ผลของ 6-Benzyladenine ร่วมกับ silver thiosulfate ต่อลักษณะการเจริญเติบโตและการชักนำการออกดอกในมันสำปะหลัง

Effects of 6-Benzyladenine with Silver Thiosulfate on Growth Traits and Flowering Induction in Cassava

ธนพล แพร่งกระโทก[1,2*] เฉลิมพล ภูมิไชย์[1] และ ภัศจี คงศีล[1]
Thanapon Prangkratok[1,2*], Chalermpol Phumichai[1], and Pasajee Kongsil[1]

บทคัดย่อ

ลักษณะการออกดอกของมันสำปะหลังมีความสำคัญในขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อให้สามารถกำหนดคู่ผสมตามแผนได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินการตอบสนองของมันสำปะหลังที่มีต่อลักษณะการเจริญเติบโตและการออกดอกเมื่อได้รับการชักนำด้วยการฉีดพ่น 6-benzyladenine (BA) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ร่วมกับ silver thiosulfate (STS) วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ โดยใช้มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 ซึ่งได้รับการฉีดพ่นด้วย BA ที่ความเข้มข้น 0, 0.5, 1.0 1.5 และ 2.0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับ STS ความเข้มข้น 2.0 มิลลิโมลาร์ เก็บข้อมูลลักษณะการเจริญเติบโต ประกอบด้วย ความสูงต้น ความสูงการแตกกิ่งที่ 1 และค่าสัดส่วนการแตกกิ่งที่ 1 ต่อความสูงต้น เมื่อมันสำปะหลัง อายุ 2-8 เดือนหลังปลูก และลักษณะการออกดอก ประกอบด้วย จำนวนดอกตัวเมีย จำนวนดอกตัวผู้ และจำนวนช่อดอกต่อต้น เมื่อมันสำปะหลังอายุ 5-8 เดือนหลังปลูก ผลการทดลองพบว่า BA ทุกระดับความเข้มข้น ส่งผลให้ลักษณะการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกลักษณะของทุกเดือนที่ศึกษา ในขณะที่ลักษณะการออกดอกพบว่า BA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ส่งผลให้จำนวนดอกตัวเมีย จำนวนดอกตัวผู้ และจำนวนช่อดอกต่อต้น ของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อมันสำปะหลังอายุ 7 เดือนหลังปลูก การฉีดพ่น BA 1.0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับ STS ส่งผลให้ค่าลักษณะดังกล่าวมากที่สุด อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าความเข้มข้นของ BA จะส่งผลให้ลักษณะการออกดอกของมันสำปะหลังแตกต่างกันทางสถิติในบางเดือนที่ศึกษา แต่ไม่ส่งผลต่อจำนวนดอกที่เพียงพอเพื่อใช้ในขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลัง

คำสำคัญ: การปรับปรุงพันธุ์พืช สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ไซโตไคนิน ซิลเวอร์ไธโอซัลเฟต

Abstract

Cassava flowering characteristics are important for breeding program in order to operate the preferred crossing along with the plan. Therefore, this research aims to assess cassava response to growth and flowering traits when it was induced by spraying 6-benzyladenine (BA) at different concentrations along with silver thiosulfate (STS). The Randomized Complete Block Design (RCBD) with four replications was planned by using Huay-bong 80 as a commercial variety that was sprayed with BA at concentrations of 0, 0.5, 1.0 1.5 and 2.0 mM with 2.0 mM STS concentrations. The data from growth traits which consisted of the plant height, the 1st branching height, and the 1st branching ratio

[1]ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkhen Campus, Bangkok 10900

[2]กลุ่มวิจัยพัฒนาการตรวจสอบพืชและจุลินทรีย์ดัดแปรพันธุกรรม สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

[2]Research and Development of GM Plant and Microbe Detection Laboratory, Biotechnology Research and Development Office, Department of Agriculture, Bangkok, 10900

*Corresponding author, Email: thanaponprangkratok@gmail.com

to plant height were recorded after planting for 2-8 months. The data from flowering traits which consisted of the number of female flowers, the number of male flowers and the number of bunches per plant were recorded after planting for 5-8 months. The results showed that BA at different concentrations did not affect the growth traits of Huay-bong 80. There was no statistically significant difference in all traits of every month studied. For the flowering traits of Huay-bong 80, BA at different concentrations led to the statistically significant differences ($P<0.01$) in the number of female flowers, the number of male flowers and the number of bunches per plant. When the cassava was 7 months old after planting as well as the number of male flowers and the number of bunches per plant. Spraying 1.0 millimolar BA in combination with STS resulted in the greatest effect. Although the concentration of BA resulted in statistically significant difference in the flowering traits of cassava in some months studied, it did not affect the number of flowers sufficient for using in the cassava breeding program.

