



การปรับปรุงเนื้อสัมผัสและอายุการเก็บของขนมบัวลอยโดยใช้แป้งดัดแปร

**Textural and Shelf-life Improvement of Khanom Bua Loi Dough,
Using Modified Starch**

เปรมฤทัย แยมบรรจง

สาขาการจัดการธุรกิจอาหาร คณะการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

อำเภอบางตลาด จังหวัดนนทบุรี 11120

E-mail: premruetaiyam@pim.ac.th

บทคัดย่อ

ขนมบัวลอยทำจากแป้งข้าวเหนียวที่ปั้นเป็นก้อนกลมเล็ก มีจำหน่ายในท้องตลาด มีอายุการเก็บได้ไม่นาน มักเกิดเป็นไตแข็งที่จุดกลางของเม็ด และมีราดำเมื่อเก็บไว้ 2 วัน ที่อุณหภูมิตั้งที่ห้องงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะปรับปรุงแป้งผสมให้มีคุณภาพดีและเก็บได้นานเพื่อการผลิตขนมบัวลอย โดยผสมแป้งอิเทอร์รี่ออล 5, 10 และ 15 กับแป้งข้าวเหนียวและน้ำเดือดเป็นก้อนแป้ง ทดสอบความชอบกับผู้ชิมพบว่า แป้งผสมที่มีแป้งอิเทอร์รี่ออล 10 มีเนื้อสัมผัสดีที่สุด เมื่อนำแป้งนี้มาผสมกับสารฮิวเมกเตนท์ออล 5, 10 และ 15 พร้อมกับสารป้องกันราคือแคลเซียมโปรปีโอเนตออล 1 ผู้ชิมชอบเนื้อสัมผัสของก้อนแป้งที่มีสารฮิวเมกเตนท์ออล 10 สามารถเก็บได้นาน 6 วันในถุงโพลีโพรพิลีนโดยไม่เสีย ผลการวิเคราะห์แป้งขนมบัวลอยทางเคมี พบว่ามีส่วนประกอบหลักคือคาร์โบไฮเดรต ต้นทุนการผลิตขนมบัวลอยทั้งหมดเท่ากับ 0.033 บาทต่อ 1 กรัม

คำสำคัญ: ขนมบัวลอย แป้งดัดแปร สารฮิวเมกเตนท์ เนื้อสัมผัส อายุการเก็บรักษา

Abstract

Khanom Bualoi dough, a small rounded mass of glutinous rice flour sold in the market, could not be kept for long. It became hard at core and black velvety molds after keeping for 2 days at room temperature.

Received: March 07, 2016

Revised: June 01, 2016

Accepted: June 03, 2016

The objectives of this research were to improve a blended starch of good quality and shelf-life for Khanom Bualoi production. Starch ethers of 5, 10 and 15 percents were mixed with glutinous rice flour and boiling water into dough. The starch mixture was then added to 5, 10 and 15% humectants and 1% calcium propionate as preservative. Dough with 10% added humectants was good quality and accepted by panelists. It could be kept for 6 days in polypropylene bag at room temperature without appreciable changes. The approximate analysis showed that Khanom Bualoi was found to contain mostly carbohydrate. The production cost of Khanom Bualoi was 0.033 baht per gram.

