การศึกษาการใช้สารให้ความหวานในการผลิตกัมมี่เยลลี่จากเศษเจลาตินที่เหลือจากการผลิตแคปซูลนิ่ม

กัลย์สุดา ศรีวารี[1] , หทัยรัตน์ ริมคีรี[1] และวิษฐิดา จันทราพรชัย[1*]

[1]ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

*withida.c@ku.ac.th

บทคัดย่อ

แคปซูลนิ่ม เป็นรูปแบบของยาประเภทหนึ่งที่บรรจุของเหลว หรือกึ่งแข็งกึ่งเหลวไว้ภายใน เปลือกด้านนอกมีความยืดหยุ่น [1] โดยทั่วไปประกอบด้วย เจลาติน กลีเซอรีน และน้ำ ในกระบวนการผลิตแคปซูลนิ่มมีเศษเจลาตินเหลือทิ้งมากกว่าร้อยละ 50 งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้สารให้ความหวานในการผลิตกัมมี่เยลลี่จากเศษเจลาตินที่เหลือจากกระบวนการผลิตแคปซูลนิ่ม โดยใช้น้ำตาลแอลกอฮอล์ 3 ชนิด ได้แก่ มอลติทอล ซอร์บิทอล และไซลิทอล แทนน้ำตาลซูโครสในสูตรควบคุม และทดแทนความหวานที่หายไปด้วยซูคราโลส ผลการทดลองพบว่า การใช้น้ำตาลแอลกอฮอล์ส่งผลให้ปริมาณน้ำอิสระในผลิตภัณฑ์ลดลงเมื่อเทียบกับสูตรควบคุม โดยที่สูตรควบคุมมีปริมาณน้ำอิสระสูงที่สุด คือ 0.44 รองลงมา คือ สูตรที่ใช้มอลติทอล ซอร์บิทอล และไซลิทอล ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.43, 0.39 และ 0.36 ตามลำดับ ในด้านคุณลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ พบว่าสูตรที่ใช้มอลติทอลมีคุณสมบัติด้านเนื้อสัมผัส ได้แก่ ค่าความแข็ง (hardness) ค่าความยืดหยุ่น (springiness) ค่าการเกาะติด (cohesiveness) และค่าการบดเคี้ยว (chewiness) ใกล้เคียงกับสูตรควบคุมมากที่สุด สำหรับค่าความเหนียวของกัมมี่เยลลี่ทั้ง 4 สูตร ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในด้านการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบความชอบ 9 ระดับ พบว่าสูตรที่ใช้มอลติทอลได้รับคะแนนความชอบในด้านสี เนื้อสัมผัส รสชาติโดยรวม กลิ่นรสสตรอว์เบอร์รี และความชอบโดยรวม มากกว่า 6.5 และมีความพอดีมากกว่าร้อยละ 70 ในทุกลักษณะ จากผลการศึกษา แสดงให้เห็นว่า สามารถใช้มอลติทอลเป็นสารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ได้

คำสำคัญ: กัมมี่เยลลี่ เจลาติน สารให้ความหวาน

Study on the use of sweeteners in the production of gummy jelly from gelatin waste from soft capsule production

Kansuda Sreevaree[1] , Hathairat Rimkeeree[1] and Withida Chantrapornchai[1*]

[1]Department of Product Development, Faculty of Argo Industry, Kasetsart University
*withida.c@ku.ac.th

Abstract

Soft capsules are a type of drug form that contains liquid or semi-solid inside. The outer shell is flexible. It is usually composed of gelatin, glycerin and water. In the production of soft capsules, there is gelatin waste more than 50 percent. The objectives of this research were to study the use of sweeteners in the production of gummy jelly from gelatin waste from the soft capsule production by using 3 types of sugar alcohols: maltitol, sorbitol and xylitol to replace sucrose in the control formula and replace the lost sweetness with sucralose. The results of the experiment found that the use of sugar alcohols resulted in a decrease in the amount of water activity in the product. The control formula had the highest water activity at 0.44, followed by the formulas using maltitol, sorbitol, and xylitol, which had values of 0.43, 0.39, and 0.36, respectively. In term of physical quality of the product, it was found that the formula using maltitol had textural properties, including hardness, springiness, cohesiveness, and gumminess, closest to the control formula. For the chewiness of the four gummy jelly formulas, there was no statistically significant difference ($p > 0.05$). In term of the sensory quality assessment using the 9-point hedonic scale, it was found that the formula using maltitol received the liking score of colors, texture, overall taste, strawberry flavor and overall liking higher than 6.5 and the just about right score was higher than 70 percent in all characteristics. From the results of the study, maltitol can be used as a sweetener in gummy jelly product.

