Research article

Efficacy and Safety of a Plant-Based Protein Food Replacement on Weight Control in Overweight and Obese Volunteers

Pornanong Aramwit[1,2], Supamas Napavichayanun[1], Araya Sarikaphuti[3]

[1]*Department of Pharmacy Practice, Faculty of Pharmaceutical Sciences, and Center of Excellence in Bioactive Resources for Innovative Clinical Applications Chulalongkorn University*

[2]*The Academy of Science, the Royal Society of Thailand, Dusit, Bangkok 10330, Thailand*

[3]*School of Anti-Aging and Regenerative Medicine, Mae Fah Luang University*

ABSTRACT

Obesity and being overweight are public health problems. They are also causes of other diseases. The development of an alternative food replacement may be another option for weight control. This study evaluates the efficacy and safety of a plant-based protein meal replacement product for weight control in overweight and obese individuals. A total of 48 participants were divided into two groups: an intervention group receiving the meal replacement (1 sachet mixed with 250 mL water, consumed once daily as a dinner substitute for 8 weeks) and a control group maintaining their regular diet. The results showed significant reductions in body weight and body mass index in the intervention group compared to controls after at least two weeks ($p < 0.05$). Additionally, hip circumference decreased more significantly in the intervention group after at least four weeks ($p < 0.05$), and the product demonstrated potential anti-aging effects by delaying cellular senescence. The plant-based protein meal replacement was found to be safe, with no serious adverse reactions reported, although some participants experienced mild bloating and abdominal tightness. Overall, this product proved effective for short-term weight management in overweight and obese individuals.

Keywords: Food replacement, plant-based protein, overweight, obesity

Received: 02 February 2025 Accepted: 29 March 2025 Available online: 1 April 2025

*Corresponding author's email: aramwit@gmail.com

บทความวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพและความปลอดภัยของอาหารทดแทนที่มีโปรตีนจากพืชเป็นองค์ประกอบหลักต่อการควบคุมน้ำหนักในอาสาสมัครที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน

พรอนงค์ อร่ามวิทย์[1,2], ศุภมาส นภาวิชานันท์[1], อารยา สาริกะภูติ[3]

[1]ภาควิชาเภสัชกรรมปฏิบัติ คณะเภสัชศาสตร์และศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางสารทรงฤทธิ์ชีวภาพเพื่อนวัตกรรมทางคลินิก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[2]ภาคีสมาชิก สาขาวิชาเภสัชศาสตร์ ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตสภา

[3]สำนักวิชาเวชศาสตร์ชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

บทคัดย่อ

ภาวะอ้วนหรือน้ำหนักเกินเป็นปัญหาทางสาธารณสุขทั่วโลก อีกทั้งยังเป็นจุดเริ่มต้นของปัญหาสุขภาพอื่น ๆ การพัฒนาอาหารทดแทนจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมน้ำหนักได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพและความปลอดภัยของอาหารทดแทนที่มีโปรตีนจากพืชเป็นองค์ประกอบหลักต่อการควบคุมน้ำหนักในอาสาสมัครที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน โดยมีอาสาสมัครที่เข้าร่วมการวิจัยจนครบแผนการวิจัยทั้งสิ้น 48 คน อาสาสมัครถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ได้รับผลิตภัณฑ์อาหารทดแทน โดยให้รับประทานครั้งละ 1 ซอง ผสมน้ำ 250 มิลลิลิตร วันละ 1 ครั้ง แทนมื้ออาหารเย็น ติดต่อกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์ หรือกลุ่มที่รับประทานอาหารเดิมตามปกติ (กลุ่มควบคุม) ผลการศึกษาพบว่า การรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนนานอย่างน้อย 2 สัปดาห์ส่งผลให้อาสาสมัครมีการลดลงของน้ำหนักและดัชนีมวลกาย มากกว่ากลุ่มที่รับประทานอาหารปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และการรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนนานอย่างน้อย 4 สัปดาห์ส่งผลให้มีการลดลงของเส้นรอบสะโพกมากกว่ากลุ่มที่รับประทานอาหารปกติ ($p < 0.05$) และยังช่วยในการชะลอความชราของเซลล์ได้ โดยผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนที่มีโปรตีนจากพืชเป็นองค์ประกอบในโครงการนี้มีความปลอดภัย ไม่ก่อให้เกิดอาการไม่พึงประสงค์ แต่อาจก่อให้เกิดอาการท้องอืดและแน่นท้องได้บ้าง

คำสำคัญ อาหารทดแทน, โปรตีนจากพืช, น้ำหนักเกิน, อ้วน

*Corresponding author's email: aramwit@gmail.com

บทนำ

ภาวะน้ำหนักเกินหรืออ้วนจัดเป็นโรคเรื้อรังประเภทหนึ่งที่มีความซับซ้อน และอาจนำมาซึ่งโรคเรื้อรังอื่น ๆ โดยเกิดจากความผิดปกติหรือการสะสมไขมันปริมาณสูง ส่งผลให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพ เพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 การเกิดโรคหัวใจ มีผลต่อความแข็งแรงของกระดูก รวมถึงเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งบางชนิด[1] นอกจากนี้ภาวะน้ำหนักเกินหรืออ้วนยังมีผลต่อคุณภาพชีวิต เช่น การนอนและการเคลื่อนไหว องค์การอนามัยโลกได้ให้คำจำกัดความของภาวะน้ำหนักเกินในคนยุโรป คือ ภาวะที่ร่างกายมีการสะสมไขมันส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมากเกินปกติ โดยมีค่าดัชนีมวลกายมากกว่าหรือเท่ากับ 25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และภาวะอ้วน หมายถึง ผู้ที่มีดัชนีมวลกายมากกว่าหรือเท่ากับ 30 กิโลกรัมต่อตารางเมตร[2] สำหรับคนเอเชียรวมถึงชาวไทย ภาวะน้ำหนักเกิน หมายถึง ผู้ที่มีดัชนีมวลกายมากกว่าหรือเท่ากับ 23 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และภาวะอ้วน หมายถึง ผู้ที่มีดัชนีมวลกายมากกว่าหรือเท่ากับ 25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร[3] จากปัญหาของภาวะน้ำหนักเกินหรืออ้วน ทำให้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนเพื่อควบคุมปริมาณแคลอรี่ที่ผู้บริโภคได้รับในแต่ละมื้อ รวมถึงการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีสารอาหารที่จำเป็นครบถ้วน ประกอบด้วยวัตถุดิบที่มีโปรตีนและใยอาหารเป็นองค์ประกอบหลัก เนื่องจากให้พลังงานต่ำ และช่วยเพิ่มความรู้สึกอิ่มให้ยาวนานมากขึ้น ส่งผลให้ผู้บริโภคสามารถควบคุมน้ำหนักได้อย่างมีประสิทธิภาพ[4]

