Research Article

Received: July 21, 2019; Accepted: January 8, 2020

# การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาค

# Development of Gummy Jelly from *Mesua ferrea* Linn. Flower Extract

สุกัญญา เขียวสะอาด*, สรัญญา ชวนพงษ์พานิช และอัศวิน ดาดูเคล

*คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพายัพ ตำบลหนองป่าครั่ง อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50000*

Sukanya Keawsa-ard*, Sarunya Chuanphongpanich and Assawin Daducale

*Faculty of Pharmacy, Payap University, Nhongpakrug, Maung, Chiangmai 50000*

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาค โดยศึกษาปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมในการผลิตกัมมี่เยลลี่ (ร้อยละ 6, 8 และ 10 โดยน้ำหนัก) และศึกษาความเข้มข้นของน้ำสกัดจากดอกบุนนาคที่เหมาะสมในการผลิตกัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาค (ร้อยละ 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนัก) ผลการศึกษาพบว่าปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมในการผลิตกัมมี่เยลลี่ คือ ร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีค่าเนื้อสัมผัสใกล้เคียงที่จำหน่ายในท้องตลาดและผู้บริโภคให้คะแนนความชอบสูงสุด และความเข้มข้นน้ำสกัดดอกบุนนาคร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก เป็นสูตรที่เหมาะสมในการผลิตกัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาค เนื่องจากผู้บริโภคให้คะแนนความชอบสูงสุด ดังนั้นสูตรที่เหมาะสมในการผลิตกัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาค ประกอบด้วยความเข้มข้นของน้ำสกัดดอกบุนนาค (ร้อยละ 15) ร้อยละ 6.50 เจลาตินร้อยละ 8 น้ำอุ่นร้อยละ 18 น้ำตาลทรายร้อยละ 33 กลูโคสไซรัปร้อยละ 31.50 และสารละลายกรดซิตริก (ร้อยละ 50) ร้อยละ 3 (โดยน้ำหนัก) โดยผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 3.24 มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 73.5 องศาบริกซ์ มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 87.04 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกัมมี่เยลลี่ 100 กรัม มีความสามารถในการต้านอนุมูล DPPH 75.64 มิลลิกรัมสมมูลของ trolox ต่อกัมมี่เยลลี่ 100 กรัม นอกจากนี้คุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 520/2547) และมาตรฐานของประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 213 พ.ศ. 2543

**คำสำคัญ :** บุนนาค; กัมมี่เยลลี่; ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

## Abstract

The aim of this research was to develop gummy jelly from *Mesua ferrea* Linn. flower extract. Factors affecting gummy jelly's qualities were studied, including the amounts of gelatins (6, 8 and

***ผู้รับผิดชอบบทความ :** sukanya_k40@hotmail.com

10 % w/w), and the concentration of *M. ferrea* flower extract (5, 10 and 15 % w/w). The results showed that the texture of gummy jelly with 8 % gelatin was similar to that of commercial gummy jelly and the product received the highest liking score. The gummy jelly with 15 % w/w of *M. ferrea* flower extract also had highest liking score. Hence, the suitable formula of gummy jelly from *M. ferrea* flower extract was composed of 6.50 % *M. ferrea* flower extract (15 % w/w), 8 % gelatin, 18 % boiled water, 33 % sugar, 31.50 % glucose syrup and 3 % citric acid (50 % w/w). The product qualities including pH, total soluble solid, total phenolic content and antioxidant activity were 3.24, 73.5 ºBrix, 87.04 mg gallic acid equivalents/ 100 g and 75.64 mg Trolox equivalent/ 100 g, respectively. Moreover, microbiological quality of the product met the requirement of the Thai Community Product Standard (520/2547) and the Ministry of Public Health of Thailand (issue 213, 2000).

**Keywords:** *Mesua ferrea*; gummy jelly; antioxidant activity

## 1. บทนำ

บุนนาคมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Mesua ferrea* Linn. อยู่ในวงศ์ Clusiaceae มีชื่ออื่น ๆ ว่า นาคบุตร (ภาคใต้) ปะนาคอ (ปัตตานี-มาเลเซีย) สารภีดอย (เชียงใหม่) ก้าก่อ (กะเหรี่ยง-เชียงใหม่) ก้ำก่อ (ฉาน-แม่ฮ่องสอน) มีถิ่นกำเนิดที่ประเทศอินเดียและมาเลเซีย ประเทศศรีลังกานิยมปลูกต้นบุนนาคตามถนนหรือวัด เพื่อเป็นไม้ประดับ เนื่องจากมีดอกสีขาว กลิ่นหอม ประเทศไทยนิยมปลูกต้นบุนนาคตามบ้านโดยเชื่อว่าเป็นต้นไม้มงคล สามารถป้องกันภัยอันตรายต่าง ๆ ประเทศอินเดียใช้ไม้จากต้นบุนนาคทำศรกามเทพและงานมงคลสมรสของคนอินเดียจะมีการนำดอกบุนนาคแห้งใส่ไว้ในหมอนวิวาห์เพื่อความเป็นศิริมงคลแก่คู่สมรส บุนนาคเป็นไม้ยืนต้น ปลูกยาก ใช้เวลาปลูก 6-7 ปี ถึงจะออกดอก บุนนาคมีสรรพคุณทางยาหลายอย่าง ใบบุนนาคมีรสฝาด ใช้สมานบาดแผลสด แก้พิษงู ดอกบุนนาคมีรสหอมเย็น ขมเล็กน้อย แก้ร้อนใน แก้วิงเวียน บำรุงโลหิต บำรุงหัวใจ แก้อาการอ่อนเพลีย เกสรบุนนาคมีรสหอมเย็น บำรุงครรภ์ ทำให้ชื่นใจ แก้ไข้ ใช้ผสมทำยาลมบำรุงหัวใจ ผลบุนนาคช่วยขับเหงื่อ เปลือกลำต้นบุนนาคมีรสฝาดใช้เป็นยารักษาโรคกระเพาะอาหารอักเสบ หลอดลมอักเสบ และเป็นยาบำรุงกำลัง รากบุนนาคมีรสเฝื่อน ช่วยขับลมในลำไส้ นอกจากนี้บุนนาคเป็นพืชที่ปลูกเพื่อเก็บดอกขาย เพราะเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของยาแผนโบราณหลายชนิด เช่น ยาหอม ยาลม ยาบำรุงหัวใจ ยาสำหรับสตรีหลายขนาน [1,2] ดอกบุนนาคประกอบด้วยสารหลายกลุ่ม ได้แก่ คูมาริน แซนโธน ฟลาโวนอยด์ แอลคาลอยด์ ไกลโคไซด์ ไตรกลีเซอไรด์ ไตรเทอร์ปีน และแทนนิน สารในกลุ่มคูมาริน เช่น 4-alkyl/ 4-phenyl 5,7-dihydroxycoumarin ซึ่งมีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียแกรมบวก [3,4] สารสกัดเมทานอลของดอกบุนนาคสามารถฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์หลายชนิด ได้แก่ *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacilus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella* Typhimurium, *Candida albicans* และ *Aspergillus niger* เป็นต้น [5-7] และมีฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาว มีค่า $IC_{50}$ = 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร [7] และสารสกัดเอทานอลของเกสรดอกบุนนาคมีฤทธิ์ต้านเซลลมะเร็งของปากชนิด KB และ

