

การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมทางเลือกจากเมล็ดประ Development of Alternative Milk from Parah Seed (*Elateriospermum tapos*)

จวีรณ นวนมุสิก^{1*} ปุณญาเพชร เดชเพชรธักษ์² จตุพร คงทอง² สิริกุล เพชรพล³
และสุภาวิณี ยอดพิจิตร²

Jureporn Nounmusig^{1*} Poonyapetch Detchphetchtharak² Jatuporn Kongthong²
Sirikun Pethuan³ and Supawinee Yodpijit²

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์นมทางเลือกหรือนมพืชจากเมล็ดประและเพื่อศึกษาคุณภาพและองค์ประกอบทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์นมจากเมล็ดประที่ผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ โดยศึกษาอัตราส่วนของเมล็ดประต่อน้ำที่ระดับ 1:2 1:3 และ 1:4 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ศึกษาปริมาณน้ำตาลที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสของนมจากเมล็ดประที่ระดับร้อยละ 0 3 5 และ 8 จากนั้นทำการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุดด้วยวิธี 9-point hedonic scale ผลการศึกษาพบว่าอัตราส่วนของเมล็ดประต่อน้ำ 1:3 (น้ำหนักต่อปริมาตร) และเติมน้ำตาลทรายร้อยละ 3 ได้รับการยอมรับมากที่สุด โดยนมประจากเมล็ดประที่พัฒนาได้มีค่าความสว่างเท่ากับ 86.42 ± 0.12 มีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 6.32 ± 0.08 และมีค่าความหนืดเท่ากับ 10.82 ± 0.18 เซนติพอยส์ มีปริมาณสารโซయాไนด์คงเหลือเท่ากับ 2.61 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทั้งนี้นมจากเมล็ดประที่ผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรครอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน นอกจากนี้ยังพบกรดไขมันที่จำเป็นในนมจากเมล็ดประ ได้แก่ กรดไขมันชนิดโอเมก้า 3 โอเมก้า 6 และโอเมก้า 9 แสดงให้เห็นว่านมพืชจากเมล็ดประซึ่งถือเป็นพืชท้องถิ่นประจำจังหวัดนครศรีธรรมราช มีศักยภาพที่สามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์นมทางเลือกเพื่อสุขภาพจากพืชได้

คำสำคัญ: นมจากพืช นมทางเลือก เมล็ดประ สารโซయాไนด์ กรดไขมันโอเมก้า

¹ สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

² สาขาวิชาวิทยาการประกอบอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

³ สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

* Corresponding author e-mail: Jureporn_nua@nstru.ac.th

DOI: <https://doi.org/10.65217/wichchajinstru.2023.v42i2.258390>

Received: 27 March 2023, Revised: 11 April 2023, Accepted: 19 April 2023

Abstract

The objectives of this study were to develop an appropriate formulation for an alternative milk or plant-based milk product made from Parah seeds (*Elateriospermum tapos*) and to investigate the quality and nutritional values of the pasteurized Parah seed milk product. Parah seed milk was prepared by mixing Parah seeds and water in the ratio of 1:2, 1:3 and 1:4 (weight per volume: w/v) with the sugar content of 0%, 3%, 5%, and 8%. The selected formulation of Parah seed milk was tested using a 9-point hedonic scale. The results showed that the most accepted formula was a 1:3 (w/v) ratio of Parah seed and water with a sugar content of 3%. This formulation had an L^* value of 86.42 ± 0.12 , a viscosity of 10.82 ± 0.18 centipoints, pH of 6.32 ± 0.08 and total cyanide content of 2.61 ± 0.03 milligram per kilogram (mg/kg). After pasteurization, the contamination of the Parah seed milk with pathogenic bacteria and the total visible count were assessed within the benchmark. In addition, essential fatty acids consisting of omega-3, omega-6 and omega-9 fatty acids were found in the Parah seed milk. These results showed that plant-based milk from Parah seed, a native plant of Nakhon Si Thammarat province, has the potential to be developed as a healthy alternative plant-based milk product.

Keywords: Plant-based milk, Alternative milk, Parah seed, Cyanide, Omega fatty acid

บทนำ

ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญกับการรับประทานอาหารที่ดีต่อสุขภาพควบคู่กับการบริโภคอย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง กระแสการบริโภคอาหารและเครื่องดื่มจากพืช (plant-based) ได้รับความนิยมมากขึ้น โดยเฉพาะในตลาดเครื่องดื่มประเภทนมที่มีกลุ่มผู้บริโภคที่มีปัญหาการแพ้โปรตีนจากนมวัว และผู้บริโภคบางกลุ่มที่ไม่สามารถย่อยน้ำตาลแล็กโทสในนมวัวได้ ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการดื่มนมวัวของผู้บริโภคจำนวนหนึ่งในประเทศไทย ทำให้ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มและนมจากพืชเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกสำหรับผู้บริโภคที่แพ้นมวัวรวมทั้งผู้บริโภคที่รับประทานมังสวิรัต (ณัฐธามา, 2565) ส่งผลให้เครื่องดื่มจากพืชมีบทบาทในตลาดอุตสาหกรรมอาหารเพิ่มขึ้น (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2564) การผลิตนมจากพืชเป็นกระบวนการที่ทำได้ง่ายและไม่ซับซ้อน ประกอบด้วย 9 ขั้นตอนหลัก คือ 1) การปอกเปลือกและลดขนาดวัตถุดิบ 2) การเติมน้ำช่วยการบดสกัด 3) การลวก 4) การบดเปียก 5) การกรอง 6) การเติมส่วนผสมต่าง ๆ เช่น วิตามินและเกลือแร่ หรือสารให้ความคงตัว เป็นต้น 7) การทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน 8) การฆ่าเชื้อด้วยความร้อน และ 9) การปรับปรุงสีและกลิ่นรส อันพึงประสงค์ (Bocker and Silva, 2022) ปัจจุบันในท้องตลาดมีผลิตภัณฑ์นมจากพืชหลากหลายชนิด เช่น นมถั่วเหลือง นมอัลมอนต์ นมข้าว นมข้าวโอ๊ต นมมะพร้าว นมถั่ว นมควินัว นมจากเมล็ดถั่วเขียว และนมจากถั่วต่าง ๆ เป็นต้น (ศูนย์วิจัยกสิกรไทยเพื่ออุตสาหกรรมอาหาร, 2564; ณัฐธามา, 2565) จากข้อมูล

ดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการพัฒนาผลิตภัณฑ์นมทางเลือกจากพืชจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจและมีกระบวนการผลิตที่ทำได้ง่าย และสามารถผลิตได้ตั้งแต่ระดับการแปรรูปในครัวเรือนและอุตสาหกรรมขนาดเล็กได้

ต้นประ (*Elateriospermum tapos*) เป็นพืชในวงศ์ Euphorbiaceae มีถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบคาบสมุทรมลายู ประเทศมาเลเซีย แถบหมู่เกาะสุมาตรา ประเทศอินโดนีเซีย รวมทั้งพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย ซึ่งพบต้นประมากที่สุดบนพื้นที่ป่าในจังหวัดนครศรีธรรมราช บริเวณอุทยานแห่งชาติเขานัน ซึ่งมีขนาดมากกว่า 5,000 ไร่ จนได้รับการขนานนามว่าเป็นผืนป่าประที่ใหญ่ที่สุดในโลก นอกจากนี้ยังสามารถพบต้นประได้เล็กน้อยในพื้นที่จังหวัดอื่น ๆ ทางภาคใต้ของไทย ได้แก่ จังหวัดตรัง จังหวัดยะลา และจังหวัดนราธิวาส (Ngamriabsakul and Kommen, 2009; Anchan, 2010; Charoensuk et al., 2012) ต้นประออกผลในเดือนสิงหาคมถึงกันยายนของทุกปี ชุมชนในแต่ละพื้นที่นิยมเก็บเมล็ดประสดมาจำหน่ายหรือนำไปแปรรูปเป็นอาหาร (สายฝน, 2559) เกิดเป็นรายได้ที่สำคัญของชุมชน การแปรรูปเมล็ดประเป็นอาหารมีหลายรูปแบบ เช่น แกงั่ว แกงั้ม แกงัโตปลา ต้มกะทิ น้ำพริกกะปิ น้ำพริกมะขาม คั่ว ดอก อย่างเป็นผักเคียง อบหรือฉาบน้ำตาล ซึ่งเป็นที่นิยมของกลุ่มผู้บริโภค (ปริญญญา และคณะ, 2561) จากการศึกษาขององค์ประกอบทางอาหารเบื้องต้น พบว่าแบ่งเมล็ดประมีสารอาหารหลัก คือ ไขมัน มีองค์ประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนในปริมาณที่สูงและมีความหลากหลายของชนิดของกรดไขมันอิสระที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ทั้งในกลุ่มกรดไขมันโอเมก้า 3 และโอเมก้า 6 คุณสมบัติเชิงหน้าที่ที่น่าสนใจของแบ่งเมล็ดประ คือ ความสามารถในการดูดซับน้ำและน้ำมัน คุณสมบัติการทำให้เกิดอิมัลชัน ความสามารถในการเกิดโฟม และมีความคงตัวของโฟม ทำให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ ได้ (Anchan, 2010) แต่อย่างไรก็ตามในเมล็ดประมีสาร cyanogenic glycoside ซึ่งเป็นสารพิษ (poisonous) ทำให้ปวดศีรษะ ใจสั่น หน้าแดง หมดสติ ชัก และอาจเสียชีวิตภายในเวลา 10 นาที (Ngamriabsakul and Kommen, 2009) จึงมีความจำเป็นที่ต้องตรวจสอบปริมาณไซยาไนด์ในผลิตภัณฑ์อาหารในเมล็ดประเพื่อตรวจสอบความปลอดภัยของผู้บริโภค

จากข้อมูลดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำเมล็ดประซึ่งเป็นพืชประจำท้องถิ่นของจังหวัดนครศรีธรรมราช มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์นมพืชจากเมล็ดประเพื่อเพิ่มมูลค่าและสร้างรูปแบบการใช้ประโยชน์เมล็ดประให้หลากหลายเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งพัฒนาให้เป็นนมทางเลือกที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพและอุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรที่เหมาะสมต่อการผลิตนมทางเลือกจากเมล็ดประ และศึกษาคุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์นมทางเลือกจากเมล็ดประที่ผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรส์ (pasteurization process)

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมตัวอย่างและวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นของเมล็ดประ

โดยสุ่มเก็บตัวอย่างเมล็ดประสดบริเวณพื้นที่บ้านทับน้ำเต้า จำนวน 3 พื้นที่ ในหมู่ 8 ตำบลกรูชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้น ได้แก่ ปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมันหยาบ โยอาหารหยาบ ตามวิธีมาตรฐาน AOAC International and Latimer (2012) และวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดโดยวิธีผลต่างของสารอาหารทั้งหมด

