ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย.) 28:167-173 (2537)

การใช้ลักษณะเพศผู้เป็นหมัน ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อน

Utilization of Male Sterility for Baby Corn Improvement

โชคชัย เอกทัศนาวรรณ[1] สุรพล เช้าฉ้อง[1] สรรเสริญ จำปาทอง[1]
ชไมพร เอกทัศนาวรรณ[2] และ ฉัตรพงศ์ บาลลา[1]

Chokechai Aekatasanawan, Surapol Chowchong, Sansern Jampatong,
Chamaiporn Aekatasanawan and Chatpong Balla

ABSTRACT

In baby corn (*Zea mays* L.) production, detasseling results in higher cost and perhaps in yield loss affected by some leaf loss. The objective of this research was to improve non-detasseled baby corn by using C cytoplasmic male sterility. Six selected male-sterile (no anthers exserted) lines from IITA (Nigeria) and Guatemala were used as females in crossing with two baby corn varieties : Suwan 2 (SW2) and Thai Supersweet Composite 1 DMR (TSC 1 DMR). Both SW2 and TSC 1 DMR were backcrossed to Nigeria and Guatemala lines for five and two times, respectively. The resulting five male-sterile varieties and three check varieties were evaluated in October, 1991 at Suwan Farm, Nakhonratchasima. A split plot design with detasseling (D) and non-detasseling (N) as the main plots and eight varieties as the sub-plots was employed. Population density was approximately 133,333 plants/hectare.

Results showed that for most characters the differences between the D and N of MS(1,2,6,7 x SW2)BC5 and (CU88A(18x19)xSW2)BC2 varieties were nonsignificant. However, the N gave significantly higher (P=0.01) husked and poor-fresh yields as well as a higher ratio of husked to unhusked ear weight than the D. Also these two male-sterile varieties gave significantly higher fresh yields of unhusked, husked and poor ears, ears/plant and ratios of husked to unhusked ears than the check, detasseled fertile Suwan 2.

Key words : baby corn, male sterility, cytoplasmic male sterility, detasseling, non -detasseling, fresh yield

1 ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา 30320
National Corn and Sorghum Research Center, Kasetsart University, Pakchong, Nakhonratchasima 30320, Thailand.

2 ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Dept. of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

บทคัดย่อ

การผลิตข้าวโพดฝักอ่อนต้องใช้วิธีการถอดช่อดอกตัวผู้ (ถอดยอด) ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นและอาจทำให้ผลผลิตลดลงเนื่องจากสูญเสียใบบางส่วน วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้ เพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนที่ไม่ต้องถอดยอดโดยใช้ลักษณะเพศผู้เป็นหมันอันเนื่องมาจากไซโตพลาสซึมชนิด C (C cytoplasmic male sterility) การสร้างพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนเพศผู้เป็นหมัน โดยคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวโพดที่เพศผู้เป็นหมันจาก IITA ประเทศไนจีเรีย และจากประเทศกัวเตมาลา จำนวน 6 สายพันธุ์ ใช้เป็นแม่ในการผสมกับข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์สุวรรณ 2 (SW2) และข้าวโพดหวานพันธุ์ไทยซูเปอร์สวีทคอมพอสิต 1 ดีเอ็มอาร์ (Thai Supersweet Composite 1 DMR, TSC 1 DMR) แล้วผสมกลับ (back-cross) กับพันธุ์ SW2 และ TSC 1 DMR จำนวน 5 ครั้ง และ 2 ครั้ง สำหรับสายพันธุ์จากประเทศไนจีเรียและกัวเตมาลา ตามลำดับ คัดเลือกข้าวโพดฝักอ่อนที่เพศผู้เป็นหมันที่ได้จากการผสมกลับ จำนวน 5 พันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบ 3 พันธุ์ มาทดสอบผลผลิตในเดือนตุลาคม 2534 ที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ.นครราชสีมา วางแผนการทดลองแบบ split plot โดยมี 2 วิธีการคือ ถอดยอด และไม่ถอดยอดเป็น main plot และมีพันธุ์เป็น sub-plot

