บทที่ 2
ตรวจเอกสาร

2.1 เครื่องดื่ม (beverage)

เครื่องดื่ม หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลว อาจอยู่ในรูปของเหลวใสหรือขุ่น มีเนื้อหรือไม่มีเนื้อของวัตถุดิบที่ใช้ก็ได้วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอาจเป็นผัก ผลไม้ ธัญชาติ ถั่วต่างๆ และผลผลิตจากสัตว์ (มณฑาทิพย์ และคณะ, 2552) น้ำผลไม้เป็นเครื่องดื่มชนิดอ่อน (soft drink) ไม่มีแอลกอฮอล์จัดอยู่ในกลุ่มเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่มีการเติบโตทางการตลาดอย่างต่อเนื่อง ทั้งน้ำผลไม้100% และน้ำผลไม้กลุ่มอื่นๆ มีอัตราการขยายตัวเชิงปริมาณบริโภคมากกว่า 40% โดยมีปริมาณการบริโภคเครื่องดื่มโดยรวมในปี 2553 สูงถึง 210.80 ล้านลิตร และคาดว่าในปี 2555 จะเพิ่มขึ้นเป็น 246.90 ล้านลิตร ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การคาดการณ์ปริมาณการจำหน่ายน้ำผลไม้ปี 2554-2557

ประเภทน้ำผลไม้	2553	2554	2555	2556	2557
น้ำผลไม้100%	46.6	50.9	55.8	61.4	67.9
น้ำผลไม้ 25-99%	70.8	75.7	81.2	87.3	94.3
น้ำผลไม้<24%	93.3	101.9	109.9	117.5	124.8
รวม	210.8	228.6	246.9	266.2	287.0

หน่วย: ล้านลิตร

ที่มา: นิรนาม (2554ก)

สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยเกษตร

พจนานุกรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร (The International Food Information Service, 2005) ให้คำจำกัดความของน้ำผลไม้(fruit juice) ไว้ว่า น้ำผลไม้ หมายถึง ของเหลวที่สกัดจากผลไม้ใช้บริโภคเป็นเครื่องดื่มหรือใช้เป็นส่วนผสมในอาหารและเครื่องดื่มต่างๆ มากมาย ปัจจุบันกระแสรักสุขภาพกำลังเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายด้วยคุณค่าและสรรพคุณที่มีอย่างมากมายมหาศาลในผลไม้ ทำให้ผู้บริโภคสนใจในการดื่มน้ำผลไม้อย่างแพร่หลาย (ดวงจันทร์, 2549) ส่งผลทำให้น้ำผลไม้เป็นเครื่องดื่มที่สามารถทำรายได้ให้กับอุตสาหกรรมขนาดเล็กและขนาดใหญ่เป็นจำนวนมาก เครื่องดื่มจากน้ำผลไม้ที่นิยมทั่วไป ได้แก่ น้ำสับปะรด น้ำส้ม น้ำมะม่วง และน้ำฝรั่งเป็นต้น ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้มีความไวต่อความร้อน การให้ความร้อน

ในกระบวนการผลิตจึงต้องทำอย่างเหมาะสม เพราะผลิตภัณฑ์จะมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสไม่เป็นที่ยอมรับต่อผู้บริโภค เช่น มีกลิ่นต้ม สีเปลี่ยน และตกตะกอน (วิสิฐ และคณะ, 2547)

2.2 โปรติเอส (protease)

โปรติเอส เป็นเอนไซม์ที่พบในสิ่งมีชีวิต มีความสำคัญในระบบการย่อยอาหารในร่างกายมนุษย์ ช่วยควบคุมการแข็งตัวของเลือดและควบคุมการจับเชื้ อโรคโดยการย่อยสลายโปรตีนจากภายนอก (ปราณี, 2547) นอกจากนี้โปรติเอสยังเป็นเอนไซม์ที่มีความสำคัญทางการตลาดและมียอดจำหน่ายสูงถึงร้อยละ 60 ของยอดขายเอนไซม์ทั้ งหมด(Merheb *et al*., 2007) โปรติเอสถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมหลายๆ ประเภท เช่น การผลิตผงซักฟอก การผลิตน้ ายาทำความสะอาด การผลิตเบียร์ การทำให้เนื้ อนุ่ม การผลิตเครื่องหนัง และอุตสาหกรรมนม

