



รายงานการวิจัย
เรื่อง

ปริมาณสารไอโซฟลาโวนและการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ
จากถั่วเหลือง

Isoflavone content and development of functional food from
soybean

นายชาญชัย ตรีเพชร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เบญจวรรณ ตี๋อตัน

มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
2559
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสวนดุสิต



รายงานการวิจัย
เรื่อง

ปริมาณสารไอโซฟลาโวนและการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ
จากถั่วเหลือง

Isoflavone content and development of functional food from
soybean

นายชาญชัย ตรีเพชร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เบญจวรรณ ตี๋ตัน
โรงเรียนการเรือน

มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสวนดุสิต
(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยสวนดุสิต ปีงบประมาณ 2555)

หัวข้อวิจัย	ปริมาณสารไอโซฟลาโวนและการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพจากถั่วเหลือง
ผู้ดำเนินการวิจัย	นายชาญชัย ตรีเพชร และ ผศ.ดร.เบญจวรรณ ตื้อตัน
ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.อุบล ชื่นสำราญ
หน่วยงาน	โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
ปี พ.ศ.	2559

ถั่วเหลือง คือ อีกหนึ่งธัญพืชทิพย์ ที่ทั่วโลกต่างให้การยอมรับว่าเป็นแหล่งของ โปรตีน จากพืชที่ดีที่สุดเหมาะสมสำหรับคนทุกเพศ ทุกวัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผู้หญิง เนื่องจาก ถั่วเหลือง มีคุณสมบัติพิเศษเฉพาะตัวที่ทำหน้าที่คล้ายคลึงกับ ฮอร์โมนเพศหญิงที่อ่อนโยน ในถั่วเหลืองมี เส้นใยอาหาร (Fiber) และ ไฟโตเอสโตรเจน (Phytoestrogen) สูง โดยเฉพาะ ไอโซฟลาโวน (Isoflavones) ที่สำคัญ คือ เจนิสทิน และ เดดซีน ซึ่งช่วยปรับสมดุล และ ควบคุม การทำงานของ ฮอร์โมนเพศ ไอโซฟลาโวนเป็นฮอร์โมนเอสโตรเจนจากพืชธรรมชาติ (Phytoestrogen) นอกจากช่วยในการดูดซึม แคลเซียม บรรเทาภาวะกระดูกพรุนแล้ว การได้รับแต่เนิ่นๆ ยังช่วยป้องกันมะเร็งเต้านมในหญิง และ มะเร็งต่อมลูกหมากในชาย ซึ่งแตกต่างอย่างสิ้นเชิงกับการฉีดหรือกินฮอร์โมนสังเคราะห์ และถั่วเหลืองยังมีโปรตีนครบสมบูรณ์ และมีสัดส่วนของกรดอะมิโนที่สำคัญต่อร่างกาย ทั้ง 8 ชนิด อย่างสมดุล ผลการวิจัย แสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างโปรตีนและปริมาณไอโซฟลาโวน ซึ่งในตำรับแป้งถั่วเหลืองพบว่าตำรับที่มีปริมาณ ไอโซฟลาโวน สูงที่สุดคือ แป้งในตำรับที่ 4 มีค่า 1.87mg/100g แต่พบว่าปริมาณโปรตีนมีเป็นอันดับที่ 2 ถึง 4.12% รองลงมาแป้งถั่วเหลืองที่มีปริมาณไอโซฟลาโวนอยู่ที่ 1.65 mg/100g ในแป้งถั่วเหลืองตำรับที่ 1 แต่มีปริมาณโปรตีนสูงถึง 4.25% ส่วนแป้งถั่วเหลืองในตำรับที่ 3 มีปริมาณไอโซฟลาโวนอยู่ที่ปริมาณ 1.55 mg/100g ส่วนโปรตีนมีอยู่ในปริมาณ 3.81 % แป้งในตำรับที่ 2 มีค่าปริมาณไอโซฟลาโวนอยู่ที่ปริมาณ 1.37 mg/100g ส่วนโปรตีนมีอยู่ในปริมาณ 4.06 % แสดงการเปรียบเทียบ ผลการวิจัย แสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างโปรตีนและปริมาณไอโซฟลาโวน ซึ่งในตำรับแป้งถั่วเหลืองพบว่าตำรับที่มีปริมาณ ไอโซฟลาโวน สูงที่สุดคือ คุกกี้แป้งถั่วเหลืองในตำรับที่ 3 มีค่า 1.54mg/100g แต่พบว่าปริมาณโปรตีนมีเป็นอันดับที่ 1 ถึง 4.79% รองลงมาเป็นคุกกี้แป้งถั่วเหลืองที่มีปริมาณไอโซฟลาโวนอยู่ที่ 1.50 mg/100g ในแป้งถั่วเหลืองตำรับที่ 2 แต่มีปริมาณโปรตีนสูงถึง 4.35% ส่วนคุกกี้แป้งถั่วเหลืองในตำรับที่ 1 มีปริมาณไอโซฟลาโวนอยู่ที่ปริมาณ 1.35 mg/100g ส่วนโปรตีนมีอยู่ในปริมาณ 4.10 % และคุกกี้แป้งถั่วเหลืองในตำรับที่ 4 มีค่าปริมาณไอโซฟลาโวนอยู่ที่ปริมาณ 1.34 mg/100g ส่วนโปรตีนมีอยู่ในปริมาณ 4.70 % แสดงการเปรียบเทียบ สามารถนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากถั่วเหลืองในรูปแบบต่างๆ ที่มีสูตรและตำรับที่เป็นที่ยอมรับอย่างเหมาะสมนำไปสู่ท้องตลาด โดยถือเป็นอีกแนวทางเลือกหนึ่งเพื่อการดูแลสุขภาพของผู้บริโภค รวมทั้งผู้บริโภคสามารถได้รับประโยชน์จากตัวผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าและมุ่งเน้นสุขภาพของผู้บริโภคเป็นหลัก

คำสำคัญ ถั่วเหลือง ไอโซฟลาโวน คุกกี้แป้งถั่วเหลือง

Research Title	Isoflavone content and development of functional food from soybean
Researcher	Mr. Chanchai Tripetch and Asst.Prof.Benjawan Tuetun
Research Consultants	Asst.Prof.Ubol Chuensumran
Organization	School of Culinary Arts Suan Dusit University
Year	2016

Soybean is a cereal that is recognized worldwide as a source of vegetable protein. It is suitable for people of all ages, especially for women because it contains female hormones (phytoestrogens, which are plant-derived xenoestrogens). The major isoflavones found in soybeans are genistein and daidzein, which help balance and regulate sex hormones. Natural phytoestrogens also aid calcium absorption. Some studies have suggested that soybean may help prevent breast cancer in females and prostate cancer in males. This differs from injected or ingested synthetic hormones. Soybean protein contains a high proportion of the amino acids essential to the body, in all, 8 different proteins.

The current study assessed the relationship between protein content and isoflavone content in soybean flour and cooked soybean. Formula 4 soybean flour contained 1.87 mg / 100g of isoflavones, while Formula 2 contained 4.12% protein. In Formula 1 soybean flour, the isoflavone content was 1.65 mg / 100 g and the protein content was 4.25%. Formula 3 soybean flour contained 1.55 mg / 100 g of isoflavone and 3.81% protein. Formula 2 soybean flour contained 1.37 mg / 100 g of isoflavone, and 4.06% protein.

The protein and isoflavone contents of cooked soybean were also assessed. Formula 3 cooked soybean contained 1.54mg / 100 g of isoflavone and 4.79% protein. Formula 2 contained 1.50 mg /100 g of isoflavone and 4.35% protein. Formula 1 contained 1.35 mg / 100 g of isoflavone and 4.10% protein. Formula 4 contained 1.34 mg / 100g of isoflavone and 4.70% protein. Various formulations of soybean flour and cooked soybean products have been introduced to the market. Consumer health is an important approach to marketing these products, since consumers may derive significant health benefits from these soybean products.

Keywords: cooked soybean, soybean flour, isoflavones, phytoestrogens, protein

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัย เรื่อง ปริมาณสารไอโซฟลาโวนและการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ จากถั่วเหลือง จากการศึกษาค้นคว้าวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายท่าน ซึ่งไม่อาจจะนำมากล่าวได้ทั้งหมด ซึ่งผู้มีพระคุณท่านแรกที่คุณศึกษาใคร่ขอกราบขอบพระคุณ ได้แก่ ผศ.ดร.อุบล ชื่นสำราญ อาจารย์ผู้สอนที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำตรวจทาน และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ทุกขั้นตอน เพื่อให้การเขียนรายงานฉบับนี้สมบูรณ์ที่สุด ตรวจทาน และแก้ไข ข้อบกพร่องต่าง ๆ เทคนิคการเขียนเพื่อนำเสนอได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน ผู้วิจัยใคร่ขอกราบ ขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ไว้ ณ โอกาสนี้ นอกจากนี้ ผู้ศึกษาใคร่ขอขอบพระคุณ อาสาสมัครที่ทำการ ทดลองภายใต้ห้องปฏิบัติการทุกท่าน ที่เอื้อต่อการค้นคว้าวิจัยได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบพระคุณ ทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนามในครั้งนี้และผู้วิจัยเคยได้รับการช่วยเหลือมาตลอด โดยทุกท่านอยู่เบื้องหลัง ในความสำเร็จที่ได้ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนและให้กำลังใจตลอดมา รวมทั้งขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยสวนดุสิตที่ได้ให้ทุนอุดหนุนงานวิจัยในครั้งนี้

ชาญชัย ตรีเพชร

เบญจวรรณ ตี๋อตัน

2559

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
ขอบเขตการวิจัย	1
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
2.1 ฟลาโวนอยด์	2
2.2 ประโยชน์ของสารกลุ่มฟลาโวนอยด์	3
2.3 แหล่งที่พบฟลาโวนอยด์	3
2.4 ไอโซฟลาโวน	4
2.5 ไฟโตเอสโตรเจน (phytoestrogen)	5
2.6 ถั่วเหลือง	11
2.7 การทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อหาความชอบและการยอมรับ	14
2.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	15
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	17
3.1 วิเคราะห์โปรตีนคูกี้แบ่งถั่วเหลืองโดยใช้วิธีเจดดาห์ล (Kjeldahl method, AOAC 2000)	17
3.2 การวิเคราะห์น้ำตาลคูกี้แบ่งถั่วเหลือง โดยใช้วิธี HPLC (Association of Analytical Chemists (AOAC) วิเคราะห์ปริมาณสารไอโซฟลาโวนรวมในถั่วเหลือง	18
3.3 วิธีในการทำแบ่งจากถั่วเหลือง	18
3.4 วิธีผสมแบ่งถั่วเหลืองกับแป้งสาลี	19
3.5 วิธีในการทำคูกี้แบ่งถั่วเหลือง	19

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	20
4.1 วิเคราะห์โปรตีนคูกี้แบ่งถั่วเหลืองโดยใช้วิธีเจดดาห์ล (Kjeldahl method, AOAC 2000)	20
4.2 การวิเคราะห์ตำรับคูกี้แบ่งถั่วเหลือง โดยใช้วิธี HPLC (Association of Analytical Chemists (AOAC) วิเคราะห์ปริมาณสารไอโซฟลาโวนรวมในถั่วเหลือง	21
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	24
สรุปผลการวิจัย	24
บรรณานุกรม	26
บรรณานุกรมภาษาไทย	26
บรรณานุกรมภาษาต่างประเทศ	27
ประวัติผู้วิจัย	28

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	หมู่ฟังก์ชันแนลของไอโซฟลาโวนคอนจูเกต	4
2.2	ปริมาณของไอโซฟลาโวนต่ออาหารเหล่านี้ ปริมาณ 100 กรัม	5
2.3	สารที่ได้จากลิกแนน (lignan) ในแหล่งอาหารต่าง ๆ	6
4.1	ตารางวิเคราะห์ Protein และ Isoflavones ในตำรับแบ่งแก้วเหลือง	20
4.2	ตารางวิเคราะห์ Protein และ Isoflavones ในตำรับคูกี้แบ่งแก้วเหลือง	22

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
4.1	แสดงการวิเคราะห์เปรียบเทียบ Protein และ Total Isoflavones ในตำรับ แป้งถั่วเหลือง	21
4.2	แสดงการวิเคราะห์ Protein และ Total Isoflavones ในคุกกี้แป้งถั่วเหลือง	23

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

ถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีโปรตีนสูง ไม่มีโคเลสเตอรอล มีสารไฟโตเคมีคอล (Phytochemical) หลายชนิดที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ เช่น เลซิธิน (Lecithin) ช่วยเสริมสร้างประสาท บำรุงต่อมไร้ท่อ ซาโปนิน (saponin) ช่วยควบคุมปริมาณโคเลสเตอรอล องค์การอาหารและยาของประเทศสหรัฐอเมริกายืนยันว่า การบริโภคถั่วเหลืองอาจช่วยลดความเสี่ยงสำหรับโรคหลอดเลือดหัวใจ (Wang และคณะ, 2002) นอกจากนี้ ถั่วเหลืองยังมีสารสำคัญ คือ ไอโซฟลาโวน ซึ่งเป็นสารประกอบฟีนอลิก ที่จัดเป็นไฟโตเอสโตรเจน (Phytoestrogen) มีคุณสมบัติคล้ายฮอร์โมนเอสโตรเจน (Beck และคณะ, 2003; Bronus, 2002) แต่ไม่เพิ่มจำนวนเซลล์มะเร็ง ซึ่งส่งผลเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งมดลูก และไม่มีผลหรืออาจลดระดับไตรกลีเซอไรด์เล็กน้อย ซึ่งแตกต่างจากฮอร์โมนเอสโตรเจน (Messina และคณะ, 2004) นอกจากนี้ ยังป้องกันการเกิดโรคมะเร็ง (Umphress และคณะ, 2005)

ปัจจุบันตลาดอาหารเพื่อสุขภาพมีแนวโน้มสูงมาก เนื่องจากผู้บริโภคเอาใจใส่สุขภาพมากขึ้น มีการพัฒนาแบบและรสชาติแปลกใหม่อยู่เสมอ โดยเฉพาะในเด็ก วัยรุ่น ผู้สูงอายุ รวมทั้งผู้หญิงวัยทอง ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงระดับฮอร์โมนเอสโตรเจนส่งผลต่อความแข็งแรงของกระดูก สุขภาพของหลอดเลือดหัวใจ และมักเกิดอาการร้อนวูบวาบ ต้องบำบัดด้วยวิธีให้ฮอร์โมนทดแทน

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อวิเคราะห์ปริมาณสารไอโซฟลาโวนจากตำรับแป้งถั่วเหลืองและคุกกี้จากแป้งถั่วเหลือง

