# บทบาทของโปรตีนต่อการควบคุมการบริโภคอาหารและน้ำหนักตัว

## Role of protein on controlling in food intake and body weight

**ศิริพร ตันจอ (Siriporn Tanjor)**

*ฝ่ายโภชนาการและสุขภาพ (Department of Nutrition and Health)*
*สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร (Institute of Food Research and Product Development)*
*มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (Kasetsart University)*

### จุดเด่น

- สารอาหารมีผลต่อกลไกที่ควบคุมความอยากอาหารและความรู้สึกอิ่มของมนุษย์
- โปรตีนเป็นหนึ่งในสารอาหารที่สามารถกระตุ้นการหลั่งฮอร์โมนในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งจะส่งผลต่อการบริโภคอาหาร
- การบริโภคอาหารที่มีโปรตีนสูงในระหว่างที่มีการควบคุมอาหารจะช่วยลดไขมันและรักษามวลกล้ามเนื้อของร่างกาย

### Highlights

- Nutrients influence the appetite and satiety mechanisms in humans
- Protein is one of the nutrients that can stimulate the hormone secretion in the gastrointestinal tract, thereby affecting food intake
- The consumption of high-protein diets can increase fat loss and retain lean muscle during dieting

### บทคัดย่อ

“โปรตีน” เป็นสารอาหารหนึ่งที่มีบทบาทต่อการกระตุ้นการหลั่งฮอร์โมนบางชนิดในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งเกี่ยวข้องกับการควบคุมการบริโภคอาหาร เมื่อรับประทานอาหารเข้าไป สารอาหารที่ได้รับจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมน ซึ่งเป็นสัญญาณหนึ่งที่ถูกส่งไปที่สมองเพื่อให้เกิดความรู้สึกอิ่มหรือลดความอยากอาหาร ดังนั้นการเลือกใช้โปรตีนทั้งชนิดและปริมาณที่เหมาะสม จึงเป็นวิธีการหนึ่งที่ควรคำนึงถึงเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก อย่างไรก็ตามสารอาหารโปรตีนเป็นเพียงสารอาหารหนึ่งที่ควบคุมกลไกดังกล่าว แต่หากพฤติกรรมการบริโภคอาหารยังคงดำเนินต่อไป ก็จะไม่สามารถควบคุมปริมาณการ

บริโภคอาหารนั้นได้ พลังงานที่ได้รับจากอาหารส่วนเกินอาจทำให้เกิดการสะสมและนำไปสู่ภาวะน้ำหนักตัวเกินหรือภาวะอ้วนในที่สุด ดังนั้นการควบคุมการบริโภคอาหารและน้ำหนักตัว จำเป็นที่จะต้องมีการควบคุมทั้งปริมาณและพลังงานที่ได้รับจากอาหารร่วมด้วย รวมถึงการเลือกอาหารที่มีสารอาหารที่เหมาะสม เช่น โปรตีน เพื่อช่วยให้ร่างกายเกิดความรู้สึกอิ่ม หรือลดความอยากอาหารลงเพื่อควบคุมปริมาณการบริโภคอาหารและน้ำหนักตัวได้

**คำสำคัญ :** โปรตีน การบริโภคอาหาร ระบบทางเดินอาหาร สัญญาณความอิ่ม
**Keywords :** protein, food intake, gastrointestinal tract, satiety signals

ในปัจจุบันคนทั่วโลกมีปัญหาน้ำหนักตัวเกินเกณฑ์มาตรฐานและมีโรคอ้วนเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก ในประเทศไทยเอง พบประชากรมีภาวะอ้วนมากกว่า 1 ใน 3 ของประชากรทั้งหมด ซึ่งภาวะดังกล่าวเป็นปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดโรคที่ไม่ติดต่อเรื้อรัง (non-communicable diseases, NCDs) ได้แก่ โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคหลอดเลือดสมอง และโรคไขมันในเลือดสูง เป็นต้น (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ, 2564) ซึ่งสาเหตุหลักของการมีน้ำหนักตัวเกินมาตรฐานหรือภาวะอ้วนนั้น คือการที่ร่างกายได้รับพลังงานจากอาหารมากกว่าพลังงานที่ร่างกายต้องการใช้เพื่อการทำกิจกรรมในแต่ละวัน ทำให้พลังงานที่ได้รับมากเกินไปเกิดการสะสมภายในร่างกายในรูปของไขมันซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพได้ การประเมินน้ำหนักตัวนั้นเราสามารถประเมินได้ด้วยตัวเองโดยการคำนวณค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index, BMI) คือน้ำหนักตัวเป็นกิโลกรัมหารด้วยส่วนสูงเป็นเมตรยกกำลังสอง มีหน่วยเป็น กิโลกรัม/ตารางเมตร (กก./ตรม.) ซึ่งมาตรฐานของคนเอเชียภาวะน้ำหนักปกติ ค่า BMI ควรอยู่ในช่วง 18.5-22.9 รวมถึงภาวะที่ร่างกายมีไขมันสะสมที่บริเวณช่องท้องและอวัยวะภายในต่าง ๆ หรือที่เรียกว่า ภาวะอ้วนลงพุง ซึ่งสามารถประเมินตนเองได้เช่นกัน โดยการวัดเส้นรอบเอวหรือเส้นรอบพุงเพื่อประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดโรค โดยผู้ชายควรมีเส้นรอบเอวน้อยกว่า 90 เซนติเมตร และผู้หญิงควรมีเส้นรอบเอวน้อยกว่า 80 เซนติเมตร (กระทรวงสาธารณสุข, 2564; ฉันทชา, 2556) ดังนั้นหากสามารถควบคุมพลังงานที่ได้รับจากอาหารให้อยู่ในปริมาณที่พอดีกับพลังงานที่ร่างกายต้องการใช้ในชีวิตประจำวันได้ ก็จะควบคุมน้ำหนักรวมถึงภาวะอ้วนลงพุง ซึ่งก็จะสามารถลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่าง ๆ ข้างต้นได้

