

การพัฒนากระบวนการผลิตกาละแมเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา

Processing Development to Extend Shelf Life of Kalamae

รัตนา อุตตปัญญา* และยุพารัตน์ โพธิเศษ

สาขาความปลอดภัยทางอาหารในธุรกิจเกษตร คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ

มหาวิทยาลัยพะเยา ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา 56000

คุณากร ชัดศรี

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ

มหาวิทยาลัยพะเยา ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา 56000

เจิมขวัญ สังข์สุวรรณ

สาขาวิชาเทคโนโลยีการบรรจุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ตำบลแม่เหียะ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50100

Ratana Attabhanyo* and Yuparat Potisate

Division of Food Safety in Agriculture, School of Agriculture and Natural Resources,

University of Phayao, Maeka, Muang, Phayao 56000

Kunakorn Katsri

Division of Food Science and Food Technology, School of Agriculture and Natural Resources,

University of Phayao, Maeka, Muang, Phayao 56000

Jurmkwan Sangsuwan

Packaging Technology Department, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University,

Mae Hia, Muang, Chiang Mai 50100

บทคัดย่อ

กาละแมเป็นขนมไทยพื้นบ้านที่มีอายุการเก็บรักษาสั้น (ประมาณ 7-30 วัน) โดยมีเนื้อสัมผัสเปลี่ยนไปจากเดิมไม่เป็นที่ยอมรับ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา โดยผลิตกาละแม 3 วิธี ดังนี้ วิธีที่ 1 กวนโดยเติมส่วนผสมที่ละเอียดและไม่ต้มกะทิ วิธีที่ 2 กวนโดยเติมส่วนผสมที่ละเอียดและใช้กะทิต้มกับน้ำตาลก่อนเติมในส่วนผสม วิธีที่ 3 ผสมส่วนผสมทั้งหมดให้เป็นเนื้อเดียวกันก่อนนำไปกวน วิเคราะห์ผลทางเคมี ทางกายภาพ ทดสอบทางประสาทสัมผัสของกาละแมแต่ละวิธี และเปรียบเทียบกับกาละแมในท้องตลาดพบว่าผลทดสอบทางประสาทสัมผัสและผลวิเคราะห์ทางกายภาพของกาละแมผลิตตามวิธีที่ 3 มีความแข็งแรงมากที่สุดและมีความสามารถในการยืดหยุ่นที่สุด กาละแมวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 มีความแข็งแรงและความยืดหยุ่นไม่แตกต่างกัน ทั้งกาละแมวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 มีความยืดหยุ่นมากกว่ากาละแมในท้องตลาดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ผลการวิเคราะห์ทางเคมีพบว่ากาละแมวิธีที่ 2 มีค่า TBA มากกว่าวิธีที่ 1 และวิธีที่ 3 แต่น้อยกว่ากาละแม

*ผู้รับผิดชอบบทความ : extrach11@gmail.com

ในท้องตลาดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ผลศึกษาการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของกาละแมบรรจุในฟิล์ม metalized CPP/OPP และฟิล์ม OPP/CPP ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 75 วัน พบว่ากาละแมวิธีที่ 2 ในฟิล์ม metalized CPP/OPP และฟิล์ม OPP/CPP คงลักษณะความยืดหยุ่นของเนื้อกาละแมไว้ได้ดีกว่ากาละแมวิธีที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ดังนั้นการยืดอายุการเก็บรักษากาละแมควรเลือกการผลิตโดยการต้มกะทิกับน้ำตาลก่อนเติมส่วนผสมและควรแยกเติมทีละส่วนตามลำดับ

