ผลของอัตราส่วนน้ำมะเขือเทศและน้ำเสาวรสต่อสมบัติทางกายภาพและเคมี และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่ม

Effect of Tomato–Passion Fruit Juice Ratio on Physicochemical Properties and Sensory Acceptance of Drinking Jelly

สุทธิดา ปัญญาเจริญ[1], นาเดีย ขิลละ[2], ศิริพร สิริรักษาทรัพย์[3], สิขเรศ คงแก้ว[4] และ ครองจิต วรรณวงศ์[5*]

Suttida Panyajaroen[1], Nadia Khilla[2], Siriporn Siriraksasap[3], Sikaret Kongkaew[4] and Krongjit Wannawong[5*]

[1,2,3] นักศึกษา, ภาควิชาคหกรรมศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

[1,2,3] Undergraduate Student, Department of **Home Economics**, Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University.

[4] อาจารย์, ภาควิชาคหกรรมศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

[4] Lecturer, Department of Home Economics, Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University.

[5] อาจารย์, ภาควิชาคหกรรมศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

[5] Lecturer, Department of Home Economics, Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University.

[*]**Corresponding author, E-mail:** krongjit_wan@cmru.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่มะเขือเทศผสมน้ำเสาวรสพร้อมดื่ม โดยแปรปริมาณอัตราส่วนของน้ำมะเขือเทศผสมน้ำเสาวรสที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 100:0, 75:25, 50:50 และ 25:75 นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total Soluble Solids; TSS) ค่าความเป็นกรด–ด่าง (pH) ค่าสีในระบบ CIE (L*, a*, b*) และวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยวิธี Texture Profile Analysis (TPA) รวมทั้งประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 50 คน ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scale ผลการศึกษา พบว่าการเพิ่มสัดส่วนของน้ำเสาวรสส่งผลให้ค่า TSS เพิ่มขึ้นจาก 5 เป็น 9 °Brix และค่า pH ลดลงจาก 4.2 เป็น 2.8 แสดงถึงการเพิ่มความเป็นกรดของผลิตภัณฑ์ การวิเคราะห์ค่าสี พบว่าค่า L* และ b* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่า a* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อปริมาณน้ำเสาวรสเพิ่มขึ้น ผลการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analysis) พบว่าสูตรที่ผสมน้ำเสาวรสร้อยละ 25 มีค่า Firmness, Consistency, Cohesiveness สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 2133.24±181.84 g. 15478.22±1833.54 g·sec และ 289.25±134.24 g ตามลำดับ ขณะที่การประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่าสูตรที่ผสมน้ำเสาวรสร้อยละ 25 ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.57 (ความชอบมาก) ดังนั้นการผสมน้ำเสาวรสใน

ระดับที่เหมาะสม (ร้อยละ 25) ช่วยปรับปรุงคุณลักษณะทางกายภาพให้ดีขึ้น และช่วยส่งเสริมคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเยลลี่มะเขือเทศพร้อมดื่มให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคได้มากกว่าสูตรควบคุม

คำสำคัญ: เยลลี่พร้อมดื่ม การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส การยอมรับทางประสาทสัมผัส

Abstract

This study aimed to develop a passion fruit–fortified tomato drinking jelly by varying the ratio of tomato juice to passion fruit juice at four levels: 100:0, 75:25, 50:50, and 25:75. The resulting products were analyzed for their physicochemical properties, including total soluble solids (TSS), pH, color values in the CIE (L*, a*, b*) system, and texture characteristics using Texture Profile Analysis (TPA). Sensory acceptance was also evaluated by 50 untrained panelists using a 9-point hedonic scale. The results indicated that increasing the proportion of passion fruit juice increased the total soluble solids from 5 to 9 °Brix, while the pH decreased from 4.2 to 2.8, indicating higher acidity in the product. Color analysis revealed that the L* and b* values tended to increase, whereas the a* value significantly decreased ($p \leq 0.05$) as the proportion of passion fruit juice increased. The texture profile analysis showed that the formulation containing 25% passion fruit juice exhibited the highest values of firmness, consistency, cohesiveness, with values of 2133.24 ± 181.84 g, 15478.22 ± 1833.54 g·sec, and 289.25 ± 134.24 g respectively ($p \leq 0.05$). Sensory evaluation results demonstrated that the formulation containing 25% passion fruit juice received the highest overall liking score, with an average score of 7.57 (liked very much). Therefore, the incorporation of passion fruit juice at an appropriate level (25%) improved the physicochemical properties and enhanced the sensory acceptance of tomato drinking jelly compared with the control formulation.

Keywords: Drinking Jelly, Texture Analysis, Sensory Acceptance

บทนำ

ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญกับผลิตภัณฑ์อาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง สะดวกต่อการบริโภค และมีคุณสมบัติส่งเสริมสุขภาพมากขึ้น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมบริโภคและเครื่องดื่มเชิงหน้าที่ (functional foods and beverages) ได้รับความนิยมอย่างต่อเนื่องในตลาดอาหาร (Granato et al., 2020) ผลิตภัณฑ์ประเภทเยลลี่พร้อมดื่ม (drinking jelly) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะกึ่งของแข็งกึ่งของเหลว สามารถบริโภคได้สะดวกและมีเนื้อสัมผัสที่เป็นเอกลักษณ์ จึงได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นในกลุ่มผู้บริโภคหลายช่วงวัย เนื่องจากเยลลี่มีสีสันสวยงาม รสชาติหวาน บริโภคได้สะดวก (ดวงกมล ตั้งสถิตพร และคณะ, 2561) โดยเฉพาะเมื่อมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากวัตถุดิบจากผลไม้ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง

เยลลี่พร้อมดื่มเป็นผลิตภัณฑ์อาหารกึ่งของเหลวที่พัฒนาขึ้น เพื่อตอบสนองพฤติกรรมผู้บริโภคยุคปัจจุบันที่ต้องการความสะดวก รวดเร็ว และสามารถบริโภคได้ทุกที่ โดยมีลักษณะเด่นคือเนื้อสัมผัสกึ่งเจลที่สามารถดูดผ่านหลอดหรือรับประทานได้ง่าย มักประกอบด้วยน้ำ น้ำตาล สารให้เกิดเจล เช่น คารา

