

การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่

Development of Karanda (*Carissa carandas* L.) Gummy Jelly Product

ภาสกร ฤทธิเลิศ* และกมลวรรณ วารินทร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 13180

Pasuree Rittilert* and Kamonwan Warin

Faculty of Agricultural Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage,

Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 13180

Received: November 1, 2019; Accepted: November 12, 2019

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่จากน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ได้จากผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ระยะผลสุก วิเคราะห์ผลของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ปริมาณ 150, 250 และ 350 g ต่อคุณภาพของกัมมีเยลลี่ และผลของการใช้มอลทิทอลทดแทนซูโครสต่อคุณภาพของกัมมีเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่สำหรับสมบัติทางเคมีพบว่าค่ากิจกรรมของน้ำ (a_w) 0.87-0.90 และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 2.84-3.34 การเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่มีแนวโน้มทำให้ค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) ค่าสีเหลือง (b^*) และค่า pH เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ยังมีผลต่อเนื้อสัมผัสของกัมมีเยลลี่โดยทำให้ค่าความแข็ง (hardness) การบดเคี้ยว (chewiness) และความยืดหยุ่น (springiness) ลดลง ($p \leq 0.05$) ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่าปริมาณน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ 250 g ได้รับคะแนนความชอบรวมในระดับชอบปานกลางสูงที่สุด ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้การทดแทนซูโครสด้วยมอลทิทอลที่ 0, 50 และ 100 % (w/w) พบว่าการเติมมอลทิทอลมีแนวโน้มทำให้ค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) ค่าสีเหลือง (b^*) ค่า pH และค่า a_w ของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) ขณะที่ค่าความแข็ง (hardness) และค่าการบดเคี้ยว (chewiness) ลดลง ($p \leq 0.05$) อย่างไรก็ตาม กัมมีเยลลี่ที่ผลิตด้วยมอลทิทอล 100 % ได้รับคะแนนความชอบรวมไม่แตกต่างจากมอลทิทอล 50 % อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทดแทนซูโครสด้วยมอลทิทอลได้ถึง 100 % จึงควรใช้เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่เพื่อสุขภาพ

คำสำคัญ : มะม่วงหาวมะนาวโห่; กัมมีเยลลี่; มอลทิทอล

Abstract

The aims of this research were to develop gummy jelly with the fruit juice of Karanda (*Carissa carandas* L.) at fully-ripened stage, and to measure the effect of Karanda juice in quantities of 150,

250 and 350 g on the quality of gummy jelly. The effect of using maltitol to replace sucrose on the quality of Karanda gummy jelly was also studied. For chemical properties, the water activity (a_w) was in a range of 0.87-0.90 and the pH was in a range of 2.84-3.34. Increasing the levels of Karanda juice showed a tendency to increase the lightness (L^*), redness (a^*) and yellowness (b^*) values and the pH value ($p \leq 0.05$). The Karanda juice caused changes in the texture properties of gummy jelly indicated by a decrease in hardness, chewiness, and springiness of the products ($p \leq 0.05$). Hedonic scores showed that the overall liking of the Karanda gummy jelly product by using 250 g Karanda juice was moderate to high ($p \leq 0.05$). Moreover, the sucrose was replaced by maltitol at percentages of 0, 50 and 100 (w/w). The results showed that the addition of maltitol tended to increase the lightness (L^*), redness (a^*) and yellowness (b^*) values, the pH value and water activity (a_w) of the product ($p \leq 0.05$), while the hardness and chewiness were decreased ($p \leq 0.05$). However, in gummy jelly produced from 100 % maltitol, it was not significantly different in overall liking over the replacement of 50 % maltitol. The replacement of sucrose by maltitol up to 100 % would be recommendable to develop healthy Karanda gummy jelly.

Keywords: Karanda; gummy jelly; maltitol

1. คำนำ

มะม่วงหาวมะนาวโห่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Carissa carandas* L. มีชื่อสามัญว่า Karanda (Maheshwari *et al.*, 2012) เป็นผลไม้ที่มีสารพฤกษเคมี (phytonutrient) ที่สำคัญ คือ แอนโทไซยานิน ซึ่งผลของมะม่วงหาวมะนาวโห่ทั้งเปลือกและเนื้อมีแอนโทไซยานินอยู่มาก ข้อมูลงานวิจัยของ วชิราภรณ์ และคณะ (2556) พบว่าผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ระยะผลสุก (ผลมีสีชมพูเข้มถึงม่วง) มีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH สูงที่สุด 4.67 ± 0.41 mg GAE/g, 54.80 ± 6.07 mg/L และ 2.42 ± 0.41 mg AAE/g ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับระยะผลดิบ (ผลมีสีเขียว) และผลกึ่งสุก (ผลมีสีขาวปนชมพู) และมีวิตามินซี 180.40 mg/100g

ข้อมูลงานวิจัยพบว่ายังไม่มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากผลสุกของมะม่วงหาวมะนาวโห่ จึงมีแนวคิดในการใช้ประโยชน์มะม่วงหาวมะนาวโห่ระยะผลสุกในการผลิตกัมมี่เยลลี่ ร่วมกับการใช้

สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทรายหรือซูโครส ซึ่งกัมมี่เยลลี่เป็นขนมในกลุ่มลูกกวาดที่มีลักษณะเป็นเจล มีความใส เนื้อสัมผัสเนียน ไม่หยาบสาก เหนียวนุ่ม มีความยืดหยุ่น และเคี้ยวได้ (สุวรรณ, 2543) ผู้บริโภคโดยเฉพาะกลุ่มเด็กและวัยรุ่นนิยมรับประทาน กัมมี่เยลลี่ประกอบด้วยสารละลายน้ำตาลเข้มข้น สารก่อให้เกิดเจล ปรงแต่งด้วยสี สารแต่งกลิ่นรสสังเคราะห์ (Marfil *et al.*, 2012) กัมมี่เยลลี่โดยทั่วไปมีองค์ประกอบของน้ำตาลสูงมากกว่าร้อยละ 50 ส่งผลให้คุณค่าทางโภชนาการน้อย และมีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค (Ervin and Ervin, 2011)

