

การพัฒนากระบวนการผลิตและการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมปังสังขยา

เบญจพร รอดอาวุธ^{1*}, ชื่นจิต พงษ์พูล¹, พรพรรณ จิ๋ว¹ และ ชูทวีป ปาลกะวงศ์ ณ อยุธยา²

¹สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ตำบลนครสวรรค์ตก อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ 60000

²สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ตำบลตลาด
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตและการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมปังสังขยาโดยการใช้กลีเซอรอลซึ่งเป็นสารอิมเมกแทนต์ในการลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (aw) ทั้งในส่วนของไส้สังขยาและส่วนตัวขนมปัง ในการผลิตขนมปังสังขยาในส่วนของไส้สังขยามีการใช้กลีเซอรอลร่วมกับฟรุ๊กโตสที่ระดับร้อยละ 0, 3 และ 6 และในส่วนตัวขนมปังมีการใช้กลีเซอรอลที่ระดับร้อยละ 0, 3 และ 6 และศึกษาผลกระทบที่มีต่อค่าวอเตอร์แอกทิวิตีและคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส ความชอบรวม โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete block design; RCBD) ใช้วิธี 9 point hedonic scale โดยผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนทั้งหมด 15 คน และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ผลการทดลองพบว่า การใช้กลีเซอรอลร่วมกับฟรุ๊กโตสในส่วนของไส้สังขยาที่ระดับร้อยละ 6 มีผลในการลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีต่ำที่สุด (0.85) และมีค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมสูงสุด คือ 7.28 ส่วนการใช้กลีเซอรอลที่ระดับร้อยละ 3 ในส่วนตัวขนมปังมีความเหมาะสมในการลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีที่ต่ำที่สุด คือ 0.83 และมีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวมเท่ากับ 6.85, 7.26, 7.55 และ 7.65 ตามลำดับ นำผลิตภัณฑ์ขนมปังสังขยาที่ได้จากสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตจากส่วนไส้สังขยาและส่วนตัวขนมปังมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิห้องเย็น (4 องศาเซลเซียส) พบว่า การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมปังสังขยาภายใต้อุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียส จะสามารถเก็บรักษาได้เป็นระยะเวลา 3 วัน ส่วนผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่เก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิห้องเย็น 4 องศาเซลเซียส จะเก็บได้เป็นระยะเวลา 6 วัน โดยที่ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีเท่ากับ 0.85 และมีค่าคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวมอยู่ในระดับดี คือ มีค่าคะแนนเท่ากับ 7.45, 6.40, 6.50 และ 6.45 ตามลำดับ

คำสำคัญ: ขนมปัง สังขยา กลีเซอรอล วอเตอร์แอกทิวิตี และการยืดอายุการเก็บ

*ผู้เขียนให้ติดต่อ: E-mail: benchapornrot@hotmail.com/Tel: 081-5340167

Process Development and Shelf Life Extension of Thai Custard Bread

Benchaporn Rotarwut^{1*}, Chuenjit Pongpool¹, Phornphan Jiu¹ and
Choothaweep Palakawong²

¹*Program in Food science and Technology, Faculty of Agricultural Technology and Industrial Technology,
Rajabhat Nakhon Sawan University, Nakhon Sawan, 60000, Thailand*

²*Program in Food Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University,
Maha Sarakham, 44000, Thailand*

Abstract

The objectives of this research were to develop the process and extend shelf life of Thai custard bread using glycerol as humectants to reduce water activity (a_w). The glycerol and fructose were incorporated at 0, 3 and 6% level of custard cream filling and only the glycerol was used at 0, 3 and 6% level of bread flour for Thai custard bread making. Their effects on water activity (a_w) and the sensory quality (color, flavor, texture, and overall liking score) were studied. The experimental design was randomized complete block design; RCBD. The method of sensory evaluation was based on the nine-point hedonic scale by 15 trained panelists and the data obtained were analyzed statistically using the analysis of variance (ANOVA) technique. The effect of incorporation of glycerol and fructose to custard cream filling at 6% level had the lowest water activity (0.85) and had the maximum overall liking score (7.28). The optimum condition of bread was 3% glycerol which reduced water activity (0.83). The sensory quality scores of color, flavor, texture and overall liking score were at 6.85, 7.26, 7.55 and 7.65 respectively. The custard cream filling was combined with bread and stored under different temperature such as ambient temperature conditions (25°C) and refrigerated temperature of 4°C. It was found that the shelf life of Thai custard bread which stored under ambient conditions could last for 3 days. The shelf life of samples stored under refrigerator temperature of 4°C was able to last for 6 days based on water activity (0.85), and the sensory quality scores through color, flavor, texture and overall liking score at 7.45, 6.40, 6.50 and 6.45 respectively.

