



Review article

Protein: Importance and quality evaluation

Aree Prachansuwan, Wantanee Kriengsinyos*

Institute of Nutrition, Mahidol University

ABSTRACT

Protein is an essential nutrient for whole body particularly growth and development. Protein requirement for each people is determined by gender, age and health status. Dietary protein can be derived from both plant and animal sources which may have differences in protein quality. High quality protein is very important for support health in early and later life. The protein quality of food depends on the amount of indispensable amino acids and also its digestibility. Some foods are high in amino acids, but their digestibility are limited by the anti-nutritional factors. Hence, it is necessary to study the protein quality for preparing and coping with health, nutritional security and climate change problems. Furthermore, it can be used for creating and developing new recipes to improve food quality.

Key words: Protein quality and digestibility, Amino acid score, PDCAAS

*Corresponding author's email: wantanee.krieng@mahidol.ac.th



บทความปริทัศน์

โปรตีน: ความสำคัญและการประเมินคุณภาพ

อารีย์ ประจันสุวรรณ, วันทนีย์ เกรียงสินยศ*

สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล

บทคัดย่อ

โปรตีนเป็นสารอาหารที่จำเป็นสำหรับร่างกายโดยเฉพาะอย่างยิ่งการเจริญเติบโตและการพัฒนาการ ความต้องการโปรตีนสำหรับแต่ละคนจะถูกกำหนดตามเพศอายุและสภาวะสุขภาพ โปรตีนในอาหารจะได้รับจากทั้งแหล่งอาหารที่มาจากพืชและสัตว์ซึ่งอาจมีความแตกต่างกันในคุณภาพของโปรตีน โปรตีนที่มีคุณภาพสูงมีความสำคัญอย่างมากในการสนับสนุนสุขภาพทั้งในช่วงต้นและช่วงปลายของชีวิต คุณภาพโปรตีนในอาหารขึ้นอยู่กับปริมาณของกรดอะมิโนที่ร่างกายสร้างขึ้นเองไม่ได้และความสามารถในการย่อยโปรตีน อาหารบางชนิดมีกรดอะมิโนในปริมาณมาก แต่มีความสามารถในการย่อยโปรตีนที่จำกัดเนื่องจากปัจจัยขัดขวางสารอาหาร ดังนั้นจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาเรื่องคุณภาพของโปรตีนเพื่อเตรียมความพร้อมและรับมือกับปัญหาสุขภาพ ปัญหาความมั่นคงทางโภชนาการและปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ นอกจากนี้ยังสามารถนำมาใช้สำหรับการสร้างสรรค์และการพัฒนาสูตรอาหารใหม่ๆ ในการปรับปรุงคุณภาพของอาหารต่อไป

คำสำคัญ: คุณภาพของโปรตีน, ความสามารถในการย่อยโปรตีน, คะแนนของกรดอะมิโน

*Corresponding author's email: wantanee.krieng@mahidol.ac.th

โปรตีน: ความสำคัญและการประเมินคุณภาพ

หากกล่าวถึง “โปรตีน” หลายคนคงนึกถึงอาหารที่เป็นแหล่งของโปรตีน จำพวกเนื้อ นม ไข่ บางคนอาจจะนึกถึงคุณประโยชน์อันปการของโปรตีน ในขณะที่บางคนอาจจะกำลังนึกถึงภาพเด็กผอมที่มีแต่หนังหุ้มกระดูก ไม่เพียงเท่านั้นแท้จริงแล้วโปรตีนเป็นสารอาหารที่มีความสำคัญอย่างมากกับทุกระบบในร่างกาย มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโต พัฒนาการและการรักษาสมดุลต่างๆ ในร่างกาย แน่นอนว่าการได้รับโปรตีนที่เพียงพอเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับร่างกาย แต่อย่างไรก็ตามคุณภาพของโปรตีนที่บริโภคก็มีความสำคัญไม่แพ้กัน โปรตีนประกอบขึ้นจากหน่วยย่อยที่เรียกว่า กรดอะมิโน เชื่อมต่อกันด้วยพันธะเปปไทด์ ซึ่งกรดอะมิโนเหล่านี้ถือเป็นกุญแจสำคัญในการกำหนดคุณภาพของโปรตีน ในอาหารไม่เพียงแต่ความครบถ้วนของกรดอะมิโนในอาหารเท่านั้นความสามารถในการย่อยของโปรตีนในอาหาร (Protein Digestibility) ก็ถือว่าเป็นปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของโปรตีนในอาหารเช่นเดียวกัน

