

# การหาค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของแบบจำลอง CSM-CROPGRO-Soybean Model สำหรับถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60

## Determination of cultivar coefficient of the CSM-CROPGRO-Soybean Model for CM 60 variety

วัลย์พร ศะศิประภา<sup>1</sup>, วิระศักดิ์ เทพจันทร์<sup>2</sup>, รวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์<sup>3</sup>,  
วิภารัตน์ ดำริเข้มตระกูล<sup>4</sup> และ นิชา ป๋าทอง<sup>1</sup>

Walaiporn Sasiprapa, Wirasak Tepchan, Rawewan Cheukittisak,  
Wibharat Damrikhemtakul and Nicha Pothong

**บทคัดย่อ:** วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีการปรับตัวได้กว้าง แนะนำให้ปลูกได้ทั่วไปทุกแหล่งปลูก ทั้งฤดูฝนและฤดูแล้ง และยังได้รับความนิยม ดำเนินการระหว่างปี 2551-2552 ใน 3 แหล่งปลูก ได้แก่ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ศวพ. เลย์ และศวพ.สุโขทัย ศึกษาพัฒนาการและการเจริญเติบโต และเก็บชีวมวลแยกเป็นส่วนต้น ใบและเมล็ดในระยะ V3, R1, R3, R5, R6, R7 และ R8 ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต นำไปวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรม ของถั่วเหลือง โดยใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช CSM-CROPGRO-Soybean ค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ได้สามารถใช้ในการประมาณการพัฒนาการของถั่วเหลืองได้แม่นยำใกล้เคียงกับจากแปลงทดลอง แต่ยังประมาณการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองทั้งมวลชีวภาพ และผลผลิตยังแตกต่างจากแปลงทดลอง

**คำสำคัญ:** *Glycine max* L., เชียงใหม่ 60, แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช, ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

**ABSTRACT:** The objective of this study was to determine the genetic coefficient of soybean cv CM 60. CM 60 has broad adaptation and can be grown in both dry season and rainy season. It is still popular among soybean growers. The experiment was conducted during 2551-2552 at Chiang Mai Field Crops Research Center, Sukothai ARDC and Loie ARDC. Growth and development of the crop were studied. Data were recorded for growth characters and development characters vegetative phases and reproductive phases. The plants were harvested at V3, R1, R3, R5, R6, R7 and R8 growth stages and separated into stems leaves and seeds. Yield and yield components were also determined at final harvest. The data were used in determining genetic coefficient of CM 60 soybean cultivar using CSM-CROPGRO-Soybean in DSSAT 4.5, and the results were tested with the data from trial plots. Calculated genetic coefficient could accurately predict phenology of the cultivar as better as the observed values but it gave poor prediction for growth, biomass and yield.

**Keywords:** cultivar coefficient, CM 60, crop simulation model, decision support system

<sup>1</sup> ศูนย์สารสนเทศ กรมวิชาการเกษตร 50 พหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Information Technology Center, Department of Agriculture. 50 Pahonyothin, Chatuchak Bangkok 10900.

<sup>2</sup> ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290

Chiang Mai Field Crops Research Centre, Nong Harn, Sansai, Chiang Mai 50290

<sup>3</sup> ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย อ.ศรีสำโรง จ.สุโขทัย

Sukothai Agricultural Research and Development Center, Srisamrong, Sukothai

<sup>4</sup> ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย์ อ.เมือง จ.เลย

Loei Agricultural Research and Development Center, Muang, Loei.

