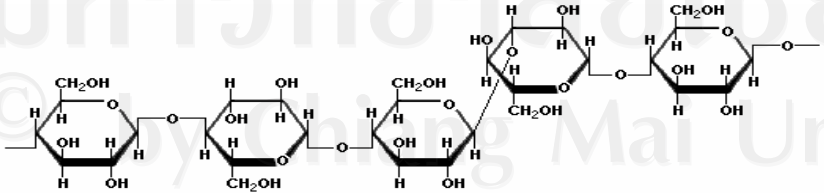
บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เบตากลูแคน

เบตากลูแคน (β-glucan) หรือ ลิเคนินส์ เป็นพอลิแซคคาไรด์สายโซ่ตรงที่มีกลูโคส (D-glucose) เป็นหน่วยย่อยและเชื่อมต่อกันด้วยพันธะไกลโคสิดิคชนิด β-(1⟶3) และ β-(1⟶4) (Belitz *et al*., 2009) ดังภาพ 2.1 เบตากลูแคนเป็นพอลิแซคคาไรด์ที่ไม่ใช่สตาร์ช และจัดอยู่ในประเภทใยอาหาร (dietary fiber) ที่ละลายน้ำได้ (Visanthan and Temelli, 2008) เบตากลูแคนพบมากในธัญพืช เช่น ข้าวบาร์เลย์ ข้าวโอ๊ต ข้าวสาลี และข้าวฟ่าง (Biliaderis and Izydotcyzk 2007; Brennan and Cleary, 2005) เบตากลูแคนเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ของเอนโดสเปิร์ม โดยมีส่วนที่จับกันด้วยพันธะ β-(1⟶3) ประมาณร้อยละ 30 และพันธะ β-(1⟶4) ประมาณร้อยละ 70 (Bacic and Stone, 1981; Fincher, 1975) ปริมาณของเบตากลูแคนในธัญพืชพบแตกต่างกันออกไป ดังนี้ ข้าวบาร์เลย์ร้อยละ 5-11 ข้าวโอ๊ตร้อยละ 3-7 และข้าวสาลีร้อยละ1 (Skendi *et al*., 2003) น้ำหนักโมเลกุลของเบตากลูแคนจากข้าวบาร์เลย์ มีน้ำหนักอยู่ประมาณ $0.15–1.32\times10^6$ กรัมต่อโมล (Irakli et al., 2004) จากข้าวโอ๊ต $0.065\text{-}0.2\times10^6$ กรัมต่อโมล (Lazaridou *et al*., 2003) จากข้าวสาลี 0.487×10^6 กรัมต่อโมล (Li *et al*., 2005)

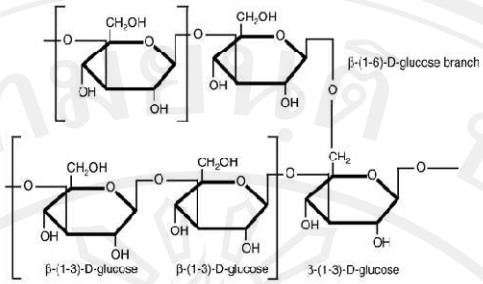
นอกจากในธัญพืชแล้วยังพบเบตากลูแคนในเห็ดและยีสต์ (Mason, 2001) ซึ่งเบตากลูแคนจากเห็ดและยีสต์จะมีโครงสร้างเป็นเส้นตรงด้วยพันธะไกลโคสิดิก แบบ β-(1⟶3) และ β-(1⟶6) ซึ่งลักษณะการจับตัวที่คล้ายกันระหว่างพันธะ β-(1⟶4) แต่เปลี่ยนจากการจับ คาร์บอน ตำแหน่งที่ 4 เป็นตำแหน่งที่ 6 ดังรูป 2.2



ภาพ 2.1 โครงสร้าง (1-3),(1-4) เบตากลูแคนจากธัญพืช

ที่มา : Havrlentová *et al.* (2011)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 2.2โครงสร้าง (1-3),(1-6) เบตากลูแคนจากยีสต์

ที่มา : Julia *et al.* (2008)

2.1.1 การสกัดเบตากลูแคน

การสกัดเบตากลูแคนมีการใช้ธัญพืช เช่น ข้าวบาร์เลย์ ข้าวโอ๊ต ข้าวสาลีและมอลต์เป็นวัตถุดิบ โดยวิธีการสกัดแบ่งออกเป็น 4 วิธีได้แก่ วิธีที่ 1 การใช้สารละลายด่างในการสกัด วิธีที่ 2 การใช้สารละลายแอลกอฮอลเป็นหลักและใช้เอนไซม์ในการสกัด วิธีที่ 3 การใช้เอนไซม์ในการสกัด และ วิธีที่ 4 การใช้น้ำร้อนรวมกับกระบวนการเชิงกลในการสกัด (Vasanthan, 2008) วิธีการสกัดเบตากลูแคนจากเมล็ดธัญพืชแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ (1) ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์เบตากลูแคเนส (β-glucanases) ที่อยู่ในรำ (2) การสกัด และ (3) การตกตะกอน ทั้งนี้วิธีการสกัดจะส่งผลถึงลักษณะโครงสร้าง และน้ำหนักโมเลกุลของสกัดเบตากลูแคน ส่งผลต่อคุณสมบัติของเบตากลูแคนที่สกัดได้ (Brennan and Cleary, 2005)

การยับยั้งเอนไซม์โดยแช่แป้งข้าวบาร์เลย์ใช้กรดหรือสารละลายเอทานอลร้อยละ 75 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสซึ่งเป็นอุณหภูมิในการเป็นเจลของสตาร์ช จะช่วยสกัดเอาสารที่เป็นสตาร์ช และ สตาร์ชพอลิเมอร์ ออกไปด้วย (Irakli *et al.,* 2004)

วิธีการสกัดเบตากลูแคนจากข้าวโอ๊ตและข้าวบาเลย์ถูกพัฒนาของ Wood *et al.* ปี1977 สกัดเบตากลูแคนโดยใช้วิธี laboratory scale กับ วิธี pilot plant scale คือ ใช้เอทานอลร้อนร้อยละ 75 ในการยับยั้งเอนไซม์ และ สารละลายไดโซเดียมคาร์บอเนต ที่ pH 10 ในการสกัด สตาร์ช ออกจากรำข้าวโอ๊ต ได้เบตากลูแคนร้อยละ 78 (Wood *et al.,* 1989) การใช้น้ำในการสกัดข้าวบาร์เลย์ที่อุณหภูมิ 40 65 และ 95 องศาเซลเซียส ได้เบตากลูแคนร้อยละ 90 และมีปริมาณร้อยละผลผลิตที่เพิ่มขึ้น (McCleary, 1988) การใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 โมล แต่การสกัดนี้ทำให้สารสกัดออกมามีสิ่งปนเปื้อนออกมามากเช่น โปรตีน และ สตาร์ช (Bhatty, 1993) กระบวนการสกัดเบตากลูแคนจากข้าวบาร์เลย์ ข้าวโอ๊ต ข้าวสาลีและมอลต์ โดยการสกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ (เช่น น้ำ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ สารละลายไดโซเดียมคาร์บอเนต) และวิธีการใช้เอนไซม์ พบว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์สามารถสกัดเบตากลูแคนร้อยละ 97 สารละลายไดโซเดียมคาร์บอเนตสามารถสกัดเบตากลูแคนร้อยละ 14-98 และการใช้เอนไซม์อัลฟาอะไมเลสสามารถสกัดเบตากลูแคนได้ร้อยละ 7-52 และการตกตะกอน พอลิแซคคาไรด์ อาจใช้เอทานอลร้อยละ 60 หรือปรับความเข้มให้เท่ากับร้อยละ 50 (Ghotra, 2008) ที่ 4 องศาเซลเซียส สารที่ไม่ละลายจะนำไปทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Johansson, 2006)