Keywords: gummy jelly, gelatin, sweeteners

1. บทนำ

แคปซูลนิ่ม เป็นรูปแบบของยาประเภทหนึ่งที่บรรจุของเหลว หรือกึ่งแข็งกึ่งเหลวไว้ภายใน เปลือกด้านนอกมีความยืดหยุ่น [1] เปลือกของแคปซูลนิ่มโดยทั่วไปประกอบด้วย เจลาตินร้อยละ 28.30 กลีเซอรีนร้อยละ 15.00 และน้ำร้อยละ 56.70 [2] ในกระบวนการผลิตแคปซูลนิ่มมีเศษเจลาตินสูญเสียจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 [3] ซึ่งแสดงภาพของเศษเจลาตินดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 เศษเจลาตินที่เหลือจากกระบวนการผลิตแคปซูลนิ่ม

กัมมี่เยลลี่ หรือที่นิยมเรียกว่า เยลลี่ เป็นขนมหวานชนิดหนึ่งที่ทำจากน้ำตาล ประกอบด้วยสารที่ทำให้เกิดเจล เช่น เจลาติน สารให้ความหวาน สารควบคุมความเป็นกรด สารแต่งสี และสารแต่งกลิ่น [4] มีรูปร่าง และสีสันสวยงาม มีเนื้อสัมผัสเหนียว นุ่ม และมีความยืดหยุ่น แต่เนื่องจากกัมมี่เยลลี่เป็นขนมหวานที่มีปริมาณน้ำตาลสูง มีผลทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้นด้วย [5] ในปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสนใจสารให้ความหวานกันมากขึ้น ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นิยมใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล 2 กลุ่มร่วมกัน คือกลุ่มที่มีความหวานมาก จะใช้ในปริมาณน้อย ทำให้ไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำตาลในร่างกาย สารให้ความหวานกลุ่มนี้ได้แก่ แอสพาร์เทม (aspartame) สติวิโอไซด์ (stevioside) และซูคราโลส (sucralose) สารให้ความหวานอีกกลุ่ม คือ น้ำตาลแอลกอฮอล์ ได้แก่ ซอร์บิทอล (sorbitol) แมนนิทอล (mannitol) มอลทิทอล (maltitol) ไซลิทอล (xylitol) และไอโซมอลต์ (isomalt) เป็นต้น น้ำตาลแอลกอฮอล์เป็นสารให้ความหวานกลุ่มที่ให้ความหวานน้อยจึงทำให้ต้องใช้ในปริมาณมาก จึงทำให้เกิดมวลเนื้อในผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้น้ำตาลแอลกอฮอล์ยังสามารถช่วยลดปริมาณน้ำอิสระในผลิตภัณฑ์อีกด้วย [6]

ในการศึกษาเบื้องต้น พบว่า สามารถใช้เศษเจลาตินจากกระบวนการผลิตแคปซูลนิ่มได้ถึงร้อยละ 14 โดยการผลิตกัมมี่เยลลี่ทำได้โดยการแบ่งน้ำบางส่วนมาละลายน้ำตาล และกลูโคสไซรัป และสตรอว์เบอร์รีไซรัป เมื่อละลายเป็นเนื้อเดียวกันจึงใส่เศษเจลาตินลงไป ต้มที่อุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส เคี่ยวจนมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดประมาณ 80 °Brix จากนั้นตั้งทิ้งไว้เย็นลง โดยมีอุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส เติมสารละลายซิตริกเข้มข้นร้อยละ 30 ลงไป คนให้เข้ากัน นำไปหยอดลงในแม่พิมพ์แป้ง ตั้งทิ้งไว้ 3 ชั่วโมง จากนั้นนำกัมมี่เยลลี่มาร่อนเอาแป้งออก [7]

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดของสารให้ความหวานที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากเศษเจลลาตินจากกระบวนการผลิตแคปซูลนิ่ม

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

ศึกษาการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลโดยใช้น้ำตาลแอลกอฮอล์ 3 ชนิด ได้แก่ มอลติทอล ซอร์บิทอล และไซลิทอล โดยใช้เกณฑ์การทดแทนน้ำตาล ดังนี้ มอลติทอล หวานเป็น 0.90 เท่าของน้ำตาล ซอร์บิทอลหวานเป็น 0.60 เท่าของน้ำตาล และไซลิทอลหวานเป็น 1 เท่าของน้ำตาล โดยทดแทนความหวานที่หายไปด้วยซูคราโลส ซึ่งมีความหวานเป็น 600 เท่าของน้ำตาล [8, 9] ดังสูตรในตารางที่ 1 นำผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ที่พัฒนาได้ไปวัดค่าคุณภาพ ดังนี้

ตารางที่ 1 สูตรผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ที่ใช้สารให้ความหวาน

ส่วนประกอบ	**สารให้ความหวาน (กรัม)**			
	สูตรควบคุม	**มอลติทอล**	**ซอร์บิทอล**	**ไซลิทอล**
เศษเจลาติน	14.00	14.00	14.00	14.00
กลูโคสไซรัป	24.00	24.00	24.00	24.00
น้ำตาล (ซูโครส)	**29.00**	-	-	-
มอลติทอล	-	**29.00**	-	-
ซอร์บิทอล	-	-	**29.00**	-
ไซลิทอล	-	-	-	**29.00**
ซูคราโลส	-	**0.0058**	**0.0203**	-
สารละลายซิตริก เข้มข้น 30%	3.00	3.00	3.00	3.00
น้ำ	24.00	24.00	24.00	24.00
น้ำสตรอว์เบอร์รีเข้มข้น	6.00	6.00	6.00	6.00

2.1 ศึกษาคุณภาพทางกายภาพ

2.1.1 ปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity: a_w)

วัดปริมาณน้ำอิสระโดยนำกัมมี่เยลลี่มาหั่นให้เป็นชิ้นเล็กๆ และนำไปเข้าเครื่องวัดโดยใช้เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (รุ่น CX3TE, ยี่ห้อ Aqua lab, ประเทศสหรัฐอเมริกา) [10]

2.1.2 เนื้อสัมผัส (Texture)

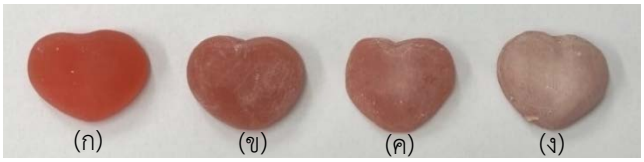
นำกัมมี่เยลลี่ที่พัฒนาได้ไปวิเคราะห์เนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analyzer (รุ่น TA.XT Plus ยี่ห้อ Stablemicro system ประเทศสวิตเซอร์แลนด์) โดยใช้วิธีการทดสอบแบบ TPA คือ การที่หัววัดกดตัวอย่างลง 2 ครั้ง ใช้หัววัดทรงกระบอกขนาด 50 มิลลิเมตร ตั้งค่า pre-test speed 2 มิลลิเมตรต่อวินาที test speed 1 มิลลิเมตรต่อวินาที post-test speed 1 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะห่างของหัววัดห่างจากแท่นวางตัวอย่าง 75 มิลลิเมตร trigger force 5 กรัม [11]

2.2 ศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากเศษเจลาตินที่เหลือจากกระบวนการผลิตแคปซูลนิ่ม ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน โดยใช้แบบสอบถาม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 point hedonic scale) ในด้านของสี เนื้อสัมผัส รสชาติโดยรวม กลิ่นรส และความชอบโดยรวม ร่วมกับการทดสอบความพอดี (just about right) ด้านสี เนื้อสัมผัส รสหวาน รสเปรี้ยว และกลิ่นรสสตรอว์เบอร์รี และนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan’s New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีเกณฑ์ของคะแนนความชอบ ≥6.5 คะแนนขึ้นไป และความพอดี ≥ ร้อยละ 70 ขึ้นไป

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

นำกัมมี่เยลลี่สูตรควบคุม และสูตรที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลได้แก่ มอลติทอลร่วมกับซูคราโลส ซอร์บิทอลร่วมกับซูคราโลส และไซลิทอล (ภาพที่ 2) ไปวัดค่าคุณภาพต่างๆ ได้ผลดังตารางที่ 2



ภาพที่ 2 กัมมี่เยลลี่ (ก) สูตรควบคุม (ข) มอลติทอล+ซูคราโลส (ค) ซอร์บิทอล+ซูคราโลส (ง) ไซลิทอล

