การประเมินศักยภาพความทนแล้งในข้าวโพดโดยอาศัยลักษณะทางกายวิภาค

Evaluation of Drought Tolerance in Maize Using Anatomical Characteristics

ประศาสตร์ เกื้อมณี

ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทคัดย่อ

ทำการประเมินความทนแล้งและประสิทธิภาพการลำเลียงน้ำในข้าวโพดจำนวน 26 สายพันธุ์ โดยการนับจำนวนปากใบและจำนวนกลุ่มท่อลำเลียง พบว่า ข้าวโพดสายพันธุ์ Ksx 5302 น่าจะมีความทนแล้งได้ดีที่สุด และสายพันธุ์ Ksei 14004 มีความทนแล้งน้อยที่สุด สายพันธุ์ 4452 มีศักยภาพการลำเลียงน้ำดีที่สุด ในขณะที่สายพันธุ์ NK 40 มีศักยภาพการลำเลียงน้ำน้อยที่สุด จากการศึกษาในครั้งนี้สามารถจัดกลุ่มความทนแล้งของข้าวโพดได้ 3 กลุ่มคือ กลุ่มทนแล้ง (มีปากใบน้อยกว่า 150 ปากใบ/ ตร.มม.) กลุ่มกึ่งทนแล้ง (มีปากใบ 150 -165 ปากใบ/ ตร.มม.) และกลุ่มไม่ทนแล้ง (มีปากใบมากกว่า 165 ปากใบ/ ตร.มม.)

คำสำคัญ: ข้าวโพด ความทนแล้ง กายวิภาค

Abstract

Drought tolerance and water conductance efficiency in 26 varieties of corn were evaluated using number of stomata and number of vascular bundles. It was found that the variety Ksx 5302 seems to be the most drought tolerance while the variety Ksei 14004 is the most drought susceptible. The variety 4452 showed the highest water conductance efficiency whereas the variety NK 40 had the lowest efficiency. From this study, the all varieties can be classified into 3 groups; drought tolerant varieties (less than 150 stmata/ mm^2), semi-drought tolerant varieties (150-165 stmata/ mm^2) and drought susceptible varieties (morethan 165 stmata/ mm^2)