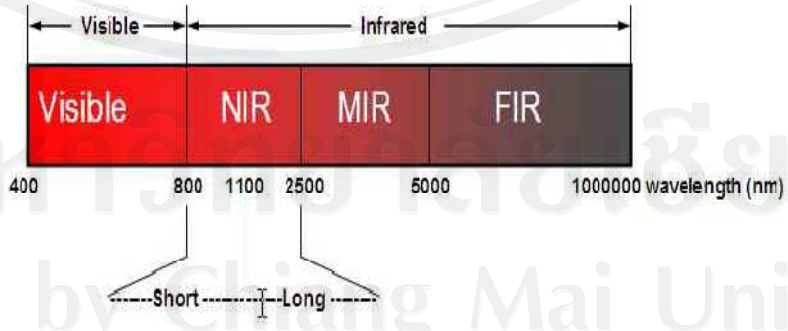
2.1.2 การใช้เทคนิคอินฟราเรดสเปคโทรสโคปีในการทดสอบเบตากลูแคน

2.1.2.1 เทคนิคอินฟราเรดสเปคโทรสโคปี (Infrared spectroscopy : IR)

อินฟราเรด เป็น รังสีใต้แสงสีแดงเป็นรังสีที่มองไม่เห็นมีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง (4000-750 cm^{-1}) โดยการใช้อินฟราเรดนี้เป็นการใช้หลักการสั่นของโมเลกุลที่ประกอบด้วยอะตอมมายึดติดกันที่เรียกว่าพันธะหรือหมู่ฟังชัน นิยมใช้เทคนิคนี้กับสารประกอบอินทรีย์

2.1.2.2 เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปคโทรสโคปี (Near infrared spectroscopy: NIRS)

เนียร์อินฟราเรดสเปคโทรสโคปี เป็น การหาหมู่ฟังก์ชันโดยสารจะดูดกลืนรังสีอินฟราเรด เพื่อทำให้เกิดการสั่นและการหมุนของโมเลกุล (เย็นหทัย, 2549) วัดและวิเคราะห์รังสีแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งสสารสามารถดูดกลืนเข้าไปหรือเปล่งออกมา (วิชัย, 2552) NIR มีช่วงความยาวคลื่นตั้งแต่ 780-2500 นาโนเมตร (12800-4000 cm^{-1}) (แม้น, 2534) สามารถแบ่งช่วง ความยาวคลื่นออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงคลื่นสั้นที่มีความยาวคลื่น 800-1100 นาโนเมตร และช่วงความยาวคลื่น 1100-2500 นาโนเมตร (Osborne *et al.,* 1993)



ภาพ 2.3 สเปกตรัมของคลื่นแสงอินฟราเรด
ที่มา : Osborne *et al.* (1993)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การสั่นของพันธะในลักษณะต่างๆ จะมีการดูดกลืนที่เป็นลักษณะเฉพาะของพลังงาน เนื่องจากโมเลกุลหนึ่งๆ จะมีพันธะได้หลายแบบ ซึ่งแต่ละพันธะก็จะมีรูปแบบการสั่นได้หลายรูปแบบเช่นกันจึงทำให้แต่ละโมเลกุลแสดงการดูดกลืนแสง NIR ได้หลายช่วงคลื่นพร้อมกัน ซึ่งลักษณะการดูดกลืนแสงจะเกิดเป็นแถบ (band) หรือ พีก (peak) แสดงให้เห็นถึงพลังงานคลื่นแสงของ NIR ที่ถูกดูดกลืน สามารถวัดได้ใน 2 รูปแบบ คือ รูปแบบความเข้มแสงที่ส่องผ่าน (transmittance) และรูปแบบความเข้มแสงสะท้อนออกมา (reflectance) แล้วนำค่าความเข้มแสงที่ได้ในแต่ละความยาวคลื่น มาเขียนกราฟโดยให้แกนนอนเป็นค่าความยาวคลื่น แกนตั้งเป็นค่าการดูดกลืนแสง จะได้กราฟการดูดกลืนแสงของตัวอย่างออกมา กราฟที่ได้เรียกว่า เนียร์อินฟราเรดสเปกตรัม (NIR spectrum) โมเลกุลของสารแต่ละชนิดมีความสามารถในการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นต่างกัน เมื่อวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารแต่ละชนิดจึงได้สเปกตรัมที่มีลักษณะต่างกัน (ศิราพร, 2551) ดังตาราง 2.1

ตาราง 2.1 รายการของ wave number กับหมู่ฟังก์ชันที่ดูดกลืนแสงอินฟราเรด

Wave number range, cm^{-1}	**Functional group**
2260 - 2100	-C≡C-
2190 – 2130	CNS, C≡N
2000 – 1650	C-H (phenyl)
1980 – 1950	-C═C═C-
1950 – 1600	C═O
1715 – 1630	$RCONH_2$, RCONHR
1710 – 1530	-COO- (broad)
1680 – 1630	C═C (nonconjugated, noncyclic), C═N
1680 – 1560	C═C (cyclic or conjugated)
1650 – 1590	RONO, $RONO_2$
1650 – 1475	$RCONH_2$, RCONHR
1615 – 1590	Pheyl
1615 – 1565	Pyridines (doublet)
1610 – 1560	COO^-M^+
1550 – 1490	$PhNO_2$
1515 – 1485	Phenyl

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.1 รายการของ wave number กับหมู่ฟังก์ชันที่ดูดกลืนแสงอินฟราเรด (ต่อ)

Wave number range, cm^{-1}	Functional group
1475 – 1450	CH_2, CH_3
1440 – 1400	COOH
1430 – 1400	$CO - CH_2$
1420 – 1400	$CO - NH_2$
1400 – 1360	$(CH_3)_3C$ (two bands)
1400 – 1310	COO^-M^+ (broad)
1380 – 1370	CH_3
1380 – 1360	$CH(CH_3)_2$ (two bands)
1370 – 1300	$C - NO_2$
1330 – 1310	$Ph - CH_3$
1300 – 1000	CF
1280 – 1250	$SiCH_3$
1280 – 1180	C – N – (aromatic)
1280 – 1150	-C-O-C-
1255 – 1240	$(CH_3)_3C$ -
1275 – 1070	-C-O-C-