Keywords: Khanom Bua Loi, modified starch, humectants, texture, shelf-life

1. บทนำ

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ขนมไทย ยังเป็นที่นิยมในหมู่ผู้บริโภคจำนวนมาก ทุกเพศ ทุกวัย ซึ่งส่วนใหญ่ผู้ผลิตขนมไทยจะทำจากแป้งข้าวเหนียวเป็นหลัก เช่น ขนมบัวลอย ขนมลอดช่อง ขนมปลากริม ขนมครองแครงน้ำกะทิ ขนมเล็บมือนาง เป็นต้น ซึ่งมีผลสำรวจในข้อมูลการบริโภคอาหารของประเทศไทย[1] พบว่าผู้บริโภคในช่วงอายุ 35-65 ปี จำนวน 2,566 คน ได้บริโภคขนมไทยประเภทแป้งในน้ำกะทิ เป็นอัตราเฉลี่ย 2 กรัม ต่อคนต่อวัน (เป็นช่วงอายุที่มีกำลังซื้อมากกว่าช่วงอายุอื่น ๆ) ซึ่งถือได้ว่าเป็นปริมาณที่อยู่ในขั้นความนิยมในการบริโภคขนมไทยมากพอสมควร ในปัจจุบันมีผู้ผลิตในเชิงอุตสาหกรรมทำเป็นแป้งขนมบัวลอยสำเร็จรูปพร้อมที่จะนำไปทำขนมหลากหลายชนิด ขนมบัวลอยจะทำจากแป้งข้าวเหนียวสดมาปั้นเป็นรูปทรงกลมพร้อมที่จะนำไปลวกให้สุก และรับประทานโดยใส่ลงในน้ำเชื่อมและกะทิสด นำขนมพวกนี้ไปจำหน่ายทั้งแบบค้าส่งและค้าปลีก ในส่วนค้าส่งจะเป็นพวกผู้ประกอบการร้านขนม หรือร้านอาหารไทย รวมถึงร้านที่อยู่ตามห้างสรรพสินค้า และภัตตาคาร เป็นขนมที่ง่ายต่อการปรุง โดยจะลดเวลาและลดขั้นตอนในการปั้นแป้งขนมเหล่านี้ลงไปได้ ทำให้สะดวกรวดเร็วทันใจต่อการให้บริการแก่

ผู้บริโภค โดยขั้นตอนการผลิตแป้งบัวลอยสำเร็จพร้อมปรุงจะใช้เพียงแป้งข้าวเหนียวเป็นวัตถุดิบในการผลิตแป้งข้าวเหนียวโดยทั่วไปมีคุณสมบัติบางประการไม่เหมาะสมกับการผลิตขนมบัวลอย เพราะมีช่วงความหนืดที่แคบมีเนื้อสัมผัสที่ไม่คงทนต่อแรงเสียดทานในกระบวนการผลิต ทำให้ได้ขนมบัวลอยที่มีคุณภาพต่ำลง [2]ในช่วงระยะเวลาการจำหน่ายและการนำไปประกอบอาหารคุณภาพของขนมบัวลอยจะลดลงมาก ขนมบัวลอยมักใช้เวลาเก็บเกินวันซึ่งนานเกินไปขนมบัวลอยมักจะแข็งเป็นไตตรงกลางเม็ดและเน่าเสียโดยเกิดราดำนอกจากนี้ยังมีผู้ผลิตบางรายนำขนมบัวลอยพร้อมปรุงไปผึ่งลมไว้อีก 24 ชั่วโมงเพื่อลดความชื้นและเติมสารกันเสียที่ไม่ถูกต้องก่อนการบรรจุ และเมื่อนำไปลวกในน้ำเดือด ผิวของขนมบัวลอยพร้อมปรุงจะแตกออกเป็นรอยลึก ไม่นำมารับประทาน นอกจากข้อบกพร่องที่ได้กล่าวมานี้ ยังพบอีกว่าขนมบัวลอยพร้อมปรุงที่ต้มสุกแล้วจะจับตัวเป็นกลุ่ม ไม่แยกตัวออกจากกันเมื่อใส่น้ำเชื่อม ทำให้ผู้บริโภคระดับครัวเรือน หรือผู้ประกอบการร้านอาหารที่รับซื้อไปเกิดความไม่พึงพอใจต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ส่งผลให้ความนิยมต่อขนมบัวลอยลดลง หากไม่มีการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์แป้งบัวลอยสำเร็จพร้อมปรุง แนวทางการปรับปรุงเพื่อมิให้แป้ง

จับตัวเป็นกลุ่มและเป็นไดอะกทำได้โดยการเสริมแป้งอีเทอร์ลงไป การเติมสาร humectant (sorbitol) เพื่อเพิ่มความชื้นแทนน้ำส่วนหนึ่งและลดความเหนอะหนะของบัวลอยสุกและเติมสารกันเสียที่ถูกต้องจะช่วยทำให้คุณภาพผลิตภัณฑ์แป้งบัวลอยสำเร็จรูปพร้อมปรุงมีลักษณะเนื้อสัมผัสดีขึ้น และมีอายุการเก็บนานขึ้น ผู้ผลิตและผู้ขายสามารถขายผลิตภัณฑ์ได้มากขึ้น ส่วนผู้บริโภคได้รับความสะดวกในการรับประทาน และไม่เสียเวลาในการเตรียมมากนักนอกจากนั้นผู้ประกอบการยังใช้เป็นแนวทางสู่การพัฒนาการผลิตแป้งขนมไทยสำเร็จรูปพร้อมปรุงชนิดอื่นๆ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันในเชิงอุตสาหกรรมได้อีกด้วย