จีแนน หรือกลูโคแมนแนน รวมถึงสารปรุงแต่งรสและสี เพื่อเพิ่มความน่ารับประทาน (Rittisak et al., 2023) เยลลี่พร้อมดื่มนิยมบริโภคเป็นอาหารว่างระหว่างมื้อ และสามารถพัฒนาให้มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้นได้จากการใช้วัตถุดิบหลากหลาย เช่น ผลไม้ นม หรือธัญพืช รวมถึงการเสริมสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ สารต้านอนุมูลอิสระ ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ ธันยพร บุญศิริ และวรรณนิสา เภาพันธ์ (2567) ที่ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่มจากข้าวไร่ดอกข่าเสริมโปรตีน จากถั่วเหลืองสำหรับผู้สูงอายุ การศึกษาปริมาณของแอนโทไซยานิน ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณไอโซฟลาโวน และงานวิจัยของ ปนิตา ปรีชาหาญ (2563) ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเจลลี่นมแพะผสมน้ำผลไม้ นอกจากนี้งานวิจัยหลายฉบับแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการพัฒนาเยลลี่พร้อมดื่มจากวัตถุดิบทางการเกษตร ทั้งเพื่อเพิ่มมูลค่า เช่น การพัฒนาเยลลี่พร้อมดื่มจากเมล่อนที่มีขนาดไม่ผ่านมาตรฐาน (แสงระวี ณ พัทลุง และคณะ, 2564) ซึ่งสะท้อนถึงแนวโน้มของการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารฟังก์ชันที่ตอบโจทย์ทั้งด้านโภชนาการ ความสะดวก และความยั่งยืนของอุตสาหกรรมอาหารในปัจจุบัน การเกิดโครงสร้างเจลในผลิตภัณฑ์เยลลี่ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยสำคัญ ได้แก่ ชนิด และความเข้มข้นของสารก่อเจล รวมถึงองค์ประกอบของระบบ เช่น ค่า pH ปริมาณน้ำตาล กรด และแร่ธาตุ โดยพอลิแซ็กคาไรด์ เช่น คาราจีแนน และเพคติน สามารถสร้างโครงข่ายสามมิติผ่านปฏิสัมพันธ์ระหว่างโมเลกุล ซึ่งขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ (Campo et al., 2009) อย่างไรก็ตาม ในสภาวะที่มีความเป็นกรดสูงเกินไปอาจทำให้โครงสร้างพอลิเมอร์เกิดการสลายตัว ส่งผลให้ความแข็งแรงของเจลลดลงและเกิดการแยกตัวของน้ำได้ (Necas & Bartosikova, 2013) ดังนั้น องค์ประกอบของวัตถุดิบ เช่น กรดอินทรีย์และของแข็งที่ละลายน้ำได้ในเสาวรส รวมถึงเพคตินในมะเขือเทศ จึงมีบทบาทสำคัญต่อโครงสร้างและคุณภาพเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่ม

มะเขือเทศ (*Solanum lycopersicum* L.) เป็นวัตถุดิบทางการเกษตรที่มีความสำคัญและถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารอย่างแพร่หลาย เนื่องจากอุดมไปด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญ เช่น ไลโคปีน (lycopene) ซึ่งเป็นสารในกลุ่มแคโรทีนอยด์ที่มีสมบัติ ในการต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพสูง และมีบทบาทสำคัญในการช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (NCDs) เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจและโรคมะเร็งบางชนิด (Rao & Rao, 2007; Story et al., 2010) ปัจจุบันการบริโภคมะเขือเทศในรูปแบบผลิตภัณฑ์แปรรูป เช่น น้ำมะเขือเทศ และเยลลี่พร้อมดื่มได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น เนื่องจากความสะดวก และความสามารถในการรักษาคุณค่าทางโภชนาการ อย่างไรก็ตาม มะเขือเทศมีข้อจำกัดด้านกลิ่นรสและรสชาติที่ค่อนข้างเฉพาะตัว ซึ่งอาจส่งผลต่อความพึงพอใจและการยอมรับของผู้บริโภคบางกลุ่ม การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่ใช้มะเขือเทศ เป็นวัตถุดิบร่วมกับผลไม้ชนิดอื่นที่มีรสชาติและกลิ่นหอมที่โดดเด่น อาจช่วยเพิ่มความน่าสนใจและการยอมรับของผู้บริโภคได้

เสาวรส (*Passiflora edulis*) เป็นผลไม้เขตร้อนที่มีรสชาติเปรี้ยวอมหวาน และมีกลิ่นหอมเฉพาะตัว อีกทั้งยังเป็นแหล่งของวิตามิน แร่ธาตุ และสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด เช่น วิตามินซี ฟีนอลิก และแคโรทีนอยด์ ซึ่งมีบทบาทในการช่วยป้องกันความเสียหายของเซลล์จากอนุมูลอิสระ (Dhawan et al., 2004) การนำเสาวรสมาใช้เป็นส่วนผสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร จึงสามารถช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ รวมถึงปรับปรุงคุณลักษณะด้านสี กลิ่น และรสชาติของผลิตภัณฑ์ การนำน้ำเสาวรสมาเสริมในผลิตภัณฑ์เยลลี่มะเขือเทศจึงเป็นแนวทางที่น่าสนใจ ไม่เพียงแต่จะช่วยเพิ่มมูลค่าทางโภชนาการแต่ยังทำหน้าที่เป็นสารปรับปรุงกลิ่นรส (Flavor enhancer) เพื่อกลบกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ของมะเขือเทศ

และเพิ่มความสดชื่นให้กับผลิตภัณฑ์ (Cantalupo et al., 2021) นอกจากนี้ ปริมาณกรดและของแข็งที่ละลายน้ำได้ในเสาวรสยังมีอิทธิพลต่อโครงสร้างตาข่ายของสารก่อเจล (Gelling agent) ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อสมบัติทางกายภาพและลักษณะเนื้อสัมผัสของเยลลี่ (Texture attributes) เช่น ความแน่นเนื้อและความหนืด ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาอิทธิพลของการเสริมน้ำเสาวรสในระดับต่าง ๆ ต่อสมบัติทางกายภาพ เคมี และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ เพื่อพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เยลลี่มะเขือเทศพร้อมดื่มให้เป็นเครื่องดื่มทางเลือกเพื่อสุขภาพที่มีคุณภาพและเป็นที่ยอมรับในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาอัตราส่วนน้ำมะเขือเทศและน้ำเสาวรสที่เหมาะสม สำหรับผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่ม
2. เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์เยลลี่ พร้อมดื่มจากมะเขือเทศผสมน้ำเสาวรส
3. เพื่อประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เยลลี่ พร้อมดื่มจากมะเขือเทศผสมน้ำเสาวรส

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาอัตราส่วนน้ำมะเขือเทศและน้ำเสาวรสที่เหมาะสม สำหรับผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่ม

- การเตรียมน้ำมะเขือเทศ: ใช้มะเขือเทศพันธุ์ท้อสด ล้างด้วยน้ำสะอาดเพื่อกำจัดสิ่งสกปรก จากนั้นหั่นเป็นชิ้นขนาดเล็ก ก่อนนำไปปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นอาหาร กรองส่วนผสมที่ได้ด้วยผ้าขาวบางเพื่อแยกกากและสิ่งเจือปน นำน้ำมะเขือเทศที่ได้ไปผ่านกระบวนการความร้อน (Thermal processing) ในหม้อสเตนเลสที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที แล้วพักไว้เพื่อรอการผสม ทำการวิเคราะห์ค่า pH และวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ของน้ำมะเขือเทศเริ่มต้น