กัวร์กัม (Guar gum) เป็นพอลิแซคคาไรด์ (Polysaccharide) ผลิตจากเมล็ดถั่วกัวร์ (*Cyamopsis tetragonoloba*) สามารถละลายน้ำได้ ปัจจุบันนิยมนำมาเป็นส่วนประกอบของอาหาร[10] เช่น ขนมปัง[11] ขนมเค้ก[12] ซอสมะเขือเทศ[13] และไส้กรอก[14] เป็นต้น นอกจากนี้ยังถูกนำมาใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์อาหารที่ส่งผลดีต่อการทำงานของลำไส้[15] ทำหน้าที่เป็นพรีไบโอติก (Prebiotic)[16] ช่วยป้องกันท้องผูกและลดการท้องเสียได้[17, 18] กัวร์กัมในผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนช่วยให้อิ่มได้นาน ลดระยะเวลาในการเคลื่อนผ่านทางเดินอาหาร (Delay gastric emptying time) ส่งผลดีต่อการควบคุมน้ำหนัก และช่วยลดคอเลสเตอรอลในผู้ที่มีไขมันในเลือดสูงได้ โดยไม่พบรายงานข้างเคียงรุนแรงจากการรับประทาน[19]

น้ำมันเอ็มซีที (Medium chain triglyceride; MCT) ประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวสายกลาง มักจะผลิตจากน้ำมันมะพร้าวดิบหรือน้ำมันปาล์มโดยการกลั่นเพื่อกำจัดสารประกอบอื่น ๆ โดยทั่วไปน้ำมันเอ็มซีทีจะประกอบไปด้วยกรดไขมันที่มีความยาวคาร์บอนจำนวน 6-12 อะตอมในสาย[20]เช่นประกอบด้วยกรดคาไพรลิก (C8) ในปริมาณร้อยละ 50-80 และกรดคาโพรอิค (C6) ในปริมาณร้อยละ 20-50 น้ำมันเอ็มซีทีถูกดูดซึมได้ดีในระบบทางเดินอาหาร และถูกส่งต่อไปยังตับ โดยไม่ผ่านการรวมตัวเป็นไคโลไมครอน (Chylomicrons) ส่งผลให้มีการการสะสมของไขมันลดลง[21] จากการศึกษาพบว่า การรับประทานน้ำมันเอ็มซีทีสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการลดน้ำหนักได้ดีกว่าน้ำมันข้าวโพดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 อีกทั้งยังสามารถลดภาวะการดื้ออินซูลินได้อย่างมีประสิทธิภาพ[22] St-Onge และคณะ[23] ยังพบว่าการรับประทาน น้ำมันเอ็มซีทีปริมาณ 18-24 กรัมต่อวัน ช่วยในการลดน้ำหนักได้ โดยไม่ก่อให้เกิดอาการข้างเคียง

ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนที่มีส่วนประกอบของโปรตีนจากพืช กัวร์กัม และน้ำมันเอ็มซีที ส่งผลดีต่อการควบคุมน้ำหนักในผู้ที่มีน้ำหนักเกินหรือภาวะอ้วน โดยงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพและความปลอดภัยของอาหารทดแทนที่มีโปรตีนจากพืชเป็นองค์ประกอบหลักต่อการควบคุมน้ำหนักในอาสาสมัครที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน

วิธีการวิจัย

ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการทดสอบเป็นผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนที่ประกอบด้วยโปรตีนจากพืชอันได้แก่ โปรตีนจากถั่วเหลือง ถั่วลันเตา เมล็ดอัลมอนด์ เมล็ดฟักทอง และถั่วดาวอินคารวม อีกทั้งยังประกอบด้วยกัวร์กัม และน้ำมันเอ็มซีที โดยการรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารทดแทน 1 ซอง (น้ำหนัก 60 กรัม) จะได้รับพลังงาน 260 กิโลแคลอรี ได้รับโปรตีน 21 กรัม ไขมัน 7 กรัม และคาร์โบไฮเดรต 27 กรัม นอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบของเกลือแร่และวิตามินอันได้แก่ แม็กนีเซียม แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็กและซิงค์ (เลขสารบบอาหารที่ 12-1-06656-5-0130 โดยบริษัทไอยราแพลนเน็ต จำกัด)

ทำการทดสอบประสิทธิภาพและความปลอดภัยในอาสาสมัครที่มีน้ำหนักเกินและอ้วนโดยเป็นการศึกษาแบบทดลองทางคลินิกแบบสุ่ม และมีกลุ่มควบคุม (Randomized controlled clinical trial) ผ่านการพิจารณารับรองด้านจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง รหัสโครงการวิจัย EC 23238-20, COA 105/2024

เกณฑ์การคัดเลือกอาสาสมัครเข้าร่วมโครงการวิจัย (Inclusion criteria)

- เพศชายหรือหญิงอายุ 18 – 60 ปี
- มีดัชนีมวลกายตั้งแต่ 23 กิโลกรัมต่อตารางเมตร
- ไม่มีประวัติโรคหัวใจ โรคเบาหวาน โรคไทรอยด์ โรคมะเร็ง โรคตับ และโรคไต
- ผู้ที่อ่านออกเขียนได้
- มีความสมัครใจที่จะเข้าร่วมการศึกษาหลังการได้ทราบถึงวัตถุประสงค์ วิธีการ ความเสี่ยง ผลที่จะได้จากการศึกษา ปฏิบัติตามขั้นตอนในการศึกษาได้และลงลายมือชื่อในใบยินยอมเข้าร่วมการศึกษา

เกณฑ์การคัดเลือกอาสาสมัครออกจากโครงการวิจัย (Exclusion criteria)

- มีประวัติแพ้หรือเกิดอาการไม่พึงประสงค์ เช่น ความผิดปกติของระบบผิวหนัง ระบบทางเดินหายใจ หรือระบบทางเดินอาหาร เป็นต้น จากการรับประทานอาหารที่มีส่วนประกอบของโปรตีน ธัญพืช ถั่ว และกัวร์กัม
- รับประทานยา อาหารเสริม สมุนไพร หรืออาหารสำหรับลดน้ำหนักภายใน 1 เดือนก่อนเข้าร่วมการศึกษา
- ผู้ที่มีพฤติกรรมการรับประทานอาหารแตกต่างจากปกติ เช่น ผู้รับประทานอาหารแบบ จำกัดเวลาในการทานอาหาร (Intermittent Fasting; IF) เป็นต้น
- ผู้ที่เกิดภาวะอ้วนจากการใช้ยาเป็นประจำ เช่น ยาคุมกำเนิด, สเตียรอยด์, ยาต้านซึมเศร้า, หรือ ยาต้านชัก เป็นต้น
- ผู้ที่เกิดภาวะอ้วนจากโรคบางชนิด เช่น กลุ่มอาการคุชชิง (Cushing syndrome's) เป็นต้น
- หญิงที่อยู่ระหว่างการตั้งครรภ์และให้นมบุตร
- อยู่ระหว่างการเข้าร่วมโครงการวิจัยอื่น

