

ผลของสารไฮโดรคอลลอยด์ต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียน

EFFECT OF GELLING AGENTS ON QUALITY ATTRIBUTES OF DURIAN JELLY

วราศรี แสงกระจ่าง^{1*} ปิยนุช ถนันทิพย์¹ จุรีภรณ์ นวนมุสิก² และ กิติยา สุขเหม³

¹สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
นครศรีธรรมราช 80280

²สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
นครศรีธรรมราช 80280

³สาขาวิชาวิทยาการแปรรูปและการประกอบอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมณฑลรัตนโกสินทร์
นครปฐม 73170

Warasri Saengkrajang^{1*}, Piyanuch Thanonthip¹, Jureeporn Nounmusig² and Kitiya Suhem³

¹Food and Nutrition Program, Faculty of Science and Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University,
Nakhon Si Thammarat, 80280

²Public Health Program, Faculty of Science and Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University,
Nakhon Si Thammarat, 80280

³Food Processing and Culinary Science Program, Faculty of Science and Technology,
Rajamangala University Of Technology Rattanakosin, Nakhon Pathom, 73170

*E-mail: warasri_sae@nstru.ac.th

Received: 2018-04-30

Revised: 2018-04-30

Accepted: 2020-01-22

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของไฮโดรคอลลอยด์ต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของกลุ่มผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียนที่เตรียมได้จากไฮโดรคอลลอยด์ต่างชนิด ผลการศึกษาพบว่า ไฮโดรคอลลอยด์ผสมระหว่างแคปปา-คาราจีแนนต่อผงบุก (อัตราส่วน 9:1) ปริมาณ 0.3% w/w ให้คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียนได้ดีที่สุด โดยมีคุณภาพทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ค่าสี L^* , a^* , b^* เท่ากับ 81.64, 3.73 และ 38.15 ตามลำดับ ค่า pH เท่ากับ 7.24 ปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับ 35.19% ค่าการแยกตัวของน้ำเท่ากับ 5.96% โดยเนื้อสัมผัสของ

ผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งของเจล ความสามารถในการยึดเกาะกันภายในเจล ความยืดหยุ่นของเจล ความเหนียวของเจล การทนต่อการเคี้ยวของเจล ความสามารถในการเกาะติดของเจล และความแข็งแรงของเจลที่เหมาะสม และมีค่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยรวมของกลุ่มผู้บริโภคระดับปานกลาง (7.52) แสดงให้เห็นว่า ไฮโดรคอลลอยด์ผสมระหว่างแคปปา-คาราจีแนนต่อผงบุก (อัตราส่วน 9:1) เป็นไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสมและมีคุณสมบัติการเป็นสารก่อเจลที่ดีในกระบวนการผลิตเยลลี่ทุเรียน สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบเยลลี่ทุเรียนเพื่อเพิ่มมูลค่าเชิงพาณิชย์สำหรับผู้ประกอบการอาหารได้ต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: ขนมเยลลี่ ทุเรียนไทย คาราจีแนน ผงบุก โลกัสبینกัม

ABSTRACT

In this study, the effect of gelling agents on quality attributes of durian jelly. The objectives of this study were to investigate physio-chemical characteristics and sensory evaluation of durian jelly products by adding 6 different gelling agents. The results showed that mixed carageenan : konjac (9:1) was found to be the best condition affecting on the quality of physio-chemical characteristics and showed the best score in sensory evaluation. The quality of color (L^* , a^* , b^*) were 81.64 , 3.73, and 38.15, respectively. pH, Total solids , and syneresis showed that 7.24, 35.19%, and 5.96%, respectively. Furthermore, it were strongly showed on hardness, adhesiveness, chewiness, gumminess, springiness and cohesiveness of texture profile products. Moreover, the mixed carageenan:konjac (9:1) durian jelly product showed the score in overall-liking about 7.52. The quality attributes of durian jelly data suggest that the good gelling agents for developing of durian jelly product in entrepreneur process. That durian jelly had excellent potential for increasing to the economic value of Thai's fruit in jellies market.

Keywords: Jelly desert, Thais durian, Carrageenan, Konjac Flour, Locust bean gum

บทนำ

เยลลี่เป็นผลิตภัณฑ์อาหารประเภทขนมหวานหรืออาหารว่าง มีส่วนประกอบหลัก คือ น้ำผลไม้ น้ำตาล กรดและไฮโดรคอลลอยด์ เช่น คาราจีแนน กลูโคแมนแนนในผงบุก โลกัสبینกัม เจลาติน และวุ้น เป็นต้น (Thai Industrial Standards Institute, 2004) ปัจจุบันผลิตภัณฑ์เยลลี่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคตั้งแต่ผู้บริโภควัยเด็กไปจนถึงผู้ใหญ่ เพราะผลิตภัณฑ์เยลลี่มีสีสัน