- การเตรียมน้ำเสาวรส: ใช้ผลเสาวรสหวาน พันธุ์สีม่วงจากโครงการหลวง จ.เชียงใหม่ ล้างด้วยน้ำสะอาดผ่าครึ่ง เพื่อแยกน้ำและเมล็ดออกจากเปลือก จากนั้นกรองผ่านผ้าขาวบางเพื่อแยกเมล็ดออก เตรียมสารละลายน้ำเสาวรสโดยการผสมน้ำเสาวรสสกัดเข้มข้นกับน้ำกลั่นในอัตราส่วนร้อยละ 60:40 โดยน้ำหนัก และผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นวิเคราะห์ค่า pH และวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ของน้ำเสาวรสเริ่มต้น

- อัตราส่วนของน้ำมะเขือเทศและน้ำเสาวรสในผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่ม: วัตถุดิบสูตรมาตรฐานประกอบด้วย น้ำมะเขือเทศผสมน้ำเสาวรส 60% น้ำสะอาด 24% น้ำตาล 15% และใช้ผงทำเยลลี่สำเร็จรูป K1 เป็นสารก่อเจล 1% โดยศึกษาอัตราส่วนของน้ำมะเขือเทศและน้ำเสาวรสในผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่มแตกต่างกัน 4 ระดับ ดังนี้ อัตราส่วนของน้ำมะเขือเทศต่อน้ำเสาวรสคิดเป็นร้อยละ 0:100, 25:75, 50:50 และ 75:25 ตามลำดับ

วิธีการทำผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่ม ประยุกต์จากงานของ แสงระวี ณ พทลุง และคณะ (2564) โดยผสมน้ำมะเขือเทศและน้ำเสาวรส น้ำเปล่า น้ำตาล และคาราจีแนน ในหม้อสเตนเลส ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส คนอย่างสม่ำเสมอให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกันเป็นเวลาประมาณ 15 นาที สังเกตุสารละลายมีความใส ปิดไฟและลดอุณหภมิให้เหลือ 60 องศาเซลเซียส จากนั้นบรรจุเยลลี่ลงในบรรจุภัณฑ์ถุงทนร้อนชนิดมีฝาปิด (Pouch) ปิดฝาให้สนิท พักไว้ที่อุณหภูมิห้อง (28±3 องศาเซลเซียส) เพื่อให้เยลลี่เกิดการเซตตัว (Gelling) ประมาณ 2-4 ชั่วโมง จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส) เพื่อรอการวิเคราะห์ลำดับต่อไป

2. การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์

- การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total Soluble Solids): วิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดในหน่วยองศาบริกซ์ (°Brix) ด้วยเครื่อง Hand Refractometer ยี่ห้อ ATAGO; รุ่น MASTER-T, ประเทศญี่ปุ่น

- การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH): วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้เครื่อง pH Meter

- การวิเคราะห์ค่าสี: ตรวจวัดค่าสีในระบบ CIE (L*, a*, b*) โดยใช้เครื่อง Colorimeter ยี่ห้อ Konica Minolta; รุ่น CR-400, ประเทศญี่ปุ่น

- การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analysis): วิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยวัดค่า Firmness, Consistency, Cohesiveness, Index of viscosity ด้วยเครื่อง Texture Analyzer; รุ่น TA.XT Plus, ประเทศอังกฤษ วิธีการวัด ใช้ชุดวัดแรงกดอัดแบบ Back Extrution หัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร pre-test speed 1 mm/sec, test-speed 2 mm/sec, post-test 10 mm/sec.

3. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

วิธีประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ประยุกต์จากงานของ แสงระวี ณ พัทลุง และคณะ (2564) ด้วยวิธีการทดสอบชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 - Point Hedonic Scale) โดยคะแนนความชอบ 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และคะแนนความชอบ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด (1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉย ๆ 6 = ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก ถึง 9 = ชอบมากที่สุด) ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน คุณลักษณะที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

4. การวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองสำหรับการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS v.30

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาอัตราส่วนน้ำมะเขือเทศและน้ำเสาวรส ที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่ม

จากการศึกษากระบวนการผลิตเยลลี่มะเขือเทศผสมน้ำเสาวรสพร้อมดื่ม ในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ ตารางที่ 1 แสดงค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total Soluble Solids; TSS) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของส่วนผสมระหว่างน้ำมะเขือเทศและน้ำเสาวรสในอัตราส่วนต่าง ๆ ซึ่งใช้เป็นวัตถุดิบในการพัฒนาเยลลี่พร้อมดื่ม พบว่า การเพิ่มสัดส่วนของน้ำเสาวรสส่งผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยน้ำมะเขือเทศ 100% มีค่า TSS เท่ากับ 5 °Brix และมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณการเสริมน้ำเสาวรสที่เพิ่มขึ้น โดยสูตรที่มีสัดส่วนน้ำมะเขือเทศต่อน้ำเสาวรสเท่ากับ 75:25, 50:50 และ 25:75 มีค่า Total Soluble

Solids เท่ากับ 6, 7.5 และ 9 °Brix ตามลำดับ ขณะที่สูตรที่ใช้น้ำเสาวรส 100% มีค่า Total Soluble Solids สูงที่สุดเท่ากับ 10 °Brix

ในขณะเดียวกัน ค่า pH ของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลง (มีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น) เมื่อปริมาณน้ำเสาวรสเพิ่มขึ้น โดยสูตรที่ใช้น้ำมะเขือเทศ 100% มีค่า pH เท่ากับ 4.2 ขณะที่สูตรที่มีสัดส่วนของน้ำเสาวรสเพิ่มขึ้น (75:25, 50:50 และ 25:75) มีค่า pH ลดลงเป็น 3.4, 3.1 และ 2.8 ตามลำดับ และสูตรที่ใช้น้ำเสาวรส 100% มีค่า pH ต่ำที่สุดเท่ากับ 2.6

ตารางที่ 1 ตารางแสดงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total Soluble Solids; TSS) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของส่วนผสมระหว่างน้ำมะเขือเทศและน้ำเสาวรสในอัตราส่วนต่าง ๆ

สูตร	Total Soluble Solids (°Brix)	pH
น้ำมะเขือเทศ 100%	5	4.2
น้ำมะเขือเทศ 75 : น้ำเสาวรส 25	6	3.4
น้ำมะเขือเทศ 50 : น้ำเสาวรส 50	7.5	3.1
น้ำมะเขือเทศ 25 : น้ำเสาวรส 75	9	2.8
น้ำเสาวรส 100%	10	2.6

