

การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์พร่องมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสก

Development of Low Fat Pasteurized Milk Supplemented with Whey Protein Hydrolysate

ชมพูนุช ช้องลา* สุมาลี มุลิกา กิ่งนาง ตะมะรวาย ชนิดา กุประดิษฐ์
อารยา รานอก และเสกสรรค์ มังคลานันท์¹
วิศรุท มิลจันทิก ชิตณรงค์ ภาพินนา และนันทวุฒิ แสนคุ้มทอง²

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสกต่อคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ส่วนประกอบทางเคมี และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของนมพาสเจอร์ไรส์พร่องมันเนย โดยเติมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสกที่ความเข้มข้น 0.00-2.38% จากนั้นวิเคราะห์ปริมาณเปปไทด์ และคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS) radical scavenging activity ผลการวิจัยพบว่า นมพาสเจอร์ไรส์พร่องมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสกที่ความเข้มข้น 2.38% มีปริมาณเปปไทด์ และคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ABTS สูงสุด มีค่าเท่ากับ 4.61 ± 0.23 มิลลิกรัมสมมูลของลิวซีนต่อมิลลิลิตร และ 1.98 ± 0.07 มิลลิกรัมสมมูลของโทรลอกซ์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ นมพาสเจอร์ไรส์พร่องมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสกที่ความเข้มข้น 1.88 และ 2.38% มีปริมาณโปรตีนสูงสุด ในขณะที่นมพาสเจอร์ไรส์พร่องมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสกที่ความเข้มข้น 0.63% มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด มีค่าเท่ากับ 7.80 ± 0.62 เมื่อพิจารณาข้อมูลทั้งคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ ABTS และการทดสอบประสาทสัมผัส ความเข้มข้นที่เหมาะสมของเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสกที่เติมในนมพาสเจอร์ไรส์พร่องมันเนย คือ 0.63% มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ABTS เท่ากับ 1.34 ± 0.07 มิลลิกรัมสมมูลของโทรลอกซ์ต่อมิลลิลิตร ซึ่งมีค่าสูงกว่านมพาสเจอร์ไรส์พร่องมันเนยที่ไม่เติมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสก (0.57 ± 0.03 มิลลิกรัมสมมูลของโทรลอกซ์ต่อมิลลิลิตร) ผลการวิจัยนี้บ่งชี้ได้ว่าเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสกมีศักยภาพในการเสริมฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและคุณค่าทางโภชนาการในนมพาสเจอร์ไรส์พร่องมันเนย

คำสำคัญ: เวย์โปรตีนไฮโดรไลเสก คุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ องค์ประกอบทางเคมี นมพาสเจอร์ไรส์พร่องมันเนย

1 สาขาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา 30000
Department of Applied Biology, Faculty of Sciences and Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, 30000, * Corresponding Author, E-mail: chompoonuch.2840@gmail.com

2 หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์นม (ต่อเนื่อง) คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา

บทนำ

นมพาสเจอร์ไรส์พร่องมันเนย (Low fat pasteurized milk) เป็นอาหารที่กำลังได้รับความนิยมในการบริโภคสำหรับผู้บริโภคที่รักสุขภาพ และคนที่ต้องการควบคุมน้ำหนักหรือคนที่มีความเสี่ยงในเลือดสูง เนื่องจากเป็นอาหารที่มีพลังงานและไขมันต่ำ อย่างไรก็ตามนอกจากความต้องการบริโภคอาหารไขมันต่ำแล้ว ผู้บริโภคยังให้ความสนใจอาหารฟังก์ชัน (Functional food) ทำให้ในปัจจุบันตามท้องตลาดมีการออกผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์ไขมันต่ำเสริม Functional Ingredients เช่น **Meiji High Protein** สูตรเสริมเวย์โปรตีน เป็นต้น เพื่อตอบสนองผู้บริโภคที่รักสุขภาพ

