



ผลของสารคล้ายบราสซินต่อลักษณะทางเกษตรของข้าวโพดข้าวเหนียว Effects of Brassin-Like Substance on Agronomic Traits of Waxy Corn

ภัทรลดา สุธรรมวงศ์*, สุพัตรา คำเรียง, สุภาวดี แก้วระหัน, เกียรติศักดิ์ มลเทียรอาจ, จิรารัตน์ สิงห์ทอง และ มिरันตรี สอนละ

Patlada Suthamwong*, Supatra Khamriang, Supawadee Kaewrahun, Kiadtisak Monthianart,

Jirarat singthong and Mirantee Sornla

ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani University

*E-mail : phatlada.s@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารคล้ายบราสซินและความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวโพดข้าวเหนียว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) จำนวน 4 กรรมวิธี ๆ ละ 4 ซ้ำ ประกอบด้วย กรรมวิธีที่ 1 ไม่ฉีดพ่นสารคล้ายบราสซิน กรรมวิธีที่ 2 ฉีดพ่นสารคล้ายบราสซินความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร กรรมวิธีที่ 3 ฉีดพ่นสารคล้ายบราสซินความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และกรรมวิธีที่ 4 ฉีดพ่นสารคล้ายบราสซินความเข้มข้น 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลการทดลองพบว่า การฉีดพ่นสารคล้ายบราสซินความเข้มข้นที่ 0.5 ppm มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ (844 กิโลกรัมต่อไร่) ลักษณะทางเกษตรบางประการ คือ ความยาวฝัก ความกว้างฝักทั้งก่อนปอกและหลังปอกเปลือก น้ำหนักเมล็ดต่อฝัก น้ำหนักต้นสด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด น้ำหนักขัง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นจากการศึกษาการทดลองสารคล้ายบราสซินอาจเป็นอีกหนึ่งแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของข้าวโพดข้าวเหนียวต่อไป

คำสำคัญ : ข้าวโพดข้าวเหนียว สารคล้ายบราสซิน ลักษณะทางการเกษตร ผลผลิต

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the effect of brassin-like substance on growth of waxy corn. This experiment was designing in randomized complete block design with 4 treatments and 4 replications. The treatment consists of 1; control, treatment 2; spray brassin-like substance at 0.5 ppm, treatment 3; spray brassin-like substance at 1 ppm, treatment 4; spray brassin-like substance at 1.5 ppm. The result showed that spraying brassin-like substance at 0.5 ppm had higher trend of yield (844 kg/rai). Some agronomic trial such as length and diameter of sweet corn, ears seed fresh weight, fresh weight, total soluble solids content was not significantly increased after applying brassin-like substance. In conclusion, this study provides spaying brassin-like substance is important for increasing yield and quality of waxy corn.

Keywords : Waxy Corn, Bassin-like Substance, Agronomic Traits, Yield



บทนำ

ข้าวโพดข้าวเหนียว (Glutinous or waxy corn) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Zea mays ceratina* เป็นพืชที่ได้รับความสนใจจากเกษตรกรเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีอายุเก็บเกี่ยวสั้น ดูแลรักษาง่าย และให้ผลตอบแทนค่อนข้างสูง ข้าวโพดข้าวเหนียวเป็นข้าวโพดพื้นเมืองที่คนไทยรู้จักมานาน เมล็ดมีลักษณะเหนียวคล้ายขี้ผึ้ง เมล็ดขุนมีมิเปลือกหุ้มเมล็ดบาง แบ่งส่วนใหญ่เป็นอะไมโลเพคติน (Amylopectin) เมล็ดมีสีขุ่นทึบแสง (สุพงษ์และธีรศักดิ์, 2543) ข้าวโพดข้าวเหนียวส่วนใหญ่ปลูกเพื่อบริโภคภายในประเทศ โดยพบว่าในปี 2558 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกประมาณ 48,670 ไร่ ผลผลิต 50,015 ตัน ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ประมาณ 1,255 กิโลกรัมต่อไร่ (ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท, 2548) พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในภาคอีสาน (38%) ภาคตะวันตก (23%) และภาคเหนือ (20%) ส่วนที่เหลือกระจายอยู่ในภาคต่าง ๆ ทำรายได้ให้แก่เกษตรกร 10,000-20,000 บาทต่อไร่ต่อปี คิดเป็นมูลค่าประมาณ 1,000 ล้านบาทต่อปี

บางครั้งเกษตรกรประสบปัญหาด้านการผลิตซึ่งปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวเฉลี่ยต่อพื้นที่อยู่ในระดับต่ำ คือ การขาดเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิต ทำให้เกิดการค้นคว้าเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตข้าวโพดข้าวเหนียว การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเป็นอีกเทคโนโลยีหนึ่งที่น่าสนใจในการปรับปรุงคุณภาพของผลผลิต Grove et al. (1979) พบว่าบราสซินมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตพืช และความแข็งแรงของเมล็ด (Seed vigor) ต่อมาพบว่าบราสซิโนไลด์ (Brassinolide) เป็นสารออกฤทธิ์ของบราสซิน ขณะที่บราสซิโนไลด์ เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชตัวแรกที่มีโครงสร้างเป็นสเตอรอยด์ ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาของพืชในหลาย ๆ ด้าน เช่น เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตและบทบาทต่อการเปลี่ยนแปลงทาง เมแทบอลิซึมและทางสรีรวิทยาของพืช ทำให้พืชมีผลผลิตสูงขึ้น 20-60% (Divi and Krishna, 2009) โดยเฉพาะการใช้ฮอร์โมนบราสซิโนสเตอรอยด์ (Brassinosteroids, BRs) เพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชจากการขยายขนาดของเซลล์และการแบ่งเซลล์ (Gudesblat and Russinova, 2011) นอกจากนี้ยังมีผลในการป้องกันพืชจากสภาพแวดล้อมทั้งจากสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตที่ไม่เหมาะสม (Mussig and Altmann, 1999) บราสซิโนสเตอรอยด์เป็นสารที่มีราคาสูงและหาได้ยาก จึงได้นำสารสเตอรอยด์สังเคราะห์ เช่น สารคล้ายบราสซิน มาใช้ในการทดลองเพื่อทดแทนบราสซิโนสเตอรอยด์ สารคล้ายบราสซินเป็นสารสังเคราะห์เลียนแบบรูปแบบโมเลกุลของบราสซิโนสเตอรอยด์ จากรายงานของ พณิตาและคณะ (2559) ได้ศึกษาการใช้สารคล้ายบราสซินที่ระดับความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตรในเงาะ พบว่าผลเงาะมีความกว้างผล ความยาวเมล็ด ความหนาเนื้อผล ความหนาเปลือก น้ำหนักผลสด น้ำหนักเนื้อผล และน้ำหนักเปลือกที่มากกว่าเมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่ใช้สารคล้ายบราสซิน และนอกจากนี้ยังมีการศึกษาในข้าวโพดหวานจากการศึกษาของ สิริภรณ์และคณะ (2562) พบว่าการฉีดพ่นสารคล้ายบราสซินทำให้ น้ำหนักสด ความยาว และความกว้างของฝักทั้งก่อนและหลังเปลือก จำนวนแถวต่อฝัก จำนวนเมล็ดต่อแถว และน้ำหนักสด 100 เมล็ดสูงกว่ากรรมวิธีควบคุม

ดังนั้นการวิจัยนี้จึงศึกษาถึงผลของสารคล้ายบราสซินและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวโพดข้าวเหนียว เพื่อให้ได้แนวทางที่ประโยชน์ต่อการเพิ่มผลผลิตเชิงคุณภาพของข้าวโพดข้าวเหนียวต่อไป

วิธีการวิจัย

ปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์เปรู ณ โรงเรือนอัจฉริยะ สำนักงานไร่ฝัก คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี เตรียมแปลงโดยไถแปรด้วยผานสาม ลึก 20-30 เซนติเมตร และตากดิน 7-10 วัน เตรียมแปลงย่อยให้มีขนาด 2 x 2 เมตร ใช้ระยะระหว่างแถว 50 เซนติเมตร และระยะระหว่างต้น 25 เซนติเมตร นำเมล็ดข้าวโพดหยอด หลุมละ 1 เมล็ด ให้น้ำทันทีหลังการปลูก เมื่อข้าวโพดอายุได้ 14 วัน ใส่ปุ๋ยอัตรา 46-0-0 และดูแลกำจัดวัชพืชตามความเหมาะสม