Key words: Maize, Drought tolerance, Anatomy

ผลการศึกษา

1: การเปรียบเทียบจำนวนปากใบ

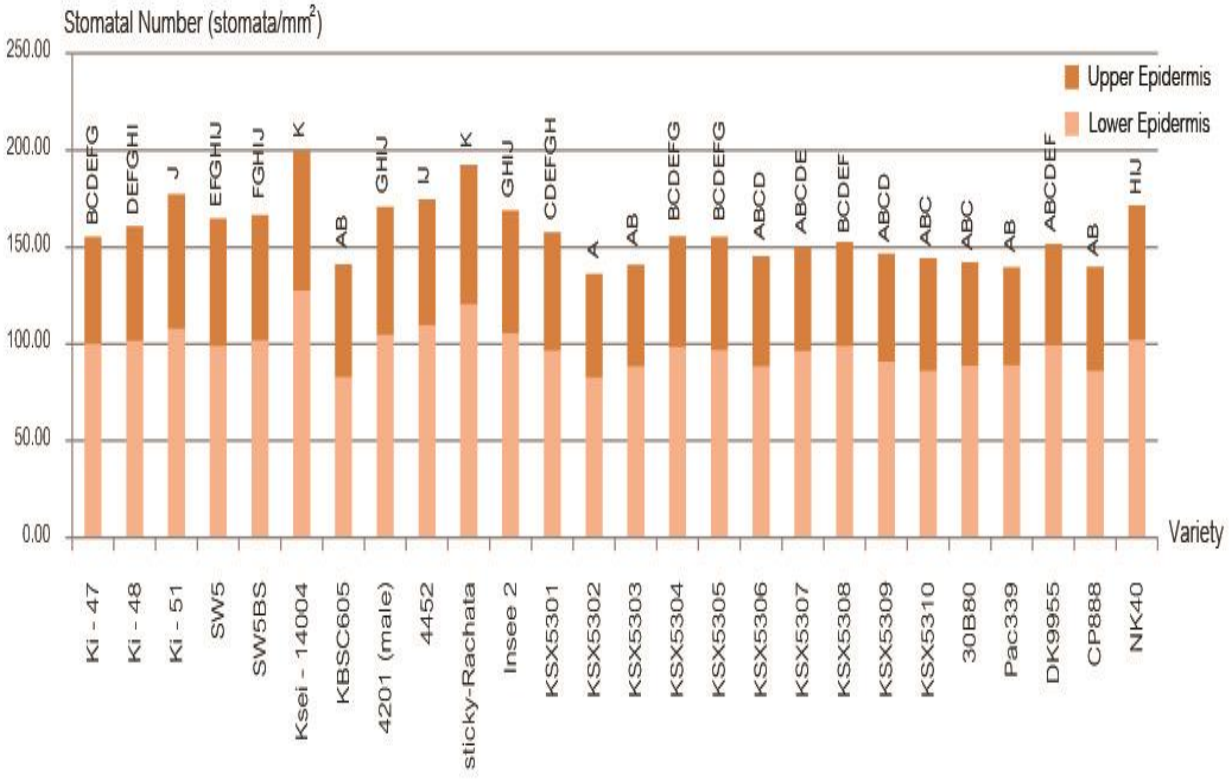
จากการตรวจนับจำนวนปากใบของข้าวโพดสายพันธุ์ต่างๆทั้ง 26 สายพันธุ์พบว่า ข้าวโพดทุกสายพันธุ์มีปากใบทั้ง 2 ด้านคือผิวใบด้านบน (upper epidermis) และด้านล่าง (lower epidermis) แต่พบปากใบที่ผิวใบด้านล่างมีความหนาแน่นมากกว่า เมื่อนับปากใบรวมทั้งด้านบนและด้านล่างพบว่าข้าวโพดทั้ง 26 สายพันธุ์มีจำนวนปากใบอยู่ระหว่าง 136-200 ปากใบ/ ตร.มม. (ตารางที่ 1) และพบว่าสายพันธุ์ Ksei 14004 มีปากใบมากที่สุด (199.8 ปากใบ/ ตร.มม.) และสายพันธุ์ Ksx 5302 มีปากใบน้อยที่สุด (136.1 ปากใบ/ ตร.มม.) (ภาพที่ 1)

ตารางที่ 1 จำนวนปากใบเฉลี่ยของข้าวโพดจำนวน 26 สายพันธุ์

สายพันธุ์ข้าวโพด	จำนวนปากใบเฉลี่ย				รวม	
	Upper epidermis		Lower epidermis			
Ki - 47	55.1±7.74	ABC	100.1±11.28	DEFG	155.2±24.93	BCDEFG
Ki - 48	58.9±4.07	BCDE	101.7±5.08	DEFG	160.6±22.41	DEFGHI
Ki - 51	69.2±5.92	GH	108±13.07	FG	177.2±22.22	J
SW5	65.7±9.41	FGH	99±5.94	CDEFG	164.7±18.72	EFGHIJ
SW5BS	64.6±4.97	EFG	101.9±7.55	DEFG	166.5±20.12	FGHIJ
Ksei - 14004	72±10.91	H	127.8±15.75	H	199.8±31.52	K
KBSC605	58±7.6	BCD	83.1±8.58	A	141.1±15.1	AB
4201 (male)	65.88±6.29	FGH	104.88±20.63	EFG	170.76±24.95	GHIJ
4452.00	64.8±7.08	EFG	109.8±5.2	G	174.6±23.86	IJ
Sticky-Rachata	71.7±10.37	H	120.7±23.25	H	192.4±30.64	K

