

ความดีเด่นของผลผลิตและลักษณะอื่นที่เกี่ยวข้องในข้าว ลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างข้าวพันธุ์ดีของไทยกับข้าวสายพันธุ์ เกสรเพศผู้เป็นหมันแบบไวต่ออุณหภูมิ

Heterosis of Yield and Related Characters in F₁ Hybrids Rice Between Thai Promising Rice Varieties and Thermo-sensitive Genic Male Sterile Line

เทพสุดา รุ่งรัตน์^{1/*} สุทัศน์ จุลศรีไกรวัล^{1/} ดำเนิน กาละดี^{1/} และ ม.ล. อโนทัย ชุ่มสาย^{2/}
Tepsuda Rungrat^{1/}, Suthat Julsrigival^{1/}, Dumnern Karladee^{1/} and M. L. Anothai Choomsai^{2/}*

Abstract: Heterotic performance for yield and related characters were estimated in F₁ hybrid rice by crossing between three Thai promising rice varieties namely, Suphan Buri 1, Suphan Buri 60 and Pathum Thani 1 to KDML 105 TGMS 1 and KDML 105 TGMS 2, two thermo-sensitive genic male sterile lines. Half diallel cross was designed for developing of six F₁ hybrid crosses. Three hybrid crosses: KDML 105 TGMS 2/SP1, KDML 105 TGMS 2/SP60 and KDML 105 TGMS 2/PT1, their F₁ hybrids showed significantly positive heterosis over their better parent for 1,000-grain weight and grain weight/plant. Especially the cross, KDML 105 TGMS2/SP60 gave the highest heterotic for yield components i.e. 1,000 grain weight and grain weight/plant with 1.33 and 49.36 %, respectively. For related characters, day to flowering, day to maturing and plant height, showed significantly negative heterosis over mid-parent and their better parent all F₁ hybrid crosses. Results of this study could be summarized that development of two-lines hybrid rice variety by using thermo-sensitive genic male sterile line is possible for production in Thailand.

Keywords: Rice, TGMS, heterosis, F₁ hybrid rice

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

^{2/} บริษัทอัลมาธา ซีดส์ จำกัด 117/1 หมู่ 11 ต.เจดีย์หลวง อ.แม่สรวย จ.เชียงราย 57180

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

^{2/} Almatha Seeds, 177/1 Moo 11 Chedi Luang Subdistrict, Mae Suai District, Chiang Rai 57180, Thailand

บทคัดย่อ: ได้ศึกษาความดีเด่นของผลผลิตและลักษณะอื่นที่เกี่ยวข้อง โดยการผสมระหว่างข้าวพันธุ์ดีของไทย 3 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์สุพรรณบุรี 1 (SP1), สุพรรณบุรี 60 (SP60) และปทุมธานี 1 (PT1) กับข้าวสายพันธุ์เกสรเพศผู้เป็นหมันแบบไวต่ออุณหภูมิ 2 สายพันธุ์ คือ KDML 105 TGMS 1 และ KDML 105 TGMS 2 ได้คู่ผสมจากการผสมแบบพบกันหมดและไม่มีการผสมกลับ จำนวน 6 คู่ผสม ผลการศึกษาความดีเด่นของลูกผสมชั่วที่ 1 พบว่า ลักษณะผลผลิตของ 3 คู่ผสม ได้แก่ KDML 105 TGMS 2 / SP1, KDML 105 TGMS 2 / SP60 และ KDML 105 TGMS 2 / PT1 แสดงความดีเด่นเหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดี ของลักษณะน้ำหนัก 1,000 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดดีต่อกออย่างมีนัยสำคัญ แต่คู่ผสมที่ให้ลักษณะองค์ประกอบผลผลิตเมล็ดที่ดีของ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดดีต่อกอสูงสุด ได้แก่คู่ผสม KDML 105 TGMS 2/SP60 คือมีค่าเท่ากับ 1.33 % และ 49.36 % ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดีตามลำดับ สำหรับลักษณะอื่นที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ วันออกดอก วันสุกแก่ และความสูงลำต้น พบว่าทุกคู่ผสมแสดงความดีเด่นที่เหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อ – แม่ และเหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อหรือแม่ที่ดี ในทางลบ จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า การพัฒนาสายพันธุ์ลูกผสมแบบ 2 สายพันธุ์ โดยใช้ข้าวสายพันธุ์เกสรเพศผู้เป็นหมันแบบไวต่ออุณหภูมิมีความเป็นไปได้ในประเทศไทย

