

การใช้ผงบุกในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มัลเบอร์รี่

Use of Konjac Powder in Mulberry Jelly Gummy Products

กรรณิการ์ อ่อนสำลี^{1*} และศิริลดา ศรีกอก¹

Gannigar Onsamlee^{1*} and Sirilada Srikok¹

Received: October 25, 2022; Revised: December 6, 2022; Accepted: December 6, 2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพทางเคมีของน้ำมัลเบอร์รี่ ศึกษาปริมาณน้ำมัลเบอร์รี่ที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มัลเบอร์รี่ ปริมาณที่เหมาะสมผงบุกในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มัลเบอร์รี่ ผลการวิจัยพบว่า ปริมาณน้ำมัลเบอร์รี่ที่เหมาะสม คือ 75 กรัม และปริมาณผงบุกที่เหมาะสม คือ ร้อยละ 3 ของส่วนผสมทั้งหมด ผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มัลเบอร์รี่จากผงบุกมีส่วนผสม ดังนี้ น้ำมัลเบอร์รี่ น้ำตาลทราย เจลาติน กลูโคสไซรัป ผงบุก กรดซิตริก ร้อยละ 41.61 41.50 9.17 3.49 2.91 และ 1.32 ตามลำดับ องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน โยอาหาร เถ้า ร้อยละ 18.75 71.89 6.88 0.30 1.65 และ 0.53 ตามลำดับ และพลังงานทั้งหมดเท่ากับ 317.78 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม ปริมาณกรดทั้งหมด (เทียบสมมูลกรดซิตริก) ร้อยละ 0.11 และความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 2.97 คุณภาพทางด้านกายภาพ ได้แก่ ความแข็ง (นิวตัน) การยืดหด ความยืดหยุ่น การเกาะรวมตัว ความเหนียว และความยากในการบดเคี้ยวเท่ากับ 277.38 นิวตัน -187.23 0.86 0.81 197.64 และ 277.76 ตามลำดับ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 21.03 องศาบริกซ์ ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) เท่ากับ 0.76 ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ผลิตภัณฑ์ชุมชน 520/2547 ผู้บริโภคให้คะแนนในระดับที่ชอบมาก (8.24 คะแนน)

คำสำคัญ : มัลเบอร์รี่; กัมมีเยลลี่; ผงบุก

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ลพบุรี

¹ Faculty of Science and Technology, Thepsatri Rajabhat University, Lopburi

* Corresponding Author, Tel. 08 1531 3880, E - mail: gannigar.w@lawasri.tru.ac.th

Abstract

This research aimed to study effect of konjac powder in mulberry jelly gummy products. The chemical quality of mulberry juice, the optimum amounts of mulberry juice and konjac powder in mulberry jelly gummy products, were evaluated. The results showed that the optimum amounts of mulberry juice and konjac powder were 75 g and 3 %, respectively, of the total ingredients. Mulberry jelly gummy products fortified with konjac powder consisted of mulberry juice, sugar, gelatin, glucose syrup, konjac powder, citric acid at 41.61 %, 41.50 %, 9.17 %, 3.49 %, 2.91 % and 1.32 %, respectively. The chemical properties consisted of moisture, carbohydrates, proteins, fats, fibers, ash at 18.75 %, 71.89 %, 6.88 %, 0.30 %, 1.65 % and 0.53 % respectively, and total calories were 317.78 kcal/100 g. The total titratable acidity of citric acid was 0.11 % with the pH of 2.97. The physical properties including hardness (N), adhesiveness, springiness, cohesiveness, gumminess, chewiness were 277.38 N, -187.23, 0.86, 0.81, 197.64 and 277.76, respectively. The amount of total soluble solids was 21.03 °brix and water activity (a_w) was 0.76. The final product in terms of microorganism properties was within the Thai community product standard at 520/2547. The consumers accepted the product at the level of like very much (8.24 scores).

Keywords: Mulberry; Gummy Jelly; Konjac Powder

บทนำ

จังหวัดลพบุรี โดยกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพื่อการผลิต และการแปรรูปแปรรูปใหญ่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หมู่ 9 บ้านนิคม 3 มีการปลูกผักอินทรีย์และผลไม้เบอร์รี่จำนวนมาก ยังไม่มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่สามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษา เป็นผลิตภัณฑ์ของฝาก และของทานเล่น สร้างรายได้ในเชิงพาณิชย์ รวมถึงกลุ่มเกษตรกรมีความประสงค์ ในการพัฒนาผลผลิตทางการเกษตรเพื่อยกระดับเศรษฐกิจของชุมชน สามารถผลิตเป็นของฝากโดยชุมชน ผลิตเองได้ โดยพื้นฐานเป็นกลุ่มที่มีศักยภาพในการผลิต มีอุปกรณ์เครื่องมือที่หาง่าย สามารถผลิตขึ้นเองได้ เช่น น้ำผลไม้เบอร์รี่ แยมผลไม้เบอร์รี่ เป็นต้น และผลผลิตสร้างรายได้ให้กับกลุ่มอย่างต่อเนื่อง แต่ผลิตภัณฑ์ดังกล่าว อายุการเก็บรักษาสั้น สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีเยลลี่เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทางกลุ่ม ต้องการพัฒนา เนื่องจากเน้นผลิตภัณฑ์ ที่เป็นอาหารว่างหรือขนม ทานได้ทุกเพศทุกวัยเป็นอาหารที่หาง่ายทั้งส่วนประกอบ และกระบวนการผลิตไม่ซับซ้อน ซึ่งศักยภาพของกลุ่มวิสาหกิจ สามารถผลิตได้เองซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์

หม่อนหรือผลไม้เบอร์รี่ (Mulberry) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Morus alba Linn.* เป็นผลไม้ที่มีสีแดงอมม่วง หรือสีม่วง ซึ่งเป็นแหล่งของสารสำคัญต่าง ๆ ได้แก่ แอนโทโรไซยานิน กรดโพลีฟีนอล ซึ่งเป็นสารประกอบ กลุ่มฟลาโวนอยด์ [1] - [2] ผลไม้เบอร์รี่ มีปริมาณไขมัน กรดไขมัน ได้แก่ กรดไลโนเลอิก ร้อยละ 26.40 - 74.77 และกรดพาล์มิติก ร้อยละ 9.29 - 22.26 [3] วิตามินซี แร่ธาตุ และสารประกอบฟีนอลิกอีกด้วย [4] - [5] สำหรับผลไม้เบอร์รี่ได้รับการวิจัยและพัฒนาการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์หลากหลาย เช่น แยมผลไม้เบอร์รี่ ผสมผิวส้ม [6] น้ำผลไม้เบอร์รี่ [7] น้ำลูกหม่อนพาสเจอร์ไรส์ [8] เป็นต้น