เวย์ (whey) เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตเนยแข็ง เวย์โปรตีนเป็นโปรตีนที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีกรดอะมิโนที่จำเป็นสูง และมีกรดอะมิโนชนิด branched-chain amino acid (BCAA) (ได้แก่ leucine, isoleucine และ valine) ซึ่งจำเป็นต่อการสร้างและซ่อมแซมเนื้อเยื่อ ลิวซีนเป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อการเผาผลาญโปรตีน (protein metabolism) เวย์โปรตีนทางการค้าสามารถแบ่งตามปริมาณโปรตีนได้ 3 ชนิด คือ เวย์โปรตีนเข้มข้น (whey protein concentrate โปรตีน 25-89%) เวย์โปรตีนไอโซเลต (whey protein isolate โปรตีน 90-95%) และเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสท (whey protein hydrolysate) ซึ่งเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทนี้สายของโปรตีนขนาดยาวจะถูกย่อยให้เป็นสายเปปไทด์ขนาดสั้นๆทำให้สามารถดูดซึมได้ง่าย ลดโอกาสในการแพ้ (อรรณพ ภูษิต วัฒนานนท์ และสุรัสวดี สมนึก, 2556; ธนกร ศิริสมุทร, 2558) นอกจากนี้ มีรายงานว่าเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ (สุรพงษ์ พินิจกลาง และรัชณี ไสยประจง, 2556; Peng et al., 2009) ดังนั้น หากนำเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทมาใช้เป็นส่วนผสมในนมพาสเจอร์ไรส์พร่องมันเนย

นอกจากจะเป็นการเสริมคุณค่าทางโภชนาการในนม ยังช่วยเสริมฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอีกด้วย

อนุมูลอิสระเป็นสาเหตุของโรคต่างๆ มากมาย เช่น มะเร็ง (Goodman et al., 2011) หัวใจ (Sugamura and Keaney, 2011) และโรคอัลไซเมอร์ (Butterfield et al., 2002) เป็นต้น อนุมูลอิสระเกิดขึ้นโดยปฏิกิริยาในร่างกาย และมาจากสิ่งแวดล้อมภายนอกในร่างกาย เช่น การติดเชื้อ รังสี สารเคมี ยา คิวโนสียา เขม่าจากเครื่องยนต์ คิวโนสียา อาหารย่าง และอาหารที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัว เป็นต้น ปกติร่างกายของคนเรามีสารต้านอนุมูลอิสระทำหน้าที่ป้องกันเซลล์เนื้อเยื่อ และอวัยวะจากการทำลายโดยอนุมูลอิสระ (Samaranayaka and Li-Chan, 2011) แต่อย่างไรก็ตามเมื่อร่างกายได้รับอนุมูลอิสระมากเกินไปหรือระบบต้านอนุมูลอิสระภายในร่างกายเสื่อมลง ทำให้อนุมูลอิสระเป็นปัญหาต่อสุขภาพได้

ดังนั้น วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อผลิตนมพาสเจอร์ไรส์พร่องมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทสำหรับพัฒนาเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ และศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ องค์ประกอบทางเคมี รวมทั้งทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์พร่องมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสท

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การผลิตเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทผง

ผลิตเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทผงตามวิธีของ วิศรุฑ และคณะ (2559) โดยเตรียมเวย์โปรตีนทางการค้า (whey protein concentrate) ความเข้มข้น 10% ย่อยด้วยเอนไซม์ Alcalase 2% ภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส pH 8.0 เป็นเวลา 90 นาที จากนั้นทำการหยุดปฏิกิริยาของเอนไซม์โดยการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที และนำเวย์โปรตีนไฮโดรไล

เสทไปทำแห้งโดยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Lyophilization) เก็บตัวอย่างเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทผงที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ไว้สำหรับการทดลองต่อไป

2. ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทผงที่เติมในนมพาสเจอร์ไรส์พร่องมันเนย นำเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทผงมาเติมในผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์พร่องมันเนย ความเข้มข้น 0.00-2.38% เลือกใช้ความเข้มข้น 2.38% เนื่องจากที่ความเข้มข้นสูงกว่านี้ หลังการให้ความร้อนมีตะกอนเกิดขึ้น โดยอุ่นนํ้านมที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เติมนํ้าตาล 2.5% และเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทผงที่ความเข้มข้นต่างๆ (0.00, 0.63, 1.25, 1.88 และ 2.38%) ทำการพาสเจอร์ไรส์ต่อที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส 5 นาที กรองผ่านผ้าขาวบางขณะร้อน บรรจุในขวดแก้ว ทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ทำการทดลอง 3 ซ้ำ จากนั้นนำไปวิเคราะห์ปริมาณเปปไทด์ คุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ องค์ประกอบทางเคมี และทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

3. การวิเคราะห์ปริมาณเปปไทด์และคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ

3.1 การเตรียมตัวอย่างสำหรับ

วิเคราะห์

ปิเปตต์ตัวอย่างนมพาสเจอร์ไรส์พร่องมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่ความเข้มข้น 0.00-2.38% ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดเซนติฟิว นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 10,000 rpm นาน 10 นาที เก็บส่วนใสไว้สำหรับวิเคราะห์ปริมาณเปปไทด์และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS

3.2 วิเคราะห์ปริมาณเปปไทด์

วิเคราะห์ปริมาณเปปไทด์ของนมพาสเจอร์ไรส์พร่องมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่ความเข้มข้น 0.00-2.38% โดยวิธี Trinitrobenzene sulfonic Acid (TNBS) (Adler-Nissen,

1979) โดยปิเปตต์ตัวอย่างส่วนใส ปริมาตร 50 ไมโครลิตร เติมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 0.2125 โมลาร์ pH 8.2 ปริมาตร 500 ไมโครลิตร เติมสารละลาย TNBS ความเข้มข้น 0.005% ปริมาตร 500 ไมโครลิตร จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 1000 ไมโครลิตร เพื่อหยุดปฏิกิริยา ทิ้งไว้อุณหภูมิห้อง นาน 30 นาที และนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร ปริมาณเปปไทด์แสดงในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของลิวซีนต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง (mg Leucine Eq./ml Sample)

3.3 ความสามารถในการต้าน

อนุมูลอิสระ ABTS

วิเคราะห์คุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ ABTS ของนมพาสเจอร์ไรส์พร่องมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่ความเข้มข้น 0.00-2.38% ตามวิธีของ Wiriayaphan et.al. (2012) ปิเปตต์ตัวอย่างส่วนใสปริมาตร 20 ไมโครลิตร ทำปฏิกิริยากับสารละลายอนุมูลอิสระ ABTS working solution (ABTS stock solution ผสมกับ 10 mM phosphate buffer, pH 7.4 และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ได้เท่ากับ 0.700 ± 0.02) ปริมาตร 1980 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน ทิ้งไว้ในที่มืด 5 นาที จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ความสามารถในการต้านสารอนุมูลอิสระแสดงในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของโทรลอกซ์ต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง (mg Trolox Eq./ml Sample)

4. การวิเคราะห์ทางด้านเคมี

นํ้านมพาสเจอร์ไรส์พร่องมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่ความเข้มข้น 0.00-2.38% มาวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยวิธี Kjeldahl, เถ้า และความชื้นตามวิธี AOAC (2000)

5. การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำนมพาสเจอร์ไรส์พร้อมมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลสที่ความเข้มข้น 0.00-2.38% มาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธี 9-point hedonic scale โดยทดสอบคุณลักษณะด้าน สี กลิ่นรส ความขม รสชาติ ความเป็นเนื้อเดียวกัน และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบทั้งหมด 20 คน

6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

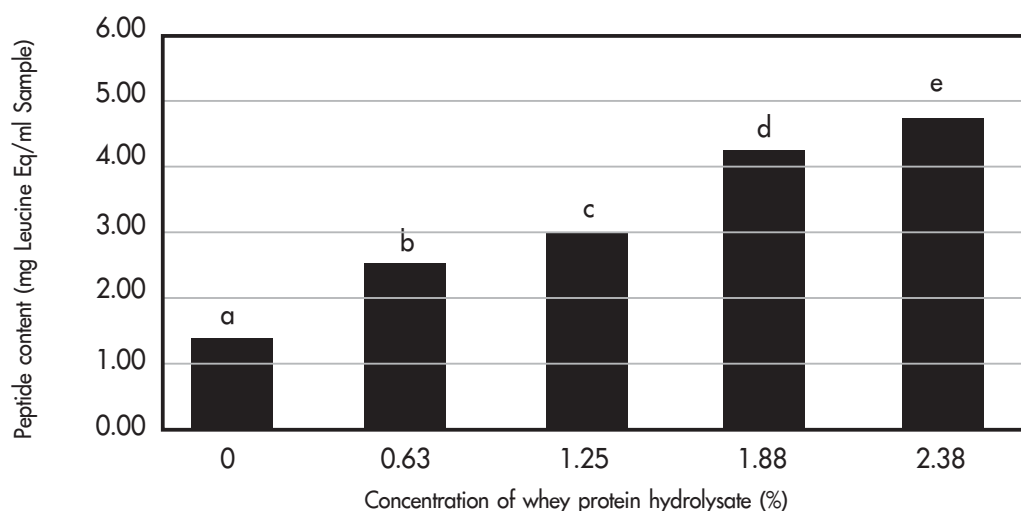
ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ PASW Statistics 18 Release 18.0.0 software