คำสำคัญ: ข้าว เกสรเพศผู้เป็นหมัน ความดีเด่นของลูกผสม ข้าวลูกผสมชั่วที่ 1

คำนำ

อัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรโลกอย่างรวดเร็ว เป็นผลให้ความต้องการอาหารเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งประชากรส่วนใหญ่บริโภคข้าวและผลิตภัณฑ์จากข้าวเป็นอาหารหลัก โดยเฉพาะประเทศในแถบเอเชีย ปริมาณการซื้อขายในตลาดการค้าข้าวโลกในปี พ.ศ. 2550 มีประมาณ 29 ล้านตันข้าวสาร ประเทศไทยมีส่วนแบ่งในการส่งออกเป็นอันดับ 1 ของโลก โดยมีส่วนแบ่งตลาดในปี พ.ศ. 2550 เป็น 9.2 ล้านตันข้าวสาร (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551) เมื่อความต้องการข้าวในตลาดโลกมีมากขึ้น การหาแนวทางในการพัฒนาศักยภาพการเพิ่มปริมาณผลผลิตข้าวต่อพื้นที่ให้สูงขึ้น จึงมีความสำคัญอย่างมากเพื่อให้ได้ปริมาณข้าวที่เพียงพอต่อความต้องการในการบริโภค ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวในฤดูนาปีและนาปรังเฉลี่ยทั้งประเทศเป็น 409 กิโลกรัมต่อไร่ และ 674 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2550) การนำเทคโนโลยีการผลิตข้าวลูกผสมมาใช้สามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตต่อไร่ให้สูงขึ้นได้ โดยประเทศจีนเป็นประเทศแรกที่ประสบความสำเร็จในการเพิ่มผลผลิตข้าวจากการใช้เทคโนโลยีข้าวลูกผสม และเริ่มใช้กันอย่างแพร่หลาย

ในประเทศผู้ผลิตข้าวรายอื่น สายพันธุ์ thermo-sensitive genic male sterile line ต่าง ๆ ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตที่ดี มีรายงานหลายฉบับแสดงให้เห็นว่าลูกผสมที่ได้จากระบบ TGMS ให้ผลผลิตสูงกว่า 5-10% เมื่อเปรียบเทียบกับลูกผสมที่ได้จากระบบ CMS (Lu *et al.*, 1994; Lopez and Virmani, 2000) ได้มีการศึกษาความดีเด่นของผลผลิตและลักษณะอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในข้าวลูกผสมระหว่าง ข้าวสายพันธุ์ thermo-sensitive genic male sterile (TGMS) T29s และ ข้าว ในกลุ่มของ indica 7 สายพันธุ์ ได้แก่ D 101, R 68, Que 99, CR 203, Takanari, Dular และ Dhaka พบว่า ลูกผสมทั้ง 7 คู่ผสม นั้นแสดงความดีเด่นในทางบวกในด้านผลผลิตต่อต้น และจำนวนดอกข้าว (spikelets) ต่อรวงเหนือกว่าพ่อ-แม่ (Pham *et al.*, 2004) ดังนั้นการศึกษารังนี้เป็นการนำเทคโนโลยีการผลิตข้าวลูกผสม มาใช้เพื่อเพิ่มศักยภาพในการปรับปรุงพันธุ์ข้าว โดยการนำสายพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่มีลักษณะเกสรเพศผู้เป็นหมันแบบไวต่ออุณหภูมิสูง ที่มีช่วงอุณหภูมิวิกฤตที่ทำให้เกสรเพศผู้เป็นหมันอยู่ที่สูงกว่า 26 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิวิกฤตที่ทำให้เกสรเพศผู้สมบูรณ์อยู่ที่ต่ำกว่า 24 องศาเซลเซียส ซึ่งได้รับการถ่ายทอดลักษณะความเป็นหมันจากพันธุ์ T-29s และทำ

การคัดเลือกจนได้สายพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่มีลักษณะเกษตรผู้เป็นหมันแบบไวต่ออุณหภูมิ (รับมาจากบริษัทอัลมาธาซีส์ จำกัด) มาใช้เป็นสายพันธุ์แม่และทำการผสมกับข้าวสายพันธุ์ของไทยที่เป็นสายพันธุ์แท้และมีลักษณะต่าง ๆ ที่ดี โดยการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความดีเด่นของผลผลิตและลักษณะอื่นที่เกี่ยวข้องในข้าวลูกผสมสายพันธุ์ต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาสายพันธุ์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พันธุ์ข้าวที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้าวพันธุ์ดีของไทยจำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ สุพรรณบุรี 1 (SP1), สุพรรณบุรี 60 (SP60), ปทุมธานี 1 (PT1) และสายพันธุ์ข้าว เกษตรผู้เป็นหมันแบบไวต่ออุณหภูมิ จำนวน 2 สายพันธุ์คือ KDML 105 TGMS 1 และ KDML 105 TGMS 2 ซึ่งข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์ที่ได้นำมาศึกษาในครั้งนี้มีลักษณะพันธุกรรมที่แตกต่างกัน ทั้งทางด้านผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิต โดยทดลองปลูกข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์ในเดือน กันยายน 2550 และทำการผสมแบบพบกันหมด และไม่มีการผสมกลับ (half diallel cross) เพื่อสร้างเมล็ดพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 1 จำนวน 6 คู่ผสม ช่วงเดือนกันยายน – ธันวาคม 2550 จากนั้นได้ทำการปลูก ทดสอบลูกผสมที่ได้ ระหว่างเดือน มกราคม – พฤษภาคม 2551 ที่แปลงทดลองภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เพื่อศึกษาความดีเด่นของลูกผสมโดยนำเมล็ดพันธุ์ข้าว พ่อ – แม่ ทั้ง 5 สายพันธุ์ และลูกผสมชั่วที่ 1 ทั้ง 6 คู่ผสม ปลูกโดยวางแผนการทดลองแบบ Randomize Complete Block Design (RCB) จำนวน 3 ซ้ำ และทำการเก็บข้อมูลพันธุ์ พ่อ – แม่ และลูกผสมชั่วที่ 1 ทุกต้น ลักษณะพันธุกรรมที่มีการศึกษาและบันทึกได้แก่ อายุออกดอก (75%), อายุสุกแก่ (75%), ความสูง (เซนติเมตร), จำนวนรวงต่อต้น, จำนวนเมล็ดดีต่อรวง, น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม) และน้ำหนักเมล็ดดีต่อต้น (กรัม) ที่ความชื้น 14 % วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยการวิเคราะห์หาค่าความดีเด่นของลูกผสม (Heterosis) ตามวิธีของ Xin *et al.* (2003)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ในประชากรข้าวชั่วพ่อ – แม่ และลูกผสมชั่วที่ 1

