



ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง

Development of Tart Products from Purple Sweet Potato

โดย

นางสาวกัญญารัตน์ สีนคำคุณ

นางสาวฐิติรัตน์ นันทะกุล

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

พ.ศ. 2563

คำนำ

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา ปัญหาพิเศษ รหัส 205-46-02 ซึ่งภายในรายงานเล่มนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทดลองเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง โดยมีการศึกษาการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางกายภาพ ทางเคมี และการยอมรับของผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง ซึ่งคณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ท่านดร. สุภาพร พาเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษและกราบขอบพระคุณ ท่านอาจารย์ สิริวรรณ สุขนิคม และท่านอาจารย์ ฉนกร หยกสหชาติ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษร่วมที่กรุณาให้คำปรึกษาและช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในการทำปัญหาพิเศษ ตลอดจนตรวจแก้ไขรูปเล่ม จนปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิศูนย์พระนครศรีอยุธยา (หันตรา) ทุกท่านที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ และเพื่อนๆ น้องๆ นักศึกษาทุกคนที่ช่วยเหลือในการทำการทดลองให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลงได้

สุดท้ายนี้คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่คอยสนับสนุนในการศึกษาระดับปริญญาตรี และการจัดทำปัญหาพิเศษฉบับนี้ด้วยดีตลอดมา

นางสาวกัญญารัตน์ สีนคำคุณ

นางสาวจิตติรัตน์ นันทะกุล

เมษายน 2562

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	(1)
สารบัญ	(2)
สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(4)
บทนำ	1
ตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	24
ผลและวิจารณ์	32
สรุป	45
เอกสารอ้างอิง	46
ภาคผนวก	50
ภาคผนวก ก แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส และแบบสอบถามการยอมรับ	50
ภาคผนวก ข กราฟมาตรฐานแกลลิค	58
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ทางเคมี	60
ภาคผนวก ง มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน	65
ภาคผนวก จ วัตถุดิบและกระบวนการผลิต	71

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณส่วนประกอบของทาร์ตไข่สูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตร	26
2	สูตรในการผลิตไส้ทาร์ตไข่	27
3	ปริมาณมันเทศสีม่วงในทาร์ตมันเทศสีม่วงสูตรต่างๆ	28
4	ปริมาณมันเทศสีม่วงในทาร์ตมันเทศสีม่วงสูตรต่างๆ	28
5	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของทาร์ตไข่สูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตร	33
6	ผลการทดสอบทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่	34
7	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง	35
8	ผลการทดสอบทางกายภาพด้านค่าสีของผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง	36
9	ผลการทดสอบทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง	37
10	การวิเคราะห์ปริมาณของฟีนอลิก แอนโทไซยานิน และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง	38
11	คุณภาพทางกายภาพ เคมี ของทาร์ตมันเทศสีม่วงที่พัฒนาได้	41
12	ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างผู้บริโภค ที่ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง	43
13	ค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วงของ กลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคที่ทดสอบการยอมรับด้วยวิธี CLT	44

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	มันเทศสีม่วง	3
2	ทาร์ตไข่	7
3	พายร่วน	7
4	พายชั้น	8
5	พายนิ่ม	9
6	แป้งสาลีต่างๆ	10
7	เนย	11
8	เกลือ	12
9	น้ำตาล	13
10	ไข่	14
11	นม	15
12	น้ำ	15
13	คุณลักษณะส่วนแป้งผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง	39
14	คุณลักษณะส่วนไข่ของผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง	39

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง
ชื่อนักศึกษา	นางสาวกัญญารัตน์ ถินคำคุณ นางสาวฐิติรัตน์ นันทะกุล
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.สุภาพร พาเจริญ
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
ปีการศึกษา	2562

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทาร์ตไข่สูตรมาตรฐานและศึกษาอิทธิพลของมันเทศสีม่วง (PSP) บดละเอียด แทนที่น้ำตาลที่ระดับต่าง ๆ (60%, 80% และ 100%) ที่มีผลต่อค่าทางกายภาพเคมี, ค่าทางเคมี, ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และการยอมรับของผู้บริโภคของทาร์ตมันเทศสีม่วง จากผลการทดลองพบว่าเมื่อปริมาณ PSP เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่า a^* , b^* ค่าความแข็ง ค่าการยืดหด และค่าคะแนนความชอบทุกคุณลักษณะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สูตรทาร์ตมันเทศสีม่วงที่เหมาะสมที่พัฒนาได้ คือสูตรที่ใช้มันเทศสีม่วง 100 % มีค่าทางกายภาพทางด้านสีของไส้ทาร์ต ได้แก่ L^* 68.5, a^* 5.32 และ b^* 7.85 สีของเปลือก L^* 48.87, a^* 2.26 และ b^* 2.21 ตามลำดับ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ปริมาณแอนโทไซยานิน และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ มีค่าเท่ากับ 159.42 mg GAE/100g, 120.98 mg Cyanidin/100g และ 68.54% ตามลำดับ มากกว่านั้น ผลขององค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เกลือ และ เยื่อใย มีปริมาณเท่ากับ 14.78, 41.62, 29.65, 8.94, 3.12 และ 1.89% ตามลำดับ ค่าพลังงานของทาร์ตมันเทศสีม่วงที่ผลิตได้คือ 205 kcal/100g จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคพบว่ามีความชอบอยู่ในระดับ ชอบมาก (7.7) และมีการยอมรับของผลิตภัณฑ์ 100% ดังนั้นการใช้มันเทศสีม่วงในผลิตภัณฑ์ทาร์ตจึงเป็นทางเลือกในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่สนใจดูแลสุขภาพมากขึ้น

Title	Development of tart products from purple sweet potato
Student	Miss. Khwansurang Prabnikon
	Miss. Teeranuch Nopsophon
Advisor	Dr. Supaporn Pajareon
Department	Food Science and Technology
Academic	2562

Abstract

The objective of this study was to development of standard recipe for egg tart and the effect of purple sweet potato (PSP) puree at different levels (60%, 80% and 100%) replace of sugar on physicochemical, sensory evaluation and consumer acceptance of PSP tart. The result showed that as the PSP Level increased, a^* b^* value, hardness, springiness and the hedonic scores of all attributes were significantly increased ($p \leq 0.05$). The optimum formula to development of PSP tart was at 100% are had physical properties of filling color: L^* 68.5, a^* 5.32 and b^* 7.85; crust color L^* 48.87, a^* 2.26 and b^* 2.21 respectively. The total phenolic content, total anthocyanin content and DPPH scavenging active of 159.42mg GAE/100g, 120.98 mg Cyanidin/100g and 68.54% respectively. Moreover, the chemical properties result showed moisture, carbohydrate, protein, lipid, ash and fiber contents were 14.78, 41.62, 29.65, 8.94, 3.12 and 1.89 respectively. The energy of PSP tart was 205 kcal/100g. Consumer test showed that overall liking of the developed PSP tart was “like very much” (7.7) with 100% consumer accepting the product. Therefore, the use of PSP in tart is an alternative ingredient to develop healthy product could be used to meet the needs of consumer that concern about their health.

บทนำ

1. ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันการมีสุขภาพที่สมบูรณ์และแข็งแรงยังคงเป็นที่ต้องการของคนทั่วโลก ไม่ว่าจะเป็นการออกกำลังกาย การบริโภคอาหาร รายงานสุขภาพคนไทย ปี 2557 (ชินอุทัย, 2557) ระบุว่า โรคอ้วนทำให้เป็นสาเหตุเจ็บป่วยได้ง่ายทำให้โรคร้ายต่างๆ ตามมา ความอ้วนสามารถทำให้เกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรังเข้ามาได้หลายโรคพร้อมกัน ได้แก่ ไขมันภายในเลือดมีปริมาณมาก โรคความดันโลหิตสูง เบาหวาน อัมพฤกษ์อัมพาต โรคหัวใจ และยังเป็นต้นเหตุของโรคมะเร็ง (ณัฐกิตร์, 2560) จึงได้มีการผลิตและพัฒนาอาหารเพื่อสุขภาพที่ใช้มันเทศเป็นวัตถุดิบ เนื่องจากมันเทศเป็นพืชหัวที่ใช้น้ำน้อย อายุสั้น ปลูกในฤดูแล้งได้ มันเทศที่นิยมปลูกในประเทศไทยหลายพันธุ์ เช่น พันธุ์สีข้าว พันธุ์สีเหลือง พันธุ์สีส้ม และพันธุ์สีม่วง เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรต อีกทั้งยังเป็นแหล่งของวิตามิน แร่ธาตุ และเส้นใยอาหาร เนื่อมันเทศจะมีลักษณะสีที่แตกต่างกัน ซึ่งมีผลต่อคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ มันเทศพันธุ์เนื้อสีส้มจะพบเบตาแคโรทีนในปริมาณที่สูง มันเทศพันธุ์สีเหลือง พบวิตามินบี วิตามินซี และสารต้านอนุมูลอิสระ ส่วนเนื่อมันเทศพันธุ์สีม่วง พบสารแอนโทไซยานิน ซึ่งมีคุณสมบัติช่วยต้านอนุมูลอิสระ สามารถลดอาการอักเสบ ช่วยป้องกันหลอดเลือด ลดคอเลสเตอรอลในเลือด ลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง โรคหัวใจ และโรคเส้นเลือดในสมองอุดตัน จึงมีการใช้ประโยชน์จากมันเทศอย่างกว้างขวาง ทั้งบริโภค และการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆ เช่น ขนมไทย และผลิตภัณฑ์ขนมอบ เป็นต้น (นรินทร์, 2561) ส่งผลให้มันเทศเนื้อสีกลายเป็นแหล่งอาหารสุขภาพที่สำคัญ เมื่อเทียบกับผลิตผลทั้งหมดที่ผลิตได้ การแปรรูปมันเทศจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่ช่วยแก้ปัญหาผลผลิตล้นตลาดได้ในระยะยาว การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาร์ตแช่แข็งจากมันเทศสีม่วงให้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพ โดยพัฒนาสูตรให้ ลักษณะเนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏให้มีลักษณะเฉพาะที่โดดเด่นเป็นเอกลักษณ์โดยนำผลิตภัณฑ์ไปแช่ตู้เย็นได้และสามารถเก็บรักษานานซึ่งผู้บริโภคจะรับประทานผลิตภัณฑ์ที่มีความสะดวก รวดเร็วในการหาซื้อ และผลิตภัณฑ์ทาร์ตแช่แข็งถือได้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการปรุงสุกพร้อมรับประทาน เพียงแค่นำเอาไปเข้าไมโครเวฟเพื่อทำให้เกิดความอุ่นในการรับประทาน เหมาะสมกับการให้ผู้บริโภคพกพาไปยังสถานที่ต่างๆ โดยนำองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์การอาหารมาช่วยในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่หลากหลาย มีประโยชน์ต่อสุขภาพและอุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ เพิ่มศักยภาพแข่งขันทางการตลาด เป็นการเพิ่มมูลค่าและยกระดับสินค้าให้มีคุณภาพสู่ระดับอุตสาหกรรมในอนาคต

ดังนั้นงานวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อการศึกษาสูตรพื้นฐานและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง
2. การศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี ทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง
3. การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วงที่ผลิตได้

ศาวพ.มทร.สุวรรณภูมิ

ตรวจเอกสาร



ภาพที่ 1 มันเทศสีม่วง

ที่มา : นิรนาม (มปป)

1. มันเทศ (Sweet Potato)

มันเทศ(Sweet Potato) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ipomoea batatas* (L.) มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนแถบอเมริกากลาง สามารถปลูกได้ทั้งในเขตร้อนและเขตอบอุ่นระหว่างละติจูด 40 องศาเหนือถึง 40 องศาใต้ อุณหภูมิเหมาะสมระหว่าง 21-30 องศาเซลเซียสเป็นพืชที่มีระบบรากลึกหรือมากกว่า 160 เซนติเมตร เป็นพืชที่เจริญเติบโตและให้ผลผลิตของหัวค่อนข้างสูงในสภาพดินฟ้าอากาศของประเทศไทย (กล้านรงค์ และเกื้อกูล, 2546) ซึ่งค่อนข้างร้อนและมีฝนตกสม่ำเสมอตลอดฤดูปลูก และมันเทศสามารถปรับเข้ากับสภาพแวดล้อมได้อย่างกว้างขวาง เป็นพืชที่มีความทนทานต่อความแห้งแล้งได้ดีมาก แต่ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมก็มีผลกระทบต่อผลผลิตมันเทศเช่นกัน แหล่งปลูกมันเทศในประเทศไทยอยู่ในบริเวณภาคกลางและภาคอื่นๆ จังหวัดที่ปลูกมันเทศมาก ได้แก่ พระนครศรีอยุธยา สุพรรณบุรี กาญจนบุรี ราชบุรี ระยอง ตรัง อุบลราชธานี สุโขทัย เชียงใหม่ นครศรีธรรมราชและพัทลุง (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2548)

1.1 ลักษณะทั่วไปของมันเทศ

มันเทศมีลำต้นเป็นเถาหรือเป็นพุ่มตั้งตรงเกิดจากการขยายตัวของรากซึ่งเนื้อเยื่อภายในเรียกว่า Parenchyma เป็นส่วนที่สะสมแป้ง ใบเป็นใบเดี่ยว เกิดสลับบนข้อของลำต้น มันเทศแต่ละพันธุ์จะมีรูปร่างของใบขนาดใบ ขนที่ใบ และสีของใบแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ เช่น รูปใบโพธิ์ รูป

แขก เป็นต้นรากหรือหัว มันเทศมีระบบรากแบบรากฝอย ซึ่งเป็นส่วนที่ใช้ในการสะสมอาหารที่ขยายตัวเป็นหัวขึ้นมาจากเกิดจากรากของลำต้นที่ใช้ปลูกหรือจากรากที่เกิดจากข้อของลำต้นที่เลื้อยไปตามดินก็ได้ลักษณะหัวส่วนมากมีรูปร่างทรงกระบอกด้านหัวท้ายเรียวตรงกลางป่องออก มันเทศในแต่ละสายพันธุ์แตกต่างกันไปตามสีผิวของหัวและเนื้อ และมีผิวเรียบพันธุ์มันเทศที่นิยมมีมากมายหลายพันธุ์ ดอก ดอกมีลักษณะคล้ายกับพันธุ์กับดอกของพืชในวงศ์ Solanaceae มีสีชมพูและสีม่วงคล้ายดอกผักบุ้งไทย มันเทศเป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ภายในดอกเดียวกัน ผล มันเทศมีลักษณะเป็นฝักคล้ายดอกบัวตูม เหมือนผักบุ้ง เมล็ด มีขนาดเล็ก เป็นแบบ capsule ลักษณะค่อนข้างแบน เมล็ดด้านที่เรียบจะพบส่วนของ hilum ส่วนอีกด้านเป็นเหลี่ยมจะพบ micro pyle เมื่อแก่จัดเมล็ดจะมีสีดำ พบประมาณ 2-4 เมล็ดต่อผลโดยทั่วไปแล้วพันธุ์ที่เป็นที่ต้องการของตลาดจะเป็นพันธุ์ที่มีเนื้อสีม่วง เหลือง เหลืองส้ม และขาว (นิติพงษ์ และกชกร, 2561)

1.2 ความสำคัญทางเศรษฐกิจของมันเทศ

พืชที่อยู่ในตระกูลเดียวกับมันเทศได้แก่พืชสกุล Ipomoea , Convolvulus, Evolvulus และ Cuscuta แต่สกุลที่สำคัญที่สุด คือ Ipomoea ซึ่งมีพืชสมาชิกอยู่ประมาณ 400 ชนิด รวมทั้งมันเทศซึ่งมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ มันเทศเป็นพืชหัวประเภทคาร์โบไฮเดรตและคุณค่าทางอาหารสูงทั้งหัวละใบ ส่วนหัวสามารถนำมาปรุงอาหารทั้งคาวและหวานได้ เช่น แกงเลียง แกงคั่ว มันทอด มันเทศเชื่อม และทำไส้ขนมต่างๆ เกาของมันก็ยังมีเป็นแหล่งเส้นใยที่สำคัญในการเลี้ยงไหม นอกจากนี้ยังสามารถแปรรูปหรือเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมได้หลายชนิด เช่น เส้นไหม แป้งไหม น้ำตาล แอลกอฮอล์และเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ น้ำส้มหรือกรดน้ำส้ม (citric acid)

1.3 องค์ประกอบของมันเทศ

1.3.1 แป้ง (starch) หัวมันเทศมีแป้งประมาณ 15 – 28 % เมื่อได้รับความร้อนจากการทำอาหารแป้งจะเปลี่ยนเป็นน้ำตาล maltose

1.3.2 น้ำตาล (sugars) ประกอบด้วย fructose, galactose, glucose, sucrose, maltose และ inositol หลังจากเก็บเกี่ยวแล้วนำไปไว้ในโรงเก็บ แป้งในหัวมันเทศจะเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาล sucrose

1.3.3 เอนไซม์ (enzymes) มี α -amylase และ β -amylase ซึ่งมีความคงทนถึงแม้จะได้รับความร้อน และจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาไว้ในโรงเก็บ

1.3.4 กรดอินทรีย์ (organic acid) เป็นสารที่ไม่ระเหยมีผลต่อรสชาติของมันเทศเพียงเล็กน้อย เช่น กรด succinic, malic, และ quinic ซึ่งมีปริมาณแตกต่างกันในแต่ละสายพันธุ์

1.3.5 โปรตีน (proteins) หัวมันเทศมีโปรตีนประมาณ 1.0 – 2.5% หรือประมาณ 5% ของน้ำหนักแห้ง บริเวณผิวหรือเปลือกจะมีมากกว่าส่วนอื่นๆ และมีสารประกอบของกรดอะมิโน (amino acid) ที่สำคัญ ได้แก่ threonine, methionine, half-cysteine, tyrosine, phenylalanine, proline, glycine, alanine, histidine, tryptophan, serine, valine, leucine, isolucine, arginine และ lysine

