

การพัฒนาเครื่องดื่มเวย์โปรตีนเพื่อสุขภาพ

Development of Healthy Whey Protein Drinks

จิราภรณ์ บุราคร* ปรานต์ ปิ่นทอง และ มณฑกานต์ เอี่ยมแก้ว

Jiraporn Burakorn* Pran Pinthong and Montakan Aimkaew

กองผลิตภัณฑ์อาหารและวัสดุสัมผัสอาหาร กรมวิทยาศาสตร์บริการ

Division of Food products and Food Contact Materials, Department of Science Service

*E-mail: juntarama@yahoo.com

Received: Jan 28, 2022

Revised: Feb 14, 2022

Accepted: Mar 17, 2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยได้นำเวย์โปรตีนที่มีความบริสุทธิ์ร้อยละ 95 มาพัฒนาสูตรต้นแบบเครื่องดื่ม พัฒนาระบวนการผลิต วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตเครื่องดื่มเวย์โปรตีน ได้สารละลายที่มีลักษณะใส ไม่มีตะกอน มีความเงา วาว เมื่อตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 8 ชั่วโมง ยังคงไม่เปลี่ยนสภาพ เมื่อปรับปรุงสูตรเครื่องดื่มด้วยการเติม β -cyclodextrin ในอัตราความเข้มข้นที่แตกต่างกันเพื่อลดความขมฝาดเหนียวของเครื่องดื่มเวย์โปรตีน สูตรเครื่องดื่มที่ผสม β -cyclodextrin ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 0.05% มีผลต่อการลดความขมฝาดเหนียวโดยตรง ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน ด้วยวิธี scoring test สอดคล้องกับผลที่ได้จากการทดสอบรสชาติเครื่องดื่มเวย์โปรตีนด้วยเครื่อง taste sensing system โดยพบว่าเครื่องดื่มที่ผสม β -cyclodextrin ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 0.05% มีรสชาติความขม ความฝาดเหนียว และความรู้สึกภายในปากหลังการกลืนน้อยลงอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องดื่มที่ไม่ได้ผสม β -cyclodextrin นอกจากนี้ได้พัฒนาสูตรเครื่องดื่มเวย์โปรตีนปราศจากน้ำตาล โดยใช้สารให้ความหวาน sucralose และ aspartame แทนน้ำตาล การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบและการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 115 คน พบว่าเครื่องดื่มเวย์โปรตีนสูตรที่เติมน้ำตาลทรายมีค่าความชอบเฉลี่ยสูงสุด 6.17 ไม่แตกต่างจากเครื่องดื่มเวย์โปรตีนสูตรที่เติมสารให้ความหวาน aspartame ที่มีค่าความชอบเฉลี่ย 5.82 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นเครื่องดื่มเวย์โปรตีนสูตรที่เติมสารให้ความหวาน aspartame จึงสามารถเป็นทางเลือกให้ผู้บริโภคที่รักสุขภาพที่ไม่ต้องการบริโภคน้ำตาล จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของเครื่องดื่มเวย์โปรตีน พบว่ามีปริมาณโปรตีนสูงถึง 8.67 กรัม/100 มิลลิลิตร ปราศจากไขมัน และมีพลังงานทั้งหมด 36.5 กิโลแคลอรี/100 มิลลิลิตร ซึ่งเหมาะสำหรับเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ

คำสำคัญ: เวย์โปรตีน เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ สารให้ความหวาน

Abstract

The main purposes of this research were to use whey protein with a purity of 95 percent to develop a prototype beverage formula, to develop a production process, to analyze nutritional values, and to assess sensory quality. It was found that heating at 60°C was the most suitable condition for producing whey protein beverages. It was a clear, sediment-free, shiny solution and still unchanged when left for at least 8 hours. When adjusting the beverage formula by adding β -cyclodextrin with different concentrations to reduce the bitterness of whey protein drinks, the beverage formula containing β -cyclodextrin with a concentration of 0.05% had a direct effect on reducing bitterness. Results of sensory quality assessment by 50 tasters using the Scoring test method were consistent with those obtained from testing whey protein drinks with the taste sensing system. The drink containing β -cyclodextrin with a concentration of 0.05% had significantly less bitter taste, astringency, and sensation in the mouth after swallowing than that without β -cyclodextrin. In addition, a sugar-free whey protein

drink formula was also developed by using the sweeteners sucralose and aspartame to replace sugar. The sensory quality assessment in terms of preference and acceptance of 115 consumers revealed that the whey protein drink formula with sugar had the highest average preference of 6.17 which was not significantly different from that with aspartame having an average preference of 5.82. Therefore, the whey protein drink with aspartame could be an alternative for health-conscious consumers who do not want to consume sugar. From a nutritional analysis of whey protein drinks, it contained high protein content of 8.67 g/100 ml, free of fat, and total energy of 36.5 kcal/100 ml which was suitable to be a healthy drink.

