

อัตราส่วนที่เหมาะสมของเจลาตินที่มีต่อการผลิตกัมมีน้ำสับประรดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดผักข่า

Appropriate Ratios of Gelatin on Pineapple Juice Gummy Production

Supplemented with Gac Fruit Aril

วัฒนา วิรุฒิกร¹Wattana Wirivutthikorn¹

บทคัดย่อ

ผักข่าเป็นพืชสมุนไพรที่นิยมบริโภคกันมากในประเทศไทย ใช้บริโภคเป็นอาหาร สารที่สำคัญคือ β -carotene และ lycopene พบในเมล็ดผักข่าและน้ำมันเป็นค่าที่บ่งบอกถึงลักษณะเนื้อเยื่อจำเพาะที่มีสีแดงส้ม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของปริมาณเจลาตินที่มีต่อคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์กัมมีน้ำสับประรดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดผักข่า แบ่งเป็น 5 ชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดการทดลองที่ 1 เป็นสูตรควบคุมปริมาณเจลาตินตามสูตรมาตรฐานในการทำเยลลี่กัมมี คือ 14.2 กรัม ชุดการทดลองที่ 2 เจลาติน 5.0 กรัม ชุดการทดลองที่ 3 เจลาติน 10.0 กรัม ชุดการทดลองที่ 4 เจลาติน 15.0 กรัม และชุดการทดลองที่ 5 เจลาติน 20.0 กรัม ตามลำดับ โดยศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของกัมมี ได้แก่ วิเคราะห์ค่า L^* , a^* และ b^* ค่าความแข็ง ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ร้อยละความชื้น และปริมาณไลโคปีน จากนั้นศึกษาทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-point hedonic scale ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ผลการวิจัยพบว่า ค่าที่วิเคราะห์ได้ทุกค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ยกเว้นค่าร้อยละความชื้นและปริมาณไลโคปีน โดยค่าร้อยละความชื้นและไลโคปีนที่วิเคราะห์ได้อยู่ระหว่าง 2.41-2.81 และ 1.57-1.58 มก/กก ตามลำดับ ขณะที่การทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ชุดการทดลองที่ 4 ให้คะแนนด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมสูงที่สุด มีค่าเท่ากับเท่ากับ 7.63

คำสำคัญ: เจลาติน ผักข่า กัมมี น้ำสับประรด

Abstract

Gac fruit is an herb that is very popular in Thailand as a food. Important substances such as β -carotene and lycopene are found in the seeds of the gac fruit and its oil. The characteristic reddish-orange colors of the Gac fruit's various plant tissues reflect the presence and amount of substances such as β -carotene and lycopene. The objective of this research was to study the effect of gelatin on the quality of the production of pineapple juice gummy that had been supplemented with gac fruit aril. This research consisted in five experiments: 1) the control formula that contained gelatin based on standard formula, which was 14.2 g of gelatin, 2) 5.0 g of gelatin, 3) 10.0 g of gelatin, 4) 15.0 g of gelatin, and 5) 20.0 g of gelatin. the control formula that contained gelatin based on standard formula of 14.2 g of gelatin, 5.0 g of gelatin, 10.0 g of gelatin, 15.0 g of gelatin and 20.0 g of gelatin, respectively. The physical and chemical properties as L^* , a^* , b^* values, hardness, pH, percentage of total acidity, total soluble solid, percentage of moisture and lycopene content were determined. In addition, a sensory evaluation of each product's color, odor, taste, texture, and overall acceptability was performed using a 9-point hedonic scale. The results indicated that all values were statistically different ($P \leq 0.05$), except for the percentage of moisture and lycopene values. The percentage of moisture and lycopene values were also analyzed, and the results fell in the percentage range of 2.41-2.81 and 1.57-1.58 mg/kg, respectively. The sensory evaluation results revealed that the experiment 4 showed the highest scores and equal scores on texture and overall acceptability value of 7.63. The sensory evaluation revealed that experiment 4 showing the highest scores equally to texture and overall acceptability value of 7.63.

Keywords: gelatin, gac fruit, gummy, pineapple juice

¹ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

อ. วัฒนวิรุฒิกร จ. ปทุมธานี 12130 รหัสสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

¹ Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thanyaburi, Pathum Thani 12130