“อาหาร” ที่รับประทานเข้าไปเป็นตัวกำหนดพลังงานที่ร่างกายจะได้รับ นอกเหนือจากการควบคุมปริมาณพลังงานที่ได้รับในแต่ละวันให้พอดีกับความต้องการของร่างกาย การเลือกชนิดอาหารที่มีลักษณะของอาหารและสารอาหารที่เหมาะสมยังอาจส่งผลดีต่อกลไกบางอย่างของร่างกายที่จะช่วยควบคุมปริมาณการบริโภคอาหารได้ ซึ่งมีรายงานว่า สารอาหารบางชนิดเกี่ยวข้องกับกลไกการส่งสัญญาณความอิ่ม (satiety signals) ที่เกิดขึ้นในร่างกาย ดังนั้นการนำอาหารที่มีสารอาหารที่เกี่ยวข้องกับกลไกดังกล่าวมาประกอบเป็นอาหารนั้น จึงน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งในการออกแบบอาหารและผลิตภัณฑ์เพื่อการควบคุมการบริโภคอาหารและน้ำหนักตัว ซึ่งพบว่า “โปรตีน” เป็นสารอาหารหนึ่งที่ถูกกล่าวถึงและถูกนำมาใช้ในการควบคุมน้ำหนัก เนื่องจากมีรายงานว่า โปรตีนเกี่ยวข้องกับกลไกที่ควบคุมพฤติกรรมการบริโภคอาหาร ได้แก่ การหลั่งเปปไทด์ฮอร์โมนที่จะส่ง

สัญญาณไปที่สมอง โดยส่งผลต่อความอยากอาหาร และความรู้สึกอิ่ม และอาจส่งผลต่อปริมาณการบริโภคอาหารที่ลดลง โดยเฉพาะโปรตีนเวย์ ซึ่งเป็นโปรตีนที่ย่อยและถูกดูดซึมได้เร็วกว่าโปรตีนชนิดอื่น

## กลไกควบคุมการบริโภคอาหาร

การควบคุมความอยากอาหารเป็นกลไกหนึ่งที่สามารถควบคุมการบริโภคอาหารได้ ซึ่งความอยากอาหารนั้น ถูกควบคุมได้ด้วยฮอร์โมนและปัจจัยต่าง ๆ เช่น การมองเห็น การได้กลิ่นของอาหาร และการรับรู้ในขณะกินอาหาร เป็นต้น การควบคุมความอยากอาหารนั้นเป็นการเชื่อมโยงการทำงานระหว่างสัญญาณประสาท (neural signals) สัญญาณจากระบบทางเดินอาหาร (gastrointestinal satiety signals) และการทำงานของสมอง โดยการส่งสัญญาณจากเนื้อเยื่อส่วนปลาย (peripheral tissue) ของอวัยวะต่าง ๆ ไปที่ระบบประสาทส่วนกลาง (central nervous system, CNS) ได้แก่ สมองส่วน hypothalamus และ cerebral cortex และก้านสมอง (brain stem) ซึ่งจะส่งสัญญาณไปกระตุ้น หรือยับยั้งความอยากอาหาร (ฉันทชา, 2556) นอกจากนี้ยังมีการสร้างและหลั่งฮอร์โมนจากร่างกายส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมความอยากอาหาร เช่น เซลล์ไขมันสร้างและหลั่งฮอร์โมน leptin เป็นต้น (ฉันทชา, 2556)

การควบคุมการกินอาหารนั้น แบ่งเป็น 2 ระยะ ได้แก่ การควบคุมระยะสั้น (short term regulation) และการควบคุมระยะยาว (long term regulation) โดยการควบคุมระยะสั้นนั้นเกี่ยวข้องกับการส่งสัญญาณที่เกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มและหยุดกินอาหารในแต่ละมื้อ (ฉันทชา, 2556) ซึ่งสัมพันธ์กับสารอาหารที่มีอยู่ในอาหารที่บริโภค ได้แก่ กลูโคส กรดอะมิโน และกรดไขมัน ซึ่งจะกระตุ้นการหลั่งฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับความอิ่ม เช่น ฮอร์โมน CCK (cholecystokinin) และ GLP-1 (glucagon-like peptide-1) เป็นต้น (Havel, 2002) ส่วนการควบคุมระยะยาว เป็นกลไกที่สัมพันธ์กับไขมันที่สะสมในร่างกาย โดยเซลล์ไขมันจะสร้างและหลั่งฮอร์โมนเพื่อส่งสัญญาณไปที่สมองศูนย์ควบคุมความอยากอาหาร (ฉันทชา, 2556; Havel, 2002)