หัวบุกจะมีสารแป้งที่อยู่ในหัวบุกที่เรียกว่า แมนแนน (Mannan) เมื่อทำให้แตกตัวจะได้กลูโคสกับแมนโนส หรือที่เรียกว่า กลูโคแมนแนน (Glucomanan) เป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรตที่มีโครงสร้างสายโซ่หลัก ประกอบด้วย หน่วยย่อยของน้ำตาลกลูโคสและแมนโนสอัตราส่วน 1:1.6 [9] มีคุณสมบัติช่วยลดการดูดซึมของ น้ำตาลกลูโคสในระบบทางเดินอาหาร สารกลูโคแมนแนนเป็นสารโพลีแซคคาไคน์ใน 1 โมเลกุลของเส้นใยบุก จะมีกลุ่มไฮดรอกซี ทำหน้าที่เป็นตัวจับไขมันและน้ำตาลออกจากร่างกายได้ดีกว่าเส้นใยอื่นหลายเท่า กลูโคแมนแนน

ในผงบุก มีคุณสมบัติแตกต่างจากโพลีแซ็กคาไรด์ชนิดอื่นเป็นเจลที่มีความข้นหนืดสูงมากในกลุ่มใยอาหาร เมื่อละลายน้ำที่อุณหภูมิห้องจะพองตัวและขยายตัวได้ 150 - 200 เท่า มีค่าดัชนีไกลซีมิกต่ำ และมีประโยชน์ต่อร่างกาย [10] สามารถทำให้เกิดเจลที่คงตัวต่อความร้อนได้ (Thermoirreversible Gel) ในผลิตภัณฑ์อาหารใช้เป็นอาหารควบคุมน้ำหนัก ใช้เป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เพื่อลดไขมัน เช่น ผลิตภัณฑ์บุกเส้นเสริมสุขภาพจากผักเชียงดา [11] ลูกชิ้นเนื้อ มีทโลฟ (Meat Loaves) หมูยอ เนื้อปลาแปรรูป (Surimi) [12] นอกจากนี้ยังนำไปประยุกต์กับการทำบรรจุภัณฑ์อาหาร [13]

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการใช้ผงบุกในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มัลเบอร์รี่ เพราะผงบุกมีใยอาหาร มีคุณสมบัติเป็นเจล มีความข้นหนืดและที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความยืดหยุ่นที่คงตัว การพัฒนาผลิตภัณฑ์นี้สามารถนำไปต่อยอดในเชิงพาณิชย์ที่สร้างรายได้ให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพื่อการผลิต และการแปรรูปแปรรูปใหญ่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ห่อ 9 บ้านนิคม 3 เป็นต้นแบบของผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปโดยมัลเบอร์รี่จากผลผลิตทางการเกษตร และเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพทานเล่นหรือเป็นของฝากได้

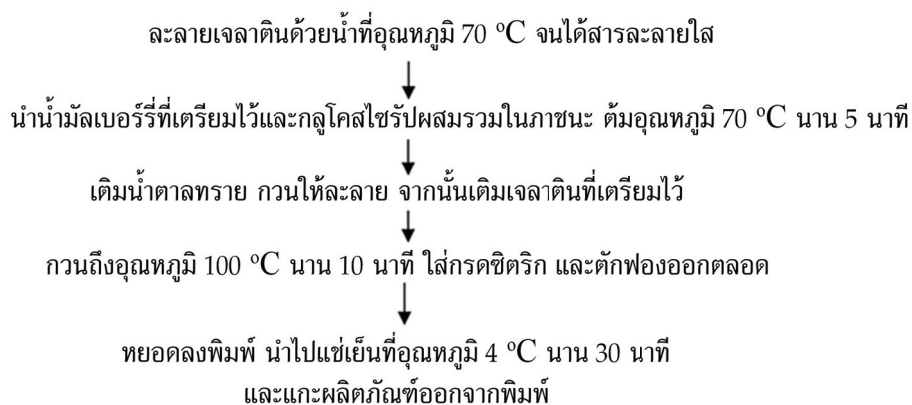
วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาคุณภาพทางเคมีของน้ำมัลเบอร์รี่

การเตรียมน้ำมัลเบอร์รี่ โดยทำการคัดเลือกผลมัลเบอร์รี่ที่มีผลสีแดงอมม่วง นำมาล้างน้ำสะอาด 2 - 3 รอบ เด็ดขั้วออกจากผล จากนั้นนำผลมัลเบอร์รี่ มาปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นยี่ห้อ Sharp รุ่น EM-Ice Power ประเทศไทยความเร็วเบอร์ 2 นาน 2 นาที เทลงใส่หม้อตามด้วยน้ำเปล่า 3 ลิตร นำไปต้มให้เดือด กรองด้วยตะแกรง ผสมส่วนผสมทุกอย่างเข้ากัน แล้วนำไปต้มอีกรอบอุณหภูมิ 65 °C นาน 30 นาที จากนั้นบรรจุลงขวดแก้วขนาด 70 มิลลิลิตร ขณะที่บรรจุอุณหภูมิต้องไม่ต่ำกว่า 60 °C ปิดฝาแล้วทำให้เย็นลงทันที จนได้อุณหภูมิไม่เกิน 5 °C นำไปเก็บที่อุณหภูมิแช่เย็น 4 °C [14] วิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้านคุณภาพกายภาพ ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total Soluble Solids, TSS) โดยใช้มาตรดัชนีหักเหแบบดิจิทัล (Digital Refractometer) คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรดต่าง ปริมาณกรดทั้งหมด (เทียบสมมูลกรดซิตริก) ตามวิธี [15] ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (Total Anthocyanin Content) โดยวิธี pH-Differential [16]

2. การศึกษาปริมาณน้ำมัลเบอร์รี่ที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มัลเบอร์รี่

ส่วนผสมในการผลิตกัมมีเยลลี่ [17] ดังตารางที่ 1 และทำตามกรรมวิธีการผลิต [18] โดยนำเจลาตินมาละลายในน้ำที่อุณหภูมิ 70 °C จนได้สารละลายเจลาตินที่มีลักษณะใส และน้ำมัลเบอร์รี่ กลูโคสไซรัป น้ำตาลมาผสมกัน ให้ความร้อนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน จึงนำไปหยอดลงในพิมพ์ ทิ้งไว้ให้เย็น ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรรมวิธีการผลิตกัมมีเยลลี่มัลเบอร์รี่

ตารางที่ 1 ปริมาณการใช้น้ำมัลเบอร์รี่ในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่

Ingredients	Formular 1	Formular 2	Formular 3
Mulberry Juice (g)	50	75	100
Gelatin (%)		16.53	
Sugar (%)		74.80	
Glucose Syrup (%)		6.29	
Citric Acid (%)		2.38	