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

2.1 แป้งเอสเทอร์ที่เหมาะสมสำหรับการผลิตแป้งบัวลอยกึ่งสำเร็จรูป ผสมแป้งอีเทอร์ (TAPFROZ-2 บริษัทลำปะหลังพัฒนา จำกัด) กับแป้งข้าวเหนียว(ตราช้างสามเศียร)ในอัตราส่วน 0:100, 5:95, 10:90 และ 15:85 นำแป้งผสมเหล่านี้แต่ละชนิดมา 100 กรัม ผสมกับน้ำเดือด 70 กรัม ใส่ลงในเครื่องนวดผสมไฟฟ้า (Kitchen AID Model 5KPM 50EWH) เดินเครื่องด้วยอัตราความเร็ว 100 รอบต่อนาที (เบอร์ 4) เป็นเวลา 15 นาทีหรือจนกว่าเนื้อแป้งเนียน ไม่ติดมือ ตั่งทิ้งไว้โดยมีผ้าขาวบางคลุม 1 ชั่วโมง แล้วปั่นเป็นก้อนกลม มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 มม. แบ่งก้อนแป้งบัวลอยออกเป็น 2 ส่วน (โดยใช้เครื่องปั่นยาลูกกลอนทองเหลืองด้วยมีอรุ่น 14 เม็ดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 มม.) ส่วนแรกนำไปเก็บไว้ในห้องเย็น (5°C) และที่อุณหภูมิห้อง (30°C) เป็นเวลา 1-7 วัน นำไปตรวจดูการเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์และความนุ่มทุกวัน โดยวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดตาม

วิธีของ A.O.A.C. [3] และยีสต์และราทั้งหมด ตามวิธีของ FDA-BAM [4] และวัดความนุ่มโดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (stable micro systems texture analyzer รุ่น TA.XT plus) ส่วนที่สองนำไปตรวจดูค่า a_w (เครื่องวัด Aw sprint บริษัท Novasina รุ่น TH-500/Switzerland) และ pH (pH Bench EUTECH Cyber Scan pH510 pH meter) และเลือกลักษณะเนื้อของก้อนแป้งที่ผู้บริโภคชอบมากที่สุด โดยทำการทดสอบแบบ hedonic scale เพื่อแสดงว่าชอบหรือไม่ชอบในระดับใด โดยมีระดับความชอบดังนี้ คะแนน 9 แสดงว่าชอบมากที่สุด คะแนน 5 แสดงว่าไม่รู้สึกรับหรือไม่ชอบ และคะแนน 1 แสดงว่าไม่ชอบมากที่สุด [5] ประเมินผลความแตกต่างของความชอบและอายุการเก็บจากค่าเฉลี่ย และลักษณะภายนอกที่ปรากฏ แล้วนำไปทดลองในลำดับต่อไป

2.2 การเก็บแป้งผสมและการเติมสาร humectants; Sorbitol (SUPERSOL 7000 บริษัทสยามซอร์บิทอล จำกัด) นำแป้งบัวลอยที่มีผู้บริโภครอบมากที่สุดมาผสมกับสาร humectants ร้อยละ 5, 10 และ 15 นำตัวอย่างที่ผู้บริโภครอบมากที่สุดมาเติมสารแคลเซียมโพรพิโอเนตร้อยละ 1.0 ปั่นเป็นก้อนกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 มม. นำมาหาค่า a_w , pH, คุณค่าทางโภชนาการ และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 30°C เพื่อศึกษาอายุการเก็บต่อไป

2.3 การวิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนาการของขนมบัวลอย นำตัวอย่างที่ผู้ชิมชอบมากที่สุดไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (proximate analysis) คือ ความชื้น โปรตีน ไขมัน สารเคอีย และเถ้า ตามวิธีของ A.O.A.C [3]

2.4 การคำนวณต้นทุนการผลิตแป้งบัวลอยกึ่งสำเร็จรูป คำนวณต้นทุนการผลิตจากราคาวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต บรรจุภัณฑ์ ค่าแรงงานและค่าเสียหาย

ที่ใช้เป็นต้นทุนต่อหน่วย เปรียบเทียบกับราคาแป้งบัวลอยที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย

3.1 การปรับปรุงแป้งข้าวเจ้าด้วยการผสมแป้งอิเทอร์เพื่อการทำขนมบัวลอย

3.1.1 การเตรียม dough ที่เหมาะสม การผสมแป้งอิเทอร์กับแป้งข้าวเหนียวซึ่งเป็นส่วนผสมหลักของแป้งขนมบัวลอย แป้งอิเทอร์ที่เหมาะสมคือ hydroxyl propyl starch ที่มี degree of substitution ระหว่าง 0.05-0.06 [6] นำแป้งอิเทอร์ผสมกับแป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วน 0:100, 5:95, 10:90 และ 15:85 ให้เข้ากัน นำมา 100 กรัม ผสมกับน้ำเย็น 70 กรัม นวดให้เป็นก้อน โดยใช้เครื่องนวดผสมไฟฟ้าเดินเครื่อง 15 นาที ด้วยความเร็ว 100 รอบต่อนาที พบว่าแป้งผสมบัวลอยไม่รวมตัวกันเป็น dough และไม่เหนียว ถึงแม้ว่าจะพักแป้งไว้ 1 ชั่วโมง เพื่อให้เม็ดแป้งดูดน้ำ เมื่อนำ dough มาปั้นขึ้นรูปเป็นเม็ดบัวลอย พบว่าจะต้องปั้นคลึงเป็นเวลานานกว่าจะขึ้นรูปได้ เม็ดบัวลอยจะแตกหักง่าย ถ้าปั้นแล้วทิ้งไว้ไม่นานผิวของเม็ดบัวลอยจะแห้งและแตก ครั้นนำไปต้มให้สุกจะได้เม็ดบัวลอยที่เนื้อมีไตตรงใจกลางผิวจะเป็นเมือกและหลุดออกไป เป็นลักษณะที่ไม่น่าพึงพอใจ

การใช้น้ำเดือดแทนน้ำเย็น และวิธีการผสมเหมือนเดิม ปรากฏว่าได้ก้อนแป้งที่มีความเหนียวมากขึ้น เกาะตัวกันดี ขึ้นรูปเป็นขนมบัวลอยได้ง่าย ไม่แตก่วน เมื่อนำบัวลอยไปลวกหรือต้มเพื่อให้สุกผิวของเม็ดบัวลอยมีลักษณะเป็นเมือกเล็กน้อย ปัญหานี้แก้ไขได้โดยนำเม็ดบัวลอยไปล้างให้ผิวสุกเหมือนกับการทำเม็ดสาจากแป้งมันสำปะหลัง หรือนำไปเคลือบด้วยแป้งมันสำปะหลังหรือแป้งข้าวเหนียว แต่การคั่วอาจเกิดความไม่

สะดวกแก่การใช้แป้งบัวลอย เพราะเป็นการเพิ่มงานให้มากขึ้น จึงเลือกใช้วิธีเคลือบผิวเม็ดบัวลอยด้วยแป้งข้าวเหนียวเพียงอย่างเดียว

3.1.2 อัตราส่วนของแป้งข้าวเจ้าและแป้งอิเทอร์ที่เหมาะสมสำหรับทำขนมบัวลอย จากการทดลองทำก้อนแป้งโดยใช้แป้งอิเทอร์ปริมาณต่าง ๆ กัน แล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 3 เดือน พบว่าก้อนแป้งผสมทุกตัวอย่างยังคงมีลักษณะเหนียวนุ่มเหมือนแป้งที่ผสมเสร็จใหม่ ๆ [6,7] ในขณะที่ขนมบัวลอยที่ใช้แป้งข้าวเหนียวส่วนๆ มีจุดแข็งเป็นไตที่จุดศูนย์กลางถึงแม้จะเก็บไว้เพียง 0.1 เดือน หรือ 3 วันเท่านั้น (ตารางที่ 1) จึงอาจกล่าวได้ว่าการผสมแป้งอิเทอร์ลงในแป้งข้าวเหนียวทำให้เกิดไตแข็งที่จุดศูนย์กลางของเม็ดบัวลอยหายไปเมื่อเก็บไว้นาน [7]

