน้ำเข้าไปประมาณครึ่งหนึ่งของน้ำหนักแป้ง เราสามารถที่จะบันทึกน้ำหนักของโด เพื่อเป็นการตรวจสอบน้ำหนักของวัตถุดิบที่ใช้และเพื่อคำนวณหาน้ำหนักที่สูงเกินไปในระหว่างการหมัก เพราะน้ำหนักของโดจะลดลงเมื่อการหมักดำเนินต่อไป น้ำหนักที่หายไปส่วนมากเกิดจากการไถ่ลมหรือโดยการระเหย

ออกจากผิวนอกของโดในระหว่างการอบ น้ำหนักส่วนใหญ่จะหายไปโดยที่น้ำที่มีอยู่ในก้อนขนมปังเปลี่ยนเป็นไอน้ำและระเหยออกไปเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ โดที่มีความเหนียวแน่นมากเกินไป เนื่องจากน้ำน้อยเกินไป ปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในโดจะมีผลอย่างยิ่งต่อโครงสร้างของขนมปัง น้ำจะทำให้เนื้อใน (crumb) ของผลิตภัณฑ์อ่อนนุ่มและมีขนาดและรูปร่างของเซลล์เปิด โดที่จะแน่นจะทำให้เนื้อในของขนมปังมีขนาดและรูปร่างของเซลล์ที่ปิดแน่น มีเปลือกนอก (crust) แข็งและมีปริมาตรเล็ก น้ำแข็งอาจนำมาใช้ในการทำโดได้ในบางกรณี หรือใช้สำหรับผสมขนมปัง โดยเฉพาะในกรณีที่โดผสมนั้นมีอุณหภูมิสูงเกินไป

น้ำตาล น้ำตาลเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึก ละลายได้ดีในน้ำและมีรสหวาน จัดอยู่ในประเภทคาร์โบไฮเดรต น้ำตาลที่มีขายในตลาดนั้นเป็นน้ำตาลทรายขาวที่ผลิตจากอ้อย น้ำตาลนี้เป็นซูโครสที่บริสุทธิ์ 99.9% มีอยู่หลายชนิดแต่ที่นำไปใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ เบเกอรี่ทั่วๆ ไปมี 3 ชนิดด้วยกัน คือ

1. น้ำตาลทรายขาว (granulated sugar) ใช้มากในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ น้ำตาลทรายมีขนาดความละเอียดต่าง ๆ กัน มีตั้งแต่เป็นผงละเอียดมาก ธรรมดา และหยาบ ในต่างประเทศจะบอกขนาดความละเอียดไว้ที่กล่องบรรจุ สำหรับเมืองไทยที่วางขายทั่วๆ ไป มี 3 ขนาด คือ ขนาดธรรมดา ผลึกใหญ่หยาบและเป็นผงละเอียด น้ำตาลทรายที่ใช้ได้ผลดีควรมีความละเอียดและขาว เพราะจะผสมเข้ากับส่วนผสมอื่น ๆ ได้ดี ถ้าน้ำตาลที่ใช้มีขนาดผลึกใหญ่และหยาบ จะเข้ากับครีมและเนยไม่ได้ดีเพราะผลึกที่ใหญ่จะละลายไม่หมดและมักจะคงอยู่ในรูปผลึกของน้ำตาล จะไม่ละลายโดยความร้อนจากตู้อบและน้ำตาลที่อยู่ใกล้ๆ ผิวขนมจะเกิดเป็นจุดขึ้น นอกจากนั้นผลึกน้ำตาลที่หยาบจะไปอุดตันที่เคลือบเครื่องผสมหรือขามผสม ทำให้เกิดสีเทาขึ้นในผลิตภัณฑ์และจะยิ่งเป็นมากขึ้น ถ้าน้ำหรือไขมันที่นำมาติดกับน้ำตาลทรายหยาบมีความเย็นมากอย่างใดก็ตามโอกาสที่จะใช้น้ำตาลทรายหยาบก็มีมาก เช่น ใช้ในการโรยไปบนคุกกี้ โดยย่อมเป็นสีต่าง ๆ ใช้ทำไส้ขนมและไอศกรีม สำหรับทำไอซิ่งและแต่งหน้าเค้กควรใช้น้ำตาลทรายผงละเอียด

2. น้ำตาลไอซิ่ง (icing or confectionery sugar) น้ำตาลชนิดนี้เป็นผงละเอียดที่มีแป้งข้าวโพดปนอยู่ด้วยประมาณ 3% ทั้งนี้เพื่อป้องกันการจับตัวเป็นก้อนหรือป้องกันการเป็นผลึกของน้ำตาล ส่วนมากใช้ในการทำไอซิ่งและผสมกับแป้งทำแป้งเค้กสำเร็จรูป ความละเอียดของน้ำตาลชนิดนี้ช่วยให้ผสมง่ายขึ้นและมักใช้กับแองเจิลเค้ก

3. น้ำตาลทรายแดง (yellow or brown sugar) น้ำตาลชนิดนี้จะมีพวกคาราเมล แร่ธาตุ และความชื้นปนอยู่ด้วย และยังเป็นน้ำตาลที่ไม่บริสุทธิ์หรือเรียกว่าน้ำตาลดิบ น้ำตาลชนิดนี้ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการกลิ่นรสและสีของน้ำตาลทรายแดง ส่วนใหญ่ใช้ในการทำคุกกี้

และเค็กบางชนิด เช่น ฟรุตเค้ก ไม่ใช้ในการทำเค้กที่มีความเบาตัว ถ้าจำเป็นต้องใช้ ต้องเพิ่มความระมัดระวังให้มากในการที่จะผสม

หน้าที่ของน้ำตาลที่มีต่อผลิตภัณฑ์ น้ำตาลทำหน้าที่ต่าง ๆ ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ คือ

1. ให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะขนมเค้ก
2. เป็นอาหารของยีสต์ในระหว่างการหมัก
3. ใช้เตรียมเป็นไอซิ่งชนิดต่าง ๆ สำหรับผลิตภัณฑ์เบเกอรี่
4. ช่วยในการตีครีมและตีไข่ให้มีความคงตัวและขึ้นฟู
5. ช่วยให้เนื้อขนมดี
6. ช่วยเก็บความชื้นและทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มอยู่ได้นาน
7. ทำให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์มีสีดี
8. เพิ่มคุณค่าทางอาหารแก่ผลิตภัณฑ์

น้ำตาลที่ใช้ในผลิตภัณฑ์คุกกี้ ได้แก่

1. น้ำตาลทราย เป็นน้ำตาลทรายชนิดเม็ดละเอียด น้ำตาลทรายจะเป็นตัวช่วยให้อากาศแทรกในเนื้อเนยได้มากยิ่งขึ้น คุกกี้จะมีความโปร่งฟูพอเหมาะ ถ้าใช้น้ำตาลทรายเม็ดโต คุกกี้ที่ได้จากเกล็ดน้ำตาลบนผิวหน้า มีเนื้อสัมผัสที่นุ่ม และขยายตัวมากกว่าน้ำตาลชนิดละเอียดใน คุกกี้ ช่วยควบคุมขนาดของคุกกี้มีเบคกิ้งโซดาเหมาะสมสำหรับคุกกี้ที่มีส่วนผสมที่มีความเป็นกรด เช่น คุกกี้ผลไม้ คุกกี้น้ำตาล คุกกี้ช็อกโกแลต ขนมะขยาดัวทั้งด้านหน้าและด้านข้าง มีรูปทรงที่ดี เนื่องจากเบคกิ้งโซดาจะไปทำให้กลูเต็นในแป้งอ่อนตัว

2. น้ำตาลไอซิ่ง นิยมใช้สำหรับคุกกี้ที่ต้องการมีเนื้อละเอียด เช่น คุกกี้เนยสด คุกกี้ม้วน ในส่วนผสมของน้ำตาลไอซิ่งมีแป้งข้าวโพดผสมอยู่ด้วย ดังนั้นจะทำให้คุกกี้มีเนื้อขนมเนียนมากขึ้นด้วย

น้ำมันหมู (Lard) คนไทยในสมัยก่อนนิยมน้ำมันหมู บางคนทำน้ำมันหมูเองโดยการนำมันหมูมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆแล้วนำไปเจียว คุณภาพของหมูขึ้นอยู่กับตำแหน่งของมันหมู น้ำมันที่เจียวจากมันเปลงที่อยู่รอบๆไต มีคุณภาพดีกว่าน้ำมันที่เจียวจากมันหมูแข็ง

น้ำมันหมู ซึ่งมีระดับไขมันแตกต่างกัน ขึ้นกับว่านำมาจากส่วนใดของหมู และผ่านกระบวนการหรือไม่ น้ำมันหมูไม่เป็นที่นิยมเพราะมีกรดไขมันประเภทอิ่มตัวที่สูงมาก คือสูงกว่าน้ำมันพืชจากทานตะวัน ถั่วเหลือง มะกอก ข้าวโพด อีกทั้งมีระดับปริมาณคอเลสเตอรอลสูงและมีระดับความพึงใจต่ำ เพราะมาจากสัตว์ ดังนั้นหากบริโภคน้ำมันหมูในอาหาร โอกาสสูงมากกว่าที่ผู้บริโภคจะมีน้ำหนักตัวมากและมีคอเลสเตอรอลสูง ซึ่งทำให้ป่วยเป็นโรคหลอดเลือดและหัวใจ (cardiovascular disease) มากกว่า เมื่อเทียบกับ การบริโภคน้ำมันพืชในอาหาร