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย

1. ปริมาณเปปไทด์

เพื่อศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของเวย์โปรตีนไฮโดรไลสที่เติมลงในผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์พร้อมมันเนย โดยเติมเวย์โปรตีนไฮโดรไลสที่ความเข้มข้น 0.00, 0.63, 1.25, 1.88 และ 2.38% พบว่า ปริมาณเปปไทด์เพิ่มขึ้นตามความ

เข้มข้นของเวย์โปรตีนไฮโดรไลสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ได้เติม (รูปที่ 1, $p < 0.05$) นมพาสเจอร์ไรส์พร้อมมันเนยสูตรที่ไม่เติมเวย์ไฮโดรไลสที่มีปริมาณเปปไทด์เท่ากับ 1.39 ± 0.09 มิลลิกรัมสมมูลของลิวซีนต่อมิลลิลิตร ตัวอย่าง (mg Leucine Eq./ml Sample) ส่วนนมพาสเจอร์ไรส์พร้อมมันเนยเสริมเวย์ไฮโดรไลสที่ความเข้มข้น 2.38% มีปริมาณเปปไทด์สูงสุด มีค่าเท่ากับ 4.61 ± 0.23 mg Leucine Eq./ml Sample ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 3.3 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ไม่เติม วิศรุฑ มลจินท์ก และคณะ (2559) รายงานว่าปริมาณเปปไทด์ในผลิตภัณฑ์นมสเตอริไลส์เสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลสที่ความเข้มข้น 2.38% มีค่าเท่ากับ 3.42 ± 0.11 mg Leucine Eq./ml Sample จะเห็นได้ว่านมพาสเจอร์ไรส์พร้อมมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลสที่มีปริมาณเปปไทด์สูงกว่านมสเตอริไลส์เสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลส ทั้งนี้เนื่องจากนมสเตอริไลส์ผ่านการให้ความร้อนสูงกว่านมพาสเจอร์ไรส์ ส่งผลให้โปรตีน และเปปไทด์บางส่วนเสียสภาพธรรมชาติ จากงานวิจัยนี้จะเห็นได้ว่าการเติมเวย์โปรตีนไฮโดรไลสทำให้ปริมาณเปปไทด์เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์

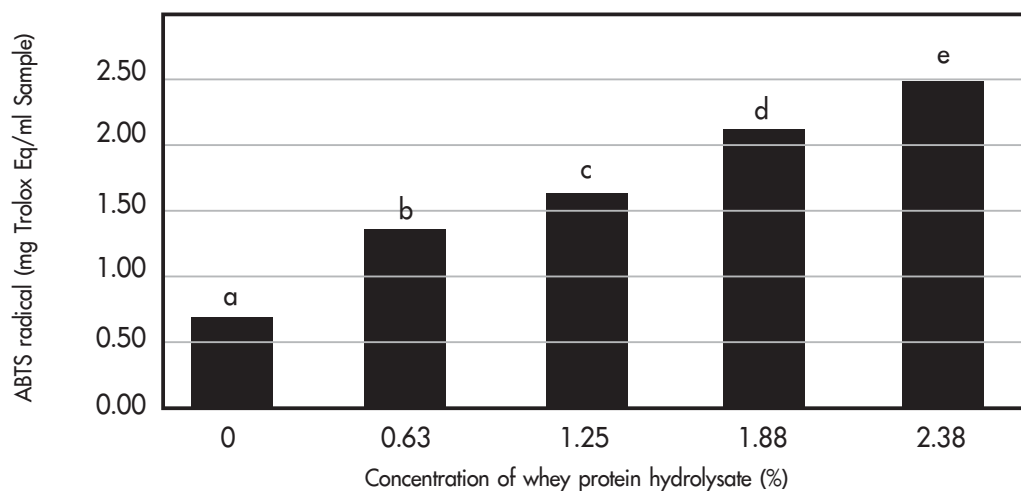


รูปที่ 1 ปริมาณเปปไทด์ในผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์พร้อมมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลสที่ความเข้มข้น 0.00-2.38%
หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

2. คุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ABTS

จากการศึกษาความเข้มข้นเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทผงที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์พร่องมันเนย โดยเติมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทผงที่ระดับความเข้มข้น 0.00-2.38% และวิเคราะห์คุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระในผลิตภัณฑ์ พบว่า ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ABTS ของนมพาสเจอร์ไรส์เสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทผงเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ได้เติม (รูปที่ 2, $p \leq 0.05$) นมพาสเจอร์ไรส์พร่องมันเนยสูตรที่ไม่เติมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ABTS เท่ากับ 0.57 ± 0.03 มิลลิกรัมสมมูลของโทรออกซ์ต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง (mg Trolox Eq./ml Sample) ส่วนการเติมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทผงที่ความเข้มข้น 2.38% มีความสามารถในการจับอนุมูลอิสระ ABTS สูงสุด มีค่า

เท่ากับ 1.98 ± 0.07 mg Trolox Eq./ml Sample ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 3.5 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ไม่เติม ผลความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ABTS มีความสอดคล้องกับปริมาณเปปไทด์ที่เพิ่มขึ้น (รูปที่ 1) วิศรุช มัลลัจันทิก และคณะ (2559) รายงานว่าความสามารถในการจับอนุมูลอิสระ ABTS ในผลิตภัณฑ์นมสเตอริไลส์เสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่ความเข้มข้น 2.38% มีค่าเท่ากับ 1.56 ± 0.06 mg Trolox Eq./ml Sample จะเห็นได้ว่านมพาสเจอร์ไรส์พร่องมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่านมสเตอริไลส์เสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสท จากงานวิจัยนี้จะเห็นได้ว่าการเติมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทนอกจากเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์แล้ว ยังเสริมฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระให้กับผลิตภัณฑ์อีกด้วย



รูปที่ 2 ความสามารถในการจับอนุมูลอิสระ ABTS ของนมพาสเจอร์ไรส์พร่องมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่ความเข้มข้น 0.00-2.38%
หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3. องค์ประกอบทางเคมีในผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์พร้อมมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสท

จากผลการทดลองวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์พร้อมมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสท ที่ระดับความเข้มข้น 0.00- 2.38% พบว่า เมื่อความเข้มข้นเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณความชื้นลดลง และปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้น และไม่มีผลต่อปริมาณเถ้า (ตารางที่ 1) การที่ความชื้นลดลงเนื่องมาจากปริมาณของแข็งในนมพาสเจอร์ไรส์เพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสท นมพาสเจอร์ไรส์พร้อมมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่มีความเข้มข้น 1.88 และ 2.38% มีค่าความชื้น โปรตีน และเถ้าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งมีค่าความชื้นเท่ากับ 85.29 ± 0.30 และ $85.07\pm0.27\%$ มีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 4.76 ± 0.13 และ $4.70\pm0.03\%$ และ

ปริมาณเถ้าเท่ากับ 0.95 ± 0.03 และ $0.95\pm0.02\%$ ตามลำดับ การที่ปริมาณโปรตีนในนมพาสเจอร์ไรส์พร้อมมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่ความเข้มข้น 1.88 และ 2.38% มีค่าไม่แตกต่างกัน และมีค่าสูงกว่านมพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เติมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทเล็กน้อยเนื่องจากเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทมีความสามารถในการละลายค่อนข้างต่ำและเสียสภาพธรรมชาติง่ายเมื่อโดนความร้อนทำให้โปรตีนบางส่วนตกตะกอนและถูกกรองออกไปในขั้นตอนการทำนมพาสเจอร์ไรส์ ดังนั้นงานวิจัยนี้บ่งชี้ได้ว่าปริมาณสูงสุดของเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่เติมในผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์ไม่ควรเกิน 1.88% ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการเติมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทนอกจากจะเสริมคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระในผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์พร้อมมันเนยแล้วยังสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์อีกด้วย

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีในนมพาสเจอร์ไรส์พร้อมมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่ความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น WPH (%w/v)	ปริมาณ (%w.b.)		
	ความชื้น	เถ้า ^{ns}	โปรตีน
0.00	$87.41\pm0.02c$	0.86 ± 0.01	$3.77\pm0.36a$
0.63	$86.62\pm0.08b$	0.87 ± 0.01	$3.97\pm0.19a$
1.25	$86.51\pm0.02b$	0.89 ± 0.02	$4.20\pm0.09b$
1.88	$85.29\pm0.30a$	0.95 ± 0.03	$4.76\pm0.13c$
2.38	$85.07\pm0.27a$	0.95 ± 0.02	$4.70\pm0.03c$