Insee 2	63±5.81	DEFG	105.8±8.9	EFG	168.8±23.14	GHIJ
KSX5301	60.8±5.61	CDEF	96.7±7.3	BCDE	157.5±19.48	CDEFGH
KSX5302	53.3±3.71	AB	82.8±12.35	A	136.1±17.55	A
KSX5303	52.13±5.89	AB	88.63±10.88	ABC	140.76±20.66	AB
KSX5304	56.8±5.12	ABCD	98.6±3.1	CDEF	155.4±21.83	BCDEFG
KSX5305	58.1±3.51	BCD	97.1±6.62	BCDEF	155.2±20.66	BCDEFG
KSX5306	56.6±7.52	ABCD	88.7±6.04	ABC	145.3±17.75	ABCD
KSX5307	53±5.62	AB	96.6±8.83	BCDE	149.6±23.5	ABCDE
KSX5308	53.6±6.62	AB	99.1±8.71	CDEFG	152.7±24.53	BCDEF
KSX5309	55.6±3.5	ABC	91±10.31	ABCD	146.6±19.64	ABCD
KSX5310	58±5.1	BCD	86.2±6.61	AB	144.2±15.57	ABC
30B80	53.1±4.43	AB	89±7.7	ABC	142.1±19.41	ABC
Pac339	50.3±6	A	89.1±7.19	ABC	139.4±20.92	AB
DK9955	52.1±6.52	AB	99.5±10.81	CDEFG	151.6±25.82	ABCDEF
CP888	53.5±2.51	AB	86.3±6.41	AB	139.8±17.48	AB
NK40	69±4.97	GH	102.4±7.89	EFG	171.4±18.3	HIJ

Data followed by the different letters are significantly difference at $P< 0.05$



ภาพที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์ข้าวโพดกับจำนวนปากใบ (ปากใบต่อตารางมิลลิเมตร)

เมื่อพิจารณาศักยภาพความทนแล้งของข้าวโพดทั้ง 26 สายพันธุ์สามารถจัดกลุ่มได้ดังนี้ คือ กลุ่มที่คาดว่ามีความทนแล้ง (มีปากใบน้อยกว่า 150 ปากใบ/ ตร.มม.) กลุ่มกึ่งทนแล้ง (มีปากใบ 150-165 ปากใบ/ ตร.มม.) และกลุ่มไม่ทนแล้ง (มีปากใบมากกว่า 165 ปากใบ/ ตร.มม.) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 การจัดกลุ่มความทนแล้งของข้าวโพดสายพันธุ์ต่างๆ

กลุ่มที่คาดว่าทนแล้ง	กลุ่มที่คาดว่ากึ่งทนแล้ง	กลุ่มที่คาดว่าไม่มีความทนแล้ง
30B80	DK9955	4201 (male)
CP888	Ki - 47	4452
KBSC605	Ki -48	Ki - 51
KSX5302	KSX5301	Ksei - 14004
KSX5303	KSX5304	NK40
KSX5306	KSX5305	SW5
KSX5309	KSX5307	SW5BS
KSX5310	KSX5308	Sticky-Rachata
Pac339		Insee 2