3.1 ศึกษาคุณภาพทางกายภาพ

3.1.1 ปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity)

โดยทั่วไปกัมมี่เยลลี่มีปริมาณน้ำอิสระอยู่ในช่วง 0.50 – 0.70 [12] ซึ่งแบคทีเรียส่วนใหญ่จะไม่เจริญเติบโตที่ปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่า 0.90 และราส่วนใหญ่จะไม่เจริญเติบโตที่ปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่า 0.70 [13] จากการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำอิสระของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่า การใช้น้ำตาลแอลกอฮอล์ทดแทนน้ำตาลในสูตรมีผลทำให้ปริมาณน้ำอิสระในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ลดลง โดยสูตรควบคุมมีปริมาณน้ำอิสระสูงที่สุด คือ 0.44 รองลงมาคือ สูตรที่ใช้มอลติทอล ซอร์บิทอล และไซลิทอล ซึ่งมีค่า 0.43, 0.39 และ 0.36 ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ซึ่งแตกต่างกับงานวิจัยของ Rittilert and Warin [14] ที่พบว่าการใช้มอลติทอลทดแทนน้ำตาลในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มีผลทำให้ปริมาณน้ำอิสระในผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ถึงแม้ว่าน้ำตาลแอลกอฮอล์ส่วนมากจะมีความสามารถในการดูดความชื้น [15] แต่ปริมาณน้ำอิสระมีแนวโน้มลดลง ซึ่งน้ำตาลแอลกอฮอล์สามารถลดปริมาณน้ำอิสระในระบบได้ [16] และประกอบกับการใช้แม่พิมพ์แป้งที่ผ่านการอบไล่ความชื้นออกทุกครั้งก่อนนำไปใช้ ทำให้แป้งสามารถดูดความชื้นออกจากผลิตภัณฑ์ได้มาก [17] ทำให้ปริมาณน้ำอิสระในกัมมี่เยลลี่ลดลงได้เมื่อเทียบกับการใช้แม่พิมพ์ทั่วไป

3.1.2 เนื้อสัมผัส (Texture Analyzer)

จากการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่พบว่า ชนิดของน้ำตาลแอลกอฮอล์มีผลต่อคุณภาพทางกายภาพของกัมมี่เยลลี่แตกต่างกัน การใช้น้ำตาลแอลกอฮอล์แทนน้ำตาลซูโครสทำให้มีค่าความแข็ง และค่าการบดเคี้ยวเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับสูตรควบคุม ในขณะที่ ค่าความยืดหยุ่น และค่าการเกาะติดลดลง ซึ่งสูตรที่ใช้มอลติทอลมีค่าความแข็ง ค่าการบดเคี้ยว และค่าความเหนียวไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับสูตรควบคุม ซึ่งแตกต่างกับงานวิจัยของ Supaphon and Chuengsungnoen [18] ที่พบว่าการใช้น้ำตาลแอลกอฮอล์อย่างมอลติทอลในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มีผลทำให้ค่าความแข็งและค่าการบดเคี้ยวลดลงจากสูตรควบคุม จากการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์สอดคล้องกับปริมาณน้ำอิสระของกัมมี่เยลลี่ โดยที่การใช้น้ำตาลแอลกอฮอล์มีผลทำให้ปริมาณน้ำอิสระในระบบลดลง [16] จึงส่งผลให้กัมมี่เยลลี่มีค่าความแข็ง และค่าการบดเคี้ยวเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 2 คุณภาพทางกายภาพของกัมมี่เยลลี่สูตรควบคุม สูตรที่แทนที่น้ำตาลด้วยมอลติทอล ซอร์บิทอล และไซลิทอล

