

ความพึงพอใจต่อข้าวเกรียบโปรตีนจิ้งหรีดเสริมแคลเซียมเพื่อใช้เป็นผลิตภัณฑ์สุขภาพในกลุ่มอาสาสมัครสุขภาพดี

นริศา เรืองศรี (วท.ม.)¹ รังสิมา ตรุณพันธ์ (วท.ด.)¹ พุทธิดา คงจิตติเลิศ (วท.ด.)¹

ณัฐภาณินี ถนนศรีเดชชัย (วท.ด.)² กานต์สุตา วันจันทิก (ปร.ด.)³ จงจิตร อังคะวานิช (ปร.ด.)¹ และ
อลงกต สิงห์โต (ปร.ด.)¹

¹สาขาวิชาโภชนาการและการกำหนดอาหาร คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี
ประเทศไทย

²สาขาวิชาเทคนิคการแพทย์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี ประเทศไทย

³ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ ประเทศไทย

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ของว่างเพื่อสุขภาพที่เป็นแหล่งของแคลเซียมที่สามารถปรุงประกอบในครัวเรือนและพกพาได้สะดวก โดยอาศัยแหล่งโปรตีนทางเลือกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

วิธีการศึกษา อาสาสมัครที่อาศัยอยู่โดยรอบเทศบาลตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จำนวน 30 คน ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อข้าวเกรียบโปรตีนจิ้งหรีดเสริมแคลเซียมที่พัฒนาขึ้น จำนวนทั้งสิ้น 4 สูตร ได้แก่ สูตรควบคุมที่ไม่มีการเสริมแคลเซียม สูตรเสริมแคลเซียมร้อยละ 15 25 และ 50 ของปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับวัยผู้ใหญ่ที่ 100 กรัม

ผลการศึกษา ข้าวเกรียบโปรตีนจิ้งหรีดเสริมแคลเซียมสูตรที่เสริมแคลเซียมคิดเป็นร้อยละ 50 ของความต้องการต่อวันมีคะแนนประเมินความพึงพอใจด้านลักษณะที่ปรากฏ รสชาติ และเนื้อสัมผัสที่สูงกว่าสูตรเสริมแคลเซียมสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) นอกจากนี้สูตรดังกล่าวยังมีคะแนนความพึงพอใจโดยภาพรวมเทียบเท่าสูตรควบคุมและสูงกว่าสูตรเสริมแคลเซียมอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน ($p < 0.05$) รวมถึงอยู่ในเกณฑ์ที่พิจารณาได้ว่าได้รับการยอมรับจากอาสาสมัคร

สรุป ข้าวเกรียบโปรตีนจิ้งหรีดเสริมแคลเซียมสูตรที่เสริมแคลเซียมคิดเป็นร้อยละ 50 ของความต้องการต่อวันเป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับจากอาสาสมัครและสามารถนำไปต่อยอดในงานวิจัยเชิงคลินิกได้ในอนาคต

คำสำคัญ ข้าวเกรียบ โภชนาการ แคลเซียม โปรตีนจิ้งหรีด อาหารแห่งอนาคต

ผู้นิพนธ์ที่รับผิดชอบ

อลงกต สิงห์โต

สาขาวิชาโภชนาการและการกำหนดอาหาร

คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี ประเทศไทย

Email: alongkote@go.buu.ac.th

Calcium-fortified cricket protein crackers as a healthy product for health-conscious consumers

Narisa Rueangsri (M.Sc.)¹, Rungsima Daroonpant (Ph.D.)¹, Phutthida Kongthitlerd (Ph.D.)¹,
Natthapaninee Thanomsridetchai (Ph.D.)², Kansuda Wunjuntuk (Ph.D.)³,
Jongjit Angkawanich (Ph.D.)¹ and Alongkote Singhato (Ph.D.)¹

¹Nutrition and Dietetics Division, Faculty of Allied Health Sciences, Burapha University, Chonburi, Thailand

²Medical Technology Division, Faculty of Allied Health Sciences, Burapha University, Chonburi, Thailand

³Department of Home Economics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, Thailand

Abstract

Objectives: To develop a healthy snack for a source of calcium (Ca) that can be easily prepared and cooked in any household, which also uses a protein source that is an Eco-Friendly ingredient.

Materials and Methods: Four calcium-fortified rice crackers were developed and offered to thirty healthy participants in Sansook, Chonburi province. The rice crackers used cricket powder as a protein source. The recipes of the 4 rice crackers differed in their levels of calcium (control, Ca 15%, Ca 25%, and Ca 50% of Dietary Recommended Intake; DRI). The 30 recruits then participated in a sensory evaluation questionnaire to rate their satisfaction across various aspects of the four different rice crackers, including appearance, taste, texture, etc.

Results: Of the 4 Ca-fortified cricket protein crackers, the cracker with Ca 50% of RDA (recommended daily allowance) obtained significantly higher satisfaction scores on appearance, taste, and texture than the other 3 Ca-fortified recipes ($p<0.05$). In addition, the Ca 50% RDA recipe obtained a significantly higher overall satisfaction score than the other Ca-fortified recipes ($p<0.05$), indicating it to be an acceptable product by the participants, as compared to the control recipe.

Conclusion: In conclusion, the developed Ca-fortified cracker using cricket as protein source with 50% RDA of calcium was accepted as a satisfactory healthy snack by the participants, and can be used in future clinical trial studies.

Keywords: cracker, nutrition, calcium, cricket, future food

Corresponding author: Alongkote Singhato
Nutrition and Dietetics Division, Faculty of Allied Health Sciences,
Burapha University, Chonburi, Thailand
E-mail: alongkote@go.buu.ac.th

Received: October 16, 2023

Revised: May 2, 2024

Accepted: July 1, 2024

การอ้างอิง

อลงกต สิงห์โต รังสิมา ดรุณพันธ์ พุทธิดา คงจิตติเลิศ นริศา เรืองศรี ญัฐภาณินี ถนอมศรีเดชชัย กานต์สุดา วันจันทิก และ จงจิตร อังคทะวานิช. ความพึงพอใจต่อข้าวเกรียบโปรตีนจิ้งหรีดเสริมแคลเซียมเพื่อใช้เป็นผลิตภัณฑ์สุขภาพในกลุ่มอาสาสมัครสุขภาพดี. บุรพาเวชสาร. 2567; 11(2): 85-97.

Citation

Rueangsri N, Daroonpunt R, Kongthitlerd P, Thanomsridetchai N, Wunjuntuk K, Angkatawanich J and Singhato A. Calcium-fortified cricket protein crackers as a healthy product for health-conscious consumers. Bu J Med. 2024; 11(2): 85-97.