\* Corresponding author: swalaiporn@hotmail.com

## บทนำ

ถั่วเหลืองเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ เมล็ดถั่วเหลืองมีโปรตีนและน้ำมันประมาณ 40 และ 20% ตามลำดับ สามารถใช้ประโยชน์ในการสกัดน้ำมัน อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ และผลิตภัณฑ์อาหาร ถั่วเหลืองยังเป็นพืชบำรุงดินในระบบปลูกพืช แต่การผลิตในประเทศไม่พอเพียงต่อความต้องการใช้ ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี แต่พื้นที่ปลูกถั่วเหลืองกลับลดลง ปี 2551 เมล็ดถั่วเหลืองที่ใช้ในประเทศรวมประมาณ 1.74 ล้านตัน พื้นที่ปลูกเหลือ 805,000 ไร่ ผลผลิต 204,000 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 253 กก./ไร่ 47.8% อยู่ในเขตชลประทาน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) เห็นได้ว่าการผลิตถั่วเหลืองในประเทศไทย มีปัญหาผลผลิตต่ำ เมื่อเทียบกับต่างประเทศ เนื่องจากขาดเทคโนโลยีที่เหมาะสม เช่น การเลือกใช้พันธุ์ และการใช้ปุ๋ยตามชนิดของดินแต่ละแหล่งปลูกยังไม่เหมาะสม โอกาสที่เกษตรกรจะเพิ่มผลผลิตต่อไร่ในแต่ละแหล่งปลูกสามารถทำได้ด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสมเฉพาะแห่ง การศึกษาคำอธิบายเกี่ยวกับศักยภาพการผลิตถั่วเหลือง ตลอดจนการตอบคำถามที่เกี่ยวข้องกับเชิงพื้นที่ จำเป็นต้องทราบปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของถั่วเหลือง

ปัจจุบัน มีการพัฒนาแบบจำลองการเจริญเติบโต ใช้ในการสร้างสถานการณ์การเจริญเติบโต และพัฒนาการของพืช ซึ่งแบบจำลอง สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือ ในการวิจัยทางการเกษตร เพื่อทำความเข้าใจปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรม สรีระวิทยา และสภาพแวดล้อม ที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของพืช ซึ่งมีตัวอย่างการใช้ประโยชน์หลายด้านด้วยกัน เช่น ใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจปลูกพืช ทดสอบเปรียบเทียบพันธุ์พืชในหลากหลายสภาพแวดล้อม ศึกษาปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม และการออกแบบพืชในอนาคต เป็นต้น (Ruiz-Nogueira et al., 2001; Banterng et al., 2004; Suriham et al., 2007) แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช CSM-CROPGRO-Soybean (Boote et al.,

1998; Hoogenboom et al., 2010) เป็นแบบจำลองที่ใช้ในการทำนายการเจริญเติบโต และพัฒนาการของพืช ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการใช้ ประกอบไปด้วย ข้อมูลสภาพแวดล้อม ข้อมูลการจัดการพืช และข้อมูลลักษณะของพืช หรือ ค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของพืช (cultivar coefficients) (Hoogenboom et al., 2010) ซึ่งก่อนการใช้ แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช CSM-CROPGRO-Soybean จำเป็นต้องกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของพันธุ์พืช (Boote et al., 2001) และประเมินศักยภาพของแบบจำลอง ถ้าพันธุ์/สายพันธุ์ ยังไม่มีในแบบจำลอง เห็นได้ว่า ค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของพืชเป็นข้อมูลที่จำเป็น ซึ่งแต่ละพันธุ์จะต้องมีค่าแตกต่างกัน สำหรับ ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกมากในประเทศไทย ซึ่ง Banterng et al., (2010) ได้หาค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 โดยใช้ maturity group 9 แสดงความใกล้เคียงระหว่างแบบจำลองกับค่าสังเกต ทั้งส่วนพัฒนาการและการเจริญเติบโต อย่างไรก็ตาม DSSAT4.5 ได้เพิ่มเติมค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของถั่วเหลืองและบางค่าใน Maturity group (Hoogenboom et al., 2010) ดังนั้น วัตถุประสงค์ของการศึกษาคือ เพื่อประเมินค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ให้เหมาะสมกับการใช้งานสำหรับ CSM-CROPGRO-Soybean ใน DSSAT4.5

## วิธีการศึกษา

ถั่วเหลืองใช้พันธุ์เชียงใหม่ 60 คัดเลือกมาจากลูกผสมระหว่างพันธุ์ Williams ที่จัดอยู่ใน Maturity group 3 (Hoogenboom et al., 2010) ซึ่งมีลำต้นแข็งแรง จำนวนฝักต่อต้นมาก กับพันธุ์ สจ.4 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง ทนทานต่อโรคราสนิม คุณภาพเมล็ดดี เป็นพันธุ์ที่ปรับปรุง และคัดเลือกแบบปรับตัวได้กว้าง เกษตรกรนิยมปลูกแม้ว่าจะรับรองมาตั้งแต่ปี 2530 ทรงต้นเตี้ยกึ่งน้อย เมล็ดสีเหลือง กลม ตาสีน้ำตาล เป็นที่ต้องการของตลาด (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