มอลทิทอล (maltitol) เป็นสารให้ความหวานในกลุ่มที่ให้คุณค่าทางโภชนาการ มีสมบัติเป็นสารเพิ่มมวลและความหนืดในอาหาร ทนความร้อนได้ดี ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรสขมติดลิ้น ไม่ก่อให้เกิดฟันผุ ไม่ทำให้น้ำตาลในเลือดสูงขึ้นอย่างเฉียบพลัน (Kearsley and Deis, 2006) จึงนิยมนำมาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น แยม (สุภาพร, 2554) ลูกกั

(ปิยนุสรณ์ และนคร, 2558) ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่จากผลไม้พื้นเมือง ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมให้ผู้บริโภคหันมารับประทานผลไม้มากขึ้น โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่เหมาะสมในการผลิตกัมมีเยลลี่ และศึกษาผลของการใช้มอลทิทอลทดแทนซูโครสต่อคุณภาพของกัมมีเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 ศึกษาคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่

ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ใช้ในการทดลองเป็นผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่มีระยะการพัฒนามาของผลหลังดอกบาน 74-82 วัน (ผลสุกมีสีแดงเข้มจนถึงม่วงดำ) มาจากสวนของเกษตรกรตำบลพลน้อย อำเภอบางบัว จังหวัดสมุทรปราการ โดยบรรจุในถุงโพลีเอทิลีนลงในกล่องกระดาษ และขนส่งด้วยรถโดยสารประจำทาง เป็นเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง มายังคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จากนั้นนำมาคัดเลือกผลที่สมบูรณ์ ล้างให้สะอาด พักให้สะเด็ดน้ำ

การเตรียมน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ตามวิธีการของ ภาสุรี (2560) นำมะม่วงหาวมะนาวโห่มาผ่าครึ่ง คว้านเมล็ดออก แช่วสลายเกลือแกงที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 (w/v) อัตราส่วนของมะม่วง

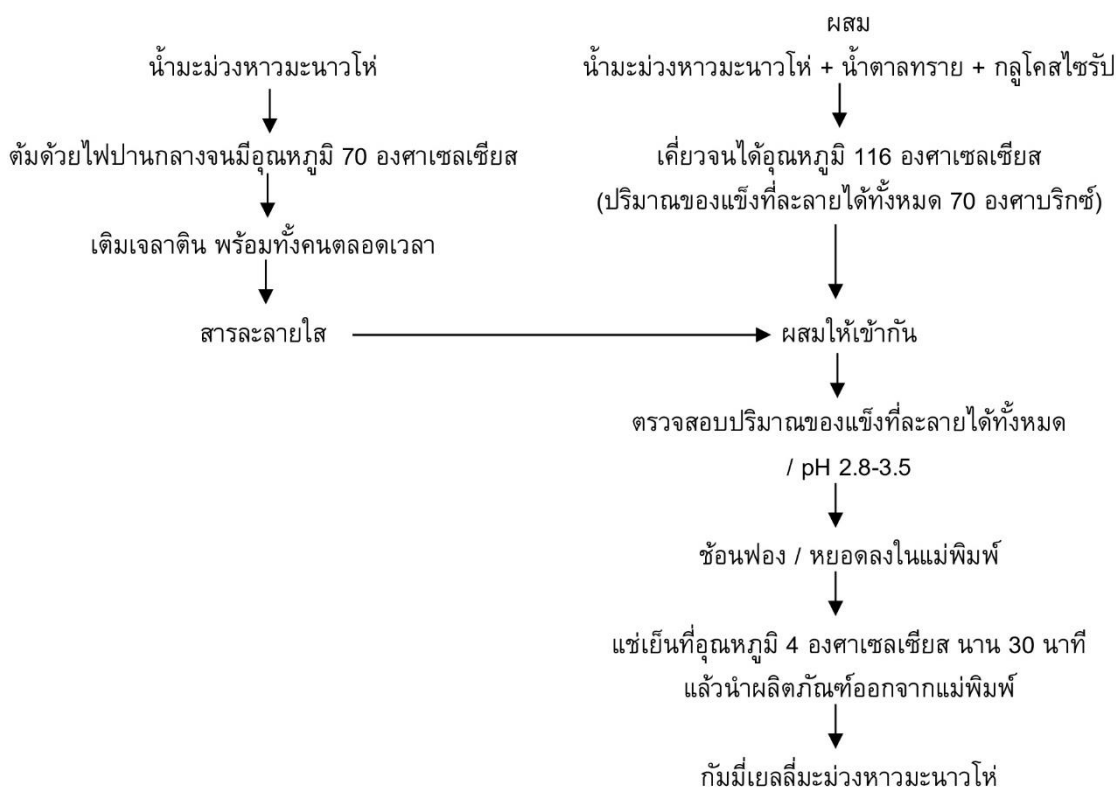
หาวมะนาวโห่ต่อสสารละลายเป็น 1:1 (w/v) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อล้างยางของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ แล้วล้างด้วยน้ำสะอาด 3 ครั้ง บั่นด้วยเครื่องปั่น (Sharp รุ่น EM-SMART4, ประเทศไทย) ที่ความเร็วระดับ 2 นาน 3 นาที กรองแยกกากด้วยผ้าขาวบาง จะได้น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ บรรจุในถุงโพลีเอทิลีน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 ± 2 องศาเซลเซียส ติดตามคุณภาพทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่อง Microprocessor pH meter รุ่น Cyberscan (ยี่ห้อ Eutech, Singapore) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดด้วย digital refractometer (Model PASL-18S; Atago Co., Ltd., Tokyo, Japan) อ่านค่าเป็น °Brix ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้และปริมาณแอนโทไซยานินด้วยวิธีพีเอช-ดิฟเฟอเรนเชียล (pH-differential method) ตามวิธีการของ สุภาพร และศิริประภา (2560) ด้วยการสกัดตัวอย่างในสารละลายไฮโดรคลอริกในเมทานอลความเข้มข้นร้อยละ 1.0 เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

