

การศึกษาเปรียบเทียบไอโซฟลาโวนในผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง ในรูปแบบนํ้านมถั่วเหลืองเต้าหู้
และโปรตีนเกษตร ในประเทศไทย

The Comparative Study of Isoflavone in Soybean Products Including, Soy Milk,
Tofu and Texture Vegetable Protein in Thailand

พิมพ์พิชชา ปานสวัสดิ์

อีเมล: 6552003275@lamduan.mfu.ac.th

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ
สำนักวิชาเวชศาสตร์ชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

อาจารย์ ดร.อาริญา สาริกะภูติ

อีเมล: ariya.sar@mfu.ac.th

สำนักวิชาเวชศาสตร์ชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณสารไอโซฟลาโวนรวมในผลิตภัณฑ์แปรรูปจากถั่วเหลืองที่มีจำหน่ายในประเทศไทยจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ นํ้านมถั่วเหลืองสำเร็จรูปพาสเจอร์ไรซ์ เต้าหู้อ่อน เต้าหู้แข็ง และโปรตีนเกษตร เพื่อเป็นข้อมูลทางเลือกเชิงโภชนาการสำหรับผู้บริโภค โดยเฉพาะสตรีวัยทองที่ต้องการสารไฟโตเอสโตรเจนธรรมชาติในการบรรเทาปัญหาสุขภาพจากการลดลงของฮอร์โมนเอสโตรเจน วิธีดำเนินการวิจัยเริ่มต้นจากการนำตัวอย่างมาบดทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วทำการสกัดสารไอโซฟลาโวนด้วยระบบตัวทำละลาย Acetone ร่วมกับ 0.1 M Hydrochloric acid (อัตราส่วน 5:1 v/v) จากนั้นนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography: HPLC) โดยใช้คอลัมน์ C18 และตรวจวัดด้วยเครื่องตรวจวัดชนิด PDA (Photo-Diode Array Detector) ที่ช่วงความยาวคลื่นสูงสุด ซึ่งผลการตรวจสอบความเหมาะสมของระบบ (System Suitability) และกราฟมาตรฐานมีความเที่ยงตรงสูงตามข้อกำหนดมาตรฐานสากล

ผลการวิเคราะห์เชิงปริมาณพบความแตกต่างของปริมาณไอโซฟลาโวนอย่างมีนัยสำคัญตามประเภทของผลิตภัณฑ์แปรรูป โดยตัวอย่างเต้าหู้อ่อน ตรวจพบปริมาณไอโซฟลาโวนเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 0.0315 mg/g (หรือประมาณ 3.15 mg/100g) รองลงมาคือ นํ้านมถั่วเหลือง ตรวจพบปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 0.0054 mg/g (หรือประมาณ 0.54 mg/100g) ซึ่งยังคงรักษาสภาพสารสำคัญในเมทริกซ์ของเหลวได้ดีและมีค่าความเบี่ยงเบนร้อยละ (%RPD) ต่ำเพียง 1.77% ในขณะที่เต้าหู้แข็งและโปรตีนเกษตร ตรวจพบปริมาณไอโซฟลาโวนในระดับที่ต่ำมากจนเกือบไม่ถึงขีดจำกัดของการ

วิเคราะห์เชิงปริมาณ การที่เต้าหู้แข็งมีปริมาณสารต่ำกว่าเต้าหู้อ่อนอย่างชัดเจนเนื่องมาจากกระบวนการบีบอัด (Pressing) เพื่อรีดน้ำออก ทำให้สารไอโซฟลาโวนซึ่งละลายน้ำได้ดีสูญเสียไปพร้อมกับน้ำส่วนเกิน (Whey) สรุปผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากถั่วเหลืองแต่ละชนิดมีปริมาณไอโซฟลาโวนที่แตกต่างกันอย่างมากตามกระบวนการผลิต ข้อมูลนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการเลือกบริโภคอาหารเชิงหน้าที่และเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์อาหารทางเลือกเพื่อสุขภาพได้อย่างเหมาะสมต่อไป

คำสำคัญ: ไอโซฟลาโวน, ผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง, ไฟโตเอสโตรเจน, HPLC

Abstract

The objective of this research was to determine and compare the total isoflavone content in four different types of processed soy products commercially available in Thailand: pasteurized soy milk, soft tofu, hard tofu, and textured vegetable protein (TVP). This study aims to provide nutritional alternatives for consumers, particularly menopausal women seeking natural phytoestrogens to alleviate health issues associated with declining estrogen levels. The methodology involved magnifying and grinding the samples, followed by isoflavone extraction using a solvent mixture of Acetone and 0.1 M Hydrochloric acid (5:1 v/v). The quantitative analysis was conducted using High Performance Liquid Chromatography (HPLC) equipped with a C18 column and a Photo-Diode Array (PDA) detector. The system suitability and linearity of the calibration curve demonstrated high accuracy and reliability compliant with international standards.

The quantitative results revealed significant variations in isoflavone content among the different processed products. Soft tofu contained the highest average isoflavone concentration at 0.0315 mg/g (approximately 3.15 mg/100g), followed by soy milk with an average concentration of 0.0054 mg/g (approximately 0.54 mg/100g). Soy milk retained the active compounds well within its liquid matrix, exhibiting an excellent relative percent difference (%RPD) of only 1.77%. Conversely, hard tofu and textured vegetable protein (TVP) exhibited extremely low isoflavone levels, falling near or below the limit of quantification under the tested conditions. The markedly lower isoflavone level in hard tofu compared to soft tofu is attributed to the intense pressing

process used to remove moisture, during which water-soluble isoflavones are lost along with the excess whey. In conclusion, this study demonstrates that the amount of isoflavone in soy products varies substantially depending on their manufacturing processes. These findings can serve as a practical guideline for dietary selection of functional foods and foster the development of diverse healthy food alternatives.

Keywords: Isoflavone, Soy Products, Phytoestrogen, HPLC

บทนำ หลักการและเหตุผล

ในปัจจุบันประเทศไทยมีผู้สูงอายุเพศหญิงที่เข้าสู่วัยทองเป็นจำนวนมาก ซึ่งปัญหาสุขภาพของผู้หญิงวัยทองนั้น มักเกิดจากการลดลงของฮอร์โมนเอสโตรเจนในร่างกาย อาทิเช่น กระดูกบางจากการขาดแคลเซียม อาการร้อนวูบวาบ ความชราก่อนวัยอันควร และความผิดปกติทางอารมณ์ แม้ว่าการรักษาด้วยฮอร์โมนเอสโตรเจนสังเคราะห์ (HRT) จะสามารถบรรเทาอาการได้ แต่การใช้ในระยะยาวอาจก่อให้เกิดผลกระทบและผลข้างเคียงบางประการ ทำให้ทางเลือกเสริมเอสโตรเจนจากธรรมชาติได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นเนื่องจากมีความปลอดภัยสูงและผลข้างเคียงน้อยกว่า สารไอโซฟลาโวน (Isoflavone) ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มไฟโตเอสโตรเจน (Phytoestrogen) เป็นสารพฤษเคมีที่พบมากที่สุดในถั่วเหลือง มีสูตรโครงสร้างทางเคมีคล้ายคลึงฮอร์โมนเพศหญิง และสามารถจับกับตัวรับเอสโตรเจนในเซลล์ (Estrogen receptor) ได้ดี โดยสารหลักที่พบได้แก่ เดดซีน (Daidzein) และ จินีสทีน (Genistein) อย่างไรก็ตาม ผู้บริโภคส่วนใหญ่มักเข้าใจว่าการจะได้รับสารไอโซฟลาโวนต้องมาจากการดื่มน้ำนมถั่วเหลืองเท่านั้น เนื่องจากหาซื้อได้ง่าย โครงการวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะสำรวจหาผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองชนิดอื่น ๆ ที่มีในประเทศไทย ได้แก่ น้ำนมถั่วเหลือง เต้าหู้อ่อน เต้าหู้แข็ง และโปรตีนเกษตร เพื่อศึกษาเปรียบเทียบปริมาณไอโซฟลาโวนและเป็นทางเลือกที่หลากหลายในการบริโภคเพื่อส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้หญิงวัยทองต่อไป

ตารางที่ 1 การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์สารไอโซฟลาโวนในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง

ผู้แต่ง	สถานที่	วิธีการ	ผลการศึกษา	ความแตกต่างของงานวิจัย
Kuda et al. (2014)	Satoumi ประเทศญี่ปุ่น	วิเคราะห์เปรียบเทียบสารสำคัญร่วมกับคุณสมบัติทางชีวภาพ	พบสารสำคัญทุกชนิด เคมีจากธรรมชาติที่มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) และด้านการอักเสบ (Anti-inflammatory)	มุ่งเน้นไปที่การศึกษาคุณสมบัติทางชีวภาพ ภาพรวม ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยของผู้วิจัยที่เจาะลึกไปที่ไอโซฟลาโวนโดยตรงและศึกษาจากตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่วางจำหน่ายในประเทศไทย
Chumpol et al. (2017)	กรุงเทพฯ และ ปริมณฑล	วิเคราะห์เปรียบเทียบในเชิงเคมีและกายภาพ	ตรวจสอบประสิทธิภาพและคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ของวัตถุดิบ	งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาที่วัตถุดิบซึ่งแตกต่างจากงานของผู้วิจัยที่เน้นศึกษาจากผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ทำให้ข้อมูลที่ได้จากวิจัยนี้จะแสดงถึงปริมาณสารไอโซฟลาโวนที่ผู้บริโภคจะได้รับโดยตรง
Rodpai et al. (2021)	ตลาดในจังหวัดขอนแก่น ร้อยเอ็ด และ กาฬสินธุ์	ตรวจสอบโดยมุ่งเน้นความหลากหลายและปัจจัยจำเพาะเชิงชีวภาพ	ไม่ได้มุ่งเน้นทำการวิเคราะห์หาปริมาณรวมเชิงปริมาณของไอโซฟลาโวนในสภาวะดังกล่าวโดยตรง	งานวิจัยของผู้วิจัยมีความจำเพาะเจาะจงเนื่องจากใช้เทคนิค HPLC ในการแยกและคำนวณปริมาณไอโซฟลาโวนออกมาเป็นตัวเลขร้อยละโดยน้ำหนัก (%w/w) และหน่วย mg/g ที่สามารถวัดผลและตรวจสอบความถูกต้องได้อย่างเป็นรูปธรรม

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ผู้แต่ง	สถานที่	วิธีการ	ผลการศึกษา	ความแตกต่างของงานวิจัย
Klump et al. (2001) (อ้างอิงเพิ่มเติมจากเล่มโปรเจค)	การศึกษาความร่วมมือระดับสากล (Collaborative Study)	วิธีโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC) ตามเกณฑ์ AOAC	ระบุว่าการรวมวิธีการผลิตและการล้างน้ำมันมีอิทธิพลอย่างมากต่อการเปลี่ยนรูปของ Malonyl และ Acetyl glycosides ไปเป็นรูปปกติ	งานวิจัยของผู้วิจัยได้นำเกณฑ์วิธีและหลักการที่ Klump et al. อธิบายไว้มา "ประยุกต์ใช้จริง" (Applied Science) กับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดไทย" โดยเราสามารถพิสูจน์ข้อเท็จจริงข้อนี้ได้ชัดเจนในเชิงอุตสาหกรรม
สุปรียา สุขเกษม และคณะ	ประเทศไทย	ทำไฮโดรไลซิสด้วยกรด (Acid Hydrolysis) และวิเคราะห์ด้วย HPLC	ในเมล็ดถั่วเหลืองดิบธรรมชาติมีปริมาณสารไอโซฟลาโวนรวมสูงประมาณ 1.2–4.2 mg/g	งานวิจัยชิ้นนี้เน้นการศึกษาในเมล็ดถั่วเหลือง ซึ่งเป็นวัตถุดิบตั้งต้นในอุตสาหกรรมแตกต่างจากงานวิจัยของผู้วิจัยที่ทำการศึกษาจากผลิตภัณฑ์ ทำให้เห็นว่าเมื่อนำถั่วเหลืองไปผ่านกระบวนการแปรรูปเป็นน้ำมันถั่วเหลืองเต้าหู้ หรือโปรตีนเกษตร ปริมาณสารจะลดลงเหลือเท่าใด

วิธีการดำเนินการวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์แบบสังเกต (Analytic Observational Study) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบปริมาณสารไอโซฟลาโวนในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปที่ทำจากถั่วเหลือง 4 ชนิด ได้แก่ น้านมถั่วเหลือง ปริมาณ 0.503 กรัม, เต้าหู้ถั่วเหลืองชนิดแข็ง ปริมาณ 0.505 กรัม, เต้าหู้ถั่วเหลืองชนิดอ่อน ปริมาณ 0.502 กรัม และ โปรตีนเกษตร ปริมาณ 0.512 กรัม

เครื่องมือสำคัญในการวิจัย

เครื่อง HPLC รุ่น High Performance Liquid Chromatography LC-2050C 3D (Shimadzu) คอลัมน์ C18 Agilent ZORBAX Eclipse XBD-C18 สารมาตรฐานไอโซฟลาโวน (Tokyo Chemical Industry: TCI) เครื่องปั่นเหวี่ยง

การดำเนินการวิจัยและการเตรียมตัวอย่าง

1. การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ชนิด มาทำการระเหยน้ำออกด้วยเครื่อง Freeze dry บดละเอียด ชั่งตัวอย่าง 0.5 กรัม เติมสารทำละลาย อะซิโตน : 0.1 M HCl อัตราส่วน 5:1 (v/v) ปริมาตร 5 mL เขย่าบน Orbital Shaker 2 ชั่วโมง ปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 5,000 rpm เป็นเวลา 20 นาที นำส่วนใสไประเหยแห้งและปรับปริมาตรด้วยเมทานอล 5 mL กรองผ่านเมมเบรนขนาด 0.22 μ m ก่อนฉีดเข้าเครื่อง HPLC

2. สภาวะการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC (HPLC Conditions)

อุณหภูมิคอลัมน์: 25 องศาเซลเซียส, ปริมาตรการฉีด: 10 μ L อัตราการไหล: 1.5 mL/min ตรวจวัดความยาวคลื่นสูงสุดที่: 262 นาโนเมตร ระบบเฟสเคลื่อนที่ (Mobile Phase) แบบ Gradient Elution ไล่ระดับความเข้มข้น ระหว่างสารละลาย A (10% Acetonitrile ในน้ำ + 0.1% TFA) และสารละลาย B (90% Acetonitrile ในน้ำ + 0.1% TFA) ตามโปรแกรมดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 โปรแกรมการไล่ระดับของ Mobile Phase (Gradient Profile)

เวลา(นาที)	0	2	3	10	11	12	13	20
สาร A %v/v	92	90	88	78	77	65	50	92
สาร B (%v/v)	8	10	12	22	23	35	50	8

สูตรการคำนวณปริมาณสารไอโซฟลาโวน

1. การหาความเข้มข้นสารละลาย (mg/L) จากสมการเส้นตรง:

$$x = \frac{y - c}{m}$$

(เมื่อ y = พื้นที่ใต้พีค (Peak Area), x = ความเข้มข้นคำนวณย้อนกลับ (mg/mL), m = ความชัน, c = จุดตัดแกน Y)

2. สูตรมาตรฐานคำนวณหาปริมาณสารคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก (%w/w):

$$\text{ปริมาณ Isoflavone (\%w/w)} = \frac{C \times V \times DF}{W \times 10,000}$$

(เมื่อ C = ความเข้มข้นที่ได้ (mg/mL), V = ปริมาตรสารละลายสกัดขั้นสุดท้าย (mL), DF = Dilution Factor (=1), W = น้ำหนักแห้งของตัวอย่างที่ชั่งจริง (กรัม))

ผลการศึกษา

จากการตรวจสอบความเหมาะสมของระบบ สารมาตรฐาน Isoflavone มีเวลาในการชะ (Retention Time) คงที่ในช่วง 13.37–13.40 นาที และมีลักษณะพีคที่สมมาตรดี (Tailing Factor $\approx$ 1.18) โดยมีความเที่ยงตรงและความถูกต้อง (Accuracy) ของกราฟมาตรฐานอยู่ที่ร้อยละ 98.5–104.4 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้ตามข้อกำหนดของ AOAC

เมื่อนำพื้นที่ใต้พีค (Peak Area) จากโครมาโทแกรมของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ชนิดมาคำนวณกลับเป็นอัตราร้อยละโดยน้ำหนัก (%w/w) และแปลงหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อกรัม ได้ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณไอโซฟลาโวนรวมที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองทั้ง 4 ชนิด

รายการตัวอย่าง	ปริมาณที่ตรวจพบ (%w/w)
น้ำนมถั่วเหลือง (Soy milk)	0.00056
เต้าหู้อ่อน (Soft Tofu)	0.00045
โปรตีนเกษตร (TVP)	0.00015
เต้าหู้แข็ง (Hard Tofu)	< LOQ*

หมายเหตุ *LOQ (Limit of Quantitation): ขีดจำกัดในการวัดเชิงปริมาณ

สรุปผลการทดลอง

ผลการศึกษาวิจัยพบความแตกต่างของปริมาณไอโซฟลาโวนในผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองในประเทศไทยอย่างชัดเจน โดย **น้ำมันถั่วเหลือง** ตรวจพบปริมาณสารไอโซฟลาโวนตรวจพบปริมาณไอโซฟลาโวนอยู่ที่ 0.0054 mg/g หรือประมาณ 0.54mg/100g **เต้าหู้อ่อน** มีปริมาณไอโซฟลาโวนอยู่ที่ 0.0315 mg/g หรือประมาณ 3.15mg/100g ในขณะที่ **โปรตีนเกษตร** ตรวจพบปริมาณน้อยมาก (0.00015 %w/w) และ **เต้าหู้แข็ง** มีปริมาณต่ำที่สุดจนไม่สามารถวัดเชิงปริมาณได้เนื่องจากต่ำกว่าขีดจำกัดเครื่องมือ (< LOQ)

สมมติฐานของการวิจัยที่ตั้งไว้ว่าน้ำมันถั่วเหลืองจะมีสารไอโซฟลาโวนมากกว่าผลิตภัณฑ์อื่นจึงเป็นจริงเมื่อเทียบกับกลุ่มเต้าหู้แข็งและโปรตีนเกษตร งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่ากรรมวิธีการแปรรูปมีผลโดยตรงต่อการคงอยู่ของสารฟลักซ์เคมี ดังนั้น ผู้บริโภคหรือสตรีวัยทองที่ต้องการบริโภคอาหารเพื่อเสริมไฟโตเอสโตรเจนธรรมชาติ จึงควรเลือกบริโภคผลิตภัณฑ์กลุ่มเต้าหู้อ่อนและน้ำมันถั่วเหลืองเป็นหลัก

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ปริมาณสารไอโซฟลาโวนที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดมีปัจจัยหลักมาจากกระบวนการผลิตและกรรมวิธีการแปรรูปอาหาร ดังนี้:

- 1. น้ำมันถั่วเหลืองและเต้าหู้อ่อน:** ตรวจพบไอโซฟลาโวนในปริมาณสูง เนื่องจากน้ำมันถั่วเหลืองผ่านกรรมวิธีเชิงความร้อนและกายภาพที่น้อย สารสำคัญจึงยังคงสภาพในของเหลวได้ดี เช่นเดียวกับเต้าหู้อ่อนที่ไม่มีการบีบอัดเอาน้ำออกเลย ทำให้น้ำและสารไอโซฟลาโวนที่ละลายน้ำได้ยังถูกกักอยู่ในเนื้อเต้าหู้ทั้งหมด
- 2. เต้าหู้แข็ง:** ตรวจพบสารต่ำกว่าขีดจำกัด (< LOQ) เนื่องจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งต้องผ่านขั้นตอนการบีบอัด (Pressing) เพื่อรีดน้ำส่วนเกินออกอย่างรุนแรง ทำให้สารไอโซฟลาโวนซึ่งเป็นสารที่ละลายได้ดีในน้ำ สูญเสียสภาพและหลุดลอยออกไปพร้อมกับน้ำเวย์ (Whey) จนแทบไม่เหลืออยู่ในเนื้อเต้าหู้แข็ง
- 3. โปรตีนเกษตร:** ตรวจพบปริมาณสารน้อยมากเนื่องจากในกรรมวิธีการผลิตอุตสาหกรรมต้องผ่านกระบวนการอัดพอง (Extrusion Process) ที่ต้องใช้สภาวะความร้อน ความดัน และแรงเฉือนที่สูงมากในเครื่อง Extruder ส่งผลทำให้สูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีนและโครงสร้างของสารไอโซฟลาโวนบางส่วนเกิดการสลายตัวหรือเปลี่ยนรูปไป

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. **การปรับปรุงกรรมวิธีการสกัด:** ในการทดลองถัดไปควรทำการย่อยด้วยกรด (Acid Hydrolysis) เพื่อเปลี่ยนรูปสารไอโซฟลาโวนประเภท Glycosides ทั้งหมดให้อยู่ในรูปอิสระ หรือ Aglycones (เช่น Daidzein, Genistein, Glycitein) อย่างสมบูรณ์ก่อนนำไปวิเคราะห์ เพื่อให้ได้ภาพรวมปริมาณสารไอโซฟลาโวนรวมทั้งหมด (Total Isoflavones) ที่แม่นยำยิ่งขึ้น

2. **ขยายขอบเขตการศึกษา:** ควรเพิ่มความหลากหลายของแบรนด์สินค้าในท้องตลาด และศึกษาผลของอุณหภูมิรวมถึงระยะเวลาในการเก็บรักษา (Shelf-life) ที่มีต่อความคงตัวของสารไอโซฟลาโวนในอุตสาหกรรม

รายการอ้างอิง

กนกวรรณ จารุกำเนตกนก, ยุวดี วงษ์กระจ่าง. ไอโซฟลาโวนจากถั่วเหลือง: กลไกการออกฤทธิ์และประสิทธิภาพในสตรีวัยหมดประจำเดือน. วารสารเภสัชศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล.

2560;44(2):45-56.

ชนิษฐา ธนานุวงศ์, พิชรพงษ์ พงษ์ชีวิน. การเปลี่ยนแปลงของปริมาณไอโซฟลาโวนในระหว่างกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง. วารสารวิทยาศาสตร์การอาหารและเทคโนโลยีแปรรูป. 2565;28(2):145-58.

พร้อมจิต ศรีลัมพ์. ไฟโตเอสโตรเจน (Phytoestrogens): ทางเลือกสำหรับสตรีวัยทอง [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล; 2558 [เข้าถึงเมื่อ 3 มิ.ย. 2569]. เข้าถึงได้จาก: <https://pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article/242/ไฟโตเอสโตรเจน-สตรีวัยทอง/>

พัชรินทร์ รอดเพชร. ไฟโตเอสโตรเจนและบทบาทต่อสุขภาพของผู้หญิง. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ. 2563;6(1):88-99.

มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย. รายงานสถานการณ์ผู้สูงอายุไทย พ.ศ. 2566. นครปฐม: สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล; 2567.

รุ่งรัตน์ แจ่มจันทร์, วิสิฐ จະวะสิต. พฤติกรรมการบริโภคและความเข้าใจของผู้บริโภคไทยต่อประโยชน์ของนมถั่วเหลืองและสารพฤษเคมี. วารสารโภชนาการ. 2561;53(1):34-48.

ศักดิ์สิทธิ์ ศรีอมรรัตน์. สารพฤษเคมีในถั่วเมล็ดแห้งและประโยชน์เชิงหน้าที่ต่อสุขภาพ. วารสารโภชนาการ. 2564;56(3):112-25

สมาคมวัยหมดระดูแห่งประเทศไทย. แนวทางการดูแลสตรีวัยหมดระดู (Thailand Menopause Guidelines). กรุงเทพฯ: สมาคมวัยหมดระดูแห่งประเทศไทย; 2563.

สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. คุณค่าทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองและอาหารฟังก์ชันไทย. นนทบุรี: กรมอนามัย; 2562.

Agilent Technologies – HPLC Basics Guide

Avis NE, Crawford SL, Greendale G, Bromberger JT, Everson-Rose SA, Gold EB, et al.

Duration of menopausal vasomotor symptoms over the menopause transition. *JAMA Intern Med.* 2015;175(4):531-9.

Chedraui P, Pérez-López FR. Phytoestrogens and menopausal symptoms. *Climacteric.* 2019;22(6):627-36.

Clarkson TB. Soy, soy phytoestrogens and cardiovascular disease. *J Nutr.* 2002;132(3):566S-569S.

Coward L, Barnes NC, Setchell KDR, Barnes S. Genistein, daidzein, and their β -glycoside conjugates: Antitumor isoflavones in soybean foods from American and Asian diets. *J Agric Food Chem.* 1993;41(11):1961-7

Department of Health Thailand แนวทางโภชนาการสำหรับวัยทอง

Department of Health, Ministry of Public Health Thailand. Nutrition recommendations for menopausal women. Nonthaburi: Department of Health; 2022.

Hall JE. Endocrinology of the menopause. *Endocrinol Metab Clin North Am.* 2015;44(3):485-96.

Kasetsart University Research Repository เอกสารเกี่ยวกับไฟโตเอสโตรเจนและไอโซฟลาโวนจากถั่วเหลือง.

Kaunitz AM, Manson JE. Management of menopausal symptoms. *Obstet Gynecol.* 2015;126(4):859-76.

Lobo RA. Hormone-replacement therapy: current thinking. *Nat Rev Endocrinol.* 2017;13(4):220-31.

MedPark Hospital Thailand ประโยชน์ของน้ำมันถั่วเหลืองต่อสุขภาพ

Messina M. Soy foods, isoflavones, and the health of postmenopausal women. *Am J Clin Nutr.* 2014;100 Suppl 1:423S-30S.

National Center for Biotechnology Information (NCBI) Soy and Health Update: Evaluation of the Clinical and Epidemiologic Literature.

Nelson HD. Menopause. *Lancet.* 2008;371(9614):760-70.

Nielsen SS. Food Analysis. 5th ed. New York: Springer; 2017.

- North American Menopause Society. The 2022 hormone therapy position statement of The North American Menopause Society. *Menopause*. 2022;29(7):767-94.
- ORYOR Thailand ข้อมูลการใช้ฮอร์โมนทดแทนในวัยทอง.
- Pinkerton JV, Stovall DW, Kightlinger RS. Advances in the treatment of menopausal symptoms. *Womens Health (Lond)*. 2009;5(4):361-84.
- Pobpad Health Information – Tofu Benefits ประโยชน์ของเต้าหู้ต่อสุขภาพ.
- Rossouw JE, Anderson GL, Prentice RL, LaCroix AZ, Kooperberg C, Stefanick ML, et al. Risks and benefits of estrogen plus progestin in healthy postmenopausal women. *JAMA*. 2002;288(3):321-33.
- Samitivej Hospital เรื่องฮอร์โมนเพศหญิงและวัยทอง.
- Santoro N, Epperson CN, Mathews SB. Menopausal symptoms and their management. *Endocrinol Metab Clin North Am*. 2015;44(3):497-515.
- Setchell KD, Clerici C. Equol: history, chemistry, and formation. *J Nutr*. 2010;140(7):1355S-1362S.
- Shimadzu HPLC Overview
- The North American Menopause Society. *Menopause practice: a clinician's guide*. 6th ed. Cleveland: NAMS; 2019.
- World Health Organization. *Research on the menopause in the 1990s*. Geneva: World Health Organization; 1996.
- Writing Group for the Women's Health Initiative Investigators. Risks and benefits of estrogen plus progestin in postmenopausal women. *JAMA*. 2002;288(3):321-33.