เซลล์มะเร็งปอดชนิด NCI-H187 มีค่า $IC_{50}$ = 32.82 และ 25.03 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ [8] สารสกัดเอทานอลของดอกบุนนาคมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก 57.0 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด มีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ 72.3 มิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ซิตินต่อกรัมสารสกัด มีฤทธิ์ต้านอนุมูล DPPH ซูเปอร์ออกไซด์ ($O_2^{\bullet-}$) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ($H_2O_2$) และไนตริกออกไซด์ (NO) โดยมีค่า $IC_{50}$ = 131.0, 118.2, 130.3 และ 157.8 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ และมีความสามารถในการรีดิวซ์ (FRAP) 157.36 ไมโครโมลสมมูลของ $Fe^{2+}$ ต่อกรัมสารสกัด [9] สารสกัดเอทานอลของดอกบุนนาคทั้งดอกมีฤทธิ์ต้านอนุมูล ABTS สูงกว่าสารสกัดกลีบดอกบุนนาคและเกสรดอกบุนนาค มีค่า $IC_{50}$ = 0.055, 0.066 และ 0.150 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ [8] สารสกัดน้ำและน้ำร้อนของดอกบุนนาคมีฤทธิ์ต้านอนุมูล DPPH สูงกว่าสารมาตรฐาน BHT โดยมีค่า $EC_{50}$ = 7.49 และ 6.95 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ [10] รายงานการวิจัยต่าง ๆ พบว่าตัวทำละลายที่มีขั้ว ได้แก่ เมทานอล เอทานอล และน้ำ สามารถสกัดสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านมะเร็ง ฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย เป็นต้น นอกจากนี้ดอกบุนนาคเป็นหนึ่งในพิกัดเกสรทั้ง 5 ซึ่งประกอบด้วยดอกไม้ 5 ชนิด ได้แก่ ดอกมะลิ ดอกพิกุล ดอกบุนนาค ดอกสารภี และเกสรบัวหลวง ซึ่งนิยมนำมาทำเป็นชาพิกัดเกสรทั้ง 5 ตั้งแต่สมัยโบราณ ช่วยในเรื่องของการแก้ลมวิงเวียน บำรุงหัวใจ และช่วยในเรื่องการนอนหลับได้เป็นอย่างดี ชาพิกัดเกสรทั้ง 5 ไม่มีส่วนประกอบของกาเฟอีนและน้ำตาล จึงจัดเป็นกลุ่มสมุนไพรที่มีความปลอดภัยและนิยมดื่มกันในกลุ่มผู้รักสุขภาพ [11]

ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาด ได้รับความนิยมอย่างมากในกลุ่มเด็กจนถึงวัยรุ่น เนื่องจากมีรูปร่างและสีสันที่สวยงาม รสหวานอมเปรี้ยว มีเนื้อสัมผัสที่เหนียวนุ่มและมีความยืดหยุ่น สารอาหารหลักของกัมมี่เยลลี่ คือ คาร์โบไฮเดรต จึงทำให้กัมมี่เยลลี่มีคุณค่าด้านพลังงานสูง [12] กัมมี่เยลลี่ประกอบด้วยสารที่ทำให้เกิดเจล ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ คาราจีแนน เจลาติน และเพกติน น้ำตาลเป็นสารให้ความหวาน ช่วยให้เกิดเจล และช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ สารให้ความหวานที่อนุญาตให้ใช้ในเยลลี่ตาม มอก. 236-2521 มีหลายชนิด ได้แก่ น้ำตาลซูโครส (sucrose) น้ำตาลอินเวิร์ต (invert sugar) อินเวิร์ตไซรัป (invert syrup) ฟรุกโตสไซรัป (fructose syrup) กลูโคสไซรัป (glucose syrup) เป็นต้น กรดที่นิยมเติมในผลิตภัณฑ์ ได้แก่ กรดซิตริก กรดมาลิก กรดแลกติก และกรดฟูมาลิก การเติมกรดนั้นมีความสำคัญต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์และช่วยให้เจลอยู่ตัวมากขึ้น ถ้ามีกรดมากเกินไปจะทำลายความอยู่ตัวของเจลได้ โดยปกติความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเยลลี่ควรมีค่า 2.8-3.5 ส่วน pH ที่เหมาะสมที่สุดในการปรับความเป็นกรด-ด่างของเยลลี่ คือ pH 3.2 [13]

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาค เนื่องจากบุนนาคเป็นพืชที่หายากและมีสรรพคุณทางยาหลายอย่าง ดอกบุนนาคเป็นหนึ่งในพิกัดเกสรทั้ง 5 สามารถนำมาต้มเป็นชาดื่ม การวิจัยนี้ได้ศึกษาปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมในการผลิตกัมมี่เยลลี่เนื่องจากปริมาณเจลาตินมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสอย่างมาก และศึกษาความเข้มข้นของน้ำสกัดจากดอกบุนนาคที่เหมาะสมในการผลิตกัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาค โดยงานวิจัยนี้เลือกใช้น้ำร้อนเป็นตัวทำละลายในการสกัดสารจากดอกบุนนาค เนื่องจากได้มีรายงานว่าสารสกัดจากดอกบุนนาคด้วยน้ำร้อนมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูงและน้ำเป็นตัวทำละลายที่มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคมากกว่าตัวทำละลายชนิดอื่น และการวิจัยนี้

เลือกใช้อัตราระหว่างน้ำและดอกบุนนาคที่ให้ความเข้มข้นไม่สูงมากเนื่องจากใช้เทคนิคการเตรียมยาสมุนไพรแบบยาชงของแพทย์แผนไทย เพื่อให้ได้น้ำสมุนไพรที่มีกลิ่นหอม ดื่มง่าย สามารถดื่มแทนน้ำ ดังนั้นการนำดอกบุนนาคมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับสมุนไพรบุนนาคและเพิ่มคุณค่าด้านการต้านอนุมูลอิสระแก่ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่

## 2. อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

### 2.1 วิธีเตรียมน้ำสกัดจากดอกบุนนาค

ดอกบุนนาคเก็บจากต้นที่ปลูกบริเวณหน้าโบสถ์เฮนรีลูซ มหาวิทยาลัยพายัพ เก็บในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 นำดอกบุนนาคมาล้างทำความสะอาด อบให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำไปบดหยาบ เตรียมน้ำสกัดจากดอกบุนนาคเข้มข้นร้อยละ 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนัก ดัดแปลงมาจากวิธีของ Suwan และคณะ [13] โดยนำดอกบุนนาคผสมน้ำเย็นในอัตราส่วน 5 : 95, 10 : 90 และ 15 : 85 ต้มที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 15 นาที กรองด้วยผ้าขาวบางเพื่อแยกกาก ส่วนสารละลายที่ได้ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องก่อนนำไปเป็นส่วนผสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

### 2.2 การตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกัมมี่เยลลี่สูตรพื้นฐาน

ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่สูตรพื้นฐานใช้สูตรและกระบวนการผลิตที่ดัดแปลงมาจาก Garcia [14] และ วิลาสินี [15] วิธีการผลิตกัมมี่เยลลี่ทำโดยนำเจลาติน (250 บลูม) 8 กรัม มาละลายในน้ำอุ่น 18 กรัม ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนได้สารละลายเจลาตินที่มีลักษณะใส และอีกส่วนหนึ่งนำน้ำเย็น 6.50 กรัม กลูโคสไซรัป 31.50 กรัม และน้ำตาลทราย 33 กรัม มาผสมกัน ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 116 องศาเซลเซียส จนสารละลายรวมเป็นเนื้อเดียวกัน ผสมสารละลายทั้ง 2 ส่วนเข้าด้วยกัน เติมสารละลายกรดซิตริก (ร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก) 3 กรัม ผสมให้เข้ากันอีกครั้ง แล้วจึงหยอดลงในแม่พิมพ์ ทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์ด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale (9 = ชอบมากที่สุด และ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด) โดยประเมินคุณลักษณะด้านสี กลิ่น ความเปรี้ยว ความหวาน และความยืดหยุ่น ร่วมกับการทดสอบความพอดีด้วยวิธี 5-point just about right (ลดลงมาก ลดลงเล็กน้อย ไม่ต้องปรับปรุง เพิ่มขึ้นเล็กน้อย และเพิ่มขึ้นมาก) กับผู้ทดสอบ 50 คน รายงานผลการทดสอบความชอบด้านประสาทสัมผัสเป็นคะแนนความชอบเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และรายงานผลการทดสอบความพอดีเป็นค่าร้อยละความพอดีและค่า net effect โดยกำหนดเกณฑ์ร้อยละความพอดีที่ 60 หากค่าร้อยละความพอดีน้อยกว่า 60 ให้พิจารณาค่า net effect ประกอบ โดยค่า net effect คำนวณจากร้อยละของความต้องการในการปรับปรุงคุณลักษณะให้เพิ่มขึ้นลบด้วยร้อยละของความต้องการในการปรับปรุงคุณลักษณะให้ลดลง หากค่า net effect น้อยกว่าร้อยละ 20 หมายถึงผลิตภัณฑ์มีความพอดีแล้ว ไม่ต้องปรับปรุงคุณลักษณะนั้น แต่ถ้าค่ามากกว่า 20 หมายถึงต้องปรับปรุงคุณลักษณะผลิตภัณฑ์นั้นตามทิศทางของร้อยละของคำตอบที่มีค่ามากกว่า [16]

### 2.3 การศึกษาปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมในการผลิตกัมมี่เยลลี่

ปัจจุบันกัมมี่เยลลี่มีหลากหลายชนิดและมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ต่างกัน มีตั้งแต่ออนนุ่มจนถึงเหนียวแข็งกัดขาดยาก ซึ่งลักษณะเนื้อสัมผัสที่ต่างมาจากปริมาณของเจลาตินที่ใช้ ดังนั้นการวิจัยนี้จึงศึกษาปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์กัมมี่

เยลลี่ โดยแปรปริมาณเจลาตินที่ใช้เป็น 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 6, 8 และ 10 โดยน้ำหนัก ส่วนประกอบอื่น ๆ ได้แก่ น้ำตาลทราย กลูโคสไซรัป น้ำเย็น และสารละลายกรดซิตริกให้ใช้เท่ากับปริมาณที่ใช้ในการผลิตกัมมี่เยลลี่สูตรพื้นฐาน ปรับส่วนประกอบในสูตรให้ครบร้อยละ 100 โดยน้ำหนัก ด้วยน้ำอุ่น นำผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ที่ได้ไปวัดค่าเนื้อสัมผัสด้วยวิธี texture profile analysis (TPA) ซึ่งเป็นการวัดเนื้อสัมผัสในลักษณะเลียนแบบการเคี้ยวของมนุษย์ ใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer model TA.XT2i/25, UK) หัววัด P/0.5HS กัมมี่เยลลี่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.0 เซนติเมตร และหนา 1.2 เซนติเมตร วัดตัวอย่างกัมมี่เยลลี่ทั้งชิ้นโดยการวางกัมมี่เยลลี่ตรงกลางฐาน ทดสอบ 5 ซ้ำ รายงานผลเป็นค่า hardness, cohesiveness, springiness, chewiness และ gumminess นอกจากนี้นำผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale โดยประเมินคุณลักษณะด้านสี กลิ่น ความเปรี้ยว ความหวาน ความยืดหยุ่น และความชอบโดยรวมกับผู้ทดสอบ 50 คน ใช้แผนการทดลองแบบ randomized complete block design (RCBD) นำข้อมูลผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติสำเร็จรูป เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 การเลือกปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมในการผลิตภัณฑ์กัมมี่ เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาค โดยพิจารณาจากค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่มีความใกล้เคียงกับค่าเนื้อสัมผัสของกัมมี่เยลลี่ที่มีขายตามท้องตลาดร่วมกับการทดสอบด้านประสาทสัมผัส

**2.4 การศึกษาความเข้มข้นของน้ำสกัดจากดอกบุนนาคที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่**

ดอกบุนนาคเป็นดอกไม้ที่มีกลิ่นหอม เมื่อนำมาทำให้แห้งและสามารถชงเป็นชาดื่ม การศึกษาความเข้มข้นของน้ำสกัดจากดอกบุนนาคที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ จะเลือกใช้น้ำสกัดจากดอกบุนนาคที่มีความเข้มข้นไม่สูงมาก คือ ร้อยละ 5-15 โดยน้ำหนัก เนื่องจากน้ำสกัดที่ได้มีกลิ่นหอม ดื่มง่าย หากใช้น้ำสกัดที่มีความเข้มข้นมากเกินไป ทำให้น้ำสกัดที่ได้มีกลิ่นฉุนและมีรสชาติเฝื่อนขม ซึ่งจะมีผลต่อกลิ่นและรสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ ดังนั้นในการศึกษาความเข้มข้นของน้ำสกัดจากดอกบุนนาคที่เหมาะสม ใช้น้ำสกัดจากดอกบุนนาคที่มีความเข้มข้นต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนัก การผลิตกัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาคใช้น้ำสกัดจากดอกบุนนาคแทนน้ำเย็น และปริมาณเจลาตินที่ใช้ คือ ร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก ที่ได้จากการศึกษาปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ที่มีค่าเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับกัมมี่เยลลี่ที่จำหน่ายในท้องตลาดร่วมกับการทดสอบด้านประสาทสัมผัส (การทดลองข้อ 2.3) ส่วนประกอบอื่น ๆ ได้แก่ น้ำอุ่น น้ำตาลทราย กลูโคสไซรัป และสารละลายกรดซิตริกใช้เท่ากับการทำกัมมี่เยลลี่สูตรพื้นฐาน นำผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale โดยประเมินคุณลักษณะด้านสี กลิ่น ความเปรี้ยว ความหวาน ความยืดหยุ่น และความชอบโดยรวมกับผู้ทดสอบ 50 คน ใช้แผนการทดลองแบบ RCBD นำข้อมูลผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้ไปวิเคราะห์ ANOVA โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติสำเร็จรูป เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และในการเลือกความเข้มข้นของน้ำสกัดจากดอกบุนนาคที่เหมาะสม จากสูตรที่ได้คะแนนความชอบสูง

ที่สุด

**2.5 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาค**

ผลิตกัมมี่เยลลี่ตามสูตรที่พัฒนาได้ แล้วนำไปทดสอบด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale โดยประเมินคุณลักษณะด้านสี กลิ่น ความเปรี้ยว ความหวาน ความยืดหยุ่น และความชอบโดยรวมกับผู้ทดสอบ 200 คน หากคะแนนความชอบเฉลี่ยในทุกคุณลักษณะมีค่าตั้งแต่ 6 คะแนนขึ้นไปถือว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับ

**2.6 การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้าย**

ทดสอบสมบัติทางกายภาพผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาค ได้แก่ วัดปริมาณน้ำอิสระ ($a_w$) ด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (Rotronic, AW2101) วัดค่าสี (ค่า L*, a* และ b*) ด้วยเครื่องวัดสี (Minolta, CR-10) วัดค่าคุณภาพเนื้อสัมผัสใช้วิธี texture profile analysis (TPA) ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer model TA.XT2i/25, UK) ใช้หัววัด P/0.5HS วัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่องวัดพีเอช (SCHOTT, pH Meter CG840) โดยควบคุมอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ให้มีค่า 40±2 องศาเซลเซียส วัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (total soluble solid content, TSS) ด้วยเครื่อง hand refracto-meter (Atago, PAL-3) วิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของร้อยละของกรดซิตริกโดยการไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (AOAC, 2000) วิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดใช้วิธี Folin-Ciocalteau reagent เปรียบเทียบกับกรดแกลลิก ดัดแปลงจากวิธีของ ชานนท์และอนุรักษ์ [17] และทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Trolox ดัดแปลงจากวิธีของ Charoen [18] วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ เถ้า เส้นใยอาหาร ความชื้น คาร์โบไฮเดรท โปรตีน ไขมัน และพลังงาน วิเคราะห์ด้านจุลชีววิทยา ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (FAD BAM, 2001) จำนวนแบคทีเรียโคลิฟอร์ม (FAD BAM, 2013) ปริมาณยีสต์และรา (FDA BAM online, 2001) *S. aureus* (FAD BAM, 2001) และ *E. coli* (AOAC, 2016) ตรวจโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่วและดีบุก (AOAC, 2016)

## 3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

**3.1 ผลการศึกษาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่สูตรพื้นฐาน**

ผลการทดสอบผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่สูตรพื้นฐานทางด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale ร่วมกับการทดสอบความพอดีด้วยวิธี 5-point just about right กับผู้ทดสอบ 50 คน แสดงดังตารางที่ 1

การทดสอบผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่สูตรพื้นฐานพบว่าคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสี ความเปรี้ยว ความหวาน และความยืดหยุ่นอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก ส่วนคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านกลิ่นอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง เมื่อพิจารณาทิศทางในการปรับปรุงโดยกำหนดระดับความพอดีที่ร้อยละ 60 และค่า net effect ≥ 20 ผลการทดสอบพบว่าคุณลักษณะที่ไม่ต้องปรับปรุง ได้แก่ กลิ่น ความเปรี้ยว ความหวาน และความยืดหยุ่น แต่คุณลักษณะด้านสีควรปรับปรุงโดยการปรับลดลง แต่การวิจัยนี้ไม่ปรับลดเนื่องจากเป็นลักษณะเฉพาะสีของเจลาตินที่มีสีเหลืองอ่อน ซึ่งการลดหรือเพิ่มเจลาตินจะมีผลทำให้สีเปลี่ยนไปน้อยมาก

**Table 1** Sensory scores of basic gummy jelly using 9-point hedonic scale and 5-point just about right

| Attributes | Mean ± S.D. | Just about right scale (%) | | | | | Net effect |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Much too much | Too much | Just about right | Too little | Much too little | |
| Color | 7.13±0.97 | 10 | 24 | 57 | 7 | 0 | 27 |
| Flavor | 6.90±0.92 | 0 | 14 | 60 | 16 | 10 | 12 |
| Sourness | 7.53±0.94 | 6 | 14 | 74 | 6 | 0 | 14 |
| Sweetness | 7.37±0.89 | 4 | 12 | 70 | 4 | 10 | 2 |
| Elasticity | 7.60±0.93 | 8 | 20 | 62 | 10 | 0 | 18 |

**Table 2** Texture profile analysis of gummy jelly with different percentages of gelatin and commercial gummy jelly (PYU A-G)

| Treatments/ Samples | Texture properties | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Hardness (g force) | Cohesiveness | Springiness | Chewiness (g force) | Gumminess (g force) |
| 6 % gelatin | 202.75±10.46$^{e}$ | 0.73±0.01$^{ef}$ | 0.99±0.06$^{f}$ | 171.92±8.70$^{g}$ | 153.55±7.38$^{ef}$ |
| 8 % gelatin | 257.00±12.65$^{b}$ | 0.74±0.01$^{cd}$ | 1.41±0.14$^{c}$ | 233.33±8.14$^{e}$ | 184.08±13.31$^{bc}$ |
| 10 % gelatin | 395.15±12.65$^{a}$ | 0.75±0.01$^{a}$ | 1.73±0.19$^{a}$ | 298.61±8.27$^{a}$ | 290.47±10.12$^{a}$ |
| PYU A | 261.81±12.30$^{b}$ | 0.74±0.01$^{cde}$ | 1.46±0.08$^{c}$ | 245.54±8.68$^{bc}$ | 187.28±16.48$^{b}$ |
| PYU B | 222.64±6.57$^{d}$ | 0.73±0.01$^{ef}$ | 1.63±0.15$^{b}$ | 230.95±13.58$^{de}$ | 164.90±10.28$^{d}$ |
| PYU C | 202.07±11.64$^{e}$ | 0.75±0.01$^{bc}$ | 1.74±0.08$^{a}$ | 237.70±11.47$^{cd}$ | 145.01±14.95$^{fg}$ |
| PYU D | 199.73±8.08$^{e}$ | 0.74±0.01$^{de}$ | 1.05±0.09$^{ef}$ | 187.98±14.58$^{f}$ | 154.64±16.91$^{e}$ |
| PYU E | 216.95±10.64$^{d}$ | 0.75±0.01$^{ab}$ | 1.14±0.09$^{de}$ | 184.17±10.99$^{f}$ | 158.81±11.68$^{de}$ |
| PYU F | 190.74±7.74$^{f}$ | 0.73±0.01$^{ef}$ | 1.15±0.09$^{d}$ | 160.88±13.30$^{h}$ | 137.82±10.44$^{g}$ |
| PYU G | 239.02±6.92$^{c}$ | 0.72±0.01$^{f}$ | 1.68±0.19$^{ab}$ | 253.60±14.09$^{b}$ | 176.52±10.97$^{c}$ |

Means ± S. D. with different superscript letters in the same column ( a- g) indicate significant differences ($p < 0.05$).

**3.2 ผลการศึกษาปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมในการผลิตกัมมี่เยลลี่**

ผลการศึกษาปริมาณเจลาตินที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ โดยแปรปริมาณเจลาตินที่ใช้เป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 6, 8 และ 10 โดยน้ำหนัก กำหนดร้อยละของน้ำตาลทราย กลูโคสไซรัป น้ำเย็น และสารละลายกรดซิตริกให้คงที่เท่ากับปริมาณที่ใช้ในการผลิตกัมมี่เยลลี่สูตรพื้นฐาน ปรับปริมาณน้ำอุ่นเพื่อให้

