บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โรคอ้วนเกิดจากการที่ร่างกายมีปริมาณไขมัน (body fat) มากกว่าปกติจนมีผลกระทบต่อสุขภาพ (Allison และ Pi-Sunyer, 1995; วิชัย ตันไพจิตร และ ปรียา ลีฬหกุล, 2541) การวินิจฉัยโรคอ้วนในทางปฏิบัติจะใช้ดัชนีมวลกาย (body mass index : BMI) สำหรับการวินิจฉัยโรคอ้วนทั้งตัวและใช้อัตราส่วนเส้นรอบวงเอวต่อเส้นรอบวงตะโพก (waist over hip circumference ratio: WHR) หรือเส้นรอบวงเอวเพื่อการวินิจฉัยโรคอ้วนลงพุง (วิชัย ตันไพจิตร และ ปรียา ลีฬหกุล, 2541; WHO, 1998) ตามข้อกำหนดขององค์การอนามัยโลก กำหนดให้ผู้ที่มีภาวะอ้วนคือผู้ที่มีค่า BMI มากกว่า 30 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และ/หรือมีอัตราส่วน WHR มากกว่า 0.9 ในผู้ชาย หรือมากกว่า 0.85 ในผู้หญิง (Alberti, 1998) และข้อกำหนดตาม NCEP ATP III (National cholesterol education program adult treatment panel III) กำหนดให้ผู้ที่มีภาวะอ้วนมีค่าเส้นรอบวงเอวมากกว่าหรือเท่ากับ 40 นิ้วในผู้ชาย หรือมากกว่า 35 นิ้วในผู้หญิง (NCEP, 2001)

เพื่อให้สอดคล้องกับข้อเสนอขององค์การอนามัยโลก (WHO, 1995) มีผู้เสนอเกณฑ์ตัดสินโรคอ้วนทั้งตัวโดยดัชนีมวลกายสำหรับคนไทยดังแสดงในตารางที่ 1 เพื่อเป็นแนวทางให้ตระหนักถึงอันตรายต่อสุขภาพตั้งแต่เริ่มเข้าสู่ภาวะอ้วน (Barba และคณะ, 2004)

อุบัติการณ์ของการเกิดโรคอ้วนมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในหลายๆ ประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกาและประเทศอื่นในยุโรปตะวันตก (Flegal และคณะ, 2002) ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศและเป็นปัญหาสุขภาพที่สำคัญในปัจจุบัน ในสหรัฐอเมริกาพบว่าโรคอ้วนเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตอันดับ 2 รองจากการสูบบุหรี่ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจนอาจเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตอันดับ 1 ภายใน 10 ปีข้างหน้า (Ali และคณะ, 2004) ทั้งนี้เนื่องจากโรคอ้วนมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคเรื้อรังหลายชนิด (Ali และคณะ, 2003)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 แนวทางการตัดสินโรคน้ำหนักตัวน้อยและโรคอ้วนในผู้ใหญ่อายุ ≥ 20 ปี สำหรับประชากรไทยโดยใช้ดัชนีมวลกาย (วิชัย ตันไพจิตร, ปรียา ลีฬหกุล และรัตนา พากเพียรกิจวัฒนา, 2542)

ภาวะ	ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/ตารางเมตร)
โรคผอม	
ระดับ 3	< 16.0
ระดับ 2	16.0 – 16.99
ระดับ 1b	17.0 – 18.49
ระดับ 1a	18.5 – 19.99
ปกติ	20.0 – 24.99
โรคอ้วน	
ระดับ 1a	25.0 – 29.99
ระดับ 1b	30.0 – 34.99
ระดับ 2	35.0 – 39.99
ระดับ 3	≥ 40.0

โรคเรื้อรังที่สัมพันธ์กับโรคอ้วน

1. โรคความดันโลหิตสูง คนอ้วนมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคความดันโลหิตสูงมากกว่าคนผอม การศึกษาในสหรัฐอเมริกาพบว่าผู้ใหญ่ที่เป็นโรคน้ำหนักเกินหรืออ้วนมีความชุกของโรคความดันโลหิตสูงมากกว่าผู้ใหญ่ที่มีน้ำหนักตัวปกติ 2.9 เท่า เนื่องจากโรคอ้วนมีความสัมพันธ์กับระดับไหลเวียนของอินซูลินที่เพิ่มสูงขึ้น เพิ่มการคงไว้ของโซเดียมที่ไต ระดับเรนินในพลาสมาสูงขึ้น หรือการเพิ่มการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติก สิ่งต่างๆ เหล่านี้ส่งผลให้ความดันโลหิตสูงขึ้น (Mertens และ Van Gaal., 2000; Ashish และคณะ, 2004)

2. เบาหวาน เป็นที่ทราบอย่างแน่ชัดถึงความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างโรคอ้วนและความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน (non-insulin dependent diabetes mellitus: NIDDM) โดยพบภาวะดื้อต่ออินซูลิน (Insulin resistance) ในผู้ที่มีดัชนีมวลกาย มากกว่า 40 กิโลกรัมต่อตารางเมตร (WHO,1998; Tuomilehto และคณะ, 2001) การศึกษาพบว่าประชากรใน

สหรัฐอเมริกามากกว่าร้อยละ 20 มีภาวะดื้อต่ออินซูลิน และหนึ่งในสี่ของจำนวนประชากรดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะเป็นโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน เนื่องจากเบต้าเซลล์ของตับอ่อนไม่สามารถหลั่งอินซูลินได้เพียงพอในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด (Ford, Giles และ Dietz, 2002)

3. โรคหัวใจและหลอดเลือด และภาวะไขมันในเลือดผิดปกติ คนอ้วนจะมีระดับไตรกลีเซอไรด์ ไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นต่ำ (Low density lipoprotein: LDL) ในเลือดสูง แต่ระดับไลโปโปรตีนชนิดความหนาแน่นสูง (High density lipoprotein: HDL) ในเลือดต่ำ ความผิดปกติดังกล่าวมักพบในคนอ้วนที่มีการสะสมไขมันในช่องท้องมากหรืออ้วนลงพุง (Daniels และคณะ, 1995; Bertsias และคณะ, 2003) ระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดสูงกว่า 150 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ร่วมกับการมีระดับ HDL ต่ำกว่า 40 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร จะเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด (Hokansan และ Austin,1996; Ann, 2004)

4. โรคข้อเสื่อม (Osteoarthritis) โรคอ้วนเป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญของการเกิดโรคข้อเสื่อม โดยเฉพาะบริเวณสะโพกและข้อมือ ทั้งนี้อาจเกิดจากการเพิ่มแรงกดที่ข้อร่วมกับปัจจัยอื่นๆ (Kevin, 2002)

5. โรคทางเดินหายใจ อันตรายของโรคอ้วนต่อการหายใจเกิดจากการมีผลกระทบต่อกลไกในการทำหน้าที่ของกล้ามเนื้อหายใจ ปริมาตรปอด การแลกเปลี่ยนก๊าซที่ปอด การหายใจผิดปกติขณะหลับ รวมถึงการหยุดหายใจขณะหลับ (sleep apnea) ในคนอ้วนที่มีระดับความรุนแรงปานกลางถึงมาก (Gami, Caples และ Somers, 2003)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประโยชน์จากการลดน้ำหนัก

สถาบันสุขภาพแห่งสหรัฐอเมริกา (National Institute of Health: NIH) แนะนำให้ผู้ป่วยที่มีค่า BMI มากกว่า 30 หรือ BMI มากกว่า 25 ร่วมกับการมีปัจจัยเสี่ยงตั้งแต่ 2 ชนิด ขึ้นไป เช่น ความดันโลหิตสูง สูบบุหรี่ ไขมันในเลือดสูง ควรลดน้ำหนักตัว (NIH, 2004) เนื่องจากการลดน้ำหนักจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมระดับน้ำตาล ลดความผิดปกติของภาวะความทนต่อกลูโคส (impaired glucose tolerance) (Williams และ Kelley, 2000) ส่งผลให้มีความไวต่ออินซูลินเพิ่มขึ้น จึงลดอุบัติการณ์การเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 (Knowler และคณะ, 2002) นอกจากนี้ยังพบว่าการลดน้ำหนักตัวลงร้อยละ 5 – 10 จะส่งผลดีต่อ ความดันโลหิต ระดับไขมันในเลือด ภาวะซึมเศร้าและความผิดปกติทางจิตใจอันเกิดจากโรคอ้วน(Gerald, 2003; Yanouski, 2002) ตัวอย่างการศึกษาในประชากรอ้วน 185 ราย พบว่าการลดน้ำหนักตัวลงเฉลี่ยร้อยละ 6.5 มีผลให้ความดันโลหิต ระดับไตรกลีเซอไรด์และปริมาณคอเลสเตอรอลทั้งหมด (Total cholesterol) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Case และคณะ, 2002)

