ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมทนแล้ง: พันธุ์นครสวรรค์ 3

Nakhon Sawan 3: A drought tolerance hybrid maize (*Zea mays* L.)

พิเชษฐ์ กรุดลอยมา[1*], สุริพัฒน์ ไทยเทศ[1], และ กัลยา ภาพินธุ์[1]

Pichet Grudloyma[1*], Suriphat Thaitad[1], and Kallaya Papintu[1]

บทคัดย่อ: ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ได้ดำเนินการค้นคว้าและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม เพื่อให้ได้พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและทนแล้ง ตั้งแต่ปี 2547 มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมหลายพันธุ์ผ่านการประเมินผลผลิตตามขั้นตอนต่างๆ ในแหล่งปลูกข้าวโพดที่สำคัญของประเทศไทย โดยมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมทนแล้งพันธุ์นครสวรรค์ 3 ให้ผลผลิตสูงถึง 1,150 กก./ไร่ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 72 ร้อยละ 20 (เฉลี่ยจาก 34 แปลงทดลอง) และสูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 2 ร้อยละ 4 (เฉลี่ยจาก 43 แปลงทดลอง) นอกจากนั้น จากการประเมินผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมในสภาพขาดน้ำในระยะออกดอกเป็นเวลา 1 เดือน พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 3 ให้ผลผลิต 836 กก./ไร่ สูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 2 (ให้ผลผลิต 767 กก./ไร่) ร้อยละ 9

คำสำคัญ: ข้าวโพดลูกผสม ข้าวโพดทนแล้ง สภาพขาดน้ำ

Abstract: Nakhon Sawan Field Crops Research Centre (NSFCRC) has conducted the research and development on maize hybrid for high yield and drought tolerance since 2004. Several promising hybrids have passed the steps of yield evaluation over major maize growing areas in Thailand. Nakhon Sawan 3 (NS 3), a promising drought tolerance hybrid, yielded 1,150 kg/rai of grain which was higher than Nakhon Sawan 72 (NS 72) by 20% (averaged from 34 locations) and yielded higher than Nakhon Sawan 2 (NS 2) by 4% (averaged from 43 locations). Under one-month severe water stress at flowering stage, NS 3 showed with grain yield of 836 kg/rai (9% higher), compared to NS 2.

Keyword: hybrid maize, drought tolerant maize, water stress

[1] ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ 60190

Nakhon Sawan Field Crops Research Centre, Tak Fa, Nakhon Sawan 60190, Thailand

* Corresponding author: pgrudloyma@yahoo.com

คำนำ

พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทยอยู่ในเขตภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง โดยมีพื้นที่ปลูก 3,925,777 1,648,433 และ 1,367,432 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 59.0 24.0 และ 19.9 ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2549) พื้นที่มากกว่าร้อยละ 98 อยู่ในสภาพไร่เขตเกษตรน้ำฝน โดยมีฝนตกเฉลี่ยปีละประมาณ 1,100 - 1,200 มม. เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกข้าวโพดในฤดูต้นฝน ช่วงเดือนเมษายน - พฤษภาคม และมักประสบปัญหาการกระจายตัวของฝนไม่สม่ำเสมอ Eskasingh et al. (2004) รายงานว่าปัญหาสภาพฝนแล้งหรือการกระจายตัวของฝนไม่สม่ำเสมอเป็นปัญหาสำคัญที่สุด ในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในฤดูต้นฝน และได้ประเมินโอกาสความสำเร็จในการแก้ปัญหาการผลิตในสภาพฝนแล้ง พบว่าการใช้พันธุ์ข้าวโพดที่เหมาะสมสามารถทนสภาพแล้งสามารถช่วยลดความเสียหายของผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ดังนั้น ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ จึงได้ดำเนินการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมเพื่อให้มีผลผลิตสูง ให้ผลผลิตใกล้เคียงกับพันธุ์ลูกผสมการค้า และมีความทนแล้ง เพื่อแนะนำสู่เกษตรกร