คำสำคัญ : กาละแม; ขนมหวาน; ค่า TBA; อายุการเก็บรักษา; ลักษณะเนื้อสัมผัส

Abstract

Kalamae, one of Thai traditional desserts has a short shelf life (7-30 days) due to its texture changes. The purpose of this research was developing processes to extend the shelf life of Kalamae. Three process methods were studied as follows: the first method and the second method were done by adding each ingredients orderly, one used fresh coconut milk, the other used boiled coconut milk with sugar; the third method was done by mixed all ingredients together before cooking. Physical and chemical characteristics and sensory evaluation of each processed kalamae were determined and also comparison with commercial kalamae. The results of sensory evaluation and physical determination showed that Kalamae prepared by the third method was significantly highest in hardness and least springiness, while prepared by the first and the second methods showed no significantly different of hardness and springiness ($p \geq 0.05$). Both the first and the second methods showed higher springiness than commercial Kalamae. Results of chemical analysis showed the TBA value of Kalamae prepared by the second method was significantly higher than the others, but lower than commercial Kalamae ($p \geq 0.05$). The study of texture changes of Kalamae during storage in metalized CPP/OPP and OPP/CPP films at 25-30 °C for 75 days. It was found that the second method Kalamae in metalized CPP/OPP and OPP/CPP films could remain tensile strength value significantly better than the first method Kalamae ($p \geq 0.05$). Therefore, for longer shelf-life of Kalamae, the recommended process to making Kalamae was using boiled coconut milk with sugar, and added each ingredients orderly during cooking.

Keywords: Kalamae; dessert; TBA; shelf life; texture

1. บทนำ

กาละแมเป็นขนมไทยพื้นบ้านที่ทำจากแป้งข้าวเหนียว กะทิ น้ำตาลปึกที่กวนจนเหนียว นิยมทำในวันขึ้นปีใหม่ สงกรานต์ปัจจุบันมีการผลิตในท้องตลาดและมีการผลิตแพร่หลายไปหลายจังหวัด โดยเฉพาะจังหวัด

เชียงใหม่จัดเป็นแหล่งผลิตใหญ่ที่สำคัญ โดยมีลักษณะการผลิตเป็นแบบอุตสาหกรรมขนาดย่อมทำการผลิตและจำหน่ายในลักษณะเป็นซองของฝากและมีความต้องการส่งออกจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศ หากแต่กาละแมมีอายุการเก็บรักษาสั้นประมาณ 3-4

สัปดาห์เท่านั้น โดยกาละแมจะมีลักษณะผิดแปลกไปจากเดิม คือ จะมีกลิ่นเหม็นหืนและเนื้อสัมผัสที่มีลักษณะเหนียวเหนียวยืดหยุ่นเปลี่ยน เป็นเนื้อร่วนแห้งและแข็ง [1] สาเหตุเกิดจากการคั่วตัวของแป้ง ซึ่งการคั่วตัวของแป้งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ชนิดของแป้ง ความเข้มข้นของแป้ง กระบวนการให้ความร้อน กระบวนการให้ความเย็น อุณหภูมิ ระยะเวลา ความเป็นกรด-ด่างของสารละลายปริมาณและขนาดของอะมิโลสและอะมิโลเพกทิน

ปริมาณและขนาดของอะมิโลสมีความสำคัญต่อการคั่วตัวของแป้ง โดยแป้งที่มีปริมาณอะมิโลสสูง จะเกิดการคั่วตัวได้มากและเร็วกว่าแป้งที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำ อัตราการคั่วตัวจะสูงสุด (การละลายต่ำสุด) เมื่อ degree of polymerization ของอะมิโลสเท่ากับ 100-200 อะมิโลเพกทินมีผลทำให้เกิดการคั่วตัวน้อยมาก ดังนั้นแป้งแต่ละชนิดมีอัตราการคั่วตัวแตกต่างกัน แป้งข้าวเหนียวจัดเป็นแป้งที่มีอะมิโลสน้อยกว่าร้อยละ 0.5 และมีปริมาณอะมิโลเพกทินสูงมาก มี peak viscosity สูงและเมื่ออยู่ในสภาพแป้งเปียก จะไม่เกิดการคั่วตัว (retrogradation) แม้ว่าจะทำให้เกิดการแข็งตัวและคั่วตัวหลายครั้ง [2] การเติมไขมันในแป้งที่มีความชื้น (มีของแข็งมากกว่า 50 %) พบว่าการเกิดการคั่วตัวจะลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากไขมันมีกรดไขมันขนาดเล็ก การเติมไขมันยังช่วยลดการเกิดเจลลิตินในเซชัน การพองและการป้องกันการหลุดของส่วนที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ (อะมิโลส) จากแป้งในขณะให้ความร้อน การเกิดความคงตัวของโครงสร้างของเม็ดแป้งบางส่วนเกิดจากสารประกอบเชิงซ้อนของอะมิโลส-ลิพิด นอกจากนี้การเติมไขมันยังเพิ่มความต้านทานของแป้งต่อการทำงานของเอนไซม์อัลฟา-อะมิเลส โดยการเกิดสารประกอบดังกล่าวอาจทำให้ลดส่วนที่จะทำปฏิกิริยากับเอนไซม์ลง [3] แรงเฉือนที่เกิดขึ้นจากการกวนแป้งจะตัดเม็ดแป้งที่พองตัวบางส่วนทำให้ความ