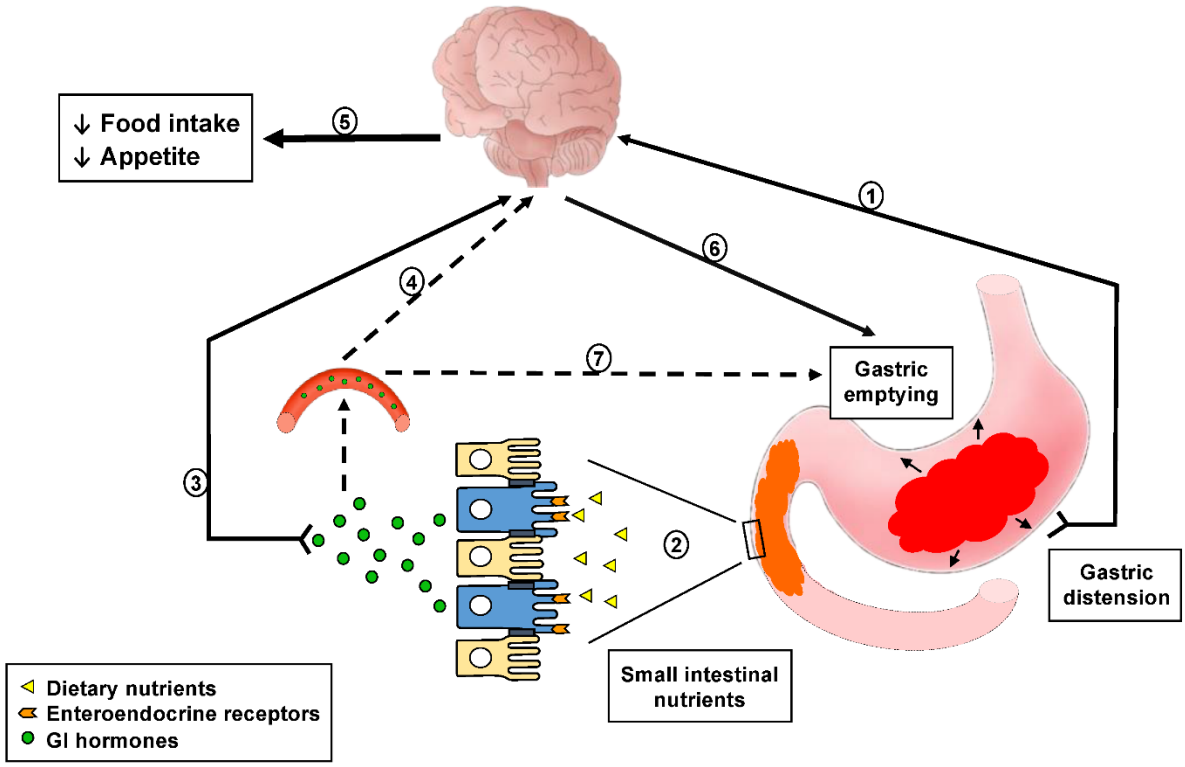
## บทบาทของอาหารต่อกลไกควบคุมการกินอาหาร

กลไกการควบคุมความอยากอาหารของมนุษย์ที่เกิดขึ้นในระบบทางเดินอาหารโดยการกระตุ้นจากอาหารนั้น (gastrointestinal sensing of meal-related signals) ได้ถูกนำเสนอไว้ดังรูปที่ 1 (Hajishafiee *et al.,* 2019) โดยลักษณะของอาหารที่บริโภคเข้าไป เช่น ปริมาณของอาหารและสารอาหาร จะส่งผลต่อการขยายตัวของกระเพาะอาหาร (gut distension) และการหลั่งฮอร์โมนในระบบทางเดินอาหาร (GI hormones) ตามลำดับ เพื่อส่งสัญญาณผ่านทางเส้นประสาทเวกัส (vagus nerve) และระบบการหมุนเวียนเลือด (systemic circulation) ไปที่ระบบประสาทส่วนกลาง (central nervous system, CNS) เพื่อควบคุมความอยากอาหารและการกินอาหาร

## ฮอร์โมนที่ควบคุมความอยากอาหาร

ในบทความนี้ขอกล่าวถึงเฉพาะฮอร์โมนที่จะถูกกระตุ้นเมื่อได้รับอาหาร โดยผลผลิตที่ได้จากการย่อยอาหารนั้น ได้แก่ กลูโคส กรดไขมัน และกรดอะมิโน สามารถกระตุ้นการหลั่งฮอร์โมน และส่งผลต่อการกินอาหารต่อไป โดยสารอาหารจะกระตุ้นให้เกิดการหลั่งฮอร์โมน เพื่อลดความอยากอาหาร หรือส่งสัญญาณความอิ่มไปที่สมอง (satiety signals) โดยเฉพาะส่วน hypothalamus ได้แก่ ฮอร์โมน insulin, GLP-1 (glucagon-like peptide-1), GIP (gastric inhibitory

