

<http://journal.rmutp.ac.th/>

การใช้สารชีวเมกเตนท์ในผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่กวน

กรรณิการ์ อ่อนสำลี*

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
321 ตำบลทะเลชุบศร อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี 15000

รับบทความ 28 พฤษภาคม 2563 แก้ไขบทความ 19 ตุลาคม 2563 ตอรับบทความ 17 ธันวาคม 2563

บทคัดย่อ

การยืดอายุการเก็บรักษาของมัลเบอร์รี่กวน โดยใช้สารชีวเมกเตนท์ทดแทนปริมาณน้ำตาล และรักษาความชื้น ทำให้มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) ของผลิตภัณฑ์ลดลง การวิจัยนี้วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณสารชีวเมกเตนท์ในผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่กวน และศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่กวนระหว่างการเก็บรักษา ผลวิจัย พบว่า ปริมาณสารชีวเมกเตนท์ คือ อัตราส่วนมอลทิทอล : มอลโทเดกซ์ทริน 20 : 80 (ร้อยละ 90 ของปริมาณน้ำตาลทั้งหมด) และปริมาณกลีเซอรอลร้อยละ 10 ของปริมาณน้ำตาลทั้งหมด มีส่วนผสม ได้แก่ มัลเบอร์รี่ มอลโทเดกซ์ทริน มอลทิทอล กลีเซอรอล เกลือ และกรดซิตริก ร้อยละ 69.73 21.62 5.40 3.01 0.17 และ 0.07 ตามลำดับ องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เถ้า กากใย ความชื้น ร้อยละ 76.92 2.39 0.14 4.19 4.30 และ 12.06 และพลังงานทั้งหมดโดยการคำนวณ 318.50 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม ตามลำดับ ปริมาณแอนโทไซยานิน เท่ากับ 68.32 มิลลิกรัมไซยานิน-3-กลูโคไซด์ต่อกรัม ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดซิตริก ร้อยละ 0.60 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมด เท่ากับร้อยละ 1.74 และ 3.90 ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนให้คะแนนความชอบในระดับชอบปานกลาง (7 คะแนน) ผลิตภัณฑ์เก็บรักษาในขวดแก้วที่อุณหภูมิห้อง (27 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า คุณภาพทางด้านกายภาพ ได้แก่ ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) มีค่าเพิ่มขึ้น ความแข็ง การเกาะติดและความยากง่ายในการเคี้ยวมีค่าลดลง คุณภาพทางด้านเคมี พบว่า ความชื้นและปริมาณแอนโทไซยานินลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และราเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักและผลไม้กวน (35/2558)

คำสำคัญ : มัลเบอร์รี่; ผลไม้กวน; สารชีวเมกเตนท์

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร: +668 1531 3880, ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์: gannigar.w@lawasri.tru.ac.th

<http://journal.rmutp.ac.th/>

Use of Humectants in Mulberry Paste Product

Gannigar Onsamlee*

Faculty of Science and Technology, Thepsatri Rajabhat University
321 Thale Chup Son, Mueang, Lopburi 15000

Received 28 May 2020; Revised 19 October 2020; Accepted 17 December 2020

Abstract

The shelf-life extension of mulberry paste by using humectants to place sugar content could maintain the moisture while reducing the water activity (a_w) of the product. The objectives of this research were to study on humectants replacement and the changes of the mulberry paste product quality during storage. The sugar content in the standard formula was replaced by 10% w/w glycerol and 90% w/w of maltitol and maltodextrin mixture (20:80 w/w). The final mulberry paste product consisted of mulberry, maltodextrin, maltitol, glycerol, salt and citric acid by 69.80% 21.62% 5.40% 3.01%, 0.17% and 0.07%, respectively. The chemical compositions: carbohydrates, proteins, fat, ash, fiber, and moisture, of the product were 76.92% 2.39% 0.14% 4.19% 4.30% 12.06%, respectively. The total energy by calculation was 318.50 kcal/100 g. The anthocyanin content was 68.32 mg cyanidin-3-glucoside/g. Total titratable acidity (citric acid equivalent) was 0.60%. The reducing sugar and total sugar values were 1.74% and 3.90%, respectively. The consumer acceptance as evaluated by untrained panelists was in the level of moderately like (7 score). The product packed in glass bottle containers was stored at 27 ± 2 °C for 4 weeks. The a_w was increased while the textural properties: hardness, adhesiveness, and chewiness, were decreased. The chemical quality analysis showed significant decreases ($p\leq 0.05$) in the moisture and the anthocyanin contents. The microbial quality; total plate count and yeast and mold measurements were significantly increased ($p\leq 0.05$), however, the values were within the acceptable range according to the Thai community product standard (35/2558).

Keywords : Mulberry; Fruit Paste Product; Humectant

* Corresponding Author. Tel.: +668 1531 3880, E-mail Address: gannigar.w@lawasri.tru.ac.th