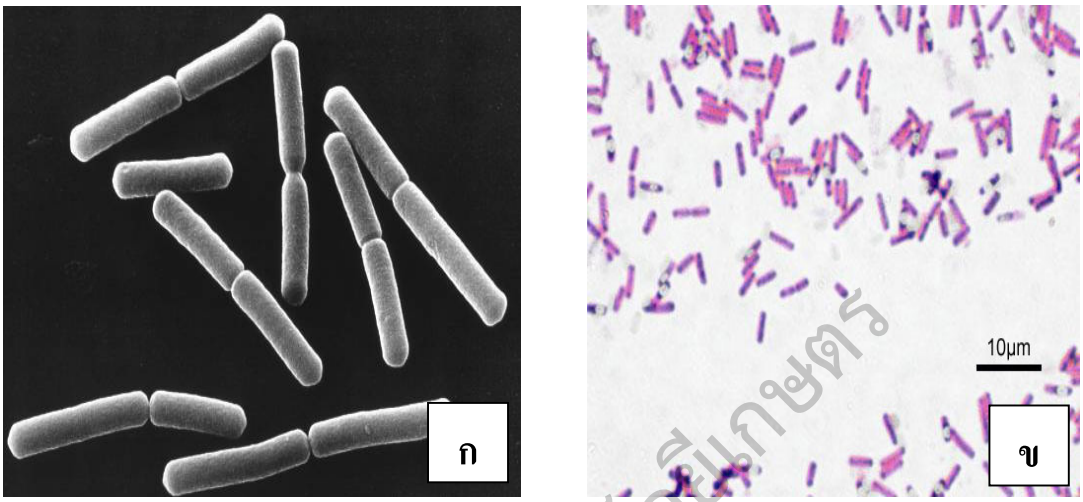
โปรติเอส มีชื่อสามัญหลายชื่อ ได้แก่ เปปทิเดส (peptidase) โปรติเนส (proteinase) เปปไทด์ไฮโดรเลส (peptide hydrolase) และโปรติโอไลติกเอนไซม์ (proteolytic enzyme) The International Union of Biochemistry and Molecular Biology (IUBMB) ได้แนะนำให้ใช้เปบทิเดสในการเรียกเอนไซม์กลุ่มไฮโดรเลส (hydrolase) ซึ่งอยู่ใน subclass E.C 3.4 ที่ทำหน้าที่ย่อยพันธะเปปไทด์ (peptide bond) เปปทิเดสสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มด้วยกันคือ เอนโดเปปทิเดส (endopeptidases) ที่จะตัดพันธะเปปไทด์ภายในโมเลกุลของโปรตีนและเอกโซเปปทิเดส (exopeptidases) ที่ทำหน้าที่ตัดพันธะเปปไทด์จากปลายด้าน N หรือ C ของโปรตีน ส่วนโปรติเนส (proteinase) ใช้เรียกเอนไซม์ในกลุ่ม endopeptidase ซึ่ง IUBMB ได้จัดแบ่งโปรติเนสตามลักษณะกลไกของการย่อยออกเป็น 4 กลุ่ม (class) คือ serine proteinase, cysteine proteinase, metallo proteinase และ aspartic protenase (Koh *et al.,* 2006)

แหล่งของโปรติเอสได้จากพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ โปรติเอสจากพืช เช่น ปาเปน (papain) ในยางมะละกอดิบ โบรมิเลน (bromelain) จากสับปะรด และฟิซิน (ficin) จากผลมะเดื่อ เป็นต้น โปรติเอสจากสัตว์ เช่น เปปซินและเรนนิน (หรือไคโมซิน) ที่เตรียมได้จากกระเพาะสัตว์ ทริพซิน (trypsin) และไคโมทริพซิน (chymotrypsin) เตรียมได้จากตับอ่อนของหมู (นิธิยา, 2551) ส่วนโปรติเอสจากจุลินทรีย์ เช่น รา และแบคทีเรียจะเป็นแหล่งที่ดีในการเตรียมเอนไซม์ให้มีปริมาณมากเพียงพอได้ง่าย เช่น serine protease จาก *B. licheniformis* และ neutral protease จาก *Aspergillus oryzae* (Uhlig, 1998)