2.2 การศึกษาปริมาณน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ต่อคุณภาพของกัมมีเยลลี่

นำน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่มาผลิตกัมมีเยลลี่ โดยการแปรปริมาณน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่เป็น 3 ระดับ ได้แก่ 150, 250 และ 350 กรัม โดยส่วนผสมของกัมมีเยลลี่ดัดแปลงจากสูตรพื้นฐานของ นราธิป (2556) ดังตารางที่ 1 และวิธีทำกัมมีเยลลี่ดัดแปลงจากวิธีการของ ศิมาภรณ์ และคณะ (2546) วิธีการทำ คือ แบ่งน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่เป็น 2 ส่วน ดังรูปที่ 1

ตารางที่ 1 สูตรการผลิตกัมมีเยลลี่

ส่วนประกอบ (กรัม)	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่	150	250	350
เจลาติน (ตราแม็กกาเรต)	37.8	37.8	37.8
น้ำตาลทรายขาว (ตรามิตรผล)	150	150	150
กลูโคสไซรัป (ตราปลาแฟนซีคาร์พ)	33.3	33.3	33.3



รูปที่ 1 ขั้นตอนการทำกัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่

วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และประเมินทางประสาทสัมผัสของกัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ ได้แก่ วัดค่าสีในระบบ CIE L*, a* และ b* ด้วยเครื่อง color reader รุ่น CR-10 (ยี่ห้อ Minolta, Japan) ค่ากิจกรรมของน้ำ (water activity, a_w) โดยใช้เครื่อง Aqualab รุ่น 3 (Decagon, USA) วัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง texture analyzer รุ่น TA-XT2 (ยี่ห้อ Stable Micro Systems, England) ดัดแปลงวิธีการจาก กมลทิพย์ (2561) ใช้หัววัด cylinder ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 มิลลิเมตร ความเร็วของหัววัด 5 มิลลิเมตร/วินาที ระยะแรงกด ร้อยละ 75 ระยะเวลาในการคืนตัว 3 วินาที ตัวอย่าง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร หนา 1 เซนติเมตร โดยวัดค่าความแข็ง (hardness, g) ค่าการบดเคี้ยว (chewiness, gm) และค่าความยืดหยุ่น (springiness) และประเมินคุณภาพทางประสาท

สัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ใช้สเกลความชอบ 9 ระดับ (9 point hedonic rating scale) กำหนดให้ระดับคะแนน 1 หมายถึงไม่ชอบมากที่สุด จนถึงระดับ 9 หมายถึงชอบมากที่สุด โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน 50 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

2.3 การศึกษาผลของการใช้มอลทิทอลทดแทนซูโครสต่อคุณภาพของกัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่

นำสูตรการผลิตกัมมี่เยลลี่น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุดมาแปรผันปริมาณน้ำตาลซูโครสต่อมอลทิทอลในอัตราส่วน 100:0, 50:50 และ 0:100 (w/w) ผลิตกัมมี่เยลลี่โดยชั่งส่วนผสมตามสูตรและติดตามคุณภาพทาง

กายภาพ ทางเคมี และการประเมินทางประสาทสัมผัสตามการทดลองในข้อ 2.2 และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและจุลินทรีย์ โดยองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ($N \times 6.25$) ไขมัน เถ้า โยอาหารทั้งหมด (AOAC, 2000) คาร์โบไฮเดรต และพลังงานทั้งหมดโดยการคำนวณสำหรับจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และราใช้วิธีของ BAM (2001)

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและจุลินทรีย์ และวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design, RCBD) ในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวิเคราะห์ 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SPSS

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

3.1 คุณภาพทางเคมีของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่

น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ได้จากผลสุกมีค่า pH 2.85 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก 0.37 และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 8.46 °Brix (ตารางที่ 2) ซึ่งผลไม้ส่วนใหญ่เมื่อสุก กรดอินทรีย์จะลดลงเพราะใช้ในกระบวนการหายใจและบางส่วนเปลี่ยนรูปไปเป็นน้ำตาล ทำให้มีความหวานเพิ่มขึ้น

แอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุในกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่ทำให้เกิดสีแดง สีของแอนโทไซยานินเป็นผลมาจากโครงสร้างของแอนโทไซยานิดินซึ่งรวมกับน้ำตาลมอลโนแซ็กคาร์ไรด์ที่พบมากในเนื้อเยื่อพืช ได้แก่ ไซยานิดิน (cyanidin) และเพลาร์