Keywords: plant breeding, plant growth regulators; (PGRs), cytokinin, silver thiosulfate (STS)

คำนำ

มันสำปะหลัง (Cassava) เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญอีกชนิดหนึ่งของประเทศไทย เนื่องจากมันสำปะหลังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทุก ๆ ส่วนตั้งแต่ยอดจนถึงราก โดยผลผลิตมันสำปะหลังสามารถนำมาใช้แปรรูปเป็นมันเส้นหรือมันอัดเม็ด เพื่อใช้ประโยชน์ในการเป็นอาหารสัตว์และยังสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมการแปรรูปอื่น ๆ ได้ เช่น อุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลัง หรืออุตสาหกรรมผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน เป็นต้น (Department of Agriculture, 1983) จากข้อมูลดังกล่าวจึงส่งผลให้ปัจจุบันมีปริมาณความต้องการมันสำปะหลังเพื่อใช้บริโภคภายในประเทศและส่งออกสูงเพิ่มมาก ในปี พ.ศ. 2563 มีมูลค่าการส่งออก 82,346,001,304 บาทต่อปี (Office of Agricultural Economics, 2020) และมีแนวโน้มจะเพิ่มสูงขึ้น

การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังจำเป็นต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่องเพื่อตอบสนองต่อความต้องการที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น แต่ปัญหาที่พบบ่อยในขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลัง คือ ลักษณะการออกดอก เนื่องจากมันสำปะหลังเป็นพืชที่มีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่บนต้นเดียวกันแต่แยกกันอยู่คนละตำแหน่งภายในช่อดอกเดียวกัน (monoecious plant) โดยช่อดอกจะเกิดตรงปลายยอด ของลำต้นหรือบริเวณรอยต่อที่เกิดการแตกกิ่ง จึงส่งผลให้พันธุ์ที่ไม่แตกกิ่งจะไม่เกิดช่อดอก ส่วนในพันธุ์ที่ออกดอกยากจะออกดอกไม่พร้อมกับพันธุ์อื่น ๆ จากปัญหาดังกล่าวส่งผลต่อการกำหนดคู่ผสมในขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลัง Tongumpai (1986) พบว่า ไซโตไคนิน เป็นสารที่จัดอยู่ในกลุ่มสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการชักนำการเกิดช่อดอกของพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งฮอร์โมนไซโตไคนิน ชนิด 6-Benzyladenine (BA) ที่จะมีบทบาทในการกระตุ้นการแบ่งเซลล์ การขยายขนาดของเซลล์ การเจริญของกิ่งใบและลำต้น และเร่งการแตกตาข้าง ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อการชักนำการเกิดช่อดอกของพืช (Bernier et al., 1985) นอกจากนี้ Oluwasanya et al. (2021) ได้ศึกษาการใช้ BA และ Silver Thiosulfate (STS) ต่อการออกดอกของมันสำปะหลังสายพันธุ์ IITA-TMS-IBA980002 สายพันธุ์ IITA-TMS-IBA30572 และสายพันธุ์ TMEB419 พบว่า การใช้ BA 0.5 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับ STS 2.0 มิลลิโมลาร์ ส่งผลให้มันสำปะหลังเพิ่มจำนวนช่อดอก จำนวนดอกตัวเมีย และจำนวนการติดผล อีกด้วย สำหรับสาร STS เป็นสารกลุ่ม inhibitors ที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งการสังเคราะห์สารเอทิลีน โดยสาร STS จะมีฤทธิ์ไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) synthase และ ACC oxidase ส่งผลให้เกิดการชะลอการร่วงหล่นของดอกหลังการออกดอก (Ma et al., 2006) จากข้อมูลที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่าการใช้ BA และ STS มีโอกาสนำมาใช้ในการชักนำการออกดอกของมันสำปะหลังเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินการตอบสนองของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 ที่