น้ำมันปาล์ม (palm oil) เป็นน้ำมันที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรม เนื่องจากไม่มีกลิ่นที่รุนแรงเหมือน มีการคงทนต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้สูงและมีคุณค่าทางโภชนาการ เนื่องจากมีองค์ประกอบของกรดไขมัน (50% unsaturated no trans acid) ราคาถูก และมีสีที่ดี (favorable light) เมื่อเทียบกับน้ำมันชนิดอื่นๆ สมบัติในการทอดที่ดีของน้ำมันปาล์ม คือ มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวปานกลาง มี linolenic acid และ tocopherol (380 – 890 ppm) ซึ่งเป็นสารกันหืนธรรมชาติทำให้น้ำมันปาล์มเป็นน้ำมันที่มีประสิทธิภาพ (Hui, 1996)

การทอด

การผลิตโดยใช้กระบวนการทอดซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมระดับครัวเรือนได้ ซึ่งจะอธิบายเกี่ยวกับเรื่องของทอดแบบน้ำมันท่วมชิ้นอาหาร น้ำมันหรือไขมันที่ใช้ในการทอด และปัจจัยที่ส่งผลต่อขนมขบเคี้ยวดังนี้

1. การทอดแบบน้ำมันท่วมชิ้นอาหาร (deep-fat frying)

การทอดแบบน้ำมันท่วมชิ้นอาหารหรือ deep-fat frying เป็นกรรมวิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้รับความนิยมและใช้กันอย่างกว้างขวางทั้งในระดับครัวเรือนและระดับอุตสาหกรรม ในการทอดแบบ deep-fat frying อาหารจะจมอยู่ในน้ำมันหรือไขมันที่มีอุณหภูมิสูง โดย Moreira *et al.* (1999) กล่าวว่าน้ำมันขณะทอดส่วนใหญ่จะมีอุณหภูมิ 150 – 190 องศาเซลเซียส ความร้อนจากน้ำมันจะทำให้ น้ำที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ระเหยเป็นไอ และเคลื่อนออกมาที่ผิวของผลิตภัณฑ์ และออกไปยังผิวหน้าของน้ำมัน ขณะเดียวกันน้ำมันก็จะถูกดูดซับเข้าไปในผลิตภัณฑ์ ด้วยการแทนที่น้ำที่ระเหยออกไปกลายเป็นส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นคุณภาพของน้ำมันหรือไขมันที่ใช้ในการทอดจึงมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการทอด

2. น้ำมันและไขมันที่ใช้ในการทอด

กรรมวิธีการผลิตขนมแบบทอด (deep fat frying) นั้น น้ำมันที่ใช้ในการทอดจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างจากน้ำมันที่ใช้เป็นขบเคี้ยว (shortening) หรือใช้ในการเคลือบ (coating) คือ จะต้องมียุจุดเกิดควัน (smoking point) ที่สูง และมีความคงตัวต่อการเกิดไฮโดรไลซิส (hydrolysis) และการเกิดออกซิเดชัน (oxidation) ที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้น (Matz, 1991) สำหรับน้ำมันปาล์มมีคุณสมบัติที่ดี

เนื่องจากไม่มีกลิ่นที่รุนแรงเหมือน มีการคงทนต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้สูง และมีคุณค่าทางโภชนาการราคาถูก และมีสีที่ดี

3. ปัจจัยที่มีผลต่อขนมที่ผ่านกระบวนการทอด

ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการทอดซึ่งจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของขนม คือ สภาพในการทอด โดย ธงชัย (2535) กล่าวว่าสภาวะในการทอดจะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่จะได้มากโดยการทอดจะทำให้เกิดการพองตัวของแป้ง (starch gel) ขึ้น ซึ่งจะมีผลต่อสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ การพองตัวขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 อย่างคือ ความดัน และความต้านทาน ความดันเกิดจากการให้พลังงานเข้าไปในอาหารจะโดยวิธีใดก็ตาม เนื่องจากน้ำที่แทรกอยู่ในอาหารเกิดการขยายตัวดันให้เนื้ออาหารเป็นโพรง หรือรูพรุน เพื่อให้ความชื้นหลุดออกจากเนื้ออาหารได้ในขณะเดียวกันก็จะเกิดแรงดัน หรือแรงยึดไม่ให้น้ำขยายตัวหรือหลุดไป ถ้าใช้พลังงานพอเหมาะจะทำให้เกิดความดันเท่ากับความต้านทานการพองตัวที่ได้จะมีการพองตัวสม่ำเสมอทั่วทั้งชิ้นอาหาร ทำให้ความชื้นที่เหลืออยู่พอเหมาะที่จะทำให้มีความกรอบพอเหมาะพอดี มีโครงสร้างเนื้อสัมผัสดีไปด้วย แต่ถ้าความดันน้อยกว่าความต้านทาน ลักษณะเนื้อสัมผัสจะไม่ดี มีรูพรุนไม่สม่ำเสมอ ส่วนที่ไม่มีรูพรุนก็จะแข็ง

ปัจจัยในการทอดที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของขนมมีหลายประการ เช่น คุณภาพของน้ำมัน ความชื้นเริ่มต้น อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการทอด ขนาด และองค์ประกอบของอาหาร ได้แก่ อัตราส่วนของอะไมโลสต่ออะไมโลเพกติน ปัจจัยดังกล่าวมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เช่น การดูดซับน้ำมันหรือการอมน้ำมันของผลิตภัณฑ์ สี และเนื้อสัมผัส เป็นต้น

3.1 คุณภาพของน้ำมัน ในระหว่างการทอดน้ำมันจะถูกดูดซับเข้าไปในผลิตภัณฑ์ ด้วยการแทนที่น้ำที่ระเหยออกไปกลายเป็นส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นคุณภาพของน้ำมันหรือไขมันที่ใช้ในการทอดจึงมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการทอด น้ำมันที่ได้รับความร้อนเป็นเวลานานหรือใช้ทอดหลายๆ ครั้ง น้ำมันจะเกิดการเสื่อมเสีย ซึ่งจะมีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ (Moreira *et al.*, 1999) จากการทดลองของ Moreira *et al.* (1997) พบว่า tortilla chips ที่ทอดในน้ำมันที่ผ่านการใช้มาแล้วมีผลทำให้มีน้ำมันปริมาณมากสะสมอยู่ที่ผิวหน้าของตัวอย่างมากกว่า tortilla chips ที่ทอดในน้ำมันใหม่

3.2 อุณหภูมิและเวลาในการทอด สาเหตุการอมน้ำมันมาจากอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการทอด การทอดที่ใช้อุณหภูมิต่ำปริมาณน้ำมันในผลิตภัณฑ์ก็จะต่ำด้วย ในขณะที่การเพิ่มเวลาในการทอดจะทำให้ปริมาณน้ำมันเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ขนาดของชิ้นอาหารก็มีผลต่อการอมน้ำมัน โดยตัวอย่างที่มีความหนาเพิ่มขึ้นการอมน้ำมันจะลดลง ดังจะเห็นได้จากผลการทดลองของ Krokida *et al.* (2000) ซึ่งได้ศึกษาผลของอุณหภูมิ เวลาที่ใช้ในการทอด และขนาดของชิ้นมันฝรั่งที่มีผลต่อการดูดซับน้ำมันระหว่างกระบวนการทอด พบว่าปริมาณน้ำมันจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการทอด ซึ่งการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำมันจะเกิดขึ้นในช่วง 10 วินาที

แรกของการทอด หลังจากนั้นเมื่อทอดต่อไปปริมาณน้ำมันก็จะคงที่ และพบว่าการใช้อุณหภูมิในการทอดสูงจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีการดูดซับน้ำมันได้มากกว่าการทอดที่อุณหภูมิต่ำ นอกจากนี้ชั้นมันฝรั่งที่มีความหนา 5 มิลลิเมตร จะมีการดูดซับน้ำมันได้มากกว่าชั้นมันฝรั่งที่มีความหนา 10 และ 15 มิลลิเมตร ตามลำดับอุณหภูมิ และเวลาในการทอด นอกจากจะเป็นสาเหตุของการอมน้ำมันแล้วยังมีผลต่อสีของผลิตภัณฑ์ด้วย จากการศึกษาของ Krokida *et al.* (2001) พบว่า เมื่อใช้อุณหภูมิในการทอดสูง (190 องศาเซลเซียส) จะทำให้ค่าความสว่าง (lightness) มีค่าต่ำกว่าการใช้อุณหภูมิในการทอดต่ำ (150 และ 170 องศาเซลเซียส) ในขณะที่ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) มีค่าสูงกว่า และพบว่าเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการทอดจะทำให้ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) มีค่าเพิ่มขึ้นในขณะที่ค่าความสว่างจะเพิ่มขึ้นในช่วงแรกหลังจากนั้นจะคงที่ นอกจากนี้ Moreira *et al.* (1999) กล่าวว่า เฟรนฟรายด์แช่แข็งที่ใช้ระยะเวลาในการทอดนานเกินไปจะทำให้มีเนื้อสัมผัสแข็งขึ้นและไม่เป็นที่ยอมรับ

