ผลของสารพาโคลบิวทราโซลที่มีต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 86-13 ที่ปลูกแบบท่อนสั้นภายใต้สภาวะน้ำจำกัด

นราชัย โพธิ์สาร[1*], กุลชาต นาคจันทึก[1], สุวลักษณ์ ศันสนีย์[1], รุ่งรวี บุญทั่ง[1], ศิริลักษณ์ ล้านแก้ว[1] และวัลลีย์ อมรพล[1]

[1]ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร
*npryfcrc@gmail.com

บทคัดย่อ

สารพาโคลบิวทราโซลเป็นสารชะลอการเจริญเติบโตที่ถูกใช้ในการเพิ่มความทนทานต่อสภาพขาดน้ำให้กับพืช การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของสารพาโคลบิวทราโซลที่มีต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 86-13 ที่ปลูกแบบท่อนสั้น (5 เซนติเมตร) ภายใต้สภาวะน้ำจำกัด โดยใช้แผนการทดลองแบบสตริปพลอท จำนวน 4 ซ้ำ ปัจจัยแนวตั้ง คือ ความถี่ในการให้น้ำที่อายุ 30-90 วันหลังปลูก ได้แก่ ให้น้ำทุก 3 วัน (3D) และสภาวะน้ำจำกัดคือ ให้น้ำทุก 6 วัน (6D) และให้น้ำทุก 9 วัน (9D) ปัจจัยแนวนอน คือ ความเข้มข้นของสารพาโคลบิวทราโซล (paclobutrazol; PBZ) ในการแช่ท่อนพันธุ์ก่อนปลูก 4 ระดับ ได้แก่ 0, 25, 50 และ 75 ppm ผลการทดลอง พบว่า การให้น้ำทำให้ความสูงของต้นของมันสำปะหลังแตกต่างกันทางสถิติ ที่อายุ 90 วันหลังปลูก ความสูงต้นของการให้น้ำที่ 3D และ 6D มากกว่า 9D ขณะที่ PBZ ความเข้มข้น 25, 50 และ 75 ppm ทำให้ความสูงต้นที่อายุ 30 วันหลังปลูก น้อยกว่า 0 ppm การสร้างน้ำหนักสด พบว่า 3D ทำให้น้ำหนักสดส่วนต้น เหง้า ราก และน้ำหนักรวมทั้งต้น (37.5, 13.4, 30.6 และ 173.4 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) มากกว่า 6D และ 9D ขณะที่ PBZ 50 ppm ทำให้น้ำหนักสดส่วนรากสูงที่สุด (28.4 กรัมต่อต้น) จากผลการทดลองข้างต้นสารพาโคลบิวทราโซล 50 ppm เป็นวิธีการเหมาะสมในการแช่ท่อนพันธุ์ก่อนปลูกเนื่องจากทำให้ความสูงลดลงในช่วงแรกเพื่อลดการใช้น้ำ แต่การสร้างน้ำหนักสดส่วนรากสูงกว่าการไม่แช่สาร

คำสำคัญ: มันสำปะหลัง การให้น้ำ มันสำปะหลังท่อนสั้น พาโคลบิวทราโซล การเจริญเติบโต

Effect of Paclobutrazol on Growth of Mini-cuttings Planting on Rayong 86-13 Cassava Variety under Water Deficit Condition

Narachai Phosan[1*], Kulachart Nakchantuk[1], Suwaluk Sansanee[1], Rungravee Boontung[1], Sirilak Lankaew[1] and Wanlee Amornpol[1]

[1]Rayong Field Crop Research Center, Field and Renewable Energy Crops Research Institute, Department of Agriculture
*npryfcrc@gmail.com

Abstract

Paclobutrazol, a growth retardant, was applied to increase drought stress tolerance in plants. The objective was to study the effect of paclobutrazol on the growth of Rayong 86-13 cassava variety, which was planted by mini-cutting (5 cm), under water deficit conditions. The strip plot design with 4 replications was adopted to experiment. The frequency of applying water, at 30-90 days after planting (DAP), used as a vertical plot, irrigated every 3 days (3D) compared which water deficit conditions, irrigated every 6 days (6D) and irrigated every 9 days (9D). The horizontal plot was 4 concentrations of paclobutrazol (PBZ) (0, 25, 50, and 75 ppm). The result showed that irrigation was significant on plant height at 90 DAP, the plant height of 3D and 6D were higher than 9D. PBZ concentration showed a significant difference in plant height at 30 DAP, PBZ 25, 50, and 75 ppm were lower than 0 ppm. On fresh weight at 90 DAP, 3D showed higher stem, stump, root, and whole plant fresh weight (37.5, 13.4, 30.6, and 173.4 g plant^{-1}, respectively) than 6D and 9D. The highest root fresh weight was found on PBZ at 50 ppm (28.4 g plant^{-1}). PBZ 50 ppm was the recommended concentration from the result in plant height decrease, which reduced cassava water use, and root fresh weight increased when compared with 0 ppm.