มีต่อลักษณะการเจริญเติบโตและการออกดอกเมื่อได้รับการชักนำด้วยการฉีดพ่น BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ร่วมกับ STS เหตุผลที่เลือกใช้มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 ในการทดลองนี้ เนื่องจากเป็นพันธุ์การค้าที่มีรายงานว่ามีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงโดยมีปริมาณแป้งเฉลี่ยสูงถึง 27.3 เปอร์เซ็นต์ และให้ผลผลิตเฉลี่ย 4.9-5.5 ตัน/ไร่ (Vichukit et al, 1999) ซึ่งเหมาะสำหรับใช้เป็นฐานพันธุกรรมสำคัญที่นำไปใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลัง

วิธีการศึกษา

1. แผนการทดลอง

ทำการทดลองที่สถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย ตำบลห้วยบง อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา ตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2563 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ โดยใช้มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 ชักนำการออกดอกด้วยการ ฉีดพ่น BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ประกอบด้วย 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับสาร STS 2.0 มิลลิโมลาร์

2. การปลูกและการดูแลรักษา

เตรียมพื้นที่สำหรับใช้ทดลองโดยการไถดะและไถแปรอย่างละ 1 ครั้ง ท่อนพันธุ์ที่จะใช้ยาวประมาณ 20-25 เซนติเมตร จากต้นที่มีอายุ 8-12 เดือน สดปราศจากโรคและแมลง จากนั้นนำท่อนพันธุ์ที่จะใช้ทดลองมาแช่สารเคมีเพื่อป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งมันสำปะหลัง ปลูกแบบปักตั้งตรงบนสันร่องด้วยระยะปลูก 1 เมตรต่อต้นในแถว และ 2 เมตรต่อแถว เป็นการปลูกแบบอาศัยน้ำฝน ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก ตลอดการทดลองกำจัดวัชพืช 3 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 ใช้แรงงานคน ครั้งที่ 2 และ 3 ใช้สารเคมีร่วมกับแรงงานคนตามความจำเป็น และจัดการด้านเขตกรรมอื่น ๆ ตามความเหมาะสม

3. ศึกษาความเข้มข้นของ BA ต่อการชักนำการออกดอกของมันสำปะหลัง

ตลอดการทดลองฉีดพ่น BA และ STS 4 ครั้ง โดยฉีดพ่นครั้งแรกเมื่อมันสำปะหลังอายุ 75 วันทางก้านใบของใบที่กางเต็มบริเวณส่วนกลางที่ยังไม่มีสีเหลือง จากนั้นฉีดพ่นทุก ๆ 2 สัปดาห์ แต่ละหน่วยทดลองจะได้รับ BA ที่ความเข้มข้น 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับสาร STS 2.0 มิลลิโมลาร์ สำหรับความเข้มข้นที่ 0 ฉีดพ่นเพียง STS 2.0 มิลลิโมลาร์ ส่วนความเข้มข้นที่ 0.5 มิลลิโมลาร์ ดัดแปลงจากงานวิจัยของ (Oluwasanya et al., 2021) และเพิ่มความเข้มข้นขึ้นอีก 3 ระดับ โดยฉีดพ่นครั้งละ 100 มิลลิลิตรต่อชนิดสาร

4. การเก็บข้อมูล

4.1 ข้อมูลสภาพอากาศ เก็บข้อมูลสภาพอากาศระหว่างการทดลองโดยอาศัยข้อมูลจากสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย ตำบลห้วยบง อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา ตั้งแต่ เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2563 ถึง เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด ปริมาณน้ำฝนรวมในแต่ละเดือน และจำนวนวันฝนตกต่อเดือน

4.2 ข้อมูลลักษณะการเจริญเติบโต เก็บข้อมูลลักษณะการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังที่อายุ 2-8 เดือนหลังปลูก ประกอบด้วย ความสูงต้น ความสูงการแตกกิ่งที่ 1 และค่าสัดส่วนการแตกกิ่งที่ 1 ต่อความสูงต้น คำนวณจากสูตรดังนี้