2: การตรวจนับจำนวนกลุ่มท่อลำเลียง

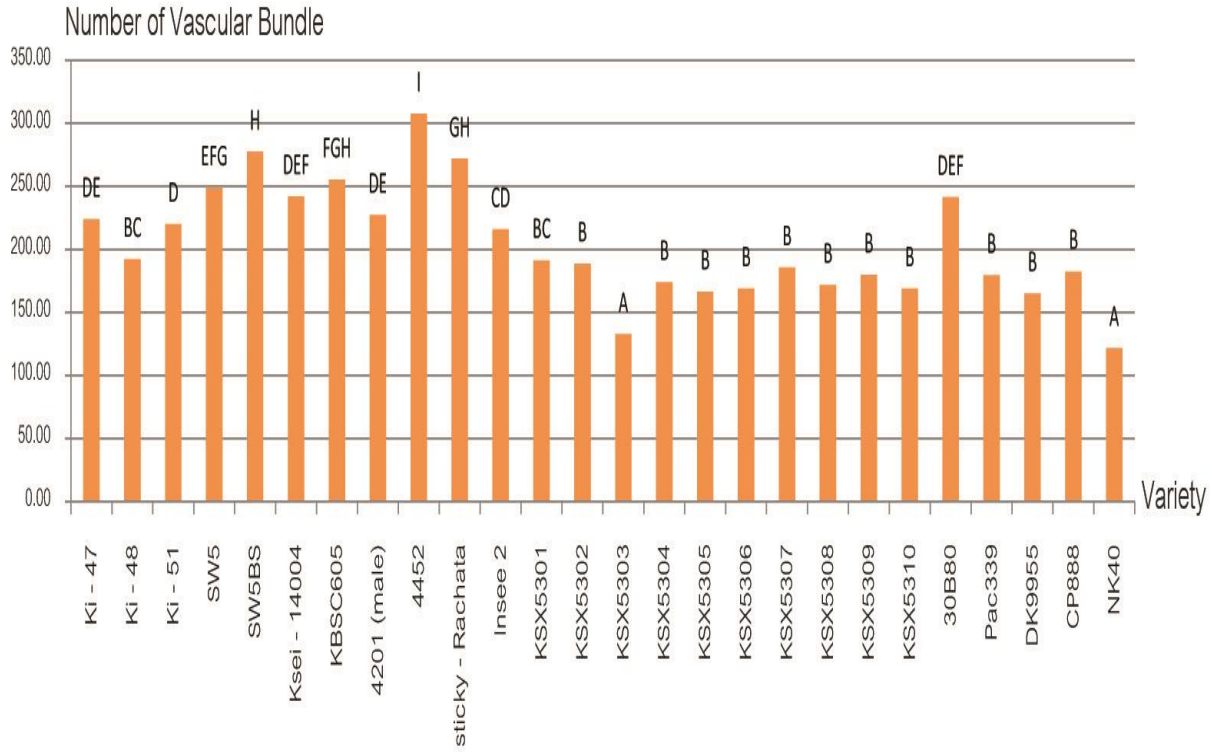
ข้าวโพดทั้ง 26 สายพันธุ์มีจำนวนท่อลำเลียงระหว่าง 122 – 308 กลุ่ม/ ต้น (ตารางที่ 3) โดยสายพันธุ์ 4452 มีท่อลำเลียงมากที่สุด (307.7 กลุ่ม/ ต้น) และสายพันธุ์ NK 40 มีท่อลำเลียงน้อยที่สุด (121.8 กลุ่ม/ ต้น) (ภาพที่ 2)

ตารางที่ 3 จำนวนกลุ่มท่อลำเลียงของข้าวโพด 26 สายพันธุ์

สายพันธุ์ข้าวโพด	จำนวนกลุ่มท่อลำเลียงเฉลี่ย/ ต้น	
Ki - 47	223.9±32.73	DE
Ki - 48	192.4±23.14	BC
Ki - 51	220.3±22.12	D
SW5	248.9±23.32	EFG
SW5BS	277.5±40.35	H
Ksei - 14004	242.14±59.35	DEF
KBSC605	255.5±35.26	FGH
4201 (male)	227.43±51	DE
4452	307.7±22.12	I
Sticky-Rachata	271.9±36.17	GH
Insee 2	216±13	CD
KSX5301	191.4±27.13	BC
KSX5302	188.75±32.17	B
KSX5303	132.78±12.26	A
KSX5304	174±12.72	B
KSX5305	166.5±16.57	B
KSX5306	168.8±15.37	B
KSX5307	185.6±20.8	B

KSX5308	171.8±10.28	B
KSX5309	179.8±23.53	B
KSX5310	169.1±15.58	B
30B80	241.6±13.53	DEF
Pac339	179.4±26.34	B
DK9955	165.2±22.51	B
CP888	182.5±31.87	B
NK40	121.8±11.36	A

Data followed by the different letters are significantly difference at $P< 0.05$



ภาพที่ 2 กราฟเปรียบเทียบจำนวนกลุ่มท่อลำเลียงระหว่างสายพันธุ์ข้าวโพด

เมื่อพิจารณาศักยภาพการลำเลียงน้ำและแร่ธาตุของข้าวโพดทั้ง 26 สายพันธุ์สามารถจัดกลุ่มได้ดังนี้ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 การจำแนกกลุ่มข้าวโพดตามศักยภาพการลำเลียงน้ำ

กลุ่มที่มีศักยภาพในการลำเลียงสูง	กลุ่มที่มีศักยภาพในการลำเลียงปานกลาง	กลุ่มที่มีศักยภาพในการลำเลียงต่ำ
30B80	4201 (male)	CP888
4452	Ki - 47	DK9955
KBSC605	Ki - 48	NK40
Ksei - 14004	Ki - 51	KSX5302
SW5	KSX5301	KSX5303
SW5BS	Insee 2	KSX5304
Sticky-Rachata		KSX5305
		KSX5306
		KSX5307
		KSX5308
		KSX5309
		KSX5310
		Pac339

วิจารณ์

ปากใบเป็นช่องทางสำหรับการคายน้ำของพืช ถ้าพืชมีปากใบน้อยทำให้โอกาสการสูญเสียน้ำออกจากต้นเป็นไปได้น้อย พืชดังกล่าวจะทนแล้งได้ดีกว่าพืชที่มีปากใบมาก (นิรันดร์ และประศาสตร์, 2553) Kermanee and Juntawong (2004) ได้ศึกษาศักยภาพความทนแล้งของข้าวโพดทนแล้งสายพันธุ์ Ki11 พบว่ามีปากใบน้อย (146.6 ปากใบ/ ตร.มม.) ในขณะที่สายพันธุ์ไม่ทนแล้ง Ki 3 มีจำนวนปากใบมาก (201.0 ปากใบ/ ตร.มม.) จากการศึกษาในครั้งนี้ สามารถกำหนดเกณฑ์สำหรับพิจารณาความทนแล้งของข้าวโพดโดยอาศัยความหนาแน่นของปากใบได้ดังนี้

สายพันธุ์ทนแล้งควรมีจำนวนปากใบน้อยกว่า 150 ปากใบ/ ตร.มม.

สายพันธุ์ไม่ทนแล้งควรมีจำนวนปากใบมากกว่า 165 ปากใบ/ ตร.มม.

แต่อย่างไรก็ตาม การที่พืชสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมที่แห้งแล้งได้ ก็อาจจะขึ้นกับปัจจัยอื่นๆได้ ซึ่งนอกจากการใช้จำนวนปากใบเป็นดัชนีการประเมินความทนแล้งแล้ว ยังสามารถใช้ดัชนีตัวอื่นๆได้ เช่น จำนวนและปริมาตรของ Bulliform cell (Fahn, 1982) ผลผลิตของพืช (สมใจ, 2549) ปริมาณของ Proline (วรัญญา, 2541) เป็นต้น

ข้าวโพดเป็นพืชพวกใบเลี้ยงเดี่ยวที่มีการเจริญเติบโตเพียงขั้นเดียว (primary growth) ทำให้จำกลุ่มของท่อลำเลียงไม่มีการเพิ่มจำนวนตลอดชีวิตการเจริญเติบโต ฉะนั้นจำนวนท่อลำเลียงที่พบในแต่ละสายพันธุ์เป็นลักษณะทางพันธุกรรมประจำสายพันธุ์ไม่ผันแปรไปตามสภาพแวดล้อม การศึกษาจำนวนท่อลำเลียงน้ำซึ่งมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของพืช เพราะเป็นเส้นทางการดูดและลำเลียงน้ำและแร่ธาตุจากดิน การตรวจนับท่อลำลียงน่าจะช่วยทำนายประสิทธิภาพของการเจริญเติบโต Kermanee and Juntawong (2004) ศึกษาในข้าวโพดสายพันธุ์ Ki 11 ที่ให้ผลผลิตสูงพบว่ามีจำนวนท่อลำเลียงค่อนข้างมาก (279 กลุ่ม/ ต้น) นอกจากจำนวนท่อลำเลียงแล้ว ขนาดและลักษณะของเซลล์ท่อน้ำ (vessel) ก็เป็นปัจจัยหนึ่งทีมีผลต่อประสิทธิภาพการลำเลียง เซลล์ท่อน้ำที่มีขนาดใหญ่แต่สั้นจะลำเลียงได้ดีกว่าเซลล์ที่มีขนาดเล็กและยาว (Esau, 1977; Fahn, 1981) แต่อย่างไรก็ตามในการศึกษาในครั้งนี้ได้ตรวจสอบเบื้องต้น (ข้อมูลไม่ได้รายงาน) พบว่าข้าวโพดแต่ละสายพันธุ์มีลักษณะของเซลล์ท่อน้ำคล้ายกัน จึงไม่น่าจะเป็นตัวแปรในการจัดกลุ่มศักยภาพการลำเลียงน้ำในข้าวโพด

