

การวิเคราะห์การเจริญเติบโตของลูกผสมชั่วที่ 1 ของข้าวสาลี

Growth Analysis of F1 Hybrids in Wheat

วรรณะพงศ์ จันทรอินทร์^{1/}, สุทัศน์ จุลศรีไกรวัล^{1,*}, จักรี เส้นทอง^{1/} และ ดำเนิน กาละดี^{1/}
Whattanapong Jun-in^{1/}, Suthat Julsrigival^{1,}, Chuckree Senthong^{1/} and Dumnern Karladee^{1/}*

Abstract: Growth analysis of F1 hybrid in wheat was studied at the experimental site of Agronomy Department, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. Four varieties of wheat included CMU 88-8, CMU 94-9, Fang 60 and Sa Moeng 2 were used as parents. F1 hybrid seeds of each single cross were developed among these parents in half diallel method during December 2001 to March 2002. F1 hybrid seeds of each single cross were planted along with their parents during December 2002 to March 2003 for studying of growth analysis and genetic performance of traits. Results of study clearly indicated that F1 hybrids of wheat gave higher average in grain yields per plant than their parents because these hybrids performed better in crop growth rate (CGR), spike growth rate (SPGR) and partitioning of assimilate to spike than their parents. For genetical study, it showed that CMU 94-9 were good in general combining ability (g.c.a.) for grain yield per plant, earliness, spikelet per spike, 100 grain weight and plant height, Fang 60 was good in general combining ability (g.c.a.) for grain yield per plant, earliness and plant height. Single cross which gave good specific combining ability (s.c.a.) for grain yield per plant included Sa Moeng 2 x Fang 60 and CMU 94-9 x Fang 60. Results of this study also revealed that earliness, plant height and spikelet number were controlled importantly by additive genes while additive and non additive genes were involved properly for seed size and grain yield per plant. This experimental results could be intensively concluded that F1 hybrids of wheat provided more promising heterotic of physiological characters especially CGR, SPGR and partitioning coefficient than their parents. So that, for improving of high yielding ability of wheat genotypes, physiological traits should be considered couple with agronomic characters as a criteria for selection.

Keywords: wheat, growth analysis, combining ability

^{1/} ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

^{1/} Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

* Corresponding author

บทคัดย่อ: การวิเคราะห์การเจริญเติบโตของลูกผสมชั่วที่ 1 ของข้าวสาลีได้ทำการวิจัยที่แปลงทดลองภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยใช้ข้าวสาลี 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ CMU 88-8 CMU 94-9 ผ่าง 60 และ สะเมิง 2 เป็นพันธุ์พ่อแม่ ทำการสร้างลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2544 ถึงเดือนมีนาคม 2545 ต่อมาได้ทำการปลูกลูกผสมชั่วที่ 1 ร่วมกับพันธุ์พ่อแม่เพื่อวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโต โดยทำการทดลองระหว่างเดือน ธันวาคม 2545 ถึงเดือน มีนาคม 2546 ผลการศึกษาพบว่าลูกผสมชั่วที่ 1 ให้ค่าเฉลี่ยของผลผลิตต่อต้นสูงกว่าพันธุ์พ่อแม่ เนื่องจากมีอัตราการเจริญเติบโตรวม อัตราการเจริญเติบโตของรวงและประสิทธิภาพของการถ่ายเทสารสังเคราะห์ไปสู่วางดีกว่าพันธุ์พ่อแม่ การศึกษาเกี่ยวกับพันธุกรรมพบว่าพันธุ์ CMU 94-9 มีความสามารถในการรวมตัวทั่วไปที่ดีของลักษณะ ผลผลิตต่อต้น อายุออกดอก ช่อดอกย่อยต่อรวง น้ำหนัก 100 เมล็ด และ ความสูงของลำต้น พันธุ์ ผ่าง 60 มีความสามารถในการรวมตัวทั่วไปที่ดีของลักษณะ ผลผลิตต่อต้น อายุออกดอกและความสูงของลำต้น ส่วนลูกผสมชั่วที่ 1 ที่มีความสามารถในการรวมตัวเฉพาะที่ดีของลักษณะ ผลผลิตต่อต้น ได้แก่ คู่ผสม สะเมิง 2 x ผ่าง 60 และ CMU 94-9 x ผ่าง 60 ผลการศึกษานี้ยังพบอีกว่า อายุออกดอก ความสูงของลำต้น และ จำนวนช่อดอกย่อยต่อรวง ถูกควบคุมด้วยยีนส์แบบผลบวก ขณะที่ขนาดเมล็ดและผลผลิตต่อต้นถูกควบคุมด้วยยีนส์ทั้งแบบผลบวกและไม่ใช่แบบผลบวก จากผลการศึกษาครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า ลูกผสมชั่วที่ 1 ของข้าวสาลีมีความดีเด่นของลักษณะทางสรีรวิทยา โดยเฉพาะอัตราการเจริญเติบโตรวม อัตราการเจริญเติบโตของรวง และ ประสิทธิภาพของการถ่ายเทสารสังเคราะห์ไปสู่วางที่ดีกว่าพันธุ์พ่อแม่ ดังนั้นในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวสาลีให้ได้ผลผลิตสูงและได้ผลดีจึงควรนำลักษณะทางสรีรวิทยามาร่วมพิจารณาประกอบการคัดเลือกด้วยโดยเฉพาะการคัดเลือกพันธุ์ข้าวสาลีที่มีการถ่ายเทสารสังเคราะห์ไปสู่วางเพื่อการสร้างเมล็ดที่มีขนาดใหญ่ และมีน้ำหนักเมล็ดที่สูง