2.2.1 โปรติเอสจาก *Bacillus subtilis*

B. subtilis เป็นแบคทีเรียแกรมบวกที่สร้างสปอร์ มีรูปร่างท่อนยาว มี flagella รอบเซลล์ ต้องการออกซิเจน (aerobic bacteria) หรือต้องการออกซิเจนเพียงเล็กน้อย (facultative anaerobic bacteria) ในการเจริญ ไม่ทำให้เกิดโรค *B. subtilis* สามารถเจริญได้ดีที่พีเอชเท่ากับ 5.5-8.5

อุณหภูมิปานกลาง *B. subtilis* สร้างเอกโซเอนไซม์ที่สามารถย่อยสลายโปรตีน polysaccharide nucleic acid และ lipid มีสปอร์ที่ทนความร้อนและสามารถทำให้อาหารเน่าเสีย (ขจร และฉัตรชัย, 2536; นงลักษณ์ และปรีชา, 2552; Wongputtisin, 2008)



ภาพที่ 1 ลักษณะของ *B. subtilis*

(ก) ลักษณะของ *B. subtilis* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบ scanning electron micrograph

(ข) ลักษณะของ *B. subtilis* ย้อมสีแกรม ส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์

ที่มา: Anonymous (2011a); (2011b)

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

B. subtilis สามารถสร้างเอนไซม์แล้วส่งออกนอกเซลล์ (exoenzyme) ที่มีคุณสมบัติย่อยแป้งและเคซีนได้ (นงลักษณ์ และปรีชา, 2552; Salam *et al*., 2009) โปรติเอสที่ผลิตจาก *B. subtilis* ได้ถูกนำไปใช้ประโยชน์อย่างหลากหลาย จึงทำให้มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับโปรติเอสจาก *B. subtilis* ในหลายๆ ด้าน เช่น

นาถยา (2552) ทำการศึกษาการใช้ *B. subtilis* ในการทำถั่วเน่า พบว่า *B. subtilis* จะเจริญแล้วสร้างโปรติเอสออกมาย่อยโปรตีนในถั่วเหลืองได้เป็นเป็นเปปไทด์และกรดอะมิโน ทำให้เกิดกลิ่นรสกับผลิตภัณฑ์ นอกจากนั้นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยโปรตีน จุลินทรีย์ยังนำไปใช้ในกระบวนการเมทาบอลิซึม (metabolism) เพื่อการเจริญของจุลินทรีย์เองอีกด้วย

รุ่งนภา (2549) ใช้กากถั่วเหลืองซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้จากการผลิตน้ำเต้าหู้มาเป็นอาหารเลี้ยงเชื้อในการผลิตโปรติเอสจากเชื้อ *Aspergillus oryzae* TISTR 3019 พบว่า โปรติเอสที่ผลิตได้มีสภาวะของการทำกิจกรรมที่พีเอช 10 และอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

Albillos *et al.* (2007) ได้รายงานว่า neutrase ซึ่งเป็นโปรติเอสจาก *B. subtilis* ได้ถูกนำมาใช้ในกระบวนการทำเนยแข็ง ทำให้เกิดรสขมในเนยแข็งบางชนิด และการใช้ neurtrase นำมาใช้ย่อยเคซีนจะได้ผลผลิตที่มีเปปไทด์ชนิดที่ละลายได้ที่พีเอช 4.6

Wongputtisin (2008) รายงานว่า ถั่วเหลืองที่ผ่านการหมักด้วย *B. subtilis* ที่มีคุณสมบัติในการสร้างโปรติเอส มีปริมาณโปรตีนที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นมากกว่าถั่วเหลืองที่ไม่ผ่านกระบวนการหมัก

Yang *et al.* (2000) รายงานว่า โปรติเอสจาก *B. subtilis* ซึ่งมีคุณสมบัติในการย่อยโปรตีนในน้ำเสียจากโรงงานที่ทำผลิตภัณฑ์อาหารทะเล มีขนาดโมเลกุล 44 kDa และมีสภาวะที่เหมาะสมในการทำกิจกรรมของเอนไซม์ คือ พีเอช 8.0 อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และ EDTA จะยับยั้งค่ากิจกรรมโปรติเอส