*Corresponding author, Email: wattana@rmutt.ac.th

คำนำ

ผลิตภัณฑ์ประเภทกัมมี่ (gummy) และเยลลี่ (jellies) เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาดกลุ่มใหญ่ที่มีกรรมวิธีในการผลิตที่น่าสนใจแตกต่างกัน ผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้สำหรับผู้บริโภคทั่วไปมักจะเข้าใจว่าเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันและมักเรียกรวมกันว่า เยลลี่ เนื่องจากมีลักษณะคล้ายกัน คือ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความยืดหยุ่นนุ่ม เหนียว ต้องเคี้ยวกิน มีเนื้อสัมผัสที่แตกต่างกันออกไป (จุฑามาศ พิรพัชระ, 2558; สุวรรณ สุภิมารส, 2543) ประเทศไทยมีสมุนไพรหลายชนิดที่สามารถนำมาผลิตกัมมี่ได้ พักข้าว จัดได้ว่าเป็นพืชสมุนไพรชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาเป็นส่วนผสมในการผลิตกัมมี่ โดยองค์ประกอบหลักของพักข้าวที่พบ คือ เนื้อพักข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดที่มีสีแดงสดมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เยื่อหุ้มเมล็ดของพักข้าวมีปริมาณเบต้าแคโรทีนและมีไลโคปีน การรับประทานเบต้าแคโรทีนจากพักข้าว พบว่า สามารถดูดซึมในร่างกายได้ดีเพราะละลายได้ในกรดไขมัน ไลโคปีนเป็นสารกลุ่มแคโรทีนอยด์ พบได้ในผักและผลไม้บางชนิด ทำหน้าที่เป็นรงควัตถุรวบรวมแสงให้แก่พืชและป้องกันพืชจากออกซิเจนโมเลกุลเดี่ยว (อนุมูลอิสระ) และแสงที่เข้มเกินไป การบริโภคไลโคปีนที่มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน ได้รับการพิสูจน์จากวงการแพทย์ว่ามีผลลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ โรคมะเร็งต่อมลูกหมาก มะเร็งปอด และมะเร็งกระเพาะอาหาร เนื่องจากเยื่อหุ้มเมล็ดพักข้าวมีไลโคปีนมากกว่าผลไม้ทุกชนิด (ฐานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2558; สุทธิพงศ์ ถิ่นเขาน้อย, 2554) เจลาตินเป็นโปรตีนชนิดหนึ่งที่ได้มาจากเส้นใยคอลลาเจนประกอบด้วยกรดอะมิโนทั้งหมด 19 ชนิด ต่อกันด้วยพันธะเพปไทด์ (peptide) เป็นสายยาวย่อยง่าย เจลาตินเป็นโปรตีนที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากขาดกรดอะมิโนที่จำเป็น คือ ทริปโตเฟน เจลาตินผลิตจาก 4 แหล่งด้วยกัน คือ ปลา หนังหมู กระดูกวัว และหนังวัวที่กำจัดเกล็ดแร่ออก เจลาตินที่ได้มาจากแหล่งต่างชนิดจะมีองค์ประกอบที่แตกต่างกัน และใช้เป็นส่วนประกอบที่ใช้ทั่วไปในการผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาด เจลาตินมีหน้าที่ในการขึ้นรูป ปรับปรุงโครงสร้าง และสร้างความแข็งแรงให้กับเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ในผลิตภัณฑ์กัมมี่และเยลลี่ เจลาตินจะมีเนื้อสัมผัสค่อนข้างนุ่มเหนียวและมีความยืดหยุ่น นอกจากนี้มีการเติมน้ำตาลซึ่งเป็นสารในกลุ่มคาร์โบไฮเดรตมีหลายชนิด (สุวรรณ สุภิมารส, 2543; อรุณ ชาญชัยเขาวีวัฒน์ และคณะ, 2560) น้ำตาลทรายหรือซูโครส (sucrose) เป็นส่วนผสมหลักในการผลิตลูกกวาดทั่วไป น้ำตาลทรายมีคุณสมบัติ คือ เป็นสารให้ความหวานซึ่งเป็นลักษณะที่เด่นชัดของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มที่มีน้ำตาลเป็นส่วนผสมหลัก ให้เนื้อและน้ำหนักแก่ผลิตภัณฑ์ เนื่องจากในส่วนผสมโดยทั่วไปจะมีการใช้น้ำตาลร้อยละ 70 ของน้ำหนักทั้งหมด กลูโคสใช้ปรับจัดเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตลูกกวาดทุกชนิด รองลงมาจากน้ำตาลทราย น้ำหนักของกลูโคสใช้ปรับ คือ ทำให้น้ำตาลที่อยู่ในสภาวะเป็นสารละลายอิมัลชันยวดยืดไม่ตกผลึกออกมาหรือเกิดผลึกข้างหรือน้อยลง นอกจากนี้ยังมีผลต่อรสชาติและอายุการเก็บรักษา และกรดเป็นสารปรุงแต่งที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ลูกกวาด กัมมี่ และเยลลี่รสชาติดีขึ้น กรดที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์ลูกกวาดมีอยู่ประมาณ 4-5 ชนิด ได้แก่ กรดซิตริก กรดมาลิก กรดทาร์ทาริก กรดแล็กติก และกรดแอสซิดิก (Woo, 1988) พจณี อุบลโกษณ์ (2546) ศึกษาการพัฒนาเยลลี่เจลาตินผสมชาเขียว เริ่มจากการสำรวจข้อมูลของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคร้อยละ 84 เคยบริโภคชาเขียว ชาเขียวที่ทำจากยอดชาอ่อนและใบชาแก่ของชาพันธุ์อัสสัมมีค่า a_w น้อยกว่า 0.6 ทั้ง 2 ชนิด ค่าสีของผงชาเขียวบดละเอียด และค่าสีน้ำชาที่ได้มีลักษณะเป็นสีเขียวอมเหลือง ชาเขียวยอดอ่อนจะมีปริมาณแทนนิน สาร epigallocatechin gallate (EGCG) และคาเฟอีนมากกว่าชาเขียวใบแก่ แต่ค่าฟลูออไรด์จะมีค่าน้อยกว่าชาเขียวใบแก่ ผลการศึกษาการพัฒนาสูตรของเยลลี่เจลาตินผสมชาเขียวจะประกอบด้วยเจลาตินร้อยละ 6.84 กลูโคสใช้ปรับร้อยละ 46.58 น้ำตาลทรายร้อยละ 19.79 น้ำชาเขียวผสมร้อยละ 25.90 ผงชาเขียวผสมร้อยละ 0.38 เมนทอล ร้อยละ 0.01 และกิลินรชชาเขียวสังเคราะห์ร้อยละ 0.5 โดยอุณหภูมิที่ใช้ในการเตรียมสารละลายกลูโคสใช้ปรับและน้ำตาลทรายเท่ากับ 123 องศาเซลเซียส