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

หาปริมาณโปรตีนและปริมาณสารไอโซฟลาโวน จากตำรับแป้งถั่วเหลือง 4 ตำรับ และคุกกี้จากแป้งถั่วเหลือง 4 ตำรับเช่นเดียวกัน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบปัจจัยคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่มีอิทธิพลต่อความชอบ และการยอมรับผลิตภัณฑ์อาหารจากถั่วเหลือง และสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาแผนงานวิจัย หรือแผนการส่งเสริมการตลาดในผลิตภัณฑ์อาหารจากถั่วเหลืองได้

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี เอกสารผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สารไอโซฟลาโวนอยู่ในกลุ่มฟลาโวนอยด์ ซึ่งพบได้ในถั่วเหลืองมีคุณสมบัติการทำงานคล้ายกับฮอร์โมนเอสโตรเจนในร่างกาย ส่งผลในการลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ลดระดับไขมันในเลือด อีกทั้งป้องกันการเกิดโรคมะเร็ง ลดการเสื่อมสลายของมวลกระดูก และสามารถนำมาทำประโยชน์ในการบำบัดกลุ่มอาการหมดประจำเดือนของผู้หญิงวัยทอง

2.1 ฟลาโวนอยด์

ฟลาโวนอยด์ (flavonoid) เป็นสารจำพวกโพลีฟีนอลิก (polyphenolic compounds) ส่วนใหญ่เป็นสารที่มีสีในส่วนต่าง ๆ ของพืช โดยเฉพาะในดอกและใบ สีที่พบแตกต่างกันไป เช่น สีแดง สีเหลือง สีม่วง และสีน้ำเงิน เป็นต้น สารกลุ่มนี้เป็นสารกลุ่มใหญ่ที่พบได้ในพืชทั่วไป พบได้ทั้งในรูปไกลโคไซด์และอะไกลโคโคน ถ้าอยู่ในรูปไกลโคไซด์ มักเป็นสารสีซึ่งละลายน้ำได้ดี พบในน้ำเลี้ยงเซลล์ (cell sap) ส่วนใหญ่เป็น O – glycosides สำหรับ C – glycosides พบเป็นจำนวนน้อย ถ้าอยู่ในรูป อะไกลโคโคน มักพบในเนื้อไม้

โครงสร้างพื้นฐานของฟลาโวนอยด์ ประกอบด้วย คาร์บอน 15 อะตอม มีการจัดเรียงตัวแบบ C6-C3-C6 โดยคาร์บอนที่เป็น C6 ทั้งสองจะเป็นวงแหวนเบนซีน

สามารถจำแนกชนิดต่าง ๆ ของฟลาโวนอยด์ได้กว้าง ๆ เป็น 12 ชนิด คือ

- (1) ฟลาโวนอล (flavonol)
- (2) ฟลาโวน (flavone)
- (3) แอนโธไซยานิน (anthocyanin)
- (4) ไอโซฟลาโวน (isoflavone)
- (5) ฟลาวาโนน (flavanone)
- (6) ชาลโคน (chalcone)
- (7) ไดไฮโดรชาลโคน (dihydrochalcone)
- (8) ฟลาวาโนนอล (flavanonol)
- (9) ลิวโคแอนโธไซยานิดิน (leucoanthocyanidin)
- (10) ออโรน (aurone)
- (11) คาเทชิน (catechin)
- (12) แซนโทน (xanthone)

2.2 ประโยชน์ของสารกลุ่มฟลาโวนอยด์

ฟลาโวนอยด์ มีบทบาทสำคัญในสิ่งมีชีวิต ดังนี้

- (1) เป็นสารแอนติออกซิแดนท์ (antioxidant) ซึ่งจำเป็นมากในเซลล์สิ่งมีชีวิต

- (2) เป็นตัวยับยั้งเอนไซม์และเป็นสารตั้งต้นของสารพิษต่าง ๆ เช่น โพรดซิน สลายตัวให้พาราคูมาริกแอซิด (p-coumaric acid) และโฟลโรกลูซินอล (phoroglucinol) เบตาไกลูโคไซด์ (β -glucoside) ซึ่งสามารถเป็นตัวยับยั้งต่อการหายใจได้เช่นเดียวกับโพรดซิน
- (3) เป็นสารที่ก่อให้เกิดสีต่าง ๆ ในพืช
- (4) เป็นตัวกันแสง เพราะฟลาโวนอยด์ค่อนข้างคงตัวในช่วงของความยาวคลื่นของวิสิเบิลและอัลตราไวโอเล็ต
- (5) ป้องกันพืชจากสารพิษ โดยเฉพาะพวกเมทอกซีเลสฟลาโวนอยด์ (methoxylated flavonoid) สามารถฆ่าโปรโตซัวได้
- (6) ฟลาโวนอยด์มีส่วนควบคุมการเจริญเติบโตของพืช
- (7) ใช้ในแง่เภสัช เช่น ลิโคแอนโทไซยานิน บางตัวมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของ Salmonella, Shigella, Aerobacter aerogenes พวกแซนโทน มีฤทธิ์ฆ่าพยาธิ ยับยั้งไวรัส
- (8) ฟลาโวนอยด์บางชนิดช่วยเพิ่มความต้านทานให้กับเส้นเลือดฝอย ได้แก่ ฟลาวาโนน ฟลาโวนอล ไอโซฟลาโวน คาทีชิน ฟลาวาไดออล
- (9) ฟลาโวนอยด์บางชนิดช่วยบำรุงตับ เช่น ซาลิโคน และคาทีชิน
(คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2533 : 122)

2.3 แหล่งที่พบฟลาโวนอยด์

ฟลาโวนอยด์พบในพืช เป็นอนุพันธ์ของไกลโคไซด์ ช่วยให้เกิดสีน้ำเงิน สีแดงสด และสีส้มในใบ ดอกและผล เราสามารถพบฟลาโวนอยด์ได้ทั้งในพืชผักและผลไม้ ดังนี้

- (1) ฟลาโวน (flavones) เช่น แอปิจินิน (apigenin) และลูทีโอนิน (luteolin) พบในเมล็ดธัญญาพืช และสมุนไพรที่มีกลิ่นหอมอย่างพาร์สลีย์ โรสแมรี่ และโธม์ ส่วนรูติน (rutin) พบมากในไวน์แดง พืชตระกูลส้ม และผิวของมะเขือเทศ
- (2) ฟลาโวนอยด์ (flavonol) เช่น เควอซีติน (quercetin) พบมากในหัวหอมใหญ่ ผักกาดหอม บรอกโคลี มะเขือเทศ ชาไวน์แดง เบอร์รี่ น้ำมันมะกอก และผิวแอปเปิล เคมป์เฟอร์อล (kaempferol) พบมากในกระเทียม บรอกโคลี องุ่น และชาดำ ส่วนไมริซีติน (myricetin) พบมากในแครนเบอร์รี่ และไวน์แดง
- (3) ฟลาโวนอยด์ (flavanone) เช่น เฮสเปอร์เตติน (hesperetin) และเนรินจิน (naringin) พบมากในพืชตระกูลส้ม
- (4) ไอโซฟลาโวน (isoflavone) พบมากในพืชตระกูลถั่วที่มีลักษณะเป็นผัก (legume) เช่น ถั่วเหลือง ถั่วดำ ถั่วเขียว และยังพบในเมล็ดทานตะวันด้วย การรับประทานไอโซฟลาโวนจากถั่วเหลืองยังมีความสัมพันธ์กับการลดความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งที่มีสาเหตุจากฮอร์โมนต่าง ๆ เช่น มะเร็งเต้านมและมะเร็งต่อมลูกหมาก (วาริณ, 2543)
- (5) ฟลาวานอล (flavanol) เช่น เคทีชิน (catechin), อีพิกะทีชิน (epicatechin) และอีพิกัลโลเคทีชิน (epigallocatechin) พบในชา

(6) แอนโทไซยานิดิน (antocyanidin) พบมากในแอปเปิล องุ่น เบอร์รี่ พลัม แบล็คเคอร์เรนท์ ข้าวฟ่างและข้าวบาร์เลย์

2.4 ไอโซฟลาโวน

ไอโซฟลาโวนคอนจูเกต คือ ไอโซฟลาโวนที่มีหมู่ฟังก์ชันแนล R1, R2 และ R3 แตกต่างกัน (Anonm 2001, pp) แสดงใน ตารางที่ 2.1 จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า สารไอโซฟลาโวนคอนจูเกตเหล่านี้ ได้แก่ จินิสติน (genistin) เดดซิน (diadzin) และไกลซิติน (glycitin) สามารถนำไปใช้เป็นอาหารเสริม เพื่อช่วยในการลดระดับคอเลสเตอรอล (Setchell, et al, 1985, pp) ยับยั้งการเสื่อมของกระดูกและช่วยรักษาอาการของผู้ที่อยู่ในวัยหมดประจำเดือน สารจินิสติน (genistein) เดดซิน (diadzein) และไกลซิติน (glycitein) สามารถยับยั้งการเกิดเซลล์มะเร็ง (DeMan, et al, 1990, pp.) จากการศึกษาพบว่า การบริโภคโปรตีนถั่วเหลือง 47 กรัมต่อวัน จะสามารถช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ได้อย่างชัดเจน (Wang, et al, 1996, pp.) ในถั่วเหลือง 1 กรัม มีสารกลุ่มไอโซฟลาโวนอยู่ในปริมาณ 0.1 ถึง 5 มิลลิกรัม

ตารางที่ 2.1 หมู่ฟังก์ชันแนลของไอโซฟลาโวนคอนจูเกต

ชื่อ	R1	R2
เดดซิน (Daidzein)	H	H
จินิสติน (Genistein)	OH	H
ไกลซิติน (Glycitein)	H	OCH3

ที่มา : ผ่องศรี ศิวราศักดิ์ และคณะ, 2542, หน้า 55

ไอโซฟลาโวน (isoflavones) เป็นสารไอโซฟลาโวนอยด์ที่ไม่มีสี พบในพืชวงศ์ Leguminosae และวงศ์ Iridaceae ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 พวก ตามการออกฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา คือ

- (1) เป็นไฟโตอะเล็กซิน (phytoalexin) เป็นสารที่มีพืชสร้างขึ้น เมื่อถูกกระตุ้นด้วยเชื้อโรคและแมลง เช่น ไพซาทิน (pisatin)
- (2) ออกฤทธิ์เป็นยาฆ่าแมลง (insecticides) เช่น โรทีโนน (rotenone)
- (3) มีฤทธิ์ต่อระบบสืบพันธุ์ของเพศหญิงแบบฮอร์โมนเอสโตรเจน (phytoestrogen) ได้แก่ เดดซิน (daidzein) พบในถั่วหัวช้าง และหญ้าแพรก จินิสติน (genistein) พบในถั่วเหลือง หญ้าแพรก พืชตระกูลข้าวสาลี และนางพญาเสือโคร่ง ไบโอซามิน เอ (biochamin A) พบในถั่วหัวช้างประดู่แขก และกระพี้ ฟอร์โมนอนนิติน (formononnetin) พบในถั่วหัวช้างและชะเอมเทศ

2.5 ไฟโตเอสโตรเจน (phytoestrogen)

ไฟโตเอสโตรเจน (phytoestrogen) คือ สารธรรมชาติที่ได้มาจากพืช ซึ่งมีโครงสร้างและการออกฤทธิ์คล้ายคลึงเอสตราไดออล (estradiol) โดยเมื่อเข้าสู่ลำไส้แล้ว จึงมีฤทธิ์ของเอสตรา

ได้ออล (estradiol) ปรากฏออกมา ปัจจุบันกล่าวถึงไฟโตเอสโตรเจน (phytoestrogen) อย่างกว้างขวาง เนื่องจากโครงสร้างและการออกฤทธิ์คล้ายเอสโตรเจน การที่ได้รับสารอาหารธรรมชาติชนิดนี้ มีบทบาทในการรักษาอาการที่เกิดขึ้นในช่วงวัยหมดระดู รวมถึงการป้องกันการเกิดโรคหัวใจและโรคกระดูกพรุน นอกจากนี้ ยังพบว่า ประชากรที่วิถีชีวิตในการกินอยู่สัมผัสกับไฟโตเอสโตรเจน (phytoestrogen) เช่น กลุ่มที่รับประทานมั่งสวิตติ พบว่า มีอัตราการเกิดโรคหัวใจและมะเร็งเต้านมไฟโตเอสโตรเจน (phytoestrogen) พบในพืช 3 ประเภท ดังนี้

- (1) เลกัม (legume) : พืชชนิดที่เป็นผัก เช่น ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วลันเตา ถั่วลิสง ทองหลาง กระถิน
- (2) ซีเรียล (cereal) : พืชชนิดที่เป็นเมล็ด เช่น ข้าว เมล็ดของต้นแฟล็กซ์ ซึ่งใช้ทำผ้าลินิน (flaxseed หรือ linseed)
- (3) กราสเลส (grasses) : พืชจำพวกหญ้า ซึ่งไฟโตเอสโตรเจน (phytoestrogen) ประกอบด้วยสารสำคัญ ดังนี้
 - a. ไอโซฟลาโวน (isoflavone)
 - b. ลิกแนน (lignan)
 - c. คิวเมสแทน (coumestan)

โดยลิกแนน (lignan) และไอโซฟลาโวน (isoflavone) ออกฤทธิ์ทางชีววิทยาได้ทั้งในคนและสัตว์ ส่วนคิวเมสแทน (coumestan) ออกฤทธิ์ได้เฉพาะในสัตว์เท่านั้น ดังนั้นไฟโตเอสโตรเจน (phytoestrogen) ที่กล่าวถึงเป็นพิเศษก็คือ ไอโซฟลาโวน (isoflavone) และลิกแนน (lignan) ซึ่งทั้งสองชนิดออกฤทธิ์แบบ weak estrogenic activity แต่ในขณะเดียวกันก็มี anti estrogenic activity ด้วย หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Tamoxifen like activity

แหล่งที่พบไอโซฟลาโวน (isoflavones) พบมากในเลกัม (legume) เช่น ถั่วเขียว ถั่วลันเตา แต่ที่พบอุดมสมบูรณ์ที่สุด คือ ถั่วเหลือง สารหลักที่ได้จากไอโซฟลาโวน (isoflavones) คือ จินิสติน (genistein) และเดดซีน (daidzein) ดังรายละเอียดในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ปริมาณของไอโซฟลาโวนต่ออาหารเหล่านี้ ปริมาณ 100 กรัม

ชนิดอาหาร	ปริมาณไอโซฟลาโวน
แป้งถั่วเหลือง (Soy flours)	178 – 305
โปรตีนถั่วเหลืองสกัด (Soy protein isolate)	103 – 145
โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น (Soy protein concentrate)	21 – 317
เครื่องดื่มถั่วเหลือง (Soy drink)	26 – 31.3

ที่มา : <http://www.med.cmu.ac.th/dept/obgyn/unit/fp/phyto.htm>

ลิกแนน (lignans) พบมากในซีเรียล (cereal) โดยเฉพาะเมล็ดของต้นแฟล็กซ์ (flaxseed) แต่ก็สามารถพบได้ในซีเรียลอื่นๆ และพืชประเภทผัก สารหลักที่ได้จากลิกแนน (lignans) คือ เอน