3.3 ความชื้นเริ่มต้น ความชื้นของส่วนผสมของวัตถุดิบมีผลต่อความหนาแน่นของขนม และการพองตัว ความชื้นได้จากน้ำที่ใช้เป็นส่วนผสม และน้ำจากองค์ประกอบของวัตถุดิบจะมีผลต่อการแตกตัวของเม็ดแป้งมากซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ถ้าใช้น้ำมากเกินไปเม็ดแป้งจะแตกตัวมากให้เจลที่เหนียว ในทางตรงกันข้ามถ้าใช้ปริมาณน้ำน้อยเกินไปแป้งจะพองตัวน้อยไม่สุกและจะไม่เกิดเจลมากนัก เมื่อนำไปทอดจะไม่พองตัว โดยแป้งชนิดต่างๆ มีความสามารถในการพองตัว และการดูดน้ำไม่เท่ากัน นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อใส่ส่วนผสมอื่นที่มีความชื้นสูงลงไปด้วย ปริมาณน้ำที่ใช้จะลดลงแต่จะลดลงเท่าใดขึ้นอยู่กับชนิดของส่วนผสมนั้น ความชื้นเริ่มต้นมีผลต่อการดูดซับน้ำมันของผลิตภัณฑ์ ดังจะเห็นได้จากการทดลองของของ Moreira *et al.* (1997) ที่ศึกษาปัจจัยในการเพิ่มขึ้นของน้ำมันในผลิตภัณฑ์ tortilla chips ในกระบวนการทอดแบบ deep-fat frying โดยศึกษาสภาวะที่แตกต่างกันในการทอด พบว่าตัวอย่างที่มีความชื้นเริ่มต้นที่สูงจะมีการดูดซับน้ำมันปริมาณสูงด้วย และพบว่าปริมาณน้ำมันสุดท้ายกับปริมาณน้ำที่เคลื่อนที่ออกจากตัวอย่างมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิที่ใช้ในการทอด

3.4 ขนาดของชิ้นอาหาร ขนาดของชิ้นอาหารที่มีขนาดเล็กมีแนวโน้มที่จะอมน้ำมันได้สูง ซึ่งจะเห็นได้จากผลการทดลองของ Moreira *et al.* (1997) ที่ศึกษาปัจจัยในการเพิ่มขึ้นของน้ำมันในผลิตภัณฑ์ tortilla chips ในกระบวนการทอดแบบ deep-fat frying พบว่าขนาดของตัวอย่างมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของน้ำมันอย่างมีนัยสำคัญ ตัวอย่างที่มีขนาดเล็กจะมีการดูดซับน้ำมันปริมาณสูง และให้ผลการทดลองเช่นเดียวกับ Krokida *et al.* (2000) ซึ่งได้ศึกษาผลของขนาดของชั้นมันฝรั่งต่อการดูดซับน้ำมัน พบว่า ชั้นมันฝรั่งที่มีความหนา 5 มิลลิเมตร จะมีการดูดซับน้ำมันได้มากกว่า ชั้นมันฝรั่งที่มีความหนา 10 และ 15 มิลลิเมตร ตามลำดับ ขนาดของชิ้นอาหารนอกจากจะ

มีผลต่อการดูดซับน้ำมันแล้วยังมีผลต่อสีของผลิตภัณฑ์ด้วย จากการทดลองของ Krokida *et al.* (2001) พบว่าเมื่อใช้อุณหภูมิ และระยะเวลาในการทอดที่เท่ากัน มันฝรั่งที่มีความหนา 5 มิลลิเมตร จะมีค่าความสว่างน้อยกว่ามันฝรั่งที่มีความหนา 10 และ 15 มิลลิเมตร แต่มีค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) สูงกว่า

3.5 อัตราส่วนของอะไมโลสต่ออะไมโลเพกติน อัตราส่วนของอะไมโลสต่ออะไมโลเพกตินมีผลต่ออัตราการพองตัวโดยปริมาตรและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว กล่าวคืออะไมโลเพกตินจะช่วยให้พองตัว มีน้ำหนักเบาส่วนอะไมโลสถ้ามีมากจะลดการพองตัว หรือทำให้ปริมาตรจำเพาะลดลง แต่จะไปลดน้ำมันระหว่างทอด ดังนั้นผลิตภัณฑ์อาหารว่างแต่ละชนิดจะต้องมีปริมาณอะไมโลสและอะไมโลเพกตินในแป้งในอัตราส่วนที่เหมาะสมแตกต่างกันไป แป้งที่มีอะไมโลสร้อยละ 5 – 20 จะให้คุณสมบัติตามต้องการ คือ มีการพองตัวดี แต่ไม่ดูดซับน้ำมันมากเกินไป (Charles, 1969) ในกรณีที่วัตถุดิบมีปริมาณอะไมโลสมากกว่าร้อยละ 50 นฤดม (2528) กล่าวว่า จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะแน่นพองตัวได้ยาก แข็งกรอบ และมีความกรอบอยู่นาน ถ้าเม็ดแป้งที่มีอะไมโลเพกตินสูง การแตกตัวจะเป็นไปอย่างง่ายดายให้เจลที่เหนอะหนะและยืดออกได้ดี เมื่อนำไปทำผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจะพองตัวออกได้มาก แต่เก็บได้ไม่นานเมื่อสัมผัสกับอากาศจะอ่อนตัว ไม่กรอบ และยังมีผลถึงการดูดซับน้ำมันในการทอดด้วยคือการพองตัวยิ่งมาก การดูดน้ำมันจะเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ Chinnaswamy and Hanna (1988) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอะไมโลสร้อยละ 0 – 70 กับคุณสมบัติในการพองตัวของสตาร์ช ข้าวโพดในผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้จากกระบวนการเอ็กซ์ทรูชัน ผลการศึกษาพบว่าอัตราการพองตัวของสตาร์ชจะเพิ่มขึ้นจาก 8 เป็น 16.4 เมื่อปริมาณอะไมโลสเพิ่มจากร้อยละ 0 เป็นร้อยละ 50 (โดยน้ำหนักแห้ง) หลังจากนั้นอัตราการพองตัวจะลดลง และนอกจากนี้ปริมาณอะไมโลสที่สูงขึ้น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความหนาแน่นลดลง ค่าแรงเนียนของผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้น

การเสื่อมเสียคุณภาพจากการเหม็นหืน

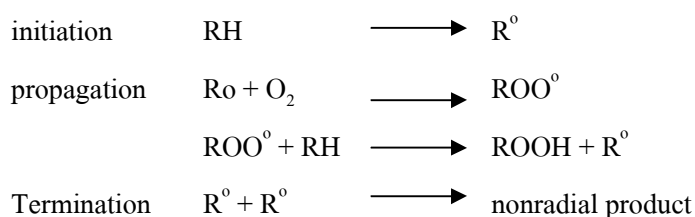
เนื่องจากกะหรี่ปั๊บบมีส่วนประกอบของไขมัน ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้เมื่อเก็บรักษาไว้อาจเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพจากการหืนได้ การเหม็นหืนในอาหาร Perkins (1996) อธิบายไว้ว่าสามารถเกิดได้ 3 ทาง ดังนี้

1. Hydrolytic rancidity เกิดจากการที่ไขมันแตกตัวออก (fat splitting) การเกิดปฏิกิริยานี้ต้องมีน้ำเข้าไปเกี่ยวข้องด้วย และอาจมีเอนไซม์ย่อยไขมัน (lipolytic enzyme) เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ซึ่งมักมีอยู่แล้วในอาหารนั้นตามธรรมชาติหรืออาจเกิดขึ้นจากเชื้อจุลินทรีย์สร้างขึ้นมา การหืนลักษณะนี้ทำให้เกิดกรดไขมันอิสระในปริมาณที่สูงขึ้นกว่าปกติ จึงทำให้มีกลิ่นคล้ายสบู่เกิดขึ้นใน

ผลิตภัณฑ์ วิธีป้องกันกำจัดความหืนนี้คือการทำ น้ำมันให้บริสุทธิ์ (refining) และการทำ ลาย เอนไซม์นั้นเสีย (Perkins, 1996)

2. Ketonic rancidity เกิดจากจุลินทรีย์โดยตรง ทำให้เกิดปฏิกิริยา β -oxidation ขึ้นใน ไขมัน และผลจากการหืนแบบนี้จะได้สารประกอบคีโตน การหืนแบบนี้มักเกิดในน้ำมันมะพร้าวที่ ขึ้นรา มีความชื้น และสารอาหารพวกไนโตรเจนเข้ามาเกี่ยวข้องเพื่อการเจริญของราด้วย เมื่อ เกิดปฏิกิริยาดังกล่าวจะทำให้ได้สารประกอบ methyl – amyl ketone นอกจากนี้ยังพบว่าเกิดกับ ผลิตภัณฑ์นม การหืนนี้พบน้อยมากในอาหารที่ผ่านการแปรรูปและบรรจุในภาชนะที่ดี ถูกต้องและ มีสุขลักษณะที่ดีการป้องกันการหืนแบบนี้จึงทำได้โดยกำจัดความชื้น และสารประกอบไนโตรเจน (Perkins, 1996)

3. Oxidative rancidity เป็นปัญหาหลักของผลิตภัณฑ์อาหารทอด และเป็นสาเหตุหลักของ การเสื่อมเสียของอาหาร(Jonnalagadda et al., 2001) บางครั้งเรียกว่าออโตออกซิเดชัน(autooxidation) เป็นการหืนที่เกิดขึ้นจากไขมันสัมผัสกับออกซิเจนโดยตรง หรืออาจจะเกิดจากปฏิกิริยาโฟโตเคมี (photochemical reaction) หรือโดยสารบางอย่างที่เติมลงในน้ำมัน ไขมันที่จะเกิดการหืนแบบนี้ ได้อย่างรวดเร็วมักเป็นพวกที่มีพันธะคู่ในกรดไขมัน (unsaturated fatty acid) ซึ่งปฏิกิริยาแบบนี้เป็น แบบลูกโซ่ ซึ่งจะอธิบายได้เป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นเริ่มต้นซึ่งได้อนุมูลอิสระ (R°) เกิดขึ้นแล้วอนุมูล อิสระนี้จะทำ ปฏิกิริยากับออกซิเจนเกิดเป็นอนุมูลเพอร์ออกไซด์ (peroxy radical, ROO°) แล้วจะทำ ปฏิกิริยาต่อตรงพันธะคู่ของกรดไขมันอีก เกิดเป็นไฮโดรเพอร์ออกไซด์ (hydroperoxide, $ROOH$) คือเกิด peroxide bridge ตรงพันธะคู่ ดังสมการ คือ