Keywords: Whey protein, Healthy drink, Sweeteners

1. บทนำ

เวย์โปรตีนมีลักษณะเป็นผงสีขาว ได้จากการตกตะกอนของน้ำนมหรือครีมในการผลิตเนยแข็ง เมื่อเวย์โปรตีนกำจัดน้ำตาลแลคโทสจะได้ “เวย์โปรตีนไอโซเลต” โปรตีนที่ได้มีความบริสุทธิ์มากและมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าร้อยละ 90 เป็นแหล่งของสารอาหารที่สำคัญได้แก่ α -lactalbumin, β -lactoglobulin, bovine serum albumin, caseinomacropetides, immunoglobulins, lactoferrin, lysozyme ซึ่งมีส่วนช่วยสร้างภูมิคุ้มกันให้ร่างกาย ต้านเชื้อไวรัสและมะเร็ง และลดความดันโลหิตสูง [1] ซึ่งนอกจากจะให้คุณค่าทางโภชนาการโดยตรงแล้ว ยังมีคุณสมบัติหน้าที่ด้านอื่น ๆ ต่อผลิตภัณฑ์ เช่น การเกิดเจล การเกิดโฟม การเกิดอิมัลชัน การละลาย การเกิด Hydrocolloids โดยมีความสามารถในการละลายน้ำได้ดีในน้ำที่มีค่า pH ระหว่าง 2-9 ถือเป็นคุณสมบัติสำคัญที่เหมาะสมกับการนำเวย์โปรตีนไปใช้ผลิตเครื่องดื่ม เจลลี่ และผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ [2], [3] ในปัจจุบันนิยมนำเวย์โปรตีนมาใช้เป็นส่วนผสมในอาหารฟังก์ชัน (Functional food) เครื่องดื่ม (Beverage) เช่น เบียร์ ไวน์ สมูทตี้ น้ำผลไม้ หรือ sport drink และใช้เป็นสารทดแทนในอาหาร เป็นต้น

เวย์โปรตีน มีคุณสมบัติการเกิดเจล (Gelation) โดยเวย์โปรตีนผงเมื่อได้รับความร้อนจะเกิดเจล เป็นเจลลักษณะไม่สามารถเปลี่ยนรูปได้ (Irreversible gel) จะสร้างลักษณะโครงสร้างตาข่าย (Network) และจับกับน้ำเป็น gel matrix เกิดเป็นเจลที่แข็งแรง ป้องกันการสูญเสียและความชื้น ซึ่งเวย์โปรตีนเริ่มเป็นเจลเมื่อได้รับความร้อนประมาณ 65 องศาเซลเซียส โดยจะสร้างลักษณะเป็นลิ่ม (Curd), การหดตัวของเจลเมื่อตั้งทิ้งไว้ (Syneresis), ความเรียบ (Smooth), มีแวว (Shiny), แข็งแรง (Strong), ยืดหยุ่น (Elastic gel) โดยอุณหภูมิเริ่มต้นในการเกิดเจลขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของโปรตีน ความเป็นกรดต่าง [4]

คุณสมบัติการเกิดเจลของเวย์โปรตีนมีผลต่อกระบวนการพัฒนาเครื่องดื่มเวย์โปรตีนให้มีลักษณะใส การ

ควบคุมอุณหภูมิและความเป็นกรด-ด่าง มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้เนื่องจากเวย์โปรตีนไอโซเลต ประกอบด้วยกรดอะมิโนปริมาณมาก ซึ่งกรดอะมิโนแต่ละชนิดให้รสชาติที่แตกต่างกันบ้าง เช่น หวาน ขม ผาดเผื่อน เป็นต้น ซึ่งกรดอะมิโนทำให้รสชาติของเวย์โปรตีนส่วนใหญ่มีความขมและความผาดเผื่อนสูง เป็นปัญหาของผู้บริโภคในการรับประทานอาหารและเครื่องดื่มที่ผลิตจากเวย์โปรตีน

การรับรู้รสชาติเกิดจากการที่ลิ้นส่วนรับรสสัมผัสสัมผัสกับสารที่ให้รสขม ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารที่มี divalent cations (An cation with valence of 2; Mg^{2+}), สารกลุ่มอัลคาลอยด์ (Alkaloids) และกรดอะมิโน ซึ่งในอาหารหลายชนิดมีรสขม เช่น น้ำส้ม มะระ เวย์โปรตีน เป็นต้น ทำให้ผู้บริโภคไม่มีความพึงพอใจในรสชาติอาหาร จำเป็นต้องหาวิธีลดความขมหรือกลบรสชาติความขมในอาหารนั้น โดยมีหลักการ 3 อย่าง ได้แก่ การใช้สารบางชนิดกลบสารให้รสขม การป้องกันสารให้รสขมสัมผัสกับต่อมรับรสในปาก และการยับยั้งการตอบสนองต่อมรับรสชาติ มีการนำไซโคลเด็กซ์ทริน (cyclodextrin) มาใช้ลดรสขมในอาหารหลายชนิด เช่น skim milk hydrolysate [5] grapefruit juice [6] angelwing clam (Pholasorientalis) hydrolysate [7] protein hydrolysate [8] มีการศึกษาพบว่า α -cyclodextrin สามารถลดรสขมของกรดอะมิโนและเปปไทด์ (peptide) ได้เป็นอย่างดี [9] เนื่องจากไซโคลเด็กซ์ทรินเป็น cyclic oligosachharide มี 3 ชนิด ได้แก่ α -cyclodextrin, β -cyclodextrin และ γ -cyclodextrin แตกต่างกันในขนาด [10] ทำจากแป้ง มีรสหวาน ไม่มีพิษ โครงสร้างไซโคลเด็กซ์ทรินส่วนภายในวงแหวนเป็น hydrophobic ส่วนนอกวงแหวนเป็น hydrophilic โดยโครงสร้างภายในวงแหวนจับกับส่วน hydrophilic ของสารที่ให้รสขม [11]

