บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

ถั่วเขียว

ถั่วเขียวเป็นพืชตระกูลถั่ว ปลูกมากในประเทศแถบตะวันออกเฉียงใต้ แอฟริกากลาง เขตอบอุ่นของประเทศจีน และสหรัฐอเมริกา ในประเทศไทยมีการปลูกถั่วเขียวมากในจังหวัดเพชรบูรณ์ สุโขทัย นครสวรรค์ และลพบุรี ถั่วเขียวสามารถเจริญเติบโตในดินทุกชนิดแต่ชอบดินร่วนที่มีสภาพเป็นกลาง ระยะเวลาในการเพาะปลูกสั้นประมาณ 50-150 วัน มีลำต้นสูงประมาณ 1-4 ฟุต ดอกสีม่วง ฝักสีเขียวยาวประมาณ 2-4 นิ้ว เมื่อแก่จัดจะเปลี่ยนเป็นฝักสีดำหรือสีขาวนวล มีเมล็ดค่อนข้างกลมสีเขียวหรือสีน้ำตาล ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5-4 มิลลิเมตร (9,19,20)

ถั่วเขียวเป็นพืชในวงศ์ Fabaceae มีหลายสายพันธุ์ มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ เช่น *Vigna radiata* (L.) Wilczek, *Azukia radiata* (L.) Ohwi, *Phaseolus aureus* Roxb., *Phaseolus radiatus* L., *Rudua aurea* (Roxb.) Maekawa, *Vigna aureus* (Roxb.) Hepper มีชื่อทั่วไป เช่น ถั่วเขียว (Mungbean, Green gram), ถั่วทอง (Golden gram), Moong, Mug, Mag เป็นต้น (19,20)

ในประเทศไทยมีถั่วเขียวหลายสายพันธุ์ แบ่งตามลักษณะของเมล็ดและสีของเปลือกเมล็ดได้ 4 ชนิดคือ ถั่วเขียวธรรมดาหรือถั่วเขียวเมล็ดด้าน (*Vigna radiata* (L.) Wilczek), ถั่วเขียวผิวดำ *(Vigna grandis)*, ถั่วเขียวสีทอง *(Phaseolus aureus)* และถั่วเขียวผิวมันเมล็ดใหญ่

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(Vigna typica) (20)

คุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดถั่วเขียว

เมล็ดถั่วเขียวแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ เปลือกนอก (Seed coat) ใบเลี้ยง (Cotyledon) และต้นอ่อน (Embryo) ประมาณร้อยละ 12.1, 85.6 และ 2.3 โดยน้ำหนักตามลำดับ ปริมาณสารอาหารในส่วนต่าง ๆ ของเมล็ดถั่วเขียว แสดงไว้ในตารางที่ 1 เมล็ดถั่วเขียวน้ำหนัก 100 กรัม ให้พลังงาน 334 กิโลแคลอรี่ (19)

ตารางที่ 1 ปริมาณสารอาหารในส่วนต่าง ๆ ของเมล็ดถั่วเขียว (กรัม/100 กรัม) (19)

สารอาหาร	เปลือกนอก	ใบเลี้ยง	ต้นอ่อน
โปรตีน	10.6	26.9	52.5
ไขมัน	0.6	3.3	9.4
เถ้า	3.0	3.1	4.4
ใยอาหาร	25.6	0.5	0.4
คาร์โบไฮเดรต	60.2	66.3	32.3
ฟอสฟอรัส	0.036	0.341	0.756
แคลเซียม	0.812	0.115	0.492
เหล็ก	0.017	0.006	0.023

องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดถั่วเขียว

ถั่วเขียวมีส่วนประกอบของสารอาหารต่าง ๆ ดังนี้

1. คาร์โบไฮเดรต มีร้อยละ 61.8-64.9 ในรูปของแป้ง น้ำตาล และใยอาหาร คาร์โบไฮเดรตส่วนใหญ่อยู่ในรูปของแป้ง (Starch) ซึ่งมีอัตราส่วนของอะมัยโลส (Amylose) และ อะมัยโลเพคติน (Amylopectin) เท่ากับ 28.8 ต่อ 71.2 โดยน้ำหนัก น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวมีน้อย ส่วนใหญ่อยู่ในรูปน้ำตาลโอลิโกแซ็กคาไรด์ (Oligosaccharide) ได้แก่ น้ำตาลราฟฟิโนส (Raffinose) ร้อยละ 0.2-2.6 น้ำตาลสตาคีโอส (Stachyose) ร้อยละ 0.5-1.8 และน้ำตาลเวอร์บาสโกส (Verbascose) ร้อยละ 1.7-3.8 ใยอาหารพบมากในเปลือกของเมล็ด ได้แก่ เซลลูโลส (Cellulose) ร้อยละ 2.5-4.6 เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) ร้อยละ 0.3-9.1 และลิกนิน (Lignin) ร้อยละ 2.2-7.2 (19)

2. โปรตีน มีปริมาณร้อยละ 19.5-33.1 ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ (19) โปรตีนรวม (Crude protein) ของเมล็ดถั่วเขียวประกอบด้วยไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน และโปรตีน (21)

ไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนซึ่งพบในเมล็ดถั่วเขียวประมาณร้อยละ 0.26-0.35 (21) ได้แก่ Allantoin, Allatoic acid (ปริมาณที่พบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนทั้งสองชนิดนี้ขึ้นอยู่กับการตริงไนโตรเจนของถั่ว) และ S-methyl adenosyl-homocysteamine (อนุพันธุ์ของ S-adenosyl methionine) เกิดจาก Decarboxylation ของกรดอะมิโนเมไทโอนีน (19)

โปรตีนของเมล็ดถั่วเขียวประกอบด้วย โกลบูลิน (Globulins) ร้อยละ 83.10-84.12 มี 2 ชนิด คือ ลิกูมิน (Legumin) และวิชิลลิน (Vicillin) ส่วนใหญ่เป็นวิชิลลิน อัลบูมิน (Albumins) ร้อยละ 4.90-6.21 กลูเตลีน (Glutelines) ร้อยละ 7.65-10.05 และ

โปรลามิน (Prolamins) ร้อยละ 0.53-0.76 (19,21) โกลบูลินและอัลบูมินมีไลซีนปริมาณมาก (22)

โปรตีนของเมล็ดถั่วเขียวสะสมอยู่รวมเป็นกลุ่มภายใน "Protein body" พบว่ามีอะมัยเลส (Amylase) โปรตีเอส (Protease) และฟอสฟาเทส (Phosphatases) ด้วย นอกจากนั้นในถั่วงอกพบโปรตีเอสที่เฉพาะกับโกลบูลิน (Globulin-specific protease) คือ วิซิลลิน-เปปติโดฮัยโดรเลส (Vicillin-peptidohydrolase) ใน "Protein body" ซึ่งเกิดจากโกลบูลินเอนโดโปรตีเอส (Globulin endoproteases) ที่มีในไซโทพลาซึม (Cytoplasm) เข้ามาอยู่ใน "Protein body" ในระหว่างที่มีการงอก (19)

3. <u>ไขมัน</u> อยู่รวมเป็นกลุ่มในสเฟียโรโซม (Spherosome) กระจายอยู่รอบ "Protein body" (22) ถั่วเขียวมีปริมาณไขมันร้อยละ 2.14-3 ซึ่งค่อนข้างต่ำ ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวร้อยละ 72.8 กรดไขมันอิ่มตัวร้อยละ 27.7 (19)

กรดไขมันอิ่มตัวประกอบด้วย กรดปาล์มมิติก (Palmitic acid) ร้อยละ 14.1 กรดเสตียริก (Stearic acid) ร้อยละ 4.3 และกรดบีฮีนิก (Behenic acid) ร้อยละ 9.3 (19)

กรดไขมันไม่อิ่มตัวประกอบด้วย กรดโอลิอิก (Oleic acid) ร้อยละ 20.8 กรดไลโนลีอิก (Linoleic acid) ร้อยละ 16.3 และกรดไลโนลีนิก (Linolenic acid) ร้อยละ 35.7 (19)

4. <u>เกลือแร่</u> มีปริมาณร้อยละ 3.5-4.7 เกลือแร่ที่พบได้แก่ แคลเซียม, ฟอสฟอรัส, เหล็ก, โซเดียม และโพแทสเซียม (19)