1. บทนำ

หม่อน หรือ มัลเบอร์รี่ (Mulberry) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Morus alba* Linn. เป็นผลไม้ที่มีสีแดงอมม่วงหรือสีม่วง ซึ่งเป็นแหล่งของสารสำคัญต่างๆ ได้แก่ แอนโธไซยานิน กรดโพลีฟีนอล ซึ่งเป็นสารประกอบกลุ่มฟลาโวนอยด์ [1], [2] ผลมัลเบอร์รี่มีปริมาณไขมันกรดไขมัน ได้แก่ กรดไลโนเลอิกร้อยละ 26.40-74.77 และกรดปาล์มิติกร้อยละ 9.29-22.26 [3] วิตามินซี แร่ธาตุ และสารประกอบฟีนอลิกอีกด้วย [4], [5] เนื่องจากมัลเบอร์รี่มีลักษณะเนื้อผลไม้ที่อ่อนนุ่มสามารถรับประทานในรูปผลสด แห้ง หรือในรูปของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการผลิต [6] แต่ข้อเสียคือบอบช้ำได้ง่ายทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นปริมาณผลผลิตออกมาจากจนนำมาบริโภคไม่ทัน มัลเบอร์รี่ได้รับการวิจัยและพัฒนาการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์หลากหลายรูปแบบ เช่น แยมมัลเบอร์รี่ผสมผิวส้ม ไอศกรีม และไวน์ เป็นต้น [4], [7] น้ำมัลเบอร์รี่ [8] และไอศกรีมมัลเบอร์รี่ [9] จะเห็นว่ากระบวนการผลิตเป็นวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาของ มัลเบอร์รี่ไว้สำหรับบริโภคได้นานขึ้นสำหรับการแปรรูปผลิตภัณฑ์บางประเภทมีปริมาณสารอาหารบางชนิดมากเกินไป เช่น น้ำตาล ส่งผลต่อร่างกาย เช่น การเกิดโรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง โรคหลอดเลือด และหัวใจ [10]

สารฮิวเมกเตน (Humectant) เป็นสารที่ใช้เติมในอาหารเพื่อรักษาความชื้น ส่งผลให้อาหารมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) ลดลง สามารถเก็บรักษาด้านโดยที่เนื้อสัมผัสและกลิ่นรสไม่เปลี่ยนแปลง ตัวอย่างของสารฮิวเมกเตนที่ใช้ในอาหาร เช่น กลีเซอรอล น้ำตาล แอลกอฮอล์ เช่น ซอร์บิทอล มอลทิทอล รวมทั้งสารไฮโดรคอลลอยด์ เช่น เพกทิน กัม และแอลจีเนต เป็นต้น ซึ่งกลีเซอรอลสามารถลดความชื้น และป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์โดยการลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีความหนืด และยังเป็นตัวทำละลายที่ดี ช่วยให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีลักษณะอ่อนนุ่ม

[11] มอลทิทอลเป็นสารทดแทนความหวาน มีความหวาน 0.9 เท่าของซูโครส ให้พลังงานเท่ากับ 2.1 กิโลแคลอรีต่อกรัม และ มอลโทเด็กซ์ทริน มีคุณสมบัติทางด้านความเป็นเนื้อทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหนืดสม่ำเสมอเนื้อสัมผัสเรียบเนียน ซึ่งการเติมมอลโทเด็กซ์ทรินจะทำให้ผลิตภัณฑ์เหนียวและทำให้ความนุ่มของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น [12]

จังหวัดลพบุรีโดยกลุ่มเกษตรกรตำบลหนองผักแว่นอำเภอท่าหลวง มีการปลูกมัลเบอร์รี่อินทรีย์จำนวนมากมีทั้งชนิดใบและผล สำหรับผลยังไม่มีการแปรรูปในเชิงพาณิชย์ รวมถึงยังไม่มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษา ประกอบกับกลุ่มเกษตรกรมีความประสงค์ในการพัฒนาผลผลิตทางการเกษตรเพื่อยกระดับเศรษฐกิจของชุมชน สามารถผลิตเป็นของฝากโดยชุมชนผลิตเองได้ ใช้เทคโนโลยีไม่ซับซ้อน เครื่องมือหาง่าย และราคาไม่แพง ฉะนั้นเพื่อต้องการให้ชุมชนเห็นความสำคัญในการนำผลผลิตทางการเกษตรมาแปรรูปสามารถยืดอายุการเก็บรักษา ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่กวนโดยการใช้สารฮิวเมกเตนที่ ยกตัวอย่างเช่น กลีเซอรอล มอลทิทอล และ มอลโทเด็กซ์ทรินทดแทนน้ำตาลทำให้ควบคุมปริมาณความชื้นและเพิ่มความคงตัวในผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีพลังงานลดลง เป็นอีกทางเลือกหนึ่งให้แก่ผู้บริโภคที่ยังต้องการรสหวานแต่ต้องจำกัดการรับประทานน้ำตาลหรือผู้ที่ต้องควบคุมน้ำตาลในเลือดและผู้ที่มีห่วงใยในด้านสุขภาพ นอกจากนี้เป็นการเพิ่มมูลค่าวัตถุดิบในชุมชนและเสริมสร้างรายได้ให้แก่ชุมชนต่อไป

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 การศึกษาปริมาณสารฮิวเมกเตนในผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่กวน

ทำการผลิตผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่โดยมีส่วนประกอบ ได้แก่ มัลเบอร์รี่ร้อยละ 69.73 น้ำตาลร้อยละ 30.03