Keywords: Cassava, Irrigation, Mini-cutting, Paclobutrazol, Growth

1. บทนำ

จากสถานการณ์การระบาดของโรคไวรัสใบด่างมันสำปะหลังในปัจจุบัน (ปี 2567) ทำให้ขาดแคลนต้นพันธุ์สะอาดในระบบการผลิตมันสำปะหลัง การลดความยาวท่อนพันธุ์ในการปลูกมันสำปะหลังเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถแก้ปัญหาการขาดแคลนต้นพันธุ์ได้ โดยการใช้ท่อนพันธุ์ความยาว 5 เซนติเมตร (การปลูกแบบท่อนสั้น) สามารถลดการใช้ต้นพันธุ์มันสำปะหลังได้ 4-5 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ความยาวท่อนพันธุ์ 20-25 เซนติเมตร ที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำ [1] แต่ปัญหาของการปลูกแบบท่อนสั้นคือ มันสำปะหลังมีอัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตลดลง ซึ่งการใช้ท่อนพันธุ์ยาว 10 เซนติเมตร ทำให้การเจริญเติบโตทางด้านลำต้น การแตกกิ่ง และจำนวนใบของมันสำปะหลังลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับความยาวท่อนพันธุ์ 15, 20, 25 และ 30 เซนติเมตร โดยการใช้ท่อนพันธุ์ความยาว 30 เซนติเมตร ทำให้จำนวนหัวและน้ำหนักหัวสดสูงที่สุด [2] ขณะที่การใช้ท่อนพันธุ์ยาว 5 เซนติเมตร ที่ปักชำในถุง 1 เดือนก่อนย้ายปลูกลง

ในแปลงเปรียบเทียบกับการใช้ท่อนพันธุ์ยาว 25 เซนติเมตร พบว่าที่อายุเก็บเกี่ยว 12 เดือนหลังปลูก การใช้ท่อนพันธุ์ยาว 25 เซนติเมตร ให้ผลผลิตแป้งสูงกว่าความยาวท่อนพันธุ์ 5 เซนติมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ [3] นอกจากนี้การปลูกแบบท่อนสั้นทำให้มันสำปะหลังมีความทนทานต่อสภาพขาดน้ำน้อยลง เนื่องจากมีการสูญเสียความชื้นในท่อนพันธุ์มากกว่าการใช้ท่อนยาว [4] และมีการเจริญเติบโตในส่วนรากที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับความยาวท่อนพันธุ์ 30 เซนติเมตร [5]

สารพาโคลบิวทราโซล (paclobutrazol; PBZ) ที่เป็นสารชะลอการเจริญเติบโตเป็นอีกหนึ่งแนวทางเพื่อเพิ่มความทนทานของพืชต่อความเครียดจากสิ่งไม่มีชีวิต (abiotic stress) เช่น สภาวะเครียดจากอุณหภูมิต่ำ สภาวะขาดน้ำ น้ำท่วม เป็นต้น รวมทั้งใช้ในการควบคุมทรงพุ่มและเพิ่มผลผลิตและคุณภาพผลผลิตให้กับพืช [6] ในมันสำปะหลัง Panyapruek et al. [7, 8] พบว่า PBZ ทำให้ความสูงของต้นมันสำปะหลังลดลง แต่เพิ่มน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดิน น้ำหนักหัวสดต่อต้น และผลผลิต เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใช้สาร โดยความเข้มข้น 10, 20 และ 30 ppm ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 12, 35 และ 67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การที่สารพาโคลบิวทราโซลช่วยชะลอการเจริญเติบโตทำให้ความสูงและพื้นที่ใบลดลงมันสำปะหลังลดการสูญเสียน้ำจากกระบวนการคายน้ำของพืช มันสำปะหลังจึงมีความทนทานต่อสภาวะน้ำจำกัดมากขึ้น โดยการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารพาโคลบิวทราโซลที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ที่มีต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังที่ปลูกแบบท่อนสั้นในสภาวะน้ำจำกัดเปรียบเทียบกับการให้น้ำอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ได้วิธีการเพิ่มความทนทานต่อสภาวะน้ำจำกัดและเพิ่มผลผลิตให้กับมันสำปะหลังที่ปลูกแบบท่อนสั้น