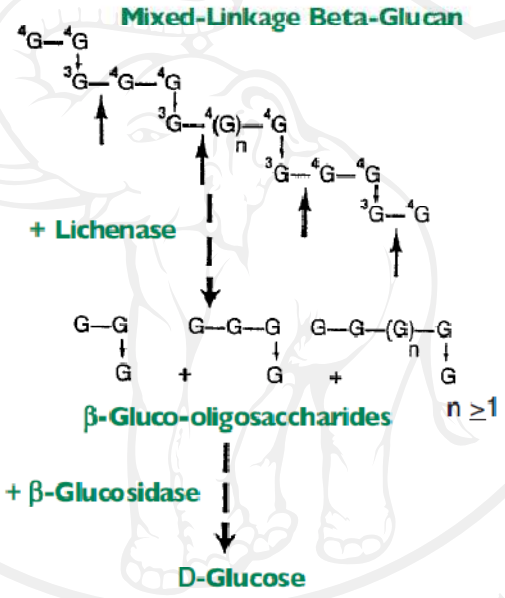
ที่มา: แม้น (2534)

จากการศึกษาการตรวจสอบเบตากลูแคนในข้าวบาร์เลย์สายพันธุ์ *lys3* ใช้ NIRS ในช่วงความยาวคลื่น 2270-2360 nm (Munck *et al.,* 2004) การใช้ FT-IR ในการศึกษาโพลิแซคคาไรด์จากผนังเซลล์ของธัญพืช พบว่าพีคของโพลิแซคคาไรด์จะปรากฏในช่วง 1200 – 800 cm^{-1} และพีคที่แสดงถึงพันธะ 1⟶4 เบตากลูแคน ปรากฏอยู่ที่ประมาณ 1160 cm^{-1} และพันธะกลูโคซิดิกซึ่งเป็นกลุ่มของเซลลูโลสพื้นฐานคือ C-O-C (Robert *et al*., 2005) พีคที่เป็นลักษณะเฉพาะของเบตากลูแคนที่เป็นองค์ประกอบของโพลิแซคคาไรด์ที่อยู่ในผนังเซลล์ข้าวบาร์เลย์ จะปรากฏพีคอยู่ในช่วง 800-950 cm^{-1} (Philippe *et al*., 2006) พบว่าค่าการดูดกลืนแสงของหมู่พังก์ชันของ พอลิแซคคาไรด์ปรากฏพีคอยู่ในช่วง 895 cm^{-1} (Seefeld *et al*., 2009)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1.3 การหาปริมาณเบตากลูแคน

การหาปริมาณเบตากลูแคนอ้างอิงจากวิธี AOAC 995.15 (McCleary and Codd, 1991) โดยใช้ชุดทดสอบจากบริษัท เมกาไซม์ (Megazyme) ซึ่งเป็นที่น่าเชื่อถือที่สุดในขณะนี้ โดยมีหลักการดังนี้คือ ใช้ เอนไซม์ไลเคนเนส ในการ ไฮโดรไลซ์เบตากลูแคน ให้เป็น โอลิโกแซคคาไรด์ จากนั้นใช้ เอนไซม์เบตากลูโคซิเดส เพื่อ ไฮโดรไลซ์ โอลิโกแซคคาไรด์ ให้เป็น กลูโคส ดังภาพ 2.4 แล้วนำไปวัดการดูดกลืนแสงที่ 510 นาโนเมตร ซึ่งเป็นความยาวคลื่นที่ใช้วัดปริมาณกลูโคส



ภาพ 2.4 กระบวนการ โฮโดรไลซิส ของ Mixed-Linkage Beta-Glucan

ที่มา : Megazyme International Ireland Limited 2006

2.1.4 ประโยชน์จากเบตากลูแคน

ปัจจุบันมีความสนใจมากในการใช้หน้าที่เป็นใยอาหารของเบตากลูแคนที่ได้จากพืช ซึ่งมีความทนทานต่อการย่อยในลำไส้ของมนุษย์และเป็นคำจำกัดความของใยอาหาร เบตากลูแคนมีประโยชน์คือช่วยลดระยะเวลาในการขนส่งของลำไส้ ป้องการท้องผูกและลดความเสี่ยงต่อโรคมะเร็งลำไส้ ลดคอเลสเตอรอล และควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดสำหรับการควบคุมโรคเบาหวาน และยังทำหน้าที่เป็น prebiotic ผลจากการนำเบตากลูแคนมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารจากธัญพืชช่วยลดการตอบสนองของระดับน้ำตาลในเลือด (Glycemic Index, GI) และการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตอบสนองของปริมาณอินซูลินในผู้ใหญ่ และได้มีการใช้เบตากลูแคนจากข้าวโอ๊ตและข้าวบาร์เลย์ในผลิตภัณฑ์ขนมปังโดยทำการทดลองวัดค่า GI กับผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้งข้าวสาลีร้อยละ 100 เปรียบเทียบกับขนมปังที่ทำจากแป้งข้าวสาลีร้อยละ 50 ผสมกับแป้งข้าวบาร์เลย์ซึ่งมีปริมาณเบตากลูแคนประมาณร้อยละ 4.2-6.3 กันพบว่าสามารถลดค่า GI จาก 85.42 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เหลือ 69.67 มีการศึกษา GI กับผลิตภัณฑ์ต่างได้แก่ขนมปังที่เลือกแต่ส่วนที่เป็นสีขาวมี ค่า GI เท่ากับ 100 อาหารเช้าจากรำข้าวโอ๊ตมีค่า GI เท่ากับ 80 อาหารเช้าจากธัญพืชและอาหารเช้าจากธัญพืชชนิดแท่งที่มีเบตากลูแคนลงร้อยละ 8.1 และ 6.5 จะมีค่า GI เท่ากับ 52 และ 43 ซึ่งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (Brennan and Cleary, 2005)

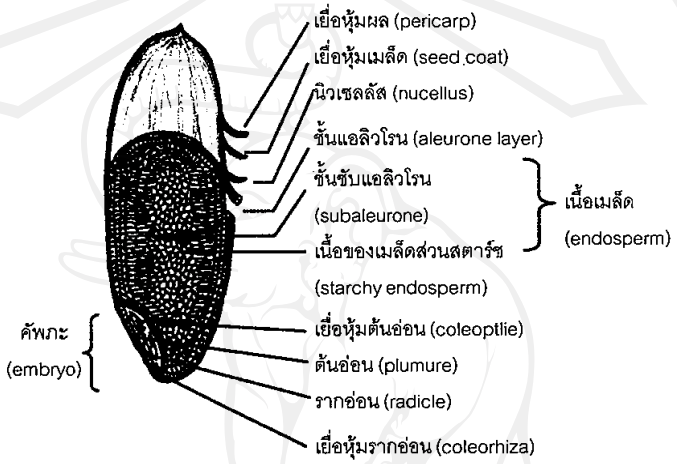
ปัจจุบันมีการศึกษาเบตากลูแคนอย่างแพร่หลาย มีได้ศึกษา Zymosan ซึ่งเตรียมได้จากผนังเซลล์ของยีสต์ ที่รู้จักกันทั่วไปว่าเป็น ยาซึ่งออกฤทธิ์กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน แต่ในขณะนั้นยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัดว่า โปรตีน ไขมัน น้ำตาลเชิงซ้อน หรือองค์ประกอบใดของ Zymosan ที่สามารถออกฤทธิ์ต่อระบบภูมิคุ้มกันได้ หลังจากนั้นราวทศวรรษที่ 50 มีการทำการวิจัยเพิ่มเติมจนพบว่า สารที่มีผลต่อการกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันใน Zymosan ที่จริงแล้ว คือ เบตากลูแคนโดยเฉพาะอย่างยิ่ง Beta-1→3-D-glucan ซึ่งเป็นพอลิแซ็กคาไรด์สายยาวของน้ำตาลกลูโคสที่เชื่อมต่อกันด้วย glycoside lingkage ตรงโมเลกุลของออกซิเจนที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 1 กับ hydroxyl ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 3 ของอีกกลุ่มหนึ่งดังภาพ 2.2 ผลงานดังกล่าวจุดประกายให้นักวิทยาศาสตร์เริ่มศึกษาถึงความสามารถในการกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของเบตากลูแคนเรื่อยมาจนก้าวเข้าสู่ยุคปี 80 ได้ค้นพบตัวรับที่จำเพาะต่อเบตากลูแคนบนผิวเซลล์ของ macrophage โดยตัวรับดังกล่าวเป็นกลุ่มของโปรตีนที่มีขนาดประมาณ 1 ไมครอน ซึ่งจะพบอยู่บนผิวเซลล์ macrophage ตั้งแต่เริ่มสร้างจากไขกระดูกจนตาย เมื่อสาย α-Helix ซึ่งเป็นโครงสร้างสามมิติของเบตากลูแคนที่ประกอบไปด้วยน้ำตาลประมาณ 7 หน่วยเข้าไปจับที่ตัวรับบนผิวเซลล์จะไปกระตุ้นเซลล์ macrophage ให้อยู่ในสภาวะตื่นตัวเพื่อทำหน้าที่กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันต่อไป แต่ในภาวะปกติแล้วเซลล์ macrophage ส่วนใหญ่มักจะอยู่ในสภาวะสงบซึ่งหมายความว่า ระบบภูมิคุ้มกันต่างๆ ของร่างกายจะไม่ทำงานจนกว่าจะตรวจพบสิ่งแปลกปลอมจากภายนอกที่เข้าสู่ร่างกาย เช่น แบคทีเรีย ไวรัส เชื้อราหรือ สารเคมี แต่หากร่างกายของเราได้รับเบตากลูแคนอยู่เป็นประจำแล้ว เบตากลูแคนเหล่านี้ก็จะคอยกระตุ้นการทำงานของเซลล์ macrophage ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพอยู่ตลอดเวลา (พรพจน์, 2553)

2.2 รำข้าว

รำข้าว หมายถึง ส่วนเยื่อหุ้มผล เยื่อหุ้มเมล็ด นิวเซลลัส ชั้นแอลิวโรน และชั้นซับแอลิวโรน รวมถึงส่วนของคัพภะด้วย เนื่องจากในกระบวนการขัดสีข้าวกล้องให้เป็นข้าวสาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนใหญ่ต้องการข้าวสารที่ขาวจึงขัดผิวข้าวกล้องจนถึงชั้นซับแอลิวโรน ทำให้คัพภะหลุดจากเนื้อเมล็ด รวมอยู่ในส่วนของรำข้าวด้วย ดังนั้นปริมาณ ชนิดของโครงสร้าง และองค์ประกอบทางเคมีของรำข้าวที่ได้จากกระบวนการสีข้าว นับจากการกะเทาะเปลือกหุ้มแข็ง (แกลบ) ออกไปแล้ว จะขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าวและสภาวะแวดล้อมที่ปลูกจนถึงกรรมวิธีในการขัดผิวเมล็ดข้าวกล้อง การขัดขาวและการขัดมันเพื่อให้ข้าวสารขาว และมันวาว (อรอนงค์, 2547) รำข้าวที่ทำการขัดสีจะมีองค์ประกอบทางเคมีดังตาราง 2.2



ภาพ 2.5 องค์ประกอบของข้าว
ที่มา : อรอนงค์ (2547)

รำข้าวส่วนที่ขัดสีออกมาในระหว่างขัดขาว จะถูกนำมาร่อนแยกโดยใช้ตะแกรงและใช้แรงลมเข้าช่วย ตะแกรงที่ใช้จะเป็นตะแกรงเบอร์ 20 รูขนาด 0.8 มิลลิเมตร ซึ่งจะแยกปลายข้าว คัพภะ และรำหยาบออกไป ส่วนที่ได้จากการขัดมันจะเป็นรำละเอียด สีค่อนข้างขาวเนื่องจากประกอบด้วยผิวชั้นนอกของเอนโดรสเปิร์มเป็นหลักผสมกับชั้นของเซลล์ที่อยู่ใต้ชั้นอัลลูโรน เยื่อหุ้มเมล็ด และเพอริคาร์พ รำละเอียดที่ได้จากการขัดขาวและขัดมันจะนำไปใช้ในการสกัดน้ำมันต่อไป รำข้าวนอกจากจะประกอบไปด้วยไขมัน โปรตีน วิตามินและเกลือแร่ต่างๆ แล้ว ยังประกอบไปด้วยเอนไซม์ จุลินทรีย์ แมลง ไข่แมลง รวมทั้งอาจมีสารเคมีที่ตกค้างอยู่ด้วย เอนไซม์และจุลินทรีย์เป็นสาเหตุสำคัญที่จะทำให้รำข้าวเสื่อมสภาพ ซึ่งเอนไซม์ที่สำคัญที่ทำให้รำข้าวเสื่อมคุณภาพ คือ ไลเพส ซึ่งจะทำให้เกิดการแยกสลายด้วยน้ำของไตรกลีเซอไรด์ไปเป็นกลีเซอรอลและกรดไขมัน จึงพบกรดไขมันในรำข้าวในช่วงร้อยละ 5-10 ภายใน 1 วัน หลังจากการขัดสี ซึ่งทำให้รำข้าวเสื่อมคุณภาพเร็วมาก นอกจากนี้ยังมีปฏิกิริยาการเกิดออกซิเดชันของกรดไขมันเนื่องจากเอนไซม์ไลพอกซีจิเนส แต่ปฏิกิริยานี้จะเกิดได้ช้ากว่าปฏิกิริยาแรก การที่รำข้าวเหม็นหืนได้ช้ากว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้าวเปลือกเนื่องจากขณะที่เป็นข้าวเปลือกไขมันและเอนไซม์ไม่ได้อยู่รวมกัน กล่าวคือ ไลเพสจะอยู่ในชั้นของเพอริคาร์พและเยื่อหุ้มเมล็ดขณะที่ไขมันส่วนใหญ่จะอยู่ในชั้นอัลลูโรน เมื่อมีการขัดสีเอาส่วนเหล่านี้เข้ารวมกันในรำข้าวจึงทำให้เหม็นหืนได้เร็ว สารละลายไลเพสบริสุทธิ์ที่สกัดออกมาจะถูกเร่งปฏิกิริยาโดยแคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) ที่ความเข้มข้นต่ำ และภาวะที่เหมาะสมใน การทำงานที่ pH 7.5-8.0 และที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส และถูกทำลายด้วยความร้อนที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที นอกจากไลเพส ไลพอกซีจิเนสแล้ว ยังมีกลุ่มเอนไซม์จำพวกออกซิเดส เช่น เพอร์ออกซิเดส ซึ่งทำให้เกิดการออกซิเดชันของไขมันและโทโคเฟอรอล แม้รำข้าวจะมีความชื้นต่ำ นอกจากเอนไซม์ที่มีในธรรมชาติของรำข้าวแล้ว จุลินทรีย์จำพวกรายังสามารถสร้างไลเพสได้ด้วย นอกจากทำให้รำเหม็นหืนเร็วขึ้นและราที่เจริญจะสร้างสารพิษขึ้นมา เช่น สารต่อต้านการย่อยทริปซิน ซึ่งลดประสิทธิภาพของการย่อยอาหาร ดังนั้นนำที่เก็บไว้นานๆ จึงไม่เหมาะในการสกัดน้ำมัน รำที่มีคุณภาพที่ดีจะต้องเป็นรำที่มาจากการขัดสีไม่เกิน 24 ชั่วโมง เป็นรำข้าวที่ผ่านการทำให้มีคุณภาพคงที่แล้วโดยการให้ความร้อนไม่ควรเก็บไว้นานเกิน 1 เดือนเพราะจะทำให้สีคล้ำขึ้น (ปรานี, 2534)