5. <u>วิตามิน</u> ได้แก่ ไทอามิน (Thiamin) ปริมาณร้อยละ 0.12-0.68 ไรโบฟลาวิน (Riboflavin) ปริมาณร้อยละ 0.24-0.50

และไนอาซิน (Niacin) ปริมาณร้อยละ 1.1-2.5 (19)

สารต้านคุณค่าทางโภชนาการ (Antinutritional Factors) ในเมล็ดถั่ว

เมล็ดถั่วมีสารบางอย่างที่ทำให้คุณค่าทางโภชนาการลดลง สารเหล่านี้ได้แก่

1. สารยับยั้งโปรตีเอส (Protease inhibitors)

สารยับยั้งโปรตีเอส สามารถยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์สำหรับย่อยโปรตีน เช่น ทริปซิน (Trypsin), คัยโมทริปซิน (Chymotrypsin) และสับทิลิซิน (Subtilisin) (19)

ในถั่วเขียวมีสารยับยั้งโปรตีเอสได้แก่สารยับยั้งทริปซิน (Trypsin inhibitor) และสารยับยั้งเอนโดเปปทิเดส (Endopeptidase inhibitor) อยู่ภายนอก "Protein body" (19)

2. สารยับยั้งอะมัยเลส (Amylase inhibitor)

สารนี้สามารถยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์แอลฟา-อะมัยเลส (α-Amylase) ในเมล็ดถั่วเขียวไม่มีสารยับยั้งอะมัยเลส (19)

3. ฮีแมกกลูตินิน (Hemagglutinins) (19,23,24)

ฮีแมกกลูตินิน (Hemagglutinins) หรือไฟโตฮีแมกกลูตินิน (Phytohemagglutinins) หรือเลกติน (Lectins) (19,23) ถ้าได้รับในระดับความเข้มข้นต่ำทำให้เม็ดเลือดแดงตกตะกอน ระดับความเข้มข้นสูงทำให้เม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาวตกตะกอนพร้อมกัน ฮีแมกกลูตินิน

(Hemagglutinin) สามารถจับกับเซลล์เยื่อบุผิวของผนังลำไส้เล็ก ทำให้ขัดขวางการดูดซึมสารอาหารภายในลำไส้เล็ก (23) จากการศึกษาพบว่าถั่วเขียวไม่มีฮีแมกกลูตินิน (24)

4. <u>โพลิฟีนอล</u> (Polyphenols) ได้แก่ แทนนิน (Tannins) มีมากในเปลือกของเมล็ดถั่ว ทนความร้อนได้ดี ทำให้การย่อยโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตลดลง การนำวิตามินและเกลือแร่ไปใช้ประโยชน์ลดลง การตรวจหาสารแทนนินในเมล็ดถั่วเขียว 10 สายพันธุ์ จากอินเดีย อิหร่าน สหรัฐอเมริกา อาฟกานิสถาน และประเทศไทย พบว่าไม่มีสารแทนนิน แต่การศึกษาถั่วเขียวบางสายพันธุ์ที่ปลูกในประเทศปากีสถานพบว่ามีแทนนิน (19)

5. <u>กรดไฟติก</u> (Phytic acid)

ไฟเตท สามารถจับประจุบวกหลายขั้ว (Multivalent cations) เช่น แคลเซียม สังกะสี แมงกานีส ฟอสฟอรัส และเหล็ก ทำให้ได้สารประกอบเชิงซ้อนซึ่งไม่ละลายน้ำที่พีเอชของร่างกาย ร่างกายไม่สามารถนำไปใช้ได้ (19)

ไฟเตทสามารถจับกับโปรตีนได้เป็นสารประกอบเชิงซ้อน ทำให้การย่อยโปรตีนยากขึ้น (19)

6. <u>สารที่ทำให้ท้องอืด</u> (Flatulence factors)

พบว่า โอลิโกแซ็กคาไรด์ ได้แก่ น้ำตาลราฟฟิโนส (Raffinose) สตาคีโอส (Stachyose) และเวอร์บาสโกส (Verbascose) ทำให้เกิดลมในลำไส้ มีอาการท้องอืด เพราะผนังลำไส้ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมไม่มีแอลฟากาแลกโตซิเดส (α-Galactosidase) จึงไม่สามารถย่อยน้ำตาลในกลุ่มนี้ได้ การย่อยโดยแบคทีเรียในลำไส้ทำให้ได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจนและมีเทน ในเมล็ดถั่วเขียวมีน้ำตาลสตาคีโอส และน้ำตาล

เวอร์บาสโกสเป็นสาเหตุใหญ่ที่ทำให้ท้องอืด (19)

การสกัดโปรตีนจากถั่วเขียว

การนำโปรตีนสกัดมาใช้แทนถั่วเขียวทั้งเมล็ดสามารถลดปัญหา ท้องอืด มีลมในท้องได้ โปรตีนสกัดมีลักษณะทางกายภาพและรสชาติดีกว่า สามารถนำไปเสริมคุณค่าทางโภชนาการได้ดี (19) การสกัดโปรตีนจากถั่วเขียวที่พีเอชเป็นด่าง มีปริมาณของไนโตรเจนที่สกัดได้มากกว่าที่พีเอชเป็นกลางหรือกรด (25)

Shehata และ Thannoun (1981) ได้ศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการสกัดโปรตีนจากถั่วเขียว เช่น พีเอช อุณหภูมิ เวลาที่ใช้สกัดโปรตีน อัตราส่วนของถั่วเขียวและตัวทำละลาย ชนิดและความเข้มข้นของเกลือ พบว่าที่พีเอช 4.5 ค่าของการละลายของไนโตรเจนต่ำที่สุดประมาณร้อยละ 6.88 ค่าการละลายของไนโตรเจนสูงประมาณร้อยละ 81.84-85.28 ในช่วงพีเอช 8-12 และที่พีเอช 11.05 ค่าการละลายของไนโตรเจนสูงที่สุดประมาณร้อยละ 85.28 อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจาก 25 องศาเซลเซียสเป็น 60 องศาเซลเซียสมีผลทำให้ปริมาณโปรตีนที่สกัดได้เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย (ประมาณร้อยละ 2.22) และที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ปริมาณโปรตีนที่สกัดได้ลดลงเนื่องจากโปรตีนบางส่วนจับตัวกันเป็นก้อน (coagulation) ระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดโปรตีนมีผลต่อการละลายของไนโตรเจนจากถั่วเขียว ค่าการละลายของไนโตรเจนสูงสุดประมาณร้อยละ 79.54 เมื่อใช้เวลาสกัด 25 นาที อัตราส่วนแป้งถั่วเขียวต่อตัวทำละลายเท่ากับ 1 กรัมต่อ 10 มิลลิลิตรสามารถสกัดโปรตีนได้ดี ชนิดและความเข้มข้นของสารละลายเกลือที่ใช้สกัดโปรตีนได้มากที่สุดคือสารละลายเกลือโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 0.1 นอร์แมล (26)

การสกัดโปรตีนจากถั่วเขียว ต้องใช้ด่างช่วยปรับพีเอชที่เหมาะสม เนื่องจากโปรตีนในถั่วส่วนใหญ่เป็นโกลบูลิน (Globulins) อยู่ในรูปกลม

(Globular) และไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic) ถ้าใช้พีเอชมากกว่า 10 อาจเป็นสาเหตุทำให้ปริมาณไลซีนลดลง และเกิด Racemization ของกรดอะมิโน ทำให้คุณค่าทางโภชนาการลดลง (15,16,17) พีเอชที่เหมาะสมในการสกัดโปรตีน คือ พีเอช 8-10 (7,11,25,26) และพีเอชที่เหมาะสมในการตกตะกอนโปรตีน คือ พีเอช 4-5 (7,11,25,26)

การบดเมล็ดถั่วเขียวเพื่อนำมาสกัดโปรตีนด้วยตัวทำละลาย ทำได้ 2 วิธีคือ วิธีการบดแห้ง และวิธีการบดเปียก (8,20) วิธีการบดแห้งทำโดยการบดถั่วเขียวแห้งให้ละเอียดเป็นผงแป้งด้วยเครื่องบด ปริมาณของไนโตรเจนที่สกัดได้เพิ่มขึ้นเมื่อขนาดของผงแป้งถั่วเขียวเล็กลง ขนาดผงแป้งที่เหมาะสมที่สุดในการสกัดโปรตีนคือสามารถผ่านแร่งขนาด 100 mesh (27) ส่วนวิธีการบดเปียกทำโดยใช้ถั่วเขียวทั้งเมล็ดหรือถั่วเขียวที่โม่กระเทาะเปลือกเป็น 2 ซีก แล้ว นำมาแช่น้ำจนนิ่ม แยกเปลือกออกแล้วบดด้วยเครื่องบด (8,20)