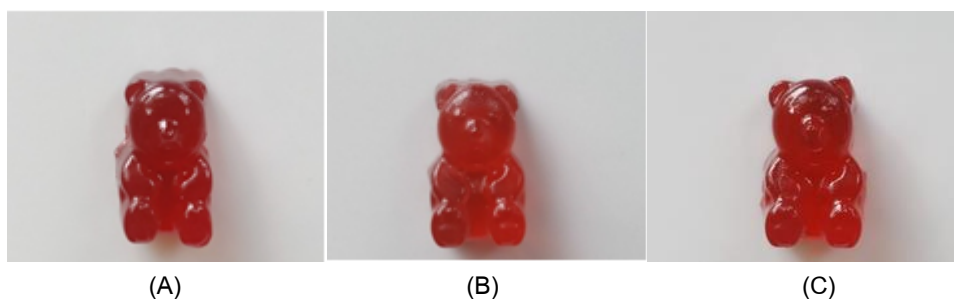
โกนินดิน (pelargonidin) (นิธิยา, 2554) การวิเคราะห์พบว่าน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่มีไซยานิดิน-3-กลูโคไซด์และเพลาร์โกนินดิน-3-กลูโคไซด์ 341.46 และ 181.45 mg/L ตามลำดับ เนื่องจากผลสุกของมะม่วงหาวมะนาวโห่มีสีชมพูเข้มถึงม่วงจึงมีแอนโทไซยานินสูง ในทำนองเดียวกันการวิจัยของ วชิราภรณ์ และคณะ (2556) พบว่าปริมาณแอนโทไซยานินมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาการสุกของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่มีความสุกมากขึ้น

ตารางที่ 2 คุณภาพทางเคมีของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่

คุณภาพทางเคมี	ค่าเฉลี่ย
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	2.85±0.02
ปริมาณกรดทั้งหมด (% as citric acid)	0.37±0.32
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (°Brix)	8.46±0.25
ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด	
ไซยานิดิน-3-กลูโคไซด์ (mg/L)	341.46±18.28
เพลาร์โกนินดิน-3-กลูโคไซด์ (mg/L)	181.45±9.71

3.2 ผลของปริมาณน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ต่อคุณภาพของกัมมีเยลลี่

ลักษณะปรากฏของกัมมีเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่มีสีแดงตามธรรมชาติของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ได้จากผลสุก เนื้อกัมมีเยลลี่มีลักษณะใส เนื่องจากการใช้เจลาตินเป็นสารก่อเจลที่ให้เจลที่มีความใส ผิวเรียบ เนื้อสัมผัสนุ่ม ยืดหยุ่น มีกลิ่นตามธรรมชาติของผลสุกคล้ายกับกลิ่นของน้ำกระเจียบ ดังรูปที่ 2 แต่ความคงรูปของผลิตภัณฑ์จะลดลงเมื่อปริมาณน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่เพิ่มขึ้น โดยลักษณะของกัมมีเยลลี่อ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเยลลี่แห้ง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) ระบุว่าเยลลี่แห้งต้องเป็นชิ้นแห้ง ไม่เกาะติดกัน มีสีและกลิ่นที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ เนื้อสัมผัสต้องเหนียว นุ่ม หย่นตัว ไม่แข็งกระด้าง



รูปที่ 2 ลักษณะปรากฏของกัมมีเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ที่มีปริมาณน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ 150 (A) 250 (B) และ 350 กรัม (C)

ตารางที่ 3 ค่าสีและปริมาณน้ำอิสระของกัมมีเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่

ปริมาณน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ (กรัม)	L*	a*	b*	a _w	pH
150	22.53±0.55 ^c	11.47±1.35 ^b	1.47±0.64 ^b	0.87±0.01 ^b	3.34±0.00 ^a
250	26.57±0.64 ^b	16.57±1.95 ^a	2.70±0.40 ^b	0.88±0.01 ^b	3.01±0.09 ^b
350	30.77±1.00 ^a	18.83±0.80 ^a	4.63±1.07 ^a	0.90±0.00 ^a	2.84±0.10 ^c

ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ค่าสีและค่า pH พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ ส่งผลให้กัมมีเยลลี่มีความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 3) ทั้งนี้ น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ได้จากผลสุกมีสีชมพูเข้มถึงสีม่วงอมดำ ดังนั้นเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีแดงที่เพิ่มมากขึ้นด้วย นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ (ตารางที่ 2) โดยแอนโทไซยานินเป็นฟลาโวนอยด์ที่ให้สีแดง น้ำเงิน และม่วง จัดอยู่ในสารประกอบฟีนอล (phenolic compound) สีของแอนโทไซยานินจะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาวะความเป็นกรด-ด่าง ในสภาพที่เป็นกรดมีค่า pH ต่ำกว่า 3 ความเป็นกรดสูงจะทำให้แอนโทไซยานินมีสีแดง ในสภาพที่ค่อนข้างเป็นกลางมี pH อยู่ในช่วง 7-8

แอนโทไซยานินจะมีสีม่วง และสภาพที่เป็นด่างมี pH มากกว่า 11 แอนโทไซยานินจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน (สุภาพร และศิริประภา, 2560) ซึ่งกัมมีเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่มีค่า pH 3.34, 3.01 และ 2.84 ตามลำดับ โดยค่าที่ได้อยู่ในช่วงที่มาตรฐานอุตสาหกรรมฉบับที่ 263-2521 ระบุว่าค่า pH ของเยลลี่อยู่ระหว่าง 2.8-3.5 (กมลทิพย์, 2561)

ค่ากิจกรรมของน้ำ ผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่โดยทั่วไปมีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 20 และมีค่า a_w 0.7-0.8 (Lindley, 2002; Periche *et al.*, 2014) จากการทดลองพบว่าเมื่อปริมาณน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่เพิ่มขึ้นส่งผลให้กัมมีเยลลี่มีค่า a_w เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) อาจเนื่องมาจากเมื่อปริมาณน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่เพิ่มขึ้น ทำให้มีสัดส่วนของน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ภายในโครงสร้างของเจลกัมมีเยลลี่เพิ่มขึ้นด้วย นอกจากนี้การใช้