สรุป

1. ข้าวโพดที่ทนแล้งควรมีปากใบน้อยกว่า 150 ปากใบ/ ตร.มม. และจากการศึกษาในครั้งนี้สายพันธุ์ Ksx 5302 มีปากใบน้อยที่สุด
2. ข้าวโพดสายพันธุ์ 4452 มีท่อลำเลียงน้ำมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดควรสร้างสายพันธุ์ที่มีจำนวนปากใบน้อยแต่มีจำนวนท่อลำเลียงมาก เพื่อที่จะเป็นสายพันธุ์ที่ทนแล้งและให้ผลผลิตสูง
2. ในข้าวโพดมีเซลล์พิเศษอยู่ในชั้นเนื้อเยื่อผิวที่ทำหน้าที่เป็นเซลล์เก็บน้ำโดยตรงเรียกว่า bulliform cell ซึ่งน่าจะมีบทบาทโดยตรงต่อการทนแล้ง และน่าจะใช้เป็นดัชนีวัดความทนแล้งได้ดีกว่า แต่ปัจจุบันนี้ยังไม่มีวิธีที่ใช้ตรวจนับจำนวนและวัดปริมาตรของเซลล์ดังกล่าวได้

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2546. **การปลูกพืชอายุสั้นในสภาพแห้งแล้ง**. ศูนย์วิทยบริการเพื่อส่งเสริมการเกษตร สำนักพัฒนาการถ่ายทอดเทคโนโลยี กรมส่งเสริม-การเกษตร, กรุงเทพฯ. (อัดสำเนา)

โครงการสารานุกรมไทยฯ. (ม.ป.ป). ลักษณะทั่วๆไปและลักษณะทางพฤกษศาสตร์. แหล่งที่มา: http://kanchanapisek.or.th/kp6/New/sub/book/book.php?book=3&chap=2&page=t3-2-infodetail04.html, สืบค้นเมื่อ 20 กรกฎาคม 2554.

โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชฯ. (ม.ป.ป). ข้าวโพด. แหล่งที่มา : http://www.rspg.or.th/plants_data/use/oil-10.htm, สืบค้นเมื่อ 3 กรกฎาคม 2554.

ธวัชชัย ณ นคร. 2535. **อิทธิพลของการขาดน้ำต่อผลผลิตพืช**. แหล่งที่มา : http://www.ldd.go.th/menu_Dataonline/G4/G4_19.pdf, สืบค้นเมื่อวันที่ 23 กรกฎาคม 2554.

นัฐภัทร์ คำหล้า พิเชษฐ์ กรุดลอยมา สุรพงษ์ ประสิทธิ์วัฒนเสรี และ กัลยา ภาพินธุ. 2548. **ความสัมพันธ์ของลักษณะรองกับผลผลิตข้าวโพดสายพันธุ์แท้ภายใต้สภาพแล้งของประเทศไทย**. การประชุมข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 32. ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์, สุโขทัย.

นิรันดร์ จันทวงศ์ และ ประศาสตร์ เกื้อมณี. 2553. **การโคลนนิ่งและหาลำดับเบสของยีนที่ตอบสนองต่อสภาวะแล้ง และความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะโครงสร้างทางกายวิภาคกับการทนทานต่อสภาพแล้งในข้าวโพด (Zea mays L.)**, การประชุมเชิงปฏิบัติการโครงการวิจัยแม่แบบข้าวโพดและข้าวฟ่าง ครั้งที่ 4. ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ, ลพบุรี.

วรัญญา คำปัน. 2541**. ปริมาณโพรลีนและน้ำตาลเมื่อข้าวอยู่ในสภาวะแล้ง และการคัดเลือกข้าวทนแล้ง.** วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สุธาทิพย์ ไพบูลย์นันทพงศ์. 2548. **การใช้น้ำของไม้ประดับทนแล้งบางชนิด**. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมใจ โควสุรัตน์. 2549**. การศึกษาลักษณะความทนแล้งของงาสายพันธุ์ต่าง ๆ**. ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี. กรมวิชาการเกษตร, อุบลราชธานี.

