

# ผลของการใช้กัมจากเมล็ดแมงลักต่อคุณภาพของเบตเตอร์ และคุณภาพของเค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105

## Effect of Basil Seed Gum on Batter Properties and Quality Characteristics of Cake from Khao Dawk Mali 105 Rice Flour

อมรรัตน์ เจริญ และสุธีรา วัฒนกุล\*

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

Amonrat Charoen and Suteera Vattanukul\*

Department of Food Science and Technology, Faculty of Science and Technology,  
Thammasat University, Rangsit Centre, Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

### บทคัดย่อ

แป้งข้าวเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอบปราศจากกลูเตน เช่น ขนมปัง คุกกี้ และเค้ก แต่ด้วยเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เค้กจากแป้งข้าวไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของกัมจากเมล็ดแมงลักต่อคุณภาพของเบตเตอร์และคุณภาพของเค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยแรกเริ่มศึกษาสมบัติด้านความหนืดปรากฏของกัมจากเมล็ดแมงลัก พบว่าความเข้มข้นของกัมจากเมล็ดแมงลักเพิ่มขึ้นส่งผลให้ความหนืดปรากฏของกัมจากเมล็ดแมงลักเพิ่มขึ้น การศึกษาสมบัติรีโอโลยีของกัมจากเมล็ดแมงลัก แซนแทนกัม กัวร์กัม และแซนแทนผสมกัวร์กัม พบว่ากัมจากเมล็ดแมงลัก แซนแทนกัม กัวร์กัม และแซนแทนผสมกัวร์กัมแสดงพฤติกรรมการไหลเป็นแบบซูโดพลาสติก สำหรับการแปรปริมาณกัมจากเมล็ดแมงลักจำนวน 5 ระดับ (ร้อยละ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 โดยน้ำหนักแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105) พบว่าการเติมกัมจากเมล็ดแมงลักเพิ่มขึ้นส่งผลให้ความถ่วงจำเพาะของเบตเตอร์มีค่าลดลง ความหนืดของเบตเตอร์มีค่าเพิ่มขึ้น จากการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (principal component analysis, PCA) ของผลิตภัณฑ์เค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เติมกัมจากเมล็ดแมงลัก ร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกับค่าสีแดง และปริมาตรจำเพาะของเค้ก แต่มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงข้ามกับความหนืดของเบตเตอร์ ความถ่วงจำเพาะของเบตเตอร์ และความแข็ง ลักษณะสำคัญที่มีอิทธิพลต่อความชอบของผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์เค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เติมกัมจากเมล็ดแมงลัก คือ ความสว่าง การทดสอบความพอดีของผลิตภัณฑ์ (just about right, JAR) พบว่าผลิตภัณฑ์เค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เติมกัมจากเมล็ดแมงลักมีลักษณะความนุ่มที่พอดีแล้ว ดังนั้นปริมาณของกัมจากเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 เป็นระดับที่เหมาะสมที่สุด

คำสำคัญ : เค้ก; ข้าวขาวดอกมะลิ 105; อาหารปราศจากกลูเตน; กัมจากเมล็ดแมงลัก

## Abstract

Rice flour is a raw material used for development of gluten-free baked products such as breads, cookies and cakes; however, the textural properties of cake produced from rice flour are not accepted by consumers. The objective of this study was to determine the effect of basil seed gum on batter properties and quality characteristics of cake from Khao Dawk Mali 105 rice flour. First, the apparent viscosity of basil seed gum solutions was to study. The increase concentration of basil seed gum resulted in the increase apparent viscosity of basil seed gum. The study was to examine rheological properties of basil seed gum, xanthan gum, guar gum and xanthan-guar gum. The results indicated that basil seed gum, xanthan gum, guar gum and xanthan-guar gum were found to be pseudoplastic flow behavior. Next, the study was concerned with the level of basil seed gum (0, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0% of Khao Dawk Mali 105 rice flour weight). The results showed that the addition of basil seed gum significantly decreased in specific gravity of batter cake, but increased in viscosity of batter cake. From principal component analysis (PCA), Khao Dawk Mali 105 rice flour cakes which were added basil seed gum at 0.5 % of Khao Dawk Mali 105 rice flour weight had correlation with redness and specific volume but had adverse correlation with viscosity of batter, specific gravity and hardness. Crucial characteristic which influenced on consumer liking of Khao Dawk Mali 105 rice flour cake was lightness. From just about right (JAR), the addition of basil seed gum affected on softness that tended too light. It can be concluded that the appropriate level of added basil seed gum is 0.5% of Khao Dawk Mali 105 rice flour weight.

**Keywords:** cake; khao dawk mali 105 rice; gluten free product; basil seed gum

## 1. บทนำ

ผลิตภัณฑ์ขนมอบจัดเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายโดยมีส่วนผสมหลัก คือ แป้งสาลีซึ่งมีกลูเตนเป็นองค์ประกอบ จึงทำให้ผู้ป่วยโรคแพ้กลูเตนไม่สามารถรับประทานผลิตภัณฑ์ขนมอบได้ จากการศึกษาข้อมูลพบว่าในปัจจุบันมีงานวิจัยที่ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอบโดยใช้แป้งชนิดต่าง ๆ ทดแทนแป้งสาลี ได้แก่ แป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง แป้งมันฝรั่ง และแป้งข้าว เป็นต้น สำหรับประเทศไทยได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์เค้กจากแป้งข้าว

หอมมะลิ เนื่องจากแป้งข้าวหอมมะลิมีปริมาณอะไมโลสต่ำจนถึงปานกลาง ปราศจากสารกลูเตนที่เป็นอันตรายต่อผู้ป่วยที่แพ้กลูเตน และสามารถซื้อหาได้ง่าย จึงเกิดงานวิจัยต่าง ๆ ที่พัฒนาผลิตภัณฑ์เค้ก เช่น การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิผสมแป้งข้าวเหนียว[1] และการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสาลี [2] แต่ด้วยลักษณะของผลิตภัณฑ์จากแป้งข้าวที่ได้นั้นมีคุณภาพที่ไม่ดี กล่าวคือ ความหนืดของแบคเตอร์ต่ำ การขึ้นฟูและปริมาตรจำเพาะของเค้กน้อย ส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสที่มีความแข็งกระด้างอีก