น้ำตาลซูโครสเป็นส่วนผสม ซึ่งถูกไฮโดรไลซ์ไปเป็นน้ำตาลอินเวิร์ตได้ โดยน้ำตาลอินเวิร์ตที่เกิดขึ้นจะมีสมบัติในการดูดความชื้นได้ง่าย ทำให้มีค่า a_w มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกัมมีเยลลีโดยทั่วไป

เนื้อสัมผัส ผลิตภัณฑ์เยลลีแข็งหรือกัมมีเยลลีเจลาตินจะมีเนื้อสัมผัสค่อนข้างนุ่ม เหนียว และมีความยืดหยุ่น (ณัชชากร และคณะ, 2560) การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสกัมมีเยลลีมะม่วงหาวมะนาวโห่ โดยวิธี texture profile analysis แสดงในตารางที่ 4 พบว่าปริมาณน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของกัมมีเยลลีโดยค่าความแข็ง หรือแรงที่ใช้ในการทำให้อย่างเสียรูปซึ่งเทียบได้กับแรงที่ใช้การเคี้ยวครั้งแรกมีค่าลดลง ส่งผลให้แรงที่ใช้ในการบดเคี้ยวอาหาร และค่าความยืดหยุ่นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) อาจเป็นไปได้ว่า

เจลาตินที่เป็นส่วนผสมหลักในการทำหน้าที่เป็นสารก่อเจล เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ทำให้สัดส่วนของสารก่อเจลในส่วนผสมลดลง และเกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างของส่วนผสม (ตารางที่ 3) อาจส่งผลต่อความแข็งแรงของเจลกัมมีเยลลี เนื่องจากสายโมเลกุลที่เข้าใกล้กันยาก จึงมีโอกาสเกิด cross link ได้ยากขึ้น (Poppe, 1997) ปริมาณเจลาตินและความเข้มข้นของสารละลายกรดซิตริกมีผลต่อค่าความยืดหยุ่น ความแข็ง และการเคี้ยวของกัมมีเยลลีรสตะไคร้ เมื่อปริมาณเจลาตินเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ค่าความยืดหยุ่น ความแข็ง และการเคี้ยวเพิ่มขึ้น เมื่อความเข้มข้นของสารละลายกรดซิตริกเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าความยืดหยุ่น ความแข็ง และการเคี้ยวมีการเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย (เฉลิมพล, 2552)

ตารางที่ 4 เนื้อสัมผัสของกัมมีเยลลีมะม่วงหาวมะนาวโห่

ปริมาณน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ (กรัม)	ความแข็ง	การบดเคี้ยว	ความยืดหยุ่น
150	20,757.75±453.95 ^a	15,453.52±581.87 ^a	0.99±0.00 ^a
250	7,009.37±79.15 ^b	5,447.61±88.14 ^b	0.98±0.00 ^a
350	964.34±98.07 ^c	715.23±72.81 ^c	0.92±0.01 ^b

ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 5 ความชอบเฉลี่ยของกัมมีเยลลีมะม่วงหาวมะนาวโห่

ปริมาณน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ (กรัม)	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ ^{ns}	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
150	7.36±0.78 ^a	7.14±0.86 ^b	6.42±1.05 ^a	6.65±1.13	6.99±1.04 ^b	7.30±0.81 ^b
250	7.39±1.04 ^a	7.59±0.78 ^a	6.42±1.18 ^a	7.07±1.08	7.43±0.92 ^a	7.66±0.88 ^a
350	6.12±1.21 ^b	7.17±0.99 ^b	6.06±1.17 ^b	6.64±1.12	6.02±1.09 ^c	6.60±0.94 ^c

ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$); ns หมายถึงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 5) พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบต่อ

ลักษณะปรากฏของกัมมีเยลลีลดลงเมื่อปริมาณน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ ($p \leq 0.05$) ด้านสีและกลิ่น มีคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลางและชอบเล็กน้อยตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบรวมมากที่สุดในระดับคะแนนชอบปานกลางในกัมมี่เยลลี่ที่มีปริมาณน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ 250 กรัม เพราะให้เนื้อสัมผัสที่ไม่แข็งและนุ่มเกินไปสอดคล้องกับคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสที่ใช้เครื่องมือวิเคราะห์

3.3 ผลของการใช้มอลทิทอลทดแทนซูโครสต่อคุณภาพของกัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่

ลักษณะปรากฏของกัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ใช้สารให้ความหวานทดแทนซูโครสมีความใส มีสีแดง มีกลิ่นตามธรรมชาติของผลสุก เนื้อสัมผัสนุ่ม ยืดหยุ่น และมีความคงรูปตามพิมพ์ดังรูปที่ 3



(A) ซูโครส: มอลทิทอล (100:0)



(B) ซูโครส: มอลทิทอล (50:50)



(C) ซูโครส: มอลทิทอล (0:100)

รูปที่ 3 ลักษณะปรากฏของกัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ใช้มอลทิทอลทดแทนซูโครสในระดับต่างกัน

ตารางที่ 6 ค่าสีและปริมาณน้ำอิสระของกัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ใช้มอลทิทอลทดแทนซูโครส

อัตราส่วนของซูโครส: มอลทิทอล	L*	a*	b*	a _w	pH
100:0	27.80±0.50 ^b	16.33±1.43 ^b	3.17±0.78 ^b	0.86±0.00 ^c	3.22±0.11 ^a
50:50	31.27±1.09 ^a	19.67±2.25 ^a	4.33±0.10 ^b	0.90±0.00 ^b	3.36±0.00 ^b
0:100	33.87±1.93 ^a	22.23±0.78 ^a	6.07±1.00 ^a	0.92±0.00 ^a	3.38±0.01 ^b

ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ค่าสี พบว่าการใช้มอลทิทอลทดแทนซูโครสทำให้กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่มีความสว่าง ค่า a* และค่า b* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 6) อาจเนื่องมาจากมอลทิทอลเป็นสารในกลุ่มของซูโครส แอลกอฮอล์ที่มีสมบัติทนต่อความร้อนได้ดีจึงไม่เกิดการเมลลาร์ด (caramelization) ที่อุณหภูมิสูงและไม่เกิดปฏิกิริยากับองค์ประกอบอื่น ๆ ในอาหาร เช่น โปรตีน จึงช่วยป้องกันการเกิดปฏิกิริยา

เมลลาร์ด (maillard reaction) (Rozzi, 2007) ขณะที่น้ำตาลซูโครสเป็นไดแซ็กคาไรด์ (disaccharide) ที่สามารถแตกตัวเป็นกลูโคสและฟรุกโตส น้ำตาลทั้ง 2 ชนิด สามารถเกิดการเมลลาร์ดและปฏิกิริยาเมลลาร์ดที่อุณหภูมิสูง จึงทำให้กัมมี่เยลลี่มีความสว่างต่ำกว่า สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปิยนุสรณ์ และ นคร (2558) ที่พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณมอลทิทอลมากขึ้น ทำให้ค่าความสว่างเพิ่มขึ้น ส่วนค่า a* และ b* มีค่าใกล้เคียงกับสูตรควบคุม

ตารางที่ 7 เนื้อสัมผัสของกัมมีเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ใช้มอลทิทอลทดแทนซูโครส

อัตราส่วนของซูโครส : มอลทิทอล	ความแข็ง	การบดเคี้ยว	ความยืดหยุ่น ^{ns}
100 : 0	9,308.86±276.46 ^a	6,681.75±186.57 ^a	0.96±0.01
50 : 50	3,728.62±309.95 ^b	2,627.61±206.89 ^b	0.94±0.00
0 : 100	3,850.33±110.19 ^b	2,798.82±167.98 ^b	0.93±0.03

ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$); ns หมายถึงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 8 ความชอบโดยเฉลี่ยของกัมมีเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ใช้มอลทิทอลทดแทนซูโครส

อัตราส่วนของซูโครส : มอลทิทอล	ลักษณะปรากฏ ^{ns}	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
100 : 0	7.10±1.50	7.00±1.20 ^b	6.30±1.47 ^{ab}	6.67±1.04 ^b	6.49±1.42 ^b	6.95±1.03 ^b
50 : 50	7.42±0.99	7.48±1.07 ^a	6.63±1.46 ^a	7.22±1.11 ^a	7.11±1.04 ^a	7.57±0.86 ^a
0 : 100	7.44±1.09	7.27±1.06 ^{ab}	6.15±1.53 ^b	7.44±0.97 ^a	6.97±1.34 ^a	7.38±1.21 ^a

ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$); ns หมายถึงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ค่ากิจกรรมของน้ำ พบว่าการใช้มอลทิทอลทำให้กัมมีเยลลี่มีค่า a_w มากกว่าการใช้น้ำตาลซูโครสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 6 ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่ามอลทิทอลมีสมบัติเป็นสารคงความชื้น (humectant) (Nabor, 2001) จึงดูดจับน้ำได้ดีในอัตราส่วนที่มาก

เนื้อสัมผัส พบว่ากัมมีเยลลี่ที่มีอัตราส่วนของมอลทิทอลเพิ่มขึ้น ค่าความแข็ง (hardness) ลดลง ทำให้ใช้พลังงานในการบดเคี้ยวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ในส่วนของคุณค่าความยืดหยุ่นนั้นค่าใกล้เคียงกัน ($p > 0.05$) (ตารางที่ 7) อธิบายได้ว่ามอลทิทอลเป็นสารคงความชื้น (humectant) สามารถเกาะจับน้ำไว้ในผลิตภัณฑ์ได้มาก จึงส่งผลให้เนื้อสัมผัสของกัมมีเยลลี่มีความนุ่ม และอาจเนื่องจากการลดปริมาณซูโครสทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ลดลง จึงส่งผลต่อโครงสร้างและเนื้อสัมผัสของกัมมีเยลลี่ ซึ่งซูโครส

ช่วยสร้างพันธะไฮโดรเจนภายในเจลทำให้เกิดโครงสร้างสามมิติ มีผลทำให้โครงสร้างของเจลแข็งแรง (Evageliou, *et al.*, 2010; Tau and Gunasekaran, 2016) สอดคล้องกับ Jiamjariyatam (2018) ที่พบว่าการใช้สารให้ความหวานไอโซมอลทูโลส (isomaltulose) ร้อยละ 100 ทำให้กัมมีเยลลี่มีความเหนียว (toughness) ค่าความแข็ง และค่าความยืดหยุ่นลดลง

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกัมมีเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ทุกอัตราส่วนมีรสชาติหวานอมเปรี้ยว มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 3.22-3.38 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบต่อลักษณะปรากฏของกัมมีเยลลี่ที่มีอัตราส่วนของมอลทิทอลเพิ่มมากขึ้น แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) และให้คะแนนความชอบด้านสีและกลิ่นในระดับคะแนนชอบปานกลางและชอบเล็กน้อยตามลำดับ ส่วนคะแนนความชอบด้านรสชาติและความชอบ

รวมพบว่าก็มีเยลลี่ที่มีอัตราส่วนของซูโครสต่อมอลทิทอล 50:50 และ 0:100 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในระดับชอบปานกลางไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าสามารถใช้มอลทิทอลทดแทนน้ำตาลซูโครสในผลิตภัณฑ์ที่มีเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ถึงร้อยละ 100