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ภายในคอลัมน์เดียวกัน

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

WPH = Whey protein hydrolysate

4. ผลการการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของนมพาสเจอร์ไรส์พร้อมมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสท

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของนมพาสเจอร์ไรส์พร้อมมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่ความเข้มข้น 0.00-2.38% พบว่า ความเข้มข้นของเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทไม่มีผลต่อความชอบของผลิตภัณฑ์ในด้านกลิ่นรส และความขม (ตารางที่ 2, $p>0.05$) ส่วนด้านรสชาติ และความชอบโดยรวม พบว่าผู้บริโภคจะชอบนมพาสเจอร์ไรส์เสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่ระดับความเข้มข้น 0.63% มากที่สุด ($p\leq 0.05$) มีคะแนนความชอบเท่ากับ 7.60 ± 1.05 และ 7.80 ± 0.62 ตามลำดับ ซึ่งมีคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบมาก ส่วนด้านสี พบว่าผู้บริโภคชอบที่ระดับความเข้มข้นเวย์โปรตีนไฮโดรไล

เสทที่ความเข้มข้น 0.63% มากกว่านมพาสเจอร์ไรส์พร้อมมันเนยที่ไม่เติมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสท และที่ความเข้มข้น 1.88 และ 2.38% แต่ไม่มีความแตกต่างกับความเข้มข้นที่ 1.25% ด้านความเป็นเนื้อเดียวกันผู้บริโภคชอบนมพาสเจอร์ไรส์สูตรที่เติมเวย์ไฮโดรไลเสทที่ความเข้มข้น 0.63-2.38% ไม่มีความแตกต่างกัน แต่ชอบสูตรเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่ความเข้มข้น 0.63 และ 1.25% มากกว่าสูตรที่ไม่เติมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสท การที่ผู้ประเมินชอบนมพาสเจอร์ไรส์พร้อมมันเนยสูตรที่เติมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่ความเข้มข้น 0.63% รสชาติ ความเป็นเนื้อเดียวกัน และความชอบโดยรวมมากกว่าสูตรควบคุมอาจเนื่องมาจากการเติมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทมีผลในการเพิ่มเนื้อสัมผัสในปาก (mouth feel) รวมทั้งรสชาติที่กลมกล่อมเวลาดื่ม

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบของผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์พร้อมมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่ความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น WPH (%)	สี	กลิ่นรส ^{ns}	รสชาติ	ความขม ^{ns}	ความเป็นเนื้อเดียวกัน	ความชอบโดยรวม
0.00	6.90 ± 1.25^a	6.15 ± 1.95	6.00 ± 1.62^a	5.75 ± 2.36	7.05 ± 1.39^a	6.95 ± 1.57^a
0.63	7.70 ± 0.86^b	6.65 ± 1.46	7.60 ± 1.05^b	6.35 ± 2.28	7.75 ± 0.91^b	7.80 ± 0.62^b
1.25	7.35 ± 0.81^{ab}	5.90 ± 1.37	6.65 ± 1.31^a	5.80 ± 1.99	7.65 ± 0.99^b	7.25 ± 1.12^a
1.88	7.05 ± 1.15^a	6.05 ± 1.23	5.80 ± 1.82^a	5.35 ± 1.99	7.30 ± 1.17^{ab}	6.90 ± 0.97^a
2.38	6.85 ± 1.35^a	5.85 ± 1.31	5.85 ± 1.66^a	5.30 ± 2.32	7.40 ± 1.05^{ab}	6.90 ± 1.02^a