## งานทดลองในสภาพไร่

ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในฤดูแล้งปี 2551/52 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่วันที่ 20 ธันวาคม 2551 ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัยวันที่ 26 ธันวาคม 2551 และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย วันที่ 13 มกราคม 2552 ในฤดูฝนที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย วันที่ 17 สิงหาคม 2552 ในแต่ละงานทดลองใช้ระยะปลูก 50 × 20 ซม. คลุกโรโซเบียมก่อนปลูก โดยหยอด 4 – 5 เมล็ดต่อหลุม หลังจากงอกถอนแยกให้เหลือ 3 ต้น/หลุม โดยมีขนาดแปลงย่อย 4 × 17 เมตร จำนวน 4 ซ้ำ เมื่อถั่วเหลืองอายุ 20 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 25 กก./ไร่ บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองในระยะข้อที่ 3 (V3) ออกดอก (R1) ติดฝัก (R3) ติดเมล็ด (R5) เมล็ดพัฒนาเต็มที่ (R6) เริ่มสุกแก่ (R7) และสุกแก่เต็มที่ (R8) โดยเก็บตัวอย่างในแปลงย่อยครั้งละ 1 แถว 3 หลุมติดต่อกัน เพื่อหาพื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งของลำต้น ใบ ฝักและเมล็ด บันทึกข้อมูลสภาพอากาศรายวัน ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน พลังงานรังสีดวงอาทิตย์ อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด ข้อมูลดินที่ได้จากการศึกษาโปรไฟล์ดินในแปลงทดลอง และผลการวิเคราะห์ดิน ข้อมูลเกี่ยวกับพืช ได้แก่ วันงอก วันเก็บเกี่ยว และระยะเวลาถึงระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ ตามที่อธิบายใน Fehr and Caviness (1977) การให้น้ำ ตลอดจนผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต แล้วเลือกเฉพาะข้อมูลพันธุ์เชียงใหม่ 60

## การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรม

ใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช CSM-CROP-GRO-Soybean ในโปรแกรม DSSAT 4.5 ซึ่งต้องการค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของถั่วเหลือง 18 ค่า ที่อธิบายเกี่ยวกับพัฒนาการ (phenology) และการ

เจริญเติบโต (growth) ของพืชแต่ละพันธุ์ ดังแสดงใน Table 1 (Hoogenboom et al., 2010) ในการประมาณค่าใช้การจำลองการผลิตภายใต้สภาพแวดล้อมเดียวกับที่ทำการทดลอง ข้อมูลที่ใช้ประกอบด้วย ข้อมูลสภาพอากาศรายวัน ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน (มม.) พลังงานรังสีดวงอาทิตย์ (MJ) อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด ( $^{\circ}\text{C}$ ) ข้อมูลดินด้านกายภาพและด้านเคมีในหน้าตัดดิน ได้แก่ เนื้อดิน สีดิน การระบายน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง ความหนาแน่นของดิน ธาตุอาหาร ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน ข้อมูลการจัดการ ได้แก่ วันปลูก พันธุ์ ระยะปลูก วิธีการปลูก วันงอก การให้น้ำ ตลอดช่วงเวลาปลูก การใส่ปุ๋ย ระยะเวลา ชนิดและอัตราการใช้ปุ๋ย ประเมินค่าสัมประสิทธิ์พันธุกรรมโดยวิธี ปรับค่าสัมประสิทธิ์ของระยะพัฒนาการ และค่าสัมประสิทธิ์ของระยะการเจริญเติบโตให้ใกล้เคียงกับค่าจากแปลงทดลองทั้ง 3 แห่ง ซึ่งข้อมูลที่ได้ต้องเข้ากับวงจรชีวิตที่สังเกตได้ (Boote et al., 2003)

## การประเมินแบบจำลอง

ประเมินแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากจำลองสถานการณ์ด้วยค่า GCs ที่ได้ข้างต้นเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากแปลงทดลองทั้ง 3 แห่ง และข้อมูลซึ่งรวบรวมได้จากผลงานวิจัยแปลงเปรียบเทียบพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ลพบุรี เพชรบูรณ์ สุโขทัย ชัยนาท เลย และพิษณุโลก จำนวน 26 แปลงทดลอง ร่วมกับฐานข้อมูลดิน ภูมิอากาศ การจัดการของแต่ละแปลงทดลอง ตามมาตรฐานการปฏิบัติรักษาของแปลงเปรียบเทียบพันธุ์ เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าที่ได้จากแบบจำลองและค่าที่ได้จากแปลงทดลองโดยใช้ค่า root mean square error (RMSE) (1) และ agreement index (d)(2)