จากการประเมินค่าคุณภาพของเยลลี่เจลาตินผสมชาเขียวทางกายภาพ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่า L^* , a^* และ b^* เท่ากับ 28.10, 0.70 และ 8.16 ค่าความแข็ง 17.88 นิวตัน ค่าความสามารถในการเกาะตัวรวมกัน 0.78 ค่าความยืดหยุ่น 1.65 มิลลิเมตร ค่าความเหนียวเท่ากับ 18.38 นิวตัน ค่าความสามารถในการเกาะติดผิวเท่ากับ 1.81 นิวตันมิลลิเมตร และค่า a_w เท่ากับ 0.714 ค่าคุณภาพทางเคมี ผลิตภัณฑ์มีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 81.05 ความชื้นร้อยละ 18.95 คาเฟอีน 0.39 มิลลิกรัม/กรัม ฟลูออไรด์ 0.01 มิลลิกรัม/กรัม และปริมาณสาร epigallocatechin gallate 0.24 มิลลิกรัม/กรัม ค่าคุณภาพทางจุลินทรีย์มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 250 โคโลนี/กรัม อาหาร ปริมาณเ็นีสต์และรานน้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัมอาหาร เยลลี่เจลาตินผสมชาเขียวบรรจุในซอง OPP20/DL/ CPP VM25 ความหนา 45 ไมครอน ที่อุณหภูมิห้องสามารถเก็บได้นานกว่า 8 สัปดาห์ จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคพบว่าผู้บริโภค ร้อยละ 91 ยอมรับผลิตภัณฑ์และมีความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง เศรษฐินี แสงอ่อน และคณะ (2558) ศึกษาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่โดยทดสอบหาตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดหยาบโดยใช้ตัวทำละลาย 3 ชนิด ได้แก่ เอทานอลร้อยละ 95 เอทานอลร้อยละ 50 และน้ำ วิเคราะห์แอนโทไซยานิน โพลีฟีนอล และฟลาโวนอยด์ โดยนำสารสกัดหยาบที่สกัดได้มาศึกษาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่โดยใช้เจลาตินเป็นสารก่อเจล ผลการศึกษาพบว่าเอทานอลร้อยละ 95 ให้ผลผลิตไม่ต่างกันใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อยละสูงกว่าตัวทำละลายอีก 2 ชนิด อินทรีรา ลิจันทรพร และคณะ (2558) ศึกษาพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่จากใบบัวหลวง โดยเปรียบเทียบปริมาณน้ำใบบัวหลวงร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 พบว่า การเพิ่มปริมาณผงใบบัวหลวงในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่ส่งผลให้ความความแข็ง และความสม่ำเสมอภายในมีค่าสูงขึ้น โดยผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่จากน้ำผงใบบัวหลวงร้อยละ 100 มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่จากน้ำผงใบบัวหลวงร้อยละ 100 สูงที่สุด จากการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีพบว่า ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่จากน้ำผงใบบัวหลวงร้อยละ 100 มีปริมาณมากที่สุด และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่จากใบบัวหลวงร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เพื่องฟ้า เพชรประดับฟ้า และศุภนิดา โพธิ์สามต้น (2560) ศึกษาพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่จากสมุนไพรชนิดที่มีน้ำตาลต่ำ ให้มีรสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยพัฒนาสูตรกัมมีเยลลี่จากสมุนไพร 4 ชนิด สูตรเก็บสววยประกอบด้วยเจลาตินร้อยละ 9.2 กลูโคสไซรัปร้อยละ 24 ไชลิทอลร้อยละ 24 ซูคราโลสร้อยละ 0.04 กรดซิตริกร้อยละ 2.4 และน้ำเก็กฮวยร้อยละ 28.4 สูตรกระเจี๊ยบแดงประกอบด้วยเจลาตินร้อยละ 9.6 กลูโคสไซรัปร้อยละ 24 กรดซิตริกร้อยละ 2.8 ไชลิทอลร้อยละ 24 ซูคราโลสร้อยละ 0.04 และน้ำกระเจี๊ยบแดงร้อยละ 27.6 สูตรมะตูมประกอบด้วยเจลาตินร้อยละ 9 กลูโคสไซรัปร้อยละ 24 กรดซิตริก ร้อยละ 3 ไชลิทอลร้อยละ 36 และน้ำมะตูมร้อยละ 28 สูตรมะขามป้อมประกอบด้วยเจลาตินร้อยละ 9.7 กลูโคสไซรัปร้อยละ 24 กรดมาลิกร้อยละ 2.6 ไชลิทอลร้อยละ 36 และน้ำมะขามป้อมร้อยละ 27.7 ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale พบว่า กัมมีเยลลี่สูตรเก็บสววยและสูตรกระเจี๊ยบแดงได้รับคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติเท่ากับ 6.4 และ 6.3 จากรายงานวิจัยข้างต้นยังไม่พบข้อมูลการผลิตกัมมีเยลลี่จากพืชข้าว จากข้อดีสรรพคุณพืชข้าวดังกล่าวข้างต้นจะ เห็นได้ว่าพืชข้าวมีประโยชน์เนื่องด้วยองค์ประกอบทางด้านเคมีและเหมาะสมที่จะนำมาศึกษาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารให้มีความหลากหลายมากขึ้น งานวิจัยนี้ศึกษาผลของปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมที่มีต่อการผลิตกัมมีน้ำสับปะรดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ด พืชข้าว รวมถึงการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เคมี และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เพื่อให้เกิดคุณสมบัติที่ดีต่อความต้องการของผู้บริโภค ในด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวและเป็นแนวทางการใช้ประโยชน์ทางอาหารจากเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวต่อไปในอนาคต

