

ผลของแซนแทนกัมและกระบวนการผลิตต่อการยืดอายุการเก็บรักษา

กาะแม : กาะแมแม่ประคอง จังหวัดพัทลุง

Effect of Xanthan Gum and Processing on Shelf Life Extension of

Karamae: Karamae Maeparkong, Phatthalung

ขนิษฐา พันชุกกลาง * และ อภิชาติ พันชุกกลาง

Khanittha Punchuklang * and Apichart Punchuklang

Received: 14 January 2021, Revised: 4 October 2021, Accepted: 9 November 2021

บทคัดย่อ

กาะแมเป็นขนมไทยที่มีแป้งเป็นส่วนประกอบหลักจึงมีอายุการเก็บรักษาสั้น 7-14 วัน โดยมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็งขึ้นเนื่องจากการคั่วของแป้งและมีกลิ่นหืน ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของแซนแทนกัมร่วมกับกระบวนการผลิตต่อการยืดอายุการเก็บรักษา กาะแม โดยมีการจัดตั้งทดลองด้วยวิธีแฟกทอเรียล 2×3 ในแผนการทดลองแบบสุ่มโดยตลอด ปัจจัยที่ศึกษามี 2 ปัจจัย ได้แก่ วิธีการผลิตกาะแม 2 ระดับ คือ วิธีที่ 1 กวนโดยเติมส่วนผสมที่ละส่วนและไม่ต้มกะทิ (วิธีมาตรฐาน) และวิธีที่ 2 กวนโดยเติมส่วนผสมที่ละส่วนและใช้กะทิต้มกับน้ำตาลก่อนเติมในส่วนผสม และศึกษาปริมาณการเติมแซนแทนกัม 2 ระดับ ที่ร้อยละ 0.25 และ 0.5 ของน้ำหนักแป้ง บรรจุในถุงไนลอนในสภาวะสุญญากาศร่วมกับการใช้สารดูดซับออกซิเจน เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 49 วัน แล้วทำการตรวจสอบคุณลักษณะของกาะแมทุก 7 วัน พบว่าปริมาณความชื้นของกาะแมวิธีมาตรฐานที่ไม่เติมแซนแทนกัมและสารดูดซับออกซิเจนและวิธีมาตรฐานที่ไม่เติมแซนแทนกัมแต่เติมสารดูดซับออกซิเจน มีอัตราการสูญเสียความชื้นลดลงอย่างรวดเร็ว เท่ากับ ร้อยละ 36 และ 32 ตามลำดับ ในขณะที่กาะแมที่เติมแซนแทนกัมมีอัตราการสูญเสียความชื้น เท่ากับ ร้อยละ 4-15 โดยกาะแมวิธีที่สองที่เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.5 มีค่า L^* และค่าความแข็งเพิ่มขึ้น ($p>0.05$) เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น นอกจากนี้กาะแมวิธีมาตรฐานที่ไม่เติมแซนแทนกัมมีคะแนนความชอบทุกด้านลดลง ($p\leq 0.05$) ในวันที่ 14 ในขณะที่กาะแมที่เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.5 มีคะแนนความชอบลดลงในวันที่ 28 โดยกาะแมวิธีที่สองที่เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.5 มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด ซึ่งสามารถยืดอายุการเก็บรักษา กาะแม ได้จากเดิม 7 วัน เป็น 28 วัน

คำสำคัญ: กาะแม, แซนแทนกัม, การยืดอายุการเก็บรักษา, สารดูดซับออกซิเจน, กาะแมแม่ประคอง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

Faculty of Agricultural Technology, Songkhla Rajabhat University, Khao Roob Chang, Muang, Songkhla 90000, Thailand.

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): Khanittha.mu@skru.ac.th

ABSTRACT

Karamae, a Thai traditional dessert, only lasts 7 to 14 days before becoming harder from retrograded and rancid starch. The purpose of this research was to examine the combined effect of xanthan gum (XN) and processing methods on the extension of Karamae's shelf life. Karamae processing was used at two levels in a factorial 2×3 completely randomized design. The first method involved adding each ingredient one at a time while using fresh coconut milk (the standard method), and the second method involved doing the same while using boiled coconut milk sweetened with sugar. Two levels of XN content were studied at 0.25, and 0.5% of starch weight. Karamae was preserved in a nylon bag with vacuum condition and oxygen absorbers at room temperature (30 °C) for 49 days. The characteristics of all samples were determined every 7 days. The results revealed that the moisture loss of Karamae (without XN) with and without oxygen absorber dramatically decreased after a 49-day storage at 32 and 36% whereas the sample containing XN displayed a moisture loss of 4-15%. Moreover, the L* and hardness increased ($p>0.05$) with longer storage times in the second method using 0.5% XN. In addition, after 14 days of storage, the overall preference scores of the standard method processing of Karamae without XN and oxygen absorber significantly reduced ($p\leq0.05$). However, the overall preference scores were lower at 28 days for both methods with 0.5% XN. The findings indicated that the standard method with 0.5% XN showed the highest overall preference scores. As a result, the shelf life of Karamae could be prolonged from 7 days to 28 days of storage time using the combination method of the second method and 0.5% XN.

Key words: Karamae, xanthan gum, shelf life extension, oxygen absorber, Karamae Maeprakong

บทนำ

กอละแมเป็นขนมไทยพื้นบ้านที่ทำจากแป้งข้าวเหนียว กะทิ น้ำตาลปึกที่กวนจนเหนียว ปัจจุบันมีการผลิตในตลาดและมีการจำหน่ายแพร่หลาย โดยมีลักษณะการผลิตเป็นแบบอุตสาหกรรมขนาดย่อมทำการผลิตและจำหน่ายในลักษณะเป็นของฝากหน้าร้าน อย่างไรก็ตามบางร้านมีความต้องการกระจายสินค้าไปยังต่างจังหวัดและมีความต้องการส่งออกไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศ แต่มีปัญหาเรื่องอายุการเก็บรักษา กอละแมที่มีอายุการเก็บรักษาสั้นประมาณ 7 วัน โดยกอละแมจะมีกลิ่นเหม็นหืนและเนื้อสัมผัสมีลักษณะเปลี่ยนจากลักษณะเนื้อนุ่มเหนียวยืดหยุ่นเปลี่ยนเป็นเนื้อรวนแห้งและแข็ง (Attabhanyo *et al.*,

2017) ซึ่งเป็นดัชนีสำคัญในการบ่งชี้คุณภาพของผลิตภัณฑ์กอละแม

การเกิดรีโทรเกรเดชันของสตาร์ช (starch retrogradation) หรือการคืนตัวของแป้งเป็นปรากฏการณ์ที่ขึ้นอยู่กับเวลาและอุณหภูมิ ซึ่งนำไปสู่การเกิดผลึกบางส่วนในองค์ประกอบของสตาร์ชภายหลังการเกิดกระบวนการเจลาติไนซ์เซชัน การเกิดรีโทรเกรเดชันมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ การยอมรับของผู้บริโภค และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่เมื่อเกิดรีโทรเกรเดชันทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์และการยอมรับของผู้บริโภคลดต่ำลง เช่น ทำให้เกิดการเสื่อมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมอบ และผลิตภัณฑ์อาหารอื่นที่มีสตาร์ชเป็นองค์ประกอบ

