

ผลของพาโคลบิวทราซอลต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ และผลผลิตหัวของมันเทศ

Effects of paclobutrazol on vegetative growth and tuber yield of
sweet potato (*Ipomoea batatas*)

สุชาดา บุญเลิศนิรันดร์^{1*} ละอองศรี ศิริเกษร¹ และ กิตติ บุญเลิศนิรันดร์¹

Suchada Boonlertnirun^{1*}, Laongsri Sirikesorn¹ and Kitti Boonlertnirun¹

บทคัดย่อ

มันเทศเป็นพืชหัวที่มีการสะสมอาหารในราก การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบมากเกินไป มีผลทำให้สารอาหารที่สะสมในต้นเคลื่อนย้ายไปสะสมที่หัวน้อยลงส่งผลทำให้ผลผลิตหัวลดลง ฉะนั้นการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของพาโคลบิวทราซอลที่มีต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบและผลผลิตหัวของมันเทศ ใช้แผนการทดลองแบบ randomized complete block design ทรีตเมนต์ที่ศึกษา คือ พาโคลบิวทราซอล 4 อัตรา คือ 0, 50, 100 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำการทดลองที่แปลงทดลองของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ระหว่างเดือนมีนาคม ถึงเดือนมิถุนายน 2560 ผลการทดลองพบว่า การใช้พาโคลบิวทราซอลทุกๆ อัตราความเข้มข้น ไม่มีผลทำให้ความยาวเถา พื้นที่ใบของมันเทศแตกต่างทางสถิติจากการไม่ใช้ แต่มีผลทำให้ผลผลิตหัวและลักษณะทางกายภาพของมันเทศแตกต่างกันทางสถิติจากการไม่ใช้สาร โดยพบว่า การใช้พาโคลบิวทราซอลอัตรา 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ความเขียวใบ chlorophyll fluorescence จำนวนหัวและผลผลิตหัวที่สูงขึ้น ในขณะที่การใช้พาโคลบิวทราซอลอัตรา 50 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ผลไม่แตกต่างจากการไม่ใช้สาร จากการทดลองนี้สามารถสรุปได้ว่า การใช้พาโคลบิวทราซอลอัตรา 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่มีผลทำให้การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบเพิ่มขึ้น แต่มีส่วนช่วยในการเพิ่มผลผลิตหัวของมันเทศได้

คำสำคัญ: พาโคลบิวทราซอล มันเทศ ผลผลิตหัว การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ

Abstract

Sweet potato is a tuber crop that accumulates food in the tuber. Excessive vegetative growth negatively affects food partitioning from the shoot to the root resulted in tuber yield reduction. The objectives of this work were to study effects of paclobutrazol on vegetative growth and tuber yield of sweet potato. The experimental design was arranged in randomized complete block design comprised of 4 rates of paclobutrazol; 0, 50, 100 and 200 mg/l and conducted in the field plots of Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi during March to June 2017. The

¹ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ พระนครศรีอยุธยา 13000

¹ Faculty of Agricultural Technology and Agro-industry, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Phra Nakhon Si Ayutthaya 13000

* Corresponding author. E-mail: suchada.b@rmutsb.ac.th

results were found that application of all paclobutrazol rates did not significantly affect vine length and leaf area of sweet potato when compared to the control (0 mg/l) but significantly affected tuber yield and some agronomic characters of sweet potato. Application of paclobutrazol at the rate of 200 mg/l showed the best results on leaf greenness, chlorophyll fluorescence, tuber numbers and tuber yield (tuber weight), whereas application at the rate of 50 and 100 mg/l were not significantly different from the control. From this present work, we concluded that application of paclobutrazol at the rate of 200 mg/l did not influence vegetative growth but it contributed to the increase of tuber yield.

Keywords: paclobutrazol, sweet potato (*Ipomoea batatas*), tuber yield, vegetative growth

บทนำ

มันเทศ (sweet potato) ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Ipomoea batatas* (L.) Lam. เป็นพืชอาหารที่มีความสำคัญเป็นอันดับ 7 ของโลก รองจากข้าวโพด ข้าว ข้าวสาลี มันฝรั่ง มันสำปะหลังและถั่วเหลือง สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดี สามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายชนิด มันเทศเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตชั้นเยี่ยมที่ให้พลังงานสูง วิตามินบี 2 และโฟเลตสูงรองลงมาจากผักใบเขียว มีวิตามินซี บำรุงเนื้อเยื่อในร่างกายและช่วยให้ร่างกายดูดซึมแคลโรตีนอยด์ได้ดีขึ้น สำหรับใบมันเทศเป็นแหล่งของธาตุอาหารหลายชนิด เช่น protein, fiber K, P, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu และอุดมไปด้วยสาร antioxidant ฉะนั้นใบจึงใช้ประกอบอาหารเหมือนผักทั่วไป มีส่วนช่วยลดการขาดสารอาหาร (Ishiguro and Yoshimoto, 2005; Sun, Mu, Xi, Zhang, and Chen, 2014) การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของมันเทศขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น การใส่ปุ๋ย การให้น้ำ และการเกษตรกรรมอื่นๆ ในช่วงฤดูฝน มันเทศมักมีการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบมากเกินไป เนื่องจากมีน้ำซึ่งเป็นปัจจัยการเจริญเติบโตที่สำคัญอย่างเพียงพอ สารอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์แสงส่วนใหญ่ถูก

นำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตลำต้นและใบ ฉะนั้นจึงเหลือสารอาหารส่วนน้อยที่จะถูกเคลื่อนย้ายไปสู่สมที่หัวมันเทศ จึงส่งผลให้ผลผลิตหัวของมันเทศต่ำ ดังนั้นการควบคุมการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ น่าจะมีส่วนช่วยทำให้ผลผลิตหัวมันเทศเพิ่มขึ้น

Paclobutrazol เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดหนึ่งในกลุ่มสารประกอบ triazoles ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในรูปของสารชะลอการเจริญเติบโตเพื่อควบคุมการเจริญเติบโตในพืชหลายๆ ชนิด โดยยับยั้งการสังเคราะห์ sterol และ gibberellin (Khalil and Rahman, 1995; Khan, 2009) และมีผลต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืชโดยทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงและระดับ phytohormone เปลี่ยนแปลง (Huang, Shen, Han, and Liu, 1995; Kim, Wilson, Case, and Binder, 2012) ในข้าวสาลีพบว่าการใช้ paclobutrazol ในอัตราที่เหมาะสมสามารถเพิ่มพื้นที่การสังเคราะห์แสงได้ รวมถึงจำนวนหน่อและช่อดอกต่อต้น ซึ่งมีผลทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น (Rajala and Peltonen-Sainio, 2001) นอกจากนี้ยังพบว่า ความสูงและการหักล้มของต้น rapeseed ลดลงเมื่อมีการใช้ paclobutrazol (Armstrong and Nicol, 1991; Zhou and Xi, 1993) Zhou and Xi (1993) พบว่าการฉีดพ่น paclobutrazol ในระยะที่ต้น rape

seed มีใบที่ 3 ไม่ส่งผลต่อความสูงของต้น แต่มีผลทำให้ผลผลิตน้ำมันของเมล็ด rapeseed เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ผลกระทบของ paclobutrazol ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชอาจไม่แน่นอน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพของพืช สภาพแวดล้อมและการจัดการ (Scarlsbrick, Addo-Quaye, Daniels, and Mahamud, 1985; Oswalt et al., 2014) การใช้สาร paclobutrazol อัตรา 0.5 มิลลิกรัมต่อต้น ในมันเทศ สามารถทำให้ระดับของสารใน antioxidative systems เพิ่มขึ้นเมื่อถูกน้ำท่วมซึ่งเป็นผลทำให้มันเทศเกิดการทนทานต่อน้ำขัง (Kuan-Hung, Chao-Chia, Shih-Ying, Long-Fang, and Hsiao-Feng, 2006)

จากคุณสมบัติของสาร Paclobutrazol ดังกล่าว จึงทำให้เกิดแนวคิดในการนำสารนี้มาใช้เพื่อลดการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและใบซึ่งจะส่งผลให้สารอาหารที่สะสมภายในต้นเคลื่อนย้ายไปสะสมในหัวมันเทศ ส่งผลให้ผลผลิตหัวมันเพิ่มขึ้น ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของ paclobutrazol ที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน ต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ และผลผลิตหัวของมันเทศ

วิธีการศึกษา

1. แผนการทดลองและทรีตเมนต์ที่ใช้

วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design ทรีตเมนต์ที่ใช้ คือ การฉีดพ่นสาร paclobutrazol ที่ความเข้มข้น 4 อัตรา คือ 0, 50, 100 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำ 4 ซ้ำ

2. การเตรียมพื้นที่

ไถพื้นที่ปลูกด้วยผาล 3 และไถแปรด้วยผาล 7 จากนั้นก็ยกร่องกว้างขนาด 100 เซนติเมตร แบ่งเป็น

แปลงย่อยขนาด 4×6 เมตร จะได้ 4 ร่องต่อแปลงย่อย ก่อนปลูกหวานญี่ปุ่นรองพื้นสูตร 13-13-21 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่