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 พื้นที่ทำการทดลอง

ทำการทดลองในกระถาง ณ โรงเรือน ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง อำเภอเมืองระยอง จังหวัดระยอง โดยการทดลองนี้ใช้ดินไร่จากแปลงทดลอง ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง ซึ่งเป็นดินทรายปนร่วน pH 4 อินทรียวัตถุ 0.42 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) 17.0 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K) 10.0 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

2.2 การวางแผนการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบสตริปพลอท (strip plot) จำนวน 4 ซ้ำ (หน่วยทดลองละ 3 กระถาง) ปัจจัยแนวตั้ง คือ ความถี่ในการให้น้ำที่อายุ 30-90 วันหลังปลูก ได้แก่ 1) ให้น้ำทุก 3 วัน 2) ให้น้ำทุก 6 วัน และ 3) น้ำทุก 9 วัน โดยให้ครั้งละ 30 มิลลิเมตร โดยการให้น้ำทุก 3 วัน เป็นการได้รับน้ำอย่างสม่ำเสมอ ขณะที่การให้น้ำทุก 6 และ 9 วันหลังปลูกเป็นการจำลองสถานการณ์การเจริญเติบโตของมันสำปะหลังในสภาวะน้ำจำกัด ปัจจัยแนวนอน คือ ความเข้มข้นของสารพาโคลบิวทราโซล 4 ระดับ คือ 0, 25, 50 และ 75 ppm โดยใช้มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 86-13 ที่ปลูกแบบท่อนสั้น (5 เซนติเมตร)

2.3 การปลูกและการบันทึกข้อมูล

ปลูกมันสำปะหลังในเดือนมีนาคม 2566 โดยใช้ความยาวท่อนพันธุ์ 5 เซนติเมตร แช่ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 86-13 ก่อนปลูกด้วยสารพาโคลบิวทราโซลโดยใช้ความเข้มข้นตามกรรมวิธีที่กำหนด (0, 25, 50 และ 75 ppm) เป็นเวลา 16 ชั่วโมง ปลูกมันสำปะหลังลงในกระถางขนาด 12 นิ้ว ที่บรรจุดินจากแปลงทดลอง โดยปักท่อนพันธุ์ลึก 2.5 เซนติเมตร จากนั้นให้น้ำแบบน้ำหยดครั้งละ 30 มิลลิเมตร ทุก 3 วัน เป็นเวลา 30 วัน และที่อายุ 30-90 วันหลังปลูก ให้น้ำครั้งละ 30 มิลลิเมตร ทุก 3, 6 และ 9 วัน ตามกรรมวิธีที่กำหนด บันทึกข้อมูลความสูงโดยวัดจากข้อของกิ่งหลักถึงข้อของใบบนสุดที่กางเต็มที่ ที่อายุ 30, 60 และ 90 วันหลังปลูก และบันทึกข้อมูลข้อมูลน้ำหนักสดส่วนใบ ก้าน ต้น เหง้า ราก และน้ำหนักรวมทั้งต้นที่อายุ 90 วันหลังปลูก

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 ความสูงต้น

ความสูงต้นของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 86-13 เพิ่มขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้น ความถี่ของการให้น้ำทำให้ความสูงต้นของมันสำปะหลังแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่อายุ 30 วันหลังปลูก มันสำปะหลังที่ให้น้ำทุก 3 และ 9 วัน มีความสูงเท่ากัน คือ 3.6 เซนติเมตร ซึ่งมากกว่าการให้น้ำทุก 6 วัน (2.9 เซนติเมตร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่อายุ 60 วันหลังปลูก ความสูงต้นของมันสำปะหลังที่ให้น้ำทุก 3 วันมีค่ามากที่สุด (15.5 เซนติเมตร) รองลงมาคือให้น้ำทุก 9 วัน (12.8 เซนติเมตร) และน้อยที่สุดเมื่อให้น้ำทุก 6 วัน (11.2 เซนติเมตร) ที่อายุ 90 วันหลังปลูก ความสูงต้นของมันสำปะหลังที่ให้น้ำทุก 3 และ 6 วัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีความสูงต้นเท่ากับ 50.6 และ 44.5 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่มากกว่าการให้น้ำทุก 9 วัน (29.4 เซนติเมตร) ที่เป็นปัจจัยทดลองที่มันสำปะหลังได้รับสภาวะเครียดจากสภาวะน้ำจำกัดมากที่สุด สอดคล้องกับ Aina [9] ที่รายงานว่าการขาดน้ำทำให้ความสูงและขนาดลำต้นของมันสำปะหลังลดลง 47 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลของความถี่ของการให้น้ำและความเข้มข้นของสารพาโคลบิวทราโซลที่มีต่อความสูงต้น (เซนติเมตร) ของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 86-13 ที่อายุ 30, 60 และ 90 วันหลังปลูก