Thompson (1977) สกัดโปรตีนจากถั่วเขียวโดยใช้แป้งถั่วเขียว ซึ่งได้จากการบดแห้ง สกัดโปรตีนที่พีเอช 9 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 นอร์แมล ตัวทำละลายที่ใช้สกัดโปรตีนคือน้ำ อัตราส่วนของแป้งถั่วเขียวต่อตัวทำละลายคือ 1 ต่อ 15 มิลลิลิตร เข้าเครื่องหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 1000xG เวลา 20 นาทีเพื่อแยกสารละลายโปรตีน นำสารละลายโปรตีนมาปรับพีเอช 4 ด้วยสารละลายกรดเกลือความเข้มข้น 1 นอร์แมลเพื่อตกตะกอนโปรตีนแยกตะกอนโปรตีนออกด้วยการนำเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยงความเร็ว 1000xG เวลา 20 นาที นำตะกอนโปรตีนมากระจายในน้ำ ปรับพีเอชให้เป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 นอร์แมล นำไปทำให้แห้งโดยการอบแห้งแบบระเหิดที่จุดเยือกแข็ง (Freeze dry) ได้โปรตีนสกัดชนิดผงที่มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 92 ของน้ำหนักแห้ง (11)

คุณภาพโปรตีนของถั่วเขียวและโปรตีนสกัดจากถั่วเขียว

โปรตีนในถั่วเขียวเป็นโปรตีนที่มีกรดอะมิโนจำเป็นครบถ้วน มีกรดอะมิโนไลซีนปริมาณมาก เป็นแหล่งที่ดีของกรดอะมิโนชนิดนี้ แต่มีปริมาณกรดอะมิโนเมไทโอนีน และซิสตีน ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบในปริมาณจำกัด (9,12,13,28,29) มีกรดอะมิโนทรีโอนีน (Threonine) ปริมาณจำกัดรองลงมา (9,13) และมีกรดอะมิโนทริปโตแฟน (Tryptophan) ปริมาณจำกัด (9,19) จึงมีการปรับปรุงคุณภาพโปรตีนโดยการผสมธัญพืช เช่น ข้าวทำให้ค่า Net protein ratio (NPR), Protein efficiency ratio (PER) และ Net protein utilization (NPU) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (30)

โปรตีนสกัดจากถั่วเขียวมีรูปแบบของกรดอะมิโน (Amino acid pattern) เช่นเดียวกับโปรตีนในเมล็ดถั่วเขียว มีกรดอะมิโนเมไทโอนีน ซิสตีนและทรีโอนีนปริมาณจำกัด (11,12,13) ซิสตีนเป็นกรดอะมิโนไม่จำเป็นต่อร่างกายแต่มีความสำคัญ ถ้าได้รับซิสตีนไม่เพียงพอ ร่างกายจะต้องสังเคราะห์ซีสตีน ในการสังเคราะห์ซิสตีนนั้นต้องใช้เมไทโอนีนเป็นสารมัธยันตร์ (Intermediate) ในขบวนการสังเคราะห์ ทำให้ร่างกายมีความต้องการเมไทโอนีนเพิ่มขึ้น (8) การประเมินคุณภาพโปรตีนทางชีวภาพพบว่าโปรตีนสกัดจากถั่วเขียวมีค่า True digestibility (TD), Biological value (BV), Net protein utilization (NPU) และ Corrected protein efficiency ratio (CPER) ต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับโปรตีนเคซีน (5) การเสริมกรดอะมิโนเมไทโอนีนในโปรตีนสกัดจากถั่วเขียวทำให้ค่า PER และ CPER เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (11)

การให้อาหารผ่านระบบทางเดินอาหาร (Enteral nutrition)

การให้อาหารผ่านระบบทางเดินอาหาร หมายถึง การได้รับอาหารเหลวโดยการรับประทานหรือผ่านสายให้อาหารเข้าสู่กระเพาะอาหารและลำไส้ (2) การให้อาหารผ่านระบบทางเดินอาหารสามารถให้ได้ทั้งในโรงพยาบาลและที่บ้าน สามารถให้สารอาหารได้ครบถ้วน ใช้ง่าย ปลอดภัย และราคาถูกกว่าการให้อาหารผ่านทางหลอดเลือดดำ (31,32) อาหารที่ได้รับผ่านระบบทางเดินอาหารสามารถกระตุ้นการหลั่งน้ำดีและน้ำย่อยจากตับอ่อน มีการสร้าง และซ่อมแซมเยื่อบุของลำไส้เล็กเพิ่มขึ้น กระตุ้นการสร้างเอนไซม์ของผนังลำไส้ (Intestinal brush border enzyme) การสร้างฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับทางเดินอาหาร (Gastrointestinal hormone) การไหลเวียนของโลหิตผ่านเยื่อแขวนลำไส้ (Mesenteric blood flow) และระบบประสาทอัตโนมัติ การให้อาหารผ่านระบบทางเดินอาหารลดอาการแทรกซ้อนจากการติดเชื้อในระบบต่าง ๆ (Systemic sepsis) เนื่องจากสายสวนที่สอดเข้าหลอดเลือดดำ (IV catheter) ซึ่งเป็นอาการแทรกซ้อนที่พบได้บ่อยในผู้ป่วยที่ได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำ ดังนั้นถ้าระบบทางเดินอาหารปกติควรเลือกใช้อาหารที่ให้ผ่านระบบทางเดินอาหารเป็นลำดับแรก (2,6,31,32) ถ้าผู้ป่วยไม่สามารถรับประทานทางปากได้เพียงพอกับความต้องการของร่างกายควรให้อาหารทางสายให้อาหารแทน อาจให้อาหารทางสายให้อาหารร่วมกับการให้อาหารทางหลอดเลือดดำถ้าได้รับอาหารทางสายให้อาหารเพียงอย่างเดียวทำให้ได้รับสารอาหารไม่เพียงพอ หรือให้อาหารทางหลอดเลือดดำแทนในกรณีที่ผู้ป่วยไม่ควรได้รับอาหารทางสายให้อาหาร (33)

ข้อบ่งใช้ของการให้อาหารทางสายให้อาหาร

การให้อาหารทางสายให้อาหารเหมาะสำหรับผู้ที่มีการทำงานของระบบทางเดินอาหารปกติหรือเกือบปกติ และมีภาวะต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. รับประทานอาหารได้แต่ได้รับสารอาหารไม่เพียงพอ เนื่องจากร่างกายมีการเผาผลาญสารอาหารมากขึ้น เช่น ผู้ป่วยมีบาดแผล แผลไหม้ ต้องการโปรตีนและพลังงานมากกว่าปกติ (ถ้ามีการสูญเสียของเหลวและอิเล็กโทรไลต์มากควรได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำร่วมด้วย) (2,4,31)

2. ผู้ป่วยกำลังลดอาหารที่ให้ทางหลอดเลือดดำ (4)

3. เบื่ออาหาร คลื่นไส้ และ/หรืออาเจียน ที่เกิดจากสาเหตุต่าง ๆ เช่นได้รับการบำบัดด้วยรังสี ภาวะของโรคเช่น โรคตับ โรคไต ผู้ป่วยได้รับยาเสพติดขนาดสูง (ไม่มีอาการคลื่นไส้ อาเจียนและท้องเสียอย่างรุนแรง) (2,4,31)

4. การดูดซึมสารอาหารบกพร่อง มีอาการท้องเสียเมื่อได้รับอาหารปกติ จำเป็นต้องเลือกใช้สูตรอาหารที่มีสารอาหารที่ดูดซึมได้ง่าย (4)

5. ผู้ป่วยในภาวะหลังการผ่าตัดหรือพักฟื้น ซึ่งมีการทำงานของระบบทางเดินอาหารปกติแต่ไม่สามารถรับประทานอาหารปกติ ภายใน 5-7 วัน (2)

6. ภาวะทุโภชนาการและได้รับอาหารไม่เพียงพอเป็นเวลานานกว่า 5 วัน (2)