ส่วนการเปลี่ยนแปลงเมื่อเติมแป้งอิเทอร์ลงในแป้งข้าวเหนียวนั้นเกิดขึ้นจนเห็นได้ชัด (ตารางที่ 2) จนทำให้ลักษณะทางกายภาพของก้อนแป้งต้องเปลี่ยนไป มีผลให้เกิดการยอมรับหรือไม่ยอมรับขึ้น ระยะเวลาเมื่อมีการเติมแป้งอิเทอร์ลงไปเพียงร้อยละ 5 การรวมตัวเป็นก้อนเกิดขึ้นภายใน 30 วินาทีเท่านั้น น้อยกว่าเวลาที่เกิดก้อนแป้งเมื่อใช้แป้งข้าวเหนียวล้วนซึ่งใช้เวลา 60 วินาที เนื่องจากการดูดน้ำของแป้งอิเทอร์จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อได้รับความร้อน [8] เมื่อใช้แป้งอิเทอร์ร้อยละ 10, และ 15 การดูดน้ำจะเร็วขึ้นอีกเพียงเล็กน้อย แต่การแตกตัวของก้อนแป้งจะเกิดขึ้นเร็วมาก จาก 1.70 นาที เป็น 1.30 และ 1.10 นาที ตามลำดับ ได้ก้อนแป้งที่เหนียวนุ่มมากขึ้น มิได้เหนียวหนืดเหมือนใช้แป้งข้าวเหนียวเพียงอย่างเดียว การแตกตัวนี้เกิดจากความคงทนต่อแรงเหวี่ยงในกระบวนการนวดมีน้อยลง [8]

ตารางที่ 1 ความคงทนต่อการไม่แข็งตัวของก้อนแป้งขนมบัวลอย

แป้งอิเทอร์, %	ระยะเวลาที่ เก็บ, (เดือน)	ค่าความแข็ง (กรัม)	ความชอบ, คะแนน	ลักษณะทางกายภาพของก้อนแป้ง หลังการเก็บ
0	0.1(3 วัน)	749.6 ± 51.2	7.25	แข็งเป็นไตและเหนียวหนืดมาก
5	3	843.5 ± 108.1	5.25	เหนียวหนืดลดลงแต่เหนียวนุ่มขึ้น
10	3	830.0 ± 131.7	5.37	เหนียวนุ่มมากขึ้น
15	3	716.0 ± 116.2	4.35	เหนียวนุ่มมาก

ตารางที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของแป้งข้าวเหนียวและแป้งอิเทอร์ระหว่างการทำก้อนแป้ง

ส่วนผสม		ปริมาณน้ำเดือด (ร้อยละ)	เวลาที่แป้งผสมจับตัว กันเป็นก้อน (นาที)	เวลาที่ก้อนแป้งเริ่ม แตกตัว (นาที)
แป้งข้าวเหนียว (ร้อยละ)	แป้งอิเทอร์ (ร้อยละ)			
100	0	70	1.00	2.50
95	5	70	0.50	1.70
90	10	70	0.50	1.30
85	15	70	0.48	1.10

จากผลการทดลองข้างต้นพอจะสรุปได้ว่าแป้งผสมที่เหมาะสมสำหรับการขนมบัวลอย เป็นแป้งที่ประกอบด้วยแป้งข้าวเหนียวที่มีแป้งอิเทอร์ผสมอยู่ร้อยละ 10 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 5.37 อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างชอบ และจะใช้ส่วนผสมนี้ในการทดลองลำดับถัดไป

3.1.3 การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในก้อนแป้ง เมื่อนำแป้งผสมที่มีแป้งอิเทอร์ร้อยละ 10 มาทำเป็นก้อนแป้ง แล้วนำมาวัดเพื่อพบว่ามีความเท่ากับ 5.9 และค่า a_w เท่ากับ 0.96 แล้วนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5°C และ 30°C จากค่าพีเอชและค่า a_w ที่ค่อนข้างสูง แสดงว่าจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้อย่างอิสระ เนื่องจากก้อนแป้งเป็นอาหารที่จัดอยู่ในกลุ่มที่มีความชื้นสูง (High Moisture Food) จุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่ a_w 0.95 หรือมากกว่า [9] และมักจะนำเสียได้ง่ายถึงแม้จะเก็บไว้

เพียง 1-2 วัน (ตารางที่ 3) จากการทดลองพบว่าเมื่อเก็บก้อนแป้งไว้ที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 1 วัน จะมีจุลินทรีย์ 2.7×10^3 CFU/g และถ้าเก็บไว้ 2 วันก็จะมีจุลินทรีย์ถึง 1.4×10^7 CFU/g ถ้าเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5°C ทั้งจุลินทรีย์ ยีสต์ และราจะเพิ่มจำนวนขึ้นน้อยมาก เมื่อเก็บไว้นานก้อนแป้งจะเริ่มเสียเมื่อเก็บไว้ 3 วัน ถ้าต้องการเก็บก้อนแป้งไว้นานขึ้นต้องลดความชื้นของก้อนแป้งลงหรือใส่ยากันบูดแคลเซียมโพรปีโอเนต