จากสูตร

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (S_i - O_i)^2} \quad \text{----- (1)}$$

โดยที่ S = ผลผลิตจากแบบจำลอง O = ผลผลิตจริง n = จำนวนค่าสังเกต

$$d = 1 - \frac{[\sum(\text{predicted value} - \text{observed value})^2]}{[\sum((\text{predicted value} - \bar{x} \text{ observed value}) + (\text{observed value} - \bar{x} \text{ observed value}))^2]}$$

โดยที่ predicted value = ค่าจากแบบจำลอง observed value = ค่าจากผลผลิตจริง

**Table 1** Cultivar coefficients used in the CSM-CROPGRO-Soybean model in DSSAT4.5

Parameter	Definition	Unit	Range	Maturity group	
				3	9
CSDL	Critical short day length below which reproductive development progresses with no daylength effect	h	11.78 -14.6	13.4	11.88
PPSEN	Slope of the relative response of development to photoperiod with time	h <sup>-1</sup>	0.129[0.385	0.285	0.34
EM[EL	Time between plant emergence and flower appearance (R1)	photothermal days	95[28.9	19	23
FL[SH	Time between first flower and first pod (R3)	photothermal days	10.0[0.0	6	10
FL[SD	Time between first flower and first seed (R5)	photothermal days	11.0[22.0	14	16
SD[PM	Time between first seed (R5) and physiological maturity (R7)	photothermal days	22.0[37.7	33.2	37.4
FL[LF	Time between first flower (R1) and end of leaf expansion	photothermal days	18.0[8.0	26	18
LFMAX	Maximum leaf photosynthesis rate at 30 C, 350 vpm CO <sub>2</sub> , and high light	mg CO <sub>2</sub> m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	1.0[1.4	1.03	1.03
SLAVR	Specific leaf area of cultivar under standard growth conditions	cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup>	300[400	375	375
SIZELF	Maximum size of full leaf (three leaflets)	cm <sup>2</sup>	137[230	180	180
XFRT	Maximum fraction of daily growth that is partitioned to seed+shell		1.00	1	1
WTPSD	Maximum weight per seed	G	0.153[0.193	0.19	0.18
SFDUR	Seed filling duration for pod cohort at standard growth conditions	photothermal days	17[25.5	23	23
SDPDV	Average seed per pod under standard growing conditions	No. pod <sup>-1</sup>	1.7[2.44	2.2	2.05
PODUR	Time required for cultivar to reach final pod load under optimal conditions	photothermal days	10.0[0.0	10	10
THRESH	The maximum ratio of [seed/(seed+shell)] at maturity.		78[78	77	78
SDPRO	Fraction protein in seeds	g(protein)g <sup>-1</sup> (seed)	0.4[0.4	.405	0.40
SDLIP	Fraction oil in seeds	g(oil) g <sup>-1</sup> (seed)	0.2[0.2	.205	0.20

Source: Hogenboom et al. (2010)

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

### การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรม

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 เบื้องต้นโดยใช้ข้อมูลการทดลองถั่วเหลืองที่ไม่ประสบการขาดน้ำและปุ๋ย เลือกประมาณค่าจากข้อมูลจากการทดลองที่เชียงใหม่ก่อน ปรับ

ค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมทั้ง 2 ส่วน ใช้ maturity group 3 ซึ่งอยู่ในกลุ่มเดียวกับพันธุ์ Williams มาปรับค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากแปลงทดลอง แล้วจึงปรับค่าด้วยข้อมูลจากอีก 2 สถานที่ ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 มีระยะพัฒนาการแตกต่างกันใน 3 สถานที่ โดยวันออกดอกอยู่ในช่วง 30 – 37 วันหลังงอก ระยะติดฝัก (R3) เริ่มติดฝักอยู่ในช่วง 37 – 46 วันหลังงอก ระยะติดเมล็ด (R5) เริ่มติดเมล็ด