Keywords: Thai custard bread, Humectant, Glycerol and Water activity

* Corresponding author: E-mail: benchapornrot@hotmail.com/Tel: 081-5340167

บทนำ

ขนมปังสังขยาเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบชนิดหนึ่งที่ได้รับคามนิยมจากผู้บริโภค ส่วนใหญ่มีการผลิตในระดับครัวเรือนซึ่งมีกำลังการผลิตค่อนข้างต่ำ แต่ในปัจจุบันมีการพัฒนาการผลิตมากขึ้นทำให้เป็นแหล่งอาชีพและแหล่งรายได้ของผู้ประกอบการและชุมชนจำนวนมากโดยเฉพาะจังหวัดอุทัยธานีที่มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังสังขยาให้เป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์และสินค้าของฝากที่มีชื่อเสียงและเป็นที่ยอมรับในจังหวัดอุทัยธานีและจังหวัดใกล้เคียง แต่เนื่องด้วยขนมปังสังขยาเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ประกอบด้วยส่วนของขนมปังที่อยู่ภายนอกซึ่งทำจากแป้งสาลี และส่วนของไส้สังขยาที่อยู่ภายในขนมปังสังขยามีส่วนประกอบของกะทิ น้ำตาลเป็นหลัก จัดเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่มีอายุการเก็บสั้นซึ่งมีปัจจัยภายในที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เช่น ความชื้น ความเป็นกรดต่ำ ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น ปัจจัยที่มีผลต่อการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ชนิดนี้มากที่สุดคือค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (aw) ผลิตภัณฑ์ที่มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีสูงจะทำให้จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดความเสื่อมเสียเจริญเติบโตได้ดีและเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วภายใน 1-2 วัน ส่งผลให้อายุการเก็บรักษาสั้นเป็นอุปสรรคต่อการขยายโอกาสทางการตลาดและช่องทางการวางจำหน่าย เพราะมีความเสี่ยงจากการเสื่อมเสียสูง แนวทางการใช้สารฮิวเมกแทนต์ในอาหารเพื่อลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีเป็นแนวทางหนึ่งที่ได้มีการศึกษาทดลองในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด ซึ่งกลีเซอรอลจัดเป็นสารฮิวเมกแทนต์ชนิดหนึ่งเมื่อใส่ในอาหารจะไปจับกับโมเลกุลของน้ำโดยที่ไม่มีการสูญเสียน้ำออกจากอาหาร ส่งผลให้ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีของอาหารลดต่ำลง ตัวอย่างของการใช้กลีเซอรอลซึ่งจัดเป็นสารฮิวเมกแทนต์ในการลดค่าปริมาณน้ำอิสระของไส้เผือกกวนในขนมโมจิ (Kunkriengwong *et al.*, 2008) โดยการใช้กลีเซอรอลร้อยละ 80 ทดแทนน้ำตาลในไส้เผือกกวนของขนมโมจิจะสามารถลดค่าปริมาณน้ำอิสระจาก 0.91 เป็น 0.63 ได้ การใช้กลีเซอรอลเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาขนมเปียะ โดยใช้กลีเซอรอลที่ร้อยละ 16.7 จะสามารถลดระดับปริมาณน้ำอิสระในไส้ถั่วกวนได้ต่ำสุดเป็น 0.80 โดยที่คุณภาพทางประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับ นอกจากนี้สารกลีเซอรอลยังไม่มีผลต่อกลิ่นน้ำมัน กลิ่นถั่ว

กลิ่นหืนและความหวานของผลิตภัณฑ์ (Kanto, 2002) และ การใช้สารกลีเซอรอลในผลิตภัณฑ์มาร์ชเมลโลว์สอดไส้ครีมสับปะรด โดยใช้กลีเซอรอลทดแทนน้ำตาลในสูตรพื้นฐานที่ระดับร้อยละ 15 จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์มาร์ชเมลโลว์สอดไส้ครีมสับปะรดที่มีปริมาณน้ำอิสระ 0.72 (Kong-ngen and Pongjunta, 2014) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำพัฒนากระบวนการผลิตและการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมปังสังขยาโดยการใช้สารกลีเซอรอลซึ่งจัดเป็นสารฮิวเมกแทนต์ ในระดับที่เหมาะสมเพื่อลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีของผลิตภัณฑ์และผลิตภัณฑ์นั้นยังได้รับการยอมรับด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัส และช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้นานขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาหาปริมาณการใช้กลีเซอรอลที่เหมาะสมในการลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตี ในส่วนของไส้สังขยา

