บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อาหารทางการแพทย์

เป็นสูตรอาหารหรือผลิตภัณฑ์อาหารที่ผ่านการแปรรูปแล้ว เพื่อนำมาให้กับผู้ป่วยที่รับประทานอาหารได้แต่ไม่เพียงพอกับความต้องการตามปกติได้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการรักษา ป้องกันและทำให้โรคบรรเทาลง ผู้ป่วยที่ได้รับอาหารที่เหมาะสมกับสภาวะของผู้ป่วยจะช่วยให้ผู้ป่วยมีภาวะโภชนาการดีขึ้น คุณภาพชีวิตดีขึ้น หายจากโรคได้เร็วขึ้น (Schmidl และ Labuza, 2003)

รูปแบบของอาหารทางการแพทย์ที่ให้ผ่านทางเดินอาหาร

อาหารทางการแพทย์ อาจเป็นสูตรอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการครบถ้วนหรือใช้เป็นอาหารเสริมซึ่งอาจให้โดยการรับประทาน (oral diets) หรือให้ผ่านทางสายให้อาหาร (tube feeding) ส่วนช่วงเวลาในการให้อาหารทางการแพทย์นั้นอาจให้ในช่วงเวลาสั้นๆ หรือให้ต่อเนื่องเป็นเวลานานทั้งนี้ขึ้นกับสภาวะทางโภชนาการของผู้ป่วย รูปแบบของอาหารทางการแพทย์ที่ให้ผ่านทางเดินอาหารแบ่งได้เป็น 4 กลุ่มใหญ่ๆ (Schmidl และ Labuza, 2003) คือ

1. Nutritionally Complete Products

อาหารกลุ่มนี้ประกอบด้วยโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตที่มีคุณค่าทางโภชนาการครบถ้วนในลักษณะที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ซึ่งยังต้องอาศัยการย่อยและดูดซึมเช่นคนปกติทั่วไปและมีส่วนประกอบของวิตามิน เกลือแร่ต่างๆอย่างครบถ้วน จึงเหมาะสำหรับผู้ที่มีการย่อยและการดูดซึมสารอาหารปกติ ตัวอย่างอาหารในกลุ่มนี้ที่มีวางขายตามท้องตลาด เช่น Isocal® Ensure® Pan-enteral® Genformula® Sustacal® เป็นต้น

2. Nutritionally Incomplete Products

อาหารกลุ่มนี้ประกอบด้วยสารอาหารชนิดเดียวหรือหลายชนิด และจำเป็นต้องให้อาหารชนิดอื่นเข้ามาช่วยเสริมเพื่อให้ผู้ป่วยได้รับอาหารครบถ้วน ตัวอย่างอาหารในกลุ่มนี้ที่มีวางขายตามท้องตลาด เช่น MCT oil เป็นต้น

3. Product For Metabolic Disorders

อาหารชนิดนี้เป็นอาหารที่เตรียมไว้สำหรับเด็กแรกเกิดที่มีความผิดปกติทางเมแทบอลิซึม เช่น Phenylketonuria Cystic fibrosis เป็นต้น ซึ่งจะมีเฉพาะสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของเด็กกลุ่มนี้

4. Oral Rehydration Solutions

เป็นผลิตภัณฑ์ที่ประกอบด้วยน้ำ เด็กซ์โทส (dextrose) และแร่ธาตุต่างๆ เช่น โซเดียม (sodium) คลอไรด์ (chloride) โพแทสเซียม (potassium) ซิเตรต (citrate) ใช้สำหรับทดแทนน้ำและแร่ธาตุที่สูญเสียไปจากร่างกาย

อาหารทางการแพทย์อาจผลิตออกมาได้หลายรูปแบบ เช่น ของเหลว ผงแห้ง ของแข็ง หรือกึ่งแข็ง ได้มีการศึกษาพัฒนาอาหารทางการแพทย์ในรูปแบบอาหารหวานชนิดแช่แข็งเพื่อเป็นทางเลือกใหม่ให้แก่ผู้ป่วยหรือบุคคลทั่วไป เช่น ไอศกรีมบัวบก ไอศกรีมว่านหางจระเข้ ไอศกรีมเชอร์เบทจากน้ำสมุนไพร ไอศกรีมรสสมุนไพรชนิดผง ไอศกรีมสูตรลดพลังงานโดยใช้เพคทินเป็นสารทดแทนไขมันร่วมกับการใช้สารให้ความหวาน ไอศกรีมโยเกิร์ตชนิดไขมันต่ำเส้นใยสูงโดยการผสมเส้นใยจากฝรั่ง (เฉลิมศรี สถิรสุทธิพงศ์ และสุฏา ลิ่มวงศ์สุวรรณ, 2543; รัชนก เรียบร้อย และวัชรี ประดิษฐ์วิทยา, 2540; สมจิตร เรือนอนุกูล และสุพัตรา ศิริสูตร, 2542; สมชัย คูห์วัฒนศิลป์ และสมศักดิ์ วงศ์ภูมิชัย, 2539; สานุช คชภักดี, 2539; สุขศิริ โตกระแสร์, 2538) เป็นต้น

ไอศกรีม (Ice cream)

ไอศกรีมเป็นอาหารหวานชนิดแช่แข็งซึ่งประกอบด้วย ไขมัน(fat) ธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนย (nonfat milk solid) สารให้ความหวาน ตัวทำอิมัลชัน (emulsifier) สารเพิ่มความคงตัว (stabilizer) สารแต่งสี-กลิ่น เป็นต้น (Arbuckle, 1977; Marshall, Goff และ Hartel, 2003) แบ่งเป็น 5 ชนิด ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 222 พศ. 2544 ดังนี้ คือ

1. ไอศกรีมนม ได้แก่ ไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้นมหรือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนม
2. ไอศกรีมดัดแปลง ได้แก่ ไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้ไขมันชนิดอื่นแทนมันเนยทั้งหมดหรือบางส่วน
3. ไอศกรีมผสม ได้แก่ ไอศกรีมนมหรือไอศกรีมดัดแปลงแล้วแต่กรณี ซึ่งมีผลไม้หรือวัตถุอื่นที่เป็นอาหารเป็นส่วนผสมอยู่ด้วย

4. ไอศกรีมนม ไอศกรีมดัดแปลง หรือไอศกรีมผสม ชนิดเหลว หรือแห้ง หรือผง

5. ไอศกรีมหวานเย็น ได้แก่ ไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้น้ำและน้ำตาล หรืออาจมีวัตถุอื่นที่เป็นอาหารเป็นส่วนผสมอยู่ด้วย

คุณภาพมาตรฐานของไอศกรีม

ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 222 พศ. 2544 ได้กำหนดคุณภาพมาตรฐานของไอศกรีม พอสรุปโดยย่อได้ดังนี้ คือ

1. ไอศกรีมนม ต้องมีมันเนยเป็นส่วนผสมไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของน้ำหนัก และมีธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนยไม่น้อยกว่าร้อยละ 7.5 ของน้ำหนัก

2. ไอศกรีมดัดแปลง ต้องมีไขมันทั้งหมดไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของน้ำหนัก

3. ไอศกรีมผสม ต้องมีมาตรฐานเช่นเดียวกับไอศกรีมนมหรือไอศกรีมดัดแปลงแล้วแต่กรณี ทั้งนี้ไม่นับรวมน้ำหนักของผลไม้หรือวัตถุที่เป็นอาหารอื่นผสมอยู่

4. ไอศกรีมนม ไอศกรีมดัดแปลง ไอศกรีมผสม และไอศกรีมหวานเย็นต้องมีคุณสมบัติดังนี้คือ

4.1. ไม่มีกลิ่นหืน

4.2. ไม่มีวัตถุกันเสีย

4.3. ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลหรือใช้ร่วมกับน้ำตาล นอกจากการใช้น้ำตาลได้โดยให้ใช้วัตถุให้ความหวานแทนน้ำตาลได้ตามมาตรฐานอาหาร เอฟ เอ โอ/ ดับบลิว เอช โอ โคเด็กซ์ (Joint FAO/WHO Codex) ที่ว่าด้วยเรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร

4.4. มีแบคทีเรียได้ไม่เกิน 600,000 ในอาหาร 1 กรัม

4.5. ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด อี. โคไล (*Escherichia coli*) ในอาหาร 0.01 กรัม

4.6. ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

4.7. ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

องค์ประกอบของไอศกรีม (Arbuckle, 1977; Marshall และคณะ, 2003) แสดงในตารางที่ 1

1. ไขมันนม หรือ ไขมันพืช (milk fat or vegetable fat)

แหล่งของไขมันนม และไขมันพืช ได้แก่ ครีมเนย ไขมันเนย น้ำมันมะพร้าว หรือกะทิ เป็นต้น มีหน้าที่สร้างความรู้สึกนุ่มนวล รสชาติมันและให้เนื้อสัมผัสที่เนียนนุ่ม อีกทั้งไขมันยังเข้า