2. การพัฒนาสูตรการผลิตนมทางเลือกจากเมล็ดประ

2.1 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเมล็ดประต่อน้ำ

โดยนำเมล็ดประมาจะเพาะเปลือก และลวกในน้ำเดือด (อุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียส) นาน 15 นาที แช่น้ำเย็น (อุณหภูมิ 5-10 องศาเซลเซียส) นาน 10 นาที จากนั้นล้างและสะเด็ดน้ำบนตะแกรงนาน 30 นาที นำเมล็ดประที่ผ่านการลวก เติมน้ำในอัตราส่วนเมล็ดประต่อน้ำเท่ากับ 1:2 1:3 และ 1:4 จากนั้นบดให้ละเอียดและกรองแยกกากด้วยเครื่องโม่ รุ่น FDM 110 นำส่วนของเหลวที่ได้ไปกรองแยกกากและส่วนของนมเมล็ดประอีกครั้งด้วยผ้าขาวบาง 5 ชั้น จากนั้นนำไปโฮโมจีไนซ์ (homogenize) ด้วยเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ ยี่ห้อ IKA รุ่น T25D นาน 5 นาที และนำไปต้มให้ความร้อนในระดับพาสเจอร์ไรส์ (อุณหภูมิ 70-75 องศาเซลเซียส) นาน 15 นาที บรรจุตัวอย่างแต่ละชุดการทดลองลงในขวดแก้วขนาด 200 มิลลิลิตร ปิดฝา และทำให้เย็นทันที เก็บที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส แล้วนำไปทดสอบการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติความรู้สึกในขณะดื่ม และความชอบโดยรวมด้วยวิธี 9-point hedonic scale (Stone and Sidel, 1993)

2.2 การศึกษาปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของนมเมล็ดประ

โดยคัดเลือกผลิตภัณฑ์นมเมล็ดประที่ได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด จากการศึกษาที่ 2.1 เติมน้ำตาลในอัตราส่วนน้ำตาลร้อยละ 0 1 3 และ 5 เพื่อศึกษาปริมาณน้ำตาลที่มีผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale ร่วมกับการวัดความพอดีของรสหวานด้วยสเกลวัดความพอดี (Just about right (JAR) scale) 5 ระดับ (Lawless and Heymann, 2010)

3. การศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมี ปริมาณจุลินทรีย์ และคุณค่าทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์นมทางเลือกจากเมล็ดประ

3.1 ศึกษาลักษณะทางกายภาพของนมเมล็ดประ

โดยวัดค่าสีตามระบบ CIE (commission International de l' Eclairage) ($L^* a^* b^*$) ด้วยเครื่องวัดสี ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น color flex วัดค่าความหนืดด้วยเครื่องวัดค่าความหนืดแบบด้านการหมุน (rotational brookfield viscometer) และรายงานผลในหน่วยเซนติพอยส์ (centipoise: cP)

3.2 ศึกษาลักษณะทางเคมี

โดยวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่อง pH meter และวิเคราะห์ปริมาณสารไซยาไนด์ที่เหลือในผลิตภัณฑ์นมจากเมล็ดประ โดยวิธีการ pyridine pyrazorone method (O'Brien, 1991)

3.3 ศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์

ได้แก่ ปริมาณของ total viable count เชื้อ *Clostridium perfringens* *Staphylococcus aureus* *Bacillus cereus* และ *Escherichia coli* ตามวิธีมาตรฐาน Bacteriological Analytical Manual Online (BAM) (2001) เชื้อ *Salmonella* spp. และ *Listeria monocytogenes* ตามวิธีมาตรฐาน International Standard (ISO/IEC 17025) (2017)

3.4 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของนมเมลิ็ดประ

ประกอบด้วย สารอาหารหลัก (โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน) คอเลสเทอรอล ไยอาหาร วิตามิน (วิตามินเอ วิตามินบี 1 และวิตามินบี 2) และแร่ธาตุ (ธาตุเหล็ก แคลเซียม และ โซเดียม) ตามวิธีมาตรฐาน AOAC International and Latimer (2019)

3.5 การศึกษาปริมาณกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์นมจากเมลิ็ดประ

ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี (gas chromatography: GC) และย่อยตัวอย่าง ตามวิธีมาตรฐาน AOAC International and Latimer (2019)

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

ผลการวิจัย

1. องค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นของเมลิ็ดประ

การศึกษาค่าองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นของเมลิ็ดประ พบว่ามีความชื้นเท่ากับ 25.28 ± 0.10 กรัมต่อ 100 กรัม ประกอบด้วยสารอาหารหลัก คือ ไขมัน ในปริมาณมากที่สุด (38.36 ± 0.04 กรัมต่อ 100 กรัม) รองลงมา คือ โปรตีน (12.48 ± 0.01 กรัมต่อ 100 กรัม) และ คาร์โบไฮเดรต (11.62 ± 0.24 กรัมต่อ 100 กรัม) ตามลำดับ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของเมลิ็ดประ

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณที่พบ (กรัมต่อ 100 กรัม)
ความชื้น	25.28 ± 0.10
เถ้า	1.72 ± 0.21
โปรตีน	12.48 ± 0.01
ไขมันหยาบ	38.36 ± 0.04
เยื่อใยหยาบ	10.54 ± 0.16
คาร์โบไฮเดรต	11.62 ± 0.24

หมายเหตุ: - ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean±SD) จำนวน 3 ซ้ำ

2. การพัฒนาสูตรการผลิตนมทางเลือกจากเมลิ็ดประ

การทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของนมเมลิ็ดประที่มีอัตราส่วนแตกต่างกัน พบว่าผู้ทดสอบมีความชอบด้านสีและความชอบโดยรวมต่อนมเมลิ็ดประในอัตราส่วนเมลิ็ดประต่อน้ำ เท่ากับ 1:3 สูงที่สุด แตกต่างจากสูตรที่ใช้อัตราส่วนเมลิ็ดประต่อน้ำเท่ากับ 1:2 และ 1:4 อย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ และ ความรู้สึกในขณะดื่ม พบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับสูตรที่ใช้อัตราส่วนเมลิ็ดประต่อน้ำเท่ากับ 1:3 และ