กำหนดการศึกษาปริมาณน้ำมัลเบอร์รี่ในสูตรการผลิต 3 ระดับ ได้แก่ สูตรที่มีปริมาณน้ำมัลเบอร์รี่ 50 กรัม (สูตรที่ 1) สูตรที่มีปริมาณน้ำมัลเบอร์รี่ 75 กรัม (สูตรที่ 2) และสูตรที่มีปริมาณน้ำมัลเบอร์รี่ 100 กรัม (สูตรที่ 3) ตามลำดับ จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ทุกสูตรมาวิเคราะห์ คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) โดยใช้เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (Aqualab รุ่น Series 4TE) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total Soluble Solids, TSS) โดยใช้มาตรดัชนีหักเหแบบดิจิทัล (Digital Refractometer) การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis) ยี่ห้อ Stable Micro Systems รุ่น TA.TX.plus ใช้หัววัด P/50 ได้แก่ ความแข็ง (นิวตัน) การยึดติด ความยืดหยุ่น การเกาะรวมตัว ความเหนียว ความยากในการบดเคี้ยว การวิเคราะห์ค่าสี ($L^* a^* b^*$) โดยใช้เครื่องวัดค่าสี ระบบ CIE ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น Color Flex EZ วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ความชื้น ปริมาณกรดทั้งหมด (เทียบสมมูลกรดซิตริก) [15] การศึกษาปริมาณน้ำมัลเบอร์รี่ที่เหมาะสม โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ แล้วนำผลทดสอบมาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วย Analysis of Variance (ANOVA) จากนั้นเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีการทดสอบแบบ 9-Point Hedonic Scale [19] กับผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน และวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) แล้วนำผลทดสอบมาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วย Analysis of Variance (ANOVA) จากนั้นเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เลือกสูตรที่ดีที่สุดจากผลิตภัณฑ์ที่มีผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ และมีคะแนนประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสสูงที่สุดเพื่อนำไปศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของผงบุกในผลิตภัณฑ์ต่อไป

3. การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของผงบุกในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มัลเบอร์รี่

การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของผงบุก โดยแปรระดับปริมาณผงบุก 5 ระดับของส่วนผสมทั้งหมด ได้แก่ ไม่เติมผงบุก (สูตรที่ 1) การเติมผงบุงร้อยละ 3 (สูตรที่ 2) การเติมผงบุงร้อยละ 4 (สูตรที่ 3) การเติมผงบุงร้อยละ 5 (สูตรที่ 3) และการเติมผงบุงร้อยละ 6 (สูตรที่ 5) จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ทุกสูตรมาวิเคราะห์ คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) โดยใช้เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (Aqualab รุ่น Series 4TE) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total Soluble Solids, TSS) โดยใช้มาตรดัชนีหักเหแบบดิจิทัล (Digital Refractometer) การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis) ยี่ห้อ Stable Micro Systems รุ่น TA.TX.plus ใช้หัววัด P/50 ได้แก่ ความแข็ง (นิวตัน) การยึดติด ความยืดหยุ่น การเกาะรวมตัว ความเหนียว ความยากในการบดเคี้ยว การวิเคราะห์ค่าสี ($L^* a^* b^*$) โดยใช้เครื่องวัดค่าสีระบบ CIE ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น Color Flex EZ วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณกรดทั้งหมด (เทียบสมมูลกรดซิตริก) ความชื้น โยอาหาร ตามวิธี [15] การศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) แล้วนำผลทดสอบมาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วย Analysis of Variance (ANOVA) จากนั้นเปรียบเทียบความแตกต่างของ

คะแนนเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีการทดสอบแบบ 9-Point Hedonic Scale [19] กับผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน และวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) แล้วนำผลทดสอบมาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วย Analysis of Variance (ANOVA) จากนั้นเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4. การศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์สุดท้ายของกัมมี่เยลลี่มัลเบอร์รี่

ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการศึกษาปริมาณน้ำมัลเบอร์รี่ที่เหมาะสม ปริมาณผงบุกที่เหมาะสมโดยพิจารณาคุณภาพทางเคมี ภายนอก และการทดสอบทางประสาทสัมผัสร่วมคัดเลือกจนได้ผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุด นำผลิตภัณฑ์มาวิเคราะห์ ได้แก่ ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) โดยใช้เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (Aqualab รุ่น Series 4TE) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total Soluble Solids, TSS) โดยใช้มาตรดัชนีหักเหแบบดิจิทัล (Digital Refractometer) การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis) ยี่ห้อ Stable Micro Systems รุ่น TA.TX.plus ใช้หัววัด P/50 ได้แก่ ความแข็ง (นิวตัน) การยึดติด ความยืดหยุ่น การเกาะรวมตัว ความเหนียว ความยากในการบดเคี้ยว การวิเคราะห์ค่าสี ($L^* a^* b^*$) โดยใช้เครื่องวัดค่าสี ระบบ CIE ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น Color Flex EZ วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ความชื้น ปริมาณกรดทั้งหมด (เทียบสมมูลกรดซิตริก) [15] ความชื้น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เถ้า โยอาหารพลังงานทั้งหมดโดยการคำนวณได้ ปริมาณกรดทั้งหมด (เทียบสมมูลกรดซิตริก) ตามวิธี [12] วิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์ ได้แก่ จุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ตามวิธี [15] และการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีการทดสอบแบบ 9-Point Hedonic Scale [19] กับผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน และวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) แล้วนำผลทดสอบมาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วย Analysis of Variance (ANOVA) จากนั้นเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีของน้ำมัลเบอร์รี่

คุณภาพทางเคมีน้ำมัลเบอร์รี่พบว่า มีปริมาณกรดทั้งหมด (เทียบสมมูลกับกรดซิตริก) ร้อยละ 0.06 ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.24 มีการศึกษาคุณภาพทางเคมีกายภาพของมัลเบอร์รี่พันธุ์ต่างกันพบว่า ปริมาณกรดทั้งหมดของมัลเบอร์รี่ (*Morus nigra* Linn.) มีค่าเท่ากับร้อยละ 1.40 มัลเบอร์รี่ (*Morus alba* Linn.) มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.25 ซึ่งมีค่ามากกว่าผลวิเคราะห์น้ำมัลเบอร์รี่ สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ผลการวิเคราะห์มีค่าใกล้เคียงกับมัลเบอร์รี่ (*Morus nigra* Linn.) เท่ากับ 3.40 แต่มีค่าต่ำกว่ามัลเบอร์รี่ (*Morus alba* Linn.) เท่ากับ 5.60 [20] ในขณะที่ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 3.14 องศาบริกซ์ ในระยะผลมัลเบอร์รี่เริ่มสุกจนระยะแก่ ผลจะมีสีแดงอมม่วงเป็นช่วงการสะสมน้ำตาลทำให้พบปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากที่สุด [21] ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดเท่ากับ 36.54 มิลลิกรัมไซยานิน-3-กลูโคไซด์ต่อกรัม มีการศึกษาปริมาณแอนโทไซยานินของผลมัลเบอร์รี่ 12 สายพันธุ์ พบว่าปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นตามระยะความสุกของผล หรือสุกเต็มที่สัมพันธ์กับกรดอินทรีย์เมื่อกรดซิตริกเพิ่มขึ้นจะมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงชันอย่างมีนัยสำคัญ และมีปริมาณแอนโทไซยานินมากที่สุดถึง 28.61 - 33.5 มิลลิกรัมไซยานิน-3-กลูโคไซด์ต่อกรัม [22] - [23] ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีของน้ำมัลเบอร์รี่

Chemical Properties	Mulberry Juice
pH	3.24±0.02
Total titrate able acidity (as citric acid) (%)	0.06±0.10
Total anthocyanins (mg Cyanidin-3-O-Glucoside/g)	36.54±0.51
Total soluble solids (°Brix)	3.14±0.05