คำสำคัญ: ข้าวสาลี การวิเคราะห์การเจริญเติบโต การรวมตัวของลูกผสม

คำนำ

ข้าวสาลีเป็นธัญพืชเมืองหนาวที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย เนื่องจากมีการบริโภคผลิตภัณฑ์ของข้าวสาลีเพิ่มมากขึ้น จากรายงานของ นารีนัฐ และ วรพร (2545) พบว่า ในปี พ.ศ. 2544 ประเทศไทยมีการนำเข้าข้าวสาลีมูลค่ามากกว่า 7 พันล้านบาท ถึงแม้ว่าประเทศไทยมีการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกข้าวสาลีมาเป็นเวลา 10 ปีแล้วก็ตามแต่ก็ยังไม่ประสบความสำเร็จ เนื่องจากพื้นที่ที่เหมาะสมมีอย่างจำกัด เกษตรกรขาดความรู้และประสบการณ์ในการดูแลรักษา และยังขาดพันธุ์ที่ดีที่ให้ผลผลิตสูง ทำให้เกษตรกรผู้ปลูกได้รับผลตอบแทนไม่คุ้มค่ากับการลงทุน แต่ในปัจจุบันได้มีการวิจัย และพัฒนาการผลิตข้าวสาลีที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงขึ้นกว่าเดิม (200 กิโลกรัมต่อไร่) ซึ่งเกินจุดคุ้มทุนที่ 175

กิโลกรัมต่อไร่ (ชยา และ วรพร, 2543; นารีนัฐ และ วรพร, 2545) ทำให้เกษตรกรได้รับผลตอบแทนที่คุ้มค่ากับการลงทุน และยังได้กำไรจากการลงทุนอีกด้วย แม้ว่าการผลิตภายในประเทศจะยังทดแทนการนำเข้าได้ไม่มากนัก แต่เมื่อมองในด้านการปลูกเป็นพืชเสริมรายได้แก่เกษตรกรและความมั่นคงทางด้านอาหาร ซึ่งต้องพึ่งพาการนำเข้าจึงควรได้มีการวิจัยและพัฒนาข้าวสาลี เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอย่างต่อเนื่องและส่งเสริมให้มีการผลิตต่อไป ดังนั้นการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของข้าวสาลีลูกผสมชั่วที่ 1 ในครั้งนี้ เพื่อให้ได้ข้าวสาลีพันธุ์ใหม่ที่ให้ผลผลิตสูงขึ้น ดูแลรักษาง่ายตรงตามความต้องการของเกษตรกร ซึ่งถ้าเกษตรกรหันมานิยมปลูกข้าวสาลีกันอย่างกว้างขวางแล้ว จะเป็นการเพิ่มจำนวนผลผลิตข้าวสาลีที่จะนำมาใช้ภายในประเทศและยังช่วยลดจำนวนการนำเข้าข้าวสาลีจากต่างประเทศได้อีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