เกลือร้อยละ 0.17 และกรดซิตริกร้อยละ 0.07 กรรมวิธีการผลิตสำหรับ 1 กิโลกรัม เริ่มจากปั่นมัลเบอร์รี่ให้ละเอียดโดยใช้ เครื่องปั่นยี่ห้อ Tefal Maxi Blend รุ่น BL30714D ประเทศฝรั่งเศส ความเร็วระดับ 2 เป็นเวลา 1 นาที เทใส่กระทะทองเหลือง และเติมน้ำตาลทั้งหมดลงไป กวนให้ส่วนผสมของน้ำตาลละลายทั้งหมด โดยใช้ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ประมาณ 45 นาที จนของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ เท่ากับ 82 องศาบริกซ์ กำหนดโดยใช้เครื่องวัดความหวาน Brix Atago รุ่น MASTER-3M ที่ให้เย็น และบรรจุใส่ขวดแก้วปิดสนิท [13] จากนั้นศึกษาอัตราส่วนของสารอิวมกเตนที่ 3 ชนิด ได้แก่ กลีเซอรอล มอลโทเดกซ์ทริน และ มอลทิทอล โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design ; CRD) โดยกำหนดให้ใช้ปริมาณกลีเซอรอลร้อยละ 10 ของปริมาณน้ำตาลทั้งหมด และศึกษาอัตราส่วนระหว่าง มอลทิทอลและมอลโทเดกซ์ทรินร้อยละ 90 ของปริมาณน้ำตาล ทั้งหมด 5 อัตราส่วน ได้แก่ 10:90 (สูตรที่ 1) 20:80 (สูตรที่ 2) 30:70 (สูตรที่ 3) 40:60 (สูตรที่ 4) และ 50:50 (สูตรที่ 5) เพื่อทดแทนปริมาณน้ำตาลทั้งหมด แสดงดังตารางที่ 1 โดยตัวอย่างควบคุม (Control) คือ สูตรที่ใช้น้ำตาลร้อยละ 100 จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส ยี่ห้อ Stable Micro Systems รุ่น TA.TX.plus ได้แก่ ความแข็ง (Hardness) การเกาะติด (Adhesiveness) และความยากง่ายในการเคี้ยว (Chewiness) วัดค่าสี ($L^* a^* b^*$) โดยใช้เครื่องวัดค่าสี ระบบ CIE ยี่ห้อ Hunter lab รุ่น Color Flex EZ คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณกรดทั้งหมด ความชื้น [14] และปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (Total Anthocyanin Content) โดยวิธี pH-differential [15] คุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยทดสอบชิมเพื่อประเมินความชอบ ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ความหวาน ความแน่นเนื้อ ความเป็น

เนื้อเดียวกัน และความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9 Point Hedonic Scale กับผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน [16]

ตารางที่ 1 อัตราส่วนสารอิวมกเตนที่แทนปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่กวน

สูตรที่	ร้อยละ 90		ร้อยละ 10
	ของปริมาณน้ำตาลทั้งหมด		ของปริมาณ
	มอลทิทอล	มอลโทเดกซ์ทริน	น้ำตาลทั้งหมด
1	10	90	10
2	20	80	10
3	30	70	10
4	40	60	10
5	50	50	10

หลังจากการศึกษาใช้อัตราส่วนสารอิวมกเตนที่แทนปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่กวนแล้วนั้น นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ผ่านการคัดเลือกวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ โดยผลวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส ได้แก่ ความแข็ง การเกาะติด และความยากง่ายในการเคี้ยว วัดค่าสี ($L^* a^* b^*$) ค่าสี L^* หมายถึง ค่าความสว่าง (0 คือ มืด 100 คือ สว่าง) a^* หมายถึง ค่าสีแดง และสีเขียว (+a คือ สีแดง -a คือ สีเขียว) b^* หมายถึง ค่าสีเหลือง และสีน้ำเงิน (+b คือ สีเหลือง -b คือ สีน้ำเงิน) องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เถ้า ความชื้น กากใย [14] และพลังงานทั้งหมดโดยการคำนวณ ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก (มิลลิกรัมสมมูลของน้ำหนักรดซิตริก เท่ากับ 0.00705) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมด [17] และปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด โดยวิธี pH-differential [15] คุณภาพด้านจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา [14] คุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยทดสอบชิมความชอบ ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ความหวาน ความแน่น

เนื้อ ความเป็นเนื้อเดียวกัน และความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9 Point Hedonic Scale จากผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน [16] วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) แล้วนำผลทดสอบมาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วย Analysis of Variance (ANOVA) จากนั้นเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 นำไปศึกษาการเปลี่ยนแปลงการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ต่อไป

2.2 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ มัลเบอร์รี่กวนระหว่างการเก็บรักษา

นำผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่กวนใส่ในขวดแก้วใสปิดฝาสนิท เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (27 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยสุ่มตัวอย่างมาตรวจทุก ๆ 1 สัปดาห์ มาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส ได้แก่ ความแข็ง การเกาะติด และความยากง่ายในการเคี้ยว วัดค่าสี (L^* , a^* , b^*) คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณกรดทั้งหมด ความชื้น [14] และปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด โดยวิธี pH-differential [15] คุณภาพด้านจุลินทรีย์ ได้แก่ จุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา [14] และคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีการทดสอบแบบ 9-point Hedonic Scale กับผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน [16] และวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) แล้วนำผลทดสอบมาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วย Analysis of Variance (ANOVA) จากนั้นเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ปริมาณสารฮิวเมกเตนท์ในผลิตภัณฑ์ มัลเบอร์รี่กวน