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการถอดยอด และไม่ถอดยอดของพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนที่เพศผู้เป็นหมัน MS (1, 2, 6, 7 x SW2) BC_5 และ MS (CU88A (18 x 19) x SW2) BC_2 พบว่าลักษณะส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกัน แต่การไม่ถอดยอดให้น้ำหนักฝักสดปอกเปลือก น้ำหนักฝักเสีย และอัตราแลกเนื้อสูงกว่าการถอดยอด พันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนที่เพศผู้เป็นหมันนี้ให้น้ำหนักฝักสดทั้งเปลือก น้ำหนักฝักสดปอกเปลือก น้ำหนักฝักดี น้ำหนักฝักเสีย จำนวนฝักต่อต้น และ อัตราแลกเนื้อ สูงกว่าพันธุ์สุวรรณ 2 ที่ไม่เป็นหมันและมีการถอดยอด

คำนำ

ข้าวโพดฝักอ่อน จัดเป็นพืชผักชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในด้านอุตสาหกรรมการเกษตร ประเทศไทยส่งข้าวโพดฝักอ่อนบรรจุกระป๋องเป็นสินค้าออกในปี 2534 เป็นปริมาณ 41,145 ตัน คิดเป็นมูลค่า 961.5 ล้านบาท (ศูนย์สถิติการเกษตร, 2535) การผลิตข้าวโพดฝักอ่อนต้องใช้วิธีการถอดช่อดอกตัวผู้หรือถอดยอด (detasseling) เพื่อเร่งให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เร็วขึ้น เพิ่มผลผลิตต่อไร่ และป้องกันการผสมพันธุ์ ซึ่งจะทำให้ฝักอ่อนมีคุณภาพไม่เป็นที่ต้องการของโรงงาน เนื่องจากมีเมล็ดบวมพอง การถอดยอดต้องใช้แรงงานและสิ้นเปลืองเวลามาก ค่าแรงงานในการถอดยอดคิดเป็นร้อยละ 3.76 ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด และสูงเป็นลำดับที่สองรองจากค่าแรงงานในการเก็บเกี่ยว (15.61 %) (อภิสิทธิ์และคณะ, 2532) นอกจากนี้ การถอดยอดยังทำให้สูญเสียใบบางส่วนซึ่งเป็นผลให้ผลผลิตลดลง ดังนั้น การใช้ลักษณะเพศผู้เป็นหมัน (male sterility) จะช่วยลดปัญหาดังกล่าว

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้ เพื่อปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนที่ไม่ต้องถอดยอดโดยใช้ลักษณะเพศผู้เป็นหมันอันเนื่องมาจากไซโตพลาสซึมชนิด C (C cytoplasmic male sterility)

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การสร้างพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนที่เพศผู้เป็นหมัน

ในปี พ.ศ.2531-2534 นำสายพันธุ์ข้าวโพดที่เพศผู้เป็นหมันเนื่องจากไซโตพลาสซึมชนิด C จาก IITA ประเทศไนจีเรีย จำนวน 4 สายพันธุ์คือ สายพันธุ์ที่พัฒนามาจากคู่ผสม Hi 27 Crf x Tzi 23 (1 สายพันธุ์), คู่ผสม Hi 27 Crf x Tzi 4 (1 สายพันธุ์) และ 2 สายพันธุ์ของ Hi 27 Crf และจากประเทศกัวเตมาลา จำนวน 2 สายพันธุ์ คือ CU88A(18 x19) และ CA88A (19x1)