เตรียมไส้สังขยาโดยการเติมกลีเซอรอลที่ระดับร้อยละ 0, 3 และ 6 ร่วมกับฟรุคโตสที่ระดับร้อยละ 0, 3 และ 6 ของน้ำหนักรวมสูตร โดยแทนที่การใช้น้ำตาลทรายบางส่วนและผลิตไส้สังขยาตามขั้นตอนดังนี้คือ นำส่วนผสมทั้งหมดยกเว้นแป้งข้าวโพดใส่ลงในกระทะทองเหลืองที่ตั้งไฟอ่อนๆ ค่อยๆ ร่อนแป้งข้าวโพดลงไปพร้อมส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน หลังจากนั้นปิดไฟ ใส่เนยที่เตรียมไว้ และพักทิ้งไว้ให้เย็น เพื่อนำไปทดสอบคุณภาพด้านต่างๆ นำผลิตภัณฑ์ไส้สังขยาที่ได้ไปตรวจสอบคุณภาพด้านต่างๆ เพื่อคัดเลือกสูตรที่มีปริมาณการใช้กลีเซอรอลร่วมกับฟรุคโตสที่ระดับเหมาะสมที่สุดในการนำไปศึกษาขั้นตอนต่อไป

1.1 คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (aw) ด้วยเครื่อง Water Activity; aw รุ่น Aqua Lab Series 3TE โดยใช้หลักการสุ่มตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์จำนวน 3 ซ้ำ

1.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวมโดยวิธีการทดสอบแบบ 9-point hedonic scale (คะแนน 1 หมายถึงไม่ชอบที่สุด และ 9 หมายถึงชอบมากที่สุด) ใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน 15 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) และ

วิเคราะห์ผลการทดลองโดย Analysis of variance (ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย Duncan's New Multiple Range Test

2. ศึกษาหาปริมาณการใช้กลีเซอรอลที่เหมาะสมในการลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตี ในส่วนของตัวขนมปัง

เตรียมส่วนผสมขนมปังโดยเติมกลีเซอรอลที่ระดับร้อยละ 0, 3 และ 6 ของน้ำหนักรวม และผลิตส่วนผสมขนมปังตามขั้นตอนดังนี้คือ นำส่วนผสมที่เป็นของแข็ง ได้แก่ แป้งขนมปัง แป้งเค้ก น้ำตาลทราย น้ำตาล และสารเสริมคุณภาพ ผสมเข้าด้วยกันบนตะแกรงร่อน ยกเว้นกลีเซอรอล ใส่อัตินกับยีสต์ ใส่แป้งที่ผสมลงในโถตีขนมปัง เติมน้ำผสมที่เหลือลงไป ตีผสมส่วนผสมทั้งหมดจนกระทั่งไม่ติดโถปั่น แล้วนำออกใส่กะละมัง คลุมด้วยผ้าขาวบางน้ำ ทิ้งให้โดขึ้นเป็น 2 เท่า นำแป้งมาตัดเป็นก้อน ก้อนละ 30 กรัม ใสภาชนะจิบ ทิ้งให้ขึ้นโดเป็น 2 เท่า อบประมาณ 10 นาที หลังจากนั้นทานเนยที่ผิวขนมปัง เก็บตัวอย่างเพื่อนำไปทดสอบคุณภาพด้านต่าง ๆ เพื่อเลือกสูตรที่มีปริมาณการใช้สารกลีเซอรอลที่ระดับเหมาะสมที่สุดในการนำไปศึกษาขั้นตอนต่อไป

2.1 คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (aw) ด้วยเครื่อง Water Activity; aw รุ่น Aqua Lab Series 3TE โดยใช้หลักการสุ่มตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์ จำนวน 3 ซ้ำ

2.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวมโดยวิธีการทดสอบแบบ 9-point hedonic scale (คะแนน 1 หมายถึงไม่ชอบที่สุด และ 9 หมายถึงชอบมากที่สุด) ใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน 15 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) และวิเคราะห์ผลการทดลองโดย Analysis of variance (ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย Duncan's New Multiple Range Test

3. ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมปังสังขยาที่สถานะการเก็บต่างๆ

นำผลิตภัณฑ์ขนมปังสังขยาสูตรปรับปรุงที่ได้จากการเติมกลีเซอรอลร่วมกับฟรุคโตสที่ระดับร้อยละ 6 ในส่วนไส้สังขยาและการใช้กลีเซอรอลที่ระดับร้อยละ 3 ในส่วนตัว

ขนมปังมาทำการเก็บรักษาที่ 2 สภาวะ ได้แก่ ที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แล้วนำมาตรวจสอบคุณภาพที่ระยะการเก็บรักษาต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

3.1 คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (aw) ด้วยเครื่อง Water Activity; aw รุ่น Aqua Lab Series 3TE โดยใช้หลักการสุ่มตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์ จำนวน 3 ซ้ำ

3.2 คุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) ตามวิธีการ AOAC (2002)

3.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวมโดยวิธีการทดสอบแบบ 9-point hedonic scale (คะแนน 1 หมายถึงไม่ชอบที่สุด และ 9 หมายถึงชอบมากที่สุด) ใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน 15 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) และวิเคราะห์ผลการทดลองโดย Analysis of variance (ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย Duncan's New Multiple Range Test