คุณภาพทางกายภาพ	สารให้ความหวาน			
	สูตรควบคุม	มอลติทอล	ซอร์บิทอล	ไซลิทอล
ปริมาณน้ำอิสระ	0.44 ± 0.00[a]	0.43 ± 0.00[b]	0.39 ± 0.00[c]	0.36 ± 0.03[d]
ค่าความแข็ง (g)	24205.29 ± 1600.63[c]	23809.84 ± 3329.71[c]	26990.26 ± 2711.56[b]	30287.89 ± 4098.26[a]
ค่าความยืดหยุ่น	0.98 ± 0.01[a]	0.95 ± 0.01[b]	0.92 ± 0.02[c]	0.90 ± 0.07[d]
ค่าการเกาะติด	1.02 ± 0.25[a]	1.00 ± 0.02[b]	0.89 ± 0.02[c]	0.56 ± 0.03[d]
ค่าการบดเคี้ยว (g)	24617.10 ± 1251.11[ab]	23369.62 ± 3179.06[b]	24018.42 ± 2498.49a[b]	25855.26 ± 3280.16[a]
ความเหนียว[ns] (g)	24145.50 ± 1284.26	22128.99 ± 2976.48	22133.53 ± 2315.96	23351.62 ± 4235.89

[ns] หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

[a-d] หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

3.2 ศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน โดยวิธีการทดสอบความชอบ 9 ระดับ ร่วมกับการให้คะแนนความพอดี ได้ผลดังตารางที่ 3 การใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลในกลุ่มน้ำตาลแอลกอฮอล์ ทำให้ค่าคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม โดยที่สูตรควบคุมมีคะแนนความชอบมากที่สุดในทุกคุณลักษณะ โดยที่สูตรที่ใช้มอลติทอลมีคะแนนความชอบด้านสี เนื้อสัมผัส รสชาติโดยรวม กลิ่นรสสตรอว์เบอร์รี และความชอบโดยรวมใกล้เคียงกับสูตรควบคุม ซึ่งจากคะแนนความชอบพบว่า มีเพียงมอลติทอลที่มีคะแนนความชอบ ≥ 6.5 คะแนน และเมื่อพิจารณาร้อยละความพอดีของสูตรมอลติทอล พบว่า มีความพอดี ≥ ร้อยละ 70 ดังตารางที่ 4 จึงเลือกใช้มอลติทอลเป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาล

ตารางที่ 3 คะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่สูตรควบคุม และสูตรที่ใช้สารให้ความหวาน

สูตร	คุณลักษณะ				
	สี	เนื้อสัมผัส	รสชาติโดยรวม	กลิ่นรสสตรอว์เบอร์รี	ความชอบโดยรวม
สูตรควบคุม	7.8 ± 0.8[a]	7.2 ± 1.1[a]	7.8 ± 1.3[a]	7.5 ± 1.2[a]	7.5 ± 1.3[a]
มอลติทอล	7.0 ± 1.4[b]	6.6 ± 1.2[bc]	7.2 ± 0.8[b]	6.9 ± 1.0[b]	7.0 ± 1.3[b]
ซอร์บิทอล	6.8 ± 1.3[bc]	6.4 ± 1.2[c]	6.6 ± 1.1[c]	6.2 ± 1.3[c]	6.6 ± 1.0[b]
ไซลิทอล	6.5 ± 1.1[c]	6.9 ± 1.1[ab]	6.5 ± 1.0[c]	6.2 ± 1.0[c]	6.6 ± 1.0[b]

[a-c] หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

ตารางที่ 4 คะแนนความพอดีของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่สูตรที่แทนน้ำตาลด้วยมอลติทอล

คุณลักษณะ	ระดับความพอดี (ร้อยละ)		
	น้อยเกินไป	พอดี	มากเกินไป
สี	8	84	8
เนื้อสัมผัส	0	84	16
รสหวาน	0	100	0
รสเปรี้ยว	6	92	2
กลิ่นรสสตรอว์เบอร์รี	22	78	0

4. สรุปผล

จากการศึกษาการใช้สารให้ความหวานในการพัฒนากัมมี่เยลลี่จากเศษเจลาตินจากการผลิตแคปซูลนิ่ม พบว่าสามารถใช้มอลติทอลในการใช้เป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ได้ โดยการใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล กลุ่มน้ำตาลแอลกอฮอล์มีผลทำให้ปริมาณน้ำอิสระ ค่าความยืดหยุ่น และค่าการเกาะติด มีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ค่าความแข็ง และค่าการบดเคี้ยว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และค่าความเหนียว ไม่มีความแตกต่างกันทางนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ในการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส พบว่า มอลติทอลเป็นสารให้ความหวานที่สามารถใช้แทนน้ำตาลได้ดีที่สุด เนื่องจากมีคะแนนความชอบใกล้เคียงกับสูตรควบคุม โดยมีคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะ ≥6.5 คะแนน และมีความพอดี ≥ ร้อยละ 70 ในทุกคุณลักษณะ

5. เอกสารอ้างอิง (References)

[1] Benza, H. I., & Munyendo, W. L.L. (2011). A review of progress and challenges in soft gelatin capsules formulations for oral administration. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 10(1), 20-24.