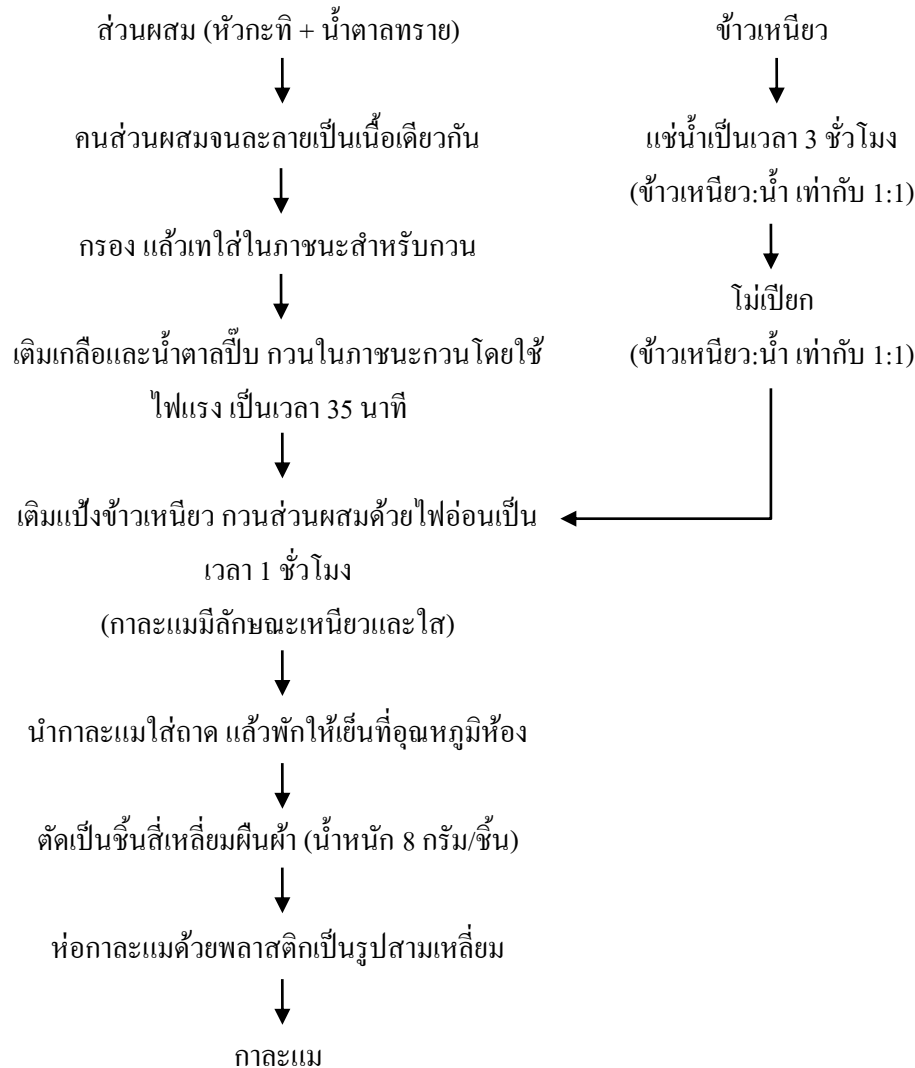
(Wang *et al.*, 2015) ผลิตภัณฑ์สูญเสียความสามารถในการอุ้มน้ำ (Limsangouan *et al.*, 2018) เกิดการสูญเสียความชื้นทำให้เนื้อแป้งแข็งกระด้าง โดยสาเหตุเกิดจากการคั่นตัวของแป้ง ซึ่งการคั่นตัวของแป้งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ชนิดของแป้ง ความเข้มข้นของแป้ง กระบวนการให้ความร้อน กระบวนการให้ความเย็น อุณหภูมิ ระยะเวลา ความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย ปริมาณ และขนาดของอะมิโลสและอะมิโลเพกทิน โดยเกิดการจับกันใหม่ของสายอะไมโลสซึ่งเป็นโมเลกุลสายสั้นภายในเม็ดแป้งภายหลังเม็ดแป้งแตกออกหรือเกิดเจลาติไนซ์เซชัน เกิดเป็นร่างแหและมีการบีบน้ำออกจากโครงข่ายเรียกว่าการสูญเสียน้ำ (syneresis) ซึ่งการจับตัวกันของอะไมโลสจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรกของการเกิดรีโทรเกรเดชันและเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นก็จะเกิดรีโทรเกรเดชันเนื่องจากการจับตัวกันของสายอะไมโลเพกทิน (Whistler *et al.*, 1984; Sobolewska-Zielinska and Fortuna, 2010) วิธีที่สามารถป้องกันการเกิดรีโทรเกรเดชันมีหลายวิธี เช่น การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในที่ที่มีความชื้นสูงหรือการควบคุมความชื้นในการเก็บรักษาแต่ยังมีโอกาสในการเกิดรีโทรเกรเดชันในระยะยาวส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ได้ การเติมสารอิมัลซิไฟเออร์และสารลดแรงตึงผิว เช่น กลีเซอรอล โมโนสเตียเรท โมโนกลีเซอไรด์ เป็นต้น ซึ่งทำหน้าที่เป็นสารช่วยให้เนื้อนุ่ม และยังสามารถเกิดการจับตัวเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับอะไมโลสในองค์ประกอบของสตาร์ชได้ซึ่งสามารถป้องกันการแน่นตัวของผลิตภัณฑ์ได้ (Seeta *et al.*, 2016) นอกจากนี้การใช้ไฮโดรคอลลอยด์ในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อป้องกันการเกิดรีโทรเกรเดชันของสตาร์ช ในระหว่างการเก็บรักษาโดยการปรับปรุงคุณสมบัติการไหลและลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร (Seeta *et al.*, 2016) ซึ่งจากการศึกษาผลของโพลิแซ็กคาไรด์

ต่อการเกิดรีโทรเกรเดชันของสตาร์ชแป้งข้าวสาลี หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน พบว่าการเติมโพลิแซ็กคาไรด์และคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสร้อยละ 5 สามารถป้องกันการเกิดรีโทรเกรเดชันของเจลแป้งข้าวสาลีได้โดยมีอัตราการเกิดรีโทรเกรเดชันของตัวอย่างน้อยกว่าเจลที่ไม่เติมโพลิแซ็กคาไรด์แปดเท่าและสองเท่าตามลำดับ (Zhou *et al.*, 2008) นอกจากนี้จากการศึกษา พบว่าการเติมแซนแทนกัมร้อยละ 5 สามารถยับยั้งการเกิดรีโทรเกรเดชันของเจลสตาร์ชมันสำปะหลังที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสได้ในระยะยาว (Pongsawatmanit *et al.*, 2013) นอกจากนี้ปัจจัยด้านความแข็งของผลิตภัณฑ์ กาละเมที่เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ กาละเมแล้ว ปัจจัยด้านกลิ่นหืนซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันระหว่างน้ำมันและออกซิเจนในระหว่างการเก็บรักษาและการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ยังเป็นอีกปัจจัยที่มีความสำคัญต่อคุณภาพของกาละเม โดยการใช้ระบบการบรรจุที่สามารถชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและการเจริญของจุลินทรีย์ เช่น การบรรจุในสภาวะที่เหมาะสมในบรรจุภัณฑ์ที่ปรับสภาพบรรยากาศ การบรรจุในภาวะสุญญากาศร่วมกับสารดูดซับออกซิเจน เพื่อชะลอการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ กาละเม นอกจากนี้จากการศึกษาพบว่าวิธีการกวนกาละเมมีผลต่อความแข็งของกาละเมในระหว่างการเก็บรักษาซึ่งพบว่าวิธีการกวนกาละเมโดยการเติมน้ำกะทิก่อนแล้วนำมาผสมกับส่วนผสมน้ำตาลทราย จะทำให้ไขมันแตกตัวทำให้โปรตีนที่มีอยู่ในกะทิเกิดการตกตะกอนและทำให้ไขมันอยู่ในรูปที่สามารถจับกับโมเลกุลของอะไมโลสได้ดีทำให้ลดการเกิดการคั่นตัวของแป้งและการเกิดการคั่นตัวของแป้งจะลดลงหากไขมันที่เดิมมีกรดไขมันขนาดเล็ก โดยกาละเมมีค่าความแข็งน้อยกว่ากาละเมที่กวนโดยนำส่วนผสมทั้งหมดมาผสมรวมกันก่อนนำไปกวน (Attabhanyo *et al.*, 2017)

สัมผัส Texture Analyzer (TA.XT2 Plus) ใช้หัววัดเป็นใบมีดเดี่ยว (HPD/BS Blade set with knife)

- ทดสอบคุณลักษณะด้านประสาทสัมผัสโดยการประเมินคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ

สี กลิ่น กลิ่นรส ความนุ่มเหนียว และความชอบโดยรวมของกาดะแมด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) โดยใช้ผู้ทดสอบชิมทั่วไปจำนวน 30 คน



ภาพที่ 1 การผลิตกาดะแมวิธีมาตรฐาน, Dechprarom (2018)

