บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

ถั่วเขียว (Mungbean, Green gram) เป็นพืชตระกูลถั่ว มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Vigna radiata (L) Wilzek., Phaseolus aureus Roxb. หรือ Phaseolus radiatus L. ชื่อทั่วไปมีหลายชื่อ เช่น ถั่วทอง (ไทย), Mongo (ฟิลิปปินส์), Chickasaw pea (สหรัฐอเมริกา) เป็นต้น (Daisy, 1979)

ถั่วเขียวที่ปลูกในประเทศไทยมีหลายสายพันธุ์ ซึ่งแบ่งตามลักษณะของเมล็ดและสีของเปลือกถั่วได้ 4 สายพันธุ์ (สมชาย, 2523) ดังนี้

1. ถั่วเขียวธรรมดา หรือ ถั่วเขียวเมล็ดด้าน (Vigna radiata L. Wilzek) นิยมใช้ทำวุ้นเส้น เพาะเป็นถั่วงอก และส่งออกจำหน่ายต่างประเทศ
2. ถั่วเขียวสีทอง หรือถั่วทอง (Phaseolus aureus Roxb.) มีเมล็ดสีเหลืองทอง เนื้อข้างในเป็นสีเหลือง นิยมใช้ทำขนมต่างๆ
3. ถั่วเขียวมันเมล็ดใหญ่ (Vigna typica) มีเมล็ดที่เป็นมัน และมีขนาดใหญ่กว่าพันธุ์อื่น ๆ
4. ถั่วเขียวผิวดำ (Vigna grandis) เป็นพันธุ์ที่มีเมล็ดเป็นสีดำ

ถั่วเขียวที่ผลิตขึ้นในประเทศ บางส่วนถูกส่งออกต่างประเทศ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นถั่วเขียวผิวมัน บางส่วนใช้ประโยชน์ภายในประเทศ ในการผลิตวุ้นเส้น, แป้งซ่าหริ่ม, ถั่วงอก และใช้เป็นอาหารโดยตรง (วุฒิชัย, 2526 ; Bhumiratana, 1977)

องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดถั่วเขียว

Yohe และ Poehlman (1972) ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนจากถั่วเขียว 321 สายพันธุ์ พบว่า มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 19.1 ถึง 28.3 คือ มีปริมาณโปรตีนเฉลี่ยร้อยละ 24 มีปริมาณกรดอะมิโนไลซีน (Lysine) และเมทไธโอนีน (Methionine) ร้อยละ 6.3 ถึง 7.9 และ 0.55 ถึง 1.78 ของโปรตีนทั้งหมดในเมล็ดตามลำดับ

ศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักแห่งเอเชีย (Asian Vegetable Research and Development Center) (AVRDC, 1975) ได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของถั่วเขียวแต่ละสายพันธุ์ โดยใช้ถั่วเขียว (Vigna radiata (L) Wilzek) จำนวน 89 สายพันธุ์ซึ่งรวบรวมมาจากประเทศต่างๆ พบว่าถั่วเขียวนี้มีโปรตีน ร้อยละ 20-26 แป้ง ร้อยละ 46-54 น้ำตาล ร้อยละ 4-10 และกากใยร้อยละ 3-8 นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบหลัก คือ แป้ง โปรตีน และน้ำตาล ในถั่วเขียว คือ เมื่อปริมาณแป้งเพิ่มขึ้น ปริมาณโปรตีนจะลดลง (r=-0.23) ทำนองเดียวกัน เมื่อปริมาณแป้งเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำตาลก็จะลดลง (r=-0.24)

ในปี ค.ศ.1975 Hymowitz และคณะ ได้ทำการศึกษาแบบเดียวกับของ AVRDC (1975) แต่ใช้ถั่วเขียว Vigna radiata (L) Wilzek ในสหรัฐอเมริกาเป็นตัวอย่าง จำนวน 32 สายพันธุ์ โดยพันธุ์เหล่านี้มีถิ่นกำเนิดมาจากประเทศอินเดีย การวิเคราะห์พบว่ามีโปรตีน ร้อยละ 24.5-31.2 ไขมัน ร้อยละ 0.57-0.84 น้ำตาลทั้งหมด ร้อยละ 2.69-5.88 โดยแบ่งเป็นน้ำตาลชั้นเดียว ร้อยละ 0.38-0.69 น้ำตาลซูโครส ร้อยละ 1.06-2.19 น้ำตาลราฟฟิโนส (raffinose) ร้อยละ 0.38-0.69 น้ำตาลสตาคีโอส (Stachyose) ร้อยละ 0.5-1.5 น้ำตาลเวอร์บาสโกส (Verbascose) และน้ำตาลอาจูโกส (Ajugose) ซึ่งเป็นน้ำตาลหลายชั้น อีกจำนวนเล็กน้อย ต่อมาในปี 1977

Thompson ได้วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในแป้งถั่วเขียวบดได้ ร้อยละ 27.4 ความชื้น ร้อยละ 8.8 และเถ้าร้อยละ 3.2 ส่วน Coffmann และ Garcia (1977) ได้วิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของแป้งถั่วเขียว มีโปรตีน ร้อยละ 28.0 ไขมัน ร้อยละ 0.8 เถ้า ร้อยละ 3.3 กากใย ร้อยละ 1.2 และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 66.7

ในประเทศไทย วุฒิชัย (2526) ได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของถั่วเขียว 21 สายพันธุ์ ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่กำลังทดลองปรับปรุงพันธุ์เพื่อส่งเสริมการปลูกในประเทศไทย ผลการวิเคราะห์พบว่ามีปริมาณโปรตีน ร้อยละ 19.02-24.04 (เฉลี่ยร้อยละ 21.7) ความชื้น ร้อยละ 6.98-9.45 เถ้า ร้อยละ 3.88-4.55 ไขมัน ร้อยละ 1.03-1.37 กากใย ร้อยละ 0.82-3.24 และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 59.77-65.91 ต่อมา สมชาย (2528) ได้ทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของแป้งถั่วเขียวทั้งเมล็ดพบว่ามีโปรตีน ร้อยละ 19.92 ไขมัน ร้อยละ 1.25 ความชื้น ร้อยละ 10.11 เถ้า ร้อยละ 2.53 กากใย ร้อยละ 3.21 และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 73.09 นอกจากนี้ยังได้วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแป้งถั่วเขียวที่กระเทาะเปลือกแล้วพบว่ามีโปรตีน ร้อยละ 23.67 ไขมัน ร้อยละ 1.44 ความชื้น ร้อยละ 10.38 เถ้า ร้อยละ 1.97 กากใย ร้อยละ 1.10 และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 71.82