Varela *et al.* (1996) รายงานว่า *B. subtilis* IIQDB32 สามารถสร้างโปรติเอสชนิดส่งออกมานอกเซลล์ และมีคุณสมบัติในการช่วยถอนขนสัตว์ *B. subtilis* IIQDB32 จะผลิตโปรติเอสได้ดีในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีtryptone yeast extract Ca^{2+} และ Mn^{2+} ทั้งนี้ การผลิตเอนไซม์จะน้อยลงเมื่อเพาะเลี้ยงในอาหารที่มีองค์ประกอบของแอมโมเนียมและFe^{2+}

Hameed *et al.* (1996) ทำการคัดแยก *B. subtilis* จากน้ำเสียของโรงงานทำหนังสัตว์ เมื่อคณะนักวิจัยเพาะเลี้ยง*B. subtilis* ที่แยกในถังหมักที่มีการให้อากาศด้วยการกวน ณ อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อเคซีนและเจลาติน พบว่า โปรติเอสที่ได้จาก *B. subtilis* เป็น alkaline protease ที่มีพีเอชในการทำกิจกรรมที่เหมาะสมเท่ากับ 8.5 และมีค่ากิจกรรม 223 หน่วย

Gallagher *et al.* (1994) พบว่า โปรติเอสจาก *B. subtilis* ย่อยเคซีนได้เปปไทด์ชนิด hydrophobic ขนาดน้ำหนักโมเลกุลต่ำ(<10 kDa) ในปริมาณที่มากกว่าการย่อยเคซีนด้วยโบรมิเลน

Chomsri (2001) ศึกษาการทำบริสุทธิ์โปรติเอสบางส่วนจาก *Bacillus* spp. F603.1 พบว่า โปรติเอสที่แยกได้มีค่าพีเอชที่เหมาะสมในการทำกิจกรรมเท่ากับ 7.0

2.2.2 โบรมิเลน (bromelain)

โบรมิเลนเป็น endoprotease ที่อยู่ในกลุ่ม cysteine protease (Khan *et al*., 2003) ที่พบในเนื้อเยื่อ ลำต้น ผล และใบของสับปะรดซึ่งจัดเป็นพืชในตระกูล *Bromeliaceae* (Devakate *et al.,* 2009) โบรมิเลนจากส่วนของลำต้นสับปะรดหรือ stem bromelain (EC 3.4.22.32) มีขนาดโมเลกุล 24.5 kDa และโบรมิเลนจากส่วนของผลสับปะรดหรือ fruit bromelain (EC 3.4.22.33) เป็นโปรตีเนสที่เรียกว่า glucoprotein proteinase (Corzo *et al*., 2011) มีขนาดโมเลกุล 25 kDa (Polaina and MacCabe, 2007; Xue *et al*., 2010; Wikipedia, 2010) โบรมิเลนประกอบด้วยกรดอะมิโน 283 หน่วย มีพีเอชที่เหมาะสมในการย่อยเคซีนที่พีเอชเท่ากับ 7.0 Cysteine,

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

hydrogen sulfide (H_2S) และ sodium cyanide (NaCN) ช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ ส่วน Hg^{2+}และ Ag^{+} ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์(Koh *et al*., 2006)

โบรมิเลนเป็นเอนไซม์ที่ถูกนำไปใช้ประโยชน์อย่างมากมาย ทั้งในอุตสาหกรรมอาหารและยา คุณสมบัติของโบรมิเลนในทางการแพทย์คือ ฤทธิ์ในการต้านการอักเสบ ลดอาการบวม ต้านการแข็งตัวของเลือด ป้องกันเซลล์ที่ไม่ใช่เป้าหมายจากยาต้านมะเร็งและยาปฏิชีวนะและสลายขุยที่เกิดจากแผลไฟไหม้ (Hale *et al*., 2005) นอกจากนั้นยังมีการศึกษาวิจัยถึงคุณสมบัติของโบรมิเลนและการนำโบรมิเลนไปใช้ในด้านอื่นๆ อีก เช่น

รุ่งทิพย์ และสงวนศรี (2551) ศึกษาค่ากิจกรรมเอนไซม์ย่อยโปรตีนของโบรมิเลน พบว่าโบรมิเลนในเนื้อสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียมีค่ากิจกรรมลดลงเมื่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพิ่มขึ้น