3. วิธีการปลูกและดูแลรักษา

ปลูกมันเทศพันธุ์ปากช่องในดินชุดอยุธยา เมื่อวันที่ 2 มีนาคม 2560 โดยใช้ส่วนยอดยาว 30-40 เซนติเมตร ปลูกบนร่องที่เตรียมไว้โดยใช้ระยะห่างต้น 30 เซนติเมตร ซึ่งจะได้มันเทศ 80 ต้นต่อแปลง ใส่ปุ๋ยสูตร 13-13-21 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง คือรองพื้นก่อนปลูก (25 กิโลกรัมต่อไร่) และเมื่อมันเทศอายุ 45 วันหลังปลูก (25 กิโลกรัมต่อไร่) ส่วนการให้น้ำจะให้เดือนละ 2 ครั้ง ทั้งนี้ขึ้นกับสภาพของดิน กำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานคน การกำจัดแมลงโดยใช้สาร chlorpyrifos อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร เมื่ออายุประมาณ 40 วัน ฉีดพ่นสาร paclobutrazol 2 ครั้ง เมื่อมันเทศอายุ 45 วัน และ 75 วัน หลังปลูก ทำการทดลองที่แปลงทดลองของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งตั้งอยู่ละติจูดที่ 14.376 N และลองจิจูดที่ 100.602 E ซึ่งเป็นชุดดินอยุธยา ที่มีลักษณะเป็นดินลึกมาก หน้าดินเป็นดินเหนียว มีสีเทาเข้ม การระบายน้ำดี

4. การบันทึกข้อมูล

4.1 พื้นที่ใบ โดยสุ่มวัดใบทั้งหมดของมันเทศ 5 ต้นต่อสิ่งทดลองต่อซ้ำ ก่อนการเก็บเกี่ยว 10 วัน (อายุประมาณ 100 วัน เก็บข้อมูลเมื่อ 10 มิถุนายน 2560) ด้วยเครื่อง leaf area meter แล้วเฉลี่ยเป็นพื้นที่ใบต่อต้น

4.2 ความยาวเถา สุ่มวัด 10 ต้นต่อสิ่งทดลองต่อซ้ำก่อนการเก็บเกี่ยว 10 วัน (อายุประมาณ 100 วัน เก็บข้อมูลเมื่อ 10 มิถุนายน 2560) โดยวัดจากโคนต้น

ถึงปลายยอดมันเทศ แล้วเฉลี่ยเป็นความยาวเถาต่อต้น

4.3 ความเขียวใบ (leaf greenness) สุ่มวัด 10 ต้นต่อสิ่งทดลองต่อซ้ำ ก่อนการเก็บเกี่ยว 30 วัน (อายุประมาณ 80 วัน เก็บข้อมูลเมื่อ 18 พฤษภาคม 2560) โดยวัดใบที่คลี่เต็มที่และเป็นใบอยู่ในช่วงกลางๆ เถา (ไม่แก่ไม่อ่อนเกินไป) ด้วยเครื่อง chlorophyll meter รุ่น SPAD 502 แล้วเฉลี่ยเป็นค่าความเขียวใบของแต่ละสิ่งทดลอง

4.4 chlorophyll fluorescence สุ่มวัด 10 ต้นต่อสิ่งทดลองต่อซ้ำก่อนการเก็บเกี่ยว 30 วัน (อายุประมาณ 80 วัน, เก็บข้อมูลเมื่อ 18 พฤษภาคม 2560) โดยวัดใบที่คลี่เต็มที่และเป็นใบอยู่ในช่วงกลางๆ เถา (ไม่แก่ไม่อ่อนเกินไป) ด้วยเครื่อง chlorophyll fluorescence measurement (Handy-PEA, Hansatech Instrument)

4.5 น้ำหนักสดหัวมันต่อไร่ โดยการชั่งน้ำหนักหัวมันทั้งหมดในพื้นที่เก็บเกี่ยว 12 ตารางเมตร (2×6 เมตร) เมื่ออายุ ประมาณ 110 วัน (เก็บข้อมูลเมื่อ 20 มิถุนายน 2560) แล้วคำนวณเป็นผลผลิตต่อไร่

4.6 จำนวนหัวมันต่อไร่ โดยการนับจำนวนหัวมันทั้งหมดในพื้นที่เก็บเกี่ยว 12 ตารางเมตร (2×6 เมตร) เมื่ออายุ ประมาณ 110 วัน (เก็บข้อมูลเมื่อ 20 มิถุนายน 2560) แล้วคำนวณเป็นผลผลิตต่อไร่

4.7 ความกว้างหัว โดยสุ่มวัด 20 หัวต่อสิ่งทดลองต่อซ้ำ เมื่ออายุ 110 วัน โดยใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ แล้วเฉลี่ยเป็นความกว้างต่อหัว

4.8 ความยาวหัว โดยสุ่มวัด 20 หัวต่อสิ่งทดลองต่อซ้ำ เมื่ออายุ 110 วัน โดยใช้ ไม้บรรทัด แล้วเฉลี่ยเป็นความยาวต่อหัว

