

การเจริญเติบโตของข้าวสังข์หยดพัทลุงที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพีชรุ่นที่ 2 ในสภาพโรงเรือนพลาสติก

Growth of Sang Yod Phattalung Rice Derived from Plant Tissue Culture Regenerant 2 in Plastic House Condition

ปรมาภรณ์ น้อยมุสิก¹ สมปอง เตชะโต^{1*} และสุรรัตน์ เย็นซ้อน¹
Paramaporn Noimusik¹, Sompong Te-chato^{1*} and Sureerat Yenchon¹

บทคัดย่อ

ข้าวสังข์หยดพัทลุงมีเมล็ดสีแดงเข้มและปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูง จึงเป็นอาหารสุขภาพที่ต้องการสำหรับคนดูแลสุขภาพ ส่งผลให้มีความต้องการผลผลิตสูง ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและการสืบพันธุ์หลังจากย้ายลงปลูกในโรงเรือนพลาสติกที่คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยนำเมล็ดข้าวตั้งเดิม และเมล็ดข้าวรุ่นแรกจากการให้สารควบคุมการเจริญเติบโต (somaclone 1 regenerant 1 seed: SC1R1 seed) มาเพาะเลี้ยงปลายยอดในอาหารเหลวสูตร oil palm culture medium (OPCM) ที่ไม่เติม และเติม 6-benzyladenine (BA) เข้มข้น 0.0 0.5 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เพียงชนิดเดียวหรือใช้ร่วมกับ 1-naphthaleneacetic acid (NAA) เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร คัดเลือกต้นข้าวที่แข็งแรง (SC1R2 plant) อนุบาลออกปลูกในโรงเรือนพลาสติก หลังออกปลูกเป็นเวลา 80 และ 140 วัน บันทึกผลการเติบโตทางลำต้นและด้านการสืบพันธุ์จากแต่ละชุดการทดลองเปรียบเทียบกันโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) จากการศึกษาพบว่า การเติบโตทางลำต้นของต้นข้าวที่เพาะเลี้ยงจากอาหารเหลวสูตร OPCM เติบโต BA ที่ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (SCV1R2+0.5BA) ให้ความยาวใบสูงสุด 68.50 เซนติเมตร ความกว้างใบสูงสุด 1.08 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสูงสุด 0.93 เซนติเมตร และความสูงต้นสูงสุด 186.50 เซนติเมตร ส่วนการเติบโตทางด้านการสืบพันธุ์ พบในทำนองเดียวกันว่าต้นข้าว SC1R2+0.5BA ออกดอกแรกเร็วสุด ใช้เวลา 97 วัน ออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลา 99 วัน หลังอนุบาลลงดินปลูก จำนวนช่อดอกต่อต้นสูงสุด 40 ช่อดอก น้ำหนักข้าวกล้อง 100 เมล็ดสูงสุด 1.566 กรัม จากผลการศึกษาสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงการเติบโตทางลำต้นดีขึ้น ส่งผลให้การเติบโตทางด้านการสืบพันธุ์และผลผลิตสูงขึ้นเพื่อให้ประสบความสำเร็จสูงต่อไป

คำสำคัญ: ข้าวสังข์หยดพัทลุง สารควบคุมการเจริญเติบโต โรงเรือนพลาสติก

¹ ภาควิชาวนวัตกรรมเกษตรและการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

* Corresponding author e-mail: stechato@yahoo.com

Received: 6 January 2023, Revised: 31 March 2023, Accepted: 15 May 2023

Abstract

Sang Yod Phatthalung rice has dark-red color seeds and a high antioxidant activity. The current desire of healthy food leads to the high demand of healthier rice product. Thus, investigation of PGRs on vegetative and reproductive growth after transferring to plastic house conditions at Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai campus was conducted. The original and first somaclonal seeds were obtained from fist regeneration (SC1R1 seeds) in different plant growth regulators (PGRs) containing liquid oil palm culture medium (OPCM) which were sown *in vitro*. Shoot tips were excised and cultured in liquid OPCM without and with different concentrations of 6-benzyladenine (BA) (0, 0.5, 1.0 and 1.5 milligram per liter (mg/L) alone or in combination with 0.5 mg/L 1-naphthaleneacetic acid (NAA). Complete plantlets (SC1R2 plants) were acclimatized and transferred to plastic house conditions. After acclimatizing for 80 and 140 days, vegetative and reproductive growth characteristics were recorded and statistically compared among the above treatments (different PGRs) using completely randomized design (CRD). The results revealed that plants obtained from OPCM medium supplemented with 0.5 mg/L BA containing the medium (SCV1R2+0.5BA) gave the highest vegetative growth of leaf length at 68.50 centimeter (cm), leaf width at 1.08 cm, stem diameter at 0.93 cm and plant height at 186.50 cm. For reproductive growth, the similar result was obtained. BA at concentration of 0.5 mg/L containing the medium (SC1R2+0.5BA) provided the shortest time for 1st flowering at 97 days, 50% flowering at 99 days, the highest number of panicles per plant at 40 panicles and 100 grain weight at 1.566 gram (g). From the results, the acquired knowledge can be applied to improve vegetative growth, reproductive growth, and higher productivity for further success.