วราพันธุ์ และคณะ (2547) รายงานว่า สับปะรดพันธุ์ภูเก็ตมีค่ากิจกรรมของโบรมิเลนมากกว่าสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$) และยังพบว่าส่วนเนื้อของสับปะรดมีค่ากิจกรรมโบรมิเลนมากที่สุด เมื่อนำโบรมิเลนไปย่อยกากถั่วเหลืองในอัตราส่วน 1:1 และ 1:2 เป็นเวลา 30 60 และ 90 นาที พบว่า ที่อัตราส่วน 1:2 เป็นเวลา 90 นาที มีโปรตีนที่ละลายได้ทั้งหมดในกากถั่วเหลืองสูงสุด

ณัฐวุฒิ และคณะ (2550) นำโบรมิเลนมาย่อยกากถั่วเขียวในอัตราส่วนต่างๆ พบว่าการใช้โบรมิเลนร้อยละ 8 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) ณ สภาวะย่อยที่พีเอช 6.0 อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการย่อยกากถั่วเขียว ซึ่งระดับการย่อยสลายที่ได้ (degree of hydrolysis) มีค่าเท่ากับร้อยละ 10.67 และพบกรดอะมิโน 17 ชนิด โดยมีปริมาณกรดกลูตามิกสูงที่สุด

ชนิกานต์ และคณะ (2552) ได้ศึกษาการใช้โปรติเอสในการย่อยกากถั่วเขียว พบว่าสภาวะที่เหมาะสมคือ การใช้โบรมิเลนที่ร้อยละ 18 ทำการย่อยที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง มีระดับการย่อยสลายร้อยละ 61.04

แพรวไพลิน และคณะ (2552) นำโบรมิเลนมาย่อยเห็ดนางรมร้อยละ 10 และเห็ดหอมร้อยละ 15 ที่ค่าพีเอช 6.0 โดยใช้อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่ามีระดับการย่อยสลายเท่ากับ 79.45 และ 80.14

Contreras *et al.* (2009) ได้ศึกษาการเติมโบรมิเลนในอาหารสัตว์แล้วให้แพะกิน พบว่านมแพะมีโปรตีนและไขมันเพิ่มขึ้น

Devakate *et al*. (2009) ได้ศึกษาการทำบริสุทธิ์ การทำแห้งโบรมิเลนโดยวิธีทำแห้งแบบเยือกแข็งและการทำแห้งแบบพ่นฝอย พบว่า โบรมิเลนมีค่ากิจกรรมเอนไซม์ที่เหลืออยู่ (residual activity) ร้อยละ 95 และ 78 ตามลำดับ

สถาบันวิทยบริการจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Hebbar *et al.* (2008) ได้ศึกษาส่วนที่เหลือทิ้งจากโรงงานสับปะรดคือ เปลือก แกน ใบ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 35 ของผลสับปะรดโดยการสกัดโบรมิเลนด้วยน้ำและสารละลายฟอสเฟสบัฟเฟอร์แล้วตรวจสอบค่ากิจกรรมโบรมิเลนทั้งในส่วนของแกน เปลือก จุก และลำต้นของสับปะรด พบว่า การสกัดโดยใช้สารละลายฟอสเฟสบัฟเฟอร์ให้ค่ากิจกรรมของเอนไซม์สูงกว่าการสกัดด้วยน้ำ

Hale *et al.* (2005) รายงานว่า โบรมิเลนที่มีความเข้มข้นมากกว่า 50 มิลลิกรัมต่อลิตรจะช่วยลดการสูญเสียค่ากิจกรรมของเอนไซม์ได้ดีกว่าโบรมิเลนที่มีการเจือจาง และจะมีค่ากิจกรรมของเอนไซม์คงที่อย่างน้อย 1 สัปดาห์ และมีค่ากิจกรรมของเอนไซม์ลดลงเพียงเล็กน้อย เมื่อทำการแช่แข็งและละลายซ้ำกันหลายๆ ครั้ง

Hrckova *et al.* (2002) รายงานว่า การใช้โบรมิเลนย่อยโปรตีนถั่วเหลืองจะทำให้โปรตีนถั่วเหลืองมีความข้นหนืดลดลงและมีคุณสมบัติการไหลดีขึ้น ทำให้เกิดการกระจายตัวดีที่ระดับการย่อยสลายร้อยละ 2 และ 4