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) การทดลองแบ่งออกเป็น 4 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 ไม่ฉีดสารคล้ายบราสซิน กรรมวิธีที่ 2 ฉีดพ่นสารคล้ายบราสซินความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร กรรมวิธีที่ 3 ฉีดพ่นสารคล้ายบราสซินความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร และกรรมวิธีที่ 4 ฉีดพ่นสารคล้ายบราสซินความเข้มข้น 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ โดยทุกกรรมวิธีให้สารคล้ายบราสซิน 3 ครั้ง คือ



- 1) เมื่ออายุข้าวโพดอายุ 30 วันหลังปลูก (พื้นที่ใบ) 2) เมื่อข้าวโพดเริ่มออกช่อดอกเพศผู้ไหล่พันใบธง 50% (พื้นที่ใบ)
- 3) เมื่อข้าวโพดเริ่มออกไหม 50% (พื้นที่ฝัก)

เมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยว ทำการบันทึกข้อมูล ได้แก่ความสูง (เซนติเมตร) น้ำหนักฝักสดก่อนและหลังปอกเปลือก (กรัม) ความกว้างของฝักก่อนและหลังปอกเปลือก (กรัม) ความยาวฝัก (เซนติเมตร) เส้นผ่าศูนย์กลางฝัก (เซนติเมตร) น้ำหนักเมล็ดต่อฝัก (กรัม) วัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Solids, TSS) โดยใช้เครื่อง Hand refractometer ซึ่งมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ (%brix) และผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่) แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกในแต่ละกรรมวิธีมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference (LSD)

ผลการวิจัย

จากการทดลองพบว่า การฉีดพ่นสารคล่ายบราสซินความเข้มข้นที่แตกต่างกันไม่มีอิทธิพลต่อความสูงของข้าวโพดข้าวเหนียว (ตารางที่ 1) โดยพบว่าข้าวโพดข้าวเหนียวมีความสูงเฉลี่ย 280.05 เซนติเมตร และการฉีดพ่นสารคล่ายบราสซินที่ความเข้มข้นแตกต่างกันไม่มีผลต่อน้ำหนักฝักสดก่อนปอกเปลือกข้าวโพดข้าวเหนียวโดยพบว่าน้ำหนักฝักสดก่อนปอกเปลือกมีค่าเฉลี่ย 210.01 กรัม (ตารางที่ 2) และการฉีดพ่นสารคล่ายบราสซินที่ความเข้มข้นแตกต่างกันไม่มีอิทธิพลต่อน้ำหนักฝักสดหลังปอกเปลือกข้าวโพดข้าวเหนียว พบว่ากรรมวิธีที่มีการฉีดพ่นสารคล่ายบราสซินความเข้มข้น 0.5 ppm ทำให้น้ำหนักฝักสดหลังปอกเปลือกดีที่สุดคือ 108.91 กรัม รองลงมาคือฉีดพ่นสารคล่ายบราสซินความเข้มข้น 1.5 ppm (99.71 กรัม) รองลงมาคือฉีดพ่นสารคล่ายบราสซินความเข้มข้น 1.0 ppm (84.88 กรัม) และสุดท้ายคือไม่ฉีดพ่นสารคล่ายบราสซิน (79.02 กรัม) ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 ผลของสารคล่ายบราสซินต่อความสูงของข้าวโพดข้าวเหนียว

กรรมวิธี	ความสูง (เซนติเมตร)						
	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน
ไม่ฉีดสารคล่ายบราสซิน	6.03	29.29	59.67	90.54	173.74	232.54	289.97
สารคล่ายบราสซิน 0.5 ppm	7.57	34.73	68.97	98.36	186.75	256.54	302.65
สารคล่ายบราสซิน 1.0 ppm	6.37	24.23	50.21	80.06	148.23	211.35	265.94
สารคล่ายบราสซิน 1.5 ppm	8.52	36.67	67.68	103.46	183.56	227.71	261.62
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	9.13	22.91	23.07	25.21	28.29	18.93	11.27

หมายเหตุ: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

การฉีดพ่นสารคล่ายบราสซินความเข้มข้นที่แตกต่างกันไม่มีอิทธิพลต่อความกว้างฝักก่อนและหลังปอกเปลือกของข้าวโพดข้าวเหนียว โดยพบว่าความกว้างฝักก่อนปอกเปลือกมีค่าเฉลี่ย 47.99 มิลลิเมตร และความกว้างฝักหลังปอกเปลือกมีค่าเฉลี่ย 34.39 มิลลิเมตร (ตารางที่ 2) และการฉีดพ่นสารคล่ายบราสซินความเข้มข้นที่แตกต่างกันไม่มีอิทธิพลต่อความยาวฝักของข้าวโพดข้าวเหนียว โดยพบว่าความยาวฝักมีค่าเฉลี่ย 17.04 เซนติเมตร (ตารางที่ 2) ด้านน้ำหนักเมล็ดต่อฝัก พบว่าการฉีดพ่นสารคล่ายบราสซินความเข้มข้นที่แตกต่างกันไม่มีอิทธิพลต่อน้ำหนักเมล็ดต่อฝักของข้าวโพดข้าวเหนียว โดยพบว่าน้ำหนักเมล็ดต่อฝักมีค่าเฉลี่ย 64.48 กรัม (ตารางที่ 2) และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (%brix) พบว่าการฉีดพ่นสารคล่ายบราสซินความเข้มข้นที่แตกต่างกันไม่มีอิทธิพลต่อความหวานของข้าวโพดข้าวเหนียว โดยพบว่าปริมาณของแข็งที่ละลาย



ได้ทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยที่ 4.91 %brix (ตารางที่ 3) ด้านผลผลิตพบว่าการฉีดพ่นสารคล้ำยบราสซินความเข้มข้นที่แตกต่างกันไม่มีอิทธิพลต่อผลผลิตต่อไร่ข้าวโพดข้าวเหนียว โดยพบว่าผลผลิตเฉลี่ยที่ 840 กิโลกรัม (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลของสารคล้ำยบราสซินต่อองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดข้าวเหนียว

กรรมวิธี	น้ำหนักฝักสด (กรัม)		ความกว้างฝัก (เซนติเมตร)		ความยาวฝัก (เซนติเมตร)	เส้นผ่าศูนย์กลาง (เซนติเมตร)	น้ำหนักเมล็ดต่อฝัก (กรัม)	ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)
	ก่อนปลูก	หลังปลูก	ก่อนปลูก	หลังปลูก				
ไม่ฉีดสารคล้ำยบราสซิน	204.21	79.02 ^c	47.53	33.72	16.07	2.19 ^b	45.92	835
สารคล้ำยบราสซิน 0.5 ppm	217.88	108.91 ^a	49.22	36.56	17.89	2.47 ^a	79.17	844
สารคล้ำยบราสซิน 1.0 ppm	195.64	84.88 ^{bc}	45.77	33.09	16.50	1.98 ^c	72.58	844
สารคล้ำยบราสซิน 1.5 ppm	222.34	99.71 ^{ab}	47.43	34.20	17.70	2.38 ^{ab}	76.25	843
F-test	ns	**	ns	ns	ns	**	ns	ns
CV (%)	7.11	10.97	5.57	5.53	7.00	5.67	28.58	0.68

หมายเหตุ: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 3 ผลของสารคล้ำยบราสซินต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของข้าวโพดข้าวเหนียว

กรรมวิธี	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (%brix)
ไม่ฉีดสารคล้ำยบราสซิน	4.90
สารคล้ำยบราสซิน 0.5 ppm	5.55
สารคล้ำยบราสซิน 1.0 ppm	5.05
สารคล้ำยบราสซิน 1.5 ppm	4.17
F-test	ns
CV (%)	19.32

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

การฉีดพ่นสารคล้ำยบราสซินความเข้มข้นที่แตกต่างกันพบว่าสารคล้ำยบราสซินที่ระดับความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลต่อเส้นผ่าศูนย์กลาง และน้ำหนักฝักสดหลังปลูกเปลือกของข้าวโพดข้าวเหนียวแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.01$) ซึ่งสอดคล้องจากรายงานวิจัย สิริภักดิ์และคณะ (2561) ศึกษาผลของสารคล้ำยบราสซินต่อผลผลิตและคุณภาพของข้าวโพดหวาน พบว่ากรรมวิธีที่ให้สารคล้ำยบราสซินให้น้ำหนักสดของข้าวโพดหวานสูงสุดที่ 678.64 กรัม เช่นเดียวกันกับการศึกษาในแง่พบว่าสารคล้ำยบราสซินที่ระดับความเข้มข้น 0.5-1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้ขนาดและน้ำหนักสดมากกว่าการไม่ฉีดพ่นสารคล้ำยบราสซิน (พนิตาและคณะ, 2559) ซึ่งเป็นไปได้ว่าสารคล้ำยบราสซินมีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักผลผลิตเต้านวดทดลองนี้เมื่อประเมินความสามารถทางด้านผลผลิตพบว่าไม่ส่งผลต่อผลผลิตแต่มีแนวโน้มว่าการให้