ค่าสัดส่วนการแตกกิ่งที่ 1 ต่อความสูงต้น = ความสูงการแตกกิ่งที่ 1 / ความสูงต้น

4.3 ข้อมูลลักษณะการออกดอก เก็บข้อมูลลักษณะจำนวนการออกดอกของมันสำปะหลังในเดือนนั้น ๆ ที่อายุ 5-8 เดือนหลังปลูก ประกอบด้วย จำนวนดอกตัวเมีย จำนวนดอกตัวผู้ และจำนวนช่อดอกต่อต้น

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการเก็บข้อมูลตามแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) โดยใช้โปรแกรม (STAR version 2.0.1., 2014) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Fisher's Least Significant Difference (LSD)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

1. ข้อมูลสภาพอากาศ

ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน ปริมาณน้ำฝนรายเดือน และจำนวนวันฝนตกต่อเดือน ณ สถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย ตำบลห้วยบง อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา ตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2563 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งการทดลองอยู่ระหว่าง 28-34 องศาเซลเซียส ในขณะที่เดือนกันยายนและมกราคม มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดรายเดือนอยู่ที่ 28 องศาเซลเซียส เดือนมิถุนายนมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดรายเดือนอยู่ที่ 34 องศาเซลเซียส (Figure 1a) ส่วนปริมาณน้ำฝนรวมในแต่ละเดือนตลอดการทดลองอยู่ระหว่าง 0-555 มิลลิเมตรต่อเดือน จำนวนวันฝนตกอยู่ระหว่าง 0-23 วันต่อเดือน (Figure 1b) จากข้อมูลจะเห็นได้ว่าช่วง 3 เดือนสุดท้ายของการทดลองมีปริมาณฝนตกน้อยทำให้อยู่ในสภาวะแล้งที่อาจส่งผลกระทบต่อการออกดอกของมันสำปะหลัง

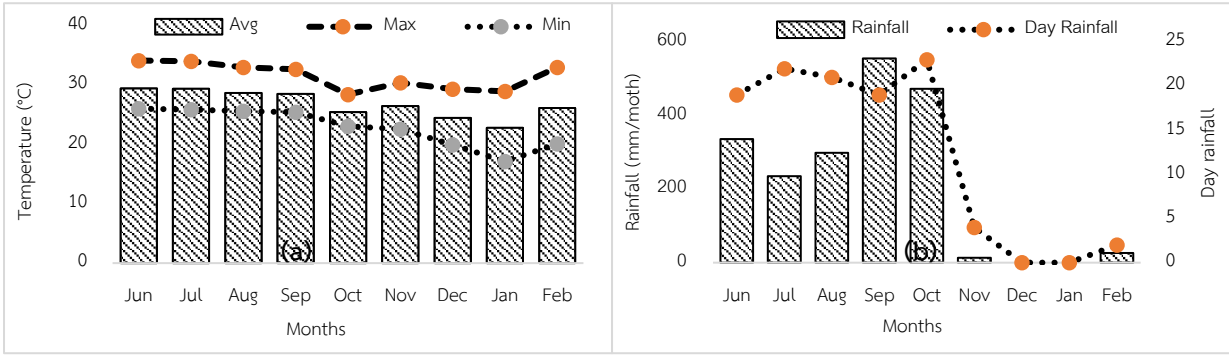

Figure 1 Average, minimum, and maximum temperature (a) and rainfall and daily rainfall at the Tapioca Development Institute, Huay-bong Dankhuntod, Nakorn Ratchasima, from June 2020 to February 2021.

2. ผลของ BA และ STS ต่อลักษณะการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง

จากการวิเคราะห์ความสูงต้นของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 ที่อายุ 2-8 เดือนหลังปลูก พบว่า BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ไม่ส่งผลให้ความสูงต้นของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 แตกต่างกันทางสถิติ หลังปลูกเป็นเวลา 2 เดือน การให้ BA 0.5 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับ STS มีแนวโน้มให้ค่าความสูงต้นมากที่สุด เท่ากับ 53.50 เซนติเมตร ส่วนที่ 3 เดือนหลังปลูก พบว่าการให้ BA 1.0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับ STS มีแนวโน้มให้ค่าความสูงต้นมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 115.50 เซนติเมตร ในขณะที่ เดือนที่ 4, 5 และ 7 เดือนหลังปลูก การฉีดพ่นเพียง STS มีแนวโน้มให้ค่าความสูงต้นมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 147.19, 148.75 และ 167.50 เซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับที่ 6 เดือนหลังปลูก การให้ BA 1.5 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับ STS มีแนวโน้มให้ความสูงต้นมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 170 เซนติเมตร และที่ 8 เดือนหลังปลูก การให้ BA 0.5 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับ STS มีแนวโน้มให้ความสูงต้นมากที่สุดมีค่าเท่ากับ 176.67 เซนติเมตร (Table 1) ผลของความเข้มข้นต่าง ๆ ของ BA ต่อความสูงกิ่งที่ 1 และค่าสัดส่วนการแตกกิ่งที่ 1 ต่อความสูงต้นของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 ที่อายุ 5, 6, 7 และ 8 เดือนหลังปลูก โดยจะเริ่มรายงานผลความสูงการแตกกิ่งที่ 1 และค่าสัดส่วนการแตกกิ่ง เมื่อมันสำปะหลังอายุ 5 เดือนหลังปลูก เนื่องจากเป็นเดือนแรกที่มีการแตกกิ่ง ผลการทดลองพบว่า การฉีดพ่น BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ร่วมกับ STS ไม่ส่งผลให้ค่าความสูงกิ่งที่ 1 และค่าสัดส่วนการแตกกิ่งที่ 1 ต่อความสูงต้นของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 มีความแตกต่างกันทางสถิติทุกเดือนที่ศึกษา การปลูกในสภาพธรรมชาติโดยไม่ชักนำด้วยสารใด ๆ ส่งผลให้แนวโน้มค่าความสูงการแตกกิ่งที่ 1 ของมันสำปะหลังมากที่สุด เมื่อมันสำปะหลังอายุ 6 และ 7 เดือนหลังปลูก มีค่าเท่ากับ 108.56 และ 118.75 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 2) ในขณะที่ค่าสัดส่วนการแตกกิ่ง พบว่า เมื่อมันสำปะหลังอายุ 7 เดือนหลังปลูก การฉีดพ่น BA 1.0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับ STS ส่งผลให้ค่าสัดส่วนการแตกกิ่งมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.76 (Table 2) สำหรับค่าสัดส่วนการแตกกิ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงตำแหน่ง ณ ที่แตกกิ่งของมันสำปะหลังต้นนั้น ๆ ซึ่งผลการทดลองที่เกี่ยวข้องกับลักษณะการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังในการทดลองนี้ ในขณะที่การศึกษา ของ Prangkratok et al. (2021) ที่ศึกษาผลของการใช้แสงสีแดง และ BA ร่วมกับ STS ต่อความสูง การแตกกิ่งและการออกดอกในมันสำปะหลัง ADIRA4, ห้วยบง 90, เกษตรศาสตร์ 50, ระยอง 9 และ TME3 พบว่า การให้แสงสีแดงร่วมกับ BA และ STS มีแนวโน้มส่งผลให้ความสูงต้น และการแตกกิ่งของมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าในการทดลองนี้ไม่ได้ใช้แสงสีแดงร่วมด้วย ซึ่งการเจริญเติบโตของพืชอาจต้องมีปัจจัยอื่น ๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง Srikanth et al. (2011) ได้อธิบายไว้ว่าการเจริญเติบโตของพืชจะถูกควบคุมด้วยกลไกที่สลับซับซ้อนทั้งปัจจัยภายในต้นพืช เช่น อายุพืช ฮอร์โมน และปัจจัยสิ่งแวดล้อมภายนอก เช่น ความยาวช่วงแสง อุณหภูมิ เป็นต้น นอกจากนี้ระหว่างการทดลองยังกระทบกับสภาวะแล้งในช่วงสามเดือนสุดท้ายของการทดลอง ที่อาจจะส่งผลต่อการแสดงออกของลักษณะการเจริญเติบโตในมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 สำหรับการทดลองนี้ และจะเห็นได้ว่าลักษณะการเจริญเติบโตความสูงต้นและค่าสัดส่วนการแตกกิ่ง ในบางเดือนไม่มีความต่อเนื่องกันเป็นผลจากบางช่วงการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังจะมีการผลัดใบเพื่อให้มีการสะสมแป้งไว้ในราก และนอกจากนี้การทดลองนี้เป็นการสุ่มเก็บข้อมูลความสูงต้น 3 ต้น จาก 5 ต้น จึงอาจจะไม่ใช่ต้นเดียวกันในการเก็บข้อมูลของแต่ละเดือนที่จะส่งผลต่อความไม่ต่อเนื่องการของลักษณะการเจริญเติบโต