ปริมาณส่วนประกอบในสูตรครบร้อยละ 100 เมื่อนำผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ทั้ง 3 สิ่งทดลอง มาวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัส ได้แก่ hardness, cohesiveness, springiness, chewiness และ gumminess และเปรียบเทียบค่าเนื้อสัมผัสกับเยลลี่กัมมี่ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดซึ่งมีขนาดและรูปร่างใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ที่วิจัย จำนวน 7 ตัวอย่าง แทนด้วย PYU A-G ผลแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 พบว่ากัมมี่เยลลี่ที่ใช้ปริมาณเจลาตินต่างกัน ค่าเนื้อสัมผัสที่ได้ก็ต่างกัน โดยกัมมี่เยลลี่ที่ใช้เจลาตินร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก มีค่าเนื้อสัมผัสสูงกว่ากัมมี่เยลลี่ที่ใช้เจลาตินร้อยละ 8 และ 6 ตามลำดับ ค่า hardness คือ ค่าแรงที่เกิดจากการกดเพื่อให้ตัวอย่างเกิดการเสียรูป ค่า chewiness คือ แรงที่ใช้ในการเคี้ยวหรือบดตัวอย่างจนเสียรูป ค่า gumminess คือ แรงที่ใช้ในการแยกตัวอย่างจนเสียรูปแสดงถึงความเหนียวของตัวอย่าง ค่า cohesiveness คือ ค่าที่บอกถึงความแข็งแรงของพันธะหรือเป็นแรงยึดเกาะกันภายในตัวอย่าง และค่า springiness คือ ค่าความสามารถในการคืนตัวกลับมาเหมือนเดิมเมื่อมีการถอนแรงออกไป เมื่อปริมาณเจลาตินเพิ่มขึ้นจะทำให้กัมมี่เยลลี่มีโครงสร้างที่แข็งแรงมากขึ้น มีความแข็งและเหนียวมากขึ้น ต้องใช้พลังงานในการเคี้ยวบดมากขึ้น และมีความยืดหยุ่นมากขึ้น ดังนั้นการเพิ่มปริมาณเจลาตินขึ้น ทำให้ค่า hardness, cohesiveness, springiness, chewiness และ gumminess เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Suwan และคณะ [13] ซึ่งรายงานว่าเมื่อใช้ปริมาณเจลาตินเพิ่มขึ้นทำให้กัมมี่เยลลี่รางจืดมีค่า hardness, gumminess และ chewiness เพิ่มขึ้น และการศึกษาเรื่องผลของเจลาติน อัตราส่วนของซูโครส/กลูโคสไซรัป และปริมาณกรดซิตริกต่อสมบัติทางกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ของ Meesang และคณะ [19] ซึ่งพบว่าเมื่อปริมาณเจลาตินเพิ่มมากขึ้น ค่า hardness, cohesiveness, chewi-ness และ gumminess เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ Thanomwong [20] ได้ศึกษาผลของเจลาตินและกรดซิตริกต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกัมมี่เยลลี่รสตะไคร้ พบว่าเมื่อปริมาณเจลาตินเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่า springiness, hardness และ chewiness เพิ่มขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่กับกัมมี่เยลลี่ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด 7 ตัวอย่าง (PYU A-G) พบว่าผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่สูตรที่ใช้ปริมาณเจลาตินร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก มีค่าเนื้อสัมผัสสูงกว่าสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และสูงกว่ากัมมี่เยลลี่ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด แสดงว่าปริมาณเจลาตินที่ใช้มากเกินไปทำให้กัมมี่เยลลี่มีความแข็งเกินไป ต้องใช้พลังงานในการเคี้ยวบดมาก และมีความยืดหยุ่นมาก แต่ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่สูตรที่ใช้เจลาตินร้อยละ 6 และ 8 โดยน้ำหนัก มีค่าเนื้อสัมผัสอยู่ในช่วงเดียวกัมมี่เยลลี่ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด มีค่า hardness = 190.74-261.81 g force ค่า cohesiveness = 0.72-0.75 ค่า springiness = 1.05-1.74 ค่า chewiness = 160.88-253.60 g force และค่า gumminess = 137.82-187.28 g force ดังนั้นผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่สูตรที่ใช้เจลาตินร้อยละ 6 และ 8 โดยน้ำหนัก มีปริมาณเจลาตินเป็นส่วนประกอบที่เหมาะสมในการผลิตกัมมี่เยลลี่ ทำให้ได้กัมมี่เยลลี่ที่มีเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับกัมมี่เยลลี่ที่จำหน่ายในท้องตลาด

เมื่อทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ด้วยวิธี 9-point hedonic scale กับผู้ทดสอบ 50 คน โดยประเมินคุณลักษณะด้านสี กลิ่น ความเปรี้ยว ความหวาน ความยืดหยุ่น และความชอบโดยรวม ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสแสดงดังตารางที่ 3 พบว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่ให้คะแนนความชอบเฉลี่ยต่อผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่

ทั้ง 3 สิ่งทดลอง ในด้านสีและกลิ่นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และผู้ทดสอบส่วนใหญ่มีความชอบผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ด้านความเปรี้ยว ความหวาน ความยืดหยุ่น และความชอบโดยรวมในกัมมี่เยลลี่ที่ใช้เจลาตินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก มากกว่าสูตรอื่น และมีคะแนนความชอบของผู้บริโภคสูงกว่าสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าเนื้อสัมผัสของทั้ง 3 สูตร จากตารางที่ 2 พบว่ากัมมี่เยลลี่ที่ใช้เจลาตินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก เป็นสูตรที่มีค่า hardness, cohesiveness, springiness, chewiness และ gumminess อยู่ในระดับกลาง เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอื่น ๆ แสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคชอบกัมมี่เยลลี่ที่มีลักษณะยืดหยุ่น เคี้ยวง่าย ไม่แข็งและไม่อ่อนเกินไป

การเลือกปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมในการผลิตกัมมี่เยลลี่พิจารณาจากค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ที่มีความใกล้เคียงกับค่าเนื้อสัมผัสของกัมมี่เยลลี่ที่มีขายตามท้องตลาดร่วมกับการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ดังนั้นผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่สูตรที่ใช้เจลาตินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก เป็นสูตรที่ใช้ปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมในการผลิตกัมมี่เยลลี่ เนื่องจากค่าเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับค่าเนื้อสัมผัสของกัมมี่เยลลี่ที่จำหน่ายในท้องตลาด และผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบมากที่สุด

**3.3 ผลการศึกษาความเข้มข้นของน้ำสกัดจากดอกบุนนาคที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บุนนาค**

เมื่อนำดอกบุนนาคบดหยาบไปต้มกับน้ำในอัตราส่วนร้อยละ 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนัก ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 นาที กรองสารละลายด้วยผ้าขาวบาง ได้น้ำสกัดจากดอกบุนนาคที่มีสีน้ำตาลเหลือง ซึ่งสีของน้ำสกัดจากดอกบุนนาคเข้มขึ้นตามปริมาณดอกบุนนาคที่เพิ่มขึ้น ผลการศึกษาความเข้มข้นน้ำสกัดจากดอกบุนนาคที่เหมาะสมในการผลิตกัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาค โดยใช้น้ำสกัดจากดอกบุนนาคแทนน้ำเย็น แต่ใช้น้ำสกัดจากดอกบุนนาคที่มีความเข้มข้นต่างกัน และใช้ปริมาณเจลาตินเท่ากัน คือ ร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก ส่วนปริมาณประกอบอื่น ๆ ได้แก่ น้ำอุ่น น้ำตาลทราย กลูโคสไซรัป และสารละลายกรดซิตริกให้ใช้เท่ากับการผลิตกัมมี่เยลลี่สูตรพื้นฐาน ได้สูตรที่ใช้ความเข้มข้นน้ำสกัดจากดอกบุนนาคร้อยละ 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนัก ผลการศึกษาความเข้มข้นน้ำสกัดจากดอกบุนนาคต่อผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale กับผู้ทดสอบ 50 คน แสดงดังตาราง 4

**Table 3** Sensory score of gummy jelly with different percentages of gelatin

| Treatments | Mean ± S.D. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Color$^{ns}$ | Flavor$^{ns}$ | Sourness | Sweetness | Elasticity | Overall liking |
| 6 % gelatin | 7.12±0.93 | 6.21±1.29 | 7.11±1.78$^{ab}$ | 6.68±1.60$^{b}$ | 6.83±1.53$^{b}$ | 7.06±1.19$^{b}$ |
| 8 % gelatin | 7.18±1.03 | 6.16±1.14 | 7.42±1.08$^{a}$ | 7.57±1.39$^{a}$ | 7.62±1.13$^{a}$ | 7.53±0.94$^{a}$ |
| 10 % gelatin | 7.02±0.83 | 6.14±1.27 | 6.97±1.74$^{b}$ | 6.69±1.59$^{b}$ | 6.12±1.41$^{c}$ | 6.54±1.17$^{c}$ |

Means ± S. D. with different superscript letters in the same column ( a- c) indicate significant differences ($p < 0.05$); The superscript “ns” indicates no significant differences among the means in the same column.