ซึ่งการเกิดปฏิกิริยาในขั้นตอนที่ได้ ROO° และ $ROOH$ นี้จะเป็นขั้นตอนที่เรียกว่า propagation โดยทั่วไปไฮโดรเพอร์ออกไซด์จะไม่มีกลิ่นรสเลย แต่จะไม่คงตัวมักสลายให้ สารประกอบแอลดีไฮด์ คีโตนพอลิเมอร์ ลิพิดเพอร์ออกไซด์ และอนุมูลอิสระ สารเหล่านี้จะกลับเข้าไปก่อให้เกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องได้อีกด้วย ซึ่งเป็นการเกิดปฏิกิริยาในขั้นสุดท้าย (Perkins, 1996)

การเหม็นหืนที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว เกิดเป็นสารเพอร์ออกไซด์ ซึ่ง จะสลายตัวไปเป็นสารที่ระเหยง่าย มีกลิ่นเหม็นหืน และมักทำ ให้วิตามินที่ละลายในไขมันถูก ทำลายด้วย ในขณะที่มีการพัฒนากลิ่นรสแปลกปลอม (off – flavor) ในอาหารเหม็นหืน การเกิด

อนุมูลอิสระ (free radicals) ในระหว่างกระบวนการ autocatalytic ก็ทำให้เกิดปฏิกิริยาอื่นๆ ที่ไม่ต้องการด้วย เช่น การสูญเสียวิตามิน การเปลี่ยนสี การเหม็นหืนแบบนี้อาจป้องกันได้โดยไม่ให้อาหารสัมผัสกับอากาศ ซึ่งทำได้โดยการเก็บที่อุณหภูมิต่ำหรือเก็บในภาชนะที่ปิดสนิท หรือมีการเติมสารกันหืน (antioxidant) ลงไป (รุ่งนภา, 2540) การยอมรับผลิตภัณฑ์อาหารขึ้นอยู่กับความเสี่ยงที่เกิดขึ้น และ oxidativerancidity เป็นสาเหตุหลักของการเสื่อมเสีย กลิ่นเหม็นหืนเกิดขึ้นเนื่องจากการเกิดออกซิเดชันของไขมัน ทำให้สูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ และเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของอาหารด้วย โดยไขมันที่ถูกออกซิไดซ์มากๆ จะทำให้เกิดสารพิษ (toxic) การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ในการบอกปริมาณการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์จากการเกิดออกซิเดชันได้ แต่อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้ไม่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์เป็นประจำ ดังนั้นจึงต้องมีการคิดวิธีการวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมี (Jonnalagadda *et al.*, 2001)

การประเมินการเกิดการหืนของน้ำมันที่มีอยู่ในอาหารมีวิธีการทดสอบทางเคมีหลายวิธี เช่น peroxide value, acid value, Kreis test, p-anisidine test และ thiobarbituric acid test แต่ละวิธีจะเป็นการวัดผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการเกิดออกซิเดชัน โดย peroxide value เป็นค่าที่วัดปริมาณ เพอร์ออกไซด์ ซึ่งเป็น primary oxidation products ในขณะที่ p-anisidine value จะเป็นการวัด secondary oxidation products (aldehydes, principally 2-alkenals) ในน้ำมัน สำหรับ Kreis test จะวัด epoxy aldehydes และ acetals (Jonnalagadda *et al.*, 2001) และ thiobarbituric acid value เป็นวิธีการวัดปริมาณ malonaldehyde ซึ่งเป็น secondary oxidation products เกิดจากการสลายตัวของสารประกอบไฮโดรเพอร์ออกไซด์ (hydroperoxide) ซึ่งเป็น primary oxidation products (Gillatt, 2001)

ปัจจัยที่มีผลต่อการหืนเนื่องจากออกซิเจน

1. ชนิดของกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีอยู่ในน้ำมัน ถ้าเป็นกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวสูง คือ มีพันธะคู่หลายแห่ง จะเกิดการเหม็นหืนได้ดีกว่าน้ำมันที่มีกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวน้อย
2. ออกซิเจนในอากาศ การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีออกซิเจนเท่านั้น การซึมผ่านของออกซิเจน (diffusion) มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยา ดังจะเห็นได้ว่าไขมันที่เป็นของแข็งการเกิดปฏิกิริยาจะเกิดช้ากว่าน้ำมันที่เป็นของเหลว เนื่องจากน้ำมันที่เป็นของเหลวออกซิเจนซึมผ่านได้เร็วกว่า และอาหารที่มีพื้นที่หน้าตัดมากกว่าการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันก็เกิดได้เร็วกว่าเช่นกัน
3. ความร้อนและแสงสว่าง ช่วยเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันได้เร็วมาก โดยเฉพาะแสงที่มีความยาวคลื่นสั้นคือ แสงอุลตราไวโอเลต จะเร่งการเกิดปฏิกิริยาขึ้นต้น การป้องกันที่ดีที่สุดคือ เก็บ

รักษาผลิตภัณฑ์ไว้ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทกันแสงผ่านได้และเก็บไว้ในที่เย็น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับของความไม่อิ่มตัวของน้ำมันด้วย นั่นคืออาหารที่กรดไขมันอิ่มตัวสูง ความร้อนและแสงก็จะยังมีอิทธิพลมากกว่าอาหารที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวต่ำ

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

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกะหรี่ปั๊

1. ขอบข่าย มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมกะหรี่ปั๊ไส้ต่างๆ เช่น ไส้ไก่ ไส้เผือก ไส้ถั่ว ไส้มันแกว

2. บทนิยาม ความหมายของคำ ที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

กะหรี่ปั๊ หรือกะหรี่ปั๊ฟฟ์ หรือเคอร์รี่ฟฟ์ หมายถึง อาหารว่างที่ทำ จากแป้งสาลี ประกอบด้วยแป้งชั้นนอกและแป้งชั้นใน แป้งชั้นนอกทำ จากแป้งสาลี น้ำมันพืช เกลือ น้ำตาลทราย และน้ำแป้งชั้นในทำจากแป้งสาลีกับน้ำมันพืช บรรจุด้วยไส้ต่างๆ พับแป้งให้ปิดคลุมไส้โดยให้ขอบของแผ่นแป้งแนบติดกันม้วนขอบแป้งให้มีลักษณะเป็นเกลียว แล้วนำไปทอด

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป ส่วนที่เป็นแป้งมีลักษณะเป็นชั้นตามลักษณะเฉพาะของกะหรี่ปั๊ กรอบ ไม่มีจุดดำ หรือส่วนของแป้งไหม้ติดอยู่ ไส้ต้องไม่แตกหรือทะลุออกมาภายนอก และเป็นไปตามที่ระบุไว้ในที่ฉลาก

3.2 สี มีสีตามธรรมชาติของกะหรี่ปั๊ และสม่ำเสมอ

3.3 กลิ่นรส มีกลิ่นรสเฉพาะของส่วนประกอบที่ใช้ทำ และปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.1 แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

3.4 สิ่งแปลกปลอม ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบของกะหรี่ปั๊ เช่น เส้นผม แมลง หรือชิ้นส่วนของแมลง

3.5 จุลินทรีย์

3.5.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.5.2 ต้องไม่มีปรากฏให้เห็นได้อย่างชัดเจน

4. สุขลักษณะ

สุขลักษณะในการทำ กะหรีบ๊ีบ ให้เป็นไปตามคำ แนะนำ ตามภาคผนวก ก.

5. การบรรจุ

5.1 หากมีการหุ้มห่อ ให้หุ้มห่อกะหรีบ๊ีบด้วยวัสดุที่สะอาด แห้ง สามารถป้องกันสิ่งสกปรกจากภายนอกได้ผิวภายในของวัสดุส่วนที่สัมผัสกับกะหรีบ๊ีบ ต้องไม่มีสีออกมาปนเปื้อนกับกะหรีบ๊ีบ แล้วบรรจุในภาชนะที่เหมาะสม

5.2 น้ำหนักสุทธิหรือจำนวนชิ้นของกะหรีบ๊ีบในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่ภาชนะบรรจุกะหรีบ๊ีบทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมี เลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

- (1) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น กะหรีบ๊ีบไส้ไก่
- (2) น้ำหนักสุทธิ หรือจำนวนชิ้นที่บรรจุ
- (3) วัน เดือน ปีที่ ทำโดยมีข้อความว่า “ผลิต ” และวันเดือน ปีที่ หหมดอายุ โดยมีข้อความว่า “หมดอายุ” หรือ “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”
- (4) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง กะหรีบ๊ีบที่มีส่วนประกอบในการทำ เหมือนกัน ที่ทำ หรือส่งมอบ หรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

7.2 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

7.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 5 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.4 ข้อ 5. และข้อ 6. จึงจะถือว่ากะหรีบ๊ีบ รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับลักษณะทั่วไป สี และกลิ่นรส ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากตัวอย่างที่ผ่านการตรวจสอบตามข้อ 7.2.1 แล้ว ภาชนะบรรจุละ 1 ชิ้น และถือว่ากะหรีบับ 1 ชิ้นนั้นเป็น 1 ตัวอย่างทดสอบ เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ถึงข้อ 3.3 จึงจะถือว่ากะหรีบับรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากตัวอย่างที่ผ่านการตรวจสอบตามข้อ 7.2.1 แล้ว ภาชนะบรรจุละ 1 ชิ้น นำ มาทำ เป็นตัวอย่างรวม เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.5 จึงจะถือว่ากะหรีบับรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างกะหรีบับต้องเป็นไปตามข้อ 7.2.1 ข้อ 7.2.2 และข้อ 7.2.3 ทุกข้อ จึงจะถือว่ากะหรีบับรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