หนืดของแป้งลดลง เมื่อให้ความร้อนพร้อม ๆ กับการกวน แป้งข้าวเหนียวจะพองตัวอย่างรวดเร็ว ทำให้มีส่วนของเม็ดแป้งที่ถูกตัดมาก สำหรับแป้งจากธัญพืชจะพองตัวอย่างช้า ๆ ทำให้มีส่วนของเม็ดแป้งที่ถูกตัดได้น้อยกว่า [4] โดย Qiang และ Thompson [5] พบว่าการเกิดการคั่วตัวของแป้งในระหว่างการเก็บรักษามีผลมาจากการให้ความร้อนในช่วงเริ่มต้น โดยการให้ความร้อนที่ 80-105 องศาเซลเซียส จะเร่งให้เกิดการคั่วตัว ขณะที่การให้ความร้อนที่ 140 องศาเซลเซียส จะลดการคั่วตัวลง ซึ่ง Fisher และ Thompson [6] พบว่าการเกิดการคั่วตัวในสารละลายแป้งข้าวโพดจะเพิ่มอย่างรวดเร็วเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 60 เป็น 72 องศาเซลเซียส ส่วนที่อุณหภูมิเกิน 82 องศาเซลเซียส การเกิดการคั่วตัวจะลดลงเนื่องจากการเกิดอิมัลชันระหว่างส่วนประกอบต่าง ๆ ที่มีผลต่อความคงตัว งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพัฒนากระบวนการผลิตกาละแมที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อสัมผัสให้นานมากขึ้น

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 วิธีการเตรียมส่วนผสม

ซึ่งส่วนผสมตามสูตร [7] ประกอบด้วยแป้งข้าวเหนียว 10 % หัวกะทิ 25 % หางกะทิ 25 % แปะแซชนิดชั้น (กลูโคสไซรัป) 25 % น้ำตาลปีบ 10 % น้ำตาลทราย 5 % จากนั้นเตรียมส่วนผสมแป้งโดยนำแป้ง หางกะทิ และน้ำมันมาผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องตีผสม (Hobart Mixer) ด้วยความเร็วระดับต่ำเป็นเวลา 30 นาที สำหรับวิธีที่ 1 น้ำตาลและกลูโคสไซรัป ต้องนำมาทำให้เป็นของเหลว โดยตั้งบนน้ำเดือดสำหรับวิธีที่ 2 ส่วนผสมที่เป็นหัวกะทิ ให้นำหัวกะทิมาเคี่ยวให้เดือดเพื่อให้แตกมันประมาณ 10 นาที และเติมน้ำตาลลงไปเคี่ยวต่อประมาณ 5 นาที จนน้ำตาลละลายหมดและส่วนผสมที่เป็นกลูโคสไซรัป โดยตั้งบนน้ำเดือด

เพื่อให้เป็นของเหลว

2.2 วิธีการผลิตกัลละแม 3 วิธี (รูปที่ 1)

วิธีการผลิตวิธีที่ 1 นำส่วนผสมแป้งที่เตรียมไว้มาลงในเครื่องกวนโดยใช้ไฟแรงสุดจนส่วนผสมวัดอุณหภูมิได้ 75-80 องศาเซลเซียส เพื่อให้แป้งเกิดการเจลลิตในเซชัน ภายใน 20 นาที เติมกลูโคสไซรัปที่เตรียมไว้ลงไป กวนต่อประมาณ 10 นาที ผสมหัวกะทิกับน้ำตาลปีบ และน้ำตาลทราย (ที่ละลายไว้แล้ว) ให้เข้ากัน และเติมลงไปในส่วนผสมแป้ง กวนให้เข้ากัน ปรับลดและควบคุมให้อุณหภูมิส่วนผสมอยู่ในช่วง 60-65 องศาเซลเซียส กวนต่ออีก 2 ชั่วโมง จนกัลละแมเหนียวไม่ติดกระทะ ตักใส่ถาดที่ปูรองด้วยพลาสติกหาวนํ้ามันพืชเล็กน้อย ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 12 ชั่วโมง เพื่อให้คงตัวแล้วตัดเป็นชิ้น