ไปเคลือบในปากทำให้มีความรู้สึกลื่นลิ้น หากใช้ในปริมาณมากเกินไปจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีราคาแพง ให้พลังงานสูง รวมถึงต่อต้านการขึ้นฟู

2. ธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนย (milk solid not fat; MSNF)

ธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนย หมายถึง องค์ประกอบต่างๆในน้ำนมซึ่งไม่รวมไขมันและความชื้น มีหน้าที่เพิ่มเนื้อให้แก่ไอศกรีม ช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัส กลิ่น รส และรูปร่างให้แก่ผลิตภัณฑ์ เป็นแหล่งของสารอาหารต่างๆ และช่วยให้มีอัตราการขึ้นฟูที่ดี หากใช้ในปริมาณมากเกินไปจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อทราย(sandiness) ซึ่งเกิดจากการตกผลึกของน้ำตาลแลคโตส

3. สารให้ความหวาน (sweetener)

สารให้ความหวาน ได้แก่ น้ำตาลทราย น้ำตาลข้าวโพด น้ำผึ้ง หรือสารให้ความหวานอื่นๆ เช่น ซอร์บิทอล แอสปาแทม เป็นต้น ทำหน้าที่ให้ความหวานและช่วยลดจุดเยือกแข็งของส่วนผสมให้ลดต่ำลง จึงช่วยปรับปรุงคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัส ตลอดจนช่วยเพิ่มรสชาติให้กับผลิตภัณฑ์ หากใช้ในปริมาณที่มากเกินไปจะทำให้ไอศกรีมหวานจัด และทำให้ใช้เวลาในการปั่นไอศกรีมนาน

4. ตัวทำอิมัลชัน (emulsifier)

ตัวทำอิมัลชัน ได้แก่ ไข่แดง เลซิติน โมโนและไดกลีเซอไรด์ (mono- and di-glyceride) มีหน้าที่ทำให้ไอศกรีมที่ได้มีลักษณะแห้ง คงรูปได้ดี ขึ้นฟูได้ดี เนื้อเนียน ไอศกรีมละลายช้า ควบคุมการเพิ่มขนาดของเกล็ดน้ำแข็งระหว่างการเก็บ เพิ่มความคงตัวของอนุภาคไขมัน หากใช้ในปริมาณที่มากเกินไปจะทำให้เนื้อไอศกรีมแน่น และทำให้ต้องใช้เวลาในการทำให้ขึ้นฟูนานขึ้น

5. สารเพิ่มความคงตัว (stabilizer)

สารเพิ่มความคงตัว ได้แก่ กัวส์กัม (guar gum) เพคทิน (pectin) คาราจีแนน (carragenan) เจละติน (gelatin) เป็นต้น มีหน้าที่ช่วยเพิ่มความหนืดของส่วนผสม ช่วยให้เนื้อสัมผัสเนียนละเอียดขึ้นขณะรับประทาน ช่วยเพิ่มความคงตัวของฟองอากาศในผลิตภัณฑ์ ทำให้ไอศกรีมละลายช้าลง และช่วยให้มีการแขวนลอยของอนุภาคของสารแต่งกลิ่น รสที่ดี หากใช้ในปริมาณที่มากเกินไปจะทำให้เนื้อไอศกรีมแน่นและเหนียวหนืบ (chewiness)

6. สารปรุงแต่งอื่นๆ

สารปรุงแต่งอื่นๆ ได้แก่ สารปรุงแต่งสี กลิ่น และรส หรืออาจเติมผลไม้ หรือ ถั่วต่างๆ โดยทั่วไปจะเติมสีและกลิ่นเพื่อให้เข้ากับรสของไอศกรีมนั้นๆ ทำให้ไอศกรีมเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคมากขึ้น

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของไอศกรีม (Arbuckle, 1977; Marshall และคณะ, 2003)

ส่วนประกอบของไอศกรีม	หน้าที่ในสูตรตำรับ	ตัวอย่าง
ไขมัน	1. ปรับปรุงกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ 2. ให้ความรู้สึกลื่นลิ้น 3. ให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนียนนุ่ม	ไขมันนม เนย ครีมแช่แข็ง นมข้นจืด เป็นต้น
ส่วนประกอบที่ไม่ใช่ไขมันในนม (milk solid not fat; MSNF)	1. ปรับปรุงเนื้อสัมผัส 2. ช่วยให้มีอัตราการขึ้นฟูที่ดี	นมสด หรือ นมผงพร่องมันเนยโปรตีนเวย์ เป็นต้น
สารให้ความหวาน	1. ลดจุดเยือกแข็ง 2. ปรับปรุงกลิ่น รส เนื้อสัมผัส 3. เพิ่มความหนืดและปริมาณของแข็งโดยรวม	น้ำตาลทราย น้ำผึ้ง สารให้ความหวานที่ได้จากข้าวโพด (corn sweetener) น้ำตาลเคี่ยวและน้ำตาลเมเปิ้ล(brown and maple sugars) sugar alcohols และ สารให้ความหวานที่ไม่ให้สารอาหาร (nonnutritive sweeteners)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของไอศกรีม(ต่อ) (Arbuckle, 1977; Marshall และคณะ, 2003)