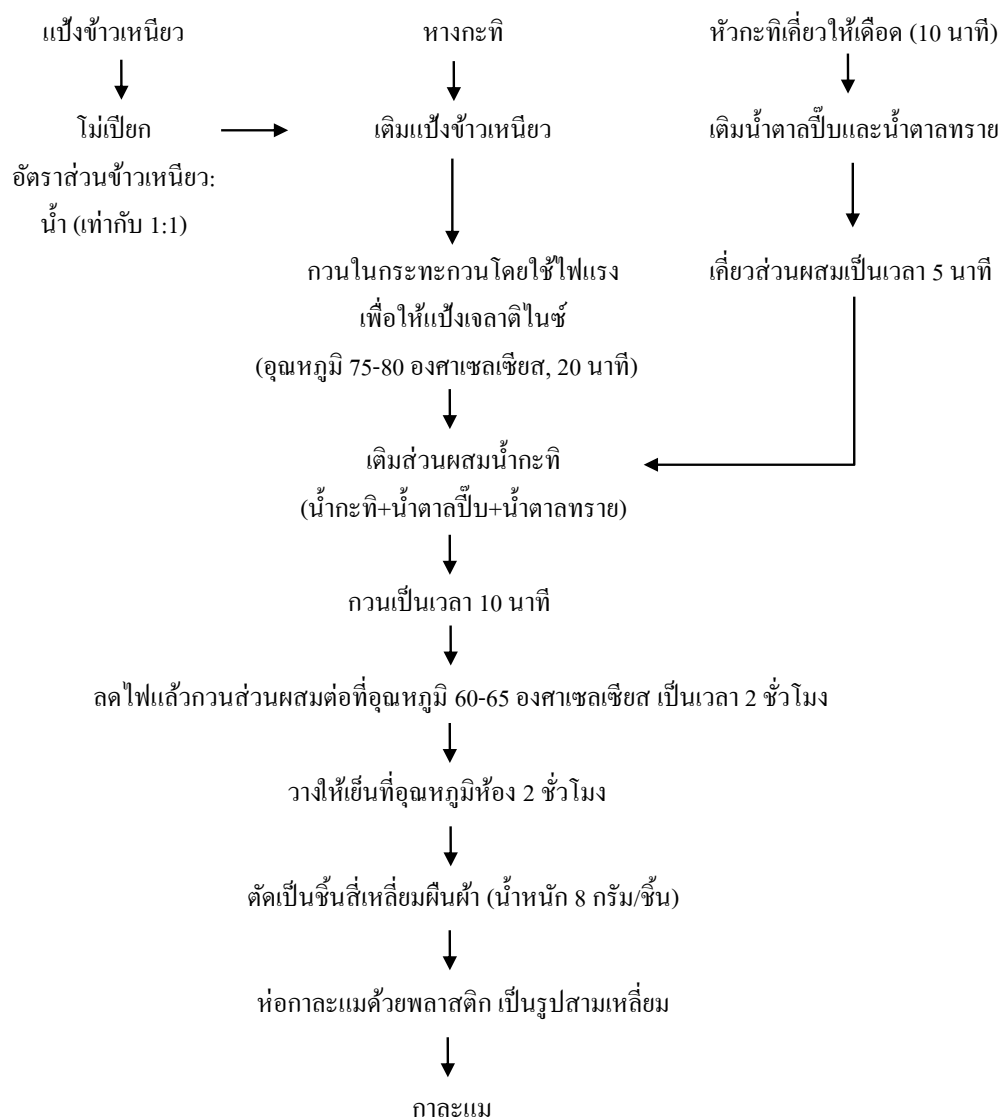
2. ศึกษาผลของแซนแทนกัมและกระบวนการผลิตต่อการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กาดะแม

ทำการเตรียมกาดะแมตามสูตรมาตรฐานดังข้อ (1) และเติมแซนแทนกัมที่ระดับร้อยละ 0, 0.25 และ 0.50 ของน้ำหนักแป้งข้าวเหนียว แล้วผลิตกาดะแมด้วยวิธีที่แตกต่างกัน 2 วิธีคือ วิธีแรก การผลิต

กาดะแมวิธีมาตรฐาน (ภาพที่ 1) กวนโดยเติมส่วนผสมที่ละส่วนและไม่ต้มกะทิ และวิธีที่สอง การผลิตกาดะแมวิธีที่ 2 กวนโดยการเติมส่วนผสมที่ละส่วนโดยการนำน้ำกะทิต้มกับน้ำตาลทรายและน้ำตาลปีบก่อนเติมในส่วนผสม (Attabhanyo *et al.*, 2017) ดังภาพที่ 2

ทำการเก็บรักษากระดาษที่ผลิตได้จากทั้งสองวิธี โดยการเก็บรักษากระดาษที่ห่อเป็นรูปสามเหลี่ยมด้วยถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีน (Polypropylene) ในบรรจุภัณฑ์ถุงในลอนในสภาวะสุญญากาศร่วมกับการใช้สารดูดซับออกซิเจน โดยให้ตัวอย่างที่ไม่เติมแซนแทนกัมและไม่ใช้สารดูดซับออกซิเจนในสภาวะการบรรจุแบบปกติในถุงร้อนใสหรือถุง PP เป็นตัวอย่างควบคุม แล้วทำการเก็บรักษากระดาษที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 49 วัน ทำการสุ่มตรวจคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์

ทุกๆ 7 วัน (ดังแสดงรายละเอียดการตรวจสอบในข้อที่ 1) ออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียล (2×3 Factorial in Completely Randomized Design : CRD) ได้ทั้งหมด 6 ชุดการทดลอง การศึกษาด้านประสาทสัมผัส ใช้การวางแผนแบบบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design : RCBD) ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการทดลอง (Analysis of variance : ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test : DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ



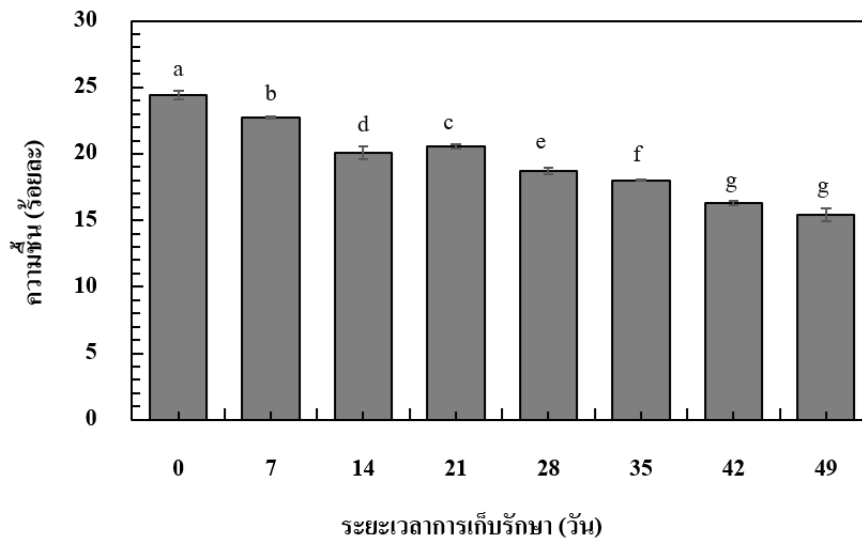
ภาพที่ 2 การผลิตกระดาษวิธีที่ 2, Attabhanyo *et al.* (2017)

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

1. คุณลักษณะของกาละแมสูตรมาตรฐานระหว่างการเก็บรักษา

จากการศึกษาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์กาละแมสูตรมาตรฐานที่ทำการเก็บรักษาเป็นเวลา 49 วัน พบว่าปริมาณความชื้นมีแนวโน้มลดลง (ภาพที่ 3)

ส่วนค่าสี L^* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($p>0.05$) ค่า a^* และ b^* มีแนวโน้มลดลง ($p>0.05$) ในระหว่างการเก็บรักษา (ตารางที่ 2) เนื่องจากอิทธิพลของการสูญเสียความชื้นของผลิตภัณฑ์กาละแมและการเกิดรีโทรเกรเดชั่นหรือการคืนตัวของแป้งในระหว่างการเก็บรักษา กาละแม



ภาพที่ 3 ปริมาณความชื้นของกาละแมสูตรมาตรฐานที่บรรจุในถุง PP ในสภาวะปกติที่ไม่ใช้สารดูดซับออกซิเจน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 49 วัน

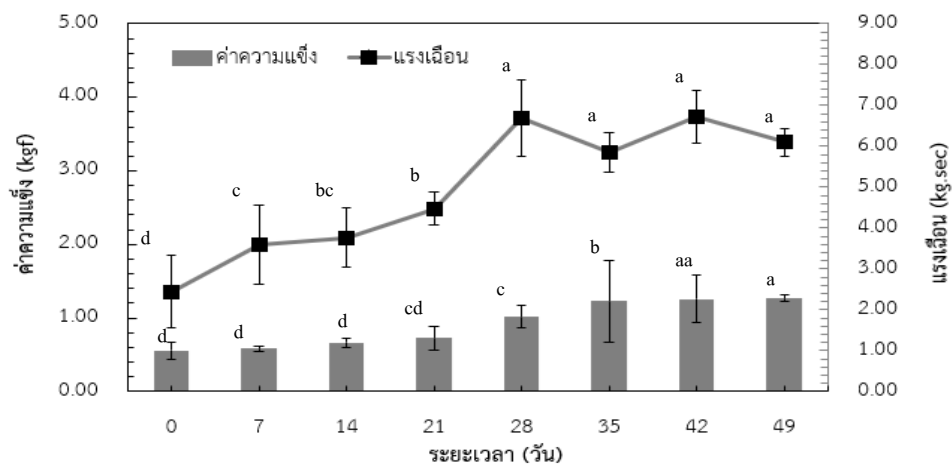
ตารางที่ 2 ค่าสี L^* , a^* และ b^* ของกาละแมสูตรมาตรฐานที่บรรจุในถุง PP ในสภาวะปกติที่ไม่ใช้สารดูดซับออกซิเจน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 49 วัน