ที่สวຍงาม และผลิตเพลลีนกับผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่มีให้เลือกซื้อหลากหลายรูปแบบตามที่ชอบรับประทานในแต่ละวัย ผลิตภัณฑ์เยลลี่เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีรูปร่างและสีสันสวยงาม มีรสชาติหวาน และสร้างความรู้สึกสดชื่นให้แก่ผู้บริโภคได้ ทำให้ปัจจุบันผลิตภัณฑ์เยลลี่ได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นในท้องตลาด ในกลุ่มผู้บริโภคเกือบทุกเพศ ทุกวัย โดยเฉพาะกลุ่มผู้บริโภคที่เป็นเด็กหรือวัยรุ่น หรือกลุ่มวัยผู้ใหญ่ทำงานที่นิยมบริโภคผลิตภัณฑ์เยลลี่เป็นอาหารว่างพลังงานต่ำเพิ่มขึ้น ทำให้ทิศทางการผลิตของผลิตภัณฑ์เยลลี่ในปัจจุบันเน้นจุดเด่นทางโภชนาการที่ส่งผลในเชิงสุขภาพของผู้บริโภค โดยการเติมสารอาหารลงไปในผลิตภัณฑ์ที่ระดับต่าง ๆ เช่น การเติมเส้นใย วิตามิน เกลือแร่ หรือคอลลาเจน ลงไปในอาหาร หรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่จากวัตถุดิบที่มีคุณค่าทางโภชนาการ เช่น เยลลี่คาราจีแนนสูตรน้ำผัก ผลิตภัณฑ์เยลลี่จากเนื้อละมุด ผลิตภัณฑ์เยลลี่จากเนื้อลูกจาก ผลิตภัณฑ์เยลลี่จากสารสกัดฝรั่ง และผลิตภัณฑ์เยลลี่มาจากวันเมล็ดแมงลัก เป็นต้น (Saehor, et al., 2011; Carvalho, et al., 2012; Kunpakdee, et al, 2012; Charoen, et al, 2015; Hemathulin Sombun, 2015) ซึ่งในกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจำเป็นต้องใช้ไฮโดรคอลลอยด์เป็นไฮโดรคอลลอยด์ (Gelling agent) ในผลิตภัณฑ์ ไฮโดรคอลลอยด์ที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์เยลลี่ ได้แก่ คาราจีแนน กลูโคแมนแนนในผงบุก และ โลกัสปิ่นกัม เป็นต้น โดยไฮโดรคอลลอยด์ทั้ง 3 ชนิด มีคุณสมบัติในการเกิดเจล ช่วยลดการแยกตัวของน้ำและความเปรี้ยว และเพิ่มความสามารถในการยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์ สามารถขึ้นรูปและปรับปรุงโครงสร้างและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เยลลี่ได้ (Brenner et al., 2013) จากการศึกษาของ Saehor, et al, (2011) พบว่า ปริมาณคาราจีแนนร้อยละ 1 ส่งผลให้น้ำผักจากมะเขือเทศ แครอท พักทองสามารถ ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 25 และ น้ำผักกะหล่ำปลีม่วงร้อยละ 5 มีความยืดหยุ่น ทำให้ความสามารถในการเกาะกันของเนื้อเยลลี่มีความเคี้ยวกัน นอกจากนี้การใช้คาราจีแนนปริมาณร้อยละ 1.8 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ร่วมกับผงบุกร้อยละ 0.1% โดยน้ำหนักต่อปริมาตรส่งผลให้เยลลี่เนื้อลูกจากได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสทุกด้านสูงสุดในระดับชอบปานกลาง ซึ่งโครงสร้างของคาราจีแนนเป็นพอลิเมอร์ชนิดโพลีแซคคาไรด์ (น้ำตาลกาแล็กโตส) ดังนั้นเมื่อได้รับความร้อนและเกิดการเย็นตัวจะจับกันเป็นเกลียวคู่ (Double helix) ที่สามารถทำให้เยลลี่เกิดเป็นเจลได้ ดังนั้นการใช้คาราจีแนนในปริมาณที่สูงเกินไปจะทำให้มีการจำนวนของการจับตัวกันของน้ำตาลกาแล็กโตสมากขึ้น ทำให้เนื้อเยลลี่อาจไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (Kunpakdee, et al, 2012) นอกจากนี้การใช้ไฮโดรคอลลอยด์ผสมระหว่างผงบุกและคาราจีแนนต่อคุณภาพของเยลลี่มะเขือ พบว่า อัตราส่วนของผงบุกต่อคาราจีแนน ปริมาณผงบุกผสมคาราจีแนน และอิทธิพลร่วมของอัตราส่วนปริมาณผงบุกผสมคาราจีแนนไม่มีผลต่อคุณภาพทางกายภาพและเคมีของเยลลี่มะเขืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ยกเว้นค่าแรงกดที่พบว่าเยลลี่มะเขือที่มีส่วนผสมของผงบุกผสมคาราจีแนนที่อัตราส่วน 50:50 และในปริมาณร้อยละ 1 มีค่าแรงกดต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) โดยเยลลี่จะใช้ค่าแรงกดเพิ่มขึ้นตามปริมาณของผงบุกผสมคาราจีแนนที่เพิ่มขึ้น (Srisamatthakarn, et al., 2010)

ทุเรียน เป็นผลไม้ที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว รสชาติอร่อย มีกลิ่นโดดเด่น มีเปลือกหนา และมีหนามแหลม จนได้รับฉายาเป็น “ราชาแห่งผลไม้ (King of Fruit)” จัดเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยอีกชนิดหนึ่ง มีการปลูกและขยายพันธุ์เกือบทุกพื้นที่ในประเทศไทย โดยเฉพาะในภาคตะวันออกและภาคใต้ของไทย ทุเรียนไทยมีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักในตลาดต่างประเทศ เนื่องจากทุเรียนไทยมีคุณภาพและความอร่อยของแต่ละพันธุ์เป็นเอกลักษณ์และมีความจำเพาะเหนือกว่าทุเรียนที่ผลิตในอินโดนีเซีย หรือในประเทศฟิลิปปินส์ (Namruengsri et al., 2016) และจากการตรวจสอบเอกสารทางวิชาการเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่ พบว่า ยังไม่มีรายงานการพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่จากทุเรียน โดยไม่มีการรายงานผลทางวิชาการเกี่ยวกับการใช้หลักการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ รวมถึงข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับสูตรมาตรฐานของการผลิตเยลลี่ทุเรียน และการศึกษาถึงคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และการยอมรับทางประสาทสัมผัส

บริษัท พรทิพย์ ภูเก็ต (จำกัด) ปัจจุบันเป็นภาคเอกชนที่มีการผลิตและแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารจำหน่ายทั้งภายในและภายนอกประเทศ และมีจุดเด่นของบริษัท คือ เป็นผู้ผลิตอาหารรูปแบบใหม่จากทุเรียนซึ่งเป็นผลไม้เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่นิยมบริโภคทุเรียนในท้องตลาดให้มีความหลากหลายมากขึ้น เช่น ผลิตภัณฑ์น้ำทุเรียนชงร้อน กาแฟทุเรียน และทุเรียนอบกรอบปรุงรสต่างๆ เป็นต้นและจากการร่วมสนทนาแลกเปลี่ยนแนวคิดกับผู้ประกอบการ พบว่า ผู้ประกอบการมีความสนใจพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียน เพื่อสร้างรูปแบบการบริโภคทุเรียนให้แก่กลุ่มผู้บริโภคในรูปแบบใหม่ที่มีความหลากหลายเพิ่มมากขึ้น โดยใช้วัตถุดิบหลักเป็นผงทุเรียนซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ผู้ประกอบการได้พัฒนาในรูปแบบผงทุเรียนแบบชงร้อน มาพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ขนมหวานรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากท้องตลาด เป็นเยลลี่ทุเรียน ซึ่งอาจเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเทรนด์ใหม่ที่เป็นตัวเลือกให้แก่ผู้บริโภคที่นิยมบริโภคทุเรียนหรือผลิตภัณฑ์จากทุเรียนได้ ซึ่งการพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียนที่มีรูปแบบการบริโภคน้ำทุเรียนที่แตกต่างจากเดิม เป็นนวัตกรรมอาหารที่เป็นประเด็นน่าสนใจต่อการพัฒนาต่อยอดเป็นงานวิจัยที่ก่อให้เกิดการถ่ายโอนความรู้และเทคโนโลยีที่เป็นประโยชน์สู่สถานประกอบการภาคเอกชน ทำให้สถานประกอบการภาคเอกชนมีผลิตภัณฑ์ใหม่เพิ่มขึ้นในตลาดการจำหน่ายสินค้า สามารถสร้างความเข้มแข็งของสถานประกอบการได้อย่างยั่งยืนบนพื้นฐานการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ที่พัฒนามาจากวัตถุดิบที่มีอยู่แล้วในสถานประกอบการได้ และการศึกษาผลของไฮโดรคอลลอยด์ต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียน เป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียนเพื่อเพิ่มมูลค่าเชิงพาณิชย์ของผลไม้ไทยตามความต้องการของผู้ประกอบการ เป็นการพัฒนานวัตกรรมผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อตอบสนองความต้องการของสถานประกอบการบนพื้นฐานการใช้องค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สร้างองค์ความรู้และนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตอาหารและนำไปสู่การผลักดันให้เกิด Outcome ที่เกิดจากกระบวนการจัดการจาก Know How, Technology, Process จนได้มาเป็น

ตัว Product และจาก Product ผู้บริโภคได้จริง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของไฮโดรคอลลอยด์ต่อคุณลักษณะทางเคมีกายภาพ และการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียน

วิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่างเพื่อศึกษาผลของไฮโดรคอลลอยด์ต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียน โดยการใช้ไฮโดรคอลลอยด์แบบเดี่ยวและแบบผสม จำนวน 6 สิ่งทดลอง ได้แก่ สารแคปปา-คาราจีแนน สารแคปปา-คาราจีแนนผสมโลกัสบีนัม (อัตราส่วน 1:1) สารแคปปา-คาราจีแนนผสมโลกัสบีนัม (อัตราส่วน 9:1) สารแคปปา-คาราจีแนนผสมผงบุก (อัตราส่วน 1:1) สารแคปปา-คาราจีแนนผสมผงบุก (อัตราส่วน 9:1) และไฮโดรคอลลอยด์ทางการค้า ยี่ห้อ เยลลี่จีแนน (บริษัทไทยเบเกอร์) และวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) โดยใช้ไฮโดรคอลลอยด์ทั้ง 6 สิ่งทดลอง ร้อยละ 0.3 โดยน้ำหนัก (%w/w) ผงทุเรียนสำเร็จรูปยี่ห้อไอตะ (บริษัทพรทิพย์ ภูเก็ต) ร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก (%w/w) และน้ำสะอาด ร้อยละ 69.7 โดยน้ำหนัก (%w/w) ได้สิ่งทดลองของผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียน ทั้งหมด 6 สิ่งทดลอง โดยใช้สัญลักษณ์ของตัวอย่าง ดังนี้

Control แสดงถึง สารละลายผงทุเรียนสูตร 3 in 1 ที่ความเข้มข้นร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก

F1 แสดงถึง ผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียนที่เตรียมจากแคปปา-คาราจีแนน

F2 แสดงถึง ผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียนที่เตรียมจากแคปปา-คาราจีแนนผสมโลกัสบีนัม (1:1)

F3 แสดงถึง ผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียนที่เตรียมจากแคปปา-คาราจีแนนผสมโลกัสบีนัม (9:1)

F4 แสดงถึง ผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียนที่เตรียมจากแคปปา-คาราจีแนนผสมผงบุก (1:1)

F5 แสดงถึง ผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียนที่เตรียมจากแคปปา-คาราจีแนนผสมผงบุก (9:1)

F6 แสดงถึง ผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียนที่เตรียมจากไฮโดรคอลลอยด์ทางการค้า ยี่ห้อ เยลลี่จีแนน

2. เตรียมตัวอย่างเยลลี่ทุเรียนที่เติมไฮโดรคอลลอยด์ต่างชนิด โดยผสมไฮโดรคอลลอยด์กับน้ำสะอาด นำไปให้ความร้อนจนละลายเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นเติมผงทุเรียนยี่ห้อไอตะ (บริษัทพรทิพย์ ภูเก็ต) ลงไป คนให้ละลาย และทำการต้มเพื่อพาสเจอร์ไรส์โดยการใช้ความร้อนทางอ้อม (Indirect Heating) ที่อุณหภูมิ 85 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ดูดสารละลายด้วยหลอดฉีดยาชนิดทนร้อน ปริมาตร 50 มิลลิลิตร บรรจุลงในถ้วยพลาสติกโพลีเอทิลีน (PE) ปิดฝาให้เกิดเจลที่อุณหภูมิห้องนาน 15 นาที แล้วนำไปเก็บในตู้แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน เพื่อใช้เป็นตัวอย่างสำหรับการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

3. การวิเคราะห์คุณลักษณะทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียน

นำผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียนที่ผ่านการเก็บในตู้แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 วันก่อนการศึกษา ดำเนินการศึกษาคูณสมบัติทางเคมีกายภาพร่วมกับการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของกลุ่มผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ได้แก่ วิเคราะห์ค่าสี ด้วยเครื่องวัดสีตามระบบ CIE (L^* , a^* , b^*) ด้วยเครื่องวัดสี Hunter Lab Colorimeter วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของตัวอย่างด้วยเครื่อง pH meter วิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solid content) ด้วยวิธีการทำแห้งตามวิธีมาตรฐาน AOAC (935.29, 2012) วิเคราะห์การวัดค่าการแยกตัวของน้ำ ตามการดัดแปลงวิธีการของ Phoonphun (2004) และคำนวณหาค่าร้อยละการแยกตัวของน้ำ = $[(\text{น้ำหนักเริ่มต้นของตัวอย่าง} - \text{น้ำหนักหลังการแยกตัวของน้ำ}) / \text{น้ำหนักเริ่มต้น}] \times 100$ และวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ค่าความแข็งของเจล (Hardness) ความสามารถในการเกาะติดของเจล (Adhesiveness) ค่าการทนต่อการเคี้ยวของเจล (Chewiness) ค่าความเหนียวของเจล (Gumminess) ค่าความยืดหยุ่นของเจล (Springiness) ความสามารถในการยึดเกาะกันภายในเจล (Cohesiveness) ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) ยี่ห้อ LLOYD รุ่น LR 5K ประกอบด้วย Load Cell ขนาด 10 N ใช้หัวกดชนิด Spherical stainless steel ball-end probes ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร ค่าความเร็วขณะทดสอบเท่ากับ 5 มิลลิเมตรต่อวินาที กำหนดระยะทางกดตัวอย่างร้อยละ 75 ของความสูงของตัวอย่างทั้งหมด (12.75 มิลลิเมตร) และคำนวณค่าความแข็งแรงของเจล (Gel Strength; g.cm) จาก $[\text{ค่าความแข็งของเจล (Hardness)} \times 101.972] \times \text{ค่าความยืดหยุ่นของเจล (Springiness)}$

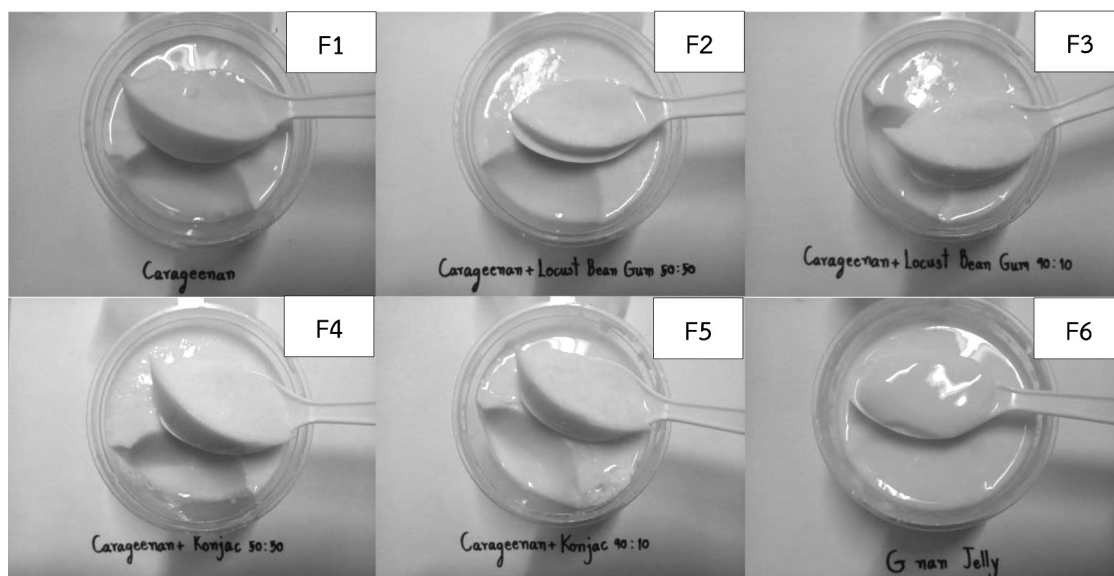
4. การศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของกลุ่มผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นทุเรียน กลิ่นรสทุเรียน ความรู้สึกขณะตักเข้าปากและความรู้สึกในปากขณะบริโภค เพื่อบ่งชี้เนื้อสัมผัสของเยลลี่เมื่อถูกสัมผัสด้วยปากของผู้ทดสอบ รวมทั้งรสชาติและความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9-point Hedonic Scale โดยใช้ผู้ทดสอบ 50 คน และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เพื่อทำการคัดเลือกชนิดไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสมและดีที่สุด เติมนลงในสูตรมาตรฐานของผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียนสำหรับพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายสำหรับการพัฒนาเพื่อการผลิตเยลลี่ทุเรียนในเชิงพาณิชย์เป็นลำดับต่อไป

ผลการทดลอง

1. ผลของไฮโดรคอลลอยด์ต่อคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียน

จากการประเมินผลการเกิดเจลของผลิตภัณฑ์สูตรมาตรฐานด้วยการสังเกตด้วยตาเปล่าและการตักด้วยช้อนพลาสติก พบว่า ผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียนที่เติมไฮโดรคอลลอยด์เดี่ยวและ

ผสมระหว่างแคปปา-คาราจีแนน ผงบุก และโลกัสบีนัม สามารถขึ้นรูปและส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เยลลี่สามารถตักได้ แต่การใช้ไฮโดรคอลลอยด์ผสมทางการค้าไม่สามารถขึ้นรูปเยลลี่ที่เรียนได้ โดยเจลที่เกิดขึ้นมีลักษณะเหลวและอ่อนตัวไม่เป็นรูปร่าง (ภาพที่ 1) แสดงให้เห็นว่าสัดส่วนการผสมไฮโดรคอลลอยด์มีผลต่อการเกิดเจลของผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่เรียน ซึ่งมีค่า pH ในช่วงความเป็นด่างอ่อน (7.24) อย่างไรก็ตาม pH ที่เหมาะสมสำหรับการเกิดเจลในผลิตภัณฑ์เยลลี่



รูปที่ 1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่เรียนที่เตรียมจากไฮโดรคอลลอยด์ต่างชนิดกัน

ทั้งนี้ปริมาณการใช้ไฮโดรคอลลอยด์แบบเดี่ยวและแบบผสมทั้ง 6 ชนิด มีผลต่อคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่เรียน ได้แก่ ค่าสี ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งทั้งหมด ค่าการแยกตัวของน้ำ ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ที่แตกต่างกัน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 และ 2 แสดงให้เห็นว่า การเติมไฮโดรคอลลอยด์ทั้งแบบเดี่ยวและแบบผสม ทำให้ค่าความสว่าง (L^*) และค่า pH ของผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่เรียนมีค่าเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม คือ น้ำทุเรียนก่อนเติมไฮโดรคอลลอยด์ โดยผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่เรียนที่เติมสารก่อเจลทางการค้าเยลลี่เจี๊น มีความสว่าง (L^*) ของผลิตภัณฑ์มากที่สุด (82.44 ± 0.03) รองลงมาคือผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่ที่มีการเติม แคปปา-คาราจีแนนผสม ผงบุก ในอัตราส่วน 9:1 และ 1:1 (81.64 ± 0.52 และ 81.59 ± 0.29) ตามลำดับ และการเติมไฮโดรคอลลอยด์ทั้ง 6 ชนิด ส่งผลให้น้ำทุเรียนก่อนเติมไฮโดรคอลลอยด์ที่มีสภาวะเป็นกลาง (7.01) เปลี่ยนแปลงค่า pH ของผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่เป็นด่างอ่อน (pH 7.13-7.24) ในทางกลับกัน การใช้ไฮโดรคอลลอยด์แบบเดี่ยวและแบบผสมทั้ง 6 ชนิด มีผลทำให้ปริมาณของแข็งทั้งหมด และ

ค่าการแยกตัวของน้ำในผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลงจากตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่า ไฮโดรคอลลอยด์ผสมของแคปปา-คาราจีแนนกับผงบุก ในอัตราส่วน 9:1 มีค่าการแยกตัวของน้ำในผลิตภัณฑ์เยลลี่ลดลงมากที่สุด ซึ่งค่าการแยกตัวของน้ำเป็นดัชนีบ่งชี้ความแข็งแรงของระบบเจลของผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่เกิดขึ้น ผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ดีควรมีค่าการแยกตัวของน้ำต่ำ ซึ่งส่งผลให้เจลของผลิตภัณฑ์เยลลี่มีความแข็งแรงและมีความคงตัวเพิ่มมากขึ้น (Langendoeff et al., 1999) และจากคุณสมบัติดังกล่าว ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ผลิตจากระบบเจลผสมระหว่างแคปปา-คาราจีแนนกับผงบุก ในอัตราส่วน 9:1 มีปริมาณลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มมาตรฐาน

ตารางที่ 1 คุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียนที่เตรียมจากสารที่ทำให้เกิดเจลต่างชนิดกัน

สิ่งทดลอง	ค่าสี			ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ปริมาณของแข็งทั้งหมด (%)	ค่าการแยกตัวของน้ำ (%)
	L*	a*	b*			
Control	73.02±3.12 ^e	4.40±0.09 ^a	28.18±1.28 ^c	7.01±0.04 ^d	42.65±12.32 ^a	9.95±0.06 ^a
F1	81.27±0.74 ^b	3.71±0.89 ^b	37.99±1.28 ^b	7.20±0.20 ^b	35.47±0.15 ^d	8.20±0.34 ^b
F2	80.57±1.35 ^c	3.32±0.16 ^c	37.39±0.37 ^b	7.17±0.02 ^c	35.58±0.15 ^d	6.84±0.75 ^c
F3	79.56±1.12 ^d	3.23±0.23 ^c	40.41±0.91 ^a	7.13±0.00 ^c	39.41±0.49 ^b	8.53±0.06 ^b
F4	81.59±0.29 ^b	3.60±0.05 ^b	39.08±0.30 ^a	7.20±0.01 ^b	36.92±1.10 ^c	6.37±0.43 ^c
F5	81.64±0.52 ^b	3.73±0.07 ^b	38.15±0.37 ^b	7.24±0.01 ^a	35.19±0.33 ^d	5.96±0.31 ^d
F6	82.44±0.03 ^a	3.61±0.25 ^b	37.19±0.31 ^b	7.21±0.01 ^b	35.57±0.26 ^d	8.84±0.75 ^a

หมายเหตุ: * แสดงถึง ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (3 ซ้ำ) และตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 2 คุณลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่เตรียมจากไฮโดรคอลลอยด์ต่างชนิดกัน

สิ่งทดลอง	คุณลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่เรียน						
	ค่าความแข็ง ของเจล (N)	ความสามารถในการ ยึดเกาะกันภายในเจล	ค่าความยืดหยุ่น ของเจล (mm)	ค่าความเหนียว ของเจล (N)	ค่าการทนต่อการเคี้ยว ของเจล (Nmm)	ความสามารถในการ เกาะติดของเจล (Nmm)	ค่าความแข็งแรง ของเจล (gcm)
F1	0.23±0.02 ^c	0.26±0.06 ^{bc}	22.01±2.42 ^a	0.06±0.02 ^b	1.26±0.32 ^a	0.20±0.02 ^c	523.61±70.86 ^d
F2	0.22±0.03 ^c	0.40±0.12 ^a	23.30±5.40 ^a	0.08±0.01 ^a	0.68±0.12 ^b	0.14±0.08 ^d	537.58±148.73 ^{bc}
F3	0.20±0.16 ^d	0.26±0.08 ^{bc}	21.61±2.49 ^a	0.05±0.02 ^{cd}	1.30±0.25 ^a	0.30±0.21 ^{cd}	447.88±70.42 ^d
F4	0.28±0.18 ^b	0.16±0.04 ^d	22.08±4.82 ^a	0.04±0.01 ^e	0.60±0.12 ^b	0.52±0.12 ^b	629.64±158.68 ^b
F5	0.31±0.18 ^a	0.20±0.3 ^{cd}	22.65±3.19 ^a	0.06±0.01 ^{bc}	1.45±0.32 ^a	0.06±0.01 ^e	726.93±103.98 ^a
F6	0.07±0.12 ^e	0.34±0.14 ^{ab}	0.42±0.07 ^b	0.05±0.01 ^{cd}	0.04±0.00 ^c	0.58±0.04 ^a	3.05±0.65 ^e

หมายเหตุ: * แสดงถึง ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (10 ซ้ำ) และตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

เมื่อพิจารณาคุณลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียน (ตารางที่ 2) พบว่า การใช้ไฮโดรคอลลอยด์แบบเดี่ยวและแบบผสมมีผลต่อคุณลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยพบว่าไฮโดรคอลลอยด์ผสมระหว่างสารแคปปา-คาราจีแนนผสมผงบุก (9:1) มีค่าความแข็งแรงของเจลสูงที่สุด แตกต่างจากระบบเจลของไฮโดรคอลลอยด์ชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่าระบบการเกิดเจลระหว่างสารแคปปา-คาราจีแนนผสมผงบุกมีความแข็งแรง ซึ่งเกิดจากการรวมตัวกันของสายเกลียวพันระควิว (Double helices) ของคาราจีแนนที่ดูดซับสายกลูโคแมนแนนไว้บริเวณผิวหน้า ส่งผลให้โครงสร้างของเจลผสมมีความแข็งแรงมากขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาค่าการแยกตัวของน้ำ ที่พบว่าผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่มีค่าการแยกตัวของน้ำลดลง จะมีค่าความแข็งแรงของเจลเพิ่มขึ้น เนื่องจากเจลที่มีความแข็งแรงสูงจะสามารถกักเก็บน้ำไว้ภายในเจลได้ดี จึงทำให้เกิดการแยกตัวของน้ำน้อยลง (Langendorff et al., 1999) คุณสมบัติเนื้อสัมผัสที่ดังกล่าว ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวและเปลี่ยนสภาพเมื่อโดนแรงกระทำได้ยากขึ้น จากผลการศึกษา ดังกล่าวสอดคล้องกับผลของค่าการแยกตัวของน้ำของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ไฮโดรคอลลอยด์ผสมระหว่างสารแคปปา-คาราจีแนนผสมผงบุก (9:1) มีค่าน้อยที่สุด แสดงให้เห็นว่าการเติมไฮโดรคอลลอยด์ผสมระหว่างสารแคปปา-คาราจีแนนผสมผงบุก (9:1) ให้คุณสมบัติความคงตัวของเจลในผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียนได้ดีที่สุด

2. ผลการยอมรับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียน

ผลการยอมรับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเยลลี่ทุเรียนที่เติมไฮโดรคอลลอยด์ต่างกันทั้ง 6 ชนิด พบว่า ชนิดของไฮโดรคอลลอยด์ทำให้เกิดมีผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของกลุ่มผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียนโดยมีผลต่อการยอมรับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านความรู้สึกขณะดักเข้าปาก ความรู้สึกในปากขณะบริโภค และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังนี้

ด้านความรู้สึกขณะดักเข้าปาก พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบความรู้สึกขณะดักเข้าปากของผลิตภัณฑ์ในระดับชอบเล็กน้อย-ปานกลาง (6.12-7.44 คะแนน) โดยพบว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับความรู้สึกขณะดักเข้าปากของผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียน ที่เตรียมจากสารแคปปา-คาราจีแนนผสมผงบุก ในอัตราส่วน 9:1 มากที่สุด (คะแนนเฉลี่ยความชอบ 7.44 คะแนน)

ด้านความรู้สึกในปากขณะบริโภค พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบความรู้สึกในปากขณะบริโภคของผลิตภัณฑ์ในระดับชอบเล็กน้อย-ปานกลาง (6.36-7.34 คะแนน) โดยพบว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับความรู้สึกในปากขณะบริโภคของผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียน ที่เตรียมจากสารแคปปา-คาราจีแนนผสมผงบุก ในอัตราส่วน 9:1 มากที่สุด (คะแนนเฉลี่ยความชอบ 7.34 คะแนน) ด้านความชอบโดยรวม พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในระดับชอบ

เล็กน้อย-ปานกลาง (6.80-7.62 คะแนน) โดยพบว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียน ที่เตรียมจากสารแคปปา-คาราจีแนนผสมผงโลกัสบีนัมในอัตราส่วน 1:1 มากที่สุด (คะแนนเฉลี่ยความชอบ 7.62 คะแนน)

อย่างไรก็ตามการยอมรับทางประสาทสัมผัสของกลุ่มผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นทุเรียน กลิ่นรสทุเรียน และรสชาติของผลิตภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq .05$)

ตารางที่ 3 ผลการยอมรับทางประสิทธิผลของผลิตภัณฑ์เรียนรู้ที่เตรียมจากเอนโดรคอลลอยด์ต่างชนิดกัน

สิ่งทดลอง	คุณลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เยลลี่เรียนรู้					
	ลักษณะปรากฏ ^{ns}	สี ^{ns}	กลิ่นทุเรียน ^{ns}	กลิ่นรสทุเรียน ^{ns}	ความรู้สึกลักษณะเข้าปาก	ความรู้สึกลักษณะบริโภค
F1	7.18±1.34	7.42±1.21	7.02±1.50	7.20±1.22	7.04±1.55 ^b	6.86±1.58 ^c
F2	7.22±1.40	7.44±1.13	7.06±1.43	6.94±1.36	7.14±1.63 ^b	7.28±1.55 ^a
F3	7.40±1.30	7.18±1.50	7.20±0.97	7.26±1.10	7.30±1.43 ^a	7.08±1.50 ^b
F4	7.04±1.50	7.06±1.40	6.80±1.30	6.98±1.20	7.12±1.35 ^b	7.10±1.53 ^b
F5	7.20±1.40	7.36±1.30	7.06±1.55	7.34±1.61	7.44±1.28 ^a	7.34±1.39 ^a
F6	6.86±1.40	7.26±1.31	7.08±1.44	7.16±1.45	6.12±1.72 ^c	6.36±1.74 ^c

หมายเหตุ: * แสดงถึง ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (50 ซัก) และตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)
^{ns} แสดงถึง ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≥0.05)

สรุปและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาผลของชนิดไฮโดรคอลลอยด์ต่อคุณลักษณะทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียน พบว่า การใช้ไฮโดรคอลลอยด์ทั้งแบบเดี่ยวและแบบผสมให้คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียนที่ต่างกันทั้งในด้านของคุณภาพทางกาย คุณภาพทางเคมี และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค สอดคล้องกับการศึกษาของ Phoonphun (2004) ได้ศึกษาผลของไฮโดรคอลลอยด์ต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเยลลี่รสนมผสมน้ำสตอเบอรี่พบว่า ชนิดและปริมาณของไฮโดรคอลลอยด์มีผลโดยตรงต่อคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพ ตลอดจนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ($p < 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์ที่เตรียมจากสารผสมระหว่างคาราจีแนนและกลูโคแมนแนนในอัตราส่วน 9:1 ที่ระดับ 0.20% ได้รับคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมสูงที่สุด ($p < 0.05$) แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาของ Tinakorn Na Ayutthaya and Putduang (2016) พบว่า การใช้ไฮโดรคอลลอยด์ผสมของผงบุกและคาราจีแนน อัตราส่วนที่ระดับ 70:30 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียนเพื่อสุขภาพสูงที่สุด และสอดคล้องกับการทดสอบคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีที่ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบมากที่สุด

การใช้ไฮโดรคอลลอยด์แต่ละชนิดในอาหารประเภทเยลลี่ ส่งผลให้คุณลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติในการเกิดเจล (Gelling agent) ได้แตกต่างกัน ซึ่งจากการศึกษาจะเห็นได้ว่าการใช้ไฮโดรคอลลอยด์ผสมระหว่างสารแคปปา-คาราจีแนนและผงบุก ในอัตราส่วน 9:1 ให้คุณลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียนได้ดีที่สุด ซึ่งเกิดจากการใช้ไฮโดรคอลลอยด์ชนิดแคปปา-คาราจีแนน ที่มีโครงสร้างของเจลเป็นเกลียวคู่ (double-helix) และส่วนหนึ่งของเกลียวจะเป็นเส้นตรงสามารถเชื่อมสัมพันธ์กัน และมีโครงสร้างเจลแบบสามมิติในแคปไซออนที่เหมาะสม เจลลักษณะนี้เป็นเจลที่มีความคงตัวต่อการแช่แข็งและทำละลาย และมีความสามารถในการทำปฏิกิริยากับโปรตีนในอาหารได้อย่างหลากหลาย รวมทั้งปฏิกิริยาทางไฟฟ้า และช่วยเพิ่มความคงตัวของผลิตภัณฑ์อาหารได้ (Lopez-Pena and Mc Clements, 2014) โครงสร้างของแคปปา-คาราจีแนนเป็นเจลที่มีความแข็งแรง และไม่ยึดหยุ่นกับเกลียวของโพแทสเซียมตลอดจนเป็นเจลที่มีความเปราะกับเกลียวแคลเซียม เจลของแคปปา-คาราจีแนนเป็นเจลที่มีความขุ่นแต่เมื่อมีการเติมน้ำตาลเจลจะมีความใส (McHugh, 2003) ทั้งนี้การเติมผงบุกซึ่งมีองค์ประกอบของสารประกอบกลูโคแมนแนนที่มีความสามารถในการดูดซึมน้ำและทำให้พองตัวจนเกิดโครงสร้างของเจลและสามารถเร่งการเกิดเจลได้ดีขึ้นในสารแคปปา-คาราจีแนน ส่งผลให้เกิดการเสริมฤทธิ์นำไปสู่ปฏิกิริยาระหว่างโมเลกุลของแคปปา-คาราจีแนนและผงบุกที่มีความแข็งแรงมากขึ้น (Gao and Nishinari, 2004)