หมายเหตุ: ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ผลการศึกษาปริมาณน้ำมัลเบอร์รี่ที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มัลเบอร์รี่

จากการศึกษาปริมาณน้ำมัลเบอร์รี่ที่เหมาะสม โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) โดยกำหนดการใช้ปริมาณน้ำมัลเบอร์รี่ 3 ระดับ ได้แก่ 50 75 และ 100 กรัม ตามลำดับ ค่าสี L* a* b* พบว่า ผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มัลเบอร์รี่ ค่า L* มีค่าอยู่ระหว่าง 21.10 - 26.34 ค่าสีไปทางสีมืด และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ค่าสี a* มีค่าอยู่ระหว่าง 10.02 - 17.10 มีค่าไปทางสีแดง ค่าสี b* มีค่าอยู่ระหว่าง 0.95 - 2.99 มีค่าไปทางสีเหลืองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากในน้ำมัลเบอร์รี่มีสารแอนโทไซยานินที่ละลายได้ดีในน้ำ ไม่เสถียร สลายตัวได้ง่ายด้วยความร้อน ออกซิเจน และแสง เมื่อโครงสร้างของน้ำเปลี่ยนแปลงไป สีของน้ำมัลเบอร์รี่จะเปลี่ยนไปด้วย [24] เมื่อปริมาณน้ำมัลเบอร์รี่เพิ่ม ส่งผลให้ค่าปริมาณกรดทั้งหมดมีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สภาวะความเป็นกรดต่ำกว่า 3 จะทำให้แอนโทไซยานินที่เป็นฟลาโวนอยด์จัดอยู่ในสารประกอบฟีนอลที่ให้สีแดงน้ำเงิน และม่วง เปลี่ยนแปลงไปเมื่อความเป็นกรดสูงจะทำให้แอนโทไซยานินมีสีแดง [24] และผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มัลเบอร์รี่มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วงระหว่าง 2.8 - 3.5 อยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานอุตสาหกรรมกำหนด [25]

ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าเพิ่มขึ้น ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มีการควบคุมเวลา และอุณหภูมิในการกวนที่เท่ากัน เนื่องจากน้ำมัลเบอร์รี่ในระยะผลสีแดงอมดำมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากกว่าในระยะผลสีอ่อน [24] ผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มีค่าความแข็ง ค่าการเกาะรวมตัว ค่าความยากในการบดเคี้ยวลดลง เมื่อความแข็งในโครงสร้างของกัมมีเยลลี่ลดลง ทำให้ใช้แรงในการบดเคี้ยวน้อยลงในการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสสัมพันธ์กับค่าความยากในการบดเคี้ยวด้วย [26] สำหรับค่าความเหนียว การยึดติด ความยืดหยุ่น เพิ่มขึ้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เจลาตินที่เป็นส่วนผสมหลักในการทำหน้าที่เป็นสารก่อเจลเนื่องจากสัดส่วนของสารก่อให้เกิดเจลในส่วนผสมมีปริมาณเท่าเดิม เมื่อปริมาณน้ำมัลเบอร์รี่เพิ่มให้สัดส่วนของสารก่อเจลในส่วนผสมลดลง ส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความเหนียวเพิ่มขึ้นตามลำดับ [27] - [28]

การทดสอบทางประสาทสัมผัส ดังตารางที่ 3 พบว่า ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวมของผู้บริโภคมีคะแนนเพิ่มขึ้นตามปริมาณการใส่น้ำมัลเบอร์รี่ที่สูงขึ้นจาก 50 กรัม และ 75 กรัม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และคะแนนความชอบลดลงที่ปริมาณการใส่น้ำมัลเบอร์รี่ 100 กรัม สำหรับความชอบโดยรวมมีคะแนนความชอบสัมพันธ์กับค่าสี (L* a* b*) โดยใช้เครื่องวัดค่าสี ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดงมีค่าที่ (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ลดลง ในสูตรการผลิตมีการใช้น้ำมัลเบอร์รี่ที่เพิ่มขึ้น และในกรรมวิธีการผลิตมีการควบคุมเวลา และอุณหภูมิที่เท่ากัน ส่งผลทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์นุ่มลง ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในปริมาณน้ำมัลเบอร์รี่ 75 กรัมสูงสุด และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คะแนนอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.53 - 7.83 คะแนน) จึงเลือกปริมาณน้ำมัลเบอร์รี่ 75 กรัม เป็นปริมาณที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มัลเบอร์รี่ และใช้สูตรการผลิตในการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมพบกัมมีเยลลี่มัลเบอร์รี่ต่อไป

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบด้านประสาทสัมผัสของปริมาณน้ำมัลเบอร์รี่ที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มัลเบอร์รี่ ด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale (N = 50)

Attribute (Score)	Mulberry Juice		
	50 g	75 g	100 g
Appearance	7.3±0.7 ^c	7.7±0.6 ^a	7.5±0.5 ^{ab}
Colors	7.6±0.5 ^{ab}	7.7±0.7 ^a	7.3±0.7 ^b
Odor	7.3±0.5 ^b	7.5±0.6 ^{ab}	7.7±0.5 ^a
Flavors	7.6±0.6 ^{ab}	7.7±0.5 ^a	7.4±0.5 ^b
Texture	7.0±0.6 ^b	7.7±0.5 ^a	7.0±0.6 ^b
Overall Liking	7.2±0.5 ^b	7.8±0.5 ^a	7.3±0.6 ^b

หมายเหตุ: a, b, c ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวนอนมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ (p<0.05)

3. ผลการศึกษาปริมาณผงบุกที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มัลเบอร์รี่

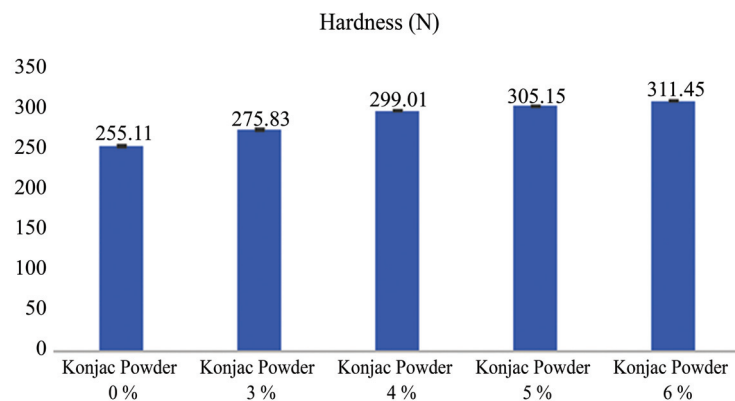
ผลจากการศึกษาปริมาณน้ำมัลเบอร์รี่ที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มัลเบอร์รี่ ได้แก่ น้ำมัลเบอร์รี่ 75 กรัม นำมาศึกษาปริมาณผงบุกที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มัลเบอร์รี่ ดังตารางที่ 4 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากผงบุกที่ใช้ทั้งหมด 5 ระดับ พบว่า ค่าสี L* a* b* มีแนวโน้มการเปลี่ยนไปในทิศทางเดียวกันเพิ่มขึ้นตามปริมาณผงบุกที่เติมลงไป ผลิตภัณฑ์มีส่วนผสมของกลูโคแมนแนนเป็นสารก่อเจลมีส่วนร่วมร่วมกับเจลาติน จะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่างเพิ่มขึ้น [29] ขณะที่ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำเพิ่มขึ้นตามปริมาณผงบุกที่สูงขึ้น เนื่องจากปริมาณผงบุกประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลแมนโนส [30] สำหรับปริมาณน้ำอิสระไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