1.3.6 วิตามิน และ แร่ธาตุ (vitamins and minerals) มันเทศมีวิตามินเอ บี1 บี2 ซี และอี มีแร่ธาตุ ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม ซิงค์ และมีใยอาหาร ที่สำคัญองค์ประกอบหลักมันเทศเนื้อสีม่วง คือ แอนโทไซยานินซึ่งจะพบมากในมันเทศเนื้อสีม่วงเมื่อเปรียบเทียบกับมันเนื้อสีส้ม เนื้อสีขาว และเนื้อสีเหลือง (นิติพงษ์ และกชกร, 2561)

1.3.7 สารระเหย (volatile compounds) สกัดได้จากผิวเปลือกของมันเทศ มีโครงสร้างเป็นวงแหวนกลุ่ม aromatic ได้แก่ aldehydes, alcohols, ketone, aromatic hydrocarbons, heterocyclic compound (pyridine and furan derivations) และ palmitic acid สำหรับมันเทศที่ผ่านความร้อนจากการทำอาหารแล้วจะพบสารตัวใหม่เพิ่มขึ้น คือ limonene, cineole, terpineol, มี β -cyclocitral, α -cadinene และ palmitic acid

1.3.8 รังควัตถุ (pigments) ในมันเทศมี β -carotene ในปริมาณมาก โดยเฉพาะมันเทศที่มีเนื้อสีส้มหรือเหลือง มากกว่าในมันเทศที่มีเนื้อสีขาว ส่วนมันเทศที่มีเนื้อสีแดงและสีม่วงจะมี anthocyanin ในปริมาณสูง (นิติพงษ์ และกชกร, 2561)

1.4 คุณค่าทางโภชนาการและการใช้ประโยชน์

1.4.1 หัวมันเทศมีคุณค่าประโยชน์มาก และเป็นที่ยอมรับในการนำมาประกอบอาหารได้เป็นอย่างดี โดยการนำมาปรุงอาหารได้ทั้งคาวและหวาน โดยอาหาร ได้แก่ แกงกะหรี่ แกงมัสมั่น ซุปมันเทศ แกงเลียง ส่วนอาหารหวาน ได้แก่ ขนมหม้อแกง มันบวช ลอดช่องมันเทศ เป็นต้น

1.4.2 หัวมันเทศเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตชั้นดีที่ให้พลังงานโดยไม่ก่อพิษต่อร่างกายแบบอาหารที่แปรรูปจากแป้งเป็นน้ำตาลแบบอื่นๆ จึงสามารถนำมาใช้รับประทานแทนข้าวได้โดยคุณค่าทางโภชนาการของมันเทศต่อ 100 กรัม

1.4.3 ยอดอ่อนมันเทศสามารถนำมาใช้รับประทานเป็นผักได้เช่นกัน โดยนำมาปรุงอาหาร เช่น แกงส้ม ผัดน้ำมันหอย ต้มจืด แกงเลียง เป็นต้น คุณค่าทางโภชนาการของยอดอ่อนมันเทศต่อ 100 กรัม ประกอบด้วย พลังงาน 48 แคลอรี แป้ง 9.2 กรัม โปรตีน 3.6 กรัม ไขมัน 0.7 กรัม น้ำ 85

กรัม ถั่ว 1.5 กรัม แคลโรทีน 6,000 มิลลิกรัม วิตามินบี1 0.12 มิลลิกรัม วิตามินบี2 0.24 มิลลิกรัม วิตามินบี 3 0.09 มิลลิกรัม วิตามินซี 27 มิลลิกรัม เป็นต้น

1.4.4 ถั่วของมณฑลยังเป็นแหล่งเส้นใยที่สำคัญในการเลี้ยงสัตว์ได้ดี เช่น สุนัข โค กระบือ แพะ แกะ กระต่าย เป็นต้น (นิติพงษ์ และกษกร, 2561)

1.5 คุณค่าทางโภชนาการของมณฑลสีม่วง

มณฑลสีม่วง เป็นแหล่งให้พลังงาน เป็นแหล่งของสารพฤกษเคมีที่มีคุณค่าทางโภชนาการนอกจากนี้ความสำคัญต่อสุขภาพคือมีสารอาหารในปริมาณที่สูง และมีความสามารถต้านอนุมูลอิสระ และต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน (Lipid Peroxidation) จึงได้มีการศึกษาถึงคุณสมบัติของมณฑลสีม่วงต่อสุขภาพในด้านต่างๆ เช่น ลดระดับคอเลสเตอรอล และลดน้ำตาลในเลือด การต้านอนุมูลอิสระ และต้านมะเร็งลำไส้ ช่วยลดระดับอนุมูลอิสระโดยทำหน้าที่เป็นตัวต้านอนุมูลอิสระในกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะกระบวนการออกซิเดชัน เช่น ในการสังเคราะห์แสงจะมีการสร้างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ขึ้นแอนโทไซยานินจะเข้าไปทำปฏิกิริยากับสารนี้ โดยยับยั้งการรวมตัวระหว่างออกซิเจนกับคอเลสเตอรอลชนิด LDL-cholesterol จากกระบวนการออกซิเดชันซึ่ง LDL ที่ถูกออกซิไดซ์จากอนุมูลอิสระเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีส่วนทำให้เกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดได้ซึ่งเป็นไขมันที่ไม่พึงประสงค์ ในขณะเดียวกันจะเพิ่มปริมาณของคอเลสเตอรอลชนิด HDL-cholesterol ที่เป็นไขมันดี (Lazze *et al.*, 2004) ดังนั้นการกินมณฑลจึงช่วยลดอัตราเสี่ยงของการเกิดหัวใจวาย และลดการตายจากโรคหัวใจได้



ภาพที่ 2 ทาร์ตไข่

ที่มา : นิรนาม (มปป)

2. ทาร์ต

ทาร์ตเป็น pastry (เพสตรี) ชนิดหนึ่ง หรือภาษาฝรั่งเศสเรียกว่า Pate Brisee เป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่มีลักษณะของเปลือกกรอบ เป็นเกล็ดเมื่อบิออกเป็นชั้นพองหรือแตกลง จึงสามารถหยอดใส่คาวหวานต่างๆลงในพิมพ์ทาร์ตได้ (นิรนาม, 2559)

2.1 พาย/ทาร์ต แบ่งได้เป็น 3 ชนิด ตามวัตถุดิบที่ใช้

1) พายร่วน (Shortcrust Pastry หรือ Pie Crust)



ภาพที่ 3 พายร่วน

ที่มา : นิรนาม (2559 ก)

พายร่วน ลักษณะเป็นฐานของพายและทาร์ตชนิดต่างๆ ซึ่งจะมีเปลือกพายส่วนผสมไข่ ซึ่งส่วนมากมีความชื้นน้อยอยู่ตัว เปลือกพายทำจากแป้งสาลีและไขมันจำพวกเนยสดหรือมาการินที่ผสมแบบง่ายๆ โดยเคล้าแป้งสาลีกับเนยเป็นเม็ดเล็กๆ แล้วจึงใส่น้ำเย็นลงผสมให้เข้ากัน แต่จะไม่นวดแป้งนานๆ เพราะจะทำให้แป้งเหนียวไม่กรอบร่วนหลังจากนั้นกรุแป้งที่ได้ลงพิมพ์ ก่อนนำไป

อบแล้วจะต้องจิ้มให้กันแป้งพายเป็นรูเล็กๆ ซึ่งส่วนใหญ่่มักจะใช้ส้อมจิ้มแป้งบริเวณกันพิมพ์ให้ทั่ว เพื่อไม่ให้เวลาอบแล้วแป้งตรงส่วนนั้นพองขึ้นมา

1.1) พายหน้าปิด / พายเปลือกคู่ (Double crust/ Two crust pie) เป็นการทำเปลือกพาย 2 ชั้น คือสำหรับรองพิมพ์เพื่อบรรจุไส้ และอีกชั้นสำหรับปิดบนไส้ที่บรรจุไว้ โดยเปลือกบนจะปิดคลุมไส้ทั้งหมด วิธีนี้นิยมใช้ในการทำพายไส้ผลไม้ หรือพายเนื้อ เป็นต้น

1.2) แป้งพายอบสุก / พายหน้าเปิด (Prebaked pie shell/ Single Crust) เป็นการนำแป้งพายไปอบให้สุก ทิ้งให้เย็นก่อนนำไส้ที่ทำให้สุกและทิ้งให้เย็นเช่นกันใส่ลงไป ทั้งเปลือกพายและไส้ที่เย็นแล้วจะช่วยให้แป้งพายไม่แฉะ วิธีนี้นิยมใช้ในการทำพายมะนาว พายชีสโกกแลต เป็นต้น

1.3) แป้งพายดิบ (Unbaked shell/ Custard pie) เป็นการเติมส่วนผสมของคัสตาร์ด ไข่ไก่ นม ไข่และน้ำตาล ลงไปในส่วนของผสมของแป้งพาย แล้วนำเข้าอบจนกระทั่งไส้และแป้งสุกพร้อมกัน (นิรนาม, 2559)

2) พายชั้น (Puff Pastry)



ภาพที่ 4 พายชั้น

ที่มา : นิรนาม (2559 ข)

พายชั้น (Puff Pastry) จะมีส่วนประกอบเหมือนกับ Shortcrust Pastry แต่มีวิธีการทำที่ยากกว่า แต่ละชั้นเป็นแป้งและไขมันสลับกัน ด้วยวิธีรีดแผ่นแป้งที่ห่อเนยไว้แล้วพับทบกันแล้วรีดซ้ำสลับกับพักแป้งไว้ในตู้เย็น ประมาณ 4-5 รอบ ตามแต่ลักษณะการพับแป้ง เพื่อให้เกิดชั้นแป้งเวลาอบ เมื่ออบเสร็จแล้ว Puff Pastry จะพองตัวขึ้นมาเป็นเหมือนแผ่นแป้งบางๆกรอบๆซ้อนกัน ซึ่งเกิดจากไขมันระหว่างชั้นแป้งเดือดและดันแป้งให้ฟูขึ้น (นิรนาม, 2559)

3) พายนึ่ง (Choux Pastry)



ภาพที่ 5 พายนึ่ง

ที่มา : นิรนาม (2559 ค)

พายนึ่ง (Choux Pastry) เป็นเพสตรีอย่างนิ่ม ทำจากแป้งสาลีกวนให้สุกด้วยน้ำและไขมัน แล้วตีผสมกับไข่ มีสัดส่วนของน้ำที่สูงกว่าแป้งพายร่วนและพายชั้น เนื่องจากการพองตัวของ Choux Pastry จะอาศัยการระเหยของไอน้ำมาช่วยยกตัวแป้งขึ้น เมื่ออบเสร็จแล้วจะมีโพรงอากาศอยู่ด้านใน สามารถใส่ไส้ต่างๆได้ (นิรนาม, 2559)

2.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตภัณฑ์ทาร์ต



ภาพที่ 6 แป้งสาลีต่างๆ

ที่มา : นิรนาม (มปป)

2.2.1 แป้งสาลี

แป้งที่ใช้ทำขนมอบส่วนใหญ่มีองค์ประกอบแป้งสาลี แป้งสาลีมีหลายชนิด มีคุณสมบัติในการทำขนมอบต่างกันบางชนิดเหมาะทำขนมปัง บางชนิดเหมาะทำเค้ก เพราะแป้งสาลีที่ใช้มีปริมาณโปรตีนต่างกัน แป้งสาลีที่ใช้ทำขนมอบทุกชนิดจัดเป็นแป้งสาลีอย่างเบา คือ มีโปรตีนต่ำ และน้ำหนักน้อยกว่าปกติ(อรอนงค์, 2549) แป้งสาลีเมื่อมีน้ำแทรกอยู่ และได้รับความร้อนจะมีผลทำให้เกิดเจลเมื่อทำให้เย็นคงตัว และมีลักษณะขุ่นขาวขึ้น เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไปให้ความร้อนอีกครั้ง อะมิโลเพกทินจะคืนสภาพเป็นเจลอีกครั้งแต่อะมิโลเพกทินจะไม่เปลี่ยนแปลง (นันทพร, 2546)

2.2.2 ชนิดของแป้งสาลี

-แป้งเค้ก (Cake Flour) เป็นแป้งที่ทำจากข้าวสาลีชนิดเบาและมีเนื้อละเอียดที่สุด สีขาวที่สุด มีโปรตีนต่ำประมาณร้อยละ 7-9 แป้งชนิดนี้ใช้สารเคมีทำให้ขึ้นฟูเท่านั้นไม่ใช่ยีสต์สารเคมีที่ใช้ได้แก่ ผงฟู เบคกิ้งโซดา เกิดสารที่จะยิदनน้อยกว่าเมื่คแป้งมีขนาดสม่ำเสมอ ใช้ทำเค้กหรือคุกกี้และมัฟฟิน

-แป้งสาลีธรรมดา (All Purpose Flour) เรียกว่าแป้งสาลีอเนกประสงค์ ทำจากแป้งสาลีอย่างหนักและเบาผสมกัน มีโปรตีนสูงปนกลางร้อยละ 10-11ลักษณะของแป้งชนิดนี้จะมีลักษณะของแป้งขนมปังและแป้งเค้กรวมกัน สารที่ทำให้ขึ้นฟูสำหรับแป้งชนิดนี้ คือยีสต์ และผงฟู จึงเป็นแป้งที่ทำขนมอบได้ทุกอย่าง ถ้าใช้ทำเค้กคุณภาพจะไม่ดีเท่าแป้งเค้ก และเมื่อทำขนมปังก็จะไม่ดีเท่าแป้งขนมปัง

-แป้งขนมปัง (Bread Flour) เป็นแป้งที่ได้จากแป้งสาลีชนิดหนักมีโปรตีนสูงประมาณร้อยละ 12-14 แป้งชนิดนี้ใช้ยีสต์เป็นตัวทำให้ฟูเท่านั้น เพราะยีสต์จะทำให้ก้อนโดพองตัวได้เหมาะสมสำหรับทำขนมปังโดยเฉพาะ เมื่อนำมาทำขนมปังจะได้ขนมปังที่มีปริมาตรและเนื้อในที่มีลักษณะดี เพราะมีโปรตีนที่สามารถจะยืดหยุ่นได้ดี เม็ดแป้งชนิดนี้จะหยาบกว่าชนิดทำเค้ก

-แป้งเพลสทรี (Pastry Flour) มีคุณสมบัติอยู่ระหว่างแป้งสาลีธรรมดากับแป้งเค้กมาจากข้าวสาลีอย่างเบา ใช้สำหรับทำเพลสทรี คูกี้

-แป้งที่ขึ้นเอง (Self –Rising Flour) หมายถึงแป้งที่ผสมผงฟูไว้อย่างเหมาะสม บรรจุในกล่องหรือถึง เช่น Multiple

-แป้งเสริมวิตามิน (Enriched Flour) เป็นแป้งที่ได้เติมสารอาหารบางอย่างลงไป เช่น เติมน้ำมัน เกลือแร่

2.2.3 เนย



ภาพที่ 7 เนย

ที่มา : นิรนาม (มปป ก)

เนยเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากไขมันนม นอกจากจะประกอบด้วยไขมันนมแล้วยังประกอบด้วยของแข็งในนมไม่รวมไขมัน (Milk solid not fat) และน้ำอีกบางส่วน บางครั้งอาจมีการเติมสารเจือปนอาหารลงไปด้วย มาตรฐานของส่วนประกอบในเนยของไทย ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 30 (พ.ศ. 2522) กำหนดให้ เนยต้องมีไขมันนมไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของน้ำหนักมีของแข็งในนมได้ไม่เกินร้อยละ 2 มีน้ำได้ไม่เกินร้อยละ 16 และมีเกลือโซเดียมคลอไรด์ได้ไม่เกินร้อยละ 4 ของน้ำหนัก นอกจากนี้จะต้องไม่มีกลิ่นหืน ไม่มีวัตถุกันเสีย ไม่มีเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค รวมทั้งไม่มีสารเป็นพิษจากเชื้อจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ (ศิริลักษณ์, 2533)

2.2.4 เกลือ



ภาพที่ 8 เกลือ

ที่มา : นิรนาม (2559 ข)

เกลือที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบ หมายถึง โซเดียมคลอไรด์ ซึ่งเป็นเกลือป่นละเอียดที่ใช้ในการประกอบอาหารทั่วไป มีหน้าที่

- ช่วยเพิ่มรสชาติในผลิตภัณฑ์
- ช่วยให้กลูเตนของโดมีกำลังในการยืดตัว
- ช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ไม่ต้องการ (อุลย์, 2547)

2.2.5 น้ำตาล



ภาพที่ 9 น้ำตาล

ที่มา : นิรนาม (2559 ค)

น้ำตาลที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบ หมายถึง น้ำตาลซูโครสมีหลายชนิด ได้แก่ น้ำตาลทรายบริสุทธิ์ น้ำตาลทรายแดง น้ำตาลทรายดิบ น้ำตาลไอซิ่ง น้ำเชื่อม และเบะแซ น้ำตาลมีหน้าที่

- ให้ความหวานและกลิ่นรสแก่ผลิตภัณฑ์
- ช่วยให้สีของผลิตภัณฑ์เข้มขึ้น
- ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มชื้น เก็บได้นาน
- ช่วยในการตีครีมและตีไข่ให้มีความคงตัวได้ดี
- ช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหาร (อุทัย, 2547)

2.2.6 ไข่



ภาพที่ 10 ไข่

ที่มา : นิรนาม (2559 ง)

ผลิตภัณฑ์ขนมอบส่วนมากจะใช้ไข่ไก่ และใช้ในรูปแบบของไข่สด ไข่มีหน้าที่

- ทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู
- ช่วยให้เกิดสีแก่ผลิตภัณฑ์
- ช่วยให้เกิดความมันแก่ผลิตภัณฑ์
- ให้กลิ่นรสและความเข้มข้น

2.2.7 นม



ภาพที่ 11 นม

ที่มา : นิรนาม (2559 จ)

เป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างของเค้ก เนื่องจากมีโปรตีนในองค์ประกอบและสามารถใช้แทนน้ำในสูตร ช่วยเริ่มคุณค่าทางอาหารและกลิ่นรสให้กับเค้ก ช่วยรวมส่วนผสมอื่นๆเข้า

ด้วยกัน ช่วยละลายน้ำตาล ทำให้ผงฟูเกิดปฏิกิริยาที่ควรเป็น และช่วยควบคุมหนืด (จิตรนา และอรอนงค์, 2546)