7. ภาวะทางโภชนาการปกติ แต่ได้รับอาหารน้อยกว่าร้อยละ 50 ของความต้องการของร่างกาย เป็นเวลานาน 7-10 วัน (2)

8. ไม่สามารถกลืนอาหารได้ เช่น มีการอักเสบบริเวณปาก คอ หรือหลอดอาหารทำให้เคี้ยวหรือกลืนอาหารไม่ได้ มีความผิดปกติของการกลืนทำให้เสี่ยงที่จะเกิดอันตรายจากการสำลักอาหาร รวมทั้งผู้ป่วยที่มีอาการผิดปกติทางระบบประสาทเช่นเนื้องอกในสมอง บาดเจ็บที่ศีรษะ โรคลมปัจจุบัน (Strokes),

Multiple sclerosis, Amyotrophic lateral sclerosis และ Guillain-Barre syndrome (2,4,31)

<u>ข้อห้ามใช้ของการให้อาหารทางสายให้อาหาร</u>

การให้อาหารทางสายให้อาหาร ไม่ควรใช้ในกรณีต่อไปนี้

1. ผู้ป่วยมีภาวะทุโภชนาการอย่างรุนแรง (31)

2. ผู้ป่วยอาเจียนตลอดเวลา (31)

3. ผู้ป่วยหมดสติอาจมีอาการอาเจียนอย่างรุนแรง เป็นโรคปอด และไม่มีรีเฟล็กซ์ในการขย้อนออก (Gag reflex) ควรให้อาหารทางหลอดเลือดดำ เพื่อลดอันตรายจากการสำลักอาหารเข้าไปในปอด ผู้ป่วยหมดสติที่ไม่ได้เป็นโรคปอดและมีรีเฟล็กซ์ในการขย้อนออกสามารถให้อาหารทางสายให้อาหารได้ โดยใช้ปลายสายให้อาหารอยู่ที่เจจูนัม (Jejunum) และหยดอาหารช้า ๆ เพื่อลดอันตรายจากการสำลักอาหาร (31)

4. ผู้ป่วยมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน และท้องเสียอย่างรุนแรง ควรให้อาหารทางหลอดเลือดดำ (2,31)

5. ทางเดินอาหารอักเสบเฉียบพลัน (Acute enteritis)

ควรพักการทำงานของระบบทางเดินอาหาร โดยให้อาหารทางหลอดเลือดดำแทน (2)

6. ลำไส้เล็กเหลือน้อยกว่าร้อยละ 10

ทำให้ดูดซึมสารอาหารได้ไม่เพียงพอ ถ้าได้รับสารอาหารทางสายให้อาหารเพียงอย่างเดียว ผู้ป่วยจะไม่สามารถทนอาหารที่ให้ทางสายให้อาหารได้ ดังนั้นผู้ป่วยควรได้รับสารอาหารส่วนใหญ่ทางหลอดเลือดดำ (2)

7. ทางเดินอาหารและลำไส้อุดตัน

ผู้ป่วยอาจได้รับอาหารผ่านระบบทางเดินอาหารได้ถ้ามีการอุดตันเพียงบางส่วน แต่จะปลอดภัยมากกว่าถ้าได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำเช่น ผู้ป่วยที่มีอาการอุดตันบริเวณลำไส้เล็กส่วนปลาย ถ้าความยาวของลำไส้เล็กส่วนที่ไม่อุดตันยังมีพื้นที่สำหรับดูดซึมเพียงพอ (2,31)

8. ลำไส้เล็กเคลื่อนไหวช้ากว่าปกติ (Intestinal hypomotility)

ทำให้ทนต่อการให้อาหารทางสายให้อาหารได้น้อย เพิ่มความเสี่ยงที่จะเกิดการสำลักและติดเชื้อในทางเดินอาหาร ดังนั้นควรได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำ (2)

9. อาการท้องเสียอย่างรุนแรง

ผู้ป่วยบางรายอาจได้รับอาหารทางสายให้อาหารร่วมกับการให้อาหารทางหลอดเลือดดำส่วนปลาย อย่างไรก็ตามผู้ป่วยส่วนใหญ่ควรได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำดีกว่า (2,31)

10. แผลในทางเดินอาหาร

มีสารคัดหลั่งจากแผลมากกว่า 500 มิลลิลิตรต่อวัน ควรได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำ เพราะทำให้แผลหายเร็วกว่าการให้อาหารผ่านระบบทางเดินอาหาร (2)

11. ตับอ่อนอักเสบเฉียบพลันอาการรุนแรง

โดยทั่วไป ผู้ป่วยตับอ่อนอักเสบเฉียบพลันไม่ต้องการอาหารเสริม นอกจากมีฝี โพรงคล้ายถุงน้ำ (Pseudocysts) หรือมีอาการแทรกซ้อนของตับอ่อนเรื้อรังเช่นมีเลือดออก (Hemorrhage) ควรได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำ (2)

12. ช็อค

ผู้ป่วยช็อค เนื่องจากปริมาตรของเลือดภายในร่างกายน้อยกว่าปกติ (Hypovolemic) หรือช็อคเนื่องจากการติดเชื้อ (Septic shock) ไม่ควรได้รับอาหารทางสายให้อาหารเพราะผู้ป่วยจำเป็นต้องได้รับยาปฏิชีวนะที่ฆ่าเชื้อได้กว้าง (Broad spectrum antibiotics) ซึ่งทำให้เกิดอาการท้องเสียระหว่างที่ให้อาหารทางสายให้อาหาร (2)

13. ผู้ป่วยหรือญาติผู้ป่วยไม่ยอมรับ (2)

14. ผู้ป่วยที่มีอาการของโรคทรุดหนักและคาดว่าจะเสียชีวิต (2)

<u>วิถีการให้อาหารทางสายให้อาหาร</u>

การเลือกวิธีการให้อาหารทางสายให้อาหารขึ้นอยู่กับภาวะการเจ็บป่วยของผู้ป่วย ระยะเวลาที่ให้อาหารทางสายให้อาหาร การสำลักอาหารและสภาวะการทำงานของกระเพาะอาหารและลำไส้ ในทางการแพทย์มีวิถีให้อาหารทางสายให้อาหารหลายวิธีดังนี้ (5,33)

1. การสอดสายให้อาหารผ่านจมูกไปสู่กระเพาะอาหาร (Nasogastric feeding)

อาหารที่ได้รับมีการย่อยในกระเพาะอาหาร จึงลดความเสี่ยงต่อการเกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดเกร็งท้อง ท้องเสีย และดูดซึมอาหารได้น้อย ซึ่งมีสาเหตุจากอาหารที่มีออสโมลาลิตี้สูงผ่านเข้าลำไส้เล็กทันที (31,33,34)

2. การสอดสายให้อาหารผ่านจมูกไปสู่ลำไส้เล็กส่วนดูโอดีนัมหรือเจจูนัม (Nasoduodenal feeding หรือ Nasojejunal feeding)

ใช้กรณีที่การสอดสายให้อาหารผ่านจมูกไปสู่กระเพาะอาหารแล้วอาจจะทำให้ผู้ป่วยเกิดการสำลักและการไหลย้อนกลับของอาหารได้ง่าย เช่น ผู้ป่วยที่อ่อนเพลียและมีอาการโคม่า (coma) (33,34)

3. การผ่าตัดสอดสายให้อาหารผ่านเข้าไปในคอหอย (Cervical pharyngostomy feeding)

มักจะใช้วิธีนี้ในผู้ป่วยที่มีเนื้องอกที่ศีรษะและคอ มีความจำเป็นต้องได้รับสารอาหารทางสายให้อาหารมากกว่า 10 วันขึ้นไป โดยทำระหว่างการผ่าตัดบริเวณศีรษะและคอ (34)

4. การผ่าตัดสอดสายให้อาหารผ่านเข้าไปในหลอดอาหาร (Cervical esophagostomy feeding)

ใช้ในกรณีที่ผู้ป่วยต้องได้รับอาหารทางสายให้อาหารเป็นระยะเวลานาน ทางเดินอาหารไม่อุดตันและต้องการใช้แทนการผ่าตัดสอดสายให้อาหารเข้าในลำไส้เล็กส่วนเจจูนัม (Jejunostomy) (31)

5. <u>การผ่าตัดสอดสายให้อาหารผ่านเข้าไปในกระเพาะอาหาร</u>
(Gastrostomy feeding)

มีการย่อยอาหารในกระเพาะอาหาร จึงลดความเสี่ยงในการเกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดเกร็งท้อง ท้องเสีย และการดูดซึมอาหารได้น้อย ถ้าต้องให้อาหารทางสายให้อาหารเป็นระยะเวลานานควรเลือกใช้วิธีนี้เป็นอันดับแรก หรือใช้ในกรณีที่ผู้ป่วยมีหลอดอาหารตีบตันไม่สามารถให้อาหารผ่านจมูกไปสู่กระเพาะอาหารได้ หรือผู้ป่วยดิ้นมากถ้าให้อาหารผ่านจมูกไปสู่กระเพาะอาหารอาจทำให้มีการเลื่อนของสายให้อาหาร (31,33,34)

6. <u>การผ่าตัดสอดสายให้อาหารเข้าในลำไส้เล็กส่วนเจจูนัม</u>
(Jejunostomy feeding)

ใช้ในกรณีที่มีการอุดตันทางเดินอาหารส่วนต้น หรือเมื่อไม่สามารถให้อาหารโดยการผ่าตัดสอดสายให้อาหารเข้าในกระเพาะอาหาร หรือผู้ป่วยมีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดการสำลักถ้าได้รับอาหารโดยการผ่าตัดสอดสายให้อาหารเข้าในกระเพาะอาหาร (31,33,34)

การสอดสายให้อาหารผ่านจมูกเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดและใช้บ่อยที่สุด ส่วนวิธีผ่าตัดสอดสายให้อาหาร (ข้อ 3 - ข้อ 6) ใช้ในกรณีที่ต้องได้รับอาหารทางสายให้อาหารเป็นระยะเวลานานกว่า 4 สัปดาห์หรือไม่สามารถสอดสายให้อาหารทางจมูก การผ่าตัดสอดสายให้อาหารทำให้มีโอกาสเสี่ยงต่อการติดเชื้อบริเวณที่สอดสายสวนได้ ดังนั้นจึงควรรักษาความสะอาดผิวหนังบริเวณนั้น การให้อาหารทางสายให้อาหารลงสู่กระเพาะอาหารควรระวังอาหารไหลย้อนกลับจากกระเพาะอาหารเข้าไปในปอดและเกิดการสำลักอาหารได้ ถ้าผู้ป่วยมีโอกาสเสี่ยงที่จะเกิดการสำลักควรเปลี่ยนจากการให้อาหารลงสู่กระเพาะอาหารเป็นการให้อาหารลงสู่ลำไส้เล็ก การให้อาหารลงสู่ลำไส้เล็กต้องเลือกใช้สูตรอาหาร

ที่เหมาะสมและปรับอัตราเร็วของอาหารให้พอเหมาะกับความสามารถในการรับอาหารของผู้ป่วย เพื่อป้องกันอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดเกร็งท้อง ท้องเสีย และมีการดูดซึมอาหารได้น้อยเนื่องจากได้รับอาหารที่ยังไม่ได้ย่อยและมีออสโมลาลิตี้สูงผ่านไปยังลำไส้เล็กอย่างรวดเร็ว และเพื่อป้องกันภาวะการขาดน้ำและภาวะน้ำตาลในเลือดสูง (31,33,34)

ประเภทของสูตรอาหาร

สูตรอาหารที่ใช้ในการให้ทางสายให้อาหารแบ่งเป็น 2 ประเภท

1. สูตรอาหารปั่นผสม (Blenderized formula)

ประกอบด้วยอาหารหลายประเภท เช่น เนื้อสัตว์ ไข่ น้ำมันพืช นม น้ำตาล ผัก และผลไม้ นำมาปั่นผสมเข้าด้วยกัน ต้องระวังไม่ให้สูตรอาหารที่เตรียมได้มีความหนืดมากเพราะจะทำให้ไม่สามารถให้อาหารทางสายให้อาหารโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงได้ อาจจะไม่ใส่นมในสูตรอาหารเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาผู้ป่วยไม่สามารถทนน้ำตาลแล็กโทส สูตรอาหารปั่นผสมมีราคาถูกกว่าสูตรอาหารสำเร็จรูปแต่ไม่สะดวกในการใช้ อาจพบปัญหาเนื่องจากการเตรียมไม่สะอาดมีการปนเปื้อนของเชื้อโรค ความไม่คงตัวและการอุดตันสายให้อาหาร (5)

2. สูตรอาหารสำเร็จรูป (Commercial formula)

มีทั้งรูปแบบชนิดผงและของเหลวพร้อมนำไปใช้ได้ทันที สูตรอาหารสำเร็จรูปมีหลายชนิด สะดวกในการนำมาใช้และสามารถเลือกใช้สูตรอาหารที่เหมาะสมกับสภาวะของผู้ป่วย (5)

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชนิดของสูตรอาหารสำเร็จรูป

แบ่งได้เป็น 4 กลุ่มดังนี้

1. สูตรอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการครบถ้วน มีสารอาหารครบถ้วน ทำให้มีสภาวะโภชนาการที่ดีโดยไม่จำเป็นต้องได้รับอาหารอย่างอื่นอีก สูตรอาหารนี้แบ่งตามลักษณะอาหารได้เป็น (4)

1.1 Polymeric formula

มีสารอาหารโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมันอยู่ในรูปสารประกอบเชิงซ้อนลักษณะเดิม เหมาะสำหรับผู้ที่มีการย่อยและดูดซึมสารอาหารปกติ ประกอบด้วยโปรตีนเช่นนม โปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและ/หรือเคซีน คาร์โบไฮเดรตเช่น มอลโตเด็กซ์ตริน น้ำตาลข้าวโพด ไขมันเช่น น้ำมันพืช และ/หรือไตรกลีเซอไรด์ที่มีสายโมเลกุลยาวปานกลาง วิตามินและเกลือแร่ (4,5,31,35) ผลิตภัณฑ์อาหารเช่น Sustagen, Sustain, Prosobee, 3664-A, Isocal, Attain, Entralife, Entrition 1, Entrition 1/2, Entrition HN, Isosource, Isosource HN, Meritene, Osmolite, Osmolite HN, Precision High Nitrogen Diet, Precision Isotonic Diet, Precision LR Diet, Pre-Fortison, Resource Instant Crystals และ Vitaneed (4)

1.2 Semi-elemental formula

เป็นสูตรอาหารที่มีโปรตีนอยู่ในสภาพ Protein hydrolysate คือ โปรตีนถูกย่อยสลายบ้างแล้วเป็นบางส่วน อยู่ในสภาพกรดอะมิโนและเปปไทด์สั้น ๆ (4,31,35) ผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น

Pregestimil, Nutramigen, Alimentum, Criticare HN, Flexical, Peptamen, Pepti 2000, Reabilan, Travasorb HN, Vital HN และ Travasorb STD Defined Peptide Diet (4)

1.3 Elemental formula

เป็นสูตรอาหารที่ประกอบด้วยสารอาหารที่ย่อยมาแล้วอยู่ในรูปถูกดูดซึมได้อย่างรวดเร็ว เช่น โปรตีนอยู่ในรูปกรดอะมิโนอิสระ และโอลิโกเปปไทด์ (Oligopeptide) คาร์โบไฮเดรตอยู่ในรูปน้ำตาลกลูโคส และโอลิโกแซ็กคาไรด์ (Oligosaccharides) มีปริมาณไขมันต่ำในรูปของน้ำมันพืชหรือไตรกลีเซอไรด์ที่มีสายโมเลกุลยาวปานกลาง สูตรอาหารนี้มีออสโมลาลิตี้สูงกว่า Polymeric formula จึงเหมาะสำหรับผู้ที่ไม่สามารถย่อยหรือดูดซึมสารอาหารได้ตามปกติ ผลิตภัณฑ์อาหารเช่น Elental, Ross SLD และ Tolerex (4,5,31)

2. Modular formula มีสารอาหารชนิดใดชนิดหนึ่งใช้ผสมกับสูตรอาหารหรือสารอาหารอื่นก่อนใช้ เพื่อให้เหมาะสมกับผู้ป่วยเฉพาะโรค (4)

2.1 ผลิตภัณฑ์สารอาหารคาร์โบไฮเดรต เช่น กลูโคสชนิดผงน้ำตาลทราย, Moducal, Polycose, Glucose Polymers และ "P.C." Pure Carbohydrate Supplement