ผลการศึกษาลักษณะอายุออกดอกและลักษณะอายุสุกแก่ของประชากรพันธุ์พ่อ-แม่ และลูกผสมชั่วที่ 1 พบว่า ประชากรของลูกผสมชั่วที่ 1 มีอายุออกดอกและลักษณะอายุสุกแก่เฉลี่ยเร็วกว่าประชากรของพันธุ์พ่อ-แม่อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ผลการศึกษาลักษณะความสูงของลำต้นของประชากรพันธุ์พ่อ-แม่ และลูกผสมชั่วที่ 1 พบว่า ประชากรลูกผสมชั่วที่ 1 มีความสูงของลำต้นเฉลี่ยมากกว่าประชากรพันธุ์พ่อ-แม่อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ การศึกษาลักษณะจำนวนรวงต่อกอของประชากรพันธุ์พ่อ-แม่ และลูกผสมชั่วที่ 1 พบว่าประชากรพันธุ์พ่อ-แม่ และลูกผสมชั่วที่ 1 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับลักษณะจำนวนเมล็ดดีต่อรวง ลักษณะจำนวนเมล็ดดีต่อกอ ลักษณะน้ำหนัก 1,000 เมล็ด และลักษณะน้ำหนักเมล็ดดีต่อกอ ของประชากรพันธุ์พ่อ-แม่ และลูกผสมชั่วที่ 1 พบว่า ประชากรลูกผสมชั่วที่ 1 มีค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดดีต่อรวง ลักษณะจำนวนเมล็ดดีต่อกอ ลักษณะน้ำหนัก 1,000 เมล็ด และลักษณะน้ำหนักเมล็ดดีต่อกอ มากกว่าประชากรพันธุ์พ่อ-แม่อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ดังตารางที่ 1 ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Verma and Srivastava (2004), Pham *et al.* (2004) และ Lopez and Virmani (2000) ที่พบว่า ลูกผสมชั่วที่ 1 จะให้ลักษณะผลผลิตต่อต้นที่มากกว่าพันธุ์พ่อ-แม่ แสดงว่าลักษณะดังกล่าวนี้ถูกควบคุมด้วยยีนเด่น และเมื่อลูกผสมชั่วที่ 1 มี genotype อยู่ในรูป heterozygote ทำให้มีการแสดงลักษณะดังกล่าวออกมาได้น้อยกว่าพ่อ-แม่ที่มี genotype ในรูป homozygote

ความดีเด่นของลักษณะผลผลิตในข้าว ลูกผสมชั่วที่ 1

พบว่าทั้งสองคู่ผสมแสดงความดีเด่นที่เหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อ-แม่ และเหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อหรือแม่ที่ดีในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ของลักษณะจำนวนรวงต่อต้น (22.92 – 31.84%) คือ คู่ผสม KDML 105 TGMS 1 / SP1 และคู่ผสม KDML 105 TGMS 1 / SP60

Table 1 Yield and related characters of F1 hybrids in comparison to their parents

Varieties/lines	Day to flowering (day)	Day to maturing (day)	Plant height (cm.)	Number of panicles/ plant	Number of filled grains/ panicle	1000-grain weight (g)	Grain weight (g/plant)
Parent							
SP1	66	105	128.75	14	184	23.04	40.42
SP60	60	94	103.00	15	148	24.98	41.84
PT1	70	105	124.25	18	169	23.92	50.24
KDML 105 TGMS 1	50	82	98.50	16	-	-	-
KDML 105 TGMS 2	51	102	61.00	16	-	-	-
F1							
KDML 105 TGMS 1 x SP1	46	84	92.00	20	110	19.50	31.82
KDML 105 TGMS 1x SP60	44	98	76.67	17	100	21.78	30.27
KDML 105 TGMS 1 x PT1	51	84	93.00	22	131	20.52	37.51
KDML 105 TGMS 2 x SP1	56	90	136.75	14	174	24.73	53.97
KDML 105 TGMS 2x SP60	48	79	135.17	16	158	25.31	62.51
KDML 105 TGMS 2 x PT1	55	89	134.50	16	164	23.56	60.72
CV (%)	4.01	4.11	4.76	17.60	14.11	3.83	20.16
F - test							
variety	**	**	**	ns	**	**	**
F1	**	*	**	ns	**	**	*
F1							
LSD 0.01	5.92	13.32	15.89	9.80	45.05	2.49	25.45
LSD 0.05	4.16	9.36	11.17	6.89	31.67	1.75	17.90

*, **: significant at 95% and 99%; ^{ns}, not significant

ดังตารางที่ 2 แสดงว่าคู่ผสมดังกล่าวมีศักยภาพในการมีจำนวนรวงต่อต้นที่เพิ่มขึ้น สำหรับจำนวนเมล็ดดีต่อรวงพบว่าสามคู่ผสมที่แสดงความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อ-แม่ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (16.48 – 55.26%) และไม่มีคู่ผสมใดเลยที่แสดงความดีเด่นในทางบวกเหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อหรือแม่ที่ดี ลักษณะน้ำหนัก 1,000 เมล็ด พบว่า คู่ผสม KDML105 TGMS 2 / SP60 แสดงความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของพ่อหรือแม่ที่ดีในทางบวก (1.33%) และลักษณะน้ำหนักเมล็ดดีต่อต้นพบว่า สามคู่ผสมแสดงความดีเด่นเหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อหรือแม่ที่ดีในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญ (33.51 – 49.36%) และคู่ผสม KDML 105 TGMS 2 / SP60 แสดงความดีเด่นสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (49.36%) แสดงให้

เห็นว่า คู่ผสม KDML 105 TGMS 2 / SP60 นี้เป็นคู่ผสมเดียวที่ให้ผลผลิตที่สูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตเฉลี่ยของพันธุ์พ่อหรือแม่ที่ดี

ลักษณะวันออกดอก ลักษณะวันสุกแก่ และความสูงของลำต้น

ทุกคู่ผสมแสดงความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อ-แม่ในทางลบ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ของลักษณะอายุออกดอก (3.60 – 29.77%) ลักษณะอายุสุกแก่ (3.27 – 19.30%) ดังตารางที่ 2 ส่วนลักษณะความสูงของลำต้นพบว่าสามคู่ผสมแสดงค่าความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของพ่อหรือแม่ที่ดีในทางลบ (25.15 – 28.54%) และมีหนึ่งคู่ผสมแสดงค่าความดีเด่นเหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อ-แม่

Table 2 Heterosis for yield and related characters in F_1 hybrids rice.

F_1 Hybrids	Yield and related characters											
	Day to flowering (%)			Day to maturing (%)			Plant height (%)			Number of panicles/plant (%)		
	H	Hb	H	Hb	H	Hb	Hb	H	Hb	H	Hb	Hb
KDML 105 TGMS 1/SP1	-21.03**	-29.77**	-18.14**	-19.3**	-3.03 ^{ns}	-28.54**	31.84**	22.92**	-	-39.87*	-	-21.28*
KDML 105 TGMS 1/SP60	-20.36**	-26.52**	-0.51 ^{ns}	-4.56 ^{ns}	-6.50 ^{ns}	-25.57**	9.89 ^{ns}	4.17 ^{ns}	-	32.21 ^{ns}	-	-25.11**
KDML 105 TGMS 1/PT1	-16.08**	-27.36**	-18.14**	-19.30**	0.40 ^{ns}	-25.15*	29.35**	23.81**	-	-22.37 ^{ns}	-	-25.33**
KDML 105 TGMS 2/SP1	-3.60**	-14.89**	-3.27*	-14.21**	20.35**	6.21 ^{ns}	-8.29**	-15.31 ^{ns}	-	-5.31 ^{ns}	-	3.51**
KDML 105 TGMS 2/SP60	-14.03**	-21.27**	-9.56**	-15.69**	34.16**	31.23**	0.53 ^{ns}	-3.57**	-	6.48 ^{ns}	-	49.36**
KDML 105 TGMS 2/PT1	-8.41**	-21.27**	-4.97**	-15.71**	20.76**	8.25 ^{ns}	-5.91**	-9.05**	-	-2.81 ^{ns}	-	20.86**

H, heterosis over the mid-parent; Hb, heterosis over the better parent; *, **, significant at 95 % and 99 % levels by LSD; ns, non significant .

และเหนือกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อหรือแม่ที่ดีในทางบวกอย่างมีนัย (34.16 และ 31.23%) จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าทุกคู่ผสม แสดงลักษณะอายุการสุกแก่ที่เร็วกว่าพันธุ์พ่อ-แม่ และแสดงการเป็นต้นเดียวแสดงว่าคู่ผสมดังกล่าวแสดงลักษณะที่เป็นพันธุ์เบา มากกว่าพ่อ-แม่ ซึ่งถือว่าเป็นลักษณะที่ดี ที่จะทำให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เร็วขึ้น ซึ่งให้ผลที่เหมือนกับงานศึกษาของ Shukla and Pandey (2007) ที่ทำการศึกษาในลูกผสมข้าวที่ 1 แล้วพบว่า ให้ค่าความดีเด่นในทางลบของลักษณะวันออกดอกและวันสุกแก่

สรุป

คู่ผสมระหว่างสายพันธุ์ที่มีเกสรเพศผู้เป็นหมันแบบไวต่ออุณหภูมิ กับข้าวพันธุ์ดีของไทยต่าง ๆ นั้นพบว่าคู่ผสม KDML 105 TGMS 2 / SP60 เป็นคู่ผสมที่แสดงความดีเด่นของลูกผสมที่ดี ทั้งผลผลิตและลักษณะอื่นที่เกี่ยวข้องกับการให้ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นดีที่สุด จึงเป็นคู่ผสมที่น่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง ในการสร้างสายพันธุ์ลูกผสมทางการค้า และเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความสมบูรณ์มากขึ้นควรมีการศึกษาเพิ่มเติม โดยทำการปลูกทดสอบในสถานที่ปลูกที่มีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันหลาย ๆ พื้นที่ เพื่อคัดเลือกสถานที่ปลูกที่สามารถทำให้ลูกผสมมีการแสดงออกของลักษณะต่าง ๆ ได้ดี และเนื่องจากคู่ผสม KDML 105 TGMS 2 / SP60 นี้ไม่ตอบสนองต่อช่วงแสง จึงสามารถปลูกทดสอบได้ทั้งฤดูนาปี และฤดูนาปรัง ซึ่งมีประโยชน์มากในขบวนการผลิตเพื่อให้ได้ผลผลิตที่เพียงพอต่อความต้องการของตลาดโลก

เอกสารอ้างอิง

- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2550. ภาวะเศรษฐกิจการเกษตร. ข้าวเศรษฐกิจการเกษตร 53(604): 22-24.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2551. ภาวะเศรษฐกิจการเกษตร. ข้าวเศรษฐกิจการเกษตร 54(615): 19.

- Lopez, M.T. and S.S. Virmani. 2000. Development of TGMS lines for developing two-line hybrids for the tropics. *Euphytica* 114: 211-215.
- Lu, X.G., Z.G. Zhang, K. Maruyama and S.S. Virmani. 1994. Current status of two-lines method of hybrid rice breeding. pp. 37-49. *In*: S.S. Virmani (ed.). *Hybrid Rice Technology: New Developments and Future Prospects*. International Rice Research Institute, Manila.
- Pham, C.V., S. Murayama, Y. Ishimine, Y. Kawamitsu, K. Motomura and E. Tsuzuki. 2004. Sterility of thermo-sensitive genic male sterile line, Heterosis for grain yield and related characters in F_1 hybrid rice (*Oryza sativa* L.). *Plant Prod. Sci.* 7(1): 22-29.
- Shukla, S. K. and M. P. Pandey. 2007. Combining ability and heterosis over environments for yield and yield components in two-line hybrids involving thermosensitive genic male sterile line in rice (*Oryza sativa* L.). *Plant Breeding* 127(1): 28-32.
- Verma, O.P. and H.K.Srivastava. 2004. Genetic component and combining ability analyses in relation to heterosis for yield and associated traits using three diverse rice-growing ecosystems. *Field Crops Research* 88: 91-102.
- Xin, C., W. Sorajjapinun, S. Reiwthongchum and P. Srinives. 2003. Identification of parental-lines for production of hybrid varieties. *Chaing Mai Univ. J.* 2(2): 97-106.