ปัจจัยทดลอง	30 วันหลังปลูก	60 วันหลังปลูก	90 วันหลังปลูก
ความถี่ของการให้น้ำ			
ให้น้ำทุก 3 วัน	3.6 a[1/]	15.5 a	50.6 a
ให้น้ำทุก 6 วัน	2.9 b	11.2 c	44.5 a
ให้น้ำทุก 9 วัน	3.6 a	12.8 b	29.4 b
LSD 0.05	0.5 *	1.4 **	10.6 *
C.V. (%)	13.3	9.6	22.5
ความเข้มข้นของสารพาโคลบิวทราโซล			
0 ppm	4.7 a	14.1	41.7
25 ppm	3.5 b	12.7	39.8
50 ppm	2.6 b	12.8	41.5
75 ppm	2.6 b	13.0	42.9
LSD 0.05	1.2 *	ns	ns
C.V. (%)	30.8	9.7	19.1
ความถี่ของการให้น้ำx ความเข้มข้นของสารพาโคลบิวทราโซล			
LSD 0.05	ns	ns	ns
C.V. (%)	15.7	11.0	12.7

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับ P<0.05

ns = ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ P<0.05, ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ P<0.01

ความเข้มข้นของสารพาโคลบิวทราโซลทำให้ความสูงต้นของมันสำปะหลังแตกต่างกันที่อายุ 30 วันหลังปลูก โดยมันสำปะหลังที่ไม่แช่สารพาโคลบิวทราโซล (0 ppm) มีความสูงต้นเท่ากับ 4.7 เซนติเมตร สูงกว่าการแช่สารพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้น 25, 50 และ 75 ppm ขณะที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูก สารพาโคลบิวทราโซลไม่ทำให้ความสูงต้นของมันสำปะหลังแตกต่างกันทางสถิติ โดยช่วง 15-30 วันหลังปลูก การแช่สารพาโคลบิวทราโซลก่อนปลูกทุกระดับความเข้มข้น

ทำให้กิ่งหลักที่แตกออกมาจากท่อนพันธุ์มันสำปะหลังมีข้อปล้องสั้นและใบมีขนาดเล็ก ความสูงต้นจึงน้อยกว่าการไม่แช่สาร (0 ppm) แต่ที่อายุ 60-90 วันหลังปลูก ความยาวข้อปล้องของมันสำปะหลังที่แช่สารพาโคลบิวทราโซลเพิ่มขึ้นและขนาดของแผ่นใบที่เจริญเติบโตขึ้นมาใหม่ใกล้เคียงกับการไม่แช่สาร การเจริญเติบโตด้านความสูงจึงไม่แตกต่างกัน รายงานวิจัยส่วนใหญ่พบว่าสารพาโคลบิวทราโซลทำให้ความสูงต้นของมันสำปะหลังลดลง [7-8, 10, 13] การฉีดพ่นสารพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้น 45 และ 90 มิลลิกรัมสารออกฤทธิ์ต่อต้น ทางใบและทางรากให้กับมันสำปะหลังที่อายุ 40 วันหลังปลูก ทำให้ความสูงของการแตกกิ่งแรกลดลง [10] และการให้สารพาโคลบิวทราโซลที่ความเข้มข้น 10 ppm อย่างต่อเนื่อง ที่อายุ 90, 110, 130 และ 150 วันหลังปลูก ทำให้ความสูงต้นของมันสำปะหลังลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ให้สาร [8]

การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 86-13 ที่ปลูกแบบท่อนสั้นไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างความถี่ในการให้น้ำและความเข้มข้นของสารพาโคลบิวทราโซล