บทนำ

เป็นที่ทราบดีว่าโปรตีนและแคลเซียมเป็นสารอาหารที่มีความจำเป็นอย่างมากต่อร่างกายมนุษย์ในการเสริมสร้างกล้ามเนื้อและกระดูก ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต อารมณ์รักษาร่างกาย และป้องกันภาวะแทรกซ้อนต่างๆ เช่น การทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน ดังนั้นการส่งเสริมให้ประชากรวัยต่างๆ ได้รับโปรตีนและแคลเซียมอย่างเพียงพอจึงมีความสำคัญ การขาดโปรตีนและแคลเซียมสามารถเกิดขึ้นได้ในแต่ละช่วงวัยสำหรับโปรตีน การได้รับโปรตีนไม่เพียงพอในวัยเด็กส่งผลต่อการเจริญเติบโต ในวัยผู้ใหญ่และผู้สูงอายุจะทำให้มวลกล้ามเนื้อลดลง¹

สำหรับแร่ธาตุแคลเซียม การได้รับแคลเซียมไม่เพียงพอต่อความต้องการในแต่ละวันติดต่อกันเป็นเวลานานมีผลต่อภาวะกระดูกพรุนโดยเฉพาะในผู้สูงอายุ^{2,3} เนื่องจากแคลเซียมเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการเพิ่มความหนาแน่นของมวลกระดูก หากได้รับแคลเซียมไม่เพียงพอ นอกจากจะทำให้มีแคลเซียมสะสมในกระดุกน้อยแล้ว ร่างกายจะดึงแคลเซียมในกระดุกออกมาใช้เมื่ออายุมากขึ้นร่างกายจะเกิดการสลายตัวของมวลกระดูก (bone turnover) เมื่อเกิดขึ้นเป็นประจำส่งผลให้มีภาวะกระดูกพรุนและเปราะบางตามมา ความแข็งแรงของกระดูกลดลงทำให้มีโอกาสเกิดการแตกหักง่ายขึ้น ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของผู้ป่วย⁴ ปัญหากระดูกพรุนสามารถพบได้แม้ในประเทศที่มีรายได้สูง อาทิ ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าประชากรที่มีอายุมากกว่า 50 ปีขึ้นไป มีจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคกระดูกพรุนสูงถึง 10 ล้านคน⁵ และในประเทศญี่ปุ่น พบผู้ป่วยโรคกระดูกพรุนจำนวนสูงถึง 15 ล้านคนทั่วประเทศ⁶ สำหรับประเทศไทยเป็นที่ทราบได้ว่าเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุแล้ว และในอนาคตจะยังมีสัดส่วนของผู้สูงอายุต่อประชากรสูงขึ้นต่อเนื่อง มากกว่าร้อยละ 20 ของประชากร ดังนั้นจึงมีการคาดการณ์ว่าจำนวนผู้ป่วยที่มีภาวะกระดูกเปราะบาง หรือผู้ป่วยโรคกระดูกพรุนจึงน่าที่

จะมีจำนวนเพิ่มขึ้นในอนาคต หากว่าไม่มีการปรับปรุงแก้ไขพฤติกรรมการรับประทานอาหารของประชากรจากการสำรวจประชากรผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ในสถานพักพิง ได้แก่ บ้านพักคนชรา พบภาวะกระดูกเปราะบางสูงถึงร้อยละ 89⁷

นอกจากนั้นปัจจัยอื่นๆ ที่อาจเพิ่มความเสี่ยงต่อภาวะกระดูกเปราะบางเพิ่มขึ้น ได้แก่ เพศ ผู้สูงอายุเพศหญิงจะมีฮอร์โมนเพศลดลง เมื่อเข้าสู่วัยหมดประจำเดือน ซึ่งส่งผลต่อการสลายมวลกระดูกมากขึ้น⁸ จากงานวิจัยเชิงคลินิกพบว่าระดับแคลเซียมในเลือดมีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อระดับแคลเซียมที่รับประทาน หากรับประทานแคลเซียมได้น้อยจะทำให้ระดับแคลเซียมในเลือดลดต่ำลง⁹ การมีระดับแคลเซียมที่ต่ำมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มความเสี่ยงต่อภาวะมวลกระดูกที่ลดลงไปด้วย¹⁰ จากข้อมูลล่าสุดพบว่าพฤติกรรมการรับประทานอาหารของคนไทยวัยผู้ใหญ่มีค่าเฉลี่ยของการได้รับแคลเซียมอยู่ที่วันละ 300 มิลลิกรัม ซึ่งน้อยกว่าปริมาณที่แนะนำต่อวันที่ควรได้รับแคลเซียมอยู่ที่วันละ 900 มิลลิกรัม¹¹ สาเหตุของการได้รับแคลเซียมไม่เพียงพอเกิดได้จากหลายปัจจัย อาทิ เศรษฐฐานะที่ส่งผลต่อกำลังซื้ออาหารของคนไทย วัฒนธรรมความเชื่อที่มีต่ออาหารที่รับประทาน ระดับการศึกษา รวมไปถึงการแพ้โปรตีนในนมวัว หรือการดื่มน้ำตาลแลคโทสในนมที่ทำให้ผู้ป่วยหลีกเลี่ยงการรับประทานนมหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากนม เช่น โยเกิร์ต ไอศกรีม เป็นต้น¹²

ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่เป็นแหล่งของโปรตีนและแคลเซียม จึงเป็นการเพิ่มทางเลือกอีกแนวทางหนึ่งที่จะส่งเสริมให้ประชาชนได้รับโปรตีนและแคลเซียมเพิ่มขึ้น และเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดปัญหามวลกล้ามเนื้อและมวลกระดูกดังกล่าว¹³

ปัจจุบัน อาหารที่กล่าวถึงกันอย่างกว้างขวางในวงการสุขภาพ หนึ่งในนั้นคือโปรตีนทางเลือกที่ได้จากแมลงโดยเฉพาะจิ้งหรีดที่นิยมนำมาใช้เป็น