1:4 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และจากการพิจารณาคะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ พบว่าอัตราส่วนเมล็ดประต่อน้ำเท่ากับ 1:3 มีคะแนนสูงสุดเท่ากับ 7.39 ± 0.09 ดังตารางที่ 2 จึงคัดเลือกสูตรดังกล่าวเป็นสูตรพื้นฐานในการศึกษาปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของนมเมล็ดประต่อน้ำในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 2 ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นมทางเลือกจากเมล็ดประ

คุณลักษณะทาง ประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์	อัตราส่วนเมล็ดประต่อน้ำในสูตรนมทางเลือกจากเมล็ดประ		
	1:2	1:3	1:4
ลักษณะปรากฏ	5.48 ± 0.72^b	7.68 ± 0.12^a	7.48 ± 0.62^a
สี	6.04 ± 0.14^c	7.64 ± 0.91^a	7.24 ± 0.32^b
กลิ่น	6.89 ± 0.27^b	7.04 ± 0.20^a	7.24 ± 0.14^a
กลิ่นรส	4.98 ± 0.42^b	7.06 ± 0.48^a	7.12 ± 0.38^a
รสชาติ	6.86 ± 0.52^a	6.98 ± 0.09^a	6.52 ± 0.24^b
ความรู้สึกลิ้นในขณะดื่ม	4.52 ± 0.84^b	7.02 ± 0.28^a	7.18 ± 0.48^a
ความชอบโดยรวม	5.82 ± 0.82^c	7.39 ± 0.09^a	7.08 ± 0.16^b

หมายเหตุ: - ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean±SD) จำนวน 3 ซ้ำ

- ตัวอักษร a b c ที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการปรับปรุงรสหวานของผลิตภัณฑ์นมจากเมล็ดประ โดยการเติมน้ำตาลในปริมาณต่างกัน พบว่าการเติมน้ำตาลร้อยละ 3 และ 5 มีผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้านกลิ่น กลิ่นรส รสชาติความรู้สึกลิ้นในขณะดื่ม และความชอบโดยรวมสูงกว่าสูตรที่มีการเติมน้ำตาลในระดับร้อยละ 1 และสูตรควบคุม (ไม่เติมน้ำตาล) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมต่อนมเมล็ดประสูตรน้ำตาลร้อยละ 5 มากที่สุด (7.74 ± 0.19 คะแนน) ดังตารางที่ 3

เมื่อพิจารณาผลการยอมรับความหวานของผลิตภัณฑ์จากสเกลการวัดความพอดี พบว่ากลุ่มผู้ทดสอบชิมร้อยละ 66.67 พอใจผลิตภัณฑ์นมจากเมล็ดประสูตรน้ำตาลร้อยละ 3 (ภาพที่ 1) ดังนั้นจึงเลือกเป็นสูตรการผลิตนมเมล็ดประสำหรับการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 3 ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของนมทางเลือกจากเมล็ดประสูตรมาตรฐานที่มีปริมาณน้ำตาลต่างกัน

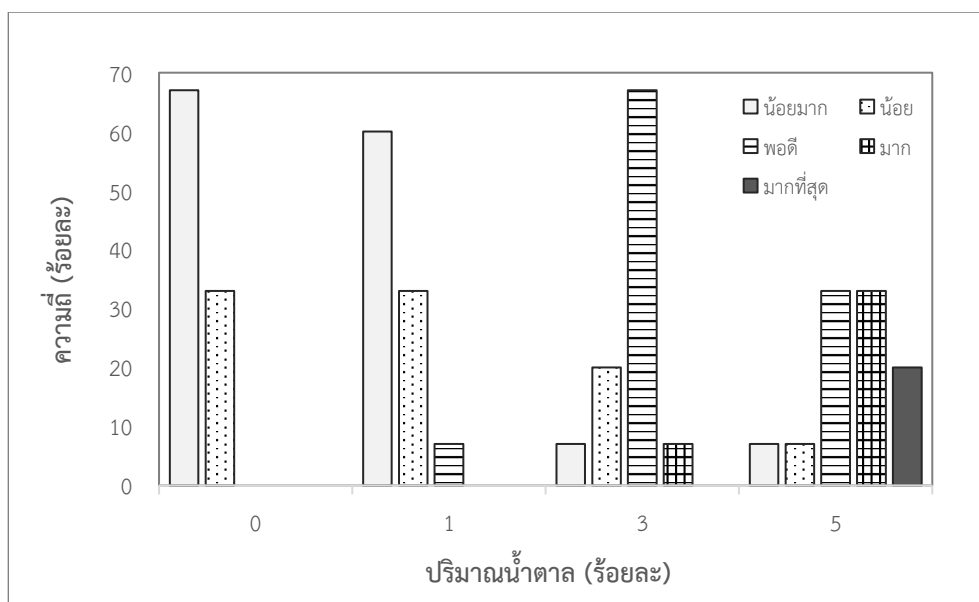
คุณลักษณะทาง ประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์	ปริมาณน้ำตาลในสูตรนมทางเลือกจากเมล็ดประ (ร้อยละ)			
	0	1	3	5
ลักษณะปรากฏ	7.58 ± 0.28^a	7.66 ± 0.20^a	7.72 ± 0.25^a	7.63 ± 0.36^a
สี	7.54 ± 0.16^a	7.57 ± 0.29^a	7.54 ± 0.28^a	7.52 ± 0.16^a

ตารางที่ 3 (ต่อ)

คุณลักษณะทาง ประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์	ปริมาณน้ำตาลในสูตรนมทางเลือกจากเมล็ดประ (ร้อยละ)			
	0	1	3	5
กลิ่น	7.06±0.14 ^b	7.12±0.06 ^b	7.20±0.02 ^a	7.32±0.10 ^a
กลิ่นรส	7.02±0.28 ^b	7.08±0.08 ^b	7.24±0.32 ^a	7.30±0.25 ^a
รสชาติ	7.54±0.19 ^b	7.59±0.12 ^b	7.86±0.12 ^a	7.63±0.30 ^a
ความรู้สึกลิ้นในขณะดื่ม	7.02±0.18 ^b	7.12±0.16 ^b	7.32±0.08 ^a	7.45±0.12 ^a
ความชอบโดยรวม	7.26±0.24 ^b	7.32±0.20 ^b	7.68±0.20 ^a	7.74±0.19 ^a