Keywords: Sang Yod Phatthalung rice, Plant growth regulator, Plastic house condition

บทนำ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) อยู่ในวงศ์ Poaceae เป็นอาหารหลักและเป็นหนึ่งในพืชปลูกที่สำคัญของโลก (Yinxia and Te-chato, 2013) มีการคาดการณ์ว่าความต้องการข้าวทั่วโลกจะเพิ่มขึ้น 26 เปอร์เซ็นต์ ในอีก 25 ปีข้างหน้า และเพิ่มขึ้นเกือบ 555 ล้านตันในปี พ.ศ. 2578 (Song, 2003) ข้าวสังข์หยดพัทลุงเป็นข้าวที่ปลูกในจังหวัดพัทลุงมากกว่า 100 ปี ซึ่งเป็นข้าวพันธุ์แรกในประเทศไทยที่ได้รับการแต่งตั้งให้เป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (geographical indications: GI) ลักษณะพิเศษของข้าวชนิดนี้คือข้าวกล้องมีสีแดงเข้มซึ่งมีปริมาณอะไมโลส (amylose) 14-15 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 8.60 กรัม กรดแกลลิก (gallic acid) 82.01 มิลลิกรัม และ cyanidin-3-glucoside ซึ่งให้สีกลุ่มแอนโทไซยานิน (anthocyanin) 15.14 มิลลิกรัม (Yodmanee *et al.*, 2011) ในปริมาณที่มากกว่า

ในข้าวขาว รวงควัสดุของข้าวสังข์หยดพัทลุงมีสารต้านอนุมูลอิสระสูงซึ่งจะช่วยลดการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด เบาหวานและมะเร็ง (Ho *et al.* 2018) อย่างไรก็ตามข้าวสังข์หยดพัทลุงให้ผลผลิตต่ำ 350 กิโลกรัมต่อไร่ (Rice Department, 2010) ไม่เพียงพอต่อการเพิ่มขึ้นของประชากรและความต้องการอาหารเพื่อสุขภาพในปัจจุบันที่มีความต้องการผลิตภัณฑ์ข้าวเพื่อสุขภาพสูงขึ้น หากมีการผลิตข้าวสังข์หยดพัทลุงออกสู่ตลาดจะเพิ่มผลกำไรให้กับเกษตรกรและเป็นการผลิตข้าวที่มีประโยชน์ทางโภชนาการต่อผู้บริโภค ดังนั้นในอนาคตจึงต้องปรับปรุงข้าวสังข์หยดพัทลุงเพื่อเพิ่มผลผลิตในเวลาอันสั้นด้วยวิธีการทางเทคโนโลยีชีวภาพ

การใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในหลอดทดลองเป็นทางเลือกหนึ่งในการขยายพันธุ์พืชที่ไม่เพียงแต่เพิ่มปริมาณให้ได้จำนวนมากในระยะเวลาอันสั้น (Kumar and Reddy, 2011) แต่ยังสามารถปรับปรุงลักษณะบางประการของพืชได้เช่นเดียวกัน เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเป็นวิธีที่ง่ายในการชักนำการกลายพันธุ์โดยใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชหรือสารก่อกลายพันธุ์บางชนิดโดยสารควบคุมการเจริญเติบโต เช่น ไซโตไคนิน (cytokinin) จะไปยับยั้งการทำงานของยีน *OsCKX2* (Yeh *et al.* 2015) พืชต้นใหม่ที่ได้จากเทคนิคนี้สามารถแสดงความแตกต่างของจีโนไทป์ (genotype) และฟีโนไทป์ (phenotype) ได้ (Orbovic *et al.*, 2008) ความแปรปรวนทางพันธุกรรมที่เกิดจากเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสามารถสร้างพันธุ์กรรมใหม่ได้ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เพาะพันธุ์พืชสามารถปรับปรุงลักษณะพันธุ์ได้ตามต้องการ (Leva *et al.*, 2012) ผ่านการคัดเลือกสายพันธุ์ใหม่ซึ่งอาจปรับปรุงทั้งคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ผลผลิต และความต้านทานต่อโรค (Karp, 1995; Patnaik *et al.*, 1999; Mehta and Angra, 2000; Predieri, 2001; Emaldi *et al.*, 2004; Joshi and Rao, 2009) ซึ่งความแปรปรวนดังกล่าวเป็นผลมาจากการเติมชนิดและความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ต่างกันลงในอาหารเพาะเลี้ยงเพื่อชักนำพืชต้นใหม่ (Leshem *et al.*, 1994; Skirvin *et al.*, 1994; Ananiev *et al.*, 2004; Sardoei *et al.*, 2014)