โปรตีนในอาหาร

โปรตีนในอาหาร อาจแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ตามแหล่งที่มาของอาหาร คือ โปรตีนจากพืช ได้แก่ ถั่วเมล็ดแห้ง ถั่วเปลือกแข็ง ธัญพืช เป็นต้น และโปรตีนจากสัตว์ ได้แก่ นม ไข่ ปลา กุ้ง

ปู เป็นต้น ไม่ว่าจะเป็นอาหารจากพืชหรืออาหารจากสัตว์ ก็ล้วนแต่ให้โปรตีนในปริมาณใกล้เคียงกัน กล่าวคือในปริมาณอาหาร 100 กรัม จะมีโปรตีนอยู่ในช่วง 15-25 กรัม หรือคิดเป็นประมาณ ร้อยละ 20 ของน้ำหนักอาหาร โดยหลายคนอาจเข้าใจผิดว่าอาหารจากสัตว์มีปริมาณโปรตีนที่สูงกว่า แต่แท้จริงแล้วปริมาณโปรตีนจากพืชและจากสัตว์นั้นมีความใกล้เคียงกัน เพียงแต่ว่าคนทั่วไปมักจะรับประทานอาหารที่เป็นแหล่งโปรตีนจากสัตว์ในปริมาณที่มากกว่าแหล่งโปรตีนจากพืช

จากการสำรวจภาวะอาหารและโภชนาการของประเทศไทย ครั้งที่ 1-5¹⁻² โดยกองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข และจากรายงานการสำรวจการบริโภคอาหารของประชาชนไทย (การสำรวจสุขภาพของประชาชนไทย โดยการตรวจร่างกายครั้งที่ 4 พ.ศ. 2551-2552)³ โดยสำนักงานสำรวจสุขภาพประชาชนไทย (สสท.) สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุขพบว่า ประชาชนไทยมีแนวโน้มการได้รับโปรตีนจากอาหารที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะโปรตีนที่มาจากสัตว์ จากเดิมในปี พ.ศ. 2503 ได้รับโปรตีนจากสัตว์เพียงร้อยละ 31 ของปริมาณโปรตีนทั้งหมด แต่ในปี พ.ศ. 2551-2552 ได้รับโปรตีนจากสัตว์เพิ่มมากขึ้นถึงเกือบร้อยละ 71 ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับปริมาณการได้รับไขมันจากอาหารที่เพิ่มสูงขึ้นด้วยดังแสดงในตารางที่ 1



ตารางที่ 1 แนวโน้มการได้รับโปรตีน โปรตีนจากสัตว์ และไขมันในอาหาร ของประชาชนไทย¹⁻⁴

	ปีทำการสำรวจ (พ.ศ.)					
	2503	2518	2529	2538	2546	2551-2552
% โปรตีน จากพลังงานทั้งหมด	10.8	11.5	11.5	13.2	14.3	15.3
% โปรตีนจากสัตว์ จากโปรตีนทั้งหมด	31.0	39.0	45.1	51.1	58.4	70.7
% ไขมัน จากพลังงานทั้งหมด	8.9	13.1	21.8	22.2	24.9	30.3

ความต้องการโปรตีนในแต่ละช่วงอายุ

ตามปริมาณสารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย (Dietary Reference Intake; DRI) พ.ศ. 2546⁵ นั้น ได้กำหนดให้ในแต่ละช่วงอายุควรได้รับโปรตีนในปริมาณที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความต้องการโปรตีนในแต่ละช่วงอายุสำหรับคนไทย⁵

กลุ่มตามอายุ	โปรตีน	โปรตีน (กรัม/วัน)	
	(กรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม/วัน)	ผู้ชาย	ผู้หญิง
ทารก			
0-5 เดือน	----- น้ำนมแม่ -----		
6-11 เดือน	1.9	15	15
เด็ก			
1-3 ปี	1.4	18	18
4-5 ปี	1.2	22	22
6-8 ปี	1.2	28	28
วัยรุ่น			
9-12 ปี	1.2	40	41
13-15 ปี	1.2	58	55
16-18 ปี	1.1	63	53
ผู้ใหญ่			
19-71 ปี	1.0	57	52
หญิงตั้งครรภ์			+25
หญิงให้นมบุตร			+25