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลองโดยใช้ LSD (Least significant difference) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรม STAR (Statistic tool for agricultural research, 2014)

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

1. ความเขียวใบ (leaf greenness)

มันเทศที่ได้รับ paclobutrazol ที่อัตราต่างๆ กัน มีผลทำให้ความเขียวของใบแตกต่างกันทางสถิติ ค่าความเขียวสูงสุดได้จากการฉีดพ่น paclobutrazol ที่อัตรา 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติจากการฉีดพ่นที่อัตรา 50 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยให้ค่าความเขียว 47.56 และ 43.36 spad unit ตามลำดับ (Table 1) แต่แตกต่างทางสถิติจากการฉีดพ่นที่อัตรา 100 มิลลิกรัมต่อลิตรและการไม่ฉีดพ่น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเมื่อพืชที่ได้รับสาร paclobutrazol จะมีใบหนาและเขียวเข้มขึ้น เนื่องจากพืชสร้างเนื้อเยื่อชั้น palisade เพิ่มขึ้น ช่องว่างระหว่างเซลล์จะลดน้อยลง เซลล์เรียงตัวกันแน่นขึ้นทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ต่อพื้นที่ใบเพิ่มขึ้น (พีรเดช ทองอำไพ, 2529) ผลการทดลองที่ได้นี้สอดคล้องกับงานของ ธนวิทย์ พรหมจันทร์, กันยารัตน์ ทรัพย์, พรณา รุ่งสว่าง, อาริสา ทับทิม, และพิมพ์ใจ มีดุ่ม (2559) ซึ่งพบว่า การฉีดพ่นต้นดาวเรืองด้วย paclobutrazol เข้มข้น 300 ppm ทำให้ ปริมาณคลอโรฟิลล์สูงสุดเช่นเดียวกับงานของ นิติพัฒน์ พัฒนฉัตรชัย (2557) พบว่าการฉีดพ่น paclobutrazol มีผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ของชวนชมพันธุ์ฮอลแลนด์และเบอร์รี่ (Baninasab and Shahgholi, 2012) เพิ่มขึ้น และความเข้มขึ้นของ

คลอโรฟิลล์ ต่อหน่วยพื้นที่ใบของข้าวโพดจะเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ paclobutrazol (Khalil and Rahman, 1995)

2. ความยาวเถา (vine length)

ความยาวของเถามันเทศไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อได้รับสาร paclobutrazol ที่อัตราต่างๆ กัน แต่มีแนวโน้มว่าการฉีดพ่น paclobutrazol ที่อัตรา 200 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ความยาวเถาเฉลี่ยของมันเทศสูงกว่าการไม่ฉีดพ่น โดยให้ความยาวเถาเฉลี่ย 220 และ 220.18 เซนติเมตร ตามลำดับ ดัง (Table 1) ในขณะที่การไม่ฉีดพ่นให้ความยาวเถา 214 เซนติเมตร อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะระยะเวลาที่เริ่มฉีดพ่นโคโตซานครั้งแรกอยู่ในช่วงที่มันเทศมีการเจริญทางด้านลำต้นและใบเต็มที่แล้ว คือเริ่มฉีดเมื่อมันเทศอายุ 2 เดือนหลังปลูก จึงไม่มีผลทำให้ความยาวเถามันเทศเพิ่มขึ้นหรือลดลง ดังนั้นความยาวเถาของมันเทศ จึงไม่มีความแตกต่างกันระหว่างการฉีดพ่น paclobutrazol และไม่ฉีดพ่น ผลการทดลองนี้ขัดแย้งกับงานของ Teto, Laubscher, Ndakidemi, and Matimati (2016) ซึ่งรายงานว่าต้น *Leonotis leonurus* (L.) ที่ฉีดพ่นด้วย paclobutrazol อัตรา 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้เกิด dwarfing มากที่สุด คือน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเหลือแค่ 32 และ 31 เปอร์เซ็นต์ของต้นที่ไม่ได้ใช้สาร ตามลำดับ

3. พื้นที่ใบ (leaf area)

มันเทศที่ได้รับ paclobutrazol ที่อัตราต่างๆ กัน ไม่มีผลทำให้พื้นที่ใบของมันเทศแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มว่า ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใบที่ได้รับการฉีดพ่น paclobutrazol มีค่าต่ำกว่าการไม่ฉีดพ่น การที่ paclobutrazol ไม่มีผลทำให้การเจริญเติบโตทางใบแตกต่างทางสถิติจากการไม่ใช้ อาจเนื่องจาก