3.2 การสร้างน้ำหนักสด

ข้อมูลน้ำหนักสดส่วนใบ ก้าน ต้น เหง้า ราก และน้ำหนักรวมทั้งต้น เก็บบันทึกที่อายุ 90 วันหลังปลูก ความถี่ในการให้น้ำทำให้น้ำหนักสดของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 86-13 แตกต่างกันทางสถิติ โดยการให้น้ำทุก 3 วันทำให้น้ำหนักสดส่วนใบของมันสำปะหลังมากกว่าการให้น้ำทุก 9 วัน (43.3 และ 25.9 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) ขณะที่มันสำปะหลังที่ให้น้ำทุก 6 วัน มีน้ำหนักสดส่วนใบเท่ากับ 30.2 กรัมต่อต้น ซึ่งไม่แตกต่างจากการให้น้ำทุก 3 และ 9 วัน (ตารางที่ 2) ความถี่ของการให้น้ำไม่ทำให้น้ำหนักสดส่วนก้านแตกต่างกันทางสถิติ แต่การให้น้ำทุก 3 วัน ทำให้น้ำหนักสดส่วนต้นของมันสำปะหลังสูงที่สุด รองลงมา คือ การให้น้ำทุก 6 และ 9 วัน ตามลำดับ (37.5, 21.9 และ 14.0 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) การสร้างน้ำหนักสดส่วนเหง้า ราก และน้ำหนักรวมทั้งต้นเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ น้ำหนักสดส่วนเหง้า ราก และน้ำหนักรวมทั้งต้นของมันสำปะหลังที่ให้น้ำทุก 3 วัน เท่ากับ 13.4 30.6 และ 173.4 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าการให้น้ำทุก 6 และ 9 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การให้น้ำทุก 6 และ 9 วัน มีน้ำหนักสดส่วนใบน้อยกว่าการให้น้ำทุก 3 วัน เนื่องมันสำปะหลังเกิดสภาวะเครียดจากสภาวะน้ำจำกัดจึงมีการทิ้งใบและชะลอการสร้างใบเพื่อลดการสูญเสียน้ำ [11] และมันสำปะหลังจะปรับตัวโดยการปิดปากใบเพื่อลดการคายน้ำ ทำให้กระบวนการแลกเปลี่ยนก๊าซและการสังเคราะห์แสงลดลง การสะสมน้ำหนักแห้งและผลผลิตของมันสำปะหลังจึงลดลง [12] การสร้างน้ำหนักสดส่วนใบ ต้น เหง้า ราก และน้ำหนักรวมทั้งต้นของมันสำปะหลังที่ให้น้ำทุก 6 และ 9 วัน ที่ได้รับสภาวะเครียดจากการขาดน้ำ จึงต่ำกว่าการให้น้ำทุก 3 วัน

ความเข้มข้นของสารพาโคลบิวทราโซลไม่ทำให้น้ำหนักสดส่วนใบ ก้าน ต้น และน้ำหนักรวมทั้งต้นแตกต่างกันทางสถิติ แต่น้ำหนักสดส่วนเหง้าของมันสำปะหลังที่แช่สารพาโคลบิวทราโซล 50 และ 75 ppm (12.0 และ 13.1 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) มากกว่า 0 และ 25 ppm (10.2 และ 10.1 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) ขณะที่สารพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้น 50 ppm ทำให้น้ำหนักสดส่วนรากสูงที่สุด คือ 28.4 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ 25 และ 0 ppm ตามลำดับ ขณะที่น้ำหนักสดส่วนรากของการแช่สารความเข้มข้น 75 ppm ไม่แตกต่างจาก 0 และ 25 ppm ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยส่วนใหญ่ที่พบว่าการใช้สารพาโคลบิวทราโซลในระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมทำให้มันสำปะหลังให้น้ำหนักสดส่วนรากหรือผลผลิตหัวสดเพิ่มขึ้น โดยในห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อการใช้สารพาโคลบิวทราโซล 0.20 ppm ในอาหารเลี้ยงเชื้อทำให้ต้นมันสำปะหลังที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อชะลอการทิ้งใบและมีน้ำหนักสดส่วนรากของมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น [13] ส่วนการทดลองในสภาพไร่พบว่าสารพาโคลบิวทราโซล 30 ppm ทำให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินและผลผลิตหัวสดเพิ่มขึ้น [7]

อิทธิพลร่วมระหว่างความถี่ของการให้น้ำและความเข้มข้นของสารพาโคลบิวทราโซลทำให้น้ำหนักสดส่วนใบและเหง้าแตกต่างกันทางสถิติ ในส่วนของการสร้างน้ำหนักสดส่วนใบ พบว่าเมื่อเปรียบเทียบภายใต้ความถี่ในการให้น้ำเดียวกัน ภายใต้การให้น้ำทุก 6 วันหลังปลูก สารพาโคลบิวทราโซล 75 ppm ทำให้น้ำหนักสดส่วนใบของมันสำปะหลังมากกว่า 0 25 และ 50 ppm อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3) ขณะที่ภายใต้การให้น้ำที่ 3 และ 9 วัน ความเข้มข้นของสารพาโคลบิวทราโซลไม่ทำให้

น้ำหนักสดส่วนใบแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบภายใต้ความเข้มข้นของสารพาโคลบิวทราโซลเดียวกัน พบว่าการแช่สารพาโคลบิวทราโซล 0 และ 75 ppm ที่ให้น้ำทุก 9 วัน มีน้ำหนักสดส่วนใบลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำทุก 3 วัน ขณะที่ 25 และ 50 ppm น้ำหนักสดส่วนใบของการให้น้ำทุก 3 และ 9 วัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในส่วนของน้ำหนักส่วนเหง้าภายใต้การให้น้ำทุก 9 วัน ที่เป็นตัวแทนของสภาวะน้ำจำกัด ความเข้มข้น 50 ppm ให้น้ำหนักสดส่วนเหง้ามากกว่า 0 และ 25 ppm อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4) ขณะที่ความเข้มข้น 75 ppm มีน้ำหนักสดส่วนเหง้าไม่แตกต่างจาก 50 และ 25 ppm ขณะที่ภายใต้ความเข้มข้น 50 ppm การให้น้ำทุก 9 วัน ให้น้ำหนักสดส่วนเหง้าไม่แตกต่างจากการให้น้ำทุก 3 วัน แต่ที่ภายใต้ระดับความเข้มข้นอื่นน้ำหนักสดส่วนเหง้าที่ให้น้ำทุก 9 วัน ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำทุก 3 วัน

ตารางที่ 2 ผลของความถี่ของการให้น้ำและความเข้มข้นของสารพาโคลบิวทราโซลที่มีต่อน้ำหนักสด (กรัมต่อต้น) ของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 86-13 ที่อายุ 90 วันหลังปลูก

ปัจจัยทดลอง	ใบ	ก้าน	ต้น	เหง้า	ราก	น้ำหนักรวมทั้งต้น
ความถี่ของการให้น้ำ						
ให้น้ำทุก 3 วัน	43.3 a[1/]	22.0	37.5 a	13.4 a	30.6 a	173.4 a
ให้น้ำทุก 6 วัน	30.2 ab	17.0	21.9 b	10.1 b	11.5 b	109.7 b
ให้น้ำทุก 9 วัน	25.9 b	12.7	14.0 c	10.6 b	12.2 b	92.3 b
LSD 0.05	13.1 *	ns	5.1 **	1.1 **	4.1 **	27.7 **
C.V. (%)	45.7	`68.0	24.0	11.4	26.5	25.6
ความเข้มข้นของสารพาโคลบิวทราโซล						
0 ppm	32.4	17.2	21.6	10.2 b	10.7 c	114.3
25 ppm	32.1	15.8	21.8	10.1 b	17.1 b	118.4
50 ppm	31.8	15.3	28.7	12.0 a	28.4 a	134.0
75 ppm	36.1	20.5	25.9	13.1 a	16.1 bc	133.8
LSD 0.05	ns	ns	ns	1.5 **	6.4 **	ns
C.V. (%)	30.4	45.2	25.4	14.0	38.0	18.1
ความถี่ของการให้น้ำ x ความเข้มข้นของสารพาโคลบิวทราโซล						
LSD 0.05	*	ns	ns	*	ns	ns
C.V. (%)	28.6	38.2	20.4	11.1	42.9	19.7

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับ P<0.05

ns = ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ P<0.05, ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ P<0.01

จากผลการทดลองข้างต้นจะเห็นได้ว่าการใช้สารพาโคลบิวทราโซลที่ความเข้มข้น 50 ppm ทำให้การสร้างน้ำหนักสดส่วนรากและเหง้าเพิ่มขึ้น รวมทั้งมีน้ำหนักสดส่วนใบและเหง้าภายใต้สภาวะแล้ง (ให้น้ำทุก 9 วัน) ไม่แตกต่างจากการให้น้ำอย่างสม่ำเสมอ (ทุก 3 วัน) ความเข้มข้นของสารพาโคลบิวทราโซลที่ใช้แช่ท่อนพันธุ์ 50 ppm จึงเป็นระดับความเข้มข้นที่สามารถใช้เพิ่มความทนทานต่อสภาวะน้ำจำกัดให้กับมันสำปะหลังที่ปลูกแบบข้อสั้นได้

ตารางที่ 3 อิทธิพลร่วมระหว่างความถี่ของการให้น้ำและความเข้มข้นของสารพาโคลบิวทราโซลที่มีต่อน้ำหนักสดส่วนใบ (กรัมต่อต้น) ของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 86-13 ที่อายุ 90 วันหลังปลูก

ความเข้มข้นของสารพาโคลบิวทราโซล	ความถี่ของการให้น้ำ			เฉลี่ย
	3 วัน	6 วัน	9 วัน	
0 ppm	46.1 a A[1/]	27.6 b B	23.5 a B	32.4
25 ppm	45.8 a A	21.0 b B	29.6 a AB	32.1
50 ppm	40.7 a A	25.6 b A	29.2 a A	31.8
75 ppm	40.6 a A	46.6 a A	21.3 a B	36.1
เฉลี่ย	43.3	30.2	25.9	33.1
LSD 0.05 (ความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของสารพาโคลบิวทราโซล) 16.1 *				
LSD 0.05 (ความแตกต่างระหว่างความถี่ของการให้น้ำ) 16.5 *				
C.V. (%)	28.6			

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับ P<0.05

- ความแตกต่างระหว่างความถี่ของการให้น้ำในทุกระดับความเข้มข้นของสารพาโคลบิวทราโซล ใช้อักษร a b c (แนวตั้ง)
- ความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของสารพาโคลบิวทราโซลในทุกระดับความถี่ของการให้น้ำ ใช้อักษร A B C (แนวนอน)

ns = ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ P<0.05, ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ P<0.01

ตารางที่ 4 อิทธิพลร่วมระหว่างความถี่ของการให้น้ำและความเข้มข้นของสารพาโคลบิวทราโซลที่มีต่อน้ำหนักสดส่วนเหง้า (กรัมต่อต้น) ของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 86-13 ที่อายุ 90 วันหลังปลูก

ความเข้มข้นของสารพาโคลบิวทราโซล	ความถี่ของการให้น้ำ			เฉลี่ย
	3 วัน	6 วัน	9 วัน	
0 ppm	12.6 b A[1/]	9.6 ab B	8.6 c B	10.2
25 ppm	11.8 b A	8.6 b B	9.9 bc B	10.1
50 ppm	13.0 b A	10.4 ab B	12.5 a A	12.0
75 ppm	16.2 a A	11.8 a B	11.3 ab B	13.1
เฉลี่ย	13.4	10.1	10.6	11.3
LSD 0.05 (ความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของสารพาโคลบิวทราโซล) 2.5 *				
LSD 0.05 (ความแตกต่างระหว่างรอบการให้น้ำ) 1.9 *				
C.V. (%)	11.1			

[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับ P<0.05

- ความแตกต่างระหว่างความถี่ของการให้น้ำในทุกระดับความเข้มข้นของสารพาโคลบิวทราโซล ใช้อักษร a b c (แนวตั้ง)
- ความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของสารพาโคลบิวทราโซลในทุกระดับความถี่ของการให้น้ำ ใช้อักษร A B C (แนวนอน)

ns = ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ P<0.05, ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ P<0.01

4. สรุปผล

การให้น้ำทุก 9 วัน มันสำปะหลังอยู่ในสภาวะเครียดจากสภาวะน้ำจำกัดทำให้ความสูงและการสร้างน้ำหนักสดส่วนใบ ต้น เหง้า ราก และน้ำหนักรวมทั้งต้นน้อยกว่าการให้น้ำทุก 3 วัน ขณะที่การแช่ท่อนพันธุ์ด้วยสารพาโคลบิวทราโซลที่ความเข้มข้น 25, 50 และ 75 ppm ทำให้ความสูงของมันสำปะหลังลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่แช่สาร (0 ppm) ที่อายุ 30 วันหลังปลูก แต่ไม่แตกต่างที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูก การแช่สารพาโคลบิวทราโซล 50 ppm ก่อนปลูกทำให้มันสำปะหลังสร้างน้ำหนักสดส่วนเหง้าและรากสูงกว่าการไม่แช่สาร และทำให้การสร้างน้ำหนักสดส่วนใบภายใต้การให้น้ำทุก 9 วัน ไม่แตกต่างจากการให้น้ำทุก 3 วัน ขณะที่ทำให้น้ำหนักสดส่วนเหง้าเพิ่มขึ้น การแช่ท่อนพันธุ์ด้วยสารพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้น 50 ppm จึงเป็นวิธีการที่สามารถประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มความทนทานต่อสภาวะน้ำจำกัดให้กับมันสำปะหลังที่ปลูกแบบท่อนสั้นในสภาพไร่

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีขยายท่อนพันธุ์มันสำปะหลังปลอดโรคเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต รหัสโครงการวิจัย 184004 ภายใต้ทุนสนับสนุนของสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Field and Renewable Energy Crops Research Institute. (2020). *Hand book of Cassava Stake Production*. Department of Agriculture, Bangkok. (In Thai)

[2] Remison, S. U., Omorodion, E., & Eifedyi, E. K. (2015). A re-examination of the effects of length of stem cuttings on the growth and yield of cassava (Manihot esculenta Crantz). *Nigerian annals of natural sciences*, 15(1), 9-13.

[3] Nurulnahar, E., & Tan, S. L. (2012). Cassava mini-cuttings as a source of plant material. *Journal of Tropical Agriculture and Food Science*, 40(1), 1-7.

[4] Leihner, D. E. (1983). Storage effects on planting material and subsequent growth and root yield of cassava (*Manihot esculenta* Crantz), in Proceedings 6th Symposium of the International Society for Tropical Root Crops, 21-26 February 1983. CIP, Lima, pp. 256-266.

[5] Prasitsarn, M., Pothanee, A., Trelo-ges, V., & Simmons, R. W. (2017). Effects of bud management and stem cutting length on early growth of cassava grown under greenhouse condition. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 45(3), 525-534.

[6] Desta, B., & Amare, G. (2021). Paclobutrazol as a plant growth regulator. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 8(1), 1-15. https://doi.org/10.1186/s40538-020-00199-z

[7] Panyapruek, S., Sinsiri, W., Sinsiri, N., Arimatsu, P., & Polthanee, A. (2016). Effect of paclobutrazol growth regulator on tuber production and starch quality of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Asian Journal of Plant Sciences,* 15(1), 1-7.

[8] Panyapruek, S., Sinsiri, W., Sinsiri, N., & Arimatsu, P. (2017). Effects of paclobutrazol and mepiquat chloride on root yield and starch quality of cassava at different harvesting dates. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 45(1), 165-172.

[9] Aina, O.O., Dixon, A. G. O., & Akinrinde, E. A. (2007). Effect of soil moisture stress on growth and yield of cassava in Nigeria. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10(18), 3085-3090.

[10] Medina, R., Burgos, A., Difranco, V., Mroginski, L., & Cenóz, P. (2012). Effects of chlorocholine chloride and paclobutrazol on cassava (*Manihot esculenta* Crantz cv. Rocha) plant growth and tuberous root quality. *Agriscientia*, XXIX, 51-58.

[11] Silva, R. B., Teodoro, I., Souza, J. L., Magalhaes, I .D., Morais, M. A. F., Teodoro, I. P. O., Silva, J. C., Lopes, J. H., Santos, J. T., Almeida, B. V. L. R., Ramos, P. F. S., Gois, P. V. S., Cordeiro, L. R., Junior, J. C. S., Martins, G. M. C., & Santos, W. M. (2022). Growth, productivity and viability of irrigation in cassava crop in the Alagoas coastal plateaus. *Ciência Rural*, 52 (4), 1-11.

[12] El-Sharkawy, M. A. (2006). International research on cassava photosynthesis, productivity, eco-physiology, and responses to environmental stresses in tropics. *Photosynthetica*, 44 (4), 481-512.

[13] Souza, M. D. H. de, Sá, J. F. de, Mendes, M. I. de S., Vila Verde, D. dos S., Santos, K. C. F. dos, Costa, M. A. P. de C., & Souza, A. da S. (2023). Paclobutrazol in the in vitro conservation of cassava genotypes. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 45(1), e66883. https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v45i1.66883