3.2 การใส่สารละลายซอร์บิทอลและแคลเซียมโพรปีโอเนตเพื่อลดความชื้นและป้องกันจุลินทรีย์

จากการทดลองจะใช้ซอร์บิทอล 5, 10 และ 15 กรัมผสมกับแป้งข้าวเหนียวที่มีแป้งอิเทอร์ร้อยละ 10 ผสมให้เข้ากัน พบว่าได้ก้อนแป้งที่มีลักษณะทางกายภาพต่างๆกัน ตั้งแต่เหนียวหนืดเหนียวนุ่ม และไม่เหนียวค่อนข้างร่วน การใส่ซอร์บิ

ทอลมากขึ้นทำให้ปริมาณน้ำเค็ดที่ใช้ลดน้อยลงตามลำดับ (ตารางที่ 4) ผู้บริโภคชอบตัวอย่างที่มีซอร์บิทอลร้อยละ 10 เนื่องจากมีลักษณะเนื้อค่อนข้างเหนียวนุ่ม เป็นตัวอย่างที่มีความชื้นเท่ากับ 40.32 มีค่า a_w เท่ากับ 0.74 ซึ่งเป็นอาหารที่มีความชื้น

ปานกลางสามารถนำเสียดได้ด้วยความเร็วปานกลางด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องใส่ยากันบูดลงไป เป็นสารแคลเซียมโพรปีโอเนตร้อยละ 1.0 เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ [10]

ตารางที่ 3 ปริมาณจุลินทรีย์ในแป้งขนมบัวลอยที่มีแป้งอิเทอร์ร้อยละ 10 เก็บไว้ที่ 5°C และ 30°C เป็นเวลา 3 วัน

ระยะเวลาที่เก็บ (วัน)	TPC(CFU/g)		Yeast & Mold(CFU/g)	
	5°C	30°C	5°C	30°C
1	1.8×10^3	2.7×10^3	30	10
2	4.7×10^3	1.4×10^7	40	3.1×10^4
3	5.2×10^3	สีดำ	50	สีดำ

ตารางที่ 4 ลักษณะของแป้งบัวลอยที่มีแป้งอิเทอร์ร้อยละ 10 สารแคลเซียมโพรปีโอเนตร้อยละ 1.0 และสารละลายซอร์บิทอลในปริมาณต่างๆ ในการเตรียมก้อนแป้งจากแป้งผสม 100 กรัม

สารละลายซอร์บิทอล (มีน้ำร้อยละ 12) (กรัม)	สารซอร์บิทอล (กรัม)	ปริมาณน้ำ		ลักษณะทางกายภาพ ของก้อนแป้ง
		น้ำจากซอร์บิทอล (กรัม)	น้ำจากตำรับ (กรัม)	
0	-	-	70	มีลักษณะเหนียวหนืด
5	4.4	0.6	69.4	มีลักษณะเหนียวนุ่ม
10	8.8	1.2	68.8	มีลักษณะเหนียวลดลงค่อนข้างนุ่ม
15	13.2	1.8	68.2	มีลักษณะไม่เหนียวค่อนข้างร่วน

3.3 คุณภาพของขนมบัวลอย และอายุการเก็บ

ได้นำขนมบัวลอยสำเร็จรูปที่ทำเป็นก้อนแป้งแล้วและมีอายุการเก็บ 0, 3, 6 และ 9 วัน ไปให้ผู้บริโภค 10 คนชิมเพื่อประเมินคุณภาพและความชอบแบบ hedonic scale โดยนำเม็ดบัวลอยไปลวกน้ำเค็ด 3 นาที หรือจนกว่าจะไม่มีไตแข็ง แล้วตักขึ้นใส่ซอสมะเขือเทศ 30 เม็ดพร้อมทั้งน้ำเชื่อมเข้มข้นร้อยละ 5 นำผลการชิมที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย (ตารางที่ 5)