ด้วย ดังนั้นผลิตภัณฑ์เค้กแป้งข้าวจึงมักไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

สารไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) จัดว่าเป็นวัตถุเจือปนอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อกระบวนการแปรรูปอาหารและเป็นแนวทางในการปรับปรุงลักษณะผลิตภัณฑ์อาหารปราศจากกลูเตน ดังนั้นสารไฮโดรคอลลอยด์จึงถูกนำมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์และปรับปรุงลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมอบได้ดียิ่งขึ้น เช่น ช่วยชะลอการเกิด staling ให้ช้าลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น [3] การกระจายตัวของรูพรุนภายในเนื้อเค้กมีความสม่ำเสมอ ขนาดของรูพรุนมีขนาดเล็ก [4] และช่วยให้ปริมาตรจำเพาะของเค้กเพิ่มขึ้น [5] กัมเมล็ดแมงลัก (*Ocimum basilicum* L.) จัดเป็นสารไฮโดรคอลลอยด์ชนิดใหม่ เมื่อนำเมล็ดแมงลักแช่น้ำทำให้ส่วนเปลือกด้านนอกเกิดการพองตัวมีลักษณะเป็นเมือก เมือกแมงลักเป็นสารพอลิแซ็กคาไรด์ที่ประกอบด้วยกลูโคแมนแนน (ร้อยละ 43) เชื่อมต่อกันกับ (1→4) ไซแลน (ร้อยละ 24.29) และกลูแคน (ร้อยละ 2.31) [6] ด้านอุตสาหกรรมอาหารได้ศึกษาสมบัติด้านความหนืดของกัมจากเมล็ดแมงลักพบว่ามีค่าใกล้เคียงกับแซนแทนกัม ซึ่งเป็นกัมทางค้าที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารอย่างแพร่หลาย สมบัติรีโอโลยีของกัมจากเมล็ดแมงลักแสดงพฤติกรรมการไหลแบบซูโดพลาสติก [7,8] และคงทนต่ออุณหภูมิที่ใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหาร [9] ด้วยสมบัตินี้จึงทำให้กัมจากเมล็ดแมงลักเหมาะสมการนำไปใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม [10] ซอสพริก [11] มายองเนส [11] น้ำจิ้มไก่ [12] และขนมปัง [13]

จากงานวิจัยดังกล่าว จะเห็นว่าลักษณะด้านเนื้อสัมผัส โครงสร้างของเนื้อเค้ก และลักษณะด้านประสาทสัมผัสเป็นคุณภาพที่สำคัญที่จะต้องคำนึงถึงสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์เค้กจากแป้งข้าว เพื่อให้ได้ลักษณะหรือคุณภาพที่ตรงตามต้องการของผู้บริโภค

อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันยังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการใช้กัมจากเมล็ดแมงลักสำหรับปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสในผลิตภัณฑ์เค้กจากแป้งข้าวหรือผลิตภัณฑ์ขนมอบประเภทอื่น ๆ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของกัมจากเมล็ดแมงลักต่อคุณภาพของเบตเตอร์ คุณภาพทางกายภาพ และลักษณะด้านประสาทสัมผัสของเค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105

## 2. อุปกรณ์และวิธีการ

### 2.1 วัตถุดิบ

2.1.1 ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ผลิตโดยบริษัท อาร์ซีเค อะกริ มาร์เก็ตติ้ง จำกัด จัดเตรียมแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยไม่ด้วยวิธีไม่แห้ง (dry milling) จากนั้นนำแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้มาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 mesh บรรจุแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้ลงในถุงพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีนที่ภาวะสุญญากาศ [2]

2.1.2 กัมจากเมล็ดแมงลัก (basil seed gum) นำเมล็ดแมงลักแช่น้ำที่อัตราส่วนของน้ำต่อเมล็ด 59:1 และอุณหภูมิ  $71.5 \pm 0.5$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เขย่าด้วยความเร็ว 200 rpm จากนั้นกรองแยกน้ำออกจากเมล็ดแมงลัก ปั่นแยกกัมจากเมล็ดแมงลักแล้วปั่นแยกด้วยผ้าขาวบาง นำกัมจากเมล็ดแมงลักอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง บดละเอียดแล้วเก็บใส่ถุงอะลูมิเนียมพอยด์บรรจุแบบสุญญากาศ [14]

### 2.2 วิธีการทดลอง

2.2.1 การประเมินความหนืดของกัมจากเมล็ดแมงลัก โดยวัดค่าความหนืดของสารละลายกัมจากเมล็ดแมงลักความเข้มข้นร้อยละ 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ด้วยเครื่องวัดความหนืด (Brookfield รุ่น RVDVII+, USA) โดยใช้หัววัด SC4-27 อัตราเฉือนที่ 0-17 1/s ปริมาตรตัวอย่าง 11

มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ  $30 \pm 3$  องศาเซลเซียส โดยอธิบายค่าความหนืดที่อัตราเฉือน  $17 \text{ 1/s}$  ซึ่งพิจารณาจากอัตราเฉือนที่มี %Torque มากที่สุด

2.2.2 การศึกษาสมบัติของกัมทางการค้าและกัมจากเมล็ดแมงลัก โดยใช้กัม 4 ชนิด คือ แชนแทนกัม กัวร์กัม แชนแทนผสมกัวร์กัม (อัตราส่วน 50:50) ที่ความเข้มข้นของสารละลายกัมที่ระดับร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ด้วยเครื่องวัดความหนืดโดยใช้หัววัด SC4-21 อัตราเฉือนที่ 0-93  $1/s$  ปริมาตรตัวอย่าง 8 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ  $30 \pm 3$  องศาเซลเซียส

2.2.3 ขั้นตอนการผลิตเค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 เป็นวิธีการผลิตของ อมรรัตน์ และสุธีรา [14] ซึ่งขั้นตอนการผลิตเค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 เริ่มจากตีไข่แดงผสมกับน้ำตาลทรายจนเข้ากัน จากนั้นเติมน้ำมันถั่วเหลือง นมสด แป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ผงฟู และกัมจากเมล็ดแมงลักโดยแปรปริมาณกัมจากเมล็ดแมงลักที่ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 โดยน้ำหนักของแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ตีไข่ขาวกับน้ำตาลทรายจนขึ้นฟู จากนั้นนำส่วนผสมของไข่ขาวผสมกับส่วนผสมของไข่แดงจนเข้ากัน ชั่งน้ำหนักเบตเตอร์  $330 \pm 5$  กรัม อบเค้กที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10-15 นาที ทิ้งเค้กให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

2.2.4 การประเมินคุณภาพของเบตเตอร์เค้กของเค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105

ความหนืดของเบตเตอร์เค้ก (viscosity) วัดค่าความหนืดด้วยเครื่องวัดความหนืดโดยใช้หัวเบอร์ 5 รอบการหมุน ที่ 100 รอบต่อนาที ปริมาตรตัวอย่าง 250 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิห้อง ( $30 \pm 3$  องศาเซลเซียส)

ความถ่วงจำเพาะของเบตเตอร์เค้ก (specific gravity) วิเคราะห์โดยชั่งน้ำหนักของเบตเตอร์เค้กที่ปริมาตร 250 มิลลิลิตร เทียบกับน้ำหนัก

ของน้ำที่ปริมาตรเดียวกัน โดยคำนวณจากน้ำหนักของเบตเตอร์เค้กหารด้วยน้ำหนักของน้ำ [15]

2.2.5 การประเมินคุณภาพทางกายภาพของเค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105

ค่าสีของเนื้อเค้ก วิเคราะห์โดยเครื่องวัดสี วัดค่าสีเหลือง ( $L^*$ ) ค่าสีแดง ( $a^*$ ) และค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) โดยตัดตัวอย่างขนาด  $40 \times 40 \times 20$  มิลลิเมตร วัดตัวอย่าง 3 ซ้ำ [14]

ปริมาตรจำเพาะของเค้ก วัดปริมาตรของเค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยใช้การแทนที่ด้วยเมล็ดงาและวัดน้ำหนักของเค้ก โดยคำนวณจากน้ำหนักปริมาตรของเค้กหารด้วยน้ำหนักของเค้ก [14]

ลักษณะเนื้อสัมผัส (hardness, springiness, cohesiveness, chewiness และ resilience) วิเคราะห์ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสด้วยวิธี texture profile analysis (TPA) ใช้หัววัดทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร ตัดตัวอย่างขนาด  $40 \times 40 \times 20$  มิลลิเมตร จำนวน 5 ตัวอย่าง กำหนดให้ test speed 1.0 มิลลิเมตรต่อวินาที กัดที่ระยะทางร้อยละ 75 ของความสูงของตัวอย่าง [14]

2.2.6 การประเมินลักษณะด้านประสาทสัมผัสของเค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยใช้ผู้บริโภคร่วมไปที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 60 คน ประเมินในด้านความชอบโดยรวม โดยใช้วิธี 9-point Hedonic scale กำหนดให้ คะแนน 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด คะแนน 9 คือ ชอบมากที่สุด ร่วมกับการทดสอบความพอดีของผลิตภัณฑ์ด้านความนุ่ม ซึ่งจากการทดลองเบื้องต้น ลักษณะของผลิตภัณฑ์ด้านกลิ่น รส และรสชาติไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง แต่ลักษณะด้านเนื้อสัมผัสเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน จึงศึกษาความพอดีด้านความนุ่มของผลิตภัณฑ์ โดยทดสอบความพอดีด้วยวิธี just about right (JAR) โดยใช้ 5-point scale JAR กำหนดให้ คะแนน 1 คือ น้อยเกินไป

คะแนน 3 คือ พอดี และคะแนน 5 คือ มากเกินไป และ คำนวณค่า net score โดยคำนวณจากร้อยละของ คำตอบที่บอกว่า “มากเกินไป” ลบด้วยร้อยละของ คำตอบที่บอกว่า “น้อยเกินไป” โดยค่า net score น้อยกว่า 20 หมายถึง ผลិតภัณฑ์มีความพอดีแล้ว ไม่ ต้องปรับปรุงคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์นั้น แต่ค่า net score มากกว่า 20 หมายถึง ผลิตภัณฑ์ไม่มีความพอดี ต้องปรับปรุงคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ตามทิศทางของร้อยละของคำตอบที่มีค่ามากกว่า

2.2.7 การวางแผนการทดลองและ วิเคราะห์ข้อมูล วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (complete randomized design, CRD) ทดลอง 3 ซ้ำ การประเมินลักษณะด้านประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองโดยแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่ม สมบูรณ์ (randomized complete block design: RCBD) การทดสอบความพอดี (just about right, JAR) วิเคราะห์โดย net score และวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี ANOVA (analysis of variance) วิเคราะห์ความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สำหรับผลด้านคุณภาพของแบตเตอรี่ ของเค้กแบ่งข้าวขาวดอกมะลิ 105 (ความหนืดและความถ่วงจำเพาะของแบตเตอรี่เค้ก) และด้านกายภาพของเค้กแบ่งข้าวขาวดอกมะลิ 105 (ค่าสีของเนื้อเค้ก ปริมาตรจำเพาะของเค้ก และลักษณะเนื้อสัมผัส) นำมาวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (principal component analysis, PCA) และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ด้วยวิธี partial least square (PLS) ด้วยโปรแกรม คอมพิวเตอร์สำเร็จรูป เพื่อใช้อธิบายความสัมพันธ์ของ ปัจจัยคุณภาพด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์เค้กแบ่งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่มีการแปรระดับของกัมจากเมล็ดแมงลักที่มีผลต่อความชอบของผู้บริโภค

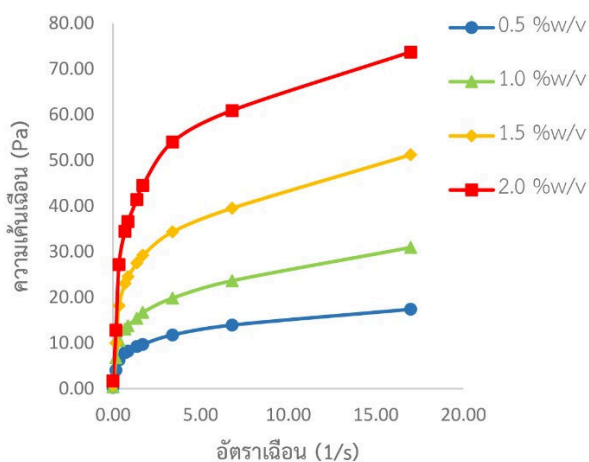
### 3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

#### 3.1 ความหนืดของกัมจากเมล็ดแมงลักที่ ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

ลักษณะพฤติกรรมการไหลของสารละลายกัมจากเมล็ดแมงลักที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันที่อัตราเฉือน 0-17 1/s แสดงดังรูปที่ 1 พบว่าสารละลายกัมจากเมล็ดแมงลักทุกความเข้มข้นมีพฤติกรรมการไหลแบบซูโดพลาสติก (pseudoplastic) กล่าวคือ เมื่ออัตราเฉือน (shear rate) เพิ่มขึ้น ทำให้ความเค้นเฉือน (shear stress) เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาค่าความเค้นเฉือนของสารละลายกัมจาก เมล็ดแมงลักที่ความเข้มข้นทุกระดับ พบว่าสารละลายกัมจากเมล็ดแมงลักร้อยละ 2.0 โดยน้ำหนักต่อ ปริมาตรมีความเค้นเฉือนมากที่สุด จากงานวิจัยของ Hosseini-Parvar และคณะ [9] ที่ศึกษาพฤติกรรมการไหลของกัมจากเมล็ดแมงลักและกัมทางการค้า (แซนแทนกัม กัวร์กัม และบุก) พบว่ากัมจากเมล็ดแมงลัก แสดงพฤติกรรมการไหลเป็นแบบซูโดพลาสติก (pseudoplastic) เหมือนกับกัมทางการค้า ซึ่ง สอดคล้องกับ Marcottea และคณะ [16] ที่กล่าวว่า สารไฮโดรคอลลอยด์ (แซนแทนกัม เพคติน และคาราจีแนน) จะแสดงพฤติกรรมการไหลแบบซูโดพลาสติก และเมื่อความเข้มข้นของสารไฮโดรคอลลอยด์มากขึ้น จะแสดงพฤติกรรมการไหลแบบซูโดพลาสติกมากยิ่งขึ้น

เมื่อพิจารณาความหนืดปรากฏของสารละลายกัมจากเมล็ดแมงลักที่ระดับความเข้มข้นของ สารละลายกัมจากเมล็ดแมงลักแตกต่างกันในช่วงอัตราเฉือน 0-17 1/s แสดงดังรูปที่ 2 พบว่าเมื่ออัตราเฉือน เพิ่มขึ้น ความหนืดปรากฏของสารละลายกัมจาก เมล็ดแมงลักที่ความเข้มข้นทุกระดับมีค่าความหนืดลดลง อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบความหนืดปรากฏของสารละลายกัมจากเมล็ดแมงลักที่อัตราเฉือนระดับ เดียวกัน (17 1/s) ค่าความหนืดปรากฏของสาร

ละลายกัมจากเมล็ดแมงลักที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร มีค่าเท่ากับ 0.65, 1.82, 3.01 และ 4.34 Pa.s โดยที่ความหนืดปรากฏของสารละลายกัมจากเมล็ดแมงลักร้อยละ 2.0 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรมีค่ามากที่สุด จากทฤษฎีที่กล่าวไว้ว่าอัตราเฉือนที่เพิ่มขึ้น สามารถทำลายการเกี่ยวพันของสาร (entanglement) ได้มากขึ้น ส่งผลให้ความหนืดปรากฏของสารละลายลดลง [17,18]

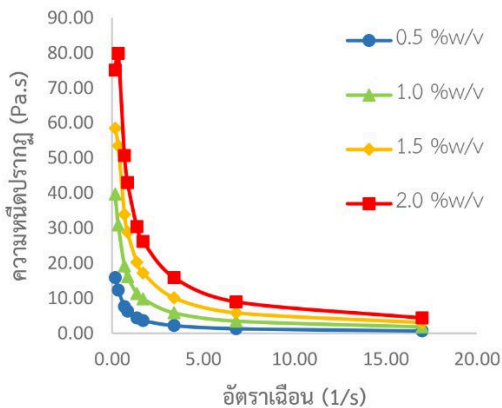


รูปที่ 1 พฤติกรรมการไหลของสารละลายกัมจากเมล็ดแมงลักที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน

### 3.2 ผลการศึกษาสมบัติรีโอโลยีของกัมทางการค้าและกัมจากเมล็ดแมงลัก

การประเมินด้านพฤติกรรมการไหลของสารละลายกัมแต่ละชนิดที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน แสดงดังรูปที่ 3 พบว่าสารละลายกัมแต่ละชนิดที่ทุกระดับความเข้มข้นจะแสดงพฤติกรรมการไหลเป็นแบบซูดอพลาสติก กล่าวคือ เมื่ออัตราเฉือนเพิ่มขึ้น ความเค้นเฉือนของสารละลายกัมจะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย อย่างไรก็ตาม ความหนืดปรากฏของสารละลายกัมจะลดลง เมื่อพิจารณาระดับความเข้มข้นของสารละลายกัมที่ร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร พบว่าสารละลายแซนแทนกัม สารละลายแซนแทนผสมกัวร์-