การศึกษาปริมาณสารฮิวเมกเตนท์ในผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่กวน พบว่า อัตราส่วนของสารฮิวเมกเตนท์ระหว่าง มอลทิทอลต่อมอลโทเดกซ์ทรินในอัตราส่วน 20:80 มีคุณภาพเคมี กายภาพ และการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ดีที่สุด จากการศึกษาผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่กวนทั้ง 5 อัตราส่วน พบว่า ค่าสี L^* ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ค่าสี a^* และค่า b^* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากผลการวิจัยพบว่า ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) ทั้ง 5 อัตราส่วน เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักและผลไม้กวน 35/2558 [18] และจากการวิจัย พบว่าการใช้สารฮิวเมกเตนท์ส่งผลต่อคุณภาพทางกายภาพ เมื่อพิจารณาอัตราส่วนของมอลโทเดกซ์ทรินที่เพิ่มส่งผลให้ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีลดลง เพราะมอลโทเดกซ์ทรินมีผลทำให้สมดุลไฮโดรฟิลิกและไฮโดรโฟบิก (Hydrophobic) ในระบบของมัลเบอร์รี่กวนเปลี่ยนไป กล่าวคือ มอลโทเดกซ์ทรินไปเพิ่มความไม่ชอบน้ำ ส่งผลทำให้ ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีลดลง [19] และการใช้มอลติทอลมีคุณสมบัติเป็นสารฮิวเมกเตนท์ที่มีหมู่ไฮดรอกซิลสามารถดึงดูดความชื้นของน้ำได้และเกิดพันธะไฮโดรเจนกับน้ำ สามารถลดความดันไอของผลิตภัณฑ์ทำให้ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) ของผลิตภัณฑ์ลดลง [20] นอกจากนี้ มอลติทอล มีสมบัติเป็นสารคงความชื้น เมื่อระดับการใช้มากขึ้นส่งผลให้ปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์ระเหยออกไปได้น้อย [21] การใช้กลีเซอรอลเป็นส่วนประกอบ ทำให้ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) ลดลงเนื่องจากมีความสามารถในการจับโมเลกุลของน้ำได้ดีกว่าน้ำตาล มีคุณสมบัติช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อสัมผัสอ่อนนุ่ม [22] อย่างไรก็ตาม ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักและผลไม้กวน 35/2558 ที่มีค่าไม่เกิน 0.85 เมื่อพิจารณาค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่กวน และค่าความยากในการเคี้ยว ผลที่ได้คือมีความแตกต่าง

ตารางที่ 2 คุณภาพทางด้านกายภาพของผลิตภัณฑ์มันเบอร์รี่กวนที่ใช้สารฮิวเมคเตนท์ทดแทนน้ำตาลทั้งหมด 5 อัตราส่วน

อัตราส่วน มอลโทลทอล มอลโทเดกซ์ทริน	ค่าสี			ค่าวอเตอร์ แอกทิวิตี (a _w)	ความแข็ง (นิวตัน)	การเกาะติด ^{ns} (นิวตัน. วินาที)	ความยากง่าย ในการเคี้ยว
	L* ^{ns}	a*	b*				
10:90	7.70 ± 0.13	3.31 ^f ± 0.19	-0.33 ^e ± 0.07	0.52 ^b ± 0.01	9.28 ^d ± 0.28	0.54 ± 0.17	5.63 ^b ± 1.37
20:80	7.72 ± 0.13	4.85 ^a ± 0.11	-0.77 ^d ± 0.07	0.52 ^b ± 0.01	13.34 ^c ± 0.66	0.57 ± 0.12	7.98 ^{ab} ± 1.38
30:70	7.73 ± 0.04	3.44 ^f ± 0.03	-1.34 ^c ± 0.06	0.53 ^{ab} ± 0.01	15.25 ^c ± 0.84	0.62 ± 0.08	8.32 ^a ± 1.94
40:60	7.59 ± 0.20	3.07 ^d ± 0.06	-1.63 ^b ± 0.05	0.54 ^a ± 0.01	18.54 ^b ± 0.86	0.65 ± 0.04	9.15 ^a ± 1.19
50:50	7.76 ± 0.08	3.78 ^b ± 0.13	-1.74 ^a ± 0.05	0.54 ^a ± 0.01	20.78 ^a ± 0.10	0.67 ± 0.05	10.58 ^a ± 0.41

หมายเหตุ ^{a-e} ที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึงสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p ≤ 0.05)

^{ns} สิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p > 0.05)

ตารางที่ 3 คุณภาพทางด้านเคมีของผลิตภัณฑ์มันเบอร์รี่กวนที่ใช้สารฮิวเมคเตนท์ทดแทนน้ำตาลทั้งหมด 5 อัตราส่วน

อัตราส่วนมอลโทล ต่อมอลโทเดกซ์ทริน	ความชื้น ^{ns} (%)	ปริมาณกรดทั้งหมด ^{ns} (%)	ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (มิลลิกรัมไซยานิน-3-กลูโคไซด์ ต่อกรัม)
10:90	10.94 ± 0.65	0.50 ± 0.01	76.56 ^a ± 1.13
20:80	11.25 ± 0.46	0.60 ± 0.01	71.57 ^b ± 1.07
30:70	11.30 ± 0.40	0.80 ± 0.01	68.19 ^c ± 1.03
40:60	11.40 ± 1.09	0.81 ± 0.02	65.10 ^d ± 0.78
50:50	11.63 ± 0.28	0.80 ± 0.02	60.91 ^e ± 0.92

หมายเหตุ ^{a-e} ที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึงสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p ≤ 0.05)

^{ns} สิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p > 0.05)

ตารางที่ 4 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มันเบอร์รี่กวนที่ใช้สารฮิวเมคเตนท์ทดแทนน้ำตาลทั้งหมด 5 อัตราส่วน