วิธีการศึกษา

การเตรียมตัวอย่างผงเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าว

นำผลพืชข้าวมาล้างน้ำให้สะอาด ทำการปอกเปลือกพืชข้าวและแยกส่วนเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าว นำมากรองเอาเมล็ดออก โดยใช้กระชอนแยก นำมาวางลงในถาดสแตนเลสอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 20 ชั่วโมง ปริมาณความชื้นเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวหลังอบมีค่าเท่ากับร้อยละ 2.95 หลังจากนั้นนำมาบดด้วยเครื่องบดไฟฟ้าให้ละเอียดและทำการเขย่าโดยเครื่องเขย่าตะแกรงร่อนแยกขนาดที่ 500 ไมครอน บรรจุใส่ถุงปิดสนิทเก็บในโถดูดความชื้น (อินทรีรา ลิจันทรพร และคณะ, 2558)

การผลิตกัมมีน้ำสับปะรดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าว

การศึกษาปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมที่มีต่อการผลิตกัมมีน้ำสับปะรดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าว โดยศึกษาปริมาณเจลาตินที่เหมาะสม รายละเอียดดังแสดงใน (Table 1)

Table 1 Mixed ingredients ratio in the production of pineapple juice gummy supplemented with gac fruit aril powder.

Experiment	Gac fruit aril powder (g)	Pineapple juice (ml)	Glucose syrup (g)	Gelatin (g)
1	3	70	70	14.2
2	3	70	70	5.0
3	3	70	70	10.0
4	3	70	70	15.0
5	3	70	70	20.0

N.B. Experiment 1 is a treatment control of gelatin according to the standard formula.

Source: Adapted from Supimaras (2000); Garcia (2000)งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเจลาตินปริมาณ 14.2, 5.0, 10.0, 15.0 และ 20.0 กรัม ละลายในน้ำสับปะรด 35 มิลลิลิตรที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที จนกระทั่งสารละลายและเตรียมกลูโคสไซรัปโดยการชั่ง 70 กรัม ละลายในน้ำสับปะรดปริมาตร 35 มิลลิลิตร นำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที เติมน้ำเชื่อมเม็ดฟักข้าว 3 กรัม นำส่วนผสมเจลาตินและกลูโคสไซรัปที่เตรียมได้ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน เทลงแม่พิมพ์ที่เตรียมไว้รอให้อุณหภูมิลดลงแล้วนำเข้าตู้เย็นนาน 30 นาทีเพื่อให้กัมมีคงรูป (อินทิตรา ลิจันทรพร และคณะ, 2558)

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

สมบัติทางกายภาพที่ทำการศึกษา ได้แก่ การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสความแข็ง (hardness) ด้วยเครื่อง texture analyzer ค่าที่วัดได้ระบุความแข็งแรงของเจล (gel strength) (Bourne, 1978) และการวิเคราะห์ค่าสี ความสว่าง (L*) สีแดงและสีเหลือง (+a* และ +b*) ด้วย colorimeter ตามวิธี AOAC (2000)

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

สมบัติทางเคมีที่ทำการศึกษา ได้แก่ การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้ pH meter การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (total soluble solid) โดยใช้ hand refractometer การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (total acidity) โดยการไตเตรต ตามวิธี AOAC (2000) การวิเคราะห์หาความชื้น ตามวิธี AOAC (2000) และการวิเคราะห์ปริมาณไลโปตีนตามวิธี Fish et al. (2002)

การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส

ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยทดสอบความชอบด้วยวิธี 9-point hedonic scale โดยใช้จำนวนผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน กำหนดให้คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุดไปจนถึงระดับคะแนน 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด โดยให้พิจารณาการให้คะแนนด้านสี ด้านกลิ่น ด้านรสชาติ ด้านความใส และด้านความชอบโดยรวม (ไพโรจน์ วิริยจาวี, 2555)



การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางเคมีโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) วิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวางแผนทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ไพโรจน์ วิริยจาวี, 2555)

ผลการศึกษาและวิจารณ์




ศึกษาผลของปริมาณการเติมเจลาตินที่มีต่อคุณภาพของกัมมีน้ำสับปะรดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว โดยแปรผันชุดการทดลองดังนี้ ชุดการทดลองที่ 1 (สูตรควบคุม) เติมเจลาตินตามสูตรมาตรฐานการทำกัมมีเยลลี่ คือ เจลาติน 14.2 กรัม ชุดการทดลองที่ 2 เจลาติน 5.0 กรัม ชุดการทดลองที่ 3 เจลาติน 10.0 กรัม ชุดการทดลองที่ 4 เจลาติน 15.0 กรัม และชุดการทดลองที่ 5 เจลาติน 20.0 กรัม ตามลำดับ เมื่อสังเกตลักษณะภายนอกผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 ชุดการทดลอง พบว่ามีความแตกต่างกันในด้านสี เนื้อสัมผัส และความแข็งแรงของเจล เนื่องจากในแต่ละชุดการทดลองแปรผันปริมาณเจลาตินที่แตกต่างกัน จากผลการวัดค่าความแข็งแรงของเจลโดยวัดในรูปความแข็ง ชุดการทดลองที่ 5 มีความแข็งของเจลมากที่สุด ส่วนชุดการทดลองที่ 2 มีความแข็งแรงของเจลต่ำที่สุด ผลการทดลองดังแสดงใน Table 2

Table 2 Physical appearances of pineapple juice gummy products supplemented with gac fruit aril.

Experiment	Picture	Color	Odor	Gel strength
1		Dark brown	Mixed gac fruit and pineapple	Medium gel strength
2		Pale brown	Mixed gac fruit and pineapple	Slightly gel strength

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 2 (continued).

Experiment	Picture	Color	Odor	Gel strength
3		Dark brown	Mixed gac fruit and pineapple	Medium gel strength
4		Dark brown	Mixed gac fruit and pineapple	Hard gel strength
5		Dark brown	Mixed gac fruit and pineapple	Strongest gel strength

จาก Table 3 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพกัมมีน้ำสับประรดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว จากการวิเคราะห์คุณภาพสมบัติทางด้านกายภาพด้านสี พบว่า ค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์กัมมีน้ำสับประรดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว ชุดการทดลองที่ 1 มีค่าความสว่างมากที่สุด คือ 35.46 รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่ 5, 2, 4 และ 3 มีค่า 31.21, 26.37, 26.09 และ 21.64 ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 3 เห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่มีค่าสีเหลืองมากกว่าค่าสีแดง เนื่องจากมีการใช้น้ำสับประรดในการผลิตกัมมี จึงทำให้มีค่าสีเหลืองมากกว่าค่าสีแดงของเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว ซึ่งสีของผลิตภัณฑ์เป็นสีจากธรรมชาติโดยไม่ได้มีการเติมแต่งสีใด ๆ ลงไป แนวโน้มการเติมปริมาณเจลาตินลงไปมากขึ้น ส่งผลให้ค่าสีแดงลดลงแต่ค่าสีเหลืองเพิ่มมากขึ้น (จุฑามาศ พิรพัชระ, 2554; กมลพิพัฒน์ ชนะสิทธิ์ และคณะ, 2559) จากการวิเคราะห์คุณภาพสมบัติทางด้านกายภาพในด้านความแข็ง ค่าที่วัดได้ ดังแสดงใน Table 3 ซึ่งค่านี้สามารถบ่งบอกถึงความแข็งแรงของเจลได้ ถ้าค่าที่วัดได้มีค่ามาก เจลมีความแข็งแรงมาก เมื่อพิจารณาจากค่าความแข็งแรงของเจล พบว่าลักษณะเนื้อสัมผัสที่มีความแข็งแรงสูงสุด คือ ชุดการทดลองที่ 5 มีค่าความแข็งแรงสูงที่สุด เนื่องจากปริมาณเจลาตินที่เติมมีความเข้มข้นมากกว่าชุดอื่น ส่วนชุดการทดลองที่ 2 มีค่าความแข็งแรงต่ำสุด เนื่องจากมีปริมาณเจลาตินต่ำกว่าชุดการทดลองอื่นจึงทำให้มีโครงสร้างของเจลที่มีความแข็งแรงมากกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ เจลของเจลาตินจะมีความยืดหยุ่น (elastic) ความแข็งแรงของเจลจะมีความสัมพันธ์แปรผกผันกับอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิลดลงความแข็งแรงของเจลก็จะเพิ่มขึ้น เวลาในการเกิดเจลขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของเจลาติน ความแข็งแรงของเจลจะเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น (Demars and Ziegler, 1996; Glicksman, 1969)

Table 3 Physical properties of pineapple juice gummy products supplemented with gac fruit aril.

Experiment	Values*			Hardness (N)
	L*	a*	b*	
1	35.46 ^a	1.34 ^b	1.56 ^c	0.866 ^c
2	26.37 ^{bc}	6.26 ^a	6.63 ^{ab}	0.129 ^d
3	21.64 ^c	5.53 ^a	5.56 ^{ab}	0.755 ^e
4	26.09 ^{bc}	5.14 ^a	4.50 ^b	1.330 ^b
5	31.21 ^{ab}	4.73 ^a	7.48 ^a	1.560 ^a

Data were based on 3 replications.

Means in the different vertical column followed by the same letter are significantly different at 5% level by DMRT.

จาก Table 4 แสดงคุณภาพทางเคมีของกัมมีน้ำสับประรดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว ผลการทดลองพบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์กัมมีน้ำสับประรดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวโดยทำการวัดทั้งหมด 5 ชุดการทดลอง มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดก่อนหยอดผลิตภัณฑ์ลงแม่พิมพ์ประมาณ 61.00-63.67 °Brix ค่าความเป็นกรด-ด่างพบว่าผลิตภัณฑ์กัมมีน้ำสับประรดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 3.82- 4.04 โดยกรดจะช่วยในเรื่องกลิ่นรสแล้วยังมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้วย กรดจะมีผลต่อการเกิดเจล ค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 4 จะมีผลต่อความแข็งแรงของเจลเจลาติน เพราะความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมมีผลต่อการเกิดเจลอยู่ในช่วง 2.8-3.5 แม้ว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง

ไม่ต่างกันใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่วัดได้สูงกว่าเกณฑ์แต่ก็ยังสามารถเกิดเจลได้ดี อาจเป็นผลเนื่องมาจากปริมาณน้ำเชื่อมกลูโคสที่เติมลงไปมีความหวานมาก ทำให้มีผลต่อความเป็นกรด-ด่างที่วัดได้ ส่งผลให้ค่าที่วัดได้สูงกว่าช่วงที่เหมาะสมต่อการเกิดเจล จากชุดการทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ต่ำกว่า 4 ยกเว้นชุดการทดลองที่ 5 มีค่าเท่ากับ 4.04 มีค่าสูงกว่าทุกชุดการทดลองเล็กน้อย อาจเนื่องมาจากปริมาณเจลาตินที่เติมลงไปมากกว่าทุกชุดการทดลอง ทำให้ค่าที่วัดได้มีค่าสูงกว่าเล็กน้อย (ชรินทร์ อุดเมื่องคำ, 2552; วิลาสินี ตีปัญญา, 2551; Pye, 1997) ปริมาณกรดทั้งหมดคำนวณในรูปกรดซิตริกของผลิตภัณฑ์ก็มีน้ำส้มประดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวมีปริมาณกรดทั้งหมดอยู่ระหว่างร้อยละ 0.57-0.80 จะเห็นได้ว่าปริมาณกรดทั้งหมดของชุดการทดลองที่ 5 มีค่ามากที่สุด เพราะเป็นช่วงปริมาณกรดทั้งหมดที่เหมาะสมต่อการนี้จะมีผลต่อการเกิดเจลของเจลาตินได้มากกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ นอกจากนี้ปริมาณกรดที่ใช้ช่วยในเรื่องกลิ่นรสแล้ว ยังมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้วย กรดจะมีผลต่อการเกิดเจลของเจลาตินและการเกิดอินเวอร์ชันของซูโครสในระหว่างกรรมวิธีการผลิต (ศิวพร ศิวเวช, 2535) โดยในการวิเคราะห์หาปริมาณกรดทั้งหมดจะรายงานในรูปของกรดซิตริกเสมอและปริมาณกรดทั้งหมดที่ใช้นั้นจะไม่ได้บอกค่าความเป็นกรด-ด่างได้ สำหรับชุดการทดลองที่ 5 แนวโน้มอาจจะเป็นไปในทิศทางเดียวกัน สาเหตุหนึ่งที่เป็นไปได้คือ การวัดค่าความเป็นกรด-ด่างหรือปริมาณกรดทั้งหมดอาจมีข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการทดลอง (สุวรรณ สุภิมารส, 2543) ค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำส้มประดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวแต่ละชุดการทดลองมีความไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ซึ่งค่าความชื้นมีค่าไม่แตกต่างกันเนื่องจากปริมาณน้ำส้มประดถูกควบคุมในชุดการทดลอง พบว่าความชื้นของผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 ชุดการทดลองอยู่ในช่วงร้อยละ 2.41-2.81 (ดวงกมล ตั้งสติพร และคณะ, 2556) ก็มีและเยลดีเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นสูง คือ มีความชื้นร้อยละ 10-25 แต่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์สัมมูลไม่สูงมากนัก ทั้งนี้เนื่องจากไฮโดรคอลลอยด์ที่เป็นส่วนประกอบทำหน้าที่ในการยึดจับน้ำส่วนหนึ่งไว้ (สุวรรณ สุภิมารส, 2543; Uddin and Khanom, 1992) จากการวิเคราะห์ปริมาณไลโคปีนของผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำส้มประดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ ($P > 0.05$) ซึ่งปริมาณไลโคปีนที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์มีการเติมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวในปริมาณที่เท่ากันทั้ง 5 ชุดการทดลอง จึงทำให้ปริมาณไลโคปีนที่วิเคราะห์ได้ไม่มีความแตกต่างกันมากเมื่อเปรียบเทียบปริมาณไลโคปีน เยื่อหุ้มฟักข้าวภายหลังการเตรียมพบว่ามีความเท่ากับ 1.60 mg/kg มีค่าลดลงเล็กน้อย อาจเนื่องมาจากการสูญเสียความร้อนในกระบวนการผลิต (Fish et al., 2002)

Table 4 Chemical properties of pineapple juice gummy products supplemented with gac fruit aril.

Treatment	Values				
	TSS (%Brix)	pH	% Total acidity	% Moisture	Lycopene (mg/kg)
1	63.00 ^a	3.96 ^b	0.71 ^{ab}	2.50	1.57
2	61.00 ^b	3.82 ^c	0.57 ^c	2.81	1.58
3	62.00 ^{ab}	3.90 ^c	0.67 ^b	2.68	1.58
4	63.33 ^a	3.97 ^b	0.76 ^a	2.54	1.57
5	63.67 ^a	4.04 ^a	0.80 ^a	2.41	1.57

Data were based on 3 replications.

Means in the different vertical column followed by the same letter are significantly different at 5% level by DMRT.

จาก Table 5 คุณภาพด้านประสาทสัมผัสที่มีน้ำส้มประดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9-point-hedonic scaling (1-9 คะแนน) (Meilgaard et al., 1999) ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน โดยกำหนดปัจจัยคุณภาพด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม การเติมเจลาตินลงในผลิตภัณฑ์ในปริมาณต่างกันพบว่า ปริมาณเจลาตินมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค จากข้อมูลที่ได้จะเห็นได้ว่าการเติมปริมาณเจลาตินที่มากขึ้นส่งผลให้คะแนนการยอมรับด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น โดยชุดการทดลองที่ 4 ปริมาณเจลาติน 15.0 กรัม เป็นสูตรที่ได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด เนื่องจากเป็นสูตรที่มีปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะที่เข้มข้น มีกลิ่นของเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว มีรสชาติและเนื้อสัมผัสที่ดี ซึ่งคะแนนที่ได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติสำหรับชุดการทดลองที่ 1 (7.60) ซึ่งชุดการทดลองที่ 4 มีปริมาณเจลาตินใกล้เคียงสูตรมาตรฐาน แสดงว่าปริมาณเจลาตินที่เติมลงไปยังไม่ทำให้เกิดความแตกต่างในการยอมรับมาก แต่ทั้งนี้คงต้องดูผลส่วนอื่นด้วย เช่น การวิเคราะห์ทางกายภาพ การวิเคราะห์ทางเคมี และนำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาสรุปร่วมกัน ส่วนปริมาณเจลาตินที่เติมมากเกินไปส่งผลให้แนวโน้มการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

ไม่ว่าการณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณเจลาตินที่เติมมากลงไปส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งของเจลมากขึ้น ซึ่งผู้ทดสอบชิมจะไม่ชอบความแข็ง (ศิมาภรณ์ มีแสง, 2546; สุวรรณ สุภิมารศ, 2543; Sousa et al., 1997)

Table 5 Sensory properties of pineapple juice gummy products supplemented with gac fruit aril.

Treatment	Values				Overall acceptability
	Color	Odor	Taste	Texture	
1	7.30 ^{ab}	7.53 ^a	8.00 ^a	7.60 ^a	7.60 ^a
2	7.00 ^b	7.20 ^{ab}	6.26 ^b	6.86 ^b	6.86 ^b
3	6.80 ^b	7.03 ^{ab}	6.70 ^b	6.93 ^b	6.93 ^b
4	7.60 ^a	7.50 ^a	7.73 ^a	7.63 ^a	7.63 ^a
5	6.90 ^b	6.80 ^b	6.26 ^b	6.90 ^b	6.90 ^b

Data were based on 3 replications.

Means in the different vertical column followed by the same letter are significantly different at 5% level by DMRT.

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมต่อการผลิตกัมมี่น้ำสับประดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว พบว่าปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมต่อการผลิตกัมมี่ คือ ชุดการทดลองที่ 4 ปริมาณเจลาติน 15.0 กรัม มีความคงตัวและมีการเกิดเจลมากที่สุดและเหมาะสมในการนำมาทำผลิตภัณฑ์กัมมี่น้ำสับประดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว และคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์กัมมี่น้ำสับประดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว ในขณะที่การประเมินการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสในคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกัน โดยที่คุณลักษณะด้านสี กลิ่น และความชอบโดยรวม ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนชุดการทดลองที่ 4 มากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงไปด้วยดี ผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณนักศึกษาศาखाวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ชั้นปีที่ 4 เจ้าหน้าที่สาขา คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลบุรีที่ให้ความช่วยเหลือด้านการเตรียมตัวอย่าง การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล และอำนวยความสะดวกด้านสถานที่ในการปฏิบัติการ ตลอดจนการสนับสนุนวิจัยด้วยงบประมาณคณะฯ จนแล้วเสร็จจลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กมลพิพัฒน์ ชนะสิทธิ์, ปรัชญา แพมมงคล และศศิธร ป้อมเสียงพิน. 2559. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่. ใน การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 8. น. 63-71. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ, กรุงเทพฯ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2558. ความรู้เรื่องเยลลี่. กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. <http://www.cliniotech.most.go.th> (29 ตุลาคม 2558).