อยู่ในช่วง 43 – 63 วันหลังงอก ระยะเมล็ดสุกแก่เต็มที (R8) อยู่ระหว่าง 81-103 วัน ถั่วเหลืองปลูกที่สุโขทัย อายุสั้นกว่าที่เลยและเชียงใหม่ และออกดอกเร็วกว่า ผลการเปรียบเทียบข้อมูลจากการจำลอง และข้อมูล จากแปลงทดลองจริงแสดงดัง Figure 1 พบว่า แบบ จำลองสามารถประมาณค่าระยะการเจริญเติบโตของ

ถั่วเหลืองโดยเฉพาะวันสุกแก่ ( $r^2 = 0.977$ ) และระยะ ติดเมล็ด ( $r^2 = 0.752$ ) ได้ค่อนข้างดี ส่วนการประมาณ การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองสามารถประมาณค่าน้ำหนักส่วนเหนือดินได้ดี ( $r^2 = 0.803$ ) แต่ยังประมาณ การผลผลิตไม่แม่นยำ

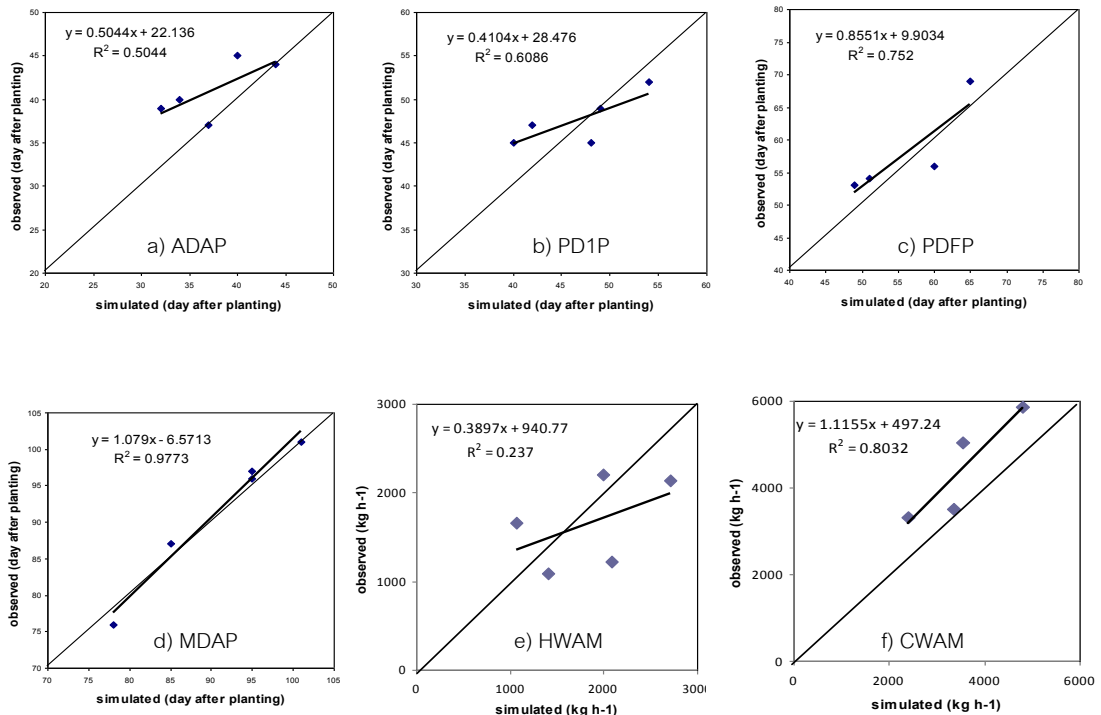


Figure 1 Simulation versus observed values for the number of days from planting to flowering (a; ADAP) to 1<sup>st</sup> pod (b; PD1P) to 1<sup>st</sup> seed (c; PDFP) to physiological maturity (d; MADP) yield at harvest maturity (e; HWAM) and top dry weight (f; CWAM) of CM 60 cultivar

จากสภาพแวดล้อมทั้ง 3 สถานที่ที่แตกต่างกัน ฤดูกาล และรายละเอียดในการปฏิบัติที่อาจแตกต่างกัน น้ำหนักต้นแห้งของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 มีน้ำหนัก 16.5 – 49.5 ก./ต้น น้ำหนักใบแห้งมีน้ำหนัก 21.9 – 49.5 ก./ต้น ตามลำดับ ดัชนีพื้นที่ใบมีค่าดัชนีพื้นที่ใบเฉลี่ยสูงสุดที่ระยะ R5 อยู่ระหว่าง 1.22 – 4.75 น้ำหนักต้นแห้งของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 มีน้ำหนัก 16.5 – 49.5 ก./ต้น น้ำหนักใบแห้งมีน้ำหนัก 21.9 – 49.5 ก./ต้น ตามลำดับ ดัชนีพื้นที่ใบมีค่าดัชนีพื้นที่ใบ

เฉลี่ยสูงสุดที่ระยะ R5 อยู่ระหว่าง 1.22 – 4.75 ผลผลิตที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่สูงกว่าที่อื่น ๆ ให้ผลผลิต 393 กก./ไร่ จำนวนฝักต่อต้นสูงสุด 40.5 ฝัก น้ำหนัก 100 เมล็ด 18.4 ก. ต้นสูง 51.5 ซม. เนื่องจากมีระยะตั้งแต่ออกดอกถึงเก็บเกี่ยวยาวนานกว่า โอกาสที่จะสะสมน้ำหนักรวม น้ำหนักเมล็ดจึงมากกว่า ขณะที่สุโขทัยมีระยะเวลาตั้งแต่ออกดอกถึงเก็บเกี่ยวสั้นที่สุดผลผลิตต่ำ 201 กก./ไร่

**การประเมินแบบจำลอง**

การประเมินแบบจำลองใช้การเปรียบเทียบข้อมูลจากการจำลองและการทดลองด้วย RMSE และ *d* พบว่า สามารถประมาณค่าวันสุกแก่ได้ดีที่สุด RMSE และ *d* มีค่า 1.61 และ 0.99 ตามลำดับ ส่วนวันติดเมล็ด วันติดฝัก และวันออกดอก *d* มีค่า 0.9, 0.77 และ 0.65

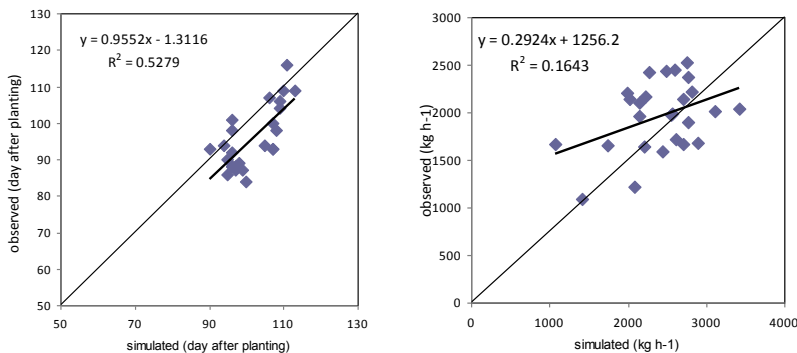
ตามลำดับ (Table 2) ส่วนการประมาณการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองสามารถประมาณค่าน้ำหนักส่วนเหนือดินได้ดีที่สุด RMSE และ *d* มีค่า 1,020 และ 0.96 ตามลำดับ ส่วนการประมาณผลผลิตและดัชนีพื้นที่ใบสูงสุดยังไม่แม่นยำ RMSE มีค่าสูง และ *d* มีค่าปานกลาง

**Table 2** Root mean square error (RMSE) and agreement index (*d*) mean and standard deviation (sd) of simulated and observed values for crop characters of CM 60.

Crop character	simulated		observed		RMSE	<i>d</i>
	mean	sd	mean	sd		
flowering (DAP)	37.4	4.8	41.0	3.4	4.7	0.65
1 <sup>st</sup> pod (DAP)	46.6	5.6	47.6	3.0	3.5	0.77
1 <sup>st</sup> seed (DAP)	56.8	6.7	58.0	7.4	3.8	0.91
physiological maturity (DAP)	90.8	9.17	91.4	10.0	1.6	0.99
yield at harvest maturity(kg h <sup>-1</sup> )	1,856	636	1,664	509	619.2	0.63
Maximum LAI	37.4	0.39	41.0	1.37	1.1	0.56
Top weight at maturity(kg h <sup>-1</sup> )	3,527	981	4,432	1,221	1,020	0.96

ส่วนการประเมินแบบจำลองใช้การเปรียบเทียบข้อมูลที่รวบรวมได้จากแปลงเปรียบเทียบพันธุ์ 26 แปลงทดลอง พบว่า สามารถประมาณค่าผลผลิตมีความแม่นยำลดลงจากแปลงขั้นต้น RMSE และ *d* มีค่า 658.3 และ 0.51 ส่วนการประมาณวันเก็บเกี่ยวสามารถประมาณได้ดี RMSE และ *d* มีค่า 8.3 และ

0.74 (Table 3 and Figure 2) และเมื่อทดสอบกับค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของ Banterng et al. (2010) (Table 4) ด้วยตัวอย่างเดียวกันพบว่า ประมาณค่าผลผลิตมีความแม่นยำต่ำ RMSE และ *d* มีค่า 1,501 และ 0.31 ตามลำดับ



**Figure 2** Simulation versus observed values for the number of days from planting to harvesting (a) and yield at harvest maturity (b) from 26 yield trial experiments in Thailand.

**Table 3** Root mean square error (RMSE) and agreement index (*d*) mean and standard deviation (sd) of simulated and observed values for crop characters of CM 60.

Crop character	simulated		observed		RMSE	<i>d</i>
	mean	sd	mean	sd		
yield at harvest maturity(kg h <sup>-1</sup> )	2,406	509.9	1,960	367.8	658.3	0.51
harvesting (DAP)	101.3	6.5	95.5	8.6	8.25	0.74

**Table 4** Cultivar coefficients of CM 60 used in the CSM-CROPGRO-Soybean model in DSSAT4.5

GC	CSDL	PPSEN	EM	EL	FL	LSH	FL	SD	SD	PM	FL	LF	LFMAX	SLAVR	SIZE	XFRT	WTPSD	SFDUR	SDPDV	PODUR	THRES
CM60 <sup>1</sup>	12.5	0.285	24	8	16	33	26	1.02	375	180	1.0	0.19	26	2.0	17	77					
Bantern <sup>2</sup>	12.5	0.340	23	5	10	34	35	1.70	280	250	0.9	0.19	25	1.9	20	-					

<sup>1</sup>adjusted GCs values<sup>2</sup> Bantern et al. (2010)

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของ ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 โดยใช้ Maturity group 3 ต้นจะสูงกว่าการประมาณค่าด้วย Maturity group 9 ของ Bantern et al. (2010) และดัชนีพื้นที่ใบ สูงสุดแตกต่างจากค่าจากแปลงทดลองอยู่มากถึง 2 กลุ่ม ซึ่งการรวบรวมข้อมูลจากเอกสารงานวิจัย พบว่า ขาดข้อมูลที่จำเป็นที่ต้องใช้ในแบบจำลองอยู่มาก เช่น ข้อมูลดิน ข้อมูลการจัดการ ข้อมูลพัฒนาการที่ มักไม่ปรากฏในรายงาน รวมทั้งข้อมูลภูมิอากาศใน แปลงจริง ซึ่งการทดลองนี้ใช้จากสถานีอุตุนิยมวิทยา ที่อยู่ใกล้เคียงซึ่งอาจทำให้ผลการจำลองแตกต่างจาก ข้อมูลจากแปลงทดลอง นอกจากนี้ การสร้างไฟล์การ ทดลองก็มีความสำคัญโดยเฉพาะค่าเริ่มต้นของข้อมูล ดิน การตรึงไนโตรเจนจำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงให้ เหมาะสม อย่างไรก็ตาม การตอบสนองต่อช่วงแสง ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ยังไม่มีความชัดเจน เนื่องจากการปลูกในสถานที่แตกต่างกันมีการตอบสนอง คุณภาพข้อมูลจากงานวิจัยที่จะนำมาใช้ในการ ศึกษาควรพิจารณาเป็นลำดับแรกๆ และการนำค่า สัมประสิทธิ์ของพันธุ์เชียงใหม่ 60 ไปใช้กับการศึกษา

ในสภาพแวดล้อมที่หลากหลายจำเป็นต้องมีการปรับ ค่าให้เหมาะสมอีกเพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้จริง ดังนั้นการประมาณการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ยัง จำเป็นที่จะต้องศึกษารวบรวมข้อมูลการเจริญเติบโต และพัฒนาของถั่วเหลืองสายพันธุ์นี้เพิ่มเติม เพื่อปรับ ค่าสัมประสิทธิ์ที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโตให้เหมาะสมต่อไป

## สรุป

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของ ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 โดยใช้ข้อมูลค่าสังเกตร ะยะพัฒนาการและการเจริญเติบโต ซึ่งมวลของ ส่วนต้น ใบ และเมล็ด จากแปลงทดลองที่ดำเนินการ ระหว่างฤดูแล้งปี 2551/52 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย ฤดูแล้งปี 2551/52 และฤดูฝนปี 2552 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการ เกษตรเลย โดยใช้แบบจำลอง CSM-CROPGRO-Soybean พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมของถั่ว เหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ได้ สามารถประมาณระยะ



การเจริญเติบโตของถั่วเหลือง โดยเฉพาะวันสุกแก่และระยะติดเมล็ดได้ค่อนข้างดี ส่วนการประมาณการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองสามารถประมาณค่าน้ำหนักส่วนเหนือดินได้ดี แต่ยังประมาณการผลผลิตไม่แม่นยำ

### คำขอบคุณ

ขอขอบคุณคุณอ้อยทิพย์ จันทร์เมือง และคุณสิทธิศักดิ์ ประดับ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลรายละเอียดผลการทดลองจากงานทดลองเปรียบเทียบพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 นำมาใช้ในการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรม ขอขอบคุณคุณสหัชชัย คงทน ที่ให้คำปรึกษาในการศึกษานี้

### เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2547. เอกสารวิชาการถั่วเหลือง. สถาบันวิจัยพืชไร่, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. สถิติการเกษตร ปี 2552. <http://www.oae.go.th>. ค้นเมื่อ 16 พฤษภาคม 2554.

Bantern P., A. Patanothai, K. Pannangpetch, S. Jogloy, and G. Hoogenboom. 2004. Determination and evaluation of genetic coefficients of peanut lines for breeding applications. *Europ. J. Agron.* 21:297-310.

Bantern P., G. Hoogenboom, A. Patanothai, P. Singh, S. P. Wani, P. Pathak, S. Tongpoonpol, S. Atichart, P. Srihaban, S. Buranaviriyakul, A. Jintrawet, and T. C. Nguyen. 2010. Application of the Cropping System Model (CSM)-CROPGRO-Soybean for Determining Optimum Management Strategies for Soybean in Tropical Environments. *J. Agron. Crop Sci.* 196: 231-242.

Boote, K. J., J.W. Jones, W.D. Batchelor, E.D. Nafziger, and O. Myers. 2003. Genetic Coefficients in the CROPGRO-Soybean Model: Links to Field Performance and Genomics. *Agron. J.* 95:32-51.

Boote, K.J., J.W. Jones, G. Hoogenboom, and N.B. Pickering. 1998. The CROPGRO model for grain legumes. P.99-128. In: Tsuji, G.Y., et al (Eds.). *Understanding Options for Agricultural Production*. Kluwer Academic Publishers, Great Britain.

Boote, K.J., M.J. Kropff and P.S. Bindraban. 2001. Physiology and modeling of traits in crop plants: implications for genetic improvement. *Agr. Syst.* 70:395-420.

Fehr, W.R., and C.E. Caviness, C.E. 1977. Stages of soybean development. *Iowa Agric. Exp. Stn. Special Rep.* 80 p.

Hoogenboom, G., J.W. Jones, P.W. Wilkens, C.H. Porter, K.J. Boote, L.A. Hunt, U. Singh, J.L. Lizaso, J.W. White, O. Uryasev, F.S. Royce, R. Ogoshi, A.J. Gijisman, and G.Y. Tsuji. 2010. Decision Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT) Version 4.5 [CD-ROM]. University of Hawaii, Honolulu, Hawaii.

Ruiz-Nogueira, B., K.J. Boote and F. Sau. 2001. Calibration and use of CROPGRO-soybean model for improving soybean management under rainfed conditions. *Agr. Syst.* 68:151-173.

Suriharn, B., A. Patanothai, K. Pannangpetch, S. Jogloy, and G. Hoogenboom. 2007. Determination of Cultivar Coefficients of Peanut Lines for Breeding Applications of the CSM-CROPGRO-Peanut Model. *Crop Sci.* 47:607-621.