polypeptide), CCK (cholecystokinin) และ PYY (peptide YY) อย่างไรก็ตามมีรายงานว่า สารอาหารที่ได้รับจากอาหารแต่ละชนิด มีผลต่อการกระตุ้นการหลั่งหรือการเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมนที่แตกต่างกันไป โดยการหลั่งฮอร์โมนเหล่านี้จะถูกกระตุ้นได้ด้วยสารอาหารที่อยู่ในระบบทางเดินอาหาร โดยที่ผนังลำไส้เล็กส่วนต่าง ๆ (enteroendocrine cells) จะมีตัวรับที่จำเพาะต่ออาหารนั้น ๆ ปริมาณของฮอร์โมนที่เพิ่มขึ้นจะส่งสัญญาณไปที่ระบบประสาทส่วนกลางผ่านทางเส้นประสาทเวกัสและระบบไหลเวียนเลือด เพื่อแสดงพฤติกรรมการกินอาหารหรือควบคุมการกินอาหารในมื้อนั้น ได้แก่ ลดความอยากอาหารหรือเกิดความรู้สึกอิ่ม และอาจรวมถึงความอยากอาหารของอาหารมื้อถัดไป นอกจากนี้ฮอร์โมนเหล่านี้ยังส่งสัญญาณกลับมาเพื่อควบคุมการทำงานของกระเพาะอาหารหรือควบคุมการเคลื่อนตัวของอาหารผ่านทางระบบต่อมไร้ท่อ ดังที่แสดงในรูปที่ 1 ซึ่งฮอร์โมนแต่ละชนิดจะถูกสร้างและหลั่งออกมาจากส่วนต่าง ๆ ของระบบทางเดินอาหาร ดังนี้




**รูปที่ 1** ภาพแสดงการส่งสัญญาณต่าง ๆ ในการควบคุมความอยากอาหารของมนุษย์ที่เกิดขึ้นในระบบทางเดินอาหารจากการกระตุ้นด้วยอาหาร (gastrointestinal (GI) sensing of meal-related signals) (1) การขยายตัวของกระเพาะอาหารส่งสัญญาณไปที่ระบบประสาทส่วนกลาง (2) สารอาหารส่งสัญญาณไปที่ตัวรับที่จำเพาะที่ enteroendocrine cells ของลำไส้เล็กเพื่อกระตุ้นการหลั่งฮอร์โมน (3) ฮอร์โมนส่งสัญญาณไปที่เส้นประสาทเวกัส และ (4) ทางระบบไหลเวียนเลือด (5) เพื่อแสดงออกทางพฤติกรรมการกินอาหาร ได้แก่ ความอยากอาหารและควบคุมปริมาณการกินอาหาร (6) และส่งสัญญาณกลับมาเพื่อควบคุมการทำงานของกระเพาะอาหารและภาวะท้องว่างให้ช้าลง เช่นเดียวกับ (7) ฮอร์โมนในระบบเลือดจะส่งสัญญาณเพื่อควบคุมภาวะท้องว่าง (gastric emptying) หรือการเคลื่อนตัวของอาหารผ่านทางระบบต่อมไร้ท่อ

**ที่มา :** Hajishafiee *et al.* (2019)

**อินซูลิน (insulin)** เป็นฮอร์โมนที่สร้างจากเซลล์เบต้าของตับอ่อน มีหน้าที่สำคัญ คือ การนำพาน้ำตาลในเลือดเข้าเซลล์เพื่อลดระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในระดับปกติ ปริมาณน้ำตาลและกรดอะมิโนในเลือดที่เพิ่มขึ้นหลังจากบริโภคอาหาร จะกระตุ้นให้เกิดการหลั่งอินซูลินเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือด ซึ่งมีรายงานว่า ฮอร์โมนอินซูลินนี้เป็นหนึ่งในสัญญาณความอิ่มที่ส่งไปที่สมองเพื่อลดความอยากอาหาร (ฉันทชา, 2556 และ Woods *et al.,* 2006) โดยอินซูลินจะยับยั้งเซลล์ประสาทที่จะเพิ่มความอยากอาหาร (orexigenic neuron) ในขณะเดียวกันจะกระตุ้นเซลล์ประสาทที่ลดความอยากอาหาร (anorexigenic neuron) (ฉันทชา, 2556) ถึงแม้ว่าระดับอินซูลินในเลือดจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณไขมันในร่างกาย แต่ในคนที่มีน้ำหนักตัวมากหรือมีภาวะอ้วน การมีปริมาณอินซูลินสูงในเลือดเป็นระยะเวลานาน ๆ เนื่องจากการมีระดับน้ำตาลสูง อาจส่งผลให้เกิดภาวะดื้อต่ออินซูลินได้ (insulin resistance) คือ ภาวะที่ตัวรับอินซูลินทำงานน้อยลง ส่งผลให้การยับยั้งความอยากอาหารลดลงเช่นกัน (ฉันทชา, 2556) นอกจากนี้อินซูลินยังมีบทบาทต่อการหลั่งฮอร์โมน leptin ที่ควบคุมความอยากอาหาร (ฉันทชา, 2556; Havel, 2002)

**GLP-1** เป็นฮอร์โมนที่ผลิตขึ้นจาก L-cells ของลำไส้เล็กส่วนปลาย (intestinal enteroendocrine L-cells) บทบาทของ GLP-1 คือ ออกฤทธิ์เพิ่มการหลั่งอินซูลิน ควบคุมการทำงานของกระเพาะอาหารและลำไส้ (gastrointestinal motility) รวมถึงการส่งสัญญาณไปที่สมองเพื่อควบคุมความอยากอาหารและการบริโภคอาหาร (Holst, 2007; Makaronidis and Batterham, 2019)