เทอร์โรแลกโตน (enterolactone) และเอนเทอร์โรไดออล (enterodiol) ซึ่งได้แสดงรายละเอียดที่ได้จากแหล่งต่าง ๆ ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 สารที่ได้จากลิกแนน (lignan) ในแหล่งอาหารต่าง ๆ

ชนิดอาหาร	เอนเทอร์โรไดออล (มก./ 100ก.)	เอนเทอร์โรแลกโตน (มก./ 100ก.)	รวมทั้งหมด (มก./ 100ก.)
Flaxseed meal	59.02	8.52	67.51
Flaxseed flour	40.86	11.82	52.68
ถั่วแขก (Lentil)	1.00	0.78	1.78
สาหร่ายทะเลแห้ง (dried seaweed)	0.98	0.16	0.14
ถั่วเหลือง (Soybeans)	0.17	0.69	0.86
รำข้าวโอ๊ต (oat bran)	0.39	0.26	0.65
ข้าวสาลี (wheat)	0.08	0.41	0.46
กระเทียม (garlic)	0.33	0.08	0.41
แตง, น้ำเต้า (squash)	0.11	0.27	0.38
หน่อไม้ฝรั่ง (asparagus)	0.24	0.14	0.38
ลูกแพร์ (pears)	0.17	0.11	0.18
ข้าวไร (rye)	0.09	0.07	0.16
ผลพลัม (plums)	0.10	0.05	0.15

ที่มา : <http://www.med.cmu.ac.th/dept/obgyn/unit/fp/phyto.htm>

บทบาทของไฟโตเอสโตรเจน

(1) ไฟโตเอสโตรเจนและอาการร้อนวูบวาบ (hot flush)

อาการร้อนวูบวาบ (hot flush) ในแต่ละแห่งมีความแปรปรวนมาก ซึ่งทางเอเชียพบน้อยกว่าทางยุโรป โดยเฉพาะในสตรีญี่ปุ่น พบร้อนมากน่าจะมียาของอาหารที่มีไฟโตเอสโตรเจน (phytoestrogen) เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง ฤทธิ์ของเอสโตรเจน (estrogen) มีผลต่อความถี่และความรุนแรงของอาการ vasomotor symptom และการเสริมอาหารแป้งถั่วเหลือง (soy flour) และเมล็ดของต้นแฟลกซ์ (flaxseed) เข้าไปซึ่งจะทำให้ไอโซฟลาโวน (isoflavone) และลิกแนน (lignan) ซึ่งจากมีคนศึกษาพบว่า ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของเยื่อผิวช่องคลอด (vaginal epithelium) ได้ หรือเมื่อมีการสังเคราะห์ไฟโตเอสโตรเจน (phytoestrogen) ซึ่งมีฤทธิ์เอสโตรเจน เหมือนกับคอนจูเกตเอสโตรเจน (conjugated estrogen) สามารถใช้รักษาอาการร้อนวูบวาบได้ และแตกต่างจากการใช้ยาซึ่งไม่มีฤทธิ์ทางยา (phacebo)

(2) ไฟโตเอสโตรเจนและโรคมะเร็ง

ประชากรในภูมิภาคเอเชียและยุโรปตะวันออก พบการเกิดมะเร็งที่หน้าอก (CA breast) มะเร็งที่ปลายลำไส้ใหญ่ (CA colon) มะเร็งที่ต่อมลูกหมาก (CA prostate gland) มะเร็งที่รังไข่ (CA ovary) และรวมถึงภาวะการอุดตันของหลอดเลือดหัวใจ (coronary heart disease) น้อยกว่าทางประเทศแถบตะวันตกมาก ทางระบาดวิทยาพบว่า ไฟโตเอสโตรเจน (phytoestrogen) มีความสำคัญอย่างยิ่งยวดในการป้องกันภาวะเหล่านี้ ในคนเอเชียโดยเฉพาะอย่างยิ่งการบริโภคถั่วเหลือง รวมถึงผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากถั่วเหลืองเป็นประจำ ซึ่งเป็นแหล่งหลักของไอโซฟลาโวน (isoflavone) คนญี่ปุ่นซึ่งรับประทานอาหารประเภทนี้มาก พบว่า อุบัติการณ์ของมะเร็งที่สัมพันธ์กับฮอร์โมน (hormone) น้อยที่สุด ในขณะที่คนญี่ปุ่นซึ่งอพยพออกจากประเทศแล้วดำเนินวิถีชีวิตแบบชาวตะวันตก พบว่า ความเสี่ยงเพิ่มขึ้น

(3) ไฟโตเอสโตรเจนและภาวะกระดูกพรุน (Osteoporosis)

ปัจจัยที่มีผลต่อการแข็งแรงของกระดูกมีหลายประการ เช่น รูปร่าง, เชื้อชาติ, เพศ, การออกกำลังกาย, อาหาร ซึ่งอาหารที่มีบทบาทสำคัญ คือ แคลเซียมและไฟโตเอสโตรเจน (phytoestrogen) และคนเอเชียพบภาวะกระดูกพรุน (osteoporosis) น้อย และสตรีญี่ปุ่นพบการแตกบริเวณสะโพก (hip fracture) น้อยกว่าคนผิวขาว ซึ่งแสดงว่า ไฟโตเอสโตรเจน (phytoestrogen) เป็นปัจจัยสำคัญมากประการหนึ่งในรูปของอาหารที่มีในชีวิตประจำวัน มีการศึกษาหลาย ๆ อันที่สนับสนุนผลในการป้องกันของไฟโตเอสโตรเจน (phytoestrogen) นี้ เช่น จินิสติน (genistein) ในขนาดต่ำ ๆ มีฤทธิ์เท่ากับ conjugated equine estrogen และสามารถป้องกันภาวะกระดูกพรุนในหนูที่ถูกตัดรังไข่ทั้งสองข้าง อีพริฟลาโวน (Ipriflavone) ซึ่งให้เมแทบอลิท์ (ทฟรี ทะพินสรา) คือเดดซิน (daidzein) ใช้ป้องกันภาวะกระดูกพรุนในผู้ป่วยที่ได้รับ GnRH agonist รักษาเนื้อกระดูก รวมถึงเพิ่มเนื้อกระดูกได้ ในสตรีที่หมดระดูโดยขนาดที่ใช้คือ 600 มก./วัน ของอีพริฟลาโวน (Ipriflavone) ซึ่งเท่ากับ 60 มก./วัน ของเดดซิน (daidzein)

(4) ไฟโตเอสโตรเจนและโรคหัวใจ (Cardiovascular Disease)

เป็นที่ทราบอย่างชัดเจนว่า โรคนี้เกี่ยวข้องกับฮอร์โมนเพศหญิง โดยในผู้หญิงช่วงก่อนหมดระดู พบโรคนี้น้อยกว่าผู้ชายและจะเพิ่มอย่างชัดเจนเมื่อหมดระดู แต่เมื่อฮอร์โมนทดแทนก็สามารถลดความเสี่ยง การเกิดโรคนี้อีกถึง 50% โดยการออกฤทธิ์เป็นไปในหลายกลไก ดังนั้น ไฟโตเอสโตรเจน (phytoestrogen) ที่ออกฤทธิ์เหมือนเอสโตรเจน (estrogen) ซึ่งมีความสามารถเช่นเดียวกับการใช้ฮอร์โมนทดแทน การรับประทานถั่วเหลือง มีหลักฐานว่า ช่วยเปลี่ยนแปลงไขมันในร่างกายได้ โดยช่วยลดคอเลสเตอรอล (total cholesterol) ไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) โดยมีการเปลี่ยนแปลงได้ถึง 60 – 70% ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดโรคหัวใจอีกประการหนึ่ง คือ ระดับของลิโปโปรตีนเอ (lipoprotein (a)) ซึ่งเกี่ยวข้องกับกรรมพันธุ์ แต่เอสโตรเจนเหมือนฮอร์โมนเพศอื่น ๆ ก็สามารถช่วยลดระดับลิโปโปรตีนเอ (lipoprotein (a)) ได้ประมาณ 35% ในขณะที่ยาใช้รักษาเกี่ยวกับโรคหัวใจทั้งหลาย ไม่มีผลเปลี่ยนแปลงค่านี้ได้ เนื่องจากโครงสร้างของไอโซฟลาโวน (isoflavone) ที่คล้ายเอสตราไดออล (estradiol) และมีความสามารถในการจับตัวรับเอสโตรเจน (estrogen receptor) ที่ดี ดังนั้น อาหารที่มีไอโซฟลาโวน (isoflavone) จึงลดระดับของลิโปโปรตีนเอ (lipoprotein (a)) ได้

แหล่งที่มาของไฟโตเอสโตรเจน

ไฟโตเอสโตรเจน (Phytoestrogen) เป็นสารประกอบเคมีธรรมชาติที่พบได้ในพืช (phytochemical) พบมากกว่า 300 ชนิด มีโครงสร้างและการออกฤทธิ์คล้ายคลึงฮอร์โมน estradiol

ไฟโตเอสโตรเจนไม่ใช่สารอาหาร เนื่องจากไม่ให้พลังงานและไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของร่างกาย แต่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ (functional food) เนื่องจากมีโครงสร้างและการออกฤทธิ์ที่คล้ายฮอร์โมนเพศหญิง คือเอสโตรเจน (estrogen) โดยออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทส่วนกลาง และกระตุ้นการเจริญของอวัยวะสืบพันธุ์ของสัตว์ตัวเมีย แต่ออกฤทธิ์ได้ต่ำกว่าเอสโตรเจนของคน สามารถแย่งที่กับเอสโตรเจนในการจับกับตัวรับเอสโตรเจนที่มีอยู่ในทุกเซลล์ของร่างกาย และชักนำให้เกิดการตอบสนองเฉพาะต่อเอสโตรเจนสำหรับผู้ชาย ไม่ควรบริโภคน้ำมันถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองมากเกินไป เพราะจะทำให้ร่างกายได้รับไฟโตเอสโตรเจนเพิ่มสูงขึ้น อาจส่งผลกระทบต่อภาวะสมดุลของฮอร์โมนเพศในร่างกายได้

ไฟโตเอสโตรเจน สามารถป้องกันการเติบโตของเซลล์ที่ถูกกระตุ้นด้วยเอสโตรเจนได้ อาจช่วยลดหรือยับยั้งการออกฤทธิ์ของเอสโตรเจนที่มีต่อเซลล์หรือเนื้อเยื่อที่ตอบสนองต่อเอสโตรเจนได้ เช่น เนื้อเยื่อเต้านม เป็นต้น การบริโภคไฟโตเอสโตรเจน จึงอาจช่วยลดความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งเต้านมได้ รวมถึงการปกป้องการเกิดโรคหัวใจและ หลอดเลือดรวมถึงโรคกระดูกพรุน

ไฟโตเอสโตรเจนที่พบในอาหาร ได้แก่

- ไอโซฟลาโวน (isoflavone)
- คูเมสแตน (coumestans)
- ลิกแนน (lignan)

ไฟโตเอสโตรเจนที่พบมากในอาหารที่กินเป็นประจำวัน คือ ไอโซฟลาโวน ซึ่งมีมากในถั่วเมล็ดแห้งหลายชนิด แหล่งอาหารสำคัญของไฟโตเอสโตรเจนที่ร่างกายของคนได้รับ คือ ถั่วเหลือง และผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง เช่น เต้าหู้ ซีอิ๊ว เต้าเจี้ยว ไอโซฟลาโวน ที่สำคัญคือ ในถั่วเหลืองคือ เดดซีน (daidzein) และจีนิสทีน (genistein)

การออกฤทธิ์ไฟโตเอสโตรเจน

ถั่วเหลืองกับภาวะหมดประจำเดือน

ผู้หญิงวัยหมดประจำเดือนมักมีอาการร้อนวูบวาบ หงุดหงิด มีอาการทางผิวหนัง และเยื่อบริเวณช่องคลอดแห้งและอักเสบ รวมทั้งมีอัตราการเป็นโรคกระดูกพรุน และ อัตราเสี่ยงต่อโรคหัวใจขาดเลือดสูงขึ้น การใช้ฮอร์โมนทดแทนแม้จะช่วยลดอาการไม่สุขสบายที่เกิดขึ้นแต่ก็มีความเสี่ยงต่อโรคมะเร็งเต้านม ด้วยเหตุนี้การรับประทานอาหารที่ทำจากถั่วเหลืองซึ่งมีไอโซฟลาโวนเป็นส่วนประกอบและมีสูตรโครงสร้างคล้ายเอสโตรเจนอย่างสม่ำเสมอ จึงอาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของผู้หญิงที่ไม่ต้องการใช้ฮอร์โมน ทดแทน โดยช่วยลดอาการร้อนวูบวาบแล้วยังช่วยป้องกันโรคมะเร็งเต้านมและมะเร็งที่ 2 ฟังฮอร์โมนรวมทั้งลดระดับไขมันในเลือดได้ มีการศึกษาจำนวนมากที่บ่งชี้ว่าการบริโภค โปรตีนถั่วเหลืองที่มีไอโซฟลาโวนหรือการเสริมไอโซฟลาโวนสามารถเพิ่มความหนาแน่นของกระดูกและลดอาการร้อนวูบวาบในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน ถั่วเหลืองกับโรคกระดูกพรุน โรคกระดูกพรุนเป็นภาวะที่มีความผิดปกติของกระดูกทั้งในด้านปริมาณและ คุณภาพ ทำให้ความแข็งแรงของกระดูกลดลง เกิดกระดูกหักได้ง่ายแม้ได้รับการ กระบกระแทกเพียงเล็กน้อย แพทย์ทำการวินิจฉัยได้โดยการวัดความหนาแน่นของมวล กระดูก สาเหตุที่พบได้บ่อยและสำคัญมากที่สุดคือ การขาด