ระยะเวลาที่เริ่มฉีดพ่นโคโตซานครั้งแรก คือเริ่มฉีดเมื่อมันเทศอายุ 2 เดือนหลังปลูก อยู่ในช่วงที่มันเทศหยุดการเจริญทางด้านลำต้นและใบแล้ว จึงไม่มีผลกระทบต่อการสร้างใบ จึงทำให้พื้นที่ใบของมันเทศที่ได้รับสารและไม่ได้รับสาร paclobutrazol ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มันเทศที่ได้รับ paclobutrazol ที่อัตรา 50 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร มีแนวโน้มที่จะยับยั้งการเจริญเติบโตทางใบมากกว่าการไม่ฉีดพ่น โดยมีพื้นที่ใบเฉลี่ย 1302.71 และ 1761.21 ตารางเซนติเมตร ในขณะที่การไม่ฉีดพ่น มีพื้นที่ใบเฉลี่ย 1898.81 ตารางเซนติเมตร (Table 1) ผลการทดลองนี้ขัดแย้งกับงานทดลองของ Arzani and Roosta (2004) ซึ่งพบว่า Paclobutrazol (PBZ) ทำให้การเจริญทางด้านลำต้นและใบรวมทั้งน้ำหนักแห้งและการเจริญเติบโตของยอดของ Mature Apricot (*Prunus armeniaca* L.) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับ control ขณะที่ ความยาวของหน่อ และพื้นที่ใบ ลดลงเล็กน้อย แต่เพิ่ม ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ (Lolaei, Mobasheri, Bemana, and Teymori, 2013)

4. คลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ (chlorophyll fluorescence, Fv/Fm)

คลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์เป็นการวัดอัตราส่วนของ Fv/Fm (maximum quantum yield) ซึ่งสัมพันธ์กับประสิทธิภาพในการรับแสงของพืช พบว่า มีค่าแตกต่างกันทางสถิติเมื่อมีการฉีดพ่น paclobutrazol ที่อัตราความเข้มข้นต่างกัน โดยพบว่าการฉีดพ่น paclobutrazol ที่อัตราความเข้มข้นสูง คือ 200 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 0.7089 และ 0.6823 Fv/Fm ตามลำดับ แต่แตกต่างกันทางสถิติจากการไม่ฉีดพ่น paclobutrazol

และการฉีดพ่นที่อัตรา 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งให้ค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ 0.5939 และ 0.5465 Fv/Fm ตามลำดับ ดัง (Table 2) แสดงให้เห็นว่าการฉีดพ่น paclobutrazol อาจมีส่วนช่วยให้ใบหนาและเขียวเข้มขึ้น เนื่องจากพืชสร้างเนื้อเยื่อชั้น palisade เพิ่มขึ้น ช่องว่างระหว่างเซลล์จะลดน้อยลง เซลล์เรียงตัวกันแน่นขึ้นทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ต่อพื้นที่ใบเพิ่มขึ้น

(พีรเดช ทองอำไพ, 2529) สอดคล้องกับงานของ Elanchezhian, Haris, Kumar, and Singh (2015) พบว่า Paclobutrazol มีส่วนช่วยพยุกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชที่จมน้ำให้ดำเนินต่อไป ซึ่งมีผลช่วยให้พืชที่จมน้ำฟื้นตัวขึ้นมาได้ และเพิ่มปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบพืช (Lolaei, Mobasheri, Bemana, and Teymori, 2013)

Table 1 Effect of paclobutrazol on leaf greenness, vine length, leaf area and chlorophyll florescence of sweet potato.

paclobutrazol concentration (mg/l)	leaf greenness (spad unit)	vine length (cm)	leaf area (cm ²)	chlorophyll florescence (Fv/Fm)
0	40.73 ^b	214.00	1898.81	0.5939 ^b
50	43.36 ^{ab}	220.18	1302.71	0.5465 ^b
100	42.52 ^b	203.82	1761.21	0.6823 ^a
200	47.56 ^a	220.00	1865.94	0.7089 ^a
LSD.05	4.64	ns	ns	0.07
CV (%)	6.67	11.81	21.45	7.09

Means in the same column with different letters are significantly different at $P \leq 0.05$ by LSD (least significant different)

Table 2 Effect of paclobutrazol on tuber width, tuber length, tuber numbers and tuber weight of sweet potato.

paclobutrazol concentration (mg/l)	tuber width (mm)	tuber length (cm)	tuber numbers (tubers/rai)	tuber weight (kg/rai)
0	35.64	14.53	9724.00 ^b	489.46 ^b
50	36.88	13.80	8343.50 ^b	510.72 ^b
100	41.02	15.06	11049.50 ^b	670.32 ^{ab}
200	34.21	12.21	14896.00 ^a	795.03 ^a
LSD.05	ns	ns	3635.79	215.14
CV (%)	17.25	13.55	20.66	21.82