สมจิต (2529) ได้วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของถั่วเขียว 5 ตัวอย่าง คือ ถั่วเขียวที่ซื้อจากชาวไร่ ถั่วเขียวที่ซื้อจากตลาดเยาวราช และอีก 3 สายพันธุ์ ที่ทราบชื่อแน่นอน คือ พันธุ์วีซี 2742-13 พันธุ์วีซี 2745-1 และพันธุ์วีซี 2755-54 ผลการวิเคราะห์พบว่ามีความชื้นในช่วง ร้อยละ 8.26-11.19 โปรตีน ร้อยละ 18.54-23.07 เถ้า ร้อยละ 2.87-4.06 กากใย ร้อยละ 0.9-1.02 ไขมัน ร้อยละ 2.75-3.27 และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 57.75-66.09

การสกัดโปรตีนจากถั่วเขียว

การเตรียมแป้งหรือโปรตีนจากเมล็ดถั่ว ทำได้หลายวิธี (Hanson, 1974) แต่วิธีที่เหมาะสมสำหรับการเตรียมในการผลิตขนาดเล็ก นิยมใช้ตัวทำละลายสกัดโปรตีนจากตัวอย่าง ซึ่งการเตรียมตัวอย่างทำได้ 2 แบบด้วยกัน คือ การบดแห้ง (dry-milling) และแบบบดเปียก (wet-milling) วิธีการบดแห้งนั้นทำโดยการบดถั่วเขียวแห้งให้ละเอียดเป็นแป้ง (Mungbean flour) ด้วยเครื่องบดหรือเครื่องโม่ ส่วนการบดแบบบดเปียกนั้นจะใช้ถั่วเขียวทั้งเมล็ดหรือเมล็ดถั่วเขียวที่ผ่านการโม่ผ่าซีก นำมาแช่น้ำจนนิ่มและร่อนเปลือกออก แล้วจึงโม่หรือบดในสารละลายให้ละเอียด (สมชาย, 2523 ; วุฒิชัย, 2526)

Djang และคณะ (1953) ได้ทำการสกัดโปรตีนจากถั่วเขียว (Phaseolus aureus) ด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.4 โมลาร์ โดยใช้แป้งถั่วเขียว 5 กรัม ต่อสารละลาย 100 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส สกัดนาน 40 นาที สกัดโปรตีนได้ ร้อยละ 70.3 ต่อมา Hang และคณะ (1970) ได้ทำการสกัดโปรตีนจากถั่วเขียว โดยใช้สารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.75 โมลาร์ ใช้อัตราส่วนของแป้งถั่วเขียวต่อสารละลาย 5 กรัม ต่อ 200 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เวลาที่ทำการสกัด 1 ชั่วโมง ปรากฏว่าสกัดโปรตีนออกจากแป้งถั่วเขียวได้ ร้อยละ 72.25

ส่วน Thompson (1977) ได้ทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดโปรตีนจากแป้งถั่วเขียวที่บดแบบบดแห้ง พบว่าการใช้สารละลายที่ปรับพีเอชเท่ากับ 9 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 1 นอร์มัล ในอัตราส่วนของแป้งถั่วเขียวต่อสารละลาย 1 กรัม ต่อ 15 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส สกัดเป็นเวลา 20 นาที จะให้ผลดีที่สุด และเมื่อทำการตกตะกอนโปรตีนออกจากสารละลาย โดยการปรับค่าพีเอชให้เท่ากับ 4 ด้วยกรดเกลือเข้มข้น 1 นอร์มัล จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณโปรตีนสูงถึงร้อยละ 92 (โดย

น้ำหนักแห้ง)

ในปี 1977 Coffmann และ Garcia ได้ทำการสกัดโปรตีนจากแป้งถั่วเขียว โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.001 นอร์มัล อัตราส่วนของแป้งถั่วเขียวต่อตัวทำละลายเท่ากับ 1 กรัม ต่อ 20 มิลลิลิตร กวนผสมทุก 15 นาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จึงนำของผสมมาเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 700xG เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำสารละลายโปรตีนที่ได้จากการหมุนเหวี่ยงไปปรับค่าพีเอช ให้เท่ากับ 4.4-4.5 ด้วยกรดเกลือเข้มข้น 0.5 นอร์มัล แยกตะกอนโปรตีนออก ทำการล้างตะกอนโปรตีน 3 ครั้ง ด้วยสารละลายกรดที่มีค่าพีเอช เท่ากับ 4.5 นำตะกอนโปรตีนที่ได้ไปกระจายตัวในน้ำกลั่น ปรับค่าพีเอชให้เป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.5 นอร์มัล แล้วทำให้แห้งโดยการอบแห้งแบบระเหิดด้วยความเย็นจุดเยือกแข็ง (Freeze dry) ได้เป็นโปรตีนไอโซเลท (Protein isolate)

Shehata และ Thannoun (1981) ได้ทดลองสกัดโปรตีนจากถั่วเขียวจากประเทศอิรัก โดยใช้สารละลายโซเดียมคาร์บอเนตเข้มข้น 0.1 นอร์มัล อัตราส่วนของแป้งถั่วเขียวต่อตัวทำละลายเท่ากับ 1 กรัม ต่อ 10 มิลลิลิตร อุณหภูมิในการสกัด 40-60 องศาเซลเซียส และใช้เวลาสกัดนาน 25 นาที สกัดโปรตีนได้ปริมาณมากถึงร้อยละ 87.58 นับว่าได้ปริมาณมากกว่าการใช้สารละลายเกลือชนิดอื่น พบว่าโปรตีนที่สกัดได้มีค่าพีเอช เท่ากับ 10.75 และโปรตีนจะละลายได้มากที่สุดที่ค่าพีเอชเท่ากับ 12 ส่วน Sathe และ Salunkhe (1981) ได้ศึกษาวิธีการสกัดโปรตีนจากแป้งถั่ว Great northern bean (Phaseolus vulgaris L.) โดยใช้สารละลายโซเดียมคาร์บอเนตเข้มข้นร้อยละ 0.5 สกัดที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง แล้วทำการหมุนเหวี่ยงแยกด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงความเร็ว 10,000 x G นาน 30 นาที จากนั้นนำส่วนสารละลายมาทำ Dialysis ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วจึงนำไปอบแห้งแบบระเหิดด้วยความเย็น

จุดเยือกแข็ง ได้เป็นโปรตีนเข้มข้น (Protein concentrate) หรือนำสารละลายที่ผ่านการทำ dialysis มาเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยงแยกให้ได้โปรตีนที่บริสุทธิ์มากขึ้น แล้วจึงนำไปทำให้แห้งจะได้โปรตีนไอโซเลท

สมชาย (2523) และสมชาย (2534) ทำการแยกแป้งและโปรตีนจากถั่วเขียวที่ปลูกในประเทศ โดยการบดถั่วเขียวทั้งเมล็ดแบบวิธีบดเปียก ซึ่งใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย กรองด้วยผ้าขาวบางหรือตะแกรงตาถี่ แยกเอาส่วนเปลือกออก ปล่อยให้ส่วนที่เป็นแป้งและสารละลายโปรตีนผ่านไปได้ แล้วหมุนเหวี่ยงแยกแป้งออกจากสารละลายโปรตีน หรือตั้งทิ้งไว้ให้แป้งตกตะกอนเอง นำส่วนสารละลายใสชั้นบน ซึ่งมีโปรตีนอยู่ มาปรับค่าพีเอชให้เท่ากับ 4.5 ด้วยกรดน้ำส้ม โปรตีนจะตกตะกอนแล้วนำตะกอนโปรตีนไปอบที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 8-9 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบดให้ละเอียดได้โปรตีนถั่วเขียวผงปริมาณร้อยละ 18 (คำนวณจากน้ำหนักถั่วเขียวที่ใช้)

ในขณะเดียวกัน Vose (1980) ก็ได้ทำการทดลองปรับปรุงกรรมวิธีการสกัดโปรตีนและแป้งจากเมล็ดถั่ว Field peas และ Horse beans เพื่อให้ได้ปริมาณและมีความบริสุทธิ์สูงพอที่จะทำเป็นการค้าได้ โดยดัดแปลงวิธีการบดเปียกของข้าวโพดมาใช้ ด้วยการกระเทาะเปลือกถั่วออกแล้วนำไปบดด้วยเครื่องบดแบบปลายเข็ม (pin-milled) แล้วสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.03 นอร์มัล ใช้อัตราส่วนของแป้งถั่วต่อตัวทำละลาย เท่ากับ 1 ต่อ 4 โดยน้ำหนัก แล้วนำส่วนผสมเข้าเครื่องกรอง ขนาด 75 มิลลิไมครอน เพื่อกรองแยกแป้งออก ปรับค่าพีเอชของสารละลายที่ผ่านการกรองด้วยกรดเกลือเข้มข้น 2 นอร์มัล โปรตีนจะตกตะกอนที่ค่า พีเอช 4.4-4.6 แยกตะกอนโปรตีนโดยการหมุนเหวี่ยงแยก แล้วนำไปทำแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นกระจาย (Spray dryer)

วุฒิชัย (2526) ได้ทำการทดลองแยกแป้งและโปรตีนจากถั่วเขียวที่ปลูกในประเทศไทย โดยวิธีการบดเมล็ดถั่วเขียว ทั้งแบบแห้งและแบบเปียก ในการบดแบบแห้งนั้นจะบดเมล็ดถั่วเขียวจนละเอียดจนสามารถผ่านแร่งขนาด 100 เมช (Mesh) ได้ แล้วทำการสกัดโดยใช้สารละลายโซเดียมคาร์บอเนตเข้มข้น 0.1 นอร์มัล แป้งถั่วเขียวต่อตัวทำละลายเท่ากับ 1 กรัม ต่อ 40 มิลลิลิตร ทำการหมุนเหวี่ยงแยกด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 12,000-13,000 รอบต่อนาที 15 นาที นำสารละลายโปรตีนที่ได้มาปรับค่าพีเอชให้เท่ากับ 4 ด้วยกรดเกลือเจือจาง นำไปหมุนเหวี่ยงแยกตะกอนโปรตีนออกแล้วนำตะกอนไปอบแห้งแบบระเหิดด้วยความเย็นจุดเยือกแข็ง จะได้ผลผลิต (yield) ร้อยละ 12.68

ส่วนการบดแบบบดเปียก ใช้ถั่วเขียวทั้งเมล็ดโม่กระเทาะเปลือกเป็นสองซีกแช่น้ำที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง ทำการแยกเปลือกออกแล้วบดด้วยเครื่องบดหรือโม่ไฟฟ้า ในอัตราส่วนถั่วต่อตัวทำละลายเท่ากับ 1 กรัม ต่อ 5 มิลลิลิตร เป็นเวลา 15 นาที แล้วทำการหมุนเหวี่ยงแยกที่ความเร็ว 12,000 ถึง 13,000 รอบต่อนาที นาน 30 นาที นำส่วนสารละลายที่แยกได้มาปรับค่าพีเอชให้เท่ากับ 4 ด้วยกรดเกลือเจือจาง นำไปหมุนเหวี่ยงแยกจนได้ตะกอนโปรตีน แล้วนำไปทำให้แห้งเหมือนวิธีบดแบบบดแห้ง ได้โปรตีนผง ซึ่งมีผลผลิตร้อยละ 15.65

ส่วนสมชาย (2528) ได้ทดลองผลิตโปรตีนไอโซเลทจากถั่วเขียวและถั่วเหลือง ในถั่วเขียวสกัดโดยใช้แป้งถั่วเขียว ต่อน้ำกลั่นอัตราส่วน 1 กรัมต่อ 30 มิลลิลิตร ปรับค่าพีเอชเท่ากับ 9.5 กวนผสมด้วยเครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้านาน 10 นาที ที่อุณหภูมิห้อง แยกของแข็งออกโดยการหมุนเหวี่ยงแยกที่ความเร็ว 1,500 รอบต่อนาทีนาน 10 นาที แล้วปรับค่าพีเอชของสารละลายโปรตีนที่ได้ให้เป็น 4.5 ด้วยกรดเกลือเข้มข้น 6 นอร์มัล เหวี่ยงแยกตะกอนโปรตีนออกแล้วนำมาล้างและกระจายตัวในน้ำ ปรับค่าพีเอชให้เป็นกลาง ปั่นผสมในเครื่องปั่น กรองผ่านผ้าขาวบางแล้วนำไปทำให้แห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นกระจาย พบว่า

การผลิตโปรตีนไอโซเลทจากถั่วเขียวเมื่อมีการล้างตะกอนโปรตีนที่ได้ และไม่ล้างตะกอนให้ปริมาณโปรตีน ร้อยละ 87.15 และ 88.99 ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกัน

ผลิตภัณฑ์อาหารเหลว และอาหารผงพร้อมชงจากถั่ว

ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ ที่ผลิตจากโปรตีนที่สกัดจากถั่วมีเป็นจำนวนมาก สำหรับอาหารเหลวจากโปรตีนถั่วเขียว และผลิตภัณฑ์อาหารผงพร้อมชงจากโปรตีนถั่ว ได้มีผู้ศึกษาดังนี้

พิมพรรณ (2526) ได้ทำการศึกษาการผลิตนมถั่วเหลืองผงโดยวิธีการอบแห้งแบบพ่นกระจายโดยทดลองหาความเข้มข้นของนมถั่วเหลือง และอุณหภูมิที่เหมาะสมให้การป้อนนมถั่วเหลืองเข้าเครื่องอบแห้งแบบพ่นกระจาย พบว่าสภาวะที่เหมาะสมที่สุดได้แก่ ความเข้มข้นของนมถั่วเหลือง ร้อยละ 10-15 อุณหภูมิลมร้อน เข้าที่ 160-180 องศาเซลเซียส นอกจากนั้นยังทำการศึกษาปัจจัยทางกายภาพและทางเคมีที่มีผลต่อการกระจายตัวของโปรตีนในนมถั่วเหลืองผง พบว่าการโฮโมจีไนซ์ (Homogenize) การเพิ่มค่าพีเอช การเติมโซเดียมไบซัลไฟท์ (Sodium bisulfite) การเติมไตรโซเดียมฟอสเฟต (trisodium phosphate) และการเติมคาร์ราจีแนน (Carrageenan) ในนมถั่วเหลืองก่อนอบแห้งแบบพ่นกระจายมีผลทำให้การกระจายตัวของโปรตีนดีขึ้นแต่การแขวนตะกอนยังไม่คงตัว เมื่อเติมเด็กซ์ตริน (Dextrin) ในปริมาณร้อยละ 5-10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรในนมถั่วเหลืองก่อนการอบแห้งแบบพ่นกระจาย จะช่วยให้การแขวนตะกอนมีความคงตัวดีขึ้น