วิธีการผลิตวิธีที่ 2 นำส่วนผสมแป้งที่เตรียมไว้มาลงในเครื่องกวนโดยใช้ไฟแรงสุดจนส่วนผสมวัดอุณหภูมิได้ 75-80 องศาเซลเซียส เพื่อให้แป้งเกิดการเจลลิตในเซชัน ภายใน 20 นาที เติมกลูโคสไซรัปที่เตรียมไว้ลงไป กวนต่อ ประมาณ 10 นาที เติมส่วนผสมหัวกะทิที่เตรียมไว้ลงไปในส่วนผสมแป้ง กวนให้เข้ากัน ปรับลดและควบคุมให้อุณหภูมิส่วนผสมอยู่ในช่วง 60-65 องศาเซลเซียส กวนต่ออีก 1 ชั่วโมง 40 นาที จนกัลละแมเหนียวไม่ติดกระทะ ตักใส่ถาดที่ปูรองด้วยพลาสติกหาวนํ้ามันพืชเล็กน้อย ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 12 ชั่วโมง เพื่อให้คงตัวแล้วตัดเป็นชิ้น

วิธีการผลิตวิธีที่ 3 นำแป้ง หางกะทิ น้ำ หัวกะทิ น้ำตาลปีบ น้ำตาลทราย ผสมเข้าด้วยกันโดยใช้เครื่องตีผสมที่ระดับความเร็วต่ำเป็นเวลา 30 นาที นำส่วนผสมทั้งหมดมาลงในกระทะกวน กวนโดยใช้ไฟแรงสุดจนวัดอุณหภูมิของส่วนผสมได้ 75-80 องศาเซลเซียส เพื่อให้แป้งเกิดการเจลลิตในเซชันภายใน 30 นาที เติมกลูโคสไซรัปลงไป กวนให้เข้ากัน ปรับลดและควบคุมให้อุณหภูมิส่วนผสมอยู่ในช่วง 60-65 องศา

เซลเซียส กวนต่อไปอีก 2 ชั่วโมง จนกัลละแมเหนียวไม่ติดกระทะ ตักใส่ถาดที่ปูรองด้วยพลาสติกหาวนํ้ามันพืชเล็กน้อย ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 12 ชั่วโมง เพื่อให้คงตัวแล้วตัดเป็นชิ้น

นำกัลละแมจากการผลิตทั้ง 3 วิธีมาทดสอบทางประสาทสัมผัส ตรวจวิเคราะห์ทางกายภาพ ทางเคมี และเปรียบเทียบค่าที่ได้กับกัลละแมในท้องตลาด นำผลที่ได้มาพิจารณาและคัดเลือกวิธีการผลิตที่เหมาะสมที่สุด เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสระหว่างการเก็บรักษา โดยทดลองเก็บในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด คือ ฟิล์ม metallized CPP / OPPหนา 0.045 มิลลิเมตร และฟิล์ม OPP/CPP หนา 0.035 มิลลิเมตร

2.3 วิธีวิเคราะห์

การทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านกลิ่น (กลิ่นกะทิ กลิ่นหอม) และลักษณะเนื้อสัมผัส (แข็ง ยืดหยุ่น และเหนียว) ใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 20 คน ทดสอบโดยใช้วิธี Rating test สเกล 1-7 การตรวจวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมีวัดปริมาณน้ำอิสระ (A_w meter, Aqualab) ปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Lane & Eynon) ไขมันทั้งหมด TBA [8] และลักษณะเนื้อสัมผัส (ดูระยะทางการยืดตัวของกัลละแม) โดยใช้เครื่อง Instron Universal testing machine และการวิเคราะห์ทางสถิติใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 19

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

3.1 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

การพิจารณาผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น พบว่ากัลละแมทั้ง 3 วิธี ไม่มีความแตกต่างในด้านกลิ่นหอมอย่างมีนัยสำคัญและกัลละแมวิธีที่ 3 ให้กลิ่นกะทิน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากมาจากวิธีที่ 3 ต้องใช้เวลากวน



นานกว่าวิธีอื่น ทำให้กลิ่นหอมจางไปเมื่อเปรียบเทียบกับกาสะแมในท้องตลาดพบว่า กาสะแมในท้องตลาดให้กลิ่นหอมกะทิและกลิ่นหอมหวานมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ซึ่งเกิดจากกาสะแมในท้องตลาดมีการเติมกลิ่นและสีสังเคราะห์

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของกาสะแม (ตารางที่ 1) พบว่า กาสะแมวิธีที่ 2 มีค่าเหนียวมากที่สุดกาสะแมวิธีที่ 3 มี

ค่าความแข็งมากที่สุดและมีความยืดหยุ่นน้อยที่สุด กาสะแมที่ผลิตจากวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 มีค่าความแข็งและค่าความยืดหยุ่นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) เมื่อพิจารณาเทียบกับกาสะแมในท้องตลาด พบว่ากาสะแมในท้องตลาดมีค่าความยืดหยุ่นและความเหนียวน้อยกว่ากาสะแมที่ผลิตวิธีที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตารางที่ 1 ผลของกระบวนการผลิตที่มีต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกาสะแม

ลักษณะทดสอบ	กาสะแมที่ผลิตในท้องตลาด	กาสะแมวิธีที่ 1	กาสะแมวิธีที่ 2	กาสะแมวิธีที่ 3
กลิ่นกะทิ	$5.10^a \pm 1.60$	$4.15^b \pm 1.59$	$4.25^b \pm 1.50$	$3.45^c \pm 1.50$
กลิ่นหอม	$5.50^a \pm 1.50$	$4.00^b \pm 1.40$	$3.90^b \pm 1.45$	$3.45^b \pm 1.80$
ลักษณะเนื้อแข็ง	$1.85^b \pm 1.70$	$2.40^b \pm 1.50$	$2.90^b \pm 1.32$	$4.55^a \pm 1.48$
ลักษณะเนื้อยืดหยุ่น	$3.70^{bc} \pm 1.71$	$4.85^a \pm 1.45$	$4.95^a \pm 1.53$	$3.30^c \pm 1.65$
ลักษณะเนื้อเหนียว	$4.55^b \pm 1.32$	$4.70^b \pm 1.31$	$5.35^a \pm 1.62$	$4.60^b \pm 1.40$

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับตัวเลขตามแนวนอนที่ต่างกันแสดงว่าตัวเลขมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95; กาสะแมวิธีที่ 1 : การกวนโดยเติมส่วนผสมที่ละชนิดโดยไม่ต้มกะทิ; กาสะแมวิธีที่ 2 : การกวนโดยเติมส่วนผสมที่ละอย่างโดยต้มกะทิ; กาสะแมวิธีที่ 3 : การกวนโดยผสมส่วนผสมทั้งหมดเข้าด้วยแล้วกวน

3.2 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมี

ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ ปริมาณความชื้น ปริมาณไขมันทั้งหมด ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด และปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง และค่า TBA ของกาสะแมทั้ง 3 วิธี (ตารางที่ 2) พบว่ากาสะแมที่เตรียมจากวิธีที่ 1 และวิธีที่ 3 มีค่าปริมาณน้ำอิสระ ปริมาณความชื้น ค่า TBA ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) กาสะแมวิธีที่ 2 มีค่าปริมาณน้ำอิสระ ปริมาณความชื้นน้อยกว่าและมีค่า TBA สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากขั้นตอนในการเตรียมส่วนผสมที่ต่างกันทำให้ระยะเวลาที่สัมผัสความ

ร้อนมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบผลการตรวจวัดลักษณะยืดหยุ่น (tensile strength, ความสามารถในการยืดตัว) พบว่ากาสะแมวิธีที่ 3 มีลักษณะยืดหยุ่น (ความสามารถในการยืดตัว) น้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) และกาสะแมวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 มีลักษณะยืดหยุ่น (ความสามารถในการยืดตัว) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกาสะแมวิธีที่ 3 ที่มีค่าคะแนนลักษณะยืดหยุ่นต่ำสุด เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความสามารถในการยืดตัวของกาสะแมในท้องตลาด พบว่ากาสะแมวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 มีค่าใกล้เคียงกันกับกาสะแมในท้องตลาด

ตารางที่ 2 ผลของกระบวนการผลิตที่มีต่อสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของกอลาแม

ลักษณะตรวจสอบ	กอลาแมที่ผลิตในท้องตลาด	กอลาแมวิธีที่ 1 (ไม่ต้มกะทิ)	กอลาแมวิธีที่ 2 (ต้มกะทิ)	กอลาแมวิธีที่ 3 (ผสมรวม)
ปริมาณน้ำอิสระ (A_w)	$0.586^b \pm 0.01$	$0.733^a \pm 0.00$	$0.690^{ab} \pm 0.00$	$0.716^a \pm 0.01$
ความชื้น (%)	$3.51^b \pm 0.35$	$5.48^a \pm 0.14$	$3.60^b \pm 0.28$	$4.74^a \pm 0.65$
ไขมันทั้งหมด (%)	$8.91^b \pm 1.24$	$11.2^a \pm 1.03$	$7.75^b \pm 1.26$	$8.95^b \pm 1.53$
น้ำตาลรีดิวซิง (%) ^{ns}	14.60 ± 0.17	13.48 ± 0.24	13.17 ± 0.48	14.46 ± 0.11
น้ำตาลทั้งหมด (%) ^{ns}	18.23 ± 0.58	19.63 ± 0.38	20.91 ± 0.06	20.64 ± 0.20
TBA (mg MDA/kg sample)	$0.071^a \pm 0.04$	$0.018^c \pm 0.01$	$0.043^b \pm 0.02$	$0.016^c \pm 0.01$
ลักษณะเนื้อสัมผัส (ระยะการยืด, มม.) ^{ns}	>225 (ค่าสูงสุดของแรงดึง)	>225 (ค่าสูงสุดของแรงดึง)	>225 (ค่าสูงสุดของแรงดึง)	172.21 ± 12.27

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับตัวเลขตามแนวนอนที่ต่างกันแสดงว่าตัวเลขมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ผลวิเคราะห์ทางเคมี และทางกายภาพ พบว่ากระบวนการผลิตวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 ให้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีกว่าวิธีที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่าขั้นตอนของการละลายแป้ง และลำดับการเติมส่วนผสมก่อน-หลังมีผลต่อคุณลักษณะเนื้อสัมผัสของกอลาแม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Zobel และ Stephen [9] รายงานว่าการเกิดเจลลิตินในเซชันของเม็ดแป้ง เริ่มจากเม็ดแป้งดูดซึมน้ำเย็นได้อย่างจำกัด และเกิดการพองตัวแบบผันกลับได้เนื่องจากแรงระหว่าง micelles ยึดหยุ่นได้จำกัด ความหนืดของสารแขวนลอยจะไม่เพิ่มขึ้นจนเห็นได้ชัด เม็ดแป้งยังคงรักษารูปร่างและโครงสร้าง เมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้น้ำแป้งจนถึง 65 องศาเซลเซียส เม็ดแป้งจะพองตัวอย่างรวดเร็วและดูดซึมน้ำมากเกิดการพองตัวแบบผันกลับไม่ได้ เม็ดแป้งเกิดการแตกตัว อะมิโลสจะหลุดออกมาภายนอก เรียกการเกิดเจลลิตินในเซชัน การเติมน้ำตาลและกลูโคสไซรัปจะปลดปล่อยปริมาณน้ำที่จะทำปฏิกิริยา

กับแป้ง ทำให้ต้องใช้อุณหภูมิสูงแบ่งจึงเกิดการเจลลิตินในเซชัน [10] ในการเจลลิตินในเซชันโมเลกุลอะมิโลสสามารถเข้าทำปฏิกิริยากับไขมันได้มากขึ้นซึ่งก่อให้เกิดผลึกสารประกอบเชิงซ้อนทำให้อะมิโลสหลุดออกมานอกเม็ดแป้งน้อยลง ทำให้ลดการเกิดการคืนตัวของแป้ง [11]

3.3 ผลการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสระหว่างการเก็บรักษา

การสุ่มตัวอย่างกอลาแมทั้ง 2 วิธี ที่บรรจุในฟิล์ม metalized CPP/OPP และฟิล์ม OPP/CPP เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 75 วัน ตรวจทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัสทุก 15 วัน ผลการทดลองดังตารางที่ 3 พบว่าลักษณะความยืดหยุ่น (ความสามารถในการยืดตัว) ของกอลาแมลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากผู้ประกอบการ [1] เมื่อพิจารณาลักษณะความยืดหยุ่น (ค่าความสามารถในการยืดตัว) พบว่ากอลาแมวิธีที่ 2 (ต้มกะทิ) ทั้งที่บรรจุฟิล์ม Metalized CCP/

OPP และฟิล์ม OPP/CPP รักษาลักษณะความยืดหยุ่นของเนื้อกอละแมไว้ได้ดีกว่ากอละแมวิธีที่ 1 (ไม่ต้มกะทิ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากการต้มกะทิทำให้ไขมันแตกตัวโปรตีนที่มีอยู่ในกะทิเกิดการ coagulate ไขมันอยู่ในรูปที่สามารถไปจับกับโมเลกุลของอะมิโนได้ดี ทำให้ลดการเกิดการคั่วตัวของแป้ง [12] และการเกิดการคั่วตัวของแป้งจะลดลงหากไขมันที่เติมมีกรดไขมันขนาดเล็ก อีกทั้งยังเพิ่มความคงตัวของโครงสร้างของเม็ดแป้ง ป้องกันการหลุดของอะ

มิโนสให้ความร้อน [3] สำหรับชนิดของบรรจุภัณฑ์ทั้งสองชนิดไม่พบความแตกต่างที่มีผลต่อลักษณะความยืดหยุ่นของกอละแมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าความสามารถในการยึดตัวของกอละแมกับลักษณะความยืดหยุ่นที่ปรากฏพบว่าหากลักษณะความยืดหยุ่นน้อยเนื้อสัมผัสของกอละแมจะเริ่มร่วนเมื่อวัดค่าความสามารถในการยึดตัวของกอละแมมีค่าต่ำกว่า 35 มม.

ตารางที่ 3 ผลของกระบวนการผลิตที่มีต่อเนื้อสัมผัสของกอละแมระหว่างการเก็บรักษา

อายุการเก็บ (วัน)	ลักษณะความยืดหยุ่น (ระยะที่ยึดได้เป็น มม.)			
	กอละแมวิธีที่ 1 (ไม่ต้มกะทิและกวนโดยแยกเติมส่วนผสม)		กอละแมวิธีที่ 2 (ต้มกะทิและกวนโดยแยกส่วนผสม)	
	ถุง OPP/CPP	ถุง Metalized	ถุง OPP/CPP	ถุง Metalized
0	>225	>225	>225	>225
15	176.61 ^b ±6.9	140.82 ^d ±11.5	152.02 ^a ±10.2	192.30 ^b ±3.9
30	95.38 ^d ±11.6	111.62 ^c ±7.5	126.83 ^b ±6.8	165.47 ^a ±8.6
45	37.13 ^c ±4.7	43.04 ^{bc} ±2.7	49.62 ^b ±6.2	59.62 ^a ±3.6
60	25.15 ^c ±2.6	37.78 ^b ±2.0	44.17 ^a ±1.8	45.24 ^a ±2.3
75	24.24 ^c ±1.9	35.52 ^b ±1.0	42.15 ^a ±1.5	37.05 ^{ab} ±2.0

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับตัวเลขตามแนวนอนที่ต่างกันแสดงว่าตัวเลขมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4. สรุป

ผลการศึกษากระบวนการผลิตกอละแม 3 วิธี ขั้นตอนการเตรียมส่วนผสม ลำดับการเติมส่วนผสมมีผลต่อคุณภาพของกอละแมโดยเฉพาะอย่างยิ่งลักษณะเนื้อสัมผัสของกอละแม ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ผลวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมีพบว่ากอละแมวิธีที่ 3 ที่ได้จากการนำส่วนผสมทั้งหมดมาผสมรวมกันก่อนนำไปกวนจะให้กอละแมที่มีค่าความแข็งมากที่สุด ค่าความยืดหยุ่นและค่าความสามารถใน

การยึดตัวน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กอละแมวิธีที่ 1 (ไม่ต้มกะทิ) และวิธีที่ 2 (ต้มกะทิ) มีค่าความแข็งและความยืดหยุ่น ค่าความสามารถในการยึดตัวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อนำผลเปรียบเทียบกับกอละแมในท้องตลาด กอละแมทั้ง 3 วิธี มีความแข็ง ความยืดหยุ่น และความเหนียวมากกว่า ในด้านกลิ่นพบว่ากอละแมในท้องตลาดให้กลิ่นหอมกะทิและกลิ่นหอมหวานมากที่สุด เนื่องจากการเติมกลิ่นสังเคราะห์ ผลวิเคราะห์ทางเคมีพบว่ากอละแมวิธีที่ 2

มีค่า TBA สูงกว่าวิธีอื่นแต่มีค่า TBA น้อยกว่ากาละแม ในห้องตลาดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กาละแมวิธีที่ 1 และ 2 เมื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัส ระหว่างการเก็บรักษาในฟิล์ม Metalized CPP/OPP และฟิล์ม OPP/CPP ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 75 วัน พบว่ากาละแมวิธีที่ 2 (ต้มกะทิ) ทั้งแบบที่บรรจุฟิล์ม Metalized CCP/OPP และฟิล์ม OPP/CPP คงลักษณะความยืดหยุ่นของเนื้อกาละแมไว้ ได้ดีกว่ากาละแมวิธีที่ 1 (ไม่ต้มกะทิ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นในการพัฒนากระบวนการผลิตกาละแมเพื่อการยืดอายุการเก็บรักษาให้นานกว่า 30 วัน นั้น ควรการประยุกต์กระบวนการผลิตกาละแมด้วยวิธีที่ 2 คือ การนำส่วนผสมที่เป็นหัวกะทิมาเคี่ยวเดือด 10 นาที เติมน้ำตาลทรายและน้ำตาลปีบ เคี่ยวเดือด 5 นาที แล้วเติมลงในแป้งที่กวนไว้และกวนต่อจนเหนียว ไม่ติดมือ นำไปบรรจุด้วยฟิล์มพลาสติก OPP/ CPP หรือ Metalized CCP/OPP จะช่วยรักษาเนื้อสัมผัสไว้ ได้นานขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ผลิตกาละแม จังหวัด เชียงใหม่ ที่ให้ข้อมูลและตัวอย่างกาละแมเพื่อการศึกษาในครั้งนี้

6. รายการอ้างอิง

- [1] รัตนา อัดตปัญญา, 2544, สถานการณ์การผลิต กาละแม, รายงานการประชุมโครงการกาละแม, คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- [2] กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ, 2546, เทคโนโลยีของแป้ง, พิมพ์ครั้งที่ 4, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 327 น.
- [3] Friedman, R.B., 1995, Interactions of Star-

ches in Foods, pp. 117-198, In Gaonka, A.G. (Ed.), Ingredients Interac-tions: Effects on Food Quality, Marcel Dekker, New York.

- [4] Swinkels, J.J.M., 1985, Sources of Starch, Its Chemistry and Physics, pp. 15-46, In Beynum, van G.A. and Roles, J.A. (Eds.), Starch Conversion Technology, Marcel Dekker, New York.
- [5] Qiang, L. and Thompson, D.B., 1998, Retrogradation of Du Wx and Su2Wx Maize starches after different gelatinization heat treatments, Cereal Chem. 75: 868-874.
- [6] Fisher, D.K. and Thompson, D.B., 1997, Retrogradation of maize starch after thermal treatment within and above the gelatinization temperature range, Cereal Chem. 74: 344-351.
- [7] รัตนา อัดตปัญญา, ศรัล วรณพันธุ์, เจิมขวัญ สังข์สุวรรณ และปิยวรรณ สิมะไพศาล, 2547, การพัฒนากาละแมเพื่อการส่งออกศึกษาวิธียืดอายุ การเก็บรักษาและชนิดบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม, รายงานฉบับสมบูรณ์, โครงการวิจัยพัฒนาและ วิสวกรรม, ศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ, สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, ปทุมธานี.
- [8] Pearson, D., 1973, Laboratory Techniques in Food Analysis, Marcel Dekker, New York. 315 p.
- [9] Zobel, H.F. and Stephen, A.M., 1995, Starch: Structure, Analysis, and Applica-tion, pp. 9-16, In Stephen, A.M. (Ed.), Food Polysaccharides and Their Application, Marcel

- Dekker, Inc., New York.
- [10] Bean, M.M and Setser, C.S., 1992, Polysaccharide, Sugar, Sweeteners, pp. 69-198, In Brovers, J. (Ed.), Food Theory and Applications, Macmillan Publishing Co., New York.
- [11] Hoover, R. and Senanayake, N., 1996, Effect of sugars on the thermal and retrogradation properties of oat starches, J. Food Biochem. 20: 65-83.
- [12] ณรงค์ นียมวิทย์, 2538, ธัญชาติและพืชหัว, ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.