2.2.8 น้ำ



ภาพที่ 12 น้ำ

ที่มา : นิรนาม (มปป)

น้ำมีหน้าที่รวมตัวกับโปรตีนในแป้งให้เกิดเป็นกลูเตนเมื่อผสมน้ำกับแป้งจะเกิดก้อนแป้งที่มีลักษณะเหนียว และยืดหยุ่นได้เรียกว่า โด โครงสร้างของโดคือกลูเตนซึ่งเป็นโปรตีนที่ไม่ละลายน้ำ ยิ่งในโดมีปริมาณน้ำมากเท่าใด สตาร์ชซึ่งเป็นส่วนประกอบใหญ่ของแป้งก็จะยึดไว้มาก สตาร์ชจะดูดซับน้ำไว้บนผิวนอกในขั้นตอนแรกของการผสม เมื่อการผสมดำเนินต่อไปโดจะค่อยๆ หายและ จนเมื่อ จับดูจะไม่ติดมือ หรือติดข้างๆ อย่างผสม โปรตีนจะได้รับการผสมกับน้ำอย่างเต็มที่ และเซลล์ของสตาร์ชจะดูดซึมน้ำเข้าไปประมาณครึ่งหนึ่งของน้ำหนักแป้ง

โดที่มีความเหนียวแน่นมากเกินไปเนื่องจากน้ำน้อยเกินไป ปริมาณของน้ำที่อยู่ในโดจะมีผลอย่างยิ่งต่อโครงสร้างของขนมปัง น้ำจะทำให้เนื้อในของผลิตภัณฑ์ที่ได้อ่อนนุ่ม มีขนาด และรูปร่างของเซลล์เปิด โดที่แน่นจะทำให้เนื้อในขนมปัง มีขนาดและรูปร่างของเซลล์ที่ปิดแน่น มีเปลือกนอก แข็งและมีปริมาณเล็ก

2.3 ลักษณะเนื้อสัมผัส

การเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ลักษณะของอาหาร (ความชื้น องค์ประกอบทางเคมีคือ ไขมัน โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต) อุณหภูมิและเวลาในการให้

ความร้อน ลักษณะเฉพาะของอาหารอบได้แก่ การเกิดเปลือกแข็งซึ่งจะช่วยรักษาความชื้นภายในอาหารไว้เช่น บิสกิต จะถูกอบจนมีความชื้นต่ำและเกิดมีลักษณะเหมือนเปลือกแห้งทั่วไปในอาหาร การให้ความร้อนอย่างรวดเร็วจะทำให้เปลือกอาหารแข็ง ซึ่งจะป้องกันการเสียความชื้นและไขมัน พร้อมทั้งป้องกันการเสื่อมสลายของสารอาหารและองค์ประกอบด้านกลิ่นรส ความเข้มข้นของความดันไอบนผิวในอากาศจะสูงกว่าความดันไอบนผิวของอาหารด้านนอกมาก ความชื้นจึงเคลื่อนที่จากด้านในของอาหารออกมาระหว่างการเก็บรักษา ถ้าวิธีเก็บรักษา เช่น การแช่แข็งไม่สามารถรักษาความชื้นไว้ได้ ความชื้นจะเคลื่อนที่ออกมาที่ผิวและทำให้เปลือกอาหารนิ่ม ไม่มารับประทานและทำให้อายุการเก็บรักษาลดลง การให้ความร้อนอย่างช้าๆ จะทำให้ความชื้นหนีออกมาจากผิวหน้าอาหารได้มากก่อนที่จะถูกปิดกั้นโดยเปลือกแข็ง วิธีนี้จะทำให้เกิดความแตกต่างของความเข้มข้นของไอน้ำที่ไม่มากนัก และทำให้ด้านในของอาหารแห้งกว่าการใช้ไอน้ำ นอกจากนี้ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสยังช่วยเร่งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล ทำให้เปลือกมีสีสวยน่ารับประทานด้วย

(วิไล, 2531)

2.4 สี และกลิ่นรส

กลิ่นที่ได้จากการอบเป็นลักษณะเฉพาะด้านประสาทสัมผัส ที่สำคัญของอาหารอบ การได้รับความร้อนสูงของผิวอาหารทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลระหว่างน้ำตาลลดกรดอะมิโน มีผู้วิจัยหลายท่านได้ศึกษารายละเอียดทางเคมีของปฏิกิริยาเมลลาร์ด และ Streaker degradation พบว่าอุณหภูมิสูงและความชื้นต่ำในชั้นผิวของอาหารทำให้น้ำตาลกลายเป็นคาราเมล กรดไขมันเกิดออกซิเดชัน และเปลี่ยนไปเป็นแอลดีไฮด์ แอลกอฮอล์ คีโตน แอลกอฮอล์ และเอสเทอร์ได้ปฏิกิริยาเมลลาร์ดและ Streaker degradation ทำให้เกิดกลิ่นต่างๆ เนื่องจากการรวมตัวกันของกรดอะมิโนอิสระและน้ำตาลที่อยู่ในอาหารบางชนิด กรดอะมิโนแต่ละชนิดจะผลิตกลิ่นเฉพาะตัว เมื่อได้รับความร้อนร่วมกับน้ำตาลและเปลี่ยนไปเป็นแอลดีไฮด์เฉพาะอย่างยิ่ง กลิ่นที่ได้แตกต่างกันแล้วแต่ละชนิดของน้ำตาลและสภาวะการให้ความร้อนเช่น กรดอะมิโนโพรลีน จะให้กลิ่นมันฝรั่ง เห็ดหรือไข่ไหม้เมื่อได้รับความร้อนกับน้ำตาลต่างชนิดที่อุณหภูมิต่างๆ เมื่อมีการให้ความร้อนต่อไปจะทำให้สารหอมระเหยที่เกิดจากกลไกดังกล่าวเกิดเสื่อมสภาพและกลายเป็นสารที่ให้กลิ่นไหม้แทน ดังนั้นจึงเกิดสารให้กลิ่นหลายชนิดในระหว่างการอบ ชนิดของกลิ่นจะขึ้นอยู่กับการรวมตัวกันของไขมัน กรดอะมิโนและน้ำตาลเฉพาะอย่างในชั้นผิวของอาหาร อุณหภูมิและความชื้นของอาหารตลอดเวลาการให้ความร้อน สีน้ำตาลทองที่เกิดขึ้น ในอาหารอบเกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด การเกิดคาราเมล

ของน้ำตาลและเคทรีนส์ซึ่งอยู่ในอาหารหรือเกิดจากการไฮโดรไลซิสแป้งเป็นเฟอร์เฟอรอล (Furfural) และไฮดรอกซีเมทิลเฟอร์เฟอรอล (Hydroxymethyl furfural) การเกิดคาร์บอนในเซชัน (Carbonization) ของน้ำตาล ไขมัน และโปรตีน

2.5 การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่

เก็บใส่ตู้เย็น ก่อนรับประทานสามารถอุ่นได้ด้วยเตาอบที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส นาน 2-3 นาทีหรืออุ่นด้วยไมโครเวฟ แต่ถ้ารับประทานทันทีเนื้อสัมผัสจะกรอบอร่อย

2.6 คุณลักษณะที่ต้องการ

2.6.1 ลักษณะทั่วไป

ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีรูปทรงและขนาดใกล้เคียงกัน ไม่ไหม้เกรียม ส่วนที่เป็นแป้งอาจแตกหักได้เล็กน้อย ไข่หรือส่วนปรุงแต่งหน้าต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ในที่ฉลาก

2.7 การเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำมันเป็นส่วนประกอบ

ผลิตภัณฑ์อาหารที่มีองค์ประกอบของน้ำมันรวมอยู่ด้วย ซึ่งเป็นปัจจัยหลักอย่างหนึ่งต่อการเสื่อมเสียของอาหารทอด อันเนื่องมาจากการเกิดปฏิกิริยาของน้ำมัน หรือไขมัน ที่มีอยู่ในอาหาร ทำให้เกิดลักษณะของกลิ่นหืน ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำมันเป็นส่วนประกอบ ทั้งนี้ในระหว่างการผลิตนั้นจะมีปฏิกิริยาเกิดขึ้นมากมายซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านเคมีและกายภาพของน้ำมัน โดยจะส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำมันเป็นส่วนประกอบที่ได้ ทั้งนี้ปฏิกิริยาหลักที่ก่อให้เกิดการเสื่อมเสีย อันเนื่องมาจากองค์ประกอบของน้ำมัน หรือไขมันในผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำมันเป็นส่วนประกอบ ระหว่างการเก็บรักษา คือการเกิดออกซิเดชันของไขมัน (Lipid oxidation) ซึ่งปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาดังกล่าวในผลิตภัณฑ์นั้น จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของกรดไขมันที่มีอยู่ในระบบ ที่มีความแตกต่างกันทั้งสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี รวมทั้งความไวต่อปฏิกิริยา นอกจากนั้นส่วนประกอบอื่นๆ ในอาหารอาจทำหน้าที่ร่วมออกซิไดซ์ (Co-oxidation) หรือทำปฏิกิริยากับไขมันที่ถูกออกซิไดซ์แล้ว หรือผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการออกซิเดชันดังนั้นปฏิกิริยาการเกิดออกซิเดชันของไขมันจึงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและซับซ้อน ทั้งนี้ปัจจัยที่มีผลดังกล่าวสามารถสรุปได้ดังนี้ (กงวุฒิ, 2549)

2.7.1 ชนิดของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบ เนื่องจากชนิดของกรดไขมันในโมเลกุลไขมันและน้ำมัน มีผลกระทบต่ออัตราเร็วของปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยอัตราในการนั้นแตกต่างกันตามชนิดของกรดไขมัน กรดไขมันที่มีพันธะคู่มากจะเกิดได้เร็วกว่าที่มีพันธะคู่เดี่ยว

2.7.2 ปริมาณกรดไขมันอิสระ กรดไขมันที่อยู่ในรูปกรดไขมันอิสระจะถูกออกซิไดส์ได้ง่ายกว่าที่อยู่ในรูปเอสเทอร์ (Ester) กับกลีเซอรอล (Glycerol)

2.7.3 ความเข้มข้นของออกซิเจน ในภาวะที่มีออกซิเจนมากอัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันจะไม่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของออกซิเจน แต่ในภาวะที่มีออกซิเจนน้อยอัตราการเกิดออกซิเดชันขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของออกซิเจน อย่างไรก็ตามผลของออกซิเจนยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นด้วยไม่ว่าจะเป็น อุณหภูมิ และพื้นที่ผิวสัมผัส

2.7.4 อุณหภูมิ อัตราเร็วในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นและอุณหภูมิที่ยังมีผลต่อความดันย่อยของออกซิเจนด้วย เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นการเปลี่ยนแปลงความดันย่อยของออกซิเจนจะมีอิทธิพลเพียงเล็กน้อยต่ออัตราเร็วของการเกิดออกซิเดชัน เพราะการละลายออกซิเจนในน้ำมัน หรือไขมัน และน้ำจะลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น

2.7.5 พื้นที่ผิว อัตราเร็วในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเป็นสัดส่วนโดยตรงกับพื้นที่ผิวของน้ำมัน หรือไขมันที่สัมผัสกับอากาศ ดังนั้นหากอัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตรเพิ่มมากขึ้นการเกิดก็จะเร็วขึ้น

2.7.6 ความชื้น อัตราเร็วในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันขึ้นอยู่กับค่าวอเตอร์แอกติวิตี โดยในอาหารแห้งที่มีความชื้นต่ำมาก (ค่าวอเตอร์แอกติวิตีต่ำประมาณ 0.1) ปฏิกิริยาออกซิเดชันจะเกิดได้อย่างรวดเร็ว เมื่อค่าวอเตอร์แอกติวิตีเพิ่มขึ้นถึง 0.3 จะยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาดังกล่าวให้เกิดขึ้นน้อยสุด อย่างไรก็ตามเมื่อค่าวอเตอร์แอกติวิตีเพิ่มมากขึ้นอยู่ในช่วง 0.55-0.85 อัตราการเกิดจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่งเนื่องจากมีปริมาณมากพอที่จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) และออกซิเจน

2.7.7 การเกิดอิมัลชัน (Emulsification) ในอาหารที่เป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (Oil in Water Emulsion) หยดน้ำมันจะกระจายตัวอยู่ในตัวกลางที่เป็นน้ำ ออกซิเจนจะต้องแพร่กระจายผ่านตัวกลางที่เป็นน้ำเข้าไปสู่หยดน้ำมันผ่านชั้นระหว่างผิวของน้ำกับน้ำมัน ดังนั้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันจึงขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น ชนิดและความเข้มข้นของอิมัลซิฟาย

เออร์ (Emulsifier) ขนาดของอนุภาคหยดน้ำมัน พื้นที่ผิวระหว่างหยดน้ำมันกับน้ำที่เป็นตัวกลาง ความหนืดของน้ำที่เป็นตัวกลาง ค่าความเป็นกรด-ด่าง ส่วนประกอบและคุณสมบัติของตัวกลาง เป็นต้น

2.7.8 โปรออกซิแดนท์ (Pro-oxidants) แร่ธาตุหรือโลหะบางชนิด เช่น โคบอลต์ ทองแดง เหล็ก แมงกานีส มีสมบัติเป็น โปรออกซิแดนท์ได้แม้ที่ความเข้มข้นเพียง 0.1 ส่วนต่อล้านส่วน ซึ่งอาจจะปนเปื้อนมาจากดินที่ปลูก หรือหลุดมาจากอุปกรณ์โลหะต่างๆ

2.7.9 แสงและรังสีต่างๆ มีผลช่วยในการเร่งให้เกิดการปฏิกิริยาออกซิเดชัน

2.7.10 สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) สารต้านอนุมูลอิสระจะช่วยยับยั้ง หรือชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ ซึ่งมีทั้งสารจากธรรมชาติ เช่น วิตามินอีในน้ำมันพืช และสารจากการสังเคราะห์ เช่น บีเอชเอ (BHA) บีเอชที (BHT) เป็นต้น

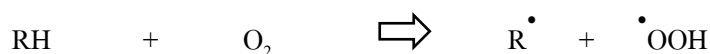
2.8 ผลของค่าออกซิเดชันในอาหารต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน

ผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำมันเป็นส่วนประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ที่ระดับของค่าออกซิเดชันออกซิเดชันก่อนข้างต่ำ ซึ่งช่วงดังกล่าวความว่องไวต่อการเกิดออกซิเดชันของไขมันที่แตกต่างกัน โดยสามารถแบ่งออกเป็น 5 ช่วงได้ดังนี้

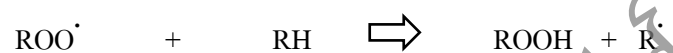
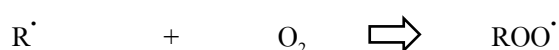
2.8.1 ค่าออกซิเดชันน้อยกว่า 0.2 เป็นระยะที่ปฏิกิริยาออกซิเดชัน เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว โดยปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นแบบปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยทั่วไป คือเป็นการหืนที่เกิดขึ้นเนื่องจากพันธะคู่ของกรดไขมัน ไม่อึดตัวกับออกซิเจนในอากาศเกิดลักษณะการเชื่อมตัวเพอร์ออกไซด์ (Peroxide linkage) ที่บริเวณระหว่างพันธะคู่ โดยปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาเมื่อไขมัน หรือน้ำมันสัมผัสกับก๊าซออกซิเจนในอากาศ ทั้งนี้การเกิดปฏิกิริยา มีค่าพลังงานกระตุ้น (Activation energy) ต่ำมาก ประมาณ 4-6 กิโลแคลอรีต่อโมล ในขั้นตอนแรกและประมาณ 6-14 กิโลแคลอรีต่อโมล ในขั้นตอนที่สอง ทั้งนี้การเกิดปฏิกิริยาดังกล่าวจะประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลักๆ ดังต่อไปนี้

1) ขั้นตอนการเกิดอนุมูลอิสระ (Initiation)

1.1) ขั้นตอนการเกิดอนุมูลอิสระ (Initiation)



1.2) ปฏิกริยาต่อเนื่องของอนุมูลอิสระ (Propagation)



1.3) ปฏิกริยาสุดท้ายที่ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่ไม่อนุมูลอิสระ (Termination)



2.9 ค่าวอเตอร์แอกติวิตี้เท่ากับ 0.2

จะมีความคงตัวมากที่สุด เนื่องจากน้ำจะอยู่เป็นชั้นระดับเดียว (monolayer) ที่ผิวโมเลกุล จึงปิดบังไม่ให้ออกซิเจนเคลื่อนตัวผ่านไปใต้ไขมัน หรือ เข้าไปแย่งออกซิเจน ในบริเวณที่จะเกิดการ ดูดซับกับไขมัน

2.10 ค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ช่วงระหว่าง 0.2-0.5

เพอร์ออกไซด์ที่แตกตัวแล้ว (Active peroxides) จะมีความเข้มข้นต่ำ เนื่องจากจะถูกน้ำ จับเอาไว้ เช่นเดียวกับตัวเร่งที่เป็นโลหะ (Metallic catalyst) จะถูกล้อมรอบไปด้วยน้ำ (Hydration) ในขณะที่ผิวไขมันโมเลกุลของสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) จะเคลื่อนที่ได้ดี และว่องไวในการทำปฏิกิริยา

2.11 ค่าวอเตอร์แอกติวิตี้มากกว่า 0.5-0.9

จะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันสูงขึ้นเนื่องจากมีน้ำมากขึ้นทำให้อาหารเกิดการฟองตัวมีพื้นที่ผิวเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ตัวเร่งปฏิกิริยาสามารถเข้าไปสัมผัสกับอาหาร จึงทำให้เกิดปฏิกิริยาเพิ่มมากขึ้น

2.12 ค่าออกเตอร์แอคติวิตีมากกว่า 0.9

จะทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันลดลง เนื่องจากปริมาณน้ำที่มีมาก จะทำหน้าที่ในการเจือจางตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้โอกาสปฏิกิริยาลดลงน้อยลง นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ในการตกตะกอนตัวเร่งปฏิกิริยาและพันธะไฮโดรเจน (Hydrogen bond) ของน้ำจะจับกับไฮโดรเปอร์ออกไซด์ (Hydroperoxides) ทำให้ไม่เกิดปฏิกิริยาต่อไป และส่งเสริมให้อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นรวมกัน