ผสมกับข้าวโพดฝักอ่อนที่เพศผู้ปกติ 2 พันธุ์ คือ พันธุ์สุวรรณ 2 (SW2) และข้าวโพดหวานพันธุ์ไทยซูเปอร์สวีทคอมพอสิต 1 ดีเอ็มอาร์ (Thai Supersweet Composite 1 DMR, TSC 1 DMR) นำลูกผสมชั่วแรกผสมกลับ (backcross) ไปหาพันธุ์ SW2 และ TSC 1 DMR จำนวน 5 ครั้ง (BC_5) และ 2 ครั้ง (BC_2) สำหรับข้าวโพดสายพันธุ์เป็นหมันจากประเทศไนจีเรีย และกัวเตมาลาตามลำดับ การผสมกลับแต่ละชั่วใช้วิธีการรวมละอองเกสรจากพันธุ์พ่อ จำนวน 200 ต้น ผสมกับต้นที่มีช่อดอกเพศผู้เป็นหมัน (อับละอองเกสรไม่โผล่, Figure 1) ปลูกลูกผสมกลับแบบฝักต่อแถว และคัดเลือกต้นที่มีเพศผู้เป็นหมันและมีลักษณะทางการเกษตรที่ดี (Figure 2) ในแต่ละชั่วของการผสมกลับนำเมล็ดจากฝักของแต่ละต้นจำนวนเท่าๆ กันมารวมกันเพื่อเป็นตัวแทนของแต่ละพันธุ์เพื่อใช้ในการทดสอบพันธุ์ ซึ่งประกอบด้วย

พันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนที่เพศผู้เป็นหมัน จำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่

(1) MS (1,2,6,7 x SW2) BC_5

(2) MS (1,2,6,7 x TSC 1 DMR) BC_5

(3) MS (CU88A(18x19) x SW2) BC_2

(4) MS (CU88A(18x19) x TSC 1 DMR) BC_2

(5) MS (CA88A(19x1) x SW2) BC_2

และพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนที่เพศผู้ปกติ จำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ CMB 8704, Thai Supersweet Comp.1 DMR และ Suwan 2(S)C_7

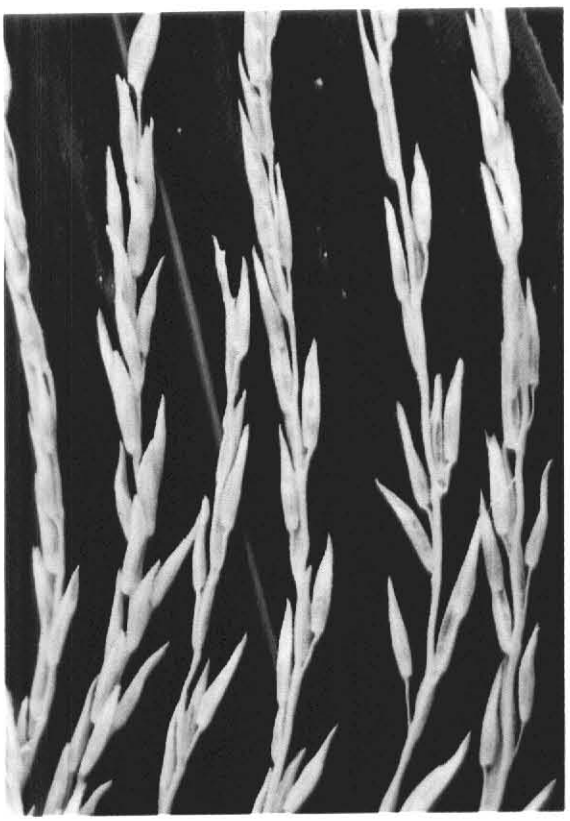

Figure 1 Male-sterile tassel with no anthers exserted of MS (1,2,6,7 x SW2)BC_5.

Figure 2 Male-sterilebaby corn plants of MS (1,2,6,7 x SW2)BC_5 showing male-sterile tassel and two young ears at flo-wering stage.

2. การทดสอบผลผลิตพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนที่เพศผู้เป็นหมันที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์

ปลูกข้าวโพดเพื่อทดสอบผลผลิตในเดือนตุลาคม 2534 ที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา วางแผนการทดลองแบบ split plot มี 4 ซ้ำ โดยมีการถอดช่อดอกตัวผู้ (ถอดยอด) และไม่ถอดช่อดอกตัวผู้ (ไม่ถอดยอด) เป็น main plot และข้าวโพด 8 พันธุ์ เป็น sub-plot ปลูกข้าวโพดแปลงย่อยละ 4 แถว ใช้แถวยาว 5 ม. ระยะปลูก 75x20 ซม. ปลูกหลุมละ 3 เมล็ด เก็บข้อมูลจาก 2 แถวกลาง การปฏิบัติและดูแลรักษา ใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่ ก่อนยกร่อง ฉีดพ่นสารควบคุมวัชพืชหลังจากให้น้ำ โดยใช้ยาอาทราซีน อัตรา 640 กรัมต่อไร่ ผสมสต้อมป์ (Stomp) อัตรา 640 มล./ไร่ หลังจากปลูก 2 สัปดาห์ ถอนแยกข้าวโพดเหลือ 2 ต้น/หลุม ได้จำนวนต้นประมาณ 21,333 ต้น/ไร่ และใส่ปุ๋ยแต่งหน้าแอมโมเนียมซัลเฟต อัตรา 50 กก./ไร่ เมื่อข้าวโพดอายุ 4 สัปดาห์ หลังจากปลูก

บันทึกผลผลิตเป็น กก./ไร่ ซึ่งได้แก่ น้ำหนักฝักสดทั้งเปลือก น้ำหนักฝักสดปอกเปลือก น้ำหนักฝักสดดี และน้ำหนักฝักสดเสีย จำนวนฝักดีและฝักเสีย น้ำหนักเปลือก จำนวนฝักต่อต้น อัตราแลกเนื้อ (น้ำหนักฝักสดปอกเปลือก / น้ำหนักฝักสดทั้งเปลือก) และน้ำหนักต้นสด สำหรับฝักดีแบ่งออกเป็น 3 ขนาด คือ ฝักขนาดใหญ่ มีความยาว 7-9 ซม. ฝักขนาดกลางมีความยาว 5-7 ซม. และฝักขนาดเล็กมีความยาว 4-5 ซม. และต้องมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0-1.5 ซม.

ผลและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของลักษณะต่างๆ ระหว่าง การถอดยอด และไม่ถอดยอดของพันธุ์ข้าวโพดที่มีช่อดอกตัวผู้ที่เป็นหมันและไม่เป็นหมัน พบว่า มีความแตกต่างในลักษณะน้ำหนักฝักสดทั้งเปลือก น้ำหนักฝักสดปอกเปลือก น้ำหนักฝักดี น้ำหนักเปลือก จำนวนฝักต่อต้น จำนวนฝักดี จำนวนฝัก

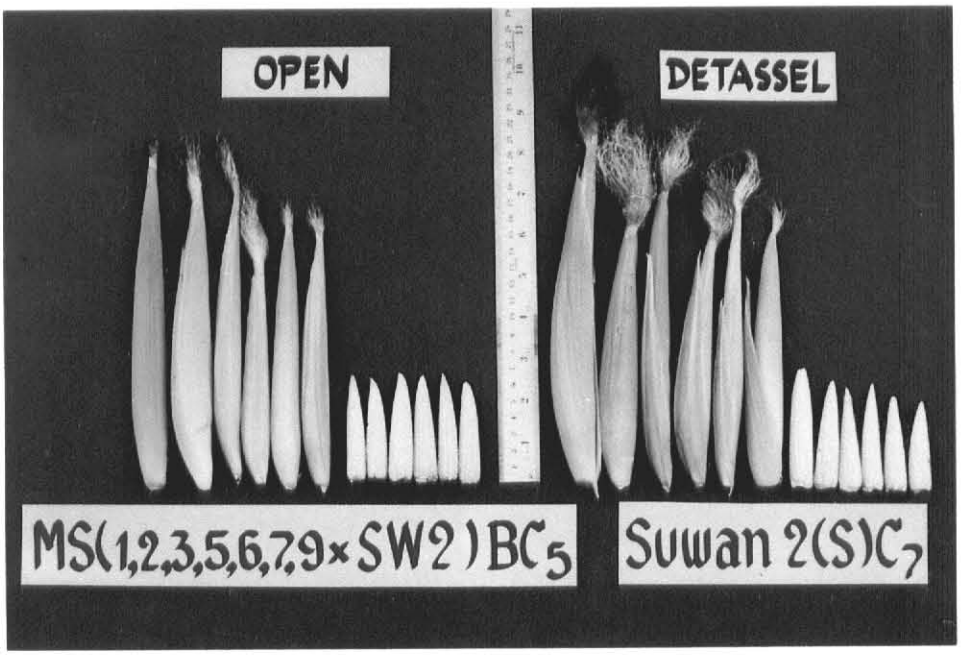

Figure 3 Unhusked and husked ears of male-sterile variety (left) compared with those of detasseled fertile Suwan 2 (right).

Table 1 Mean Fresh yield and some agronomic characters of baby corn varieties using non-detasseling methods, tested at Suwan Farm in the 1991 late rainy season

Enter No.	Variety	Fresh yield (kg/rai &) Unhusked	Husked	Good	\Poor	Husk wt. (kg/ rai)	Ear per plant	Number of ears/rai Good	Poor	Big	Medium	Small	Unhusked to Husked ear wt. ratio	Fresh plant wt. (kg/rai)
1	MS(1,2,6,7xSW2)BC5	1,227	263	157	106	965	1.8	22,769	11,744	6,769	12,256	3,744	4.68	4,451
2	MS(1,2,6xTSC1DMR)BC5	686	137	89	48	549	1.0	12,051	6,154	8,923	2,872	256	5.00	4,800
3	MS(CU88A(18x19)xSW2)BC2	1,148	207	140	67	890	1.8	22,256	9,179	5,538	12,154	4,564	5.61	4,656
4	MS(CU88A(18x19)xTSC1DMR)BC2	753	151	99	52	602	1.1	12,974	6,821	10,615	2,154	205	5.03	5,056
5	MS(CA88A(19x1)xTSC1DMR)BC2	660	132	90	42	528	1.1	11,897	5,692	9,231	2,513	154	5.00	4,041
6	CMB8704	789	164	108	56	625	1.5	20,103	10,974	2,923	12,872	4,308	4.79	3,426
7	ThaiSupersweetComp.1DMR	350	71	42	29	279	0.6	6,000	3,538	4,154	1,487	359	4.90	4,205
8	Suwan2(S)C7	577	99	70	28	479	1.1	13,487	4,718	1,333	8,359	3,795	5.84	3,303
	Mean	774	153	99	54	615	1.2	15,192	7,353	6,186	6,833	2,173	5.11	4,242
	Detasseling:													
1	MS(1,2,6,7xSW2)BC5	1,243	186	139	46	1,057	1.7	26,923	7,641	4,359	16,564	6,000	6.71	3,949
2	MS(1,2,6,xTSC1DMR)BC5	1,269	209	134	74	1,060	1.6	18,308	10,513	14,103	4,103	103	6.05	4,769
3	MS(CU88A(18x19)xSW2)BC2	1,133	163	135	28	985	1.7	26,769	6,410	4,821	15,949	6,000	6.96	4,103
4	MS(CU88A(18x19)xTSC1DMR)BC2	1,247	218	144	74	1,028	1.7	19,897	10,564	14,410	5,179	308	5.70	4,892
5	MS(CA88A(19x1)xTSC1DMR)BC2	1,304	235	141	95	1,069	1.7	19,128	11,487	14,718	4,256	154	5.54	5,118
6	CMB8704	1,062	167	112	55	895	2.0	28,667	7,487	3,846	18,872	5,949	6.48	2,821
7	ThaiSupersweetComp.1DMR	1,267	201	122	80	1,066	1.4	13,744	10,564	11,128	2,513	103	6.32	5,682
8	Suwan2(S)C7	879	119	93	26	760	1.5	19,128	4,769	2,615	11,128	5,385	7.36	2,892
	Mean	1,176	187	128	60	990	1.7	21,571	8,679	8,750	9,821	3,000	6.39	4,278
	MEAN	975	170	113	57	802	1.5	18,381	8,016	7,468	8,327	2,587	5.46	4,260
	F-test@	* *	* *	**	*	* *	**	* *	*	* *	* *	*	* *	n s
	C.V.(%)	11.8	11.2	14.4	25.8	12.6	9.8	9.4	20.1	19.4	14.6	36.6	7.0	10.3
	LSD(0.05)	169	29	24	20	152	0.2	2,464	2,291	1,983	1,826	1,340	0.77	-
	LSD(0.01)	241	43	34	28	218	0.3	3,436	3,251	2,695	2,623	-	1.22	-

& 6.25rais=1ha. @F-testofmain-plot.

*,** Significantly different at P=0.05 and P=0.01, respectively.

เสีย และ อัตราแลกเนื้อ (Table 1) จะเห็นได้ว่าโดยภาพรวมการถอดยอดจะให้ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตสูงกว่าการไม่ถอดยอด

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการถอดยอดและไม่ถอดยอดในพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนที่ไม่เป็นหมันพันธุ์ CMB 8704 และ Suwan 2(S)C_7 พบว่า การถอดยอดให้ลักษณะน้ำหนักฝักสดทั้งเปลือก น้ำหนักเปลือก และจำนวนฝักต่อต้น สูงกว่าการไม่ถอดยอด (P=0.01) แต่ให้อัตราแลกเนื้อต่ำกว่าการไม่ถอดยอด (P=0.01) การถอดยอดให้น้ำหนักฝักสดปอกเปลือกและน้ำหนักฝักดีสูงกว่าการไม่ถอดยอดแต่ไม่แตกต่างทางสถิติ ผลการทดลองสอดคล้องกับรายงานของ สุทธิพร และจำเนียร (2527) ซึ่งศึกษาการเพิ่มผลผลิตข้าวโพดฝักอ่อนโดยการถอนยอดและหักยอด และผลการทดลองยังสอดคล้องกับรายงานของ Grogan (1956) และ Chinwuba *et al.* (1961) ที่พบว่า การถอดยอดที่ยังอ่อนเป็นผลให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะภายใต้สภาพการปลูกแน่น ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำหรือสภาพการขาดน้ำ ผลจากการถอดยอดเป็นการกำจัดการแข่งขันในเรื่องอาหารระหว่างฝักและช่อดอกตัวผู้ ทำให้มีการเปลี่ยนพลังงานและอาหารที่ใช้ในการผลิตละอองเกสรไปผลิตเมล็ดแทน (Grogan, 1956) และการถอดยอดยังช่วยลดการบังแสงของใบล่างๆ โดยเฉพาะในสภาพการปลูกหนาแน่น ทำให้มีการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นเป็นผลให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น (Duncan *et al.*, 1967; Hunter *et al.*, 1969)