การคำนวณขนาดตัวอย่างอ้างอิงจากการศึกษาของ Chong และคณะ [24] ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการรับประทานสมุนไพรลดน้ำหนักครั้งละ 3 เม็ดวันละ 2 ครั้ง ก่อนอาหารเช้าและกลางวัน กับผู้ที่รับประทานอาหารหลอก ผลการศึกษาพบว่าผู้ที่รับประทานสมุนไพรลดน้ำหนักมีน้ำหนักลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (2.26 ± 2.37 VS 0.56 ± 2.34 กิโลกรัม; p = 0.002) คำนวณตัวอย่างรวมจำนวนอาสาสมัครที่อาจออกจากการศึกษาร้อยละ 20 ดังนั้นต้องมีอาสาสมัครเข้าร่วมการศึกษาทั้งหมด 60 คนโดยแบ่งเป็นกลุ่ม ๆ ละ 30 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ Block randomization (Block size 4) และ Random number table ในการสุ่ม หากได้ A จะได้ผลิตภัณฑ์อาหาร

ทดแทนในโครงการ และหากได้ B จะให้รับประทานอาหารเดิมตามปกติ (กลุ่มควบคุม)

หลังจากการคัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัยตามเกณฑ์ข้างต้น อาสาสมัครทุกรายจะได้รับทราบวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีวิจัย อันตรายหรืออาการข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้นจากการรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนในโครงการ และการปฏิบัติตัวในระหว่างที่เข้าร่วมการวิจัย พร้อมกับลงนามในหนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยบันทึกข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัครแต่ละรายลงในแบบบันทึกข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัคร รวมถึงวัดส่วนสูง น้ำหนัก ดัชนีมวลกาย ร้อยละไขมันในร่างกาย ระดับไขมันในช่องท้อง อัตราการเผาผลาญพลังงานขณะอยู่นิ่ง ร้อยละไขมันใต้ผิวหนัง ร้อยละกล้ามเนื้อโดยใช้เครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย วัดเส้นรอบเอวและเส้นรอบสะโพก และประเมิน Skin fold thickness โดยใช้ Skinfold caliper บริเวณท้องแขน สะโพกและต้นขา นอกจากนี้ อาสาสมัครถูกเจาะเลือดเพื่อวิเคราะห์ค่าไขมันในเลือด (Total cholesterol, Low density lipoprotein (LDL), High density lipoprotein (HDL), Triglycerides (TG)) น้ำตาลในเลือด (Fasting blood sugar (FBS), HbA1C), ระดับโปรตีนในเลือด (Albumin, total protein), แคลเซียม, เหล็ก, Hemoglobin, สารต้านอนุมูลอิสระ SIRT1 (NAD-dependent deacetylase sirtuin-1), 8-OHdg (8-hydroxy-2-deoxyguanosine) และ Galactosidase activity รวมถึง ประเมินการทำงานของตับและไต จากค่า Blood urea nitrogen (BUN), Creatinine, Aspartate transaminase (AST), Alanine aminotransferase (ALT), Alkaline phosphatase (ALP) ก่อนรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนในโครงการ

หลังจากนั้นอาสาสมัครในกลุ่มทดลองได้รับผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนเพื่อรับประทานครั้งละ 1 ซอง (60 กรัม) ผสมน้ำ 250 มิลลิลิตร วันละ 1 ครั้ง แทนมื้ออาหารเย็น ติดต่อกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์[25, 26] ในขณะที่อาสาสมัครกลุ่มควบคุมสามารถรับประทานอาหารเดิมตามปกติ โดยอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่มต้องบันทึกการบริโภคอาหารทุก 3 วันในแบบบันทึกที่ผู้วิจัยจัดหาให้ และเมื่ออาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่มรับประทานอาหารตามที่กำหนดครบ 2, 4, 6, และ 8 สัปดาห์ (ประเมินความร่วมมือในการรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนในโครงการจากการตรวจสอบแบบประเมินความถี่ในการรับประทานและทำการนับจำนวนซองอาหารที่เหลืออยู่ของอาสาสมัครแต่ละราย เมื่อมีการนัดพบผู้วิจัย) อาสาสมัครทุกคนต้องได้รับการวัดน้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย ร้อยละไขมันในร่างกาย ระดับไขมันในช่องท้อง อัตราการเผาผลาญพลังงานขณะอยู่นิ่ง ร้อยละไขมันใต้ผิวหนัง ร้อยละกล้ามเนื้อ ขนาดเส้นรอบเอวและเส้นรอบสะโพก ประเมิน Skin fold thickness บริเวณท้องแขน สะโพก และต้นขา นอกจากนี้ในสัปดาห์ที่ 8 อาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่มยังต้องเจาะเลือดเพื่อวิเคราะห์ค่าไขมันในเลือด น้ำตาลในเลือด โปรตีนในเลือด แคลเซียม เหล็ก Hemoglobin สารต้านอนุมูลอิสระ SIRT1, 8-OHdg และ Galactosidase activity รวมถึง ประเมินการทำงานของตับและไต เช่นเดียวกับก่อนได้รับประทานอาหารอีกด้วย

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทดสอบสมมุติฐานกำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 (one-sided) โดยใช้โปรแกรมสถิติ SPSS for windows (version 17.0, SPSS Inc. Bangkok, Thailand) โดย

- ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อายุ และอาการไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้น ทำการวิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ข้อมูลเชิงปริมาณรายงานด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ส่วนข้อมูลเชิงคุณภาพรายงานด้วยความถี่และร้อยละ

- เปรียบเทียบน้ำหนัก ดัชนีมวลกาย ร้อยละไขมันในร่างกาย ระดับไขมันในช่องท้อง อัตราการเผาผลาญพลังงานขณะอยู่นิ่ง ร้อยละไขมันใต้ผิวหนัง ร้อยละกล้ามเนื้อ เส้นรอบเอว และเส้นรอบสะโพก Skin fold thickness ค่าทางห้องปฏิบัติการ โดยใช้สถิติ Independent T-test และเปรียบเทียบก่อนและหลังรับประทานโดยใช้สถิติ Repeated measure ANOVA และ Paired T-test