โปรตีนในส่วนประกอบของอาหาร เนื่องจากเป็นโปรตีนคุณภาพสูงที่ร่างกายมนุษย์สามารถดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้มาก¹⁴ และการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดนั้นเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าการทำปศุสัตว์แบบเดิม เช่น การเลี้ยงหมู วัว ไก่ เนื่องจากพบว่ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่น้อยกว่า¹⁵ อีกทั้งต้นทุนในการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดเมื่อเทียบกับการทำปศุสัตว์แบบเดิมดังที่กล่าวมานั้นใช้ต้นทุนสาธารณสุขโรคที่น้อยกว่าทั้งไฟฟ้าและน้ำประปา¹⁶ จากงานวิจัยยังพบว่า ประโยชน์ของโปรตีนจากจิ้งหรีดช่วยส่งเสริมความหลากหลายของแบคทีเรียในลำไส้ (gut microbiota) และยังสามารถช่วยลดระดับ TNF-alpha ซึ่งเป็นสารที่ก่อให้เกิดการอักเสบในร่างกาย¹⁷ ดังนั้นโปรตีนจากจิ้งหรีดจึงถือเป็นโปรตีนทางเลือกที่นับเป็นอาหารแห่งอนาคตเนื่องจากจะสามารถลดมลภาวะที่เกิดขึ้นกับโลกและยังเป็นแหล่งโปรตีนคุณภาพสูง¹⁸

จากข้อมูลดังกล่าวมาเกี่ยวกับปัญหาการรับประทานโปรตีนและแคลเซียมไม่เพียงพอของคนไทยที่เป็นปัจจัยสำคัญของปัญหาภาวะมวลกล้ามเนื้อและมวลกระดูก สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยพัฒนาข้าวเกรียบโปรตีนจิ้งหรีดที่เสริมแคลเซียมเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์เพื่อเป็นแหล่งโปรตีนและแคลเซียมเนื่องจากข้าวเกรียบถือเป็นอาหารว่างที่คนไทยคุ้นเคยสามารถรับประทานได้ทุกเพศทุกวัย เตรียมประกอบได้ง่ายในครัวเรือน พกพาสะดวกและที่สำคัญมีอายุการเก็บรักษา (shelf life) ที่ยาวนาน โดยข้อมูลจากสถาบันอาหารรายงานว่ามูลค่าทางการตลาดของขนมขบเคี้ยวของไทยล่าสุดอยู่ที่ 3.5 หมื่นล้านบาท ซึ่งข้าวเกรียบชนิดต่างๆ เป็นอาหารว่างที่คนไทยนิยมรับประทานกันมาก โดยขนมขบเคี้ยวที่เป็นลักษณะของข้าวเกรียบมีส่วนแบ่งทางการตลาดสูงเป็นอันดับ 3 คิดเป็นร้อยละ 2.80 ของมูลค่าทางการตลาดของขนมขบเคี้ยว¹⁹ จึงอาจเป็นอาหารทางเลือกแห่งอนาคตอีกชนิดหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมภาวะโภชนาการในประเทศไทยและใช้วัตถุดิบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ได้แก่ โปรตีนจิ้งหรีดที่มีการสิ้นเปลืองสาหร่ายบโภาคในการผลิตน้อยกว่าแหล่งโปรตีนแบบเก่า

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาข้าวเกรียบโปรตีนจิ้งหรีดเสริมแคลเซียมที่ได้รับยอมรับและความพึงพอใจของอาสาสมัครสุขภาพดี เพื่อให้เกิดผลิตภัณฑ์อาหารว่างเพื่อสุขภาพ

จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

การวิจัยได้รับการพิจารณารับรองจริยธรรมวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา (ที่ IRB1-091/2566) เมื่อวันที่ 6 กันยายน พ.ศ.2566

นิยามศัพท์

ข้าวเกรียบโปรตีนจิ้งหรีดเสริมแคลเซียม (Calcium Fortified-Cracker with a Cricket's Protein Source) เป็นการกล่าวรวมข้าวเกรียบในบทความวิจัยที่มีการใช้ผงโปรตีนจิ้งหรีดทดแทนแหล่งโปรตีนเดิม และผงแคลเซียมซีเตรทในปริมาณที่แตกต่างกันในแต่ละสูตร

วิธีการศึกษา

1. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.1 ข้าวเกรียบโปรตีนจิ้งหรีดเสริมแคลเซียม แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

1) การเตรียมแป้งข้าวเกรียบโปรตีนจิ้งหรีด

การเตรียมแป้งข้าวเกรียบโปรตีนจิ้งหรีด ได้ดัดแปลงสูตรและกรรมวิธีในการปรุงจากข้อมูลที่มีการเผยแพร่ในอินเทอร์เน็ตเนื่องจากเป็นวิธีที่สามารถนำมาปรับใช้ได้ง่ายภายในครัวเรือน โดยดัดแปลงปริมาณส่วนผสมต่างๆ (เช่น แป้งมันเกลียว พริกไทย เป็นต้น) ที่ใช้ตามความเหมาะสมในขณะเตรียมและทดแทนส่วนผสมจากเนื้อสัตว์เดิม

ด้วยผลิตภัณฑ์ผงโปรตีนจากจิ้งหรีดที่ผลิตจากสายพันธุ์ *Acheta domesticus* เนื่องจากเป็นสายพันธุ์ที่นิยมเพาะเลี้ยงอย่างกว้างขวางในประเทศไทย และให้โปรตีนสูงและมีไขมันที่ต่ำโดยคำนวณปริมาณสารอาหารที่ระบุไว้บนฉลากโภชนาการของผลิตภัณฑ์ คือ ผงโปรตีนจิ้งหรีด 100 กรัม ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต 10 กรัม โปรตีน 70 กรัม ไขมัน 10 กรัม และใยอาหาร 10 กรัม

2) การเติมแคลเซียมลงในแป้งข้าวเหนียวโปรตีนจิ้งหรีด

การวิจัยนี้ใช้ผงแคลเซียมซิเตรท (calcium citrate) ซึ่งเป็นรูปแบบแคลเซียมที่สามารถละลายน้ำได้ดีและถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้ดีที่สุด และเหมาะกับการผสมลงในส่วนผสมระหว่างการเตรียมแป้งข้าวเหนียว²⁰ โดยแป้งข้าวเหนียวทุกสูตรนั้นจะเติมส่วนประกอบต่างๆ อาทิ เช่น ผงกระเทียมแป้งมัน ผงปรุงรส ผงโปรตีนจิ้งหรีด ในปริมาณที่เท่ากันทุกสูตร แล้วทำการผสมน้ำอุ่นขณะนวดแป้งในปริมาตรเท่าๆ กัน ผงแคลเซียมในแต่ละสูตรจะได้รับการเติมขณะปั้นแป้งข้าวเหนียวในปริมาณที่ต่างกันตามการคำนวณเพื่อให้ได้ปริมาณแคลเซียมที่กำหนดไว้ในแต่ละสูตรที่ 1 ส่วนบริโภค จากนั้นปั้นแป้งต่อหลังเติมผงแคลเซียมตามปริมาณที่กำหนดจนได้ที่สุดท้ายปริมาณแคลเซียมรวมทั้งหมดที่เติมผงแคลเซียมลงไปในแต่ละสูตรต่อน้ำหนักข้าวเหนียวดิบ (ก่อนทอด) ที่คำนวณเอาไว้ได้ถูกกำหนดให้มีปริมาณแคลเซียมในแต่ละสูตรตามร้อยละของปริมาณแคลเซียมที่ควรได้รับต่อวันสำหรับวัยผู้ใหญ่ในระดับต่างๆ ได้แก่ สูตรควบคุม (ไม่มีการเติมผงแคลเซียม) สูตรแคลเซียม