วิธีการศึกษา

1) พัฒนาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ตากฟ้า 1 (Nei 452008) และตากฟ้า 3 (Nei 452015) ที่ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ระหว่างปี 2543-2546 โดยผสมตัวเองจำนวน 6 ครั้ง จากประชากรข้าวโพด Pioneer 3003F_2 และประชากรข้าวโพด C5124001F_2 ตามลำดับ จากนั้นนำสายพันธุ์แท้ตากฟ้า 1 และตากฟ้า 3 ผสมพันธุ์กันได้พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมเดี่ยวพันธุ์นครสวรรค์ 3 ประเมินผลผลิต ตามขั้นตอนปรับปรุงพันธุ์ ระหว่างปี 2547 - 2551 ได้เปรียบเทียบเบื้องต้น เปรียบเทียบมาตรฐาน เปรียบเทียบในท้องถิ่น และเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร ตามลำดับ โดยปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ละ 4 แถว ในการทดลองเปรียบเทียบเบื้องต้น มาตรฐาน และในท้องถิ่น และ 6 แถว ในการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร แถวยาว 5.0 ม. ใช้ระยะปลูก 0.75 X 0.20 ม. หยอด 2 เมล็ด/หลุม เมื่อข้าวโพดอายุ 3 สัปดาห์ ถอนแยกเหลือ 1 ต้น/หลุม พ่นสารเคมีควบคุมวัชพืช อะทราซีนและ อะลาคลอร์ อัตรา 200 กรัม + 300 ซีซี/ไร่ หลังปลูกขณะดินมีความชื้น ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร15-15-15 รองพื้นในอัตรา 50 กก./ไร่ และใส่ปุ๋ยยูเรีย อัตรา 25 กก./ไร่ เมื่อข้าวโพดมีอายุ 3 สัปดาห์ เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อข้าวโพดมีอายุ 110-120 วัน พื้นที่เก็บเกี่ยว 7.65 ตร.ม. ในการทดลองเปรียบเทียบเบื้องต้น มาตรฐาน และในท้องถิ่น และ 15.30 ตร.ม. ในการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจังหวัดนครราชสีมา เพชรบูรณ์ เลย สุโขทัย ปราจีนบุรี ลพบุรี ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ไร่เกษตรกรจังหวัดนครสวรรค์ นครราชสีมา ลพบุรี เพชรบูรณ์ เลย ปราจีนบุรี สุโขทัย อุตรดิตถ์ และกำแพงเพชร

2) การทดสอบพันธุ์ในไร่เกษตรกร ดำเนินการในปี 2550 จำนวน 13 แปลงในไร่เกษตรกร จังหวัดนครสวรรค์ 7 แปลง เพชรบูรณ์ 3 แปลง สระแก้ว 2 แปลง และ ลพบุรี 1 แปลง โดยนำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 3 ให้เกษตรกรปลูกในพื้นที่ 2 ไร่ เปรียบเทียบกับพันธุ์การค้าที่เกษตรกรปลูก โดยใช้เทคโนโลยีการผลิตของเกษตรกร และเกษตรกรเป็นผู้ดำเนินการ

3) การประเมินความทนแล้งในปี 2549 ระหว่างเดือนพฤศจิกายน-มีนาคม โดยปลูกเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวโพดใน 2 สภาพแวดล้อม คือ สภาพที่มีการให้น้ำสม่ำเสมอตลอดฤดูปลูก เปรียบเทียบกับสภาพการขาดน้ำในระยะออกดอกเป็นเวลา 1 เดือน โดยเริ่มงดการให้น้ำตั้งแต่ ระยะก่อนข้าวโพดออกดอก 2 สัปดาห์ต่อเนื่องไป จนครบ 1 เดือน แล้วจึงให้น้ำตามปรกติ วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ มีจำนวนพันธุ์ปลูกทดสอบ 50 พันธุ์ ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ บันทึก

ข้อมูล ค่าวิเคราะห์ดิน ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา การม้วนของใบ (leaf rolling) ในแปลงทดลองทนแล้ง โดยให้คะแนน 1-5 โดย 1 = ใบปกติ 2 = ใบม้วนเล็กน้อย 3 = ใบม้วนคล้ายรูปตัววี 4 = ขอบใบม้วนถึงกลางใบ 5 = ใบห่อม้วนคล้ายใบหอม (Banzinger et al., 2000) อายุวันออกไหม 50% อายุวันออกดอกตัวผู้ 50% ความสูงต้นและฝัก ผลผลิต และความชื้นขณะเก็บเกี่ยวผลผลิต วิเคราะห์ผลการทดลองใช้โปรแกรม MSTAT-C ในการวิเคราะห์ทางสถิติ

4) การทดสอบการยอมรับของเกษตรกร ดำเนินการในปี 2550-2551 ศึกษาทัศนคติของเกษตรกรต่อข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 3 โดยการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 3 ใน นครสวรรค์ เพชรบูรณ์ นครราชสีมา และ เชียงใหม่ จำนวน 140 ราย

ผลการศึกษา

การประเมินผลผลิต

การเปรียบเทียบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 3 ในขั้นตอนการเปรียบเทียบเบื้องต้นมาตรฐาน ในท้องถิ่น และไร่เกษตรกร ตั้งแต่ปี 2547-2550 พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 3 ให้ผลผลิต 1,150 กก./ไร่ มากกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 72 ร้อยละ 20 (เฉลี่ยจาก 34 แปลงทดลอง) และ ให้ผลผลิต 1,106 กก./ไร่ มากกว่าพันธุ์ นครสวรรค์ 2 ร้อยละ 4 (เฉลี่ยจาก 43 แปลงทดลอง) ในขณะที่พันธุ์การค้า ให้ผลผลิต 1,100 กก./ไร่ (**Table 1**)

การทดสอบพันธุ์ในไร่เกษตรกร

การทดสอบพันธุ์ในไร่เกษตรกร เปรียบเทียบกับพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมการค้าที่เกษตรกรปลูก เช่น เอ็นเค48 บิ๊ก919 แปซิฟิก999 ซีพี-เอเอเอ ไบโอซีดส์9909 และ ซีพี-คิวคิวคิว เป็นต้น พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม พันธุ์นครสวรรค์ 3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,073 กก./ไร่ ในขณะที่พันธุ์การค้าให้ผลผลิต เฉลี่ย 1,137 กก./ไร่ (**Table 2**)

การประเมินความทนแล้ง

การเปรียบเทียบความทนแล้ง โดยการประเมินผลผลิต และลักษณะทางการเกษตรของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม ในสภาพแวดล้อม การขาดน้ำในระยะออกดอกเป็นเวลา 1 เดือน พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 3 ให้ผลผลิต 836 กก./ไร่ สูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 2 ซึ่งให้ผลผลิต 767 กก./ไร่ ร้อยละ 9 โดยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 3 และพันธุ์นครสวรรค์ 2 มี % สูญเสียผลผลิต ร้อยละ 34 และ 37 ตามลำดับ และมีคะแนนการม้วนของใบ 2.0 และ 1.9 ตามลำดับ โดยพันธุ์ลูกผสมทั้งสองมีความทนทานแล้งมากกว่าพันธุ์การค้า ซึ่งให้ผลผลิตในสภาพการขาดน้ำ 450 กก./ไร่ มี % สูญเสียผลผลิตร้อยละ 62 และมีคะแนนการม้วนของใบ 3.1 (**Table 3**)

การยอมรับของเกษตรกร

พบว่า เกษตรกรร้อยละ 63 มีความพอใจต่อศักยภาพของพันธุ์นครสวรรค์ 3 อย่างไรก็ตาม จากการจัดทำแบบสอบถามความพอใจ ในลักษณะทางการเกษตร และผลผลิตของพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 3 โดยจัดเป็น ระดับ 1-5 (1 = ไม่ชอบ 2 = ชอบน้อย 3 = ชอบ 4 = ชอบปานกลาง และ 5 = ชอบมากที่สุด) พบว่า เกษตรกรร้อยละ 90 ยอมรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 3 ในลักษณะความแข็งแรงของต้นกล้า ความต้านทานโรคราน้ำค้าง การเจริญเติบโต และการตอบสนองต่อปุ๋ย ความทนแล้ง ขนาดของฝัก สีของเมล็ด ผลผลิต และการเก็บเกี่ยวง่ายโดยให้คะแนนอยู่ในระดับ 4-5 (**Table 4**)

Table 1 Grain yield (kg/rai) of NS 3 compared to Commercial hybrid NS 2 and NS 72 tested in 2004-2007.