8. การทดสอบ

8.1 การทดสอบลักษณะทั่วไป สี และกลิ่นรส

8.1.1 ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบกะหรีบับอย่างน้อย 5 คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

8.1.2 วางตัวอย่างกะหรีบับในจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและการชิม

8.1.3 หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 หลักเกณฑ์การให้คะแนน

สมบัติที่ตรวจ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	ส่วนที่เป็นแป้งมีลักษณะเป็นชั้นตามลักษณะเฉพาะของกะหรีบับกรอบ ไม่มีจุดดำ หรือส่วนของแป้งไหม้ติดอยู่ ใต้ต้องไม่แตกหรือทะลุออกมาภายนอกและเป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก	4	3	2	1
สี	มีสีตามธรรมชาติของกะหรีบับและสม่ำเสมอ	4	3	2	1

ตารางที่ 2.2 หลักเกณฑ์การให้คะแนน (ต่อ)

สมบัติที่ตรวจ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
กลิ่นรส	มี กลิ่น ร ส เฉพาะ ของ ส่วน ประกอบที่ใช้ทำและปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์	4	3	2	1

8.2 การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ตรวจพินิจ

8.3 การทดสอบจุลินทรีย์

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.4 การทดสอบน้ำหนักสุทธิ หรือจำนวนชิ้นที่บรรจุ

ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสมในกรณีที่ตรวจสอบน้ำหนักสุทธิ และให้นับจำนวนกะหรีบับในกรณีที่ตรวจสอบจำนวนชิ้นที่บรรจุ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุพัตรา เลิศวิชยวัฒนา และคณะ (2546) การพัฒนาผลิตภัณฑ์กะหรีบับจากแป้งสาลีผสมแป้งข้าวหอมมะลิ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับแป้งปลายข้าวหอมมะลิและเป็นการลดปริมาณการใช้แป้งสาลีที่ต้องนำเข้าข้าวสาลีจากต่างประเทศ สมบัติทางเคมีของแป้งปลายข้าวหอมมะลิตดเป็นร้อยละนี้ ความชื้น 12.80 โปรตีน 6.82 ไขมัน 0.74 เถ้า 0.28 โยอาหาร 0.83 และปริมาณอะไมโลส 21.60 แป้งสาลีมีความชื้น 12.12 โปรตีน 10.26 ไขมัน 1.26 เถ้า 0.54 โยอาหาร 0.41 และปริมาณอะไมโลส 26.00 พฤติกรรมความหนืดของแป้งสาลีมีอุณหภูมิในการเกิดเจลต่ำกว่าแป้งปลายข้าวหอมมะลิ ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์กะหรีบับ พบว่าอัตราส่วนระหว่างแป้งในและแป้งนอกของผลิตภัณฑ์กะหรีบับเท่ากับ 1 ต่อ 2.5 และสามารถใช้แป้งข้าวหอมมะลิทดแทนแป้งสาลีที่ใช้ในการทำแป้งส่วนนอกของผลิตภัณฑ์กะหรีบับได้ร้อยละ 30 ปริมาณน้ำมันในส่วนของแป้งนอกผลิตภัณฑ์กะหรีบับมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์กะหรีบับจากแป้งสาลีล้วน ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์กะหรีบับจากแป้งสาลีผสมแป้งข้าวหอมมะลิ ในระดับชอบปานกลาง

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการ

วัตถุดิบตัวกะหรีป

แป้งสาลีตราบัวแดง
น้ำมันพืช
น้ำตาลปน
น้ำ
เกลือ

วัตถุดิบไส้กะหรีป

เนื้อมะขามพันธุ์ขันตีแกะเมล็ด
กะทิกล่อง
น้ำตาลทราย
เกลือ
มะพร้าวทึนทึก
แป้งข้าวเจ้า

เครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่องขังคิติดอล
ถ้วยตวงของเหลว
ช้อนตวง
เทอร์โมมิเตอร์
กระทะทอง
กระทะ
ทัพพีโปร่ง
ไม้พาย
ไม้คลึงแป้ง

วิธีดำเนินการ

1. การพัฒนาตำรับมาตรฐานของกะหรีปู้ไส้มะขามหวาน

1.1 การพัฒนาไส้มะขามหวาน โดยใช้สูตรมะขามของ ดารา แก้วกรม (2527) ดังตารางที่ 3.1 ทำการประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัส ด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้แบบประเมินความชอบ 9-Point Hedonic scale กับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ 20 คน แล้วปรับปรุงจนได้ ค่าเฉลี่ยความชอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัสทุกด้านในระดับ 6 ขึ้นไป

ตารางที่ 3.1 ส่วนประกอบไส้มะขามหวาน (ดารา แก้วกรม, 2527)

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (กรัม)	ร้อยละ
เนื้อมะขามหวาน(รสอมเปรี้ยวหวาน)	400	12.13
หัวกะทิ	420	12.73
หางกะทิ	500	15.16
น้ำตาลทราย	800	24.20
มะพร้าวทึนทึก	600	18.26
เกลือ	8	0.24
นมข้นหวาน	320	9.70
แป้งข้าวเจ้า	200	6.06
เนยสด	50	1.52

1.2 การพัฒนาแป้งกะหรี่ปั๊ป ศึกษาจาก อินเทอร์เน็ต เอกสาร และสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ อย่างละ 2 สูตร แล้วหาค่าเฉลี่ยเป็นสูตรพื้นฐาน ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 สูตรพื้นฐานของแป้งกะหรี่ปั๊ป

ส่วนของแป้ง	ส่วนผสม	ปริมาณ		ขั้นตอนการทำ
		กรัม	ร้อยละ	
แป้งนอก	แป้งสาลี	1,000	59.24	1.นำส่วนผสมของแป้งนอกรวมกัน นวดนาน 5 นาที
	น้ำตาล	60	3.56	2.นำส่วนผสมของแป้งในรวมกันเคล้าจนเป็นก้อน
	เกลือ	.80	0.47	3.แบ่งแป้งนอกและแป้งในจำนวนเท่ากัน
	น้ำ	420	24.88	4.แผ่แป้งนอกหุ้มแป้งในให้มิด
	น้ำมันพืช	200	11.85	5.คลึงแป้งเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าหนา 3 ม.ม. พับ 4 ทบพักไว้ 15 นาที
แป้งใน	แป้งสาลี	300	75.00	6.คลึงแป้งตามยาวหนา 1.5 ม.ม. ม้วนให้แน่น พักไว้ 15 นาที
	น้ำมันพืช	100	25.00	7.หั่นแป้งตามขวาง คลึงให้เป็นวงกลมหนา 1.5 ม.ม.
				8.ใส่ไข่ บีบริม และขลิบเกลียว
				9.ทอดในน้ำมันร้อน 150 องศาเซลเซียส จนแป้งแข็งตัวเพิ่มอุณหภูมิเป็น 180 องศาเซลเซียส ตักขึ้นซับน้ำมัน

1.2.1 ศึกษาอัตราส่วนของแป้งในต่อแป้งนอกระดับต่างๆ ได้แก่ 1:2, 1:3, 1:4 และ 1:5 เกิดอัตราส่วนในการทดลอง 4 สูตร ใช้ชื่อ A_2 , A_3 , A_4 , A_5 (ตารางที่ 3.3) โดยกำหนดให้น้ำหนักก้อนแป้งเท่ากับ 50 กรัม แล้วผสมแป้งโดยใช้สูตรตาม ตารางที่ 3.2 ทำการประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของแป้งกะหรี่ปั๊ป ด้าน สี การเรียงตัวของชั้นแป้ง ความกรอบร่วน ความอม

น้ำมัน และรสชาติ โดยใช้แบบประเมินความชอบ 9- Point Hedonic scale กับกลุ่มผู้ประเมิน ที่ได้รับการฝึกฝนจำนวน 30 คน

ตารางที่ 3.3 แผนการทดลองอัตราส่วนของแป้งใน : แป้งนอก (น้ำหนักก้อนแป้ง 50 กรัม)

อัตราส่วน	สัญลักษณ์	น้ำหนักแป้งใน (กรัม)	น้ำหนักแป้งนอก (กรัม)
1:2	A2	17	33
1:3	A3	13	37
1:4	A4	10	40
1:5	A5	8	42

1.2.2 การศึกษากำหนดขนาดของแผ่นแป้ง เพื่อการควบคุมขนาดของกะหรี่ปั๊ว โดยการคำนวณหาปริมาตรของท่อนแป้งก่อนรีดเป็นแผ่น ใช้สูตร $\pi r^2 \times \text{สูง}$ แล้วกำหนดความหนาของแผ่นแป้งที่ต้องการทดแทนความสูง โดยแทนค่าในสูตรเพื่อจะได้ค่า r ของแผ่นแป้งที่เหมาะสมต่อการใส่ไส้ โดยสร้างวงกลมจากค่า r ที่ได้ลงบนกระดาษและใช้เป็นแบบในการคลึงแป้งให้มีขนาดเท่ากันทุกชิ้น