คิดเป็นร้อยละ 15 (150 mg) สูตรแคลเซียมคิดเป็นร้อยละ 25 (250 mg) และสูตรแคลเซียมคิดเป็นร้อยละ 50 (500 mg) ของความต้องการแคลเซียมต่อวันในวัยผู้ใหญ่ตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก²¹ มีจำนวนรวมทั้งสิ้น 4 สูตร จากนั้นนำข้าวเหนียวในแต่ละสูตรไปทอดด้วยน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิและระยะเวลาเท่ากันในทุกสูตร สำหรับปริมาณพลังงานและสารอาหารของข้าวเหนียวหลังทอดนั้นได้คำนวณโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์สารอาหารสำเร็จรูปชื่อ INMUCAL-Nutrients version 4.0 ซึ่งพัฒนาโดยสถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล

1.2 แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่มีต่อข้าวเหนียวโปรตีนจิ้งหรีดเสริมแคลเซียม

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่มีต่อข้าวเหนียวโปรตีนจิ้งหรีดเสริมแคลเซียมในแต่ละสูตรเป็นแบบ facial hedonic scale 9 ระดับ ได้แก่ ความพึงพอใจด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และภาพรวม มีเกณฑ์ในการให้คะแนนในแต่ละด้าน คือ ไม่ชอบที่สุด = 1 คะแนน; ไม่ชอบมาก = 2 คะแนน; ไม่ชอบปานกลาง = 3 คะแนน; ไม่ชอบเล็กน้อย = 4 คะแนน; เฉยๆ = 5 คะแนน; ชอบเล็กน้อย = 6 คะแนน; ชอบปานกลาง = 7 คะแนน; ชอบมาก = 8 คะแนน; และ ชอบที่สุด = 9 คะแนน โดยข้าวเหนียวสูตรที่ได้รับคะแนนประเมินด้านคุณภาพโดยภาพรวมเฉลี่ยมากกว่า 7.00 คะแนนจึงจะถือว่าผ่านการทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสจากอาสาสมัคร²²



รูปที่ 1 เกณฑ์การประเมินความพึงพอใจแบบ Nine-point hedonic scale

อาสาสมัครที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยคัดเลือกอาสาสมัครแบบ convenient sampling จำนวน 30 คน²³ ที่เป็นประชากรทั่วไปที่อาศัยอยู่โดยรอบเทศบาลตำบลแสนสุข จังหวัดชลบุรี เพื่อทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่มีต่อข้าวเกรียบโปรตีนจิ้งหรีดเสริมแคลเซียมที่พัฒนาขึ้นในแต่ละสูตรมีเกณฑ์ในการคัดเข้า คือ อาสาสมัครสุขภาพดีเป็นผู้บรรลุนิติภาวะอายุระหว่าง 18-45 ปี เชื้อชาติและสัญชาติไทย สามารถอ่านและเขียนภาษาไทยได้ และมีเกณฑ์ในการคัดออก คือ มีโรคประจำตัว มีประวัติเป็นโรคตาบอดสี ความผิดปกติด้านการรับรสและกลิ่น หญิงที่อยู่ระหว่างการตั้งครรภ์และให้นมบุตร อาสาสมัครที่มีประวัติแพ้อาหาร ผู้ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาที่ส่งผลกระทบต่อการศึกษา และเกณฑ์การยุติการเข้าร่วมโครงการวิจัย คือ อาสาสมัครที่ให้ข้อมูลในระหว่างดำเนินการวิจัยไม่ครบถ้วน

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

3.1 ประชาสัมพันธ์โครงการวิจัยผ่านสื่อออนไลน์ต่าง ๆ และนัดหมายอาสาสมัครที่สนใจมายังสถานที่ที่จัดเตรียมไว้ภายในห้องปฏิบัติการโภชนาการและการกำหนดอาหาร คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

3.2 ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์ รายละเอียดโครงการวิจัย และขั้นตอนการทดสอบ จากนั้นให้อาสาสมัครที่ยินดีเข้าร่วมโครงการลงนามใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

3.3 ให้อาสาสมัคร ชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูงเพื่อคำนวณดัชนีมวลกาย

3.4 อาสาสมัครเข้าห้องที่จัดเตรียมไว้สำหรับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสภายในคณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ผู้วิจัย

เสริมตัวอย่างข้าวเกรียบทีละสูตรในภาชนะพลาสติก โดยอาสาสมัครไม่ทราบว่าสูตรที่ชิมแต่ละสูตรนั้นเป็นสูตรใด โดยใช้รหัสตัวเลขระบุแทนในภาชนะ จากนั้นอาสาสมัครกลืนปากด้วยน้ำเปล่าที่เตรียมไว้ก่อนชิมตัวอย่างข้าวเกรียบแต่ละสูตรทุกครั้ง และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสลงในแบบสอบถามที่พัฒนาขึ้น เมื่อชิมสูตรหนึ่งเสร็จอาสาสมัครให้สัญญาณเพื่อให้ผู้วิจัยทราบและเสริมฟสูตรต่อไปจนครบ 4 สูตรใช้เวลาในขั้นตอนนี้คนละประมาณ 20 นาที

4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ปริมาณสารอาหาร (คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน) ปริมาณแคลเซียมของข้าวเกรียบในแต่ละสูตร และคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสนำเสนอในรูปของค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean $\pm$ SD) โดยใช้สถิติ Tukey's Honestly Significant Difference ในการทดสอบความต่างค่าเฉลี่ยหลายคู่ (multiple pairwise comparisons) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนที่ได้จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบทั้ง 4 สูตร ใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติสำเร็จรูป Statistical Package for the Social Sciences (SPSS Inc, Chicago, IL), version 21.0 กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ $p < 0.05$