2.13 ผลที่เกิดขึ้นมาจากการเกิดออกซิเดชันของไขมัน

2.13.1 เกิดการปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน (Polymerization) ของไขมัน ซึ่งเกิดจากการรวมตัวของอนุมูลของไขมัน (Lipid radical) ทำให้สี และความหนืดของน้ำมันเปลี่ยนแปลงไป

2.13.2 การเกิดกลิ่นหืน (Rancidity) ซึ่งเกิดจากสารประกอบคาร์บอนิล (Carbonyl compound) ซึ่งทำให้เกิดกลิ่น และอาจเกิดสารเชิงซ้อนกับโปรตีนทำให้ลดการละลาย และการย่อยได้ของโปรตีนลง

2.13.3 เร่งการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) เนื่องจากมีสารประกอบคาร์บอนิลเพิ่ม จึงทำให้เข้าทำปฏิกิริยากับหมู่อะมิโนได้เพิ่มมากขึ้น

2.13.4 การทำลายกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) ซึ่งมีบทบาทในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant)

3. สารต้านอนุมูลอิสระในมันเทศสีม่วง และการใช้ประโยชน์ต่อสุขภาพ

แอนโทไซยานิน เป็นเม็ดสีที่ละลายน้ำได้ เป็นสารให้สีตามธรรมชาติจัดอยู่ในกลุ่มฟลาโวนอยด์สีของแอนโทไซยานินจะเปลี่ยนไปตามสภาวะความเป็นกรด-ด่าง เป็นสารที่ให้สีแดงตั้งแต่สีน้ำเงินเข้มหรืออาจไม่มีสีเลยเมื่ออยู่ในสภาวะด่าง ($\text{pH} > 7$) จะเป็นม่วงอยู่ในสภาวะที่เป็นกลาง ($\text{pH} = 7$) และจะเปลี่ยนเป็นสีแดงถึงแดงเข้มได้ในสภาวะด่าง ($\text{pH} > 7$) (นิสารัตน์, 2557) แอนโทไซยานินมีโครงสร้างหลักแบบ 2-Phenylbenzopyrylium (Flavylium cation) โดยมีรูปอะไกลโคน (Aglycone) ที่

พบได้บ่อยทั้งหมด 6 ชนิด ได้แก่ ไชยานินดิน เคลฟีนิดิน เพทูนิดิน มอลวิดิน และเพลาโกนินดิน รวมถึงสามารถพบในรูปที่จับกับน้ำตาลหรือหมู่แทนอื่นๆ ซึ่งในปัจจุบันได้ตรวจพบแอนโทไซยานินมากกว่า 635 ชนิด(กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2553) แอนโทไซยานินสามารถพบได้ในทุกส่วนของพืช ทั้งใบ ลำต้น ราก และส่วนสะสมอาหารต่างๆ ผลไม้ต่างๆ เช่น เบอร์รี่ เชอร์รี่ พืช อุ่น รวมถึงผักที่เข้มหลายชนิดได้แก่ แครอทสีม่วง ถั่วดำ ข้าวโพดสีม่วง และ มันเทศสีม่วง เป็นต้น ช่วยชะลอความเสื่อมของเซลล์ ช่วยลดอัตราเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจและเส้นเลือดอุดตันในสมอง

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทาร์ตเป็นขนมอบที่มีส่วนประกอบหลักด้วย แป้งสาลี เนย ไข่ น้ำตาล วิปปิงครีม ซึ่งทำให้มีไขมัน น้ำตาล และแป้ง ซึ่งให้พลังงานสูงซึ่งมีงานวิจัยมากมายที่เสริมส่วนผสมอื่นๆ ในสูตรทาร์ต เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและใยอาหาร เช่น เจตนิพัทธ์ (2560) ผลการใช้เปลือกทุเรียนผงทดแทนแป้งสาลีต่อสุขภาพของแป้งทาร์ต พบว่า ในเปลือกทุเรียนมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 7.39 ส่วนไขมันและคาร์โบไฮเดรตลดลงจากตัวอย่างควบคุม สุนิสา (2561) การพัฒนาทาร์ตแป้งฟักทองแช่เย็นพบว่า แป้งฟักทองทดแทนแป้งสาลีสัดส่วนในการผลิตทาร์ตที่เหมาะสมที่สุดคือ 30:70 บุญญาพร (2557) การพัฒนาตำรับมาตรฐานทาร์ตคาเต็งพุทรา พบว่า ทาร์ตคาเต็ง ปริมาณพุทราร้อยละ 50 ได้รับการยอมรับในทุกคุณลักษณะมากกว่าทาร์ตคาเต็งตำรับอื่น ๆ Ara Kirakosyan *et al.* (2009) คุณลักษณะทางเคมีและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์ทาร์ตเชอร์รี่พบว่า เชอร์รี่บาลาตัน(แช่แข็ง) มีปริมาณแอนโทไซยานินรวมเท่ากับ 1741 mg GAE/ 100g เชอร์รี่มอนต์มอเรncy (แช่แข็ง) มีปริมาณฟีนอลิกรวมเท่ากับ 12,665 ng Cyanidin/ 100g และเชอร์รี่มอนต์มอเรncyแช่แข็ง มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเทียบเท่ากับสารสกัดจาก Trolox (TEAC) เท่ากับ 9.9% Logeswary *et al.* (2017) การใช้มันเทศสีส้ม (*Ipomoea batatas*) บดละเอียดเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของบราวนี่ พบว่า การใช้มันเทศสีส้มบดละเอียดทดแทนแป้งสาลีสัดส่วนในการผลิตบราวนี่ที่เหมาะสมที่สุด คือ 50:50 และได้รับการยอมรับในคุณลักษณะมากกว่าบราวนี่ที่ใช้มันเทศสีส้มบดละเอียดในแต่ละสูตร

อุปกรณ์และวิธีการ

1. วัตถุดิบ

1.1 ส่วนผสมส่วนแป้งทาร์ต

- 1.1.1 แป้งสาลีอเนกประสงค์ ตราวาว
- 1.1.2 เกลือ ยี่ห้อปรุngthิพย์
- 1.1.3 น้ำตาลไอซิ่ง ยี่ห้อไดนาสตี
- 1.1.4 น้ำ ยี่ห้อคริสตัล
- 1.1.5 กลิ่นวานิลลา ยี่ห้อวินเนอร์
- 1.1.6 ผงมันเทศสีม่วง ยี่ห้อซัน เซฟ

1.2 ส่วนผสมส่วนไส้ทาร์ต

- 1.2.1 วิปป์ครีม ยี่ห้อเดรีวิบ
- 1.2.2 น้ำตาลทราย ยี่ห้อมิตรผล
- 1.2.3 ไข่ไก่ ยี่ห้อซีพี
- 1.2.4 นมสด ยี่ห้อมจก
- 1.2.5 แป้งข้าวโพด ยี่ห้อโปรคอร์น
- 1.2.6 กลิ่นวานิลลา ยี่ห้อวินเนอร์
- 1.2.7 มันเทศสีม่วง (พันธุ์กะปิแท้) จากวิสาหกิจชุมชนแปรรูปผลผลิตเกษตรบ้านทับน้ำ

2. อุปกรณ์ในการทำทาร์ตมันเทศสีม่วง

- 2.1 เครื่องชั่ง
- 2.2 ช้อนตวง
- 2.3 เตาอบไฟฟ้า
- 2.4 พายยาง
- 2.5 กระจกมั่งแสดนเลส
- 2.6 ถาด

2.7 พิมพ์สำหรับใส่ถารต์

2.8 ไม่นวดแป้ง

2.9 เตาแก๊ส

2.10 กระชอน

3. สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

3.1 โพแทสเซียมคลอไรด์ (Potassium chloride)

3.2 โซเดียมอะซิเตท (Sodium acetate)

3.3 แอลกอฮอล์ (Alcohol)

3.4 อะซิโตน (Acetone)

3.5 กรดแกลลิก (Gallic acid)

3.6 โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate)

3.7 Folin - ciocalteu

4. เครื่องมือในการวิเคราะห์คุณภาพ

4.1 เครื่องมือในการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมี

4.1.1 เครื่องวัดค่าสี (Hunter Lab, Ultra Scan V15)

4.1.2 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture analyzer (TA.Xt2)

4.1.3 เครื่องวัดค่าการดูดกลืนของแสง (Spectrophotometer, Thermo scientific)

4.2 เครื่องมือในการทดสอบทางประสาทสัมผัส

4.2.1 อุปกรณ์การทดสอบ

4.2.2 แบบทดสอบ 9 – point hedonic scale

4.2.3 แบบทดสอบชิมเชิงพรรณนา (Quantitative Descriptive Analysis ; QDA)

4.2.4 แบบทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

5. วิธีการดำเนินงาน

5.1 การศึกษาสูตรพื้นฐานและกระบวนการผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่

5.1.1 การศึกษาสูตรพื้นฐานทาร์ตไข่

การผลิตทาร์ตไข่มาตรฐานคัดเลือกสูตรขนมทาร์ตไข่จำนวน 3 สูตรจากอินเทอร์เน็ต ทำการผลิตทาร์ตไข่ เพื่อใช้เป็นสูตรพื้นฐานในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง ขั้นตอนในการผลิต ส่วนผสมผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่แสดงใน (ดังตารางที่ 1 และ 2) เมื่อผลิตทาร์ตไข่ ทั้ง 3 สูตรแล้วนำมาวัดค่าทางกายภาพได้แก่ วัดเนื้อสัมผัสและประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสดัง ข้อ 5.6.1.2 และ 5.6.2.1 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ปริมาณส่วนประกอบของทาร์ตไข่สูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตร

ส่วนผสมแป้งทาร์ต	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
แป้งสาลีอเนกประสงค์	200 กรัม	300 กรัม	130 กรัม
เกลือ	1.1 กรัม	1.1 กรัม	1.1 กรัม
น้ำอุณหภูมิปกติ	-	-	80 กรัม
ไข่ไก่	50 กรัม	50 กรัม	-
เนยจืด(เย็น)	80 กรัม	-	100 กรัม
กลิ่นวานิลลา	8 กรัม	-	-
เนยละลาย	-	60 กรัม	-
น้ำตาลไอซิ่ง	-	20 กรัม	-
น้ำเย็นจัด	-	20 กรัม	-
น้ำตาลทราย	50กรัม	-	-

ที่มา: สูตรที่ 1 นิรนาม (2556) สูตรที่ 2 นิรนาม (2558) สูตรที่ 3 Helen Le (2015)

ตารางที่ 2 สูตรในการผลิตไส้ทาร์ตไข่

วัตถุดิบตัวไส้ทาร์ต	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
วิปปิ้งครีม	100 กรัม	100 กรัม	60 กรัม
เนยจืด	-	-	-
น้ำตาลทราย	50 กรัม	135 กรัม	50 กรัม
เกลือ	1.1 กรัม	1.1 กรัม	1.1 กรัม
ไข่ไก่	50 กรัม	150 กรัม	40 กรัม
นมข้นจืด	-	100 กรัม	-
นมสด	200 กรัม	200 กรัม	250 กรัม
กลิ่นวานิลลา	8 กรัม	10 กรัม	14 กรัม
น้ำเชื่อม(สำหรับทาหน้าทาร์ต)	8 กรัม	-	-
แป้งข้าวโพด	-	-	2.3 กรัม

ที่มา: สูตรที่ 1 นิรนาม (2556) สูตรที่ 2 นิรนาม (2558) สูตรที่ 3 Helen Le (2015)

5.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง

5.2.1 การศึกษาปริมาณมันเทศสีม่วงที่เหมาะสม

เตรียมผลิตทาร์ตมันเทศสีม่วงโดยใช้สูตรทาร์ตไข่ที่ดีที่สุดจากข้อ 5.1.1 ซึ่งในการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาตัวแป้งและไส้ที่มีการเสริมมันเทศสีม่วงในปริมาณร้อยละ 0.05, 0.10 และ 0.15 ตามลำดับ ที่เสริมในส่วนของตัวแป้งและในปริมาณมันเทศสีม่วงที่แทนที่น้ำตาลในตัวไส้ปริมาณร้อยละ 30, 40 และ 50 ตามลำดับ (ดังตารางที่ 3 และ 4) เมื่อผลิตทาร์ตมันเทศสีม่วงทั้ง 3 สูตรแล้วนำมาวัดค่าทางกายภาพได้แก่ ค่าสี เนื้อสัมผัส และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ดังข้อ 5.6.1.1, 5.6.1.2 และ 5.6.2.1 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ปริมาณส่วนผสมในทาร์ตมันเทศสีม่วงสูตรต่างๆ

ส่วนผสมแป้งทาร์ต	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
แป้งสาลีอเนกประสงค์	130 กรัม	130 กรัม	130 กรัม
เกลือ	1.1 กรัม	1.1 กรัม	1.1 กรัม
น้ำอุณหภูมิปกติ	80 กรัม	80 กรัม	80 กรัม
เนยจืด	100 กรัม	100 กรัม	100 กรัม
มันเทศสีม่วง	0.5 กรัม	1.0 กรัม	1.5 กรัม

ตารางที่ 4 ปริมาณมันเทศสีม่วงในทาร์ตมันเทศสีม่วงสูตรต่างๆ

ส่วนผสมไส้ทาร์ต	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
วิปปิ้งครีม	60 กรัม	60 กรัม	60 กรัม
น้ำตาลทราย	20 กรัม	10 กรัม	-
ไข่ไก่	40 กรัม	40 กรัม	40 กรัม
นมสด	250 กรัม	250 กรัม	250 กรัม
แป้งข้าวโพด	2.3 กรัม	2.3 กรัม	2.3 กรัม
มันเทศสีม่วง	30 กรัม	40 กรัม	50 กรัม

5.3 การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วงที่ได้

ทาร์ตมันเทศสีม่วงที่พัฒนาได้จากการพัฒนาสูตรมาตรฐานตรวจสอบคุณภาพแสดงองค์ประกอบทางเคมี ความชื้น,คาร์โบไฮเดรต,ไขมัน,โปรตีน, เยื่อใย, เถ้าและค่าพลังงานตามวิธี AOAC, 2000 แสดง (ดังภาคผนวกที่ ค)

5.4 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วงที่พัฒนาได้

โดยใช้วิธี central location test (CLT) ที่ได้จากการสุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบบังเอิญ (accidental sampling) จากผู้ที่คุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วงกับบุคคลทั่วไปจำนวน 100 คน ปริมาณการจัดเสิร์ฟ 30 กรัม ที่อุณหภูมิ 25-35 องศาเซลเซียส โดยแบบสอบถามที่ใช้จะแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลด้านประชากรศาสตร์, พฤติกรรมผู้บริโภค, การยอมรับในผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้บริโภคที่อาศัยอยู่ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาและ
เคอบริโกทาร์ตมันเทศสีม่วงจำนวน 100 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ
แบบสอบถาม (questionnaires) โดยแบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 คือข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา
อาชีพ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน สถานะภาพ และสมาชิกในครอบครัว

ส่วนที่ 2 การศึกษาความชอบและการยอมรับผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง

ส่วนที่ 3 ข้อมูลทางด้านประสาทสัมผัส ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี
Hedonic scale (9 คะแนน) ให้อัตราความชอบเป็น 9 คะแนน โดยที่ 1 คือไม่ชอบมากที่สุด 5 คือเฉยๆ
และ 9 คือชอบมากที่สุด Meilgaard *et al.* (1999) ประเมินในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส
และความชอบโดยรวม เสรีฟตัวอย่างทาร์ตมันเทศสีม่วง เสรีฟเป็นขั้นตอนทดสอบการยอมรับของ
ผู้บริโภค โดยแจกแบบสอบถามร่วมกับการทดสอบชิมผลิตภัณฑ์กับผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน

5.6 การศึกษาลักษณะทางกายภาพ, เคมี และประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสี
ม่วงที่พัฒนาได้

5.6.1 ศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ

5.6.1.1 การวัดค่าสี $L^*a^*b^*$ ด้วยเครื่องมือ Hunter Lab, Ultra Scan V15 โดยใช้
โปรแกรม Universal คัดแปลงวิธีของ Fernandez. (2003) ปรับมาตรฐานสีสำหรับการวัดแบบ
Reflectance ตามวิธีของ CIE (1986) L^* หมายถึง ค่าความสว่างของสีจาก 0 – 100 (สีดำ – สีขาว) ค่า
 a^* หมายถึง ค่าสีเขียวไปจนถึงสีแดง (ค่า a^* เป็นบวก) หมายถึง สีแดง ค่า a^* เป็นลบ หมายถึง สี
เขียว) ค่า b^* หมายถึง ค่าสีน้ำเงินไปจนถึงสีเหลือง (ค่า b^* เป็นลบ หมายถึง สีน้ำเงิน ค่า b^* เป็นบวก
หมายถึง สีเหลือง)

5.6.1.2 วิเคราะห์เนื้อสัมผัส ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส ด้วยเครื่อง Texture analyzer
(TA.Xt2) ประเทศออสเตรเลีย วัดค่าเนื้อสัมผัสของทาร์ตมันเทศสีม่วง ตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก
เจตนิพัทธ์ และคณะ (2560) โดยนำตัวอย่างทาร์ตไปสุตรพื้นฐานและทาร์ตมันเทศสีม่วงที่ผลิตได้มา
วัดด้วยเนื้อสัมผัส ตัวแป้งทาร์ตและตัวไส้ทาร์ตจะใช้หัววัดอูมิเนียมทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าน
ศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร (P/6) แต่แป้งทาร์ตจะใช้ความเร็วหัววัด 10 มิลลิเมตรต่อวินาที และระยะกด
ตัวอย่างเท่ากับร้อยละ 80 ขนาดปริมาตร 56.52 ลูกบาศก์เซนติเมตร ของความสูงของตัวอย่าง

ส่วนตัวไส้ทาร์ต จะใช้แรงกดขนาด 10 นิวตัน มีความเร็วในการกด 10 มิลลิเมตรต่อนาทีระยะการกด 5 มิลลิเมตรและทำการตรวจวัด 10 ซ้ำ นอกจากนั้นวัดโหมด Texture profile analysis (TPA) การเลียนแบบการเคี้ยวของมนุษย์โดยบันทึกค่าความแข็ง (hardness) ความเหนียวยืดติด (gumminess) ความยากง่ายในการเคี้ยว (chewiness) ความสามารถในการเกาะตัว (cohesiveness) ความยืดหยุ่น (springiness) และความเหนียวติดกัน (adhesiveness)