**GIP** เป็นฮอร์โมนที่ผลิตขึ้นจาก K-cells ของลำไส้เล็กส่วนต้น (enteroendocrine K-cells) บทบาทของ GIP คือ กระตุ้นกลุ่มเซลล์ตับอ่อนเพื่อเพิ่มการหลั่งอินซูลินเช่นเดียวกับ GLP-1 รวมถึงมีบทบาทต่อการควบคุมการบริโภคอาหาร (Makaronidis and Batterham, 2019)

**CCK** เป็นฮอร์โมนที่ผลิตขึ้นจาก I-cells และ L-cells ของลำไส้เล็ก (enteroendocrine I-cells and L-cells) บทบาทของ CCK คือ ควบคุมการทำงานของกระเพาะอาหารหรือชะลอภาวะท้องว่างให้ช้าลง กระตุ้นการหลั่งเอนไซม์จากตับอ่อนเพื่อใช้ในการย่อยอาหาร รวมถึงการหดตัวของถุงน้ำดีหรือเพิ่มการหลั่งน้ำดีเข้าสู่ระบบย่อยอาหาร นอกจากนี้ CCK ยังเกี่ยวข้องกับการควบคุมปริมาณการบริโภคอาหารเช่นกัน (Little *et al.,* 2005; Makaronidis and Batterham, 2019)

**PYY** เป็นฮอร์โมนที่สังเคราะห์จาก L-cells ของลำไส้เล็กส่วนปลาย (enteroendocrine L-cells) บทบาทของ PYY คือ ควบคุมการทำงานของกระเพาะอาหารให้ช้าลง ส่งเสริมการหลั่งอินซูลิน รวมถึงควบคุมความอยากอาหารและการกินอาหาร (Karra *et al.,* 2009; Makaronidis and Batterham, 2019) อย่างไรก็ตามในคนที่น้ำหนักตัวเกินเกณฑ์มาตรฐานอาจเกิดภาวะดื้อต่อ PYY เช่นเดียวกับ leptin และ insulin (ฉันทชา, 2556)

## การบริโภคโปรตีนกับการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนที่ควบคุมการบริโภคอาหารของมนุษย์

โปรตีนเป็นหนึ่งในสารอาหารที่ส่งผลต่อฮอร์โมนที่ควบคุมการบริโภคอาหาร (Havel, 2002; Luhovyy *et al.,* 2007; Brennan *et al.,* 2012; Santos-Hernandez *et al.,* 2018; Makaronidis and Batterham, 2019) เมื่อรับประทานโปรตีนเข้าไปร่างกายย่อยได้เป็นกรดอะมิโนและเปปไทด์สายสั้น ซึ่งที่ผนังลำไส้เล็กส่วนต่าง ๆ จะมีตัวรับที่จำเพาะที่จะทำ

ให้เกิดการหลั่งฮอร์โมน เพื่อส่งเสริมการทำงานของระบบย่อยอาหาร เช่น การหลั่งเอนไซม์ และควบคุมการทำงานของกระเพาะอาหาร เป็นต้น นอกจากนี้ฮอร์โมนบางชนิดยังเป็นฮอร์โมนที่จะส่งสัญญาณไปที่สมอง เพื่อควบคุมการบริโภคอาหารทำให้ลดความอยากอาหารโดยจะเกิดขึ้นหลังจากรับประทานอาหารเข้าไปสักระยะหนึ่ง (Santos-Hernandez *et al.,* 2018; Makaronidis and Batterham, 2019) จากตัวอย่างการศึกษาที่ผ่านมาได้มีการศึกษาเปรียบเทียบผลของอาหารที่มีปริมาณและพลังงานที่เท่ากันต่อการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมน (อาหารมีปริมาตร 400 มิลลิลิตรและมีพลังงาน 600 กิโลแคลอรี) พบว่าอาหารที่มีโปรตีนสูง (มีพลังงานจากโปรตีนประมาณ 50% ของพลังงานทั้งหมด) ส่งผลต่อระดับฮอร์โมน GLP-1 และ PYY เพิ่มขึ้นได้นาน 6 ชั่วโมงหลังจากรับประทานอาหารนั้น เมื่อเทียบกับอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตสูง (Parvaresh *et al.,* 2018)

นอกจากนี้ยังพบว่า อัตราการย่อยและการดูดซึมของโปรตีนแต่ละชนิดที่แตกต่างกัน อาจส่งผลให้ระดับฮอร์โมนเพิ่มขึ้นแตกต่างกันด้วย เนื่องจากการย่อยและการดูดซึมที่เร็วทำให้ระดับกรดอะมิโนเพิ่มขึ้นเร็วในระบบหมุนเวียนเลือดซึ่งอาจส่งเสริมการสร้างโปรตีนหรือฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งสัญญาณไปที่สมอง ดังนั้นโปรตีนเวย์ซึ่งได้ชื่อว่าเป็นโปรตีนที่ย่อยและถูกดูดซึมได้ง่าย จึงถูกนำมาใช้ศึกษาและทดสอบประสิทธิผลต่อการควบคุมปริมาณการบริโภคอาหารในคนปกติและผู้ป่วย โดยคาดว่าโปรตีนที่ย่อยและถูกดูดซึมได้เร็วจะทำให้เกิดความรู้สึกอิ่มในขณะรับประทานอาหารหรือลดความอยากอาหารลง หรือเกิดความรู้สึกอิ่มนานเพื่อควบคุมปริมาณการบริโภคอาหารในมื้อถัดไป และอาจส่งผลดีต่อการควบคุมน้ำหนักหรือลดน้ำหนักได้