ไซโตไคนินเป็นกลุ่มของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ใช้สำหรับกระตุ้นการแบ่งเซลล์และการเจริญเติบโตของตาและยอด โดย 6-benzyladenine (BA) ซึ่งอยู่ในกลุ่มไซโตไคนินเมื่อเติมลงไปในการเพาะเลี้ยงเหมาะสำหรับการพัฒนาเป็นยอดใหม่ในข้าว (Chuenboonngarm *et al.*, 2001) การเติม BA ส่งผลให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของ *Ficus benjamina* *Schefflera arboricola* และ *Dizigotheeca elegantissima* สูงขึ้น (Sardoei *et al.*, 2014) และช่วยลดความเสี่ยงของความเสียหายจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของคลอโรพลาสต์ เมื่อพืชได้รับการกระตุ้นจาก BA เอนไซม์เพอร์ออกซิเดส (peroxidase) คตาเลส (catalase) แอสคอร์เบท (ascorbate) และเพอร์ออกซิเดสจะเพิ่มขึ้นซึ่งจะช่วยยับยั้งการสะสมของมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde) และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide) ส่งผลให้พืชไม่เกิดสภาวะเครียดและเพิ่มการเจริญเติบโตของยอด Wang *et al.* (2020) รายงานว่าการใช้ BA ช่วยเพิ่มผลผลิตช่อดอกของข้าวพันธุ์ Liangyou 287 ได้สูงสุด 26.40 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนี้การเติมไซโตไคนินร่วมกับออกซิน (auxins) ช่วยส่งเสริมการพัฒนาเป็นพืชต้นใหม่ในข้าว (Rueb *et al.*, 1994; Ho *et al.*, 2018; Noimusik *et al.*, 2018) ความสำเร็จจากเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อโดยใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่เหมาะสมสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อให้การเติบโตทางลำต้นของข้าวดีขึ้นส่งผลต่อการเติบโตทางด้านการสืบพันธุ์และ

ผลผลิตที่สูงขึ้น นอกจากนี้สามารถนำองค์ความรู้ที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวเพื่อให้ประสบความสำเร็จต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเติบโตทางลำต้นและการสืบพันธุ์

นำเมล็ดข้าวสังข์หยดพัสดุที่ทำการเพาะเลี้ยงครั้งที่ 1 รุ่นที่ 1 (somaclone 1 regeneration 1: SC1R1 seed) ที่ได้จากการเพิ่มจำนวนยอดในอาหารเหลวสูตร oil palm culture medium (OPCM) ไม่เติม หรือเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน (BA เข้มข้น 0.5 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือ BA เข้มข้น 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ 1-naphthaleneacetic acid (NAA) เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร) มาใช้ในการทดลองโดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม

1.1 กลุ่มที่ 1 เมล็ดจาก SC1R1

นำเมล็ดข้าวเปลือก SC1R1 มาแกะเปลือกหุ้มเมล็ดออก เปิดน้ำไหลผ่านเป็นเวลา 20 นาที ฟอกฆ่าเชื้อที่ผิวด้วยแอลกอฮอล์เข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 2 นาที แช่เมล็ดในคลอริกซ์ เข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ และเติมทวิน (tween) 20 ปริมาตร 0.05-0.10 มิลลิลิตรต่อคลอริกซ์ 100 มิลลิลิตร เป็นเวลา 6 นาที ล้างเมล็ดด้วยน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ 3 ครั้ง ในสภาพปลอดเชื้อ หลังจากนั้นนำเมล็ดข้าวกลิ้งปลอดเชื้อมาเลี้ยงบนอาหารสูตรอาหาร OPCM เพื่อผลิตยอดรวมและรากที่อุณหภูมิ 26 ± 2 องศาเซลเซียส ภายใต้การให้แสงฟลูออเรสเซนต์ 10 ชั่วโมงต่อวัน วัดความเข้มแสงด้วยเครื่อง PAR meter ให้แสงความเข้ม 20 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ต้นข้าวที่ได้จากกลุ่มนี้เรียกว่า SC1R2 ซึ่งประกอบด้วย 5 กลุ่มย่อย

- 1) SC1R2 จากอาหารสูตร OPCM ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต (SC1R2-PGR-free)
- 2) SC1R2 จากอาหารสูตร OPCM เติม BA เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (SC1R2+0.5BA)
- 3) SC1R2 จากอาหารสูตร OPCM เติม BA เข้มข้น 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (SC1R2+1.5BA)
- 4) SC1R2 จากอาหารสูตร OPCM เติม BA เข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (SC1R2+1.0BA0.5NAA)
- 5) SC1R2 จากอาหารสูตร OPCM เติม BA เข้มข้น 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (SC1R2+1.5BA0.5NAA)