Means in the same column with different letters are significantly different at $P \leq 0.05$ by LSD (least significant different)

5. ความกว้างและความยาวของหัว (tuber width and length)

ความกว้างและความยาวของหัวมันเทศไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อฉีดพ่นด้วย paclobutrazol ที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน อย่างไรก็ตาม การฉีดพ่น paclobutrazol ที่อัตราความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร มีแนวโน้มทำให้ความกว้างและความยาวของหัวมันเทศสูงสุด คือ 15.06 มิลลิเมตร และ 41.02 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่การไม่ฉีดพ่น paclobutrazol ให้ความกว้างและความยาวของหัวมันเทศ 35.64 มิลลิเมตร และ 14.53 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 2) ผลที่ได้นี้ขัดแย้งกับงานวิจัยของ Teto, Laubscher, Ndakidemi, and Matimati (2016) ที่พบว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นและของช่อดอกของ *Leonotis leonurus* (L.) R.Br. Lamiaceae จะลดลงภายใน 7 วันหลังการใช้ paclobutrazol

6. จำนวนหัวมันเทศ (tuber numbers)

การฉีดพ่น paclobutrazol ที่อัตราความเข้มข้นต่างกันมีผลทำให้จำนวนหัวของมันเทศแตกต่างกันทางสถิติ ที่อัตราความเข้มข้นสูงคือ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนหัวสูงสุดคือ 14896.00 หัวต่อไร่ ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติจากการไม่ฉีดพ่น paclobutrazol และการฉีดพ่นที่อัตรา 50 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งให้จำนวนหัว 9724.00 8343.50 และ 11049.50 หัวต่อไร่ ตามลำดับ (Table 2) สอดคล้องกับงานของ Kuai et al. (2015) พบว่าการเพิ่มความเข้มข้นของ Paclobutrazol มีผลทำให้จำนวนฝักต่อต้น น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และผลผลิตของผักกาดก้านขาว *Brassica napus* L. เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ Paclobutrazol ยังช่วยเร่งการออกดอกแรกของยูคาลิปตัส (*Eucalyptus nitens*) และเพิ่มเปอร์เซ็นต์ต้นที่สมบูรณ์เพศ 5-27

เปอร์เซ็นต์ สำหรับต้นที่ปลูกด้วยต้นกล้า (seedling) และ 2-62 เปอร์เซ็นต์ เมื่อปลูกด้วยวิธีต่อกิ่ง (grafting) (Gardner and Bertling, 2005) เช่นเดียวกับรายงานของ ธนวดี พรหมจันทร์, กันยารัตน์ หรือยา, พรนภา รุ่งสว่าง, อาริสสา ทับทิม, และพิมพ์ใจ มีตุ้ม (2559) พบว่าการรดโคนต้นดาวเรืองด้วย Paclobutrazol เข้มข้น 200 ppm ทำให้จำนวนดอกและจำนวนเมล็ดมากที่สุด

7. น้ำหนักหัว (tuber weight)

มันเทศที่ได้รับสาร paclobutrazol อัตราต่างๆ กันมีผลทำให้น้ำหนักหัวแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อความเข้มข้นของ paclobutrazol เพิ่มขึ้น มีผลทำให้น้ำหนักหัวมันเทศเพิ่มขึ้นตามลำดับ โดยพบว่าการฉีดพ่น paclobutrazol ที่อัตราความเข้มข้น 200 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ผลผลิตหัว 795.03 และ 670.32 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างทางสถิติจากการไม่ฉีดพ่น paclobutrazol ซึ่งได้ผลผลิตหัวมันเพียง 489.46 กิโลกรัมต่อไร่ จะเห็นได้ว่า paclobutrazol มีผลต่อการเพิ่มการสะสมแป้งในหัวมันเทศ ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Baninasab and Shahgholi (2012) พบว่าการใช้ paclobutrazol (PBZ) เพิ่มจำนวนของผลเบอร์รี่ต่อช่อและผลผลิตต่อเถาและผลผลิตของมะม่วง (Yeshitel, Robbertse, and Stassen, 2004)

การใช้ paclobutrazol ทำให้มีจำนวนหัวเพิ่มขึ้นเนื่องจากการพัฒนาของหัวมันเทศเกิดจากรากสะสมอาหาร ซึ่งพัฒนามาจากรากพิเศษ (adventitious root) ที่มีความสมบูรณ์ มีความหนาของรากมากกว่า 5 มิลลิเมตร ส่วนรากที่บางน้อยกว่า 5 มิลลิเมตร จะพัฒนาเป็นรากฝอย (Kays, 1985) จึงเป็นไปได้ว่าสาร paclobutrazol ช่วยส่งเสริมการเจริญของรากพิเศษ โดยทำให้มีปริมาณรากที่มีความหนาจำนวนมากขึ้น