หมายเหตุ: - ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean±SD) จำนวน 3 ซ้ำ

- ตัวอักษร a b ที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 1 ผลการยอมรับความหวานของผลิตภัณฑ์นมทางเลือกจากเมล็ดประที่มีปริมาณน้ำตาลต่างกัน วัดได้จากสเกลการวัดความพอดี

3. คุณภาพทางกายภาพและทางเคมี และองค์ประกอบทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์นมทางเลือกจากเมล็ดประ

ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์นมทางเลือกจากเมล็ดประ ซึ่งเป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด พบว่านมจากเมล็ดประมีค่าค่าความสว่าง ความเป็นสีแดง และ ความเป็นสีเหลืองเท่ากับ 86.42 ± 0.12 1.64 ± 0.32 และ 5.26 ± 0.08 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า นมเมล็ดประมีลักษณะสีขาวสว่างและค่อนข้างสีเหลือง นอกจากนี้เมื่อพิจารณาความหนืด พบว่า นมจากเมล็ดประเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีค่าความหนืดต่ำเท่ากับ 10.82 ± 0.18 เซนติพอยส์ และมีค่าความ

เป็นกรด-ด่างเท่ากับ 6.32 ± 0.08 จัดเป็นเครื่องดื่มที่มีความเป็นกรดต่ำ ทั้งนี้พบปริมาณสารโซయాโนด์ในผลิตภัณฑ์นมประที่ผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรส์ เท่ากับ 2.61 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ความชื้นฐานแห้ง ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์นมทางเลือกจากเมล็ดประ

ลักษณะทางกายภาพและทางเคมี และปริมาณสารโซยาโนด์	ค่าที่วิเคราะห์ได้
ค่าความสว่าง (L^*)	86.42 ± 0.12
ค่าความเป็นสีแดง (a^*)	0.64 ± 0.32
ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*)	5.26 ± 0.08
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	6.32 ± 0.08
ค่าความหนืด (เซนติพอยส์)	10.82 ± 0.18
ปริมาณสารโซยาโนด์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ความชื้นฐานแห้ง)	2.61 ± 0.03

หมายเหตุ: - ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean $\pm$ SD) จำนวน 3 ซ้ำ

จากการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการผลิตด้วยการให้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์ พบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด เท่ากับ 1.12×10^2 โคโลนีต่อมิลลิลิตร และไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ เชื้อ *S. aureus* *B. cereus* *Salmonella* spp. *L. monocytogenes* และ *C. perfringens* รวมทั้งเชื้อ *E. coli* ซึ่งพบน้อยกว่า 2.2 โคโลนีต่อมิลลิลิตร ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนที่พบในผลิตภัณฑ์นมทางเลือกจากเมล็ดประ

ชนิดของ เชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อน	ปริมาณที่พบ ในผลิตภัณฑ์ (โคโลนีต่อมิลลิลิตร)	มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ ที่ทำให้เกิดโรค* (โคโลนีต่อมิลลิลิตร)
Total viable count	1.12×10^2	$< 1.00 \times 10^4$
<i>S. aureus</i>	ไม่พบ	ไม่พบ
<i>B. cereus</i>	ไม่พบ	< 100
<i>Salmonella</i> spp.	ไม่พบ	ไม่พบ
<i>L. monocytogenes</i>	ไม่พบ	ไม่พบ
<i>C. perfringens</i>	ไม่พบ	< 100
<i>E. coli</i>	< 2.2	< 2.2

หมายเหตุ: - * อ้างอิงตามสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2558)

เมื่อศึกษาข้อมูลองค์ประกอบทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์นมทางเลือกจากเมล็ดประพวณนมเมล็ดประ 100 มิลลิลิตร ให้ค่าพลังงานทั้งหมดเท่ากับ 83.26 กิโลแคลอรี และมีองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ต่อ 100 มิลลิลิตร ได้แก่ ความชื้น เกล็ด ไขมันทั้งหมด โปรตีน ทั้งหมด และคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด เท่ากับ 84.01 0.35 4.14 1.24 และ 10.26 กรัม ตามลำดับ โดยไม่พบปริมาณใยอาหารหยาบในผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังพบว่านมเมล็ดประ 100 มิลลิลิตร มีปริมาณแร่ธาตุโซเดียม แคลเซียม และเหล็ก เท่ากับ 3.46 4.65 และ 0.20 มิลลิกรัม ตามลำดับ อย่างไรก็ตามไม่พบวิตามินเอ วิตามินบี 1 และวิตามินบี 2 ในผลิตภัณฑ์นมจากเมล็ดประ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์นมทางเลือกจากเมล็ดประ

องค์ประกอบทางโภชนาการ	ปริมาณต่อ 100 มิลลิลิตร	ปริมาณต่อ หนึ่งหน่วยบริโภค (200 มิลลิลิตร)	เปอร์เซ็นต์ โภชนาการ (%RDI)*
พลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรี)	83.26	160	-
พลังงานจากไขมัน (กิโลแคลอรี)	37.26	70	-
ไขมันทั้งหมด (กรัม)	4.14	8	12
ไขมันอิ่มตัว (กรัม)	0.75	1.5	8
คอเลสเตอรอล (มิลลิกรัม)	0	0	0
โปรตีน (กรัม)	1.24	2	-
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (กรัม)	10.26	21	7
ใยอาหาร (กรัม)	0.00	0	0
น้ำตาล (กรัม)	3.12	6	-
โซเดียม (มิลลิกรัม)	3.46	5	0
วิตามินเอ (ไมโครกรัม)	0	0.00	0
วิตามินบี (มิลลิกรัม)	0	0.00	0
วิตามินบี 2 (มิลลิกรัม)	0	0.00	0
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	4.65	9.30	0
เหล็ก (มิลลิกรัม)	0.20	0.40	2
เกลือ (กรัม)	0.35	-	-
ความชื้น (กรัม)	84.01	-	-