**Table 4** Sensory score of gummy jelly with different concentrations of *Mesua ferrea* flower extract

| Concentrations of *M. ferrea* flower extract | Mean ± S.D. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Color | Flavor | Sourness$^{ns}$ | Sweetness$^{ns}$ | Elasticity | Overall liking |
| 5 % | 6.63±1.12$^{b}$ | 6.63±1.44$^{ab}$ | 7.09±1.41 | 6.53±1.46 | 7.13±1.33$^{b}$ | 7.23±1.15$^{b}$ |
| 10 % | 6.70±1.12$^{b}$ | 6.45±1.50$^{b}$ | 7.11±1.51 | 6.69±1.48 | 7.16±1.53$^{b}$ | 7.29±1.23$^{b}$ |
| 15 % | 6.90±1.17$^{a}$ | 6.81±1.32$^{a}$ | 7.15±1.51 | 6.92±1.55 | 7.44±1.29$^{a}$ | 7.43±1.02$^{a}$ |

Means ± S. D. with different superscript letters in the same column ( a- c) indicate significant differences ($p < 0.05$); The superscript "ns" indicates no significant differences among the means in the same column.

ตารางที่ 4 พบว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่ให้คะแนนความชอบเฉลี่ยต่อผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ทั้ง 3 สูตร ในด้านความเปรี้ยวและความหวานไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และผู้ทดสอบส่วนใหญ่มีความชอบผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ในสูตรที่ใช้ความเข้มข้นน้ำสกัดจากดอกบุนนาคร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก ด้านสี กลิ่น ความยืดหยุ่น และความชอบโดยรวมมากกว่าสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงว่าความเข้มข้นน้ำสกัดจากดอกบุนนาคในปริมาณที่ต่างกัน มีผลต่อคะแนนความชอบของผู้ทดสอบที่ต่างกัน การที่ผู้บริโภคชอบสีและกลิ่นของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ในสูตรที่ใช้ความเข้มข้นของน้ำสกัดจากดอกบุนนาคร้อยละ 15 โดยน้ำหนักมากกว่าสูตรอื่น อาจเนื่องจากการสกัดดอกบุนนาคที่ความเข้มข้นมากขึ้น ทำให้ได้สารสกัดที่มีสีน้ำตาลเหลืองเข้มมากขึ้น และดอกบุนนาคเป็นดอกไม้ที่มีกลิ่นหอม ยิ่งสารสกัดมีความเข้มข้นขึ้น กลิ่นจะยิ่งหอมขึ้น ส่วนผู้บริโภคชอบความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่สูตรที่ใช้ความเข้มข้นน้ำสกัดจากดอกบุนนาคร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก มากกว่าสูตรอื่น อาจเนื่องจากสารสกัดจากดอกบุนนาคที่ความเข้มข้นร้อยละ 15 โดยน้ำหนักมีสัดส่วนน้ำและสารที่เป็นองค์ประกอบในสารสกัดที่เหมาะสมในการเกิดกัมมี่เยลลี่มากกว่าสูตรอื่น นอกจากนี้ความเปรี้ยวและความหวานในการทดสอบทั้ง 3 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันทางนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) อาจเป็นเพราะใช้น้ำตาลทราย กลูโคสไซรัป และสารละลายกรดซิตริกในปริมาณที่เท่ากัน จึงทำให้ผู้ทดสอบให้คะแนนความเปรี้ยวและความหวานที่ไม่แตกต่างกัน

การเลือกความเข้มข้นของน้ำสกัดจากดอกบุนนาคที่เหมาะสมในการผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่พิจารณาจากคะแนนความชอบเฉลี่ยจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ดังนั้นผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่สูตรที่ใช้ความเข้มข้นน้ำสกัดดอกบุนนาคร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก เป็นสูตรที่เหมาะสมในการผลิตกัมมี่เยลลี่ เนื่องจากผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบสูงที่สุด

**3.4 ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาค**

ผลิตกัมมี่เยลลี่ตามสูตรที่พัฒนาได้ (ใช้ปริมาณเจลาตินร้อยละ 8 และความเข้มข้นสารสกัดบุนนาคร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก) ผลการทดสอบด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาค ด้วยวิธี 9-point hedonic scale กับผู้ทดสอบ 200 คน แสดงดังตารางที่ 5

**Table 5** Sensory scores of gummy jelly from *M. ferrea* flower extract

| Attributes | Mean ± S.D. |
|---|---|
| Color | 6.72±1.28 |
| Flavor | 6.88±1.15 |
| Sourness | 7.51±1.25 |
| Sweetness | 7.36±1.09 |
| Elasticity | 7.47±0.93 |
| Overall liking | 7.53± .12 |

การทดสอบยืนยันสูตรผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ พบว่าคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสีและกลิ่นอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ส่วนคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านความเปรี้ยว ความหวาน ความยืดหยุ่น และความชอบรวมอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก ซึ่งคะแนนความชอบเฉลี่ยในแต่ละคุณลักษณะมีค่าตั้งแต่ 6 คะแนนขึ้นไป ดังนั้นจึงถือได้ว่าสิ้นสุดการพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาค

**3.5 ผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาคสูตรที่ยอมรับ**

การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากสารสกัดบุนนาคสูตรที่ยอมรับ ได้แก่ ปริมาณน้ำอิสระ ค่าสี คุณภาพเนื้อสัมผัส ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูล DPPH คุณค่าทางโภชนาการ คุณภาพด้านจุลินทรีย์ และปริมาณโลหะหนัก แสดงผลในตารางที่ 6

ค่าปริมาณน้ำอิสระมีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในอาหาร ซึ่งแบคทีเรียส่วนใหญ่จะไม่เจริญเติบโตที่ค่าปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่า 0.90 และราส่วนใหญ่จะไม่เจริญเติบโตที่ค่าปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่า 0.70 กัมมี่เยลลี่จัดเป็นอาหารกึ่งแห้ง (intermediate moisture food) ซึ่งอาหารกึ่งแห้งควรมีค่าปริมาณน้ำอิสระ 0.60-0.85 ผลการวิเคราะห์ด้านกายภาพของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาค พบว่ามีปริมาณน้ำอิสระ 0.742 ดังนั้นทำให้เกิดการเสื่อมเสียได้ช้าเนื่องจากแบคทีเรียและราส่วนใหญ่เจริญเติบโตได้ไม่ดี และเพื่อช่วยยืดอายุของผลิตภัณฑ์ควรบรรจุผลิตภัณฑ์ในถุงอลูมิเนียมฟอยด์ [21] ผลการวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์พบว่าค่าสี L* เป็นบวกแสดงว่าทิศทางความสว่างเป็นสีขาว ค่า a* เป็นลบแสดงว่าสีเป็นไปในทิศทางสีเขียว และค่า b* เป็นบวกแสดงว่าสีเป็นไปในทิศทางสีเหลือง ซึ่งสามารถแปลค่าสีของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาคได้เป็นสีเหลืองอมเขียว [22] ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 73.5±1.2 องศาบริกซ์ ซึ่งผ่านตามเกณฑ์ที่ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 213 กำหนดกล่าวคือ ผลิตภัณฑ์เยลลี่ต้องมีสารที่ละลายได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 65 โดยน้ำหนัก ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาคมีลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ hardness, cohesiveness, springiness, chewiness และ gumminess มีค่าใกล้เคียงกับกัมมี่เยลลี่ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด (PYU A-G) ซึ่งมีค่า hardness = 199.73-261.81 g force ค่า cohesiveness = 0.72-0.75 ค่า springiness = 1.05-1.74 ค่า chewiness = 160.88-253.60 g force และ ค่า gumminess = 137.82-176.52 g force

การวิเคราะห์ด้านเคมีของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากสารสกัดบุดอกนนาค พบว่ามีค่าความเป็นกรด-ด่าง 3.24±0.09 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงสาธารณสุขที่กำหนดว่าผลิตภัณฑ์เยลลี่ต้องมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 2.8-3.5 [23] มีปริมาณกรดทั้งหมด 0.425±0.008 กรัมต่อกัมมี่เยลลี่ 100 กรัม มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 87.04±1.69 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกัมมี่เยลลี่

**Table 6** Physical, chemical and microbiological properties of gummy jelly from *M. ferrea* flower extract

| Properties | Gummy jelly |
|---|---|
| Water activity ($a_w$) | 0.742±0.08 |
| Color values | |
| - L* | 32.3±0.7 |
| - a* | -0.5±0.4 |
| - b* | 9.6±0.5 |
| Texture properties | |
| - Hardness (g force) | 245.43±5.10 |
| - Cohesiveness | 0.74±0.01 |
| - Springiness | 1.40±0.56 |
| - Chewiness (g force) | 219.62±9.54 |
| - Gumminess (g force) | 168.95±10.28 |
| pH | 3.24±0.09 |
| Total soluble solid (°Brix) | 73.5±1.2 |
| Total acidity (g of citric acid/100 g) | 0.425±0.008 |
| Total phenolic content (mg, GAE/100 g) | 87.04±1.69 |
| Antioxidant activity with DPPH assay (mg, Trolox/100 g) | 75.64±1.47 |
| Chemical composition | |
| - Ash (g/100 g) | 0.08 |
| - Protein (g/100 g) | 9.01 |
| - Carbohydrate (g/100 g) | 65.54 |
| - Fat (g/100 g) | 0.85 |
| - Moisture (g/100 g) | 24.52 |
| - Energy (kcal/100 g) | 305.85 |
| Microbiological parameters | |
| - Total plate count (CFU/g) | < 10 |
| - Coliform bacteria (MPN/g) | < 3 |
| - Yeast and mold (CFU/g) | < 10 |
| - *Escherichia coli* (MPN/g) | < 3 |
| - *Staphylococcus aureus* (in 0.1 g) | Not detected |
| Heavy metals | |
| - Lead (mg/kg) | Not detected* |
| - Tin (mg/kg) | Not detected** |

* Limited of detection (LOD) = 0.010; ** Limited of detection (LOD) = 0.008

100 กรัม มีความสามารถในการต้านอนุมูล DPPH = 75.64±1.47 มิลลิกรัมสมมูลสาร Trolox ต่อกัมมี่เยลลี่ 100 กรัม ซึ่งความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่น่าจะมาจากดอกบุนนาค โดยในดอกบุนนาคมีสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญ ได้แก่ สารประกอบฟลาโวนอยด์ แอลคาลอยด์ และฟีนอลิก ซึ่งสารเหล่าส่วนใหญ่มีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ [4,24,25] เมื่อเปรียบเทียบกัมมี่เยลลี่ที่มีคุณภาพดีและมีสารต้านอนุมูลอิสระสูงจากผักเชียงดา [12] พบว่ากัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาคมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงกว่ากัมมี่เยลลี่จากผักเชียงดา แต่มีความสามารถในการต้านอนุมูล DPPH น้อยกว่า อาจเนื่องจากในผักเชียงดามีสารประกอบแคโรทีนอยด์เป็นองค์ประกอบ ซึ่งไม่ใช่สารประกอบฟีนอลิก แต่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ส่วนดอกบุนนาคไม่มีสารนี้เป็นองค์ประกอบ หากต้องการให้ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้น อาจนำสมุนไพรอื่นที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงผสมกับดอกบุนนาค

ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาค 100 กรัม พบว่ามีเถ้า 0.08 กรัม โปรตีน 9.01 กรัม คาร์โบไฮเดรท 65.54 กรัม ไขมัน 0.85 กรัม ความชื้น 24.52 กรัม และพลังงาน 305.85 กิโลแคลอรี่ เมื่อเปรียบเทียบกับกัมมี่เยลลี่ของผลิตภัณฑ์อื่น เช่น กัมมี่เยลลี่จากดอกดาหลา มีโปรตีนและคาร์โบไฮเดรทใกล้เคียงกัน คือ 9.26 และ 65.87 กรัม ตามลำดับ มีไขมันต่ำกว่า คือ 0.02 กรัม มีเถ้าสูงกว่า คือ 1.62 กรัม และมีพลังงานต่ำกว่า คือ 270 กิโลแคลอรี่ [21] การที่กัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาคมีโปรตีน คาร์โบ-ไฮเดรท และไขมันซึ่งเป็นสารอาหารที่ให้พลังงานในปริมาณที่สูง จึงทำให้ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาคมีคุณค่าด้านพลังงานสูงจึงเหมาะสำหรับเด็ก เนื่องจากเด็กต้องการพลังงานเพื่อใช่ในการเสริมสร้างกระดูก กล้ามเนื้อ และการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อต่าง ๆ และเหมาะสำหรับผู้ที่มีความต้องการด้านพลังงาน ได้แก่ ผู้ที่ติดอยู่ในถ้ำ ผู้ที่หลงป่า และนักกีฬา เป็นต้น ความต้องการพลังงานของแต่ละคนจะต่างกันขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ เพศ อายุ และการทำกิจกรรมที่ต้องใช้พลังงาน เป็นต้น ในหนึ่งวันเด็กอายุ 1-8 ปี ควรได้รับพลังงาน 1,000-1,400 กิโลแคลอรี่ วัยรุ่นอายุ 9-18 ปี เพศชายควรได้รับพลังงาน 1,700-2,300 กิโลแคลอรี่ เพศหญิงควรได้รับพลังงาน 1,600-1,850 กิโลแคลอรี่ ผู้ใหญ่ อายุ 19-70 ปี เพศชายควรได้รับพลังงาน 2,100-2,150 กิโลแคลอรี่ เพศหญิงควรได้รับพลังงาน 1,750 กิโลแคลอรี่ วัยชราอายุมากกว่า 70 ปี เพศชายควรได้รับพลังงาน 1,750 กิโลแคลอรี่ เพศหญิงควรได้รับพลังงาน 1,550 กิโลแคลอรี่ [26]

นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์ พบว่าผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาคมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด แบคทีเรียโคลิฟอร์ม ยีสต์และรา *E. coli* และ *S. Aureus* ไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 520/2547 เรื่อง เยลลี่แห้ง [27] ซึ่งระบุว่าต้องตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน $1 \times 10^4$ CFU ต่อกัมมี่เยลลี่ 1 กรัม มีปริมาณยีสต์และราไม่เกิน 100 CFU ต่อกัมมี่เยลลี่ 1 กรัม มีปริมาณ *E. coli* น้อยกว่า 3 MPN ต่อกัมมี่เยลลี่ 1 กรัม ต้องไม่พบ *S. aureus* ใน 1 กรัม และผ่านตามมาตรฐานของประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 213 พ.ศ. 2543 เรื่อง แยม เยลลี่ และมาร์มาเลดในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท [23] ซึ่งระบุว่าจะต้องตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 MPN ต่อกัมมี่เยลลี่ 1 กรัม และไม่พบโลหะตะกั่วและดีบุกซึ่งในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาคตรวจไม่พบโลหะหนัก

## 4. สรุป

สูตรที่เหมาะสมในการผลิตกัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาค คือ เจลาติน (250 บลูม) ร้อยละ 8 น้ำสกัดจากดอกบุนนาค (เข้มข้นร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก) ร้อยละ 6.50 น้ำตาลทรายร้อยละ 33 กลูโคสไซรัปร้อยละ 31.50 น้ำอุ่นร้อยละ 18 และสารละลายกรดซิตริก (ร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก) ร้อยละ 3 เนื่องจากเป็นสูตรที่ผู้บริโภคชอบมากที่สุดและมีคุณลักษณะตรงตามความชอบของผู้บริโภค ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาคเป็นนำดอกบุนนาคมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่สะดวกต่อการบริโภคและเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับสมุนไพรบุนนาค นอกจากนี้ดอกบุนนาคมีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ การนำสารสกัดจากดอกบุนนาคมาเป็นส่วนประกอบในการผลิตกัมมี่เยลลี่นั้น ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสมบัติต้านอนุมูลอิสระ และผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาคมีคุณภาพด้านจุลินทรีย์เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 520/2547) และประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 213 พ.ศ. 2543 ในอนาคตสามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์จำหน่ายแก่ผู้บริโภคในเชิงพาณิชย์

## 5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยพายัพที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัย คณะวิทยาศาสตร์และคณะเภสัชศาสตร์ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์และเครื่องมือในการวิจัย

## 6. References

[1] Wutithamawech, W., 1997, Herbal Encyclopedia, Odean Store, Bangkok, 261 p. (in Thai)

[2] Tonhpen, P., 2006, Isolation and structure elucidation of bioactive compounds from the flower of *Mesua Ferrea*, M.S. Thesis, Chiang Mai University, Chiang Mai. (in Thai)

[3] Sahu, A.N., Hemalatha, S. and Sairam, K., 2014, Phyto- pharmacological review of *Mesua ferrea* Linn., Int. J. Pharm. 5: 6-14.

[4] Verotta, L., Lovaglio, E., Vidari, G., Finzi, P.V., Neri, M.G., Raimondi, A., Parapini, S., Taramelli, D., Riva, A. and Bombardelli, E, 2004, 4- Alkyl- and 4- phenylcoumarins from *Mesua ferrea* as promising multidrug resistant antibacterials, Phytochemistry 65: 2867-2879.

[5] Mazumder, R., Dastidar, S.G., Basu, S.P., Mazumder, A. and Singh, S.K., 2004, Antibacterial potentiality of *Mesua ferrea* Linn. flowers, Phytother. Res. 18: 824-826.

[6] Chahar, M.K., Kumar, S.D.S., Geetha, L., Lokesh, T. and Manohara, K.P., 2013, *Mesua ferrea* L.: A review of the medical evidence for its phytochemistry and pharmacological actions, Afr. J. Pharm. Pharmacol. 7: 211-219.

[7] Nordin, K., Ahmad, F.B.H., Taufiq-Yap, Y.H. and Manaf Ali, A., 2004, Volatile components of methanol extract from the flower of Malaysian *Mesua ferrea* Linn., Orient. J. Chem. 20: 69-72.

[8] Keawsaard, S. and Jino, P., 2016, Antioxidant and Anticancer Activities of *Mesua ferrea* Flowers, the Development of *Mesua ferrea* Flowers as Infusion and Inhalation Products, Payap University,

Chiang Mai. (in Thai)

[9] Dakshayini, P.N. and Mahabob Basha, P., 2018, phytochemical screening and *in vitro* antioxidant potential of *Tribulus terrestris* fruit and *Mesua ferrea* flower extracts: A comparative study, Int. J. Pharm. Pharm. Sci. 10: 70-75.

[10] Lim, T.K., 2014, Edible Medicinal and Non-medicinal Plants: Vol. 7 Flowers, Springer Science Business Media, New York.

[11] Benjakasorn Tea, Manager Online, Avail able Source: https://mgronline.com/qol/ detail/ 9580000095949, July 14, 2019. (in Thai)

[12] Srisamatthakarn, P., Na- Nan, P. and Thongphu, S., 2016, Development of gummy jelly product with high quality and antioxidant poperties from Phak Chiangda [*Gymnema inodorum* (Lour.) Decne.], Songklanakarin J. Plant Sci. 3(Suppl. III): M11/39-47. (in Thai)

[13] Suwan, T., Pradutprom, W., Ngamroop, W., Choosuk, N. and Phungamngoen, C., 2016, Development of babbler' s bill leaf gummy jelly, Burapha Sci. J. 22(1): 189-201. (in Thai)

[14] Garcia, T., 2000, Analysis of gelatin-based confections, Manufact. Confect. 80: 93-101.

[15] Deepanya, W., 2008, Development of Gummy Jelly Tamarind Product, Rajabhat Phetchabun, Phetchabun. (in Thai)

[16] Charoen, A. and Vattanakul, S. 2018, Effect of basil seed gum on batter properties and quality characteristics of cake from Khao Dawk Mali 105 rice flour, Thai Sci. Technol. J. 26(6): 993-1004. (in Thai)

[17] Naijitra, C. and Cheoymang, A., 2016, Evaluation of antioxidant activity, total phenolic and nicotine contents of 15 Thai herbs, Thai Sci. Technol. J. 24(2): 351-361. (in Thai)

[18] Charoen, R., 2015, Development of antioxidant gummy jelly candy supplemented with *Psidium guajava* leaf extract, KMUTNB Int. J. Appl. Sci. Technol. 8: 145-151.

[19] Meesang, S., Wuttijumnong, P., Pongsawat manit, R. and Chenputhi, S., 2003, Effect of gelatin sucrose/glucose syrup ratio and citric acid on physical properties and sensory quality of gummy jelly product, 41th Kasetsart University Annual Conference: Agro- Industry, Kasetsart University, Bangkok.

[20] Thanomwong, C., Effect of Gelatin and Citric Acid on Sensory Qualities of Lemongrass Flavored Gummy Jelly, Available Source: http://www.conference.phuket.psu.ac.th/proceedings/PSU_OPEN_WEEK_2008/data/sci/1_31.pdf, July 14, 2019.

[21] Kanpairo, K., 2018, Effect of different sweeteners on the quality of torch ginger (*Etlingeraelatior* (Jack) R.M. Smith) gummy jelly, Burapha Sci. J. 23(2): 944-958. (in

Thai)

[22] Nitayaphat, W., 2015, The science of color, J. Home Econ. 13(1): 3-11. (in Thai)

[23] Ministry of Public Health of Thailand, Jam, Jelly and Marmalade In a Tightly Closed Container, Issue 213, 2000, Available Source: http://food.fda.moph.go.th/law/data/ announ_moph/ P213. pdf, Septem ber 10, 2019. (in Thai)

[24] Bunyaprapasorn, N. and ChokchaiCharoen porn, O., 2001, Herbs: Folk Plants (2), Prachachon Co. Ltd., Bangkok, 620 p. (in Thai)

[25] Vajragupta, O., Boonchoong, P., Boonyarut, C. and Atsinthong, M., 2007, Radical Scavenging Agents, 2nd Ed., New Thaimit Printing, Bangkok, 262 p. (in Thai)

[26] Nutrition Division, Department of Health, Ministry of Public Health, Recommended Daily Dietary Allowances for Healthy Thais (RDA), 2003, 3rd Ed., Printing Organization for the Delivery of Goods and Parcels, Bangkok. (in Thai)

[27] Thai Community Product Standards, Frozen Dried Jelly (No. 520/ 2547), Available Source: http://tcps.tisi.go.th/pub/ tcps520_47. pdf, Semtember 10, 2019. (in Thai)