เช่นเดียวกับการใช้พาโคลบิวทราโซลในมันฝรั่งทำให้รากมีความหนาเพิ่มขึ้น (Tsegaw, Hammes, and Robbertse, 2005) ในต้นกล้าของข้าวหอมปทุมธานี 1 มีน้ำหนักแห้งรากเพิ่มขึ้น (Khunpona, Cha-umb, Faiyuec, Uthaibutraa, and Saengnila, 2017) ขณะที่ทดลองในต้นกล้าส้ม จากการปักชำด้วยใบพบว่ารากมีความยาวลดลงแต่ความหนาเพิ่มขึ้น (Salomon, 1988) การใช้ paclobutrazol เพิ่มประสิทธิภาพของคลอโรฟิลล์และส่งเสริมการสร้างคลอโรฟิลล์ (พีรเดช ทองอำไพ, 2529; นิติพัฒน์ พัฒนฉัตรชัย, 2557; ธนวดี พรหมจันทร์, 2559; Baninasab and Shahgholi, 2012) ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงสูงขึ้น ทำให้การสะสมน้ำหนักรากในหัวมันเทศเพิ่มขึ้น

สรุป

ผลการใช้สาร paclobutrazol ที่มีต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบและผลผลิตหัวของมันเทศ พบว่าการใช้พาโคลบิวทราโซล ไม่มีผลทำให้ความยาวเถา พื้นที่ใบ ของมันเทศแตกต่างทางสถิติ แต่มีผลทำให้ความเขียวใบ chlorophyll fluorescence น้ำหนักหัว และจำนวนหัวมันเทศ แตกต่างทางสถิติ โดยพบว่าการใช้พาโคลบิวทราโซลอัตรา 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ความเขียวใบ chlorophyll fluorescence จำนวนหัวและน้ำหนักหัวมันเทศสูงที่สุดในขณะที่การใช้พาโคลบิวทราโซลอัตรา 50 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ผลไม่แตกต่างจากการไม่ใช้สาร จากการทดลองนี้สามารถแนะนำได้ว่าการใช้ paclobutrazol อัตรา 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีส่วนช่วยในการเพิ่มผลผลิตหัวของมันเทศได้ และควรมีการทดลองเพิ่มเติมโดยเพิ่มระดับความเข้มข้นของสาร paclobutrazol

ให้สูงขึ้น เพื่อจะทำให้การเจริญเติบโตของต้น (เถา) และขนาดของใบลดลงส่งผลให้ผลผลิตหัวเพิ่มขึ้นได้ชัดเจนมากกว่านี้

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิที่สนับสนุนทุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ธนวดี พรหมจันทร์, กันยารัตน์ หรัถยา, พรณา รุ่งสว่าง, อธิสา ทับทิม, และพิมพ์ใจ มีตุ้ม. (2559). ผลของความเข้มข้นและวิธีการให้สารละลายพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตของต้นดาวเรืองพันธุ์อเมริกัน. *วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์*, 3(2), 10-18.
- นิติพัฒน์ พัฒนฉัตรชัย. (2557). พาโคลบิวทราโซล: ผลต่อการเติบโตของทรงพุ่มและปริมาณคลอโรฟิลล์ของชวนชมพันธุ์ฮอลแลนด์. *วารสารแก่นเกษตร*, 42(1), 39-46
- พีรเดช ทองอำไพ. (2529). ฮอริโมนพืชและสารสังเคราะห์แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: ไดนามิคการพิมพ์.
- Armstrong, E., & Nicol, H. (1991). Reducing height and lodging in rapeseed with growth regulators. *Anim. Prod. Sci.*, 31, 245-250.
- Arzani, K., & Roosta, H. R. (2004). Effects of paclobutrazol on vegetative and reproductive growth and leaf mineral content of mature apricot (*Prunus armeniaca* L.) trees. *J. Agric. Sci. Technol.*, 6, 43-55.
- Baninasab, B., & Shahgholi, M. (2012). Effect of paclobutrazol on vegetative growth, yield and fruit quality of 'Keshmesh Bovanat' grape. *Acta Hortic*, 931, 449-452.
- Elanchezhian, R., Haris, A. A., Kumar, S., & Singh, S. S. (2015). Positive impact of paclobutrazol on gas

- exchange, chlorophyll fluorescence and yield parameters under submergence stress in rice. *Ind. J. Plant Physiol.*, 20, 111-115.
- Gardner, R., & Bertling, I. (2005). Effect of winter chilling and paclobutrazol on floral bud production in *Eucalyptus nitens*. *South African Journal of Botany*, 71, 238-249.
- Huang, W. D., Shen, T., Han, Z. H., & Liu, S. (1995). Influence of paclobutrazol on photo-synthesis rate and dry matter partitioning in the apple tree. *J. Plant Nutr.*, 18, 901-910.
- Ishiguro, K., & Yoshimoto, M. (2005). Content of the eye-protective nutrient lutein in sweet potato leaves. In *Concise Papers of the Second International Symposium on Sweet Potato and Cassava* (pp. 213-214). Kuala Lumpur, Malaysia.
- Kays, S. J. (1985). The Physiology of yield in sweet potato. In J. C. Bouwkamp (Ed.), *Sweet potato products: A natural resource for the tropics* (pp. 79-132). Boca Raton: CRC Press.
- Khan, M. (2009). Sterol biosynthesis inhibition by padobutrazol induces greater aluminum (Al) sensitivity in Al-tolerant rice. *Am. J. Plant Physiol.*, 4, 89-99.
- Khalil, I. A., & Rahman, H. (1995). Effect of paclobutrazol on growth, chloroplast pigments and sterol biosynthesis of maize (*Zea mays* L.). *Plant Science*, 105, 15-21.
- Khunpona, B., Cha-umb, S., Faiyuec, B., Uthaitutraa, J., & Saengnila, K. (2017). Influence of paclobutrazol on growth performance, photosynthetic pigments, and antioxidant efficiency of Pathumthani 1 rice seedlings grown under salt stress. *Science Asia*, 43, 70-81.
- Kim, J., Wilson, R. L., Case, J. B., & Binder, B. M. (2012). A comparative study of ethylene growth response kinetics in eudicots and monocots reveals a role for gibberellin in growth inhibition and recovery. *Plant Physiol*, 160, 1567-1580.
- Kuai, J., Yang, Y., Sun, Y., Zhou, G., Zuo, Q., Wua, J., & Ling, X. (2015). Paclobutrazol increases canola seed yield by enhancing lodging and pod shatter resistance in *Brassica napus* L. *Field Crops Research*, 180, 10-20.
- Kuan-Hung, R. L., Chao-Chia, T., Shih-Ying, H., Long-Fang, O. C., & Hsiao-Feng, L. (2006). Paclobutrazol pre-treatment enhanced flooding tolerance of sweet potato. *Journal of Plant Physiology*, 163, 750-760.
- Lolaei, A., Mobasheri, S., Bemana, R., & Teymori, N. (2013). Role of paclobutrazol on vegetative and sexual growth of plants. *Int J. Agri Crop Sci.*, 5, 958-961.
- Oswalt, J. S., Rieff, J. M., Severino, L. S., Auld, D. L., Bednarz, C. W., & Ritchie, G. L. (2014). Plant height and seed yield of castor (*Ricinus communis* L.) sprayed with growth retardants and harvest aid chemicals. *Ind. Crops Prod.*, 61, 272-277.
- Rajala, A., & Peltonen-Sainio, P. (2001). Plant growth regulator effects on spring cereal root and shoot growth. *Agron. J.*, 93, 936-943.
- Salomon, E. (1988). Effect of paclobutrazol and gibberellic acid (Ga3) on the root growth and biomass partitioning of citrus leaf cuttings Israel. *Journal of Botany*, 37, 165-17
- Scarlsbrick, D., Addo-Quaye, A., Daniels, R., & Mahamud, S. (1985). The effect of paclobutrazol on plant

- height and seed yield of oil-seed rape (*Brassica napus* L.). *J. Agric. Sci.*, 105, 605-612.
- Statistic tool for agricultural research. (2014). *Biometrics and breeding informatics, plant breeding, genetics and biotechnology division*. International rice research institute.
- Sun, H., Mu, T., Xi, L., Zhang, M., & Chen, J. (2014). Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) leaves as nutritional and functional foods. *Food Chemistry*, 156, 380-389.
- Teto, A. A., Laubscher, C. P., Ndakidemi, P. A., & Matimati, I. (2016). Paclobutrazol retards vegetative growth in hydroponically-cultured *Leonotis leonurus* (L.) R. Br. Lamiaceae for a multipurpose flowering potted plant. *South African Journal of Botany*, 106, 67-70.
- Tsegaw, T., Hammes, S., & Robbertse, J. (2005). Paclobutrazol-induced leaf, stem and root anatomical modifications in potato. *Hort Science*, 40, 1343-1346.
- Yeshitel, T., Robbertse, P. J., & Stassen, P. J. C. (2004). Paclobutrazol suppressed vegetative growth and improved yield as well as fruit quality of 'Tommy Atkins' mango (*Mangifera indica*) in Ethiopia. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 32, 281-293.
- Zhou, W., & Xi, H. (1993). Effects of mixtalol and paclobutrazol on photosynthesis and yield of rape (*Brassica napus*). *J. Plant Growth Regul*, 12, 157-161.