การทดสอบลักษณะการใช้งานเสมือนจริงของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มฟิลลิ่งและท็อปปิ้ง

Virtual Application Tests of Filling and Topping Products.

สุธาทิพย์ สกุลพราหมณ์[1], กนัษฐา เมืองอยู่, ดร.ศศธร ศรีวิเชียร
สาขาวิศวกรรมแปรรูปผลิตผลเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
39 หมู่ 1 ถนนรังสิต – นครนายก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

สถานที่ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา : บริษัท อินโนเฟรช จำกัด อ.บ้านนา จ.นครนายก 26110

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะการใช้งานที่เหมาะสม ของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มฟิลลิ่ง และท็อปปิ้ง ที่มีวางจำหน่ายในท้องตลาด และเพื่อให้ทราบถึงจุดเด่น จุดบกพร่อง ของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มฟิลลิ่ง และท็อปปิ้ง ของยี่ห้อ FO เพื่อนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์FO โดยทำการจัดจำแนกผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการวิจัยออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มฟิลลิ่ง และ ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มท็อปปิ้ง นำมาศึกษาค่าความหนืด (Viscosity), ค่าปริมาณน้ำในอาหาร (A_w), ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) และค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำทั้งหมด (TSS) รวมทั้งนำผลิตภัณฑ์ฟิลลิ่งและท็อปปิ้ง มาทำการทดสอบ การเปลี่ยนแปลงตามลักษณะการใช้งาน พบว่า ฟิลลิ่งรสสับปะรดยี่ห้อ FO มีความคงตัวมากที่สุดในกลุ่มฟิลลิ่งรสผลไม้ แต่น้อยกว่าฟิลลิ่งรสวนิลา ในขณะที่ท็อปปิ้งรสช็อกโกแลตยี่ห้อFO มีความคงเส้นที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) กับยี่ห้อ A ที่มีความคงเส้นมากที่สุด

1. บทนำ

ในปัจจุบันผู้คนมีความนิยมในการรับประทานผลิตภัณฑ์ประเภทเบเกอร์รี่ ขนมปังสอดไส้ หรือเค้กที่ถูกตกแต่งหน้าด้วยแยม หรือฟิลลิ่งมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้ผู้ผลิตทำการคิดค้นสูตรต่าง ๆ ในการผลิต ฟิลลิ่ง รวมทั้งท็อปปิ้งเพื่อนำมาตกแต่งให้ผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่ให้มีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น เช่น การเพิ่มรสชาติ กลิ่น และสี เป็นต้น บางผู้ผลิตมีการเติมชิ้นเนื้อผลไม้เพื่อสร้างความแปลกใหม่ให้เป็นจุดขายของผลิตภัณฑ์ ช่วยเสริมทำให้ผลิตภัณฑ์ดูน่ารับประทานมากขึ้น และเนื่องจากผู้ผลิตที่มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้เกิดความหลากหลายของรูปแบบผลิตภัณฑ์ ซึ่งทั้งหมดส่งผลดีต่อผู้บริโภคเพราะจะทำให้ผู้บริโภคสามารถเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมแก่การนำไปใช้ ปัจจัยหลักที่ผู้บริโภคมักคำนึงถึงก่อนจะทำการตัดสินใจซื้อสินค้า คือ รสชาติ ยี่ห้อของสินค้า ราคา ส่วนประกอบหลัก จากความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ของแต่ละผู้ผลิตซึ่งมีความแตกต่างในตัวของผลิตภัณฑ์อยู่แล้วนั้น เมื่อนำมาใช้งานในรูปแบบที่เหมือนกัน ผลลัพธ์ที่ได้ก็จะอาจมีความเหมือนหรือแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับสูตร และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสม ด้วยเหตุผลนี้จึงทำการทดสอบลักษณะการใช้งานที่เหมาะของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มฟิลลิ่ง และท็อปปิ้งที่มีวางจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป เพื่อทดสอบหาความเหมาะสม ข้อดีและข้อเสียของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มฟิลลิ่ง และท็อปปิ้ง และจัดเก็บเป็นข้อมูล เพื่อนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์เฟรชโอต่อไป

ฟิลลิ่ง (Fillings) เป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ใช้สำหรับสอดไส้ขนมปัง ขนมพาย ขนมปังเวเฟอร์ ซึ่งไส้ขนมที่มักนิยมผลิต คือไส้ผลไม้ ไส้คัสตาร์ด ไส้ครีม ไส้ไก่ และไส้เนื้อ เป็นต้น โดยไส้ขนมแต่ละชนิดควรจะมีโครงสร้างที่มีความคงตัวที่มีลักษณะข้น [1]

ท็อปปิ้ง (Topping) เป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ใช้สำหรับการราดบนขนมปัง ไอศกรีม น้ำแข็งใส ดังนั้นท็อปปิ้งจึงมีความหนืดน้อยกว่าฟิลลิ่ง โดยท็อปปิ้งของบริษัท อินโนเฟรช จำกัดมีส่วนผสมหลัก คือ น้ำสะอาด แป้งดัดแปร กลูโคส เกลือ วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรส กรดซิตริก และวัตถุกันเสีย ท็อปปิ้งที่บริษัทฯผลิต ได้แก่ ช็อกโกแลต คาราเมล และสตรอเบอร์รี่

1.1 ส่วนผสมหลักของไส้ขนม

1.1.1 แป้ง (Starch) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่สะสมอยู่ในพืชชั้นสูง พบในคลอโรพลาสต์ตามใบพืช หรือกระจายอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ลำต้น ราก หัว และเมล็ด เป็นต้น เพื่อนำไปใช้เป็นแหล่งเก็บอาหาร [2] คลอโรพลาสต์จะอยู่ในลักษณะเป็นเม็ดแป้ง (Granule) ซึ่งมีขนาดอยู่ในช่วงระหว่าง 1-100 ไมโครเมตรขึ้นไป แป้งที่ใช้ในการผลิตทั่วไปจะมี คาร์โบไฮเดรตที่มีองค์ประกอบของคาร์บอน ไฮโดรเจน กับออกซิเจนเป็นส่วนใหญ่ และมีสิ่งเจือปนอื่น เช่น โปรตีน ไขมัน และเกลือแร่ ฯลฯ และเมื่อสิ่งเจือปนถูกกำจัดออกไปจะเหลือเป็นแป้งบริสุทธิ์ เรียกว่า สตาร์ช (Starch) ส่วนแป้งที่ผลิตโดยทั่วไปที่ยังมีส่วนประกอบอื่น ๆ อยู่มาก เรียกว่า ฟลาว์ (Flour) เนื่องจากแป้งสตาร์ชมีความบริสุทธิ์สูง จึงถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในรูปของสารเคมีเพื่อการทำปฏิกิริยาต่าง ๆ และจากสมบัติเฉพาะของแป้ง ที่สามารถปรับปรุงคุณสมบัติของอาหารได้ เช่น ทำให้เกิดเจล ควบคุมความคงตัวและเนื้อสัมผัสของอาหารจำพวก ซอส ซุป และน้ำปรุงรสอาหาร จึง

1.สุธาทิพย์ สกุลพราหมณ์ สาขาวิศวกรรมแปรรูปผลิตผลเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
2.กนัษฐา เมืองอยู่ ผู้จัดการ แผนกวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ บริษัท อินโนเฟรช จำกัด
3.อาจารย์ ดร.ศศธร ศรีวิเชียร สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

มีการนำแป้งมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร แป้งที่นำมาใช้ในการผลิตฟิลลิ่งและท็อปปิ้ง คือแป้งดัดแปร (Modified starch) ซึ่งมีความหมายตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 1073-2535 หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำแป้ง เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด แป้งมันฝรั่ง และแป้งสาลี มาเปลี่ยนสมบัติทางเคมีหรือทางกายภาพจากเดิม ด้วยความร้อน เอมไซม์ หรือสารเคมีต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร และอุตสาหกรรมประเภทอื่น ๆ ซึ่งลักษณะของแป้งดัดแปรแต่ละประเภท จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ระบุเท่านั้น [3]

1.1.2 น้ำตาล (sugar) หรือน้ำตาลทรายที่ใช้โดยทั่วไป หมายถึง น้ำตาลซูโครส มีสูตรโมเลกุลว่า C12H22O11 เป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ (Disaccharide) เกิดจากการจับตัวของน้ำตาลกลูโครสและน้ำตาลฟรักโทส ปกติน้ำตาลบริสุทธิ์จะมีลักษณะโปร่งแสงและไม่มีสี [3] สมบัติของน้ำตาล คือ การให้ความหวาน เป็นสมบัติเด่นของน้ำตาลที่เป็นจุดประสงค์หลักของการประกอบอาหาร ความหวานของน้ำตาลเกิดจากการกระตุ้นต่อมรับรสที่บริเวณลิ้นและภายในช่องปาก [4] ส่วนน้ำตาลกลูโคส (Glucose) มีโครงสร้างเป็นโมเลกุลเดี่ยว เป็นน้ำตาลในเลือดที่ร่างกายสามารถดูดซึมได้เร็วที่สุด พบมากใน ผัก ผลไม้หลายชนิด เช่น พืชหัว มันฝรั่ง เป็นต้น [5]

1.1.3 น้ำมันถั่วเหลือง (Soybean oil) เป็นน้ำมันที่นิยมใช้กันมากที่สุด ในการปรุงอาหาร ซึ่งได้จากเมล็ดถั่วเหลือง โดยใช้วิธีบีบหรือสกัดด้วยตัวทำละลาย ส่วนน้ำมันที่ผ่านกระบวนการสกัดออกมานั้น ยังต้องนำมาผ่านกระบวนการที่ทำให้บริสุทธิ์ (Refining bleaching deodorization) อีกครั้งน้ำมันถั่วเหลืองประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว จำพวกกรดโอเลอิก (Oleic acid) ซึ่งมีประมาณ 30-35 เปอร์เซ็นต์ และกรดลิโนเลอิก (Linolenic acid) ประมาณ 5-10 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันถั่วเหลืองที่มีคุณภาพดี จะมีสีเหลืองอ่อนซึ่งสีของน้ำมันถั่วเหลือง ขึ้นอยู่กับกระบวนการกลั่น (Alkali refining) ถ้าน้ำมันถั่วเหลืองที่ได้มีสีเขียวแสดงว่าน้ำมันมีสิ่งผิดปกติ อาจมีสาเหตุจากเมล็ดถั่วเหลืองที่นำมาสกัดนั้นยังอ่อนหรือเป็นสีเขียว รวมถึงเมล็ดมีคุณภาพต่ำ ส่วนเมล็ดที่แตกหักเมื่อนำมาสกัดจะได้น้ำมันที่มีสีน้ำตาล ๆ [6]

1.1.4 วัตถุเจือปนอาหาร (food additive) หมายถึง วัตถุที่ไม่ได้ใช้เป็นอาหาร หรือบริโภคเป็นอาหาร แต่ใช้เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของอาหาร วัตถุประสงค์ในการใช้วัตถุเจือปนในอาหาร เพื่อเป็นประโยชน์ทางด้านเทคนิคในการแปรรูป เทคโนโลยีการผลิต การเตรียมวัตถุดิบ การบรรจุ การขนส่ง และอายุการเก็บของอาหาร มีผลทั้งทางตรงและทางอ้อม ทำให้สารนั้นกลายเป็นส่วนประกอบของอาหาร หรือมีผลต่อคุณลักษณะของอาหารแต่ไม่ได้รวมถึงสารปนเปื้อนหรือสารที่เติมลงไปเพื่อปรับปรุงคุณค่าทางอาหาร [7] วัตถุที่ใช้เจือปนอาหารในผลิตภัณฑ์ฟิลลิ่ง และท็อปปิ้งมีดังนี้

เกลือ (Sodium Chloride) เป็นสารให้กลิ่นรส การใช้เกลือจะใช้ความเข้มข้นต่ำคือ ประมาณ 2-4 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับอุณหภูมิต่ำ หรือใช้ร่วมกับกรด เพื่อทำการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย เกลือที่เติมลงในอาหาร มักวิเคราะห์ในรูปของปริมาณคลอไรด์ทั้งหมด ด้วยวิธีไตเตรชั่นคำนวณอยู่ในรูปเกลือคลอไรด์ [8]

กรด (Food acidulants) เป็นสารที่เมื่อละลายน้ำแล้วสามารถแตกตัวเป็นไฮโดรเจนไอออน กรดที่แตกตัวให้ไฮโดรเจนได้อย่างสมบูรณ์ เรียกว่า กรดแก่ (strong acid) และกรดที่สามารถแตกตัวให้ไฮโดรเจนได้บางส่วน เรียกว่า กรดอ่อน (weak acid) หากกรดทั้ง 2 ชนิดนี้มีความเข้มข้นเดียวกัน จะมีค่าปริมาณกรดทั้งหมดเท่ากัน การใช้กรดเป็นวัตถุเจือปนอาหารในผลิตภัณฑ์นั้น นอกจากจะช่วยแต่งกลิ่น รส ของผลิตภัณฑ์ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์แล้ว ยังสามารถใช้ในการปรับสภาพของความเป็นกรด-ด่างในผลิตภัณฑ์ให้ต่ำลงด้วย

วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรส(Flavoring agent, Flavours) หมายถึงสารประกอบที่มีกลิ่นเฉพาะ และเป็นส่วนผสมที่ใส่ลงในอาหาร [9] เพื่อให้ผลิตภัณฑ์อาหาร มีคุณลักษณะที่ดีมากขึ้น และมีความสม่ำเสมอในด้านกลิ่นและรส [10] ผลิตภัณฑ์ฟิลลิ่งและท็อปปิ้งจะใช้วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสประเภทที่ให้กลิ่นรสอาหารหวาน นิยมใช้แต่งกลิ่นที่มีรสหวาน กลิ่นรสผลไม้ชนิดต่างๆ เช่น ส้ม สตรอเบอร์รี่ สับปะรด นอกจากนี้ยังมีโกโก้ ช็อกโกแลต กลิ่นและรส จากผลิตภัณฑ์เนย [9]

วัตถุกันเสีย(Preservative) เป็นสารประกอบเคมี หรือของผสมของสารประกอบเคมี ที่ใช้เติมลงในอาหารเพื่อชะลอการเน่าเสีย หรือช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของอาหาร เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตและทำลายจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่ทำให้อาหารนั้น เกิดการเน่าเสีย การใช้วัตถุกันเสียเป็นวัตถุเจือปนในอาหาร เป็นวิธีการช่วยลดการเน่าเสียของอาหารซึ่งสามารถเก็บถนอมอาหารไว้เป็นระยะเวลาได้นาน โดยช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของอาหาร [10]

ประโยชน์จากงานวิจัยครั้งนี้ คือทำให้ ทราบถึงลักษณะการใช้งานที่เหมาะสม ของผลิตภัณฑ์ ในกลุ่มฟิลลิ่ง และท็อปปิ้ง รวมทั้งทราบข้อดี และข้อเสีย ของผลิตผลิตภัณฑ์ในกลุ่มฟิลลิ่งและท็อปปิ้ง ทั้งของยี่ห้อFO และยี่ห้ออื่น เพื่อนำข้อมูลที่ได้ ไปปรับใช้เพื่อพัฒนาสูตร และผลิตภัณฑ์FO ต่อไป

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 อุปกรณ์

2.1.1 เครื่องวัดความหนืดแบบเข็ม ยี่ห้อBrookfiled Viscometer รุ่น BF V01

2.1.2 เครื่องวัดค่า Water activity ยี่ห้อ Novasina รุ่น Lab Touch-aw “basic”

2.1.3 เครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH Meter) ยี่ห้อ Eutech รุ่น PH 700

2.1.4 เครื่องรีแฟลกโตมิเตอร์ (Hand Refractometer) ยี่ห้อ ATAGO Brix Range 0 – 30 % และ Brix Range 30 - 60 %

2.1.5 เครื่องชั่ง ยี่ห้อ AND รุ่น FX-3000i พิกัด 3000 กรัม ค่าความละเอียดเครื่องชั่ง 0.01 กรัม (± 0.03 กรัม)

2.1.6 นาฬิกาจับเวลา

2.1.7 ไม้บรรทัด

2.2 วัสดุ

2.2.1 ฟิลลิ่ง ยี่ห้อ FO, B, SP, I และ Q ท็อปปิ้งยี่ห้อ FO, B, A, I, Q และ J

2.2.2 ขนมปังชนิดแผ่นเนื้อขาวมีขอบ ยี่ห้อ ฟาร์มเฮ้าส์ บรรจุ 20 แผ่น หนัก 480 กรัมขนมปังโดนัทไม่มีไส้ ยี่ห้อ เอโร่

2.2.3 แป้งแพนเค้ก ยี่ห้อ อิมพีเรียล

2.3 วิธีการดำเนินงาน

2.3.1 ค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ฟิลลิ่ง และท็อปปิ้ง ที่มีวางจำหน่ายในท้องตลาดเพื่อเลือกบริษัทที่ผลิต และจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ ในกลุ่มฟิลลิ่ง และท็อปปิ้ง

2.3.2 จัดซื้อผลิตภัณฑ์ฟิลลิ่ง และท็อปปิ้ง ดังนี้ ฟิลลิ่งยี่ห้อ FO, B, SP, I และ Q ท็อปปิ้ง FO, A, I, Q, B และ J

2.3.3 แบ่งผลิตภัณฑ์ตัวอย่างไปวัดค่า ดังนี้ ค่าความหนืด (Viscosity), ค่าปริมาณน้ำในอาหาร (A_W), ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) และค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำทั้งหมด (TSS) การวัดความหนืด ซึ่งวัดค่าด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบเข็ม ทำการแบ่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์ จำนวน 300 มิลลิลิตร เลือกใช้เบอร์ของเข็ม และความเร็วรอบ ตามสเปกกำหนด จับเวลาในการวัด 30 วินาที บันทึกค่าความหนืด และเปอร์เซ็นต์ทอร์ก

การวัดค่าปริมาณน้ำในอาหาร (A_W) ซึ่งวัดค่าด้วยเครื่องวัดค่า Water activityโดยทำการแบ่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์ จำนวน 5 กรัม บรรจุในกระเปาะทดสอบตัวอย่าง จากนั้นกดปุ่ม Star ที่หน้าจอ และรอจนกว่าเครื่องจะส่งสัญญาณเสียง ซึ่งจะปรากฏค่า อุณหภูมิ เวลา และค่าปริมาณน้ำในอาหาร จดบันทึกผลที่ได้

การวัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ซึ่งวัดค่าด้วย เครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH Meter) วิธีการวัดในขั้นตอนแรก ทำการแบ่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ต้องการวัดจำนวน 100 มิลลิลิตร โดยล้างหัวอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่น ซับด้วยกระดาษทิชชู และจุ่มหัวอิเล็กโทรดลงในตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ต้องการวัดค่า รอให้หน้าจอปรากฏคำว่า READY จากนั้นบันทึกผล ล้างหัวอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่น และใช้ทิชชูซับให้แห้ง และเก็บไว้ในสารละลายบัฟเฟอร์

การวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำทั้งหมด (TSS) ซึ่งสามารถวัดค่าด้วยเครื่องรีแฟลกโตมิเตอร์ โดยนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์หยดลงบนแผ่นปริซึม แล้วประกบปิดด้วยเพลทพลาสติก จากนั้นยกอุปกรณ์ส่องดูโดยหันหาแสงสว่างเพื่อให้เห็นค่าสเกลภายในบันทึกค่าที่ได้

2.3.4 นำผลิตภัณฑ์ฟิลลิ่งและท้อปปิ้งมาทำการทดสอบการเปลี่ยนแปลงตามลักษณะการใช้งานดังนี้

2.3.4.1 การทดสอบลักษณะการใช้งานของฟิลลิ่งที่ใช้ทำขนมปังโดนัทสอดไส้ฟิลลิ่ง โดยทำการทดสอบการซึมเข้าเนื้อขนมปังเตรียมขนมปังโดนัทโดยเจาะขนมปังให้มีรัศมี 0.3 เซนติเมตร ฉีดไส้ฟิลลิ่งจำนวน 15 กรัมลงในขนมปังโดนัท ตัดแบ่งขนมปังโดนัทดังรูปที่ แล้วใช้ไม้บรรทัดวัดการซึมเข้าเนื้อขนมปัง จับเวลาทุก 12 ชั่วโมง เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ถ่ายรูปและบันทึกระยะการซึมลงในตารางบันทึกผลการทดลอง โดยบันทึกที่เวลา 0, 12, 24, 36 และ 48 ชั่วโมงทำซ้ำโดยเปลี่ยนยี่ห้อและรสชาติของฟิลลิ่งทำการทดสอบ แต่ละยี่ห้อและรสชาติจำนวน 4 ซ้ำ

2.3.4.2 การทดสอบลักษณะการใช้งานของท็อปปิ้งโดยการราดบนแพนเค้กเตรียมแป้งแพนเค้ก โดยชั่งผงแป้งแพนเค้กยี่ห้ออิมพีเรียล จำนวน 870 กรัม, นม UHT รสจืด ยี่ห้อโฟร์โมสต์ 400 มิลลิลิตร และไข่ไก่ 4 ฟอง ตีผสมจนเป็นเนื้อครีม ใช้กระบอกฉีดดูดน้ำแป้งจำนวน 10 มิลลิลิตร ทอดแป้งจนสุก พักแผ่นแป้งเพื่อให้แผ่นแป้งคลายความร้อน ราดท็อปปิ้งจำนวน 5 กรัมลงบนแพนเค้ก แล้วใช้ ไม้บรรทัดวัดความกว้างของเส้นท็อปปิ้งที่ 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 นาที

3. ผลการทดสอบ

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์ฟิลลิ่งและท็อปปิ้งรสช็อกโกแลต

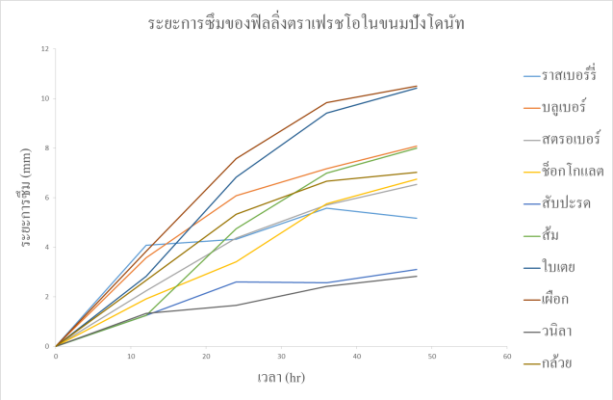
ที่	ผลิตภัณฑ์	ยี่ห้อ	pH	ความหนืด (cPs)	TSS (Brix°)	A_W
1	สับปะรด	FO	3.2	51,040	29	0.954
2	สับปะรด	S	3.5	49,950	35	0.954
3	สับปะรด	Q	3.2	130,000	26	0.957
4	วนิลา	FO	4.1	189,500	36	0.962
5	วนิลา	B	4.1	131,400	36	0.952
6	วนิลา	S	4.2	181,500	35	0.956
7	วนิลา	Q	4.4	177,200	30	0.955
8	ราสเบอร์รี่	FO	3.7	165,300	35	0.960
9	สตรอเบอร์รี่	FO	3.6	164,200	33	0.955
10	บลูเบอร์รี่	FO	3.7	134,000	32	0.942
11	ช็อกโกแลต	FO	5.0	148,800	50	0.946
12	ส้ม	FO	3.8	139,000	40	0.930
13	ใบเตย	FO	4.2	171,800	35	0.958
14	เผือก	FO	4.3	200,800	35	0.965
15	กล้วย	FO	4.2	211,300	34	0.963
16	ท็อปปิ้ง	FO	5.8	49,800	71	0.859
17	ท็อปปิ้ง	A	5.9	19,530	70	0.859
18	ท็อปปิ้ง	I	6.0	1,844	74	0.812
19	ท็อปปิ้ง	B	6.3	11000	66	0.871
20	ท็อปปิ้ง	Q	5.3	118,000	64	0.886
21	ท็อปปิ้ง	J	6.6	5087	75	0.798

3.1 ผลการตรวจวัดค่าทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์ฟิลลิ่งและท็อปปิ้ง

ก่อนทำการทดสอบลักษณะการใช้งานของผลิตภัณฑ์ฟิลลิ่งและท็อปปิ้ง ผู้วิจัยทำการตรวจวัดและเก็บข้อมูลด้านคุณสมบัติทางเคมี และกายภาพของผลิตภัณฑ์ที่นำมาทำการทดสอบทั้งหมด โดยทำการตรวจวัด ค่าความหนืด (Viscosity), ค่าปริมาณน้ำในอาหาร (A_W), ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) และค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ

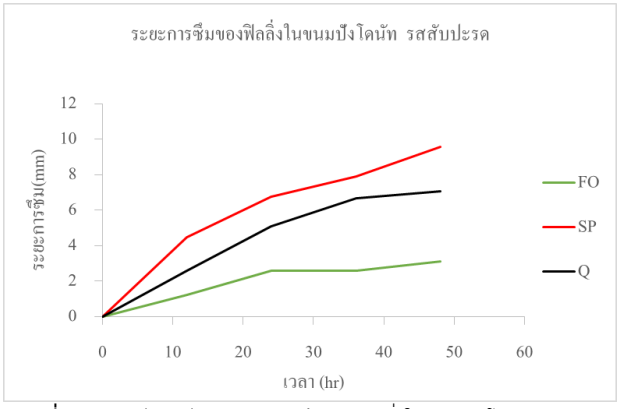
ทั้งหมด (TSS) ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งความเร็วรอบและเบอร์ของเข็มที่ใช้ในการตรวจวัดจะใช้ตามวิธีการตรวจวัดของบริษัทอินโนเฟรช จำกัด คือ วัดค่าความหนืดด้วยเครื่อง Brookfiled Viscometer ใช้เข็มเบอร์ 6 และใช้ความเร็วรอบที่ 5 rpm จับเวลา 30 วินาที

3.2 การทดสอบลักษณะการใช้งานของฟิลลิ่งที่ใช้ทำขนมปังโดนัทสอดไส้



ภาพที่ 1 การเปรียบเทียบระยะการซึมของฟิลลิ่งยี่ห้อFO ในขนมปังโดนัท

ในการเปรียบเทียบระยะการซึมของฟิลลิ่งยี่ห้อFO ทั้ง 10 รสชาติ ลงในเนื้อขนมปังโดนัทพบว่า ฟิลลิ่งทั้ง 10 รสชาติมีระยะการซึมที่เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 48 ชั่วโมง โดยจะเห็นว่าฟิลลิ่งรสวนิลามีระยะการซึมน้อยที่สุดมีระยะการซึมเท่ากับ 2.82 มิลิเมตร และฟิลลิ่งรสเผือกมีระยะการซึมที่มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับฟิลลิ่งทั้งหมด ซึ่งมีระยะการซึมเท่ากับ 10.47 มิลิเมตร จากผลการทดลองสามารถบอกว่า ฟิลลิ่งรสวนิลามีความคงตัวบนเนื้อขนมปังโดนัทมากที่สุด เนื่องจาก แป้งของยี่ห้อ FO ที่เติมลงไป เป็นแป้งดัดแปร แบบสตาร์ชครอสลิง ซึ่งช่วยให้มีความหนืดได้ โดยไม่เกิดเจล (gel) [11] และค่า pH มีผลต่อความคงตัวของฟิลลิ่ง เพราะแป้ง crosslink มีความหนืดสูงขึ้นเมื่อมีความเป็นกรดมากขึ้น (pH 4) ทั้งนี้เนื่องจากกรดไปทำลาย พันธะบางส่วนใน เม็ดแป้งทำให้แรงยึดเหนี่ยวภายในลดลง แป้งพองตัวได้มากขึ้น แต่ถ้าสภาพความเป็นกรดมากขึ้น (pH < 3.5-4) พันธะจะถูกทำลายมากขึ้นทำให้เม็ดแป้งแตกออกได้ง่าย ดังนั้นความหนืดจึงลดลง [12] จึงเป็นเหตุผลยืนยันผลการศึกษาว่าเหตุใดฟิลลิ่งรสวนิลามีความคงตัวบนเนื้อขนมปังโดนัทมากกว่าฟิลลิ่งรสสับปะรดที่มีเพคตินเป็นองค์ประกอบ และเมื่อเปรียบเทียบความคงตัวของฟิลลิ่งที่ทำมาจากผลไม้พบว่า ฟิลลิ่งรสสับปะรดมีความคงตัวมากที่สุด เนื่องจากสับปะรดที่มีเพคตินเป็นองค์ประกอบมากที่สุดในผลไม้กลุ่มนี้ และเผือกมีความคงตัวน้อยที่สุด เนื่องจากเผือกมีแป้งเป็นองค์ประกอบหลักซึ่งเป็นแป้งธรรมชาติจึงมีคุณสมบัติด้านความคงตัวน้อยกว่าแป้งดัดแปร [11]



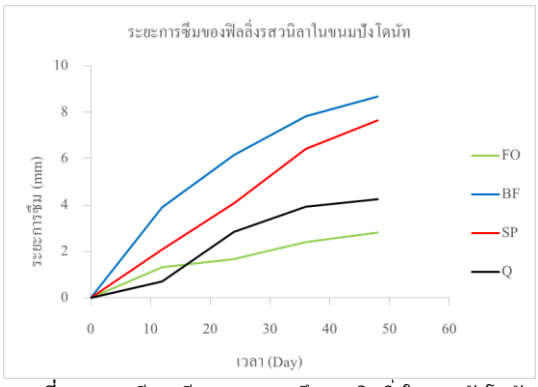
ภาพที่ 2 การเปรียบเทียบระยะการซึมของฟิลลิ่งในขนมปังโดนัท รสสับปะรด

ในการเปรียบเทียบระยะการซึมของฟิลลิ่งรสสับปะรด ลงในเนื้อขนมปังโดนัท พบว่า ฟิลลิ่งรสสับปะรดยี่ห้อFO มีการซึมลงในเนื้อขนมปังโดนัทเพิ่มขึ้น และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.05$) จากเริ่มต้นเก็บรักษาถึง 24 ชั่วโมง จาก 0 มิลลิเมตร เป็น 2.60 มิลลิเมตร แต่เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา 48 ชั่วโมง ระยะการซึมของฟิลลิ่งยี่ห้อFO ลงในเนื้อขนมปังโดนัทเพิ่มขึ้นเป็น 3.10 มิลลิเมตร ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับระยะเวลาการเก็บรักษา 24 ชั่วโมง ในขณะที่ฟิลลิ่งยี่ห้อS และยี่ห้อQ มีระยะการซึมลงในเนื้อขนมปังโดนัทเพิ่มขึ้น จากเริ่มต้นเก็บรักษาถึงสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา 48 ชั่วโมง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p = 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 2 และเมื่อเปรียบเทียบระยะการซึมของฟิลลิ่งรสสับปะรดทั้ง 3 ยี่ห้อในระยะเวลาการเก็บรักษาเดียวกัน พบว่าเมื่อตั้งขนมปังสอดไส้ฟิลลิ่ง ทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง ฟิลลิ่งทั้ง 3 ยี่ห้อมีระยะการซึมของฟิลลิ่งลงในเนื้อขนมปังโดนัทแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.05$) โดยมีระยะการซึมเฉลี่ย เรียงลำดับจากฟิลลิ่งที่มีระยะการซึมลงในเนื้อขนมปังโดนัทน้อยไปมากดังนี้ ยี่ห้อFO มีระยะการซึมลงในเนื้อขนมปังโดนัทเท่ากับ 1.25 มิลลิเมตร ยี่ห้อQ มีระยะการซึมลงในเนื้อขนมปังโดนัทเท่ากับ 2.59 มิลลิเมตร และยี่ห้อS มีระยะการซึมลงในเนื้อขนมปังโดนัทเท่ากับ 4.51 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2 และเมื่อทิ้งไว้จนครบ 48 ชั่วโมง ฟิลลิ่งทั้ง 3 ยี่ห้อ ก็ยังคงมีระยะการซึมของฟิลลิ่งลงในเนื้อขนมปังโดนัทแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p = 0.05$) โดยฟิลลิ่งยี่ห้อ SP มีระยะการซึมลงในเนื้อขนมปังโดนัทสูงที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 9.55 มิลลิเมตร รองลงมาเป็นฟิลลิ่งยี่ห้อQ มีระยะการซึม 7.10 มิลลิเมตร และลำดับสุดท้าย ฟิลลิ่งยี่ห้อFO ที่มีระยะการซึมน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 3.10 มิลลิเมตร จากผลการทดลองสามารถบอกได้ว่าฟิลลิ่งรสสับปะรดยี่ห้อFO มีความคงตัวบนเนื้อขนมปังโดนัทมากที่สุด ซึ่งเป็นผลมาจากฟิลลิ่งแต่ละยี่ห้อมีการเติมแป้งลงไปแตกต่างกัน โดย FO มีการเติมแป้งสูงที่สุด รองลงมาคือ Q เท่ากับ 8และ 5 % ตามลำดับ ในขณะที่ยี่ห้อ S ไม่ระบุว่าเติมแป้งลงไป ซึ่งการเติมแป้งลงในน้ำผลไม้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความข้นหนืดและรักษาความคงตัวของผลิตภัณฑ์ [13]

ตารางที่ 2 ระยะการซึมของฟิลลิ่ง รสสับปะรด ในขนมปังโดนัท

ยี่ห้อ / เวลา	ระยะการซึม				
	0^{ns}	12	24	36	48
1(FO)	0	1.25aข	2.60aค	2.57aค	3.10 ค
2 (S)	0	4.51cข	6.74bค	7.91bคง	9.55cง
3 (Q)	0	2.59bข	5.09bค	6.66 bคง	7.10 bง

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.05)
อักษรภาษาไทยที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.05)



ภาพที่ 3 การเปรียบเทียบระยะการซึมของฟิลลิ่งในขนมปังโดนัท รสวนิลา

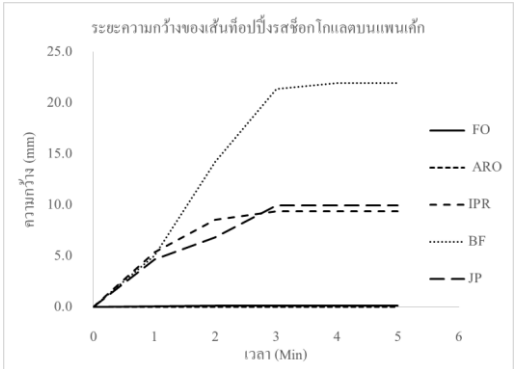
ในการเปรียบเทียบระยะการซึมของฟิลลิ่งรสวนิลาลงในเนื้อขนมปังโดนัท พบว่า ฟิลลิ่งยี่ห้อFO มีการซึมลงในเนื้อขนมปังโดนัทที่เพิ่มขึ้น ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.05) จากเริ่มต้นเก็บรักษาถึง 24 ชั่วโมง มีระยะการซึมเท่ากับ 1.66 มิลลิเมตร แต่เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา 48 ชั่วโมง ระยะการซึมของฟิลลิ่ง ในเนื้อขนมปังโดนัทเพิ่มขึ้น ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับระยะเวลาการเก็บรักษา 24 ชั่วโมง มีระยะการซึมเท่ากับ 2.83 มิลลิเมตร และในฟิลลิ่งยี่ห้อ B,S และQ มีระยะการซึมลงในเนื้อขนมปังโดนัทเพิ่มขึ้น แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.05) จากเริ่มต้นเก็บรักษาถึง 24 ชั่วโมง มีระยะการซึมเท่ากับ 6.16 มิลลิเมตร, 4.08 มิลลิเมตร และ2.85 มิลลิเมตร ตามลำดับ แต่เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา 48 ชั่วโมง ระยะการซึมของฟิลลิ่ง ในเนื้อขนมปังโดนัทเพิ่มขึ้น ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับระยะเวลาการเก็บรักษา 24 ชั่วโมง ยกเว้นฟิลลิ่งยี่ห้อQ มีระยะการซึมของฟิลลิ่ง ในเนื้อขนมปังโดนัทเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับระยะเวลาการเก็บรักษา 24 ชั่วโมง ซึ่งมีระยะการซึมเท่ากับ 4.25 มิลลิเมตร ดังแสดงในตารางที่ 3 และเมื่อเปรียบเทียบระยะการซึมของฟิลลิ่งรสวนิลาทั้ง 4 ยี่ห้อในระยะเวลาการเก็บรักษาเดียวกัน พบว่า เมื่อตั้งขนมปังสอดไส้ฟิลลิ่ง ทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง ฟิลลิ่งทั้ง 4 ยี่ห้อมีระยะการซึมของฟิลลิ่งลงในเนื้อขนมปังโดนัทไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.05) แต่ฟิลลิ่งยี่ห้อB แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ (p = 0.05) โดยมีระยะการซึมเฉลี่ยเรียงลำดับจากฟิลลิ่งที่มีระยะการซึมลงในเนื้อขนมปังโดนัทน้อยไปมากดังนี้ ยี่ห้อQ มีระยะการซึมลงในเนื้อขนมปังโดนัทเท่ากับ 2.85 มิลลิเมตร ยี่ห้อS มีระยะการซึมลงในเนื้อขนมปังโดนัทเท่ากับ 4.08 มิลลิเมตร และยี่ห้อFO มีระยะการซึมลงในเนื้อขนมปังโดนัทเท่ากับ 1.66 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3 และเมื่อทิ้งไว้จนครบ 48 ชั่วโมง ฟิลลิ่งยี่ห้อFO และQ มีระยะการซึมของฟิลลิ่งลงในเนื้อขนมปังโดนัทที่ต่ำและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ (p = 0.05) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.83 มิลลิเมตร และ 4.25 มิลลิเมตร ส่วนฟิลลิ่งยี่ห้อ B และS มีระยะการซึมลงในเนื้อขนมปังโดนัทที่สูงและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ (p = 0.05) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 8.66 มิลลิเมตร และ7.66 มิลลิเมตรตามลำดับ สามารถ เรียงลำดับจากฟิลลิ่งที่มีระยะการซึมลงในเนื้อขนมปังโดนัทน้อยไปมากดังนี้ ยี่ห้อFO มีระยะการซึมลงในเนื้อขนมปังโดนัทเท่ากับ 2.83 มิลลิเมตร, ยี่ห้อQ มีระยะการซึมลงในเนื้อขนมปังโดนัทเท่ากับ 4.25 มิลลิเมตร, ยี่ห้อS มีระยะการซึมลงในเนื้อขนมปังโดนัทเท่ากับ 7.66 มิลลิเมตร ยี่ห้อB มีระยะการซึมลงในเนื้อขนมปังโดนัทมากที่สุดเท่ากับ 8.66 มิลลิเมตร และ ตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ระยะการซึมของฟิลลิ่ง รสวนิลาในขนมปังโดนัท

ยี่ห้อ / เวลา	ระยะการซึม			
	0^{ns}	1	3	5
1 (FO)	0	0.35aข	0.65aค	1.25aง
2 (B)	0	0.27aก	0.67aข	1.15aค
3 (S)	0	0.42aข	0.96bค	1.36aง
(Q)	0	0.30aก	0.72abข	1.12aค

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.05)
อักษรภาษาไทยที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.05)

3.3 การทดสอบใช้งานของท็อปปิ้งโดยการราดบนแพนเค้ก



ภาพที่ 4 การเปรียบเทียบระยะการเปลี่ยนแปลงความกว้างของเส้นท็อปปิ้งรสช็อกโกแลตยี่ห้อFO, B, A, Q, I และ J

ในการเปรียบเทียบระยะการเปลี่ยนแปลงความกว้างของเส้น ท็อปปิ้งรสช็อกโกแลต บนแป้งแพนเค้ก พบว่า ท็อปปิ้งรสช็อกโกแลตยี่ห้อFO มีระยะความกว้างของเส้นท้อปปิ้งบนแป้งแพนเค้ก

เพิ่มขึ้น ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.05) จากเริ่มต้นการทดสอบถึงระยะสิ้นสุดการทดสอบ 5 นาที จาก 0 มิลลิเมตร เป็น 0.15 มิลลิเมตร ในขณะที่ฟิลลิ่งยี่ห้อ A มีระยะความกว้างของเส้นท็อปปิ้งที่ไม่เปลี่ยนแปลง จากเริ่มต้นถึงสิ้นสุดระยะเวลาการทดสอบ 5 นาที และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(p = 0.05) ดังแสดงในตารางที่ 4 ส่วนยี่ห้อI, B และ J มีระยะความกว้างของเส้นท็อปปิ้งบนแป้งแพนเค้กเพิ่มขึ้น แตกต่างอย่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.05) จากเริ่มต้นการทดสอบถึง 2 นาที และเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการทดสอบ 5 นาที ระยะความกว้างของเส้นท็อปปิ้งบนแป้งแพนเค้กเพิ่มขึ้น ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.05) และเมื่อเปรียบเทียบระยะความกว้างของเส้นของท็อปปิ้งรสช็อกโกแลตทั้ง 5 ยี่ห้อในระยะเวลาการทดสอบเดียวกัน พบว่า เมื่อทิ้งไว้จนครบ 5 นาที ท็อปปิ้งทั้ง 5 ยี่ห้อ ก็ยังคงมีระยะความกว้างของเส้นท้อปปิ้งบนแป้งแพนเค้กแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ (p = 0.05) จากผลการทดลองสามารถบอกได้ว่าท็อปปิ้งรสช็อกโกแลตยี่ห้อ A มีความคงเส้นบนแป้ง แพนเค้กมากที่สุด และท็อปปิ้งรสช็อกโกแลต ยี่ห้อ B มีความคงเส้น บนแป้งแพนเค้กน้อยที่สุด

ตารางที่ 4 ระยะความกว้างของท็อปปิ้ง รสช็อกโกแลตบนแพนเค้ก ที่ระยะเวลา 5 นาที

ยี่ห้อ / เวลา	ระยะความกว้าง (มิลลิเมตร)					
	0^{ns}	1	2	3	4	5
1 (FO)	0a	0.07 aก	0.15 aก	0.15 aก	0.15 aก	0.15 aก
2 $(A)^{ns}$	0a	0	0	0	0	0
3 (I)	0a	5.40 bข	8.59 bค	9.42 bค	9.43 bค	9.42 bค
4 (B)	0a	5.06 bก	14.24 cข	21.36 cค	21.95 cค	21.9 5cค
5 (J)	0a	4.68 bข	6.86b ค	9.94b ง	9.94b ง	9.94 bง

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.05)
อักษรภาษาไทยที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.05)

4 สรุปผล

4.1 สรุปผลการทดสอบลักษณะการใช้งานของฟิลลิ่งที่ใช้ทำขนมปังโดนัทสอดไส้

ฟิลลิ่งรสสับปะรดและวนิลายี่ห้อFO มีความคงตัวบนเนื้อขนมปังโดนัทมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับฟิลลิ่งรสสับปะรดยี่ห้อ S และ Q

ฟิลลิ่งรสวนิลา ยี่ห้อ FO มีความคงตัวบนเนื้อขนมปังโดนัทมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับฟิลลิ่งรสเผือกและวนิลายี่ห้อ B, S และQ

ฟิลลิ่งรสวนิลามีความคงตัวบนเนื้อขนมปังโดนัทมากที่สุด และฟิลลิ่งรสเผือกมีความคงตัวบนเนื้อขนมปังโดนัทน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับฟิลลิ่งทั้ง 10 รสของยี่ห้อ FO

4.2 สรุปผลการทดสอบลักษณะการใช้งานของท็อปปิ้งโดยการราดบนแพนเค้ก

ฟิลลิ่งรสสับปะรดยี่ห้อ FO มีความคงตัวบนเนื้อขนมปังแซนด์วิชมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับฟิลลิ่งรสสับปะรดยี่ห้อ S และ Q

ฟิลลิ่งรสวนิลายี่ห้อ FO มีความคงตัวในเนื้อขนมปังแซนด์วิชที่มากที่สุดเปรียบเทียบกับฟิลลิ่งรสสับปะรดยี่ห้อ B, S และQ

ฟิลลิ่งรสส้มมีความคงตัวบนเนื้อขนมปังแซนด์วิชมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับฟิลลิ่งทั้ง 10 รสของยี่ห้อ FO และฟิลลิ่งรสเผือกมีความคงตัวบนเนื้อขนมปังแซนด์วิชน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับฟิลลิ่งทั้ง 10 รสของยี่ห้อ FO

3. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ บริษัท อินโนเฟรช จำกัด ที่สนับสนุนงบประมาณในการทำโครงงานครั้งนี้ และคุณกนัษฐา เมืองอยู่ ผู้จัดการฝ่ายวิจัย และพัฒนาผลิตภัณฑ์ ผู้นิเทศงาน และให้คำปรึกษาโครงงานสหกิจศึกษา ตลอดระยะเวลาการฝึกงานสหกิจศึกษา

เอกสารอ้างอิง

[1] ศันสนีย์ อุตมอ่าง. (2555). โครงการวิจัยการพัฒนากะหรี่ปั๊บไส้มะขามหวานเพื่อเป็น ของฝากจากจังหวัดเพชรบูรณ์. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.

[2] นิธิยา รัตนาปนนท์. (2551). เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

[3] กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. (2550). เทคโนโลยีของแป้ง. พิมพ์ครั้งที่ 4.

[4] อัจฉรา ดลวิทยาคุณ. (2556). การทดลองอาหาร. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

[5] ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก. (2532). กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

[6] ธนะภูมินทร์ สาคเรศ. (2545). พืชน้ำมัน. สุรินทร์ : สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

[7] รัชนี ตัณฑะพานิชกุล. (2547). เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.การแปรรูปอาหาร.

[6] ธนะภูมินทร์ สาคเรศ. (2545). พืชน้ำมัน. สุรินทร์ : สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

[8] วันเพ็ญ จิตรเจริญ. (2539). หลักการวิเคราะห์และควบคุมคุณภาพอาหาร.

[9] นิธิยา รัตนาปนนท์. (2549).หลักการแปรรูปอาหารเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

[10] ศิวาพร ศิวเวชช. (2546). วัตถุเจือปนอาหาร เล่ม1. นครปฐม ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ.

[11] พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา. (2559) Cross-linked starch. ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหารครบวงจร. (ออนไลน์) http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/4174/cross-linked-starch
[12] ดุษฎี อุตภาพ และน้องนุช เจริญกูล.(2558). เทคโนโลยีของคาร์โบไฮเดรท. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (ออนไลน์) : http://eu.lib.kmutt.ac.th/elearning/Courseware/BCT611/Chap3/chapter3 สืบค้นวันที่ 3.7.2558
[13] ปิยะดา อาชายุทธการ. (2554). การศึกษาการใช้แป้งข้าวเจ้าเพิ่มความข้นหนืดในน้ำส้มและน้ำสับปะรดที่เหมาะสม สำหรับผู้สูงอายุ กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ประวัติผู้เขียนบทความ
ชื่อนางสาวสุธาทิพย์ สกุลพราหมณ์
สาขาวิชา วิศวกรรมแปรรูปผลิตผลเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยราชมงคลธัญบุรี
ที่อยู่ 45/11 ม.4 ต.ปากน้ำ อ.เดิมบางนางบวช
จ. สุพรรณบุรี 72120เบอร์โทรศัพท์ 095-7252430
E-mail ja.suthathip@gmail.com