การป้องกันและการบำบัดโรคอ้วน

การป้องกันและการบำบัดโรคอ้วนต้องกระทำควบคู่กันไป จึงจะสามารถลดปัญหาโรคอ้วนได้ดี หลักการสำคัญคือการลดน้ำหนัก การรักษาระดับน้ำหนักที่ลดลงมาได้ในระยะยาว และการป้องกันน้ำหนักตัวเพิ่ม (Pi-sunyer, 1998)

1. การควบคุมอาหาร

เป้าหมายหลักในการลดน้ำหนัก ควรลดน้ำหนักอย่างน้อยร้อยละ 10 ของน้ำหนักเริ่มต้นภายในเวลา 6 เดือน หรือสัปดาห์ละ 0.5–1 กิโลกรัม โดยการลดพลังงานที่ได้รับจากอาหารวันละ 500 – 1000 กิโลแคลอรี แต่ไม่ควรได้รับพลังงานรวมต่ำกว่าวันละ 800 กิโลแคลอรี เพื่อป้องกันการเกิดภาวะขาดอาหารและป้องกันการสูญเสียกล้ามเนื้อ (Smolin และ Grosvenor, 1997; NIH, 2000) การศึกษาในสตรีวัยกลางคนที่ได้รับพลังงานจากอาหารวันละ 1200 กิโลแคลอรี เป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่ามีน้ำหนักลดลงเฉลี่ยร้อยละ 10.7 จากน้ำหนักเริ่มต้น (Gallagher และคณะ, 2000) ผลิตภัณฑ์อาหารที่ใช้ในการควบคุมน้ำหนัก มีอยู่ด้วยกันหลายประเภท ได้แก่

1.1 อาหารที่มีพลังงานต่ำ (Low calorie diets) ให้พลังงาน 800 – 1200 กิโลแคลอรี โดยเป็นพลังงานจากโปรตีนร้อยละ 25-50 ไขมันไม่มากกว่าร้อยละ 30 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 20-45 และเส้นใยอาหาร 10-30 กรัม (Scientific committee for food [SCF], 2002)

1.2 อาหารที่มีพลังงานต่ำมาก (Very low calories diets) ให้พลังงาน 400–800 กิโลแคลอรี โดยมีสัดส่วนพลังงานจากโปรตีน: ไขมัน: คาร์โบไฮเดรต เป็น 25: 10: 65 เช่น Suprederm®, Slimfast® การรับประทานอาหารประเภทนี้สามารถลดน้ำหนักได้รวดเร็วใน 3 เดือน แต่ไม่ได้ผลในระยะยาว ควรใช้อาหารประเภทนี้กรณีที่ต้องการลดน้ำหนักเพื่อการผ่าตัด หรือในผู้ป่วยที่มีดัชนีมวลกายมากกว่า 30 และอยู่ในความดูแลของแพทย์อย่างใกล้ชิด (SCF, 2002)

1.3 อาหารทดแทน (Meal replacement) ใช้ทดแทนการรับประทานอาหารปกติในบางมื้อ มีพลังงาน 200–400 กิโลแคลอรี จากโปรตีนร้อยละ 25-50 ไขมันไม่มากกว่าร้อยละ 30 (SCF, 2002; Abby, 2003)

การบำบัดโรคอ้วนด้วยการควบคุมปริมาณอาหารทำให้น้ำหนักลดได้ในช่วงระยะเวลาสั้นๆ แต่ในระยะยาวมักจะไม่ได้ผล โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้อาหารเป็นวิธีการรักษาอย่างเดียว การลดน้ำหนักให้ได้ผลจึงต้องปรับปรุงพฤติกรรมการบริโภคร่วมกับการออกกำลังกาย (วิชัย ตันไพจิตร, 2542; จุฬาภรณ์ รุ่งพิสุทธิพงษ์, 2003)

2. การออกกำลังกาย

เป็นการเพิ่มการนำพลังงานไปใช้ เมื่อนำมาใช้ควบคู่กับการควบคุมอาหารจะมีประสิทธิภาพในการลดน้ำหนักตัวมากขึ้น การออกกำลังกายในระดับที่เหมาะสมมีส่วนช่วยในการรักษาระดับน้ำหนักตัวให้คงที่ในระยะยาว (Dale, 2003) การใช้พลังงานเพิ่มขึ้นจากการออกกำลังกายเฉลี่ยสัปดาห์ละ 2800–2900 กิโลแคลอรี ช่วยรักษาระดับน้ำหนักคงที่ได้ถึง 1 ปีครึ่ง คือมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นเพียง 0.5 กิโลกรัม (Klem และคณะ, 1997; Jakicic, Winter และ Wing, 1999) ในขณะที่การใช้พลังงานเพิ่มขึ้นจากการออกกำลังกายเพิ่มขึ้นเพียงสัปดาห์ละ 1000 กิโลแคลอรี จะมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น 2 กิโลกรัม เมื่อเวลาผ่านไป 1 ปี (Jeffery และคณะ, 2003)

การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอจะมีผลดีทั้งทางร่างกายและจิตใจ การกระตุ้นให้ร่างกายมีการเคลื่อนไหวระหว่างวันเสมอๆ เช่น การเดินวันละ 1 ชั่วโมง การขึ้นบันไดวันละ 10 นาที การวิ่งเหยาะๆ 20-30 นาที หรือแม้แต่การยืนเพียง 3 ชั่วโมง แทนการนั่งก็จะเพิ่มการเผาผลาญพลังงานจากร้อยละ 20 เป็นร้อยละ 35 ได้ (Anderson และคณะ, 2001; จุฬาภรณ์ รุ่งพิสุทธิพงษ์, 2003)

3. การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม

การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมคือ การปรับปรุงนิสัยในการบริโภค ร่วมกับการปฏิบัติตามคำแนะนำจากบุคลากรทางการแพทย์ที่ดูแลผู้ป่วยอย่างเหมาะสม รวมทั้งครอบครัวและผู้ใกล้ชิดเพื่อให้เกิดความร่วมมือในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสูงสุด ซึ่งจะช่วยให้สามารถควบคุมน้ำหนักได้ในระยะยาว (Mona และ Kathy, 2004) หลักการสำคัญคือ ผู้ป่วยควรมีการพิจารณาพฤติกรรมการรับประทานอาหารของตนเองโดยการบันทึกอาหารที่กินในแต่ละวันเพื่อให้ทราบถึงพลังงานที่ได้รับ ควบคุมชนิดอาหารที่ทำให้อ้วนง่ายเช่น คุกกี้ ช็อกโกแลต รับประทานอาหารชนิดอื่นทดแทนโดยดูตารางอาหารแลกเปลี่ยน ลดปริมาณอาหารที่รับประทานในแต่ละมื้อ และรับประทานอาหารให้ช้าลง (NIH, 2000; Leisha, 2003) การศึกษาในประชากรที่มีความผิดปกติของภาวะความทนต่อกลูโคส เป็นเวลา 6 เดือน พบว่ากลุ่มที่มีการปรับปรุงพฤติกรรมการบริโภคมีน้ำหนักลดลง ร้อยละ 7 และอุบัติการณ์การเกิดเบาหวานชนิดที่ 2 ลดลงร้อยละ 5 (Tuomilehto และคณะ, 2001; Knowler และคณะ, 2002) อย่างไรก็ตามการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสามารถลดน้ำหนักได้ในผู้ป่วยอ้วนระดับต้นถึงปานกลางในระยะสั้น และพบว่าน้ำหนักจะกลับขึ้นไปอีกในระยะ 5 ปี เนื่องจากผู้ป่วยไม่สามารถปรับปรุงพฤติกรรมการกินอาหารให้ต่อเนื่องต่อไปได้ (จุฬาภรณ์ รุ่งพิสุทธิพงษ์, 2003)

4. การใช้ยา

การใช้ยารักษาโรคอ้วน จะใช้ในกรณีที่ผู้ป่วยมี BMI มากกว่า 30 กิโลกรัมต่อตารางเมตร หรือ BMI มากกว่า 25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ที่มีโรคแทรกซ้อนอื่นร่วมด้วย และใช้การควบคุมอาหาร การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การออกกำลังกายไม่ได้ผล (Labib, 2003; วิชัย ตันไพจิตร, 2542) ยาที่ FDA สหรัฐอเมริกาอนุญาตให้ใช้ในปัจจุบันมี 2 ชนิดคือ Sibutramine (Reductil®) ซึ่งออกฤทธิ์ยับยั้งการหลั่งกลับของสาร serotonin, norepinephrine และ dopamine ที่สมองจึงช่วยลดความรู้สึกอยากอาหาร แต่มีผลข้างเคียงสำคัญต่อระบบหัวใจ เช่น ความดันโลหิตสูง หัวใจเต้นผิดจังหวะ อีกชนิดหนึ่งคือ Oristat (Xenical®) เป็นยาที่ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไลเปส จึงช่วยลดการดูดซึมไขมัน แต่มีผลข้างเคียงสำคัญคือ มีไขมันปนในอุจจาระ (oily stools) และอาจทำให้

ร่างกายขาดวิตามินที่ละลายในไขมันได้ นอกเหนือจากยา 2 ชนิดนี้ยังมียาที่อยู่ในระหว่างการพัฒนา ได้แก่ ยาในกลุ่ม peptide YY ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่หลั่งออกมาภายหลังการรับประทานอาหาร โดยอาจพัฒนายาออกมาในรูปแบบของยาฉีดหรือยาพ่นจมูก ช่วยทำให้เกิดความรู้สึกอิ่ม ยาในกลุ่ม GPCR (G-protein coupled receptor) ออกฤทธิ์ที่ศูนย์อิ่มในสมอง ลดความอยากอาหารจึงทำให้น้ำหนักลดลงได้ กลุ่มสุดท้ายได้แก่ยาในกลุ่ม AMPK (adenosine-5-monophosphate activated protein kinase) การกระตุ้นเอนไซม์ชนิดนี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของอินซูลิน ลดปริมาณไขมันที่สะสมในเนื้อเยื่อร่างกาย (Leisha, 2003; Feriza, 2004)

5. การผ่าตัด

เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการรักษาผู้ป่วยโรคอ้วนรุนแรง BMI มากกว่า 40 กิโลกรัมต่อตารางเมตร หรือ BMI มากกว่า 35 ที่มีโรคแทรกซ้อนร่วมด้วย การผ่าตัดแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

5.1 Malabsorption operations เป็นการผ่าตัดที่ทำเพื่อลดปริมาณอาหารที่ถูกย่อยและดูดซึม เป็นวิธีการที่ทำได้ง่าย และเป็นที่นิยม ปัจจุบันยอมรับการผ่าตัดแบบ Roux-en-Y Gastric bypass เป็นวิธีการที่ง่าย ปลอดภัย และดีที่สุด

5.2 Restructive operations เป็นการลดขนาดกระเพาะอาหาร วิธีการที่นิยมและปลอดภัย คือ Vertical-banded gastric plasty (Nguyen และคณะ, 2000; Leisha, 2003)

ผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดมีน้ำหนักส่วนเกินลดลงร้อยละ 64–89 ภายในเวลา 3 ปี บางรายพบว่าลดน้ำหนักได้ 30–40 กิโลกรัม ในเวลา 2 ปี (Hell และคณะ, 2000) อย่างไรก็ตามผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดมีโอกาสเสี่ยงต่อภาวะขาดสารอาหารที่ร่างกายต้องการในปริมาณเล็กน้อย (micronutrients) และควรได้รับอาหารแต่ละมื้อในปริมาณน้อยๆ เพื่อหลีกเลี่ยงอาการคลื่นไส้อาเจียน ท้องเสีย อ่อนเพลีย (dumping syndrome) ที่อาจเกิดขึ้นได้ (Leisha, 2003; จุฬาภรณ์ รุ่งพิสุทธิพงษ์, 2003)

ใยอาหารกับการควบคุมน้ำหนัก

เส้นใยอาหาร (dietary fiber) คือ ส่วนประกอบของผนังเซลล์พืชซึ่งไม่สามารถถูกย่อยสลายได้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (Insoluble fiber) ได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน พบมากในแอปเปิ้ล รำข้าวสาลี ธัญพืชที่ไม่ผ่านการขัดสี ใยอาหารกลุ่มนี้จะช่วยเพิ่มปริมาตรในกระเพาะอาหาร ทำให้เกิดความรู้สึกอิ่ม และเพิ่มมวลอุจจาระ ลดเวลาที่กากอาหารจะพักอยู่ในกระเพาะอาหารและลำไส้ เป็นผลดีต่อการขับถ่าย ป้องกันการเกิดโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่

2. ใยอาหารที่ละลายน้ำ (Soluble fiber) ได้แก่ กัมจากรำข้าวโอ๊ต ข้าวบาร์เลย์ ถั่วเมล็ดแห้ง กลูโคแมนแนนจากหัวหรือรากของบุก เพคตินจากเปลือกผลไม้ตระกูลส้ม อัลจิเนทจากสาหร่าย มิวซิเลจจากเม็ดแมงลัก เส้นใยอาหารเหล่านี้เมื่อเข้าสู่กระเพาะอาหารจะดูดซับน้ำเอาไว้และพองตัวออกมีลักษณะคล้ายวุ้น ช่วยลดอัตราการดูดซึมของสารอาหารบางชนิดที่ได้จากการย่อยอาหาร เช่น น้ำตาล คอเลสเตอรอล (รพีพร ภาโนมัย, 2545; ผกาวดี นารอง, 2543)

คณะกรรมการอาหารและโภชนาการสหรัฐอเมริกา (USFDA) แนะนำให้ชาย/หญิง อายุต่ำกว่า 50 ปี ควรรับประทานเส้นใยอาหารวันละ 38 และ 25 กรัม ส่วนในชาย/หญิง อายุมากกว่า 50 ปี ควรได้รับเส้นใยอาหารวันละ 30 และ 21 กรัม ตามลำดับ (Food and Nutrition Board [FNB], 2002)

การรับประทานอาหารที่มีเส้นใยมากช่วยในการลดน้ำหนักได้ เนื่องจากการรับประทานอาหารที่มีเส้นใยมากมักใช้เวลาในการเคี้ยวนาน ทำให้รับประทานอาหารได้น้อย รู้สึกอิ่มเร็ว และมีพลังงานต่ำ การรับประทานอาหารที่มีการเติมเส้นใยอาหารวันละ 14 กรัม จะลดพลังงานที่ได้รับจากอาหารลงร้อยละ 10 และน้ำหนักตัวลดลง 1.9 กิโลกรัม ภายในเวลา 4 เดือน (Howarth, Saltzman และ Roberts, 2001) การศึกษาผลของการรับประทานอาหารเส้นใยต่อระดับน้ำตาลในเลือดและค่าดัชนีมวลกายของผู้ป่วยเบาหวานไม่พึ่งอินซูลิน พบว่าระดับน้ำตาลในเลือดลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อรับประทานอาหารเส้นใยอย่างสม่ำเสมอเป็นเวลา 3 เดือน (จรูญลักษณ์ เขียววัดจันทร์ และคณะ, 2543)

ปัจจุบันมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ประเภทใยอาหารสูงแคลอรีต่ำ (เพลินใจ ตังคณะกุล, 2538) เช่น การผลิตอาหารเช้าธัญชาติเสริมเส้นใยอาหารจากรำสกัด (ไพโรจน์ นิรันพรพุทธา, 2539) ขนมปังเสริมใยอาหารโดยใช้เปลือกถั่วเหลือง (ธนาพร มหาสุวรรณวงศ์, 2539) การเสริมเมือกแมงลักในบะหมี่สด (สถิระ หิรัญ, 2544)

<u>แมงลัก</u> (*Ocimun canum Sims)*

เป็นพืชล้มลุกที่ขึ้นในเขตร้อน ปลูกได้ทั่วไปในประเทศไทย ทุกส่วนของลำต้นมีกลิ่นหอม ใช้ใบในการปรุงอาหารเพื่อเพิ่มกลิ่นรส ทางสมุนไพรใช้เป็นยาขับลม แก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ (วันจี กฤษณพันธุ์, 2537) เมล็ดพองตัวได้ในน้ำ นิยมใส่ขนมหวาน และยังใช้เป็นยาระบายชนิด bulk forming laxatives ในผู้ป่วยหลังผ่าตัดหรือในคนสูงอายุ และเป็นอาหารที่ช่วยเพิ่มความอิ่ม การศึกษาในผู้ป่วยหญิงอ้วน 22 ราย ที่ได้รับการรักษาด้วยการรับประทานแมงลักสกัดวันละ 4 กรัม เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวลดลง 1.32 กิโลกรัม (วันเพ็ญ มีสมญา, 2538) นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อรับประทานเม็ดแมงลักร่วมกับการปฏิบัติตามคำแนะนำทางโภชนบำบัดจะทำให้ระดับน้ำตาล ระดับคอเลสเตอรอล และระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลินลดลง (มณฑนา ธีรจันทรานนท์, 2539) ประโยชน์เหล่านี้มาจากมิวซิเลจที่มีอยู่ในเม็ดแมงลัก ดังนั้นจึงมีการศึกษาหาแนวทางการผลิตที่เหมาะสมเกี่ยวกับกรรมวิธีการแยกมิวซิเลจจากเม็ดแมงลัก เพื่อให้ได้ร้อยละของผลผลิตสูง มีลักษณะที่ดี เหมาะสมที่จะนำมาใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรมต่อไป (ศศิธร เรืองจักรเพชร และ ปราณี อ่านเปรื่อง, 2545 ก.)

<u>ถั่วเหลือง</u> *(Glycine Max (L.) Merrill)*

ถั่วเหลืองเป็นพืชล้มลุกในตระกูล Leguminosae ลำต้นสูง 0.5–2 เมตร ดอกสีขาวหรือสีม่วงขนาดเล็ก เมล็ดถั่วเหลืองประกอบด้วยเปลือกนอก ต้นอ่อน และใบเลี้ยง ซึ่งเป็นแหล่งสะสมอาหารสำหรับการเจริญของต้นอ่อน จึงมีสารอาหารที่มีประโยชน์สะสมอยู่มาก ส่วนประกอบทางเคมีของถั่วเหลืองและส่วนอื่นๆ ของเมล็ดแสดงในตารางที่ 2 (วันชัย สมชิต, 2526)

ถั่วเหลืองเป็นแหล่งของโปรตีนที่สำคัญ โดยมีอยู่ร้อยละ 30–50 ส่วนใหญ่เป็นโปรตีนกลอบูลิน (globulin) ซึ่งสามารถละลายน้ำได้ มีกรดอะมิโนครบถ้วน แต่มีกรดอะมิโนจำเป็น (Essential amino acid) ได้แก่ซีสทีนและเมทไธโอนีน ในปริมาณจำกัด แสดงปริมาณกรดอะมิโนที่พบในนมถั่วเหลืองเปรียบเทียบกับกรดอะมิโนที่พบในนมวัว ในตารางที่ 3

ไขมันที่พบในถั่วเหลืองมีปริมาณร้อยละ 13–25 ส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันที่มีความจำเป็นต่อร่างกาย (Essential fatty acid) ได้แก่ กรดไลโนเลอิก (linoleic acid) และ กรดไลโนเลนิก (linolenic acid) คาร์โบไฮเดรตในถั่วเหลืองมีอยู่ประมาณร้อยละ 14–35 แบ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตชนิดละลายน้ำ ได้แก่ sucrose raffinose strachyose และคาร์โบไฮเดรตชนิดไม่ละลายน้ำ ได้แก่ arabinose และ arabinolactan นอกจากนี้ถั่วเหลืองยังประกอบด้วยแร่ธาตุที่มีประโยชน์หลายชนิด เช่น โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และ โซเดียม (ศิริพร เนติธนากูล, 2536) เปลือกถั่วเหลืองเป็นแหล่งเส้นใยอาหารธรรมชาติ มีเส้นใยอาหารเป็นส่วนประกอบถึงร้อยละ 50 และเป็นเส้นใยที่ไม่ละลายน้ำ (ตวิษา โลหะนะ และคณะ, 2541)

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบทางเคมีของถั่วเหลืองและส่วนอื่นของเมล็ด

ส่วนของเมล็ด	%โปรตีน	% ไขมัน	%คาร์โบไฮเดรต	% เถ้า
ถั่วเหลืองทั้งเมล็ด (whole bean)	40	21	34	4.9
ใบเลี้ยง (cotyledons)	43	23	29	5.0
เปลือก (Hull)	8.8	1	86	4.3
ต้นอ่อน (Hypocotyl)	41	11	43	4.4

ที่มา: วันชัย สมชิต, 2526

ตารางที่ 3 ปริมาณกรดอะมิโนจำเป็นในนมถั่วเหลืองและนมวัว (กรัม/ 100 มิลลิลิตร)

ชนิดของกรดอะมิโน	นมถั่วเหลือง	นมวัว
ไอโซลิวซีน (Isoleucine)	5.1	4.9
ลิวซีน (Leucine)	7.7	9.1
ไลซีน (Lysine)	6.9	7.4
เมทไธโอนีน (Methionine)	1.7	2.6
ซีสตีน (Cystine)	1.6	0.8
ทรีโอนีน (Threonine)	4.3	4.4
ทริปโตแฟน (Tryptophan)	1.3	1.5
วาลีน (Valine)	5.4	6.6

ที่มา : Wolff, 1977; Coultate, 2002

ใยอาหารจากเปลือกถั่วเหลืองและการใช้ประโยชน์

เปลือกถั่วเหลืองเป็นวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร เป็นแหล่งใยอาหารธรรมชาติที่มีใยอาหารสูง แต่การนำเปลือกถั่วเหลืองมาใช้ในอาหารโดยตรงมักมีข้อจำกัด เนื่องจากกลิ่นที่มีลักษณะเฉพาะตัวของถั่วเหลือง ดังนั้นการสกัดเส้นใยอาหารให้บริสุทธิ์จึงเป็นแนวทางเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมได้กว้างขวางขึ้น สามารถทำได้ด้วยวิธีการทางเคมีเช่น การสกัดด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 จะได้ปริมาณใยอาหารทั้งหมด (total dietary fiber :TDF) ประมาณร้อยละ 89 ของน้ำหนักแห้ง (เพ็ญนภา เกียรติธีรชัย, 2543) การสกัดด้วยสารละลายด่าง (NaOH) ความเข้มข้นร้อยละ 12 ภายใต้บรรยากาศของไนโตรเจน จะได้ปริมาณเซลลูโลสมากกว่าร้อยละ 95 เซลลูโลสมีลักษณะรูปร่างเป็นท่อนทรงกระบอก ผิวหน้าค่อนข้างเรียบ มีรูพรุนเล็กน้อย (ตวิษา โลหะนะ และคณะ, 2541)

เซลลูโลสเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำหน้าที่ให้ความแข็งแรงกับพืช โมเลกุลเป็นสายยาวไม่ละลายน้ำ แต่มีความสามารถในการดูดซับน้ำได้ดี เป็นสารที่ไม่ให้พลังงาน ช่วยเพิ่มปริมาณกากในอุจจาระ ลดความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งลำไส้ใหญ่ (Ang, 2001)

เซลลูโลสมี TDF ปริมาณสูง การเติมลงในผลิตภัณฑ์อาหารเพียงเล็กน้อยก็จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณเส้นใยในระดับที่ต้องการ จึงเป็นแหล่งเส้นใยที่นิยมใช้ในการเติมลงไปในอาหาร องค์การอนามัยโลกและองค์การอาหารและเกษตรกรรมแห่งสหรัฐอเมริกา (WHO และ United nations Food and Agricultural Organization [FAO]) รับรองให้ใช้ผงเซลลูโลสเป็นสารเติมในอาหารสุขภาพ (Thompson,1984) เช่น การใช้เซลลูโลสผงเป็น bulking agent ทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์ขนมอบไขมันต่ำ (Ang และ Miller, 1989) การใช้เซลลูโลสผงในอาหารทอดเพื่อลดการอมน้ำมันในผลิตภัณฑ์บางชนิด เช่น โดนัท ปาท่องโก๋ (ฉันทนา ลิ้มมัทวาภิรัต, 2537; จุฬาลักษณ์ วงศ์สรรเสริญ, ฐิตสิริ โฆวัฒนะกุล และ บุญญาสิทธิ์ ดุลยศักดิ์, 2544) การเติมเซลลูโลสผงที่สกัดจากดอกกระเจี๊ยบและเปลือกถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์ชิฟฟอนเค้กและคุกกี้ (วิภา สุโรจนะเมธากุล และคณะ, 2542)

<u>บทบาทของถั่วเหลืองในการป้องกันและรักษาโรค</u>

การศึกษาทางระบาดวิทยาพบว่าการรับประทานถั่วเหลืองจะมีผลช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเรื้อรังบางชนิด เช่น โรคหัวใจและหลอดเลือด มะเร็ง กระดูกพรุน เบาหวาน อาการผิดปกติที่พบในสตรีวัยก่อนหมดประจำเดือน (premenopausal) (Mark, 1997; Barnes, 1998) สารสำคัญในถั่วเหลืองที่มีบทบาทสำคัญในโรคดังกล่าว คือ ไอโซฟลาโวน (Isoflavone) และโปรตีนถั่วเหลือง (Aedin, 2003)

<u>ถั่วเหลืองกับโรคหัวใจและหลอดเลือด</u> (Coronary heart diseases)

การศึกษาและรวบรวมข้อมูลทางสถิติของการวิจัยจำนวน 38 เรื่อง โดย Anderson และคณะ พบว่าการรับประทานโปรตีนถั่วเหลืองเฉลี่ยวันละ 47 กรัม มีผลทำให้ระดับคอเลสเตอรอล LDL และไตรกลีเซอไรด์ ลดลงร้อยละ 9 10 และ 10.5 ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าระดับ HDL มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (Anderson, Johnstone และ Cook-Newell, 1995) ทั้งนี้เนื่องจากไอโซฟลาโวน ซึ่งเป็นสารสำคัญที่พบในถั่วเหลือง มีความสามารถในการยับยั้งกระบวนการแข็งตัวของเลือด ช่วยให้การไหลเวียนโลหิตดีขึ้น และอาจมีผลโดยตรงที่ผนังหลอดเลือดอีกด้วย (Aedin, 2003) การศึกษาบทบาทของสารสำคัญที่พบได้ในถั่วเหลืองอีกชนิดหนึ่งคือ geneistein ต่อความสามารถในการขยายตัวของผนังหลอดเลือดพบว่า การได้รับ geneistein ปริมาณ 54 มิลลิกรัมต่อวัน จะเพิ่มความยืดหยุ่นของผนังหลอดเลือด และหลอดเลือดคลายตัวดีขึ้น (Squadrito และคณะ, 2002) การรับประทานนมถั่วเหลืองวันละ 1000 มิลลิลิตร ในหญิงและชายที่มีความดันโลหิตสูงเล็กน้อยถึงปานกลาง 40 คน เป็นเวลา 3 เดือน พบว่าความดันซิสโทลิก (systolic) และไดแอสโทลิก (diastolic) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Miguel และคณะ, 2002) การศึกษาในสตรี 81 คน ที่มีระดับไขมันในเลือดสูงกว่า 200-300 มิลลิกรัม/ เดซิลิตร ให้โปรตีนถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากเนื้อสัตว์วันละ 20 กรัม ร่วมกับการรับประทานอาหารตามคำแนะนำของ NCEP step I เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า ระดับคอเลสเตอรอล ที่ไม่ใช่ HDL ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Teixeira และคณะ, 2000) การศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับคำแนะนำขององค์การอาหารและยาสหรัฐอเมริกาที่แนะนำให้รับประทานโปรตีนจากถั่วเหลืองวันละ 25 กรัมร่วมกับการบริโภคอาหารที่มีไขมันอิ่มตัวและคอเลสเตอรอลต่ำ เพื่อลดความเสี่ยงต่อโรคหัวใจและหลอดเลือด (FDA, 1999)

ถั่วเหลืองกับภาวะกระดูกโปร่งบางหรือกระดูกพรุน (Osteoporosis)

ภาวะกระดูกโปร่งบาง เป็นปัญหาสุขภาพที่เกิดขึ้นทั่วโลก การบริโภคโปรตีนจากเนื้อสัตว์ในปริมาณสูงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลเสียต่อความแข็งแรงของกระดูก เนื่องจากกรดอะมิโนชนิดที่มีกำมะถันในโมเลกุล คือ เมทไธโอนีน และซีสตีน เมื่อถูกเมตาบอไลส์ (metabolize) จะให้ซัลเฟตและก๊าซไฮโดรเจน ทำให้ปัสสาวะเป็นกรดมากขึ้น แคลเซียมจึงถูกดึงออกจากเซลล์และขับออกมากขึ้น ดังนั้นการบริโภคถั่วเหลืองซึ่งมีกรดอะมิโนชนิดดังกล่าวในปริมาณต่ำ จึงลดการขับออกของแคลเซียมทางปัสสาวะ (อรอนงค์ และดวงหทัย, 2545; Spence และคณะ, 2002) การบริโภคโปรตีนจากถั่วเหลือง 1 กรัมแทนการบริโภคโปรตีนจากเนื้อสัตว์ 1 กรัม จะลดปริมาณแคลเซียมที่ขับออกทางปัสสาวะได้ 0.5 – 1 มิลลิกรัม (Messina, Gugger และ Alekel, 2001; Spence และคณะ, 2002)

ไอโซฟลาโวนมีส่วนช่วยลดการสูญเสียเนื้อกระดูกและเพิ่มการสร้างมวลกระดูก การศึกษาทางระบาดวิทยาพบว่าอัตราการเกิดกระดูกแตกหรือหักบริเวณสะโพก (hip fractures) ของประชากรแถบเอเชียต่ำกว่าประชากรแถบตะวันตก (Tobias และคณะ, 1994) สตรีวัยหมดประจำเดือนที่บริโภคถั่วเหลืองซึ่งมีปริมาณไอโซฟลาโวน วันละ 80–90 มิลลิกรัม พบว่าความหนาแน่นของกระดูกสันหลังบริเวณเอว (lumbar spine) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (Potter และคณะ, 1998; Alekel และคณะ, 2000) อย่างไรก็ตามผลของการบริโภคถั่วเหลืองต่อความหนาแน่นกระดูกมีกลไกซับซ้อน ยังต้องการศึกษาทางคลินิกและการศึกษาในระยะยาวต่อไป (Mindy, 2003; Aedin, 2003)

ถั่วเหลืองกับอาการในสตรีวัยหมดประจำเดือน (Post-menopausal)

การเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนที่เกิดขึ้นในสตรีวัยหมดประจำเดือน เป็นสาเหตุให้เกิดอาการบางอย่าง เช่น มีเหงื่อออกเวลากลางคืน นอนไม่หลับ ปากช่องคลอดแห้ง ปวดศีรษะ ทางการแพทย์มีวิธีลดอาการต่างๆ เหล่านี้ โดยการใช้ฮอร์โมนทดแทน (Hormone replacement therapy: HRT) แต่มีสตรีวัยหมดประจำเดือนจำนวนมากที่ไม่ต้องการรับประทานฮอร์โมนดังกล่าวเนื่องจากผลข้างเคียงของฮอร์โมนในการเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งเต้านม (Messina, 2003)

Genistein และ Daidzein ซึ่งเป็นไอโซฟลาโวนในถั่วเหลืองออกฤทธิ์คล้ายเอสโตรเจนอย่างอ่อน การบริโภคถั่วเหลืองหรือไอโซฟลาโวนในปริมาณเพิ่มขึ้นจะลดอัตราการเกิดอาการร้อนวูบวาบและอาการอื่นในสตรีวัยหมดประจำเดือนได้ (Nagata และคณะ, 2001)

จากการสำรวจการเกิดอาการร้อนวูบวาบของสตรีวัยหมดประจำเดือนในประชากรจีนซึ่งมีการบริโภคถั่วเหลืองปริมาณมาก พบว่ามีอุบัติการณ์เกิดอาการร้อนวูบวาบเพียงร้อยละ 18 ขณะที่สตรีวัยหมดประจำเดือนในยุโรปมีการเกิดอาการดังกล่าวสูงถึงร้อยละ 70–80 (Tang, 1994) การรับประทานอาหารประเภทถั่วเหลือง โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง ที่มีปริมาณไอโซฟลาโวน วันละ 30–104 มิลลิกรัม จะลดอาการร้อนวูบวาบลงได้ร้อยละ 30–50 (Albertazzi และคณะ, 1998; Han และคณะ, 2002) ในขณะที่กลุ่มที่ได้รับไอโซฟลาโวนในปริมาณน้อยกว่าวันละ 30 มิลลิกรัม หรือได้รับยาหลอก (placebo) มีอาการร้อนวูบวาบลดลงร้อยละ 20–30 ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาถึงปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับอาการในสตรีวัยหมดประจำเดือนแต่ละคนต่อไป (Mindy, 2003)

<u>ถั่วเหลืองกับความเสี่ยงในการเกิดมะเร็ง</u>

การบริโภคถั่วเหลืองมีความสัมพันธ์กับการลดความเสี่ยงของมะเร็งบางชนิด เช่น มะเร็งเต้านม มะเร็งต่อมลูกหมาก มะเร็งลำไส้ใหญ่ การศึกษาทางระบาดวิทยาในกลุ่มประชากรแถบเอเชียพบว่ามีอุบัติการณ์เกิดมะเร็งเต้านม มะเร็งต่อมลูกหมาก และมะเร็งลำไส้ใหญ่ น้อยกว่าประชากรในยุโรปตะวันตก (Messina, 2003) สตรีวัยก่อนหมดประจำเดือนชาวสิงคโปร์ที่บริโภคผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองเป็นประจำจะลดโอกาสเสี่ยงของการเป็นมะเร็งเต้านมได้ร้อยละ 50 ทั้งนี้เป็นผลจาก genistein และ diadzein สารสำคัญในถั่วเหลืองมีฤทธิ์ต้านการทำงานของเอสโตรเจน และเป็นที่น่าสนใจว่าการบริโภคโปรตีนถั่วเหลืองตั้งแต่วัยเด็กจะลดโอกาสการเป็นมะเร็งเต้านมเมื่อเข้าสู่วัยผู้ใหญ่ได้ โดยวัยรุ่นหญิงที่บริโภคโปรตีนถั่วเหลืองวันละ 11 กรัม จะลดความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งเต้านมเมื่อเข้าสู่วัยผู้ใหญ่ได้ถึงร้อยละ 50 (Shu, 2001) แต่การศึกษาฤทธิ์ของ phytoestrogen ในสัตว์ทดลองบางการศึกษาพบว่า phytoestrogen มีความสามารถในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งเต้านม (Ju และคณะ, 2001) แม้ว่าจะยังไม่ทราบสาเหตุและกลไกแน่ชัด แต่ก็ไม่แนะนำให้สตรีที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดมะเร็งเต้านมรับประทานผลิตภัณฑ์ที่มี phytoestrogen ในปริมาณสูง (Mindy, 2003)

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาทางระบาดวิทยาเกี่ยวกับผลของ phytoestrogen ในเพศชาย พบว่าประชากรชายที่บริโภคอาหารซึ่งมีส่วนประกอบของโปรตีนถั่วเหลืองวันละ 6–12 กรัม และไอโซฟลาโวน 20–40 มิลลิกรัม จะลดความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งต่อมลูกหมาก ซึ่งยังไม่ทราบกลไกการออกฤทธิ์ที่แน่ชัด และต้องการการศึกษาทางคลินิกต่อไป (Hussain, 2002)

ถั่วเหลืองกับเบาหวาน

ถั่วเหลืองมีค่าดัชนีน้ำตาล (glycaemic index) ต่ำมากและมีปริมาณใยอาหารสูง จึงช่วยชะลอการดูดซึมน้ำตาลจากทางเดินอาหาร ช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานไม่ให้เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้โปรตีนถั่วเหลืองเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพสูงช่วยลดการทำงานของไตในการกรองสารอาหาร ป้องกันการทำลายไต ลดการเกิดไตวายโดยเฉพาะในผู้ป่วยเบาหวานซึ่งมักมีการทำงานของไตที่ผิดปกติ (Messina, 2003) การศึกษาในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่มีภาวะไตเสื่อมร่วมด้วย เป็นเวลา 7 สัปดาห์พบว่า การรับประทานโปรตีนจากถั่วเหลืองในปริมาณร้อยละ 55 และโปรตีนจากพืชอื่นอีกร้อยละ 30 จะตรวจพบโปรตีนในปัสสาวะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ส่งผลดีต่อการทำงานของไต (Azadbakht, 2003) สตรีวัยหมดประจำเดือนที่มีภาวะเบาหวานชนิดที่ 2 ร่วมด้วย รับประทานโปรตีนถั่วเหลืองวันละ 30 กรัม เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า phytoestrogen ในถั่วเหลืองจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภาวะการดื้อต่ออินซูลิน ส่งผลดีในการช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด (Vijay และคณะ, 2002)

บทบาทของถั่วเหลืองนอกจากจะมีประโยชน์ในการป้องกันโรคต่างๆ ดังกล่าวแล้ว ยังมีการศึกษาถึงผลในด้านอื่นๆ อีกเช่น ผลต่อการรักษาโรคอ้วน (Allison และคณะ, 2003; Bhathena และ Velasquez, 2002) ผลต่อการช่วยปรับปรุงความจำ (cognitive function) (White และคณะ, 2000) แต่ผลการศึกษาต่างๆ เหล่านี้ไม่มีข้อสรุปที่แน่ชัดยังต้องการการศึกษาทางคลินิกและผลในระยะยาวต่อไป

อย่างไรก็ตามจะพบว่าถั่วเหลืองมีผลดีต่อสุขภาพหลายประการ จึงได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่มีถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบหลายชนิด เช่น โยเกิร์ตจากนมถั่วเหลือง (ศิริพร เนติธนากูล, 2536) ครีมเทียมจากนมถั่วเหลือง (สุพัชรี ชาติสุทธิกุล, 2536) นมถั่วเหลืองเสริมแคลเซียม (เพียงจันทร์ ชัยวนนท์, 2542) ผลิตภัณฑ์เลียนแบบกาแฟคั่วจากถั่วเหลือง (อภิชาติ เบญจพรจุลมาศ, 2543)

ข้าวโพด

มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays L.* มีถิ่นกำเนิดแถบบริเวณประเทศตะวันตก แบ่งออกได้เป็น 7 ชนิด (กิตติกร ดาวเรือง และ ประภาส ภูษาแก้ว, 2543; กรมส่งเสริมการเกษตร, 2546)

1. ข้าวโพดหัวบุบ (dent corn) มีรอยบุบตรงส่วนบนของเมล็ดเนื่องจากการหดตัวของเซลล์ที่สะสมแป้งในขณะที่กำลังเจริญและเริ่มแก่
2. ข้าวโพดหัวแข็ง (flint corn) มีส่วนประกอบของแป้งชนิดแข็ง (horny starch) บริเวณส่วนบนขององเมล็ด
3. ข้าวโพดแป้ง (flour corn) ประกอบด้วยแป้งชนิดอ่อน (soft starch) มากกว่าแป้งชนิดแข็ง เหมาะสำหรับนำมาทำเป็นแป้งข้าวโพด
4. ข้าวโพดฝักอ่อน (baby corn) มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้นประมาณ 60–75 วันนับตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว สามารถปลูกได้ตลอดปี มักนำมาขายในรูปของฝักสดหรือบรรจุกระป๋อง
5. ข้าวโพดข้าวเหนียว (glutinous corn หรือ waxy corn) มีฝักและเมล็ดใหญ่สีขาว มีอะไมโลเพคติน (amylopectin) สูง ประมาณร้อยละ 71–72 ที่เหลือเป็นอะไมโลส (amylose) เมื่อนำมาต้มรับประทานจะมีลักษณะเหนียวมัน เมล็ดที่แก่และแห้งนิยมนำไปบริโภคในรูปข้าวโพดคั่ว
6. ข้าวโพดคั่ว (pop corn) ปลูกมากในอเมริกาใต้ มีคุณสมบัติแตกฟูได้ดีเมื่อถูกความร้อน เนื่องจากส่วนเนื้อในของเมล็ด (endosperm) ไม่มีเยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat) และการขยายตัวอย่างรวดเร็วของน้ำที่สะสมไว้ภายในเมล็ด
7. ข้าวโพดหวาน (sweet corn) มีสัดส่วนของน้ำตาลมากกว่าแป้ง เมื่อสดจะมีรสหวานอร่อย เหมาะสำหรับแปรรูปเป็นข้าวโพดบรรจุกระป๋อง

องค์ประกอบทางเคมีของข้าวโพด

ข้าวโพดจะมีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกันออกไป โดยเฉพาะคาร์โบไฮเดรตซึ่งจะมีสัดส่วนของแป้งและน้ำตาลแตกต่างกันในข้าวโพดแต่ละชนิด น้ำตาลส่วนใหญ่ที่มีอยู่ในข้าวโพดเป็นน้ำตาลซูโครสซึ่งมีอยู่ประมาณร้อยละ 1-3 เมล็ดข้าวโพดมีโปรตีนประมาณร้อยละ 10 ของน้ำหนักเมล็ด มีกรดอะมิโนจำเป็นได้แก่ ไลซีน และ ทริปโตแฟน ในปริมาณต่ำ มีไขมันอยู่ประมาณร้อยละ 5 ปริมาณกรดไขมันในข้าวโพดแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป กรดไขมันสำคัญที่พบในข้าวโพดได้แก่ ไลโนเลอิก ซึ่งมีอยู่ประมาณร้อยละ 56 ของกรดไขมันทั้งหมด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้าวโพดหวาน *(Zea mays saccharata)*

เป็นพืชที่ปลูกอยู่ทั่วไปในประเทศไทย มีบทบาทมากขึ้นในปัจจุบัน เพราะมีอุตสาหกรรมแปรรูปรองรับและมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว หน่วยงานต่างๆ จึงสนใจศึกษาพืชชนิดนี้มากขึ้น

คาร์โบไฮเดรตที่พบมากในข้าวโพดหวานคือ กลูโคส ฟรักโตส และซูโครส นอกจากนี้ยังมีแร่ธาตุสำคัญบางชนิด เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็ก ปริมาณ 2-4 89–116 และ 0.3–0.4 มิลลิกรัม/ 100 กรัมของเมล็ดข้าวโพด รวมถึงวิตามินต่างๆ ได้แก่ วิตามินเอ บี1 บี2 ไนอะซิน และวิตามินซี ในปริมาณ 281–435 IU, 0.06–0.15, 0.08-0.18, 1.5–1.7 และ 7–10 มิลลิกรัม/ 100 กรัมของเมล็ดข้าวโพดหวาน ตามลำดับ (กองโภชนาการ, 2530)

รงควัตถุสีเหลืองในข้าวโพดหวาน คือกลุ่มของสารประกอบแคโรทีนอยด์ (carotenoid) ได้แก่ β-carotene (Hutchings และคณะ, 1994) สำหรับกลิ่นข้าวโพดเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของ s-methylmethionine sodium salt (MMS) ที่มีอยู่ในข้าวโพดหวานดิบ เมื่อได้รับความร้อนจะเปลี่ยนเป็น dimethylsulfide (DMS) ซึ่งจะมีปริมาณแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ (สุกานดา มุขพราหม, 2544)

คนไทยส่วนใหญ่นิยมบริโภคข้าวโพดในรูปอาหารหวาน โดยนำข้าวโพดที่เมล็ดยังไม่แก่เต็มที่มาต้ม นึ่ง หรือปิ้งให้สุก เติมเกลือและเนยเพื่อเพิ่มรสชาติ นอกจากนั้นมีการนำข้าวโพดหวานที่เก็บเกี่ยวในระยะที่ยังอ่อนอยู่ หรือที่เรียกว่าระยะน้ำนม คืออายุประมาณ 60–70 วันหลังปลูกมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์นมข้าวโพด (corn milk) โดยเติมนมผงหรือนมถั่วเหลืองลงไปเพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหาร เนื่องจากในข้าวโพดมีโปรตีนปริมาณต่ำและขาดกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายคือ ไลซีน และ ทริปโตแฟน (Zdzislaw, 2001; สมชาย ประภาวัต และคณะ, 2542; เขมสินี รุกขจินดา, ธนัญญา เรืองศิลปนันท์ และ สุริยา ธนพงษ์วรสกุล, 2545) นมข้าวโพดจึงจัดเป็นเครื่องดื่มจากธัญพืชที่มีประโยชน์อีกชนิดหนึ่งที่มีผู้ให้ความสนใจเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน และมีการนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ เช่น โยเกิร์ตจากนมข้าวโพด (สุกานดา มุขพราหม, 2544)

โปรตีนในนม

แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ เคซีน และ เวย์

เคซีน

เคซีนเป็นโปรตีนซึ่งมีอยู่ประมาณร้อยละ 80–90 ของปริมาณโปรตีนในนมทั้งหมด แบ่งเป็น 5 กลุ่มย่อย ได้แก่ α_{s1}, α_{s2}, β, γ, κ ในปริมาณร้อยละ 38, 10, 36, 3 และ 13 ของปริมาณเคซีนตามลำดับ (Muir, 1992)

การแยกเคซีนออกจากนมสามารถทำได้โดยการตกตะกอนด้วยกรด (acid precipitation) ซึ่งอาจใช้กรดแลกติก ซัลฟูริก หรือ ไฮโดรคลอริก อีกวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการแยกเคซีนออกจากนม คือ การใช้เอนไซม์เรนนิน (rennet precipitation)

เวย์

เป็นส่วนที่เหลือจากนมพร่องมันเนย (skim milk) ที่ทำการตกตะกอนแยกเคซีนออกไปแล้ว ประกอบด้วย β-lactoglobulin และ α-lactalbumin เวย์โปรตีนนิยมนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต crude lactose milk solid หรือ milk protein (Burrows และคณะ, 1991)

เคซีนและเวย์ มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะกรดอะมิโนจำเป็น พบว่ามีปริมาณสูงกว่าข้อกำหนดของ FAO ดังแสดงในตารางที่ 4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 ปริมาณกรดอะมิโนจำเป็นที่พบในโปรตีนจากนม (Hambraeus, 1982)

ชนิดของกรดอะมิโน	มิลลิกรัมของกรดอะมิโน/ โปรตีน 1 กรัม		
	เคซีน	เวย์	FAO scoring
ไอโซลิวซีน (Isoleucine)	54	76	40
ลิวซีน (leucine)	95	118	70
ไลซีน (lysine)	81	113	55
เมทไธโอนีน+ ซีสทีอีน (methionine + cysteine)	32	52	35
ฟีนิลอะลานีน + ไทโรซีน (phenylalanine + tyrosine)	111	70	60
ทรีโอนีน (threonine)	47	84	40
ทริปโตแฟน (tryptophan)	16	24	10
วาลีน (valine)	75	72	50
กรดอะมิโนจำเป็นทั้งหมด (total essential amino acids)	511	609	360

คุณสมบัติของเคซีน

เคซีนที่ได้จากการตกตะกอนด้วยกรดจะไม่ละลายน้ำ แต่สามารถละลายได้ในสภาวะด่าง (pH > 7) ด่างที่นำมาใช้ในการละลายตะกอนเคซีนได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ โพแตสเซียมไฮดรอกไซด์ โซเดียมไบคาร์บอเนต โซเดียมคาร์บอเนต ด่างที่นิยมนำมาใช้มากที่สุดในทางอุตสาหกรรมคือโซเดียมไฮดรอกไซด์ จะได้เคซีนละลายน้ำที่เรียกว่า โซเดียมเคซีนเนท (Sodium caseinate) ซึ่งมีความสามารถในการดูดซับน้ำ (water absorption) ทำหน้าที่เป็น fat emulsifiers เพิ่มความหนืดและทำให้เกิดเจล (viscosity and gelation) (Mulvihill และ Murphy, 1991; Southward, 1994)

โซเดียมเคซีนเนท มีคุณสมบัติในการเพิ่มความคงตัวของอิมัลชั่น (Stabilize emulsifiers) และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง จึงใช้เป็นแหล่งเสริมโปรตีนในผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องดื่มเลียนแบบนมจากธัญพืช (non-dairy imitation milk) ไอศกรีม เบเกอรี่ เนยแข็ง อาหารทารก (Southward, 1994)

สารให้ความหวาน

น้ำตาลแบ่งตามโครงสร้างได้เป็น 2 กลุ่ม คือ โมโนแซคคาไรด์ (monosaccharide) ได้แก่ กลูโคส กาแล็กโตส และ ฟรักโตส อีกกลุ่มหนึ่งคือ ไดแซคคาไรด์ ได้แก่ ซูโครส และ แล็กโตส น้ำตาลซูโครสใช้เป็นสารมาตรฐานในการเปรียบเทียบความหวานของน้ำตาลชนิดต่างๆ โดยน้ำตาลซูโครสมีค่าความหวาน (relative sweetners) เท่ากับ 1 (Wardlaw, 1999)

ฟรักโตส เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว พบในผลไม้หลายชนิด มีประโยชน์ในผู้ป่วยเบาหวานที่ต้องการควบคุมอาหารหรือมีภาวะดื้อต่ออินซูลิน เนื่องจากฟรักโตสมีผลต่อการเพิ่มระดับน้ำตาลภายหลังการรับประทานอาหาร (postpandrial) น้อยกว่ากลูโคส (Glinsmann และ Bowman, 1993; Petersen และคณะ, 2001) อย่างไรก็ตามการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำตาลในเลือดเป็นผลจากสารประกอบโดยรวมทั้งหมดของอาหารที่รับประทานไม่ใช่เฉพาะน้ำตาลอย่างเดียว (Wolever และ Miller, 1995)

ปัจจุบันมีการใช้สารให้ความหวานชนิดอื่นทดแทนน้ำตาลในเครื่องดื่มหรือผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิด เพื่อลดพลังงานรวมของอาหารและลดการใช้น้ำตาลซูโครสในคนอ้วนหรือมีระดับน้ำตาลหรือไตรกลีเซอไรด์ในเลือดสูงสารให้ความหวานดังกล่าว เช่น แอสปาแทม แซคคาริน ไซคลาเมท (Bunn, 2004)

อิมัลซิไฟเออร์และสารเพิ่มความคงตัว

อิมัลซิไฟเออร์ (emulsifiers) และสารเพิ่มความคงตัว (stabilizers) เป็นสารที่ช่วยในการรักษาสภาพของระบบอิมัลชั่น โดยการลดแรงตึงระหว่างผิวสัมผัส (interfacial tension) และสร้างชั้นฟิล์มเพื่อป้องกันการรวมตัวของหยดน้ำมัน (coalescence) ช่วยให้ไขมันมีความคงตัวดีขึ้น เกิดการแยกชั้นหรือตกตะกอนช้าลง เกิดลักษณะ creamy mouth feel ทำให้ผู้บริโภคพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์มากขึ้น (Clark, 1993; Graham, 1977)

สารในธรรมชาติหลายชนิดมีคุณสมบัติเป็นอิมัลซิไฟเออร์ เช่น เลซิทิน กัม โพลีแซคคาไรด์ และต่อมาได้มีการผลิตอิมัลซิไฟเออร์สังเคราะห์เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหารหลายชนิด ที่นิยมใช้ คือ mono-diglyceride และ hydrocolloids ประเภทคาราจีแนน (carageenan) หรือ อัลจิเนท (alginate) (Lampert, 1975)

Mono-diglyceride

เป็นอิมัลซิไฟเออร์ชนิดไม่มีประจุ (non-ionic) ไม่แตกตัวให้ประจุเมื่อละลายน้ำ มีประสิทธิภาพการทำงานที่ทุกค่า pH ละลายได้ดีในน้ำมัน ใช้มากในอุตสาหกรรมอาหาร โดยเฉพาะในผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมโซเดียม เคซีนเนท เนื่องจาก mono-diglyceride จะช่วยให้โซเดียม เคซีนเนท มีประสิทธิภาพในการเป็นอิมัลซิไฟเออร์ดีขึ้น และเกิดการสร้างสารประกอบเชิงซ้อน (complex) ทำให้ฟิล์มรอบๆ เม็ดไขมันมีความแข็งแรง ลดอัตราการรวมตัวของหยดน้ำมันในผลิตภัณฑ์ (globule coalescence) สูตรโครงสร้าง mono-diglyceride แสดงในรูปที่ 1

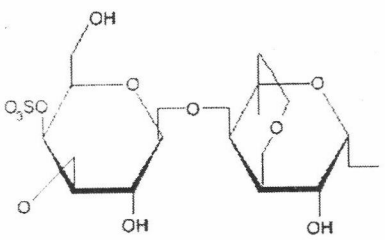
Monoglyceride Diglyceride

รูปที่ 1 แสดงสูตรโครงสร้างของ monoglyceride และ diglyceride

คาราจีแนน (carageenan)

เป็นโมเลกุลของโพลีแซคคาไรด์สายยาว มีองค์ประกอบหลักคือน้ำตาลกาแล็คโตส สกัดได้จากสาหร่ายทะเล แบ่งออกเป็น 3 ชนิดใหญ่ๆ ได้แก่ kappa iota และ lambda สูตรโครงสร้างของคาราจีแนนแสดงในรูปที่ 2

คาราจีแนนนิยมนำมาใช้ในการเป็นอิมัลซิไฟเออร์ในผลิตภัณฑ์นมเนื่องจากมีความสามารถในการเกิดสารประกอบกับแคลเซียมและโปรตีนในนมได้ดี (Graham, 1977)



รูปที่ 2 แสดงสูตรโครงสร้างของคาราจีแนน

อัลจิเนท (Alginate)

สกัดได้จากสาหร่ายสีน้ำตาล โดยการใช้สารละลายด่าง เช่น โซเดียมคาร์บอเนต ซึ่งจะได้สารสกัดออกมาในรูปของ alginic acid เมื่อทำให้เป็นกลางจะได้เกลือ โซเดียม อัลจิเนท (Graham, 1977) มีคุณสมบัติในการเพิ่มความหนืด และความคงตัวให้แก่ผลิตภัณฑ์ มักจะเติมลงในผลิตภัณฑ์อาหารในปริมาณร้อยละ 0.5 (Annison, Bertocchi และ Khan, 1993)

Guar gum

ได้จากเอนโดเสปิร์มของเมล็ดต้น *Cyamopsis teragonolobus*. เป็นโพลีเมอร์สายยาวของแมนโนส และกาแล็คโตส มีคุณสมบัติกระจายตัวและอุ้มน้ำได้ดีในน้ำเย็น จึงใช้เป็นสารเพิ่มความหนืด และความคงตัวของผลิตภัณฑ์อิมัลชั่น ไอศครีม และยังเป็นแหล่งอาหารที่ให้เส้นใยสูงอีกด้วย (Coultate, 2002)

การทำให้ปราศจากเชื้อ

การทำให้ปราศจากเชื้อในผลิตภัณฑ์อาหารเหลว หรืออิมัลชั่น สามารถแบ่งวิธีการได้ตามอุณหภูมิที่ใช้ได้ดังนี้

1. พาสเจอไรส์ (Pasteurization)

เป็นการฆ่าเชื้อโดยใช้ความร้อนต่ำ มีกรรมวิธี 3 แบบ คือ

1.1 LTLT (low-temperature long time) หรือ LTH (low temperature holding method) ใช้อุณหภูมิ 63 องศาเซลเซียส 30 นาที

1.2 HTST (high-temperature long time) ใช้อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส 15 นาที

1.3 Flash pasteurization ใช้อุณหภูมิ 85 – 95 องศาเซลเซียส 2- 3 นาที

กระบวนการฆ่าเชื้อโดยวิธีนี้มีวัตถุประสงค์หลักคือ ทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อโรค (pathogen) จึงอาจยังมีจุลินทรีย์บางส่วนหลงเหลืออยู่ในอาหาร ดังนั้นจึงต้องเก็บอาหารไว้ในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส และสามารถเก็บอาหารนั้นไว้ได้ 3–7 วัน หลังการผลิต

2. <u>การทำให้ปราศจากเชื้อ</u> (Sterilization)

เป็นการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ให้เหลือน้อยที่สุดทั้งจุลินทรีย์ก่อโรคและจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสียโดยใช้อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส และเวลาที่เหมาะสม การใช้อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว 15 นาที สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้หมด (Fellows, 2000)

การใช้อุณหภูมิสูงอาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสารอาหารต่างๆ เช่น โปรตีน น้ำตาล ไขมัน ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสี กลิ่น และรสชาติ เปลี่ยนแปลงไป ถึงแม้ว่าการทำให้ปราศจากเชื้อจะเป็นการทำลายจุลินทรีย์ทั้งหมดที่สามารถเติบโตได้เมื่อพบกับสภาวะที่เหมาะสม แต่สปอร์ของจุลินทรีย์สามารถทนความร้อนได้มากกว่า ในสภาวะนี้อาหารอาจมีจุลินทรีย์ที่ทนความร้อนแต่ไม่ก่อโรคและไม่สามารถขยายพันธุ์ได้ เรียกอาหารที่ผ่านกระบวนการนี้ว่า การทำไร้เชื้อเชิงการค้า (commercially sterile)

การทำไร้เชื้อเชิงการค้าที่นิยมใช้มากในปัจจุบันคือ ยู.เอช.ที (UHT: Ultra high temperature) โดยนำผลิตภัณฑ์มาผ่านทำให้ปราศจากเชื้อโดยใช้อุณหภูมิ 140–150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2–3 วินาที ก่อนนำมาบรรจุในภาชนะและสภาวะที่ปลอดเชื้อ ความร้อนขนาดที่ใช้ในการทำให้ปราศจากเชื้อสามารถทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคและจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสีย การใช้เวลาในการทำให้ปราศจากเชื้อสั้น ช่วยลดการเปลี่ยนสี กลิ่น ของผลิตภัณฑ์ ทำให้ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์มากขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทำให้ปราศจากเชื้อด้วยวิธีนี้สามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 8 สัปดาห์ (Rapaille และ Vanhemelrijck, 1992; ณัฐ เทพหัตถี, ยุทธสิทธิ์ ต้นตระจักร์ และ ปฏิรูป ขอสกุลไพศาล, 2543)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย