

# ผลของการใช้แสงสีแดง และ 6-Benzyladenine ต่อการแตกกิ่ง และการออกดอกใหม่ในมันสำปะหลัง

## Effects of Red Light and 6-Benzyladenine on Branching and Flowering in Cassava

ธนพล แพร่งกระโทก, เฉลิมพล ภูมิไชย์, วรณสิริ วรณรัตน์ และภัสวี คงศีล\*

ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

Thanapon Prangkratok, Chalernpol Phumichai, Wannasiri Wannarat and Pasajee  
Kongsil\*

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok Campus

Received: March 13, 2020 ; Accepted: January 18, 2021

### บทคัดย่อ

การชักนำการออกดอกเป็นกระบวนการหนึ่งที่สำคัญในขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์พืช วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้ คือ เพื่อประเมินการตอบสนองของมันสำปะหลังที่มีต่อการออกดอกเมื่อได้รับการชักนำด้วยแสงสีแดง และ/หรือ 6-Benzyladenine (BA) ร่วมกับ silver thiosulfate (STS) วางแผนการทดลองแบบ split plot in RCBD จำนวน 4 ซ้ำ ปัจจัยหลัก คือ วิธีการชักนำการออกดอกของมันสำปะหลัง ได้แก่ (1) กลุ่มควบคุม (2) ฉีดพ่น 0.5 mM BA ร่วมกับ 2 mM STS (3) ฉีดพ่น 0.5 mM BA ร่วมกับ 2 mM STS และ ให้แสงสีแดงความยาวคลื่น 620 nm ในเวลากลางคืน และ (4) ให้เพียงแสงสีแดงความยาวคลื่น 620 nm ในเวลากลางคืน ปัจจัยรอง คือ พันธุ์มันสำปะหลัง ได้แก่ ADIRA 4, ห้วยบง 90, เกษตรศาสตร์ 50, ระยอง 9 และ TME3 เก็บข้อมูลลักษณะการเจริญเติบโต ซึ่งประกอบด้วย ความสูงการแตกกิ่งแรก ความสูง และสัดส่วนความสูงแตกกิ่งแรกต่อความสูงต้นที่อายุ 4 5 และ 9 เดือนหลังปลูก สำหรับข้อมูลลักษณะการออกดอกได้แก่ จำนวนดอกตัวผู้ต่อช่อ จำนวนดอกตัวเมียต่อช่อ และจำนวนช่อต่อต้นในมันสำปะหลังอายุ 5 6 7 และ 9 เดือนหลังปลูก พบว่าวิธีการชักนำการออกดอกไม่ส่งผลให้ข้อมูลการออกดอกแตกต่างกันทางสถิติทุกลักษณะ การใช้แสงสีแดง และ BA ส่งผลให้มีความสูงและสัดส่วนการแตกกิ่งเพิ่มขึ้น แต่ไม่ส่งผลต่อการชักนำการออกดอกของมันสำปะหลัง

**คำสำคัญ :** การแตกกิ่ง; ไซโตไคนิน; การปรับปรุงพันธุ์พืช; การเจริญเติบโต; Silver Thiosulfate (STS)

### Abstract

Flowering induction is one of the most important processes in plant breeding. This study aimed to assess cassava flowering response under the induction of red light and/or 6-benzyladenine (BA)

with silver thiosulfate (STS). A split-plot in randomized complete block design with four replications was used for this study. The main plot factor was cassava flowering induction, which were (1) control, (2) spraying 0.5 mM BA with 2 mM STS, (3) spraying 0.5 mM BA with 2 mM STS and red light, and (4) red light with a wavelength of 620 nm at night. Sub-plot factor was cassava variety, including ADIRA 4, Huaybong 90, Kasetsart 50, Rayong 9, and TME3. Data of growth and traits, including the first branching height, total height, and the proportion of the first branching height to total height at age 4, 5, and 9 months after planting, were collected. Flowering traits were collected as the number of male flowers per bunch, the number of female flowers per bunch and the number of bunches per plant of cassava at 5, 6, 7, and 9 months after planting. The result showed that the methods of flowering induction did not cause significant differences in the flowering traits. The use of red light and BA resulted in increasing height and branching ratio. However, this change did not affect the flowering traits of cassava.

**Keywords:** branching; cytokinin; plant breeding; growth; silver thiosulfate (STS)

## 1. บทนำ

มันสำปะหลัง (Cassava) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Manihot esculenta* Crantz เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญอีกชนิดหนึ่ง เนื่องจากสามารถปลูกมันสำปะหลังได้เกือบทุกภาคของประเทศ ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตมันสำปะหลังเป็นอันดับ 2 ของโลก รองจากประเทศไนจีเรีย มีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังประมาณ 9 ล้านไร่ มีผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 30 ล้านตันต่อปี (Office of Agricultural Economics, 2018) สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทุก ๆ ส่วนตั้งแต่ยอดจนถึงราก ส่งผลให้ปัจจุบันปริมาณความต้องการใช้ประโยชน์ของมันสำปะหลังมีแนวโน้มจะสูงขึ้น

จากข้อมูลดังกล่าวจึงต้องมีการศึกษาวิจัยและพัฒนา เพื่อปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังอย่างต่อเนื่อง สำหรับมันสำปะหลังเป็นพืชที่มีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่บนต้นเดียวกันแต่แยกกันอยู่คนละตำแหน่ง (monoecious plant) โดยช่อดอกจะเกิดตรงปลายยอดของกิ่ง หรือรอยต่อของต้นที่มีการแตกกิ่งส่งผลให้พันธุ์ที่ไม่แตกกิ่งจะไม่เกิดช่อดอก ซึ่งเป็นปัญหาหนึ่งในขั้นตอนของการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลัง

การชักนำการออกดอกของมันสำปะหลังจึงมีความสำคัญ Gardner *et al.* (1985) พบว่า การเพิ่มระยะเวลาได้รับแสงจากช่วงเวลาปกติด้วยแสง red (R) หรือ far-red (FR) มีผลต่อการเกิดช่อดอกของถั่วเหลือง สอดคล้องกับการศึกษาของ Salairuk (2010) ที่ได้ศึกษาอิทธิพลของช่วงแสงที่มีผลต่อการชักนำการออกดอกของบัวหลวงโดยการเพิ่มระยะเวลาการรับแสงจากธรรมชาติที่ 13, 15 และ 17 ชั่วโมงต่อวัน พบว่า การเพิ่มช่วงแสงสีแดงตามเวลาดังกล่าวสามารถชักนำการออกดอกของบัวหลวงได้ และช่วงแสงที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้การออกดอกของบัวหลวงเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย และอีกหนึ่งในปัจจุบันที่เกี่ยวข้องกับการชักนำการเกิดช่อดอก คือ สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งไซโตไคนินชนิด 6-Benzyladenine (BA) ที่จะมีผลต่อการแบ่งเซลล์และขยายขนาดของเซลล์ ที่มีผลต่อการเจริญของกิ่งใบ ลำต้น และเร่งการแตกตาข้าง (Thongampai, 1986) นอกจากนี้ BA มีบทบาทในการชักนำการเกิดช่อดอกของพืชอีกด้วย (Bernier *et al.*, 1981) สอดคล้องกับการศึกษา

อิทธิพลของความเข้มข้น ช่วงแสง BA ที่มีผลต่อการออกดอกในการผลิตแก้วมังกรนอกฤดู พบว่าการป้าย BA ต่อเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 1:1 หลังจากให้แสงไฟเพิ่มช่วงเวลาส่งผลให้จำนวนดอกเท่ากับ 16 ดอก ซึ่งเหมาะสมที่สุดต่อการชักนำการออกดอกนอกฤดูในการผลิตแก้วมังกร (Sawatdisan, 2007) และมีรายงานที่ประสบความสำเร็จในการใช้แสงสีแดงความยาวคลื่นสูงสุดที่ย่าน 625-635 นาโนเมตร (Pineda *et al.*, 2020) และการใช้ฮอร์โมน BA ร่วมกับ Silver Thiosulfate (STS) (Oluwasanya *et al.*, 2021) สามารถชักนำออกดอกของมันสำปะหลังในประเทศโคลัมเบีย สำหรับสาร STS เป็นสารกลุ่ม inhibitors ที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งการสังเคราะห์สารเอทิลีน มีฤทธิ์ไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ACC synthase และ ACC oxidase ส่งผลให้หลังพืชออกดอกจะชะลอการร่วงหล่นของดอก

จากข้อมูลที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่าการใช้แสงสีแดงและ BA มีโอกาสจะถูกนำมาใช้ในกระบวนการชักนำการออกดอกเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ในมันสำปะหลัง ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการตอบสนองในการออกดอกของมันสำปะหลังเมื่อได้รับการชักนำด้วยแสงสีแดง และ 6-Benzyladenine (BA) ร่วมกับ silver thiosulfate (STS) สำหรับพันธุ์มันสำปะหลังในการทดลองนี้ได้แก่ พันธุ์ ADIRA 4 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ พันธุ์ห้วยบง 90 (HB90) เป็นพันธุ์ที่ปรับปรุงพันธุ์ในประเทศไทย ซึ่งมีลักษณะต้นตรง พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 (KU50) เป็นพันธุ์ที่ปรับปรุงพันธุ์ในประเทศไทย ซึ่งมีลักษณะต้นแตกกิ่ง พันธุ์ระยอง 9 (R9) เป็นพันธุ์ที่ปรับปรุงพันธุ์ในประเทศไทย ซึ่งมีลักษณะต้นตรง และพันธุ์ TME3 เป็นพันธุ์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ทั้งนี้เพื่อทดสอบศักยภาพในการชักนำการออกดอกของมันสำปะหลังที่ฐาน

พันธุกรรมและแหล่งที่มาที่แตกต่างกันภายใต้สภาพภูมิอากาศของประเทศไทย

## 2. วิธีการ

### 2.1 แผนการทดลอง

ทดลองที่สถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย ตำบลห้วยบง อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ. 2563 วางแผนการทดลองแบบ split plot in Randomized Completely Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ โดยกำหนดให้ปัจจัยหลัก คือ วิธีชักนำการออกดอกของมันสำปะหลัง ได้แก่

2.1.1 กลุ่มควบคุม (control)

2.1.2 ฉีดพ่น 0.5 mM BA ร่วมกับ 2 mM STS (BA)

2.1.3 ฉีดพ่น 0.5 mM BA ร่วมกับ 2 mM STS และ ให้แสงสีแดงความเข้มแสงสูงสุดที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตรในเวลากลางคืน (BA+red)

2.1.4 ให้เพียงแสงสีแดงความยาวคลื่น 620 nm ในเวลากลางคืน (red)

ปัจจัยรอง คือ พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ ADIRA 4 พันธุ์ห้วยบง 90 (HB90) พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 (KU50) พันธุ์ระยอง 9 (R9) และพันธุ์ TME3

### 2.2 การปลูกและการดูแลรักษา

เตรียมพื้นที่สำหรับใช้ทดลองโดยการไถและไถแปรอย่างละ 1 ครั้ง ก่อนพันธุ์ที่จะใช้ยาวประมาณ 20-25 ซม. จากต้นที่มีอายุ 10-12 เดือนปราศจากโรคและแมลง จากนั้นนำท่อนพันธุ์ที่จะใช้ทดลองมาแช่สารเคมีเพื่อป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งมันสำปะหลัง ปลูกแบบปักตั้งตรงบนสันร่องด้วยระยะปลูก 1 เมตรต่อต้นในแถว และ 2 เมตรต่อแถวซึ่งเป็นระยะปลูกสำหรับแปลงผสมเกสร เป็นการปลูกแบบอาศัยน้ำฝน ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50

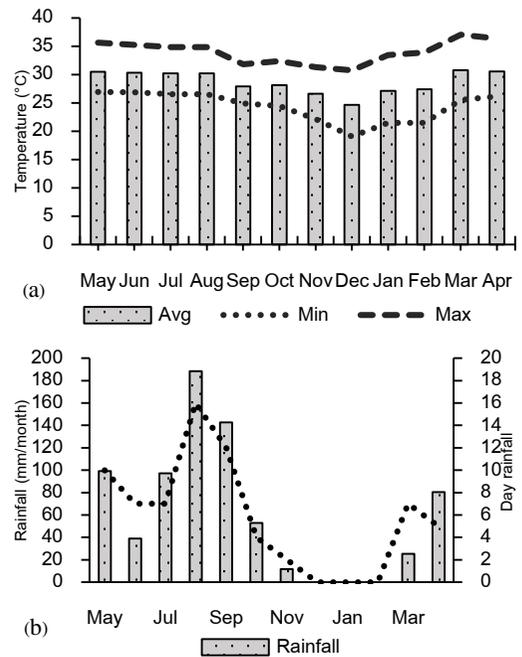
กิโกลกรัมต่อไร่ เมื่อมีอายุ 30 วันหลังปลูก ตลอดจนการทดลองกำจัดวัชพืช 3 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 ใช้แรงงานคน ครั้งที่ 2 และ 3 จะใช้สารเคมีร่วมกับใช้แรงงานคน

### 2.3 การชักนำการออกดอกของมันสำปะหลัง

สำหรับการชักนำการออกดอกโดยใช้แสงสีแดงจะให้แสงสีแดงในเวลากลางคืนตลอดตั้งแต่มันสำปะหลังอายุ 1 เดือนหลังปลูกไปจนถึงอายุการออกดอกของมันสำปะหลัง โดยจะเปิดไฟ LED สีแดงก่อนพระอาทิตย์ตกและปิดไฟหลังพระอาทิตย์ขึ้นแล้ว (ช่วงเวลา 17.00-7.00 น.) เพื่อให้มันสำปะหลังได้รับแสงสีแดงจากหลอดไฟและจากดวงอาทิตย์อย่างต่อเนื่อง (คลื่นแสงที่อยู่ในช่วงแสงสีแดง คือ 620 nm) ส่วนการชักนำการออกดอกโดยใช้ฮอร์โมนไซโตไคนิน ชนิด BA ความเข้มข้น 0.5 mM ร่วมกับสาร Silver Thio-Sulfate (STS) 2 mM เมื่อมันสำปะหลังอายุ 4 เดือน โดยการฉีดพ่นทางทรงพุ่มในปริมาณ 100 มิลลิลิตรต่อต้น ต่อชนิดสาร

### 2.4 การเก็บข้อมูล

เก็บข้อมูลทางอุตุวิทยามา ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝนต่อเดือน โดยอ้างอิงข้อมูลจากสถาบันพัฒนา มันสำปะหลังแห่งประเทศไทย เก็บข้อมูลลักษณะการเจริญเติบโต ประกอบด้วย ความสูงการแตกกิ่งแรก และสัดส่วนความสูงแตกกิ่งแรกต่อความสูงต้นที่อายุ 4, 5 และ 9 เดือนหลังปลูก ส่วนข้อมูลลักษณะการออกดอกได้แก่ จำนวนดอกตัวผู้ต่อช่อ จำนวนดอกตัวเมียต่อช่อ และจำนวนช่อต่อต้นที่มันสำปะหลัง 5, 6, 7 และ 9 เดือนหลังปลูก วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) โดยใช้โปรแกรม STAR (IRRI) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละวิธี Duncan's Multiple-Range Test (DMRT)



**Figure 1** Average, minimum, and maximum Temperatures (a) and rainfall and day rainfall at the Tapioca Development Institute, Huaybong Dankhuntod, Nakorn Ratchasima, from May 2019 to April 2020.

## 3. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

### 3.1 ข้อมูลสภาพอากาศระหว่างทดลอง

ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน ปริมาณน้ำฝนรายเดือน และจำนวนวันฝนตกต่อเดือน ณ สถาบันพัฒนา มันสำปะหลังแห่งประเทศไทย ตำบลห้วยบง อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา ตั้งแต่ พฤษภาคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2563 มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งการทดลองอยู่ระหว่าง 25-31 องศาเซลเซียส ในขณะที่เดือนธันวาคม มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดรายเดือนอยู่ที่ 19 องศาเซลเซียส เดือนมีนาคม มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดรายเดือนอยู่ที่ 37 องศาเซลเซียส (Figure 1a) ส่วน

ปริมาณน้ำฝนรวมในแต่ละเดือนตลอดการทดลอง อยู่ระหว่าง 0-188 มิลลิเมตรต่อเดือน จำนวนวันฝนตกอยู่ระหว่าง 0-12 วันต่อเดือน (Figure 1b) จากปริมาณน้ำฝนพบว่าเริ่มเข้าฤดูฝนในช่วงเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2562 เมื่อเริ่มปลูกมันสำปะหลัง จนถึงเดือนตุลาคม 2562 จากนั้นเริ่มเข้าฤดูแล้ง ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2562 ถึงเดือนมีนาคม 2563

### 3.2 ผลของการใช้แสงสีแดง และ BA ต่อ ความสูงกิ่งแรกของมันสำปะหลัง

จากการวิเคราะห์ความสูงกิ่งแรกของมันสำปะหลังที่อายุ 4, 5 และ 9 เดือนหลังปลูก เลือกรายงานในเดือนที่ 4 หลังปลูกเนื่องจากการให้การชักนำครบทุกวิธีการชักนำ และที่ 5 เดือนหลังปลูก ซึ่งเป็นเดือนแรกที่มีมันสำปะหลังเริ่มมีการออกดอก ในการทดลองนี้ และที่ 9 เดือนหลังปลูกซึ่งเป็นเดือนสุดท้ายของการออกดอกของมันสำปะหลังในการทดลองนี้ พบว่า วิธีการชักนำการออกดอกและพันธุ์มันสำปะหลังส่งผลให้มันสำปะหลังมีความสูงกิ่งแรกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) ในทุกเดือนที่ศึกษา การให้แสงสีแดงร่วมกับ BA ทำให้มันสำปะหลังมีความสูงกิ่งแรกมากที่สุดที่อายุ 5 และ 9 เดือนหลังปลูก ส่วนที่ 4 เดือนหลังปลูกการให้แสงสีแดงเพียงอย่างเดียว และการให้ BA ร่วมกับแสงสีแดงส่งผลต่อความสูงการแตกกิ่งแรกไม่แตกต่างกัน ส่วนพันธุ์มันสำปะหลัง พบว่า ที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก พันธุ์เกษตรกรศาสตร์ 50 มีความสูงการแตกกิ่งแรกมากที่สุดมีค่าเท่ากับ 100.47 เซนติเมตร ในขณะที่มันสำปะหลังอายุ 5 และ 9 เดือนหลังปลูก พันธุ์ระยอง 9 มีความสูงกิ่งแรกมากที่สุด เท่ากับ 158.50 และ 184.30 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 1)

นอกจากนี้ ยังพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และวิธีการชักนำการออกดอกของมันสำปะหลังที่มีต่อความสูงการแตกกิ่งแรกของมันสำปะหลังที่ทุกเดือนที่

ศึกษา (Figure 2) เมื่อมันสำปะหลังอายุ 4 เดือน การใช้ BA ร่วมกับแสงสีแดงส่งผลให้มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 90 มีความสูงของการแตกกิ่งแรกมากที่สุดมีค่าเท่ากับ 125.45 เซนติเมตร ส่วนพันธุ์ระยอง 9 ยังไม่มีการแตกกิ่ง และพันธุ์ห้วยบง 90 ที่ยังไม่ได้รับแสงสีแดงยังไม่มีการแตกกิ่งเช่นกัน ส่วนพันธุ์ ADIRA 4 และ TME3 พบว่า การชักนำด้วยแสงสีแดง ทั้งแสงสีแดงเพียงอย่างเดียวและแสงสีแดงร่วมกับ BA มีการแตกกิ่งในตำแหน่งที่สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการชักนำ หรือใช้เฉพาะ BA ในขณะที่พันธุ์เกษตรกรศาสตร์ 50 พบว่าการใช้ BA ทำให้มีความสูงแตกกิ่งแรกต่ำกว่าการชักนำด้วยแสงสีแดง (Figure 2a) เมื่อมันสำปะหลังอายุ 5 เดือน การใช้ BA ร่วมกับแสงสีแดงส่งผลให้มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 มีความสูงของการแตกกิ่งแรกมากกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับแสงสีแดง สำหรับพันธุ์ ADIRA 4 การใช้ BA ร่วมกับแสงสีแดงส่งผลให้มีการแตกกิ่งแรกสูงกว่าการใช้แสงสีแดง ส่วนพันธุ์เกษตรกรศาสตร์ 50 การใช้ BA ส่งผลให้มีการแตกกิ่งแรกต่ำกว่าการใช้ BA ร่วมกับแสงสีแดง สำหรับพันธุ์ TME3 การใช้ BA ร่วมกับแสงสีแดงส่งผลให้มีการแตกกิ่งแรกสูงกว่ากลุ่มควบคุมและการใช้ BA เพียงอย่างเดียว วิธีการควบคุมและใช้ BA ยังไม่ส่งผลให้มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 90 มีการแตกกิ่ง (Figure 2b) เมื่อมันสำปะหลังอายุ 9 เดือน มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 มีแนวโน้มของความสูงการแตกกิ่งแรกมากที่สุดแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับพันธุ์ ADIRA 4 ในทุกวิธีการชักนำการออกดอก ส่วนพันธุ์ TME3 กลุ่มที่ได้รับการชักนำที่ใช้ BA ทั้ง BA อย่างเดียว และ BA ร่วมกับแสงสีแดงส่งผลให้ความสูงกิ่งแรกแตกต่างกับวิธีการควบคุมและการให้แสงสีแดงอย่างเดียว สำหรับพันธุ์เกษตรกรศาสตร์ 50 กลุ่มที่ได้รับแสงสีแดง ทั้งแสงสีแดงอย่างเดียว และแสงสีแดงร่วมกับ BA ส่งผลให้ความสูงกิ่งแรกแตกต่างกับวิธีการควบคุม และการใช้ BA

อย่างเดี่ยวส่วน วิธีการควบคุมและการใช้ BA ไม่ส่งผลให้มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 90 แตกกิ่งแรกเมื่อมันสำปะหลังอายุ 9 เดือนหลังปลูก (Figure 2c)

จะเห็นได้ว่าในช่วง 4 และ 5 เดือนหลังปลูก การชักนำด้วยวิธีต่าง ๆ ไม่สามารถชักนำให้มันสำปะหลังในบางพันธุ์แตกกิ่งได้เนื่องจากอาจเป็นลักษณะของพันธุกรรม และเป็นช่วงแรกของการชักนำ ในขณะที่ 9 เดือนหลังปลูก วิธีการชักนำการออกดอกของมันสำปะหลังที่ได้รับแสงสีแดง ทั้งแสงสีแดงอย่างเดียว และแสงสีแดงร่วมกับ BA จะส่งผล

ให้มันสำปะหลังแตกกิ่ง ยกเว้นพันธุ์ระยะของ 9 ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Pineda *et al.* (2020) ที่พบว่าการให้แสงในเวลากลางคืนส่งผลให้เกิดการแตกกิ่งในมันสำปะหลังพันธุ์ที่ไม่แตกกิ่ง อาจเนื่องมาจากแสงจะมีผลโดยตรงต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งเป็นกระบวนการรากฐานเพื่อให้ได้มาซึ่งพลังงาน และเป็นแหล่งของสารประกอบขั้นต้น เพื่อนำมาสังเคราะห์เป็นสารประกอบอินทรีย์ในพืช ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช (Gardner *et al.*, 1985)

**Table 1** The first branch height (FBH; cm) and the ratio of the first branch to total height (RBTH) from 4, 5 and 9 months after planting (MAP) of five cassava varieties under four flowering induction treatments

	4 MAP		5 MAP		9 MAP	
	FBH	RBTH	FBH	RBTH	FBH	RBTH
Treatments (T)						
Control	47.61 <sup>b</sup>	0.41 <sup>b</sup>	80.26 <sup>c</sup>	0.51 <sup>b</sup>	82.27 <sup>d</sup>	0.50 <sup>c</sup>
BA	44.98 <sup>b</sup>	0.43 <sup>b</sup>	84.32 <sup>c</sup>	0.53 <sup>b</sup>	106.10 <sup>c</sup>	0.57 <sup>b</sup>
BA+red	82.21 <sup>a</sup>	0.69 <sup>a</sup>	121.03 <sup>a</sup>	0.72 <sup>a</sup>	134.38 <sup>a</sup>	0.64 <sup>a</sup>
Red	76.70 <sup>a</sup>	0.66 <sup>a</sup>	103.15 <sup>b</sup>	0.65 <sup>a</sup>	116.12 <sup>b</sup>	0.69 <sup>a</sup>
F-test	**	**	**	**	**	**
Varieties (V)						
ADRA4	71.40 <sup>c</sup>	0.66 <sup>c</sup>	82.19 <sup>c</sup>	0.57 <sup>c</sup>	68.99 <sup>d</sup>	0.41 <sup>d</sup>
HB90	59.55 <sup>d</sup>	0.47 <sup>d</sup>	59.24 <sup>d</sup>	0.36 <sup>d</sup>	62.32 <sup>d</sup>	0.33 <sup>e</sup>
KU50	100.47 <sup>a</sup>	0.88 <sup>a</sup>	101.64 <sup>b</sup>	0.71 <sup>b</sup>	104.69 <sup>c</sup>	0.63 <sup>c</sup>
R9	0.00 <sup>e</sup>	0.00 <sup>e</sup>	158.50 <sup>a</sup>	0.80 <sup>a</sup>	184.30 <sup>a</sup>	0.86 <sup>a</sup>
TME3	82.94 <sup>b</sup>	0.73 <sup>b</sup>	84.39 <sup>c</sup>	0.57 <sup>c</sup>	128.30 <sup>b</sup>	0.78 <sup>b</sup>
F-test	**	**	**	**	**	**
T x V	**	**	**	**	**	**

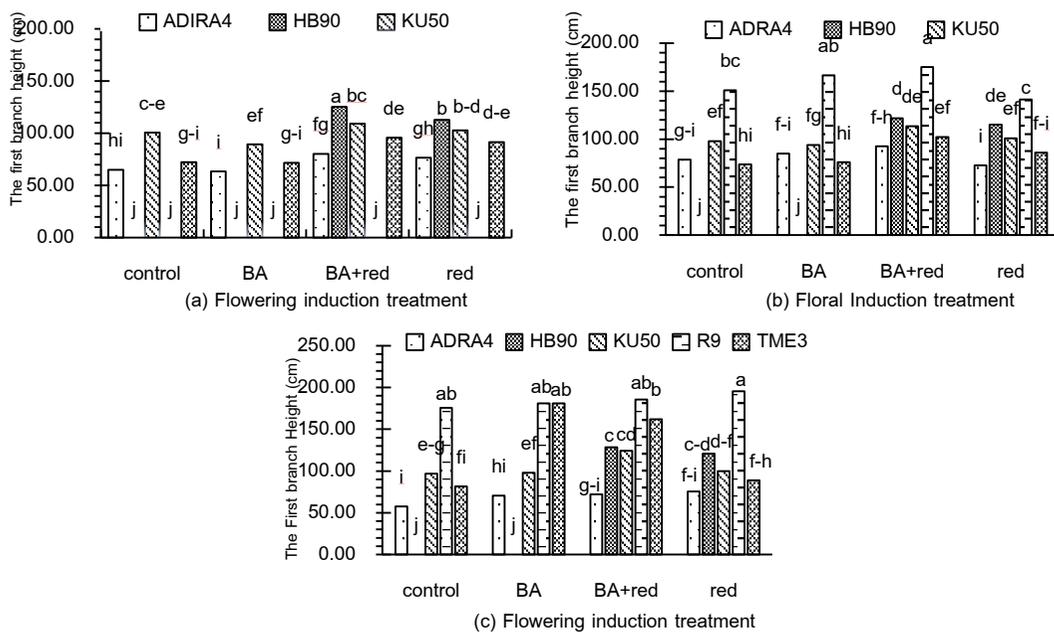
Means in the same column with the same letter are not significantly different by Duncan's Multiple-Range Test

(DMRT). \*\* indicates significant difference at  $p < 0.01$ . \* indicates significant difference at  $p < 0.05$  and ns indicates no significant difference.

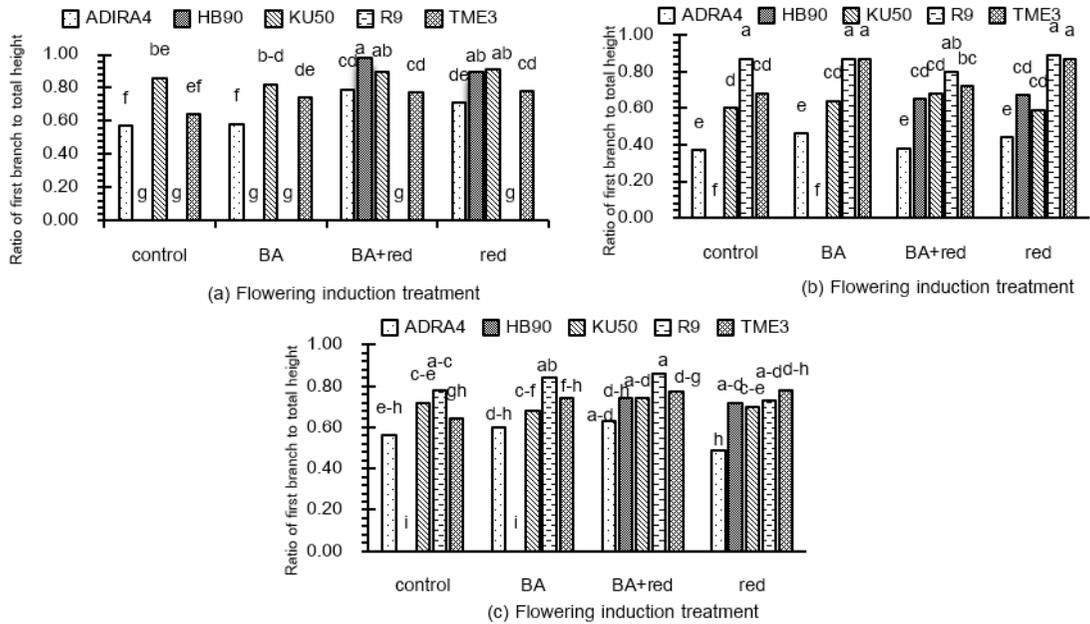
### 3.3 ผลของการใช้แสงสีแดง และ BA ต่อ สัดส่วนความสูงการแตกกิ่งแรกต่อความสูงรวมของมันสำปะหลัง

การวิเคราะห์สัดส่วนความสูงการแตกกิ่งแรกต่อความสูงรวมของมันสำปะหลังที่อายุ 4, 5 และ 9 เดือนหลังปลูกทำให้ลดความแปรปรวนจากความแตกต่างทางพันธุกรรมของมันสำปะหลังแต่ละพันธุ์ต่อความสูง ดังนั้น สัดส่วนความสูงการแตกกิ่งแรกต่อความสูงรวมจะบ่งชี้ถึงพฤติกรรมการแตกกิ่งของมันสำปะหลังในแต่ละพันธุ์ว่ามีการแตกกิ่งในตำแหน่งที่สูงหรือต่ำ พบว่า วิธีการชักนำการออกดอกและพันธุ์มันสำปะหลังส่งผลให้มันสำปะหลังมีสัดส่วนความสูงการแตกกิ่งแรกต่อความสูงรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $p < 0.01$ )

ทุกเดือนที่ศึกษา การให้แสงสีแดงร่วมกับ BA มีแนวโน้มให้มันสำปะหลังมีค่าสัดส่วนความสูงมากที่สุดในเดือนที่ 4 และ 5 หลังปลูก มีค่าเท่ากับ 0.69 และ 0.72 อย่างไรก็ตามไม่แตกต่างกับการใช้แสงสีแดงเพียงอย่างเดียว ส่วนในเดือนที่ 9 หลังปลูก การให้แสงสีแดงเพียงอย่างเดียวส่งผลให้มีค่าสัดส่วนความสูงการแตกกิ่งแรกต่อความสูงรวมของมันสำปะหลังมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.69 ในขณะที่พันธุ์มันสำปะหลังพบว่า ที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีค่าสัดส่วนความสูงการแตกกิ่งแรกต่อความสูงรวมมากที่สุด เท่ากับ 0.88 ส่วนพันธุ์ระยอง 9 มีค่าสัดส่วนความสูงการแตกกิ่งแรกต่อความสูงรวมมากที่สุดที่มันสำปะหลัง 5 และ 9 เดือนหลังปลูกมีค่าเท่ากับ 0.80 และ 0.86 (Table 1)



**Figure 2** The interaction between flowering induction treatments and cassava varieties on the first branch height (cm) from 4 (Fig 2a), 5 (Fig 2b) and 9 (Fig 2c) months after planting.



**Figure 3** The interaction between flowering induction treatments and cassava varieties on the ratio of first branch to total height (cm) from 4 (Fig 3a), 5 (Fig 3b) and 9 (Fig 3c) months after planting

นอกจากนี้ ยังพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และวิธีชักนำการออกดอกของมันสำปะหลังที่มีต่อสัดส่วนการแตกกิ่งแรกของมันสำปะหลังทุกเดือนที่ศึกษา เมื่อมันสำปะหลังอายุ 4 เดือนหลังปลูก การให้แสงสีแดงทั้งที่เป็นแสงสีแดงอย่างเดียวและแสงสีแดงร่วมกับ BA ส่งผลให้มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 90 และพันธุ์ ADIRA 4 มีค่าสัดส่วนความสูงการแตกกิ่งแรกต่อความสูงรวมมากที่สุด แต่สำหรับพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ไม่แตกต่างกัน ส่วนพันธุ์ TME3 พบว่า การไม่ได้ชักนำมีการแตกกิ่งแรกต่ำกว่าการใช้แสงสีแดงชักนำ ในขณะที่วิธีการชักนำการออกดอกไม่ส่งผลให้มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 แตกกิ่ง จึงไม่มีค่าสัดส่วนความสูงการแตกกิ่งแรกต่อความสูงรวม เช่นเดียวกับวิธีการควบคุม และการฉีดพ่น BA ในพันธุ์ห้วยบง 90 (Figure 3a) เมื่อมันสำปะหลังอายุ 5 เดือนหลังปลูก การใช้ BA ร่วมกับแสงสีแดงส่งผลให้มันสำปะหลังมีแนวโน้มค่า

สัดส่วนความสูงการแตกกิ่งแรกต่อความสูงรวมมากที่สุดในทุกพันธุ์ ส่วนวิธีการควบคุมและการใช้ BA ไม่ส่งผลให้มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 90 แตกกิ่ง จึงไม่มีค่าสัดส่วนความสูงการแตกกิ่งแรกต่อความสูงรวม (Figure 2b) เมื่อมันสำปะหลังอายุ 9 เดือนหลังปลูก มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 มีแนวโน้มต่อสัดส่วนความสูงการแตกกิ่งแรกต่อความสูงรวมมากที่สุด ในทุกวิธีการชักนำการออกดอก (Figure 2c)

**3.4 ผลของการใช้แสงสีแดง และ BA ต่อการออกดอกของมันสำปะหลัง**

จากการทดลองนี้มันสำปะหลังเริ่มออกดอกในเดือนที่ 5 หลังปลูกซึ่งเป็นเดือนกันยายน 2562 ไปจนถึงอายุ 9 เดือนหลังปลูกซึ่งเป็นเดือนมกราคม 2563 ซึ่งมีช่วงเวลาในการออกดอกแตกต่างกันไปในแต่ละพันธุ์ ทั้งนี้ในเดือนธันวาคม 2562 เกิดสภาวะแล้งในพื้นที่ติดต่อกันเป็นระยะเวลายาวนาน จึงส่งผลให้มันสำปะหลังทุกพันธุ์หยุดการออกดอก

หรือมีช่อดอกที่ฝ่อไปก่อนที่จะเจริญเต็มที่ จึงไม่มีรายงานผลจำนวนช่อดอกในช่วงอายุ 8 เดือนหลังปลูกในการทดลองนี้ จากการวิเคราะห์ลักษณะการออกดอกของมันสำปะหลังที่อายุ 5, 6, 7 และ 9 เดือนหลังปลูก พบว่า วิธีการชักนำการออกดอกไม่ได้ส่งผลให้จำนวนดอกตัวผู้ต่อช่อ จำนวนดอกตัวเมียต่อช่อ หรือจำนวนช่อดอกต่อต้น มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกลักษณะที่ศึกษา ยกเว้นจำนวนช่อดอกต้นที่ 7 เดือนหลังปลูก ในขณะที่พันธุ์มันสำปะหลังส่งผลให้จำนวนดอกตัวเมีย และจำนวนช่อดอกต้นที่ 5 และ 7 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) ส่วนจำนวนดอกตัวผู้มีความแตกต่างทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) เพียงในเดือนที่ 7 เดือนหลังปลูก และพบปฏิสัมพันธ์ของวิธีการชักนำและพันธุ์ที่มีต่อลักษณะการออกดอกที่มีต่อจำนวนดอกตัวเมีย จำนวนดอกตัวผู้ และจำนวนช่อดอกต้นที่ 7 เดือนหลังปลูกเช่นกัน จะเห็นได้ว่าการชักนำด้วย BA

หรือ แสงสีแดงไม่ส่งผลให้มีการออกดอกในมันสำปะหลังที่แตกต่างกัน ซึ่งแตกต่างจากรายงานของ (Adeyemo *et al.*, 2019) ที่มีรายงานประสบความสำเร็จในการใช้แสงสีแดงชักนำออกดอกของมันสำปะหลังในประเทศโคลัมเบีย อาจเนื่องมาจากความสูงจากระดับน้ำทะเลที่ต่างกันระหว่างประเทศโคลัมเบียและประเทศไทย จึงทำให้อุณหภูมิของประเทศไทยสูงกว่าที่ประเทศโคลัมเบียและส่งผลต่อการชักนำการออกดอกของพืชแตกต่างกัน ซึ่ง Cho *et al.* (2017) ได้สรุปปัจจัยที่ส่งผลต่อการชักนำการออกดอกในพืชว่ามีทั้งปัจจัยภายในพืชและปัจจัยภายนอก เช่น อุณหภูมิ ช่วงความยาววันของวันที่ได้รับแสง สภาวะแล้ง และฮอร์โมนต่างๆ ซึ่งสำหรับปัจจัยในส่วนของอุณหภูมิ นั้น อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการออกดอกของมันสำปะหลังจะอยู่ในช่วง 22-34 องศาเซลเซียส (Pineda *et al.*, 2020)

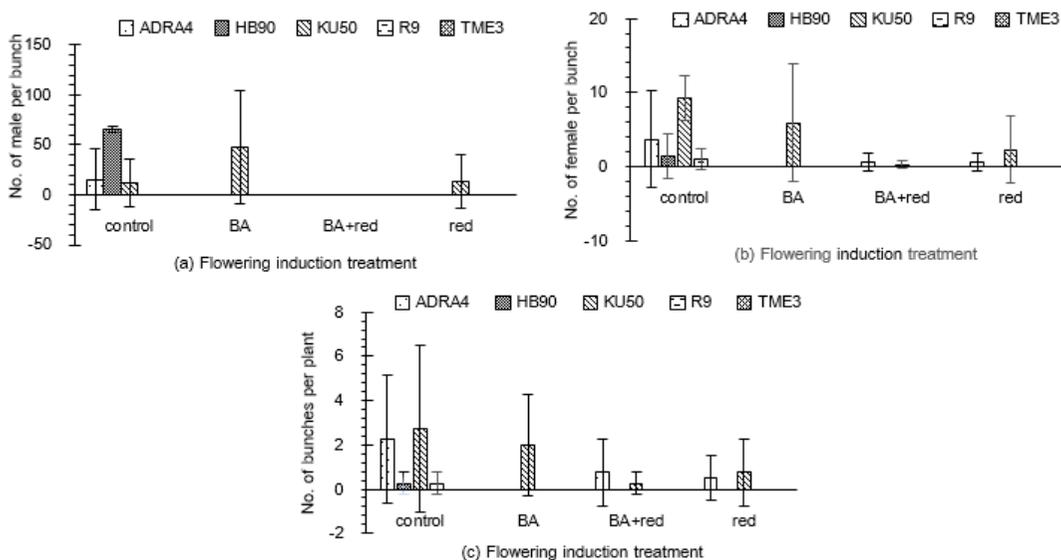


Figure 4 Numbers of male per bunch (NF) (Fig4a), numbers of female per bunch (NM) (Fig4b) and numbers of bunches per plant (NB) (Fig4c) at 5 months after planting.

ซึ่ง Oluwasanya *et al.* (2021) ได้เสนอแนะให้ใช้ BA และ STS ควบคุมไปกับการตัดยอดของพืชเพื่อลดการแย่งอาหารจากเนื้อเยื่อช่อดอกไปเจริญเติบโตทางใบ แต่การตัดเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดนี้จะส่งผลให้มันสำปะหลังมีจำนวนชั้นในการแตกกิ่งลดลง ซึ่งจะจำกัดจำนวนช่อดอกที่จะสามารถผสมพันธุ์ได้ด้อยลง อย่างไรก็ตาม แม้แสงสี

แดงจะชักนำให้มันสำปะหลังพันธุ์ หัวยบง 90 แตกกิ่งแต่กลับไม่สามารถชักนำให้ออกดอกได้ในทางกลับกันในกลุ่มควบคุมของมันสำปะหลังพันธุ์ หัวยบง 90 กลับมีการออกดอกที่อายุ 5 เดือน (Figure 4) แม้จะยังไม่ปรากฏการแตกกิ่งแรกก็ตาม แต่สำหรับพันธุ์ที่ออกดอกช้า เช่น ระยะเวลา 9 การใช้แสงไม่ส่งผลต่อการแตกกิ่งและการออกดอก

**Table 2** Numbers of female per bunch (NF), numbers of male per bunch (NM) and numbers of bunches per plant (NB) 5, 6, 7, and 9 months after planting (MAP) of five cassava varieties under four flowering induction treatments

Treatments (T)	5 MAP			6 MAP			7 MAP			9 MAP		
	NF	NM	NB	NF	NM	NB	NF	NM	NB	NF	NM	NB
Control	3.10	18.41	1.10	0.78	3.12	1.80	0.51	3.28	1.10 <sup>a</sup>	0.00	0.00	0.00
BA	1.63	9.47	0.45	0.67	3.41	1.60	0.00	0.00	0.00 <sup>b</sup>	0.00	0.00	0.00
BA+red	0.16	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.24	4.65	0.80 <sup>ab</sup>	0.00	0.00	0.00
Red	0.57	2.65	0.25	0.48	2.71	0.40	0.00	0.00	0.00 <sup>b</sup>	0.20	1.08	0.90
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
Varieties (V)												
ADRA4	1.22 <sup>b</sup>	3.84	0.87 <sup>ab</sup>	0.00	0.00	0.00	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00	0.00	0.00
HB90	0.37 <sup>b</sup>	16.25	0.62 <sup>c</sup>	0.00	0.00	0.00	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00	0.00	0.00
KU50	4.44 <sup>a</sup>	18.08	1.43 <sup>a</sup>	0.85	1.25	2.37	0.42 <sup>a</sup>	2.54 <sup>ab</sup>	1.12 <sup>a</sup>	0.25	1.35	1.12
R9	0.81 <sup>b</sup>	0.00	0.12 <sup>bc</sup>	1.24	7.18	1.25	0.52 <sup>a</sup>	7.38 <sup>a</sup>	1.25 <sup>a</sup>	0.00	0.00	0.00
TME3	0.00 <sup>b</sup>	0.00	0.00 <sup>c</sup>	0.31	3.12	1.12	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.00	0.00	0.00
F-test	**	ns	**	ns	ns	ns	**	*	**	ns	ns	ns
T x V	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	*	**	ns	ns	ns

Means in the same column with the same letter are not significantly different by Duncan's Multiple-Range Test (DMRT). \*\* indicates significant difference at  $p < 0.01$ . \* indicates significant difference at  $p < 0.05$  and ns indicates no significant difference.

นอกจากนี้ ยังพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และวิธีชักนำการออกดอกของมันสำปะหลังที่มีต่อสัดส่วนการแตกกิ่งแรกของมันสำปะหลังทุกเดือนที่ศึกษา เมื่อมันสำปะหลังอายุ 4 เดือนหลังปลูก การ

ให้แสงสีแดงทั้งที่เป็นแสงสีแดงอย่างเดียวและแสงสีแดงร่วมกับ BA ส่งผลให้มันสำปะหลังพันธุ์หัวยบง 90 และพันธุ์ ADIRA 4 มีค่าสัดส่วนความสูงการแตกกิ่งแรกต่อความสูงรวมมากที่สุด แต่สำหรับ

พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ไม่แตกต่างกัน ส่วนพันธุ์ TME3 พบว่า การไม่ได้ชักนำมีการแตกกิ่งแรกต่ำกว่าการใช้แสงสีแดงชักนำ ในขณะที่วิธีการชักนำการออกดอกไม่ส่งผลให้มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 แตกกิ่ง จึงไม่มีค่าสัดส่วนความสูงการแตกกิ่งแรกต่อความสูงรวม เช่นเดียวกับวิธีการควบคุม และการฉีดพ่น BA ในพันธุ์ห้วยบง 90 (Figure 3a) เมื่อมันสำปะหลังอายุ 5 เดือนหลังปลูก การใช้ BA ร่วมกับแสงสีแดงส่งผลให้มันสำปะหลังมีแนวโน้มค่าสัดส่วนความสูงการแตกกิ่งแรกต่อความสูงรวมมากที่สุดในทุกพันธุ์ ส่วนวิธีการควบคุมและการใช้ BA ไม่ส่งผลให้มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 90 แตกกิ่ง จึงไม่มีค่าสัดส่วนความสูงการแตกกิ่งแรกต่อความสูงรวม (Figure 2b) เมื่อมันสำปะหลังอายุ 9 เดือนหลังปลูก มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 มีแนวโน้มต่อสัดส่วนความสูงการแตกกิ่งแรกต่อความสูงรวมมากที่สุด ในทุกวิธีการชักนำการออกดอก (Figure 2c)

#### 4. สรุป

การให้แสงสีแดงในมันสำปะหลังส่งผลให้มีการแตกกิ่งในมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 90 แต่มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 90 ที่ไม่ได้รับการชักนำใด ๆ กลับมีการออกดอก ในขณะที่มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 90 ที่ได้รับการชักนำไม่ออกดอก สำหรับมันสำปะหลังพันธุ์อื่น ๆ ได้แก่ ADIRA 4, เกษตรศาสตร์ 50, ระยอง 9 และ TME3 นั้นการชักนำไม่ส่งผลต่อการแตกกิ่งและการออกดอกของมันสำปะหลังแต่อย่างใด

#### 5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทยที่ให้การสนับสนุนเงินทุนวิจัยสำหรับโครงการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อต้านทานโรคใบด่างมันสำปะหลัง และการ

เอื้อเฟื้อพื้นที่ของสถาบันพัฒนามันสำปะหลังสำหรับการทดลองนี้

#### 6. References

- Adeyemo, O. S., Hyde, P. T., and Setter, T. L. 2019. Identification of FT family genes that respond to photoperiod, temperature and genotype in relation to flowering in cassava (*Manihot esculenta*, Crantz) . Plant reproduction, 32, 181-191.
- Bernier, G., Kinet, J. M. and Sachs, R. M. 1981, The Physiology of Flowering ( Vol. 2) . Transition to Reproductive Growth. CRC Press: Florida.
- Cho, L. H., Yoon, J., and An, G. 2017. The control of flowering time by environmental factors. The Plant Journal, 90(4), 708-719.
- Gardner, F. P., Pearce, R. B., and Mitchell, R. L. 1985. Physiology of Crop Plants. (2nd eds) Iowa State University Press, Ames. IA. USA.
- Office of Agricultural Economics, 2018, Agricultural Statistics of Thailand 2018. (in Thai)
- Oluwasanya, D., Esan, O., Hyde, P. T., Kulakow, P. and Setter, T. L. , 2021, Flower Development in Cassava Is Feminized by Cytokinin, While Proliferation Is Stimulated by Anti- Ethylene and Pruning: Transcriptome Responses. Front. Plant Sci, 12:666266.
- Pineda, M., Morante, N., Salazar, S., Cuásquer, J., Hyde, P. T., Setter, T. L., and Ceballos, H. 2020. Induction of earlier flowering in

- cassava through extended photoperiod. *Agronomy*, 10(9), 1273.
- Salairuk, K. , 2010, Photoperiodic Induction of Flowering of Chinese Sacred Lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) and Response of Growth and Grain Yield in Thai x Chinese Hybrids. ( Master of Science) , Kasetsart University, (in Thai)
- Sawatdisan, C. , 2007, Effects of Light Intensity, Photoperiod, Cytokinin, Gibberellin and Ethylene on Off- Season Flowering of Dragon Fruit (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britt) . ( Master of Science) , Kasetsart University, (in Thai)
- Thongampai, P. , 1986, Plant Hormones and Plant Hormones and Plant Growth Regulator, Usage Guidelines in Thailand. Dynamic Printing Part., Ltd. (in Thai)