ผสมพันธุ์ข้าวสาลี 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ ฝาง 60, สะเมิง 2, CMU 88-8 และ CMU 94-9 เพื่อสร้างคู่ผสมชั่วที่ 1 ได้จำนวน 6 คู่ผสม โดยวิธี Half diallel cross ระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2544 – มีนาคม 2545 นำเมล็ดลูกผสมชั่วที่ 1 และ พันธุ์พ่อ-แม่ ปลูกในแปลงทดลอง โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomize complete block design มีจำนวน 3 ซ้ำ ใช้ระยะปลูกระหว่างแถว ระหว่างหลุม 25 x 25 เซนติเมตร ลูกผสมชั่วที่ 1 ปลูกคู่ผสมละ 4 แถว พันธุ์พ่อ-แม่ของแต่ละคู่ผสมปลูกพันธุ์ละ 4 แถว ๆ ยาว 3 เมตร ปลูกทดลองระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2545 – มีนาคม 2546 ที่แปลงทดลองของภาวพิชาพิชไร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ การศึกษาการเจริญเติบโตของข้าวสาลี ทำโดยวิธีเก็บตัวอย่างตั้งแต่ข้าวสาลีมีอายุได้ 3 สัปดาห์ แล้วเก็บต่อเนื่องกันไปจำนวน 8 ครั้ง โดยแต่ละครั้งมีระยะห่างกัน 1 สัปดาห์ เพื่อนำมาวิเคราะห์ อัตราการเจริญเติบโตรวม (Crop growth rate, CGR), อัตราการเจริญเติบโตของใบ (Leaf growth rate, LGR), อัตราการเจริญเติบโตของลำต้น (Stem growth rate, SGR) และ อัตราการเจริญเติบโตของรวง (Spike growth rate, SPGR) โดยใช้ Linear regression analysis ตามวิธีวิเคราะห์ของ Gardner *et al.* (1985) การหาประสิทธิภาพการถ่ายเทสารสังเคราะห์ (partitioning coefficient) ของลำต้น และ ใบ เพื่อไปสร้างรวงข้าวสาลี โดยนำอัตราการเจริญเติบโตของรวง (SPGR) หารด้วย อัตราการเจริญเติบโตรวม (CGR) คูณด้วย 100 จะได้ผลเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่าประสิทธิภาพการถ่ายเทสารสังเคราะห์ตามวิธีการวิเคราะห์ของ Senthong (1979) การศึกษาความดีเด่นของลูกผสมใช้วิธีการของ Chen *et al.* (2003) และ การศึกษาความสามารถในการรวมตัวของลักษณะต่าง ๆ ที่ศึกษาโดยวิธีการของ Griffing (1956), method 2 model I

ผลการทดลอง

อัตราการเจริญเติบโตรวม CGR ของพันธุ์พ่อ-แม่ พบว่า พันธุ์ CMU 88-8 และ พันธุ์ ฝาง 60 มีอัตราการเจริญเติบโตรวมสูงสุดเท่ากับ 10.2 และ 7.4 กรัม/ตารางเมตร/วัน ตามลำดับ ส่วนลูกผสมชั่วที่ 1 พบว่า คู่ผสม สะเมิง 2 x ฝาง 60 และ CMU 94-9 x ฝาง 60 มีอัตราการเจริญเติบโตรวมสูงสุดเท่ากับ 12.0 และ 9.7 กรัม/ตารางเมตร/วันตามลำดับ อัตราการเจริญเติบโตของรวง SPGR ของพันธุ์พ่อ-แม่ พันธุ์ CMU 88-8 และพันธุ์ ฝาง 60 มี SPGR สูงสุดเท่ากับ 7.4 และ 5.0 กรัม/ตารางเมตร/วันตามลำดับ ส่วนลูกผสมพบว่า คู่ผสม สะเมิง 2 x ฝาง 60 และ CMU 94-9 x ฝาง 60 และ CMU 94-9 x ฝาง 60 มีค่า SPGR สูงสุดเท่ากับ 10.7 และ 8.8 กรัม/ตารางเมตร/วันตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ประสิทธิภาพการถ่ายเทสารสังเคราะห์จากลำต้นและใบไปสู่รวง ของพันธุ์พ่อ-แม่พบว่า พันธุ์ CMU 88-8 และพันธุ์ CMU 94-9 มีประสิทธิภาพของการถ่ายเทสารสังเคราะห์ไปสู่รวงสูงสุดเท่ากับ 72.55 และ 68.75 % ตามลำดับ ส่วนลูกผสมชั่วที่ 1 พบว่า คู่ผสม CMU 94-9 x ฝาง 60 และ สะเมิง 2 x ฝาง 60 มีค่าประสิทธิภาพของการถ่ายเทสารสังเคราะห์ไปสู่รวงสูงสุดเท่ากับ 90.72 และ 89.17 % ตามลำดับ ผลผลิตต่อไร่ของข้าวสาลีพันธุ์พ่อ-แม่ และ ลูกผสมชั่วที่ 1 พบว่า CMU 88-8 และ CMU 94-9 มีผลผลิตต่อไร่เท่ากับ 227.59 และ 172.81 กิโลกรัม/ไร่ตามลำดับ ส่วนลูกผสมพบว่า คู่ผสม CMU 94-9 x ฝาง 60 และ สะเมิง 2 x ฝาง 60 มีผลผลิตต่อไร่เท่ากับ 330.75 และ 298.25 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

Table 1 Crop growth rate (CGR), stem growth rate (SGR), leaf growth rate (LGR), spike growth rate (SPGR), partitioning coefficient and yield.

Parent/hybrid	CGR	SGR	LGR	SPGR	Partitioning coefficient (%)	Yield (kg/rai)
Sa Moeng 2	6.6	4.6	2.2	3.6	54.55	154.21
CMU 94-9	6.4	4.7	2.7	4.4	68.75	172.81
CMU 88-8	10.2	4.0	2.8	7.4	72.55	227.59
Fang 60	7.4	3.9	2.8	5.0	67.57	170.41
Mean	7.6	4.3	2.6	5.1	65.85	181.25
Sa Moeng 2 x CMU 94-9	7.6	3.6	2.2	6.6	86.84	249.71
Sa Moeng 2 x CMU 88-8	8.2	4.7	2.2	5.8	70.73	185.04
Sa Moeng 2 x Fang 60	12.0	5.1	2.6	10.7	89.17	298.25
CMU 94-9 x CMU 88-8	8.8	4.9	2.8	7.4	84.09	233.46
CMU 94-9 x Fang 60	9.7	5.1	2.0	8.8	90.72	330.75
CMU 88-8 x Fang 60	9.1	3.1	1.3	6.3	69.23	183.91
Mean	9.2	4.4	2.2	7.6	81.79	246.85
Sum of Mean	8.4	4.4	2.4	6.4	73.82	214.05

จากการศึกษาความดีเด่นของลูกผสมชั่วที่ 1 ของข้าวสาลี 6 คู่ เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพ่อ-แม่ คู่ผสม CMU 94-9 x ฝาง 60 แสดงความดีเด่นกว่าพ่อ-แม่ ของลักษณะ จำนวนรวงต่อต้นและจำนวนเมล็ดต่อรวง 16.40 และ 13.17 % ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

จากการศึกษาความสามารถในการรวมตัวทั่วไป (g.c.a.) (ตารางที่ 3) ของข้าวสาลี 4 พันธุ์พบว่า ข้าวสาลี

พันธุ์ CMU 94-9 และพันธุ์ฝาง 60 มีแนวโน้มที่จะถ่ายทอดลักษณะผลผลิตต่อต้นให้แก่ลูกผสมได้ดี ส่วนความสามารถในการรวมตัวเฉพาะ (s.c.a.) (ตารางที่ 4) พบว่าพันธุ์พ่อ-แม่ของคู่ผสม สะเมิง 2 x ฝาง 60 และ CMU 94-9 x ฝาง 60 มีความสามารถในการรวมตัวเฉพาะที่ดี ในการให้ลักษณะผลผลิตต่อต้นที่สูงแก่ลูกผสมชั่วที่ 1

Table 2 Heterosis (%H) for seed yield per plant and yield components in 6 F1 hybrid crosses of wheat.

Hybrid	Flowering date	Height	Spike/plant	Grain/spike	Spikelet/spike	100 grain weight	Yield/plant
Sa Moeng 2 x CMU 94-9	0.83	1.83*	-6.79	2.96	-5.58	11.70**	52.72**
Sa Moeng 2 x CMU 88-8	3.75**	1.54	19.37	1.18	-0.21	13.74**	-3.07
Sa Moeng 2 x Fang 60	3.75**	5.25	23.13	-7.50	-0.74	8.71*	83.75**
CMU 94-9 x CMU 88-8	3.48**	-3.67	-15.14**	5.36**	-3.95*	7.50**	16.62
CMU 94-9 x Fang 60	3.48**	6.23**	16.40**	13.17**	0.52	10.84**	92.73**
CMU 94-9 x Fang 60	4.65	-5.62**	-23.68**	-4.61**	-2.76**	2.55	-7.58

*, ** Significant difference at 5% and 1%, respectively.

Table 3 Estimates of general combining ability (g.c.a.) of agronomic traits in 4 parents of wheat.

Traits	Sa Moeng 2	CMU 94-9	CMU 88-8	Fang 60	LSD	
					0.05	0.01
Flowering date	-0.926**	-0.852**	0.889**	0.889**	0.685	0.938
Plant height	1.159	-3.381	2.541**	2.000*	2.873	3.935
Spike/plant	-0.107	-0.005	-0.005	0.107	0.438	0.600
Spikelet/spike	0.327*	0.475**	-0.451**	-0.352**	0.478	0.654
Grain/spike	1.855	-1.188	0.145	-0.812	3.962	5.427
100 grain weight	-0.197**	0.183**	0.023	-0.009	0.166	0.228
Yield/plant	-0.401*	0.368*	-0.296	0.330*	0.572	0.783

*, ** Significant difference at 5% and 1%, respectively.

Table 4 Estimates of specific combining ability (s.c.a.) of agronomic traits in 6 F1 hybrid crosses of wheat.

Traits	Sa Moeng 2	Sa Moeng 2	Sa Moeng 2	CMU 94-9	CMU 94-9	CMU 88-8	LSD	
	x	x	x	x	x	x		
	CMU 94-9	CMU 88-8	Fang 60	CMU 88-8	Fang 60	Fang 60	0.05	0.01
Flowering date	-0.222	-1.963**	-1.963**	-2.037**	-2.037**	-3.778**	0.383	0.525
Plant height	-0.059	-5.981**	-5.441**	-3.759*	-3.219	-9.141**	1.606	2.200
Spike/plant	-0.290	-0.280	-0.392	0.392	-0.504*	-0.494*	0.245	0.335
Spikelet/spike	-0.714**	0.211	0.114	0.064	-0.035	0.891**	0.267	0.366
Grain/spike	0.419	-0.915	0.042	2.128	3.085	1.752	2.215	3.634
100 grain weight	0.132*	0.292**	0.324**	-0.087	-0.955	0.105	0.072	0.099
Yield/plant	1.170	-0.692	3.104**	0.430	3.605**	-1.467	0.320	0.438

*, ** Significant difference at 5% and 1%, respectively.

สรุปและวิจารณ์

การที่ลูกผสมชั่วที่ 1 แสดงความดีเด่นของลักษณะผลผลิตต่อต้นเหนือกว่าพ่อ-แม่เพราะว่า ลูกผสมชั่วที่ 1 มี อัตราการเจริญเติบโตรวม (CGR) อัตราการเจริญเติบโตของรวง (SPGR) และประสิทธิภาพของการถ่ายเทสารสังเคราะห์ไปสู่รวงดีกว่าพันธุ์พ่อ-แม่ ซึ่งปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ส่งผลให้มีผลผลิตที่สูงขึ้น สอดคล้องกับผลการทดลองของ Machado *et al.* (2002) พบว่าข้าวโพดต้นที่มี CGR สูงจะมีกระบวนการ remobilization ของสารสังเคราะห์จากลำต้นและใบไปสู่รวงมากขึ้นตามไปด้วย จักรี (2539) รายงานว่าพันธุ์ถั่วลิสงที่ให้ผลผลิตต่ำนั้นเนื่องจากมีอัตราการเจริญของฝัก (PGR) หรือมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักต่ำกว่า พันธุ์ให้ผลผลิตสูง และผลการทดลองของ นางเยาว์ (2545) พบว่าถั่วอะซูกิพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง จะมีการถ่ายเทสารสังเคราะห์ไปสู่เมล็ดมากกว่า พันธุ์ที่ให้ผลผลิตต่ำ การศึกษาเกี่ยวกับพันธุกรรมพบว่า พันธุ์ CMU 94-9 มีความสามารถในการรวมตัวทั่วไปได้ดีของลักษณะ ผลผลิตต่อต้น อายุออกดอก ช่อดอกย่อยต่อรวง น้ำหนัก 100 เมล็ด และ ความสูงของลำต้น พันธุ์ฝาง 60 มีความสามารถในการรวมตัวทั่วไปได้ดีของลักษณะ ผลผลิตต่อต้น อายุออกดอกและความสูงของลำต้น ส่วนลูกผสมชั่วที่ 1 ที่มีความสามารถในการรวมตัวเฉพาะได้ดีของลักษณะ ผลผลิตต่อต้น ได้แก่คู่ผสม สะเมิง 2 x ฝาง 60 และ CMU 94-9 x ฝาง 60 ดังนั้นการนำความรู้ทางสรีรวิทยามาใช้ประกอบกับการพิจารณาในการคัดเลือกพันธุ์และการปรับปรุงพันธุ์ข้าวสาลี จะมีประโยชน์ในการนำพันธุ์ข้าวสาลีที่มีผลผลิตสูงมาส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

จักรี เส้นทอง. 2539. พลวัตการผลิตพืช. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
ชยา สักกะภู และ วรพร โพธิ์จีน. 2543. การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจการผลิตข้าวสาลีในประเทศไทย. หน้า 143 – 150. รายงานการสัมมนาวิชาการธัญพืช

เมืองหนาวแห่งชาติครั้งที่ 20, 10 – 12 มกราคม 2543 ณ โรงแรมเวียงจันทร์, เชียงราย.
นางเยาว์ จันทรอินทร์. 2545. การวิเคราะห์การเจริญเติบโตของถั่วอะซูกิที่มีความแตกต่างทางพันธุกรรม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
นารีนัฐ รุณภัย และ วรพร โพธิ์จีน. 2545. เศรษฐกิจการผลิตและการตลาดธัญพืชเมืองหนาวในประเทศไทย. หน้า 1-12. รายงานการสัมมนาวิชาการธัญพืชเมืองหนาวแห่งชาติครั้งที่ 21 เรื่อง พัฒนาเพื่อการผลิต การตลาด และการแปรรูปธัญพืชเมืองหนาวในระดับท้องถิ่น. วันที่ 6-8 กุมภาพันธ์ 2545 ณ ศูนย์การศึกษาและฝึกอบรมนานาชาติ มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.
Chen, X., W. Sorajjapinun, S. Reiwthongchum and P. Srinives. 2003. Identification of parental mungbean lines for production of hybrid varieties. Chiang Mai University Journal 2(2): 95 – 105.
Gardner, F. P., R. B. Pearce and R. L. Mitchell. 1985. Physiology of Crop Plants. Iowa State Univ. Press, Ames.
Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. Aust. J. Biol. Sci. 9: 463 – 493.
Machado S., E. D. Bynum, J. R., T. L. Archer, R. J. Lascano, L. T. Wilson, J. Bordovsky, E. Segarra, K. Bronson, D. M. Nesmith and W. Xu. 2002. Spatial and temporal variability of corn growth and grain yield implications for site – specific farming (Online). Available: <http://crop.scijournals.org/cgi/content/full/425/1564>. (2004 , May 7)
Senthong, C. 1979. Growth analysis in several peanut cultivars and the effect of peanut root-knot nematode (*Meloidogyne arenaria*) on peanut yield. Ph. D. dissertation, Univ. of Florida, Gainesville, U.S.A.