3. ผลของ BA และ STS ต่อลักษณะการออกดอกของมันสำปะหลัง

ผลของความเข้มข้นต่าง ๆ ของ BA ต่อลักษณะการออกดอกของมันสำปะหลัง ประกอบไปด้วย จำนวนดอกตัวเมีย จำนวนดอกตัวผู้ และจำนวนช่อดอกต่อต้น ของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 พบว่า มันสำปะหลังเริ่มออกดอกในเดือนที่ 5 หลังปลูก ซึ่งเป็นเดือนพฤศจิกายน 2563 ไปจนถึงอายุ 8 เดือนหลังปลูก ซึ่งเป็นเดือนกุมภาพันธ์ 2564 ผลการทดลอง พบว่า เมื่อมันสำปะหลังอายุ 5 และ 6 เดือนหลังปลูก ความเข้มข้นต่าง ๆ ของ BA ไม่ส่งผลต่อการออกดอกทุกลักษณะ ในขณะที่ลักษณะการออกดอกเมื่อมันสำปะหลังอายุ 7 และ 8 เดือนหลังปลูก ความเข้มข้นต่าง ๆ ของ BA ส่งผลให้ลักษณะการออกดอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ยกเว้น จำนวนดอกตัวเมียเมื่อมันสำปะหลังอายุ 8 เดือนหลังปลูก เมื่อมันสำปะหลังอายุ 7 เดือนหลังปลูก มีเพียงการฉีดพ่น BA 1.0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับ STS ที่ส่งผลให้มันสำปะหลังออกดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย มีจำนวนเท่ากับ 2.72 และ 13.50 ดอกต่อช่อ ตามลำดับ และมีจำนวนช่อเท่ากับ 1.50 ช่อต่อต้น

Table 1 Plant height from 2-8 months after planting (MAP) of Huay-bong 80 when using difference BA concentrations**.**

Treatments (T)	Plant height (cm)						
	2 MAP	3 MAP	4 MAP	5 MAP	6 MAP	7 MAP	8 MAP
0 BA + STS	47.50	98.75	147.19	148.75	152.00	167.50	173.75
0.5 BA + STS	53.50	102.75	142.19	142.75	160.00	155.00	176.67
1.0 BA + STS	47.38	115.50	131.00	130.92	137.25	135.25	146.50

1.5 BA + STS	47.00	91.25	142.50	144.88	170.00	147.50	156.25
2.0 BA + STS	51.00	101.25	140.50	148.31	156.92	155.00	164.06
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	11.43	10.94	7.80	8.35	9.31	9.13	9.32

ns not significant.

Table 2 The first branch height (FBH; cm) and the ratio of the first branch to total height (RBTH) from 5-8 months after planting (MAP) of Huay-bong 80 when using difference BA concentrations**.**

Treatments (T)	5 MAP		6 MAP		7 MAP		8 MAP	
	FBH	RBTH	FBH	RBTH	FBH	RBTH	FBH	RBTH
0 BA + STS	105.50	0.71	108.56	0.72	118.75	0.71	107.50	0.62
0.5 BA + STS	100.21	0.71	102.50	0.64	98.75	0.64	96.67	0.55
1.0 BA + STS	99.58	0.77	101.67	0.75	102.50	0.76	104.38	0.72
1.5 BA + STS	108.23	0.75	93.75	0.56	103.02	0.70	107.71	0.69
2.0 BA + STS	110.65	0.74	107.44	0.69	100.00	0.64	107.92	0.66
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	12.84	11.89	11.94	13.97	12.02	11.48	13.12	13.06

ns not significant.