ระยะเวลา (วัน)	ค่าสี		
	L^*	a^*	b^*
0	15.21±0.21 ^b	9.99±1.46 ^a	12.23±0.86 ^{ab}
7	14.88±0.96 ^b	10.42±0.16 ^a	13.43±1.07 ^a
14	14.88±0.85 ^b	10.44±0.34 ^a	11.71±0.87 ^{bc}
21	15.25±1.98 ^b	9.32±0.53 ^a	12.06±0.28 ^{ab}
28	15.60±0.72 ^b	7.28±0.34 ^d	11.58±0.90 ^{bc}
35	20.94±0.55 ^a	5.43±0.32 ^c	11.74±0.59 ^{bc}
42	21.50±0.83 ^a	5.65±0.42 ^c	10.60±0.70 ^c
49	20.06±1.66 ^a	8.46±0.06 ^b	10.72±0.65 ^c

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาค่าความแข็งและแรงเฉือนของกอละแมสูตรมาตรฐาน พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นส่งผลให้กอละแมมีค่าความแข็งและค่าแรงเฉือนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยกอละแมเริ่มมีลักษณะเนื้อสัมผัสแข็งหลังจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน (ภาพที่ 4) ทั้งนี้เนื่องจากการสูญเสียความชื้นในระหว่างการเก็บรักษาโดยเกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างของความดันไอน้ำในอาหารกับความดันไอน้ำในบรรยากาศทำให้ความชื้นเกิดการถ่ายเทออกจากชิ้นอาหารประกอบกับการเกิดรีโทรเกรเดชันของสตาร์ชในระหว่างการเก็บรักษา โดยในกระบวนการผลิตกอละแมจะเกิดกระบวนการเจลาติไนเซชันของเม็ดสตาร์ชทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดความหนืดและใสมากขึ้นซึ่งเกิดขึ้นหลังจากการให้ความร้อนในระหว่างการกวนแป้ง โดยจะทำให้เม็ดแป้งเกิดการดูดซับน้ำและมีการพองตัวเพิ่มขึ้นจนเม็ดแป้งแตกออก และทำให้เม็ดแป้งเกิดสภาพการละลายมากขึ้นโดยมีโครงสร้างอะไมโลสและอะไมโลเพกตินกระจายหลุดออกจากเม็ดแป้ง และเมื่อปล่อยให้ผลิตภัณฑ์กอละแมเย็นตัวลงระหว่างรอการเซตตัวจะทำให้โมเลกุลอะไมโลสและอะไมโลเพกตินกลับมาจัดเรียงตัวกันใหม่อย่างมีระเบียบด้วยพันธะ

ไฮโดรเจนแบบเกลียวคู่ในรูปผลึกที่มีความแข็งแรงกว่าเดิม เกิดเป็นโครงร่างตาข่ายสามมิติมีลักษณะเป็นเจล เรียกกระบวนการนี้ว่ารีโทรเกรเดชัน หรือ การคืนตัวของแป้ง (Sriroth and Piyachomkwan, 2007) ซึ่งการเกิดรีโทรเกรเดชันจะเกิดอย่างช้าๆ ในช่วงแรกและจะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นจนทำให้เกิดผลึกแข็ง (crystalline) ของโครงสร้างซึ่งมีลักษณะการเรียงตัวที่แน่นมากขึ้นและบีบน้ำออกจากเจล เรียกว่า ซินเนอริซิส (syneresis) ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นลดลงและมีลักษณะที่แห้งแข็งและกระด้าง (Sriroth and Piyachomkwan, 2007; Ratithammatorn, 2016) สอดคล้องกับการศึกษาสภาวะการเก็บรักษาต่อการยืดอายุการเก็บรักษาข้าวหลามโดยพบว่าค่าความแข็งของข้าวหลามมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้นเนื่องจากการเกิดรีโทรเกรเดชันของข้าวเหนียว (Changso, 2020) ซึ่งการคืนตัวของแป้งจะมีผลโดยตรงต่อคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของอาหาร โดยแป้งที่มีการคืนตัวน้อยกว่าจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเนื้อสัมผัสนุ่มกว่าแป้งที่มีการคืนตัวมากกว่า โดยเฉพาะในระหว่างการเก็บรักษาจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะแห้งและรวนกว่า (Phuphechr et al., 2009)



ภาพที่ 4 ค่าความแข็งและแรงเฉือนของกอละแมสูตรมาตรฐานที่บรรจุในถุง PP ในสภาวะปกติที่ไม่ใช้สารดูดซับออกซิเจนระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 49 วัน

จากการประเมินคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของกาสะแมสูตรมาตรฐานที่ระยะเวลาการเก็บรักษาเริ่มต้น 0 วัน (ตารางที่ 3) พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส (กลิ่นหืน) ความนุ่มเหนียว และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบมาก (7.33-7.50) และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นส่งผลให้คะแนนความชอบด้านต่างๆ ลดน้อยลง โดยมีคะแนนลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจนที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 14 วัน

ซึ่งคะแนนความชอบด้าน กลิ่นรส ความเหนียวนุ่ม และความชอบโดยรวม เท่ากับ 6.73, 7.07 และ 7.17 ตามลำดับ เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหืนและมีเนื้อสัมผัสแห้งแข็ง กระด้าง อันเป็นผลมาจากการการสูญเสียความชื้นของผลิตภัณฑ์กาสะแมและเกิดรีโพรเกรเดชั่นของสตาร์ชดังกล่าวข้างต้น และการเกิดกลิ่นหืนเนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันจากน้ำมันที่ใช้ทาผาครอบใส่กาสะแมหลังกวนเสร็จและรอการเซตตัว

ตารางที่ 3 คะแนนทดสอบคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของของกาสะแมสูตรมาตรฐานที่บรรจุในถุง PP ในสภาวะปกติที่ไม่ใช้สารดูดซับออกซิเจนระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 42 วัน

ระยะเวลา (วัน)	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น (กลิ่นหืน)	กลิ่นรส	ความนุ่ม เหนียว	ความชอบ โดยรวม
0	7.50±0.63 ^a	7.50±0.57 ^a	7.50±0.73 ^a	7.57±0.68 ^a	7.33±0.61 ^a	7.50±0.73 ^a
7	7.30±0.53 ^{ab}	7.67±0.48 ^a	7.33±0.61 ^{ab}	7.13±0.63 ^{ab}	7.47±0.82 ^a	7.37±0.76 ^a
14	7.40±0.67 ^{ab}	7.60±0.77 ^a	7.10±0.80 ^{bc}	6.73±0.98 ^{bc}	7.07±0.94 ^b	7.17±0.95 ^{ab}
21	7.10±0.76 ^{bc}	6.97±0.72 ^b	6.77±0.94 ^{cd}	6.60±0.86 ^c	6.57±0.86 ^b	6.80±0.76 ^b
28	6.43±0.63 ^c	7.03±0.76 ^b	6.63±0.49 ^d	6.77±0.57 ^{bc}	6.03±0.89 ^c	6.23±0.97 ^c
35	6.83±0.53 ^{cd}	7.13±0.78 ^b	6.10±0.76 ^c	4.83±0.87 ^d	6.00±0.82 ^c	6.27±0.78 ^c
42	6.67±0.61 ^{de}	6.47±0.63 ^c	4.20±0.89 ^f	3.67±0.96 ^c	5.40±0.85 ^d	5.83±0.75 ^c

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
 ไม่มีการทดสอบชิมในวันที่ 49 เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหืนและมีลักษณะแข็งมาก

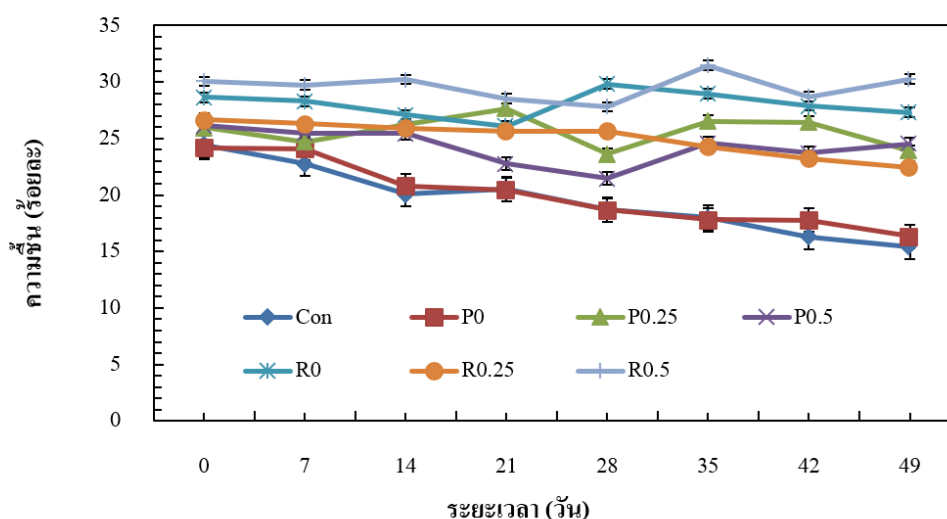
2. ผลของแซนแทนกัมและกระบวนการผลิตต่อการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กาสะแม

จากการศึกษาผลของแซนแทนกัมและวิธีการผลิตกาสะแมต่อการยืดอายุการเก็บรักษา กาสะแม โดยทำการศึกษาการเติมแซนแทนกัมที่ระดับร้อยละ 0.25 และ 0.05 ของน้ำหนักแป้ง และผลิตกาสะแมด้วยวิธีการผลิตกาสะแมวิธีมาตรฐาน (กวนโดยเติมส่วนผสมที่ละส่วนและไม่ต้มกะทิ) และการผลิตกาสะแมวิธีที่ 2 (กวนโดยการเติมส่วนผสมและต้มกะทิ) และบรรจุในถุงไนลอนในสภาวะสุญญากาศร่วมกับการใช้สารดูดซับออกซิเจน แล้วทำการเก็บ

รักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 49 วัน (ใช้ตัวอย่างกาสะแมวิธีแม่ประกอบที่บรรจุในถุงโพลิโพรพิลีนและไม่ใช้สารดูดซับออกซิเจนเป็นชุดควบคุม) ทำการสุ่มตรวจสอบคุณภาพทุกสัปดาห์ พบว่าปริมาณความชื้นของกาสะแมชุดควบคุมและวิธีแม่ประกอบที่ไม่เติมแซนแทนกัม (สภาวะสุญญากาศร่วมกับการใช้สารดูดซับออกซิเจน) มีความชื้นลดลงอย่างรวดเร็วที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 49 วัน (ภาพที่ 5) คิดเป็นร้อยละ 36 และ 32 ตามลำดับ โดยกาสะแมที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศร่วมกับการใช้สารดูดซับออกซิเจนมีอัตราการลดลงของความชื้นน้อยกว่ากาสะแมที่บรรจุใน

สภาวะปกติ ทั้งนี้เนื่องจากการบรรจุในสภาวะสุญญากาศร่วมกับสารดูดซับออกซิเจนสามารถช่วยลดอัตราการถ่ายเทของความเร็วขึ้นได้ สอดคล้องกับการศึกษาวิธีการบรรจุที่เหมาะสมต่อการยืดอายุการเก็บรักษาข้าวหลามพบว่า การเก็บรักษาข้าวหลามแบบดั้งเดิมซึ่งเป็นบรรจุภัณฑ์ที่ไม่ได้ปิดสนิททำให้อุณหภูมิและอากาศชื้นผ่านเข้าออกได้มากกว่า ส่งผลให้เกิดการสูญเสียความชื้นมากกว่าและเกิดอัตราการลดลงของค่าวอเตอร์แอคทิวิตีมากกว่าการบรรจุแบบสุญญากาศ (Changso, 2020) นอกจากนี้การแช่แข็ง

สองวิธีที่เติมแซนแทนกัมมีอัตราการสูญเสียความชื้นน้อยกว่าชุดการทดลองที่ไม่เติมแซนแทนกัม โดยมีค่าอยู่ที่ร้อยละ 4-15 เนื่องจากไฮโดรคอลลอยด์มีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำที่ดีทำให้สามารถกักเก็บน้ำไว้ภายในโครงสร้างของกอลเมได้ระหว่างการเก็บรักษา ทั้งนี้การแช่แข็งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจากอัตราที่เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.5 มีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 49 วัน



ภาพที่ 5 ปริมาณความชื้นของกอลเมที่บรรจุในถุงไนลอนในสภาวะสุญญากาศร่วมกับการใช้สารดูดซับออกซิเจนระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 49 วัน (Con: ชุดควบคุม, P0; กอลเมวิธีที่ 1 ไม่เติมแซนแทนกัม, P0.25; กอลเมวิธีที่ 1 เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.25, กอลเมวิธีที่ 1 เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.50, กอลเมวิธีที่ 2 เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.25, กอลเมวิธีที่ 2 เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.50)

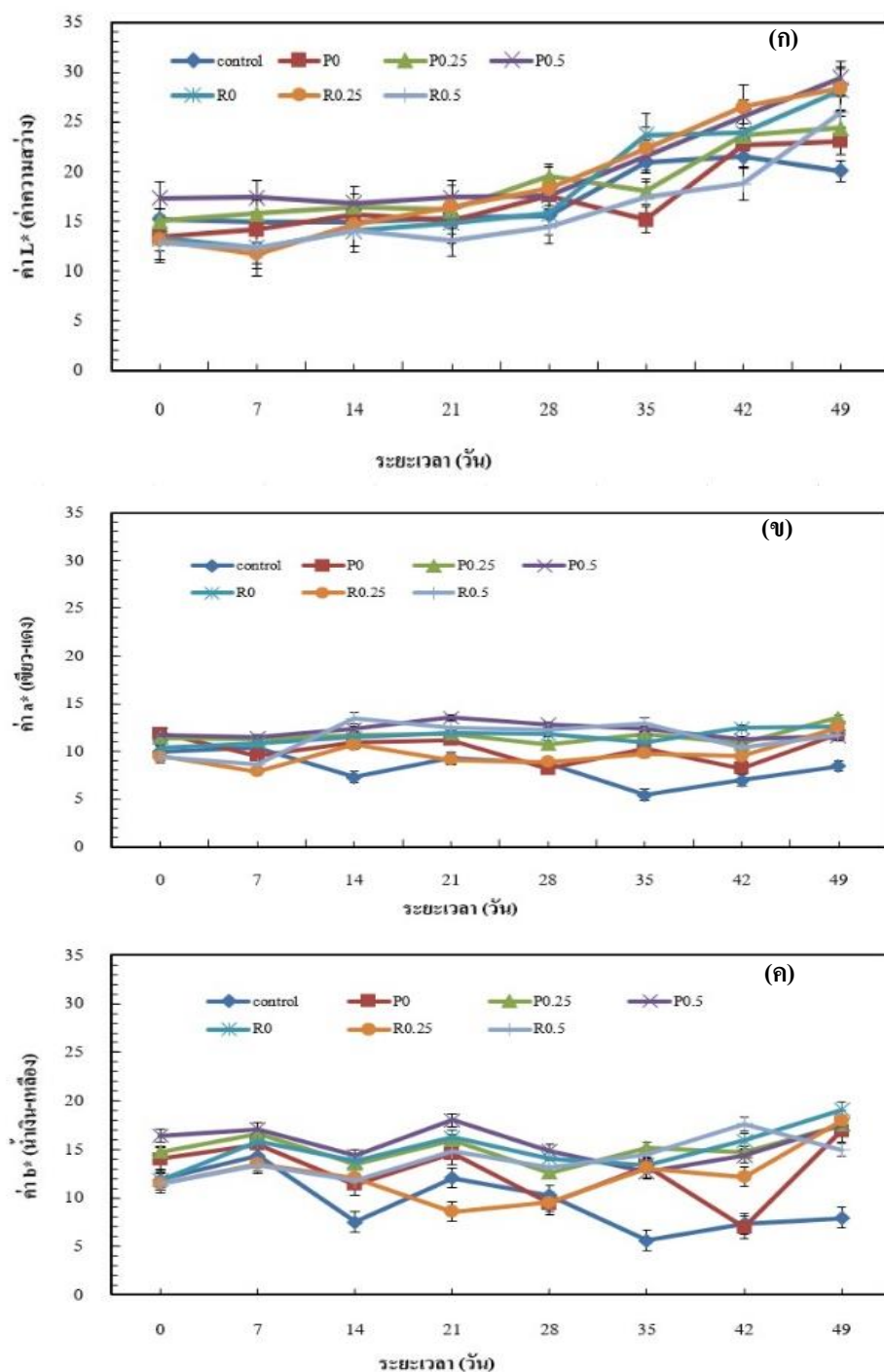
จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าสีของกอลเมในระหว่างการเก็บรักษา พบว่ากอลเมวิธีที่สองมีค่าความสว่าง (L^*) น้อยกว่ากอลเมวิธีมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากวิธีการกวนกอลเมที่แตกต่างกันทำให้วิธีที่สองใช้เวลาในการกวนกอลเมนานกว่าโดยใช้เวลา 2 ชั่วโมง เพื่อให้ได้กอลเมที่มีลักษณะเหนียว

หนึบ ในขณะที่การกวนกอลเมวิธีมาตรฐานใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ส่งผลให้กอลเมเกิดสีคาราเมลมากกว่า ค่า b^* ของกอลเมวิธีที่สองมีค่าต่ำสุด รองลงมาคือชุดควบคุมและวิธีมาตรฐาน ตามลำดับ โดยที่ระดับการเติมแซนแทนกัมที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อค่า L^* , a^* และ b^* ของกอลเมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ที่ระยะเวลา 0 วัน (ภาพที่ 6) เมื่อระยะเวลา

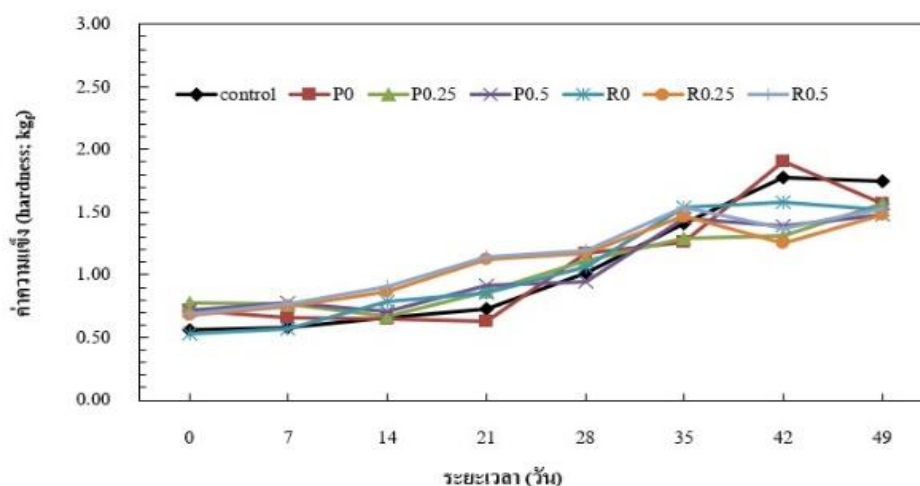
ในการเก็บรักษานานขึ้นส่งผลให้ค่าความ L^* เพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) เนื่องจากการเกิดรีโทรเกรเดชันหรือการคืนตัวของแป้งส่งผลให้แป้งเกิดการจับตัวกันมีลักษณะเป็นสีขาวขุ่นและมีความมันเงาลดลงเนื่องจากการสูญเสียของน้ำ ส่วนค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (L^*) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์คุณลักษณะเนื้อสัมผัสโดยการวิเคราะห์ค่าความแข็งของกาละแม (ภาพที่ 7) ที่ระยะเวลาเริ่มต้น เมื่อพิจารณาความแข็งของกาละแมที่ไม่เติมแซนแทนกัมพบว่ากาละแมวิธีที่สองมีความแข็งน้อยกว่าวิธีมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากอิทธิพลของวิธีการกวนกาละแมที่แตกต่างกันดังกล่าวข้างต้นซึ่งพบว่าวิธีการกวนกาละแมโดยการต้มน้ำกะทิก่อนแล้วนำมาผสมกับส่วนผสมน้ำตาลทรายจะทำให้ไขมันแตกตัวทำให้โปรตีนที่มีอยู่ในกะทิเกิดการตกตะกอนและทำให้ไขมันอยู่ในรูปที่สามารถจับกับโมเลกุลของอะไมโลสได้ดีทำให้ลดการเกิดการคืนตัวของแป้งและการเกิดการคืนตัวของแป้งจะลดลงหากไขมันที่เดิมมีกรดไขมันขนาดเล็ก โดยทั้งวิธีมาตรฐานและวิธีที่สองที่เติมแซนแทนกัมมีค่าความแข็งมากกว่ากาละแมที่ไม่เติมแซนแทนกัมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากไฮโดรคอลลอยด์เกิดการจับกันกับโครงสร้างอะไมโลสและอะไมโลเพคตินของโมเลกุลแป้งทำให้เกิดโครงข่ายที่แข็งแรง ในขณะที่เดียวกันก็จะไปขัดขวางการจับกันเองของอะไมโลสได้ในช่วงการเก็บรักษา (Sriroth and Piyachomkwan, 2007) โดยกาละแมที่เติมแซนแทนกัมที่ทั้งสองระดับมีค่า

ความแข็งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นค่าความแข็งของกาละแมชุดควบคุมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงสุดใกล้เคียงกับกาละแมชุดควบคุมที่บรรจุในสถานะปกติและไม่เติมสารดูดซับออกซิเจน ทั้งนี้เนื่องจากอิทธิพลของการทำเตาความชื้นในระหว่างการเก็บรักษาทำให้กาละแมเกิดการสูญเสียความชื้นและมีลักษณะที่แห้งแข็ง ประกอบกับการคืนตัวของแป้งในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งแป้งจะเกิดการจัดเรียงตัวของอะไมโลสเกิดเป็นโครงสร้างที่มีความแข็งแรง และขับน้ำออกจากโครงสร้าง (Sriroth and Piyachomkwan, 2007) ทำให้กาละแมมีลักษณะเนื้อสัมผัสแห้งและแข็งเมื่อเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น ในขณะที่กาละแมที่เติมแซนแทนกัมมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของค่าความแข็งน้อยกว่าชุดการทดลองที่ไม่เติมแซนแทนกัม เนื่องจากอิทธิพลของไฮโดรคอลลอยด์ที่มีคุณสมบัติในการดูดซับความชื้นประกอบกับการบรรจุกาละแมในสถานะสุญญากาศร่วมกับสารดูดซับออกซิเจนส่งผลให้ลดอัตราการถ่ายเทความชื้นออกจากชิ้นกาละแมได้ ทำให้ผลิตภัณฑ์กาละแมที่เติมไฮโดรคอลลอยด์มีค่าความแข็งเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 49 วัน สอดคล้องกับการศึกษาสถานะการบรรจุข้าวหลามในระหว่างการเก็บรักษาพบว่าการบรรจุข้าวหลามในสถานะสุญญากาศมีผลทำให้อัตราการเปลี่ยนแปลงความแข็งเกิดขึ้นน้อยกว่าการบรรจุแบบดั้งเดิมที่บรรจุภัณฑ์ปิดไม่สนิทเนื่องจากการบรรจุแบบสุญญากาศทำให้เกิดการสูญเสียน้ำได้ช้ากว่าจึงทำให้เกิดความแข็งช้ากว่า (Changso, 2020)



ภาพที่ 6 ค่าสี L* (ก), a* (ข) และ b* (ค) ของกอละแมที่บรรจุในถุงไนลอนในสภาวะสุญญากาศร่วมกับการใช้สารดูดซับออกซิเจนระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 49 วัน (Con: ชุดควบคุม, P0; กอละแมวิธีที่ 1 ไม่เติมแซนแทนกัม, P0.25; กอละแมวิธีที่ 1 เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.25, กอละแมวิธีที่ 1 เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.50, กอละแมวิธีที่ 2 เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.25, กอละแมวิธีที่ 2 เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.50)



ภาพที่ 7 ค่าความแข็งของกอละแมที่บรรจุในถุงไนลอนในสภาวะสุญญากาศร่วมกับการใช้สารดูดซับออกซิเจน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 49 วัน (Con: ชุดควบคุม, P0; กอละแมวิธีที่ 1 ไม่เติม แชนแทนกัม, P0.25; กอละแมวิธีที่ 1 เติมแชนแทนกัมร้อยละ 0.25, กอละแมวิธีที่ 1 เติมแชนแทนกัม ร้อยละ 0.50, กอละแมวิธีที่ 2 เติมแชนแทนกัมร้อยละ 0.25, กอละแมวิธีที่ 2 เติมแชนแทนกัมร้อยละ 0.50)

จากการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของกอละแมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 49 วัน โดยการให้คะแนนความชอบแบบ 9 คะแนน ต่อคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส (กลิ่นหืน) ความนุ่มเหนียว และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์กอละแม (ตารางที่ 4) พบว่าคะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส (กลิ่นหืน) ความนุ่มเหนียวและความชอบโดยรวมมีแนวโน้มลดลงในระหว่างการเก็บรักษาโดยคะแนนความชอบด้านกลิ่น กลิ่นรส ความนุ่มเหนียว และความชอบโดยรวมของกอละแมชุดควบคุม (สูตรแม่ประคองที่บรรจุในถุงโพลีเอทิลีน) และกอละแมที่ไม่เติมแชนแทนกัม (P0) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ตั้งแต่

วันที่ 14 ซึ่งให้ลักษณะของกอละแมที่แข็งและมีกลิ่นหืน ส่วนกอละแมวิธีมาตรฐานที่เติมแชนแทนกัมทั้งสองระดับและบรรจุในสภาวะสุญญากาศร่วมกับสารดูดซับออกซิเจนมีคะแนนความชอบด้านความนุ่มเหนียว กลิ่นรสและความชอบโดยรวมลดลงในวันที่ 21 และกอละแมวิธีที่สองที่เติมแชนแทนกัมที่ระดับร้อยละ 0.50 มีคะแนนความชอบโดยรวมลดลงในวันที่ 28 ทั้งนี้สอดคล้องกับค่าความแข็งที่ศึกษาก่อนหน้านี้ ซึ่งพบว่าค่าความแข็งจะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ประกอบกับมีกลิ่นรสเปลี่ยนแปลงจากกลิ่นรสเดิมของกอละแมซึ่งพบว่ามีกลิ่นหอมลดลงจึงส่งผลให้คะแนนความชอบลดลง ทั้งนี้ไม่มีการทดสอบชิมผลิตภัณฑ์กอละแมที่เก็บรักษาเป็นเวลา 49 วัน เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีลักษณะแข็งมาก

ตารางที่ 4 คะแนนทดสอบคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของกอลอะแมที่บรรจุในถุงไนลอนในสภาวะ
สุญญากาศร่วมกับการใช้สารดูดซับออกซิเจนระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 42 วัน

ระยะเวลา	คะแนนความชอบ					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	กลิ่นรส	ความนุ่มเหนียว	ความชอบรวม
0 วัน						
Con.	7.50±0.63 ^a	7.50±0.57 ^a	7.57±0.73 ^{ab}	7.50±0.68 ^{ab}	7.33±0.61 ^b	7.50±0.73 ^{bc}
P0	7.70±0.65 ^a	7.57±0.63 ^a	7.80±0.61 ^a	7.67±0.71 ^a	7.67±0.66 ^{ab}	8.03±0.72 ^a
P0.25	7.77±0.73 ^a	7.57±0.50 ^a	7.50±0.63 ^{ab}	7.53±0.63 ^{ab}	7.40±0.72 ^{ab}	7.67±0.61 ^{bc}
P0.5	7.67±0.71 ^a	7.67±0.61 ^a	7.43±0.57 ^b	7.53±0.57 ^{ab}	7.70±0.60 ^a	7.57±0.63 ^{bc}
R0	7.60±0.62 ^a	7.60±0.57 ^a	7.30±0.53 ^b	7.50±0.57 ^{ab}	7.47±0.57 ^{ab}	7.33±0.48 ^c
R0.25	7.70±0.65 ^a	7.57±0.50 ^a	7.53±0.57 ^{ab}	7.40±0.56 ^b	7.70±0.70 ^a	7.77±0.68 ^{ab}
R0.5	7.60±0.56 ^a	7.73±0.45 ^a	7.57±0.57 ^{ab}	7.47±0.51 ^{ab}	7.43±0.57 ^{ab}	7.57±0.63 ^{bc}
7 วัน						
Con.	7.30±0.53 ^d	7.67±0.48 ^a	7.33±0.61 ^{ab}	7.13±0.63 ^c	7.47±0.82 ^{abc}	7.37±0.76 ^c
P0	7.50±0.57 ^{bcd}	7.67±0.48 ^a	7.20±0.55 ^b	7.30±0.79 ^{bc}	7.16±0.79 ^c	7.37±0.81 ^c
P0.25	7.70±0.60 ^{ab}	7.77±0.57 ^a	7.67±0.66 ^a	7.63±0.56 ^a	7.83±0.75 ^a	7.87±0.68 ^a
P0.5	7.53±0.51 ^{abc}	7.73±0.69 ^a	7.40±0.62 ^{ab}	7.77±0.57 ^a	7.57±0.63 ^{abc}	7.43±0.68 ^c
R0	7.40±0.56 ^{cd}	7.70±0.65 ^a	7.60±0.86 ^a	7.50±0.63 ^{ab}	7.37±0.93 ^{bc}	7.50±0.82 ^{ab}
R0.25	7.67±0.66 ^{abc}	7.70±0.65 ^a	7.37±0.85 ^{ab}	7.63±0.61 ^a	7.60±0.81 ^{abc}	7.60±0.81 ^{ab}
R0.5	7.80±0.61 ^a	7.80±0.71 ^a	7.60±0.77 ^a	7.53±0.68 ^{ab}	7.73±0.78 ^{ab}	7.43±0.68 ^c
14 วัน						
Con.	7.40±0.67 ^c	7.60±0.77 ^c	7.10±0.80 ^b	6.77±0.98 ^a	7.06±0.94 ^{bc}	7.17±0.95 ^{ab}
P0	7.37±0.76 ^{bc}	7.60±0.77 ^c	7.03±0.76 ^b	7.03±0.89 ^{bc}	7.00±0.59 ^a	7.00±0.95 ^b
P0.25	7.63±0.61 ^{abc}	7.80±0.61 ^{ab}	7.53±0.68 ^a	7.23±0.90 ^{ab}	7.43±0.82 ^{abc}	7.70±0.84 ^a
P0.5	7.63±0.61 ^{abc}	7.93±0.52 ^a	7.57±0.57 ^a	7.30±0.84 ^{ab}	7.40±0.86 ^{abc}	7.40±0.86 ^{ab}
R0	7.63±0.61 ^{abc}	7.80±0.66 ^{ab}	7.63±0.76 ^a	7.57±0.68 ^a	7.57±0.88 ^a	7.70±0.79 ^a
R0.25	7.70±0.65 ^a	7.77±0.63 ^{ab}	7.50±0.78 ^a	7.23±0.94 ^{ab}	7.47±0.90 ^{ab}	7.33±0.52 ^{ab}
R0.5	7.67±0.66 ^{ab}	7.70±0.70 ^{ab}	7.73±0.78 ^a	7.33±0.92 ^{ab}	7.53±0.86 ^a	7.30±0.73 ^{ab}
21 วัน						
Con.	7.10±0.76 ^a	6.97±0.72 ^b	6.77±0.94 ^c	6.63±0.86 ^c	6.95±0.86 ^d	6.80±0.76 ^c
P0	7.63±0.56 ^a	7.30±0.60 ^{ab}	7.23±0.63 ^{ab}	7.10±0.61 ^{ab}	6.90±0.89 ^{bc}	7.13±0.57 ^{bc}
P0.25	7.30±0.75 ^{ab}	7.37±0.67 ^a	7.06±0.64 ^{bc}	7.50±0.71 ^{bc}	6.00±0.83 ^{cd}	7.24±0.90 ^c
P0.5	7.63±0.72 ^a	7.30±0.70 ^{ab}	7.30±0.60 ^{ab}	7.23±0.57 ^{ab}	7.55±0.67 ^{ab}	7.30±0.70 ^b