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

1. ผลการวิจัย

ผลการศึกษาหาปริมาณการใช้กลีเซอรอลที่เหมาะสมในการลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีในส่วนของไส้สังขยาที่มีการเติมกลีเซอรอลร่วมกับฟรุคโตสที่ระดับร้อยละ 0, 3 และ 6 แสดงดัง Table 1 พบว่า กลีเซอรอลและฟรุคโตสมีผลต่อค่าวอเตอร์แอกทิวิตีคือเมื่อมีการเติมกลีเซอรอลและฟรุคโตสในปริมาณที่สูงขึ้นจะส่งผลให้ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีของไส้สังขยาลดลงส่วนผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวมของไส้สังขยาดังแสดงใน Table 2 พบว่า คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรสมีค่าคะแนนเพิ่มขึ้นจาก 6.02 เป็น 7.46 และคะแนนคุณภาพทางด้านความชอบรวมมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 6.18 เป็น 7.28 ตามลำดับ ซึ่งจะสังเกตได้ว่าสูตรที่ 3 จนถึงสูตรที่ 9 มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสทั้งด้านกลิ่นรส และด้านความชอบรวมเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากว่าสูตรที่ 3 ถึงสูตรที่ 9 มีปริมาณฟรุคโตสเพิ่มมากขึ้นซึ่งส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสหวานเพิ่มมากขึ้น

Table 1 Effect of glycerol on the water activity (aw) of custard cream filling

Treatment	Glycerol (%)	Fructose (%)	Water activity (aw)
1	0	0	0.97±0.01 ^f
2	3	0	0.93±0.01 ^c
3	6	0	0.85±0.01 ^a
4	0	3	0.95±0.00 ^e
5	3	3	0.94±0.01 ^{de}
6	6	3	0.86±0.01 ^a
7	0	6	0.94±0.00 ^{cd}
8	3	6	0.92±0.01 ^b
9	6	6	0.85±0.01 ^a

^aValues in the same column followed by different letters are significantly different at a level of P< 0.05

ส่วนคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี และด้านเนื้อสัมผัสของทั้งหมด 9 สูตรแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากผลการใช้กลีเซอรอลที่มีลดค่าวอเตอร์แอคทิวิตี และค่าประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมในส่วนของไส้สังขยา จะเห็นได้ว่าสูตรที่ 9 ที่มีปริมาณการใช้กลีเซอรอลที่ระดับร้อยละ 6 ร่วมกับฟรุคโตสที่ระดับร้อยละ 6 สามารถลดวอเตอร์แอคทิวิตีได้ 0.845 (ต่ำกว่า 0.85) และมีผลคะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง (คะแนน 7.28) ดังนั้นเมื่อพิจารณาถึงคุณภาพทางเคมีในด้านค่าวอเตอร์แอคทิวิตีประกอบกับคุณภาพทางประสาทสัมผัสดังกล่าว จึงคัดเลือกไส้สังขยาสูตรที่มีการใช้ปริมาณกลีเซอรอลที่ระดับร้อยละ 6 ร่วมกับฟรุคโตสที่ระดับร้อยละ 6 ในการศึกษาขั้นตอนต่อไป

Table 2 Effect of glycerol on the sensory quality of custard cream filling

Treatment	Glycerol (%)	Fructose (%)	Average sensory score			
			Color	Flavor	Texture	Overall liking score
1	0	0	7.51±0.71 ^b	6.39±0.63 ^{bc}	6.51±0.59 ^b	6.55±0.60 ^{bc}
2	3	0	7.06±0.42 ^a	6.15±0.30 ^{ab}	6.06±0.16 ^a	6.37±0.48 ^{ab}
3	6	0	7.01±0.38 ^a	6.02±0.08 ^a	6.01±0.03 ^a	6.18±0.30 ^a
4	0	3	7.39±0.43 ^b	6.81±0.55 ^e	6.39±0.47 ^{ab}	6.61±0.47 ^c
5	3	3	7.54±0.35 ^b	6.80±0.56 ^{de}	6.54±0.48 ^b	6.77±0.37 ^c
6	6	3	7.62±0.31 ^b	6.59±0.53 ^{cd}	6.62±0.47 ^b	6.65±0.44 ^c
7	0	6	7.57±0.31 ^b	6.87±0.37 ^e	6.57±0.52 ^b	6.58±0.52 ^c
8	3	6	7.66±0.34 ^b	7.39±0.13 ^f	6.66±0.72 ^{bc}	7.11±0.38 ^d
9	6	6	7.42±0.64 ^b	7.46±0.66 ^f	6.92±0.77 ^c	7.28±0.41 ^d

^a Values in the same column followed by different letters are significantly different at a level of P<0.05

ผลการศึกษาหาปริมาณการใช้กลีเซอรอลที่เหมาะสมในการลดค่าวอเตอร์แอคทิวิตี ในส่วนของขนมปังที่มีการเติมกลีเซอรอลที่ระดับร้อยละ 0, 3 และ 6 แสดงดัง Table 3 พบว่า การใช้กลีเซอรอลในระดับที่มากขึ้นจะส่งผลให้ค่าวอเตอร์แอคทิวิตีของส่วนขนมปังลดลงอย่างมีนัยสำคัญจาก 0.92 เป็น 0.83 เนื่องจากกลีเซอรอลจะจับกับ