นอกจากนี้มีการนำเทคนิค Taste sensing system (TSS) และการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยมนุษย์ มาใช้ในการวิเคราะห์รสขมของ berberine hydrochloride (BBR)

ที่มีการลดความขมด้วยซูคราโลส (Sucralose) และ β -cyclodextrin พบว่าวิธีการ TSS และการทดสอบด้วยมนุษย์มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันที่ดี และ TSS สามารถทำนายแนวโน้มความเข้มข้นรสขมได้อย่างแม่นยำ และ β -cyclodextrin มีผลต่อการลดรสขมมากกว่าซูคราโลส [12] และมีการใช้ Taste sensing system ในการวัดประสิทธิภาพการลดรสขมของยาโดยใช้สารประกอบ (2-hydroxypropyl)- β -cyclodextrin และ ranitidine hydrochloride พบว่า ทำให้ยามีรสขมลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับยาที่ไม่มี (2-hydroxypropyl)- β -cyclodextrin ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับการวิเคราะห์ด้วย Nuclear magnetic resonance (NMR) แสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์รสขมด้วย Taste sensing system มีประสิทธิภาพที่แม่นยำ [13]

การวิจัยพัฒนานี้จึงมีแนวความคิดนำ β -cyclodextrin ซึ่งมีโครงสร้างแบบวงแหวนมาจับกับกรดอะมิโนเพื่อลดความขม (Bitterness) และฝาดเผื่อน (Astringency) เป็นเครื่องดื่มเวย์โปรตีนพร้อมบริโภคที่มีลักษณะใสแบบ Sport drink รสชาติอร่อยได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

2.1. การพัฒนากระบวนการผลิตเครื่องดื่มเวย์โปรตีนให้มีคุณลักษณะใส

นำผงเวย์โปรตีนบริสุทธิ์ร้อยละ 95 มา 20 กรัม ละลายน้ำ 100 มล. คนให้ละลายเข้ากัน ปรับ pH 3.5 จากนั้นนำไปให้ความร้อนด้วยเครื่อง magnetic stirrer พร้อมกับกวนตลอดเวลา ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้แก่ 50, 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส เพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำให้สารละลายเวย์โปรตีนมีลักษณะใส และคงสภาพเป็นของเหลว ไม่กลายเป็นลักษณะเจล บรรจุขวดแก้วผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรเซชัน (pasteurization) ที่อุณหภูมิ 77 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที แล้วนำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏโดยผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 8 คน

2.2. การลดความขมฝาดเผื่อนของเครื่องดื่มเวย์โปรตีน

การทดลองได้พัฒนาสูตรเครื่องดื่มเวย์โปรตีนตามกระบวนการผลิตในข้อ 2.1 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ซึ่งมีส่วนประกอบเป็นผงเวย์โปรตีน น้ำตาล เกลือ และผสม β -cyclodextrin จำนวน 4 สูตร ได้แก่ สูตร A (β -cyclodextrin = 0) สูตร B (β -cyclodextrin = 0.01%) สูตร C (β -cyclodextrin = 0.03%) และสูตร D (β -cyclodextrin = 0.05%) นำมาทดสอบหาความแตกต่างในด้านความขมและความฝาดเผื่อน ด้วยวิธีการทดสอบหาความแตกต่างแบบ

Scoring test ตัวอย่างเครื่องดื่มเวย์โปรตีนใส่ถั่วเขียวรสชาวนา 60 ออนซ์ ให้รหัสสุ่มสามหลัก เสรีฟที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส โดยเสรีฟที่ละตัวอย่าง ทดสอบชิมโดยผู้บริโภคนจำนวน 50 คน และข้อมูลที่ได้จากการทดสอบชิมจะนำมาเปลี่ยนเป็นคะแนน ดังนี้

ไม่ขมฝาดเผื่อน	มีคะแนน = 1
ขมฝาดเผื่อนเล็กน้อย	มีคะแนน = 2
ขมฝาดเผื่อนปานกลาง	มีคะแนน = 3
ขมฝาดเผื่อนมาก	มีคะแนน = 4
ขมฝาดเผื่อนมากที่สุด	มีคะแนน = 5

2.3. การทดสอบรสชาติเครื่องดื่มเวย์โปรตีนที่ผสม β -cyclodextrin ด้วยเครื่อง Taste sensing system

นำเครื่องดื่มเวย์โปรตีนที่ผสม β -cyclodextrin = 0.01%, 0.03% และ 0.05% และตัวอย่าง control (เครื่องดื่มเวย์โปรตีนที่ไม่ผสม β -cyclodextrin) วิเคราะห์ทดสอบรสชาติ ความขม ความฝาดเผื่อน และความรู้สึกตกค้างรสฝาดเผื่อน (Aftertaste-Astringency) และ ความรู้สึกตกค้างรสขม (Aftertaste-Bitterness) ด้วยเครื่อง Taste sensing system

2.4. การพัฒนาสูตรเครื่องดื่มเวย์โปรตีนด้วยน้ำตาล sucrose และสารให้ความหวาน sucralose และ aspartame

พัฒนาสูตรเครื่องดื่มเวย์โปรตีน 3 สูตร โดยใช้กระบวนการผลิตตามข้อ 2.1 โดยมีการใช้น้ำตาล sucrose และสารให้ความหวาน sucralose และ aspartame แล้วนำมาทดสอบความชอบผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเวย์โปรตีนด้วยวิธี 9-Hedonic scale scoring test โดยผู้บริโภคนจำนวน 115 คน ผลิตเครื่องดื่มเวย์โปรตีนจำนวน 3 สูตร ประกอบด้วยน้ำตาล sucrose (10 องศาบริกส์) และสารให้ความหวานที่มีการเจือจางให้มีรสชาติหวานใกล้เคียงน้ำตาล sucrose ดังนี้ สูตร 1 ใช้ sucrose สูตร 2 ใช้ sucralose และ สูตร 3 ใช้ aspartame

นำเสนอตัวอย่างทั้ง 3 ตัวอย่างพร้อมกันในถ้วยชิมชาวนา 60 ออนซ์ ให้รหัสสุ่มสามหลัก เสรีฟที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ทดสอบชิมโดยผู้บริโภคนจำนวน 115 คน ข้อมูลที่ได้จะถูกนำมาเปลี่ยนเป็นตัวเลขจาก 1 - 9 ดังนี้

ชอบมากที่สุด (Like extremely)	มีคะแนน = 9
ชอบมาก (Like very much)	มีคะแนน = 8
ชอบปานกลาง (Like moderately)	มีคะแนน = 7
ชอบเล็กน้อย (Like slightly)	มีคะแนน = 6
เฉย ๆ (Neither like nor dislike)	มีคะแนน = 5
ไม่ชอบเล็กน้อย (Dislike slightly)	มีคะแนน = 4

ไม่ชอบปานกลาง (Dislike moderately)	มีคะแนน = 3
ไม่ชอบมาก (Dislike very much)	มีคะแนน = 2
ไม่ชอบมากที่สุด (Dislike extremely)	มีคะแนน = 1

2.5. การทดสอบคุณค่าทางโภชนาการเครื่องดื่มเวย์โปรตีน

เครื่องดื่มเวย์โปรตีนนำมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 355) พ.ศ. 2556 เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท โดยรายการทดสอบ ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต พลังงาน ทั้งหมด พลังงานจากไขมัน เถ้า ด้วยวิธีการที่ประยุกต์จากวิธีของ the Association of Official Agricultural Chemists (AOAC) [14], [15]

2.6. การศึกษาผลของอายุการเก็บรักษาเครื่องดื่มเวย์โปรตีนต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส

เก็บรักษาเครื่องดื่มเวย์โปรตีนในขวดแก้ว ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ นำมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านการเปลี่ยนแปลงของสี กลิ่น ความหวาน และรสชาติ ด้วยวิธี Ideal ratio profile technique โดยผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 8 คน แล้วคำนวณผลการทดสอบทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance; ANOVA)

2.7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

วางแผนการทดลองแบบ Complete Block Design (CBD) และ Randomized Complete Block Design (RCBD) สำหรับการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส [16], [17] วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of variance; ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างของตัวอย่างด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

3.1. การพัฒนากระบวนการผลิตเครื่องดื่มเวย์โปรตีนให้มีคุณลักษณะใส

จากการนำสารละลายเวย์โปรตีนไปผ่านกระบวนการให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่าง ๆ ตามวิธีการทดลองข้อ 2.1 พบว่าที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตเครื่องดื่มเวย์โปรตีน โดยผลการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏของแต่ละตัวอย่าง ดังแสดงใน Table 1

ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏของเครื่องดื่มเวย์โปรตีนที่ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีลักษณะใส ไม่มีตะกอน มีความเงาและวาว หลังทิ้งไว้ 8 ชั่วโมงยังคงเป็นของเหลว ไม่เปลี่ยนสภาพ แสดงให้เห็นว่าเมื่อ

เวย์โปรตีนได้รับความร้อน จะทำให้โครงสร้างโปรตีนเสียสภาพและจับกับน้ำได้มากกว่าเวย์โปรตีนที่ไม่ได้รับความร้อน จากรายงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าเวย์โปรตีนจะมีความหนืดเพิ่มขึ้นที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส และโครงสร้างเวย์โปรตีนจะเสียสภาพในช่วงอุณหภูมิ 65-85 องศาเซลเซียส โดยบีตา-แลคโตโกลบูลิน (β -lactoglobulin) เป็นโปรตีนที่มีปริมาณมากที่สุด ในเวย์โปรตีน เป็นโมเลกุลที่สร้างพันธะในรูปไดเมอร์จะแตกตัวเป็นโมเลกุลเดี่ยว (monomer) และบีตา-แลคโตโกลบูลินจะเสื่อมสภาพ (denature) ที่อุณหภูมิสูงกว่า 65 องศาเซลเซียส [18], [19]