2.3 ถั่วเหลือง (soybean)

ถั่วเหลือง (*Glycine max* (L.) Merrill) เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Leguminosae มีแหล่งเพาะปลูกดั้งเดิมในภูมิภาคเอเชีย เช่น จีน เกาหลี ญี่ปุ่น รวมถึงประเทศไทยด้วย ถั่วเหลืองของไทยมีการปลูกกันในภาคต่างๆ เช่น ภาคเหนือและภาคกลางตอนบน พันธุ์ที่ปลูกส่วนใหญ่จะเป็นพันธุ์ได้รับการรับรองจากหน่วยงานราชการ เช่น สถานีวิจัยกสิกรรมแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่ ถั่วเหลืองพันธุ์ ส.จ.1 ส.จ.2 ส.จ.4 และ ส.จ.5 เป็นต้น (นวพร และสุพจน์, 2543)

2.3.1 ถั่วเหลืองพันธุ์ราชมงคล1

ถั่วเหลืองพันธุ์ราชมงคล 1 (รม.1) เป็นถั่วเหลืองพันธุ์หนึ่งที่ได้รับการปรับปรุงโดยสถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา (ชื่อเดิมสถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา) ตั้งแต่ปี 2532 และมีการทดลองอย่างต่อเนื่อง โดยพบว่า ถั่วเหลืองพันธุ์ราชมงคล1 เป็นพันธุ์ที่ปรับตัวได้ดีและมีศักยภาพให้ผลผลิตสูงในเขตพื้นที่จังหวัดลำปางทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง ต้านทานต่อโรคใบจุดนูน และโรคราน้ำค้าง ต้านทานการหักล้ม เมล็ดใหญ่ ฝักดก และติดฝักทุกข้อ ฝักไม่แตกง่าย ลำต้นมีลักษณะโคนต้นสีม่วง ลำต้นใหญ่และตั้งตรงในฤดูฝนมีการแตกกิ่ง 1-5 กิ่ง แต่ในฤดูแล้ง แตกกิ่ง 0-3 กิ่ง ความสูงของต้นระยะเก็บเกี่ยว 65-80 เซนติเมตร ใบมีสีเขียวเข้มและมีขนดก สามารถสัมผัสได้ใบล่างและตอนกลางเป็นแบบ ovate ส่วนใบบน 5-6 ใบ เป็นแบบ lanceolate มุมใบที่ทำกับลำต้นแคบ และก้านใบสั้น ดอกมีสีม่วง ฝักที่แก่มีสีน้ำตาลเข้มและมีขนดกและเมล็ดน้ำหนัก100 เมล็ดเท่ากับ 18 กรัม เมล็ด

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร

มีสีเหลืองทองถึงฟางข้าว สีของตาเป็นสีน้ำตาลเข้มให้ผลผลิต 336.57 กิโลกรัมต่อไร่(กองคุ้มครองพันธุ์พืช, 2552) ถั่วเหลืองพันธุ์ราชมงคลมีองค์ประกอบทางเคมี(ตารางที่ 2)

ภาพที่ 2 ลักษณะของถั่วเหลืองพันธุ์ราชมงคล1

(ก) ลักษณะการติดฝักของถั่วเหลืองพันธุ์ราชมงคล1

(ข) ลักษณะเมล็ดของถั่วเหลืองพันธุ์ราชมงคล1

ที่มา: กองคุ้มครองพันธุ์พืช (2552)

ตารางที่ 2 องค์ประกอบของถั่วเหลืองพันธุ์ต่างๆ

คุณภาพ	ปริมาณ (ร้อยละ)			
	รม.1	**ชม.60**	**สจ.4**	**สจ.5**
ความชื้น	8.26	8.41	8.47	8.03
โปรตีน	40.50	43.48	37.47	41.49
ไขมัน	26.11	23.53	22.77	22.06
เถ้า	6.74	7.18	6.74	6.82
คาร์โบไฮเดรต	24.98	25.78	31.21	28.69
เส้นใย	10.40	9.86	9.11	10.23
พลังงาน (kcal/100g)	7,484.45	7,263.71	7,281.81	7,165.52