น้ำอิสระในขั้นตอนการทำโดทำให้น้ำนั้นไม่สามารถนำไปใช้ส่งผลให้ค่าวอเตอร์แอคทิวิตีลดลง ส่วนคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวมของขนมปัง แสดงดัง Table 4 พบว่า ผลลิตภัณฑ์ส่วนขนมปังที่มีการใช้กลีเซอรอลที่ระดับ 0, 3 และ 6 มีคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี และกลิ่นรสแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

($P>0.05$) ขณะที่คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสและด้านความชอบรวม มีค่าคะแนนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) โดยคะแนนจะลดลงเมื่อมีการเติมกลีเซอรอลในระดับที่มากขึ้น และเมื่อเทียบสูตรที่ใช้กลีเซอรอลร้อยละ 3 กับสูตรที่ใช้กลีเซอรอล ร้อยละ 6 มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีที่แตกต่างกันไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) คือ 0.83 แต่สูตรที่ใช้กลีเซอรอลร้อยละ 3 มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) ดังนั้นในการคัดเลือกปริมาณการใช้กลีเซอรอลที่เหมาะสมในส่วนขนมปังนั้นจะพิจารณาจากผลของคุณภาพทางเคมีด้านค่าวอเตอร์แอกทิวิตีประกอบกับคุณภาพทางประสาทสัมผัส ซึ่งจะเห็นได้ว่าสูตรที่ 2 ที่มีการใช้กลีเซอรอลในส่วนขนมปังระดับร้อยละ 3 มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีต่ำที่สุดคือ 0.83 และมีค่าคะแนนทางคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมในระดับชอบปานกลาง (คะแนน 7.65) จึงคัดเลือกส่วนขนมปังสูตรที่มีการใช้ปริมาณกลีเซอรอลร้อยละ 3 ในการศึกษาขั้นตอนต่อไป

Table 3 Effect of glycerol on the water activity (aw) of bread

Treatment	Glycerol (%)	Water activity
1	0	0.92±0.01 ^b
2	3	0.83±0.02 ^a
3	6	0.83±0.02 ^a

^a Values in the same column followed by different letters are significantly different at a level of $P\leq 0.05$

ผลการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังสังขยาที่ได้จากการปรับปรุงโดยการนำผลิตภัณฑ์ขนมปังสังขยาที่ได้จากการใช้กลีเซอรอลร่วมกับฟรุคโตสที่ระดับร้อยละ 6 ในส่วนไส้สังขยาและการใช้กลีเซอรอลในส่วนขนมปังระดับร้อยละ 3 (สูตรปรับปรุง) มาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัสและความชอบรวม ดังแสดงใน Table 5 พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมปังสังขยาสูตรปรับปรุงและผลิตภัณฑ์ขนมปังสังขยาสูตรควบคุมมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีคะแนนคุณภาพด้านสีอยู่

ในช่วง 7.50-7.55 ด้านกลิ่นรสอยู่ในช่วง 7.62-7.65 ด้านเนื้อสัมผัสอยู่ในช่วง 7.55-7.58 และด้านความชอบรวมมีคะแนนอยู่ในช่วง 7.55-7.59 ดังนั้นการใช้กลีเซอรอลในกระบวนการผลิตขนมปังสังขยาสามารถลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีได้โดยที่ยังมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสในระดับที่ผู้ทดสอบชอบปานกลาง

ผลการตรวจสอบค่าวอเตอร์แอกทิวิตีของผลิตภัณฑ์ขนมปังสังขยาสูตรปรับปรุงที่เก็บรักษาอุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (Table 6) พบว่าค่าวอเตอร์แอกทิวิตีของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาทั้ง 2 สถานะนี้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ที่ทุกระยะเวลาการเก็บรักษา และการเก็บรักษาทั้ง 2 สถานะนี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นของค่าวอเตอร์แอกทิวิตี ทั้งนี้เนื่องจากการเคลื่อนย้ายความชื้นจากส่วนไส้สังขยามายังส่วนตัวขนมปัง ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่เกิดจากระดับความชื้นที่ไม่เท่ากันทำให้มีการเคลื่อนย้ายความชื้นจากที่สูงกว่าไปยังที่ต่ำกว่าจนกระทั่งถึงจุดสมดุล

ผลการตรวจสอบคุณภาพด้านจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ขนมปังสังขยาสูตรปรับปรุงที่เก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (Table 7) พบว่าขนมปังสังขยาสูตรปรับปรุงมีจำนวนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 4 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องคือมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ประมาณ 4.05 log cfu/g ซึ่งเกินกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัมหรือประมาณ 4.0 log cfu/g (มพช 526/2547) ส่วนการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมปังสังขยาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ผลการตรวจจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดพบว่าที่ระยะเวลาวันที่ 6 ของการเก็บรักษามีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 3.98 log cfu/g ส่วนผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัสและความชอบรวมของขนมปังสังขยาที่สภาวะการเก็บรักษาอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (Table 8) พบว่าผลิตภัณฑ์ขนมปังสังขยาสูตรปรับปรุงที่เก็บรักษาจนถึงวันที่ 2 มีค่าคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัสและความชอบรวมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) แต่เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลาตั้งแต่ 3 วันขึ้นไป ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) ซึ่ง