เอสโตรเจนจากการหมด ประจำเดือน แคลเซียมมีผลต่อมวลกระดูกตั้งแต่วัยเด็กจนถึงวัยสูงอายุ การเสริม แคลเซียมสามารถทำให้มวลกระดูกสูงขึ้นแม้จะได้รับแคลเซียมจากอาหารเพียงพอตามข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันแล้ว ผู้หญิงหลังหมดประจำเดือนจะมีการ สูญเสียเนื้อกระดูกประมาณร้อยละ 3-5 ต่อปีในเวลา 3-5 ปี ทำให้มวลกระดูกลดลง ประมาณ 15 % หลังจากนั้นอัตราการสูญเสียเนื้อกระดูกจะลดลงสู่ระดับเดิมคือ ร้อยละ 0.5 – 1 ต่อปีจนเข้าสู่วัยสูงอายุ การเสริมแคลเซียมในช่วงนี้ไม่สามารถขัดผลของการ ขาดเอสโตรเจนได้ แต่ช่วยลดผลที่เกิดจากการขาดแคลเซียม ผู้หญิงควรได้รับแคลเซียม จากอาหารวันละ 800 – 1200 มิลลิกรัม อาหารที่มีแคลเซียมสูงได้แก่ นม ปลาทอด กรอบกินได้ทั้งกระดูก กุ้งแห้ง เต้าหู้ เป็นต้น การศึกษาการบริโภคแคลเซียมในผู้ใหญ่ ชาวไทยพบว่าปริมาณที่ต่ำกว่าที่ควรได้รับประจำวันมาก และการเสริมแคลเซียมมีผล ป้องกันการเกิดกระดูกหักจากภาวะกระดูกพรุนได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งประชากรที่ได้รับ แคลเซียมจากอาหารไม่เพียงพอ ในกรณีที่อาหารอย่างเดียวไม่สามารถให้แคลเซียม เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย อาจพิจารณารับประทานยาเม็ดแคลเซียมเสริม นอกจากนี้โปรตีนถั่วเหลืองก็อาจช่วยป้องกันภาวะกระดูกพรุนได้ โดยมีรายงานว่า ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่แนะนำให้รับประทานผลิตภัณฑ์อาหารที่ทำจากถั่วเหลืองเพื่อให้ ได้รับไอโซฟลาโวนมากกว่าจะรับประทานเป็นเม็ดยา ถั่วเหลืองกับโรคหัวใจขาดเลือด โดยทั่วไปหญิงวัยหมดระดูจะมีระดับไขมันในเลือดสูงขึ้นซึ่งเป็นผลจากการลดลง ของระดับเอสโตรเจน ปัจจุบันนี้ ได้แก่ ภาวะไขมันในเลือดสูง ความดันเลือดสูง การ สูบบุหรี่ เบาหวาน อ้วน การขาดการออกกำลังกาย และดื่มเหล้า ล้วนเป็นปัจจัยเสี่ยงที่ สำคัญต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด การศึกษาทางระบาดวิทยาพบว่าประชากรที่ รับประทานอาหารที่มีโปรตีนจากพืชสูงจะมีอุบัติการณ์ของการเป็นโรคหัวใจขาดเลือด และภาวะคลอเลสเทอรอลสูงในเลือดต่ำกว่าประชากรที่รับประทานอาหารที่มีโปรตีน จากสัตว์สูง องค์การอาหารและยาของอเมริกา (Food and Drug Administration, FDA) และสมาคมแพทย์โรคหัวใจในอเมริกา (American Heart Association, AHA)ได้แนะนำให้รับประทานโปรตีนจากถั่วเหลือง 25 กรัม ต่อวันและให้โปรตีนจากถั่วเหลืองเป็นส่วน หนึ่งของอาหารที่มีไขมันอิ่มตัวและคลอเลสเทอรอลต่ำ ซึ่งอาจลดความเสี่ยงของ โรคหัวใจและหลอดเลือด ถั่วเหลืองกับโรคมะเร็ง 3 มะเร็งเต้านม มะเร็งลำไส้ใหญ่ มะเร็งต่อมลูกหมาก มะเร็งมดลูก มะเร็งรังไข่ ซึ่งเป็นมะเร็งชนิดที่สัมพันธ์กับฮอร์โมนในร่างกายและโรคหัวใจขาดเลือด มีอุบัติการณ์ต่ำกว่า ในเอเชียและยุโรปตะวันออกเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศตะวันตก ซึ่งเชื่อว่าเนื่องจากคน เอเชียรับประทานอาหารที่มีผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองเช่น มากกว่าคนยุโรป จึงมีความ เสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งน้อยกว่า จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าอาหารที่ประกอบด้วยสารไอโซฟลาโวนซึ่งเป็นไฟ โตเอสโตรเจนชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญและมีฤทธิ์เหมือนเอสโตรเจนนี้มีประโยชน์อย่าง มากต่อคุณสุขภาพสตรีทุกท่านโดยเฉพาะสตรีวัยทองที่ต้องรับประทานเพื่อส่งเสริม สุขภาพและป้องกันโรคร้ายแรงต่างๆที่จะเกิดขึ้นก่อนวัยอันควร

ไฟโตเอสโตรเจนคืออะไร

ไฟโตเอสโตรเจน (Phytoestrogen) เป็นสารประกอบเอสโตรเจนที่พบได้ในพืชมากกว่า 300 ชนิดแต่มีมากที่สุดถั่วเหลือง ไฟโตเอสโตรเจนออกฤทธิ์แบบเอสโตรเจนได้ต่ำกว่าฮอร์โมนเอสโตรเจนของคน (อยู่ในช่วงระหว่าง 1/500 ถึง 1/1000 เท่าของฤทธิ์ของ Estradiol) นอกจากนี้ไฟโตเอสโตรเจนยังสามารถแสดงฤทธิ์แบบยับยั้งฤทธิ์ของเอสโตรเจนในร่างกาย (Antiestrogenic Effect)

ได้ พบว่าที่ความเข้มข้นของ ไฟโตเอสโตรเจนขนาด 100 – 1,000 เท่าของเอสโตรเจนในร่างกายซึ่งเป็นระดับไฟโตเอสโตรเจนในเลือดที่พบได้หลังการรับประทานอาหารที่มีไฟโตเอสโตรเจนในปริมาณปกติ ไฟโตเอสโตรเจนจะแย่งจับ Estrogen Receptor กับฮอร์โมนเอสโตรเจนในร่างกาย และช่วยป้องกันการเติบโตของเซลล์ที่ถูกกระตุ้นด้วยได้ด้วยฮอร์โมนเอสโตรเจน ดังนั้นไฟโตเอสโตรเจนจึงอาจจะลดหรือยับยั้งฤทธิ์ของเอสโตรเจนที่มีต่อเซลล์หรือเนื้อเยื่อที่ตอบสนองต่อเอสโตรเจน เช่น เนื้อเยื่อเต้านม เป็นต้น ซึ่งทำให้ไฟโตเอสโตรเจนช่วยลดความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งเต้านมได้ เราสามารถแบ่งไฟโตเอสโตรเจนออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ ไอโซฟลาโวน (Isoflavone) คูมิสแตน (Coumestans) และลิกแนน (Lignan) ไฟโตเอสโตรเจนที่พบมากในอาหารของคนคือ ไอโซฟลาโวน และลิกแนน ไอโซฟลาโวนซึ่งมีฤทธิ์เหมือนเอสโตรเจนมีในถั่วหลายชนิดโดยเฉพาะในถั่วเหลืองซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของคน ส่วนลิกแนนนั้นพบในธัญพืช ผักและผลไม้ ในถั่วเหลืองมีไอโซฟลาโวนที่สำคัญคือ เดดซีน (Daidzein) และ จินีสทีน (Genistein) ในปัจจุบันการวิจัยมากมายมุ่งเน้นความสนใจมาที่ “ไอโซฟลาโวน”

ปริมาณไฟโตเอสโตรเจนที่ควรได้รับจากอาหารคือ 30 – 50 มิลลิกรัม ประมาณได้ย่ำคร่าว ๆ ดังนี้

- นมถั่วเหลือง 250 ซีซี-15-60 มิลลิกรัม
- เต้าหู้ 1 ก้อน (115กรัม) -13-14 มิลลิกรัม
- โยเกิร์ตเต้าหู้ (200กรัม) -26 มิลลิกรัม

ประโยชน์ของไฟโตเอสโตรเจน

การศึกษาทางระบาดวิทยาพบว่า คนตะวันตกเป็นมะเร็งของเต้านม มะเร็งของลำไส้ใหญ่และมะเร็งของต่อมลูกหมากสูงกว่าคนเอเชีย โดยมีทฤษฎีว่า อาหารของคนเอเชีย เช่น คนญี่ปุ่น คนจีน น่าจะมีผลต่อการสร้างฮอร์โมนหรือกระบวนการชีวเคมีในเซลล์ของคน โดยมีหลักฐานแสดงว่า สารประกอบที่มีสูตรโครงสร้างคล้ายฮอร์โมนเอสโตรเจน เรียก ไฟโตเอสโตรเจน (Phytoestrogen) ซึ่งพบมากในถั่วเหลือง เมล็ดธัญพืชหลายชนิด และผลเบอร์รี่ มีฤทธิ์ป้องกันมะเร็งได้ โดยมีผลต่อการสร้างฮอร์โมนเพศ ขบวนการเมตาบอลิซึม การทำงานของเอนไซม์ การสร้างโปรตีน การทำงานของ Growth Factor การเพิ่มจำนวนและการเปลี่ยนสภาพของเซลล์มะเร็ง การเจริญเติบโตของเส้นโลหิต การรับประทานอาหารที่มีไฟโตเอสโตรเจนอาจช่วยส่งเสริมสุขภาพและป้องกันโรคบางอย่างได้ เช่น โรคหัวใจขาดเลือด โรคกระดูกพรุน มะเร็งของเนื้อเยื่อระบบสืบพันธุ์ และโรคกระดูกพรุน

2.6 ถั่วเหลือง

มีชื่อวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับในปัจจุบันคือ *Glycine max* (L.) Merr. (ชื่อพ้องวิทยาศาสตร์ *Dolichos soja* L., *Soja max* (L.) Piper, *Phaseolus max* L., *Glycine soja sensu auct.*) จัดอยู่ในวงศ์ถั่ว (FABACEAE หรือ LEGUMINOSAE) และอยู่ในวงศ์ย่อยถั่ว FABOIDEAE (PAPILIONOIDEAE หรือ PAPILIONACEAE) ถั่วเหลือง มีชื่อท้องถิ่นอื่น ๆ ว่า ถั่วแระ ถั่วพระเหลือง ถั่วแม่ตาย (ภาคกลาง), มะถั่วเน่า ถั่วเน่า ถั่วหนัง (ภาคเหนือ), ถั่วหน่อ (กะเหรี่ยงเชียงใหม่), ตบยั้ง

(เมี่ยน), อาหริ่ม (ปะหล่อง), โขย (ญี่ปุ่น), โขยาปิ่น (อังกฤษ), อึงตัวเต่า เอ็กตัวเต่า(จีน-แต้จิ๋ว) เป็นต้น และถั่วเหลืองได้รับการขนานนามว่าเป็น “ราชาแห่งถั่ว” อีกด้วย

ถั่วเหลืองจัดเป็นพืชสำคัญและเก่าแก่ชนิดหนึ่งของโลก ตามประวัติศาสตร์แล้วถั่วเหลืองนั้นมีถิ่นกำเนิดในประเทศจีน ทางตอนกลางหรือทางเหนือ ซึ่งชาวจีนได้รู้จักการใช้ประโยชน์จากและมีการปลูกถั่วเหลืองมายาวนานมากกว่า 4,700 ปีแล้ว ซึ่งประโยชน์ของถั่วเหลืองก็มีมากมายหลายประการ และยังถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย ในปัจจุบันถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีการเพาะปลูกกันอย่างแพร่หลายในเขตร้อนและเขตอบอุ่น แต่ให้ผลผลิตได้ดีในเขตอบอุ่น เพราะเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดดั้งเดิมในเขตอบอุ่นนั่นเองแต่อย่างไรก็ตามผู้ผลิตถั่วเหลืองที่สำคัญที่สุดกลับเป็นประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีผลผลิตมากถึง 56% ของผลผลิตทั่วโลก รองลงมาคือประเทศบราซิล และจีน

การนำถั่วเหลืองมาใช้ประโยชน์นั้นจะเลือกเมล็ดที่แก่จัด ทั้งนี้เพราะในเมล็ดถั่วเหลืองแก่จะมีสารอาหารต่างๆประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต 35% โปรตีน 50% ไขมัน 20% และในไขมันประกอบด้วยกรดไขมันต่างๆเช่น ลิโนเลอิก (Linoleic) 50% โอเลอิก (Oleic) 30% ลิโนเลนิก (Linolenic) 7% และ ปาล์มมิติก (Palmitic) กับสเตียริก (Stearic) 14% (คำนวณจากน้ำหนักแห้ง) นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วยแคลเซียม ฟอสฟอรัส และวิตามิน A,B,B1,B2,B6,B12 ในอาเซียน วิตามิน C,D,E อีกด้วย

ถั่วเหลืองกับการต้านมะเร็ง

ถั่วเหลืองถูกนำมาใช้เป็นอาหารและยาโดยคนเอเชียมาเป็นช่วงของวันเวลาอันยาวนานแล้ว ส่วนชาวตะวันตกเองใช้โปรตีนจากถั่วเหลืองเป็นอาหารอย่างแพร่หลายไม่ต่างกัน ถั่วเหลืองถูกนำมาเป็นสิ่งที่ใช้ร่วมกันของอาหารหลาย Type เช่น miso เต้าหู้ นมถั่วเหลือง โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง และแบ่งถั่วเหลืองเป็นต้น

การที่ถั่วเหลืองเป็นที่น่ารับประทานเนื่องด้วยเหตุผลเพิ่มใส่ด้วย amino acid และไนโตรเจนตาม Want ของร่างกาย เป็นอาหารโปรตีนที่ Price ถูก เมื่อเปรียบเทียบการใช้พื้นที่เท่าๆ กัน การปลูกถั่วเหลืองจะให้โปรตีน 5-25 เท่าของโปรตีนจากการเลี้ยงวัวผลิตนมหรือปลูกข้าวสาลี นอกจากนี้ถั่วเหลืองยังมีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวน้อยและไม่มี cholesterol โปรตีนจากถั่วเหลืองทำให้มีการขับทั้งแคลเซียม ในปัสสาวะน้อยกว่าโปรตีนจากสัตว์ จากการเล่าเรียนเกี่ยวกับสุขภาพของผู้ที่รับประทานถั่วเหลืองเป็นประจำ กับการทดลองพบว่าถั่วเหลืองมีแนวโน้มที่จะมีผลป้องกันและ Treatment โรคเรื้อรังต่างๆ โรคมะเร็ง โรคหัวใจ (heart) โรคกระดูกพรุน และโรคไตได้ ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะผลของถั่วเหลืองต่อโรคมะเร็ง

ผลของถั่วเหลืองต่อโรคมะเร็งชนิดต่างๆ

จากการรวบรวม (collect) Data Storage และหาความมีความผูกพันกันระหว่างการรับประทานอาหารประเภทถั่วเหลืองกับความเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็ง พบว่าประชากรที่บริโภคอาหารแบบถั่วเหลืองหรือสินค้าจากถั่วเหลืองเป็นหลักจะมี Opportunity เป็นโรคมะเร็งน้อยกว่าประชากรที่รับประทานอาหารแบบเนื้อสัตว์เป็นหลัก ทำให้มีการ Develop ความรู้และความเข้าใจ Mind ที่ทดลองผลของโปรตีนจากถั่วเหลืองต่อการป้องกันและยับยั้งโรคมะเร็งต่างๆ As follows

ผลต่อโรคมะเร็งที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันโดยตรงกับฮอร์โมนเพศ