ที่มา: ภัทราภรณ์และคณะ (2545)

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีแห่งชาติ

2.3.2 โปรตีนถั่วเหลือง

โปรตีนของถั่วเหลืองส่วนใหญ่เป็นชนิด globular protein ร้อยละ 50-90 ของโปรตีนทั้งหมดซึ่งเป็นโปรตีนสะสมในเมล็ด สามารถจำแนกโกลบูลินตามความสามารถการตกตะกอนได้ 4 ชนิด โดยมีปริมาณแตกต่างกัน ดังตารางที่ 3 ซึ่งหน่วย S ได้จากค่าสัมประสิทธิ์ การตกตะกอน(sedimentation coefficient) ซึ่งใช้แทนอัตราเร็วในการตกตะกอนของโปรตีนที่แยกโดยวิธีอัลทราเซนทริฟิวเกชัน (ultracentrifugation) เป็นค่าที่ขึ้นกับขนาดรูปร่างและประจุของโมเลกุลโปรตีน โดยสัมประสิทธิ์การตกตะกอนจะสูงขึ้นเมื่อโปรตีนมีน้ำหนักโมเลกุลเพิ่มขึ้น (Garcia *et al*., 1997)

ตารางที่ 3 โกลบูลินที่เป็นองค์ประกอบของโปรตีนในถั่วเหลือง

ชนิดของโปรตีน	ปริมาณ (ร้อยละ)	โปรตีนที่เป็นองค์ประกอบ	น้ำหนักโมเลกุล (kDa)
2S (α-conglycinin)	22	trypsin inhibitors	8.0 - 21.5
		cytochrome c	120
7S (β-and γ-conglycinin)	37	hemagglutinin	110
		lipooxygenase	102
		β-amylase	617
		7S-globulin	180 – 210
11S (glycinin)	31	11S-globulin	350
15S	11	-	600

ที่มา: กนิฐพร (2547)

ในโปรตีนถั่วเหลืองมีองค์ประกอบของกรดอะมิโนทั้งที่จำเป็น (essential amino acid) และไม่จำเป็น (non-essential amino acid) ดังตารางที่ 4 โดยเฉพาะกรดอะมิโนไลซีน (lysine) ในระดับสูง

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีการเกษตร

ตารางที่ 4 กรดอะมิโนในถั่วเหลือง 100 กรัม

กรดอะมิโนที่จำเป็น	ปริมาณ (กรัม)	กรดอะมิโนที่ไม่จำเป็น	ปริมาณ (กรัม)
lysine	2.70	arginine	3.15
methionine	0.54	histidine	1.09
cystine	0.65	tyrosine	1.53
tryptophan	0.59	serine	2.35
threonine	1.76	glutamine acid	7.87
isoleucine	1.97	aspartic acid	5.11
leucine	3.30	glycine	1.88
phenylalanine	2.12	alanine	1.91
valine	2.02	proline	2.30

ที่มา: The USDA National Nutrient Database for Standard Reference (2011)

2.3.3 โปรตีนถั่วเหลืองไฮโดรไลเสท

กระบวนการย่อยโปรตีนด้วยเอนไซม์ หรือ กระบวนการหมักและไฮโดรไลซิสของโปรตีนถั่วเหลือง จะได้เปปไทด์ที่ประกอบด้วยกรดอะมิโน 2-9 หน่วย หรือ อาจมีถึง 20 หน่วยหรือมากกว่า เปปไทด์เหล่านี้ สามารถออกฤทธิ์ ควบคุมการทำงานของร่างกายคล้ายฮอร์โมนโปรตีนจากถั่วเหลือง หลังจากผ่านกระบวนการไฮโดรไลซิสจะมีสารที่มีฤทธิ์ ต้านอนุมูลอิสระ สารต้านมะเร็ง สารลดความดันโลหิตสูงและเปปไทด์ที่มีผลต่อภูมิคุ้มกัน (ฉัตรชัย, 2551) ซึ่งฤทธิ์ ทางชีวภาพของเปปไทด์จากถั่วเหลือง คือ

1) ลดความดันโลหิต

เปปไทด์จากถั่วเหลืองที่ได้จากการไฮโดรไลซ์โปรตีนมีผลต่อ angiotensin-converting enzyme เมื่อนำมาทดสอบให้เปปไทด์ทางปากแก่หนูขาวในปริมาณ 2 กรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักหนู พบว่า สามารถลดความดันในโลหิตของหนูได้