ในขณะที่มันสำปะหลังอายุ 8 เดือนหลังปลูก การฉีดพ่น BA 1.0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับ STS ที่ส่งผลให้มันสำปะหลังออกดอกตัวผู้และจำนวนช่อต่อต้น มากที่สุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ 7.71 ดอกต่อช่อ และ 1.75 ช่อต่อต้น ตามลำดับ ถึงแม้ว่าความเข้มข้นของ BA ร่วมกับ STS จะส่งผลให้ลักษณะการออกดอกของมันสำปะหลังแตกต่างกันทางสถิติในบางเดือนที่ศึกษา แต่ไม่ส่งผลต่อจำนวนดอกที่เพียงพอเพื่อใช้ในขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลัง ซึ่งจากผลการทดลองนี้แตกต่างจากรายงานของ (Oluwasanya et al., 2021) ที่ศึกษาผลของการใช้ BA ร่วมกับ STS ต่อการออกดอกของมันสำปะหลัง พบว่า การใช้ BA ร่วมกับ STS ส่งผลให้มันสำปะหลังเพิ่มจำนวนดอกรวม ดอกตัวเมีย จำนวนการติดผล และมีจำนวนดอกเพิ่มขึ้น จะเห็นได้ว่าการทดลองทั้งสองใช้ BA ชนิดเดียวกัน แต่วิธีการให้ปัจจัยที่ใช้ชักนำแตกต่างกันโดยในงานทดลองนี้ใช้วิธีการฉีดพ่นทางใบ ส่วนการทดลองของ Oluwasanya et al. (2021) ทำ Petiole fed โดยการตัดก้านใบแล้วให้สารที่ใช้ในการชักนำผ่านเข้าทาง xylem ของพืช ซึ่งเป็นการดูดซับสารเหล่านั้นได้โดยตรง ในขณะที่การฉีดพ่นทางใบต้องขึ้นอยู่กับการเปิดปิดปากใบของมันสำปะหลังในขณะช่วงที่ฉีดพ่น นอกจากนี้ลักษณะทางพันธุกรรมของมันสำปะหลังที่ใช้ในงานทดลองก็ยังมีความแตกต่างกัน ซึ่งการใช้ STS ร่วมด้วยจะส่งผลให้เกิดการชะลอการร่วงหล่นของดอกหลังการออกดอก (Ma et al., 2006) ส่วน Oluwasanya et al. (2021) ได้อธิบายกลไกการทำงานของ STS ไว้ว่า STS จะไปยับยั้งการสังเคราะห์สารเอทิลีน และเอทิลีนจะไม่สามารถกระตุ้นการทำงานของยีนกลุ่ม TEMPRANILLO1 (TEM 1) ได้ ซึ่งยีนกลุ่มนี้จะไปยับยังการทำงานของจิบเบอเรลลินที่เกี่ยวข้องกับการ ออกดอกของมันสำปะหลัง และจากผลการทดลองก็พบว่าการใช้ STS ร่วมด้วยก็ไม่ส่งผลต่อลักษณะการออกดอกของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 ที่เพิ่มมากขึ้นเช่นกัน

Table 3 Numbers of females per bunch (NF), numbers of males per bunch (NM) and numbers of bunches per plant (NB) at 5, 6, 7, and 9 months after planting (MAP) of Huay-bong when using difference BA concentrations.

Treatments (T)	5 MAP			6 MAP			7 MAP			8 MAP		
	Femal e	Male	NB	Femal e	Male	NB	Femal e	Male	NB	Femal e	Male	NB
0 BA + STS	0.66	5	0.19	0.62	2.70	0.75	0.00^{b}	0.00^{b}	0.00^{b}	1.30	11.68^{a}	5.00^{a}
0.5 BA + STS	0.25	1.5	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00^{b}	0.00^{b}	0.00^{b}	0.00	0.00^{b}	0.00^{b}
1.0 BA + STS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.72^{a}	13.50^{a}	1.50^{a}	0.37	7.71^{ab}	1.75^{a} b
1.5 BA + STS	0.25	1.5	0.25	0.37	2.87	0.25	0.02^{b}	0.00^{b}	0.00^{b}	0.00	0.00^{b}	0.00^{b}
2.0 BA + STS	0.25	4.83	0.41	1.37	6.62	2.00	0.03^{b}	0.00^{b}	0.00^{b}	0.00	0.00^{b}	0.00^{b}
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	**	ns	**	**
CV (%)	138.12	145.08	136	210.75	213.91	280.13	267.61	447.21	354.86	260.79	242.51	215.33

Mean in the same column with the same letter are not significantly different by least significant difference (LSD) ** Significant at *P < 0.01* and ns not significant.

สรุปผลการศึกษา

ผลการทดลองพบว่า BA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ร่วมกับ STS ส่งผลให้ลักษณะการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกลักษณะของทุกเดือนที่ศึกษา ในขณะที่ลักษณะการออกดอกพบว่า BA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ร่วมกับ STS ส่งผลให้จำนวนดอกตัวเมีย จำนวนดอกตัวผู้ และจำนวนช่อต่อต้น ของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ *(P<0.01)* การการฉีดพ่น BA 1.0 มิลลิโมลาร์ ร่วมกับ STS ส่งผลให้ค่าลักษณะดังกล่าวมากที่สุด เมื่อมันสำปะหลังอายุ 7 เดือนหลังปลูก เช่นเดียวกับการฉีดไม่ฉีดพ่น BA และ STS ที่ส่งผลให้จำนวนดอกตัวผู้และจำนวนช่อต่อต้น ของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 80 มากที่สุด เมื่ออายุ 8 เดือนหลังปลูก ถึงแม้ว่าความเข้มข้นของ BA จะส่งผลให้ลักษณะการออกดอกของมันสำปะหลังแตกต่างกันทางสถิติในบางเดือนที่ศึกษา แต่ไม่ส่งผลต่อปริมาณดอกที่เพียงพอเพื่อใช้ในขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลัง

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย ที่ให้การสนับสนุนเงินทุนวิจัยสำหรับโครงการการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อต้านทานโรคใบด่างมันสำปะหลัง และสถานที่ในการทดลอง และขอขอบคุณภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

เอกสารอ้างอิง

Bernier, G., Kinit J., & Sachs, R. (1985). **The Physiology of Flowering (Vol. 2nd). Transition to Reproductive Growth.** Florida: CRC Press.

Department of Agriculture. (1983). **Academic Papers volume 7th Cassava. Department of agriculture.** Retrieved from: http://lib.doa.go.th/multim/e-book/EB00559.pdf

Ma, N., Tan, H., Liu, X., Xue, J., Li, Y., & Gao, J. (2006). Transcriptional regulation of ethylene receptor and CTR genes involved in ethylene-induced flower opening in cut rose (Rosa hybrida) cv. Samantha. **Journal of Experimental Botany.** 57(11), 2763-2773.

Oluwasanya, D., Esan, O., Hyde, P., Kulakow, P., & Setter, T. (2021). Flower development in cassava is feminized by cytokinin, while proliferation is stimulated by anti-ethylene and pruning: transcriptome responses. **Journal Frontiers in plant science.** 12(1), 1-17.

Office of Agricultural Economics. (2020). **Agricultural Statistics of Thailand Year 2020.** Retrieved from: http://impexp.oae.go.th/workflow/export_report.php.

Prangkratok, T., Phumicha, C., Wannarat, W., & Kongsil, P. (2021). Effects of Red Light and 6-Benzyladenine on Branching and Flowering in Cassava. **Thai Journal of Science and Technology.** 10(3), 276-286.

Srikanth, A., Schmid, M. & sciences, M. (2011). Regulation of flowering time: all roads lead to Rome. **Journal Cellular and Molecular Life Sciences.** 68(12), 2013-2037.

Tongumpai, P. (1986). **Plant Hormones and Synthetic Substances Guidelines for utilization in Thailand.** Bangkok: Dynamic publishing.

Vichukit, V., Rojanaritphichet, J., Sarobol., E., Jeamjamnanja, J., Changlek, P., Sriroth, K., & Piyajomkwan, K. (1999). **New varieties of cassava Huay-Bong 80.** Retrieved from: http://www3.rdi.ku.ac.th/exhibition/53/group06/vicharn/index_04.html

วันรับบทความ (Received date) : 2 ก.พ. 65
วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 29 เม.ย. 65
วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 21 มิ.ย. 65