การทดลองให้โปรตีนจากถั่วเหลืองหรือโปรตีน casein จากนมกับหนูขาวซึ่งถูกเหนี่ยวนำด้วย N-methylnitrosourea หรือ 7, 12-dimethylbenz (a)-anthracene ให้หนูตัวเมียเป็นมะเร็งที่เต้านมหรือทำให้หนูตัวผู้เป็นมะเร็งที่ต่อมลูกหมาก พบว่า โปรตีนจากถั่วเหลือง Can ป้องกันและลดการ Be born มะเร็งเต้านมในหนูตัวเมีย และมะเร็งต่อมลูกหมากในหนูตัวผู้ เมื่อเทียบกับหนูขาวที่ได้รับ casein ในหนูที่ตัดมะเร็งเต้านมออกแล้ว การให้โปรตีนจากถั่วเหลืองสามารถยับยั้งการเจริญของเนื้องอกใหม่ และทำให้การกลับมาเป็นมะเร็งใหม่ช้ากว่าหนูที่ได้รับ casein นอกจากนี้การทดลองในหนูขาวที่เหนี่ยวนำให้ Be born มะเร็งที่เต้านม ด้วยรังสี x-ray ก็สามารถยับยั้งได้โดยการป้อนถั่วเหลืองดิบในขณะที่ casein และอาหารหนู purina ไม่มีผล ถึงแม้ว่าจะมีการทดลองที่แสดงว่าถั่วเหลืองมีผลยับยั้ง และลดความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งเต้านม และมะเร็งต่อมลูกหมาก แต่การทดลองของ Grinley และคณะ กลับพบว่าโปรตีนจากถั่วเหลืองไม่มีผลลดการเกิด (be born) มะเร็งในเต้านม

ผลต่อมะเร็งในระบบทางเดินอาหาร

– มะเร็งในช่องปาก มีรายธุรกิจเกี่ยวกับ soybean extract ซึ่งมี Bowman- Birk protease inhibitor (B B I) [หรือที่เรียกกันว่า B B I concentrate (B B I C)], purified B B I (P B B I) ต่อการยับยั้งการเกิด (born) มะเร็งในช่องปากในหนูแฮมสเตอร์ ซึ่งถูกเหนี่ยวนำโดย 7,12-dimethyl-benz(a) anthracene (D M B A) ใช้ได้ผลในขนาดความเข้มข้นตั้งแต่ 0.01%-1% ระยะระยะเวลาสั้นหรือยาว 1-5 ครั้ง/สัปดาห์ สามารถ (can) เริ่มใช้การยับยั้งนี้ได้ช้าถึง 45 วัน หลังจากสัมผัสกับสารก่อมะเร็ง และผลการยับยั้งที่ได้เป็นพวก irreversible อีกด้วย

– มะเร็งในกระเพาะอาหาร จาก Study ผลของ genistein ต่อการเจริญของ H G C-27 cells ซึ่งได้มาจากมะเร็งกระเพาะอาหารของคน พบว่า genistein Ability ยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งกระเพาะอาหารได้เกือบสมบูรณ์ใน cell cycle progression ที่ G2- M การทดสอบผลของโปรตีนจากถั่วเหลือง,

genistein และ phytate เปรียบเทียบกับ casein ในหนูที่เหนี่ยวนำให้เป็นมะเร็งในลำไส้ใหญ่ด้วย dimethylhydrazine หรือ azoxymethane พบว่าโปรตีนจากถั่วเหลือง genistein และ phytate Can ป้องกันและลดการ Be born มะเร็งในลำไส้ใหญ่ และลดจำนวน aberrant crypts ซึ่งเป็นลักษณะของมะเร็งในลำไส้ใหญ่ แต่ Reddy และคณะ, Clinton และคณะพบว่าโปรตีนจากถั่วเหลือง และโปรตีนจากเนื้อวัวไม่มีผลต่อการเกิดมะเร็งในลำไส้ใหญ่ของหนูที่ถูกเหนี่ยวนำให้เป็นมะเร็งด้วย dimethylhydrazine และยังมีผู้พบว่าโปรตีนจากถั่วเหลืองทำให้เยื่อบุผิวลำไส้ใหญ่ Born การแบ่งตัวและถูกทำลาย ถึงอย่างไรมีราย Work Process การปฏิบัติการธุรกิจ และการใช้ชีวิต (life) ได้แย้งการทดลองที่ไม่ได้ผลว่าอาจเนื่องมาจากการให้อาหารในสัดส่วนที่ไม่เหมาะสม หรือสูญเสียสารละลายไม่ได้ไประหว่างการเตรียมโปรตีนจากถั่วเหลือง

การทดลองทางคลินิก ได้เริ่มมีการทดสอบในผู้ Sick ที่ตรวจพบว่าจะเป็มะเร็งลำไส้ใหญ่ โดยให้ผู้ไม่สบายรับประทานโปรตีนจากถั่วเหลืองเทียบกับกลุ่มที่ได้รับ casein เพื่อดูว่าโปรตีนจากถั่วเหลืองจะลดการ Born มะเร็งลำไส้ใหญ่ได้หรือไม่ แต่ยังไม่มีการรวบรวมอดทั้งหมดทั้งมวล Mind ความผล

ผลต่อมะเร็งประเภทอื่นๆ

การทดสอบในสัตว์ทดลองพบว่าโปรตีนจากถั่วเหลือง และสาร isoflavones (genistein และ diadzein) สามารถยับยั้งการเจริญของมะเร็งที่ตับ ผิวหนัง กระเพาะอาหาร กระเพาะปัสสาวะ เม็ดเลือดขาว และตับอ่อน ในสัตว์ทดลองที่ถูกเหนี่ยวนำด้วยสารก่อมะเร็งหลายเมเจอร์ เช่น aflatoxin, 7,12-dimethylbenze [a]-anthracene, N-methyl- N-nitrosourea เป็นต้น

– มะเร็งของตับอ่อน มีราย Work Business and Life Style ว่า soybean agglutinin (S B A) จะจับกับ pancreatic carcinoma cell lines ของคน ทั้ง 2 อย่าง คือ Hu P- T3 และ Hu P- T4 แต่ไม่จับกับเซลล์ปกติ นอกจากนี้ยังมีการดำเนินการให้มี Efficiency and Effectiveness มากขึ้นความรู้จริงรู้ชัด soybean trypsin inhibitor (S B T I) เมื่อให้กับหนูแฮมสเตอร์ที่ได้รับการฉีด N-nitrosobis (2-oxopropyl) amine (B O P) โดยให้ในช่วง promotion phase ของการเกิด (be born) มะเร็งของตับอ่อน พบว่าใช้ได้ผลในการยับยั้งการ Be born มะเร็งตับอ่อนได้

– ผลต่อ thymic lymphosarcoma

พบว่า Bowman- Birk inhibitor มีผลในการป้องกันการเกิด thymic lymphosarcoma ที่ถูกเหนี่ยวนำโดยการฉายแสง ในหนู mice C57 B1/ 6 N Cr1 B R นอกจากนี้ยังพบว่ามีสารในถั่วเหลืองที่ทนต่อการ autoclave อีกพวกที่มีคุณสมบัติในการลดการแพร่กระจายของ lymphosarcoma และการสูญเสีย Weight โดยป้องกันการลุกลามและการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็ง

สาระสำคัญในถั่วเหลืองที่เกี่ยวข้องกับฤทธิ์ต้านมะเร็ง

1.ไอโซฟลาโวน (isoflavones) ได้แก่ จินิสติน (genistein) เดดซิน (diadzein) และไกลซิติน (glycitein) การทดสอบผลของจินิสติน ในหลอดทดลองพบว่า จินิสตินสามารถยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งเต้านม เซลล์มะเร็งต่อมลูกหมาก เซลล์มะเร็งกระเพาะอาหาร เซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวจากคน และเซลล์มะเร็งจากหนูถีบจักรด้วยค่า IC50(ความเข้มข้นที่ให้ผลยับยั้ง 50%) 2.6-7.9 ไมโครต่อลิตร หรือ 1-30 ไมโครโมลต่อลิตร การทดสอบในหนูที่เหนี่ยวนำให้เกิดมะเร็งด้วย 7,12-dimethylbenze [a]-anthracene พบว่าจินิสติน ทำให้เป็นมะเร็งเต้านมช้าและยับยั้งการเกิดมะเร็งในลำไส้ใหญ่ ไอโซฟลาโวน ถูกแบคทีเรียในลำไส้เล็ก เปลี่ยนเป็นสารที่มีฤทธิ์คล้ายเอสโตรเจน อ่อนๆ และเป็นแอนติออกซิเดนท์ ซึ่งอาจมีส่วนต่อการยับยั้งมะเร็งเต้านมของถั่วเหลือง

นอกจากไอโซฟลาโวนแล้วถั่วเหลืองยังมีลิแกน ซึ่งมีฤทธิ์คล้ายเอสโตรเจน อ่อน ๆ ทำให้เรียกไอโซฟลาโวน และลิแกนว่าไฟโตเอสโตรเจนและเชื่อว่าสารทั้ง 2 มีผลต่อการต้านมะเร็งที่เกี่ยวข้องกับฮอร์โมนเพศกลไกของถั่วเหลืองที่มีผลต้านการเกิดมะเร็งอาจเนื่องมาจากการยับยั้งการสร้างหลอดเลือดใหม่ และการแบ่งตัวของเซลล์มะเร็ง โปรตีนถั่วเหลืองและจินิสติน มีผลยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ tyrosine kinase topoisomerase II ซึ่งจำเป็นสำหรับการแบ่งเซลล์และมีการศึกษาผลของโปรตีนจากถั่วเหลืองต่อการทำงานของฮอร์โมนที่กระตุ้นการเจริญเติบโตในคนด้วย นอกจากนี้ไอโซฟลาโวน ยังมีผลต่อการทำงานของเซลล์ตับหนู หลายชนิด เช่น cytochrome P45023 quinone reductase และ glutathione-S-transferase เป็นต้น ถั่วเหลืองทำให้ผนังเซลล์มีความคงตัวและลดการสร้าง lipid peroxidation ของเซลล์ตับผลเหล่านี้อาจเป็นกบฏที่ทำให้ถั่วเหลืองมีผลยับยั้งการเกิดมะเร็งตับ

2. ซาโปนิน(saponin)จากถั่วเหลืองที่ความเข้มข้น 150-600 ppm มีผลยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งลำไส้ใหญ่ของคน (HCT-15) และผลการยับยั้งเพิ่มขึ้นตามขนาดของซาโปนิน โดยที่ไม่มีผลต่อการยอมให้ซึมผ่านของผนังเซลล์ (membrane permeability) ผลของซาโปนินต่อเซลล์มะเร็งอาจเนื่องมาจากผลโดยตรงต่อเซลล์มะเร็ง ผลต่อระบบภูมิคุ้มกัน ผลต่อการจับกรดน้ำดีและการทำลายฤทธิ์ของสารที่ใช้เหนี่ยวนำให้เกิดมะเร็งอย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาผลการต้านมะเร็งของซาโปนินจากพืชที่เป็นอาหารประเภทอื่นๆ ทำให้ต้องมีการศึกษาผลของซาโปนิน เพิ่มเติม

ซาโปนินในถั่วเหลืองถูกจัดเป็น antinutritional factors เพียงเพราะบังเอิญเป็นซาโปนินเท่านั้นทั้งๆที่มีรายงานในการศึกษาในสัตว์ทดลองว่าซาโปนิน จากถั่วเหลืองไม่มีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโต เร็วๆนี้พบว่า ซาโปนินจากถั่วเหลืองมีส่วนในการลดคอเรสเตอรอล และ anticarcigenic effects ดังนั้นจึงได้รับการยกเว้นจากรายชื่อใน antinutritional factors ในถั่วเหลือง ปัจจุบันอะไกลโคน (aglycones)ในซาโปนินเพียง 3 ชนิด คือ soyasapogenol A,B และ E เชื่อมต่อกับโกลิโกแซคคาไรด์ เป็นโมเลกุลของซาโปนิน พบว่ามีซาโปนินหลักๆ 5ชนิดที่แยกออกมาได้ และหาสูตรโครงสร้างได้แล้ว ถั่วเหลืองจะมีปริมาณซาโปนิน 0.1-0.5% น้ำหนักแห้ง และพบในปริมาณสูงเช่นกันในแปงถั่วเหลือง 0.5% isolates 0.8% แต่ไม่พบเลยในโปรตีนเข้มข้น (protein concentrate)

2.7 การทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อหาความชอบและการยอมรับ

การทดสอบความชอบและการยอมรับในผู้บริโภค เป็นวิธีที่ใช้เพื่อทดสอบความรู้สึกของผู้ทดสอบในแง่ความชอบหรือการยอมรับที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะใช้กลุ่มคนทั่วไปที่ไม่จำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (Untrained panel) หรือผู้บริโภคทั่วไปเป็นผู้ทดสอบ

การทดสอบแบบนี้เหมาะสำหรับศึกษาหาความชอบ หรือการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ (Consume test) การสำรวจความต้องการของผู้บริโภค (Consumer survey) ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบนี้จะช่วยทำให้หน่วยงานบริษัทที่จัดการทดสอบนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค รวมทั้งการศึกษาความเป็นไปได้ที่ผลิตภัณฑ์จะประสบความสำเร็จในการวางจำหน่ายซึ่งวิธีการทดสอบหาความชอบหรือการยอมรับสามารถแบ่งออกเป็นการทดสอบเชิงคุณภาพ (Qualitative test) เช่นการอภิปรายกลุ่ม และหรือใช้วิธีการทดสอบหาความชอบและการยอมรับในเชิงปริมาณ(Quantitative tests) ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ

1. การทดสอบความชอบ (Paired preference test) ได้แก่ การเปรียบเทียบตัวอย่างคู่เพื่อหาความชอบ (Paired preference test) การเรียงลำดับความชอบ (Ranking for preference) เป็นต้น

2. การทดสอบการยอมรับ (Acceptance tests) ได้แก่ การทดสอบหาอัตราความชอบ (Hedonic scaling) การวัดค่าความถี่ในการบริโภค (Food action rating scales) (ธงชัย สุวรรณสิขณม, 2551)

สำหรับสถานที่ทดสอบความชอบและการยอมรับนั้นสามารถแบ่งออกเป็น 3 แบบคือ

1. การทดสอบในห้องปฏิบัติการ (Laboratory test) ซึ่งเป็นสถานที่ทดสอบที่สามารถควบคุมการเตรียมตัวอย่างและการเสนอตัวอย่างผู้จัดการทดสอบสามารถสื่อสารกับผู้ทดสอบได้ นอกจากนี้ยังสามารถพรางคุณลักษณะบางประการของตัวอย่างที่ไม่ต้องการให้กระทบกับการให้คะแนนของแต่ละคุณลักษณะได้ แต่การทดสอบในสถานที่แบบนี้จะไม่สามารถได้ข้อมูลการบริโภคปกติของผู้ทดสอบ

2. การทดสอบในสถานที่ชุมชน (Central location test) เช่นงานแสดงสินค้า ห้างสรรพสินค้า สถานที่ลักษณะนี้สามารถเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายที่เป็นผู้ทดสอบได้ง่าย ภายใต้การทดสอบที่ถูกออกแบบและควบคุมให้สมกับการทดสอบในแต่ละสถานที่ แต่ก็ยังมีข้อจำกัดคือ สามารถถามคำถามในการทดสอบได้ค่อนข้างจำกัด และข้อมูลการบริโภคที่ได้ไม่ได้เกิดจากสภาวะการบริโภคจริง

3. การทดสอบในสถานที่พัก (Home use test) เป็นการเสนอตัวอย่างให้ผู้ทดสอบนำกลับไปใช้ยังที่พักของตน การทดสอบลักษณะนี้จะได้ข้อมูลจากการทดสอบที่เกิดจากการใช้งานจริงภายใต้สภาวะการเตรียมตัวอย่างสำหรับบริโภคจริงของผู้ทดสอบ รวมทั้งผลของเวลาที่ใช้ผลิตภัณฑ์ต่อการยอมรับในผลิตภัณฑ์ด้วย แต่การทดสอบในสถานที่แบบนี้จะต้องใช้เวลาค่อนข้างนาน ไม่สามารถใช้ผู้ทดสอบจำนวนมาก รวมทั้งจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบด้วย

การเลือกสถานที่สำหรับการทดสอบนั้นมีข้อควรพิจารณาดังนี้ 1.สภาพการรับรู้หรือเวลาที่ใช้ในการพิจารณาตัวอย่างสำหรับผู้ทดสอบ 2.การเตรียมตัวอย่างและการควบคุมตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ 3.อิทธิพลของปัจจัยอื่น ๆ ต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์ 4.ความยาว และความซับซ้อนของแบบสอบถาม

2.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบประสาทสัมผัสนั้น ขึ้นอยู่กับชนิดข้อมูลและจำนวนตัวแปรที่เก็บรวบรวมได้ ซึ่งสามารถจำแนกข้อมูลเป็น 3 ประเภทหลักๆ คือ

1. ข้อมูลประเภทนามบัญญัติหรือข้อมูลประเภทนับจำนวนสมาชิกในกลุ่ม เช่นวิธีการทดสอบแบบ Triangle Duo-trio Two out of five ลักษณะข้อมูลจะเป็นการนับจำนวนคำตอบที่ตอบถูกหรือผิด สามารถการวิเคราะห์ข้อมูลประเภทนี้ได้ด้วยสถิติ χ^2 , Test of goodness of fit เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างการแจกแจงคำตอบที่ได้จากการทดลอง กับการแจกแจงคำตอบที่คำนวณได้จากทฤษฎีความน่าจะเป็น

2. ข้อมูลประเภทอันดับเช่น วิธีการทดสอบ Multiple rank comparison, Ranking for preference การวิเคราะห์ข้อมูลประเภทนี้จะใช้สถิติ Friedman test เพื่อทดสอบความแตกต่างของการจัดอันดับของตัวอย่างที่นำมาทดสอบ

3. ข้อมูลประเภทช่วงหรืออัตรา เช่น วิธีการทดสอบ QDA Spectrum Texture profile Generic descriptive analysis Different form control และ Hedonic test เป็นต้น สถิติที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์มีหลายวิธีขึ้นอยู่กับจำนวนตัวอย่าง จำนวนตัวแปรหรือจำนวนลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ต้องการประเมินและความต้องการของผู้วิจัย

3.1 กรณีประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสลักษณะใดลักษณะหนึ่งและต้องการทดสอบตัวอย่างไม่เกิน 2 ตัวอย่าง อาจใช้สถิติ t-test หรือการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตามหนึ่งตัว (Analysis of variance) เพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย F-test

3.2 กรณีประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสลักษณะใดลักษณะหนึ่งและต้องการทดสอบตัวอย่างมากกว่า 2 ตัวอย่างขึ้นไป สามารถใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตามหนึ่งตัว (Univariate Analysis of Variance) เพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย F-test

3.3 กรณีประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสลักษณะหลายๆลักษณะในคราวเดียว สถิติที่ใช้คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตามหลายตัว (Multivariate analysis of variance)

3.3.1 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางประสาทสัมผัสและระหว่างตัวอย่างที่นำมาทดสอบโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ เพื่อลดจำนวนตัวแปรให้เป็นกลุ่มของตัวแปรที่เรียกว่า Component หรือใช้เทคนิค Procustes analysis

3.3.2 การแบ่งกลุ่มตัวอย่างที่นำมาทดสอบ ตามกลุ่มของลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์จัดกลุ่มการสร้างสมการเพื่อทำนายกลุ่มตัวอย่างหรือแบ่งแยกตัวอย่างเป็นกลุ่มโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์จำแนกประเภท (Discriminant analysis) เป็นต้น

นอกจากนี้ข้อมูลทางประสาทสัมผัสที่รวมมาได้อาจนำมาหาความสัมพันธ์ของตัวแปรที่จะทำการศึกษา ในกลุ่มลักษณะทางประสาทสัมผัสหรือหาความสัมพันธ์กับการวัดค่าด้วยวิธีการอื่น เช่น การวัดค่าทางกายภาพ เคมี และการสร้างสมการเพื่อทำนายความสัมพันธ์ดังกล่าวเทคนิคทางสถิติที่ใช้มีมากมายเช่น Simple linear correlation and regression และ Multiple regression การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความชอบของผู้บริโภคกับลักษณะทางประสาทสัมผัสต่างๆเชิงพรรณนา โดยเทคนิคการทำแผนผังความชอบ (Preference Mapping) เป็นต้น (ธงชัย สุวรรณสิขณม, 2551)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

3.1 วิเคราะห์โปรตีนในคุกกี้แบ่งถั่วเหลืองโดยใช้วิธีเจตาห์ล (Kjeldahl method, AOAC 2000)

วิธีนี้คิดค้นโดย Johan Kjeldahl ตั้งแต่ปี ค.ศ.1883 โดยทำการย่อยสารตัวอย่างด้วยกรดซัลฟูริก โดยให้ความร้อน ซึ่งจะปลดปล่อยไนโตรเจนออกมาในรูปแอมโมเนียมซัลเฟต ทั้งนี้จะมีการเติมโพตัสเซียมซัลเฟตเพื่อเพิ่มจุดเดือดจาก 169°C เป็น 189°C และในปัจจุบันอาจมีการเติมตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น HgO , CuSO_4 เพื่อช่วยให้การย่อยสลายเกิดเร็วขึ้น ซึ่งถ้าการย่อยสลายเกิดขึ้นสมบูรณ์แล้วมักจะได้น้ำสารละลายใส (จากเดิมที่มีสีเข้ม) จากนั้นจึงนำสารละลายที่ได้ไปกลั่นโดยเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์เพื่อเปลี่ยนแอมโมเนียมไอออนไปเป็นแก๊สแอมโมเนีย ซึ่งหลังจากควบแน่นที่ condenser แล้วจะถูกจับในสารละลายกรดบอริก จากนั้นจึงทำการไตเตรตหาปริมาณกรดบอริกที่เหลือ ด้วยโซเดียมคาร์บอเนตโดยใช้เมธิลออเรนจ์เป็นอินดิเคเตอร์ เครื่องมือสำหรับการหาปริมาณโปรตีนโดยวิธีเจตาห์ลประกอบด้วยเครื่องย่อยสลายและเครื่องกลั่นเพื่อแยกแอมโมเนียมออกมาหาปริมาณ

วิธีเจตาห์ลมีความแม่นยำสูง ได้รับการยอมรับเป็นวิธีมาตรฐานสำหรับการหาปริมาณโปรตีนในอาหาร และใช้สำหรับสอบเทียบวิธีอื่นที่ใช้ในการหาปริมาณโปรตีน อย่างไรก็ตามวิธีนี้จะให้ปริมาณไนโตรเจนที่ไม่ได้มาจากโปรตีนด้วย เช่น ไนโตรเจนในสารเมลามินซึ่งมีการนำมาปลอมปนในอาหารเป็นต้น นอกจากนี้ปริมาณโปรตีนในตัวอย่างต่าง ๆ จะคำนวณได้จากปริมาณไนโตรเจนที่วิเคราะห์ได้โดยใช้ correction factor ต่างกันเนื่องจากโปรตีนแต่ละชนิดจะมีชนิดของกรดอะมิโนต่างกันจึงให้ปริมาณไนโตรเจนไม่เท่ากัน รวมทั้งเทคนิคนี้ยังมีข้อเสียที่ต้องใช้กรดซัลฟูริกเข้มข้น และอุณหภูมิสูงและใช้เวลานาน (มากกว่า 1 ชั่วโมง) ในการย่อยสลาย

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่าง 2-5 กรัม ใส่ลงใน Kjeldahl flask เติม Mixed catalyst: CuSO_4 0.1 กรัม Na_2SO_4 2 กรัม และ Conc. H_2SO_4 25 กรัม

2. การย่อย (Digestion) ย่อยบน heating mantle โดยให้ความร้อนอ่อนๆ จนกระทั่งหมดฟอง แล้วค่อยเพิ่มความร้อนอุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส จนกระทั่งสารละลายใส ทิ้งไว้ให้เย็น

3. การกลั่น (Distillation) เติมน้ำกลั่นลงในหลอดย่อย 10-15 ml นำหลอดย่อยมาต่อเข้ากับเครื่องกลั่น เติมน้ำ 40-50 ml นำ receiving flask ที่มี 4% boric acid อยู่ 20-25 ml และเติม indicator เรียบร้อยแล้วมารองรับสารละลายที่กลั่นได้ กลั่นจนได้สารละลายประมาณ 25 ml. ไทเทรตสารละลายที่กลั่นได้ด้วย 0.1 N HCL จนกระทั่งสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วงอมชมพู ทำ blank โดยไม่ใส่ตัวอย่าง คำนวณหาปริมาณโปรตีนจากสูตร

การคำนวณ

การวิเคราะห์โปรตีนโดยวิธีนี้ ควรทำตัวอย่างไว้ตรวจสอบเรียกว่า Blank โดยใส่สารเคมีและขั้นตอนการวิเคราะห์เช่นเดียวกับตัวอย่าง

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)} = \frac{(A-B) \times N \times 1.4 \times F}{W_t}$$

A คือ ปริมาตรกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไทเทรตกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

B คือ ปริมาตรกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไทเทรตกับ blank (มิลลิลิตร)

W_t คือ น้ำหนักของตัวอย่าง

N คือ ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก (N)

F คือ ค่าแฟคเตอร์

3.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารไอโซฟลาโวนรวมในตำรับคูกี้แบ่งถั่วเหลือง โดยใช้วิธี HPLC (Association of Analytical Chemists (AOAC))

ขั้นตอนการวิเคราะห์

3.2.1 สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์หาสาร Isoflavones

เมทานอล analytical grade (Merck, USA) สารมาตรฐาน: ไอโซฟลาโวน (Sigma, USA) soxhlet (Foss SOxtec™ 2043 Based pm Tecator™ Technology) เครื่อง HPLC (Agilent Hewlett Packard 1100 HPLC Pump) และ HPLC column C_{18} (Agilent Hypersil ODS 5 μ m, 250 mmX4.0 mm, USA)

3.2.2 การวิเคราะห์สาร Isoflavones โดยใช้ Soxhlet

นำตัวอย่างมาบดละเอียดด้วยโกร่งนำไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม เติมนเมทานอลลงในถ้วยของชุดวิเคราะห์ Foss soxtec TH 2043 Based on Tecator™ Technology 50 ml boiling muj 120 องศาเซลเซียส 30 นาที rinsing ที่ 120 องศาเซลเซียส 30 นาที recovery 120 องศาเซลเซียส 10 นาที และ dry 120 องศาเซลเซียส 10 นาที ละลาย final solvent 50 ml กรองสารสกัดได้ด้วย filter micromembrane 0.45 μ m และนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC

3.2.3 รายละเอียดและสภาวะการทำงานของเครื่อง HPLC

Agilent Hewlett Packard 1100 Series HPLC system ความยาวคอลัมน์ 250mmx4.0mm การตรวจวัดดูดรั่วไอโอเลต 260 nm และอุณหภูมิคอลัมน์ 20 องศาเซลเซียส HPLC column C_{18} เฟสคงที่ (Agilent Hypersil ODS 5 μ m, 250 mmX4.0 mm, USA) และเฟสเคลื่อนที่สัดส่วนระหว่าง เมทานอล 50:น้ำ 50 อัตราการไหล 0.4 ml/นาที ขนาดอนุภาค 3 ไมโครลิตร

3.3 วิธีการทำแบ่งจากถั่วเหลือง

3.3.1 นำถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ปริมาณ 1 กิโลกรัม มาคั่วไฟอ่อนจนถั่วเหลืองสุกประมาณ 45-50 นาทีพักไว้ให้เย็นในภาชนะ

3.3.2 นำถั่วเหลืองที่คั่วเย็นแล้วมาบดด้วยเครื่องบดอาหาร จนกลายเป็นแป้งโดยละเอียดนำไปชั่งน้ำหนักบันทึกเก็บไว้

3.3.3 นำแป้งกล้วยที่บดละเอียดแล้วแบ่งออกมาร้อนด้วยกระชอนแล้วนำแป้งกล้วยที่ร้อนได้ไปทำคุกกี้ต่อไป

3.4 วิธีผสมแป้งกล้วยกับแป้งสาลี

นำแป้งกล้วยที่ร้อนเสร็จมาทำการผสมกับแป้งสาลีบัวแดงใน 4 อัตราส่วนของแป้งสาลีบัวแดง:แป้งกล้วยดังนี้ ตำรับที่ 1 (90:10), ตำรับที่ 2 (80:20), ตำรับที่ 3 (70:30), ตำรับที่ 4 (50:50) ซึ่งจะคำนวณออกมาในอัตราส่วนที่นำมาผสมทำคุกกี้จากสูตรผสมดังกล่าวต่อไป

3.5 วิธีการทำคุกกี้แป้งกล้วย

ส่วนผสม

แป้งสาลีบัวแดง	440	กรัม	น้ำตาลไอซิ่ง	240	กรัม	เนยสด	280	กรัม
ไข่ไก่	2	ฟอง	ผงฟู	2	ช้อนชา	วานิลา	2	ช้อนชา
เกลือป่น	1/2	ช้อนชา						

วิธีทำ

ร่อนแป้งในแต่ละอัตราส่วนดังกล่าวข้างต้นที่ 4 อัตราส่วน กับผงฟูจำนวน 1 – 2 ครั้งพักไว้