[2] Worapot Suankramdee, Benjamath Jirakachaporn and Thepkunya Harnsilawat. (February, 2022) *Effect of carrageenan and drying time on selected qualities of gummy jelly* [Poster Presentation]. The 60th Kasetsart University Annual Conference, Bangkok, Thailand. (In Thai)

[3] David, F. L., Werner, S., Richard, H. N., Shawn, M., & Neftali, T. (2017). *Process for recovery of waste gel-mass from softgel manufacturing process*. From https://patents.google.com/patent/WO2017083254A1/ja

[4] Kaewpetch, K., Yolsuriyan, S., Disayathanoowat,T., Phokasem,P., Jannu,T., Renaldi,G.,&Samakradhamrongthai, R. S. (2024). Influence of Gelatin and Propolis Extract on Honey Gummy JellyProperties: Optimization Using D-Optimal Mixture Design. *Gels*, 10(4), 1-18. From https://doi.org/ 10.3390/gels10040282

[5] Jiamjariyatam, R. (2018). Influence of gelatin and isomaltulose on gummy jelly properties. *International Food Research Journal*. 25(2). 776-783.

[6] Aungsima Siriwattanasilp. (2021). *The effect of sugar substitutes on physicochemical and microstructure*

properties of reduced sugar coconut milk jelly [Master of Science]. Silpakorn University. (In Thai)

[7] Pitiporn Ritthiruangdej and Piyachat Chokchalermwong. (2008). Development of Gummy Jelly Product from Red Dragon Fruit (Hylocereus sp.). *The 5th KU-KPS Conference* (1494-1502). (In Thai)

[8] Piyanoot Noiduang. (2015). Utilization of Maltitol and Sucralose in Low-Calories Butter Cookies Production. *Association of Private Higher Education Institutions of Thailand*. 4(2). 42-51. (In Thai)

[9] Nuttawut Lainumngen. (2020). Association between sugar substitutes and health benefits. *Food*. 50(3). 31-40. (In Thai)

[10] Sukanya Keawsaard, Sarunya Chuanphongpanich and Assawin Daducale. (2020). Development of Gummy Jelly from Mesua ferrea Linn. Flower Extract. *Thai Science and Technology Journal*, (TSTJ) 28(12), 2185-2200. (In Thai)

[11] Rahees, M., Rami, A., KK, F., & Alhan, M. L. (2021). *Pharmaceutical Capsule Gelatin Waste Management*. [Bachelor of Technology]. Hindustan Institute of Technology & Science. [12] Yamabe F., Masumoto K., Suzuki K., Osada K., Yamada Y. & Yamada I. (2017). From. https://patents.google.com/patent/US20170223982A1/en.

[13] Pawinee Phonwichitrot, Niwarin Sintusaard, Photsirin Sukhantamala and Auengploy Chailangka. (2024). *Development of Gummy Product from Whey Protein mixed with Collagen*. https://www.researchgate.net/publication/381470376_karphathnaphlitphanthk Ammicaknaweyphsmkhxllacen. (In Thai)

[14] Pasuree Rittilert and Kamonwan Warin. (2019). Development of Karanda (Carissa carandas L.) Gummy Jelly Product. *Thai Journal of Science and Technology*. 9(2), 342-354. (In Thai)

[15] Ding S. & Yang J. (2021). The effects of sugar alcohols on rheological properties, functionalities, and texture in baked products – A review. *Trends in Food Science & Technology*. 111.

[16] Baydin T., Aarstad O.A., Dille MJ., Hattrem M.N.& Draget K.I. (2023). The impact of sugar alcohols and sucrose on the physical properties. *Journal of Food Engineering*, 341.
long-term storage stability, and processability of fish gelatin gels

[17] Simaporn Meesang. (2003). *Development of High Vitamin C Lemon Flavor Gummy Jelly Product*. [Master of Science]. Kasetsart University. (In Thai)

[18] Pattama Supaphon and Parichat Chuengsungnoen. (2022). Physicochemical Properties and Nutritional Values of Reduced Sugar Galanga Jelly Form Galanga Root Extract. *Life Sciences and Environment Journal*, 23(1), 143-156. (In Thai)