แนวโน้มดังกล่าวอาจอธิบายได้จากลักษณะของน้ำเสาวรส ซึ่งมีปริมาณกรดอินทรีย์ตามธรรมชาติ เช่น กรดซิตริก (citric acid) และกรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) ในระดับสูง ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้นและค่า pH ลดลงเมื่อมีการเสริมน้ำเสาวรสมากขึ้น นอกจากนี้ น้ำเสาวรสยังมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูง ซึ่งเป็นผลมาจากองค์ประกอบของน้ำตาลและสารละลายอื่น ๆ ในเนื้อผลไม้ จึงส่งผลให้ค่า TSS ของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของน้ำเสาวรสที่ใช้ในสูตร

เมื่อนำน้ำมะเขือเทศผสมน้ำเสาวรสในอัตราส่วนต่าง ๆ ไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่ม ดังภาพที่ 1 ซึ่งแสดงลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์เยลลี่มะเขือเทศผสมน้ำเสาวรสพร้อมดื่มทั้ง 4 สูตร โดยเรียงตามระดับปริมาณน้ำเสาวรสจากซ้ายไปขวา ได้แก่ ร้อยละ 0, 25, 50 และ 75 ตามลำดับ

a) b) c) d)

ภาพที่ 1 ผลิตภัณฑ์เยลลี่มะเขือเทศผสมน้ำเสาวรสพร้อมดื่มในอัตราส่วนต่าง ๆ ดังนี้

a) สูตรที่ 1 สูตรควบคุม (น้ำมะเขือเทศ 100 : น้ำเสาวรส 0)

b) สูตรที่ 2 น้ำมะเขือเทศ 75 : น้ำเสาวรส 25

c) สูตรที่ 3 น้ำมะเขือเทศ 50 : น้ำเสาวรส 50

d) สูตรที่ 4 น้ำมะเขือเทศ 25 : น้ำเสาวรส 75

จากผลการศึกษา พบว่าการเพิ่มสัดส่วนของน้ำเสาวรสส่งผลต่อสีและลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์อย่างชัดเจน สูตรที่ไม่เสริมน้ำเสาวรส (ร้อยละ 0) มีลักษณะสีแดงเข้ม ซึ่งเป็นสีตามธรรมชาติของน้ำมะเขือเทศที่มีสารไลโคปีน (lycopene) เป็นองค์ประกอบหลัก เมื่อมีผสมน้ำเสาวรสในระดับร้อยละ 25 พบว่าสีของผลิตภัณฑ์ยังคงมีลักษณะสีแดงส้ม แต่มีความสว่างของสีเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากการเจือจางของสีจากมะเขือเทศ เมื่อเพิ่มสัดส่วนน้ำเสาวรสเป็นร้อยละ 50 สีของผลิตภัณฑ์เริ่มเปลี่ยนเป็นสีส้มมากขึ้น เนื่องจากปริมาณน้ำมะเขือเทศในสูตรลดลง และสีเหลืองของน้ำเสาวรสมีอิทธิพลต่อสีโดยรวมของผลิตภัณฑ์ ขณะที่สูตรที่ผสมน้ำเสาวรสร้อยละ 75 มีลักษณะสีส้มอมเหลืองอย่างชัดเจน ซึ่งสะท้อนถึงการเพิ่มขึ้นของสัดส่วนของน้ำเสาวรสในระบบ ผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของน้ำเสาวรสมีผลต่อคุณลักษณะด้านสีของผลิตภัณฑ์อย่างชัดเจน โดยการเพิ่มปริมาณน้ำเสาวรสทำให้ความเข้มของสีแดงจากมะเขือเทศลดลง และส่งผลให้สีของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนไปในทิศทางของสีส้มและสีเหลืองมากขึ้น ในผลิตภัณฑ์ที่ผสมระหว่างน้ำมะเขือเทศและน้ำเสาวรส ซึ่งมีองค์ประกอบของรงควัตถุหลักแตกต่างกัน ได้แก่ ไลโคปีน (lycopene) ในมะเขือเทศ และแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ในเสาวรส โดยไลโคปีนเป็นรงควัตถุในกลุ่มแคโรทีนอยด์ที่ให้สีแดง และสามารถเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างจาก all-trans เป็น cis-isomers ภายใต้สภาวะการแปรรูป เช่น ความร้อนและออกซิเดชัน ซึ่งส่งผลต่อความเข้มของสีในผลิตภัณฑ์อาหาร (Shi & Le Maguer, 2000) ทั้งนี้ สภาวะกรดอาจมีผลต่อเสถียรภาพของรงควัตถุผ่านการเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน และการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของแคโรทีนอยด์ในส่วนของน้ำเสาวรสมีรงควัตถุกลุ่มแคโรทีนอยด์ เช่น β-carotene และ xanthophylls ซึ่งให้สีเหลืองถึงส้ม โดยงานวิจัยรายงานว่าพบสารเหล่านี้ ในน้ำผลไม้เชิงพาณิชย์ (Meléndez-Martínez et al., 2007) อย่างไรก็ตาม ความคงตัวของแคโรทีนอยด์สามารถได้รับผลกระทบจากปัจจัยด้านสภาวะแวดล้อม โดยเฉพาะการเกิดออกซิเดชัน แสง และความร้อน ซึ่งส่งผลต่อการสลายตัวและการเปลี่ยนแปลงของสีในผลิตภัณฑ์อาหาร (Rodriguez-Amaya, 2016) ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงของค่า pH อาจมีผลต่อเสถียรภาพของรงควัตถุ ทั้งนี้การลดลงของความเข้มสีแดงจากไลโคปีน และการเพิ่มบทบาทของรงควัตถุสีเหลืองจากเสาวรส ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะสีส้มอมเหลืองเด่นชัดมากขึ้น ในสูตรที่มีน้ำเสาวรสสูงการสังเกตด้านลักษณะเนื้อสัมผัสและความคงตัว จะเห็นว่าสูตรที่มีการผสมน้ำเสาวรส ในระดับร้อยละ 25 มีลักษณะเนื้อเยลลี่ที่ดูมีความหนาแน่นและการกระจายตัวของเนื้อสัมผัสที่สม่ำเสมอที่สุด สูตรที่มีปริมาณน้ำเสาวรสสูง (ร้อยละ 50 และ 75) ผลิตภัณฑ์เริ่มมีลักษณะความโปร่งแสงเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและเห็นการแยกตัวของเนื้อสัมผัสบางส่วน

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์เยลลี่มะเขือเทศผสมน้ำเสาวรสพร้อมดื่ม

ผลการวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในตารางที่ 2 จะเห็นว่าการเพิ่มสัดส่วนของน้ำเสาวรสในสูตรผลิตภัณฑ์ส่งผลต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์ เยลลี่มะเขือเทศผสมน้ำเสาวรสพร้อมดื่มในระบบสี CIE L*, a*, b* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่า L* ซึ่งแสดงถึงค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์ พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณน้ำเสาวรสเพิ่มขึ้น โดยสูตรที่เสริมน้ำเสาวรสร้อยละ 75 ให้ค่า L* สูงที่สุด เท่ากับ 45.07±4.69 แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีความสว่างมากขึ้นเมื่อมีการเติมน้ำเสาวรส ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสีของน้ำเสาวรสที่มีลักษณะสีเหลืองส้ม ซึ่งมีความสว่างมากกว่าสีแดงเข้มของน้ำมะเขือเทศ สำหรับค่า a* ซึ่งแสดงถึงความเป็นสีแดง พบว่ามีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำเสาวรส

โดยสูตรที่ไม่เสริมน้ำเสาวรส (ร้อยละ 0) มีค่า a* สูงที่สุดเท่ากับ 10.85±1.95 ขณะที่สูตรที่เสริมน้ำเสาวรสร้อยละ 75 มีค่า a* ต่ำที่สุดเท่ากับ 4.80±0.48 แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มสัดส่วนของน้ำเสาวรสส่งผลให้ความเข้มของสีแดงลดลง ซึ่งอาจเกิดจากการลดลงของปริมาณไลโคปีน (lycopene) จากน้ำมะเขือเทศในสูตรผลิตภัณฑ์ ในขณะเดียวกัน ค่า b* ซึ่งแสดงถึงความเป็นสีเหลือง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำเสาวรส โดยสูตรที่เสริมน้ำเสาวรสร้อยละ 50 มีค่า b* สูงที่สุดเท่ากับ 37.75±1.94 แสดงให้เห็นว่าการเติมน้ำเสาวรสช่วยเพิ่มโทนสีเหลืองส้มของผลิตภัณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะสีธรรมชาติของเสาวรสที่มีรงควัตถุในกลุ่มแคโรทีนอยด์

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการผสมน้ำเสาวรสมีผลต่อการเปลี่ยนแปลง คุณลักษณะด้านสีของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยการเพิ่มปริมาณน้ำเสาวรสทำให้ความเข้มของสีแดงลดลง ในขณะที่ความสว่างและโทนสีเหลืองของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลต่อลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์เยลลี่มะเขือเทศพร้อมดื่ม

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าสีของเยลลี่มะเขือเทศผสมน้ำเสาวรสพร้อมดื่มในแต่ละสูตร

สูตร	ผลการวัดค่าสีในระบบ CIE		
	L*	a*	b*
สูตรที่ 1 น้ำเสาวรส 0%	36.00^{c}±3.69	10.85^{a}±1.95	19.91^{c}±7.07
สูตรที่ 2 น้ำเสาวรส 25%	39.30^{b}±2.71	9.14^{b}±0.36	32.25^{b}±2.25
สูตรที่ 3 น้ำเสาวรส 50%	39.83^{b}±1.38	7.08^{c}±1.22	37.75^{a}±1.94
สูตรที่ 4 น้ำเสาวรส 75%	45.07^{a}±4.69	4.80^{d}±0.48	36.71^{a}±1.50

หมายเหตุ : ตัวอักษร a,b,c.... ตามแนวตั้งที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของเยลลี่มะเขือเทศผสมน้ำเสาวรสพร้อมดื่มทั้ง 4 สูตร จากผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัส พบว่าการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของน้ำเสาวรสมีผลต่อค่าพารามิเตอร์เนื้อสัมผัสของเยลลี่มะเขือเทศผสมน้ำเสาวรสพร้อมดื่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าค่า Firmness ซึ่งแสดงถึงความแน่นหรือความแข็งของเนื้อเจล ของสูตรที่ไม่ผสมน้ำเสาวรสและสูตรที่ผสมน้ำเสาวรสร้อยละ 25 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีค่าสูงกว่าสูตรที่ผสมน้ำเสาวรสร้อยละ 50 และ 75 แสดงให้เห็นว่าการเสริมน้ำเสาวรสในระดับต่ำยังไม่รบกวนโครงสร้างเจล ขณะที่การเพิ่มน้ำเสาวรสในระดับสูงทำให้เจลมีความแข็งแรงลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องจากน้ำเสาวรสมีกรดอินทรีย์สูง ส่งผลให้ค่า pH ของผลิตภัณฑ์ลดลง ซึ่งสภาวะกรดสามารถรบกวนการจัดเรียงตัวของสายพอลิเมอร์และการสร้างโครงข่ายสามมิติของสารก่อเจล ทำให้โครงสร้างเจลอ่อนตัวลง (Campo et al., 2009; Necas & Bartosikova, 2013) สำหรับค่า Consistency ซึ่งสะท้อนถึงความคงตัวของผลิตภัณฑ์ พบว่าสูตรที่ผสมน้ำเสาวรสร้อยละ 25 มีค่ามากที่สุด โดยมีค่า 15,478.22 ± 183.35 g·sec และแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่สูตรที่ผสมน้ำเสาวรสร้อยละ 75 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 4,211.38 ± 484.90 g·sec แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มปริมาณน้ำเสาวรสในระดับสูงอาจทำให้โครงสร้างของเจลลดความแข็งแรงลง ส่วนค่า Cohesiveness พบว่าสูตรที่ผสมน้ำเสาวรสร้อยละ 25 มีค่าสูงกว่าสูตรที่

ผสมน้ำเสาวรสร้อยละ 50 และ 75 ($p \leq 0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ขณะที่ค่า Index of viscosity ของสูตรควบคุมและสูตรที่ผสมน้ำเสาวรสร้อยละ 25 ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) แต่ลดลงอย่างชัดเจนเมื่อเพิ่มน้ำเสาวรสเป็นร้อยละ 50 และ 75 โดยสูตรน้ำเสาวรสร้อยละ 75 มีค่าต่ำที่สุด ดังนั้น การผสมน้ำเสาวรสร้อยละ 25 เป็นระดับที่เหมาะสมต่อการคงโครงสร้างเจล เนื่องจากช่วยรักษาความแน่น ความคงตัว และการยึดเหนี่ยวของเนื้อเจลได้ดี ในขณะที่การเพิ่มน้ำเสาวรสในระดับสูงอาจทำให้ค่า pH ต่ำเกินไปจนรบกวนการเกิดโครงข่ายเจล ส่งผลให้เนื้อสัมผัสอ่อนตัว ความหนืดลดลง และความคงตัวของผลิตภัณฑ์ลดลง

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัสของเยลลี่มะเขือเทศผสมน้ำเสาวรสพร้อมดื่มในแต่ละสูตร