2) ลดปริมาณคอเลสเตอรอล

การรับประทานเปปไทด์จากถั่วเหลืองอย่างน้อย 20 กรัม และไอโซฟลาโวนอย่างน้อย 80 มิลลิกรัม เป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่า ช่วยลดการเสี่ยงต่อโรคหัวใจ และหลอดเลือดในชายวัยกลางคนได้ รวมทั้งช่วยลดปริมาณการไหลเวียนของไตรกลีเซอไรด์และคอเลสเตอรอลในบุคคลที่มีปริมาณคอเลสเตอรอลสูงในกระแสเลือด

สถาบันวิทยบริการเทคโนโลยีเกษตร

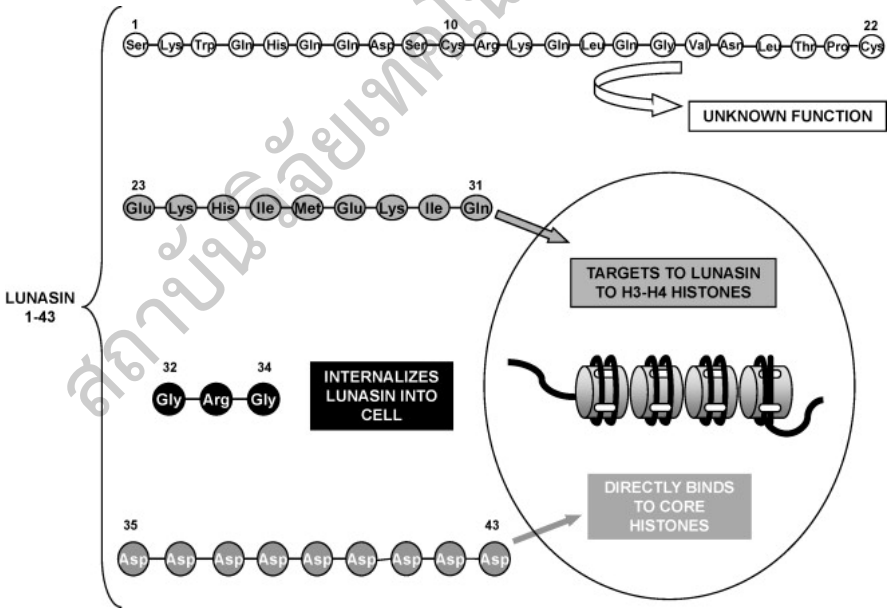
3) ต้านอนุมูลอิสระ

กรดอะมิโนหลายชนิด ได้แก่ ไทโรซิน เมทไทโอนีน ฮิสติดิน ไลซีน และทริบโทแฟน มีฤทธิ์ ต้านอนุมูลอิสระ จากการศึกษาผลของเปปไทด์ที่ประกอบด้วยอย่างน้อย 2 ฮิสติดีน หรือ 2 ไทโรซินและเปปไทด์ที่มีโพรลีน ฮีสติดีน ฮิสติดีน พบว่า เปปไทด์ที่ประกอบด้วยกรดอะมิโน 3 หน่วยที่มีปลายด้านคาร์บอนเป็นทริบโทแฟนและไทโรซิน มีฤทธิ์ ขจัดอนุมูลอิสระที่ดี

4) ฤทธิ์ ต้านมะเร็ง

โปรตีนจากถั่วเหลืองมีฤทธิ์ ยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งโดยเพิ่มการทำงานของ somatostaitin มีฤทธิ์ ยับยั้งการเจริญเติบโตของมะเร็งลำไส้Hernandez-Ledesma *et al.* (2009) รายงานว่า lunasin เป็นเปปไทด์ที่พบในถั่วเหลืองและเมล็ดพืชชนิดอื่นๆ เช่น ข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ เป็นต้น lunasin ประกอบด้วยกรดอะมิโน 43 หน่วย (ภาพที่ 3) ที่มีศักยภาพในการป้องกันมะเร็ง

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 3 การเรียงลำดับกรดอะมิโนของเปปไทด์ lunasin

ที่มา: Hernandez-Ledesma *et al.* (2009)