ตารางที่ 4 การใช้ผงบุกปริมาณผงบุก 5 ระดับของส่วนผสมทั้งหมดในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มัลเบอร์รี่

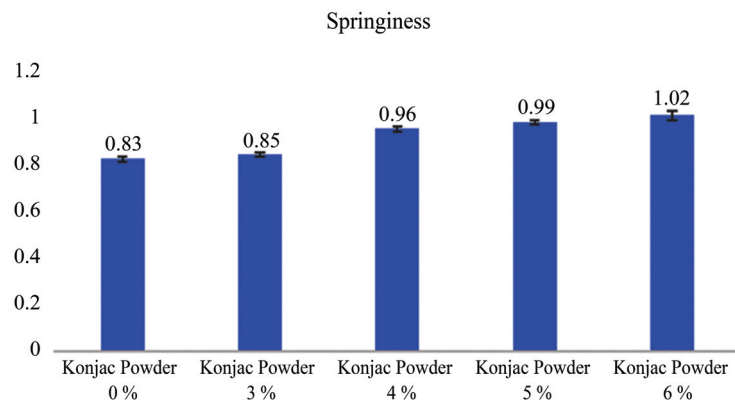
Konjac Powder (% of Total Ingredients)	Ingredient (g)					
	Konjac Powder	Mulberry Juice	Sugar	Gelatin	Glucose Syrup	Citric Acid
0 (Control)	-	75.00	16.53	74.80	6.29	2.38
3				5.25		
4				7.00		
5				8.75		
6				10.50		

ลักษณะทางเนื้อสัมผัส ได้แก่ ความแข็ง การยึดติด ความยืดหยุ่น การเกาะรวมตัว ความเหนียว ความยากในการบดเคี้ยวเพิ่มขึ้นตามปริมาณผงบุกและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ดังรูปที่ 2 สอดคล้องกับองค์ประกอบสูตรการผลิตที่เติมผงบุก ประกอบด้วย กลูโคแมนแนนเป็นใยอาหารเป็นสารที่ทำให้เกิดเจลที่แข็งแรงเมื่อได้รับความร้อน มีความหนืดสูง สามารถทำให้เกิดเจลที่ยืดหยุ่นและคงตัวต่อความร้อนได้ [31] ส่งผลต่อลักษณะทางเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง ความยืดหยุ่น ความยากในการบดเคี้ยวสูงขึ้น ดังรูปที่ 2(ก) - (ข), (ง) ในขณะที่การเติมผงบุกที่สูงขึ้น ทำให้การเกาะรวมตัวกัน ความเหนียวของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 2(ค), (จ) สอดคล้องงานวิจัยที่มีการศึกษาเตรียมและประเมินผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ที่มีส่วนผสมของกลูโคแมนแนนพบว่า การใช้กลูโคแมนแนนต้องร่วมกับการใช้เจลาติน เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของกลูโคแมนแนน

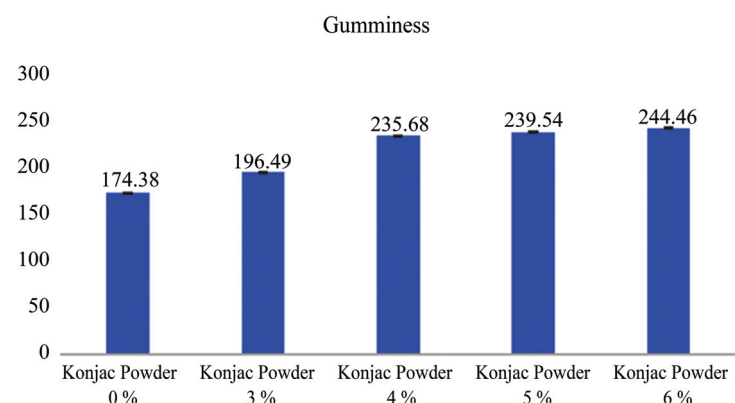
ร่วมกับเจลาตินจากระดับร้อยละ 12 เป็นร้อยละ 18 มีผลให้ความแข็ง ความเหนียว และความทนต่อการเคี้ยวของกัมมีเยลลีมีค่าเพิ่มขึ้น [28] เนื่องจากกลูโคแมนเมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการพองตัวและเกิดเป็นโครงสร้างที่เสริมความแข็งแรงของร่างแหและความแข็งของเจลจะมีความสัมพันธ์แปรผกผันกับอุณหภูมิ เมื่อเวลาผ่านไปหลังจากกระบวนการผลิตแล้วเสร็จ และอุณหภูมิลดลง ความแข็งแรงของเจลก็จะเพิ่มขึ้น [32] สำหรับกลูโคแมนเนนโนบุกได้รับการรับรองจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาว่าเป็นวัตถุเจือปนอาหารที่ได้รับการรับรองว่ามีความปลอดภัย (Generally Recognized as Safe: GRAS) [33]



(ก) ด้านความแข็ง (นิวตัน) (Hardness)

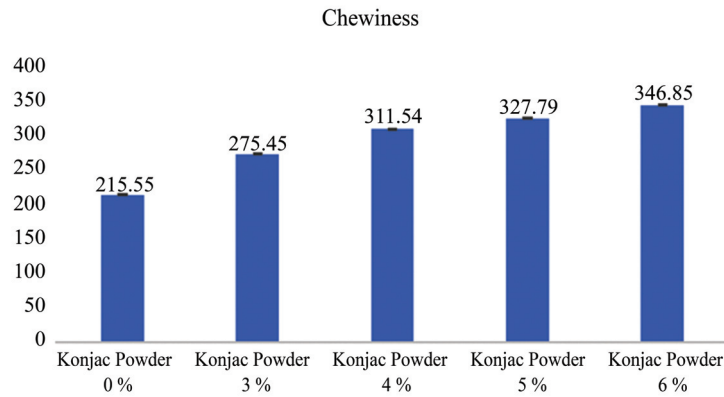


(ข) ด้านความยืดหยุ่น (Springiness)

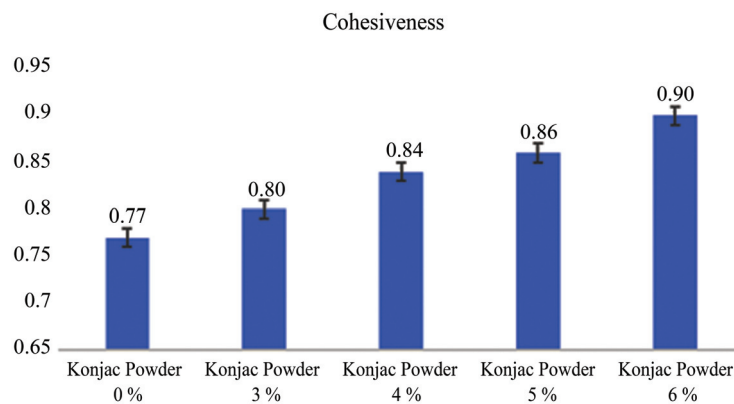


(ค) ด้านความเหนียว (Gumminess)

รูปที่ 2 การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลีมีลเบอร์รี่ที่เติมปริมาณพวบุก 5 ระดับ



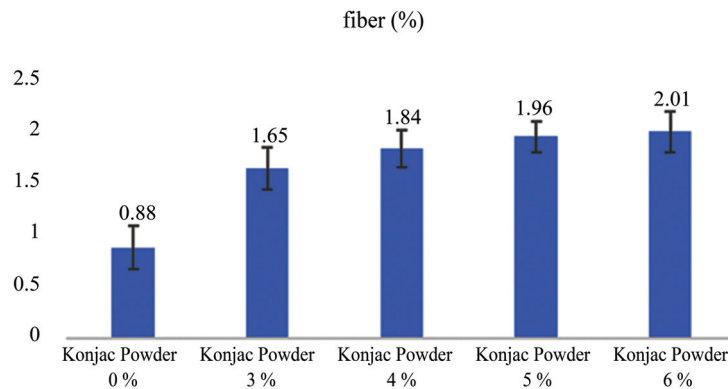
(ง) ด้านความยากในการบดเคี้ยว (Chewiness)



(จ) ด้านความการเกาะรวมตัว (Cohesiveness)

รูปที่ 2 การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มัลเบอร์รี่ที่เติมปริมาณผงบุก 5 ระดับ (ต่อ)

ความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีค่าอยู่ระหว่าง 2.97 - 2.98 ซึ่งอยู่ในช่วงมาตรฐานอุตสาหกรรมอาหาร [25] การเพิ่มปริมาณผงบุกไม่ส่งผลต่อความชื้น ปริมาณกรดทั้งหมด (เทียบสมมูลกรดซิตริก) ทำให้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ขณะที่โยอาหาร ดังรูปที่ 3 พบว่า ทั้ง 5 สิ่งทดลองมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 0.88 - 2.01 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สอดคล้องกับการเพิ่มปริมาณผงบุกในผลิตภัณฑ์ เนื่องจากผงบุกมีสารกลูโคแมนแนน ซึ่งเป็นเส้นที่มีโยอาหารสูงชนิดละลายน้ำได้ไม่ให้พลังงาน และไม่อันตรายต่อร่างกาย พบการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ใช้ผงบุกเพื่อเพิ่มโยอาหารจากกลูโคแมนแนนในผลิตภัณฑ์อาหารเสริมจากถั่วเหลืองหมักผสมบุกสำหรับผู้สูงอายุ [34] นอกจากนี้ผงบุกในผลิตภัณฑ์อาหารยังรักษาภาวะไขมันในเลือดสูงและโรคเบาหวาน [35] คุณสมบัติของบุกที่เป็นโยอาหารชนิดที่ไม่ละลายน้ำ (Insoluble Fiber) และเป็นพรีไบโอติก (Prebiotic) ซึ่งเป็นอาหารของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในระบบทางเดินอาหาร ช่วยให้ระบบขับถ่ายดีขึ้น ขับของเสียหรือสารพิษที่ตกค้างในระบบทางเดินอาหารออกจากร่างกายได้ดีขึ้น [36]



รูปที่ 3 ปริมาณใยอาหารของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มัลเบอร์รี่ที่เติมปริมาณผงบุก 5 ระดับ

เมื่อปริมาณผงบุกเพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับค่าสี ($L^* a^* b^*$) โดยใช้เครื่องวัดค่าสี ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีเหลือง และค่าความเป็นสีแดงเพิ่มมากขึ้น สำหรับการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณผงบุกในสูตรการผลิต ส่งผลให้คะแนนความชอบของผู้บริโภคสูงขึ้นกว่าสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเฉพาะคะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อสิ่งทดลองที่ 2 (การใช้ผงบุกร้อยละ 3) มีคะแนนความชอบสูงสุด (7.77 - 7.97 คะแนน) ในด้านลักษณะปรากฏ ด้านเนื้อสัมผัสคะแนนความชอบสอดคล้องกับการวัดค่าเนื้อสัมผัสโดยเครื่องวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) พบว่าเมื่อมีการเพิ่มปริมาณผงบุก ผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มีความแข็ง ความยากในการบดเคี้ยวเพิ่มขึ้น มีรายงานการใช้ผงบุกในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นพบว่า การเติมเจลาตินร้อยละ 2 - 4 มีแนวโน้มของค่าความแข็ง และความยากในการบดเคี้ยวสูงขึ้นจากสูตรควบคุมและมีคะแนนความชอบที่ผู้บริโภคให้การยอมรับสูงสุด [37] จากผลวิเคราะห์การใช้ผงบุกที่เหมาะสมพิจารณาคุณภาพทางกายภาพและการทดสอบทางประสาทสัมผัส จึงเลือกปริมาณผงบุกร้อยละ 3 เป็นปริมาณที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มัลเบอร์รี่

4. ผลการศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์สุดท้ายของกัมมีเยลลี่มัลเบอร์รี่จากผงบุก

การศึกษาปริมาณน้ำมัลเบอร์รี่ที่เหมาะสม และปริมาณผงบุกที่เหมาะสม ได้ผ่านการคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมโดยดูผลจากการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และการทดสอบทางประสาทสัมผัสร่วมกัน ในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มัลเบอร์รี่พบว่า ปริมาณมัลเบอร์รี่ที่เหมาะสม คือ 75 กรัม (ส่วนผสมทั้งหมด 175 กรัม) ปริมาณผงบุกที่เหมาะสม คือ ร้อยละ 3 (ส่วนผสมทั้งหมด 175 กรัม) คำนวณปริมาณส่วนผสมทั้งหมด ค่าร้อยละส่วนผสมดังนี้ น้ำมัลเบอร์รี่ น้ำตาลทราย เจลาติน กลูโคสไซรัป ผงบุก กรดซิตริก ร้อยละ 41.61 41.50 9.17 3.49 2.91 และ 1.32 ตามลำดับ

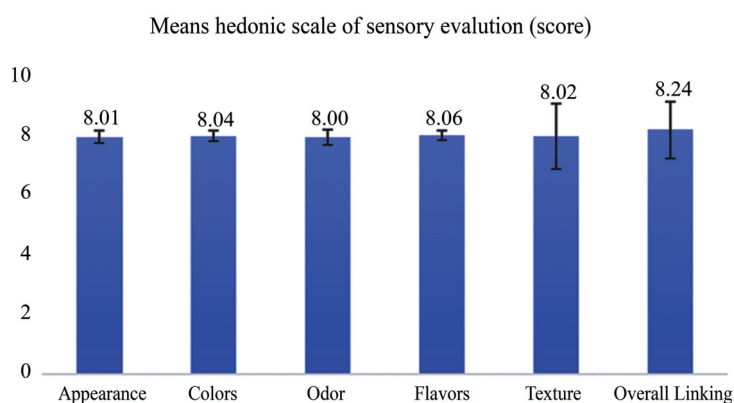
ผลจากการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ทางกายภาพ จุลินทรีย์และทางประสาทสัมผัสของคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มัลเบอร์รี่จากผงบุก พบว่าค่าความสว่าง L^* เท่ากับ 25.34 มีค่าไปในทางมืด a^* เท่ากับ 14.50 มีค่าไปในทางสีแดง และ b^* เท่ากับ 2.10 มีค่าไปในทางสีเหลือง ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) เท่ากับ 0.76 ความแข็ง (นิวตัน) ความยืดติด ความยืดหยุ่น การเกาะรวมตัว ความเหนียว ความบดเคี้ยวเท่ากับ 277.38 -187.23 0.86 0.81 197.64 และ 277.76 ตามลำดับ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 21.03 องศาบริกซ์ ปริมาณกรดทั้งหมด (เทียบสมมูลกรดซิตริก) ร้อยละ 0.11 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 2.97 ความชื้น โปรตีน ไขมัน ใยอาหาร เถ้า คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 18.75 6.88 0.30 1.65 0.53 และ 71.89 ตามลำดับ และพลังงานทั้งหมดเท่ากับ 317.78 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม ดังตารางที่ 5 สำหรับปริมาณจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และมีปริมาณจำนวนยีสต์ และราทั้งหมดน้อยกว่า 10 โคโลนี ต่อตัวอย่าง 1 กรัม (ไม่ได้แสดงผล) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเยลลี่แห้ง 520/2547 [25]

ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มัลเบอร์รี่จากผงบุก

Chemical Composition(%)	Mulberry Jelly Gummy Products
Moisture	18.75±0.10
Fiber	1.65±0.01
Ash	0.53±0.01
Fat	0.30±0.01
Protein	6.88±0.04
Carbohydrate	71.89±0.11
Energy (kg calorie/100 g)	317.78±0.38

หมายเหตุ: ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผู้บริโภคนจำนวน 50 คน ให้คะแนนความชอบสูงสุดท้ายผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มัลเบอร์รี่ ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมเท่ากับ 8.01 8.04 8.00 8.06 8.02 และ 8.24 คะแนน ตามลำดับ อยู่ในระดับชอบมาก ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 การทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงสุดท้ายผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มัลเบอร์รี่ โดยวิธี 9-Point Hedonic Scale

สรุปและอภิปรายผล

ผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มัลเบอร์รี่เป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ผลิตขึ้นเพื่อประโยชน์เชิงพาณิชย์ของมัลเบอร์รี่สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพื่อการผลิต และการแปรรูปแปลงใหญ่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ หมู่ 9 บ้านนิคม 3 จากงานวิจัยใช้ปริมาณ น้ามัลเบอร์รี่ที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มัลเบอร์รี่ คือ 75 กรัมของสูตรการผลิตเป็นสูตรที่มีความเหนียวและความยืดหยุ่นสอดคล้องกับความชอบของผู้บริโภค มีสารแอนโทไซยานินที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สำหรับการใส่ผงบุกร้อยละ 3 ของส่วนผสมทั้งหมด การใส่ผงบุกทำให้ผลิตภัณฑ์มีการเสริมใยอาหารไปด้วย ซึ่งเป็นจุดเด่นของผลิตภัณฑ์ และผงบุกทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะที่เป็นเจลมีความคงตัวและแข็งแรง ส่งผลต่อผลิตภัณฑ์ที่มีความเหนียว การเกาะรวมตัว และทำให้ความยากง่ายในการเคี้ยวที่สอดคล้องกับการให้คะแนนความชอบสูงสุดระดับชอบมาก ผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มัลเบอร์รี่ มีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน ใยอาหาร เถ้า คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 18.75 6.88 0.30 1.65 0.53 และ 71.89 ตามลำดับ และพลังงานทั้งหมดเท่ากับ 317.78 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาการใช้สารให้ความหวานที่ไม่ให้พลังงานทดแทนปริมาณน้ำตาลและการศึกษาการใช้สารก่อเจด ประเภทอื่นร่วมด้วย
2. ควรมีการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม

References

- [1] Jiang, Y. and Nie, W. J. (2015). Chemical Properties in Fruits of Mulberry Species from the Xinjiang Province of China. **Food Chemistry**. Vol. 174, pp. 460-466. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.11.083
- [2] Yuan, Q. and Zhao, L. (2017). The Mulberry (*Morus alba* L.) Fruit-A Review of Characteristic Components and Health Benefits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Vol. 65, No. 48, pp. 10383-10394. DOI: 10.1021/acs.jafc.7b03614
- [3] Liang, L., Wu, X., Zhu, M., Zhao, W., Li, F., Zou, Y., and Yang, L. (2012). Chemical Composition, Nutritional Value, and Antioxidant Activities of Eight Mulberry Cultivars from China. **Pharmacognosy Magazine**. Vol. 8, Issue 31, pp. 215-224
- [4] Pawlowska, A. M., Oleszek, W., and Braca, A. (2008). Quali-Quantitative Analyses of Flavonoids of *Morus nigra* L. and *Morus alba* L. (Moraceae) Fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Vol. 56, Issue 9, pp. 3377-3380. DOI: 10.1021/jf703709r
- [5] Bae, S. H. and Suh, H. J. (2007). Antioxidant Activities of Five Different Mulberry Cultivars in Korea. **Agricultural Sciences**. Vol. 4, No. 6, pp. 995-962
- [6] Tomas, M., Toydemir, G., Boyacioglu, D., Hall, R., Beekwilder, J., and Capanoglu, E. (2017). Processing Black Mulberry Into Jam: Effects on Antioxidant Potential and *In Vitro* Bioaccessibility. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. Vol. 97, Issue 10, pp. 3106-3113. DOI: 10.1002/jsfa.8152
- [7] Tomas, M., Toydemir, G., Boyacioglu, D., Hall, R., Beekwilder, J., and Capanoglu, E. (2015). The Effects of Juice Processing on Black Mulberry Antioxidants. **Food Chemistry**. Vol. 186, pp. 277-284. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.11.151
- [8] Punnongwa, W. (2022). Antioxidant Activities and Phenolic Acids Profile of Pasteurized Mulberry Juice During Storage. **RMUTI JOURNAL Science and Technology**. Vol. 15, No. 1, pp. 59-70 (in Thai)
- [9] Kato, K. and Matsuda, K. (1969). Studies on the Chemical Structure of Konjac Mannan. **Agricultural and Biological Chemistry**. Vol. 33, Issue 10, pp. 1446-1453. DOI: 10.1080/00021369.1969.10859484
- [10] Chiu, Y. T. and Stewart, M. (2012). Comparison of Konjac Glucomannan Digestibility and Fermentability with Other Dietary Fibers *In Vitro*. **Journal of Medicinal Food**. Vol. 15, pp. 120-125. DOI: 10.1089/jmf.2011.0084
- [11] Srisamatthakarn, P. and Cham, S. (2020). Healthy Konjac Noodle Product Development from Phak Chiangda (*Gymnema inodorum* (Lour.) Decne). **The 4th National Academic Conference of Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi**. pp. 572-581 (in Thai)

- [12] Jimé nez-Colmenero, F., Cofrades, S., Herrero, A. M., Solas, M. T., and Ruiz-Capillas, C. (2013). Konjac Gel for use as Potential Fat Analogue for Healthier Meat Product Development: Effect of Chilled and Frozen Storage. **Food Hydrocolloids**. Vol. 30, Issue 1, pp. 351-357. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2012.06.015
- [13] Wu, C., Li, Y., Du, Y., Wang, L., Tong, C., Hu, Y., and Yan, Z. (2019). Preparation and Characterization of Konjac Glucomannan-Based Bionanocomposite Film for Active Food Packaging. **Food Hydrocolloids**. Vol. 89, pp. 682-690. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2018.11.001
- [14] Attabhanyo, R., Sampanvejsobha, S., and Changchut, A. (2010). Development of Fruit for Standardization and Market Study. **The Thailand Research Fund, Faculty of Agriculture, Department of Product Development**. Chiang Mai, Chiang Mai University
- [15] AOAC. (2005). **Official Methods of Analysis**. (14th ed). Washington, D. C: Association of Official Analytical Chemist
- [16] Giusti, M. M. and Wrolstad, R. E. (2001). Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**. pp. F1.2.1-F1.2.13. DOI: 10.1002/0471142913.faf0102s00
- [17] Suwan, T., Narathapanon, P., Iamsuwan, A., Pongpattanapanich, W., and Kullamethee, P. (2018). Development of Babbler’s Bill Leaf Carragenan Jellies. **The Journal of KMUTNB**. Vol. 28, No. 2, pp. 403-411 (in Thai)
- [18] Rittilert, P. and Warin, k. (2020). Development of Karanda (*Carissa carandas* L.) Gummy Jelly Product. **Thai Journal of Science and Technology**. Vol. 9, No. 2, pp. 342-354 (in Thai)
- [19] Chamber, E. and Wolf, M. B. (1996). **Sensory Testing Methods**. 2nd Ed., West Conshohocken, PA: ASTM
- [20] Jan, B., Parveen, R., Zahiruddin, S., Khan, M. U., Mohapatra, S., and Ahmad, S. (2021). Nutritional Constituents of Mulberry and Their Potential Applications in Food and Pharmaceuticals: A Review. **Saudi Journal of Biological Sciences**. Vol. 28, Issue 7, pp. 3909-3921. DOI: 10.1016/j.sjbs.2021.03.056
- [21] Cheng, J. -R., Liu, X. -M., Chen, Z. -Y., Zhang, Y. -S., and Zhang, Y. -H. (2016). Mulberry Anthocyanin Biotransformation by Intestinal Probiotics. **Food Chemistry**. Vol. 213, pp. 721-727. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.07.032
- [22] Kim, I. and Lee, J. (2020). Variations in Anthocyanin Profiles and Antioxidant Activity of 12 Genotypes of Mulberry (*Morus* spp.) Fruits and Their Changes During Processing. **Antioxidants**. Vol. 9, Issue 3, pp. 242. DOI: 10.3390/antiox9030242
- [23] Bao, T., Xu, Y., Gowd, V., Zhao, J., Xie, J., Liang, W., and Chen, W. (2016). Systematic Study on Phytochemicals and Antioxidant Activity of Some New and Common Mulberry Cultivars in China. **Journal of Functional Foods**. Vol. 25, pp. 537-547. DOI: 10.1016/j.jff.2016.07.001
- [24] Kurt, A., Bursa, K., and Toker, O. S. (2022). Gummy Candies Production with Natural Sugar Source: Effect of Molasses Types and Gelatin Ratios. **Food Science and Technology International**. Vol. 28, Issue 2, pp. 118-127. DOI: 10.1177/1082013221993566
- [25] Standard of Dry jelly. **Thai Industrial Standard Institute**. TISI. 520/2004. (in Thai)
- [26] Evageliou, V., Mazioti, M., Mandala, I., and Komaitis, M. (2010). Compression of Gellan Gels, Part II: Effect of Sugars. **Food Hydrocolloids**. Vol. 24, Issue 4, pp. 392-397. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2009.11.005

- [27] Tau, T. and Gunasekaran, S. (2016). Thermorheological Evaluation of Gelatin of Gelatin with Sugar Substitutes. **LWT - Food Science and Technology**. Vol. 69, pp. 570-578. DOI: 10.1016/j.lwt.2016.02.015
- [28] Jiamjariyatam, R. (2018). Influence of Gelatin and Isomaltulose on GummyJelly Properties. **International Food Research Journal**. Vol. 25, pp. 776-783
- [29] Worrasarn, N., Jaipakdee, N., and Limpongsa, E. (2017). Preparation and Evaluation of GummyJelly Products Containing Glucomannan. **The National and International Graduate Research Conference**. pp. 932-939 (in Thai)
- [30] Yang, J., Choi, Y. J., and Hahn, J. (2022). Development of Flaxseed Gum/Konjac Glucomannan with Agar as Gelling Agents with Enhanced Elastic Properties. **Food Science and Biotechnology**. pp. 1-12
- [31] Herranz, B., Tovar, C. A., Solo-de-Zaldívar, B., and Borderias, A. J. (2012). Effect of Alkalis on Konjac Glucomannan Gels for use as Potential Gelling Agents in Restructured Seafood Products. **Food Hydrocolloids**. Vol. 27, Issue 1, pp. 145-153. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2011.08.003
- [32] Salcedo-Sandoval, L., Ruiz-Capillas, C., Cofrades, S., Triki, M., and Jiménez-Colmenero, F. (2015). Shelf-life of n-3PUFA Enriched Frankfurters Formulated with a Konjac-Based Oil Bulking Agent. **LWT - Food Science and Technology**. Vol. 62, Issue 1, Part 2, pp. 711-717. DOI: 10.1016/j.lwt.2015.01.043
- [33] Zhang, C. and Yang, F. Q. (2014). Konjac Glucomannan, a Promising Polysaccharide for OCDDS. **Carbohydrate Polymers**. Vol. 104, pp. 175-181
- [34] Gasaluck, P. (2015). **Functional Food from Fermented Soybean Powder Supplement with Konjac for Aging People**. Institute of Agricultural Technology. Suranaree University of Technology
- [35] Jayachandran, M., Christudas, S., Zheng, X., and Xu, B. (2022). Dietary Fiber Konjac Glucomannan Exerts an Antidiabetic Effect Via Inhibiting Lipid Absorption and Regulation of PPAR- γ and Gut Microbiome. **Food Chemistry**. Vol. 403, pp. 134336. DOI: 10.1016/j.foodchem.2022.134336
- [36] Chua, M., Baldwin, T. C., Hocking, T. J., and Chan, K. (2010). Traditional Uses and Potential Health Benefits of *Amorphophallus konjac* K. Koch ex N.E.Br. **Journal of Ethnopharmacology**. Vol. 128, Issue 2, pp. 268-278. DOI: 10.1016/j.jep.2010.01.021
- [37] Phisutthigoston, S., Jirapeatsayasuk, P., and Sompongse, W. (2018). Production of Fish Ball with Konjac Glucomannan Gel and Herbs. **Thai Journal of Science and Technology**. Vol. 26, No. 2, pp. 224-235 (in Thai)