หมายเหตุ: - * เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน Thai recommended daily intakes (Thai RDI)

เมื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์นมทางเลือกจากเมล็ดประกับปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวัน สำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี (Thai RDI) พบว่านมเมล็ดประต่อ 1 หน่วยบริโภค (200

มิลลิลิตร) มีปริมาณไขมันทั้งหมดร้อยละ 12 ของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวัน โดยคิดเป็นปริมาณจากไขมันอิ่มตัวร้อยละ 8 ของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวัน และมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 7 ของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวัน นอกจากนี้นมเมล็ดประ 1 หน่วยบริโภค มีปริมาณธาตุเหล็กคิดเป็นร้อยละ 2 ของปริมาณ สารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวัน อย่างไรก็ตามจากปริมาณไขมันทั้งหมดที่พบในตารางที่ 6 เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมันในผลิตภัณฑ์นมจากเมล็ดประ พบว่ามีองค์ประกอบของกรดไขมันอิ่มตัว 2 ชนิด ได้แก่ กรดปาล์มิติก (palmitic acid) และกรดสเตียริก (stearic acid) โดยมีปริมาณที่พบเท่ากับ 53.33 ± 0.20 และ 29.20 ± 0.16 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ และพบกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว คือ กรดโอเลอิก (oleic acid) เท่ากับ 163.35 ± 0.15 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน ได้แก่ กรดลิโนเลอิก (linoleic acid) และกรดอัลฟาไลโนเลนิก (alpha-linolenic acid) เท่ากับ 146.67 ± 0.28 และ 62.17 ± 0.10 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 กรดไขมันอิสระที่เป็นองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์นมทางเลือจากเมล็ดประ

ปริมาณกรดไขมันอิสระที่เป็นองค์ประกอบ	ปริมาณที่พบ (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)
1. กรดไขมันอิ่มตัว	
1.1 กรดปาล์มิติก (C16:0)	53.33 ± 0.20
1.2 กรดสเตียริก (C18:0)	29.20 ± 0.16
2. กรดไขมันไม่อิ่มตัว	
2.1 กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว	
1) กรดโอเลอิก (C18:1n9c)	163.35 ± 0.15
2.2 กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน	
1) กรดลิโนเลอิก (C18:2n6c)	146.67 ± 0.28
2) กรดอัลฟาไลโนเลนิก (C18:3n3)	62.17 ± 0.10

หมายเหตุ: - ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean±SD) จำนวน 3 ซ้ำ

การอภิปรายผลการวิจัย

องค์ประกอบหลักที่พบในเมล็ดประ คือ ไขมัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Anchan (2010) พบว่าแป้งเมล็ดประมีองค์ประกอบของปริมาณความชื้น โปรตีน เถ้า เส้นใยหยาบ คาร์โบไฮเดรต โดยเฉพาะไขมันที่พบในปริมาณสูงมากถึงร้อยละ 36.49 ± 0.6 ผลิตภัณฑ์นมจากเมล็ดประเป็นนมทางเลือจากพืช มีลักษณะเป็นสารแขวนลอยที่มีอนุภาคของโปรตีน เม็ดไขมัน เม็ดแป้ง และอนุภาคของของแข็งขนาดเล็กอื่น ๆ กระจายอยู่ร่วมกัน ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวได้ยาก (Manzoor *et al.*, 2019) ซึ่งมีผลต่อการกระจายตัวอนุภาคของชั้นโปรตีนและเม็ดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์กลุ่มนมทางเลือจากพืช โดยกระบวนการแปรรูปมีผลต่อการจัดเรียงตัว การเสียดสี หรือการเกิดเจลของโครงสร้างโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์ และมีผลต่อขนาดอนุภาคในสารแขวนลอยลักษณะปรากฏ สี ความคงตัวทางกายภาพ และความหนืดของผลิตภัณฑ์นมทางเลือจากพืช