คุณภาพของโปรตีนในอาหาร

หลายคนคงเคยคุ้นเคยกับคำว่า “โปรตีนคุณภาพ” ซึ่งให้ภาพถึงโปรตีนที่มีคุณภาพสูง มีการดออะมิโนจำเป็นอย่างครบถ้วน ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่ร่างกายไม่สามารถสร้างเองได้ จำเป็นต้องได้รับจากอาหารเท่านั้นแต่อย่างไรก็ตาม Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation⁶ ได้ให้นิยามของคำว่า “คุณภาพของโปรตีน” หรือ Protein Quality ว่าหมายถึงความสามารถของอาหารที่เป็นแหล่งของโปรตีนที่เหมาะสมและเพียงพอกับความต้องการกรดอะมิโนและไนโตรเจนของร่างกาย หรืออาจกล่าวได้ว่า โปรตีนคุณภาพดี คือ โปรตีนในอาหารที่เข้าสู่ร่างกายและมีปริมาณกรดอะมิโนตรงตามที่ต้องการ ดังนั้น วิธีการประเมินคุณภาพของโปรตีนในอาหารว่ามีคุณภาพสูงหรือต่ำนั้น ทาง Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation ได้เสนอวิธีการที่เรียกว่า Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score; PDCAAS โดยพิจารณา 2 ปัจจัยหลักประกอบกัน คือ

1. กรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบ

(Amino acid composition)

โดยทั่วไปกรดอะมิโนสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ กรดอะมิโนที่ร่างกายสามารถสังเคราะห์เองได้ (Dispensable amino acids) และ

อีกกลุ่มหนึ่งคือ กรดอะมิโนที่ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์เองได้หรืออาจจะสังเคราะห์ได้บ้างแต่ปริมาณไม่มากพอ (Indispensable amino acids; IAA) กรดอะมิโนกลุ่มนี้จำเป็นต้องได้รับจากอาหารเท่านั้นซึ่งได้แก่ ฮิสทีดีน (Histidine), ไอโซลิวซีน (Isoleucine), ลิวซีน (Leucine), ไลซีน (Lysine), เมทไธโอนีน (Methionine), ฟีนีลอลานีน (Phenylalanine), ทรีโอนีน (Threonine), ทริปโตเฟน (Tryptophan) และ วาลีน (Valine)

ในการประเมินคุณภาพของโปรตีน กรดอะมิโนจะถูกวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการและนำค่าที่วิเคราะห์ได้มาคำนวณเป็น Amino Acid Score หรือ AAS ซึ่งเป็นการประเมินประสิทธิภาพของโปรตีนว่ามีปริมาณกรดอะมิโนที่ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์เองได้ (Indispensable amino acids; IAA) ตรงตามความต้องการกรดอะมิโนของร่างกาย (Requirement pattern หรือ Scoring pattern) มากน้อยเพียงใด โดยการเปรียบเทียบนี้จะทำให้ทราบถึงกรดอะมิโนจำกัด (Limiting amino acid) ของอาหารโปรตีนชนิดนั้นๆ หน่วยที่ใช้คือ มิลลิกรัมต่อกรัมโปรตีน

Amino Acid Score=

ปริมาณกรดอะมิโน (มก.) ในโปรตีนที่ต้องการทดสอบ 1 ก.
ปริมาณกรดอะมิโนที่ร่างกายต้องการ (มก.) ต่อ 1 กรัมโปรตีน



ตารางที่ 3 ความต้องการกรดอะมิโนของร่างกาย (มิลลิกรัม) ต่อ 1 กรัมโปรตีนที่ร่างกายต้องการ (Requirement pattern หรือ Scoring pattern) ในแต่ละช่วงอายุ⁶

กลุ่มตามอายุ	ความต้องการกรดอะมิโน (มิลลิกรัม/กรัมโปรตีนที่ต้องการ)								
	His	Ile	Leu	Lys	SAA	AAA	Thr	Trp	Val
ทารก									
6-11 เดือน	20	32	66	57	28	52	31	8.5	43
เด็ก									
1-2 ปี	18	31	63	52	26	46	27	7.4	42
3-10 ปี	16	31	61	48	24	41	25	6.6	40
วัยรุ่น									
11-14 ปี	16	30	60	48	23	41	25	6.5	40
15-18 ปี	16	30	60	47	23	40	24	6.3	40
ผู้ใหญ่									
มากกว่า 18 ปี	15	30	59	45	22	38	23	6.0	39