ของเยลลี่มะเขือเทศผสมน้ำเสาวรสพร้อมดื่ม	Firmness (g)	Consistency (g.sec)	Cohesiveness (g)	Index of viscosity (g.sec)
สูตรที่ 1 น้ำเสาวรส 0%	2013.29^{a}±137.57	14653.30^{b}±55.81	208.11^{ab}±36.16	252.71^{a}±29.65
สูตรที่ 2 น้ำเสาวรส 25%	2133.24^{a}±181.84	15478.22^{a}±183.35	289.25^{a}±134.24	249.59^{a}±84.48
สูตรที่ 3 น้ำเสาวรส 50%	1556.30^{b}±201.39	11893.35^{c}±150.12	180.05^{b}±27.13	173.73^{b}±15.11
สูตรที่ 4 น้ำเสาวรส 75%	588.26^{c}±50.82	4211.38^{d}±484.90	64.45^{c}±46.50	64.20^{c}±35.48

หมายเหตุ : ตัวอักษร a,b,c ... ตามแนวตั้งที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 4 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเยลลี่มะเขือเทศผสมน้ำเสาวรสพร้อมดื่ม

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ปริมาณสัดส่วนน้ำเสาวรส			
	0%	25%	50%	75%
สี	7.63^{a}±1.04	7.61^{a}±1.11	7.31^{a}±1.22	7.12^{a}±1.41
กลิ่น	6.25^{b}±1.51	6.98^{a}±1.33	6.98^{a}±1.24	7.31^{a}±1.27
รสชาติ	6.53^{b}±1.60	7.25^{a}±1.44	7.51^{a}±1.22	7.33^{a}±1.86
เนื้อสัมผัส	7.12^{ab}±1.44	7.25^{a}±1.34	7.18^{ab}±1.35	6.57^{b}±1.95
ความชอบโดยรวม	6.98^{b}±1.27	7.57^{a}±1.27	7.45^{ab}±1.33	7.53^{ab}±1.63

หมายเหตุ : ตัวอักษร a,b,c.... ตามแนวนอนที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เยลลี่มะเขือเทศผสมน้ำเสาวรสพร้อมดื่ม แสดงดังตารางที่ 4 ทดสอบด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9-point Hedonic scale ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 ท่าน พบว่าการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของน้ำเสาวรสมีผลต่อระดับความชอบของผู้บริโภคในแต่ละคุณลักษณะ โดยพบว่าทุกสูตรได้รับคะแนนความชอบคุณลักษณะด้านสีอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน โดยสูตรที่ไม่ผสมน้ำเสาวรส (0%) ได้รับคะแนนความชอบด้านสีเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 7.63±1.04 (ความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบมาก) รองลงมาคือสูตรที่ผสมน้ำเสาวรสร้อยละ 25, 50 และ 75 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ค่าเฉลี่ยดังกล่าวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แสดงให้เห็นว่าการผสมน้ำเสาวรสไม่ได้ส่งผลต่อความชอบด้านสีของผลิตภัณฑ์อย่างชัดเจน สำหรับคุณลักษณะด้านกลิ่น พบว่าสูตรที่ผสมน้ำเสาวรสร้อยละ 75 ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุดเท่ากับ 7.31±1.27 (ความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบมาก) รองลงมาคือสูตรที่ผสมน้ำเสาวรสร้อยละ 50 และ 25 ตามลำดับ (คะแนนความชอบเฉลี่ย 6.98 อยู่ในระดับชอบปานกลาง) ขณะที่สูตรที่ไม่ผสมน้ำเสาวรสมีคะแนนความชอบต่ำที่สุด (คะแนนความชอบเฉลี่ย 6.25 อยู่ในระดับชอบเล็กน้อย) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเติมน้ำเสาวรสช่วยเพิ่มความน่าสนใจด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากเสาวรสมีลักษณะกลิ่นหอมเฉพาะตัว ในด้าน รสชาติ พบว่าสูตรที่ผสมน้ำเสาวรสร้อยละ 75 ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุดเท่ากับ 7.33±1.86 (ความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบมาก) รองลงมาคือสูตรที่ผสมน้ำเสาวรสร้อยละ 25 และ 50 ขณะที่สูตรที่ไม่ผสมน้ำเสาวรสมีคะแนนความชอบต่ำที่สุด (ความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบปานกลาง) แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มสัดส่วนของน้ำเสาวรสช่วยเพิ่มความสมดุลของรสชาติและเพิ่มความน่าพึงพอใจของผู้บริโภค สำหรับคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส พบว่าสูตรที่ผสมน้ำเสาวรสร้อยละ 25 ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุดเท่ากับ 7.25±1.34 (ความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบมาก) รองลงมาคือสูตรที่ผสมน้ำเสาวรสร้อยละ 50 และสูตรที่ไม่ผสมน้ำเสาวรส ขณะที่สูตรที่ผสมน้ำเสาวรสร้อยละ 75 ได้รับคะแนนต่ำที่สุด ซึ่งอาจเกิดจากการเพิ่มปริมาณน้ำเสาวรสในระดับสูงส่งผลให้โครงสร้างของเจลมีความอ่อนตัวมากขึ้น ในด้าน ความชอบโดยรวม พบว่าสูตรที่ผสมน้ำเสาวรสร้อยละ 25 ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุดเท่ากับ 7.57±1.27 (ความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบมาก) รองลงมาคือสูตรที่ผสมน้ำเสาวรสร้อยละ 75 และ 50 ตามลำดับ (ความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบมาก) ขณะที่สูตรที่ไม่ผสมน้ำเสาวรสมีคะแนนความชอบต่ำที่สุด (ความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบปานกลาง)

ผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่า การผสมน้ำเสาวรสในระดับที่เหมาะสมสามารถช่วยเพิ่มความยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่มะเขือเทศพร้อมดื่มได้ โดยสูตรที่ผสมน้ำเสาวรสร้อยละ 25 เป็นสูตรที่มีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด และมีความสมดุลของคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสที่ผู้บริโภคยอมรับได้ในระดับดี

สรุปและอภิปรายผล

การศึกษากระบวนการผลิตเยลลี่มะเขือเทศผสมน้ำเสาวรสพร้อมดื่ม พบว่าสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่มจากน้ำมะเขือเทศร่วมกับน้ำเสาวรสได้ โดยใช้คาราจีแนนเป็นสารก่อเจล ซึ่งช่วยสร้างโครงสร้างเจลที่มีลักษณะกึ่งของแข็ง กึ่งของเหลว เหมาะสมต่อการบริโภคในรูปแบบเยลลี่พร้อมดื่ม การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของน้ำมะเขือเทศ ต่อน้ำเสาวรสส่งผลต่อคุณลักษณะพื้นฐานของวัตถุดิบก่อนการแปรรูป โดยพบว่าการเพิ่มสัดส่วนของน้ำเสาวรสทำให้ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total Soluble Solids; TSS) เพิ่มขึ้น และค่า pH ลดลง ซึ่งสะท้อนถึงความเป็นกรดที่เพิ่มขึ้นของ

ส่วนผสม ทั้งนี้เนื่องจากน้ำเสาวรสมีองค์ประกอบของกรดอินทรีย์ เช่น กรดซิตริก และกรดแอสคอร์บิก ในปริมาณสูง รวมทั้งมีน้ำตาลธรรมชาติและสารละลายอื่น ๆ (Kishore et al., 2011) ที่ส่งผลต่อค่า TSS ของผลิตภัณฑ์ จากการพิจารณาลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ได้มีความแตกต่างกัน ตามสัดส่วนของน้ำเสาวรส โดยสูตรที่ไม่ผสมน้ำเสาวรส (เยลลี่น้ำมะเขือเทศ 100%) มีสีแดงเข้มตามลักษณะธรรมชาติของมะเขือเทศ ในขณะที่การเพิ่มสัดส่วนของน้ำเสาวรสทำให้สีของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนไปในทิศทางของสีส้มและสีเหลืองมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการลดลงของปริมาณไลโคปีนจากน้ำมะเขือเทศ และการเพิ่มขึ้นของรงควัตถุในกลุ่มแคโรทีนอยด์จากเสาวรส นอกจากนี้ยังพบว่าสูตรที่ผสมน้ำเสาวรสร้อยละ 25 มีลักษณะเนื้อเยลลี่ที่มีความหนาแน่นและการกระจายตัวของเนื้อสัมผัสสม่ำเสมอมากที่สุด

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์เยลลี่มะเขือเทศผสมน้ำเสาวรสพร้อมดื่ม พบว่าการเพิ่มสัดส่วนของน้ำเสาวรสมีผลต่อคุณลักษณะด้านสีและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการวิเคราะห์ค่าสีในระบบ CIE (L*, a*, b*) พบว่าค่า L* ซึ่งแสดงถึงความสว่างของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำเสาวรส ขณะที่ค่า a* ซึ่งแสดงถึงความเป็นสีแดงลดลงอย่างต่อเนื่อง และค่า b* ซึ่งแสดงถึงความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้น ทั้งนี้สามารถอธิบายได้จากการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของรงควัตถุระหว่างไลโคปีนจากมะเขือเทศ และรงควัตถุในกลุ่มแคโรทีนอยด์จากเสาวรส ส่งผลให้สีของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนจากสีแดงไปสู่โทนสีส้มและสีเหลืองมากขึ้น สำหรับผลการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส พบว่าการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของน้ำเสาวรสมีผลต่อค่าพารามิเตอร์เนื้อสัมผัส ได้แก่ firmness, consistency, cohesiveness และ index of viscosity อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่ผสมน้ำเสาวรสร้อยละ 25 ให้ค่าพารามิเตอร์เนื้อสัมผัสสูงที่สุด แสดงถึงโครงสร้างเจลที่มีความแข็งแรงและความคงตัว ในขณะที่การเพิ่มสัดส่วนน้ำเสาวรสในระดับสูง (ร้อยละ 50 และ 75) ส่งผลให้ค่าพารามิเตอร์เนื้อสัมผัสลดลง ซึ่งอาจเกิดจากความเป็นกรดที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการเพิ่มสัดส่วนของน้ำเสาวรส ส่งผลต่อการสร้างโครงสร้างตาข่ายของสารก่อเจลและทำให้โครงสร้างเจลอ่อนตัวลง การเพิ่มสัดส่วนของน้ำเสาวรสส่งผลให้ค่า pH ของผลิตภัณฑ์ลดลงจากการมีกรดอินทรีย์ เช่น กรดซิตริกในปริมาณสูง ซึ่งความเป็นกรดที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อการเกิดโครงสร้างเจลของสารก่อเจลประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ เช่น คาราจีแนน โดยไฮโดรเจนไอออน (H^+) สามารถรบกวนประจุบนสายพอลิเมอร์ ทำให้การจัดเรียงตัวและการสร้างโครงข่ายสามมิติของเจลลดลง ส่งผลให้ความแข็งแรงของเจลลดลง (Campo et al., 2009) นอกจากนี้ ในสภาวะ pH ต่ำมากอาจเกิดการสลายตัวของสายพอลิเมอร์ผ่านกระบวนการ acid hydrolysis ซึ่งยิ่งทำให้โครงสร้างเจลอ่อนตัวลงและลดความสามารถในการกักเก็บน้ำ (Necas & Bartosikova, 2013) ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เกิดการแยกตัวของเนื้อสัมผัสและมีความโปร่งแสงเพิ่มขึ้น ในสูตรที่มีน้ำเสาวรสสูง

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เยลลี่มะเขือเทศผสมน้ำเสาวรสพร้อมดื่มจากผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 50 คน พบว่าการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของน้ำเสาวรสมีผลต่อระดับความชอบของผู้บริโภคในหลายคุณลักษณะ โดยด้านสีพบว่าทุกสูตรได้รับคะแนนความชอบในระดับใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าการผสมน้ำเสาวรสไม่ได้ส่งผลต่อการยอมรับด้านสีของผลิตภัณฑ์อย่างเด่นชัด ในด้านกลิ่นและรสชาติ พบว่าการเพิ่มปริมาณน้ำเสาวรสช่วยเพิ่มระดับความชอบของผู้บริโภค เนื่องจากเสาวรสมีลักษณะกลิ่นหอมเฉพาะตัวและให้รสชาติเปรี้ยวอมหวานที่ช่วย

เพิ่มความสดชื่น และช่วยกลบกลิ่นเฉพาะของมะเขือเทศ โดยผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Cantalupo et al. (2021) ที่ระบุว่าการผสมน้ำมะเขือเทศร่วมกับน้ำผลไม้ชนิดอื่น สามารถช่วยปรับปรุงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสให้ดีขึ้น โดยเฉพาะการช่วยลดกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์เฉพาะตัวของมะเขือเทศ (Masking of off-flavors) และการสร้างความสมดุลระหว่างความหวานและความเปรี้ยว (Brat-acid balance) ซึ่งส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติที่นุ่มนวลและดื่มง่ายขึ้น อย่างไรก็ตาม ในด้านเนื้อสัมผัส พบว่าสูตรที่ผสมน้ำเสาวรสร้อยละ 25 ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุด เนื่องจากมีลักษณะเนื้อเจลที่มีความแน่นและมีความหนืดเหมาะสมต่อการบริโภค เมื่อพิจารณาความชอบโดยรวม พบว่าสูตรที่ผสมน้ำเสาวรสร้อยละ 25 ได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 7.57 ซึ่งอยู่ในระดับความชอบมาก แสดงให้เห็นว่าการผสมน้ำเสาวรสในระดับดังกล่าว สามารถสร้างสมดุลของคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ได้อย่างเหมาะสม งานวิจัยของ Kader (2008) ได้อธิบายถึงความสำคัญของอัตราส่วนระหว่างน้ำตาลและกรด (Sugar-to-acid ratio) ที่ส่งผลต่อคะแนนความชอบโดยรวมของผู้บริโภค ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองนี้ที่พบว่า สูตรที่ผสมน้ำเสาวรสร้อยละ 25 เป็นจุดที่สร้าง "สมดุล" (Balance) ของรสชาติได้ดีที่สุด การพัฒนาเยลลี่มะเขือเทศเสริมน้ำเสาวรสในครั้งนี้ สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาอาหารเชิงหน้าที่ในงานของ Granato et al. (2020) ซึ่งเน้นว่าความสำเร็จของผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพต้องอาศัยการรักษาสมดุลระหว่างคุณค่าทางโภชนาการและการยอมรับด้านประสาทสัมผัส โดยเฉพาะอย่างยิ่งรสชาติและเนื้อสัมผัสที่เป็นปัจจัยตัดสินใจหลักของผู้บริโภค

จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า อัตราส่วนน้ำมะเขือเทศต่อน้ำเสาวรสมีผลต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เยลลี่มะเขือเทศ ผสมน้ำเสาวรสพร้อมดื่มอย่างมีนัยสำคัญ โดยการผสมน้ำเสาวรสในระดับร้อยละ 25 เป็นระดับที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากช่วยปรับปรุงคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสให้มีความแข็งแรงและคงตัวเหมาะสม รวมทั้งช่วยเพิ่มการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ในภาพรวม การผสมน้ำเสาวรสไม่เพียงแต่ช่วยปรับปรุงรสชาติ แต่ยังเพิ่มสารสำคัญกลุ่ม Flavonoids และ Phenolic compounds ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสรรพคุณทางเภสัชวิทยาตามที่ Dhawan et al. (2004) ได้รวบรวมไว้ ช่วยยกระดับให้ผลิตภัณฑ์เยลลี่มะเขือเทศผสมน้ำเสาวรสมีคุณสมบัติเป็นอาหารเชิงหน้าที่ (Functional Food) ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่มะเขือเทศผสมน้ำเสาวรสพร้อมดื่มให้เป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มการเติบโตของ "Functional Jelly" หรือ เยลลี่พร้อมดื่มที่มีสารต้านอนุมูลอิสระ (เช่น ไลโคปีนจากมะเขือเทศและวิตามินจากเสาวรส) ว่ามีศักยภาพสูงในตลาดผู้รักสุขภาพ เป็นแนวทางการพัฒนาอาหารฟังก์ชันในรูปแบบเยลลี่เพื่อตอบโจทย์ตลาดผู้บริโภคยุคใหม่ (Sun-Waterhouse, 2011) และเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพมีโอกาสในการพัฒนาเชิงพาณิชย์ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งต่อไปควรศึกษาคุณค่าทางโภชนาการสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น ไลโคปีนและวิตามินซี รวมทั้งอายุการเก็บรักษาและความปลอดภัยทางจุลชีววิทยา เพื่อประเมินศักยภาพของผลิตภัณฑ์สำหรับการผลิตและจำหน่ายเชิงพาณิชย์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

ดวงกมล ตั้งสถิตพร, ชิดชนก เอมอมร และธันย์ชนก จรเสมอ. (2556). การใช้ประโยชน์จากแกนสับปะรดและชาภูฟ้าในผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่ม. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร: สาขาอาหาร เกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ, (ฉบับพิเศษ), 24-35.

ธันยพร บุญศิริ และวรรณนิสา เภาพันธ์. (2567). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่มจากข้าวไร่ดอกข่าเสริมโปรตีนจากถั่วเหลืองสำหรับผู้สูงอายุ การศึกษาปริมาณของแอนโทไซยานิน ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณไอโซฟลาโวน (รายงานการวิจัย). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

ปนิตา ปรีชาหาญ. (2563). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเจลลี่นมแพะผสมน้ำผลไม้ (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

แสงระวี ณ พัทลุง, รวินันท์ นนทรี, เลิศเกียรติ เสริมกิจ, และศดานันท์ สุทจิตร์. (2564). การพัฒนาเยลลี่พร้อมดื่มจากเมล่อน. ใน รองศาสตราจารย์นภัทร วัจนเทพินทร์ (บรรณาธิการ), การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ครั้งที่ 5: การวิจัยและนวัตกรรมในวิถีปกติใหม่, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ, พระนครศรีอยุทธยา.

Campo, V. L., Kawano, D. F., da Silva, D. B., & Carvalho, I. (2009). Carrageenans: Biological properties, chemical modifications and structural analysis. Carbohydrate Polymers, 77(2), 167–180.

Cantalupo, P., Cozzolino, R., Malorni, L., Martignetti, A., Petriccione, M., & Sacco, A. (2021). Sensory and biochemical characterization of novel drinks based on tomato juice. Food Science and Engineering, 2(1), 1–13.

Dhawan, K., Dhawan, S., & Sharma, A. (2004). Passiflora: a review update. Journal of Ethnopharmacology, 94(1), 1-23.

Granato, D., Barba, F. J., Kovačević, D. B., Lorenzo, J. M., Cruz, A. G., & Putnik, P. (2020). Functional foods: Product development, technological trends, efficacy testing, and safety. Annual Review of Food Science and Technology, 11, 93-118.

Kader, A. A. (2008). Flavor quality of fruits and vegetables. Journal of the Science of Food and Agriculture, 88(11), 1863-1868.

Kishore, K., et al. (2011). Physical and chemical characteristics of passion fruit (Passiflora edulis Sims). Journal of Food Science and Technology, 48(5), 603-607.

Meléndez-Martínez, A. J., Vicario, I. M., & Heredia, F. J. (2007). Provitamin A carotenoids and ascorbic acid contents of the different types of orange juices marketed in Spain. Food Chemistry, 101(1), 177–184.

Necas, J., & Bartosikova, L. (2013). Carrageenan: A review. Veterinární Medicína, 58(4), 187– 205.

Rao, A. V., & Rao, L. G. (2007). Carotenoids and human health. Pharmacological Research, 55(3), 207-216.

Rittisak, S., Lonuch, N., Buakeeree, S., & Yimtoe, S. (2023). Development of jelly drink from cultivated banana pseudo stem juice (Musa sapientum L.) and pineapple juice supplemented with pineapple pulp. Food Research, 7(2), 52–59.

Rodriguez-Amaya, D. B. (2016). Food carotenoids: Chemistry, biology, and technology. John Wiley & Sons. https://doi.org/10.1002/9781118864364

Shi, J., & Maguer, M. L. (2000). Lycopene in Tomatoes: Chemical and Physical Properties Affected by Food Processing. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 40(1), 1–42.

Story, E. N., Kopec, R. E., Schwartz, S. J., & Harris, G. K. (2010). An update on the health effects of tomato lycopene. Annual Review of Food Science and Technology, 1, 189-210.

Sun-Waterhouse, D. (2011). The development of fruit-based functional foods targeting the health and wellness market: A review. International Journal of Food Science & Technology, 46(5), 899-920.