องค์ประกอบทางเคมี พบว่าการเพิ่มอัตราส่วนของมอลทิทอลส่งผลให้ก็มีเยลลี่มีค่าความชื้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 9) ในทำนองเดียวกับการวิเคราะห์ค่า a_w ที่มีค่าเพิ่มขึ้นด้วย (ตารางที่ 6) สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภาพร (2554) ที่พบว่าผลิตภัณฑ์แยมมังคุดสูตรที่ใช้มอลทิทอลทดแทนน้ำตาลทรายทั้งหมดมีค่าความชื้นสูงกว่าสูตรที่ใช้น้ำตาลทราย โดยมีค่าความชื้นร้อยละ 40.70 และ 32.07 ตามลำดับ ทั้งนี้ก็มีเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่มีปริมาณโปรตีน ไขมัน เส้นใย และคาร์โบไฮเดรตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) การใช้มอลทิทอลยังทำให้ก็มีเยลลี่มีค่าพลังงานลดลง ($p \leq 0.05$) เนื่องจากมอลทิทอลเป็นสารให้ความหวานพลังงานต่ำ (2.1-2.4 กิโลแคลอรีต่อกรัม) มีความหวานใกล้เคียงกับน้ำตาลซูโครส โดยมีความหวานประมาณร้อยละ

85-90 ของน้ำตาลซูโครส (สุขใจ, 2555) นอกจากนี้มอลทิทอลยังเป็นสารให้ความหวานในกลุ่มน้ำตาลแอลกอฮอล์ที่ไม่ต้องการฮอร์โมนอินซูลินมากกระตุ้นการย่อย ไม่ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงมีค่าดัชนีไกลซีมิก (glycemic index) ต่ำเหมาะสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน แต่ไม่ควรบริโภคมากกว่า 20-40 กรัม/วัน (พิชญานิน และปทุมทริกา, 2557)

คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์อ้างอิงตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเยลลี่แห้ง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) ซึ่งระบุไว้ว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^4 CFU/g ยีสต์และราต้องไม่เกิน 100 CFU/g จากตารางที่ 10 พบว่าก็มีเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 25 CFU/g ยีสต์และราน้อยกว่า 10 CFU/g ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

4. สรุป

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ก็มีเยลลี่จากน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ พบว่าน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่มีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดอยู่มากและจัดเป็น

ตารางที่ 9 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ก็มีเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ใช้มอลทิทอลทดแทนซูโครส

องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)	อัตราส่วนของซูโครส : มอลทิทอล		
	100 : 0	50 : 50	0 : 100
ความชื้น	33.77±0.71 ^b	39.70±2.03 ^a	41.86±0.67 ^a
โปรตีน ^{ns}	31.46±0.74	29.33±4.32	28.41±3.38
ไขมัน ^{ns}	0.05±0.03	0.05±0.04	0.03±0.02
เส้นใย ^{ns}	0.04±0.03	0.01±0.01	0.03±0.01
เถ้า	0.50±0.02 ^c	0.57±0.01 ^a	0.53±0.01 ^b
คาร์โบไฮเดรต ^{ns}	34.18±1.42	30.33±2.92	29.13±3.55
พลังงาน (Kcal)	263.01±2.91 ^a	239.10±8.05 ^b	230.43±2.73 ^b

ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$); ns หมายถึงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 10 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ใช้มอลทิทอลทดแทนซูโครส

อัตราส่วนของซูโครส : มอลทิทอล	จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	ยีสต์และรา (CFU/g)
100 : 0	< 25	< 10
50 : 50	< 25	< 10
0 : 100	< 25	< 10

รงควัตถุที่ให้สีแดง น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ 250 กรัม เป็นปริมาณที่เหมาะสมในการผลิตกัมมีเยลลี่ และสามารถใช้มอลทิทอลทดแทนน้ำตาลซูโครสถึงร้อยละ 100 โดยผู้บริโภคให้คะแนนความชอบรวมในระดับคะแนนชอบปานกลาง ทำให้ได้สูตรที่เหมาะสมในการผลิตกัมมีเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่คือ น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ เจลาติน มอลทิทอล และกลูโคสไซรัปร้อยละ 53.07, 8.02, 31.84 และ 7.07 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ปริมาณน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่และปริมาณมอลทิทอลมีผลต่อค่าสี ค่า a_w ค่าเนื้อสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการ โดยมีค่าพลังงานลดลง การใช้ น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่และมอลทิทอลทดแทนซูโครสในการผลิตกัมมีเยลลี่ทำให้มีค่า a_w เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นอาจทำได้โดยนำน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ไปทำเข้มข้นก่อนนำมาใช้ ซึ่งน่าจะมีความเป็นไปได้ที่กัมมีเยลลี่จะมีค่า a_w ลดลง อย่างไรก็ตาม การผลิตกัมมีเยลลี่จากน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่มีแอนโทไซยานินและให้สีธรรมชาติ และใช้มอลทิทอลทดแทนน้ำตาลซูโครสได้ทั้งหมด ถือว่าเป็นจุดเด่นของผลิตภัณฑ์นี้ ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของผู้บริโภควัยเด็กที่มักได้รับประทานผลไม้แห้ง ผู้บริโภคที่รักสุขภาพ ผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำตาลและยังเป็นแนวทางการเพิ่มมูลค่าให้กับมะม่วงหาวมะนาวโห่อีกด้วย