นำต้นกล้าที่ได้มาล้างทำความสะอาดและแช่ในน้ำผสมเบตาดีน และอนุบาลออกปลูกในโรงเรือนพลาสติก ณ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ภายใต้แสงธรรมชาติ ที่อุณหภูมิ 28-30 องศาเซลเซียส โดยปลูกในถุงพลาสติกที่มีดินผสมและเวอร์มิคูไลท์ (vermiculite) อัตราส่วน 2:1 เพื่อให้ต้นกล้าปรับตัวก่อนที่จะลงปลูกในดินเหนียวที่มีน้ำขัง และครอบถุงเพื่อรักษาความชื้น เป็นเวลา 7 วัน หลังจากนั้นย้ายต้นกล้าไปปลูกในกระถางพลาสติกขนาด 12 นิ้ว ที่มีดินเหนียว เติมน้ำจนเต็ม หลังจากอนุบาลออกปลูกเป็นเวลา 20 วัน

ในระยะแตกกอ และ 50 วัน ในระยะตั้งท้อง ให้ปุ๋ยสูตร 16-20-0 อัตรา 0.1 กรัมต่อกระถาง และหลังจากออกปลูกเป็นเวลา 75 วัน ในระยะออกดอก ให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 0.1 กรัมต่อกระถาง เติมน้ำใหม่ทุก ๆ 2 วัน ใช้เฟนไพโรกซิเมต (fenpyroximate) อิมิดาโคลพริด (imidacloprid) และเฮกซะโคนาโซล (hexaconazole) 10 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร (0.05 เปอร์เซ็นต์) กำจัดไรแดง เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และโรคใบจุดสีน้ำตาล เดือนละครั้ง

1.2 กลุ่มที่ 2 เมล็ดดั้งเดิม (original seed: OS)

เมล็ดดั้งเดิม หมายถึง ข้าวสังข์หยดพัสดุได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์วิจัยข้าวพัสดุใช้เป็นชุดควบคุมหรือชุดเปรียบเทียบ สำหรับขั้นตอนในการเพาะเลี้ยงเพื่อเตรียมต้นกล้าปลูกเหมือนกับกลุ่มที่ 1

หลังจากออกปลูกในโรงเรือนพลาสติกเป็นเวลา 80 วัน บันทึกการเติบโตทางลำต้น ได้แก่ ความยาวใบ ความกว้างใบ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และความสูงต้น สำหรับการเติบโตทางด้านการสืบพันธุ์ บันทึกวันออกดอกแรก วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวนช่อดอกต่อต้น น้ำหนักข้าวกล้อง 100 เมล็ด หลังออกปลูกในช่วง 80 วัน จนถึง 140 วัน เปรียบเทียบกันระหว่างต้นข้าวที่ได้จากกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรม R เวอร์ชัน 2.14.0 แต่ละสิ่งทดลองทำ 4 ซ้ำ ๆ ละ 1 ต้นต่อกระถาง

ผลการวิจัย

1. ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเติบโตทางลำต้นและการสืบพันธุ์

ต้นข้าวที่ได้รับสารควบคุมการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน มีการเจริญเติบโตทางลำต้นที่แตกต่างกัน โดยต้นข้าวจากการเพาะเลี้ยงในอาหาร OPCM เติม BA เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (SC1R2+.5BA) ให้ความยาวใบสูงสุด 68.50 เซนติเมตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) แต่ให้ความกว้างใบสูงสุด 1.08 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสูงสุด 0.93 เซนติเมตร และความสูงต้นสูงสุด 186.50 เซนติเมตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1 และภาพที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลของ BA อย่างเดียวหรือร่วมกับ NAA ในอาหารเหลวสูตร OPCM ต่อระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น หลังจากออกปลูกในโรงเรือนพลาสติกเป็นเวลา 80 วัน

สารควบคุม การเจริญเติบโต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ความยาวใบ (เซนติเมตร)	ความกว้างใบ (เซนติเมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (เซนติเมตร)	ความสูงต้น (เซนติเมตร)
PGR-free	49.13 ^{ab}	1.03	0.78	182.25
0.5BA	68.50 ^a	1.08	0.93	186.50
1.5BA	48.75 ^{ab}	1.03	0.78	175.50
1.0BA0.5NAA	49.25 ^{ab}	1.05	0.85	182.75
1.5BA0.5NAA	37.25 ^b	0.95	0.63	167.00
OS	47.00 ^{ab}	1.00	0.65	173.00

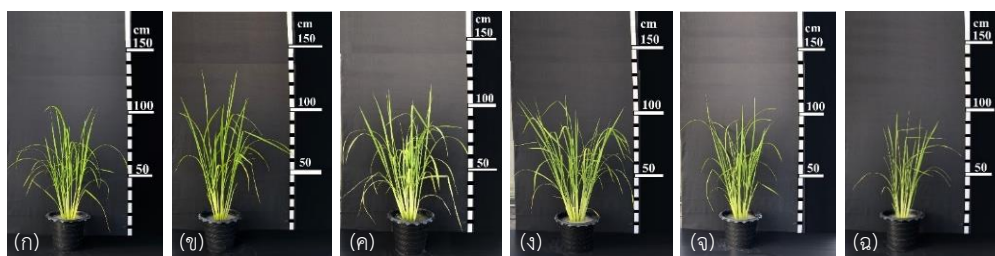
ตารางที่ 1 (ต่อ)

สารควบคุม การเจริญเติบโต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ความยาวใบ (เซนติเมตร)	ความกว้างใบ (เซนติเมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (เซนติเมตร)	ความสูงต้น (เซนติเมตร)
F-test	**	ns	ns	ns
C.V. (%)	23.97	8.08	18.70	8.79

หมายเหตุ: - ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

- ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

- ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธี DMRT



ภาพที่ 1 ลักษณะของต้นที่ได้รับสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ต่างกัน ได้แก่ SCV1R2-PGR-free (ก) SCV1R2+0.5BA (ข) SCV1R2+1.0BA (ค) SCV1R2+1.0BA0.5NAA (ง) SCV1R2+1.5BA0.5NAA (จ) และ OS (ฉ) หลังจากออกปลูกในโรงเรือนพลาสติกเป็นเวลา 80 วัน

สำหรับระยะการเจริญเติบโตทางด้านการสืบพันธุ์ พบว่าต้นข้าวจาก BA เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ในอาหาร OPCM (SCV1R2+0.5BA) ใช้เวลาออกดอกแรกและออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ เร็วสุด 97.00 และ 99 วัน ตามลำดับ น้ำหนักข้าวกล้อง 100 เมล็ดสูงสุด 1.566 กรัม แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) กับต้นข้าวในชุดเปรียบเทียบและต้นข้าวที่ได้รับสารควบคุมการเจริญเติบโตอื่น ๆ แต่อย่างไรก็ตามอาหารสูตรนี้ให้จำนวนช่อดอกต่อต้นสูงสุด 40 ช่อดอก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2 และภาพที่ 2 และ 3)

ตารางที่ 2 ผลของ BA อย่างเดียวหรือร่วมกับ NAA ในอาหารเหลวสูตร OPCM ต่อระยะการเติบโตทางด้านการสืบพันธุ์ หลังจากออกปลูกในโรงเรือนพลาสติกเป็นเวลา 140 วัน

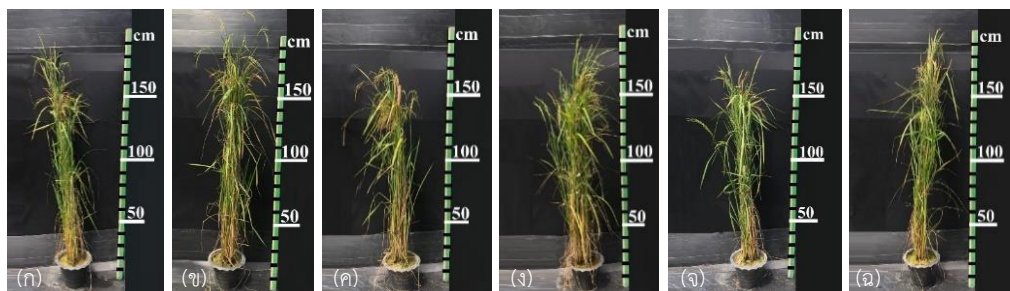
สารควบคุม การเจริญเติบโต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	วันออก ดอกแรก (วัน)	วันออก ดอก 50 เปอร์เซ็นต์ (วัน)	จำนวน ช่อดอกต่อต้น (ช่อดอก)	น้ำหนัก ข้าวกล้อง 100 เมล็ด (กรัม)
PGR-free	109.25 ^c	114.00	35.50	1.408 ^b
0.5BA	97.00 ^d	99.00	40.00	1.566 ^a
1.5BA	111.50 ^{bc}	114.00	35.40	1.397 ^b
1.0BA0.5NAA	108.00 ^c	111.00	36.25	1.445 ^b
1.5BA0.5NAA	124.00 ^a	128.00	31.75	1.301 ^c
OS	118.00 ^{ab}	119.00	32.00	1.396 ^b
F-test	**	*	ns	**
CV (%)	2.98	*	13.34	1.708

หมายเหตุ: - ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

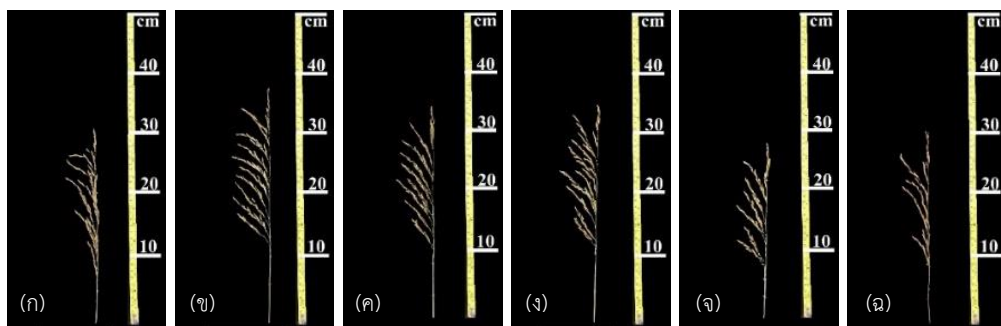
- * ไม่ได้วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ เนื่องจากเป็นค่าวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้แต่ละชุดการทดลองมีจำนวนข้อมูลเพียง 1 ค่า เท่านั้น

- ** แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.01$)

- ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธี DMRT



ภาพที่ 2 ลักษณะของต้นข้าวที่ได้รับสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ต่างกัน ได้แก่ SCV1R2-PGR-free (ก) SCV1R2+0.5BA (ข) SCV1 R2+ 1.5 BA (ค) SCV1 R2+ 1.0BA0.5 NAA (ง) SCV1R2+1.5BA0.5NAA (จ) และ OS (ฉ) หลังจากออกปลูกในโรงเรือนพลาสติกเป็นเวลา 140 วัน



ภาพที่ 3 ลักษณะของช่อดอกจากต้นที่ได้รับสารควบคุมการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน ได้แก่ SCV1R2-PGR-free (ก) SCV1R2+0.5BA (ข) SCV1R2+1.5BA (ค) SCV1R2+1.0BA0.5NAA (ง) SCV1R2+1.5BA0.5NAA (จ) และ OS (ฉ) หลังจากออกปลูกในโรงเรือนพลาสติกเป็นเวลา 140 วัน

การอภิปรายผลการวิจัย

ความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันมีผลต่อการเติบโตทางลำต้นและการสืบพันธุ์ของข้าวสังข์หยดพัทลุง จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าต้นข้าวที่เจริญในสูตรอาหารเต็ม BA อย่างเดียว ที่ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ผลดีกว่าการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตอื่น ๆ เนื่องจากการเติม BA อย่างเดียว ที่ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุดต่อระยะการเติบโตทางลำต้นและการสืบพันธุ์ เนื่องจาก BA เป็นฮอร์โมนในกลุ่มไซโตไคนิน มีหน้าที่สำคัญในการแบ่งเซลล์และส่งเสริมการสร้างยอดและตาข้าง (Chuenboonngarm *et al.*, 2001) พัฒนาโครงสร้างของคลอโรพลาสต์และกระตุ้นที่เกี่ยวข้องในการเจริญเติบโตของพืชในสภาพปลอดเชื้อ (Dobranszki and Mendler-Drienyovszki, 2014) ผลการศึกษานี้พบว่าการใช้ BA ช่วยเพิ่มความยาวใบ ความกว้างใบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และความสูงต้น สอดคล้องกับผลการให้ BA ในองุ่น (*Vitis vinifera* L.) มะเดื่อฝรั่ง (*Ficus carica*) (Mustafa and Rania, 2012) ข้าวสังข์หยดพัทลุง (*Oryza sativa* L.) (Noimusik *et al.*, 2018) ว่านหางจระเข้ (*Aloe vera*) (Hazrati *et al.*, 2011) สตรอเบอรี่ (*Fragaria x ananassa*) (Marandi *et al.*, 2011) และ ข้าวโพด (*Zea mays* L.) (Amin *et al.*, 2007)

สำหรับผลการเติบโตทางการสืบพันธุ์พบว่าสอดคล้องกับการศึกษาของ Gupta *et al.* (2003) และ Zheng *et al.* (2016) ในข้าวสาลี (*Triticum aestivum* L.) ที่พบว่าการใช้ BA ช่วยเพิ่มน้ำหนักข้าวกล้อง การฉีดพ่นฮอร์โมนไซโตไคนินใน *Hordeum vulgare* L. ช่วยเพิ่มจำนวนเมล็ดต่อช่อดอกและน้ำหนักเมล็ด (Hosseini *et al.*, 2008) ซึ่ง Gao *et al.* (2017) รายงานใน *Zea mays* L. ว่าการเติม BA ช่วยเพิ่มการสังเคราะห์แสงและผลผลิตได้อย่างรวดเร็ว และ Cioc *et al.* (2019) รายงานว่าการเติม BA ในอาหารเพาะเลี้ยง *Gerbera jamesonii* ส่งผลให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบเพิ่มขึ้น ยับยั้งการเสื่อมทางอายุของใบซึ่งอาจเป็นตัวขัดขวางการสลายของคลอโรฟิลล์ได้ ช่วยควบคุมสัณฐานวิทยาของพืชและเร่งวัฏฏในการสังเคราะห์แสง แต่อย่างไรก็ตามการใช้ BA ความเข้มข้นสูงอาจทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบลดลง ดังนั้นการเติม BA ลงในอาหารมีส่วนช่วยเพิ่มการ

สังเคราะห์แสงให้พืช ส่งผลให้ต้นข้าวเจริญเติบโตได้ดีทั้งในระยะเวลาเจริญเติบโตทางลำต้นและการสืบพันธุ์