แนวโน้มของการเก็บรักษาที่นานขึ้นจะทำให้ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรส มีแนวโน้มลดลง จาก 7.13 เหลือ 6.40 ด้านเนื้อสัมผัสลดลงจาก 7.33 เหลือ 6.50 และความชอบรวมลดลงจาก 7.23 เหลือ 6.45 แต่ยังคงถือว่าได้รับคะแนนจากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย คือ มีคะแนนอยู่ในช่วง 6.45-6.66 ซึ่งจากผลคุณภาพทางด้านเคมี ด้านจุลินทรีย์ และด้าน

ประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังสังขยาสูตรปรับปรุงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้นานประมาณ 6 วัน โดยที่มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีอยู่ในระดับ 0.85 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 3.98 log cfu/g และค่าคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย คือ มีค่าคะแนนเท่ากับ 6.45

Table 4 Effect of glycerol on the sensory quality of bread

Treatment	Glycerol (%)	Average sensory score			
		Color ^{ns}	Flavor ^{ns}	Texture	Overall liking score
1	0	6.82±0.68	7.28±0.31	7.58±0.50 ^b	7.62±0.38 ^b
2	3	6.85±6.85	7.26±0.49	7.55±0.43 ^b	7.65±0.41 ^b
3	6	6.85±0.42	7.18±0.68	7.00±0.57 ^a	7.00±0.68 ^a

^a Values in the same column followed by different letters are significantly different at a level of P≤0.05

Table 5 Sensory evaluation of Thai custard bread

Treatment	Average sensory score			
	Color	Flavor	Texture	overall liking score
Thai custard bread (control)	7.55±0.67	7.65 ±0.73	7.55±0.72	7.55 ±0.65
Thai custard bread (modified)	7.50±0.39	7.62±0.36	7.58±0.38	7.59±0.38

Table 6 Water activity of Thai custard bread (modified) at different storage conditions

Storage period (day)	Water activity	
	25 °C	4 °C
1	0.82±0.01	0.82±0.01
2	0.85±0.01	0.83±0.01
3	0.85±0.01	0.82±0.01
4	0.87±0.01	0.84±0.01
5	-	0.84±0.01
6	-	0.85±0.01

Table 7 Microbial counts (log cfu/g) of Thai custard bread (modified) at different storage conditions

Storage period (day)	Microbial counts (log cfu/g)	
	25 °C	4 °C
0	1.85±0.25 ^a	1.85±0.25 ^a
1	2.80±0.50 ^b	2.70±0.50 ^b
2	2.80±0.50 ^b	2.80±0.50 ^b
3	3.20±0.25 ^c	3.20±0.25 ^c
4	3.95±0.25 ^d	3.90±0.25 ^d
5	4.05±0.25 ^d	3.92±0.30 ^d
6	4.50±0.25 ^e	3.98±0.50 ^d

^a Values in the same column followed by different letters are significantly different at a level of P≤0.05

Table 8 Sensory evaluation of Thai custard bread (modified) at 4°C

Storage period (day)	Average sensory score			
	Color ^{ns}	Flavor	Texture	Overall liking score
0	7.53±0.52	7.13±0.55 ^b	7.33±0.59 ^b	7.23±0.37 ^b
1	7.63±0.44	7.13±0.74 ^b	7.23±0.37 ^b	7.25±0.51 ^b
2	7.50±0.53	7.00±0.38 ^b	7.25±0.37 ^b	7.25±0.37 ^b
3	7.46±0.53	6.56±0.38 ^a	6.66±0.37 ^a	6.66±0.37 ^a
4	7.50±0.27	6.40±0.47 ^a	6.76±0.27 ^a	6.56±0.26 ^a
5	7.48±0.42	6.40±0.51 ^a	6.52±0.30 ^a	6.52±0.30 ^a
6	7.45±0.44	6.40±0.51 ^a	6.50±0.33 ^a	6.45±0.30 ^a

^a Values in the same column followed by different letters are significantly different at a level of P<0.05