สมชัย ลิ่มอรุณ และคณะ. 2544. **การทดสอบข้าวโพดลูกผสมพันธุ์ปรับปรุงใหม่ที่ดีเด่นในไร่กสิกร**. การประชุมเชิงปฏิบัติการโครงการวิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่าง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2544. **สรีรวิทยาของพืช**. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ หน้า 237

สมาคมพ่อค้าข้าวโพดและพืชพันธุ์ไทย. (ม.ป.ป). ข้าวโพด. จาก http://www.thaimaizeandproduce.org/thaimaize/services, สืบค้นเมื่อ 3 กรกฎาคม 2554.

สรรเสริญ จำปาทอง ฉัตรพงศ์ บาลลา โชคชัย เอกทัศนาวรรณ และ วรจักร วงศ์พิลา. 2548. **การทนแล้งของข้าวโพดในระยะออกดอก**. การประชุมข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 32. ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ, สุโขทัย.

ไสว วงศ์วุฒิสาโรช. (ม.ป.ป). **ปริมาณการใช้น้ำของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์.** จาก http://www.rid.go.th/attatch_branch/qcorn.html, สืบค้นเมื่อ 23 กรกฎาคม 2554.

องค์การตลาดเพื่อเกษตรกร. (ม.ป.ป). **ข้าวโพด**. จาก http://www.mof.or.th/web/agriculture.php?id=52&cat=23, สืบค้นเมื่อ 3 กรกฎาคม 2554.

Bolanos, J. and G.O. Edmeades. 1996. The importance of the anthesis silking interval in breeding for drought tolerance in Tropical maize. **Field Crops** Res 48 :65-80p.

Fahn, A. 1982. **Plant Anatomy,** Pergamon Press, Oxford, UK.

Esau, K. 1977. Anatomy of Seed Plants. John Wiley and Sons, Inc., New York.

Kramer, P.J. and J.S. Boyer. 1995. **Water Relations of Plants and Soils**. Academic Press, San Diego.

Kermanee, P. and Juntawong, N. 2004. Evaluation of drought tolerance in corn using anatomical characteristics. The 3th International Conference on Maize and Sorghum. Lopburi, Thailand.