สรุปผลการวิจัย

ระยะเวลาเจริญเติบโตทางลำต้นและการสืบพันธุ์ของข้าวสังข์หยดพัทลุงให้ผลแตกต่างกันเมื่อเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ต่างกันลงในอาหารเพาะเลี้ยง ต้นข้าวที่มาจาก การเติม BA เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ผลการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและการสืบพันธุ์ที่สุด ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษานี้จะนำไปประยุกต์ใช้เพื่อให้การเติบโตทางลำต้นและด้านการสืบพันธุ์ของข้าวสังข์หยดพัทลุงดีขึ้นและให้ผลผลิตสูงขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยส่วนหนึ่งจากสถานวิจัยความเป็นเลิศเทคโนโลยีชีวภาพเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ ระยะที่ 3 สาขาวิชานวัตกรรมและการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง

เอกสารอ้างอิง

- Amin, A.A., Rashad, E.S.M., Hassanein, M.S. and Zaki, N.M. (2007). Response of some white maize hybrids to foliar spray with benzyl adenine. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 3(6), 648-656.
- Ananiev, E.D., Ananieva, K., Todorov, I., Popov, M. and Bonchev, G. (2004). Effect of methyl ester of jasmonic acid, abscisic acid and benzyladenine on chlorophyll synthesis in excised cotyledons of *Cucurbita pepo* (Zucchini). *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, 30(1), 51-63.
- Chuenboonngarm, N., Charoonsotea, S. and Bhamarapratvatia, S. (2001). Effect of BA and 2iP on shoot proliferation and somaclonal variation of *Gardenia jasminoides* Ellis *in vitro* culture. *ScienceAsia*, 27(1), 137-141.
- Cioc, M., Kalisz, A., Zupnik, M. and Pawlowska, B. (2019). Different LED light intensities and 6-benzyladenine concentrations in relation to shoot development, leaf architecture, and photosynthetic pigments of *Gerbera jamesonii* Bolus *in vitro*. *Agronomy*, 9(7), doi: <https://doi.org/10.3390/agronomy9070358>.
- Dobranszki, J. and Mendler-Drienyovszki, N. (2014). Cytokinin-induced changes in the chlorophyll content and fluorescence of *in vitro* apple leaves. *Journal of Plant Physiology*, 171(16), 1472-1478, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2014.06.015>.
- Emaldi, U., Trujillo, I. and Gracia, E.D. (2004). Comparison of characteristics of bananas (*Musa* sp.) from the somaclone CIEN BTA-03 and its parental clone Williams. *Fruit*, 59(4), 257-263, doi: <https://doi.org/10.1051/fruits:2004024>.

- Gao, Z., Liang, X.G., Zhang, L., Lin, S., Zhao, X., Zhou, L.L., Shen, S. and Zhou, S.L. (2017). Spraying exogenous 6-benzyladenine and brassinolide at tasseling increases maize yield by enhancing source and sink capacity. *Field Crops Research*, 211, doi: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.05.027>.
- Gupta, N.K., Gupta, S., Shukla, D.S., Deshmukh, P.S. (2003). Differential responses of BA injection in maize temperate on yield and specific grain growth in contrasting genotypes of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Plant Growth Regulation*, 40(3), 201-205, doi: <https://doi.org/10.1023/A:1025023822806>.
- Hazrati, S., Sarvestani, Z.T. and Babaei, A. (2011). Enhancing yield and aloin concentration of *Aloe vera* plants by simultaneous application of N and benzyladenine. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(10), 1834-1841, doi: <https://doi.org/10.5897/JMPR11.499>.
- Ho, T.L., Te-Chato, S. and Yenchon, S. (2018). Callus induction and plantlet regeneration systems in Indica rice (*Oryza sativa* L.) cultivar Sangyod. *Walailak Journal of Science and Technology*, 15(10), 753-763, doi: <https://doi.org/10.48048/wjst.2018.3772>.
- Hosseini, S.M., Poustini, K. and Ahmadi, A. (2008). Effects of foliar application of BAP on source and sink strength in four six-rowed barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars. *Journal of Plant Growth Regulation*, 54(3), 231-239, doi: <https://doi.org/10.1007/s10725-007-9245-4>.
- Joshi, R.K. and Rao, G.J.N. (2009). Somaclonal variation in submergence tolerant rice cultivars and induced diversity evaluation by PCR markers. *International Journal of Genetics and Molecular Biology*, 1(5), 80-88.
- Karp, A. (1995). Somaclonal variation as a tool for crop improvement. *Euphytica*, 85, 295-302, doi: <https://doi.org/10.1007/BF00023959>.
- Kumar, N. and Reddy, M.P. (2011). *In vitro* plant propagation: A review. *Journal of Forest Science*, 27(2), 61-72.
- Leshem, B., Ronen, R., Soudry, E., Lurie, S. and Gepstein, S. (1994). Cytokinin at a large range of concentrations determines rates of polypeptide metabolism in cultured melon cotyledons. *Journal of Plant Physiology*, 143(3), 330-336, doi: [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(11\)81640-8](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(11)81640-8).
- Leva, A.R., Petruccelli, R. and Rinaldi, L.M.R. (2012). Somaclonal variation in tissue culture: A case study with olive. *Recent Advances in Plant In Vitro Culture*, 1(1), 123-150, doi: <http://dx.doi.org/10.5772/50367>.