1.3 การพัฒนาวิธีเก็บรักษาโดยนำกะหรี่ปั๊วที่ทอดสุกพักไว้ 30 นาทีทำการอบด้วยฝอบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 150, 175 และ 200 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลา 5 และ 10 นาที นำกะหรี่ปั๊วที่อบแล้วห่อด้วยกระดาษไขเก็บในกล่องกระดาษเคลือบมันนาน 24 ชั่วโมง จึงทำการประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสในด้านผิวสัมผัสและความกรอบโดยใช้แบบประเมินความชอบ 9-Point Hedonic scale กับกลุ่มผู้ประเมิน ที่ได้รับการฝึกฝนจำนวน 30 คน

1.4 การศึกษาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับกะหรี่ปั๊วไส้มะขามหวานเพื่อเป็นของฝากโดยการศึกษาเอกสาร อินเตอร์เน็ต เกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์ ของกะหรี่ปั๊วแล้วจัดประกวดการออกแบบ กล่องบรรจุกะหรี่ปั๊ว จากกระดาษเคลือบมัน ทำการคัดเลือกมา 3 ลำดับ ทำการประเมินความชอบของกล่องกะหรี่ปั๊วกับกลุ่มผู้บริโภค จำนวน 100 คน เพื่อคัดแบบที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดเป็นบรรจุภัณฑ์ของกะหรี่ปั๊วไส้มะขามหวาน

2. การพัฒนาวิธีเก็บรักษากะหรี่ปั๊วที่ทอดแล้ว โดยการอบด้วยฝอบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 3 ระดับ ได้แก่ 150, 175 และ 200 องศาเซลเซียส ใช้สัญลักษณ์ A_1 , A_2 , A_3 และระยะเวลา 2 ระดับ ได้แก่ 5, 10 นาที ใช้สัญลักษณ์ B_1 , B_2 โดยใช้ขั้นตอนดังนี้

2.1 กะหรี่ปั๊วที่ทอดสุก พักไว้ 30 นาที

- 2.2 ตั้งอุณหภูมิของฝาทอบก่อนอบ 5 นาที เริ่มจากอุณหภูมิ 150, 175, 200 องศาเซลเซียส
- 2.3 วางชิ้นกะหรี่ปั๊บบนตะแกรงสูง
- 2.4 ตั้งเวลาตามที่กำหนดในการทดลอง
- 2.5 นำกะหรี่ปั๊ปปักไว้บนตะแกรง 15 นาที
- 2.6 ห่อกะหรี่ปั๊ปปิดด้วยกระดาษไขขนาด 7x7 นิ้ว เรียงใส่กล่องกระดาษ Snack box ชนิดกระดาษเคลือบมัน ปิดฝา เก็บไว้ 24 ชั่วโมง
- 2.7 ทำการประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสโดยใช้แบบประเมินความชอบ 9-Point Hedonic scale กับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้ผ่านการฝึก 30 คน

ตารางที่ 3.4 แผนการทดลองอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบกะหรี่ปั๊

อุณหภูมิที่ใช้ในการอบ (องศาเซลเซียส)	ระยะเวลา (นาที)	
	5 (B ₁)	10 (B ₂)
150 (A ₁)	A ₁ B ₁	A ₁ B ₂
175 (A ₂)	A ₂ B ₁	A ₂ B ₂
200 (A ₃)	A ₃ B ₁	A ₃ B ₃

3. การศึกษาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับกะหรี่ปั๊ปลิ้นมะขามหวานเพื่อเป็นของฝาก โดยศึกษาบรรจุภัณฑ์กระดาษเคลือบมัน ที่มีจำหน่ายทั่วไปในรูปกล่องใส่อาหารว่าง (snack box) คัดเลือกแบบที่สวยงาม และขนาดพอเหมาะ ในการบรรจุ (กะหรี่ปั๊ 6 ชิ้น) 1 แบบ จัดการประกวดการออกแบบสติ๊กเกอร์บนกล่องสแน็กบ็อกซ์ ทำการคัดเลือกโดยคณะกรรมการที่เชี่ยวชาญ ในด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้เหลือ 3 แบบ แล้วทำการเลือกรูปแบบที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุดเพียงแบบเดียว ใช้กลุ่มตัวอย่าง 100 คน หย่อนบัตรที่ได้รับคนละ 1 ใบ ให้กับบรรจุภัณฑ์ หมายเลขที่ชอบที่สุดเพียงชนิดเดียว แล้วนับคะแนนรวม

บทที่ 4

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ตอน

ตอนที่ 1 การพัฒนาตำรับมาตรฐานของกะหรีป๊อไส้มะขามหวาน

ตอนที่ 2 การพัฒนาวิธีการเก็บรักษากะหรีป๊อไส้มะขามหวาน

ตอนที่ 3 การศึกษาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับกะหรีป๊อไส้มะขามหวาน เพื่อเป็นของฝากจากจังหวัดเพชรบูรณ์

ตอนที่ 1 การพัฒนาตำรับมาตรฐานของกะหรีป๊อไส้มะขามหวาน

1. การพัฒนาไส้มะขามหวาน จากการประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของมะขามหวานสูตรพื้นฐาน (ดารา แก้วกรม, 2527) โดยผู้เชี่ยวชาญ 20 คน ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของมะขามหวานสูตรพื้นฐาน (n=20)

ค่าเฉลี่ยคุณภาพด้านประสาทสัมผัส			
สี	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
7.86 ± 0.42	5.68 ± 0.62	6.89 ± 0.64	6.54 ± 0.47

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ค่าเฉลี่ยในภาพรวมของมะขามหวาน อยู่ในระดับไม่แน่ใจว่าชอบหรือไม่ถึงชอบปานกลาง (5.68-7.86) โดยค่าเฉลี่ยด้านสีได้รับการยอมรับมากที่สุดในระดับชอบปานกลาง (7.86) เพราะสีมะขามหวานมีสีน้ำตาลพอเหมาะไม่เข้มหรืออ่อนเกินไป รองลงมา ได้แก่ เนื้อสัมผัส ได้ค่าเฉลี่ยความชอบในระดับชอบเล็กน้อย (6.89) ทั้งนี้ เพราะเนื้อมะขามหวานมีความเหนียวพอเหมาะ แต่มีกากใยของเชื้อหุ้มเมล็ดมะขามและเนื้อมะพร้าวที่ติดที่มากเกินไป ส่วนรสชาติได้ค่าเฉลี่ยในระดับไม่แน่ใจว่าชอบหรือไม่ (5.68) ทั้งนี้ เพราะรสชาติที่เปรี้ยวและหวานจัดเกินไป อีกทั้งมีกลิ่นเนย นม ผสมอยู่ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าไม่เข้ากัน แต่อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยความชอบโดยรวมอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ มีความชอบเล็กน้อย (6.54)

จากผลการประเมินและข้อเสนอแนะ จึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไขสูตรมะขามหวาน โดยลดปริมาณน้ำตาลทราย และเนื้อมะขามลง อีกทั้งปรับเปลี่ยนจากเนื้อมะขามเป็นน้ำมะขามคั้น คัด

คุณภาพของมะพร้าวที่นึ่งให้อ่อนลง โดยเลือกมะพร้าวที่เนื้อกะลามีสีอ่อน ตัดส่วนผสมของเนยสดและนมข้นหวานออกไป ได้สูตรมะขามหวาน ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 สูตรมะขามหวานที่ปรับปรุง

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (กรัม)	ร้อยละ	ขั้นตอนการทำ
เนื้อมะขามหวานพันธุ์จันดี	500	13.44	1. นำมะขามแช่น้ำ 10 นาที คั้นแล้วกรองเอากากออก 2. เติมส่วนผสมทั้งหมด คนให้เข้ากัน 3. กวนโดยใช้ไฟปานกลาง นาน 20 นาที ยกลง พักให้เย็น
น้ำ	1,300	34.97	
กะทิ (สำเร็จรูป)	250	6.72	
น้ำตาลทราย	660	17.75	
แป้งข้าวเจ้า	300	8.07	
มะพร้าวที่นึ่งสุก	700	18.83	
เกลือ	8	0.22	

ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม (20 คน) ทำการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของมะขามหวานสูตรปรับปรุง

ค่าเฉลี่ยคุณภาพด้านประสาทสัมผัส			
สี	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
8.03 ± 0.29	8.34 ± 0.67	8.27 ± 0.71	8.15 ± 0.44

จากผลการประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของมะขามหวานสูตรปรับปรุงตามตารางที่ 4.3 พบว่า คุณภาพโดยรวมเป็นที่ยอมรับในระดับชอบมาก (8.03 - 8.34) จึงใช้สูตรมะขามหวานจากตารางที่ 4.3 เป็นสูตรมาตรฐานในการทดลองขั้นต่อไป

2. การพัฒนาแป้งกะหรี่ปั๊ป ใช้สูตรพื้นฐานของแป้งกะหรี่ปั๊ปตามตารางที่ 3.2 ทำการศึกษา 2 ประเด็น

2.1 อัตราส่วนของแป้งในต่อแป้งนอกที่ระดับต่างๆ ผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของกะหรี่ปั๊ปที่ใช้อัตราส่วนของแป้งใน: แป้งนอกในระดับต่างๆ

สิ่งทดลอง	สี	การเรียงตัวของชั้นแป้ง	ความกรอบ	การอมน้ำมัน	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
A ₁	7.43±0.94 ^a	7.73±0.74 ^c	7.63±1.07 ^a	6.20±0.80 ^a	6.67±0.96 ^a	6.93±0.70 ^b
A ₂	7.30±0.75 ^a	7.23±0.57 ^b	7.43±0.86 ^b	6.67±0.80 ^b	7.43±0.82 ^b	7.40±0.60 ^c
A ₃	7.97±0.76 ^a	7.63±0.76 ^c	7.90±0.76 ^c	7.83±0.65 ^c	7.77±0.77 ^c	8.33±0.66 ^d
A ₄	7.17±0.83 ^a	6.63±0.67 ^a	6.40±0.81 ^a	7.73±0.78 ^c	7.03±0.89 ^d	6.57±0.90 ^a

หมายเหตุ

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์แสดงค่าความแตกต่างของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)
- ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตารางที่ 4.4 ผลของการใช้แป้งในต่อแป้งนอกที่มีต่อคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของกะหรี่ปั๊ป พบว่า การยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี ด้านการเรียงตัวของชั้นแป้ง ด้านความกรอบ ด้านการอมน้ำมัน ด้านรสชาติ และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีคุณลักษณะด้านสีเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบปานกลาง (7.17-7.97) คุณลักษณะด้านการเรียงตัวของชั้นแป้ง เฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบน้อยถึงชอบปานกลาง (6.63-7.73) คุณลักษณะด้านความกรอบเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบน้อยถึงชอบปานกลาง (6.40-7.90) คุณลักษณะด้านการอมน้ำมันเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบน้อยถึงชอบปานกลาง (6.20-7.83) คุณลักษณะด้านรสชาติอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง (6.67-7.77) คุณลักษณะด้านความชอบโดยรวมเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบน้อยถึงชอบมาก (6.57-8.33) สิ่งทดลอง A₃ (แป้งใน : แป้งนอก = 1 : 4) ได้ค่าเฉลี่ยทุกด้านสูงที่สุด จึงเป็นอัตราส่วนของแป้งใน:แป้งนอกที่เหมาะสมและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค คือ ซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษาของสุพัตรา เลิศวนิชย์วัฒนา และคณะ(2546) ซึ่งศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์กะหรี่ปั๊ปจากแป้งสาลี ผสมแป้งข้าวหอมมะลิ พบว่า อัตราส่วนของแป้งในต่อแป้งนอกที่เหมาะสมเท่ากับ 1:2:5 ทั้งนี้ เพราะการใช้แป้งข้าวเจ้าทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 30 ทำให้ได้ของ

แป้งมีกำลังในการยึดตัวน้อย ถ้าใช้อัตราส่วนของแป้งนอกสูงกว่า 2.5 ทำให้แป้งที่ได้แข็งกระด้างเมื่อทอดสุก

2.2 การกำหนดขนาดของแผ่นแป้งเพื่อควบคุมขนาดของกะหรี่ปั๊ป จากการศึกษาพบว่า ก้อนแป้งขนาด 50 กรัม เมื่อม้วนเป็นแท่งแป้งจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 3 เซนติเมตร และมีความสูงเฉลี่ย 3 เซนติเมตร ตัดเป็น 3 ท่อน ความสูงท่อนละ 1 เซนติเมตร ความหนาของแป้งที่คลึงแล้วพร้อมจะใส่ไส้ประมาณ 0.15 เซนติเมตร ดังนั้น ขนาดของแผ่นแป้งที่เหมาะสมจึงใช้สูตรการหาปริมาตรทรงกระบอกกับแท่งแป้งที่ตัดออกมา 1 ส่วน ตามสูตรหาปริมาตร $\pi r^2 h = \frac{22}{7} \times (1.5)^2 \times 1 = 7.07$ ลูกบาศก์เซนติเมตร เมื่อต้องการแผ่นแป้ง ปริมาตรเดิม แต่มีความหนา 0.15 เซนติเมตร จึงใช้แทนค่า h ใช้สูตร ได้ค่า $r = 3.87$ เซนติเมตร ดังนั้น จึงใช้ค่ารัศมีที่ได้สร้างวงกลมบนแผ่นกระดาษเพื่อเป็นแบบในการคลึงแผ่นแป้งดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 การสร้างแบบตัดและการคลึงแผ่นแป้ง

ตอนที่ 2 การพัฒนาวิธีการเก็บรักษากะหรี่ปั๊ปไส้มะขามหวาน

จากการเก็บรักษาด้วยวิธีการอบด้วยฝอยลมร้อนโดยใช้ระยะเวลาที่แตกต่างกัน มีผลต่อคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของกะหรี่ปั๊ปหลังการเก็บดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 คุณภาพด้านประสาทสัมผัสของกะหรี่ปั๊ปที่อบด้วยฝอยลมร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่ต่างกัน

สิ่งทดลอง	ผิวสัมผัส	ความกรอบ	ความชอบรวม
A ₁ B ₁	7.27 ± 0.58 ^a	4.70 ± 0.65 ^c	5.80 ± 0.55 ^d
A ₁ B ₂	6.90 ± 0.55 ^b	5.27 ± 0.58 ^b	6.73 ± 0.52 ^b
A ₂ B ₁	7.17 ± 0.38 ^{ab}	5.50 ± 0.82 ^b	6.20 ± 0.71 ^c
A ₂ B ₂	7.13 ± 0.35 ^{ab}	6.97 ± 0.62 ^a	7.17 ± 0.70 ^a

ตารางที่ 4.5 คุณภาพด้านประสาทสัมผัสของกะหรีปั่นที่อบด้วยฟาอบลมร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่ต่างกัน (ต่อ)

สิ่งทดลอง	ผิวสัมผัส	ความกรอบ	ความชอบรวม
A ₃ B ₁	5.37 ± 0.67 ^c	4.33 ± 0.71 ^d	3.63 ± 0.67 ^c
A ₃ B ₂	5.33 ± 0.66 ^c	4.03 ± 0.72 ^d	3.77 ± 0.77 ^c

หมายเหตุ

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์แสดงค่าความแตกต่างของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)
- ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตารางที่ 4.5 พบว่า คุณภาพด้านประสาทสัมผัสทุกด้านของกะหรีปั่นที่ใช้อุณหภูมิและเวลาในการอบที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คุณภาพด้านผิวสัมผัสของกะหรีปั่นทุกตัวอย่าง เฉลี่ยอยู่ในระดับไม่แน่ใจว่าชอบหรือไม่ถึงชอบปานปานกลาง (5.33-7.27) เพราะผิวสัมผัสของกะหรีปั่นทุกตัวอย่างที่เก็บไว้ค้างคืน ผิวจะชุ่มน้ำมัน โดยเฉพาะการใช้อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที (A₃B₂) ผิวจะชุ่มน้ำมันมากกว่าตัวอย่างอื่น ด้านความกรอบนั้นค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับไม่ชอบเล็กน้อยถึงชอบเล็กน้อย (4.03-6.97) เพราะผิวของแป้งกะหรีปั่นเมื่ออบหลังจากการทอด ทำให้น้ำที่ผิวแป้งระเหยออกเพิ่มขึ้น จึงเกิดช่องว่าง ที่ทำให้น้ำจากไส้เคลื่อนที่เข้าทดแทน แป้งจึงลดความกรอบลง โดยเฉพาะตัวอย่างที่ใช้ อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที (A₃B₂) ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำกว่าทุกตัวอย่าง (4.03) ด้านความชอบโดยรวมอยู่ในระดับไม่ชอบปานกลางถึงชอบปานกลาง (3.63-7.17) ทั้งนี้ เพราะค่าความชอบสัมพันธ์กับคุณลักษณะด้านผิวสัมผัสและความกรอบ เมื่อค่าเฉลี่ยทั้ง 2 คุณลักษณะ อยู่ในระดับต่ำ ทำให้ค่าความชอบโดยรวมต่ำด้วย ดังนั้น อุณหภูมิที่ใช้ในการอบที่ทำให้คุณภาพของกะหรีปั่นหลังการเก็บได้รับการยอมรับมากที่สุด ได้แก่ อุณหภูมิ 175 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที

ตอนที่ 3 การศึกษาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับกะหรี่ปั๊ปไส้มะขามหวาน เพื่อเป็นของฝากจากจังหวัดเพชรบูรณ์

การศึกษาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับกะหรี่ปั๊ปไส้มะขามหวาน เพื่อเป็นของฝากจากจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยประกวดการออกแบบบรรจุภัณฑ์บนกล่องอาหารว่าง (snack box) ซึ่งคณะกรรมการได้คัดเลือก 3 รูปแบบ ผลดังภาพที่ 4.2 และ 4.3



ภาพที่ 4.2 บรรจุภัณฑ์ที่คัดเลือก 3 แบบ



ภาพที่ 4.3 บรรจุภัณฑ์ที่ผู้ประเมินเลือกมากที่สุด

จากภาพ บรรจุภัณฑ์หมายเลข 1 มีผู้เลือกมากถึงร้อยละ 84 ของผู้ประเมินทั้งหมด

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการศึกษา

ผลการศึกษาผลิตภัณฑ์กะหรี่ปั๊ปไส้มะขามหวานเพื่อเป็นของฝากจากจังหวัดเพชรบูรณ์พบว่า

1. สูตรไส้มะขามหวานที่ได้รับการยอมรับสูงที่สุด ประกอบด้วย เนื้อมะขามหวานพันธุ์ขันติ น้ำ กะทิ (สำเร็จรูป) น้ำตาลทราย แป้งข้าวเจ้า มะพร้าวทึนทึก และเกลือ ร้อยละ 15.64, 20.85, 10.95, 20.85, 10.44, 20.85 และ 0.42 ตามลำดับ
2. แป้งกะหรี่ปั๊ป ประกอบด้วย แป้งใน : แป้งนอก = 1 : 4 ส่วนผสมแป้งนอก ประกอบด้วย แป้งสาลี น้ำตาล เกลือ และน้ำ ร้อยละ 58.68, 3.76, 0.78 และ 25.04 ตามลำดับ ส่วนผสมแป้งใน ประกอบด้วย แป้งสาลี และน้ำมันพืช ร้อยละ 74.07 และ 25.93 ตามลำดับ
3. การกำหนดขนาดของแผ่นแป้งโดยการสร้างแม่แบบกระดาษ ใช้วิธีคำนวณหาปริมาตรของแท่งแป้งที่ตัด โดยใช้สูตรหาปริมาตรทรงกระบอก $\pi r^2 \times h$ และกำหนดค่าความหนาของแผ่นแป้งที่ต้องการแทน h ในสูตร จะได้ค่า r (รัศมี) ที่ใช้สร้างแบบตัดวงกลม เป็นขนาดของตัวกะหรี่ปั๊ปที่เหมาะสม
4. การเก็บรักษากะหรี่ปั๊ปที่ทอดแล้วโดยอบด้วยฝอยอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 175 องศาเซลเซียส ในเวลา 10 นาที ทำให้กะหรี่ปั๊ปมีคุณลักษณะที่ดีที่สุด
5. บรรจุภัณฑ์สำหรับกะหรี่ปั๊ปที่ผู้บริโภคชอบมากที่สุด ร้อยละ 84 ได้แก่ บรรจุภัณฑ์กระดาษเคลือบมันที่ตกแต่งด้วยสติ๊กเกอร์ แบบที่ 1