2.2 ผลิตภัณฑ์สารอาหารไขมัน เช่น น้ำมันข้าวโพด น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันไตรกลีเซอไรด์ที่มีสายโมเลกุลยาวปานกลาง MCT Oil, High MCT Supplement (ชนิดผง), Lipomul และ Portagen

2.3 ผลิตภัณฑ์สารอาหารโปรตีน เช่น เคซีน, ไข่ขาวชนิดผง, Casec, Promod, Citrotein และ Gevral

3. สูตรอาหารเฉพาะโรคและอาการผิดปกติต่าง ๆ แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มได้แก่

3.1 สูตรอาหารสำหรับโรคไตระยะสุดท้าย (End-stage renal disease)

ผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น Travasorb Renal Diet, Amin-Aid และ Attain L.S. (4)

3.2 สูตรอาหารสำหรับโรคตับ (Hepatic disease)

ผลิตภัณฑ์อาหารเช่น Hepatic-Aid II, Attain L.S., Lonalac, Travasorb Hepatic Diet และ Travasorb MCT Diet (4)

3.3 สูตรอาหารสำหรับโรคปอด (Pulmonary disease)

ผลิตภัณฑ์อาหารเช่น Pulmocare (4)

3.4 สูตรอาหารสำหรับผู้ที่มีภาวะเครียดมีเมแทบอลิซึมมากกว่าปกติ (Hypermetabolic stress states) เช่นสภาวะที่มีบาดแผล, การติดเชื้อ และการผ่าตัด ผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น Ensure HN, Ensure Plus, Ensure Plus HN, Entralife HN, Impact, Isocal HN, Isocal HCN, Isotein HN, Magnacal, Peptamen, Reabilan, Reabilan HN, Stresstein, Sustacal HC, Traum-Aid HBC Diet, Traumacal,

Twocal HN, Vital High Nitrogen และ Vivonex T.E.N. (4,35)

4. สูตรอาหารที่มีใยอาหาร

ผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น Enrich, Entralife HN-fiber, Jevity และ Ultracal (4,35)

ลักษณะที่ดีของสูตรอาหารที่ให้ทางสายให้อาหาร (5,6,34,36)

สูตรอาหารที่ดีควรมีลักษณะต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. มีสารอาหารที่ร่างกายต้องการครบถ้วน ปริมาณสารอาหารโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต วิตามินและเกลือแร่ เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย

2. มีสัดส่วนของสารอาหารที่ให้พลังงานเหมาะสม สูตรอาหารสำหรับผู้ป่วยทั่วไปซึ่งไม่ต้องการอาหารเฉพาะโรค ควรได้รับพลังงานจากโปรตีนร้อยละ 15-20 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 45-55 ไขมันร้อยละ 30-35

3. มีอัตราส่วนระหว่างพลังงานที่ไม่ได้มาจากโปรตีนต่อไนโตรเจน (non-protein calorie : nitrogen ratio) เหมาะสม โดยทั่วไปควรมีพลังงานที่ไม่ได้มาจากโปรตีนในขนาด 150 กิโลแคลอรี่ต่อ 1 กรัมไนโตรเจน หรือ 24 กิโลแคลอรี่ต่อ 1 กรัมโปรตีน เพื่อให้ร่างกายสามารถนำโปรตีนจากอาหารไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. มีความเข้มข้นของพลังงานเหมาะสมกับสภาวะของผู้ป่วย โดยทั่วไปสูตรอาหารที่มีความเข้มข้นของพลังงาน 1-1.2 กิโลแคลอรี่ต่อมิลลิลิตรจะให้พลังงานและน้ำแก่ผู้ป่วยอย่างเพียงพอ ในกรณีที่ต้องจำกัดปริมาณน้ำอาจเพิ่ม

ความเข้มข้นของพลังงานเป็น 1.5 กิโลแคลอรี่ต่อมิลลิลิตร

5. ความหนืดของสารอาหารไม่มากเกินไป อาหารสามารถไหลผ่านสายให้อาหารได้อย่างสะดวก

6. มีค่าออสโมลาลิตี้ที่เหมาะสม ของเหลวภายในร่างกายมีค่าออสโมลาลิตี้ 300 มิลลิออสโมลาร์ต่อกิโลกรัม ถ้าสูตรอาหารมีค่าออสโมลาลิตี้สูงมากอาจทำให้เกิดอาการปวดเกร็งท้อง ท้องเสีย

7. ปราศจากเชื้อโรค

8. สูตรอาหารชนิดผงควรละลายน้ำได้ดี สามารถจัดเตรียมอาหารได้ง่าย

9. มีความคงตัวดี ไม่ควรมีการแยกชั้นเมื่อตั้งทิ้งไว้หรือตลอดช่วงเวลาที่ให้อาหารทางสายให้อาหาร

<u>ส่วนประกอบของสูตรอาหาร</u>

สูตรอาหารสำเร็จรูปมีส่วนประกอบของสารอาหารดังนี้

1. <u>โปรตีน</u>

โปรตีนในสูตรอาหารโดยทั่วไปมี 3 ชนิด

1.1 โปรตีนลักษณะคงเดิม (Intact protein) เช่น นม ไข่ ตับ เนื้อสัตว์ เคซีน และโปรตีนสกัดจากถั่ว ใช้ในกรณีที่การทำงานของ

กระเพาะอาหารและลำไส้ปกติ มีข้อดีคือมีออสโมลาลิตี้ต่ำ มีรสชาติดี ราคาถูก (4,31,35)

1.2 โปรตีนที่ย่อยสลายบางส่วน (Protein hydrolysate) โปรตีนอยู่ในรูปโอลิโกเปปไทด์และกรดอะมิโน โอลิโกเปปไทด์สามารถดูดซึมผ่านลำไส้เล็กได้ง่ายจึงมีการใช้เป็นแหล่งโปรตีนแทนกรดอะมิโน นอกจากนั้นยังมีออสโมลาลิตี้ต่ำกว่ากรดอะมิโน ราคาถูกกว่าและรสชาติดีกว่า (4,31,35)

1.3 กรดอะมิโน (Amino acid) ได้แก่ L-Crystalline amino acid มีการดูดซึมได้ทันที แต่ทำให้สูตรอาหารมีค่าออสโมลาลิตี้สูง รสชาติไม่ดีและราคาแพง มีการนำเอากรดอะมิโนแบบกิ่ง (Branched chain amino acid, BCAA) ได้แก่ วาลีน (Valine) ลิวซีน (Leucine) และไอโซ-ลิวซีน (Isoleucine) มาใช้เป็นส่วนประกอบของสูตรอาหารในผู้ป่วยโรคตับ แต่ผลทางคลินิกยังไม่ชัดเจน BCAA มีประโยชน์ในผู้ป่วยที่มีแผลบาดเจ็บและการติดเชื้อที่ไม่รุนแรงซึ่งมี BCAA ในเลือดลดลง แต่ในผู้ป่วยที่มีแผลบาดเจ็บและติดเชื้อรุนแรงมี BCAA ในเลือดมากขึ้น การได้รับ BCAA ทำให้เป็นอันตรายได้ การใช้คีโตแอซิดแบบกิ่ง (Branched chain ketoacids, BCKA) และสารกลุ่มเดียวกันในรูปไฮดรอกซี (Hydroxy analogue) ของเมไธโอนีนมีประโยชน์สำหรับผู้ป่วยที่มียูเรียในเลือดเรื้อรัง (Chronic uremia) ทำให้มีสมดุลย์ไนโตรเจนได้ ในขณะที่ได้รับไนโตรเจนต่ำกว่าเดิมและยูเรียไนโตรเจนในเลือดลดลง (4,31,35,37)

2. <u>คาร์โบไฮเดรต</u>

2.1 แป้ง (Starch) ถูกย่อยได้โดยเอ็นไซม์แอลฟาอะมัยเลส (α-Amylase) จากตับอ่อน แป้งทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีออสโมลาลิตี้ต่ำและย่อยง่าย ทำให้ผู้ป่วยทนต่ออาหารได้ดีแต่แป้งมีรสหวานน้อยและการละลายน้อย (31,35)

2.2 โพลิเมอร์ของกลูโคส (Glucose polymer) ได้จากการย่อยแป้งด้วยเอ็นไซม์แอลฟาอะมัยเลส เช่น น้ำตาลข้าวโพด (Corn syrup solid) และมอลโตเด็กซ์ตริน (Maltodextrin) ถูกย่อยได้โดยเอ็นไซม์กลูโคอะมัยเลส (Glucoamylase) ซึ่งอยู่ภายในลำไส้เล็ก จึงใช้ในสูตรอาหารสำหรับผู้ที่มีการดูดซึมไม่ดีเนื่องจากประสิทธิภาพการทำงานของตับอ่อนลดลงและทารกคลอดก่อนกำหนด สูตรอาหารที่ให้ผ่านทางระบบทางเดินอาหารจึงนิยมใช้โพลิเมอร์ของกลูโคสซึ่งละลายน้ำได้ดี และมีค่าออสโมลาลิตี้ต่ำกว่ากลูโคส (31,35)

2.3 ไดแซ็กคาไรด์ (Disaccharide) ที่ใช้ในสูตรอาหาร ได้แก่ ซูโครส (Sucrose) แล็กโทส (Lactose) และมอลโทส (Maltose)

<u>ซูโครส</u> ช่วยให้ดูดซึมน้ำตาลได้เพิ่มขึ้นในกรณีที่การดูดซึมของกลูโคสถึงจุดอิ่มตัว เพราะซูโครสถูกย่อยโดยไฮโดรเลส-ซูเครส-ไอโซมอลเทส (Hydrolase-sucrase-isomaltase) ที่เซลล์เยื่อบุผนังลำไส้เล็กได้เป็นกลูโคสและฟรักโทส การดูดซึมฟรักโทสใช้ตัวพา (Carrier) แตกต่างจากการนำกลูโคสเข้าเซลล์ มีการนำซูโครสมาใช้ในสูตรอาหารสำหรับผู้ป่วยที่มีกลุ่มอาการของทางเดินอาหารสั้นมาก (Very short bowel syndrome) ซึ่งมีการดูดซึมกลูโคสจากโพลิเมอร์ของกลูโคสจำกัด (35)

<u>แล็กโทส</u> เป็นสาเหตุที่ทำให้ท้องเสีย ซึ่งพบได้บ่อยเนื่องจากภาวะที่ไม่สามารถทนต่อน้ำตาลแล็กโทส การย่อยแล็กโทสจำเป็นต้องใช้เอ็นไซม์แล็กเทสหรือเบต้ากาแล็กโตซิเดส (β-Galactosidase) ผู้ที่ไม่มีเอ็นไซม์แล็กเทสหรือความเข้มข้นของเอ็นไซม์แล็กเทสลดลง จะมีอาการท้องอืด ปวดเกร็งในท้องและท้องเสีย ดังนั้นควรเลือกใช้อาหารที่มีแล็กโทสน้อยหรือไม่มีเลย ในสภาวะปกติของร่างกายมอลโทสและซูโครสจะถูกย่อยได้เร็วกว่าแล็กโทส การขาดเอ็นไซม์ในการย่อยมอลโทสและซูโครสพบได้น้อย (35)

2.4 โมโนแซ็กคาไรด์ (Monosaccharide) เช่น กลูโคส ฟรักโทส

กลูโคส ในสูตรอาหารทำให้มีรสหวานและดูดซึมได้ง่าย แต่มีออสโมลาลิตี้สูงทำให้ท้องเสียได้ จึงไม่นิยมใช้ในสูตรอาหารทั่วไป (31,35)

ฟรักโทส อาจนำมาใช้ในสูตรอาหารแทนซูโครสหรือกลูโคส แต่การดูดซึมช้ากว่าและดูดซึมภายในกระเพาะอาหารและลำไส้น้อยกว่ากลูโคส ทำให้ระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดเพิ่มขึ้นน้อยกว่าเมื่อใช้น้ำตาลกลูโคสหรือซูโครส อย่างไรก็ตามฟรักโทสมีการดูดซึมที่ไม่สมบูรณ์ภายในกระเพาะอาหารและลำไส้ เมื่อได้รับฟรักโทสพร้อมกับกลูโคสปริมาณมากอาจทำให้มีอาการท้องอืด ปวดเกร็งท้อง การบีบตัวของกระเพาะอาหารและลำไส้เพิ่มขึ้นและท้องเสีย ฟรักโทสทำให้ปริมาณไขมันในเลือดเพิ่มขึ้นมากกว่าคาร์โบไฮเดรตตัวอื่น (4)

3. ไขมัน

เป็นแหล่งพลังงานที่มีความเข้มข้นสูง ไม่ทำให้สูตรอาหารมีค่าออสโมลาลิตี้เพิ่มขึ้น เป็นแหล่งของกรดไขมันจำเป็นและวิตามินที่ละลายในไขมัน ไขมันที่มีอยู่ในสูตรอาหารได้แก่ ไขมันนม น้ำมันข้าวโพด น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันดอกคำฝอย เลซิทิน โมโนกลีเซอไรด์ (Monoglyceride) และไตรกลีเซอไรด์ที่มีสายโมเลกุลยาวปานกลาง (4,31,35)

ไตรกลีเซอไรด์ที่มีสายโมเลกุลยาวปานกลาง (MCT) ประกอบด้วยคาร์บอน 6-12 อะตอม สามารถถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสโลหิตผ่านไปยังตับโดยตรง ไม่ต้องใช้เอ็นไซม์ไลเปสในตับอ่อนและเกลือน้ำดีช่วยในการดูดซึม ละลายน้ำได้ดีกว่า แพร่ผ่านผนังเซลล์ได้เร็วกว่า และร่างกายสามารถนำไปใช้ได้เร็วกว่าไตรกลีเซอไรด์ที่มีสายโมเลกุลยาว (4,35)

4. วิตามิน และเกลือแร่

วิตามินในอาหารทางการแพทย์ที่ให้ผ่านระบบทางเดินอาหารควรมีปริมาณเพียงพอกับความต้องการของร่างกายในแต่ละวัน โดยทั่วไปจะมีปริมาณใกล้เคียงกับความต้องการของคนปกติถ้าได้รับอาหารทางสายให้อาหารเพียงอย่างเดียว ผู้ป่วยที่ได้รับยาปฏิชีวนะติดต่อกันเป็นเวลานานและมีปริมาณเกลือน้ำดีลดลงควรได้รับวิตามินเคเพิ่มขึ้น ในผู้ป่วยที่มีปริมาณเกลือน้ำดีลดลงควรให้วิตามินเคในรูปที่ละลายน้ำได้คือเมนาไดออลโซเดียมไดฟอสเฟต (Menadiol sodium diphosphate) ความต้องการเกลือแร่อาจมีปริมาณมากขึ้นเนื่องจากโรคและยาที่ได้รับเช่นผู้ที่มีการเผาผลาญในร่างกายสูงเกินปกติต้องการสังกะสีประมาณ 2-3 เท่าของความต้องการปกติ (31,35)

5. ใยอาหาร

ใยอาหารช่วยเพิ่มปริมาณกากอาหารในลำไส้ใหญ่ ใยอาหารที่ใช้ในสูตรอาหาร เช่นโพลีแซ็กคาไรด์ของถั่วเหลือง (Soy polysaccharide) ซึ่งมีใยอาหารร้อยละ 75 (4,35)

แนวทางการใช้สูตรอาหาร

การเลือกใช้สูตรอาหารจะพิจารณาจาก

1. สภาวะการทำงานของกระเพาะอาหารและลำไส้

1.1 กรณีที่การย่อยและการดูดซึมของกระเพาะอาหารและลำไส้ปกติ สามารถเลือกใช้สูตรอาหารที่มีโปรตีนลักษณะคงเดิมได้ ถ้าผู้ป่วยมีปัญหาไม่สามารถทนน้ำตาลแล็กโทสได้ ควรเลือกใช้สูตรอาหารที่ไม่มีน้ำตาลแล็กโทสหรือ

มีน้ำตาลแล็กโทสปริมาณน้อย เช่น สูตรอาหารที่มีโปรตีนจากถั่วเหลือง หรือมีส่วนผสมของโปรตีนจากนมและถั่วเหลือง (5,35)

1.2 <u>กรณีที่การย่อยและการดูดซึมของกระเพาะอาหารและลำไส้ไม่ปกติ</u> ควรเลือกใช้สูตรอาหารที่มีโปรตีนอยู่ในสภาพย่อยสลาย (Protein hydrolysate) หรือกรดอะมิโน เมื่อการย่อยและการดูดซึมดีขึ้นอาจเปลี่ยนเป็นสูตรอาหารที่มีโปรตีนจากถั่วเหลือง (5,35)