(a) (b)

ภาพ 2.6 (a) เมล็ดข้าว ภาพซ้าย คือ ข้าวยังไม่ได้สี ภาพขวา คือ ข้าวขัดสี และ (b) รำข้าว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.2 องค์ประกอบทางเคมีของรำข้าวที่ได้จากการขัดขาวและขัดมัน

องค์ประกอบทางเคมี	รำที่ได้จาการขัดขาว	รำที่ได้จากการขัดมัน
โปรตีน (ร้อยละ)	12.0-15.6	11.8-13.0
ไขมัน (ร้อยละ)	15.0-19.7	10.1-12.4
เส้นใย (ร้อยละ)	7.0-11.4	2.3-3.2
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	34.1-52.3	51.1-55.0
เถ้า (ร้อยละ)	6.6-9.9	5.2-7.3
แคลเซียม (มิลลิกรัม/กรัม)	0.3-1.2	0.5-0.7
แมกนีเซียม (มิลลิกรัม/กรัม)	5.0-13.0	6-7
ฟอสฟอรัส (ร้อยละ)	11.0-25.0	10-22
ไพตินฟอสฟอรัส (ร้อยละ)	9.0-22.0	12-17
ซิลิกา (ร้อยละ)	6.0-11.0	2-3
สังกะสี (ร้อยละ)	43.0-258	16-70
ไธอะมีน (ร้อยละ)	12-24	3-19
ไรโบฟลาวิน (ร้อยละ)	1.8-4.3	1.7-2.4
ไนอาซีน (ร้อยละ)	267-499	224-289

ที่มา : Juliano (1985)

2.3 นมถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองมีชื่อในภาษาอังกฤษว่า soya bean, soja bean, Chinese pea, Manchurin bean และ soybean ในจำนวนชื่อทั้งหมด soybean เป็นที่นิยมเรียกและยอมรับกันมากที่สุด ถั่วเหลืองอยู่ในวงค์หรือตระกูล Leguminosae, วงค์ย่อย Papilioideae และมีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Glycine max* L.

ลักษณะโครงสร้างของเมล็ดถั่วเหลืองโดยทั่วไปแล้วจะเป็นรูปเมล็ดกลมรี โดยมีน้ำหนักเมล็ดประมาณ 90-200 มิลลิกรัม ในเมล็ดมีส่วนประกอบแยกเป็น 3 ส่วน คือส่วนเปลือกซึ่งจะมีประมาณร้อยละ 7 ใบเลี้ยงร้อยละ 90 และส่วนของยอดประมาณร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก สีของถั่วมีหลายสี เช่น สีเหลือง สีเขียว สีดำ และสีน้ำตาล ถั่วเหลืองที่มีเปลือกสีเหลืองถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารทั่วไป ถั่วเหลืองที่มีเปลือกสีดำใช้ในอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันพืช ส่วนขั้วของเมล็ดถั่วเหลือง (hillum) เช่น สีดำ สีเทา สีน้ำตาล เป็นต้น ถั่วเหลืองที่มีเปลือกสีเขียวและสีน้ำตาลไม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นิยมนำมาใช้ประโยชน์ ซึ่งเชื่อกันว่าสีของจมูกถั่วเหลืองเป็นปัจจัยหลักที่จะใช้ในการบ่งบอกถึงพันธุ์ เช่น จมูกถั่วเหลืองเปลือกเหลือง (เสาวลักษณ์, 2543)

น้ำนมถั่วเหลือง เป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงกับน้ำนมวัว ในนมถั่วเหลืองมีพลังงานและกรดไขมันชนิดอิ่มตัวในปริมาณต่ำกว่าน้ำนมวัว ไม่มีคอเลสเตอรอล โปรตีนที่มีอยู่ในนมถั่วเหลือง คือ โกลบูลิน และ อัลบูมิน สามารถถูกย่อยง่ายกว่าโปรตีนในนมวัว คือ เคซีน ผู้สูงอายุที่มีปัญหาเกี่ยวกับการย่อยโปรตีนในนมวัวอาจเลือกดื่มนมถั่วเหลืองแทน (คณิณญา, 2545) น้ำนมถั่วเหลืองเป็นที่นิยมของผู้บริโภคในประเทศแถบเอเชียมาเป็นเวลานานแล้วเนื่อง จากมีราคาถูกและมีคุณค่าทางอาหารสูง และมีองค์ประกอบทางเคมีดังตาราง 2.3

ตาราง 2.3 ส่วนประกอบน้ำนมถั่วเหลืองต่อน้ำหนัก 100 กรัม

ส่วนประกอบ	นมถั่วเหลือง
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	44
น้ำ (กรัม)	90.8
โปรตีน (กรัม)	3.6
ไขมัน (กรัม)	2.0
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	0.5
เถ้า (กรัม)	0.5
แร่ธาตุ (มิลลิกรัม)	
แคลเซียม	15
ฟอสฟอรัส	49
โซเดียม	2
เหล็ก	1.2
วิตามิน (มิลลิกรัม)	
ไทอะนิน	0.03
ไรโบฟลาวิน	0.04
ไนอะซิน	0.05
กรดไขมันอิ่มตัว (ร้อยละ)	40-48
กรดไขมันไม่อิ่มตัว (ร้อยละ)	52-60
คอเลสเตอรอล (มิลลิกรัม)	0

ที่มา : Liu (1997)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปัจจุบันได้มีการนำถั่วเหลืองมาแปรรูปเป็นนมถั่วเหลืองผงซึ่งช่วยให้มีความสะดวกในการขนส่งและมีอายุการเก็บที่นานขึ้น ประเทศไทยมีการผลิตนมถั่วเหลืองผงในรูปนมถั่วเหลืองผงไขมันเต็ม (Full Fat Soy Flour, FFSF) ซึ่งใช้ต้นทุนในการผลิตไม่สูงนัก แต่พบว่านมถั่วเหลืองผงที่ได้มีความละเอียดน้อยเกินไปและมีกากจากเปลือกปนมามาก ทั้งนี้เนื่องจากขั้นตอนในการผลิตทำโดยการนำเมล็ดถั่วเหลืองมาอบแห้งและบดให้ละเอียดเท่านั้น ดังนั้นในการเตรียมน้ำนมถั่วเหลืองจากนมถั่วเหลืองผงไขมันเต็มชนิดนี้จะต้องนำมาต้ม และ กรองกากออกก่อนบริโภค ซึ่งทำให้ยุ่งยากในการใช้ นอกจากนี้น้ำนมที่ได้มีการละลายต่ำ เมื่อตั้งทิ้งไว้จะเกิดการแยกชั้นของอนุภาคอย่างชัดเจน ทำให้ไม่เป็นที่นิยมของผู้บริโภค (เผด็จศักดิ์, 2539) โดยมีการเตรียมน้ำนมถั่วเหลืองดังภาพ 2.7

ภาพ 2.7 การเตรียมน้ำนมถั่วเหลือง

ที่มา : สถาบันวิจัยโภชนาการ (2546)

การแช่ถั่วเหลือง เมื่อนำเปลือกถั่วเหลืองออกก่อนการแช่น้ำ พบว่าจะได้นมถั่วเหลืองที่มีสีขาว มีกลิ่นถั่วน้อยลง ไม่มีรสขม ลดจำนวนจุลินทรีย์ที่มีอยู่จึงช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้ (จตุพันธ์, 2543) หากล้างถั่วเหลืองทั้งเมล็ดก่อนนำไปแช่สามครั้งและเมื่อนำมาแช่น้ำให้นิ่มในปริมาณ 1 ต่อปริมาณน้ำ 3 เท่า พบว่ามีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 1-1.2 เท่า (ฉรงค์, 2526) เมื่อแช่ถั่วเหลืองในน้ำเป็นเวลา 2 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส และใช้เวลา 8 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส ถั่วเหลือง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จะสามารถดูดซึมน้ำได้มากที่สุด (Johnson, *et al*., 1992) ถั่วเหลืองจะอิ่มตัวเมื่อแช่ถั่วเหลืองในน้ำที่มีอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ในเวลา 30 นาที ถ้าใช้เวลาเกิน 30 นาที ถั่วจะนิ่ม ยุ่ย ผิวเมล็ดเหี่ยวย่น และการแช่ถั่วที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความอิ่มตัวของถั่วจะคงที่เมื่อเวลาผ่านไป 3 ชั่วโมง หากแช่นานเกิน 24 ชั่วโมง จะมีกลิ่นหมักของแอลกอฮอล์เกิดขึ้น การแช่ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสพบว่าถั่วจะอิ่มตัวเมื่อใช้เวลานานเกิน 3 ชั่วโมงและสามารถแช่ถั่วได้นานมากกว่า 24 ชั่วโมงโดยไม่มีกลิ่นหมักเกิดขึ้นและที่อุณหภูมินี้จะสกัดของแข็งที่ละลายออกมาได้มาก (วันชัย, 2547) ปริมาณโปรตีนของน้ำนมถั่วเหลืองจะลดลงเมื่อคำนวณต่อน้ำหนักเปียกของถั่วส่วนประกอบหลักของถั่วเหลืองที่สูญเสียไปในการแช่น้ำไม่ใช่โปรตีน แต่อาจเป็นส่วนประกอบอื่นที่ละลายได้ดีในน้ำ เช่น คาร์โบไฮเดรต (มัณฑนา และคณะ, 2529) การบดถั่วเหลือง การบดถั่วเหลืองให้ละเอียดอาจทำได้ โดยใช้โม่หิน หรืออาจใช้เครื่องบด การบดจะใช้น้ำบางส่วนร่วมด้วยเพื่อทำให้การบดเป็นไปอย่างสะดวก โดยอัตราส่วนระหว่างถั่วเหลืองต่อน้ำที่ใช้ในการบดนั้น จะมีผลต่อคุณภาพและองค์ประกอบของนมถั่วเหลือง ดังตาราง 2.4 วันชัย (2547) แนะนำการบดถั่วเหลืองต่อน้ำในอัตราส่วน 1:10

ตาราง 2.4 องค์ประกอบของนมถั่วเหลืองที่ได้จากการใช้อัตราส่วนถั่วเหลืองต่อน้ำในระดับต่างกัน

ถั่วเหลืองต่อน้ำ	องค์ประกอบ (ร้อยละ)				
(ถั่วเหลืองแยกเปลือก)	ของแข็งทั้งหมด	โปรตีน	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรด	เถ้า
1:5	9.2	4.5	2.4	1.8	0.48
1:6	8.7	4.2	2.2	1.9	0.44
1:7	7.9	3.8	1.9	1.8	0.39
1:8	7.2	3.4	1.7	1.7	0.35
1:9	6.3	2.9	1.5	1.6	0.30
1:10	5.6	2.6	1.4	1.3	0.27

ที่มา : Tanteeratarm *et al.* (1997)

การกรองกากถั่วเหลืองมี 2 วิธี คือ 1 วิธีการต้มถั่วเหลืองก่อนและบดก่อนนำไปกรอง การต้มจะลดความหนืดลงทำให้กรองได้ง่ายขึ้นมีโปรตีนและของแข็งอื่นๆ ละลายออกมามาก วิธีที่ 2 คือ วิธีการกรองกากออกก่อนที่จะให้ความร้อน ซึ่งกากที่เหลือจะมีโปรตีนที่ละลายได้ออกมาน้อยกว่าวิธีวิธีการต้มถั่วเหลืองก่อนและบดก่อนนำไปกรอง (Liu, 1997)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การให้ความร้อนโดยการต้มเป็นการให้ความร้อนซึ่งมีข้อดี คือ ช่วยเพิ่มอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ และยังช่วยยับยั้งเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส (lipoxygenase) ที่ทำให้เกิดกลิ่นถั่วเหลือง และการต้มยังทำให้โปรตีนเกิดการเสียสภาพย่อยง่ายขึ้น การให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 98 องศาเซลเซียส นาน 15 นาทีจะสามารถทำลายทริปซินอินฮิบิเตอร์ (trypsin inhibitor) ที่เป็นสารต้านคุณค่าทางโภชนาการได้ แต่ถ้าหากต้มน้ำนมถั่วเหลืองในน้ำเดือดนาน 30 นาที กรดอะมิโนซีสทีน (cystine) และเมธิโอนีน (methionine) จะถูกทำลายไปร้อยละ 30 (เพลินใจ, 2545)

วิธีการทำเครื่องดื่มผงสำเร็จรูปโดยใช้วิธีของ Jinapong *et al.* (2008) มี 3 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมวัตถุดิบ โดยเตรียมถั่วเหลืองกับน้ำให้ความร้อนที่ 70-80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10-15 นาที ทำให้เย็น และทำให้น้ำนมถั่วเหลืองมีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 5.2 โดยผสมกับเดกซ์โทรสที่มีค่าสมมูล (ดีอี) ระดับ 14 ปริมาณร้อยละ 10 ของผลิตภัณฑ์ ขั้นตอนที่ 2 การทำให้เข้มข้น และขั้นตอนที่ 3 กระบวนการทำแห้ง โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยน้ำนมถั่วเหลืองจะถูกฉีดเข้าเครื่องพ่นฝอย ควบคุมอุณหภูมิของลมร้อนช่วงเข้า (inlet) และ ออก (outlet) ที่ 180 และ 80 องศาเซลเซียส อัตราการพ่น (flow rate) 33-51 มิลลิลิตรต่อนาที ตามลำดับ

การผลิตนมถั่วเหลืองผงโดยการทำแห้งแบบพ่นฝอยโดยกำหนดอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ 110 130 และ 150 องศาเซลเซียสและปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 6 9 และ 12 โดยน้ำหนักที่มีต่อคุณสมบัติของน้ำนมถั่วเหลืองผงที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอยพบว่า การใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ 130 องศาเซลเซียสและปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินที่ร้อยละ 12 โดยน้ำหนักจะให้นมถั่วเหลืองผงที่มีคุณสมบัติทางกายภาพดีที่สุด โดยนมถั่วเหลืองผงที่ได้มีปริมาณความชื้นร้อยละ 3.29 มีขนาดอนุภาคส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 38-53 ไมโครเมตร มีค่าการละลายในเทอมของร้อยละตะกอนที่เหลือเท่ากับ 2.77 มีค่าดัชนีการแยกชั้นร้อยละ 0.1 เมื่อนำมาคืนรูปและวิเคราะห์คุณสมบัติทางประสาทสัมผัสพบว่านมถั่วเหลืองคืนรูปมีสีขาวเหลือง ข้น ยังคงกลิ่นของถั่วเหลือง มีรสหวานมันและระคายคอเล็กน้อย โดยได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบในระดับเฉย ๆ ถึงชอบเล็กน้อย (พรรณจิรา และคณะ, 2546)

2.4 ผู้สูงอายุ

ผู้สูงอายุ ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 ให้คำจำกัดความว่า สูงอายุ หมายถึง อายุมาก โดยความหมายของผู้สูงอายุสามารถพิจารณาได้อย่างกว้างขวาง และผู้สูงอายุที่มีวัยเดียวกันก็สามารถมีลักษณะของความสูงอายุต่างกันได้ ดังนั้นการการพิจารณาความสูงอายุควรพิจารณา 3 องค์ประกอบคือ องค์ประกอบทางด้านสุขภาพกาย สุขภาพจิต และสังคม และในบางประเทศใช้ การเกษียณอายุการทำงานเป็นเกณฑ์ในการกำหนดความสูงอายุอีกด้วยซึ่งในประเทศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไทยใช้อายุ 60 ปี และ องค์การอนามัยโลกกำหนดให้บุคคลตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างประเทศ เช่นเดียวกับสมัชชาโลก ว่าด้วยผู้สูงอายุได้กำหนดให้ชายและหญิงอายุ 60 ปี ขึ้นไปเป็นผู้สูงอายุ เพื่อประโยชน์ในการสื่อสารแลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับผู้สูงอายุในประเทศต่างๆ

สำมะโนประชากรและเคหะปี 2553 ประเทศไทยมีประชากร 65.9 ล้านคน ประชากรที่เป็นผู้สูงอายุ 7,493,227 ล้านคน (กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย, 2553)

2.5 โภชนาการผู้สูงอายุ

โภชนาการผู้สูงอายุ (nutrition status) หมายถึง สภาวะทางสุขภาพของผู้สูงอายุที่มีผลอันเนื่องมาจากการรับประทานอาหาร การย่อย การดูดซึมสารอาหาร การขนส่งอาหาร การสะสมและการเผาผลาญสารอาหาร โดยภาวะโภชนาการของผู้สูงอายุมีความเกี่ยวข้องกับปัจจัยต่างๆ เช่น ปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคม สภาพร่างกายและจิตใจ ขนบธรรมเนียมประเพณีและวัฒนธรรม และรูปแบบของอาหารที่รับประทานและรูปแบบการใช้ชีวิตเป็นต้น (คณิณญา, 2545)

กองโภชนาการกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (2532) ให้ความหมาย RDI คือ สารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวัน (Thai Recomended Dalily Intakes) เป็นมาตรการสำคัญในการดำเนินการปรับปรุงและส่งเสริมให้ประชาชนมีภาวะโภชนาการที่ดี สามารถดำรงสุขภาพอนามัยอย่างสมบูรณ์ เป็น การวางแผนจัดการทางด้านการบริโภคอาหาร โดยมีจุดมุ่งหมายให้ประชาชนส่วนรวมของประเทศได้รับการบริโภคอาหารประจำวันซึ่งประกอบด้วยสารอาหารชนิดต่างๆ ที่มีคุณค่าทางโภชนาการอย่างเหมาะสมและเพียงพอกับความต้องการของร่างกาย ซึ่งความต้องการอาหารและโภชนาการในแต่ละบุคคล กลุ่มบุคคล หรือชุมชน จะมีความต้องการที่แตกต่างกันเป็นอย่างมาก เนื่องจากปัจจัยแวดล้อมและองค์ประกอบอื่นๆ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ในแต่ละประเทศ จะต้องจัดให้มีแนวทางหรือหลักการในการแนะนำการบริโภคอาหารสำหรับประชาชนในประเทศ ให้บริโภคอาหารที่มีคุณค่าสารอาหารชนิดต่างๆ ที่เหมาะสมกับความต้องการด้านโภชนาการในแต่ละประเทศ

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาจึงได้พิจารณาจัดทำบัญชีสารอาหารที่แนะนำให้ควรบริโภคประจำวันสำหรับคนไทย อายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai Recommended Daily Intakes : Thai RDI) นี้ขึ้น เพื่อวัตถุประสงค์หลักในการเป็นค่าอ้างอิงสำหรับคำนวณในแสดงคุณค่าทางโภชนาการบนฉลากของอาหาร ค่า Thai RDI ซึ่งเป็นค่ากลางสำหรับคนไทยทั่วไปที่แสดงดังตาราง 2.5 นั้นสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาสูตรอาหาร และใช้เป็นเกณฑ์สำหรับการกำหนดนโยบายทางโภชนาการอย่างกว้าง ๆ สำหรับบุคคลทั่วไป เช่น การเติมสารอาหาร หรือการประยุกต์ใช้อื่นๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตามความเหมาะสมโดยต้องคำนึงด้วยว่าข้อกำหนดนี้ใช้สำหรับผู้ที่มีสุขภาพปกติ มิใช่ผู้ป่วย เด็กทารก หญิงมีครรภ์ หรือกลุ่มอื่น ๆ ซึ่งมีความต้องการทางโภชนาการต่างไปจากกลุ่มบุคคลปกติ นอกจากนั้นการได้รับสารอาหารต่าง ๆ ตามที่กำหนดนี้ควรได้รับจากการบริโภคอาหารหลัก 5 หมู่ เป็นสำคัญ เนื่องจากยังมีสารอาหารอื่น ๆ อีกมากในอาหารหลักของเราที่ยังไม่ได้รับการแยกออก และเป็นที่รู้จักเป็นตัวเดี่ยว ๆ แต่ก็มีความสำคัญและจำเป็นต่อระบบการทำงานตามปกติของร่างกาย