5.6.1.3 คุณลักษณะทางเคมี

5.6.1.3.1 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic content)

วิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดจากทาร์ตมันเทศสีม่วง ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu calorimetry ตามวิธีที่ดัดแปลงจาก Kim *et al.* (2002) โดยบีบเอาตัวอย่างทาร์ตมันเทศสีม่วงที่อยู่ในตัวทำละลายอะซิโตนแอลกอฮอล์ 10 มิลลิลิตรต่อตัวอย่าง 20 กรัม ตรวจสอบโดยใช้กรดแกลลิกเป็นสารมาตรฐาน และรายงานผลเป็นมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิก ในตัวอย่าง 1000 มิลลิลิตร (mg GAE/100 g)

5.6.1.3.2 การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานิน (Total anthocyanin content)

วิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดของทาร์ตมันเทศสีม่วงโดยวิธี pH-differential ตามวิธีที่ดัดแปลงจาก Giusti and Wrolstad (2000) โดยปรับระดับความเจือจางของตัวอย่างใน 0.025 โมลาร์ โพแทสเซียมคลอไรด์บัฟเฟอร์ที่ pH 1.0 และ 0.4 โมลาร์ โซเดียมอะซิเตทบัฟเฟอร์ที่ pH 4.5 จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 และ 700 นาโนเมตร รายงานผลในรูปของ monomeric anthocyanins pigment (mg Cyanidin/100 g)

5.6.1.3.3 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (Free radical scavenging assay)

เตรียมสารสกัดทาร์ตมันเทศสีม่วง ศึกษาค่าการดูดกลืนแสงที่ลดลงของสารละลาย DPPH ซึ่งเป็นสารอนุมูลอิสระที่เสถียร มีสีม่วงเข้มดูดกลืนแสงได้ที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร เมื่อทำปฏิกิริยากับสารที่สามารถให้อิเล็กตรอนแก่ DPPH แล้วจะเกิดเป็นสารประกอบที่เสถียร ทำให้สีม่วงจางลง ซึ่งตรวจสอบได้ ตามวิธีที่ดัดแปลงจาก Jung *et al.* (2006) โดยการวัดค่าการดูดกลืนแสง นำสารละลายตัวอย่าง 100 ไมโครลิตร ผสมกับสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร จำนวน 50 ไมโครลิตรใน 96-well Microplates ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องในที่มืดนาน 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 515 นาโนเมตร คำนวณหาความสามารถในการเป็นสารต้าน

อนุมูลอิสระเทียบกับความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของกรดวิตามินซี วิตามินอี และ BHT จำนวนเป็น

$$\% \text{ Inhibition} = A0 - Ac / A0 \times 100$$

A0 คือ ค่าการดูดกลืนแสงเริ่มต้นของ DPPH

Ac คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่างที่ทำปฏิกิริยากับ DPPH

5.6.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

5.6.2.1 การทดสอบในห้องปฏิบัติการ

โดยประเมินหลังการผลิตผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่สูตรพื้นฐานและทาร์ตมันเทศ สีม่วง 1 วัน ด้วยวิธีการให้ความชอบ (9-point hedonic scale) จำนวน 30 คน โดยผู้ทดสอบจะได้ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ โดยประเมินด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบ โดยรวม กำหนดคะแนนระดับความเชื่อมั่นความชอบในแต่ละคุณลักษณะไว้ 9 ระดับความเชื่อมั่น ดังต่อไปนี้

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

5.6.2.2 การทดสอบเชิงพรรณนา

โดยประเมินหลังการผลิตผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง 1 วัน ด้วยเป็นวิธีการที่ซับซ้อนที่สุดและผู้ทดสอบต้องได้รับการฝึกฝนมากที่สุด จะใช้ผู้ทดสอบ 6-12 คน วิธีนี้ทำให้ผู้นำการทดสอบได้รับทราบถึงคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสทั้งหมด ของผลิตภัณฑ์ ช่วยให้ง่ายได้ว่าปัจจัยใดในกระบวนการผลิต และส่วนผสมใดที่เลือกใช้ที่มีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ และช่วยให้วิเคราะห์ได้ว่าคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสใดที่มีความสำคัญต่อการยอมรับในผลิตภัณฑ์หนึ่งๆ มากที่สุด

ผลและวิจารณ์ผล

1. การคัดเลือกสูตรพื้นฐาน

1.1 การประเมินทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสทาร์ตไข่ทั้ง 3 สูตรด้วยวิธีการ 9 – point hedonic scale จากผู้ประเมิน 30 คน ทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบ โดยพบว่า ความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของสูตรที่ 3 ได้รับคะแนนความชอบสูงสุดอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก (ดังตารางที่ 5) เป็นมากกว่าสูตรที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากทาร์ตไข่สูตรที่ 3 มีความกรอบร่วน มีกลิ่นหอมของไข่ และรสชาติหวานน้อยกว่าสูตรที่ 1 และ 2 ส่วนแป้งทาร์ตมีความกรอบร่วน ไม่แข็งกระด้าง ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานชุมชนพาย และทาร์ต (มพข.524/2555) กล่าวว่า ความกรอบร่วนของทาร์ต ควรกรอบร่วน ไม่แข็งกระด้าง ซึ่งขึ้นอยู่กับส่วนประกอบที่ใช้และส่วนไส้ทาร์ต สูตรที่ 1 และ 2 มีผิวหน้าเป็นคลื่น ไม่เรียบเนียน ซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะไม่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค ส่วนด้านสี สูตร ที่ 1, 2 และ 3 มีสีเหลืองใกล้เคียงกัน ทั้งแป้งและไส้ ดังนั้นจึงคัดเลือกทาร์ตไข่สูตรที่ 3 เป็นสูตรพื้นฐานสำหรับการพัฒนาขั้นต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุณิสา และคณะ (2560) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาร์ตแป้งฟักทองแช่แข็ง แล้วนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยมีคะแนนทางด้านสี, กลิ่น, รสชาติ, เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม เท่ากับ 6.3 , 6.3, 6.0, 5.8 และ 6.3 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของทาร์ตไข่สูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตร

คุณลักษณะ	สูตรที่ใช้ทดสอบ		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ลักษณะปรากฏ	6.33 ± 0.08^b	6.50 ± 0.68^b	7.77 ± 0.73^a
สี	6.07 ± 0.58^b	6.23 ± 0.68^b	7.50 ± 0.57^a
กลิ่น	6.33 ± 0.66^b	6.57 ± 0.73^b	7.43 ± 0.68^a
รสชาติ	6.03 ± 0.67^b	5.87 ± 0.63^b	7.43 ± 0.61^a
เนื้อสัมผัส	5.57 ± 0.63^b	5.70 ± 0.65^b	7.07 ± 0.69^a
ความชอบโดยรวม	5.93 ± 0.58^b	6.07 ± 0.58^b	7.47 ± 0.68^a

หมายเหตุ: a,b,... หมายถึง ตัวอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

1.2 การประเมินทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่

จากการทดสอบทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่ ทั้ง 3 สูตร พบว่าแป้งของผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่สูตรที่ 3 มีค่าความแข็ง (Hardness) และ ค่าการยึดเกาะภายใน (Stickiness) น้อยกว่าสูตรที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากแป้งสูตรที่ 3 มีความแข็งกระด้างน้อยกว่า สูตรที่ 1 และ 2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1,450 กรัม (ตารางที่ 6) และไส้ของผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่มี ค่าความแข็ง (Hardness) และ ค่าการยึดเกาะภายใน (Stickiness) พบว่า น้อยกว่าสูตรที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากตัวไส้มีความแข็งน้อยกว่าสูตรที่ 1 และ 2 (ตารางที่ 6) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุณิสา และคณะ (2560) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาร์ตแป้งพักทองแซ่แข็งและนำมาทดสอบวัดเนื้อสัมผัสมีค่าที่อยู่ในช่วงเท่ากับ 5000-7000 กรัม

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่

คุณลักษณะทางกายภาพ		สูตรที่ใช้ทดสอบ		
		สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
เนื้อสัมผัส (แป้ง)	ความแข็ง (Hardness)	5384 ± 0.78^b	6021.21 ± 0.52^a	1450.62 ± 0.92^b
	ความยืดติด (Stickiness)	-8.19 ± 0.57^b	-9.49 ± 1.51^b	-0.63 ± 0.49^a
เนื้อสัมผัส (ไส้)	ความแข็ง (Hardness)	21.53 ± 0.24^b	35.58 ± 0.43^a	17.57 ± 0.31^a
	ความยืดติด (Stickiness)	-5.83 ± 0.48^{ns}	-9.00 ± 0.97^{ns}	-5.41 ± 0.56^{ns}

หมายเหตุ: a,b,... หมายถึง ตัวอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

2. ผลการศึกษาปริมาณน้ำมันม่วงที่เหมาะสมต่อการผลิตผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง

2.1 การประเมินทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วงทั้ง 3 สูตร ซึ่งทาร์ตมันเทศสีม่วงประกอบด้วย 2 ส่วน คือส่วนแป้งประกอบด้วยมันเทศสีม่วงในอัตราส่วน ร้อยละ 0.05, 0.10 และ 0.15 และส่วนไส้ทาร์ตประกอบด้วยมันเทศสีม่วงในอัตราส่วน ร้อยละ 60, 80 และ 100 ตามลำดับ เพื่อทดแทนน้ำตาล ด้วยวิธีการ 9 – point hedonic scale จากผู้ประเมิน 30 คน ทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดย พบว่าความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของสูตรที่ 3 ส่วนแป้ง (มันเทศสีม่วง) ร้อยละ 0.15 และส่วนไส้ (มันเทศสีม่วง) ร้อยละ 100 ได้รับคะแนนความชอบสูงสุดอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก (ดังตารางที่ 7) มีมากกว่าสูตรที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วงสูตรที่ 3 มีกลิ่น สี และรสชาติมันเทศสีม่วงที่มากกว่าทาร์ตมันเทศสีม่วงสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 นอกจากนี้การเสริมมันเทศสีม่วงจะช่วยให้กลิ่นรสที่ดีแก่ผลิตภัณฑ์ เมื่อเติมลงในปริมาณที่เหมาะสม จึงเลือกผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วงสูตรที่ 3 เพื่อทำการศึกษารองประกอบทางเคมีต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เจตนิพัทธ์ และคณะ (2560) ได้ศึกษาผล

ของการใช้เปลือกทุเรียนผงทดแทนแป้งสาลีต่อคุณภาพของแป้งทาร์ตและนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยมีคะแนนทางด้านลักษณะปรากฏ, สี, กลิ่น, รสชาติ, เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม 8.10, 8.20, 8.07, 8.23, 8.20, 8.13 ตามลำดับ

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง

คุณลักษณะ	สูตรที่ใช้ทดสอบ		
	สูตรที่ 1 มันเทศสีม่วง (แป้ง 0.05% ไข่ 60%)	สูตรที่ 2 มันเทศสีม่วง (แป้ง 0.10% ไข่ 80%)	สูตรที่ 3 มันเทศสีม่วง (แป้ง 0.15% ไข่ 100%)
ลักษณะปรากฏ	7.33 ± 0.79 ^b	7.40 ± 0.76 ^b	8.20 ± 0.6 ^a
สี	7.17 ± 0.82 ^b	7.37 ± 0.60 ^b	8.00 ± 0.63 ^a
กลิ่น	7.42 ± 0.56 ^b	7.70 ± 0.56 ^b	8.17 ± 0.52 ^a
รสชาติ	7.23 ± 0.72 ^c	7.57 ± 0.62 ^b	8.53 ± 0.50 ^a
เนื้อสัมผัส	6.70 ± 0.9 ^b	6.90 ± 0.80 ^b	7.73 ± 0.69 ^a
ความชอบโดยรวม	7.03 ± 0.75 ^b	7.00 ± 0.68 ^b	7.67 ± 0.54 ^a

หมายเหตุ: a,b,... หมายถึง ตัวอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

2.2 การประเมินทางกายภาพด้านค่าสีของผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง

จากการทดสอบทางกายภาพทางด้านสีของผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วงทั้ง 3 สูตร ซึ่งทาร์ตมันเทศสีม่วงประกอบด้วย 2 ส่วน คือส่วนแป้งประกอบด้วยมันเทศสีม่วงในอัตราส่วน ร้อยละ 0.05, 0.10 และ 0.15 และส่วนไข่ทาร์ตประกอบด้วยมันเทศสีม่วงในอัตราส่วน ร้อยละ 60, 80 และ 100 ตามลำดับเพื่อทดแทนน้ำตาล พบว่าผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วงของสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 มีค่าความสว่าง (L^*) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่สูตรที่ 3 มีค่าความสว่างน้อยกว่าสูตรที่ 1 และ สูตรที่ 2 ทั้งแป้งทั้งไข่มีค่าเท่ากับ 48.87 และ 68.5 ตามลำดับ เนื่องจากใช้มันเทศสีม่วงในปริมาณที่สูง ซึ่งให้สีม่วงเข้มที่สุด ส่วนค่าความเป็นสีเขียว -แดง (a^*) และค่าความเป็นสีน้ำเงิน - เหลือง (b^*) สูตรที่ 3 มีค่าสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ทั้งแป้งและไข่มีค่า a^* เท่ากับ 2.26, 5.32 ตามลำดับ และค่า b^* เท่ากับ 2.21 และ 7.85 ตามลำดับ (ตารางที่ 8) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุณิสา และคณะ (2560) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาร์ตแป้งฟักทองแช่แข็งและนำมาทดสอบวัดค่าสีพบว่า ค่า L^* อยู่ในช่วง 40-50 a^* อยู่ในช่วง 7-9 และ b^* อยู่ในช่วง 30-40

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบทางกายภาพด้านค่าสีของผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง

คุณลักษณะทางกายภาพ		สูตรที่ใช้ในการทดสอบ		
		สูตรที่ 1 มันเทศสีม่วง (แป้ง 0.05% ไล้ 60%)	สูตรที่ 2 มันเทศสีม่วง (แป้ง 0.10% ไล้ 80%)	สูตรที่ 3 มันเทศสีม่วง (แป้ง 0.15% ไล้ 100%)
ค่าสี (แป้ง)	L*	57.89 ± 0.92 ^a	52.73 ± 0.88 ^{ns}	48.87 ± 0.49 ^a
	a*	1.42 ± 0.50 ^b	2.00 ± 0.55 ^{ns}	2.26 ± 0.87 ^b
	b*	3.49 ± 0.68 ^c	1.09 ± 0.42 ^{ns}	2.21 ± 0.93 ^c
ค่าสี (ไล้)	L*	78.17 ± 0.89 ^a	77.53 ± 0.64 ^a	68.5 ± 0.79 ^b
	a*	2.70 ± 0.11 ^c	3.89 ± 0.67 ^b	5.32 ± 0.97 ^a
	b*	6.36 ± 0.59 ^b	4.29 ± 0.54 ^c	7.85 ± 0.49 ^a

หมายเหตุ: a,b,... หมายถึง ตัวอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

2.3 การประเมินทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง

จากการทดสอบทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วงทั้ง 3 สูตร ซึ่งทาร์ตมันเทศสีม่วงประกอบด้วย 2 ส่วน คือส่วนแป้งประกอบด้วยมันเทศสีม่วงในอัตราส่วน ร้อยละ 0.05, 0.10 และ 0.15 และส่วนไล้ทาร์ตประกอบด้วยมันเทศสีม่วงในอัตราส่วน ร้อยละ 60, 80 และ 100 ตามลำดับเพื่อทดสอบน้ำหนัก พบว่าแป้งของผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วงสูตรที่ 3 มีค่าความแข็ง (Hardness) และ ค่าการยึดเกาะภายใน (Stickiness) มีความแข็งมากกว่า สูตรที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 9) เนื่องจากแป้งสูตรที่ 3 มีความกรอบร่วนมากกว่า สูตรที่ 1 และ 2 (ตารางที่ 10) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2,341.63 กรัม และไล้ผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง (ค่าความแข็ง) และ (ค่าความยึดติด) พบว่าสูตรที่ 3 มีค่าความแข็งมากกว่าสูตรที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากปริมาณมันเทศสีม่วงที่มากกว่าสูตรที่ 1 และ 2 (ตารางที่ 9) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุณิสา และคณะ (2560) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาร์ตแป้งฟักทองแช่แข็งและนำมาทดสอบวัดเนื้อสัมผัสพบว่า มีค่าที่อยู่ในช่วงเท่ากับ 5000-7000 กรัม

ตารางที่ 9 ผลการทดสอบทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง

คุณลักษณะทางกายภาพ		สูตรที่ใช้ทดสอบ		
		สูตรที่ 1 มันเทศสีม่วง (แป้ง 0.05% ไข่ 60%)	สูตรที่ 2 มันเทศสีม่วง (แป้ง 0.10% ไข่ 80%)	สูตรที่ 3 มันเทศสีม่วง (แป้ง 0.15% ไข่ 100%)
เนื้อสัมผัส (แป้ง)	ความแข็ง (Hardness)	530.06 ± 0.52 ^c	1752.83 ± 0.67 ^b	2341.63 ± 0.65 ^a
	ความยืดติด (Stickiness)	-2.73 ± 0.33 ^a	-5.04 ± 0.88 ^b	-7.44 ± 0.76 ^c
เนื้อสัมผัส (ไข่)	ความแข็ง (Hardness)	7.61 ± 0.21 ^c	9.124 ± 0.5 ^b	10.77 ± 0.96 ^a
	ความยืดติด (Stickiness)	-6.23 ± 0.28 ^{ns}	-6.32 ± 0.64 ^{ns}	-5.97 ± 0.57 ^{ns}

หมายเหตุ: a,b,... หมายถึง ตัวอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

2.4 ประเมินคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง

จากการทดสอบทางด้านเคมีของผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วงทั้ง 3 สูตรซึ่งทาร์ตมันเทศสีม่วงประกอบด้วย 2 ส่วน คือส่วนแป้งประกอบด้วยมันเทศสีม่วงในอัตราส่วน ร้อยละ 0.05, 0.10 และ 0.15 และส่วนไข่ประกอบด้วยมันเทศสีม่วงในอัตราส่วน ร้อยละ 60, 80 และ 100 ตามลำดับเพื่อทดแทนน้ำตาล โดยการวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานิน, ฟีนอลิกและสารต้านอนุมูลอิสระในทาร์ตมันเทศสีม่วง พบว่า ทาร์ตมันเทศสีม่วงสูตรที่ 3 มีปริมาณฟีนอลิก, แอนโทไซยานิน และสารอนุมูลอิสระสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับทาร์ตมันเทศสีม่วงสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 120.98 mg GAE/ 100g , 159.42 mg Cyanidin/100g และ 68.54 % ตามลำดับเนื่องจากมีปริมาณมันเทศสีม่วงที่มากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ญานิล และคณะ (2557) ได้ศึกษาผลของปริมาณแป้งมันเทศสีม่วงที่มีต่อคุณภาพของหมั่นโถวและนำมาทดสอบหาปริมาณฟีนอลิก, แอนโทไซยานิน, และความสามารถในการอนุมูลอิสระ พบว่ามีค่า เท่ากับ 6.27 , 1.36 และ 4.75 ตามลำดับ

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์ปริมาณของฟีนอลิก, แอนโทไซยานิน และความสามารถในการต้านอนุมูล

ผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง	ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (mg GAE/ 100g)	ปริมาณแอนโทไซยานิน (ng Cyanidin/ 100g)	ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ
สูตรที่1มันเทศสีม่วง (แป้ง 0.05%, ใ้ 60%)	42.54 ± 0.84 ^c	85.28 ± 0.78 ^c	51.25 ± 0.88 ^c
สูตรที่2มันเทศสีม่วง (แป้ง 0.10%, ใ้ 80%)	79.82 ± 0.52 ^b	95.82 ± 0.65 ^b	59.82 ± 0.79 ^b
สูตรที่3มันเทศสีม่วง(แป้ง 0.15%, ใ้ 100%)	120.98 ± 0.19 ^a	159.42 ± 0.82 ^a	68.54 ± 0.26 ^a

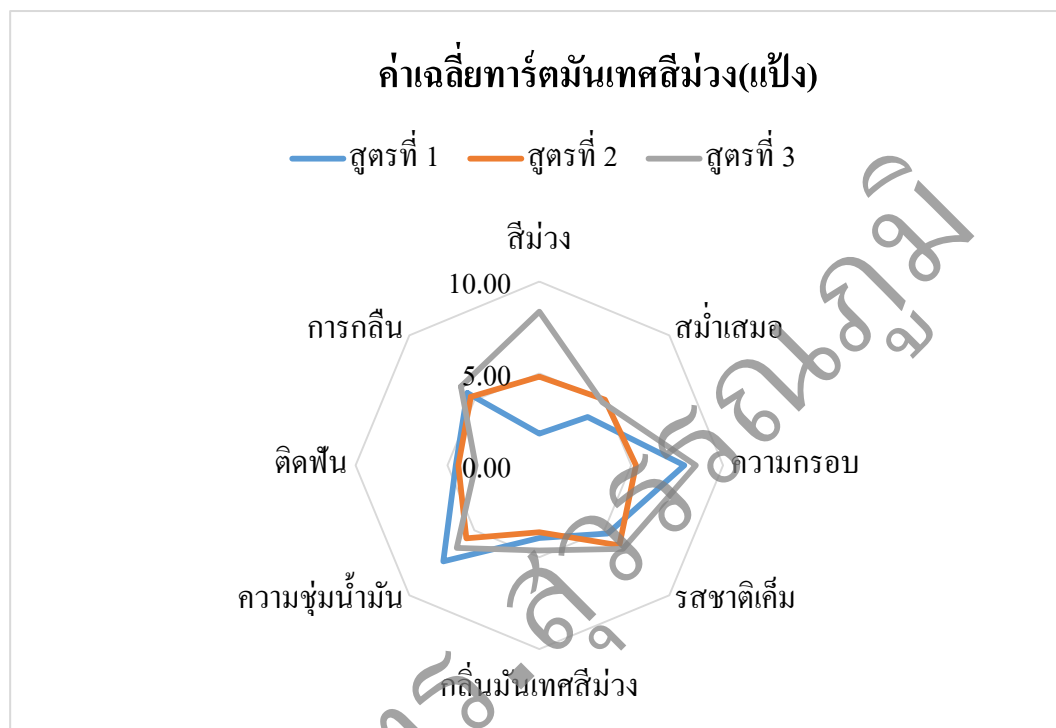
อิสระในผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง

หมายเหตุ: a,b,... หมายถึง ตัวอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวดิ่ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

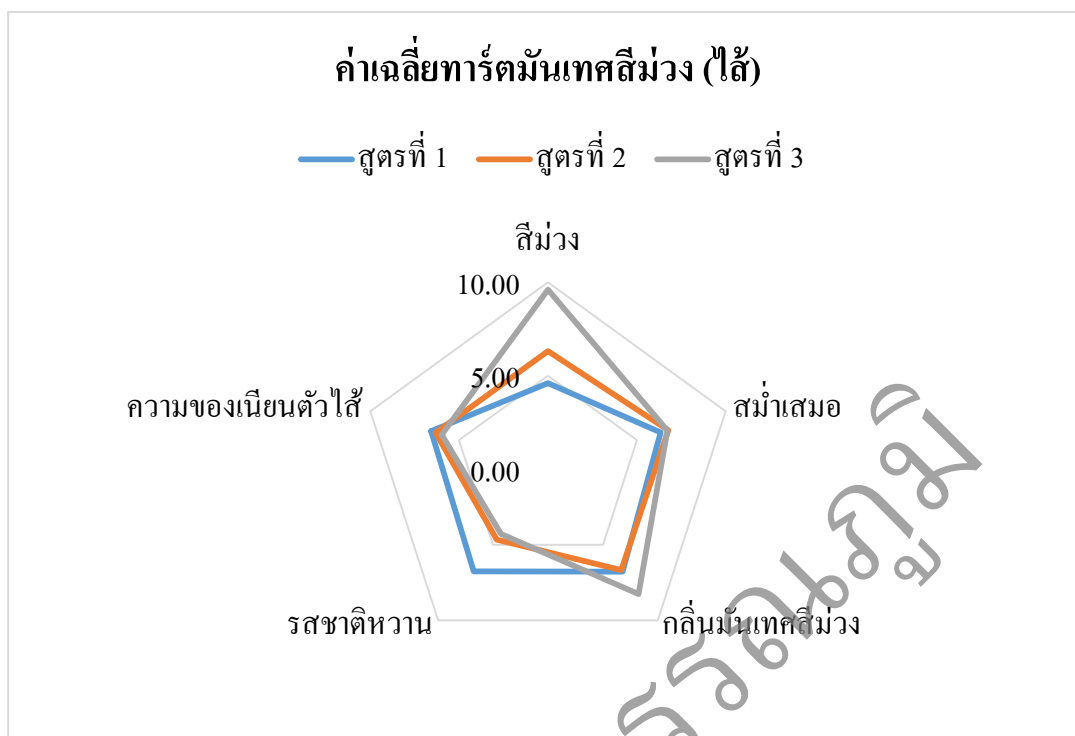
3. การทดสอบเชิงพรรณนาของผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสทาร์ตมันเทศสีม่วงทั้ง 3 สูตร ด้วยวิธีเชิงพรรณนาจากผู้ประเมินที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 12 คน ซึ่งทาร์ตมันเทศสีม่วงประกอบด้วย 2 ส่วน คือส่วนแป้งประกอบด้วยมันเทศสีม่วงในอัตราส่วน ร้อยละ 0.05, 0.10 และ 0.15 และส่วนใ้ทาร์ตประกอบด้วยมันเทศสีม่วงในอัตราส่วน ร้อยละ 60, 80 และ 100 โดยมีการพัฒนาคำศัพท์และใช้แบบทดสอบเก้าโครงลักษณะของผลิตภัณฑ์โดยใช้สเกลเส้นตรง (แสดงในภาคผนวก ข) คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบ ส่วนแป้งประกอบด้วย สีผลิตภัณฑ์ (อ่อน-เข้ม) สม่ำเสมอ (น้อย-มาก) ความกรอบ (น้อย-มาก) รสชาติเค็ม (น้อย-มาก) กลิ่นมันเทศสีม่วง (น้อย-มาก) ความชุ่มฉ่ำ (น้อย-มาก) ติดฟัน (น้อย-มาก) การกลืน (ฝืดน้อย-มาก) ส่วนใ้ประกอบด้วย สีผลิตภัณฑ์ (อ่อน-เข้ม) สม่ำเสมอ (น้อย-มาก) กลิ่นมันเทศสีม่วง (น้อย-มาก) รสชาติหวาน (น้อย-มาก) ความเนียนตัวใ้ (น้อย-มาก) พบว่าการทดสอบผลิตภัณฑ์สูตรที่ 3 ส่วนแป้งมีคะแนนค่าเฉลี่ยสี ความกรอบ รสชาติ การกลืน เท่ากับ 8.37, 8.53, 6.37 และ 6.05 ตามลำดับ และส่วนใ้มีคะแนนค่าเฉลี่ย สี รสชาติ และกลิ่นมันเทศสีม่วง เท่ากับ 9.6, 6.57 และ 8.26 ตามลำดับ ที่สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 (ภาพที่ 13 และ 14) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นิติพงษ์ และกชกร (2561) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากแป้งมันเทศและนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีเชิงพรรณนาพบว่า มี

คะแนนเฉลี่ยค่าสี ขนาด ความกรอบ รสหวาน รสเค็ม กลิ่นนมเนย กลิ่นวานิลลา และความเปรี้ยว มีค่าอยู่ในช่วง 6-7 คะแนน



ภาพที่ 13 คุณลักษณะส่วนแป้งผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง



ภาพที่ 14 คุณลักษณะส่วนไส้ของผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง

4.4 การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วงที่ได้

ผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วงได้สูตรที่ดีที่สุดที่พัฒนาได้ในส่วนของตัวแป้งทาร์ตประกอบไปด้วยปริมาณ แป้งสาลี 130 กรัม เกลือ 1.1 กรัม น้ำอุณหภูมิปกติ 80 กรัม เนยจืด 100 กรัม มันเทศสีม่วง 1.5 กรัม ส่วนของไส้ทาร์ตประกอบไปด้วย วิปป์ครีม 60 กรัม ไข่ไก่ 40 กรัม นมสด 250 กรัม แป้งข้าวโพด 23 กรัม มันเทศสีม่วง 50 กรัม และคุณภาพของผลิตภัณฑ์แสดง (ดังตารางที่ 11) สรุปได้ว่าเมื่อนำทาร์ตมันเทศสีม่วงที่พัฒนาได้มาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่า คุณภาพด้านสีของตัวแป้งทาร์ต พบว่ามีค่าความสว่างเท่ากับ 48.87 ค่าความเป็นสีแดงเท่ากับ 2.26 ค่าความเป็นสีเหลืองเท่ากับ 2.21 คุณภาพด้านสีของตัวไส้ทาร์ต พบว่ามีค่าความสว่างเท่ากับ 68.5 ค่าความเป็นสีแดงเท่ากับ 5.32 ค่าความเป็นสีเหลืองเท่ากับ 7.85 ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีสีม่วงมากกว่าสูตรที่ 1 และ 2 เนื่องจากการเสริมมันเทศสีม่วงจึงส่งผลต่อค่า ความสว่าง ความเป็นสีเหลือง และความเป็นสีแดง ส่วนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสูตร 3 พบว่าจะเน้นความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติโดยรวม เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวมของทาร์ตมันเทศสีม่วงที่พัฒนาได้มีค่าเท่ากับ 8.20, 8.00, 8.17, 8.53, 7.73 และ 7.67 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าคะแนนอยู่ใน

ระดับชอบมาก เนื่องจากทาร์ตมันม่วงที่พัฒนาได้มีรสชาติที่กรอบร่วนและมีกลิ่นหอมของมันเทศสีม่วงและเนื่องจากมันเทศสีม่วงและนมมีรสชาติที่ไม่หวานมากเป็นส่วนผสม

องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ ในส่วนของทาร์ตมันเทศสีม่วงที่พัฒนาได้ ประกอบไปด้วย ความชื้น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน เส้นใยอาหาร เถ้า ร้อยละ 14.78, 41.62, 29.65, 8.94, 3.12 และ 1.89 ตามลำดับ ค่าพลังงาน 205 kcal เมื่อเปรียบเทียบกับทาร์ตไข่สูตรพื้นฐาน ประกอบไปด้วย ความชื้น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน เส้นใยอาหาร เถ้า ร้อยละ 12.56, 41.88, 35.84, 8.4, 0.9 และ 0.42 ค่าพลังงาน 295 kcal เนื่องจากมีการเสริมมันเทศสีม่วงจึงทำให้มีค่าเส้นใยอาหารที่เพิ่มขึ้น สูตรที่ 1, 2 และ 3 คุณภาพทางเคมีทางด้าน ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด 45.54, 79.42 และ 120.98 (mg GAE/ 100g) ตามลำดับ ปริมาณแอนโทไซยานิน 45.28, 95.42 และ 159.42 (mg Cyanidin/ 100g) ตามลำดับ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ 51.25, 59.42 และ 68.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช, 2555) มีจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องน้อยกว่า 1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม *salmonella* ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม *Staphylococcus aureus* ต้องน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม *Bacillus cereus* ต้องไม่เกิน 1×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม *Clostridium perfringens* ต้องไม่เกิน 1×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม *Escherichia coil* โดยวิธีเอ็มพีเอ็มต้องน้อยกว่า 3 ตัวอย่าง 1 กรัม ยีสส์และรา ต้องน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม การทดสอบในห้องปฏิบัติการ AOAC หรือ BAM (U.S.FDAX) หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธนาภรณ์ และคณะ (2559) ได้ศึกษาการศึกษาคุณลักษณะทางเคมีและการยอมรับของ แป้งโคฟูที่ผลิตด้วยนมมันเทศสีม่วงบางส่วนและนำมาวัดองค์ประกอบทางเคมีพบว่า มีค่าพลังงาน เท่ากับ 221.07 กิโลแคลอรี ไขมันเท่ากับ 0.39 กรัม เถ้าเท่ากับ 0.28 กรัม คาร์โบไฮเดรตเท่ากับ 51.90 กรัม โปรตีนเท่ากับ 2.49 กรัม เส้นใยเท่ากับ 0.16 กรัม ความชื้นเท่ากับ 44.94 กรัม

ตารางที่ 11 คุณภาพทางกายภาพ เคมี ของทาร์ตมันเทศสีม่วงที่พัฒนาได้

คุณภาพ	ทาร์ตมันเทศสีม่วง
ทางกายภาพ	
ตัวแป้งทาร์ต ค่าสี L*	48.87
a*	2.26
b*	2.21
ตัวไส้ทาร์ต ค่าสี L*	68.5

a*	5.32
b*	7.85
ทางเคมี	
ความชื้น (ร้อยละ)	14.78
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	41.62
ไขมัน (ร้อยละ)	29.65
โปรตีน (ร้อยละ)	8.94
เส้นใยอาหาร (ร้อยละ)	3.12
เถ้า (ร้อยละ)	1.89
ค่าพลังงาน (kcal) /100g	205
ค่าปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด(mg GAE/ 100g)	120.98
ค่าปริมาณแอนโทไซยานิน(mg Cyanidin/ 100g)	159.42
ค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ(DPPH : IC50)	68.54

4.5 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

นำผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วงที่พัฒนาได้มาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่รับประทานทาร์ตมันเทศสีม่วง จำนวน 100 คน ด้วยวิธี Central Location Test (CLT) โดยทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-point hedonic scale) โดยกลุ่มตัวอย่างร้อยละ 43 เป็นเพศชาย และร้อยละ 57 เป็นเพศหญิง โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ร้อยละ 30 มีอายุอยู่ระหว่าง 41-50 ปี ซึ่งมีระดับการศึกษาปริญญาตรีและมัธยมศึกษาร้อยละ 46 และ 29 ตามลำดับ ร้อยละ 27 ของกลุ่มตัวอย่างเป็นข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ โดยร้อยละ 33 มีรายได้โดยเฉลี่ยอยู่ในช่วงน้อยกว่า 5000-10,000 บาท และรองลงมาคือ ร้อยละ 24 มีรายได้โดยเฉลี่ยอยู่ในช่วงมากกว่า 20,000 บาท ข้อมูลสำหรับทางด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสของทาร์ตมันเทศสีม่วงที่พัฒนาได้ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 คะแนน เพื่อประเมินความชอบในคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติโดยรวม เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวม จากการศึกษาพบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบเฉลี่ยทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติโดยรวม เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวม อยู่ในระดับความชอบปานกลางเท่ากับ 7.3, 7.5, 7.7, 7.2, 7.8, และ 7.7 ตามลำดับจะเห็นว่า

ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้คะแนนความชอบทางด้านเนื้อสัมผัสมากกว่าคุณลักษณะอื่น เนื่องจากมีเนื้อสัมผัสที่กรอบและหน้าของไส้มีความเนียนเป็นเนื้อเดียวกัน โดยกลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 100 และตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ตัวอย่างทาร์ตมันเทศสีม่วงร้อยละ 62 เหตุผลที่ตัดสินใจซื่อนั้นส่วนใหญ่ผู้บริโภคให้ความสำคัญในแง่โภชนาการคือต้องการประโยชน์ของมันม่วงและสารแอนโทไซยานิน จากธรรมชาติเพราะว่ามีความปลอดภัยกว่าสารสังเคราะห์ร้อยละ 28 ไม่น่าใจเพราะว่ายังไม่มั่นใจเนื่องจากผู้บริโภคคำนึงถึงปัจจัยด้านความปลอดภัยคือผู้บริโภคอยากให้เครื่องหมายรับรองจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของอาหารเช่น องค์การอาหารและยา (อย.) เพราะหากเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มีการรับรองก็ไม่แน่ใจว่าจะซื้อและร้อยละ 10 ตัดสินใจไม่ซื้อเหตุผลที่ไม่ตัดสินใจซื้อเนื่องจากคิดว่าผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วงนั้นมีราคาที่สูงกว่าทาร์ตไข่ทั่วไปจึงไม่ยอมรับประทานบ่อย