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง การถอดยอด และไม่ถอดยอดของพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนที่เพศผู้เป็นหมัน พันธุ์ MS (1,2,6,7 x SW2) BC_5 และ MS(CU88A(18x19)xSW2)BC_2 พบว่า ลักษณะส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ยกเว้นน้ำหนักฝักสดปอกเปลือก น้ำหนักฝักเสีย และอัตราแลกเนื้อ โดยที่การไม่ถอดยอดให้ลักษณะดังกล่าวสูงกว่าการถอดยอด (P=0.01) ข้าวโพดทั้งสองพันธุ์นี้ ให้น้ำหนักฝักสดทั้งเปลือก น้ำหนักฝักสดปอกเปลือก น้ำหนักฝักดี น้ำหนักฝักเสีย จำนวนฝัก/ต้น และอัตราแลกเนื้อ สูงกว่าพันธุ์ Suwan 2(S)C_7 ที่มีการถอดยอด (P=0.01) (Figure 3) จะเห็นได้ว่า การใช้ลักษณะเพศผู้เป็นหมันให้ผลในทำนองเดียวกันกับการถอดยอด แต่ลดการสูญเสียใบบนบางส่วนที่หลุดไปกับการถอดยอด และการพัฒนาละอองเกสรในระยะเริ่มต้นก่อนที่ช่อดอกจะถูกถอด (Chinwuba *et al.*, 1961) ซึ่งเป็นผลให้ผลผลิตลดลง จากผลการทดลองครั้งนี้ พบว่า น้ำหนักเปลือก จำนวนฝักต่อต้น และน้ำหนักต้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างการถอดยอดและไม่ถอดยอดของพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนที่เพศผู้เป็นหมันทั้ง 2 พันธุ์ ดังกล่าว ซึ่งสนับสนุนงานทดลองของ Sanford *et al.* (1965) ที่พบว่า สายพันธุ์และลูกผสมข้าวโพดที่เพศผู้เป็นหมันให้จำนวนฝักต่อต้น และจำนวนเปลือกมากกว่าสายพันธุ์และลูกผสมพันธุ์เดียวกันที่เพศผู้ไม่เป็นหมัน ซึ่งเป็นผลจากการดึงดูดไนโตรเจนไปสะสมในส่วนดังกล่าวมากกว่า แต่สายพันธุ์และพันธุ์ที่เพศผู้ไม่เป็นหมันมีการดึงดูดไนโตรเจนไปสะสมในช่อดอกตัวผู้มากกว่า และไม่มีความแตกต่างของปริมาณไนโตรเจนของใบและลำต้นระหว่างสายพันธุ์และพันธุ์ที่เพศผู้เป็นหมันและไม่เป็นหมัน

สรุป

ข้าวโพดฝักอ่อนที่เพศผู้เป็นหมันที่ได้จากการนำพันธุ์สุวรรณ 2 ผสมกับเชื้อพันธุกรรมที่เพศผู้เป็นหมันให้น้ำหนักฝักสดทั้งเปลือก น้ำหนักฝักสดปอกเปลือก น้ำหนักฝักดี จำนวนฝัก/ต้น และอัตราแลกเนื้อสูงกว่าพันธุ์สุวรรณ 2 ที่ไม่เป็นหมันและมีการถอดยอด

เอกสารอ้างอิง

ศูนย์สถิติการเกษตร. 2535. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2534/35. เอกสารสถิติการเกษตร เลขที่ 441. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, กรุงเทพฯ. 270 น.

สุทธิพร อนันต์สุชาติกุล และ จำเนียร คนดี.

2527. การศึกษาการเพิ่มผลผลิตข้าวโพดฝักอ่อนในข้าวโพดไร่บางพันธุ์โดยการถอนยอดและหักยอด. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 2(3):1-6.

อภิสิทธิ์ อิสริยานุกูล, สมคิด ทักษิณาวิสุทธิ์, นงนุช โสรัตน์, นภาภรณ์ พรหมชนะ และ จุฑาทิพย์ ภัทราวาท. 2532. การวิเคราะห์เศรษฐกิจการผลิตและการตลาดข้าวโพดฝักอ่อนในประเทศไทย. คณะเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์, กรุงเทพฯ. 108 น.

Chinwuba, P.M., C.O. Grogan and M.S. Zuber. 1961. Interaction of detasseling, sterility, and spacing on yield of maize hybrids. Crop Sci. 1:279-280.

Duncan, W.G., W.A. Williams and R.S. Loomis. 1967. Tassels and productivity of maize. Crop Sci. 7:37-39.

Grogan, C.O. 1956. Detasseling responses in corn. Agron. J. 48:247-249.

Hunter, R.B., T.B. Daynard, D.J. Hume, J.W. Tanner, J.D. Curtis and L.W. Kannenberg. 1969. Effect of tassel removal on grain yield of corn (*Zeamays* L.). Crop Sci. 9:405-406.

Sanford, J.O., C.O. Grogan, H.V. Jordanand P.A. Sarvella. 1965 .Influence of male-sterility on nitrogen utilization in corn, *Zea mays* L. Agron. J. 57:580-583.