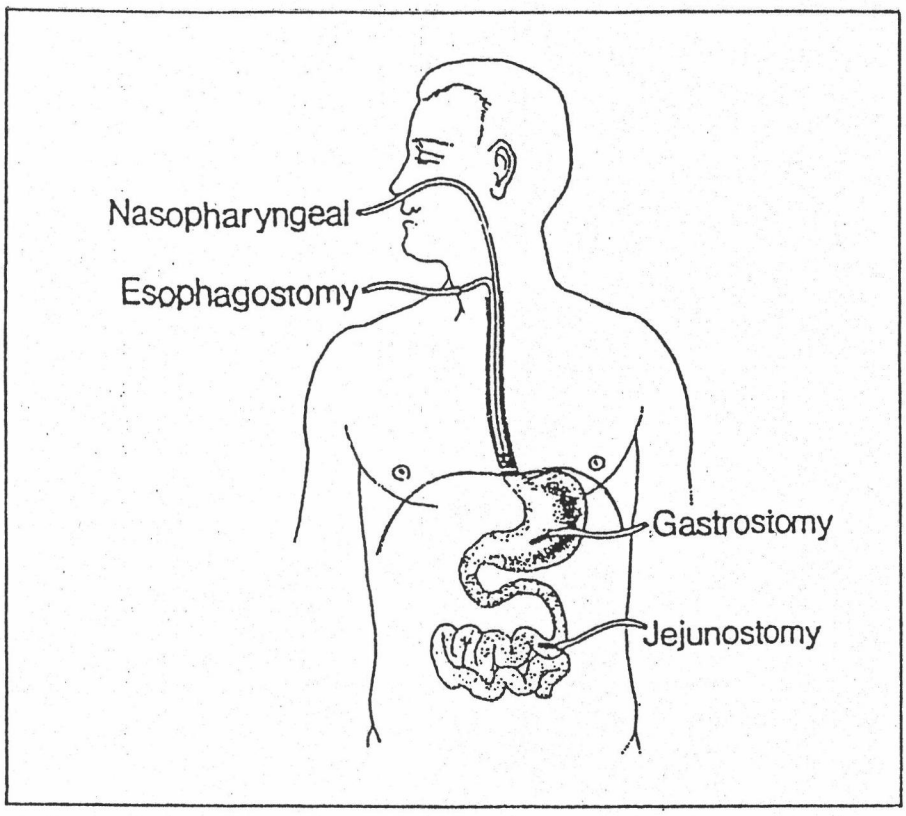
ส่วนสมจิต (2529) ได้ทดลองเตรียมน้ำนมถั่วเขียวโดยโม่ถั่วเขียวผ่าซีกล้างน้ำให้สะอาด แช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 20 นาทีเพื่อเอาเปลือกออก ล้างน้ำสะอาด แล้วแช่ถั่วในน้ำที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสในอัตราส่วนถั่วเขียวต่อน้ำอุ่น เท่ากับ 1 กรัม ต่อ 16 มิลลิลิตร ตีป่นจนละเอียด

แล้วกรองด้วยผ้าขาวบางสองชั้น ได้สารละลายโปรตีนสกัดจากถั่วเขียว จากนั้นนำมาต้มที่อุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียส เติมน้ำตาล, ไขมัน, วานิลลา และซีเอ็มซี (Corboxy methyl cellulose) ได้น้ำนมถั่วเขียวที่มีลักษณะข้น สีเหลืองอ่อนคล้ายนมถั่วเหลือง แต่มีกลิ่นดีกว่านมถั่วเหลือง เนื่องจากมีการเติมวานิลลาลงไปด้วย

<u>อาหารทางการแพทย์</u>

การให้อาหารแก่ผู้ป่วยสามารถกระทำได้สองวิธีใหญ่ ๆ คือ ให้อาหารผ่านทางเดินอาหารและให้อาหารทางหลอดเลือด เมื่อผู้ป่วยยังสามารถรับประทานอาหารเองได้โดยไม่มีพยาธิสภาพรบกวนการรับประทาน หรือระบบทางเดินอาหารของผู้ป่วยยังทำงานตามปกติ ควรเลือกให้อาหารแก่ผู้ป่วยผ่านทางเดินอาหาร เนื่องจากมีความปลอดภัยสูงกว่าการให้อาหารทางหลอดเลือดและค่าใช้จ่ายของการให้อาหารผ่านทางเดินอาหารจะต่ำกว่า ในการให้อาหารผ่านทางระบบทางเดินอาหารนี้ ถ้าผู้ป่วยไม่สามารถรับประทานได้เอง ก็จำเป็นต้องให้อาหารผ่านทางสายให้อาหาร (Tube feeding) (ภาพที่ 1) ซึ่งทำได้หลายวิธี ดังนี้ (Rombeau และ Caldwell, 1984; วิชัย และปรียา, 2528; Shils และ Young, 1988, A.S.P.E.N, 1987)

ภาพที่ 1 แสดงการให้อาหารผ่านทางสายให้อาหารวิธีต่าง ๆ



1. สอดสายให้อาหารผ่านจมูกลงไปสู่กระเพาะอาหาร (Nasogastric feeding)

เป็นวิธีการให้อาหารทางสายให้อาหารที่ใช้กันมากที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีอื่น ๆ วิธีนี้สายให้อาหารจะถูกสอดผ่านรูจมูกข้างใดข้างหนึ่งของผู้ป่วย และให้ส่วนนำของสายให้อาหารอยู่ที่กระเพาะอาหาร การให้อาหารวิธีนี้มีข้อเสียคือ บางครั้งอาหารอาจไหลย้อนกลับขึ้นมา (Regurgitate) ซึ่งของเหลวที่ไหลย้อนกลับขึ้นมานี้ถ้าตกไปยังปอดจะเกิดอันตรายได้มาก

2. สอดสายให้อาหารผ่านจมูกลงไปสู่ลำไส้เล็ก (Nasoduodenal Feeding หรือ Nasojejunal Feeding) สายให้อาหารจะถูกสอดผ่านรูจมูก โดยส่วนนำของสายให้อาหารจะอยู่เลยหูรูดพัยลอรัส (Pyloric sphincter) ลงไปที่ส่วนของ ดูโอดีนัม (duodenum) หรือ ส่วนแจจูนัม (jejunum) ของ

ลำไส้เล็กแล้วแต่ความเหมาะสม การให้อาหารวิธีนี้มีข้อเสียคือ ร่างกายผู้ป่วยไม่สามารถควบคุมปริมาณสารอาหารที่จะผ่านมาลงที่ลำไส้เล็กได้ ดังนั้นจึงต้องเลือกใช้สูตรอาหารที่เหมาะสม และให้อาหารในอัตราเร็วที่พอเหมาะเพื่อหลีกเลี่ยงท้องเสีย และภาวะการขาดน้ำที่จะเกิดขึ้นได้

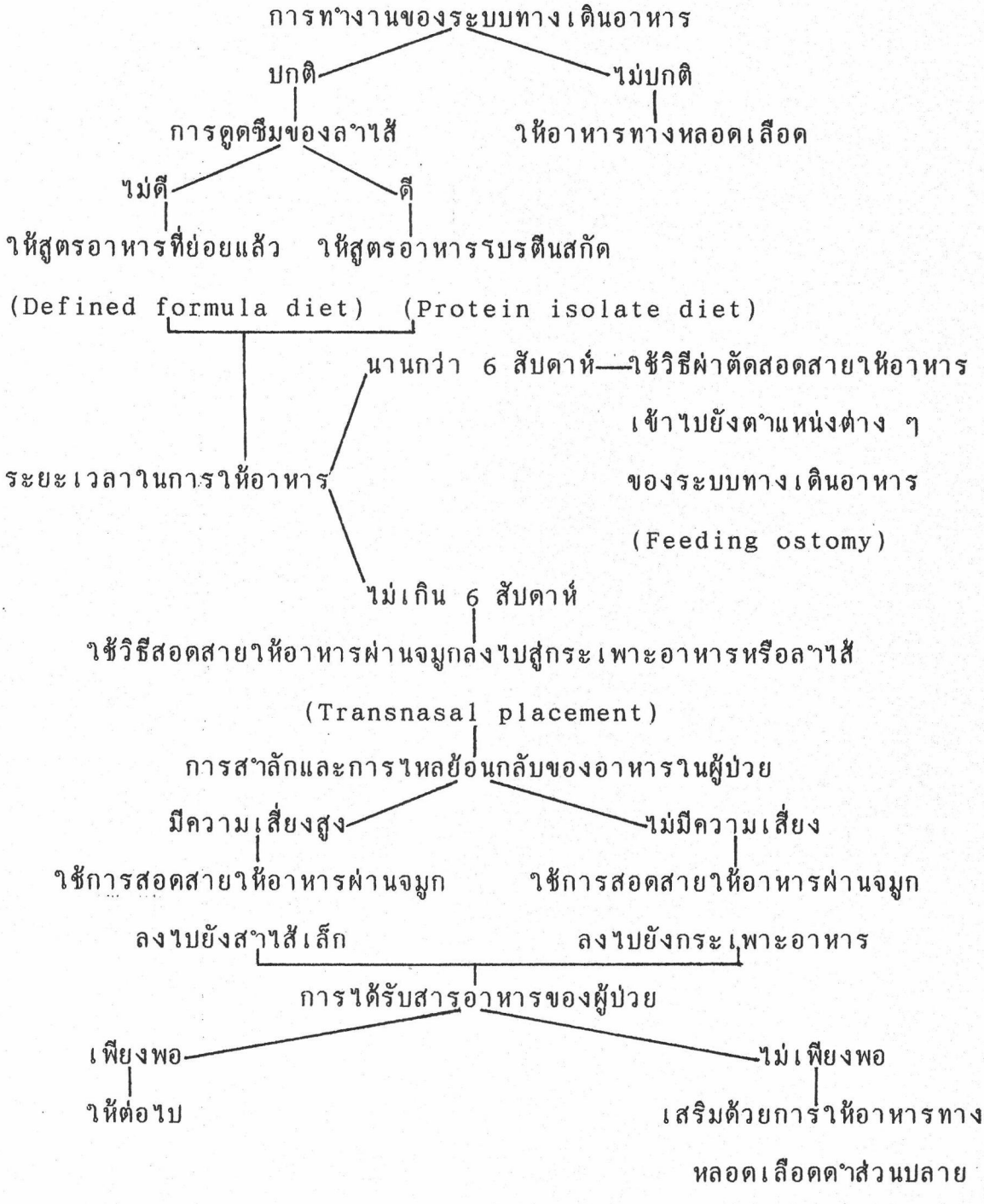
3. การผ่าตัดสอดสายให้อาหารผ่านเข้ายังหลอดอาหาร (Esophagostomy Feeding) วิธีนี้ต้องทำการผ่าตัดผู้ป่วย เพื่อเปิดให้เห็นคอหอย (Pharynx) หรือหลอดอาหาร (Esophagus) เพื่อสอดใส่สายให้อาหารเข้าไป และให้ส่วนนำของสายอยู่ที่บริเวณกระเพาะอาหาร

4. การผ่าตัดสอดสายอาหารผ่านทางรูเปิดของกระเพาะอาหาร (Gastrostomy Feeding) วิธีนี้ใช้ในกรณีที่ไม่สามารถสอดสายให้อาหารผ่านจมูกลงไปสู่กระเพาะอาหารได้ เช่น กรณีที่ผู้ป่วยมีภาวะหลอดอาหารตีบตัน เป็นต้น

5. การผ่าตัดสอดสายให้อาหารผ่านทางรูเปิดของลำไส้เล็ก ส่วนแจจูนัม (Jejunostomy Feeding) เป็นวิธีให้อาหารแก่ผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดบริเวณกระเพาะอาหาร หรือผู้ป่วยที่มีพยาธิสภาพของกระเพาะอาหารที่ไม่สามารถให้อาหารโดยวิธีอื่น ๆ ได้

สำหรับวิธีที่ใช้การผ่าตัดสอดสายให้อาหารผ่านเข้าไปในทางเดินอาหารอาจพบการระคายเคืองบริเวณรอยผ่า เนื่องจากของเหลวที่รั่วซึมผ่านออกมาจากกระเพาะอาหารและลำไส้ นอกจากนั้นต้องระวังรักษาความสะอาดผิวหนังบริเวณนั้นเป็นอย่างดี เพื่อป้องกันการติดเชื้อต่างๆ สำหรับแนวทางในการเลือกวิธีการในการให้อาหารทางสายให้อาหารแก่ผู้ป่วยได้แสดงใน ภาพที่ 2

<u>ภาพที่ 2</u> แผนภูมิแสดงการเลือกใช้วิธีต่าง ๆ ในการให้อาหารทางสายให้อาหารแก่ผู้ป่วย



<u>สูตรอาหารที่ให้ผู้ป่วยผ่านทางระบบทางเดินอาหาร</u> (Rombeau และ Caldwell, 1984)

สูตรอาหารที่ให้แก่ผู้ป่วยในโรงพยาบาล หรือ แนะนำให้ผู้ป่วยใช้เองที่บ้านจะมี 2 ประเภท คือ สูตรอาหารปั่นผสม และสูตรอาหารสำเร็จรูป

สูตรอาหารปั่นผสม (Blenderized formula) เป็นสูตรอาหารที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย เป็นสูตรอาหารที่ประกอบด้วยอาหารหลายชนิดนำมาปั่นผสมเข้าด้วยกันด้วยเครื่องบดผสม สารอาหารที่ผู้ป่วยได้รับจะมีปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน ตามที่กำหนดไว้ ส่วนปริมาณของวิตามินและเกลือแร่ต่าง ๆ มักไม่แน่นอน อาหารสูตรนี้มีราคาค่อนข้างถูกจึงเป็นที่นิยม แต่พบปัญหาในการใช้มาก เช่นการเกิดการอุดตันของสายให้อาหาร การคำนวณปริมาณของสารอาหาร และพลังงานที่ร่างกายได้รับไม่แม่นยำหรือทำได้ยากและถ้าการจัดเตรียมอาหารไม่สะอาดอาหารอาจเป็นพาหะของเชื้อโรคได้ นอกจากนั้นอาจพบการแยกชั้นของอาหารเนื่องจากความไม่คงตัวของสูตรอาหาร ทำให้ยุ่งยากในการให้อาหารแก่ผู้ป่วย

สูตรอาหารสำเร็จรูป (Commercial formula) ปัจจุบันมีสูตรอาหารสำเร็จรูปเป็นจำนวนมากเพื่อนำมาใช้เป็นอาหารเสริมหรือให้ผ่านสายให้อาหาร ทั้งในรูปแบบที่เป็นของเหลวและแบบผงแห้ง สูตรอาหารสำเร็จรูปนี้สามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในการใช้สูตรอาหารปั่นผสมได้เป็นอย่างดี และมีความสะดวกในการใช้มากกว่าเมื่อเทียบกับสูตรอาหารปั่นผสม แต่ราคาของผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปจะสูงกว่าเมื่อเทียบกับการใช้สูตรอาหารปั่นผสม และจำเป็นต้องศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของสูตรอาหารสำเร็จรูป เพื่อเลือกใช้ให้เหมาะสมกับโรคด้วย

<u>ส่วนประกอบของสารอาหาร</u> (Grills และ Bosscher, 1981 ; Rombeau และ Caldwell, 1984)

สูตรอาหารสำเร็จรูปมีส่วนประกอบของสารอาหาร ดังนี้

1. โปรตีน

โปรตีนในสูตรอาหารโดยทั่วไปแบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ

1.1 โปรตีนที่อยู่ในลักษณะคงเดิม (Intact protein) เป็นโปรตีนที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ ได้แก่โปรตีนจากเนื้อสัตว์ นม ไข่ และพวกโปรตีนสกัด เช่น เคซีน (Casein) โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง และถั่วเขียว

1.2 โปรตีนที่ย่อยสลายบางส่วน (Hydrolyzed protein) เป็นโปรตีนที่ถูกย่อยสลายบางส่วน จนได้เป็นสายเปปไตด์สั้น ๆ ซึ่งทำให้ถูกดูดซึมในร่างกายผู้ป่วยได้ง่ายขึ้น

1.3 กรดอะมิโน (Amino acid) ที่นิยมใช้ได้แก่ L-Amino acid (L-Crystalline amino acid) ซึ่งถูกดูดซึมได้ทันที แต่การใช้กรดอะมิโนจะทำให้สูตรอาหารมีออสโมลาลิตี้สูง มักใช้ในกรณีที่ผู้ป่วยมีภาวะของตับวายและไตวาย

2. คาร์โบไฮเดรต

แหล่งของคาร์โบไฮเดรตที่นำมาใช้เป็นส่วนประกอบของสูตรอาหารมีดังนี้

2.1 แป้ง (Starch) แป้งประกอบด้วยกลูโคส (Glucose) ตั้งแต่ 400 โมเลกุลขึ้นไปมาต่อกันเป็นสายยาว แป้งจะถูกย่อยโดยเอ็นไซม์อัลฟาอมัยเลส (α-Amylase) จากตับอ่อน ได้ เด็กซ์ตริน (Dextrin) มอลโทส (Maltose) และ ไอโซมอลโทส (Isomaltose) ภาวะที่ผู้ป่วยไม่ทนต่อแป้งพบได้น้อยมาก นอกจากนี้พบว่าการที่แป้งมีโมเลกุลใหญ่จะทำให้สูตรอาหารมีออสโมลาลิตี้ต่ำ ซึ่งทำให้ผู้ป่วยทนต่ออาหารได้ดีและย่อยง่าย แต่แป้งมีข้อเสียคือละลายน้ำได้น้อยจึงนำมาใช้ในสูตรอาหารได้ไม่ดีนัก

2.2 โพลีแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide) ได้จากการย่อยแป้งเป็นโพลิเมอร์ (Polymer) ของกลูโคส เช่น มอลโตเด็กซ์ตริน (Maltodextrin) และน้ำตาลข้าวโพด (Corn syrup solid) นิยมใช้ในสูตรอาหาร เนื่องจากทำให้สูตรอาหารมีค่าออสโมลาลิตี้ต่ำกว่าการใช้กลูโคสและยังสามารถละลายในน้ำได้ดี พวกนี้จะถูกย่อยโดยเอ็นไซม์ อัลฟาอมัยเลส และพบภาวะที่ผู้ป่วยไม่สามารถทนต่อโพลิเมอร์ของกลูโคสนี้ได้น้อยมาก

2.3 ไดแซ็กคาไรด์ (Disaccharide) ที่พบในอาหารปกติคือ แล็กโทส (Lactose) ซูโครส (Sucrose) เด็กซ์ทริน (Dextrin) และ มอลโทส (Maltose) สูตรอาหารที่ใช้ไดแซ็กคาไรด์เป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรตจะมีค่าออสโมลาลิตี้สูงและมีรสหวาน ในการย่อยไดแซ็กคาไรด์ จะใช้เอ็นไซม์ซึ่งมีความจำเพาะเจาะจงในการย่อยแต่ละตัวเพื่อย่อยให้เป็นโมโนแซ็กคาไรด์ (Monosaccharide) ในภาวะปกติของร่างกาย มอลโทสและซูโครสจะถูกย่อยได้เร็วกว่าแล็กโทส การขาดเอ็นไซม์ที่จะย่อยไดแซ็กคาไรด์แบบปฐมภูมิพบได้น้อยมาก ส่วนแบบทุติยภูมิพบได้ในโรค Tropical Sprue, Celiac Sprue ภาวะการติดเชื้อที่ทางเดินอาหารและการอดอาหาร ซึ่งภาวะเหล่านี้ทำให้เกิดการรบกวนและขัดขวางการทำงานของลำไส้เล็ก การขาดเอ็นไซม์สำหรับการย่อยไดแซ็กคาไรด์ที่พบได้บ่อย คือ ภาวะที่ร่างกายขาดเอ็นไซม์ แล็กเทส (Lactase) ทำให้ร่างกายไม่สามารถทนต่อน้ำตาลแล็กโทส (Lactose intolerance)

ซึ่งมีทั้งแบบปฐมภูมิ (Primary lactase deficiency) และแบบทุติยภูมิ (Secondary lactase deficiency) การที่ร่างกายไม่สามารถย่อยน้ำตาลแล็กโทสได้นี้ทำให้ผู้ป่วยที่ใช้สูตรอาหารที่มีนมเป็นหลักเกิดอาการท้องอืดและท้องเสีย ซึ่งพบในคนไทยส่วนใหญ่โดยเฉพาะผู้สูงอายุ (Kensch และคณะ, 1969;Flatz และคณะ, 1969) ดังนั้นปริมาณแล็กโทสในสูตรอาหารสำหรับผู้ป่วยกลุ่มนี้จึงต้องจำกัดให้มีน้อยที่สุด หรือเป็นสูตรอาหารที่ปราศจากแล็กโทส เช่น สูตรอาหารที่ใช้โปรตีนจากถั่วเป็นต้น

2.4 โมโนแซ็กคาไรด์ (Monosaccharide) การใช้โมโนแซ็กคาไรด์เป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต โดยเฉพาะการใช้กลูโคส จะได้สูตรอาหารที่มีรสหวานดูดซึมได้ง่าย แต่มีออสโมลาลิตี้สูงมาก จึงไม่เป็นที่นิยมในสูตรอาหารทั่วไป

3. ไขมัน

แหล่งของไขมันที่ใช้ในสูตรอาหารโดยทั่วไปคือ ไขมันนม น้ำมันข้าวโพด น้ำมันถั่วเหลือง ไตรกลีเซอไรด์ที่มีสายโมเลกุลยาวปานกลาง (Medium chain triglyceride, MCT oil) เลซิธิน (Lecithin) ไขมันจะเป็นแหล่งอาหารที่มีความเข้มข้นของพลังงานสูงมากโดยไม่มีผลต่อการเพิ่มค่าออสโมลาลิตี้ในสูตรอาหาร และเป็นแหล่งของกรดไขมันจำเป็น รวมทั้งวิตามินชนิดต่าง ๆ ที่ละลายในไขมัน นอกจากนี้ไขมันยังมีส่วนทำให้สูตรอาหารมีความน่ารับประทานด้วย

ไขมันที่นำมาใช้ในสูตรอาหาร ควรมีกรดไขมันจำเป็น โดยเฉพาะกรดไลโนลิอิก (Linoleic acid) ร้อยละ 3-4 ของพลังงานทั้งหมด ซึ่งพบว่าน้ำมันพืช ยกเว้นน้ำมันมะพร้าว จะเป็นแหล่งของไขมันที่ดีสำหรับกรณีนี้

ปัจจุบันสูตรอาหารต่าง ๆ นิยมใช้ไตรกลีเซอไรด์ที่มีสายโมเลกุลยาวปานกลาง ซึ่งมีสายคาร์บอนยาว 6-12 อะตอม ทั้งนี้เนื่องจากสามารถเข้ากับน้ำได้ดี ย่อยได้อย่างรวดเร็ว เพราะไม่ต้องใช้เอ็นไซม์ไลเปส (Lipase) จากตับอ่อน และไม่ต้องใช้น้ำดีช่วยในการดูดซึม นอกจากนั้นไตรกลีเซอไรด์ ที่มีสายโมเลกุลยาวปานกลางนี้ยังสามารถถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสรลหิตผ่านไปยังตับโดยตรง จึงสามารถใช้ได้กับผู้ป่วยที่มีภาวะการย่อยและการดูดซึมไขมันผิดปกติได้

สูตรอาหารในปัจจุบันนิยมใช้ไตรกลีเซอร์ไรด์ที่มีสายโมเลกุลยาวปานกลาง ร่วมกับไตรกลีเซอร์ไรด์ที่มีสายโมเลกุลยาว เพื่อให้ย่อยง่าย ถูกดูดซึมได้ง่าย และมีกรดไขมันจำเป็นในปริมาณที่เหมาะสม

4. เกลือแร่และวิตามิน

ในสูตรอาหารสำเร็จรูปจะมีการเติมเกลือแร่และวิตามินในปริมาณที่ร่างกายต้องการในแต่ละวัน และอาจมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณให้เหมาะสมกับสภาวะของผู้ป่วย

<u>ลักษณะที่ดีของสูตรอาหารที่ให้ทางสายให้อาหาร</u>

สูตรอาหารที่ดีควรมีลักษณะต่าง ๆ ดังนี้ (Rombeau และ caldwell, 1984:วิชัย และปรียา, 2528 ; Bernard และคณะ 1986)

1. ในด้านของคุณค่าทางโภชนาการ และพลังงาน

1.1 มีสารอาหารครบถ้วน สูตรอาหารที่ดีควรประกอบด้วย โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เกลือแร่ วิตามิน และน้ำ ในปริมาณที่เพียงพอกับความต้องการของร่างกายไม่ว่าจะใช้ในระยะเวลาสั้นหรือใช้ระยะยาวก็ตาม

1.2 มีสัดส่วนของสารอาหารที่ให้พลังงานอย่างเหมาะสม คือ พลังงานที่ผู้ป่วยได้รับควรมาจากโปรตีน ร้อยละ 15-20 จากไขมัน ร้อยละ 30-35 และจากคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 45-55

1.3 มีความเข้มข้นของพลังงานพอเหมาะ ความเข้มข้นของพลังงานจะมีผลต่าง ๆ ต่อร่างกายผู้ป่วย คือ มีผลต่ออัตราการว่างของกระเพาะอาหารซึ่งจะขึ้นกับปริมาณอาหารและอัตราเร็วในการให้สารอาหาร พบว่าถ้าให้สูตรอาหารที่มีความเข้มข้นของพลังงานสูงจะทำให้อัตราการว่างของกระเพาะช้าลง (Hunt และ Stubbs, 1975) นอกจากนั้นการให้อาหารที่มีความเข้มข้นของพลังงานสูงในอัตราที่เร็วเกินไป จะทำให้ผู้ป่วยเกิดภาวะขาดน้ำ (Dehydration) ซึ่งอาจเกิดอันตรายได้ โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่ไม่รู้สึกตัว

โดยทั่วไปสูตรอาหารที่ให้พลังงาน 1-1.2 กิโลแคลอรี่ต่อมิลลิลิตร จะให้พลังงานและน้ำอย่างเพียงพอ และสามารถเพิ่มความเข้มข้นของพลังงานได้ถึง 1.5 กิโลแคลอรี่ต่อมิลลิลิตร ในผู้ป่วยที่ต้องจำกัดปริมาณน้ำ หรือขึ้นกับความต้องการพลังงานของร่างกายผู้ป่วย

1.4 มีอัตราส่วนระหว่างพลังงานที่ไม่ได้มาจากโปรตีน ต่อไนโตรเจน (Non-Protein Calories : Nitrogen ratio) อย่างเหมาะสม คือ ประมาณ 150 กิโลแคลอรี่ต่อ 1 กรัม ไนโตรเจน หรือ 24 กิโลแคลอรี่ ต่อ 1 กรัมโปรตีน เพื่อให้ร่างกายสามารถนำเอากรดอะมิโนที่ดูดซึมเข้าไปสร้างเสริมโปรตีนใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ในด้านของลักษณะทางกายภาพ

2.1 มีการละลายดี สูตรอาหารที่ดีควรมีการละลายดี สามารถชงเตรียมได้ง่ายในน้ำที่อุณหภูมิห้องหรือน้ำอุ่น

2.2 มีความคงตัวของการแขวนตะกอนดี ควรมีความคงตัวดีไม่มีการแยกชั้นเมื่อตั้งทิ้งไว้ เนื่องจากการให้อาหารแก่ผู้ป่วยบางกรณีต้องใช้ระยะเวลาในการให้นาน เช่น การให้อาหารแบบเป็นช่วง ๆ โดยการหยดตลอดเวลาโดยใช้แรงโน้มถ่วง หรือใช้เครื่องสูบหยด ซึ่งใช้เวลา 16-24 ชั่วโมง ดังนั้นตลอดช่วงเวลานี้อาหารที่เตรียมไว้ไม่ควรมีการแยกชั้น

2.3 มีความหนืดพอเหมาะ สูตรอาหารที่ให้ทางสายให้อาหารควรเป็นของเหลวที่มีความหนืดเหมาะสม หรือแบบผงแห้งเมื่อชงน้ำในปริมาณที่กำหนดให้ใช้แล้วควรมีความหนืดพอเหมาะที่จะไหลผ่านสายให้อาหารได้อย่างสะดวก ไม่ควรมีความหนืดมากเกินไปจะทำให้การไหลผ่านสายให้อาหารเป็นไปได้ไม่ดี

2.4 มีค่าออสโมลาลิตี้เหมาะสม ระดับออสโมลาลิตี้ของสูตรอาหารและของเหลวภายในร่างกายควรสมดุลกัน ถ้าออสโมลาลิตี้ของสูตรอาหารสูงกว่าของเหลวในร่างกายมากต้องควบคุมอัตราการไหลของอาหารให้ช้าลงเพื่อหลีกเลี่ยงภาวะท้องเสียจากความดันออสโมติก (Osmotic diarrhea) ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้

2.5 สะอาดปราศจากเชื้อโรค ในการผลิตและการเตรียมสูตรอาหาร ต้องระวังเรื่องความสะอาดเป็นอย่างดี เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อโรคต่าง ๆ ลงในอาหาร

2.6 รสชาติของอาหาร ควรเป็นที่ยอมรับของผู้ป่วย เนื่องจากสูตรอาหารที่ให้ทางสายให้อาหารส่วนใหญ่จะถูกนำมาให้ผู้ป่วยรับประทานในระยะที่เริ่มหยุดให้อาหารแก่ผู้ป่วยทางสายให้อาหาร และกำลังเปลี่ยนชนิดของอาหาร ดังนั้นรสชาติของอาหารจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการยอมรับอาหารของผู้ป่วยด้วย

ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์ที่ใช้โปรตีนจากถั่ว

กุลวดี (2534) ได้ทดลองเตรียมผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์ชนิดผง สูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง สูตรอาหารประกอบด้วยโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง มอลโตเด็กซ์ตริน และน้ำตาลทราย (ในอัตราส่วน 70 : 30 ของปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด) น้ำมันข้าวโพด ไตรกลีเซอไรด์สายโมเลกุลยาวปานกลาง และเลซิธิน ปริมาณ 0.4 กรัมต่อผลิตภัณฑ์พร้อมดื่ม 100 มิลลิลิตร ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ พบว่าประกอบด้วยความชื้น ร้อยละ 2.86 โปรตีน ร้อยละ 17.31 ไขมัน ร้อยละ 19.29 เถ้า ร้อยละ 1.39 คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 59.15 ให้พลังงาน 479.45 กิโลแคลอรี่ ต่อ 100 กรัม โดยพลังงานที่ได้มาจากโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 14.44, 36.2 และ 49.35 ตามลำดับ มีอัตราส่วนของพลังงานที่ไม่ได้มาจากโปรตีนต่อไนโตรเจนเท่ากับ 148.11 กิโลแคลอรี่ ต่อ 1 กรัมไนโตรเจน

การใช้วัตถุเจือปนอาหารเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์

ได้มีการใช้วัตถุเจือปนอาหารต่าง ๆ ในการเตรียมผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองให้มีกลิ่นรสดี และมีความคงตัวดี (Nelson และคณะ, 1976) ในผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองผง พิมพรรณ (2526) ได้ทดลองใช้วัตถุเจือปนอาหารคือ คาร์ราจีแนน (Carrageenan) ปริมาณร้อยละ 0.1, 0.5 และ 1.0 ของนมถั่วเหลือง (น้ำหนัก/ปริมาตร) โซเดียมไบซัลไฟท์ ปริมาณร้อยละ 0.01, 0.03 และ 0.05 ของนมถั่วเหลือง (น้ำหนัก/ปริมาตร) และใช้ไตรโซเดียมฟอสเฟต (Trisodium phosphate) ในปริมาณร้อยละ 0.05, 0.1 และ 0.2 ของนมถั่วเหลือง (น้ำหนัก/ปริมาตร) เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติการละลายคืนสู่สภาพเดิมของนมถั่วเหลืองผง และความคงตัวของนมคืนรูปให้ดีขึ้น

สำหรับผลิตภัณฑ์นมถั่วเขียว สมจิต (2529) ได้ศึกษาการเตรียมนมถั่วเขียวให้มีลักษณะทางกายภาพคล้ายนมโค และมีรสชาติดีโดยใช้คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (CMC) ปริมาณร้อยละ 0.05 และ 1 เพื่อเพิ่มความหนืดของผลิตภัณฑ์และแต่งกลิ่นรสด้วยวานิลลา และน้ำตาลทราย

กุลวดี (2534) ได้ทดลองใช้ กัวร์กัม (Guargum) และ เลซิธิน (Lecithin) เป็นวัตถุเจือปนอาหารในการเตรียมผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์ชนิดผงสูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง โดยใช้กัวร์กัม และเลซิธินในปริมาณ 0.1 และ 0.5 กรัม ต่อผลิตภัณฑ์พร้อมดื่ม 100 มิลลิลิตรตามลำดับ ซึ่งเป็นปริมาณสูงสุดที่องค์การอนามัยโลกอนุญาตให้เติมลงในผลิตภัณฑ์นม และพบว่าการใช้กัวร์กัมจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวของการแขวนตะกอนดี แต่ละลายน้ำได้ไม่ดี ส่วนการใช้เลซิธินผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความคงตัวดีและละลายน้ำได้ดี