ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิต โปรตีนและปริมาณสารไอโซฟลาโวนในถั่วเหลือง

The correlation of yield, protein, and total isoflavone content in soybean

ละอองดาว แสงหล้า[1*], สุทัด ปินตาเสน[1], เอนก โชติญาณวงษ์[1], สิทธิ์ แดงประดับ[1] และ นพพร ทองเปลว[1]

Laongdown Sangla[1*], Sutad Pintasen[1], Anek Chotiyanawong[1], Sith Deangpradub[1] and Nopporn Tongplew[1]

บทคัดย่อ: ไอโซฟลาโวนในเมล็ดถั่วเหลืองเป็นสารพฤกษเคมีที่มีความสำคัญในการป้องกันการเกิดมะเร็ง โรคหัวใจ อาการวัยทองผู้สูงอายุ และภาวะโรคกระดูกพรุนในสตรี การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาปริมาณสารไอโซฟลาโวน และความสัมพันธ์กับผลผลิตและโปรตีนของถั่วเหลือง ซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต เพื่อเพิ่มปริมาณสารดังกล่าวและการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองในอนาคต ดำเนินการในฤดูแล้ง และปลายฤดูฝน ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2551 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2552 วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ ใช้พันธุ์ถั่วเหลือง 5 พันธุ์/สายพันธุ์ คือ MJ9518-2 MJ9520-21 CM9513-3 และพันธุ์มาตรฐาน เชียงใหม่ 60 และ สจ.5 ทำการวิเคราะห์ปริมาณไอโซฟลาโวนรวมโดยวิธี HPLC ผลการทดลองในฤดูแล้ง พบว่า ถั่วเหลืองทั้ง 5 พันธุ์/สายพันธุ์ มีปริมาณไอโซฟลาโวนรวม/ก. เมล็ด และปริมาณไอโซฟลาโวนรวม/ไร่ มีค่า 35.0-43.8 มคก./ก. เมล็ด และ 13.7-18.7 กก./ไร่ ตามลำดับ ส่วนในช่วงปลายฤดูฝน มีค่าอยู่ในช่วง 29.5-34.8 มคก./ก. เมล็ด และ 12.0-15.4 กก./ไร่ ตามลำดับ และพบว่า ผลผลิตถั่วเหลืองมีความสัมพันธ์กับปริมาณไอโซฟลาโวนรวมไร่ และมีแนวโน้มว่าปริมาณโปรตีนมีความสัมพันธ์กับปริมาณไอโซฟลาโวนรวมต่อไร่ แต่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตถั่วเหลืองกับปริมาณโปรตีนในเมล็ด และระหว่างปริมาณไอโซฟลาโวนรวม/ก.เมล็ดกับปริมาณโปรตีนในเมล็ด

คำสำคัญ: ไอโซฟลาโวน, ผลผลิตถั่วเหลือง, โปรตีนถั่วเหลือง

ABSTRACTS: Soy isoflavones are phytochemical compounds that are important for human health and is being studied intensively in their physiological effects which may help reduce the risk for certain diseases, like cancer, heart disease, menopause, and osteoporosis. The study was aimed to investigate isoflavone content and its correlations with soybean yield and seed protein that can be important for isoflavone enhancement technology and for soybean breeding programs. The experiment was conducted in the dry season and the late rainy season during November 2008 to November 2009. Five soybean cultivars/lines, MJ9518-2, MJ9520-21, CM9513-3, CM 60 and SJ 5, were assigned in a randomized complete block design with four replications. Total isoflavone content was analyzed by high-performance liquid chromatography (HPLC) method. The results illustrated that total isoflavone contents ranged from 35.0-43.8 μg/g of seeds and 13.7-18.7 kg/Rai in the dry season and 29.5-34.8 μg/g of seeds and 12.0-15.4 kg/Rai in the late rainy season. Soybean yield had positive correlation with total isoflavones/Rai. Protein content also had positive correlation with total isoflavones/Rai (only late rainy season). However, soybean yield had no correlation with protein content. This was similar to protein content that had no correlation with total isoflavones/g of seeds.

Keywords: isoflavone content, soybean yield, soybean protein

[1] ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290
Chiang Mai Field Crops Research Center, Nonghan, Sansai, Chiangmai, 50290.

* Corresponding author: slaongdown@gmail.com หรือ laongdownsangla@hotmail.com

แก่นเกษตร 39 ฉบับพิเศษ 3 : 169-173 (2554).

บทนำ

ไอโซฟลาโวนในถั่วเหลืองเป็นสารพฤษเคมีที่อยู่ในกลุ่มไฟโตเอสโตรเจน สามารถป้องกันโรคหัวใจ โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ มะเร็งต่าง ๆ อาการวัยทอง และภาวะกระดูกเสื่อม (DeMan, 1990) ทำให้ถั่วเหลืองได้รับความสนใจจากผู้บริโภค เนื่องจากมีคุณสมบัติเป็น functional food รวมทั้งนำมาผลิตเป็นอาหารเสริม แต่อย่างไรก็ตาม วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตมีการนำเข้าถึง 90 % ในรูปเมล็ด (กรมการค้าภายใน, 2553) และ 100 % ในรูปสารสกัดและอาหารเสริม ซึ่งสารไอโซฟลาโวนมีมูลค่าการซื้อขายในตลาดโลกประมาณ 118 ล้านเหรียญสหรัฐ โดยที่ความเข้มข้น 40 % มีราคา 30,000 บาท/กก.(ผ่องศรี และคณะ, 2550) โดยทั่วไปสารไอโซฟลาโวนพบได้ตั้งแต่ 0.4-2.4 มก./ก.เมล็ด โดยจะมีปริมาณที่แปรเปลี่ยนไปตามปัจจัยต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพันธุ์และสภาพแวดล้อมในการปลูก (Tetsutumi et al., 2005) Kim and Chung (2006) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารไอโซฟลาโวนในถั่วเหลือง จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงระยะ R5-R7 และ Yin and Vyn (2005) รายงานว่า พบความสัมพันธ์ทางลบระหว่างผลผลิตถั่วเหลืองและปริมาณโปรตีน และพบความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างปริมาณไอโซฟลาโวนแต่ละชนิด (เจนีสทิน เดดซิน และไกลซิทิน) และปริมาณไอโซฟลาโวนรวมกับผลผลิตถั่วเหลือง ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่า ในถั่วเหลืองที่มีผลผลิตสูง จะมีปริมาณไอโซฟลาโวนสูง แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาข้อมูลของสารไอโซฟลาโวนในเมล็ดถั่วเหลือง และปัจจัยที่เกี่ยวในประเทศไทยยังมีอยู่น้อยมาก ดังนั้นการศึกษาปริมาณสารดังกล่าวในถั่วเหลืองของไทยจึงเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาเทคโนโลยีในอนาคต สำหรับการผลิตถั่วเหลืองเพื่อให้มีสารไอโซฟลาโวนสูงเพื่อเพิ่มคุณค่า และเป็นการรองรับการผลิตถั่วเหลืองเพื่อเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมการแปรรูปที่ต้องการลักษณะเฉพาะต่อไป นอกจากนี้ยังเพิ่มทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภคที่สามารถซื้อหาได้ในราคาที่ถูกลง และเป็นการลดมูลค่าการนำเข้าของสารดังกล่าวจากต่างประเทศ

วิธีการศึกษา

ใช้พันธุ์ถั่วเหลืองสายพันธุ์ก้าวหน้าโปรตีนสูง จำนวน 3 สายพันธุ์ คือ MJ 9518-2 MJ 9520-21 และ CM9513-3 และพันธุ์มาตรฐาน 2 พันธุ์ คือ เชียงใหม่ 60 และ สจ. 5 รวม 5 พันธุ์/สายพันธุ์ ดำเนินการวิจัยที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่พฤศจิกายน 2551-พฤศจิกายน 2552 วางแผนการทดลองแบบ Ramdomized Complete Block Design จำนวน 4 ซ้ำ ปลูกถั่วเหลืองที่ระยะระหว่างแถว 50 ซม. ระยะระหว่างต้น 20 ซม. จำนวน 3 ต้น/หลุม ขนาดแปลงย่อย 4x6 ม. จำนวนประชากร 48,000 ต้น/ไร่ ทำการดูแลรักษาตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (กรมวิชาการเกษตร, 2544) เมื่อถั่วเหลืองถึงระยะฝักมีสีน้ำตาล (R8) ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในพื้นที่เก็บเกี่ยว 3x4 ม. บันทึก วันปลูก วันงอก วันออกดอก 50 % วันเก็บเกี่ยว คุณภาพดิน ข้อมูลการระบาดของศัตรูพืช ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ผลผลิต/ไร่ (ที่ความชื้นเมล็ดถั่วเหลือง 13 %) (เฉลิมพล, 2542) วิเคราะห์โปรตีนโดยวิธี Kjeldahl method with conversion factor และ สารไอโซฟลาโวนรวม โดยวิธี HPLC ตามวิธีการของ Association of Analytical Chemists (AOAC) Manual (AOAC, 1992) วิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิต โปรตีน และปริมาณไอโซฟลาโวนรวมในถั่วเหลือง โดยใช้โปรแกรม SAS version 6.12

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ฤดูแล้งและปลายฤดูฝน ถั่วเหลืองทั้ง 5 พันธุ์/สายพันธุ์ มีผลผลิตถั่วเหลือง ปริมาณโปรตีนในเมล็ด ปริมาณสารไอโซฟลาโวนรวม/ก.เมล็ด และปริมาณสารไอโซฟลาโวนรวม/ไร่ แตกต่างกันทางสถิติที่ $P<0.05$ โดยมีค่า 362-450 กก./ไร่ 38.1-44.3 % 35.0-43.8 มคก./ก. และ 13.7-18.7 กก./ไร่ ตามลำดับ ส่วนการทดลองปลายฤดูฝน มีค่า 408-478 กก./ไร่ 41.0-49.4 % 29.5-34.8 มคก./ก. และ 12.0-15.4 กก./ไร่ ตามลำดับ (Table 1) โดยทั่วไปถั่วเหลือง มีปริมารสารไอโซฟลาโวน ตั้งแต่ 0.4-2.4 มก./ก. และมี

ค่าเฉลี่ย 1.0 มก./ก. แต่ทั้งนี้ปริมาณจะแปรเปลี่ยนไปตามปัจจัยต่างๆ ได้แก่ พันธุ์ถั่วเหลือง ปี ฤดูวันปลูก สถานที่ปลูก (ผ่องศรี และคณะ, 2550; Tetsufumi et al ., 2005) รวมไปถึงอิทธิพลของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนกับสิ่งแวดล้อม (Hoeck et al., 2000) โดยเฉพาะอุณหภูมิและความชื้นของดินในช่วงของการพัฒนาเมล็ด (Tsukamoto et al., 1995) การเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ (Khan et al., 2011) และปริมาณธาตุโพแทสเซียมใบและในเมล็ดถั่วเหลือง (Vyn et al., 2002) ซึ่งจำเป็นต้องทำการศึกษาถึงปัจจัยดังกล่าวต่อไป

ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิต โปรตีนและปริมาณสารไอโซฟลาโวนในถั่วเหลือง

ในช่วงฤดูแล้งและปลายฤดูฝน ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตถั่วเหลืองกับปริมาณโปรตีนในเมล็ด แต่พบความสัมพันธ์ทางบวกของผลผลิตและปริมาณไอโซฟลาโวนรวม/ไร่ โดยถั่วเหลืองพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง ไม่มีผลทำให้ปริมาณโปรตีนในเมล็ดเพิ่มสูงขึ้น แต่มีผลต่อปริมาณไอโซฟลาโวนรวม/ไร่ นอกจากนี้มีแนวโน้มว่าปริมาณโปรตีนมีความสัมพันธ์กับปริมาณไอโซฟลาโวนรวม/ไร่ ซึ่งพันธุ์ที่มีโปรตีนสูงอาจทำให้มีปริมาณไอโซฟลาโวนรวม/ไร่สูง (Table 2) แต่การทดลองในฤดูแล้งไม่พบความสัมพันธ์ดังกล่าว ดังนั้นควรมีการทดลองซ้ำเพิ่ม และศึกษาเพิ่มเติมในพันธุ์อื่นๆ สถานที่อื่นๆที่มีลักษณะสภาพแวดล้อมต่างไปจากการทดลองนี้ และปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เช่น ระบบการให้น้ำ การจัดการธาตุอาหาร วันปลูก การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะอุณหภูมิที่สูงขึ้น และปริมาณโพแทสเซียมในใบและเมล็ด เป็นต้น และควรมีการวิเคราะห์เพิ่มเติมโดยวิธี multiple linear regression and correlation เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งจะทำให้สามารถวิเคราะห์ผลชัดเจนยิ่งขึ้น

สรุป

ผลผลิตถั่วเหลืองสายพันธุ์ก้าวหน้าโปรตีนสูง ได้แก่ MJ 9518-2 MJ 9520-21 CM 9513-3 และพันธุ์มาตรฐาน เชียงใหม่ 60 และสจ.5 มีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณไอโซฟลาโวนรวม/ไร่ และมีแนวโน้มปริมาณโปรตีนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณไอโซฟลาโวนรวม/ไร่ในฤดูช่วงปลายฤดูฝน และไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโปรตีนในเมล็ดกับผลผลิตถั่วเหลือง และระหว่างปริมาณโปรตีนในเมล็ดกับปริมาณไอโซฟลาโวนรวม/ก.เมล็ด แต่อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาในถั่วเหลืองพันธุ์อื่นๆ ที่มีลักษณะและอายุแตกต่างไปจากการทดลองนี้ รวมไปถึงปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลกระทบ เช่น ฤดูปลูก สถานที่ปลูก ปี ระบบการให้น้ำ ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนกับสิ่งแวดล้อม การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยเฉพาะอุณหภูมิที่สูงขึ้น ปริมาณโพแทสเซียมในใบและเมล็ด เป็นต้น ในพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างไปจากการทดลองนี้ และควรมีการวิเคราะห์เพิ่มเติมโดยวิธี multiple linear regression and correlation เพื่อศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้องจะทำให้สามารถวิเคราะห์ผลชัดเจนยิ่งขึ้น

Table 1 Total yield, protein content and total isoflavones in different soybean varieties at Chiangmai, Thailand during dry and late rainy season 2008/09.

	Dry Season				Late rainy Season			
	Total yield	Protein	Total Isoflavones		Total yield	Protein	Total Isoflavones	
	(kg/Rai)	%	µg/g	kg/Rai	(kg/Rai)	%	µg/g	kg/Rai
MJ 9518-2	450a[1/]	42.5a	36.7c	16.5b	448b	41.0b	30.2c	13.5b
MJ 9520-21	378bc	40.6ab	36.2c	13.7c	478a	43.5b	31.4b	15.0a
CM 9513-3	362c	38.1b	42.9b	15.5bc	443b	47.9a	34.8a	15.4a
CM 60	427a	41.2b	43.8a	18.7a	428bc	47.0a	31.4b	13.4b
SJ 5	421ab	44.3a	35.0d	14.2bc	408c	49.4a	29.5d	12.0c
F-test	**	*	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	7.3	6.1	0.9	7.8	4.2	4.4	1.2	4.3

[1/]Means in the same column followed by a common letter are not significantl different at $p < 0.05$ by DMRT

Table 2 Correlation of total yield, protein and total isoflavones content in five soybean varieties at Chiangmai, Thailand during dry and late rainy season 2008/09.

	Total Yield (kg/Rai)	Protein Content (%)	Total isoflavone content (µg/g)	Total Yield (kg/Rai)	Protein content (%)	Total isoflavone content (µg/g)
Dry Season				**Late rainy Season**		
Total yield						
Protein content(%)	0.2209			-0.3373		
Total isoflavones content(µg/g)	-0.1449	-0.4530		0.3855	0.2646	
Total isoflavones/rai(kg/rai)	0.6598**[1/]	-0.1700	0.6455**	0.8373*	0.4456*	0.8263**

[1/] significant different at $p < 0.05$ and $p < 0.01$, respectively

คำขอบคุณ

ผู้ดำเนินการวิจัยและคณะ ขอขอบพระคุณกรมวิชาการเกษตรและสำนักงานสภาวิจัยแห่งชาติในการสนับสนุนงบประมาณในการดำเนินการวิจัยทั้งหมด

เอกสารอ้างอิง

กรมการค้าภายใน. 2553. นโยบายและมาตรการถั่วเหลือง ปี 2553. สำนักส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร.

กรมวิชาการเกษตร. 2544. เกษตรดีที่เหมาะสม สำหรับถั่วเหลือง (GAP for Soybean).กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เฉลิมพล แซมเพชร. 2542. สรีรวิทยาพืชไร่. พิมพ์ครั้งที่ 1 โรงพิมพ์นพบุรีการพิมพ์ จังหวัดเชียงใหม่.

ผ่องศรี ศิวราศักดิ์ วัฒนา วิริวุฒิกร อมร ไชยสัตย์ 2550. การสกัดไอโซฟลาโวนจากกากถั่วเหลืองด้วยเอทานอล. ค้นข้อมูลจาก (Online) Available URL http://library.ura.ac.th เมื่อวันที่ 25 พฤษภาคม 2552.

AOAC, 1992. Official Methods of Analysis. 15th ed. Washington D.C: Association of Official Analytical Chemists. pp 69-132.

DeMan, J.M. 1990. Principles of Food Chemistry. 2nd ed. Van Nostrand Reinhold, New York. 468 pp.

Hoeck, J.A, W.R. Fehr, P.A. Murphy, and G.A. Welke. 2000. Influence of genotype and environment on isoflavone contents of soybean. Crop Sci. 40:48–51.

Khan, A.Z., P. Shan, H. Khan, S. Nigar, S. Perveen, M. K. Shan, S. Amanullah, K. Khalili, S. Munir, and M. Zubair. 2011. Seed quality and vigor of soybean cultivars as influenced by canopy temperature. Pak. J. Bot. 43:643-648.

Kim, J.A. and I.M. Chung. 2006. Change in Isoflavone concentration of soybean seeds at different growth stages. J. Sci. Food Agric. 88:496-503.

Tetsufumi, S., K. Akio, S. Hisanori, T. Yoshitake, K. Yuni, and S. Shinji. 2005. Evaluation of isoflavone contents and composition of soybean seed and its relation. Jpn. J. Crop Sci. 74:156-164.

Tsukamoto, C., S. Shimada, K. Igita, S. Kudou, M. Kokubun, K. Okubo, and K. Kitamara. 1995. Factor affecting isoflavones content in soybean seed: changes in isoflavones, saponins and composition of fatty acid of different temperature during seed development. J. Agric. Food Chem. 43:1184-1192.

Vyn, T.J., X. Yin, I.W. Bruulsema, C.C.I., Jackson, S. Rajcan, and M. Brondert. 2002. Potassium fertilization effects on isoflavones concentrations in soybean. J. Agric. Food. Chem. 50:3501-3506.

Yin, X., and T.J. Vyn. 2005. Relationships of isoflavones, oil, protein in seed with yield of soybean. Agron. J. 97:1314-1321.