- Marandi, J., Naseri, R., Mohseniazar, L., Hajitagiloo, M. and Marhamati, M.R. (2011). Investigation on interaction effect of benzyladenine and chitosan on *in vitro* proliferation of strawberry (*Fragaria x ananassa* cv. Selva). *Agricultural Biotechnology*, 10(1), 27-34.
- Mehta, Y.R. and Angra, D.C. (2000). Somaclonal variation for disease resistance in wheat and production of dihaploids through wheat 9 maize hybrids. *Genetics and Molecular Biology*, 23(3), 617-622, doi: <https://doi.org/10.1590/S1415-47572000000300021>.
- Mustafa, I.S. and Taha, R.A. (2012). Influence of plant growth regulators and subculturing on *in vitro* multiplication of some fig (*Ficus carica*) cultivars. *Journal of Applied Sciences Research*, 8(8), 4038-4044.
- Noimusik, P., Te-chato, S. and Yenchon, S. (2018). Effect of plant growth regulators on shoot multiplication and root induction from culturing shoot tips of Sang Yod Muang Phatthalung rice. In *the 11th IMT-GT UNINET Conference 2018- Bioscience for A Sustainable Future* (pp. 130-136). Penang: Malaysia.
- Orbovic, V., Calovic, M., Vioria, Z., Nielsen, B., Gmitter, F.G., Castle, W.S. and Grosser, J.W. (2008). Analysis of genetic variability in various tissue culture-derived lemon plant populations using RAPD and flow cytometry. *Euphytica*, 161(3), 329-335, doi: <https://doi.org/10.1007/s10681-007-9559-3>.
- Patnaik, J., Sahoo, S. and Debata, B.K. (1999). Somaclonal variation in cell suspension culture-derived regenerants of *Cymbopogon martinii* (Roxb.) Wats var. motia. *Plant Breeding*, 118(4), 351-354, doi: <https://doi.org/10.1046/j.1439-0523.1999.00383.x>.
- Predieri, S. (2001). Mutation induction and tissue culture in improving fruits. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 64(2), 185-210, doi: <https://doi.org/10.1023/A:1010623203554>.
- Rice Department. (2010). *Sang Yod Phatthalung rice, first cultivar obtained geographical indications (GI) in Thailand*. Bangkok: Rice Product Development Division, Rice Department.
- Rueb, S., Leneman, M., Schilperoort, R.A. and Hensgens, L.A.M. (1994). Efficient lant regeneration through somatic embryogenesis from callus induced on mature rice embryos (*Oryza sativa* L.). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 36(2), 259-264, doi: <https://doi.org/10.1007/BF00037729>.
- Sardoei, A.S., Rahbarian P. and Shahdadneghad, M. (2014). Evaluation chlorophyll contents assessment on three indoor ornamental plants with plant growth regulators. *European Journal of Experimental Biology*, 4(2), 306-310.

- Skirvin, R.M., McPheeters, K.D., Norton, M. and Veilleux, R. (1994). Sources and frequency of somaclonal variation. *Horticultural Science*, 29(11), 1232-1237, doi: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.29.11.1232>.
- Song, J. (2003). Rice science: Innovations and impact for livelihood. In *proceedings of the International Rice Research Conference* (pp. 5-7). Beijing: International Rice Research Institute, Chinese Academy of Engineering, and Chinese Academy of Agricultural Sciences.
- Wang, Y., Lu, J.W., Ren, T., Li, P.F., Liu, Q.X. and Li, X.K. (2020). Effects of exogenous cytokinin on photosynthesis, senescence and yield performance of inferior rice tillers grown under different nitrogen regimes. *Photosynthetica*, 58(1), 137-145, doi: <https://doi.org/10.32615/ps.2019.170>.
- Yeh, S.Y., Chen, H.W., Ng, C.Y., Lin, C.Y., Tseng, T.H., Li, W.H. and Ku, M.S.B. (2015). Down-regulation of cytokinin oxidase 2 expression increases tiller number and improves rice yield. *Rice*, 8(36), 2-13, doi: <https://doi.org/10.1186/s12284-015-0070-5>.
- Yinxia, Z. and Te-chato, S. (2013). Improved plantlet regeneration systems in Indica rice (*Oryza sativa* L.) landrace Hom Kra Dang Ngah. *Journal of Agricultural Technology*, 9(6), 1641-1654.
- Yodmanee, S., Karrila, T.T. and Pakdeecharuan, P. (2011). Physical, chemical and antioxidant properties of pigmented rice grown in Southern Thailand. *International Food Research Journal*, 18(3), 901-906.
- Zheng, C.F., Zhu, Y.J., Wang, C.Y. and Guo, T.C. (2016). Wheat grain yield increase in response to pre-anthesis foliar application of 6-benzylaminopurine is dependent on floret development. *Plos One*, 11(6), doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156627>.