	PYT [2/]	SYT[3/]			RYT [4/]		FT[5/]	Mean[6/]	Relative to	Mean[7/]	Relative to
	(2004)	(2005)					(2007)		NS 72 (%)		NS 2 (%)
Hybrid		I	II	III	(2006)	(2007)					
NS 3	1,281a	1,170 ab	1,342 a	1,096 a	1,140 a	1,055 a	940 a	1,150	120	1,106	104
Commercial	1,407a	1,145 b	1,224 a	1,054 a	1,069 b	1,016 ab	931 a	1,063	111	1,100	103
NS 2	1,325a	1,229 a	1,275 a	1,085 a	1,162 a	989 b	794 b	1,138	119	1,066	100
NS 72	989 b	1,059 c	1,064 b	868 b	951 c	871 c	-	954	100	-	-
CV (%)	5.66	8.70	10.50	13.83	10.50	9.61	10.89	-	-	-	-
No. of locations[1/]	(1)	(6)	(5)	(5)	(8)	(9)	(9)	(34)		(43)	

Means within a column followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT.

[1/] Numbers in blanket are numbers of locations

[2/] Preliminary yield trial (PYT)

[3/] Standard yield trial (SYT)

[4/] Regional yield trial (RYT)

[5/] Farm trial (FT)

[6/] Average from PYT SYT and RYT in 2004-2007

[7/] Average from PYT SYT RYT and FT in 2004-2007

Table 2 Grain yield (kg/rai) of NS 3 compared to commercial hybrids from farmers' field test over 13 locations in 2007.

Locations	Yield (kg/rai)	
	NS 3	Commercial hybrids
Chonplu, Tak Fa, Nakhon Sawan	655	533
Khao-chai-tong, Tak Fa, Nakhon Sawan	769	708
Lumphayon, Tak Fa, Nakhon Sawan	1,202	1,320
Khao-kala 1, Phayuhakiri, NakhonSawan	1,292	1,139
Khao-kala 2, Phayuhakiri, Nakhon Sawan	1,185	1,296
Nong-bua, Nong-Bua, Nakhon Sawan	683	636
Mae-Pern, MaePoen, Nakhon Sawan	1,110	1,075
Submaidang, Bueng Sam Phan, Petchabun	773	855
Ladkhae, Chon Daen, Petchabun	774	723
Thung-hin-Khone, Sa Kaew	1,237	1,350
Baow-nangching, Sa Kaew	854	1,037
Khoktoom, Mueang, Lop Buri	923	1,298
Namron, Wichian Buri, Petchabun	455	376
Mean	1,073 (100%)	1,137 (106%)
No. of maize fields	13	13

Source: Grudloyma et al. (2007)

Table 3 Grain yield (kg/rai) Anthesis-Silking Interval (ASI) and leaf rolling of NS 3 compared to commercial hybrids under drought condition tested at Nakhon Sawan Field Crops Research Centre in 2006.

Hybrid	Yield (kg/rai)		Mean	Yield reduction (%)	ASI [1/] (day)	Rolling leaf score [2/] (1-5)
	Well watered	Water stress				
NS 3	1,279 a	836 a	1,058	34	0.0	2.0 b
Commercial	1,181 a	450 b	816	62	3.0	3.1 a
NS 2	1,213 a	767 a	990	37	1.0	1.9 b
Mean	1,220	797		-	1.0	2.3
CV (%)	6.23	20.99		-	-	24.50

Means within a column followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT.

[1/] ASI = Silking (day) - Anthesis (day)

[2/] Score 1-5 (1=unrolled, turgid 2= leaf rim starts to roll 3= leaf has the shape of V 4= rolled leaf rim covers part of leaf blad 5= leaf is rolled like an onion)

Source: Modified from Grudloyma et al. (2006)

Table 4 Percentages of farmers' preferences to agronomic characteristic of NS 3 at farmers' field in 2007.

Agronomic characteristics	Percentages [1/]				
	Highly preferred	Most preferred	Moderately preferred	Preferred	Not preferred
Seedling vigor	71	23	6	0	0
Resistance to downy mildew	85	15	0	0	0
Growth and fertilizer response	90	5	5	0	0
Drought tolerance	73	20	7	0	0
Ear size	56	40	3	0	0
Kernel colour	62	36	2	0	0
Yield	51	40	8	1	0
Hand picking	65	26	9	0	0

[1/] Data from 140 questionares at Nakhon Sawan, Phetchabun, Nakhon Rachasrima and Chiang Mai

Source: Grudloyma et al. (2007)

วิจารณ์

จากการประเมินผลผลิต ตั้งแต่ปี 2547-2550 แสดงให้เห็นว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 3 สามารถปรับตัวได้ดี ในแหล่งปลูกข้าวโพดที่สำคัญของประเทศไทย ให้ผลผลิตสูงใกล้เคียงกับพันธุ์การค้าที่เกษตรกรนิยมปลูก นอกจากนี้ ผลผลิตเสียหายน้อยกว่าพันธุ์การค้า เมื่อประสบภาวะฝนแล้งในช่วงระยะเวลาออกดอก สาเหตุหนึ่งเนื่องจากดอกตัวผู้ และตัวเมียของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 3 ออกดอกพร้อมกัน ทำให้มีการผสมและพัฒนาเมล็ดดี รวมถึงมีการม้วนของใบเพียงเล็กน้อย ทำให้การเจริญ และพัฒนาของลำต้น และฝักไม่ถูกจำกัด ซึ่งเป็นลักษณะที่ดีสำหรับพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมทนแล้ง นอกจากนี้แล้ว กลุ่มเกษตรกรที่ตอบแบบสอบถามยังยอมรับในผลผลิต และลักษณะทางการเกษตรต่างๆ ดังนั้น ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 3 จึงเหมาะที่จะส่งเสริมให้เกษตรกรปลูก เป็นทางเลือกหนึ่งของเกษตรกรในการเลือกใช้พันธุ์ข้าวโพดลูกผสมจากที่มีวางจำหน่ายในท้องตลาด

สรุป

ในแหล่งปลูกข้าวโพดที่สำคัญของประเทศไทย พบว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมทนทานแล้งพันธุ์นครสวรรค์ 3 ให้ผลผลิตใกล้เคียงกับพันธุ์ลูกผสมการค้า โดยให้ผลผลิตเฉลี่ยมากกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 72 และ นครสวรรค์ 2 ร้อยละ 20 และ 4 ตามลำดับ และจากการประเมินผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมในสภาพแวดล้อมการขาดน้ำในระยะออกดอกเป็นเวลา 1 เดือน พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 3 ให้ผลผลิต 836 กก./ไร่ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์นครสวรรค์ 2 ซึ่งให้ผลผลิต 767 กก./ไร่ ร้อยละ 9 และมี%สูญเสียผลผลิตร้อยละ 34

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2549. ข้อมูลการผลิตและการตลาดสินค้าการเกษตรที่สำคัญ: ส่วนวิจัยเศรษฐกิจพืชไร่นา. สำนักวิจัยเศรษฐกิจ สำนักเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. แหล่งข้อมูล http://www.oae.go.th/statistic/yearbook49 ค้นเมื่อ 2 ตุลาคม 2550

พิเชษฐ์ กรุดลอยมา สุริพัฒน์ ไทยเทศ และกัลยา พาพินธุ 2549. การปรับปรุงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพื่อผลผลิตสูงและทนทานแล้ง. หน้า 6-7. *ใน: รายงานผลงานวิจัย ประจำปี 2549.* ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 กรมวิชาการเกษตร.

พิเชษฐ์ กรุดลอยมา, กัลยา ภาพินธุ, ปรีชา แสงโสดา, อานนท์ มลิพันธุ์, รัชดา ปรัชเจริญวนิชย์, อรรณพ กสิวิวัฒน์, อารีรัตน์ ภักดีตุละ, อ้อยทิน จันทร์เมือง, พินิจ กัลยาศิลปิน, และ สมโภชน์ แก้วเทียน. 2550. การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร : พันธุ์ข้าวโพดลูกผสมพันธุ์ดีเด่นทนทานแล้ง. น. 31-32. ใน: รายงานผลงานวิจัย ประจำปี 2550. ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 กรมวิชาการเกษตร.

Banzinger, M., G.O. Edmeader, D. Beck and M. Bellen. 2000. Breeding for Drought and Nitrogen Stress Tolerance in Maize: From theory to practice. Mexico, D.F., CIMMYT

Eskasingh, B., P. Gypmantasiri, K. Thong-Ngam and P. Grudloyma. 2004. Maize in Thailand: Production Systems, Constraints, and Research Priorities. D.F.: CIMMYT, Mexico.