ประกอบกับโมเลกุลของพอลิแซกคาไรด์อาจอยู่ในแนวเดียวกับอัตราเฉือน ทำให้โมเลกุลของพอลิแซกคาไรด์ในสายโซ่หลักทำอันตรกิริยากันได้ลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Hosseini-Parvar และคณะ [9] ที่กล่าวว่าความเข้มข้นของกัมจากเมล็ดแมงลักที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้กัมจากเมล็ดแมงลักมีความหนืดเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นสารละลายกัมจากเมล็ดแมงลักทุกระดับความเข้มข้นจะมีความหนืดปรากฏลดลงเมื่ออัตราเฉือนเพิ่มขึ้น



รูปที่ 2 ความหนืดปรากฏ (apparent viscosity) ของสารละลายกัมจากเมล็ดแมงลักที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน

กัม และสารละลายกัมจากเมล็ดแมงลักแสดงพฤติกรรมการไหลใกล้เคียงกัน

### 3.3 คุณภาพของแบดเตอร์ของเค้กแบ่งข้าวขาวดอกมะลิ 105

ความหนืดของแบดเตอร์ของเค้กแบ่งข้าวขาวดอกมะลิ 105 แสดงดังตารางที่ 1 พบว่าปริมาณของกัมจากเมล็ดแมงลักที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความหนืดของแบดเตอร์ของเค้กมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น โดยที่ความหนืดของแบดเตอร์ของเค้กแบ่งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เติมกัมจากเมล็ดแมงลักร้อยละ 0.0, 0.5 และ 1.0 ของน้ำหนักแบ่งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ไม่แตกต่างกัน ( $p \leq 0.05$ ) เนื่องจากกัมจากเมล็ดแมงลักเป็นพอลิ-

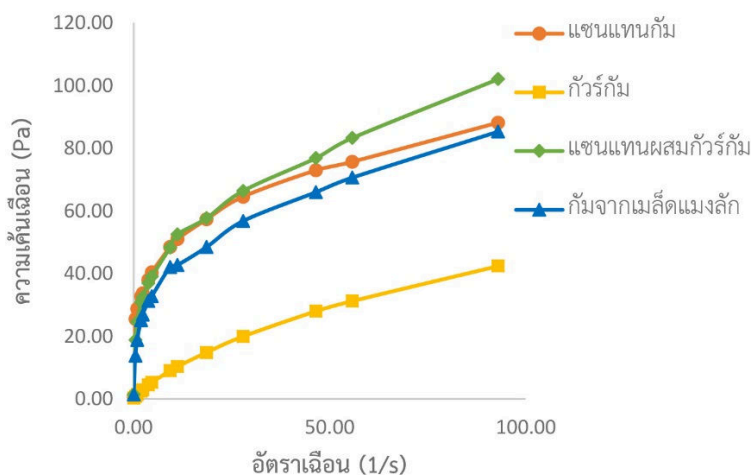
แซกคาไรด์ที่ประกอบด้วยหมู่ที่ชอบน้ำ (hydrophilic group) ซึ่งสามารถทำอันตรกิริยากับน้ำและเก็บน้ำไว้ในโครงสร้างได้ จึงทำให้กัมจากเมล็ดแมงลักสามารถเก็บน้ำไว้ผลิตกัมและส่งผลให้ความหนืดของแบดเตอร์เพิ่มขึ้น [19-21] และความหนืดของแบดเตอร์ที่เพิ่มขึ้นนี้จะสามารถขัดขวางการรวมตัวกันของอากาศ

ภายในแบดเตอร์ในระหว่างการตีผสมซึ่งจะส่งผลให้ปริมาตรของเค้กเพิ่มขึ้นด้วย [22] จะเห็นได้ว่าความหนืดของแบดเตอร์ของเค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เพิ่มขึ้นนั้นสอดคล้องกับการศึกษาด้านพฤติกรรมการไหลและความหนืดปรากฏของสารละลายกัมจากเมล็ดแมงลักในรูปที่ 3

ตารางที่ 1 ความหนืดและความถ่วงจำเพาะของแบดเตอร์ของเค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ระดับของกัมจากเมล็ดแมงลักแตกต่างกัน

ระดับของกัมจากเมล็ดแมงลัก (ร้อยละ)	ความหนืด (เซนติพอยท์)	ความถ่วงจำเพาะ
0.0	6,107.04±1105.18 <sup>a</sup>	0.361±0.02 <sup>b</sup>
0.5	7,150.15±1112.43 <sup>a</sup>	0.321±0.01 <sup>a</sup>
1.0	7,521.48±373.50 <sup>ab</sup>	0.359±0.03 <sup>b</sup>
1.5	8,840.00±628.48 <sup>bc</sup>	0.364±0.0 <sup>b</sup> 1
2.0	9,237.03±474.48 <sup>c</sup>	0.345±0.02 <sup>ab</sup>

<sup>a,b,c</sup> ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันจากแถวตั้งเดียวกันแตกต่างกัน ( $p \leq 0.05$ )



รูปที่ 3 พฤติกรรมการไหลของสารละลายกัมทางการค้าและกัมจากเมล็ดแมงลักที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

ความถ่วงจำเพาะของแบดเตอร์ของเค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 (ตารางที่ 1) พบว่าปริมาณของกัมจากเมล็ดแมงลักที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้มีแนวโน้มลดลง ( $p \leq 0.05$ ) ซึ่งค่าความถ่วงจำเพาะของแบดเตอร์เค้กเป็นคุณลักษณะสำคัญที่บ่งชี้ถึงการเก็บอากาศของ

แบดเตอร์ในระหว่างการตีผสมโดยค่าความถ่วงจำเพาะมีค่าน้อย หมายถึง ความสามารถในการเก็บอากาศภายในแบดเตอร์ได้เป็นอย่างดีเหมาะสมจะส่งผลให้เค้กขึ้นฟูได้เป็นอย่างดี [23] เมื่อพิจารณาผลผลิตกัมเค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เติมกัมจากเมล็ดแมงลัก

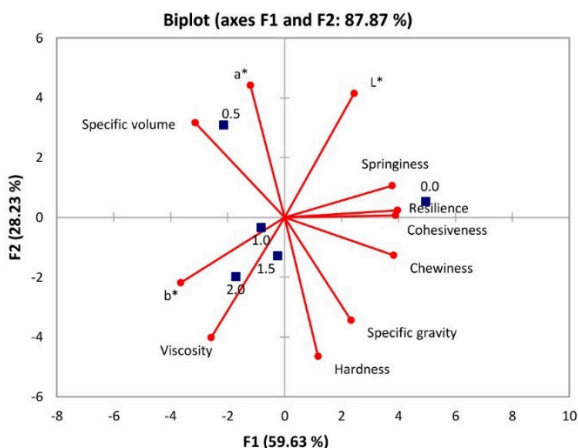
ร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักของแป้งข้าวवादอกมะลิ 105 พบว่ามีค่าความถ่วงจำเพาะน้อยที่สุด นั่นแสดงว่าแบตเตอร์ของเค้กแป้งข้าวवादอกมะลิ 105 ที่เติมกัมจากเมล็ดแมงลักร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักของแป้งข้าวवादอกมะลิ 105 สามารถเก็บรักษาอากาศภายในแบตเตอร์ได้มากกว่าเค้กแป้งข้าวवादอกมะลิ 105 ที่เติมกัมจากเมล็ดแมงลักระดับอื่น ๆ

### 3.4 คุณภาพทางกายภาพและประสาทสัมผัสของเค้กแป้งข้าวवादอกมะลิ 105

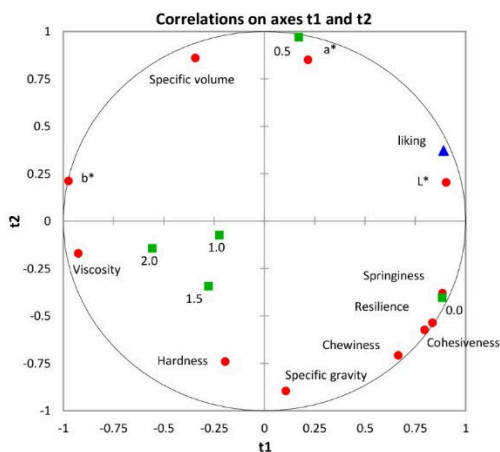
การทดสอบด้านกายภาพของผลิตภัณฑ์เค้กแป้งข้าวवादอกมะลิ 105 ที่เติมกัมจากเมล็ดแมงลักที่ระดับแตกต่างกัน เมื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบหลักแสดงดังรูปที่ 4 พบว่าทั้ง 2 แกน องค์ประกอบสามารถอธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 87.87 โดยแกน F1 อธิบายได้ร้อยละ 59.63 แกน F2 อธิบายได้ร้อยละ 28.23 จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์เค้กแป้งข้าวवादอกมะลิ 105 ที่เติมจากเมล็ดแมงลักร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักแป้งข้าวवादอกมะลิ 105 มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกับค่าสีแดง ( $a^*$ ) และปริมาตรจำเพาะของเค้ก

(specific volume) นั้นแสดงให้เห็นว่าเค้กแป้งข้าวवादอกมะลิ 105 ที่เติมจากเมล็ดแมงลักร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักแป้งข้าวवादอกมะลิ 105 มีปริมาตรจำเพาะเพิ่มขึ้น แต่มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงข้ามกับความหนืดของแบตเตอร์ (viscosity) ความถ่วงจำเพาะของแบตเตอร์ (specific gravity) และความแข็ง (hardness) นั้นแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์เค้กแป้งข้าวवादอกมะลิ 105 ที่เติมจากเมล็ดแมงลักร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักแป้งข้าวवादอกมะลิ 105 ความหนืดของแบตเตอร์ ความถ่วงจำเพาะของแบตเตอร์และความแข็งลดลง เนื่องมาจากกัมจากเมล็ดแมงลักสามารถอุ้มน้ำไว้ในแบตเตอร์ของผลิตภัณฑ์ทำให้ความหนืดของแบตเตอร์เพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้รักษาอากาศที่อยู่ภายในแบตเตอร์ได้เป็นอย่างดีซึ่งส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทำให้มีความแข็งลดลง

โดยการวิเคราะห์แผนผังความชอบของผู้บริโภค ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพและคะแนนความชอบด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เค้กแป้งข้าวवादอกมะลิ 105 ที่เติมกัมจาก



รูปที่ 4 แผนภาพ biplot ของข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ทางกายภาพ (●) และผลิตภัณฑ์เค้กแป้งข้าวवादอกมะลิ 105 ที่เติมกัมจากเมล็ดแมงลัก (■)



รูปที่ 5 แผนผังความชอบของผู้บริโภคของข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ทางกายภาพ (●) และผลิตภัณฑ์เค้กแป้งข้าวवादอกมะลิ 105 ที่เติมกัมจากเมล็ดแมงลัก (■) และคะแนนความชอบ (▲)



เมล็ดแมงลักที่ระดับแตกต่างกัน (รูปที่ 5) พบว่า คุณลักษณะด้านความสว่าง (L\*) เป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีอิทธิพลต่อความชอบของผลิตภัณฑ์เค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยผลิตภัณฑ์เค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เติมกัมจากเมล็ดแมงลักร้อยละ 0.0 โดยน้ำหนักของแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีความสัมพันธ์สอดคล้องไปกับทิศทางเดียวกับความสว่าง แต่ผลิตภัณฑ์เค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เติมกัมจากเมล็ดแมงลักร้อยละ 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 โดยน้ำหนักของแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีทิศทางตรงกันข้ามกับความสว่าง เป็นผลมาจากกัมจากเมล็ดแมงลักมีสีน้ำตาลปนดำ ซึ่งค่าสีของกัมจากเมล็ดแมงลัก คือ ค่าความสว่าง เท่ากับ 57.57 ค่าสีแดงเท่ากับ 4.05 และค่าสีเหลืองเท่ากับ 14.84 นั้นแสดงให้เห็นว่าการเติมกัมจากเมล็ดแมงลักที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความสว่างของผลิตภัณฑ์เค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ลดลง ดังนั้นลักษณะที่เป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อทัศนคติหรือ

ความชอบของผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์เค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เติมกัมจากเมล็ดแมงลัก คือ ความสว่าง

การทดสอบความพอดีของผลิตภัณฑ์เค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เติมกัมจากเมล็ดแมงลักที่ระดับแตกต่างกันในด้านความนุ่ม ด้วยวิธี just about right (JAR) จากการทดสอบความพอดีพบว่าลักษณะความนุ่มของผลิตภัณฑ์เค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เติมกัมจากเมล็ดแมงลักทุกระดับมีความพอดีน้อยกว่าร้อยละ 70 จึงต้องพิจารณาจากค่า net score ของผลิตภัณฑ์ โดยที่ค่า net score น้อยกว่าหรือเท่ากับ 20 นั้นแสดงว่าลักษณะของผลิตภัณฑ์มีความพอดีแล้ว [24,25] จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าค่า net score เค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เติมกัมจากเมล็ดแมงลักมีค่าน้อยกว่า 20 สามารถกล่าวได้ว่าผลิตภัณฑ์เค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เติมกัมจากเมล็ดแมงลักมีลักษณะความนุ่มที่พอดีแล้ว

ตารางที่ 2 ทิศทางของลักษณะความนุ่มของผลิตภัณฑ์เค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เติมกัมจากเมล็ดแมงลักที่ระดับต่างกันจากการทดสอบความพอดี

ระดับของกัมจาก เมล็ดแมงลัก (ร้อยละ)	จำนวนผู้บริโภค (ร้อยละ)			Net score
	น้อยเกินไป	พอดี	มากเกินไป	
0.0	12.79	61.63	25.58	12.79
0.5	10.47	61.63	27.90	17.43
1.0	23.26	66.12	10.47	12.79
1.5	26.74	60.47	12.79	13.95
2.0	29.07	52.33	18.60	10.47

#### 4. สรุป

กัมจากเมล็ดแมงลักแสดงพฤติกรรมกาวไหลเป็นแบบซูโดพลาสติก และเมื่อความเข้มข้นของกัมจากเมล็ดแมงลักเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความหนืดของกัมจากเมล็ดแมงลักเพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดยกัมทางการค้าส่วน

ใหญ่จะมีสมบัติรีโอโลยีแบบเดียวกัน เพราะฉะนั้นกัมจากเมล็ดแมงลักจึงเหมาะสมกับการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร สำหรับการเติมกัมจากเมล็ดแมงลักส่งผลต่อคุณภาพของเค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยปริมาณกัมจากเมล็ดแมงลักที่เพิ่มขึ้นมีอิทธิพล

ต่อค่าความถ่วงจำเพาะของแบตเตอร์ซึ่งทำให้มีค่าลดลง แต่ความหนืดของแบตเตอร์มีค่าเพิ่มขึ้น จากการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักการวิเคราะห์แผนภาพความชอบของผู้บริโภคที่มีอิทธิพลต่อคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์เค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เติมกัมจากเมล็ดแมงลัก พบว่าผลิตภัณฑ์เค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เติมกัมจากเมล็ดแมงลักร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกับค่าสีแดง (a\*) และปริมาตรจำเพาะของเค้ก (specific volume) แต่มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงข้ามกับความหนืดของแบตเตอร์ (viscosity) ความถ่วงจำเพาะของแบตเตอร์ (specific gravity) และความแข็ง (hardness) กล่าวได้ว่าผลิตภัณฑ์เค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เติมกัมจากเมล็ดแมงลักร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีความหนืดของแบตเตอร์ ความถ่วงจำเพาะของแบตเตอร์และความแข็งลดลง สำหรับการวิเคราะห์แผนภาพความชอบของผู้บริโภคที่มีอิทธิพลต่อคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์เค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เติมกัมจากเมล็ดแมงลัก ลักษณะที่เป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อทัศนคติหรือความชอบของผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์เค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เติมกัมจากเมล็ดแมงลัก คือ ความสว่าง (L\*) และการทดสอบความพอดีของผลิตภัณฑ์พบว่าผลิตภัณฑ์เค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เติมกัมจากเมล็ดแมงลักมีลักษณะความนุ่มที่พอดีแล้ว ดังนั้นปริมาณของกัมจากเมล็ดแมงลักที่ระดับร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ทำให้คุณภาพแบตเตอร์และคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีคุณลักษณะที่ดีและตรงตามต้องการของผู้บริโภค

## 5. กิติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) สำหรับทุนสนับสนุนงานวิจัยภายใต้โครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม (พวอ.) ระดับปริญญาโท ปี 2558 (MSD58I0014) และ บริษัท อาร์ซีเค อะกริ มาร์เก็ตติ้ง จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในงานวิจัย

## 6. รายการอ้างอิง

- [1] Chueamchaitrakun, P., Chompreeda, P., Haruthaithanasan, V., Suwonsichon, T., Kasemsamran, S. and Prinyawiwatkul, W., 2011, Sensory descriptive and texture profile analyses of butter cakes made from composite rice flours, *Int. J. Food Sci. Tech.* 46: 2358-2365.
- [2] อุทัยวรรณ ทองทั้งวงศ์ และสุนทรี สุวรรณลิขันธ์, 2553, ผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสาลีต่อคุณภาพของบัตเตอร์เค้ก, น. 195-202, การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48 สาขาอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- [3] Summu, G., Koksel, F., Sahin, S., Basman, A. and Meda V., 2010, The effect of xanthan gum and guar gum on staling of gluten-free rice cakes baked in difference ovens, *Int. J. Food Sci. Tech.* 45: 87-93.
- [4] Turabi, E., Summu, G. and Sahin, S., 2010, Quantitative analysis of macro and micro-structure of gluten-free rice cakes containing difference types of gums baked ovens, *Food Hydrocol.* 24: 755-762.
- [5] Preichardt, L.D., Vendruscoio, C.T., Gularte, M.A. and Moreira, A.D.S., 2011, The role of

- xanthan gum in the quality of gluten free cakes: improved bakery products for celiac patients, *Int. J. Food Sci. Tech.* 46: 2591-2597.
- [6] Tharanathan, R.N. and Anjaneyalu, Y.V., 1974, Polysaccharides from the seed mucilage of *Ocimum basilicum* Linn., *Ind. J. Chem. B* 12: 1164-1165.
- [7] Rasavi, S.M.A., Mortazavi, S.A., Matia-Merino, L., Hosseini-Parvar, S.H., Motamedzadegan, A. and Khanipaour, E., 2009, Optimization study of gum extraction from basil seed gum (*Ocimum basilicum* L.), *Int. J. Food Sci. Tech.* 46: 1755-1762.
- [8] สุธิณี คำเพ็ง, จอมใจ พีรพัฒนา และเกษม นันทชัย, 2555, การสกัดและสมบัติของสารเมือกเมล็ดแมงลัก, *ว.วิทยาศาสตร์เกษตร* 43(3): 372-375.
- [9] Hosseini-Parvar, S.H., Matia-Merino, L., Goh, K.K.T., Razavi, S.M.A. and Mortazavi, S.A., 2010, Steady shear flow behavior of gum extracted from *Ocimum basilicum* L. seed: Effect of concentration and temperature, *J. Food Eng.* 101: 236-243.
- [10] BahramParvar, M., Rasavi, S.M.A. and Tehrani, M.M., 2012, Optimising the ice cream formulation using basil seed gum (*Ocimum basilicum* L.) as a novel stabiliser to deliver improved processing quality, *Int. J. Food Sci. Tech.* 47: 2655-2661.
- [11] ละอองดาว ว่องเอกลักษณ์ และกุลยา ลีมรุ่งเรืองรัตน์, 2545, การใช้มิวซิเลจแห้งจากเมล็ดแมงลักเป็นสารช่วยให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์ซอสพริก และมายองเนส, *ว.วิทยาศาสตร์บูรพา* 7(1): 17-24.
- [12] ปิยนุสรณ์ น้อยด้วง และเนตรนภา วิเลปะนะ, 2550, การใช้ผงเมือกจากเมล็ดแมงลักเป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์น้ำจิ้มไก่, *ว.เทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม* 3(1): 22-29.
- [13] กมลทิพย์ สัจจาอนันตกุล และมาลี ชัมศรีสกุล, 2546, ผลการใช้ผงเมือกแมงลักเป็นสารเพิ่มความเหนียวในผลิตภัณฑ์บะหมี่สุกแห้ง, น. 268-276, การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 4 สาขาอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- [14] อมรรัตน์ เจริญ และสุธีรา วัฒนกุล, 2559, อิทธิพลของกัมจากเมล็ดแมงลักต่อคุณภาพของเค้กแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105, น. 149-153, งานประชุมวิชาการข้าวแห่งชาติ ครั้งที่ 4, โรงแรมเซ็นทรา ศูนย์ราชการและคอนเวนชันเซ็นเตอร์, กรุงเทพฯ.
- [15] Kumari, R., Jeyarani, T., Soumya, C. and Indrani, D., 2011, Use of vegetable oils, emulsifiers and hydrocolloids on rheological, fatty acid profile and quality characteristics of pound cake, *J. Texture Stud* 42: 377-386.
- [16] Marcottea, M., Hoshahilia, A.R.T. and Ramaswamyb, H.S., 2001, Rheological properties of selected hydrocolloids as a function of concentration and temperature, *Food Res. Int.* 34: 695-703.
- [17] คณาจารย์ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2555, การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมเกษตร, พิมพ์ครั้งที่ 4, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย

- เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- [18] Williams, P. and Phillips, G.O, 2005, Gum and Stabilisers for Food Industry 13, Cambridge: RSC Publishing, 495 p.
- [19] Sanha, D. and Bhattacharya, S., 2010, Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: A critical review, J. Food Sci. Tech. 47: 587-597.
- [20] Poonnakasem, N., Laohasongkram, K. and Chaiwanichsiri, S., 2015. Influence of hydrocolloids on batter properties and texture kinetic of sponge cake during storage, J. Food Qual. 38: 441-449.
- [21] Anton, A.A. and Artfield, S.D., 2008. Hydrocolloids in gluten-free bread: A review, Int. J. Food Sci. Nutr. 59: 11-23.
- [22] Go´mez, M., Ronda, F., Caballero, P.A., Blanco, C.A. and Rosell, C.A., 2007, Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes, Food Hydrocol. 21: 167-173.
- [23] Ashwini, A., Jyotsna, R. and Indrani, D., 2009, Effect of hydrocolloids and emulsifiers on the rheological, microstructural and quality characteristics of eggless cake, Food Hydrocol. 23: 700-707.
- [24] โสมสิริ สมถวิล และสุจินดา ศรีวัฒน์, 2556, การใช้สเกลความพอดีในการปรับสูตรไส้อ้ว, แหล่งที่มา : <http://www.lib.ku.ac.th/KUCONF/2556/KC5006020.pdf>, 19 กันยายน 2560.
- [25] ปารีชาติ ศงสนันท์ และศิริลักษณ์ เจริญรัตน์, 2560, การพัฒนาผลิตภัณฑ์แฮมชี้โครงหมูอ่อนสำหรับกลุ่มส่งเสริมอาชีพสตรีเทศบาลเมืองตันเปา อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่, ว.การพัฒนาชุมชนและการสร้างชีวิต 5(1): 163-173.