ข้อเสนอแนะ

1. กะหรี่ปั๊ปเป็นผลิตภัณฑ์ประเภททอดมีไส้ที่มีความชื้นสูง จึงเสื่อมคุณภาพได้ง่าย โดยเฉพาะคุณภาพด้านประสาทสัมผัส จึงไม่เหมาะที่จะผลิตแล้วเก็บรักษา ควรผลิตและจำหน่ายวันต่อวัน
2. การส่งเสริมการขาย ควรเป็นหน้าที่ของภาครัฐที่จะให้การสนับสนุน เผยแพร่ ให้เป็นที่รู้จัก และจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการขายอย่างต่อเนื่อง
3. ภาครัฐควรรนำองค์ความรู้จากการวิจัย เผยแพร่ กลุ่มผู้ผลิตของฝากในจังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อเกิดการใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่า

บรรณานุกรม

- เกษร สุนทรเสรี. 2542. มะพร้าว ต้นไม้แห่งชีวิต. พิมพ์ครั้งที่ 2. บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, กรุงเทพฯ.
- จิตรณา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2544. เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 6. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นพพร สายัมพล. 2542. มะพร้าว, น. 233-249. ใน นพพร สายัมพล, เรวัต เลิศฤทัยโยธิน, รังสฤษฎ์ กาวิต๊ะ และสนธิชัย จันทน์เปรม, บรรณาธิการ. **พืชเศรษฐกิจ**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ดารา แก้วกรม . 2527 . **มะขามกวน** . รายงานการค้นคว้าทดลองเฉพาะแขนงอาหารและโภชนาการ .เพชรบูรณ์ : วิทยาลัยครูเพชรบูรณ์ .
- ธงชัย สุวรรณสิขณน์. 2535. การพัฒนาอาหารขบเคี้ยวจากแป้งถั่วลิสงไขมันต่ำผสมแป้งมันสำปะหลังชนิดฟรีเจลาทีไนซ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นฤดม บุญ-หลง. 2528. การพัฒนาผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังเพื่อเป็นอาหารและอาหารสัตว์: ข้าวเกรียบ., มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- เบญจพร ศรีสุวรรณาศ. 2544. การเติบโตและการเจริญของเนื้อเยื่อต้นอ่อนมะขามหวานในหลอดแก้ว. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ .
- เปรมปรี ฌ สงขลา. 2542. การลงทุนทำสวนมะพร้าวน้ำหอมอย่างมืออาชีพ. เจริญรัฐการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- วิจิตร วังใน. 2529. **ไม้ผลเมืองเบื้องต้น**. แผนกวิชาพืชศาสตร์.
- รุ่งนภา วิสิษฐุตรการ. 2540. เอกสารคำ สอน: การประเมินอายุการเก็บของอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2540. **พืชเครื่องเทศและสมุนไพร**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- สมบัติ ขอทวีวัฒนา. 2528. **เทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์กึ่งอาหาร**. สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุพัตรา เลิศวนิชย์วัฒนา, เพ็ญขวัญ ชมปรีดา, วิชัย หฤทัยธนาสันดีและกล้าณรงค์ ศรีรอด. 2546. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์กะหรี่ปั๊บบ้างจากแป้งสาลีผสมแป้งข้าวหอมมะลิ.การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41. หน้า 323-330.**

- สุภาวดี ภัทรโกศล.2542. **การปลูกมะพร้าว**. กองเกษตรสัมพันธ์ กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- อรอนงค์ นัยวิกุล. 2540. **ข้าวสาลี วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Charles, F. 1969. Extruded starch-based snacks. **Cereal Sci. Today** 14: 212-214.
- Cauvain, S. and L. Young. 2001. **Baking Problems Sloved**. Woodhead Publishing Limited, England.
- Ceniza, M.S., S. Ueda and Y. Sugimura. 1993. *In vitro* culture of coconut endosperm: callus induction and its fatty acid. **Phil. J. Coconut Studies**. 18(2):16-19.
- Chinnaswamy, R. and M.A. Hanna. 1988. Relationship between amylose content and Extrusion – expansion properties of corn starches. **Cereal Chem**. 65 (2): 138 – 143.
- Hui, Y.H. 1996. **Bailey’s Industrial Oil and Fat Products Vol.2 Edible Oil and Fat Products Oil and Oil Seed**. 5 th ed. A Wiley inter science publication.
- Jonnalagadda, P.R., R.V. Bhat, R.V. Sudershan and A.N. Naidu. 2001. Suitability of chemical parameters in setting quality standards for deep - fried snacks. **Food Quality and Preference** 12: 223 – 228.
- Krokida, M.K., V. Oreopoulou and Z.B. Maroulis. 2000. Water loss and oil uptake as a function of frying time. **J. Food Eng**. 44: 39 – 46.
- Krokida, M.K., V. Oreopoulou, Z.B. Maroulis and D. Marinos - Kouris. 2001. Colour changes during deep fat frying. **J. Food Eng**. 48: 219 – 225.
- Matz, S.A. 1991. **The Chemistry and Technology of Cereal as Food and Feed**. 2nd ed. An AVI Book Published, New York.
- Moreira, R.G., X. Sun and y. Chen. 1997. Factor effecting oil uptake in tortilla chip in deep–fat frying. **J. Food Eng**. 31(4): 485 - 498.
- Moreira G.R., M.E. Castell-Perez and M.A. Berrufet. 1999. **Deep - Fat Frying: Fundamentals and Applications**. Aspen Publishers,Inc.,Gaithersburg, Maryland.
- Perkins, E.G. 1996. Volatile odor and flavor component formed in deep frying, pp 43 – 48. *In* Perkins, E.G. and M.D. Erickson (eds.). **Deep frying : Chemistry, Nutrition and Practical Applications**. AOCS Press.

ภาคผนวก

สัญลักษณ์

(ข้อ 4.1)

ก.1 สถานที่ตั้งและอาคารผลิต

ก.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง ควรอยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้กะหรีบับ ที่ผลิตเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

ก.1.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขังและและสกปรก

ก.1.1.2 อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่นมากผิดปกติ

ก.1.1.3 ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ

ก.1.2 อาคารผลิตมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

ก.1.2.1 พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารสถานที่ผลิต ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาดและซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

ก.1.2.2 แยกบริเวณผลิตกะหรีบับออกเป็นสัดส่วน ไม่ได้อยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตอยู่ในบริเวณผลิต

ก.1.2.3 พื้นปฏิบัติงาน ควรมีบริเวณเพียงพอ แสงสว่าง และการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการผลิต

ก.2.1 ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการผลิตที่สัมผัสกับกะหรีบับ ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

ก.2.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด และเหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

ก.3 การควบคุมกระบวนการผลิต

ก.3.1 วัตถุดิบ และส่วนผสมในการทำ กะหรีบับ สะอาด มีคุณภาพดี ควรมีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

ก.3.2 การผลิต การเก็บรักษา ขนย้าย และขนส่งผลิตภัณฑ์กะหรีบับ ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของอาหาร

ก.4 การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำ ความสะอาด

ก.4.1 น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือผู้ทำ กะหรีบับ เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

ก.4.2 มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำ เชื้อ แมลงและฝุ่นผง ไม่ให้เข้าในบริเวณผลิตตามความเหมาะสม

ก.4.3 มีการกำจัดขยะสิ่งสกปรก และน้ำทิ้งอย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิด การปนเปื้อน กลับลงสู่กะหรีบีบ

ก.4.4 สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำ เชื้อและแมลง ให้ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ผลิตกะหรีบีบ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่กะหรีบีบได้

ก.5 บุคลากรและสุขลักษณะผู้ปฏิบัติงาน

ผู้ทำ กะหรีบีบทุกคนควรรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผม เพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในกะหรีบีบ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดก่อนสัมผัสกะหรีบีบทุกครั้ง

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสวิธีการให้คะแนนความชอบ

ชื่อผลิตภัณฑ์ :

ชื่อผู้ทดสอบ.....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างตามลำดับและให้คะแนนความชอบตามความรู้สึกของท่านดังนี้

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

รหัสตัวอย่าง

สี

กลิ่น

รสชาติ

ความชอบโดยรวม

หมายเหตุ กรุณาชิมน้ำก่อนและหลังจากการชิมตัวอย่างทุกครั้ง

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....