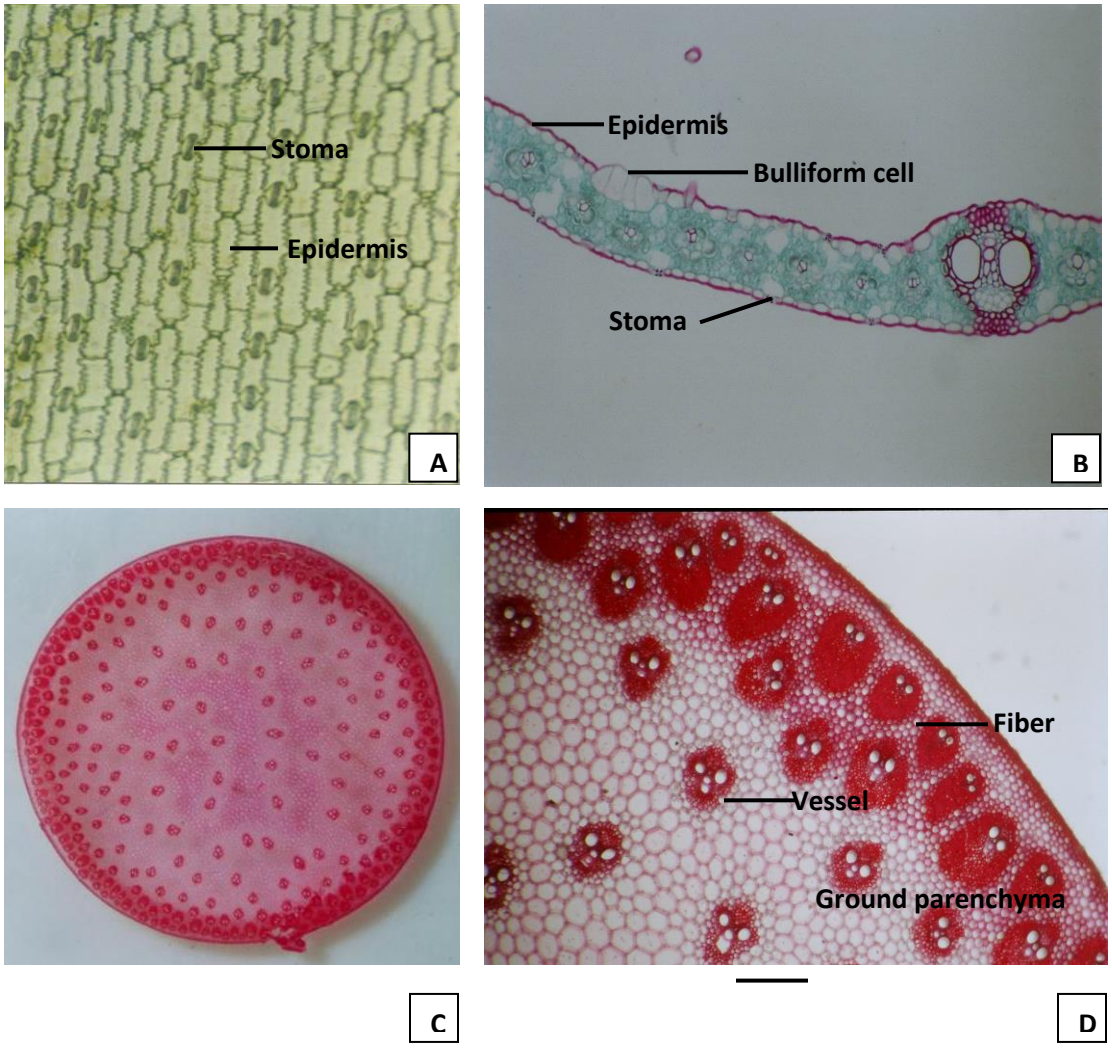
Zeiger, T. 1998. **Plant Physiology**. (2nd ed.). Sinauer Associates, Inc., Sunderland.

ภาคผนวก

แหล่งที่มา และประเภทของข้าวโพดสายพันธุ์ต่างๆ

พันธุ์	แหล่งที่มา	ประเภท
Ki - 47	Kasetsart University	inbred line variety
Ki - 48	Kasetsart University	inbred line variety
Ki - 51	Kasetsart University	inbred line variety
SW5	Kasetsart University	Open-pollinated variety
SW5BS	Kasetsart University	n/a
Ksei - 14004	Kasetsart University	inbred line variety
KBSC605	Kasetsart University	Non-Detasseled Single-Cross Hybrid
4201 (male)	n/a	n/a
4452	Kasetsart University	Hybrid Variety
Sticky-Rachata	Kasetsart University	Open-pollinated variety
Insee 2	Kasetsart University	Hybrid Variety
KSX5301	Kasetsart University	Single Cross Variety
KSX5302	Kasetsart University	Single Cross Variety
KSX5303	Kasetsart University	Single Cross Variety
KSX5304	Kasetsart University	Single Cross Variety
KSX5305	Kasetsart University	Single Cross Variety

KSX5306	Kasetsart University	Single Cross Variety
KSX5307	Kasetsart University	Single Cross Variety
KSX5308	Kasetsart University	Single Cross Variety
KSX5309	Kasetsart University	Single Cross Variety
KSX5310	Kasetsart University	Single Cross Variety
30B80	Pioneer Hi - Bred (Thailand) Co.,Ltd	Single Cross Variety
Pac339	Pacific Seeds (Thai) Ltd.	Single Cross Variety
DK9955	MONSANTO CO.,LTD.	Single Cross Variety
CP888	CP Crop	Single Cross Variety
NK40	SYNGENTA CO.,LTD.	Hybrid Variety



ภาพภาคผนวกที่ 1 ลักษณะทางกายวิภาคของข้าวโพด

A. ลักษณะของผิวใบ

B. กายวิภาคของใบ

C. กายวิภาคของลำต้น

D. ลักษณะของกลุ่มท่อลำลียง