ผู้ป่วยที่มีปัญหาการย่อยและดูดซึมไขมัน เช่น ผู้ป่วยตับอ่อนอักเสบ กลุ่มอาการเนื่องจากทางเดินอาหารสั้นลง ควรเลือกใช้สูตรอาหารที่มีพลังงานจากไขมันไม่เกินร้อยละ 20 ของพลังงานทั้งหมด และมีไตรกลีเซอไรด์ที่มีสายโมเลกุลยาวปานกลาง (MCT) เป็นส่วนประกอบ ควรเสริมกรดไลโนลีอิก (Linoleic acid) ด้วย เพื่อป้องกันการขาดกรดไขมันจำเป็น (5,35)

ผู้ป่วยที่มีปัญหาการดูดซึมคาร์โบไฮเดรต ไม่ควรใช้สูตรอาหารที่มีแล็กโทส แต่ควรเลือกใช้สูตรอาหารที่มีมอลโตเด็กซ์ตรินเป็นส่วนประกอบ (5)

2. <u>โรคและความผิดปกติ</u>

2.1 <u>โรคตับ</u>

ผู้ป่วยโรคตับแข็ง (Cirrhosis) จำเป็นต้องได้รับพลังงานและโปรตีนอย่างเพียงพอเพื่อรักษาสมดุลย์ไนโตรเจนในร่างกาย แต่ถ้าได้รับโปรตีนมากไปหรือสัดส่วนของกรดอะมิโนไม่เหมาะสม อาจทำให้เกิด Portal systemic encephalopathy

สูตรอาหารที่เลือกใช้ควรมีคุณค่าทางโภชนาการครบถ้วนตามมาตรฐานหรือเลือกใช้ Modular formula เพื่อเสริมอาหารชนิดใดชนิดหนึ่ง ปริมาณพลังงาน โปรตีน น้ำและเกลือแร่ที่ได้รับขึ้นอยู่กับผู้ป่วยแต่ละราย ควรเสริมวิตามินที่ขาด เช่นเสริมวิตามินบีรวมใน Encephalopathy เสริมวิตามินที่ละลายในไขมันในผู้ป่วยโรคถุงน้ำดีตับแข็ง (Biliary cirrhosis)

การใช้ BCAA ในสูตรอาหารที่ได้รับผ่านทางเดินอาหารสำหรับผู้ป่วยโรคตับและไม่ทนต่ออาหารโปรตีน (Protein intolerance) เพื่อปรับปรุงสมดุลย์ไนโตรเจน ยังต้องมีการศึกษาต่อไป

ควรเลือกใช้ไตรกลีเซอไรด์ที่มีสายโมเลกุลยาวปานกลาง ถ้าผู้ป่วยมีไขมันในอุจจาระ (Steatorrhea) มากกว่าร้อยละ 10 ควรเลือกใช้สูตรอาหารที่มีปริมาณไขมันต่ำ

ผู้ป่วยโรคตับแข็งที่มีน้ำคั่งในช่องท้อง (Ascitic cirrhosis) ต้องจำกัดปริมาณเกลือโซเดียมและน้ำ ควรเลือกใช้สูตรอาหารที่มีความหนาแน่นพลังงานสูง ปริมาณเกลือโซเดียมต่ำ ปริมาณโปรตีนปานกลางหรือสูง

ผู้ป่วยโรคตับอับเสบแข็งเรื้อรัง (Chronic hepatitis) ควรเลือกสูตรอาหารที่มีความหนาแน่นของพลังงานสูง ปริมาณโปรตีนปานกลางหรือสูง (4,35)

2.2 <u>โรคไต</u>

สูตรอาหารที่ใช้ในโรคไตวายเรื้อรัง (Chronic renal failure) จำเป็นต้องปรับปริมาณโปรตีนให้เหมาะสมกับผู้ป่วยเพื่อลดภาระไตในการกำจัดของเสีย ปริมาณโปรตีนที่ได้รับขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพการทำงาน

ของไตควรได้รับโปรตีนคุณภาพดีประมาณร้อยละ 50 หรือให้กรดอะมิโนจำเป็นและฮิสติดีน (Histidine) ในรูปกรดคีโต (Keto acid) หรือกรดไฮดรอกซี (Hydroxyacid analogues) สามารถลดอัตราการเพิ่มยูเรียไนโตรเจนในเลือดได้ (4,35)

2.3 โรคปอด

ผู้ป่วยที่ไม่ได้ใช้เครื่องช่วยหายใจ ควรเลือกใช้สูตรอาหารที่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตต่ำ และปริมาณไขมันสูง เนื่องจากสารอาหารคาร์โบไฮเดรตมีผลต่อการสร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในร่างกาย พลังงานที่ได้รับร้อยละ 55 ของพลังงานทั้งหมดควรได้จากไขมันในรูปของน้ำมันพืช และมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง พลังงานที่ได้รับทั้งหมดและโปรตีนที่ได้รับควรเหมาะสมกับความต้องการทางเมแทบอลิก เพื่อหลีกเลี่ยงการกระตุ้นอาการหอบ ควรรักษาสภาวะสมดุลย์ของน้ำและอิเล็กโทรไลต์ เช่น โพแทสเซียม แคลเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียมให้เพียงพอกับการทำงานของกล้ามเนื้อ (4,35)

โดยทั่วไปผู้ป่วยที่เป็นโรคปอดเรื้อรังและมีสภาวะทางโภชนาการดีไม่ต้องให้อาหารทางการแพทย์สูตรเฉพาะโรคปอด (4)

2.4 สภาวะที่มีการเผาผลาญอาหารมากเกินไป

ถ้ามีการเผาผลาญในร่างกายมากเกินเพียงเล็กน้อย (มีการสูญเสียไนโตรเจน 10-15 กรัมต่อวัน) ควรใช้สูตรอาหารที่มีความหนาแน่นของพลังงาน 1.5 กิโลแคลอรี่ต่อมิลลิลิตร และมีความเข้มข้นของไนโตรเจนสูงกว่าปกติ (9-10 กรัมต่อลิตร) (35)

ถ้ามีการเผาผลาญในร่างกายมากเกินไปอย่างรุนแรง เช่นมีแผลไฟไหม้ มีแผลบาดเจ็บหลายแห่ง ควรใช้สูตรอาหารที่มีความหนาแน่น

ของพลังงาน 2.0 กิโลแคลอรี่ต่อมิลลิลิตร และมีอัตราส่วนของพลังงานที่ไม่ได้มาจากโปรตีนต่อไนโตรเจนต่ำ เสริมด้วย BCAA หรือกรดอะมิโน (4,35)

<u>อาหารทางการแพทย์ชนิดผงสูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเขียว</u>

มีการศึกษาการสกัดโปรตีนจากถั่วเขียวและการนำโปรตีนสกัดจากถั่วเขียวมาใช้ผลิตอาหารทางการแพทย์ชนิดผงสูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเขียว โดยทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดโปรตีน และการผลิตอาหารทางการแพทย์ชนิดผงด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นกระจาย พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดโปรตีนจากถั่วเขียวได้แก่สกัดโปรตีนโดยใช้อัตราส่วนถั่วเขียวต่อตัวทำละลาย 1 กรัม ต่อ 15 มิลลิลิตร ตัวทำละลายที่ใช้คือน้ำ ใช้เวลาในการสกัด 20 นาที ที่พีเอช 9 ตกตะกอนโปรตีนที่พีเอช 4.5 นำตะกอนโปรตีนกระจายตัวในน้ำปรับพีเอชให้เป็นกลาง นำมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารทางการแพทย์ที่มีสัดส่วนของพลังงานที่ได้จากโปรตีนร้อยละ 16 ไขมันร้อยละ 36 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 48 ใช้เลซิทิน 0.5 กรัมต่อปริมาตรอาหารชงพร้อมบริโภค 100 มิลลิลิตร เพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์ที่ได้มีความคงตัวและละลายน้ำได้ดี นำไปทำเป็นผงแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นกระจาย โดยใช้อุณหภูมิลมร้อนเข้า 150 องศาเซลเซียส อุณหภูมิลมร้อนออก 70 องศาเซลเซียส อัตราการไหลของลมเข้า 800 ลิตรต่อชั่วโมง (38)