ตารางที่ 12 ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างผู้บริโภค ที่ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์
ทาร์ตมันเทศสีม่วงมันแอนโทไซยานินสูง

	ลักษณะประชากรศาสตร์	ความถี่ (ร้อยละ)
เพศ	ชาย	43
	หญิง	57
อายุ	15 – 20 ปี	30
	21 – 30 ปี	23
	31 – 40 ปี	26
	41 – 50 ปี	30
	51 ปี	9
การศึกษา	มัธยมศึกษา หรือ เทียบเท่า	29
	อนุปริญญา	10
	ปริญญาตรี	46

	ปริญญาโท	11
	ปริญญาเอก	4
อาชีพ	นักเรียน	12
	นิสิตนักศึกษา	23
	ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	27
	พนักงานบริษัทเอกชน	19
	ค้าขาย	12
	แม่บ้าน	3
	รับจ้าง	4
รายได้ต่อเดือน	น้อยกว่า 5,000 บาท	12
	5,000 – 10,000 บาท	33
	10,000 – 15,000 บาท	11
	15,000 – 20,000 บาท	20
	มากกว่า 20,000 บาท	24

ตารางที่ 13 ค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ทำร่มกันแดดสีม่วงแอนโทไซยานินสูง ของ
กลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคที่ทดสอบการยอมรับด้วยวิธี CLT

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบเฉลี่ย	ระดับความชอบ
ลักษณะปรากฏ	7.3 (0.88)	ชอบปานกลาง
สี	7.5 (0.79)	ชอบมาก
กลิ่น	7.7 (0.81)	ชอบมาก
รสชาติโดยรวม	7.2 (0.92)	ชอบปานกลาง
เนื้อสัมผัส	7.8 (0.92)	ชอบมาก
ความชอบโดยรวม	7.7	ชอบมาก

(0.66)

สรุป

จากการพัฒนาสูตรพื้นฐานของทาร์ตไข่และทาร์ตมันเทศสีม่วงที่พัฒนา

จากการศึกษาทางประสาทสัมผัส ทางกายภาพ ทางเคมีและการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง พบว่า ผลิตภัณฑ์ทาร์ตไข่มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมากและเนื้อสัมผัสของ ทั้งแป้งและไส้มีความแข็งกระด้างน้อยกว่า และผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วงที่พัฒนาสูตรที่ 3 ที่มีปริมาณมันเทศสีม่วงสูงสุดทั้งของแป้งและไส้ มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก และไส้มีความสว่าง (L^*) ลดลง ส่วนค่าความเป็นสีเขียว -แดง (a^*) ค่าความเป็นสีน้ำเงิน - เหลือง (b^*) เพิ่มขึ้นและเนื้อสัมผัสของทั้งแป้งและไส้มีความแข็งน้อยกว่า และมีปริมาณฟีนอลิก, แอนโทไซยานิน และสารอนุมูลอิสระสูงกว่า และการทดสอบเชิงพรรณนาของผลิตภัณฑ์มันเทศสีม่วงที่พัฒนาได้พบว่าสูตรที่ 3 ส่วนแป้งมีคะแนนค่าเฉลี่ยสี ความกรอบ รสชาติ การกลืน และส่วนไส้มีคะแนนค่าเฉลี่ย สี รสชาติ และกลิ่นมันเทศสีม่วง ที่สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ 1 และ 2 ซึ่งมีคะแนนอยู่

ในระดับที่ชอบมากและองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณในส่วนของผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง ที่พัฒนาได้ประกอบด้วย ความชื้น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน เส้นใยอาหาร เถ้าร้อยละ 14.78, 41.62, 29.65, 8.94, 3.12 และ 1.89 ตามลำดับ และค่าพลังงานเท่ากับ 205 kcal จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบรวมเฉลี่ยระดับความชอบปานกลางเท่ากับ (7.5) ผู้บริโภคการยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 100 และร้อยละ 62 ตัดสินใจซื้อร้อยละ 28 ไม่แน่ใจ ร้อยละ 10 ตัดสินใจไม่ซื้อ

ศาวพ.มทร.สุวรรณภูมิ

ดร.พ.มทร.สุวรรณภูมิ

ภาคผนวก ก

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส และแบบสอบถามการยอมรับ

แบบประเมินทางประสาทสัมผัส

ผู้ทดสอบ.....ชุดที่.....

วันที่.....

ชื่อผลิตภัณฑ์ ทาร์ตไข่

กรุณาชิมตัวอย่างที่ได้รับ แล้วให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์แต่ละอย่าง ตามระดับคะแนนที่ท่าน
คิดว่าเหมาะสม ดังนี้

ระดับคะแนน

9 = ชอบมากที่สุด

6 = ชอบเล็กน้อย

3 = ไม่ชอบปานกลาง

8 = ชอบมาก

5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ

2 = ไม่ชอบมาก

7 = ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

1 = ไม่ชอบเลย

ลักษณะ	รหัสตัวอย่าง		
	รหัส.....	รหัส	รหัส
ลักษณะปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

แบบประเมินทางประสาทสัมผัส

ผู้ทดสอบ.....ชุดที่.....

วันที่.....

ชื่อผลิตภัณฑ์ ทาร์ตมันเทศสีม่วง

กรุณาชิมตัวอย่างที่ได้รับ แล้วให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์แต่ละอย่าง ตามระดับคะแนนที่ท่าน
คิดว่าเหมาะสม ดังนี้

ระดับคะแนน

9 = ชอบมากที่สุด

6 = ชอบเล็กน้อย

3 = ไม่ชอบปานกลาง

8 = ชอบมาก

5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ

2 = ไม่ชอบมาก

7 = ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

1 = ไม่ชอบเลย

ลักษณะ	รหัสตัวอย่าง		
	รหัส	รหัส	รหัส
ลักษณะปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

การทดสอบเชิงพรรณนา

การจากการทดสอบตัวอย่างทาร์ตมันเทศสีม่วงที่แจกให้ แล้วประเมินลักษณะผลิตภัณฑ์แต่ละลักษณะและทำเครื่องหมาย I หรือรหัสตัวอย่างบนสเกลเส้นตรง ณ ตำแหน่งที่ตรงกับความรู้สึก

แล้วทำการเปรียบเทียบคะแนนของผู้ทดสอบแต่ละคน ผู้ใดที่มีคะแนนแตกต่างจากกลุ่มต้องปรับสเกลของตนเอง อาจชิมตัวอย่างซ้ำได้และทำซ้ำเช่นเดียวกับลักษณะอื่นๆ

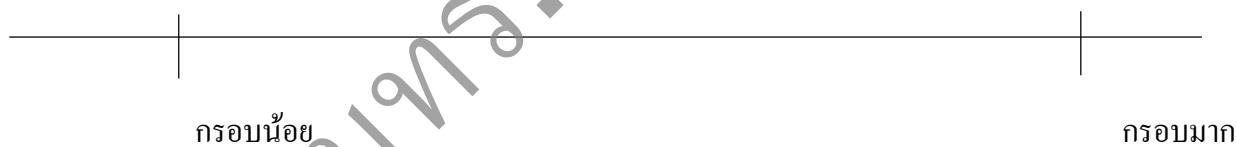
สี



สีม่วงเสมอ



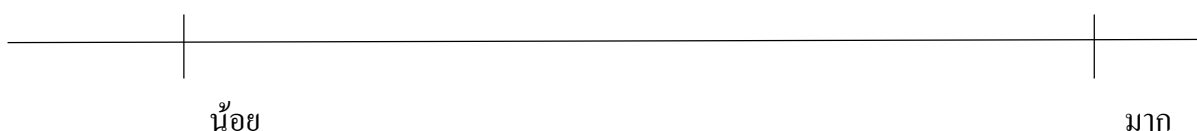
ความกรอบของแป้ง



กลิ่นมันเทศ



ความชุ่มน้ำมัน



คิดค้น

แบบทดสอบ

การยอมรับผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยประกอบรายวิชาปัญหาพิเศษ นิสิตปริญญาตรีสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ซึ่งทำการวิจัยในหัวข้อเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง จึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านในการทดสอบผลิตภัณฑ์และตอบแบบสอบถามโดยข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยครั้งนี้และไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อท่านทั้งสิ้น ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามครั้งนี้

คำอธิบาย การผลิตทาร์ตมันเทศสีม่วง และย่อยง่าย ซึ่งแอนโทไซยานินในมันม่วงมีคุณสมบัติบำรุงสายตา นอกจากนั้นสามารถลดอาการอักเสบช่วยป้องกันหลอดเลือดอุดตัน ช่วยลดคอเลสเตอรอลในเลือดรวมถึงมีไฟเบอร์สูงช่วยในเรื่องการขับถ่าย ทั้งนี้เป็นการใช้ประโยชน์จากผลิตผลทางการเกษตรให้มีมูลค่าเพิ่มมากขึ้นด้วย ดังนั้นในการทดสอบครั้งนี้เป็นการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วงในกลุ่มผู้บริโภคที่รับประทานขนมอบที่ใส่ใจสุขภาพ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

คำแนะนำ กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน () หน้าคำตอบที่ตรงกับคุณสมบัติของท่าน

1.เพศ

() หญิง () ชาย

2.อายุ

() 15-20 ปี () 21-30 ปี () 31-40 ปี
() 41-50 ปี () 51 ปีขึ้นไป

3.วุฒิการศึกษาปัจจุบัน

- () มัธยมศึกษาหรือเทียบเท่า () อนุปริญญาตรีหรือเทียบเท่า
() ปริญญาตรี () ปริญญาโท () ปริญญาเอก

4. อาชีพ

- () นักเรียน () นิสิตนักศึกษา () ค้าขายธุรกิจส่วนตัว
() แม่บ้าน () ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ () พนักงานบริษัทเอกชน
() รับจ้าง () อื่นๆ (โปรดระบุ).....

5. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน

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

ส่วนที่ 2 การศึกษาความชอบและการยอมรับผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง

คำแนะนำ กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง โดยพิจารณาลักษณะปรากฏ, สี
หลังจากนั้นให้ท่านดมกลิ่น ประเมินคุณลักษณะทางด้าน รสชาติ, กลิ่น, รสชาติ,
รวมทั้งความชอบโดยรวมและการยอมรับผลิตภัณฑ์

1. กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วงและทำเครื่องหมายถูกลงในช่องว่างที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

คุณลักษณะ	ชอบมากที่สุด	ชอบมาก	ชอบปานกลาง	ชอบเล็กน้อย	*เฉยๆ	ไม่ชอบเล็กน้อย	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
สี									
กลิ่น									
รสชาติโดยรวม									
ความชอบโดยรวม									

*เฉยๆ= ไม่สามารถบอกได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ

2. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง ที่ท่านประเมินคุณภาพ (ชิม) หรือไม่

() ยอมรับ เพราะ.....

() ไม่ยอมรับ เพราะ.....

3. ท่านจะซื้อผลิตภัณฑ์ตัวอย่างทาร์ตมันเทศสีม่วง หรือไม่

() ซื้อ

() ไม่แน่ใจ เพราะ.....

() ไม่ซื้อ เพราะ.....

4. ถ้าขายผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วงที่บรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ชิ้นละ 15 บาท ท่านจะซื้อหรือไม่

() ซื้อ

() ไม่ซื้อ เพราะ.....

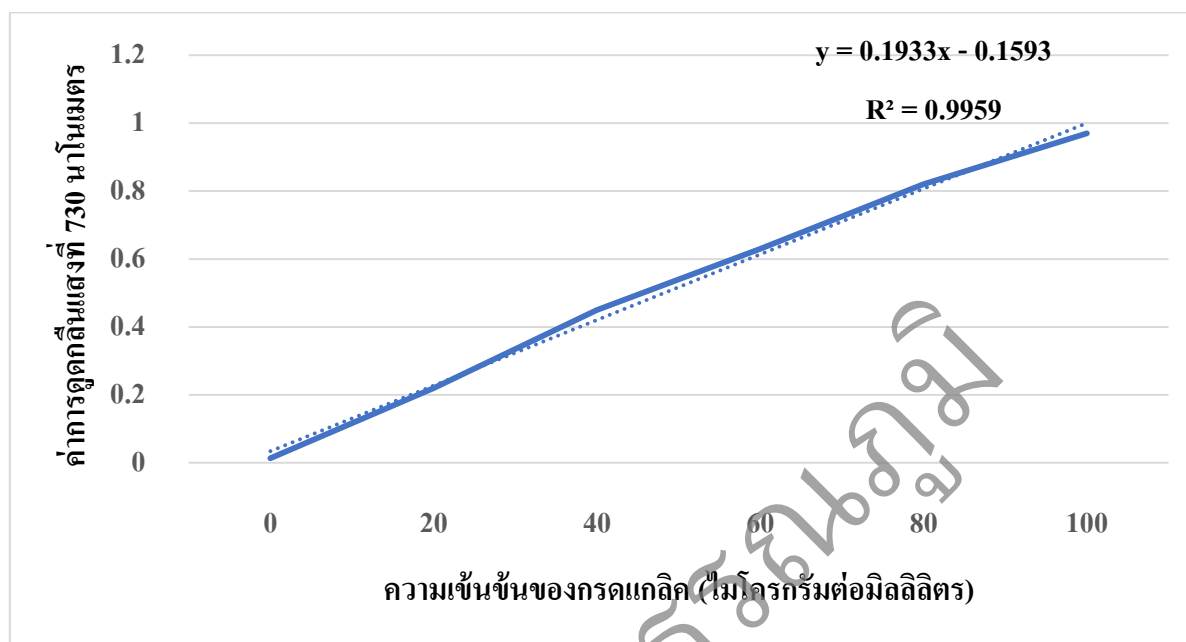
ข้อเสนอแนะ.....

.....

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือค่ะ

ภาคผนวก ข

กราฟมาตรฐานแก๊ส



ภาพผนวกที่ 1 กราฟมาตรฐานของกรดแกลลิกสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก
ทั้งหมด

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ทางเคมี

ศ.ดร.ม.ทร.ศิริราช

วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

1. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

โดยวิธี การใช้ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)

1.1 อบภาชนะสำหรับความชื้นในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้นปล่อยให้เย็นจนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก

1.2 กระทำเช่นข้อ 1.1 ซ้ำ จนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-2 มิลลิกรัม

1.3 ชั่งตัวอย่างอาหารที่ต้องการหาความชื้นให้ได้น้ำหนักที่ชั่งที่แน่นอน 1-3 กรัม ใส่ลงใน

ภาชนะหาความชื้นซึ่งทราบน้ำหนักแล้วนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 °C นาน 5-6 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในตู้อบความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักภาชนะพร้อมตัวอย่างนั้น จากนั้นนำเข้าตู้อบอีกครั้งและกระทำเช่นเดิมได้ผลน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-2 มิลลิกรัม

ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและหลังอบ $\times 100$

ปริมาณความชื้น (ร้อยละ) =

น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ

2. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

(AOAC, 2000)

โดยวิธี Mojonnier

2.1 นำตัวอย่างทาร์ตไปสูตรพื้นฐานและทาร์ตมันม่วง 1 กรัม ใส่หลอด mojonnier เดิม

ไฮโดรคลอริก 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันและใส่ลงในอ่างน้ำที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที โดยเขย่าทุกๆ 5 นาที เมื่อครบเวลาทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

2.2 เติมอีเทอร์ลงในหลอด mojonnier ปริมาณ 25 มิลลิลิตร เขย่าอย่างรวดเร็ว 1 นาที

เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ปริมาณ 25 มิลลิลิตร เขย่าอย่างรวดเร็ว 1 นาที นำตัวอย่างไปปั่นเหวี่ยงนาน 5-10 นาที โดยใช้ความเร็วรอบ 300 rpm เทสารละลายที่ประกอบไปด้วยอีเทอร์และไขมันลงในฟลาสก์

2.3 ทำการสกัดซ้ำตามข้อ 2.2 อีก 2 ครั้ง

2.4 หลังจากนั้น นำฟลาสก์ที่ประกอบไปด้วยอีเทอร์และไขมัน ไประเหยอีเทอร์ออก โดย

การอบในตู้ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส จนแห้ง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นชั่งน้ำหนักและอบซ้ำครั้งละ 30 นาที จนน้ำหนักคงที่

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

3. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (AOAC, 2000)

3.1 ชั่งตัวอย่างทาร์ตมันเทศสีม่วง ลงในเจดคาลฟลาสขนาด 250 มิลลิลิตร

3.2 ใส่ตัวเร่งปฏิกิริยา 5 กรัม (คอปเปอร์ซัลเฟต: โพแตสเซียมซัลเฟต = 1:9 หรือ โปรทอกไซด์ 0.7 กรัม) เติมกรดซันฟริกเข้มข้น 10 มิลลิลิตร แล้วนำไปย่อยบนเตาไฟฟ้า ภายใต้ตู้ดูดควัน

3.3 ให้ความร้อนจนกระทั่งสารละลายในฟลาสก์ ทิ้งไว้ให้เย็น

3.4 เทสารละลายที่ย่อยแล้วลงในขวดกลั่น ล้างเจดคาลฟลาสด้วยน้ำกลั่น 2-3 ครั้งต่อขวด กลั่นเข้ากับหลอดควบแน่น ด้วยน้ำที่มีปลายท่อจุ่มลงในเอเรเนเมเยอฟลาสขนาด 150 มิลลิลิตร ที่บรรจุกรดบอริก 10 มิลลิลิตร (ละลายบอริก 40 กรัม ในน้ำกลั่น ปริมาณเป็น 1 ลิตร) พร้อมกับหยดสารอินดิเคเตอร์ผสมระหว่างเมธิลเรดและเมทิลีนบลู (2:1) 2-3 หยด

3.5 เทสารละลายเบสโซเดียมไฮดรอกไซด์ 45% 20 มิลลิลิตร ลงในฟลาสก์ให้ความร้อนกลั่นสารตัวอย่าง จนเก็บปริมาตรในเอเรเนเมเยอฟลาสได้ประมาณ 30 มิลลิลิตร

3.6 นำสารละลายจากการกลั่นไปไตเตรทด้วยไฮโดรคลอริก 0.1 N

3.7 ในการวิเคราะห์แต่ละครั้งให้ทำแบลนค์ (Blank) โดยใช้ น้ำกลั่นแทนตัวอย่างอาหาร

ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)=

W

N = ความเข้มข้นของกรดมาตรฐาน

V1 = ปริมาณ (มิลลิลิตร) ของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง

V2 = ปริมาณ (มิลลิลิตร) ของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไตเตรทเบสค์

W = น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์

4. การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยหยาบ (AOAC, 2000)

4.1 ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนัก 1 กรัม ใส่ในครุชีเบลแก้ว ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน นำครุชีเบลแก้วใส่ลงในเครื่อง hot extraction unit จากนั้นเคลื่อนคันโยกด้านซ้ายด้านซ้ายลงมาล็อก โยกปุ่มควบคุมด้านหน้าไปตำแหน่ง closed

4.2 เติมน้ำละลายกรดซัลฟิวริกที่ต้มร้อนไว้ก่อนแล้วลงในท่อแก้วคอนเดนเซอร์ ปริมาตร 150 มิลลิลิตร เติมน้ำของ n-octanol เพื่อป้องกันการเกิดฟอง

4.3 เปิดปุ่ม power แล้วหมุนระดับไฟไปที่ระดับสูงสุด (MAX) เมื่อสารละลายในท่อคอนเดนเซอร์เริ่มเดือดเริ่มจับเวลา 30 นาที และปรับระดับไฟฟ้าที่เลข 4-5 เพื่อให้สารละลายเดือดอย่างคงที่

4.4 เมื่อครบ 30 นาที ปิดไฟและกรองสารออก ล้างด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้ง ครั้งละ 50 มิลลิลิตร ทำการกวนตัวอย่างให้กระจายในน้ำร้อนโดยใช้ปุ่ม pressure จากนั้นกรองสารละลายออกเติมน้ำโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ ที่ต้มให้ร้อนไว้ก่อนแล้ว ลงในท่อคอนเดนเซอร์ ปริมาตร 150 มิลลิลิตร ทำเช่นเดียวกับข้อ 4.2 – 4.4 เมื่อล้างด้วยน้ำกลั่นร้อนครบ 3 ครั้ง แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นเย็น

4.5 ล้างด้วยอะซิโตน หรือ แอลกอฮอล์ ปริมาตรครั้งละ 25 มิลลิลิตร เพื่อไล่น้ำออก รอจนแห้ง

4.6 อบครุชีเบลแก้วที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่ จากนั้นเผาด้วยตัวอย่างที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่ คำนวณหา % เส้นใยหยาบจากสูตร

$$\text{ปริมาณเส้นใยหยาบ (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักเส้นใย} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

5. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (AOAC, 2000)

ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ในถ้วยกระเบื้องเคลือบ (Porcelain crucible) ที่เผาและชั่งน้ำหนักแน่นอนแล้ว นำตัวอย่างไปเผาไล่ควันจนหมดจึงนำตัวอย่างไปเผาในตู้อบเผา (Muffle furnace) ที่อุณหภูมิ 600°C นานประมาณ 2-3 ชั่วโมง จนกระทั่งได้เถ้าสีขาว หรือสีเทาอ่อน นำออกจากตู้อบเผาใส่ในเดสิเคเตอร์ (Dessicator) ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก เเผตัวอย่างซ้ำนานครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งชั่งได้น้ำหนักคงที่ คำนวณปริมาณร้อยละของเถ้าในตัวอย่างดังนี้

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

6. การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (AOAC, 2000)

การหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตโดยวิธีการคำนวณ จะต้องหาองค์ประกอบทางเคมีอย่างอื่นเป็นร้อยละก่อน ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า แล้วนำค่าทั้งหมดดังกล่าวมารวมกันผลต่างระหว่าง 100 กับค่ารวมของ ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า จะเป็นค่าของคาร์โบไฮเดรตปริมาณ

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

7. วิธีคำนวณหาปริมาณพลังงานทั้งหมดของสูตรมาตรฐาน

คำนวณหาปริมาณพลังงานในอาหารทั้งหมด โดยเปลี่ยนค่า ร้อยละ โปรตีน, ร้อยละไขมัน และ ร้อยละคาร์โบไฮเดรต ด้วยค่าคงซึ่งเรียกว่า Calories conversion factor โดยการใช้ค่า Atwater

วิธีคำนวณหาปริมาณพลังงานทั้งหมดของสูตรมาตรฐาน

$$\text{พลังงาน (Kcal/g)} = \text{ร้อยละไขมัน} \times 9.0 + (\text{ร้อยละโปรตีน} \times 4.0) + (\text{ร้อยละคาร์โบไฮเดรต} \times 4.0)$$

วิธีคำนวณหาปริมาณพลังงานทั้งหมดของสูตรพลังงานต่ำ

$$\text{พลังงาน (Kcal/g)} = \text{ร้อยละไขมัน} \times 9.0 + (\text{ร้อยละโปรตีน} \times 4.0) + (\text{ร้อยละคาร์โบไฮเดรต} \times 2.4)$$

ภาคผนวก ง

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

พายและทาร์ต

(มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ฉบับที่ 524 พ.ศ. 2555)

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมพายและทาร์ต เนื้อแป้งร่วน มีลักษณะเป็นพายและทาร์ตเปิดและปิดหน้า มีไส้ และบรรจุในภาชนะบรรจุ

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังนี้

2.1 พาย หมายถึง ขนมอบชนิดหนึ่งที่ทำจากแป้งสาลีหรือแป้งสาลีผสมแป้งชนิดอื่น ไขมัน น้ำ และส่วนประกอบอื่นในปริมาณที่เหมาะสม เช่น เกลือ น้ำตาล นม ผสมให้เข้ากันจนได้ลักษณะตามต้องการนำไปขึ้นรูป แล้วอบจนสุก บรรจุใส่หรือปรงหน้าด้วยส่วนประกอบต่างๆ เช่น ไข่ แยม ผลไม้กวน มะพร้าวอ่อน ข้าวโพด คัสตาร์ด ก่อนหรือหลังอบ โดยทำเป็นพายเปิดหน้าหรือปิดหน้า

2.2 ทาร์ต หมายถึง ขนมอบชนิดหนึ่ง มักทำเป็นถ้วยขนาดเล็ก ซึ่งประกอบด้วยส่วนเปลือกและส่วนปรงแต่งหน้าโดยส่วนเปลือกทำจากเนื้อแป้งที่มีส่วนประกอบเช่นเดียวกับพาย และปรงแต่งหน้าด้วยส่วนประกอบต่างๆ เช่น แยม ผลไม้ มะพร้าวชุบแห้ง กล้วยฝัซ ถั่ว คัสตาร์ด

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป

ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีรูปทรงและมีขนาดใหญ่ใกล้เคียงกัน ไม่ไหม้เกรียม ส่วนที่แป้งอาจแตกหักได้เล็กน้อย ใส่หรือส่วนปรงแต่งหน้าต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

3.2 ลักษณะเนื้อสัมผัส

เนื้อแข็งต้องร่วน ไม่เหนียวหรือแข็งกระด้าง

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและชิม

3.3 สี

ต้องมีสีตามธรรมชาติของพายและทาร์ตและส่วนประกอบที่ใช้

3.4 กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของพายและทาร์ตและส่วนประกอบที่ใช้ ไม่มีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นบูด กลิ่นหืน

3.5 สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

3.6 วัตถุเจือปนอาหาร

หากมีการใช้สีและวัตถุกันเสีย ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

3.7 จุลินทรีย์

3.7.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องน้อยกว่า 1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.7.2 แซลโมเนลลา ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

3.7.3 สแตฟีโลค็อกคัส ออเรียส ต้องน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.7.4 บาซิลลัส ซีเรียส ต้องไม่เกิน 1×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.7.5 ครอสทริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ ต้องไม่เกิน 1×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.7.6 เอชเชอริเชีย โคไล โคยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.7.7 ยีสส์และรา ต้องน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือ BAM (U.S.FDA) หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

4. สุขลักษณะ

4.1 สุขลักษณะในการทำพายและทาร์ต สถานประกอบการต้องได้รับอนุญาตจากกระทรวงสาธารณสุขและให้เป็นไปตามคำแนะนำตามภาคผนวก ก.

5. การบรรจุ

5.1 ให้บรรจุพายและทาร์ตภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันสิ่งปนเปื้อนจากภายนอกได้ การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

5.2 น้ำหนักสุทธิของพายและทาร์ตในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

การทดสอบให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่ภาชนะบรรจุพายและทาร์ตทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) ชื่อผลิตภัณฑ์ (ตาม มพข.) อาจตามด้วยชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น พายไข่ พายไส้สับประคต บลูเบอรี่ ชีสพาย พายลูกตาล ทาร์ตไข่ ทาร์ตมะพร้าว

(2) ส่วนประกอบที่สำคัญ เป็นร้อยละของน้ำหนักโดยประมาณและเรียงจากมากไปน้อย

(3) กรณีใช้วัตถุกันเสีย ให้ระบุข้อความว่า “ ใช้วัตถุกันเสีย ”

(4) น้ำหนักสุทธิ เป็นกรัมหรือกิโลกรัม

(5) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”

(6) ข้อแนะนำในการเก็บรักษา เช่น ควรเก็บไว้ในที่เย็น

(7) เลขสารบบอาหาร

(8) ชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง พายและทาร์ตที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ในระยะเวลาเดียวกัน

7.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

7.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป ลักษณะเนื้อสัมผัส สี กลิ่นรส สิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตาม ข้อ 3.1 ถึงข้อ 3.5 ข้อ 5 และ ข้อ 6 จึงจะถือว่าพายและทาร์ตรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบวัตถุเจือปนอาหาร ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 300 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.6 จึงถือว่าพายและทาร์ตเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 300 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.7 จึงจะถือว่าพายและทาร์ตรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างพายและทาร์ตต้องเป็นไปตามข้อ 7.2.1 ข้อ 7.2.2 และ 7.2.3 ทุกข้อจะถือว่าพายและทาร์ตรุ่นนั้นต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

8. การทดสอบ

8.1 การทดสอบสีและกลิ่นรส

8.1.1 ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญ ในการตรวจสอบพายและทาร์ตอย่างน้อย 5 คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

8.1.2 วางตัวอย่างพายและทาร์ตลงบนจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม

8.1.3 หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 หลักเกณฑ์การให้คะแนน

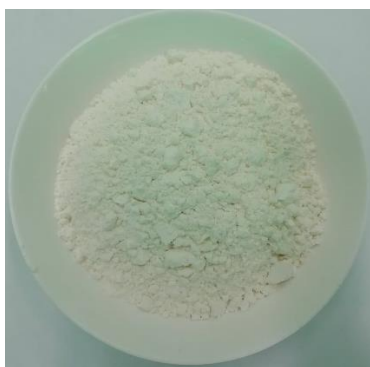
(ข้อ 8.1.3)

ลักษณะที่ ตรวจสอบ	ระดับการตัดสินใจ	คะแนนที่ ได้รับ
สี	สีดีตามธรรมชาติของพายและทาร์ตและส่วนประกอบที่ใช้	3
	สีพอใช้ได้ใกล้เคียงกับสีตามธรรมชาติของพายและทาร์ต	2
	สีผิดปกติหรือมีการเปลี่ยนสี	1
กลิ่นรส	กลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของพายและทาร์ตและส่วนประกอบที่ใช้	3
	กลิ่นรสพอใช้ได้ใกล้เคียงกับกลิ่นรสตามธรรมชาติของพายและทาร์ตและส่วนประกอบที่ใช้	2
	กลิ่นรสผิดปกติหรือมีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน	1

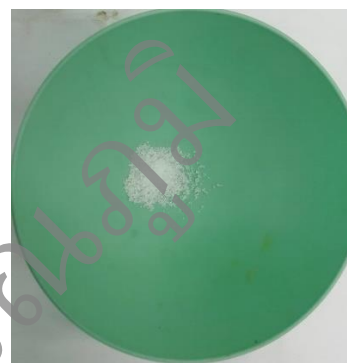
ภาคผนวก จ

วัตถุดิบและกระบวนการผลิต

วัตถุดิบส่วนของแป้งทาร์ต



ภาพภาคผนวกที่ 1 แป้งสาลี



ภาพภาคผนวกที่ 2 เกลือ



ภาพภาคผนวกที่ 3 น้ำสะอาด

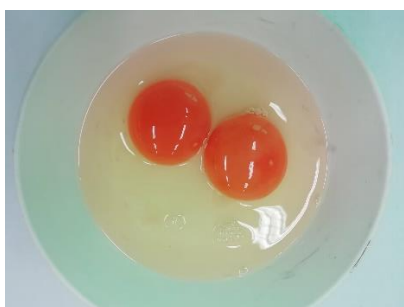


ภาพภาคผนวกที่ 4 ผงมันม่วง



ภาพภาคผนวกที่ 5 เนยจืด

วัตถุดิบส่วนของไส้ทาร์ต



ภาพภาคผนวกที่ 6 ไข่ไก่



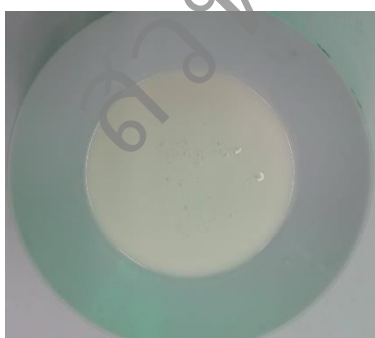
ภาพภาคผนวกที่ 7 แป้งข้าวโพด



ภาพภาคผนวกที่ 8 มันม่วง

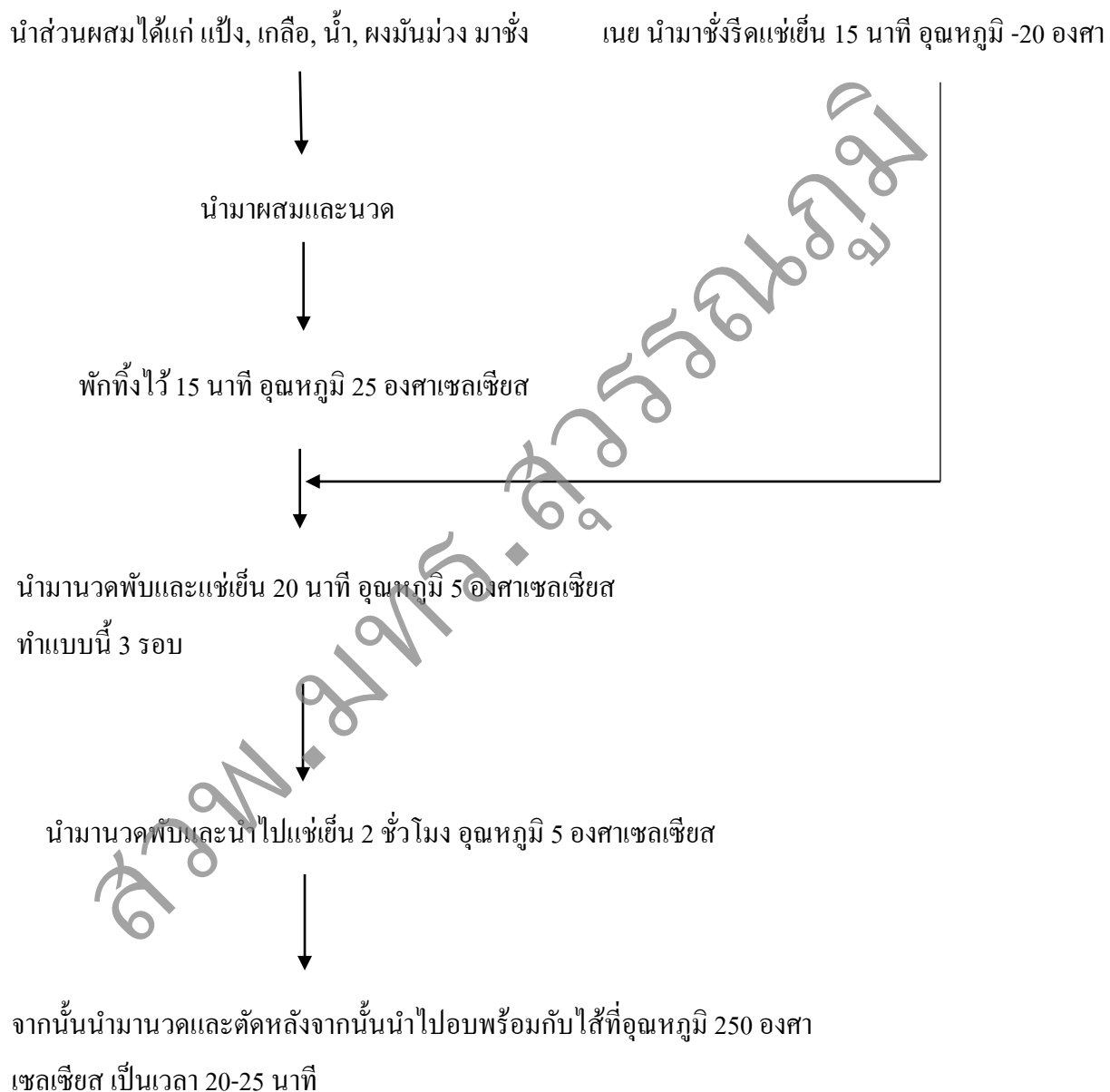


ภาพภาคผนวกที่ 9 วิปครีม



ภาพภาคผนวกที่ 10 นมสด

กระบวนการผลิตทาร์ตมันเทศสีม่วง

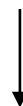


กระบวนการผลิตทาร์ตมันเทศสีม่วง (ต่อ)

นำส่วนผสมได้แก่ ไข่ไก่, วิปปิ้งครีม, นมสด, แป้งข้าวโพด, เกลือ, มันม่วง นำมาชั่ง



นำส่วนผสมมาตีให้เข้ากัน ต้มไฟแล้วคนให้มีความข้นหนืด



ใส่ภาชนะและทิ้งไว้ให้เย็น



จากนั้นใส่พิมพ์ทาร์ตที่เตรียมไว้และนำไปอบพร้อมกับแป้งที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20-25 นาที

ดร.พ.มทร.สุวรรณภูมิ