จากการตรวจสอบความชอบของผู้บริโภคพบว่าความชอบของเม็ดบัวลอยสำเร็จรูปที่มีอายุการเก็บ 0 วัน โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบ (7.18) และระดับความชอบจะลดลงตามลำดับจากชอบ (6.82) เป็นชอบเล็กน้อย (6.36) เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (30°C) เป็นเวลา 3 และ 6 วันตามลำดับ จากการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและความชอบพบว่ามีความสัมพันธ์ "สัมประสิทธิ์สหพันธ์" เท่ากับ 0.9951

ซึ่งมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และมีสมการเส้นตรง $Y = 0.136X + 7.196$

ตารางที่ 5 ปริมาณจุลินทรีย์ในขนมบัวลอยที่มีแป้งอิเทอร์ร้อยละ 10 ซอร์บิทอลร้อยละ 10 แคลเซียมโพรปีโอเนต ร้อยละ 1.0 และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 9 วัน

ระยะเวลา การเก็บ (วัน)	คุณภาพ						ความชอบ
	ลักษณะเนื้อ			กลิ่น	สี	รส	
	ความใส	ความนุ่ม	ความเหนียว				
0	4.27±1.01	2.73±0.79	5.00±0.89	3.55±0.82	2.91±0.70	3.45±0.69	7.18±0.75
3	4.14±1.12	3.00±1.67	5.00±0.63	3.55±0.52	2.73±1.10	3.00±0.89	6.82±1.17
6	3.66±1.27	2.36±0.92	4.18±1.53	3.18±0.87	2.82±1.08	3.45±0.82	6.36±0.67
9	-	-	-	มีกลิ่นเปรี้ยว	ปกติ	ปกติ	-

ความชอบโดยเฉลี่ยของการชิม, และ $X =$ จำนวนวันที่เก็บ) สมการนี้แสดงว่าถ้าเก็บขนมบัวลอยไว้ 9 วัน ความชอบจะอยู่ในเกณฑ์ชอบอยู่ในระดับเฉยๆ (5.97) เป็นความชอบที่ต่ำเกินไป และไม่น่าจะนำมาจำหน่ายแล้ว อายุการเก็บของขนมบัวลอยจึงน่าจะอยู่ที่ 6 วัน

ถ้าพิจารณาว่าเหตุใดจึงทำให้คะแนนเฉลี่ยของความชอบลดลง จะพิจารณาจากผลการชิมเพื่อประเมินลักษณะเนื้อ (ความใส ความนุ่ม และความเหนียว) สี กลิ่น และรส ก็พบว่าไม่มีคุณภาพใดลดลงจนเด่นชัด และไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่เก็บกับคะแนนที่ได้ผู้บริโภคส่วนหนึ่งมีความเห็นว่าคุณภาพของขนมบัวลอยเหมือนเดิม และอีกส่วนหนึ่งเห็นว่าคุณภาพไม่เหมือนเดิม ทำให้ค่า "สัมประสิทธิ์สัมพันธ์" ไม่สูงถึงเกณฑ์ที่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แต่ที่สังเกตดูคุณภาพที่แตกต่างกันและทำให้ผลของค่าเฉลี่ยความชอบแตกต่างกันน่าจะเกิดจากความเหนียวและกลิ่น ผู้บริโภคจำนวนหนึ่งทำให้ข้อสังเกตว่าการเก็บไว้นานความเหนียวจะลดลงผู้บริโภคอีกกลุ่มหนึ่งบอกว่าเมื่อเก็บแป้งบัวลอยสำเร็จรูปไปวันานจะมีกลิ่น

เปรี้ยวหรือกลิ่นแป้งมากขึ้น เป็นต้น ถ้าเก็บแป้งบัวลอยสำเร็จรูปไว้ในตู้ต่อไปอีกเป็น 9 วัน เปิดดูออกเพื่อตรวจดูลักษณะภายนอกของก้อนแป้งพบว่ายังคงเหมือนเดิมโดยก้อนแป้งยังคงมีสีและรสปกติไม่มีราปรากฏให้เห็นแต่ประการใด แต่อากาศภายในตู้มีกลิ่นเปรี้ยว

3.4 องค์ประกอบของแป้งบัวลอย

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่าแป้งบัวลอยกึ่งสำเร็จรูปที่มีแป้งอิเทอร์ร้อยละ 10 และปริมาณสารซอร์บิทอลร้อยละ 10 จะมีสารคาร์โบไฮเดรตมากที่สุด ถึงร้อยละ 91.7 และโปรตีนร้อยละ 5.6 เนื่องจากขนมบัวลอยมีแป้งข้าวเหนียวเป็นหลักคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนเป็นองค์ประกอบของข้าวเหนียวอยู่แล้ว[11]นอกนั้นเป็นไขมันและสารเชื้อเอนไซม์ไม่ถึงร้อยละ 1