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ภายในคอลัมน์เดียวกัน

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

WPH = Whey protein hydrolysate

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้สามารถสรุปได้ว่านมพาสเจอร์ไรส์เสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่ความเข้มข้น 2.38% มีปริมาณเปปไทด์และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด มีค่าเท่ากับ 4.61 ± 0.23 mg Leucine Eq./ml Sample และ 1.98 ± 0.07 mg Trolox Eq./ml Sample ตามลำดับ นมพาสเจอร์ไรส์พร่องมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่ความเข้มข้น 1.88 และ 2.38% มีปริมาณโปรตีนสูงสุด มีค่าเท่ากับ 4.76 ± 0.13 และ $4.70 \pm 0.03\%$ ตามลำดับ ในขณะที่นมพาสเจอร์ไรส์เสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่ความเข้มข้น 0.63% เป็นสูตรที่ผู้ประเมินชอบมากที่สุด มีคะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 7.80 ± 0.62 เป็นคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบมาก ดังนั้น เมื่อพิจารณาข้อมูลทั้งปริมาณเปปไทด์ คุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ ABTS และความชอบด้านประสาทสัมผัส สรุปได้ว่าความเข้มข้นที่เหมาะสมของเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่เติมในนมพาสเจอร์ไรส์พร่องมันเนย คือ 0.63% มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ABTS เท่ากับ 1.34 ± 0.07 mg Trolox Eq./ml Sample ซึ่งมีค่าสูงกว่านมพาสเจอร์ไรส์พร่องมันเนยที่ไม่เติมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสท (0.57 ± 0.03 Trolox Eq./ml Sample)

กิตติกรรมประกาศ

คณะนักวิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา ที่เอื้ออำนวยความสะดวก เครื่องมือ และสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ธนกร ศิริสมุทร. (2558). คุณค่าทางโภชนาการและประโยชน์ทางการแพทย์ของเวย์โปรตีน. วารสารไทยเภสัชศาสตร์และวิทยาการสุขภาพ. 10(2): 75-80. [On-line]. Available: <http://ejournals.swu.ac.th/index.php/pharm/article/view/File/5349/5027>
- วิศรุท มิลจันติก ขิตณรงค์ ถาพินนา นันทวุฒิ แสนตุ้มทอง ชมภูษุช ฮ่องลา สุมาลี มุสิก และกึ่งนาง ตะมะรวย. (2559). การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมพร้อมดื่มสเตอริไลส์พร่องมันเนยเสริมเวย์โปรตีน ไฮโดรไลเสท. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา. 1(2): 37-44.
- สุรพงษ์ พิณจกลาง และรัชนี ไสยประจง. (2556). การตรวจวัดปริมาณแอกติวิตีสารลดความดันโลหิตและสารต้านอนุมูลอิสระของไบโอแอคทีฟเปปไทด์จากเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทไฮโดรไลเซท. สาขาวิชาการจัดการธุรกิจอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย. 44: 393-396.
- อรรณณ ภูชัยพัฒนานนท์ และสุรัสวดี สมนึก. (2556). มาทำความรู้จักกับเวย์โปรตีน. วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬา. 13(153): 1513-2867. [On-line]. Available: <http://www.esrg.kku.ac.th/wp-content/uploads/2018/03/4.-มาทำความรู้จักกับเวย์โปรตีน.pdf>

- Adler-Nissen, J. (1979). Determination of the degree of hydrolysis of food protein hydrolyzates by trinitrobenzenesulfonic acid. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 27: 1256-1262.
- AOAC. (2000). Official methods of analysis 17th edition. Gaithersburg, Maryland: Association of Official Chemists.
- Butterfield, D. A., and Lauderback, C. M. (2002). Lipid peroxidation and protein oxidation in Alzheimer's disease brain: Potential causes and consequences involving amyloid β -peptide-associated free radical oxidative stress. *Free Radical Biology and Medicine*. 32: 1050-1060.
- Goodman, M., Bostick, R. M., Kucuk, O. and Jones, D. P. (2011). Clinical trials of antioxidants as cancer prevention agents: past, present, and future. *Free Radical Biology and Medicine*. 51: 1068-1084.
- Peng, X. Y., Xiong, Y. L. L., and Kong, B. H. (2009). Antioxidant activity of peptide fractions from whey protein hydrolysates as measured by electron spin resonance. *Food Chemistry*. 113: 196-201.
- Samaranayaka, A. G. P. and Li-Chan, E. C. Y. (2011). Food-derived peptidic antioxidants: A review of their production, assessment, and potential applications. *Journal of Functional Foods*. 3: 229-254.
- Sugamura, K. and Keane, J. F. Jr. (2011). Reactive oxygen species in cardiovascular disease. *Free Radical Biology and Medicine*. 51: 978-992.
- Wiriaphan, C., Chitsomboon, B., and Yongsawadigul, J. (2012). Antioxidant activity of protein hydrolysates derived from threadfin bream surimi byproducts. *Food Chemistry*. 132: 104-111.