(Manzoor *et al.*, 2019; Briviba *et al.*, 2016) นมจากเมล็ดประที่ผลิตได้มีสีขาวนวลตามธรรมชาติของเมล็ดประ รวมทั้งมีกลิ่นและรสชาติเฉพาะของเมล็ดประซึ่งแตกต่างจากนมจากพืชชนิดอื่น ๆ อย่างไรก็ตามลักษณะทางเคมี เช่น ค่าสี ค่าความหนืด และค่าความเป็นกรด-ด่าง รวมทั้งองค์ประกอบทางโภชนาการของนมจากเมล็ดประแตกต่างกัน สอดคล้องตามการศึกษาของ Dhakal *et al.* (2016) ที่พบว่าความแตกต่างขององค์ประกอบต่าง ๆ ในผลิตภัณฑ์นมอัลมอนต์ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของวัตถุดิบและปัจจัยที่มีผลต่อการสกัด ได้แก่ อัตราส่วนของเมล็ดต่อปริมาณน้ำ อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัด เวลาที่ใช้แช่วัตถุดิบ เวลาและกระบวนการบดตัวอย่าง รวมทั้งขนาดของแผ่นกรองแยกกาก เป็นต้น เมล็ดประสดมีองค์ประกอบสารพิษไซยาไนด์ ซึ่งเป็นสารพิษที่อันตราย จำเป็นต้องควบคุมปริมาณสารพิษดังกล่าวให้เหมาะสมกับการบริโภค (Husin *et al.*, 2013; Ngamriabsakul and Kommen, 2009) กระบวนการลดปริมาณสารไซยาไนด์ที่นิยม คือ การใช้ความร้อน เช่น การคั่วและการต้ม รวมทั้งการดองในน้ำเกลือ (Ngamriabsakul and Kommen, 2009) ข้อกำหนดองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) และองค์การอนามัยโลก (WHO) ได้กำหนดให้มนุษย์ได้รับสารไซยาไนด์ได้ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน จึงจะไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค (Simeonova *et al.*, 2004) ดังนั้นปริมาณสารไซยาไนด์ที่พบในนมเมล็ดประที่ได้จากกระบวนการแปรรูปในการศึกษานี้เมื่อเปรียบเทียบกับหนึ่งหน่วยบริโภค พบว่ามีปริมาณสารไซยาไนด์เหลือในผลิตภัณฑ์สุดท้ายเท่ากับ 0.42 มิลลิกรัม ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานความปลอดภัยตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ แสดงให้เห็นว่าการบริโภคนมจากเมล็ดประ 200 มิลลิลิตร ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค อย่างไรก็ตามไม่ควรบริโภคเกิน 5-6 หน่วยบริโภคหรือรับประทานคู่กับผลิตภัณฑ์อื่น ๆ จากเมล็ดประ การผลิตนมจากเมล็ดประใช้กระบวนการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยการให้ความร้อนในระดับพาสเจอร์ไรซ์ ทำให้มีผลต่อการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคและจุลินทรีย์ที่มีความทนต่อความร้อนต่ำ และจากการเปรียบเทียบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในนมจากเมล็ดประที่ผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์กับเกณฑ์มาตรฐานด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคประเภทผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 416) พ.ศ. 2563 และเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน “นมถั่วเหลือง” (มพช.529/2558) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2558) พบว่าผลิตภัณฑ์นมจากเมล็ดประมีปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนด แต่อย่างไรก็ตามการให้ความร้อนผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องดื่มที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างมากกว่า 4.3 ด้วยกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ไม่ใช่วิธีการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในอาหารได้ ดังนั้นจำเป็นต้องเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้นานขึ้นและอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 15 วัน

องค์ประกอบทางโภชนาการสำคัญที่พบในผลิตภัณฑ์นมจากเมล็ดประสอดคล้องกับองค์ประกอบทางเคมีในเมล็ดประสด คือ มีไขมันเป็นองค์ประกอบหลัก ชนิดของกรดไขมันประกอบด้วย กรดลิโนเลอิกและกรดอัลฟาไลโนเลอิก ซึ่งเป็นกรดไขมันจำเป็นที่พบสูงกว่านมถั่วดาวอินคา (นุชนेत्र และคณะ, 2561) และนมอัลมอนต์ มีบทบาทช่วยลดไขมัน LDL (low-density lipoprotein) และเพิ่มไขมัน HDL (High-density lipoprotein) และช่วยควบคุมระดับคอเลสเตอรอลในร่างกาย จึงช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจ โรคหลอดเลือดสมอง ลดความดันโลหิต และลดการเกิดการอักเสบในกลุ่มคนที่มีความอ้วน (Jurado-Fasoli *et al.*, 2023; Sarajlic *et al.*, 2023)

สรุปผลการวิจัย

ผลิตภัณฑ์นมทางเลือกจากเมล็ดประที่ใช้อัตราส่วนเมล็ดประต่อน้ำ เท่ากับ 1:3 และเติมน้ำตาลทรายปริมาณร้อยละ 3 ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบชิมสูงสุด นมจากเมล็ดประจัดเป็นเครื่องดื่มที่มีความเป็นกรดต่ำและมีความหนืดต่ำ ผลิตภัณฑ์นมจากเมล็ดประที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70-75 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที มีปริมาณสารโซยาไนต์คงเหลือในระดับที่ปลอดภัย สามารถบริโภคได้ 5-6 หน่วยบริโภคต่อวัน มีปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กระทรวงสาธารณสุขและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนได้กำหนดไว้ โดยองค์ประกอบทางโภชนาการสำคัญที่พบในนมจากเมล็ดประ คือ กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนในกลุ่มกรดไขมันโอเมก้า 3 โอเมก้า 6 และโอเมก้า 9 แสดงให้เห็นว่านมจากเมล็ดประ ซึ่งเป็นพืชท้องถิ่นประจำจังหวัดนครศรีธรรมราช สามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์นมทางเลือกเพื่อสุขภาพจากพืชต่อไปในอนาคตได้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณการวิจัยจากหน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนาระดับพื้นที่ (บพท.) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563

เอกสารอ้างอิง

- ณัฐมา รอดขวัญ. (2565). ผลิตภัณฑ์นมทางเลือกจากพืช. *วารสารวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร*, 52(4), 5-13.
- นุชนตร ตาเียะ ซูวีร์รา สาแหร และอาติบะห์ แวกาจิ. (2561). การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมจากถั่วดาวอินคา. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มจร*, 3(1), 57-66.
- ปริญญ์ หม่อมพิบูลย์ วันดี แก้วสุวรรณ อนุรักษ์ ตรีเพ็ชร และธราดล วัฒนาวิน. (2561). แนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเมล็ดประในเชิงพาณิชย์. *วารสารวิชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*, 37(พิเศษ), 114-128.
- ศุภย์วิจักสกรไทย. (2564). เครื่องดื่มนมจากพืช โอกาสที่เปิดกว้าง ได้รับความต้องการที่หลากหลาย. สืบค้นเมื่อ 28 กุมภาพันธ์ 2566, จาก: <https://www.kasikornresearch.com/th/analysis/k-social-media/Pages/Bean-FB-18-01-21.aspx>.
- สายฝน จิตนพงศ์. (2559). การเปลี่ยนแปลงสิทธิในการเข้าถึงและใช้ประโยชน์ป่าประและความขัดแย้ง: กรณีศึกษาป่าประในเขตอุทยานแห่งชาติเขานัน อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช. *สารอาครมวัฒนธรรมวลัยลักษณ์*, 16(1), 115-142.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2558). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน นมถั่วเหลือง (มผช. 529/2558)*. สืบค้นเมื่อ 28 กุมภาพันธ์ 2566, จาก: [https://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0529_58\(%e0%b8%99%e0%b9%89%e0%b8%b3%e0%b8%99%e0%b8%a1%e0%b8%96%e0%b8%b1%e0%b9%88%e0%b8%a7%e0%b9%80%e0%b8%ab%e0%b8%a5%e0%b8%b7%e0%b8%ad%e0%b8%87\).pdf](https://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0529_58(%e0%b8%99%e0%b9%89%e0%b8%b3%e0%b8%99%e0%b8%a1%e0%b8%96%e0%b8%b1%e0%b9%88%e0%b8%a7%e0%b9%80%e0%b8%ab%e0%b8%a5%e0%b8%b7%e0%b8%ad%e0%b8%87).pdf).

- Anchan, C. (2010). Proximate composition and functional properties of pra (*Elateriospermum tapos* Blume) seed flour. *African Journal of Biotechnology*, 9(36), 5946-5949.
- AOAC International and Latimer, G.W. (2012). *Official method of analysis: Association of analytical chemists*. (19th ed). Washington DC: Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC International and Latimer, G.W. (2019). *Official method of analysis: Association of analytical chemists*. (21st ed). Washington DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Bacteriological Analytical Manual Online (BAM). (2001). *Chapter 3: Aerobic plate count*. Retrieved 19 January 2021, from: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bacteriological-analytical-manual-bam>.
- Bocker, R. and Silva, E.K. (2022). Innovative technologies for manufacturing plant-based non-dairy alternative milk and their impact on nutritional, sensory and safety aspects. *Future Foods*, 5, doi: <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100098>.
- Briviba, K., Gräf, V., Walz, E., Guamis, B. and Butz, P. (2016). Ultra high pressure homogenization of almond milk: Physico-chemical and physiological effects. *Food Chemistry*, 192, 82-89, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.06.063>.
- Charoensuk, A., Jaroensutasinee, M., Srisang, W. and Jaroensutasinee, K. (2012). Parah forest clusters at Khao Nan National Park, Thailand. *Walailak Journal of Science and Technology*, 9(4), 475-480.
- Dhakal, S., Giusti, M.M. and Balasubramaniam, V.M. (2016). Effect of high pressure processing on dispersive and aggregative properties of almond milk. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(11), 3821-3830, doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.7576>.
- Husin, N., Tan, N.A.H., Muhamad, I.I. and Nawi, N.M. (2013). Physicochemical and biochemical characteristics of the underutilized *Elateriospermum Tapos*. *Jurnal Teknologi. (Sciences and Engineering)*, 64(2), 57-61, doi: <https://doi.org/10.11113/jt.v64.2045>.
- International Standard (ISO/IEC 17025) (2017). *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*. Geneva: International Organization for Standardization.
- Jurado-Fasoli, L., Osuna-Prieto, F.J., Yang, W., Kohler, I., Di, X., Rensen, P.C.N., Castillo, M.J., Martinez-Tellez, B. and Amaro-Gahete, F.j. (2023). High omega-6/omega-3 fatty acid and oxylipin ratio in plasma is linked to an adverse cardiometabolic profile in middle-aged adults. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 117, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2023.109331>.

- Lawless, H. and Heymann, H. (2010) Sensory evaluation of food principles and practices. (2nd ed). New York: Springer New York.
- Manzoor, M.F., Ahmad, N., Aadil, R.M., Rahaman, A., Ahmed, Z., Rehman, A., Siddeeg, A., Zeng, X.N. and Manzoor, A. (2019). Impact of pulsed electric field on rheological, structural, and physicochemical properties of almond milk. *Journal of Food Process Engineering*, 42(8), doi: <https://doi.org/10.1111/jfpe.13299>.
- Ngamriabsakul, C. and Kommen, H. (2009). The preliminary detection of cyanogenic glycosides in Pra (*Elateriospermum tapos Blume*) by HPLC. *Walailak Journal of Science and Technology*, 6(1), 141-147.
- O'Brien, G.M., Taylor, A.J. and Pouler, N.H. (1991). Improved enzymatic assay for cyanogen in fresh and processed cassava. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 56(3), 277-289, doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740560304>.
- Sarajlic, P., Vigor, C., Avignon, A., Zhou, B., Oger, C., Galano, J.M., Durand, T., Sultan, A. and Bäck, M. (2023). Omega-3 to omega-6 fatty acid oxidation ratio as a novel inflammation resolution marker for metabolic complications in obesity. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 33(6), 1206-1213, doi: <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2023.03.007>.
- Simeonova, F.P., Fishbein, L. and World Health Organization. (2004). *Hydrogen cyanide and cyanides: Human health aspects*. Retrieved 19 January 2021, from: <https://appswho.int/iris/handle/10665/42942>.
- Stone, H. and Sidel, J.L. (1993). *Sensory evaluation practices* (2nd ed.). San Diego: Academic Press.
- Tisadondilok, S., Senawong, T., Swatsitang, P. and Rattanasing, A. (2018). Antioxidant and antiproliferative activities of ethanolic extracts of *Elateriospermum tapos Blume* (Euphorbiaceae). *Journal of Medicinal Plants Research*, 12(27), 474-482, doi: <https://doi.org/10.5897/JMPR2018.6666>.