3.5 ราคาต้นทุนการผลิต

เมื่อนำมาคำนวณต้นทุนการผลิต พบว่าต้นทุนวัตถุดิบเท่ากับ 34.60 บาท เป็นภาชนะบรรจุ 1.50 บาท และค่าแรงงานและค่าไสหุ่ยอีกร้อยละ 30 ของราคาวัตถุดิบ หรือเท่ากับ 10.38 บาท รวมเป็น

ราคาการผลิตขนมบัวลอยสำเร็จรูป 1 กิโลกรัม เท่ากับ 46.48 บาทต่อ 1 กิโลกรัม หรือ 0.046 บาท/กรัม แต่จากแป้ง 1 กิโลกรัม สามารถผลิตแป้งบัวลอยถึงสำเร็จรูปได้ 1,410 กรัม เพราะฉะนั้นราคาต้นทุนการผลิตจึงเท่ากับกรัมละ $46.48/1410 = 0.033$ บาท

4. สรุปผลการวิจัย

ขนมบัวลอยที่ทำจากแป้งข้าวเหนียวผสมกับแป้งอีเทอร์ร้อยละ 10 จะไม่เกิดเป็นไตอีกเลยเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง หรืออุณหภูมิ 5°C ตลอดระยะเวลา 3 เดือนและเมื่อนำแป้งขนมบัวลอยนี้ไปผสมกับสารละลายซอร์บิทอลอีกร้อยละ 10 พร้อมทั้งแคลเซียมโปรปีโอเนตร้อยละ 1.0 ทำให้เก็บที่อุณหภูมิห้องได้นานถึง 6 วัน โดยไม่มีราขึ้น เมื่อนำขนมบัวลอยไปลวกให้สุกก็จะไม่จับตัวเป็นกลุ่มเมื่อพักรอไว้ไม่นานขนมบัวลอยมีองค์ประกอบเป็นคาร์โบไฮเดรตถึงร้อยละ 91.7 มีโปรตีนร้อยละ 5.6 มีไขมันและสารเยื่อใยน้อยมาก ราคาต้นทุนการผลิตเมื่อรวมกับค่าแรงและค่าวัสดุร้อยละ 30 แล้วจะเท่ากับ 0.033 บาทต่อกรัม

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแป้งตัดแปรสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร. มอก. 1073-2535. กรุงเทพฯ : กระทรวงอุตสาหกรรม.2535.
- [2] J.M.Light. 1990. Modified food starches : why, what, where, and how. **Cereal Food World**. 35(11) : 1081-1092.
- [3] The Association of Official Analytical Chemists.**Official Method of Analysis**. 16 thed.Washington DC: AOAC. 2000.
- [4] FDA. **Bacteriological Analytical Manual (BAM)**.Online :<http://www.fda.gov>(3September 2011). 2001.
- [5] E.Larmond. **Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food**. Ottawa:Canada Department of Agriculture, Publication 1637. 1982.
- [6] J.A.Radley. **Starch Production Technology**.London: Applied Science Publisher Ltd. 1976.
- [7] M. Saipin. 1996. Thai Cassava Flour and Starch Industries for Food Uses: Research and Development. In D. Dufour, G.M. O'Brien, R. Best (Eds). **Cassava Flour and Starch: Progress in Research and Development** (312-321). Colombia: International Center for Tropical Agriculture.
- [8] N. Seetapan, A. Fuongfuchat, C. Gamonpilas, P.Methacanon, W.Pongjaruwat, N. Limpanyoon. 2013.Effect of modified tapioca starch and xanthan gum on low temperature texture stability and dough viscoelasticity of a starch-based food gel. **Journal of Food Engineering**. 119(2013): 446-453.
- [9] ชมภู่อิมโต. การถนอมอาหาร.กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์. 2550.

- [10] General Standard for Food Additives. **CODEX General Standard for Food Additives CODEX STAN 192-1995.** Food and Agriculture Organization of The United Nation. 2011.
- [11] โภชนาการ, กอง. **ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทยในส่วนที่กินได้ 100 กรัม.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การเภสัชกรรม. 2521.