3.2. การลดความขมฝาดเหนียวของเครื่องดื่มเวย์โปรตีน

เวย์โปรตีน ประกอบด้วยบีตา-แลคโตโกลบูลิน ร้อยละ 50 แอลฟา-แลคตัลบูมิน (α -lactalbumin) ร้อยละ 20 ซีรัมอัลบูมิน (serum albumin) ร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก นอกจากนี้ยังประกอบด้วยอิมมูโนโกลบูลิน (immunoglobulin) โปรตีนที่มีฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบ (phospholipid-protein complex) เอนไซม์ และเพปไทด์ของเคซีน (casein-derived peptide) [19] ซึ่งองค์ประกอบของเวย์โปรตีนเป็นเปปไทด์ที่มีขนาดเล็ก มีกรดอะมิโนชนิดไฮโดรโฟบิกจำนวนมากจึงทำให้เกิดรสขม

จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยการปรับปรุงสูตรด้วย β -cyclodextrin ในส่วนผสมที่แตกต่างกัน เพื่อลดความขมฝาดเหนียวของเครื่องดื่มเวย์โปรตีน ดังวิธีในข้อ 2.2 แล้วทดสอบความแตกต่างของเวย์โปรตีน 4 สูตรด้วยวิธี Scoring test โดยผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน พบว่าเครื่องดื่มเวย์โปรตีนสูตร A (β -cyclodextrin = 0%) มีรสชาติความขมฝาดเหนียวมากที่สุด แตกต่างกับเครื่องดื่มเวย์โปรตีนสูตร B (β -cyclodextrin = 0.01%) สูตร C (β -cyclodextrin = 0.03%) และสูตร D (β -cyclodextrin = 0.05%) ที่มีการเติม β -cyclodextrin แสดงให้เห็นว่าการเติม β -cyclodextrin มีผลต่อการลดความขมฝาดเหนียวโดยตรง และเครื่องดื่มเวย์โปรตีนสูตร D ที่ความเข้มข้น β -cyclodextrin 0.05% มีคะแนนเฉลี่ยความขมฝาดเหนือน้อยที่สุด และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 กับเครื่องดื่มเวย์โปรตีนสูตร A สูตร B และสูตร C (Table 2) ดังนั้น จึงใช้เครื่องดื่มเวย์โปรตีนสูตร D ทำการทดลองขั้นต่อไป

จากการศึกษาการลดความขมในเครื่องดื่มเวย์โปรตีน พบว่า cyclodextrin สามารถลดความขมในเครื่องดื่มเวย์โปรตีนได้ โดย cyclodextrin เป็นโอลิโกแซคคาไรด์วงปิด (cyclic oligosaccharide) ประกอบไปด้วยหน่วยย่อยของกลูโคสที่เชื่อมต่อกัน มีลักษณะวงแหวน มีโพรงตรงกลาง

ทำให้สามารถรวมตัวกับสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน สามารถช่วยเก็บรักษากลิ่นและรสชาติของผลิตภัณฑ์โดยรวมตัวเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับสารให้กลิ่นรส มีงานวิจัยที่นำ cyclodextrins มาใช้กลบรสชาติความขม โดยใช้ไซโคลเด็กทรีนส์ส่วนโครงสร้างภายในวงแหวนจับกับส่วนไฮโดรโฟบิกของเปปไทด์ เช่น การใช้ cyclodextrin ช่วยลดความขมในน้ำผลไม้ตระกูลส้ม [20]

3.3. การทดสอบรสชาติเครื่องดื่มเวย์โปรตีนที่ผสม β -cyclodextrin ด้วยเครื่อง Taste sensing system

เครื่อง Taste sensing system ใช้หลักการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการรับรู้รสชาติของสิ่งมีชีวิตโดยการใช้ไขมันเทียมเป็นตัวแปลงสัญญาณ (transducer) มีเซนเซอร์ตรวจวัดรสชาติ (taste sensors) จำนวนหลายช่องที่สามารถประเมินรสชาติเค็ม เปรี้ยว ขม หวาน อูมามิ (umami) และฝาดเผื่อน (astringency) ผลการตรวจวัดรสชาติมีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกันและใกล้เคียงกับคะแนนจากการประเมินทางประสาทสัมผัสโดยมนุษย์ [21], [22] งานวิจัยนี้จึงเลือกศึกษารสชาติของเครื่องดื่มเวย์โปรตีนด้วยเครื่อง Taste sensing system

จากผลการทดสอบรสชาติเครื่องดื่มเวย์โปรตีนด้วยเครื่อง Taste sensing system (Table 3) เมื่อนำมาทำกราฟใยแมงมุมดังแสดงใน Figure 1 พบว่า เมื่อผสม β -cyclodextrin

0.05% จะให้รสชาติความขม ความฝาดเผื่อน และความรู้สึกภายในปากหลังการกลืน (Aftertaste-Astringency และ Aftertaste-Bitterness) น้อยที่สุด ซึ่งแตกต่างกับการผสม β -cyclodextrin 0%, 0.01% และ 0.03% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) โดยผลการลดความฝาดเผื่อนของเครื่องดื่มเวย์โปรตีนจากเครื่อง Taste sensing system สอดคล้องกับผลการทดสอบชิมโดยมนุษย์ (Table 2) ดังนั้น จึงใช้ β -cyclodextrin 0.05% ทำการทดลองขั้นต่อไป