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาประสิทธิภาพ และความปลอดภัยของอาหารทดแทนที่มีโปรตีนจากพืชเป็นองค์ประกอบหลักต่อการควบคุมน้ำหนักในอาสาสมัคร ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน มีอาสาสมัครเข้าร่วมการศึกษาทั้งหมด 60 คน อย่างไรก็ตามมีอาสาสมัครออกจากการศึกษาทั้งหมด 12 คน เนื่องจากไม่สามารถมาตามนัดได้ครบถ้วนตามแผนการวิจัย ดังนั้นจึงมีอาสาสมัครที่เข้าร่วมการวิจัยจนครบแผนการวิจัยทั้งสิ้น 48 คน แบ่งตัวอย่างแบบสุ่มออกเป็น 2 กลุ่มเท่า ๆ กัน คือกลุ่มที่รับประทานผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนที่มีโปรตีนจากพืชเป็นองค์ประกอบหลักและกลุ่มที่รับประทานอาหารเดิมตามปกติ (กลุ่มควบคุม) โดยอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่ม มีข้อมูลพื้นฐานก่อนรับประทานผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงกัน กล่าวคือ มีอายุเฉลี่ย น้ำหนักเฉลี่ย และดัชนีมวลกายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัครแสดงใน **ตารางที่ 1**

ตารางที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัคร

ข้อมูล	จำนวนตัวอย่าง (ร้อยละ)	
	ผลิตภัณฑ์อาหารทดแทน	อาหารปกติ
อาสาสมัคร	24 (100.0)	24 (100.0)
หญิง	21 (87.5)	21 (87.5)
ชาย	3 (12.5)	3 (12.5)
อายุ (ปี) (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	40.8 ±11.4	40.8 ± 9.6
น้ำหนักเฉลี่ย (kg) (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	72.4 ± 10.8	70.9 ± 15.8
ดัชนีมวลกาย (kg/m^2) (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	29.0 ± 3.4	27.8 ± 5.3
ประวัติการสูบบุหรี่		
4 มวน/สัปดาห์	0 (0.0)	1 (4.2)
ไม่สูบบุหรี่	24 (100.0)	23 (95.8)

ข้อมูล	จำนวนตัวอย่าง (ร้อยละ)	
	ผลิตภัณฑ์อาหารทดแทน	อาหารปกติ
ประวัติการดื่มแอลกอฮอล์		
ไม่ดื่มแอลกอฮอล์	24 (100.0)	24 (100.0)
โรคประจำตัว		
โรคความดันโลหิตสูง	2 (8.3)	1 (4.2)
โรคไขมันในเลือดสูง	3 (12.5)	0 (0.0)
ไม่มีโรคประจำตัว	19 (79.2)	23 (95.8)
ยา สมุนไพร หรือ อาหารเสริมที่ใช้ประจำ		
Simvastatin	1 (4.2)	0 (0.0)
Simvastatin, Lutein, Glucosamine	1 (4.2)	0 (0.0)
ไม่มีการใช้ยา สมุนไพร หรือ อาหารเสริมประจำ	22 (91.7)	24 (100.0)
ยา สมุนไพร หรือ อาหารเสริมที่ใช้เป็นครั้งคราว ภายใน 2 สัปดาห์ที่ผ่านมา		
Vitamin C, Calcium, Zinc, Paracetamol	1 (4.2)	0 (0.0)
ฟ้าทะลายโจร	0 (0.0)	1 (4.2)
ไม่มีการใช้ยา สมุนไพร หรือ อาหารเสริมเป็นครั้งคราว ภายใน 2 สัปดาห์ที่ผ่านมา	23 (95.8)	23 (95.8)
ประวัติแพ้ยา สมุนไพร อาหาร และสารเคมี		
Amoxicillin	0 (0.0)	0 (0.0)
Diazepam	0 (0.0)	1 (4.2)
อาหารทะเล	1 (4.2)	1 (4.2)
ไม่มีประวัติแพ้ยา สมุนไพร อาหาร และสารเคมี	23 (95.8)	22 (91.7)

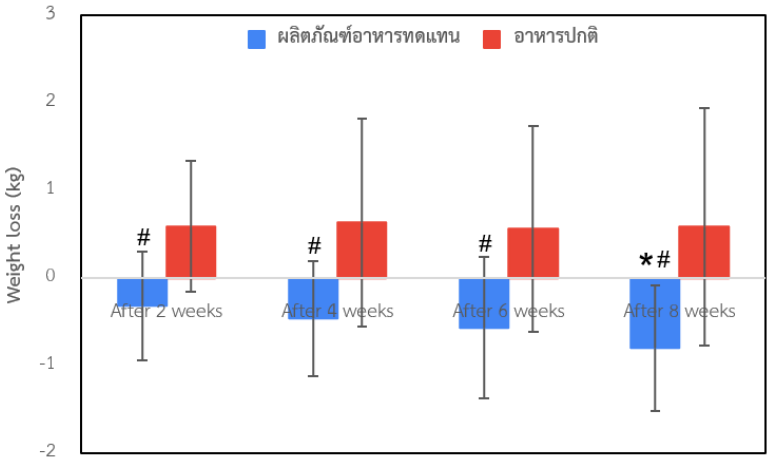
1. ผลการประเมินน้ำหนักและดัชนีมวลกาย

ผลการประเมินน้ำหนักและดัชนีมวลกายของอาสาสมัครก่อนและหลังรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนที่มีโปรตีนจากพืชเป็นองค์ประกอบหลักและอาหารปกติเป็นเวลา 8 สัปดาห์พบว่า ก่อนรับประทานผลิตภัณฑ์ อาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่มมีน้ำหนักและดัชนีมวลกายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่หลังรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนที่มีโปรตีนจากพืชเป็นองค์ประกอบหลักเป็นเวลา 4, 6, และ 8 สัปดาห์ อาสาสมัครมีน้ำหนักน้อยกว่าก่อนรับประทานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**ตารางที่ 2**) และหลังรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนที่มีโปรตีนจากพืชเป็นองค์ประกอบหลักเป็นเวลา 8 สัปดาห์ อาสาสมัครยังมีดัชนีมวลกายต่ำกว่าก่อนรับประทานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอีกด้วย (28.64 ± 3.45 vs 28.95 ± 3.35 kg/m^2; $p < 0.001$) ในขณะที่กลุ่มที่รับประทานอาหารปกติมีแนวโน้มของน้ำหนักเพิ่มขึ้นโดยไม่พบการเปลี่ยนแปลงของดัชนีมวลกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้กลุ่มที่ได้รับผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนที่มีโปรตีนจากพืชเป็นองค์ประกอบหลักเป็นเวลา 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์ ยังมีการลดลงของน้ำหนักและดัชนีมวลกายมากกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอีกด้วย (**รูปที่ 1 และ 2**)