ชรินทร์ อดเมืองคำ. 2552. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่จากสาหร่ายไค. ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ฐานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 2558. ฟักข้าว. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. <http://www.phargarden.com> (2 พฤศจิกายน 2558).

ดวงกมล ตั้งสถิตพร, ธันย์ชนก จรเสมอ และชิตชนก เอมอมร. 2556. การใช้ประโยชน์จากแกนสับประดและชาภูฟ้าในผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่ม. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ฉบับพิเศษ: 24-35.

พจน์ อุปโภชน์. 2546. การพัฒนาเจลลี่เจลาตินผสมชาเขียว. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2555. การออกแบบการทดลอง. พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่: สาขาวิชาเทคโนโลยีการพัฒนาระบบผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เฟื่องฟ้า เพ็ชรประดับฟ้า และศุภนิดา โพธิ์สามต้น. 2560. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่สมุนไพรชนิดที่มีปริมาณน้ำตาลต่ำ. เภสัชศาสตรบัณฑิต, ภาควิชาอาหารเคมี คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

วิลาสินี ดีปัญญา. 2551. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะขาม. ใน รายงานการวิจัย. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ เอกสพรบุรี. เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ติมาภรณ์ มีแสง. 2546. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่รสมะนาววิตามินซีสูง. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศิวาพร ศิวเวช. 2553. วัตถุประสงค์อาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร. นครปฐม: โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- เศรษฐินี แสงอ่อน, สุภาวดี ดาวดี และดวงกมล ศักดิ์เลิศสกุล. 2558. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากสารสกัดหมากเฒ่า (*Antidesma velutinosa* Blume). *วารสารเภสัชศาสตร์อีสาน* 11(ฉบับพิเศษ): 261-266.
- สุทธิพงศ์ ถิ่นเขาน้อย. 2554. *พืชอาหารต้านโรค สำหรับรับประทานอาหารแทนยา*. กรุงเทพฯ: นีออน นึก มีเดีย.
- สุวรรณนา สุภิมารส. 2543. *เทคโนโลยีการผลิตลูกกวาดและช็อกโกแลต*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรุณ ชานัญชัยเขาวีวัฒน์, ณัฐคนัย สิงห์ศรีวรรณ และสุวิทย์ เกิดทับทิม. 2560. การสร้างตู๋บ่มลูกแป้งและการแปรรูปกัมมี่เยลลี่จากข้าวหมากผสมสมุนไพรเพื่อเป็นขนมเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและใช้เป็นผลิตภัณฑ์ชุมชน. ใน *รายงานการวิจัยและการพัฒนาการวิจัยการเกษตร ฉบับสมบูรณ์*. มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา.
- อินทริภา ลิจันทรพร, ภูรินทร์ อัครกุลธร, นพรัตน์ ปานสอาด และวิยณา สวยทอง. 2558. ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและสารต้านอนุมูลอิสระของ ลูกกัมมี่เสริมผงใบบัวหลวง. ใน *การประชุมวิชาการ "การพัฒนাবัวให้เป็นพืชเศรษฐกิจ ครั้งที่ 12" ปทุมธานี ... เมืองบัว*. น. 110-114. พิพิธภัณฑบัว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.
- AOAC. 2000. *Official methods of analysis*, 17th ed. USA: The Association of Official Analytical Chemists (AOAC).
- Bourne, M. C. 1978. Texture profile analysis. *Food Technology* 32: 62-66.
- Demars, L. L., and Ziegler, G. 1996. Texture and structure of gelatin / HM pectin-based gummy confections. *Food Hydrocolloids* 15(4): 643-653.
- Fish, W. W., Perkins-Veazie, P., and Collins, J. K. 2002. A quantitative assay for lycopene that utilizes reduced volumes of organic solvents. *Journal of Food Composition and Analysis* 15(3): 309-317.
- Garcia, T. 2000. Analysis of gelatin-based confections. *The Manufacturing Confectioner* 80(6): 93-101.
- Glicksman, M. 1969. *Gum technology in food industry*. New York: Academic Press.
- Meilgaard, M., Civille, G. V., and Carr, B. T. 1999. *Sensory evaluation techniques*. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press LLC.
- Pye, J. 1997. Gelatin and applications. In *Symposium on Confectionery Technology, Food Science and Technology Association of Thailand*, S. Maneepan, ed. pp. 28-40. Bangkok: n.p.
- Sousa, I. M. N., Matias, E. C., and Laureano, O. 1997. The texture of low calorie grape juice jelly. *Journal of Zeitschrift fuer Lebensmitteluntersuchung und -Forschung (Germany)* 205 (2): 140-142.
- Supimaros, S. 2000. *Technology of confectionery and chocolate production*. Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- Uddin, M. B., and Khanom, S. A. A. 1992. Comparative studies on single and mixed-fruit jelly preparation. *Bangladesh Journal of Nutrition* 5 (2): 21-26.
- Woo, A. 1988. Use of organic acids in confectionery. *The Manufacturing Confectioner* 78(8): 63-70.

วันรับบทความ (Received date) : 25 ก.ค. 62

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 21 พ.ค. 63

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 5 มิ.ย. 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้