His, histidine, ฮีสทีดีน; Ile, isoleucine, ไอโซลิวซีน; Leu, leucine, ลิวซีน; Lys, lysine, ไลซีน; SAA, sulfur amino acids, กรดอะมิโนที่มีซัลเฟอร์ เป็นองค์ประกอบ ได้แก่ เมทไธโอนีน(methionine) และ ซีสทีน(cystine); AAA, aromatic amino acids, กรดอะมิโนอะโรมาติก ได้แก่ ฟีนอลานีน (phenylalanine) และ ไทโรซีน (tyrosine); Thr, threonine, ทรีโอนีน; Trp, tryptophan, ทรีปโตเฟน; Val, valine, วาลีน

จากตารางแสดงชนิดและปริมาณกรดอะมิโนในอาหารไทย กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข⁷ และข้อมูลกรดอะมิโนในอาหารจาก United States Department of Agriculture (USDA)⁸ นำมาคำนวณเป็น Amino acid score (AAS) ซึ่งเปรียบเทียบกับความต้องการกรดอะมิโนของวัยผู้ใหญ่ พบว่า อาหารโปรตีนจากพืชส่วนมากมีกรดอะมิโนจำกัด ยกตัวอย่างเช่น ถั่วเขียว ถั่วแดง ถั่วดำ ถั่วเหลือง จะมีกรดอะมิโนจำกัด คือ เมทไธโอนีน ในขณะที่ ลูกเดือย งา เมล็ด

แดงโม จะมีไลซีนเป็นกรดอะมิโนจำกัด อย่างไรก็ตามโปรตีนจากพืชบางชนิด เช่น พิสตาชิโอ เม็ดมะม่วงหิมพานต์ เมล็ดทานตะวัน มีปริมาณกรดอะมิโนมากกว่าที่กำหนดไว้ในความต้องการของร่างกาย นั่นคือ ค่า AAS มากกว่า 1 ไม่มีกรดอะมิโนที่จำกัด ในขณะที่โปรตีนจากสัตว์ส่วนมากมีกรดอะมิโนที่ครบถ้วน มีค่า AAS มากกว่า 1 มีเพียงเนื้อไก่ ไก่ดำ ปลาหมึกกล้วย ปูม้าและหอยแมลงภู่เท่านั้น ที่มีกรดอะมิโนจำกัด ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4: Amino acid score ของอาหารโปรตีนที่มาจากพืชและที่มาจากสัตว์เปรียบเทียบกับความต้องการกรดอะมิโนของวัยผู้ใหญ่^{7, 8}

อาหารโปรตีน	Amino acid score									Limiting
	His	Ile	Leu	Lys	SAA	AAA	Thr	Trp	Val	Amino Acid
พืช (Plant protein)										
ถั่วเขียว	2.2	1.4	1.3	1.5	0.4	1.7	1.7	2	1.6	Met
ถั่วแดง	2.4	1.7	1.4	1.8	0.8	1.9	2.4	2.1	1.3	Met
ถั่วดำ	1.9	1.7	1.3	1.7	0.6	1.7	1.7	1.5	1.2	Met
ถั่วเหลือง	1.6	1.2	1.2	1.3	1	1.7	1.8	2.5	1.3	Met
เต้าหู้ขาว	1.6	1.6	1.2	1.4	0.8	1.9	1.8	2.8	1.1	Met
ลูกเดี๋ย	1.8	1.3	2.3	0.5	1.5	1.8	1.3	1	1.3	Lys
งาดำ	1.7	0.9	1.1	0.6	2.1	2.1	1.5	2.6	0.9	Lys
เมล็ดแดงโม	1.8	1.6	1.3	0.7	2	2.8	1.7	2.3	1.4	Lys
แมกคาเดเมีย	1.6	1.3	1.3	0.06	0.1	3.9	2.0	1.5	1.2	Lys
พิสตาชิโอ	1.6	1.5	1.3	1.3	1.5	2.0	1.5	2.2	1.5	-
อัลมอนต์	1.7	1.2	1.2	0.6	0.8	2.0	1.2	1.7	1.0	Met
เมล็ดทานตะวัน	2.0	1.8	1.4	1.0	2.0	2.3	1.9	2.8	1.6	-
เมล็ดมะม่วงหิมพานต์	1.7	1.6	1.4	1.2	1.6	2.2	1.7	2.6	1.7	-
สัตว์ (Animal protein)										
เนื้อไก่	0.86	1.2	1.2	1.7	1.7	1.9	1.8	2.4	0.98	His
ไก่ดำเนื้ออ่อน	1.8	0.97	1.1	1.7	1.3	1.4	1.8	1.9	0.8	Val
หมูเนื้อแดง	1.4	1.5	1.3	1.6	1.9	1.7	1.8	2.1	1.1	-
เนื้อวัว	2.2	1.3	1.1	1.7	1.5	1.6	1.8	2.0	1.1	-
ปลาทู	4.8	1.8	1.2	2.3	1.6	1.7	2.2	1.7	1.2	-
กุ้งทะเล	4.2	1.3	1.1	1.7	1.2	1.8	1.1	1.8	1.2	-
ปลาหมึกกล้วย	2.4	1.3	1.2	1.6	1.3	1.6	1.3	2	0.95	Val
ปูม้า	1.7	1.1	0.87	1.4	1.1	1.3	1.4	1.9	1	Leu
หอยแมลงภู่	1.5	1.1	0.87	1.3	1.3	1.6	1.8	1.7	0.9	Leu
ไข่ไก่	1.3	1.5	1.1	1.3	2.0	2.0	1.7	2.6	1.2	-
ไข่เป็ด	1.1	1.1	1.0	1.1	1.9	1.6	2.0	1.5	1.2	-