1. ตีเนยมือเนยพออ่อนตัวใส่เกลือ ใส่ น้ำตาลไอซิ่ง ที่ละน้อย คนจนละลายหมดน้ำตาล
2. ใส่ไข่คนให้เข้ากันใส่วานิลา
3. แบ่งแป้งที่ผสมแล้วทั้ง 4 อัตราส่วนซึ่งจะต้องนำแต่ละอัตราส่วนมาแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใส่ลงอ่างผสมที่ละส่วนด้วยความเร็วต่ำ จนแบ่งแต่ละส่วนของทั้ง 4 อัตราส่วนนั้นหมด
4. ตักส่วนผสมของคุกกี้เรียงในถาด อบไฟ 180 องศาเซลเซียสประมาณ 15 นาที หรือจนสุกเหลือง ซึ่งเราจะได้คุกกี้เนยจากแป้งกล้วยทั้งหมด 4 สูตรตามอัตราส่วนของแป้ง ซึ่งจะนำไปทดสอบด้านประสาทสัมผัสต่อไป

บทที่ 4

ผลการทดลอง

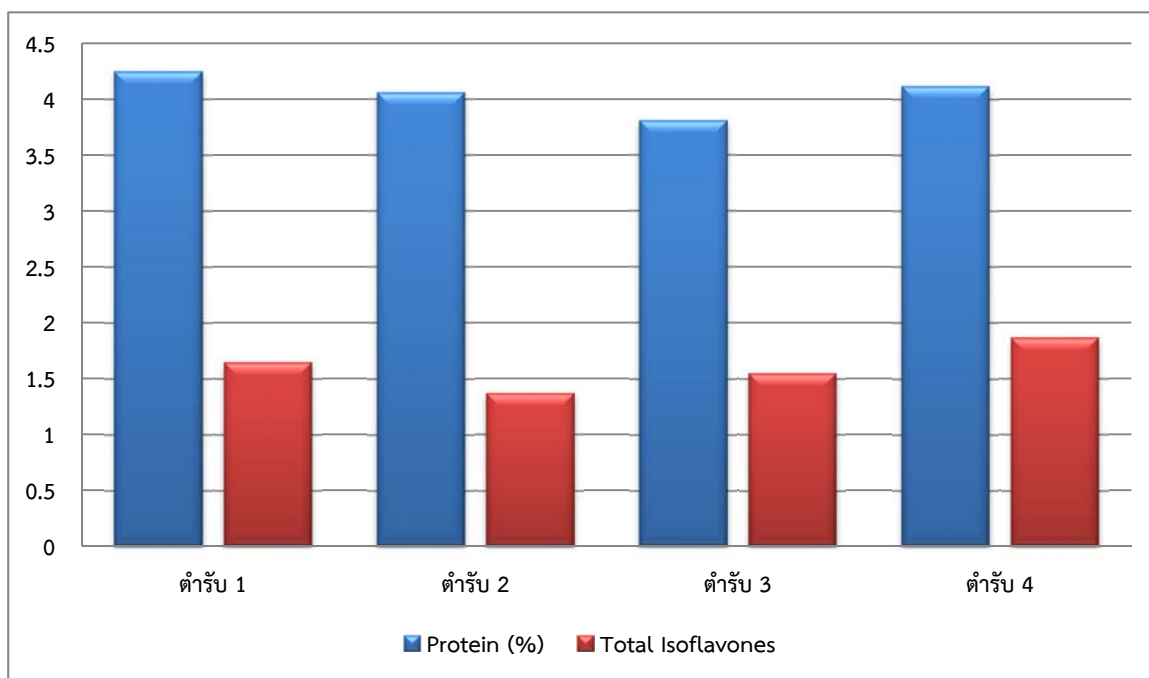
4.1 วิเคราะห์โปรตีนในคูกี้แบ่งถั่วเหลืองโดยใช้วิธีเจดาห์ล (Kjeldahl method, AOAC 2000)

จากตารางที่ 1 พบว่าโปรตีนในตำรับจากแบ่งถั่วเหลืองในแต่ละตำรับที่ 1 มีค่า 4.25% สูงที่สุดเป็นอันดับหนึ่ง ตำรับที่ 4 แบ่งถั่วเหลืองมีโปรตีนรองลงมาจากตำรับที่ 1 มีค่าอยู่ที่ 4.12% และตำรับที่ 2 แบ่งถั่วเหลืองมีปริมาณโปรตีนอยู่ที่ 4.06% และอันดับสุดท้ายเป็นตำรับที่ 3 มีปริมาณโปรตีนอยู่ที่ 3.81 ซึ่งเมื่อทำการทดสอบหาโปรตีนในคูกี้ถั่วเหลืองทั้ง 4 ตำรับ ทั้ง 4 ตำรับมีค่าโปรตีนสูงกว่าแบ่งถั่วเหลือง โดยตำรับที่ 3 มีปริมาณโปรตีนสูงที่สุดถึง 4.79% สำหรับตำรับทำคูกี้ถั่วเหลืองรองลงมาเป็นตำรับที่ 4 ที่มีปริมาณโปรตีนสูงถึง 4.7 % ส่วนในตำรับที่ 2 มีค่าโปรตีนอยู่ถึง 4.35% และอันดับสุดท้ายเป็นปริมาณโปรตีนในลำดับที่ 1 ที่มีค่าอยู่ 4.10% สามารถสรุปได้ว่าสำหรับแบ่งถั่วเหลืองตำรับที่ 1 จะมีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด ส่วนสำหรับคูกี้ถั่วเหลืองทั้ง 4 ตำรับ สำหรับตำรับที่มีปริมาณโปรตีนสูงที่สุดได้แก่ตำรับที่ 2 สูงที่สุดจากทั้งหมด

ตารางที่ 4.1 ตารางวิเคราะห์ Protein และ Isoflavones ในตำรับแบ่งถั่วเหลือง

ตำรับแบ่งถั่วเหลือง	ตำรับแบ่งถั่วเหลือง			
	Total yield	Protein	Total Isoflavones	
	mg/ 100g	%	µg/g	mg/ 100g
ตำรับ 1	4.50	4.25	3.67	1.65
ตำรับ 2	3.78	4.06	3.62	1.37
ตำรับ 3	3.62	3.81	4.29	1.55
ตำรับ 4	4.27	4.12	4.38	1.87

จากรูปที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างโปรตีนและปริมาณไอโซฟลาโวน ซึ่งในตำรับแบ่งถั่วเหลืองพบว่าตำรับที่มีปริมาณ ไอโซฟลาโวน สูงที่สุดคือ แบ่งในตำรับที่ 4 มีค่า 1.87mg/100g แต่พบว่าปริมาณโปรตีนมีเป็นอันดับที่ 2 ถึง 4.12% รองลงมาเป็นแบ่งถั่วเหลืองที่มีปริมาณไอโซฟลาโวนอยู่ที่ 1.65 mg/100g ในแบ่งถั่วเหลืองตำรับที่ 1 แต่มีปริมาณโปรตีนสูงถึง 4.25% ส่วนแบ่งถั่วเหลืองในตำรับที่ 3 มีปริมาณไอโซฟลาโวนอยู่ที่ปริมาณ 1.55 mg/100g ส่วนโปรตีนมีอยู่ในปริมาณ 3.81 % แลแบ่งในตำรับที่ 2 มีค่าปริมาณไอโซฟลาโวนอยู่ที่ปริมาณ 1.37 mg/100g ส่วนโปรตีนมีอยู่ในปริมาณ 4.06 % แสดงการเปรียบเทียบดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 การวิเคราะห์เปรียบเทียบ Protein และ Total Isoflavones ในตัวรับแบ่งถั่วเหลือง

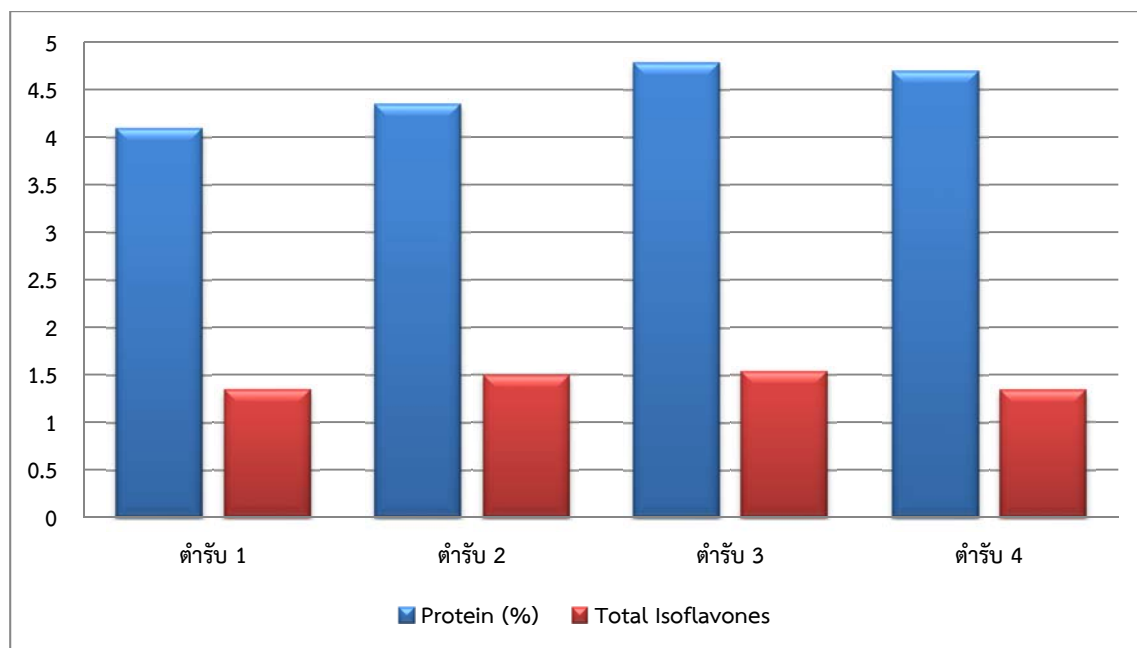
4.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารไอโซฟลาโวนรวมในตัวรับคูกี้แบ่งถั่วเหลือง โดยใช้วิธี HPLC (Association of Analytical Chemists, AOAC)

จากตารางที่ 4.2 พบว่าโปรตีนในตัวรับจากคูกี้แบ่งถั่วเหลืองในแต่ละตัวรับที่ 3 มีค่า 4.79% สูงที่สุดเป็นอันดับหนึ่ง ตัวรับที่ 4 คูกี้แบ่งถั่วเหลืองมีโปรตีนรองลงมาจากรับที่ 1 มีค่าอยู่ที่ 4.70% และตัวรับที่ 2 คูกี้แบ่งถั่วเหลืองมีปริมาณโปรตีนอยู่ที่ 4.35% และอันดับสุดท้ายเป็นตัวรับที่ 1 มีปริมาณโปรตีนอยู่ที่ 4.10% ซึ่งเมื่อทำการทดสอบหาโปรตีนในคูกี้ถั่วเหลืองทั้ง 4 ตัวรับ ทั้ง 4 ตัวรับมีค่าโปรตีนสูงกว่าไอโซฟลาโวน โดยตัวรับที่ 3 มีปริมาณโปรตีนสูงสุดถึง 4.79% สำหรับตัวรับทำคูกี้ถั่วเหลือง รองลงมาเป็นตัวรับที่ 4 ที่มีปริมาณโปรตีนสูงถึง 4.7 % ส่วนในตัวรับที่ 2 มีค่าโปรตีนอยู่ถึง 4.35% และอันดับสุดท้ายเป็นปริมาณโปรตีนในลำดับที่ 1 ที่มีค่าอยู่ 4.10% สามารถสรุปได้ว่าสำหรับคูกี้แบ่งถั่วเหลืองตัวรับที่ 3 จะมีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด ส่วนสำหรับคูกี้ถั่วเหลืองทั้ง 4 ตัวรับ สำหรับตัวรับที่มีปริมาณโปรตีนสูงที่สุดได้แก่ตัวรับที่ 3 สูงที่สุดจากทั้งหมด

ตารางที่ 4.2 ตารางวิเคราะห์ Protein และ Isoflavones ในตำรับคูกี้แบ่งถั่วเหลือง

ตำรับคูกี้แบ่งถั่วเหลือง	ตำรับคูกี้แบ่งถั่วเหลือง			
	Total yield	Protein	Total Isoflavones	
	mg/ 100g	%	µg/g	mg/ 100g
ตำรับ 1	4.48	4.10	3.02	1.35
ตำรับ 2	4.78	4.35	3.14	1.50
ตำรับ 3	4.43	4.79	3.48	1.54
ตำรับ 4	4.28	4.70	3.14	1.34

จากรูปที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างโปรตีนและปริมาณไอโซฟลาโวน ซึ่งในตำรับแบ่งถั่วเหลืองพบว่าตำรับที่มีปริมาณ ไอโซฟลาโวน สูงที่สุดคือ คูกี้แบ่งถั่วเหลืองในตำรับที่ 3 มีค่า 1.54mg/100g แต่พบว่าปริมาณโปรตีนมีเป็นอันดับที่ 1 ถึง 4.79% รองลงมาเป็นคูกี้แบ่งถั่วเหลืองที่มีปริมาณไอโซฟลาโวนอยู่ที่ 1.50 mg/100g ในแบ่งถั่วเหลืองตำรับที่ 2 แต่มีปริมาณโปรตีนสูงถึง 4.35% ส่วนคูกี้แบ่งถั่วเหลืองในตำรับที่ 1 มีปริมาณไอโซฟลาโวนอยู่ที่ปริมาณ 1.35 mg/100g ส่วนโปรตีนมีอยู่ในปริมาณ 4.10 % และคูกี้แบ่งถั่วเหลืองในตำรับที่ 4 มีค่าปริมาณไอโซฟลาโวนอยู่ที่ปริมาณ 1.34 mg/100g ส่วนโปรตีนมีอยู่ในปริมาณ 4.70 % แสดงการเปรียบเทียบดัง รูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ปริมาณโปรตีนและไอโซฟลาโวนในคูกี้แบ่งถั่วเหลือง

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

ถั่วเหลือง คือ อีกหนึ่งธัญพืชที่พิชิตพิภพ ที่ทั่วโลกต่างให้การยอมรับว่าเป็นแหล่งของ โปรตีน จากพืชที่ดีที่สุดเหมาะสมสำหรับคนทุกเพศ ทุกวัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผู้หญิง เนื่องจาก ถั่วเหลือง มีคุณสมบัติพิเศษเฉพาะตัวที่ทำหน้าที่คล้ายคลึงกับ ฮอโมนเพศหญิงที่อ่อนโยน ในถั่วเหลืองมี เส้นใยอาหาร (Fiber) และ ไฟโตเอสโตรเจน (Phytoestrogen) สูง โดยเฉพาะ ไอโซฟลาโวน (Isoflavones) ที่สำคัญ คือ เจนิสทิน และ เดดซิน ซึ่งช่วยปรับสมดุล และ ควบคุม การทำงานของ ฮอโมนเพศ ไอโซฟลาโวนเป็นฮอโมนเอสโตรเจนจากพืชธรรมชาติ (Phytoestrogen) นอกจากช่วยในการดูดซึม แคลเซียม บรรเทาภาวะกระดูกพรุนแล้ว การได้รับแต่เนิ่นๆ ยังช่วยป้องกันมะเร็งเต้านมในหญิง และ มะเร็งต่อมลูกหมากในชาย ซึ่งแตกต่างอย่างสิ้นเชิงกับการฉีดหรือกินฮอโมนสังเคราะห์ และถั่วเหลืองยังมีโปรตีนครบสมบูรณ์ และมีสัดส่วนของกรดอะมิโนที่สำคัญต่อร่างกาย ทั้ง 8 ชนิด อย่างสมดุล

ถั่วเหลืองมีทั้งคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อน และโปรตีนที่ไม่ปนไขมันอิ่มตัวสายโมเลกุลยาวแบบเนื้อสัตว์ ไม่มีสารอดรีนาลีนที่สัตว์มักหลั่งด้วยความตกใจขณะถูกฆ่า ไม่มีฮอโมนเร่งโต หรือปฏิชีวนะจากการเลี้ยงสัตว์ มีแคลเซียมในสัดส่วนที่ไม่ล้นเกินแมกนีเซียมแบบนมวัว มีวิตามินแร่ธาตุมากมาย

สารสกัดจากถั่วเหลือง มีคุณสมบัติในการบล็อก (Block) การเปลี่ยนน้ำตาลโมเลกุลคู่ให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ด้วยกลไกการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส (Alpha-glucosidase) ที่ทำหน้าที่ย่อยน้ำตาลโมเลกุลคู่ให้เป็นโมเลกุลเดี่ยว เนื่องจากน้ำตาลที่รับประทานเข้าไปนั้นส่วนมากจะเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ ได้แก่ น้ำตาลซูโครส น้ำตาลมอลโตส และน้ำตาลแลคโตส น้ำตาลเหล่านี้ร่างกายจะดูดซึมไม่ได้ จะต้องเปลี่ยนเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว คือ น้ำตาลกลูโคส หรือ ฟรุคโตส ก่อนจึงจะดูดซึมได้ การเปลี่ยนนี้ต้องใช้ เอนไซม์ แอลฟา-กลูโคซิเดส (Alpha-glucosidase) เป็นตัวทำปฏิกิริยา ซึ่งสารสกัดจากถั่วเหลือง สามารถช่วยยับยั้งการทำงานในกระบวนการนี้ จึงทำให้ร่างกายดูดซึมน้ำตาลนี้ไม่ได้ หรือดูดซึมได้น้อยลงนั่นเอง สำหรับบทบาทด้านการบำรุงผิวพรรณ โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง ให้สารไอโซฟลาโวน มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับฮอโมนเพศหญิงอย่างอ่อน ช่วยต่อต้านอนุมูลอิสระ, เพิ่มความหนาของชั้น stratum corneum, เพิ่มความยืดหยุ่นแก่ผิว, เพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิว, ลดเลือนริ้วรอย และเพิ่มความหนาแน่นของเส้นใยคอลลาเจน (collagen fibers) และช่วยฟื้นฟูสุขภาพผิวให้กลับมาชุ่มชื้นนุ่มนวล สดใส ดูอ่อนวัยดูจืดจางและยังมีส่วนช่วยเสริมสร้างให้เล็บมีสุขภาพดีแข็งแรงไม่เปราะหักง่าย ในส่วนของสารไอโซฟลาโวนจากถั่วเหลือง มีสาร Phytoestrogen หรือฮอโมนเอสโตรเจนจากพืช เป็นสารประกอบที่มีคุณสมบัติคล้ายฮอโมนเพศหญิงอย่างอ่อน มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ช่วยลดอาการของวัยหมดประจำเดือน ลดความเสี่ยงของภาวะกระดูกพรุน ช่วยลดอัตราการเกิดมะเร็งเต้านมและปากมดลูก

งานวิจัยเรื่องนี้ ได้มีการศึกษาพัฒนาตำรับและกระบวนการผลิตคุกกี้ชนิดต่างๆ โดยใช้แป้งจากถั่วเหลืองในการพัฒนาตำรับผลิตภัณฑ์คุกกี้ชนิดต่างๆ โดยศึกษาปริมาณไอโซฟลาโวนในแป้งถั่วเหลืองที่จะเสริมลงไปในการตำรับคุกกี้ชนิดต่างๆ ซึ่งจะใช้สัดส่วนและไอโซฟลาโวนในปริมาณแป้งถั่วเหลืองที่ต่างกันไปตามเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักในกระบวนการผลิตคุกกี้แต่ละชนิดในแต่ละตำรับ

ต่อจากนั้นทำการคัดเลือกตำรับที่มีปริมาณไอโซฟลาโวนในแปงั่วเหลืองที่เหมาะสมสำหรับคูกี้แต่ละชนิด พบว่าโปรตีนในตำรับจากแปงั่วเหลืองในแต่ละตำรับที่ 1 มีค่า 4.25% สูงที่สุดเป็นอันดับหนึ่ง ตำรับที่ 4 แปงั่วเหลืองมีโปรตีนรองลงมาจากตำรับที่ 1 มีค่าอยู่ที่ 4.12% และตำรับที่ 2 แปงั่วเหลืองมีปริมาณโปรตีนอยู่ที่ 4.06% และอันดับสุดท้ายเป็นตำรับที่ 3 มีปริมาณโปรตีนอยู่ที่ 3.81 ซึ่งเมื่อทำการทดสอบหาโปรตีนในคูกี้ถั่วเหลืองทั้ง 4 ตำรับ ทั้ง 4 ตำรับมีค่าโปรตีนสูงกว่าแปงั่วเหลือง โดยตำรับที่ 3 มีปริมาณโปรตีนสูงสุดถึง 4.79% สำหรับตำรับทำคูกี้ถั่วเหลือง รองลงมาเป็นตำรับที่ 4 ที่มีปริมาณโปรตีนสูงถึง 4.7 % ส่วนในตำรับที่ 2 มีค่าโปรตีนอยู่ถึง 4.35% และอันดับสุดท้ายเป็นปริมาณโปรตีนในลำดับที่ 1 ที่มีค่าอยู่ 4.10% สามารถสรุปได้ว่าสำหรับแปงั่วเหลืองตำรับที่ 1 จะมีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด ส่วนสำหรับคูกี้ถั่วเหลืองทั้ง 4 ตำรับ สำหรับตำรับที่มีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด ได้แก่ตำรับที่ 2 สูงที่สุดจากทั้งหมด พบว่าโปรตีนในตำรับจากคูกี้แปงั่วเหลืองในแต่ละตำรับที่ 3 มีค่า 4.79% สูงที่สุดเป็นอันดับหนึ่ง ตำรับที่ 4 คูกี้แปงั่วเหลืองมีโปรตีนรองลงมาจากตำรับที่ 1 มีค่าอยู่ที่ 4.70% และตำรับที่ 2 คูกี้แปงั่วเหลืองมีปริมาณโปรตีนอยู่ที่ 4.35% และอันดับสุดท้ายเป็นตำรับที่ 1 มีปริมาณโปรตีนอยู่ที่ 4.10% ซึ่งเมื่อทำการทดสอบหาโปรตีนในคูกี้ถั่วเหลืองทั้ง 4 ตำรับ ทั้ง 4 ตำรับมีค่าโปรตีนสูงกว่าไอโซฟลาโวน โดยตำรับที่ 3 มีปริมาณโปรตีนสูงสุดถึง 4.79% สำหรับตำรับทำคูกี้ถั่วเหลือง รองลงมาเป็นตำรับที่ 4 ที่มีปริมาณโปรตีนสูงถึง 4.7 % ส่วนในตำรับที่ 2 มีค่าโปรตีนอยู่ถึง 4.35% และอันดับสุดท้ายเป็นปริมาณโปรตีนในลำดับที่ 1 ที่มีค่าอยู่ 4.10% สามารถสรุปได้ว่าสำหรับคูกี้แปงั่วเหลืองตำรับที่ 3 จะมีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด ส่วนสำหรับคูกี้ถั่วเหลืองทั้ง 4 ตำรับ สำหรับตำรับที่มีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด ได้แก่ตำรับที่ 3 สูงที่สุดจากทั้งหมด สามารถนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากถั่วเหลืองในรูปแบบต่างๆ ที่มีสูตรและตำรับที่เป็นที่ยอมรับอย่างเหมาะสมนำไปสู่ท้องตลาด โดยถือเป็นอีกแนวทางเลือกหนึ่งเพื่อการดูแลสุขภาพของผู้บริโภค รวมทั้งผู้บริโภคสามารถได้รับประโยชน์จากตัวผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าและมุ่งเน้นสุขภาพของผู้บริโภคเป็น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรมภาษาไทย

- กัญญาพิชญ์ ลือชูวงศ์ และบุษบา หมวกทอง. (2552). **โครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวชนิดแผ่นกรอบจากถั่วเหลืองชีวภาพผสมสมุนไพร**. วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการพัฒนาลิขสิทธิ์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, หน้า 1-2, 31.
- กรมวิชาการเกษตร, (ม.ป.ป.). **ถั่วเหลือง**. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก <http://www.it.doa.go.th/>. สืบค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2555
- เกรียงติพงษ์ แก้วตุลุด. (2546). **โครงการวิจัยเรื่องผลิตภัณฑ์นักเก็ตถั่วเหลือง**. วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการพัฒนาลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- ธงชัย สุวรรณสินธุ์. (2551). **เทคนิคการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการวิเคราะห์**. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก <http://www.fostat.org/article/technic.pdf> สืบค้นเมื่อ 19 ตุลาคม 2552
- นฤวัจน์ ช้วนันทพรชัย และอนุวัตร แจ่มชัด. (2553). **แผนภาพความชอบของกล้วยที่ปลูกในประเทศไทย**. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : <http://anchan.lib.ku.ac.th/>. สืบค้นเมื่อ 3 มีนาคม 2553
- เบญจพร บุญมา. (2543). **โครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง**. วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขา เทคโนโลยีการพัฒนาลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, หน้า 28-42.
- พิชญ์ สุวรรณ. 2545. **โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากนมถั่วเหลือง**. วิทยาศาสตร์บัณฑิตสาขาเทคโนโลยีการพัฒนาลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, หน้า 29-33.
- พรสุรีย์ สีทอง. (2546). **ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมผู้บริโภคนมถั่วเหลืองยูเอชทีในเขตกรุงเทพมหานคร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาการตลาด มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ภาคิณีมา สุขพันธ์. (2552). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองเสริมพรีไบโอติกสำหรับผู้บริโภคสูงอายุ**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- ยุพร พิษกมฺพร. (2550). **การใช้ประโยชน์จากกากถั่วเหลือง**. วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง (15) 2 :34 – 41 น.
- วิจัยพืชไร่, สถาบัน. (2548). **ถั่วเหลือง**. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : <http://210.246.186.28/fieldcrops/soy/index.htm>. สืบค้นเมื่อ 2 ธันวาคม 2555.
- วิไลศนา โพธิ์ศรี. (2546). **เทคนิคการกำหนด สร้าง คัดเลือกแนวความคิด และการออกแบบแนวความคิดผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์**. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยขอนแก่น
- สายพิณ พงษ์ธา. (2553). **Phytoestrogen**. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก <http://www.med.cmu.ac.th/>. สืบค้นเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2555

- สุธีรา วัฒนกุล และอนุวัตร แจ่มชัด. (2553). การเปรียบเทียบแบบจำลองการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเนื้อทุเรียนด้วยวิธีวิเคราะห์การถดถอยแบบโลจิสติกและแผนภาพความชอบ. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : <http://kucon.lib.ku.ac.th/>. สืบค้นเมื่อ 3 มีนาคม 2553
- สุมาลี ทองแก้ว และวลัยทิพย์ สายชลวิจารณ์. (2541). ถั่วเหลือง พืชมหัศจรรย์ของแผ่นดิน. กรุงเทพฯ :หมอชาวบ้าน
- อภิพรพรณ พุกักดี. (2546). ถั่วเหลือง พืชทองของไทย. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เอกชัย ชูเกียรติโรจน์, ศศิธร อินเขียน, เกตุการ ดาจันทร์ และอรุณี อภิชาติสร้างกุล. (2554). ถั่วเน่า ผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองหมักพื้นเมืองของไทย. วารสารวิทยาศาสตร์ มศว. (27) 1 : 197-213 น.

บรรณานุกรมภาษาต่างประเทศ

- Canadian Food Inspection Agency. (1996). The Biology of Glycine max (L.) Merr.(Soybean) : Biology Document BIO 1996-10. Ontario : Plant Bio safety Office.
- Hilde, H., R. Solheim & N. Tormod. (1997). Consumer preference mapping of dry fermented lamb sausages. Food Quality and Preference. 8: 97 – 109 p.
- Jaeger, R., Wakeling, N & MacFie. J.H. (1999). Behavioural extensions to preference mapping : The role of synthesis. Food Quality and Preference. 11: 349-359 p.
- Martinez, Cruz, Hough and Vega. (2002). Preference mapping of cracker type biscuits. Food Quality and Preference. 13: 535-544 p.
- Meilgaard, M.C., Civille, G.V., & Carr, T.B., (2006). Sensory Evaluation technique. (4th ed.). USA: CRC Press.
- Murray & Delahunty., (2000). Mapping consumer preference for the sensory and packaging attributes of Cheddar cheese. Food quality and preference. 11: 419-435 p.
- Penalvo, J. L., Castilho, M. C., Silveira, M. I. N., Matallana, M. C. and Torija, M. E. (2004). Fattyacid profile of traditional soymilk. European Food Research & Technology.219: 251-253.

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางเบญจวรรณ นามสกุล ต้อตัน
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Benjawan Tuetun
 2. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)
มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้งลำปาง 113 ถนนพหลโยธิน ตำบลสวนดอก
อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52100 โทรศัพท์ 054-222435 โทรสาร 054-222637 e-mail:
benjawanck@hotmail.com
 3. ประวัติการศึกษา
ปริญญาตรี คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ปริญญาโท ภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ปริญญาเอก ภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 4. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
ปรสิตวิทยา, กัญชาวิทยา, ชีววิทยา, วิทยาศาสตร์การแพทย์
 5. ผลงานทางวิชาการที่ตีพิมพ์เผยแพร่
 - 1) Tuetun B, Choochote W, Pongpaibul Y, Junkum A, Kanjanapothi D, Chaithong U, Jitpakdi A, Riyong D, Pitasawat B. Celery-based topical repellents as a potential natural alternative for personal protection against mosquitoes. Parasitol Res 2009; 104(3): 515-21.
 - 2) Tuetun B, Choochote W, Pongpaibul Y, Junkum A, Kanjanapothi D, Chaithong U, Jitpakdi A, Riyong D, Wannasan A, Pitasawat B. Field evaluation of G10, a celery (*Apium graveolens*)-based topical repellent, against mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Chiang Mai province, northern Thailand. Parasitol Res 2008; 104(1): 107-15.
-