2. วิจัยผลการวิจัย

จากการทดลองใช้กลีเซอรอลและฟรุคโตสที่ระดับร้อยละ 0, 3 และ 6 เพื่อลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีในส่วนของไส้สังขยาจะเห็นได้ว่าเมื่อมีการเติมกลีเซอรอลและฟรุคโตสในปริมาณที่สูงขึ้นจะส่งผลให้ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีของไส้สังขยาลดลงจากเดิมสูตรควบคุมมีค่าเท่ากับ 0.97 ลดลงเหลือเหลือ 0.85 ทั้งนี้เนื่องมาจากกลีเซอรอลเป็นสารอิมกแทนต์ซึ่งเป็นสารประกอบในกลุ่ม polyhydroxyl alcohol ที่มีหมู่ไฮดรอกซิลมาก ทำให้สามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนกับโมเลกุลของน้ำในส่วนผลิตภัณฑ์ได้ทำให้มีปริมาณน้ำอิสระลดลงหรือค่าวอเตอร์แอกทิวิตีลดลง ส่วนผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัสและความชอบรวมของไส้สังขยาที่มีการใช้กลีเซอรอลร่วมกับฟรุคโตสทั้ง 3 ระดับคือร้อยละ 0, 3 และ 6 พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ซึ่งจะสังเกตได้ว่าสูตรที่มีการใช้กลีเซอรอลร่วมกับฟรุคโตสได้รับคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสทั้งด้านกลิ่นรสและด้านความชอบรวมมากกว่าเมื่อเทียบกับสูตรที่มีการใช้กลีเซอรอลเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้อาจเนื่องจากว่าสูตรที่มีปริมาณฟรุคโตสที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีรสหวานเพิ่มมากขึ้น ขณะที่สูตรที่มีการใช้กลีเซอรอลเพียงอย่างเดียวจะไม่มีผลต่อรสหวานของไส้สังขยามากนัก แต่หากมีการใช้กลีเซอรอลในปริมาณที่มากเกินไปก็อาจจะไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคได้เนื่องจากผู้บริโภคจะรับรู้ถึงรสขมได้ ดังนั้นการพิจารณาเลือกใช้ปริมาณกลีเซอรอลและปริมาณ

ฟรุคโตสที่เหมาะสมจึงพิจารณาเลือกสูตรที่ 9 ซึ่งมีการใช้กลีเซอรอลที่ระดับร้อยละ 6 และฟรุคโตสที่ระดับร้อยละ 6 เช่นกัน เพราะสามารถลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีได้ 0.85 ซึ่งอยู่ในระดับที่เพียงพอต่อการช่วยยับยั้งการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ได้ และยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคโดยมีผลคะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง (คะแนน 7.28) สอดคล้องกับการวิจัยของ Kanto (2002) ที่ได้มีการศึกษาผลของการใช้กลีเซอรอลต่อการยืดอายุการเก็บขนมเปียกไส้ถั่วกวน และสอดคล้องกับ Pattaragulwanit (2005) ที่มีการใช้กลีเซอรอลร้อยละ 10 ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ทุเรียนกวนเนื่องจากสามารถลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีได้และคุณภาพทางประสาทสัมผัสยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค นอกจากนั้น Kunkriengwong *et al.* (2008) ได้รายงานผลการศึกษาการใช้กลีเซอรอลที่ระดับร้อยละ 20 ในไส้เผือกกวนของขนมโมจิเพื่อลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีส่วนผลของการเติมกลีเซอรอลที่ระดับร้อยละ 0, 3 และ 6 ต่อค่าวอเตอร์แอกทิวิตีในส่วนตัวขนมปัง พบว่าการใช้กลีเซอรอลในระดับที่มากขึ้นจะส่งผลให้ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีของส่วนขนมปังลดลงอย่างมีนัยสำคัญจาก 0.92 เป็น 0.83 ทั้งนี้เนื่องจากกลีเซอรอลจะจับกับน้ำอิสระในขั้นตอนการทำโดทำให้หน้านั้นไม่สามารถนำไปใช้ได้ ส่งผลให้ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีลดลง ส่วนผลคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี และกลิ่นรสในส่วนของขนมปังพบว่าการใช้กลีเซอรอลที่ระดับ 0, 3 และ 6 มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ (P>0.05) ขณะที่คุณภาพ

ทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส และด้านการยอมรับรวมมีค่าคะแนนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยที่คะแนนจะลดลงเมื่อมีการเติมกลีเซอรอลในระดับที่มากขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกลีเซอรอลซึ่งเป็นสารชีวเมทแทบที่นอกจากจะช่วยลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีแล้วยังช่วยในเรื่องของการป้องกันไม่ให้อาหารแห้งโดยโมเลกุลของสารนี้จะจับน้ำเอาไว้ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะนุ่มและชุ่มชื้น ดังนั้นขนมปังที่ไม่ได้ใส่กลีเซอรอลเลยอาจจะจะมีเนื้อสัมผัสค่อนข้างแห้งกว่าเมื่อมีการใช้กลีเซอรอล แต่หากกว่ามีการใช้กลีเซอรอลที่มากเกินไปในระดับที่เหมาะสมอาจส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสที่ชุ่มชื้นเกินไปได้ ดังนั้นในการพิจารณาเลือกปริมาณการใช้กลีเซอรอลที่เหมาะสมในส่วนของขนมปังที่ได้จากการทดลองนั้นจะพิจารณาคัดเลือกจากผลของคุณภาพทางเคมีในการลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีประกอบกับคุณภาพการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ซึ่งจะเห็นได้ว่าสูตรที่ 2 ที่มีการใช้กลีเซอรอลในส่วนของขนมปังระดับร้อยละ 3 มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีต่ำที่สุดคือ 0.83 ซึ่งเพียงพอต่อการช่วยยับยั้งการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ได้ และมีค่าคะแนนทางคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของผู้บริโภคอยู่ในระดับชอบปานกลาง (คะแนน 7.65) และเมื่อนำผลิตภัณฑ์ขนมปังสังขยาที่ได้จากการผลิตโดยใช้ปริมาณการใช้กลีเซอรอลร้อยละ 6 ร่วมกับฟรุกโตสร้อยละ 6 ในส่วนของไส้สังขยาและการใช้กลีเซอรอลในส่วนตัวขนมปังระดับร้อยละ 3 มาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม พบว่าผลิตภัณฑ์ขนมปังสังขยาสูตรปรับปรุงและผลิตภัณฑ์ขนมปังสังขยาสูตรควบคุมมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังนั้นการใช้สารกลีเซอรอลในระดับที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตขนมปังสังขยาสามารถลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีได้โดยที่ผู้บริโภคยังสามารถยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสได้ในระดับชอบปานกลางส่วนผลการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าค่าวอเตอร์แอกทิวิตีของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาทั้ง 2 สถานะนี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการเก็บรักษามีการเคลื่อนย้ายความชื้นจากส่วนไส้สังขยามายังส่วนตัวขนมปัง ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่เกิดจากระดับความชื้นที่ไม่เท่ากันทำให้มีการเคลื่อนย้ายความชื้นจากที่สูงกว่าไปยังที่ต่ำกว่าจนกระทั่งถึง

จุดสมดุล ส่วนอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) สามารถเก็บรักษาได้เป็นระยะเวลา 3 วัน และที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้นานประมาณ 6 วัน โดยที่มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีอยู่ในระดับ 0.85 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกินกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัมหรือประมาณ 4.0 log cfu/g (มผข. 526/2547) และค่าคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ขนมปังสังขยาอยู่ในระดับดี คือมีค่าคะแนนอยู่ระหว่าง 6-7 ตามสเกลของวิธีการ 9 point hedonic scale

สรุปผลการวิจัย

การใช้กลีเซอรอลร่วมกับฟรุกโตสในการผลิตขนมปังสังขยาที่เหมาะสมในส่วนของไส้สังขยาคือระดับร้อยละ 6 มีผลในการลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีต่ำที่สุดเท่ากับ 0.85 และมีค่าคุณภาพด้านความชอบรวมสูงสุดคือ 7.28 ส่วนการใช้กลีเซอรอลที่ระดับร้อยละ 3 ในส่วนตัวขนมปังมีความเหมาะสมในการลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (0.83) และมีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวมเท่ากับ 6.85, 7.26, 7.55 และ 7.65 ตามลำดับ ผลของการนำผลิตภัณฑ์ขนมปังสังขยาที่ได้จากสถานะที่เหมาะสมในการผลิตจากส่วนไส้สังขยาและส่วนตัวขนมปังมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิห้องเย็น (4 องศาเซลเซียส) พบว่าการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมปังสังขยาภายใต้อุณหภูมิห้องจะสามารถเก็บรักษาได้เป็นระยะเวลา 3 วัน ส่วนผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่เก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิห้องเย็น 4 องศาเซลเซียส จะเก็บได้เป็นระยะเวลา 6 วัน โดยที่ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีเท่ากับ 0.85 และมีค่าคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวมอยู่ในระดับน้อยถึงปานกลาง คือมีค่าคะแนนเท่ากับ 7.45, 6.40, 6.50 และ 6.45 ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ที่ให้

ความอนุเคราะห์อุปกรณ์ เครื่องมือและสถานที่ในการทำวิจัย
และขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏ
นครสวรรค์ ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยครั้งนี้

References

- AOAC. 2002. Official Method of Analysis of AOAC International. 17th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Virginia.
- Kunkriengwong, J., Choojit, S., Tuitemwong, P. and Suntornsuk, W. 2008. Water activity reduction of Moji product with humectants. Proceeding of the 46th Kasetsart university annual conference. January 29 - February 1, 2008. Kasetsart university: Bangkok. pp. 318-325. (In Thai)
- Kanto, P. 2002. Shelf life extension of Kha Nom Pia (Chinese cake) by using humectant and packaging. M.Sc. Thesis, Kasetsart university. (In Thai)
- Kong-ngen, R. and Pongjunta, J. 2014. The suitable packaging for longer the shelf-life of marshmallow with pineapple cream filling product. Research Report Rajamangala university of technology Lanna: Chiang Mai. (In Thai)
- Pattaragulwanit, S. 2005. Shelf-life extension of durian paste. Thesis, King Mongkut's University of Technology Thonburi. (In Thai)