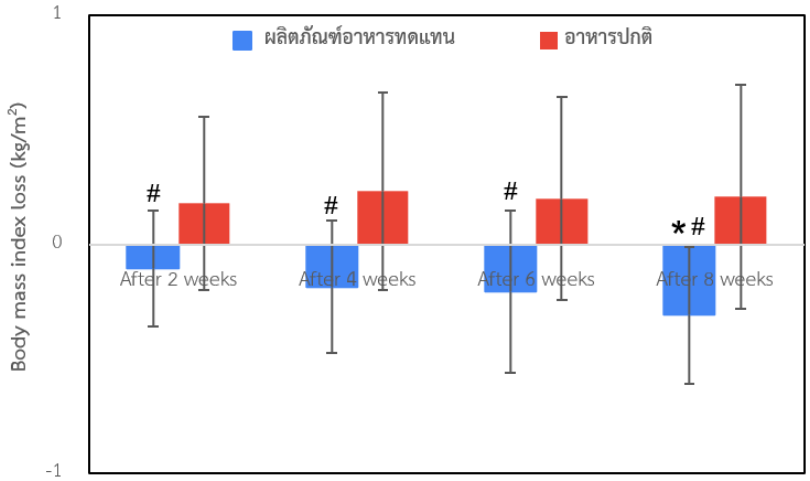
ตารางที่ 2 น้ำหนักและดัชนีมวลกายของอาสาสมัครก่อนและหลังรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนที่มีโปรตีนจากพืชเป็นองค์ประกอบหลักและอาหารปกติเป็นเวลา 8 สัปดาห์

การรับประทาน	น้ำหนัก (กิโลกรัม)		ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร^2)	
	ผลิตภัณฑ์อาหารทดแทน	อาหารปกติ	ผลิตภัณฑ์อาหารทดแทน	อาหารปกติ
ก่อนรับประทาน	72.43 ± 10.82	70.87 ± 15.83	28.95 ± 3.35	27.78 ± 5.29
หลังรับประทาน 2 สัปดาห์	72.11 ± 10.74*	71.46 ± 15.71	28.84 ± 3.36	27.96 ± 5.23
หลังรับประทาน 4 สัปดาห์	71.97 ± 10.83*	71.50 ± 15.72	28.76 ± 3.38	28.02 ± 5.21
หลังรับประทาน 6 สัปดาห์	71.87 ± 10.75*	71.43 ± 15.71	28.74 ± 3.34	27.98 ± 5.20
หลังรับประทาน 8 สัปดาห์	71.63 ± 10.89*	71.45 ± 15.93	28.64 ± 3.45*	27.99 ± 5.24

* $p < 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนรับประทาน



รูปที่ 1 น้ำหนักที่ลดลงของอาสาสมัครก่อนและหลังรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนที่มีโปรตีนจากพืชเป็นองค์ประกอบหลักและอาหารปกติเป็นเวลา 8 สัปดาห์ (* $p < 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนรับประทาน, # $p < 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารปกติ)



รูปที่ 2 ดัชนีมวลกายที่ลดลงของอาสาสมัครก่อนและหลังรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนที่มีโปรตีนจากพืชเป็นองค์ประกอบหลักและอาหารปกติเป็นเวลา 8 สัปดาห์ (* $p < 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนรับประทาน, # $p < 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารปกติ)

2. ผลการประเมินเส้นรอบเอวและเส้นรอบสะโพก

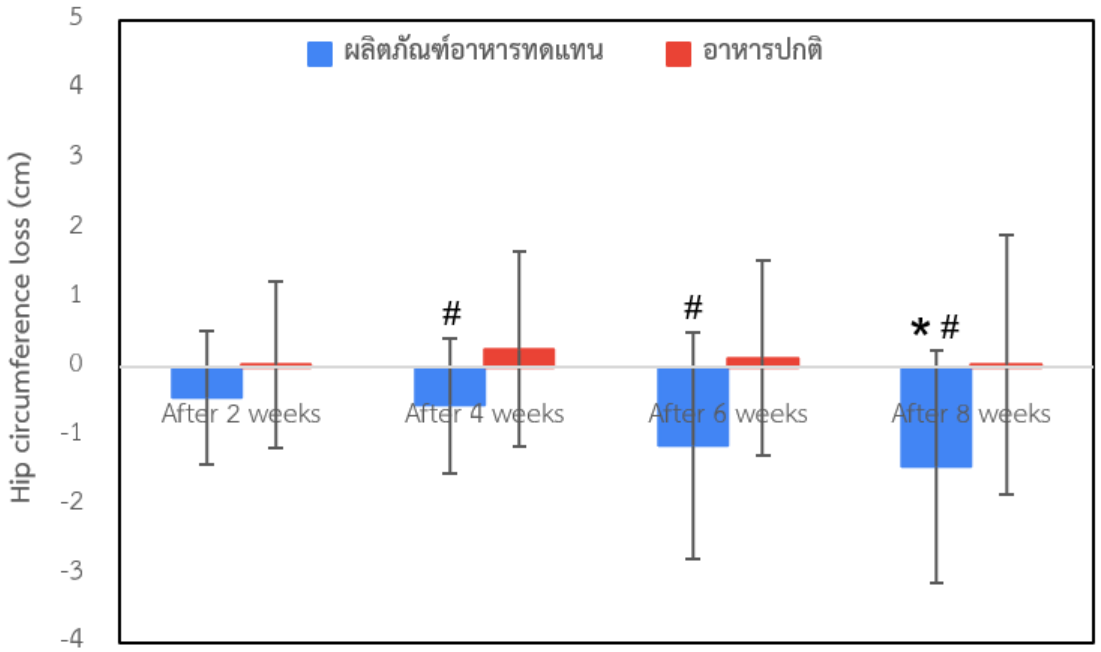
ผลการประเมินเส้นรอบเอวและเส้นรอบสะโพกของอาสาสมัคร ก่อนและหลังรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนที่มีโปรตีนจากพืชเป็นองค์ประกอบหลักและอาหารปกติเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า หลังรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนที่มีโปรตีนจากพืชเป็นองค์ประกอบหลักเป็นเวลา 8 สัปดาห์ อาสาสมัครมีเส้นรอบเอวไม่แตกต่างจากก่อนรับประทานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และอาสาสมัครกลุ่มที่ได้รับผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนที่มีโปรตีนจากพืชเป็น

องค์ประกอบหลักมีเส้นรอบเอวไม่แตกต่างจากกลุ่มอาหารปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) อย่างไรก็ตามพบว่าหลังรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนที่มีโปรตีนจากพืชเป็นองค์ประกอบหลักเป็นเวลา 6 และ 8 สัปดาห์ อาสาสมัครมีเส้นรอบสะโพกน้อยกว่าก่อนรับประทานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**ตารางที่ 3**) และอาสาสมัครกลุ่มที่ได้รับผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนที่มีโปรตีนจากพืชเป็นองค์ประกอบหลักเป็นเวลา 4, 6, และ 8 สัปดาห์ มีการลดลงของเส้นรอบสะโพกมากกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอีกด้วย (-0.56 ± 0.98 vs 0.25 ± 1.42; $p = 0.025$, -1.15 ± 1.64 vs 0.13 ± 1.41; $p = 0.006$, -1.44 ± 1.68 vs 0.02 ± 1.88; $p = 0.007$ ตามลำดับ) (**รูปที่ 3**)

ตารางที่ 3 เส้นรอบเอวและเส้นรอบสะโพกของอาสาสมัครก่อนและหลังรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนที่มีโปรตีนจากพืชเป็นองค์ประกอบหลักและอาหารปกติเป็นเวลา 8 สัปดาห์

การรับประทาน	เส้นรอบเอว (เซนติเมตร)		เส้นรอบสะโพก (เซนติเมตร)	
	ผลิตภัณฑ์อาหารทดแทน	อาหารปกติ	ผลิตภัณฑ์อาหารทดแทน	อาหารปกติ
ก่อนรับประทาน	88.53 ± 8.55	87.76 ± 10.16	103.25 ± 6.76	101.18 ± 9.36
หลังรับประทาน 2 สัปดาห์	88.79 ± 8.73	87.88 ± 9.75	102.80 ± 6.74	101.21 ± 9.51
หลังรับประทาน 4 สัปดาห์	88.17 ± 8.69	87.88 ± 9.88	102.69 ± 6.72	101.44 ± 9.52
หลังรับประทาน 6 สัปดาห์	87.50 ± 8.26	87.35 ± 9.54	102.10 ± 5.97*	101.31 ± 9.51
หลังรับประทาน 8 สัปดาห์	87.60 ± 8.41	87.83 ± 9.60	101.81 ± 6.14*	101.21 ± 9.74

* $p < 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนรับประทาน



รูปที่ 3 เส้นรอบสะโพกที่ลดลงของอาสาสมัครก่อนและหลังรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนและอาหารปกติเป็นเวลา 8 สัปดาห์ (* $p < 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนรับประทาน, # $p < 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารปกติ)

3. ผลการประเมินค่าทางห้องปฏิบัติการ

ผลการประเมินค่าทางห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ค่าไขมันในเลือด น้ำตาลในเลือด ระดับโปรตีนในเลือด แคลเซียม เหล็ก ฮีโมโกลบิน การต้านอนุมูลอิสระ รวมถึง ประเมินการทำงานของตับและไต ก่อนและหลังรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนที่มีโปรตีนจากพืชเป็นองค์ประกอบหลักและอาหารปกติเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าค่าทางห้องปฏิบัติก่อนและหลังรับประทานผลิตภัณฑ์ของกลุ่มที่ได้รับอาหารทดแทนที่มีโปรตีนจากพืชเป็นองค์ประกอบหลัก ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับอาหารปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**ตารางที่ 4**)

อย่างไรก็ตามพบว่า อาสาสมัครกลุ่มที่ได้รับผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนมีค่าตัวบ่งชี้การต้านอนุมูลอิสระ SIRT1 ก่อนและหลังรับประทานผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.04) และหลังรับประทานผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 8 สัปดาห์ อาสาสมัครทั้งกลุ่มที่ได้รับผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนและกลุ่มที่ได้รับอาหารปกติมีค่าตัวบ่งชี้สารอนุมูลอิสระ 8-OHdg เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับก่อนรับประทาน (p = 0.028, p = 0.001 ตามลำดับ) นอกจากนี้หลังรับประทานผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าอาสาสมัครกลุ่มที่ได้รับผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนมีค่าตัวบ่งชี้ความชราของเซลล์ (Beta-galactosidase) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับก่อนรับประทาน ในขณะที่กลุ่มที่รับประทานอาหารปกติมีค่าตัวบ่งชี้ความชราของเซลล์ (Beta-galactosidase) มากกว่าก่อนรับประทานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.017)

ตารางที่ 4 ค่าทางห้องปฏิบัติการของอาสาสมัครก่อนและหลังรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนที่มีโปรตีนจากพืชเป็นองค์ประกอบหลัก และอาหารปกติ เป็นเวลา 8 สัปดาห์

ค่าทางห้องปฏิบัติการ	ก่อนรับประทาน		หลังรับประทานเป็นเวลา 8 สัปดาห์	
	ผลิตภัณฑ์อาหารทดแทน	อาหารปกติ	ผลิตภัณฑ์อาหารทดแทน	อาหารปกติ
Total cholesterol (mg/dl)	223.58 ± 41.64	216.33 ± 41.33	223.42 ± 47.33	224.75 ± 36.09
Low density lipoprotein (LDL) (mg/dl)	154.96 ± 43.14	151.25 ± 38.05	159.46 ± 46.99	161.13 ± 36.49
High density lipoprotein (HDL) (mg/dl)	56.71 ± 10.31	54.75 ± 13.36	54.92 ± 12.80	53.17 ± 11.00
Triglycerides (TG) (mg/dl)	119.79 ± 48.06	112.46 ± 55.92	109.08 ± 67.99	127.83 ± 62.26
Fasting blood sugar (FBS) (mg/dl)	87.83 ± 11.8	88.21 ± 7.23	88.42 ± 11.02	88.79 ± 9.52
HbA1C (%)	5.80 ± 0.39	5.69 ± 0.41	5.62 ± 0.38	5.57 ± 0.50
Albumin (g/dl)	4.67 ± 0.25	4.64 ± 0.29	4.79 ± 0.26	4.81 ± 0.32
Total protein (g/dl)	7.57 ± 0.38	7.65 ± 0.50	7.94 ± 0.35	8.16 ± 0.64
Calcium (mg/dl)	9.24 ± 0.35	9.16 ± 0.35	9.77 ± 0.31	9.79 ± 0.39
Iron (µg/dl)	86.63 ± 36.48	78.79 ± 31.20	86.17 ± 36.37	81.79 ± 38.44
Hemoglobin (g/dl)	13.18 ± 1.2	12.41 ± 1.48	13.04 ± 1.18	12.76 ± 1.47
Blood urea nitrogen (BUN) (mg/dl)	11.27 ± 2.68	11.17 ± 2.82	11.78 ± 3.41	11.65 ± 2.54
Creatinine (mg/dl)	0.74 ± 0.13	0.77 ± 0.16	0.74 ± 0.13	0.75 ± 0.15
Aspartate transaminase (AST) (U/L)	27.92 ± 9.91	29.96 ± 7.74	26.17 ± 9.24	28.63 ± 8.96
Alanine aminotransferase (ALT) (U/L)	30.63 ±19.09	30.29 ± 15.53	25.79 ± 15.00	29.04 ± 13.53
Alkaline phosphatase (*ALP*) (U/L)	79.83 ± 19.03	77.79 ± 20.65	79.17 ± 19.52	79.96 ± 22.50
SIRT1 (NAD-dependent deacetylase sirtuin-1) (ng/mL)	6.40 ± 3.27	9.96 ± 7.45	6.27 ± 2.95#	11.04 ± 9.07#
8-OHdg (8-hydroxy-2-deoxyguanosine) (ng/mL)	82.72 ± 14.36	74.22 ± 22.22	88.71 ± 13.11*	89.07 ± 15.16*
Beta-galactosidase (mIU/mL)	2.87 ± 2.5	2.74 ± 1.93	4.35 ± 5.83	3.93 ± 3.53*

* $p < 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนรับประทาน, # $p < 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารปกติ

4. ผลการประเมินอาการไม่พึงประสงค์ ทางระบบผิวหนัง ระบบทางเดินหายใจ และระบบทางเดินอาหาร

ผลการประเมินอาการไม่พึงประสงค์ของอาสาสมัครก่อนและหลังรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนที่มีโปรตีนจากพืชเป็นองค์ประกอบหลักและอาหารปกติเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ไม่พบอาการแสดงทางระบบผิวหนัง ได้แก่ ผื่นแดง บวม ตุ่มน้ำใส ปวด คัน อาการแสดงทางระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ ระคายเคืองคอ คอแห้ง ระคายเคืองจมูก แสบหรือปวดจมูก น้ำมูกไหล อาการบวมแดงในจมูก คันในจมูก เลือดกำเดาไหล หายใจผิดปกติ และหอบหืด และอาการแสดงทางระบบทางเดินอาหาร ได้แก่ คลื่นไส้ อาเจียน ท้องผูก และท้องเสีย (**ตารางที่ 5**) ในอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่ม อย่างไรก็ตามพบอาการแสดงทางระบบทางเดินอาหาร ได้แก่ ท้องอืดและแน่นท้อง 1 ราย (ร้อยละ 4.17) ในอาสาสมัครกลุ่มที่ได้รับผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนเป็นเวลา 6 และ 8 สัปดาห์

ตารางที่ 5 อาการทางระบบผิวหนัง ระบบทางเดินหายใจ และระบบทางเดินอาหาร ก่อนและหลังรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนที่มีโปรตีนจากพืชเป็นองค์ประกอบหลักและอาหารปกติเป็นเวลา 8 สัปดาห์

การประเมินอาการไม่พึงประสงค์	ก่อนรับประทาน (ร้อยละ)		หลังรับประทาน 2 และ 4 สัปดาห์ (ร้อยละ)		หลังรับประทาน 6 และ 8 สัปดาห์ (ร้อยละ)	
	อาหารทดแทน	อาหารปกติ	อาหารทดแทน	อาหารปกติ	อาหารทดแทน	อาหารปกติ
ระบบผิวหนัง	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
ระบบทางเดินหายใจ	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
ระบบทางเดินอาหารอื่น ๆ	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
ท้องอืด แน่นท้อง	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (4.2)	0 (0.0)

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพและความปลอดภัยของอาหารทดแทนที่มีโปรตีนจากพืชเป็นองค์ประกอบหลักต่อการควบคุมน้ำหนักในอาสาสมัครที่มีภาวะน้ำหนักเกิน โดยอาสาสมัครถูกสุ่มแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ได้รับผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนที่มีโปรตีนจากพืชเป็นองค์ประกอบหลัก หรือกลุ่มที่ได้รับคำแนะนำในการรับประทานอาหารเดิมตามปกติ (กลุ่มควบคุม) ผลการศึกษาพบว่า การรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนที่มีโปรตีนจากพืชเป็นองค์ประกอบหลักส่งผลให้อาสาสมัครมีการลดลงของน้ำหนัก ดัชนีมวลกาย และเส้นรอบสะโพกมากกว่ากลุ่มที่รับประทานอาหารปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังส่งผลให้ค่าตัวบ่งชี้ความชราของเซลล์ (Beta-galactosidase) ไม่เพิ่มขึ้นอีกด้วย

ผลการศึกษาด้านความปลอดภัย พบว่าการรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนมีโปรตีนจากพืชเป็นองค์ประกอบหลัก มีความปลอดภัย ไม่ก่อให้เกิดอาการไม่พึงประสงค์ แต่อาจก่อให้เกิดอาการท้องอืดและแน่นท้องได้บ้าง (ร้อยละ 4.17)

ดังนั้นการรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนมีโปรตีนจากพืชเป็นองค์ประกอบมีประสิทธิภาพและ

ความปลอดภัยต่อการควบคุมน้ำหนักในอาสาสมัครที่มีภาวะน้ำหนักเกิน

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ ปี2567

เอกสารอ้างอิง

1. Clinical Guidelines on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults--The Evidence Report. National Institutes of Health. Obes Res. 1998;6 Suppl 2:51s-209s.
2. Yumuk V, Tsigos C, Fried M, Schindler K, Busetto L, Micic D, et al. European Guidelines for Obesity Management in Adults. Obes Facts. 2015;8(6):402-24.
3. WHOExpertConsultation. Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. Lancet. 2004;363(9403):157-63.
4. WorldHealthOrganization. Obesity and overweight [Internet]. [cited. March, 29, 2025. Available from: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight
5. Hoffman JR, Falvo MJ. Protein - Which is Best? J Sports Sci Med. 2004;3(3):118-30.
6. Tiekou Lorinczova H, Deb S, Begum G, Renshaw D, Zariwala MG. Comparative Assessment of the Acute Effects of Whey, Rice and Potato Protein Isolate Intake on Markers of Glycaemic Regulation and Appetite in Healthy Males Using a Randomised Study Design. Nutrients. 2021;13(7).
7. Babault N, Païzis C, Deley G, Guérin-Deremaux L, Saniez M-H, Lefranc-Millot C, et al. Pea proteins oral supplementation promotes muscle thickness gains during resistance training: a double-blind, randomized, Placebo-controlled clinical trial vs. Whey protein. Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2015;12(1):3.
8. Tharrey M, Mariotti F, Mashchak A, Barbillon P, Delattre M, Fraser GE. Patterns of plant and animal protein intake are strongly associated with cardiovascular mortality: the Adventist Health Study-2 cohort. Int J Epidemiol. 2018;47(5):1603-12.
9. Kahleova H, Fleeman R, Hlozkova A, Holubkov R, Barnard ND. A plant-based diet in overweight individuals in a 16-week randomized clinical trial: metabolic benefits of plant protein. Nutr Diabetes. 2018;8(1):58.
10. Mudgil D, Barak S, Khatkar BS. Guar gum: processing, properties and food applications-A Review. J Food Sci Technol. 2014;51(3):409-18.
11. Keskin SO, Sumnu G, Sahin S. A study on the effects of different gums on dielectric properties and quality of breads baked in infrared-microwave combination oven. Eur Food Res Technol. 2007;224(3):329-34.
12. Zambrano F, Despinoy P, Ormenese RCSC, Faria EV. The use of guar and xanthan gums in the production of ‘light’ low fat cakes. Int J Food Sci Technol. 2004;39(9):959-66.
13. Gujral HS, Sharma A, Singh N. Effect of hydrocolloids, storage temperature, and duration on the consistency of tomato ketchup. Int J Food Prop. 2002;5(1):179-91.

14. Andrès S, Zaritzky N, Califano A. The effect of whey protein concentrates and hydrocolloids on the texture and colour characteristics of chicken sausages. Int J Food Sci Technol. 2006;41(8):954-61.
15. Yasukawa Z, Inoue R, Ozeki M, Okubo T, Takagi T, Honda A, et al. Effect of Repeated Consumption of Partially Hydrolyzed Guar Gum on Fecal Characteristics and Gut Microbiota: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled, and Parallel-Group Clinical Trial. Nutrients. 2019;11(9).
16. Okubo T, Ishihara N, Takahashi H, Fujisawa T, Kim M, Yamamoto T, et al. Effects of Partially Hydrolyzed Guar Gum Intake on Human Intestinal Microflora and Its Metabolism. Biosci Biotechnol Biochem. 1994;58(8):1364-9.
17. Kapoor MP, Sugita M, Fukuzawa Y, Okubo T. Impact of partially hydrolyzed guar gum (PHGG) on constipation prevention: A systematic review and meta-analysis. J Funct Foods. 2017;33:52-66.
18. Homann HH, Kemen M, Fuessenich C, Senkal M, Zumtobel V. Reduction in diarrhea incidence by soluble fiber in patients receiving total or supplemental enteral nutrition. JPEN J Parenter Enteral Nutr. 1994;18(6):486-90.
19. Todd PA, Benfield P, Goa KL. Guar gum. A review of its pharmacological properties, and use as a dietary adjunct in hypercholesterolaemia. Drugs. 1990;39(6):917-28.
20. Nimbkar S, Leena MM, Moses JA, Anandharamakrishnan C. Medium chain triglycerides (MCT): State-of-the-art on chemistry, synthesis, health benefits and applications in food industry. Compr Rev Food Sci Food Saf. 2022;21(2):843-67.
21. St-Onge MP, Bosarge A. Weight-loss diet that includes consumption of medium-chain triacylglycerol oil leads to a greater rate of weight and fat mass loss than does olive oil. Am J Clin Nutr. 2008;87(3):621-6.
22. Han JR, Deng B, Sun J, Chen CG, Corkey BE, Kirkland JL, et al. Effects of dietary medium-chain triglyceride on weight loss and insulin sensitivity in a group of moderately overweight free-living type 2 diabetic Chinese subjects. Metabolism. 2007;56(7):985-91.
23. St-Onge M-P, Bosarge A. Weight-loss diet that includes consumption of medium-chain triacylglycerol oil leads to a greater rate of weight and fat mass loss than does olive oil2. Am J Clin Nutr 2008;87(3):621-6.
24. Chong PW, Beah ZM, Grube B, Riede L. IQP-GC-101 reduces body weight and body fat mass: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. Phytother Res. 2014;28(10):1520-6.
25. Bays HE, Fitch A, Christensen S, Burridge K, Tondt J. Anti-Obesity Medications and Investigational Agents: An Obesity Medicine Association (OMA) Clinical Practice Statement (CPS) 2022. Obes Pillars. 2022;2:100018.
26. Volek JS, Gómez AL, Love DM, Weyers AM, Hesslink R, Jr., Wise JA, et al. Effects of an 8-week weight-loss program on cardiovascular disease risk factors and regional body composition. Eur J Clin Nutr. 2002;56(7):585-92.
27. Porter KN, Johnson MA. Obesity is more strongly associated with inappropriate eating behaviors than with mental health in older adults receiving

congregate meals. J Nutr Gerontol Geriatr. 2011;30(4):403-15.

28. Micha R, Peñalvo JL, Cudhea F, Imamura F, Rehm CD, Mozaffarian D. Association Between Dietary Factors and Mortality From Heart Disease, Stroke, and Type 2 Diabetes in the United States. JAMA. 2017;317(9):912-24.
29. Rizzo NS, Jaceldo-Siegl K, Sabate J, Fraser GE. Nutrient profiles of vegetarian and nonvegetarian dietary patterns. J Acad Nutr Diet. 2013;113(12):1610-9.
30. Fraser GE. Vegetarian diets: what do we know of their effects on common chronic diseases? Am J Clin Nutr. 2009;89(5):1607s-12s.
31. Dong Z, Sinha R, Richie JP, Jr. Disease prevention and delayed aging by dietary sulfur amino acid restriction: translational implications. Ann N Y Acad Sci. 2018;1418(1):44-55.
32. Jenkins DJ, Kendall CW, Marchie A, Faulkner D, Vidgen E, Lapsley KG, et al. The effect of combining plant sterols, soy protein, viscous fibers, and almonds in treating hypercholesterolemia. Metabolism. 2003;52(11):1478-83.
33. Lin Y, Bolca S, Vandevijvere S, De Vriese S, Mouratidou T, De Neve M, et al. Plant and animal protein intake and its association with overweight and obesity among the Belgian population. Br J Nutr. 2011;105(7):1106-16.
34. Tahavorgar A, Vafa M, Shidfar F, Gohari M, Heydari I. Whey protein preloads are more beneficial than soy protein preloads in regulating appetite, calorie intake, anthropometry, and body composition of overweight and obese men. Nutr Res. 2014;34(10):856-61.
35. Krotkiewski M. Effect of guar gum on body-weight, hunger ratings and metabolism in obese subjects. Br J Nutr. 1984;52(1):97-105.
36. Dall'Alba V, Silva FM, Antonio JP, Steemburgo T, Royer CP, Almeida JC, et al. Improvement of the metabolic syndrome profile by soluble fibre – guar gum – in patients with type 2 diabetes: a randomised clinical trial. Br J Nutr. 2013;110(9):1601-10.
37. Rego Costa AC, Rosado EL, Soares-Mota M. Influence of the dietary intake of medium chain triglycerides on body composition, energy expenditure and satiety: a systematic review. Nutr Hosp. 2012;27(1):103-8.
38. St-Onge MP, Bosarge A, Goree LL, Darnell B. Medium chain triglyceride oil consumption as part of a weight loss diet does not lead to an adverse metabolic profile when compared to olive oil. J Am Coll Nutr. 2008;27(5):547-52.
39. Han JR, Deng B, Sun J, Chen CG, Corkey BE, Kirkland JL, et al. Effects of dietary medium-chain triglyceride on weight loss and insulin sensitivity in a group of moderately overweight free-living type 2 diabetic Chinese subjects. Metabolism. 2007;56(7):985-91.
40. Sawicki T, Jabłońska M, Danielewicz A, Przybyłowicz KE. Phenolic Compounds Profile and Antioxidant Capacity of Plant-Based Protein Supplements. Molecules. 2024;29(9).