อัตราส่วน มอลโทล ต่อมอลโทเดกซ์ทริน	คะแนนความชอบ						
	ลักษณะ ปรากฏ ^{ns}	สี ^{ns}	กลิ่นรส	ความหวาน	ความแน่น เนื้อ	ความเป็นเนื้อ เดียวกัน	ความชอบ โดยรวม
10 : 90	6.90 ± 1.03	7.20 ± 0.89	6.23 ^b ± 1.23	5.50 ^b ± 1.28	6.73 ^b ± 1.14	6.87 ^b ± 1.31	6.53 ^b ± 1.13
20 : 80	7.13 ± 1.08	7.20 ± 0.81	7.00 ^a ± 0.95	6.00 ^b ± 1.3	7.07 ^{ab} ± 0.87	6.93 ^b ± 1.14	7.20 ^a ± 0.81
30 : 70	7.07 ± 0.94	7.37 ± 0.72	7.03 ^a ± 0.93	6.67 ^a ± 1.10	7.17 ^{ab} ± 0.95	7.30 ^{ab} ± 0.88	7.23 ^a ± 0.97
40 : 60	7.30 ± 0.83	7.47 ± 0.86	7.17 ^a ± 1.09	6.73 ^a ± 1.37	7.20 ^{ab} ± 0.89	7.40 ^{ab} ± 1.01	7.30 ^a ± 0.95
50 : 50	7.33 ± 1.19	7.67 ± 1.06	7.30 ^a ± 1.30	7.13 ^a ± 1.43	7.57 ^a ± 1.22	7.43 ^{ab} ± 1.17	7.37 ^a ± 0.71

หมายเหตุ ^{ab} ที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึงสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p ≤ 0.05)

^{ns} สิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p > 0.05)

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยค่าความแข็งมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกับปริมาณมอลโทเดกซ์ทริน เนื่องจากมอลโทเดกซ์ทรินเป็นสารอิวเมกเทนท์เพิ่มเนื้อผลิตภัณฑ์และปรับปรุงเนื้อสัมผัสผลิตภัณฑ์ให้มีลักษณะอ่อนนุ่ม [12] สำหรับค่าการเกาะติดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงดังตารางที่ 2 ปริมาณความชื้นและปริมาณกรดทั้งหมด ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในขณะที่ปริมาณแอนโทไซยานินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณ มอลโทเดกซ์ทรินเพิ่มขึ้นปริมาณแอนโทไซยานินมีแนวโน้มสูงขึ้นด้วย เนื่องจากมอลโทเดกซ์ทรินมีคุณสมบัติอยู่ระหว่างแป้งและน้ำตาล ช่วยลดการสูญเสียของแอนโทไซยานินจากความร้อน ในขั้นตอนการกวนผลิตภัณฑ์ [23] แสดงดังตารางที่ 3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ความหวาน ความแน่นเนื้อ ความเป็นเนื้อเดียวกัน และความชอบโดยรวม โดยอัตราส่วนของการใช้ส่วนประกอบของมอลทิทอลและมอลโทเดกซ์ทรินที่ 20:80 คุณภาพทางประสาทสัมผัสทุกด้านมีคะแนนความชอบปานกลาง (7 คะแนน) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4 จากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และ คุณภาพทางประสาทสัมผัส การใช้สารอิวเมกเทนท์ในผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่กวนโดยอัตราส่วนระหว่างมอลทิทอลต่อมอลโทเดกซ์ทริน คือ 20:80 (ร้อยละ 90 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด) และกลีเซอรอลร้อยละ 10 ของปริมาณน้ำตาลทั้งหมด มีส่วนผสมดังนี้ มัลเบอร์รี่ร้อยละ 69.73 มอลโทเดกซ์ทรินร้อยละ 21.62 มอลทิทอลร้อยละ 5.40 กลีเซอรอลร้อยละ 3.01 เกลือร้อยละ 0.17 และกรดซิตริกร้อยละ 0.07

3.2 คุณภาพผลิตภัณฑ์สุดท้ายของผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่กวน

ผลการศึกษาคูณภาพด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์และทางประสาทสัมผัส พบว่า มัลเบอร์รี่กวนสูตรสุดท้ายกับมัลเบอร์รี่กวนสูตรควบคุม มีค่าคุณภาพทางกายภาพด้านค่าสี $L^* a^* b^*$ และค่าการเกาะติดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) พบว่าในผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่กวนสูตรสุดท้ายมีค่าน้อยกว่ามัลเบอร์รี่กวนสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีไม่เกิน 0.85 เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักและผลไม้กวน 35/2558

คุณภาพทางเคมี พบว่า ผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่สูตรสุดท้าย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณโปรตีน ไขมัน ไออาหาร มากกว่าผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่กวนสูตรควบคุม และมีพลังงานลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ขณะที่ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่กวนสูตรสุดท้ายมีคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 76.92 ความชื้นร้อยละ 12.06 โปรตีนร้อยละ 2.39 ไขมันร้อยละ 0.14 ไออาหารร้อยละ 4.30 ไขมันร้อยละ 4.19 และพลังงานทั้งหมดโดยการคำนวณเท่ากับ 318.50 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริกร้อยละ 0.60 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงและน้ำตาลทั้งหมดร้อยละ 1.74 และ 3.90 ตามลำดับ ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด เท่ากับ 68.32 มิลลิกรัม ไซยานิดิน -3-กลูโคไซด์ต่อกรัม แสดงดังตารางที่ 5

ด้านปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา พบว่า อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักและผลไม้กวน 35/2558 [18] สำหรับคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ไม่ได้แสดงข้อมูล)

ตารางที่ 5 คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่กวนสุตรสุดท้ายเปรียบเทียบกับมัลเบอร์รี่กวนสุตรควบคุม

คุณภาพทางเคมี	ผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่กวน	
	สุตรควบคุม	สุตรสุดท้าย
ความชื้น ^{ns} (%)	12.32 ± 0.38	12.06 ± 0.10
โปรตีน (%)	2.28 ^b ± 0.34	2.39 ^a ± 0.02
ไขมัน ^{ns} (%)	0.12 ± 0.53	0.14 ± 0.02
เถ้า (%)	1.68 ^b ± 0.02	4.19 ^a ± 0.37
ใยอาหาร (%)	2.37 ^b ± 0.25	4.30 ^a ± 0.84
คาร์โบไฮเดรต (%)	81.23 ^a ± 0.27	76.31 ^b ± 0.40
พลังงานทั้งหมดโดยการคำนวณ (กิโลแคลอรี)	335.11 ^a ± 1.11	316.09 ^b ± 1.48
ปริมาณกรดทั้งหมด ^{ns} (%)	0.10 ± 0.19	0.06 ± 0.28
น้ำตาลรีดิวซิง (%)	4.12 ^a ± 0.03	1.74 ^b ± 0.10
น้ำตาลทั้งหมด (%)	7.13 ^a ± 0.44	3.90 ^b ± 0.05
ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (มิลลิกรัมไซยานิน-3-กลูโคไซด์ ต่อกรัม)	57.88 ^b ± 0.76	68.32 ^a ± 0.32

หมายเหตุ ^{ab} ที่ต่างกันในแนวนอนหมายถึงสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

^{ns} สิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

3.3 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษา

ผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่กวน ใส่ในขวดแก้วใสปิดฝาสนิท เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (27 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยสุ่มตัวอย่างมาตรวจทุกๆ 1 สัปดาห์ พบว่าการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษา ส่งผลให้คุณภาพด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัส แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กล่าวคือ ค่าสี L^* , a^* และ b^* ลดลงเมื่ออายุการเก็บนานขึ้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลงทุกสัปดาห์ เนื่องจากส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ทำปฏิกิริยากับน้ำตาลรีดิวซ์เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด และสารเมลานอยดิน (Melanoidin) ส่งผลให้เกิดสีน้ำตาล [24] ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) ของผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่กวนมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเก็บนานขึ้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เมื่อพิจารณาพร้อมกับปริมาณความชื้น (ตารางที่ 6) เพิ่มขึ้นพบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานส่งผลให้ความชื้นเปลี่ยนแปลงโดยผลิตภัณฑ์มีการดูดซับน้ำโดยรอบ ทำให้เกิดการละลายของตัวถูกละลายได้ ส่งผลทำให้ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) เพิ่มขึ้น [24] ในขณะที่ความชื้นก็เพิ่มขึ้นด้วยส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความแข็งและค่าความยากในการเคี้ยว มีแนวโน้มลดลง ตลอดการเก็บรักษา 4 สัปดาห์ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แสดงดังตารางที่ 6

ผลการศึกษาค่าคุณภาพทางเคมี พบว่า ความชื้นของผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่กวนในระหว่างการเก็บรักษามีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ปริมาณกรดทั้งหมดระหว่างการเก็บรักษาไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในขณะที่ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดของผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่กวนในระหว่างการเก็บรักษามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเมื่อ

ตารางที่ 6 คุณภาพทางด้านกายภาพของผลิตภัณฑ์มันเบอรี่รีกวนระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 ± 2 °C) ระยะเวลา 4 สัปดาห์

ปัจจัย	สัปดาห์				
	0	1	2	3	4
L*	10.54 ^a ±1.84	9.66 ^{ab} ±1.23	9.11 ^{ab} ±0.95	8.85 ^{ab} ±0.26	8.34 ^b ±0.45
a*	3.31 ^a ±0.19	2.74 ^b ±0.58	2.32 ^{bc} ±0.08	2.28 ^{bc} ±0.15	1.97 ^c ±0.11
b*	-1.21 ^a ±0.02	-1.26 ^a ±0.08	-1.36 ^a ±0.31	-2.06 ^b ±0.07	-2.69 ^c ±0.17
ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี	0.53 ^d ±0.01	0.57 ^c ±0.01	0.64 ^b ±0.02	0.65 ^{ab} ±0.01	0.67 ^a ±0.02
ความแข็ง (นิวตัน)	9.29 ^a ±0.28	9.15 ^a ±0.46	8.59 ^{ab} ±0.46	8.20 ^b ±0.30	8.10 ^b ±0.65
การเกาะติด ^{ns} (นิวตัน.วินาที)	0.80 ±0.09	0.76 ±0.09	0.75±0.08	0.74±0.07	0.73±0.02
ความยากในการเคี้ยว	5.62 ^a ±1.37	2.72 ^b ±0.32	2.52 ^b ±0.48	2.26 ^b ±0.49	1.72 ^b ±0.54

หมายเหตุ ^{a-d} ที่ต่างกันในแนวนอนหมายถึงสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} สิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 7 คุณภาพทางด้านเคมีและจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์มันเบอรี่รีกวนระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 ± 2 °C) ระยะเวลา 4 สัปดาห์

ปัจจัย	สัปดาห์				
	0	1	2	3	4
คุณภาพทางด้านเคมี					
ความชื้น (ร้อยละ)	11.25 ^d ±0.46	12.79 ^c ±0.88	13.11 ^{bc} ±0.52	13.86 ^{ab} ±0.09	14.26 ^a ±0.44
ปริมาณกรดทั้งหมด ^{ns} (ร้อยละ)	0.06 ±0.02	0.06 ±0.01	0.05 ±0.01	0.06 ±0.01	0.06±0.01
ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (มิลลิกรัมไซยานิน-3-กลูโคไซด์ต่อกรัม)	67.12 ^a ±1.83	64.90 ^b ±0.80	62.14 ^c ±0.21	61.28 ^c ±1.55	58.62 ^d ±0.68
คุณภาพทางจุลินทรีย์ (โคโลนี/กรัม)					
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด	<10	<10	<10	2.63×10 ³	2.33×10 ⁴
ปริมาณยีสต์และรา	<10	<10	<10	<10	2.44×10 ²

หมายเหตุ ^{a-d} ที่ต่างกันในแนวนอนหมายถึงสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} สิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 8 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มันเบอรี่รีกวนระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 ± 2 °C) ระยะเวลา 4 สัปดาห์

สัปดาห์	คะแนนความชอบ						
	ลักษณะปรากฏ ^{ns}	สี ^{ns}	กลิ่นรส	ความหวาน	ความแน่นเนื้อ	ความเป็นเนื้อเดียวกัน	ความชอบโดยรวม
0	7.33±1.18	7.67±1.06	7.30 ^a ±1.29	7.13 ^a ±1.43	7.57 ^a ±1.22	7.80 ^a ±0.89	7.73 ^a ±1.23
1	7.3±0.84	7.47±0.86	7.17 ^a ±1.09	6.73 ^a ±1.36	7.20 ^{ab} ±0.89	7.40 ^{ab} ±1.00	7.53 ^a ±0.94
2	7.07±0.94	7.37±0.72	7.03 ^a ±0.93	6.67 ^a ±1.09	7.07 ^{ab} ±0.87	7.30 ^{ab} ±0.88	7.33 ^{ab} ±0.84
3	7.13±1.07	7.20±0.81	6.20 ^b ±1.40	6.00 ^b ±1.31	7.17 ^{ab} ±0.95	6.93 ^b ±1.14	6.80 ^{bc} ±1.21
4	6.90±1.03	7.20±0.89	6.23 ^b ±1.22	5.50 ^b ±1.28	6.73 ^b ±1.14	6.87 ^b ±1.31	6.53 ^c ±1.14

หมายเหตุ ^{ab} ที่ต่างกันในแนวนอนหมายถึงสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} สิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

อายุการเก็บรักษานานขึ้นปริมาณแอนโทไซยานิน ลดลง กล่าวคือ ความคงตัวของแอนโทไซยานินที่ลดลง โดยปัจจัยที่มีผล ได้แก่ อุณหภูมิ ออกซิเจน [25] และผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้กรดซิตริก ในสภาวะที่เป็นกรดทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสส่งผลให้แอนโทไซยานินจะเกิดการสลายตัวมากขึ้น [26], [27] คุณภาพทางจุลินทรีย์พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยเริ่มมากขึ้นในสัปดาห์ที่ 3 เมื่อเก็บรักษาครบ 4 สัปดาห์ ผลิตภัณฑ์มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 2.33×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ส่วนปริมาณยีสต์และรา เท่ากับ 2.44×10^2 ซึ่งยังไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักและผลไม้กวน 35/2558 [18] แสดงดังตารางที่ 7

สำหรับคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏและสีตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีลเบอร์รี่กวนเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีสีไปในทางสีม่วงเข้มเกือบดำ ทำให้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนสังเกตการเปลี่ยนแปลงได้ยาก คุณลักษณะด้านกลิ่นรส ความหวาน ความแน่นเนื้อ ความเป็นเนื้อเดียวกัน และความชอบโดยรวมมีคะแนนความชอบลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ความหวาน ความแน่นเนื้อ ความเป็นเนื้อเดียวกัน และความชอบโดยรวม เท่ากับ 6.90 7.20 6.23 5.50 6.73 6.87 และ 6.53 คะแนนตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 8

4. สรุป

สารฮิวเมกเตนทีในผลิตภัณฑ์มีลเบอร์รี่กวน ใช้อัตราส่วนระหว่างมอลทิทอลต่อมอลโทเดกซ์ทริน อัตราส่วน 20:80 (ร้อยละ 90 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด) และกลีเซอรอลร้อยละ 10 ของปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีส่วนผสมคือ มีลเบอร์รี่ร้อยละ 69.73 มอลโทเดกซ์ทริน

ร้อยละ 21.62 มอลทิทอลร้อยละ 5.40 กลีเซอรอลร้อยละ 3.01 เกลือร้อยละ 0.17 และกรดซิตริกร้อยละ 0.07 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักและผลไม้กวน 35/2558 โดยผลิตภัณฑ์ได้เก็บในขวดแก้วใสปิดฝาสนิทไว้ที่อุณหภูมิห้อง (27 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

5. กิตติกรรมประกาศ

ได้รับการสนับสนุนการวิจัยประจำปีงบประมาณ 2562 จากมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Y. Jiang and W. J. Nie, "Chemical properties in fruits of mulberry species from the Xinjiang province of China," *Food chemistry*, vol. 174, pp. 460-466, May 2015.
- [2] Q. Yuan and L. Zhao, "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, Dec. 2017.
- [3] L. Liang, X. Wu, M. Zhu, W. Zhao, F. Li, Y. Zou and L. Yang, "Chemical composition, nutritional value, and antioxidant activities of eight mulberry cultivars from China," *Pharmacognosy Magazine*, vol. 8, no. 31, pp. 215-224, Jul.-Sep. 2012.
- [4] A. M. Pawlowska, W. Oleszek and A. Braca, "Quali-quantitative analyses of flavonoids of *Morus nigra* L. and *Morus alba* L.(Moraceae) fruits," *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 56, no. 9, pp. 3377-3380, Apr. 2008.