ส่วนประกอบของไอศกรีม	หน้าที่ในสูตรตำรับ	ตัวอย่าง
ตัวทำอิมัลชัน (emulsifier)	1. ควบคุมการเพิ่มขนาดของเกล็ดน้ำแข็งระหว่างการเก็บ 2. ผลิตภัณฑ์ละลายช้า 3. ให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนียนเรียบ 4. เพิ่มความคงตัวของอนุภาคไขมัน 5. ลดขนาดของฟองอากาศและกระจายตัวดีในเนื้อผลิตภัณฑ์	โมโนและไดกลีเซอร์ไรด์ (mono- and di-glyceride) เลซิติน (lecithin) ซอร์บิแทน (sorbitan) เป็นต้น
สารเพิ่มความคงตัว (stabilizer)	1. เพิ่มความหนืดของส่วนผสม 2. ช่วยด้านการแขวนลอยของอนุภาคของสารแต่งกลิ่น รส 3. ผลิตภัณฑ์ละลายช้า 4. ให้เนื้อสัมผัสเนียนเรียบขณะรับประทาน	เจละติน (gelatin) กัมส์ (gums) เพคทิน (pectins) อัลจิเนท (alginates) คาราจีแนน (carrageenan) คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (carboxymethylcellulose) เป็นต้น

ข้อบกพร่องที่พบในไอศกรีม (Arbuckle, 1977; Marshall และคณะ, 2003)

ข้อบกพร่องที่พบในไอศกรีม แบ่งเป็น 3 แบบใหญ่ๆ ได้แก่

1. ข้อบกพร่องในด้านกลิ่นและรส (flavor defects) เกิดจาก

1.1. การใช้น้ำนมที่มีคุณภาพต่ำซึ่งมีกลิ่นรสผิดปกติ เช่น กลิ่นหืน (oxidized flavor) กลิ่นนมที่ได้รับความร้อนสูง (cooked flavor) หรือเกิดจากความไม่สะอาดของน้ำนม เป็นต้น

1.2. การใช้สารให้ความหวานมากหรือน้อยเกินไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.3. การใช้สารปรุงแต่งรสมาก หรือน้อยเกินไป หรือใช้ชนิดที่มีกลิ่นแปลกไม่ตรงกับลักษณะของไอศกรีมที่ผลิต

1.4. ภาชนะที่ใช้บรรจุ อาจมีกลิ่นเหม็นอับ มีผลให้ไอศกรีมที่ผลิตนั้นไม่น่ารับประทาน

2. ข้อบกพร่องในด้านลักษณะรูปร่าง (body defects)

2.1. Crumbly

เป็นไอศกรีมที่มีลักษณะร่วนไม่รวมตัวเป็นก้อน อาจมีสาเหตุมาจากการมีปริมาณของแข็งทั้งหมดต่ำเกินไป การใช้สารคงตัวน้อยเกินไป ไอศกรีมที่ได้มีความฟูมากเกินไป

2.2. Gummy

เป็นไอศกรีมที่มีลักษณะเหนียวหนืบอาจมีสาเหตุมาจากการมีปริมาณของแข็งทั้งหมดสูงมากเกินไปโดยเฉพาะที่ได้จากสารให้ความหวาน การใช้สารคงตัวมากเกินไป ไอศกรีมที่ได้มีความฟูน้อยเกินไป

2.3. Shrinkage

เป็นไอศกรีมที่มีการสูญเสียฟองอากาศออกจากเนื้อผลิตภัณฑ์ทำให้เกิดการยุบหรือหดตัว อาจมีสาเหตุมาจากมีปริมาณอากาศในเนื้อผลิตภัณฑ์มากเกินไป การแกว่งของอุณหภูมิ การเปลี่ยนแปลงความดันขณะขนส่ง

2.4. Heavy

เป็นไอศกรีมที่มีลักษณะเปียกแฉะ อาจมีสาเหตุมาจากการมีปริมาณของแข็งทั้งหมดสูงมากเกินไป การใช้สารคงตัวมากเกินไป ไอศกรีมที่ได้มีความฟูน้อยเกินไป

2.5. Weak

เป็นไอศกรีมที่มีลักษณะขาดความแน่น (firmness) ละลายเร็ว หลังจากละลายผลิตภัณฑ์มีความหนืดต่ำทำให้ขาดความรู้สึกในการรับประทานผลิตภัณฑ์นั้น

3. ข้อบกพร่องในด้านเนื้อสัมผัส (texture defects)

3.1. Fluffy

เป็นไอศกรีมที่มีลักษณะโครงสร้างเบาเนื่องจากมีปริมาณอากาศในเนื้อผลิตภัณฑ์มากเกินไป

3.2. Coarseness or Iceness

เป็นไอศกรีมที่มีผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่ หรือขนาดไม่เท่ากัน หรือมีฟองอากาศขนาดใหญ่ เนื่องจากมีการใช้สารคงตัวน้อยเกินไป เวลาที่ทำให้แข็งนาน จุดเยือกแข็งต่ำ มีการแกว่งของอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บ

3.3. Sandiness

เป็นไอศกรีมที่มีเนื้อหยาบคล้ายเม็ดทราย เวลารับประทานจะรู้สึกสากลิ้นเนื่องจากการตกผลึกของน้ำตาลแลคโตส มีปริมาณของแข็งทั้งหมดสูง

3.4. Buttery

เป็นไอศกรีมที่มีเนื้อมันมากเกินไป (greasy mouthfeel) เนื่องจากใช้เวลาการโฮโมจีไนส์สั้นเกินไป มีปริมาณไขมันมากเกินไป หรือใช้สารคงตัวมากเกินไป

ไอศกรีมเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่นิยมบริโภคของบุคคลทั่วไปเนื่องจากกรรมวิธีการผลิตไม่ยุ่งยากแต่เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไขมันและน้ำตาลสูง จึงทำให้อาหารชนิดนี้เป็นข้อจำกัดสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมระดับน้ำตาลและไขมันในเลือด ได้แก่ ผู้ป่วยเบาหวาน ผู้ที่มีภาวะไขมันในเลือดสูง เป็นต้น

ใยอาหาร (Dietary fiber)

ใยอาหาร หมายถึง ส่วนของพืช ผัก ผลไม้ ที่รับประทานได้แต่ไม่สามารถถูกย่อยโดยน้ำย่อยในระบบการย่อยอาหารของมนุษย์ แต่อาจถูกย่อยโดยแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ได้เป็นกรดไขมันสายสั้นๆ ได้แก่ กรดอะซิติก (acetic acid) กรดบิวไทริก (butyric acid) และกรดโพรพิโอนิก (propionic acid)

ประเภทของใยอาหาร

ใยอาหารแบ่งตามความสามารถในการละลายน้ำได้เป็น 2 ประเภท คือ ใยอาหารชนิดละลายน้ำ (soluble fiber) ได้แก่ กัมส์ (gums) เพคติน (pectins) และมิวซิเลจ (mucilage) และใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำ (insoluble fiber) ได้แก่ เซลลูโลส (cellulose) เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) และลิกนิน (lignin) (สุขศิริ โตกระแสร์, 2538; American Dietetic Association,

2002; Bastin, 2004; Nuttall, 1993) โดย American Dietetic Association ได้กำหนดปริมาณอาหารที่ควรได้รับในแต่ละวันประมาณ 20-35 กรัม (The American Dietetic Association, 2002)

ใยอาหารกับโรคหัวใจและหลอดเลือด

เส้นใยอาหารไม่ได้ป้องกันการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดโดยตรง แต่สามารถช่วยลดระดับคอเลสเทอรอลในเลือดลงได้โดยเฉพาะแอลดีแอลคอเลสเทอรอล (LDL-cholesterol) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะใยอาหารจับกับกรดน้ำดี (bile acids) ทำให้น้ำดีไม่ถูกดูดซึมกลับเป็นผลให้คอเลสเทอรอลที่เป็นส่วนประกอบของน้ำดีถูกขับออกมาทางอุจจาระ และกรดไขมันสายสั้นๆ ได้แก่ กรดบิวไทริก (butyric acid) และกรดโพรพิโอนิก (propionic acid) ที่ได้จากการย่อยโดยแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่สามารถยับยั้งการสังเคราะห์คอเลสเทอรอล ส่วนเส้นใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำจะไม่มีผลต่อระดับคอเลสเทอรอลในเลือด (The American Dietetic Association, 2002)