Table 1 Effects of temperature on appearance of whey protein drinks

Temperature (°C)	Appearance
50	turbidity solution, suspended sediment
60	clear solution, non-sediment, glossy, still remain liquid after 8 hr
70	clear solution, non-sediment, glossy, form gel after 8 hr
80	clear solution, non-sediment, glossy, form gel after 5 min

Table 2 Means of scoring test on sensory characteristics of whey protein drinks mixed with β -cyclodextrin

Sample	Bitterness	Astringency	Aftertaste-B	Aftertaste-A
β -cyclodextrin 0%	4.50 $\pm$ 0.7 ^a	4.30 $\pm$ 0.7 ^a	3.90 $\pm$ 0.7 ^a	3.60 $\pm$ 0.7 ^a
β -cyclodextrin 0.01%	4.10 $\pm$ 0.7 ^b	4.17 $\pm$ 0.6 ^a	3.73 $\pm$ 0.6 ^a	3.50 $\pm$ 0.7 ^a
β -cyclodextrin 0.03%	3.33 $\pm$ 0.7 ^c	3.10 $\pm$ 0.8 ^b	2.57 $\pm$ 0.5 ^b	2.87 $\pm$ 0.6 ^b
β -cyclodextrin 0.05%	2.03 $\pm$ 0.7 ^d	2.10 $\pm$ 0.7 ^c	1.87 $\pm$ 0.7 ^c	1.90 $\pm$ 0.6 ^c

Means within a column with different superscripts are significantly different ($P \leq 0.05$).

Aftertaste-B: Aftertaste-Bitterness; Aftertaste-A: Aftertaste-Astringency

Table 3 Taste analysis of whey protein drinks mixed with β -cyclodextrin by taste sensing system

Sample	Bitterness	Astringency	Aftertaste-B	Aftertaste-A
β -cyclodextrin 0%	3.63 $\pm$ 0.0 ^a	1.86 $\pm$ 0.0 ^a	0.14 $\pm$ 0.0 ^a	0.60 $\pm$ 0.0 ^a
β -cyclodextrin 0.01%	3.47 $\pm$ 0.01 ^b	1.63 $\pm$ 0.01 ^b	0.04 $\pm$ 0.01 ^d	0.59 $\pm$ 0.02 ^{ab}
β -cyclodextrin 0.03%	3.38 $\pm$ 0.0 ^c	1.32 $\pm$ 0.0 ^c	0.08 $\pm$ 0.0 ^b	0.54 $\pm$ 0.04 ^b
β -cyclodextrin 0.05%	2.18 $\pm$ 0.01 ^d	-1.43 $\pm$ 0.01 ^d	0.05 $\pm$ 0.0 ^c	0.38 $\pm$ 0.02 ^d

Means within a column with different superscripts are significantly different ($P \leq 0.05$).

Aftertaste-B: Aftertaste-Bitterness; Aftertaste-A: Aftertaste-Astringency

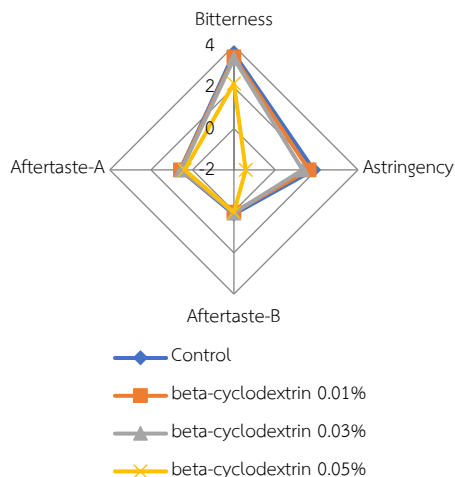


Figure 1 Spider plot for taste of whey protein drinks mixed with β -cyclodextrin

3.4. การพัฒนาสูตรเครื่องดื่มเวย์โปรตีนด้วยน้ำตาล sucrose และ สารให้ความหวาน sucralose และ aspartame

นำเครื่องดื่มเวย์โปรตีนสูตรผสมน้ำตาล sucrose และ สารให้ความหวาน sucralose และ aspartame มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบและการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 115 คน ที่มีต่อเครื่องดื่มเวย์โปรตีน ด้วยวิธี 9-Hedonic scale scoring test ข้อมูลผลการทดสอบ (Table 4) และการวิเคราะห์ผลทางสถิติเป็นดังนี้

เครื่องดื่มเวย์โปรตีนทั้ง 3 สูตร มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสีและกลิ่นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P>0.05$) (Table 4)

เครื่องดื่มเวย์โปรตีนสูตรที่ 2 เติมน้ำตาล sucralose มีคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยต่ำสุด (5.14) ซึ่งแตกต่างกับเครื่องดื่มเวย์โปรตีนสูตรที่ 1 เติมน้ำตาล sucrose และเครื่องดื่มเวย์โปรตีนสูตรที่ 3 เติมน้ำตาล aspartame อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P\leq 0.05$) (Table 4)

Table 4 Means of 9-Hedonic scale scoring test on sensory characteristics of whey protein drinks mixed with sucrose and sweeteners

Sample	Color	Odor	Sweetness	Overall acceptability
Sucrose	6.10 $\pm$ 1.1	6.00 $\pm$ 0.9	6.14 $\pm$ 1.1 ^a	6.18 $\pm$ 1.0 ^a
Sucralose	6.10 $\pm$ 1.0	6.00 $\pm$ 0.9	5.20 $\pm$ 1.5 ^b	5.14 $\pm$ 1.4 ^b
Aspartame	6.08 $\pm$ 1.1	6.02 $\pm$ 0.9	5.90 $\pm$ 1.1 ^a	5.82 $\pm$ 1.1 ^a

Means within a column with different superscripts are significantly different ($P\leq 0.05$)

เครื่องดื่มเวย์โปรตีนสูตรที่ 1 เติมน้ำตาล sucrose มีคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยสูงสุด 6.18 ไม่แตกต่างจากเครื่องดื่มเวย์โปรตีนสูตรที่ 3 เติมน้ำตาล aspartame ที่มีคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 5.82 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P>0.05$) (Table 4)

ดังนั้นเครื่องดื่มเวย์โปรตีนสูตรที่ 3 ที่เติมน้ำตาล aspartame จึงสามารถใช้เป็นทางเลือกให้ผู้บริโภคที่รักสุขภาพ ไม่ต้องการบริโภคน้ำตาลทราย เนื่องจากการยอมรับเทียบเท่าเครื่องดื่มเวย์โปรตีนสูตรที่ 1 ที่เติมน้ำตาลทราย

3.5. การทดสอบคุณค่าทางโภชนาการเครื่องดื่มเวย์โปรตีน

เครื่องดื่มเวย์โปรตีนมีปริมาณโปรตีน 8.67 กรัม/100 มิลลิลิตร ปราศจากไขมัน และมีพลังงานทั้งหมด 36.5 กิโลแคลอรี/100 มิลลิลิตร ดังแสดงใน Table 5

3.6. การศึกษาผลของอายุการเก็บรักษาเครื่องดื่มเวย์โปรตีนต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส

เมื่อนำเครื่องดื่มเวย์โปรตีนที่มีอายุการเก็บรักษาต่างกันที่อุณหภูมิ 4 ± 2 องศาเซลเซียสมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Ideal ratio profile technique โดยผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 8 คน ตามวิธีการข้อ 2.6 จำนวน 2 ซ้ำการทดสอบ พบว่า ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเวย์โปรตีนสามารถเก็บรักษาในขวดแก้วในตู้เย็นที่อุณหภูมิ (4 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 3 สัปดาห์ โดยตัวอย่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P>0.05$) ในด้านกลิ่น ความหวาน และรสชาติ แต่ในสัปดาห์ที่ 4 ตัวอย่างมีความเปลี่ยนแปลงแตกต่างกับสัปดาห์ที่ 0, 1, 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$) และสีของตัวอย่างเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงในสัปดาห์ที่ 3 โดยตัวอย่างแตกต่างกับสัปดาห์ที่ 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P>0.05$) (Table 6) อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเวย์โปรตีนยังได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมทั้ง 8 คน เนื่องจากมีค่าน้อยกว่า 1.0 ซึ่งเป็นค่าในอุดมคติของผู้บริโภค (Ideal product)

Table 5 Proximate analysis of whey protein drinks

Chemical Constituents	Amount/Unit	
Moisture	90.7	g/100 g
Protein	8.67	g/100 g
Fiber	-	g/100 g
Fat	0	g/100 g
Carbohydrate	0.45	g/100 g
Energy	36.5	Kcal/100 ml

Table 6 Sensory analysis of whey protein drinks with different storage times

Week	Color	Odor	Sweetness	Taste
0	0.98± 0.01 ^a	0.97±0.01 ^a	0.97±0.01 ^a	0.96±0.01 ^a
1	0.97±0.02 ^{ab}	0.96±0.03 ^a	0.96±0.03 ^a	0.95±0.03 ^a
2	0.96±0.02 ^{ab}	0.94±0.02 ^a	0.95±0.03 ^a	0.94±0.03 ^a
3	0.94±0.03 ^{bc}	0.92±0.02 ^a	0.94±0.03 ^a	0.93±0.04 ^a
4	0.92±0.05 ^c	0.86±0.08 ^b	0.91±0.05 ^b	0.89±0.06 ^b

Means within a column with different superscripts are significantly different ($P \leq 0.05$).

4. บทสรุป

เวย์โปรตีนนำมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และพัฒนาสูตรได้เครื่องดื่มเวย์โปรตีนที่มีลักษณะใส เมื่อผสม β -cyclodextrin 0.05% มีผลต่อการลดความขมฝาด ผื่นโดยตรง ผลทดสอบชิมจำนวน 50 คน สอดคล้องกับผลการทดสอบรสชาติเครื่องดื่มเวย์โปรตีนด้วยเครื่อง Taste sensing system ซึ่งพบว่าเมื่อผสม β -cyclodextrin 0.05% ให้รสชาติความขม ความฝาดผื่น และความรู้สึกภายในปากหลังการกลืน น้อยลงอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับไม่ได้ผสม β -cyclodextrin นอกจากนี้สูตรเครื่องดื่มเวย์โปรตีนปราศจากน้ำตาล เมื่อประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบและการยอมรับของผู้บริโภค พบว่าเครื่องดื่มเวย์โปรตีนสูตรที่เติมน้ำตาลทรายมีค่าความชอบเฉลี่ยสูงสุดไม่แตกต่างจากเครื่องดื่มเวย์โปรตีนสูตรที่เติมสารให้ความหวาน aspartame อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สูตรเครื่องดื่มเวย์โปรตีนสูตรที่เติมสารให้ความหวาน aspartame จึงเป็นทางเลือกให้ผู้บริโภคที่รักสุขภาพที่ไม่ต้องการบริโภคน้ำตาลทราย เนื่องจากได้รับการยอมรับด้านรสชาติสูงเทียบเท่าน้ำตาลทราย ซึ่งเครื่องดื่มเวย์โปรตีนมีปริมาณโปรตีน 8.67 กรัม/100 มิลลิลิตร ปราศจากไขมัน มีพลังงานทั้งหมด 36.5 กิโลแคลอรี/100 มิลลิลิตร เหมาะสำหรับเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกรมวิทยาศาสตร์บริการที่ได้สนับสนุนงบประมาณในการวิจัยนี้จนสำเร็จ

6. References

- [1] Lee, Y.M. and et al. 2007. Effect of a milk drink supplemented with whey peptides on blood pressure in patients with mild hypertension. *European Journal of Nutrition*. 46(1): 21-27.
- [2] Indrani, D. and et al. 2007. Influence of whey protein concentrate on the rheological characteristics of dough, microstructure and quality of unleavened flat bread (parotta). *Food Research International*. 40(10): 1254-1260.
- [3] Solak, B.B. and Akin, N. 2012. Functionality of whey protein. *International Journal of Health & Nutrition*. 3(1): 1-7.
- [4] Kanthawut, B. 2002. Improvement of Drinking Yoghurt by Using Whey Protein Powder to Replace Skim Milk Powder. M. Sc. Thesis, Kasetsart University. (in Thai)

- [5] Helbig, N.B. and et al. 1980. Debittering of skim milk hydrolysates by adsorption for incorporation into acidic beverages. **Journal of Food Science**. 45: 331-335.
- [6] Shaw, P. E. and Buslig, B. S. 1986. Selective removal of bitter compounds from grapefruit juice and from aqueous solution with cyclodextrin polymers and with Amberlite XAD-4. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 34: 837-840.
- [7] Normah, I. and Nurul Fasihah, R. 2017. Evaluation of β -cyclodextrin masking effect on the Bitterness of angelwing clam (*Pholas orientalis*) hydrolysate. **International Food Research Journal**. 24(4): 1500-1506.
- [8] Badal, C. S. and Kiyoshi, H. 2001. Debittering of protein hydrolyzates. **Biotechnology Advances**. 19: 355-370.
- [9] Tamura, M. and et al. 1990. Practical debittering using model peptides and related compounds. **Agricultural Biological Chemistry**. 54: 41-51.
- [10] Akasha, A.A., Elwahedi, M.A. and Eldeeb A.M. 2014. Cyclodextrins and their pharmaceutical application. **PharmaTutor**. 2(7): 40-46.
- [11] Kale, V., Tapre, C. and Ittadwar, A. 2013. Gustatory system and masking the taste of bitter herbs. **International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research**. 4(11): 4118-4124.
- [12] Liu, R.X. and et al. 2017. Traditional human taste panel and taste sensor methods for bitter taste masking research on combined bitterness suppressant of Berberine hydrochloride. **Sensors and Materials**. 29(1): 105-116.
- [13] Chay, S.K. and et al. 2018. Evaluation of the taste-masking effects of (2-hydroxypropyl)- β -cyclodextrin on ranitidine hydrochloride; a combined biosensor, spectroscopic and molecular modelling assessment. **RSC Advances**. 8: 3564-3575.
- [14] Latimer, G.W.Jr. 2016. **Official Method of Analysis of AOAC International**. 20th edition. Rockville: AOAC International.
- [15] Sullivan, D.M. and Carpenter, D.E. 1993. **Methods of Analysis for Nutrition Labeling**. Arlington: AOAC International.
- [16] Wiriacharee, P. 2002. **Sensory Evaluation**. Chiangmai: Chiangmai University Press. (in Thai)
- [17] Wiriacharee, P. 2012. **Experimental Design**. Chiangmai: Chiangmai University Press. (in Thai)
- [18] De Wit, J.N., Hontelez-Backx, E. and Adamse, M. 1988. Evaluation of functional properties of whey protein concentrates and whey protein isolates. III. Functional properties of aqueous solution. **Netherlands Milk and Dairy Journal**. 42: 155-72.
- [19] Fox, P.F. and McSweeney, P.L.H. 1998. **Dairy Chemistry and Biochemistry**. Glasgow: Blackie Academic and Professional.
- [20] Loftsson, T. and Brewster, M.E. 1996. Pharmaceutical applications of cyclodextrins: 1. Drug solubilisation and stabilization. **Journal of Pharmaceutical Science**. 85: 1017-1098.
- [21] Yoshikazu, K. and et al. 2010. Advanced taste sensors based on artificial lipids with global selectivity to basic taste qualities and high correlation to sensory scores. **Sensor**. 10: 3411-3443.
- [22] Yusuke, T. and Kiyoshi, T. 2013. Electronic tongues-A review. **IEEE Sensors Journal**. 13(8): 3001-3011.