His, histidine, ฮีสทีดีน; Ile, isoleucine, ไอโซลิวซีน; Leu, leucine, ลิวซีน; Lys, lysine, ไลซีน; SAA, sulfur amino acids, กรดอะมิโนที่มีซัลเฟอร์ เป็นองค์ประกอบ ได้แก่ เมทไธโอนีน (Met, methionine) และ ซีสทีน (cystine); AAA, aromatic amino acids, กรดอะมิโนอะโรมาติก ได้แก่ ฟีนอลานีน (phenylalanine) และ ไทโรซีน (tyrosine); Thr, threonine, ทรีโอนีน; Trp, tryptophan, ทรีปโตเฟน; Val, valine, วาลีน

2. ความสามารถในการย่อยโปรตีนในอาหาร (Protein Digestibility)

เป็นความสามารถในการนำโปรตีนเข้าสู่ร่างกาย หลังจากผ่านกระบวนการย่อยและดูดซึมแล้ว สามารถวัดได้จากความแตกต่างของปริมาณไนโตรเจนในอาหารที่รับประทานเข้าไปกับปริมาณ

ไนโตรเจนในอุจจาระที่ขับออกมาหลังจากรับประทานอาหารนั้น โดยคำนวณควบคู่กับปริมาณไนโตรเจนในอุจจาระที่ขับออกมาหลังจากการรับประทานอาหารที่ปราศจากโปรตีน (protein free diet) ปริมาณไนโตรเจนในส่วนนี้เรียกว่า Endogenous nitrogen



True protein (N) digestibility (%)

$$= \frac{[I - (F - F_k)] \times 100}{I}$$

โดยที่ I = ปริมาณไนโตรเจนจากอาหารโปรตีนที่
รับประทานเข้าไป (nitrogen intake)

F = ปริมาณไนโตรเจนในอุจจาระที่ขับ
ออกมาหลังจากรับประทานอาหาร

โปรตีน (fecal nitrogen loss on the
test diet)

F_k = ปริมาณไนโตรเจนในอุจจาระที่ขับ
ออกมาหลังจากรับประทานอาหารที่
ปราศจากโปรตีน (fecal nitrogen loss
on the protein free diet)

ตารางที่ 5 ค่าความสามารถในการย่อยโปรตีนในอาหารชนิดต่างๆ⁶

ชนิดของอาหาร	ความสามารถในการย่อย โปรตีน (%)	ชนิดของอาหาร	ความสามารถในการย่อย โปรตีน (%)
ถั่ว	78	เนยถั่ว	95
ไข่	97	ถั่วลิสง	94
เนื้อปลา	94	ถั่วลิ้นเตา	88
ชีส	95	ข้าวขัดสี	88
ข้าวฟ่าง	79	แป้งถั่วเหลือง	86
ข้าวโอ๊ต	86	โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง	95
ข้าวสาลีขัดสี	96	แป้งเมล็ดทานตะวัน	90
ข้าวสาลี	86	แป้งสาลีขาว	96