สารคล้ายบลาสซินระหว่าง 0.5-1 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ผลผลิตสูง สารบลาสโนสเตอรอยด์มีคุณสมบัติต่อลักษณะทางเกษตร เช่น การเจริญเติบโตของพืช

ทางด้านคุณภาพเมล็ดและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดพบว่าสารคล้ายบลาสซินไม่ส่งผลต่อด้านคุณภาพ เมล็ดและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในข้าวโพดข้าวเหนียว ซึ่งสอดคล้องจากการศึกษาในข้าวโพดหวานเมื่อได้รับสาร คล้ายบลาสซินที่ 0.5-1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่ส่งผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (สิริภรณ์และธนชัย, 2561) เช่นเดียวกันกับการศึกษาในลำไยพันธุ์ดอ พบว่าการใช้บลาสโนสเตอรอยด์ไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (ณัฐพงศ์, 2552)

จากการศึกษาสารคล้ายบลาสซินต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดข้าวเหนียวบ่งชี้ได้ว่าสารคล้ายบลาสซินที่ระดับ ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตรมีแนวโน้มที่ส่งผลต่อผลผลิตของข้าวโพดข้าวเหนียวและยังเป็นทางเลือกหนึ่งที่ส่งเสริมให้ เกษตรในด้านการผลิตต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักงานไร่ฝัก (โรงเรียนอจรรย์ยะ) และห้องปฏิบัติการภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย อุบลราชธานี ที่อนุเคราะห์สถานที่ทำการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ณัฐพงศ์ สัตยพาณิข. (2552). ผลของบลาสโนสเตอรอยด์ต่อการเปลี่ยนแปลงเอทิลีนและสารชีวเคมีในลำไยพันธุ์ดอ. [วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่]. TDC.thailis. <https://tdc.thailis.or.th/tdc/>
- พนิดา สุโข, สุทิศา ชัยกุล, นงนุช ชนะสิทธิ์ และธนชัย พันธุ์เกษมสุข. (2559). ผลของ GA3 NAA และ สารคล้ายบลาสซิน (BS) ต่อขนาดและน้ำหนักของผลเงาะพันธุ์โรงเรียน. *วารสารเกษตร*, 33(2), 175-184.
- ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท. (2548). การผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวในเขตชลประทาน. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 5, กรม วิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สิริภรณ์ ธกุลสวัสดิ์ และธนชัย พันธุ์เกษมสุข. (2561). ผลของสารคล้ายบลาสซินต่อผลผลิตและคุณภาพของข้าวโพดหวาน. *วารสารเกษตร*, 34(1), 21-28.
- สุขพงษ์ วายุภาพ และธีรศักดิ์ มานูพระพันธุ์. (2543). การปลูกข้าวโพดเทียนและข้าวโพดข้าวเหนียว. *กสิกร*, 73(4), 345-347.
- Divi, U. K. and Krishna, P. (2009). Brassinosteroid: a biotechnological target for enhancing crop yield and stress tolerance. *New Biotechnology*, 26(3-4), 131-136.
- Grove, M. D., Spencer, G. F., Rohwedder, W. K., Mandava, N., Worley, J. F., Warthen, J. D., Steffens, G. L., Flippen-Andersen, J. L. and Cook, J. C. (1979). Brassinolide, a plant growth-promoting steroid isolated from *Brassica napus* pollen. *Nature*, 281, 216-217.
- Gudesblat, G. E. and Russinova, E. (2011). Plants grow on brassinosteroids. *Plant Biology*, 14(5), 530-537.
- Mussig, C. and Altmann, T. (1999). Physiology and molecular mode of action of brassinosteroids. *Plant Physiology and Biochemistry*, 37(5), 363-372.