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์และเครื่องมือในการวิจัย

6. รายการอ้างอิง

- กมลทิพย์ กรรไพบระ, 2561, ผลของการใช้สารทดแทนน้ำตาลต่อคุณภาพของกัมมีเยลลี่ต่าง ๆ, ว.วิทยาศาสตร์บูรพา 23(2): 944-958.
- เฉลิมพล ถนอมวงศ์, 2552, ผลของเจลาตินและกรดซิตริกต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกัมมีเยลลี่รสตะไคร้, ว.วิทยาศาสตร์ มข. 37(3): 325-332.
- ณัชชากร วรสาร, นภภัก ใจภักดี และเอกพล ลีมพงษา, 2560, การเตรียมและประเมินผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่ที่มีส่วนผสมของกลูโคแมนแนน, น. 932-939, ใน การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาระดับชาติและนานาชาติ, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- นราธิป ปุณเกษม, 2556, การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมีสมุนไพรไทยแคลอรีต่ำ : ชิง, มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต, กรุงเทพฯ.
- นิธิยา รัตนานนท์, 2554, หลักการวิเคราะห์อาหาร, โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.
- ปิยนุสรณ์ น้อยด้วง และนคร บรรดิจ, 2558, การใช้มอลทิทอลและซูคราโลสในการผลิตคุกกี้เนย

- แคลลอรีต่ำ, สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี 4(2): 42-51.
- พิชญานิน เพชรล้อมทอง และปณทริกา รัตนตรัยวงศ์, 2557, น้ำตาลและสารให้ความหวานกับแนวทางการบริโภคในยุคปัจจุบัน, ว.เกษตรพระจอมเกล้า 32(1): 77-86.
- ภาสุรี ฤทธิเลิศ. 2560. คู่มือการแปรรูปผลไม้แช่อิ่มอบแห้ง: มะม่วงหาวมะนาวโห่, คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์, ปทุมธานี.
- วชิราภรณ์ ผิวล่อง, สุรศักดิ์ สัจจุบุตร, ศิริลักษณ์สิงห์เพชร, และจารุรัตน์ เอี่ยมศิริ, 2556, อิทธิพลของระยะเวลาสุกต่อสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของมะม่วงหาวมะนาวโห่, ว. วิทย์. กษ. 44(2)(พิเศษ): 337-340.
- ศิมาภรณ์ มีแสง, ไพศาล วุฒิจานงค์, รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต, และสุนนรัตน์ ชื่นพูน, 2546, ผลของเจลาติน อัตราส่วนของซูโครส/กลูโคส ไซรัป และกรดซิตริกต่อสมบัติทางกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่, น. 20-27, ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- สุขใจ ชูจันทร์, 2555, สารให้ความหวานพลังงานต่ำ, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สุภาพร พักเงิน และศิริประภา มีรอด, 2560, การสกัดแยกหาปริมาณแอนโทไซยานินจากลูกมะม่วงหาวมะนาวโห่, น. 1002-1011, ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 4, สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร, กำแพงเพชร.
- สุภาพร อภิรัตนานุสรณ์, 2554, การพัฒนาเยลลี่มังกุดแคลลอรีต่ำผสมเปลือกมังกุด, KKU Res. J. 16(7): 825-834.
- สุวรรณ สุภิมาภรณ์, 2543, เทคโนโลยีการผลิตลูกกวาดและซ็อกโกแลต, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547, มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเยลลี่แห้ง, มผช. 520-2547, กรุงเทพฯ.
- AOAC, 2000, Official Methods of Analysis. 17th Ed. , Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD.
- BAM, 2001, Bacteriological Analytical Manual Online, Food and Drug Administration, Silver Spring, MD.
- Ervin, G. and Ervin, E., 2011, Health Characteristic Chewy or Gummy Candy Confection, Available Source: <https://patentimages.storage.googleapis.com/fa/e2/c8/dde19d51789f2d/US20110313055A1.pdf>, October 1, 2019.
- Evageliou, V., Mazioti, M. Mandala, I. and Komaitis, M., 2010, Compression of gellan gels, Part II: Effect of sugars, Food Hydrocoll. 24: 392-397.
- Jiamjariyatam, R., 2018, Influence of gelatin and isomaltulose on gummy jelly properties, Int. Food Res. J. 25: 776-783.
- Kearsley, M.W. and Deis, R.C., 2006, Maltitol and Maltitol Syrups, In Mitchell, H.L. (Ed.), Sweeteners and Sugar Alternative in Food Technology, Blackwell publishing, Ltd. , Oxford.
- Lindley, M.G., 2002, Developments in high potency sweeteners, Int. Sugar J. 104: 346-

- 351.
- Maheshwari, R. , Sharma, A. and Verma, D. , 2012, Phyto- therapeutic Significance of Karaunda, Bull. Environ. Pharm. Life Sci. 1(12): 34-36.
- Marfil, P., Anhe, A. and Telis, V., 2012, Texture and microstructure of gelatin/ corn starch based gummy confections, Food Biophys. 7: 236-243.
- Nabor, B.O.L. , 2001, Alternative Sweeteners, 3rd Ed., Revised and Expanded, Marcel Dekker, Inc., New York.
- Periche, A., Heredia, A., Escriche, I., Andres A. and Castello, M. L. 2014, Optical, mechanical and sensory properties of based- isomaltulose gummy confections, Food Biosci. 7: 37-44.
- Poppe, J. , 1997, Gelatin, pp. 144- 159, In Imeson, A. (Ed.), Thickening and Gelling Agents for Food, 2nd Ed., An Imprint of Chapman & Hall, London.
- Rozzi, N.L. , 2007, Sweet Facts about Maltitol, Available Source: [http://nfscfaculty.tamu.edu/talcott/courses/FSTC605/Food%20Product% 20Design/ Maltitol. pdf](http://nfscfaculty.tamu.edu/talcott/courses/FSTC605/Food%20Product%20Design/Maltitol.pdf), October 4, 2019.
- Tau, T. and Gunasekaran, S., 2016, Thermorheological evaluation of gelatin of gelatin with sugar substitutes, LWT Food Sci. Technol. 69: 570-578.