- [5] S. H. Bae and H. J. Suh, "Antioxidant activities of five different mulberry cultivars in Korea," *Agricultural Sciences*, vol. 4, no. 6, pp. 995-962, Aug. 2007.
- [6] S. Ercisli and E. Orhan, "Chemical composition of white (*Morus alba*), red (*Morus rubra*) and black (*Morus nigra*) mulberry fruits," *Food Chemistry*, vol. 103, no. 4, pp. 1380-1384, Dec. 2007.
- [7] M. Tomas, G. Toydemir, D. Boyacioglu, R. Hall, J. Beekwilder and E. Capanoglu, "Processing black mulberry into jam: Effects on antioxidant potential and in vitro bio accessibility," *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 97, no. 10, pp. 3106-3113, Feb. 2017.
- [8] M. Tomas, G. Toydemir, D. Boyacioglu, R. Hall, J. Beekwilder and E. Capanoglu, "The effects of juice processing on black mulberry antioxidants," *Food chemistry*, vol. 186, pp. 277-84, Nov. 2015.
- [9] A. F. Yesilsu and H. Temiz, "Effect of Pekmez Addition on the Physical, Chemical, and Sensory Properties of Ice Cream," *Czech Journal of Food Sciences*, vol. 28, pp. 538-546, Oct. 2015.
- [10] S. Songkhrampukdee, "Quality of Life for Diabetic Patients Selaphum, Roi-Et," *Journal of Mahasarakham Hospital*, vol. 9, no. 1, Apr-Jul. 2012.
- [11] G. Favetto, J. Chirife and G. Bartholomai, "Determination of moisture content in glycerol-containing intermediate moisture foods," *Journal of Food Science*, vol. 44, no. 4, pp. 1258-1259, Aug. 2006.
- [12] S. Y. Quek, N. K. Chok and P. Swedlund, "The physicochemical properties of spray-dried watermelon powders," *Chemical Engineering and Processing*, vol. 46, no. 5, pp. 386-392, May 2007.
- [13] R. Attabhanyo, S. Sampanvejsobha and A. Changchut, "Development of fruit for standardization and market study," The Thailand Research Fund, Faculty of Agriculture, Department of Product Development, Chiang Mai: Chiang Mai University, 2010.
- [14] AOAC, Official Methods of Analysis of AOAC International, 18th ed. *AOAC International*, 2005.
- [15] M. M. Giusti and R. E. Wrolstad, "Characterization and measurement of anthocyanins by UV-Visible spectroscopy," *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, vol. 0, no. 1, pp. F1.2.1-F1.2.13, Apr. 2001.
- [16] E. Chamber and M.B. Wolf. *Sensory Testing Methods*, 2nd ed., West Conshohocken, PA : ASTM, 1996.
- [17] J. H. Lane and L. Eynon, "Determination of reducing sugars by means of Fehling's solution with methylene blue as internal indicator," *Journal of the Society of Chemical Industry*, vol. 42, pp. 32-36, 1923.
- [18] Standard of Preserved Vegetable and fruit paste, Thai Industrial Standard Institute, TISI. 35/ 2003.

- [19] A. Farahnaky, N. Mansoori, M. Majzooobi and F. Badii, "Physicochemical and sorption isotherm properties of date syrup powder: Antiplasticizing effect of maltodextrin," *Journal Food and Bioproducts Processing*, vol. 98, pp. 133-141, Apr. 2016.
- [20] R. J. Pranker, "Course: Formulation Chemistry II (VCF2071)" in *Section two: humectants and preservatives*. Victorian College of Pharmacy. Monash University. 2004, pp. 2-17.
- [21] L. O. B. Nabors, *Alternative Sweeteners: Third Edition, Revised and Expanded*, Marcel Dekker, Inc. New York, 2001.
- [22] V. Surojanametakul, "Glycerol; Food additives," *Food Journal (Thailand)*. vol. 33, no. 2, pp. 87-89, 2003.
- [23] A. Khunthawad and J. Sripui, "Effects of encapsulation by spray drying on physical properties of Mameo (*Antidesma thwaitesianum*) powder," in *Proceedings of 14th Graduate Research Conference*, Khon Kaen, 2010, pp. 1-7.
- [24] N. Rattanapanon Author, *Food chemistry*, 2nd ed, Chiang Mai: Chiang Mai University Press, 2007.
- [25] H. E. Khoo, A. Azlan, S. T. Tang and S. M. Lim, "Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits," *Food & nutrition research*, vol. 61, no. 1, p. 1361779, Aug. 2017.
- [26] L.-Z. Lu, Y.-Z. Zhou, Y.-Q. Ma, Y.-L. Zhou, L.-X. Li, L. Zhou, Z.-Z. He and T. Zhen, "Anthocyanin extracts from purple sweet potato by means of microwave baking and acidified electrolysed water and their antioxidation in vitro," *International Journal of Food Science and Technology*, vol. 45, no. 7, pp. 1378-1385, Jun. 2010.
- [27] R. N. Cavalconti, D. T. Santos and M. A. A. Meireles, "Non-thermal stabilization mechanisms of anthocyanins in model and food systems-An overview," *Food Research International*, vol. 44, no. 2, pp. 499-509, Mar. 2011.