อย่างไรก็ตามยังมีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับการรับประทานอาหารที่มีโปรตีนสูงต่อการควบคุมน้ำหนัก เช่น กระบวนการสร้างกลูโคสภายในร่างกาย (gluconeogenesis) โดยตับเพื่อรักษาระดับกลูโคสในเลือด และอาจรวมถึง ketone bodies ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลต่อความอยากอาหารลดลงเช่นกัน (Pesta and Samuel, 2014)

ปัจจัยที่ทำให้โปรตีนเวย์มีประสิทธิภาพในการควบคุมการบริโภคอาหาร ได้แก่ ความสามารถในการย่อยและการดูดซึมที่เร็วกว่าโปรตีนชนิดอื่น ชนิดของกรดอะมิโน ได้แก่ กรดอะมิโนจำเป็นที่มีโครงสร้างโมเลกุลมีกิ่งก้าน (branched chain amino acids) ได้แก่ leucine, isoleucine และ valine และ bioactive peptides ซึ่งจะกระตุ้นการหลั่งฮอร์โมนที่เกี่ยวข้อง เช่น CCK, GLP-1 และ PYY และส่งผลต่ออวัยวะเป้าหมาย ซึ่งมีตัวรับที่จำเพาะ เช่น ตับอ่อนและสมอง เป็นต้น (Greco *et al.,* 2017; Makaronidis and Batterham, 2019) และอาจรวมถึงปริมาณกรดอะมิโนบางชนิดที่เพิ่มขึ้นในระบบหมุนเวียนเลือด จะถูกใช้เป็นสารตั้งต้นในการสร้างโปรตีน เช่น สารสื่อประสาทหรือฮอร์โมนเปปไทด์ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการบริโภคอาหาร เช่น leucine เป็นกรดอะมิโนที่ควบคุมการสร้างโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับวิถีส่งสัญญาณการกระตุ้นของตัวรับอินซูลิน (insulin signaling pathway) เพื่อเสริมฤทธิ์ของอินซูลิน รวมถึงเป็นกรดอะมิโนที่เข้าสู่สมองผ่านระบบไหลเวียนเลือดได้เร็วกว่ากรดอะมิโนชนิดอื่นและส่งผลต่อสมองส่วน hypothalamus (Luhovyy *et al.,* 2007)

## ตัวอย่างการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการบริโภคโปรตีนเวย์และฮอร์โมนที่ควบคุมการบริโภคอาหารและน้ำหนักตัว

มีรายงานว่าการบริโภคโปรตีนเวย์ช่วยเพิ่มระดับอินซูลินในระบบหมุนเวียนเลือด รวมถึงฮอร์โมนที่ส่งเสริมการหลั่งอินซูลิน ได้แก่ GIP และ GLP-1 โดยจะส่งผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดกลับสู่ระดับปกติ (Salehi *et al.,* 2012; Adams and Broughton, 2016) อย่างไรก็ตามตัวชี้วัดที่ใช้ในการศึกษาผลของการบริโภคอาหารต่อฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการบริโภคอาหารและน้ำหนักตัวนั้น ได้แก่ ฮอร์โมน CCK, GIP, GLP-1 หรือ PYY ร่วมกับการให้คะแนนความอยากอาหารและความรู้สึกอิ่ม (Visual analogue scale; VAS) เมื่อได้รับประทานอาหารทดสอบ ซึ่งพบว่าการบริโภคโปรตีนเวย์ในรูปแบบอาหารหรือเครื่องดื่มก่อนมื้ออาหารส่งผลต่อการบริโภคอาหารในมื้อถัดไป เนื่องจากสารอาหารที่ย่อยได้เป็นกรดอะมิโนหรือเปปไทด์ในระบบทางเดินอาหาร รวมถึงระดับกรดอะมิโนที่เพิ่มสูงในระบบไหลเวียนเลือดนั้นจะกระตุ้นการสร้างฮอร์โมนเพื่อส่งสัญญาณไปที่สมองทำให้เกิดความรู้สึกอิ่มหรือลดความอยากอาหาร โดยต้องใช้เวลาช่วงหนึ่งหลังจากรับประทานอาหารทดสอบ ยกตัวอย่างการดื่มเครื่องดื่มที่มีโปรตีนเปรียบเทียบกับการดื่มเครื่องดื่มที่มีมอลโตเด็กซ์ตรินก่อนรับประทานอาหาร 90 นาที พบว่าการดื่มเครื่องดื่มโปรตีน ซึ่งมีโปรตีนเวย์ไอโซเลท 45 กรัม ส่งผลต่อระดับฮอร์โมนเพิ่มขึ้นมากกว่าการดื่มเครื่องดื่มที่มีมอลโตเด็กซ์ตรินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ฮอร์โมนที่เพิ่มขึ้น ได้แก่ ฮอร์โมน CCK พบมากกว่าที่เวลา 60-75 นาที ฮอร์โมน GLP-1 พบมากกว่าที่เวลา 90 นาที ฮอร์โมน PYY พบมากกว่าที่เวลา 90-120 นาที และ pancreatic polypeptide (PP) พบมากกว่าในช่วงเวลา 15-120 นาที นอกจากนี้ยังพบว่าระดับฮอร์โมนเหล่านี้ที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับการบริโภคอาหาร (Chungchunlam *et al.,* 2015) ซึ่งสอดคล้องกับการดื่มเครื่องดื่มที่มีโปรตีนเวย์ 48 กรัม ก่อนการรับประทานอาหารในมื้อกลางวันอย่างน้อย 90 นาที พบว่า โปรตีนเวย์ช่วยควบคุมปริมาณการบริโภคอาหารได้ และพบระดับฮอร์โมน CCK, GLP-1 และ GIP รวมถึงระดับกรดอะมิโนที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องนานกว่า 180 นาที และผู้ทดสอบให้คะแนนความรู้สึกอิ่มที่มากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับการดื่มเครื่องดื่มที่มีเคซีน (Hall *et al.,* 2003)