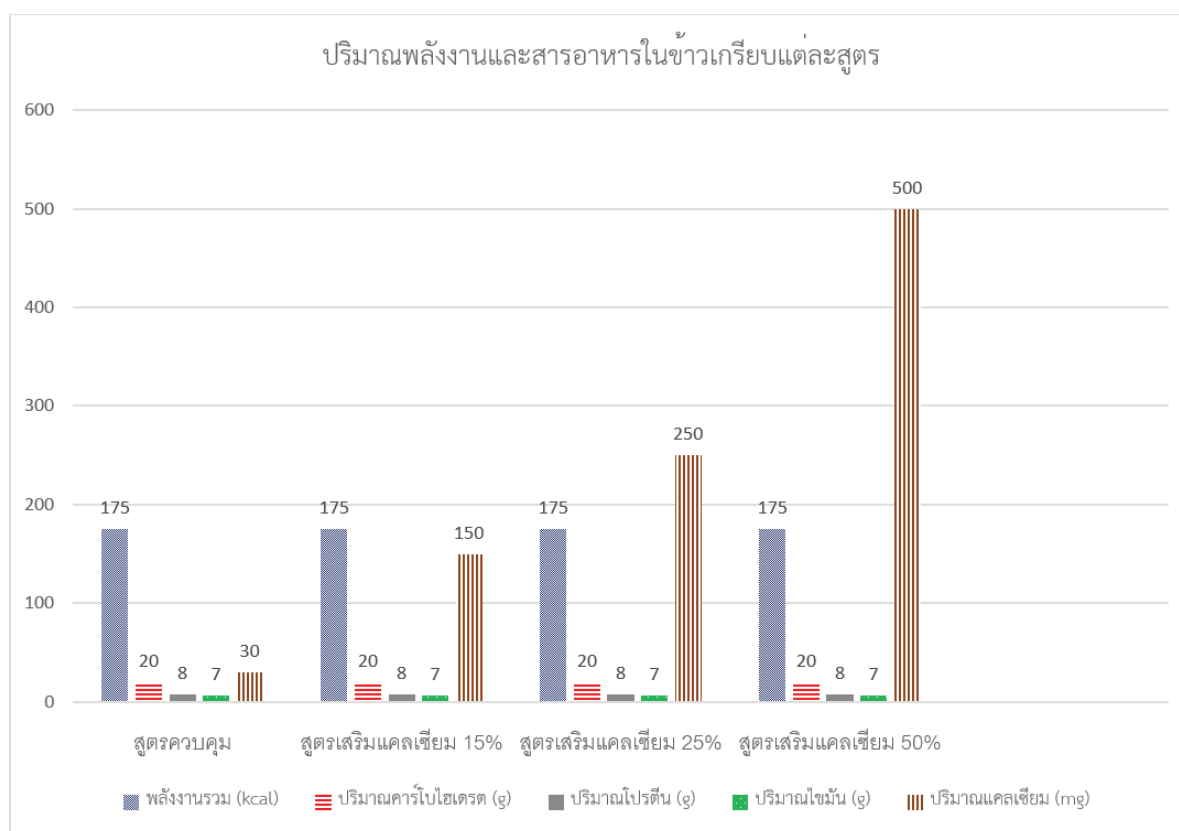
ผลการศึกษา

1. ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัคร

จากอาสาสมัคร จำนวน 30 คน ที่เข้าร่วมทดสอบความพึงพอใจที่มีต่อข้าวเกรียบโปรตีนจิ้งหรีดเสริมแคลเซียมในสูตรต่างๆ มีอายุเฉลี่ยอยู่ที่ 22 ปี ร้อยละ 73.34 เป็นเพศหญิง อาสาสมัครมีค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายอยู่ที่ 22.46 กิโลกรัมต่อเมตร² และร้อยละ 80 มีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัครที่เข้าร่วมการวิจัย จำนวน 30 คน

ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัคร	ผล
อายุ, mean (SD)	22.76 (2.51)
เพศ	
ชาย, n (%)	8 (26.66)
หญิง, n (%)	22 (73.34)
ดัชนีมวลกาย, mean (SD)	22.46 (2.59)
ระดับการศึกษาสูงสุด	
ต่ำกว่าปริญญาตรี, n (%)	0 (0.00)
ปริญญาตรี, n (%)	24 (80.00)
สูงกว่าปริญญาตรี, n (%)	6 (20.00)



รูปที่ 2 ปริมาณพลังงาน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และแคลเซียมของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบโปรตีนจิ้งหรีดในสูตรต่าง ๆ

2. ปริมาณสารอาหารในข้าวเกรียบโปรตีนจิ้งหรีดในแต่ละสูตร

จากรูปที่ 2 แสดงให้เห็นถึงปริมาณพลังงานและสารอาหาร ได้แก่ พลังงานรวม คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และแคลเซียมของข้าวเกรียบโปรตีน

จิ้งหรีดในแต่ละสูตรที่ 100 กรัม โดยปริมาณคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน มีปริมาณเท่ากันในทุกสูตรเนื่องจากการควบคุมส่วนประกอบของแป้ง ผงโปรตีนจิ้งหรีดและน้ำมันที่ใช้ในการทอด แต่ในส่วนของการเพิ่มแคลเซียมพบว่ามีสูตร

ควบคุมมีปริมาณแคลเซียมประมาณ 30 มิลลิกรัม สูตรเสริมแคลเซียมร้อยละ 15 ของความต้องการมีปริมาณแคลเซียม 150 มิลลิกรัม สูตรเสริมแคลเซียมร้อยละ 25 ของความต้องการมีปริมาณแคลเซียม 250 มิลลิกรัม และสูตรเสริมแคลเซียมร้อยละ 50 ของความต้องการมีปริมาณแคลเซียม 500 มิลลิกรัม

3. ผลการทดสอบความพึงพอใจต่อข้าวเกรียบโปรตีนจิ้งหรีดเสริมแคลเซียม

จากผลคะแนนการประเมินความพึงพอใจทางประสาทสัมผัสของอาสาสมัครทั้ง 30 คน เพื่อประเมินความพึงพอใจและความยอมรับที่มีต่อข้าวเกรียบโปรตีนจิ้งหรีดเสริมแคลเซียมในแต่ละสูตรนั้นพบว่า คะแนนความพึงพอใจด้านลักษณะที่ปรากฏของสูตรควบคุมเท่ากับ 7.10 คะแนน และสูตรที่เสริมแคลเซียมที่ร้อยละ 50 ของความต้องการต่อวันเท่ากับ 7.00 คะแนนซึ่งมากกว่าสูตรเสริมแคลเซียมที่ร้อยละ 15 และร้อยละ 25 ของความต้องการต่อวัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในส่วนด้านเนื้อสัมผัสนั้น

สูตรที่เสริมแคลเซียมที่ร้อยละ 50 ของความต้องการต่อวันเท่ากับ 7.13 คะแนนซึ่งมากกว่าทุกสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ด้านรสชาติพบว่าสูตรควบคุมเท่ากับ 7.13 คะแนน และสูตรที่เสริมแคลเซียมที่ร้อยละ 50 ของความต้องการต่อวันเท่ากับ 7.06 คะแนน ซึ่งมากกว่าสูตรเสริมแคลเซียมที่ร้อยละ 15 และ 25 ของความต้องการต่อวันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และสุดท้ายด้านความพึงพอใจโดยภาพรวมสูตรควบคุมเท่ากับ 7.03 คะแนน และสูตรที่เสริมแคลเซียมที่ร้อยละ 50 ของความต้องการต่อวันเท่ากับ 7.23 คะแนน ซึ่งมากกว่าสูตรเสริมแคลเซียมที่ร้อยละ 15 และ 25 ของความต้องการต่อวัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และบ่งชี้ว่าข้าวเกรียบโปรตีนจิ้งหรีดสูตรควบคุมและสูตรเสริมแคลเซียมที่ร้อยละ 50 ของความต้องการต่อวันมีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ที่ได้รับการยอมรับจากอาสาสมัคร (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 คะแนนประเมินความพึงพอใจของอาสาสมัครต่อข้าวเกรียบโปรตีนจิ้งหรีดเสริมแคลเซียมในแต่ละสูตร

ความพึงพอใจ	สูตรควบคุม (mean±SD)	สูตรเสริม แคลเซียม 15% (mean±SD)	สูตรเสริม แคลเซียม 25% (mean±SD)	สูตรเสริม แคลเซียม 50% (mean±SD)
ด้านลักษณะที่ปรากฏ	7.10±1.32 ^a	6.23±1.69 ^b	6.16±2.21 ^b	7.00±1.48 ^a
ด้านสี	6.53±1.88 ^a	6.40±1.81 ^a	6.16±2.10 ^a	6.33±1.78 ^a
ด้านกลิ่น	6.46±1.52 ^a	6.13±1.45 ^{a,b}	5.90±1.95 ^b	6.00±1.61 ^{a,b}
ด้านเนื้อสัมผัส	5.83±2.00 ^c	6.33±2.18 ^b	5.86±2.16 ^c	7.13±1.61 ^a
ด้านรสชาติ	7.13±1.52 ^a	6.00±1.98 ^b	5.76±2.31 ^b	7.06±1.79 ^a
โดยภาพรวม	7.03±1.44 ^a	6.50±1.99 ^b	6.00±2.10 ^c	7.23±1.43 ^a

หมายเหตุ: คะแนนเต็ม 9 คะแนน และอักษรตัวยกที่ต่างกันในแถวแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$

วิจารณ์

ปัจจุบันมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพเพื่อใช้เป็นทางเลือกของประชาชนจำนวนมากผลิตภัณฑ์ที่มีการเสริมแคลเซียมนั้นมีลักษณะที่หลากหลายทั้งในรูปของน้ำผลไม้และของว่างเบเกอรี่ ซึ่งพบว่า มีผลวิจัยทางคลินิกและผลอัตราการดูดซึมทางหลอดทดลองพบว่าได้ประสิทธิภาพที่ดี^{24,25} งานวิจัยนี้ได้พัฒนาข้าวเกรียบซึ่งมีการเสริมแคลเซียมโดยใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการเป็นอาหารที่เป็นแหล่งของแคลเซียมเสริมให้กับบุคคลทั่วไป ซึ่งมีความแตกต่างจากข้าวเกรียบจากงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่มีการพัฒนาข้าวเกรียบปลาโดยไม่ได้เสริมแคลเซียมแต่เป็นข้าวเกรียบปลาเสริมไบอัสดาวอินคา พบว่าในสูตรดัดแปลงได้รับการยอมรับจากอาสาสมัครเช่นกัน²⁶ อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพที่มีการเสริมแคลเซียมควรคำนึงถึงการได้รับวิตามินดีร่วมด้วยเนื่องจากเป็นสารอาหารที่ทำงานร่วมกับแคลเซียมเพื่อใช้เป็นส่วนประกอบของกระดูก²⁷ นอกจากนี้ควรหลีกเลี่ยงการรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารดังกล่าวร่วมกับอาหารที่เป็นแหล่งของไฟเตท (phytate) และออกซาเลท (oxalate) เช่น ชา กาแฟ ผักใบเขียวบางชนิดเนื่องจากเป็นสารที่ขัดขวางการดูดซึมแคลเซียมเข้าสู่ร่างกาย^{28,29}

ในส่วนของผลที่ได้จากการวิจัยพบว่า ด้านลักษณะที่ปรากฏของข้าวเกรียบโปรตีนจิ้งหรีดเสริมแคลเซียมของสูตรเสริมแคลเซียมที่ ร้อยละ 50 ของความต้องการต่อวันมีคะแนนที่ดีเทียบเท่ากับสูตรควบคุม แต่สูตรที่เสริมแคลเซียมที่ร้อยละ 15 และ 25 ของความต้องการต่อวัน มีคะแนนน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ เป็นไปได้ว่าการเสริมแคลเซียมในปริมาณที่เหมาะสมอาจมีผลต่อการพองฟูของข้าวเกรียบโดยการจับกับคาร์โบไฮเดรตภายหลังที่ผ่านการทอด³⁰ อย่างไรก็ตามในด้านของสีนั้นพบว่า ทุกสูตรมีคะแนนที่น้อย และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ซึ่งอาจเกิดจากการดัดแปลงใช้เนื้อสัตว์จากเดิมที่คนทั่วไปมักใช้เนื้อกุ้ง หรือปลาเป็นส่วนประกอบของข้าวเกรียบ แต่งานวิจัยนี้ใช้ผงโปรตีนจิ้งหรีดที่มีสีค่อนข้างเข้มกว่าโปรตีนจากสัตว์อื่น ๆ จึงทำให้ลักษณะของสีของข้าวเกรียบที่ทอดนั้น มีความผิดเพี้ยนไปและไม่คุ้นเคยกับอาสาสมัครที่เคยเห็นข้าวเกรียบทั่วไปที่เคยรับประทานมา³¹ นอกจากนี้ในด้านรสชาติและเนื้อสัมผัสของข้าวเกรียบสูตรเสริมแคลเซียมที่ร้อยละ 50 ของความต้องการต่อวันมีคะแนนสูงกว่าสูตรที่เสริมแคลเซียมสูตรอื่นและเทียบเท่ากับสูตรควบคุมอาจเป็นไปได้ว่า การเสริมแคลเซียมลงไปปริมาณดังกล่าวของสูตรร้อยละ 50 ของความต้องการต่อวัน ทำให้ข้าวเกรียบมีความคงตัวที่มากขึ้นและมีความกรอบที่มากขึ้นในขณะเคี้ยวเนื่องจากโมเลกุลของแคลเซียม มีโครงสร้างที่แข็งและแน่นกว่าคาร์โบไฮเดรต จึงส่งผลต่อคะแนนในการประเมินดังกล่าว³² และในด้านความพึงพอใจในภาพรวมนั้นพบว่าข้าวเกรียบสูตรเสริมแคลเซียมที่ร้อยละ 50 ของความต้องการต่อวันมีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ที่พิจารณาได้ว่า อาสาสมัครให้การยอมรับต่อข้าวเกรียบสูตรดังกล่าว นั่นคือ มากกว่า 7.00 คะแนน จึงสามารถนำสูตรนี้ไปใช้ต่อยอดในการวิจัยต่อยอดเชิงคลินิกในอนาคต

ผงแคลเซียมที่เสริมลงไป ข้าวเกรียบ ได้แก่ แคลเซียมซิเตรทซึ่งเป็นผงแคลเซียมที่ใช้สำหรับผสมอาหาร (food grade) สามารถหาซื้อได้ทั่วไปในราคาถูก นอกจากนี้ยังเป็นรูปแบบของแคลเซียมที่ร่างกายสามารถนำมาใช้ในการดูดซึมได้ดี อย่างไรก็ตามยังมีแคลเซียมรูปแบบอื่นที่สามารถนำมาใช้เสริมในอาหารได้เนื่องจากร่างกายสามารถดูดซึมได้ดีได้เช่นกัน ได้แก่ แคลเซียมคาร์บอเนต แคลเซียมฟอสเฟต เป็นต้น³³ ส่วนผงจิ้งหรีดที่ใช้ในการเตรียมข้าวเกรียบของงานวิจัยนี้คือจิ้งหรีดสายพันธุ์ *Acheta domesticus* ในขณะที่สายพันธุ์อื่นที่พบได้ในไทย เช่น *Brachytrupes portentosus* นั้น

มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต ไขมันและโปรตีนที่น้อยกว่า จึงอาจให้พลังงานที่น้อยกว่า ส่วนสายพันธุ์อื่นๆ ที่สามารถนำมาใช้ประกอบอาหารได้เช่น *Gryllus bimaculatus* และ *Glyptotendipes testaceus* เป็นสายพันธุ์ที่ไม่ได้เพาะเลี้ยงในประเทศไทย แต่พบได้ในเกาหลีใต้และจีนซึ่งมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต ไขมันและโปรตีนน้อยกว่าสายพันธุ์ที่ใช้ในการวิจัยนี้เช่นกัน³⁴ ดังนั้นปริมาณแคลเซียมและโปรตีนที่ได้จากผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบในงานวิจัยนี้จึงอาจต่อยอดนำไปให้กับผู้ที่มีความเสี่ยงต่อภาวะขาดแคลเซียมและโปรตีน เช่น ผู้ติดเชื้อมหะเร็ง ผู้สูงอายุ เป็นต้น^{35,36} ข้อจำกัดของการวิจัยนี้คือไม่ได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบโดยประมาณ (proximate analysis) ดังนั้นในงานวิจัยในอนาคต จึงควรนำตัวอย่างข้าวเกรียบสูตรที่ได้รับการยอมรับไปวิเคราะห์ เพื่อให้ได้ค่าองค์ประกอบโดยประมาณและปริมาณแคลเซียม รวมถึงเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างให้มีจำนวนมากขึ้นและต่อยอดการรับประทานข้าวเกรียบสูตรเสริมแคลเซียมในระยะยาวเพื่อติดตามประเมินภาวะโภชนาการของอาสาสมัครต่อไป

สรุป

ข้าวเกรียบโปรตีนจิ้งหรีดเสริมแคลเซียมสูตรที่เสริมแคลเซียมคิดเป็นร้อยละ 50 ของความต้องการต่อวันที่ 100 กรัมมีคะแนนประเมินความพึงพอใจทางประสาทสัมผัสโดยภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ที่ได้รับการยอมรับจากอาสาสมัคร จึงสามารถไปใช้ต่อยอดการวิจัยเพิ่มเติมในอนาคตเกี่ยวกับผลในเชิงคลินิกเพื่อส่งเสริมภาวะสุขภาพของประชาชนในด้านการได้รับแคลเซียมอย่างเพียงพอและความมั่นคงทางอาหารต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ประเภททุนส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ (สัญญาเลขที่ AHS 10/2566)

References

1. Park YJ, Chung S, Hwang JT, Shon J, Kim E. A review of recent evidence of dietary protein intake and health. *Nutr Res Pract*. 2022; 16: 37-46.
2. Poursmaeili F, Kamalidehghan B, Kamarehei M, Goh YM. A comprehensive overview on osteoporosis and its risk factors. *Ther Clin Risk Manag*. 2018; 14: 2029-49.
3. Akkawi I, Zmerly H. Osteoporosis: Current concepts. *Joints*. 2018; 6: 122-7.
4. Gold T, Williams SA, Weiss RJ, Wang Y, Watkins C, Carroll J, et al. Impact of fractures on quality of life in patients with osteoporosis: a US cross-sectional survey. *J Drug Assess*. 2019; 8: 175-83.
5. Clynes MA, Harvey NC, Curtis EM, Fuggle NR, Dennison EM, Cooper C. The epidemiology of osteoporosis. *Br Med Bull*. 2020; 133: 105-17.
6. Iki M. Epidemiology of osteoporosis in Japan. *Clin Calcium*. 2012; 22: 797-803.
7. Assantachai P, Angkamat W, Pongpim P, Weattayasuthum C, Komoltri C. Risk factors of osteoporosis in institutionalized older Thai people. *Osteoporos Int*. 2006; 17: 1096-102.
8. Amphansap T, Rattanaphonglekha C, Vechasilp J, Stitkitti N, Apiromyanont K, Therdyothin A. Comparison of bone mineral density and vertebral fracture assessment in postmenopausal women with and without distal radius fractures. *Osteoporos Sarcopenia*. 2021; 7: 134-9.

9. Kim KN, Oh SY, Hong YC. Associations of serum calcium levels and dietary calcium intake with incident type 2 diabetes over 10 years: the Korean Genome and Epidemiology Study (KoGES). *Diabetol Metab Syndr*. 2018; 10: 50.
10. Sun JY, Zhang H, Zhang Y, Wang L, Sun BL, Gao F, et al. Impact of serum calcium levels on total body bone mineral density: A mendelian randomization study in five age strata. *Clin Nutr*. 2021; 40: 2726-33.
11. Pongchaiyakul C, Charoenkiatkul S, Kosulwat V, Rojroongwasinkul N, Rajatanavin R. Dietary calcium intake among rural Thais in Northeastern Thailand. *J Med Assoc Thai*. 2008; 91: 153-8.
12. Hodges JK, Cao S, Cladis DP, Weaver CM. Lactose intolerance and bone health: the challenge of ensuring adequate calcium intake. *Nutrients*. 2019; 11: 718.
13. Tai V, Leung W, Grey A, Reid IR, Bolland MJ. Calcium intake and bone mineral density: systematic review and meta-analysis. *Br Med J*. 2021; 351: 4183.
14. Hermans WJH, Senden JM, Churchward-Venne TA, Paulussen KJM, Fuchs CJ, Smeets JSJ, et al. Insects are a viable protein source for human consumption: from insect protein digestion to postprandial muscle protein synthesis in vivo in humans: a double-blind randomized trial. *Am J Clin Nutr*. 2021; 114: 934-44.
15. Skrivervik E. Insects' contribution to the bioeconomy and the reduction of food waste. *Heliyon*. 2020; 6: e03934.
16. Murugu DK, Onyango AN, Ndiritu AK, Osuga IM, Xavier C, Nakimbugwe D, et al. From farm to fork: crickets as alternative source of protein, minerals, and vitamins. *Front Nutr*. 2021; 8: 704002.
17. Stull VJ, Finer E, Bergmans RS, Febvre HP, Longhurst C, Manter DK, et al. Impact of edible cricket consumption on gut microbiota in healthy adults, a double-blind, randomized crossover trial. *Sci Rep*. 2018; 8: 10762.
18. Kim TK, Yong HI, Kim YB, Kim HW, Choi YS. Edible Insects as a Protein Source: A review of public perception, processing technology, and research trends. *Food Sci Anim Resour*. 2019; 39: 521-40.
19. National Food Institute. Thailand Food Market Report 2016. [Internet]. (accessed 29 Feb 2024). Available at: https://fic.nfi.or.th/upload/market_overview/Snacks16-7-16.pdf
20. Hanzlik RP, Fowler SC, Fisher DH. Relative bioavailability of calcium from calcium formate, calcium citrate, and calcium carbonate. *J Pharmacol Exp Ther*. 2005; 313: 1217-22.
21. Food and nutrition board, institute of medicine. dietary reference intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin d, and fluoride; national academies press: bethesda, MD, USA, 1997.
22. Wichchukit S, O'Mahony M. The 9-point hedonic scale and hedonic ranking in food science: some reappraisals and alternatives. *J Sci Food Agric*. 2015; 95: 2167-78.

23. Singhato A, Booranasuksakul U, Khongkhon S, Rueangsri N. Acceptability of a high protein snack using artificial sweeteners for people living with HIV with oral problems. *Curr Res Nutr Food Sci*. 2018; 6: 711-9.
24. Biancuzzo RM, Young A, Bibuld D, Cai MH, Winter MR, Klein EK, et al. Fortification of orange juice with vitamin D(2) or vitamin D(3) is as effective as an oral supplement in maintaining vitamin D status in adults. *Am J Clin Nutr*. 2010; 91: 1621-6.
25. Nemati M, Kamilah H, Huda N, Ariffin F. *In vitro* calcium availability in bakery products fortified with tuna bone powder as a natural calcium source. *Int J Food Sci Nutr*. 2015; 67: 535-40.
26. Mekarat S, Chedoloh R, Puwaphut R, Hilae A. The development on formulation of fish cracker supplemented with sachu peanut leaf. *PNUJR*. 2019; 11: 125-34. (In Thai)
27. Heravi AS, Michos ED. Vitamin D and calcium supplements: helpful, harmful, or neutral for cardiovascular risk?. *Methodist Deakey Cardiovasc J*. 2019; 15: 207-13.
28. Pujol A, Sanchis P, Grases F, Masmiquel L. Phytate intake, health and disease: “let thy food be thy medicine and medicine be thy food”. *Antioxidants (Basel)*. 2023; 12: 146.
29. Petroski W, Minich DM. Is There Such a Thing as “Anti-Nutrients”? A narrative review of perceived problematic plant compounds. *Nutrients*. 2020; 12: 2929.
30. Chen TY, Luo HM, Hsu PH, Sung WC. Effects of calcium supplements on the quality and acrylamide content of puffed shrimp chips. *J Food Drug Anal*. 2016; 24: 164-72.
31. Akullo JO, Kiage-Mokua BN, Nakimbugwe D, Ng’ang’a J, Kinyuru J. Color, pH, microbiological, and sensory quality of crickets (*Gryllus bimaculatus*) flour preserved with ginger and garlic extracts. *Food Sci Nutr*. 2023; 11: 2838-51.
32. Adi AC, Rachmah Q, Arimbi AN. The acceptance and nutritional value of crispy noodles supplemented with *moringa oleifera* as a functional snack for children in a food insecure area. *Prev Nutr Food Sci*. 2019; 24: 387-92.
33. Shkembi B, Huppertz T. Calcium absorption from food products: food matrix effects. *Nutrients*. 2021; 14: 180.
34. Kemsawasd V, Inthachat W, Suttisansanee U, Temviriyankul P. Road to the red carpet of edible crickets through integration into the human food chain with biofunctions and sustainability: a review. *Int J Mol Sci*. 2022; 23: 1801.
35. Thanasupakornkul P, Wongsuttitert A, Jaidee W, Punyamana U, Thararam S. SARC-F scores correlated with low physical performance and muscle strength in older Thai adults. *Bu J Med*. 2018; 5: 87-93. (In Thai)
36. Singhato A. Increasing of risk in bone loss among people living with HIV and its principle of nutritional care process. *Bu J Med*. 2018; 5: 83-94. (In Thai)