ค่าความสามารถในการย่อยโปรตีนในอาหาร
นั้น ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยโดยเฉพาะอย่างยิ่งปัจจัย
ขัดขวางสารอาหาร หรือที่เรียกว่า Anti-nutritional
factor^{9,10} ในธรรมชาติมีสารที่จัดว่าเป็นปัจจัย
ขัดขวางสารอาหารอยู่หลายชนิด ยกตัวอย่างเช่น
glucosinolate, trypsin inhibitors, haemagglutinins,
tannins, gossypol และ uricogenic nucleobases
ส่วนมากพบในอาหารที่มาจากพืช โดยเฉพาะถั่วเมล็ด
แห้งและธัญพืชต่างๆ โดยสารแต่ละชนิดจะมีผลต่อ
การย่อยโปรตีนที่แตกต่างกัน กล่าวคือ trypsin

inhibitors ในถั่วเหลือง สามารถลดความสามารถใน
การย่อยโปรตีนได้มากถึง 50% ในขณะที่ tannins ลด
ความสามารถในการย่อยได้มากถึง 23% นอกจากนี้
กระบวนการปรุงประกอบอาหารที่ผ่านความร้อนหรือ
แช่ต่าง อาจทำให้เกิดสารประกอบจากปฏิกิริยา
Maillard ได้ ซึ่งส่งผลทำให้ความสามารถในการย่อย
โปรตีนลดลงได้เช่นเดียวกัน ดังนั้นการหาความ
สามารถในการย่อยโปรตีนในอาหารนั้น จึงเป็น
สิ่งสำคัญที่จะช่วยทำให้การประเมินคุณภาพของ
โปรตีนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ในการประเมินคุณภาพของโปรตีน ที่เรียกว่า Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score; PDCAAS เป็นการนำค่า amino acid score ของ

กรดอะมิโนตัวที่มีค่าต่ำที่สุดหรือกรดอะมิโนจำกัด คุณกับค่าความสามารถในการย่อยโปรตีนของอาหารชนิดนั้นๆ จะได้ค่าออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์

PDCAAS = $\frac{\text{ปริมาณกรดอะมิโนจำกัด (มก.) ในโปรตีนที่ต้องการทดสอบ 1 ก.} \times \text{ความสามารถในการย่อยโปรตีน}}{\text{ปริมาณกรดอะมิโนตัวเดียวกันที่ร่างกายต้องการ (มก.) ต่อ 1 กรัมโปรตีน}}$

หรือ PDCAAS = AAS ของกรดอะมิโนจำกัด ในโปรตีนที่ต้องการทดสอบ $\times$ ความสามารถในการย่อยโปรตีน

ตัวอย่างเช่น

ถั่วแดงหลวง มีค่าความสามารถในการย่อยโปรตีน 70.5% มีกรดอะมิโนจำกัด คือ เมทไธโอนีน ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ โดยมีค่า Amino Acid Score เท่ากับ 0.55 (12.2/22) ดังนั้นค่า PDCAAS ของถั่วแดงหลวง เท่ากับ $0.55 \times 70.5 = 38.78\%$ การคำนวณแบบเดียวกันนี้พบว่าข้าวโพดเหลือง มีค่า PDCAAS เท่ากับ $(32.3/45) \times 82.4 = 59.14\%$ ดังแสดงในตารางที่ 6 ค่า PDCAAS ที่ได้ทำให้ทราบถึงคุณภาพของโปรตีนที่มากหรือน้อย

แตกต่างกัน โดยค่าสูงสุดเท่ากับ 100% บ่งบอกว่ามีคุณภาพของโปรตีนที่ดีกับร่างกาย

อย่างไรก็ตามการบริโภคโปรตีนร่วมกันหลายชนิด โดยที่แต่ละชนิดมีค่า PDCAAS ที่ต่ำกว่า 100% อาจจะช่วยเสริมซึ่งกันและกัน และทำให้ค่าของคุณภาพโปรตีนดีขึ้นใกล้เคียง 100% ได้ เช่น การบริโภคถั่วแดงหลวงร่วมกับข้าวโพดเหลือง ทำให้ได้รับกรดอะมิโนที่สมบูรณ์ขึ้น คือได้เมทไธโอนีนเพิ่มขึ้นจากข้าวโพด และได้กรดไลซีนเพิ่มขึ้นจากถั่วแดงหลวง

ตารางที่ 6 การประเมินค่า Amino Acid Score ของถั่วแดงหลวงและข้าวโพดเหลือง

	กรดอะมิโน (มิลลิกรัม) ต่อ 1 กรัม โปรตีน								
	His	Ile	Leu	Lys	SAA	AAA	Thr	Trp	Val
ความต้องการกรดอะมิโน วัยผู้ใหญ่	15	30	59	45	22	38	23	6.0	39
ถั่วแดงหลวง	22.9	29.6	49.7	55.4	12.2	46.7	35	6.7	40.3
Amino Acid Score ถั่วแดงหลวง	1.53	0.99	0.84	1.23	0.55	1.23	1.52	1.12	1.03
ข้าวโพดเหลือง	29.7	30.3	133	32.3	28	54.7	38	5	46.7
Amino Acid Score ข้าวโพดเหลือง	1.98	1.01	2.25	0.72	1.27	1.44	1.65	0.83	1.20
Amino Acid Score									
ถั่วแดงหลวงและข้าวโพดเหลือง	1.75	1.00	1.55	0.98	0.91	1.33	1.59	0.98	1.11
ผสมกันในอัตราส่วน 1:1									



คุณภาพของโปรตีนสำคัญอย่างไร?

ในปัจจุบันหลายประเทศทั่วโลกต้องประสบกับปัญหาความยากจน ความแปรปรวนของสภาพอากาศ รวมถึงภัยพิบัติต่างๆ ซึ่งทวีความรุนแรงมากขึ้นเรื่อยๆ ปัญหาเหล่านี้ล้วนส่งผลกระทบต่อปากท้องของประชากรโลกนำไปสู่ความหิวโหยและการขาดสารอาหารจากข้อมูลของ United Nations Population Division¹¹ คาดการณ์ว่าจำนวนประชากรในโลกจะเพิ่มขึ้นจาก 7,349 ล้านคน ในปี 2015 เป็น 8,501 ล้านคนในปี 2030 ซึ่งแน่นอนว่า จำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นนี้ จะเพิ่มความเสี่ยงในการขาดสารอาหาร¹² โดยเฉพาะในช่วงวัยเด็ก ซึ่งการขาดสารอาหารในช่วงวัยนี้จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพทั้งระยะสั้นและระยะยาว กล่าวคือ สามารถส่งผลกระทบต่อพัฒนาการ สติปัญญา รวมถึงเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดโรคเรื้อรังที่เกี่ยวข้องกับอาหารได้¹³ สำหรับประเทศไทย จากข้อมูลของ Multiple Indicator Cluster Survey ปี 2006 และปี 2012^{14,15} พบว่าความชุกของเด็กอายุต่ำกว่า 5 ปี มีภาวะเตี้ยหรือส่วนสูงตามอายุต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ประมาณ 11.9% และ 16.3% ตามลำดับ ซึ่งภาวะเตี้ยนี้ ถือเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญและได้รับการยอมรับในการประเมินการขาดสารอาหารเรื้อรังในเด็ก ถึงแม้ว่าสถิติของประเทศไทยจะจัดอยู่ในกลุ่มความชุกต่ำ (Low prevalence) คือมีความชุกน้อยกว่า 20%¹⁶ มีปัญหาการขาดสารอาหารที่ไม่รุนแรงถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดี เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่นๆ ในแถบภูมิภาคเดียวกันอย่างไรก็ดีจากสถานการณ์โลกที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ปัญหาการขาดสารอาหารเรื้อรังมีโอกาสรุนแรงที่จะมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น มีความจำเป็นต้องเฝ้าระวังและเตรียมพร้อมในการรับมือกับปัญหาต่อไป

โปรตีนเป็นสารอาหารมีบทบาทสำคัญอย่างมากต่อการเจริญเติบโต ส่งผลต่อพัฒนาการและสภาวะสุขภาพ หลายๆ การศึกษาแสดงให้เห็นว่าการได้รับโปรตีนจากอาหารมีความสัมพันธ์ต่อการเจริญเติบโตในวัยเด็กและมีผลกับความสูง¹⁷⁻²⁰ ดังนั้น เพื่อเตรียมรับมือกับปัญหาการขาดสารอาหารที่มีแนวโน้มว่าจะเพิ่มขึ้นในอนาคต การศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพของโปรตีนจึงเป็นสิ่งจำเป็นการทราบคุณภาพของโปรตีนจะทำให้สามารถจัดลำดับความสำคัญในการเลือกรับประทานอาหาร และทำให้เกิดการพัฒนาหรือผสมผสานการบริโภคอาหารให้ดียิ่งขึ้น รวมถึงปรับปรุงและคิดค้นผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ เพื่อพร้อมรับกับสถานการณ์ต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้น

สรุป

อาหารโปรตีนมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการต่างๆ ของร่างกาย ควรได้รับในปริมาณที่เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย มีความหลากหลาย และมีคุณภาพที่เหมาะสมกับสภาวะสุขภาพของแต่ละบุคคลแต่ละครอบครัว และแต่ละสังคม โดยการศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพของโปรตีน จะส่งผลให้เกิดการประยุกต์ พัฒนาและผสมผสานการบริโภคอาหารให้เหมาะสมกับสภาพเศรษฐกิจ สถานการณ์โลก รวมถึงวิกฤตการณ์ต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