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า คือ การเติมไฮโดรคอลลอยด์ผสมระหว่างสารแคปปา-คาราจีแนนกับผงบุก ในอัตราส่วน 9:1 ปริมาณร้อยละ 0.3 โดยน้ำหนัก (w/w) ในผลิตภัณฑ์เยลลี่ทุเรียน

ส่งผลต่อคุณภาพทางกายภาพและเคมี รวมทั้งการยอมรับทางประสาทสัมผัสของกลุ่มผู้บริโภคโดยรวมที่ดีที่สุด สามารถนำไปสู่การคัดเลือกไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสมและมีคุณสมบัติเป็นสารก่อเจลที่ดีในกระบวนการผลิตเยลลี่ทุเรียนในเชิงพาณิชย์เพื่อเพิ่มมูลค่าและรูปแบบการบริโภคทุเรียนซึ่งเป็นผลไม้ไทยได้ต่อไปในอนาคต ทำให้สถานประกอบการภาคเอกชน มีผลิตภัณฑ์ใหม่เพิ่มขึ้นในตลาดการจำหน่ายสินค้า สามารถสร้างความเข้มแข็งของสถานประกอบการได้อย่างยั่งยืนบนพื้นฐานการพัฒนาต่อยอดงานวิจัยที่ก่อให้เกิดการถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีที่เป็นประโยชน์สู่สถานประกอบการภาคเอกชนได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก บริษัท พรทิพย์ ภูเก็ต (จำกัด)

เอกสารอ้างอิง

- AOAC, Official method of analysis of AOAC International. (2005). **AOAC official method**. 18th edition, USA: Maryland.
- Brenner T, Wang Z, Achayuthakan P, Nakajima T, & Nishinari K. (2013). Rheology and synergy of **K**-carrageenan/locust bean gum/konjac glucomannan gels. **Carbohydrate Polymers**. 98(1), 754-60
- Carvalho, V.S., Damiani, C., Asquiere, E.R., Orsi, D.C., & Nishi, A.C.F. (2012). Development and antioxidation capacity of sapota pulp jelly (*Quararibea cordata* VISCHER). **Ciência e Agrotecnologia**. 36(3), 341-347.
- Charoen, R., Savedboworn, W., Phuditcharnchnakun, S. & Khuntawetap, T. (2015). Development of Antioxidant Gummy Jelly Candy Supplemented with *Psidium guajava* Leaf Extract. **The Journal of King Mongkut's University of Technology North Bangkok**. 8(2), 145-151. (in Thai)
- Gao, S. and Nishinari, K. (2004). Effect of degree of acetylation on gelation of konjac glucomannan. **Biomacromolecules**. 5(1); 175-85.
- Hemathulin, S. & Sombun, K. (2015). The Functional Mao (*Antidesma bunius*) Jelly Drink with Mucilage, Biological Extracts from Hairy Basil Seed. **Khon Kaen Agriculture Journal**. Supplement1. 299-304.
- Kunpakdee, Y., Kawee, W., Woothigoon, R., & Podkumnerd, N. (2012). Carageenan jelly with Nipa's fruits for communities. **Thaksin University Journal**. 15(3). 227-235. (in Thai)

- Langendorff, V., Cuvelier, G., Launay, B., Michon, C., Parker, A., and Kruif, C.G.D. (1999). Casein micelle/iota carrageenan in interactions in milk: influence of temperature. **Food Hydrocolloids**. 13(3): 211-218.
- Lopez-Pena, CL., and McClements, DJ. Optimizing delivery systems for cationic biopolymers: Competitive interactions of cationic polylysine with anionic K-carrageenan and pectin. **Food chemistry**, 153, 9-14.
- McHugh, D.J. (2003). A Guide to the Seaweed Industry. **FAO Fisheries Technical Paper**, 441.
- Namruengsri, W., Palakorn, K., Manatsakorn, J. & Sachat, S. (2017). **Durian Marketing Structural Analysis**. Abstracts of Research and Development in Plant and Agricultural Technology Report. Retrieved December 18, 2017, from <http://www.doa.go.th/research/showthread.php?tid=1398> (in Thai)
- Phoonphun S. (2004). **Effect of gelling agents on quality attributes of strawberry flavoured milk jelly drink**. Retrieved February 18, 2017, from http://www.thapra.lib.su.ac.th/objects/thesis/fulltext/snamcn/Saysamorn_Phoonphun/Fulltext.pdf (in Thai)
- Saehor, S., Vattanakisda, N., Taiyanto, P., & Thumthanaruk, B. (2011). Development of Vegetable Carrageenan Jellies. **Agricultural Sci. J.** 42(2)(Suppl.): 509-512 (2011) (in Thai)
- Srisamatthakarn, P., Chanrittisen, T. & Manochai, P. (2010). Effect of Konjac flour and carrageenan on the quality of Makiang (*Cleistocalyx nervosum* var. *paniala*) jelly. **Proceeding of Thai Resource Conference**. 302-308 (in Thai)
- Thai Industrial Standards Institute. (2004). **Thai Industrial Standards Institute Standards of jelly**. Retrieved February 18, 2017, from http://app.tisi.go.th/otop/pdf_file/tcps518_47.pdf (in Thai)
- Tinakorn Na Ayutthaya, K. and Putduang, N. (2016). The Product Development of Healthy Cereal Jelly. **The Journal of Food Technology Siam University**. 11(1), 13-20. (in Thai)
-