อย่างไรก็ตามความรู้สึกอยากอาหารที่ลดลงหรือความรู้สึกอิ่มที่เกิดขึ้นในขณะรับประทานอาหารนั้นอาจไม่ส่งผลต่อปริมาณการบริโภคอาหาร หรือการได้รับพลังงานจากอาหารที่บริโภคลดลง มีรายงานการศึกษาพบว่า การรับประทานอาหารเช้าที่มีโปรตีนสูง (พลังงานจากโปรตีนคิดเป็น 58% ของพลังงานทั้งหมด) ส่งผลให้ระดับของฮอร์โมน CCK เพิ่มขึ้นมากกว่าในช่วง 60-180 นาที ฮอร์โมน GIP เพิ่มขึ้นในช่วง 120-180 นาที และฮอร์โมน GLP-1 เพิ่มขึ้นในช่วง 30-180 นาที และผู้ทดสอบให้คะแนนความรู้สึกอิ่มที่มากกว่าตลอดเวลา 180 นาที ก่อนรับประทานอาหารในมื้อกลางวัน เมื่อเทียบกับอาหารเช้าที่มีโปรตีนปกติ (พลังงานจากโปรตีนคิดเป็น 19% ของพลังงานทั้งหมด) แต่พบว่าปริมาณพลังงานรวมที่ได้รับจากอาหารนั้นไม่แตกต่างกัน (Blom *et al.,* 2006)

การบริโภคโปรตีนเวย์เสริมอาจส่งผลดีเมื่อมีการควบคุมปริมาณพลังงานจากอาหารเพื่อการลดน้ำหนัก โดยช่วยรักษามวลกล้ามเนื้อไว้และลดไขมันในร่างกาย จากรายงานการศึกษาผลของการบริโภคโปรตีนเวย์ก่อนอาหารมื้อเช้าและมื้อเย็น 20 นาที เป็นระยะเวลา 3 เดือน ร่วมกับการลดปริมาณพลังงานจากอาหาร วันละ 500 กิโลแคลอรี พบว่าการเสริม

เครื่องดื่มโปรตีนเวย์ร่วมด้วย (เครื่องดื่มโปรตีน 1 มื้อ มีโปรตีน 10 กรัม) จะช่วยลดน้ำหนักลงอย่างน้อย 2.25 กิโลกรัม ลดไขมันในร่างกาย และรักษามวลกล้ามเนื้อไว้ได้ดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมโปรตีนเวย์ (Frestedt *et al.,* 2008) โดยกลไกที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากการที่ร่างกายต้องดึงพลังงานที่สะสมไว้มาใช้ รวมถึงการเผาผลาญโปรตีนที่ต้องใช้พลังงานที่มากกว่าสารอาหารชนิดอื่น ทำให้พลังงานพื้นฐานที่ร่างกายต้องการ (energy expenditure) เพิ่มขึ้นนั่นเอง (Pesta and Samuel, 2014)

## บทสรุป

"โปรตีน" เป็นสารอาหารหนึ่งที่มีบทบาทต่อการเพิ่มขึ้นของฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการบริโภคอาหาร ได้แก่ ความอยากอาหารและความรู้สึกอิ่ม และอาจรวมถึงการควบคุมน้ำหนักตัว โดยกลไกดังกล่าวจะเกิดขึ้นหลังจากที่อาหารถูกย่อยเป็นกรดอะมิโนหรือถูกดูดซึมเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือด อย่างไรก็ตามยังมีปัจจัยอื่น เช่น ปริมาณของอาหาร ลักษณะของอาหาร เช่น ความหนืด หรือสารอาหารอื่น ๆ เช่น กลูโคส กรดไขมัน หรือชนิดของใยอาหาร ซึ่งจะส่งผลต่อความรู้สึกในขณะที่รับประทานอาหาร หรือเกิดขึ้นในระหว่างที่อาหารอยู่ในระบบทางเดินอาหาร โดยการส่งสัญญาณไปที่สมองเพื่อลดความอยากอาหาร หรือเกิดความรู้สึกอิ่มได้เช่นกัน ดังนั้น การควบคุมการบริโภคอาหารและน้ำหนักตัวที่เหมาะสมและยั่งยืนนั้น อาจต้องเริ่มจากการควบคุมหรือลดปริมาณพลังงานที่ได้รับจากอาหารให้เหมาะสมกับที่ร่างกายต้องการเพื่อไม่ให้เกิดการสะสมจนก่อให้เกิดโรค รวมทั้งคำนึงถึงการกระจายตัวของสารอาหารที่เหมาะสมทั้งคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน โดยการเลือกโปรตีนนั้น อาจเลือกใช้โปรตีนเวย์หรือโปรตีนที่ย่อยและดูดซึมได้เร็วเพื่อช่วยให้ร่างกายเกิดความรู้สึกอิ่ม หรือลดความอยากอาหารลงซึ่งจะเป็นตัวช่วยหนึ่งในการควบคุมปริมาณการบริโภคอาหาร หรือเลือกใช้เมื่อต้องการควบคุมอาหารในช่วงลดน้ำหนักเพื่อรักษามวลกล้ามเนื้อของร่างกาย


**เอกสารอ้างอิง**

กระทรวงสาธารณสุข. 2564. ดัชนีมวลกาย สำคัญอย่างไร. คลังความรู้สุขภาพ. กองสุขศึกษา. กระทรวงสาธารณสุข. http://healthydee.moph.go.th [4 มกราคม 2565].

ฉันทชา สิทธิจรูญ. 2556. เวชศาสตร์ทันยุค 2556. สำนักพิมพ์ศิริราช. คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล. มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพมหานคร. หน้า 129-143.

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. 2564. โรคอ้วน ประตูสู่โรคร้าย ภัยเงียบอันตรายต่อสุขภาพ. https://www.thaihealth.or.th [4 มกราคม 2565].

Adams RL and Broughton KS. 2016. Insulinotropic effects of whey: mechanisms of action, recent clinical trials, and clinical applications. Ann. Nutr. Metab. 69(1) : 56-63.

Brennan IM, Luscombe-Marsh ND, Seimon RV, Otto B, Horowitz M, Wishart JM and Feinle-Bisset C. 2012. Effects of fat, protein, and carbohydrate and protein load on appetite, plasma cholecystokinin, peptide YY, and ghrelin, and energy intake in lean and obese men. Am. J. Physiol. Gastro-intest. Liver Physiol. 303(1) : G129-G140.

Blom WA, Lluch A, Stafleu A, Vinoy S, Holst JJ, Schaafsma G and Hendriks HF. 2006. Effect of a high-protein breakfast on the postprandial ghrelin response. Am. J. Clin. Nutr. 83(2) : 211-220.

Chungchunlam SMS, Henare SJ, Ganesh S and Moughan PJ. 2015. Dietary whey protein influences plasma satiety-related hormones and plasma amino acids in normal-weight adult women. Eur. J. Clin. Nutr. 69(2) : 179-186.

Frestedt JL, Zenk JL, Kuskowski MA, Ward LS and Bastian ED. 2008. A whey-protein supplement increases fat loss and spares lean muscle in obese subjects: a randomized human clinical study. Nutr. Metab. 5(1) : 1-7.

Greco E, Winquist A, Lee TJ, Collins S, Lebovic Z, Zerbe-Kessinger T and Mihan AJ. 2017. The role of source of protein in regulation of food intake, satiety, body weight and body composition. J. Nutr. Health Food Eng. 6(6) : 186-193.

Hajishafiee M, Bitarafan V and Feinle-Bisset C. 2019. Gastrointestinal sensing of meal-related signals in humans, and dysregulations in eating-related disorders. Nutrients. 11(6) : 1298.

Hall WL, Millward DJ, Long SJ and Morgan LM. 2003. Casein and whey exert different effects on plasma amino acid profiles, gastrointestinal hormone secretion and appetite. Br. J. Nutr. 89(2) : 239-248.

Havel PJ. 2002. Peripheral signals conveying metabolic information to the brain: short-term and long-term regulation of food intake and energy homeostasis. Exp. Biol. Med. 226(11) : 963-977.

Holst JJ. 2007. The physiology of glucagon-like peptide 1. Physiol. Rev. 87(4) : 1409-1439.

Karra E, Chandarana K and Batterham RL. 2009. The role of peptide YY in appetite regulation and obesity. J. Physiol. 587.1 : 19-25.

Little TJ, Horowitz M and Feinle-Bisset C. 2005. Role of cholecystokinin in appetite control and body weight regulation. Obes. Rev. 6(4) : 297-306.

Luhovyy BL, Akhavan T and Anderson GH. 2007. Whey proteins in the regulation of food intake and satiety. J. Am. Coll. Nutr. 26(6) : 704S-712S.

Makaronidis JM and Batterham RL. 2019. The role of gut hormones in the pathogenesis and management of obesity. Curr. Opin. Physiol. 12 : 1-11.

Parvaresh Rizi E, Loh TP, Baig S, Chhay V, Huang S, Quek JC, Tai ES, Toh SA, Khoo CM. 2018. A high carbohydrate, but not fat or protein meal attenuates postprandial ghrelin, PYY and GLP-1 responses in Chinese men. PLoS One. 13(1) : e0191609.

Pesta DH and Samuel VT. 2014. A high-protein diet for reducing body fat: mechanisms and possible caveats. Nutr. Metab. 11(1) : 1-8.

Salehi A, Gunnerud U, Muhammed SJ, Östman E, Holst JJ, Björck I and Rorsman P. 2012. The insulinogenic effect of whey protein is partially mediated by a direct effect of amino acids and GIP on β-cells. Nutr. Metab. 9(1) : 1-7.

Santos-Hernández M, Miralles B, Amigo L and Recio I. 2018. Intestinal signaling of proteins and digestion-derived products relevant to satiety. J. Agric. Food Chem. 66(39) : 10123-10131.

Woods SC, Lutz TA, Geary N and Langhans W. 2006. Pancreatic signals controlling food intake; insulin, glucagon and amylin. Philos. Trans. R. Soc. B: Biol. Sci. 361(1471) : 1219-1235.