1. Ministry of Public Health (Thailand). The Forth National Nutrition Survey of Thailand 1995. Bangkok; 1995.
2. กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. รายงานการสำรวจภาวะอาหารและโภชนาการของประเทศไทย ครั้งที่ 5 พ.ศ. 2546. กรุงเทพฯ; 2549.
3. สำนักงานสำรวจสุขภาพของประชาชนไทย สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข. รายงานการสำรวจการบริโภคอาหารของประชาชนไทย การสำรวจสุขภาพประชาชนไทยโดยการตรวจร่างกายครั้งที่ 4 พ.ศ. 2551-2552. นนทบุรี; 2554.
4. Kosulwat V. The nutrition and health transition in Thailand. Public Health Nutr. 2002;5(1A):183-9.
5. คณะกรรมการจัดทำข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย. ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวัน สำหรับคนไทย พ.ศ. 2546. กรุงเทพฯ; 2546.
6. FAO/WHO/UNU. Protein and amino acid requirements in human nutrition: Report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation (WHO Technical Report Series 935). Geneva; 2007.
7. กลุ่มงานวิเคราะห์อาหารและโภชนาการ กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. ตารางแสดงชนิดและปริมาณกรดอะมิโนในอาหารไทย. Amino acid content of Thai foods. กรุงเทพฯ; 2544.
8. United States Department of Agriculture Agricultural Research Service. National Nutrient Database for Standard Reference Release 28. [cited 2015 December 21]. Available from: <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/nutrients/index>.
9. Sarwar Gilani G, Wu Xiao C, Cockell KA. Impact of antinutritional factors in food proteins on the digestibility of protein and the bioavailability of amino acids and on protein quality. Br J Nutr. 2012;108 Suppl 2:S315-32.
10. Boye J, Wijesinha-Bettoni R, Burlingame B. Protein quality evaluation twenty years after the introduction of the protein digestibility corrected amino acid score method. Br J Nutr. 2012;108 Suppl 2:S183-211.
11. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Population Prospects: The 2015 Revision, Key Findings and Advance Tables. New York; 2015.
12. Godfray HC, Crute IR, Haddad L, Lawrence D, Muir JF, Nisbett N, et al. The future of the global food system. Phil Trans R Soc B. 2010;365(1554):2769-77.
13. Victora CG, Adair L, Fall C, Hallal PC, Martorell R, Richter L, et al. Maternal and child undernutrition: consequences for adult health and human capital. Lancet. 2008;371:340-57.



- 14.สำนักงานสถิติแห่งชาติ และองค์การยูนิเซฟ ประเทศไทย. รายงานผลสำรวจภาวะโภชนาการ การสำรวจสถานการณ์เด็กในประเทศไทย ธันวาคม พ.ศ. 2548 - กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 (Final Report: The Multiple Indicator Cluster Survey, [MICS December 2005-February 2006]). กรุงเทพฯ; 2549.
- 15.สำนักงานสถิติแห่งชาติ, กระทรวงสาธารณสุข และ องค์การยูนิเซฟประเทศไทย. รายงานการสำรวจ สถานการณ์เด็กและสตรีในประเทศไทย พ.ศ. 2555 (Multiple Indicator Cluster Survey, [MICS 2012]). กรุงเทพฯ; 2555.
16. World Health Organization. Nutrition Landscape Information System (NLIS) COUNTRY PROFILE INDICATORS Interpretation Guide. Geneva; 2010.
17. Hoppe C, Molgaard C, Thomsen BL, Juul A, Michaelsen KF. Protein intake at 9 mo of age is associated with body size but not with body fat in 10-y-old Danish children. *Am J Clin Nutr*. 2004;79(3):494-501.
18. Stephenson K, Amthor R, Mallowa S, Nungo R, Maziya-Dixon B, Gichuki S, et al. Consuming cassava as a staple food places children 2-5 years old at risk for inadequate protein intake, an observational study in Kenya and Nigeria. *Nutr J*. 2010;9:9.
19. Esfarjani F, Roustae R, Mohammadi-Nasrabadi F, Esmailzadeh A. Major dietary patterns in relation to stunting among children in Tehran, Iran. *J Health Popul Nutr*. 2013;31(2):202-10.
20. Jamison DT, Leslie J, Musgrove P. Malnutrition and dietary protein: evidence from China and from international comparisons. *Food Nutr Bull*. 2003;24(2):145-54.