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ระยะเวลา	คะแนนความชอบ					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	กลิ่นรส	ความนุ่มเหนียว	ความชอบรวม
R0	7.40±0.67 ^{ab}	7.30±0.60 ^{ab}	7.03±0.72 ^{bc}	7.10±0.66 ^{ab}	7.23±0.68 ^{ab}	7.33±0.61 ^b
R0.25	7.33±0.61 ^{ab}	7.33±0.55 ^a	7.06±0.52 ^{bc}	7.00±0.69 ^b	7.30±0.47 ^{ab}	7.10±0.55 ^{bc}
R0.5	7.63±0.61 ^a	7.53±0.73 ^a	7.53±0.82 ^a	7.43±0.63 ^a	7.50±0.43 ^a	7.77±0.90 ^a
28 วัน						
Con.	6.43±0.63 ^b	7.03±0.76 ^{ab}	7.03±0.67 ^a	6.60±0.57 ^b	6.03±0.89 ^d	6.23±0.97 ^c
P0	6.63±0.56 ^b	7.00±0.64 ^b	7.06±0.74 ^a	7.10±0.71 ^{ab}	5.53±0.97 ^c	5.77±0.85 ^d
P0.25	6.70±0.75 ^b	7.10±0.84 ^{ab}	7.13±0.68 ^a	7.13±0.51 ^a	6.06±0.94 ^{bc}	6.73±0.75 ^{ab}
P0.5	7.13±0.86 ^a	7.20±0.76 ^{ab}	7.06±0.64 ^a	7.17±0.65 ^a	7.03±0.86 ^{ab}	6.73±0.78 ^{ab}
R0	7.03±0.85 ^a	7.16±0.79 ^{ab}	7.06±0.64 ^a	7.10±0.76 ^{ab}	6.37±0.84 ^{abc}	6.80±0.89 ^{ab}
R0.25	7.06±0.69 ^a	7.33±0.80 ^a	7.10±0.76 ^a	7.13±0.63 ^a	6.43±0.79 ^{abc}	6.66±0.73 ^b
R0.5	7.06±0.78 ^a	7.10±0.84 ^{ab}	7.13±0.68 ^a	7.17±0.79 ^a	7.05±0.86 ^a	7.6±0.77 ^a
35 วัน						
Con.	7.17±0.75 ^b	7.13±0.78 ^{bc}	6.10±0.76 ^d	5.83±0.87 ^d	6.50±0.82 ^d	6.27±0.78 ^b
P0	7.33±0.71 ^{ab}	7.43±0.63 ^a	7.03±0.93 ^{ab}	5.93±0.96 ^{ab}	6.33±0.99 ^c	6.70±1.12 ^b
P0.25	7.33±0.71 ^{ab}	7.23±0.77 ^{ab}	6.80±0.98 ^{bc}	6.27±0.94 ^{bc}	6.40±1.40 ^{bc}	7.00±1.11 ^b
P0.5	6.97±0.93 ^c	6.97±0.96 ^c	6.63±1.13 ^c	6.73±0.94 ^c	6.95±0.61 ^a	7.70±1.02 ^{ab}
R0	7.33±0.76 ^{ab}	7.33±0.84 ^{ab}	6.73±1.08 ^{bc}	6.57±1.33 ^{bc}	6.47±1.01 ^{ab}	6.83±1.09 ^b
R0.25	7.20±0.71 ^b	7.13±0.78 ^{bc}	6.70±1.12 ^c	6.67±0.88 ^c	6.53±1.14 ^{ab}	7.03±0.72 ^b
42 วัน						
Con.	6.67±0.61 ^c	6.47±0.63 ^c	5.40±1.40 ^c	4.60±1.50 ^d	5.97±0.85 ^e	5.83±0.75 ^d
P0	7.27±0.74 ^b	7.47±0.63 ^a	6.80±0.76 ^b	6.93±0.78 ^{bc}	6.70±0.70 ^d	6.70±0.79 ^c
P0.25	7.33±0.76 ^{ab}	7.23±0.82 ^b	6.90±1.03 ^b	7.07±0.78 ^{bc}	6.03±1.00 ^{bc}	7.27±0.91 ^b
P0.5	7.17±0.79 ^b	7.23±0.73 ^b	6.97±1.00 ^b	7.13±0.63 ^{ab}	6.13±0.43 ^{ab}	6.80±0.61 ^c
R0	7.27±0.69 ^b	7.33±0.84 ^{ab}	6.87±0.94 ^b	6.77±0.94 ^c	6.53±0.86 ^d	6.63±0.56 ^c
R0.25	7.20±0.66 ^b	7.13±0.73 ^b	6.93±0.91 ^b	6.80±0.96 ^{bc}	6.77±0.77 ^{cd}	6.70±0.65 ^c
R0.5	7.50±0.51 ^a	7.47±0.61 ^{ab}	7.37±0.56 ^a	7.43±0.57 ^a	6.50±0.67 ^a	7.77±0.43 ^a

หมายเหตุ: Con: ชุดควบคุม, P0; กาละแม่วิธีที่ 1 ไม่เติมแซนแทนแทนกัม, P0.25; กาละแม่วิธีที่ 1 เติมแซนแทนแทนกัม ร้อยละ 0.25, กาละแม่วิธีที่ 1 เติมแซนแทนแทนกัม ร้อยละ 0.50, กาละแม่วิธีที่ 2 เติมแซนแทนแทนกัม ร้อยละ 0.25, กาละแม่วิธีที่ 2 เติมแซนแทนแทนกัม ร้อยละ 0.50

สรุป

ผลการศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษา กาละแมเพื่อป้องกันการเกิดรีโทรเกรเดชัน และกลิ่นหืนของกาละแมโดยใช้กระบวนการผลิต วิธีที่ 1 กวนโดยเติมส่วนผสมที่ละส่วนและไม่ต้มกะทิ (วิธีมาตรฐาน) และวิธีที่ 2 กวนโดยเติมส่วนผสมที่ละส่วนและใช้กะทิต้มกับน้ำตาลก่อนเติมในส่วนผสม และเติมแซนแทนกัมที่ระดับร้อยละ 0, 0.25 และ 0.5 แล้วเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 49 วัน พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบกาละแมที่เติมแซนแทนกัมระดับร้อยละ 0.5 ของวิธีที่สองมากที่สุดโดยให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส ความนุ่มเหนียว และความชอบโดยรวมที่ 7.13, 7.20, 7.07, 7.17, 6.53, 6.73 ตามลำดับ สามารถยืดอายุการเก็บรักษากาละแมจาก 2 สัปดาห์ เป็น 28 วัน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ผลิตกาละแม แม่ประคอง จ.พัทลุง ที่ให้ข้อมูลการผลิตกาละแม ตัวอย่างกาละแม และบรรจุภัณฑ์ห่อกาละแมเพื่อการศึกษาในครั้งนี้ และขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาที่อนุเคราะห์สถานที่ในการปฏิบัติงาน พร้อมเครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- AOAC. 2000. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 17th ed. Maryland, USA.
- Attabhanyo, R., Potisate, Y., Katsri, K. and Sangsuwan, J. 2017. Processing development to extend shelf life of Kalamae. **Thai Science and Technology Journal** 25(1): 56-65. (in Thai)

- Changso, S. 2020. Development of production process and shelf-life extension of cooked sticky rice bamboo shoot cut (Kao Lam) in Amphur Muang, Nakhon Pathom Province. **VRU Research and Development Journal Science and Technology** 14(2): 120-132. (in Thai)
- Dechprarom, P. 2018. Kalamae Mae-Prakong Phatthalung. Interview. January 15, 2018. (in Thai)
- Limsangouan, N., Prasert, W., Charunuch, C., Butsuwan, P. and Srichayet, P. 2018. Effect of storage conditions on retrogradation, physical and chemical properties changing of extruded rice and soy snack. **Science and Technology Journal** 26(4): 575-587. (in Thai)
- Phuphechr, P., Suwonsichon, S. and Limanond, B. 2009. Chemical and physical characteristics of Sinin rice flour and qualities of Sinin rice flour substituted bread dough, pp. 20-27. *In Kasetsart University Annual Conference (47th ed)*. Kasetsart, Bangkok. (in Thai)
- Pongsawatmanit, R., Chantaro, P. and Nishinari, K. 2013. Thermal and rheological properties of tapioca starch gels with and without xanthan gum under cold storage. **Journal of Food Engineering** 117(3): 333-341.
- Ratithammatorn, T. 2016. Effects of heating and cooling on structural change and digestion of starch. **Burapha Science Journal** 21(2): 246-259. (in Thai)
- Seeta, W., Supavititpatana, T. and Supavititpatana, P. 2016. The reducing of starch retrogradation for wide strip rice noodle production under cold storage. **Rajabhat Agriculture Journal** 15(1): 27-36. (in Thai)

- Sobolewska-Zielinska, J. and Fortuna, T. 2010. Retrogradation of starches and maltodextrin of origin various. **Acta Scientiarum Polonorum., Technologia Alimentaria** 9(1): 71-81.
- Sriroth, K. and Piyachomkwan, K. 2007. **Technology of Starch**. 4th ed. Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- Wang, S., Li, C., Copeland, L., Niu, Q. and Wang, S. 2015. Starch Retrogradation: A Comprehensive Review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety** 14: 568-585.
- Whistler, R.L., Be Miller, J.N. and Paschall, E.F. 1984. **Starch Chemistry and Technology**. 2nd ed. Academic Press, London.
- Zhou, Y., Wang, D., Zhang, L., Du, X. and Zhou, X. 2008. Effect of polysaccharides on gelatinization and retrogradation of wheat starch. **Food Hydrocolloids** 22(4): 505-512.