ใยอาหารกับโรคเบาหวาน

เส้นใยอาหารมีคุณสมบัติในการลดระดับน้ำตาลในเลือดโดยใยอาหารจะมีการอุ้มน้ำพองตัวและมีลักษณะเป็นเจลจึงทำให้สารอาหารในลำไส้เล็กมีความหนืดสูง ทำให้การย่อยและดูดซึมของกลูโคสทางลำไส้เล็กช้าลงรวมทั้งทำให้การตอบสนองต่ออินซูลินดีขึ้น (The American Dietetic Association, 2002) การศึกษาของ Chandalia และคณะ (2000) พบว่าผู้ป่วยเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลินที่ได้รับอาหารที่มีปริมาณเส้นใยอาหารจำนวน 24 กรัม ประกอบด้วยเส้นใยอาหารชนิดละลายน้ำ 8 กรัมและเส้นใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำ 16 กรัม และอาหารที่มีเส้นใยอาหารจำนวน 50 กรัม ประกอบด้วยเส้นใยอาหารชนิดละลายน้ำ 25 กรัมและเส้นใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำ 25 กรัม สามารถควบคุมระดับน้ำตาลและอินซูลินในเลือดได้ดีและมีระดับไขมันในเลือดลดลง อีกทั้งยังพบว่าอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตสูงถ้ามีเส้นใยอาหารเป็นองค์ประกอบ และอาหารที่มีเส้นใยอาหารสูงจะสามารถทำให้ภาวะระดับน้ำตาลและไขมันในเลือดต่ำลงได้ (Bukar, Mezitis และ Saitas, 1990; Riccardi และคณะ, 1984)

ใยอาหารกับมะเร็ง

เส้นใยอาหารมีส่วนช่วยในการป้องกันมะเร็งลำไส้ใหญ่ เนื่องจากอาหารจับกับกรดน้ำดี (bile acids) และสารก่อมะเร็งอื่นๆ ทำให้ลดความเข้มข้น ลดโอกาสของสารก่อมะเร็งที่จะสัมผัสกับ

ผนังลำไส้ และช่วยลดเวลาที่กากอาหารจะพักอยู่ในกระเพาะอาหารและลำไส้ ทำให้สารก่อมะเร็งถูกดูดซึมลดลง (The American Dietetic Association, 2002)

ใยอาหารกับการควบคุมน้ำหนัก

การรับประทานอาหารที่มีเส้นใยอาหารสูงมักใช้เวลาในการเคี้ยวนาน ทำให้รับประทานอาหารได้น้อย รู้สึกอิ่มเร็ว และมีพลังงานต่ำ (The American Dietetic Association, 2002) การรับประทานอาหารที่มีการเติมเส้นใยอาหารวันละ 14 กรัม จะลดพลังงานจากอาหารลงร้อยละ 10 และน้ำหนักตัวลดลง 1.9 กิโลกรัม ภายในเวลา 4 เดือน (Howarth, Saltzman และ Roberts, 2001)

ใยอาหารกับโรคท้องผูก

ใยอาหารมีคุณสมบัติอุ้มน้ำทำให้อุจจาระอ่อนตัว ไม่แข็ง มีคุณสมบัติพองตัวในลำไส้ทำให้เพิ่มปริมาณอุจจาระ และมีคุณสมบัติในการเพิ่มการบีบตัวของลำไส้ทำให้ลดระยะเวลาที่อุจจาระค้างอยู่ในลำไส้จึงช่วยลดอาการท้องผูกได้อย่างดี (The American Dietetic Association, 2002)

เส้นใยอาหารพบได้ในอาหารหลายชนิด เช่น ผัก ผลไม้ เมล็ดธัญพืช และพืชตระกูลถั่ว (American Dietetic Association, 2002) พืชตระกูลถั่วจัดเป็นอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และใยอาหารสูง ไขมันต่ำ โดยกัวกัมส์เป็นคาร์โบไฮเดรตที่ได้จากถั่วที่ให้ผลในการควบคุมน้ำตาลได้ดีกว่าเพคติน และรำข้าว จึงเหมาะสำหรับนำมาเป็นส่วนประกอบอาหารสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมระดับน้ำตาลและไขมันในเลือด (Bravo และ คณะ, 1999; Bukar และคณะ, 1990; Sathe, 1996)

ถั่วเขียว

ถั่วเขียวเป็นพืชตระกูลถั่ว (*Vigna radiata* L. Wilzek หรือ *Phaseolus aureus* Roxb.) จัดอยู่ในวงศ์ Leguminosae และมีชื่อทั่วไปหลายชื่อ เช่น Green gram Mungbean Golden gram Oregon pea และ Chickasano pea เป็นต้น (Akpapunam, 1996) พบมากในประเทศแถบเอเชียรวมถึงประเทศไทย ในประเทศไทยแบ่งถั่วเขียวตามลักษณะของเมล็ดและสีของเปลือกถั่วได้ 4 สายพันธุ์ (วีรวิชญ์ พลายงาม, 2536) ดังนี้

1. ถั่วเขียวธรรมดา หรือ ถั่วเขียวเมล็ดด้าน (*Vigna radiata* L. Wilzek) นิยมใช้ทำวุ้นเส้น เพาะเป็นถั่วงอก และส่งออกจำหน่ายต่างประเทศ

2. ถั่วเขียวสีทอง หรือ ถั่วทอง (*Phaseolus aureus* Roxb.) มีเมล็ดสีเหลืองทอง เนื้อข้างในเป็นสีเหลือง นิยมใช้ทำขนมต่างๆ

3. ถั่วเขียวมันเมล็ดใหญ่ (*Vigna typica*) มีเมล็ดที่เป็นมันและมีขนาดใหญ่กว่าพันธุ์อื่นๆ

4. ถั่วเขียวผิวดำ (*Vigna grandis*) เป็นพันธุ์ที่มีเมล็ดเป็นสีดำ

ถั่วเขียวใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารคาวและอาหารหวาน ทั้งในรูปเมล็ดแห้งและผลิตภัณฑ์แปรรูปชนิดต่างๆ เช่น ถั่วเขียวต้มน้ำตาล เต้าส่วน ขนมเมล็ดขนุน ถั่วแปบ ลูกชุบ อาหารที่ใช้วุ้นเส้นเป็นส่วนประกอบ อาหารที่ใช้ถั่วงอกเป็นส่วนประกอบ เป็นต้น อีกทั้งยังใช้ถั่วเขียวในอาหารเพื่อสุขภาพ เช่น อาหารทางการแพทย์ชนิดผงสูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเขียว (วรรณี วรวัฒนชัย , 2537; วีรวิชญ์ พลายงาม, 2536) คุกกี้พีนัทบัตเตอร์ที่ใช้แป้งถั่วเขียว (Mungbean paste) เป็นสารทดแทนไขมัน (Adair, Knight และ Gates, 2001) เป็นต้น

ถั่วเขียวเป็นอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรต ใยอาหารและโปรตีนสูง ไขมันต่ำ ประกอบด้วยความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และ เถ้าร้อยละ 10.2 21.7 1.5 62.7 และ 3.9 ตามลำดับ ให้พลังงาน 351 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม และมีเส้นใยอาหารร้อยละ 26.1 (Puwastien และคณะ, 1999) โดยคุณค่าทางโภชนาการของถั่วเขียวเมล็ดแห้งและส่วนประกอบของแป้งจากถั่วเขียวแสดงในตารางที่ 2 และ 3 ตามลำดับ (Sathe, 1996; Bravo และ คณะ, 1999)

ตารางที่ 2 องค์ประกอบของถั่วเขียวเมล็ดแห้ง (กรัมต่อ100 กรัมของเมล็ดแห้ง)

องค์ประกอบของถั่วเขียวเมล็ดแห้ง	Sathe, 1996	Bravo และ คณะ, 1999
Fat	1.2	0.71±0.04
Protein	22.9	24.5±0.17
Carbohydrate	61.8	61.9
Dietary Fiber	-	20.49±0.12
Crude Fiber	4.4	-
Ash	3.5	3.45±0.03
Polyphenol	-	2.25±0.06
Klason lignin	-	4.40±0.35

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 องค์ประกอบของแป้งจากถั่วเขียวเมล็ดแห้ง (Bravo และ คณะ, 1999)

องค์ประกอบของแป้งจากถั่วเขียวเมล็ดแห้ง	ปริมาณ (กรัม ต่อ 100 กรัมของเมล็ดแห้ง)
Total starch	39.9±0.70
Digestible starch (% of Total starch)	35.7 (90)
Resistant starch	4.18±0.11
IDF-RS	1.60±0.06

(IDF-RS; Resistant starch associated to insoluble dietary fiber)

ถึงแม้ว่าถั่วเขียว เป็นแหล่งของอาหารโปรตีนแต่มี limiting amino acid คือ เมทไธโอนีน (methionine) และ ซีสทีน (cystine) และควรระวังสารต้านคุณค่าทางโภชนาการ (antinutritional factors) ดังตารางที่ 4 การรับประทานถั่วเขียวอาจมีอาการท้องอืด อาหารไม่ย่อยได้เนื่องจากองค์ประกอบบางตัว เช่น resistant starch insoluble dietary fiber raffinose stachyose และ verbascose เป็นต้น (Sathe, 1996; Bravo และ คณะ, 1999)

ตารางที่ 4 ปริมาณสารต้านคุณค่าทางโภชนาการ (antinutritional factors) ของถั่วเขียวเมล็ดแห้ง (Sathe, 1996)

Antinutritional factors	ปริมาณ
Trypsin inhibitor (U/g)	0.64
Chymotrypsin inhibitor (U/g)	0.00
Subtilisin inhibitor (U/g)	0.35
Tannins (mg/100g)	437-799
Phytate (g/100g)	0.67-1.10

(U; Unit. 1 unit of inhibitory activity was defined as the amount of inhibitor that could inhibit 1 mg enzyme)

ถั่วเขียวกับโรคเบาหวาน

ในผู้ป่วยเบาหวานจุดมุ่งหมายหลักในการรักษา คือ การควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้ใกล้เคียงปกติ ซึ่งระดับน้ำตาลในเลือดนี้จะสัมพันธ์กับอาหารคาร์โบไฮเดรตที่ได้รับอาหาร

คาร์โบไฮเดรตจะมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำตาลในเลือดมากน้อยเพียงใด ขึ้นกับส่วนประกอบต่างๆ วิธีการปรุงอาหาร อัตราเร็วในการย่อยและการดูดซึมอาหารพวกคาร์โบไฮเดรต เป็นต้น

จากการศึกษาของ Kabir และคณะ (1998) พบว่าแป้งถั่วเขียวมีปริมาณอะมัยโลส (amylose) และ resistant starch สูงกว่าแป้งข้าวโพด อีกทั้งยังพบว่าการรับประทานแป้งถั่วเขียวในอาสาสมัครที่มีสุขภาพดีจะมีการดูดซึมกลูโคสได้น้อยกว่าการรับประทานแป้งข้าวโพด (Lang และคณะ, 1999)

จากการศึกษาของ Bornet และคณะ (1989) พบว่าการนำแป้งไปผ่านการปรุงอาหารด้วยวิธีต่างๆ เช่น การทำให้เกิดเจลจะทำให้แป้งถูกย่อยโดยเอนไซม์ α-amylase ได้มากกว่าแป้งที่ไม่ผ่านการปรุงอาหารและการรับประทานแป้งถั่วเขียวที่ผ่านการปรุงอาหารทำให้ระดับน้ำตาลและอินซูลินในเลือดเพิ่มขึ้นน้อยกว่าแป้งข้าวโพด แป้งข้าวสาลีและแป้งมันสำปะหลัง

จากการศึกษาวิจัยของ Visavajarn (2000) พบว่าผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะไขมันในเลือดสูงสามารถรับประทานตะโก้ที่ทำจากแป้งถั่วเขียวซึ่งประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต 20 กรัม โดยไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลในเลือด ไขมัน และความหนืดของเลือด โดยเฉพาะไตรกลีเซอไรด์ในเลือดซึ่งมีการเพิ่มขึ้น แต่ระดับที่เพิ่มขึ้นน้อยกว่าการรับประทานตะโก้ที่ทำจากแป้งข้าวเจ้าอย่างมีนัยสำคัญ แต่การรับประทานขนมดังกล่าวในปริมาณมากกว่านี้ทำให้ระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และจากการศึกษาของ Komindr และคณะ (2001) พบว่า เมื่อให้ผู้ป่วยเบาหวานรับประทานอาหารที่มีการกระจายพลังงานของโปรตีน:ไขมัน:คาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 12:30:58 และใช้วุ้นเส้นซึ่งมีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ เป็นแหล่งอาหารคาร์โบไฮเดรต ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือด ปัสสาวะ และ HbA1 ต่ำกว่าการรับประทานอาหารซึ่งมีแหล่งของคาร์โบไฮเดรตเป็นข้าวและข้าวเหนียว

การรับประทานถั่วเขียวจึงมีผลช่วยในการควบคุมระดับน้ำตาลและอินซูลินในเลือด ดังนั้นจึงเหมาะที่จะใช้เป็นแหล่งอาหารคาร์โบไฮเดรตในผู้ป่วยเบาหวาน เพื่อรักษาและป้องกันไม่ให้เกิดโรคแทรกซ้อน