RDA คือ ข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวัน (Recommended Daily Dietary Allowances) ในประเทศไทยเริ่มใช้เมื่อปี พ.ศ.2532 บัญชี RDA นี้กำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทยไว้ รวม 17 ชนิด โดยแบ่งกลุ่มคนไทยเป็นกลุ่มใหญ่ 8 กลุ่มตามอายุและเพศ และเนื่องจากความต้องการสารอาหารบางชนิดแตกต่างกันตามอายุ แต่ละกลุ่มจึงยังมีการแบ่งเป็นกลุ่มย่อยตามระดับอายุอีกด้วย ดังนั้นข้อกำหนดนี้จึงจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ เพื่อให้มีสารอาหารตามความต้องการสำหรับแต่ละกลุ่มโดยเฉพาะ ในการจัดทำฉลากโภชนาการของผลิตภัณฑ์อาหารโดยทั่วไป กำหนดไว้จะต้องแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารนั้นโดยแจ้งชนิดและปริมาณของสารอาหารที่มีในผลิตภัณฑ์นั้นมีอยู่เป็นสัดส่วนเท่าใดของปริมาณที่ผู้บริโภคต้องการต่อวัน และเนื่องจากผู้บริโภคในที่นี้หมายถึงบุคคลทั่วไปตั้งแต่เด็กถึงผู้ใหญ่ จึงจำเป็นจะต้องมีค่าความต้องการสารอาหารต่อวันสำหรับบุคคลทั่วไปนี้เพียงค่าเดียวเป็นค่ากลาง เพื่อใช้สำหรับการคำนวณและเปรียบเทียบ

สารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการแสดงคุณค่าทางโภชนาการบนฉลากของอาหาร หรือที่เรียกว่า ฉลากโภชนาการ (Nutrition Labeling) โดยอาศัยข้อมูลพื้นฐานจากค่า Thai RDA โดยเลือกค่าสูงสุดจากค่าที่แนะนำสำหรับคนอายุ 20-29 ปีทั้ง 2 เพศ, ค่า Daily Values (DV), Daily Reference Values (DRV), RDI (หรือค่า US RDA เดิม) ซึ่งถูกกำหนดโดย United States Food and Drug Administration และ ค่า Nutrient Reference Values (NRV) จาก Codex โดยกำหนดให้ค่าความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี ซึ่งเป็นระดับที่คนไทย (ผู้ใหญ่) ส่วนใหญ่ที่มีสภาวะทางสุขภาพปกติต้องการ เป็นฐานหรือเป็นตัวเลขกลางในการคำนวณ เพื่อวัตถุประสงค์ในการแสดงฉลากโภชนาการเท่านั้น ทั้งนี้ความต้องการพลังงานที่แท้จริงต่อวันของแต่ละบุคคลอาจน้อยหรือมากกว่า 2,000 กิโลแคลอรีได้ ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น อายุ เพศ และความแตกต่างของระดับการใช้พลังงานทางกายภาพของแต่ละบุคคล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.5 ปริมาณสารอาหารที่แนะนำต่อวัน

ลำดับที่	สารอาหาร	ปริมาณที่แนะนำต่อวัน	หน่วย
1.	ไขมันทั้งหมด (Total Fat)	65*	กรัม (g)
2.	ไขมันอิ่มตัว (Saturated Fat)	20*	กรัม (g)
3.	โคเลสเตอรอล (Cholesterol)	300	มิลลิกรัม (mg)
4.	โปรตีน (Protein)	50*	กรัม (g)
5.	คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (Total Carbohydrate)	300*	กรัม (g)
6.	ใยอาหาร (Dietary Fiber)	25	กรัม (g)
7.	วิตามินเอ (Vitamin A)	800	ไมโครกรัมอาร์อี (μg RE)
8.	วิตามินบี 1 (Thiamin)	1.5	มิลลิกรัม (mg)
9.	วิตามินบี 2 (Riboflavin)	1.7	มิลลิกรัม (mg)
10.	ไนอะซิน (Niacin)	20	มิลลิกรัม เอ็น อี (mg NE)
11.	วิตามินบี 6 (Vitamin B6)	2	มิลลิกรัม (mg)
12.	โฟเลต (Folate)	200	ไมโครกรัม (μg)
13.	ไบโอติน (Biotin)	150	ไมโครกรัม (μg)
14.	กรดแพนโทธินิค (Pantothenic Acid)	6	มิลลิกรัม (mg)
15.	วิตามินบี 12 (Vitamin B12)	2	ไมโครกรัม (μg)
16.	วิตามินซี (Vitamin C)	60	มิลลิกรัม (mg)
17.	วิตามินดี (Vitamin D)	5	ไมโครกรัม (μg)
18.	วิตามินอี (Vitamin E)	10	มิลลิกรัมแอลฟาทีอี (mgα-TE)
19.	วิตามินเค (Vitamin K)	80	ไมโครกรัม (μg)
20.	แคลเซียม (Calcium)	800	มิลลิกรัม (mg)
21.	ฟอสฟอรัส (Phosphorus)	800	มิลลิกรัม (mg)
22.	เหล็ก (Iron)	15	มิลลิกรัม (mg)
23.	ไอโอดีน (Iodine)	150	ไมโครกรัม (μg)
24.	แมกนีเซียม (Magnesium)	350	มิลลิกรัม (mg)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.5 ปริมาณสารอาหารที่แนะนำต่อวัน (ต่อ)

ลำดับที่	สารอาหาร	ปริมาณที่แนะนำต่อวัน	หน่วย
25.	สังกะสี (Zinc)	15	มิลลิกรัม (mg)
26.	ทองแดง (Copper)	2	มิลลิกรัม (mg)
27.	โพแทสเซียม (Potassium)	3,500	มิลลิกรัม (mg)
28.	โซเดียม (Sodium)	2,400	มิลลิกรัม (mg)
29.	แมงกานีส (Manganese)	3.5	มิลลิกรัม (mg)
30.	ซีลีเนียม (Selenium)	70	ไมโครกรัม (μg)
31.	ฟลูออไรด์ (Fluoride)	2	มิลลิกรัม (mg)
32.	โมลิบดินัม (Molybdenum)	160	ไมโครกรัม (μg)
33.	โครเมียม (Chromium)	130	ไมโครกรัม (μg)
34.	คลอไรด์ (Chloride)	3,400	มิลลิกรัม (mg)

ที่มา : กระทรวงสาธารณะสุข คณะกรรมการสวัสดิการกรมอนามัย (2546)

* ปริมาณของไขมันทั้งหมด ไขมันอิ่มตัว โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต ที่แนะนำให้บริโภคต่อวัน คิดจากการเปรียบเทียบพลังงานที่ควรได้จากสารอาหารดังกล่าวเป็นร้อยละ 30, 10, 10 และ 60 ตามลำดับของพลังงานทั้งหมดหากพลังงานทั้งหมดที่ควรได้รับต่อวันเป็น 2,000 กิโลแคลอรี

ไขมัน 1 กรัมให้พลังงาน 9 กิโลแคลอรี

โปรตีน 1 กรัมให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี

คาร์โบไฮเดรต 1 กรัมให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี

โภชนาการผู้สูงอายุตั้งแต่ 51 ปีขึ้นไปมีความต้องการโปรตีนในเพศชาย 57 กรัมต่อวัน เพศหญิง 52 กรัมต่อวัน (กระทรวงสาธารณะสุข คณะกรรมการสวัสดิการกรมอนามัย, 2546)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved