

ผลของเมพิควอทคลอไรด์ คลอร์มีควอทคลอไรด์
และพาโคลบิวทราโซลต่อการออกดอกของมะม่วงพันธุ์
น้ำดอกไม้สีทอง

Effect of Mepiquat Chloride, Chlormequat Chloride,
and Paclobutrazol on Flowering of Mango cv.

Nam Dok Mai Si Thong

มะลิวรรณ นาสี^{1/} นุติ เจริญกิจ^{1/} พัทยา สรวมศิริ^{1/2/} และ ดรุณี นภาพรม^{1/}
Maliwan Nasee^{1/}, Nudee Charoenkit^{1/}, Pittaya Srumsin^{1/2/} and Daruni Naphrom^{1/}

Abstract: The study on effect of mepiquat chloride, chlormequat chloride, and paclobutrazol on flowering of mango cv. 'Nam Dok Mai Si Thong' was carried out during July 2012 to March 2013 at Sansai district, Chiang Mai. The experiment was designed based on Randomized Complete Block Design (RCBD) with 5 treatments and 3 blocks (10 trees each); 1) control, 2) soil drench with paclobutrazol 1 g a.i./m², 3) foliar spray with mepiquat chloride 3,000 mg/l, 4) foliar spray with chlormequat chloride 1,000 mg/l, and 5) foliar spray with mepiquat chloride 3,000 mg/l plus chlormequat chloride 1,000 mg/l. The results showed that all growth retardant substances could induce flowering of mango trees faster than control, which flowered at 87-92 days after treatments. The treatment of soil drench with paclobutrazol 1 g a.i./m² gave the highest flowering about 96.16% whereas foliar spraying with mepiquat chloride 3,000 mg/l and chlormequat chloride 1,000 mg/l and mepiquat chloride 3,000 mg/l plus chlormequat chloride 1,000 mg/l showed lower flowering than paclobutrazol at 65.46-82.13%. All treated treatments gave similar flower quality, 67.11-77.54% of full flower, 22.46-32.89% of leafy flower. Moreover, paclobutrazol 1 g a.i./m², mepiquat chloride 3,000 mg/l plus chlormequat chloride 1,000 mg/l and chlormequat chloride 1,000 mg/l had more effect on flower number per panicle than mepiquat chloride 3,000 mg/l. However, all foliar spraying treatments promoted higher percentage of fruit setting than using paclobutrazol.

Keywords: Mango cv. Nam Dok Mai Si Thong, Mepiquat Chloride, Chlormequat Chloride, Paclobutrazol, flowering, growth retardant

^{1/} ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

^{1/} Department of Plant Science and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

^{2/} มูลนิธิโครงการหลวง ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

^{2/} Royal Project Foundation, Suthep, Mueang, Chiang Mai 50200, Thailand

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของเมพิควอทคลอไรด์ คลอร์มีควอทคลอไรด์ และพาโคลบิวทราโซลต่อการออกดอกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ดำเนินการระหว่างเดือนกรกฎาคม 2555 ถึง เดือนมีนาคม 2556 ณ แปลงเกษตรกร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยกำหนดให้ 10 ต้นเป็น 1 บล็อก รวมทั้งหมด 3 บล็อก จำนวน 5 กรรมวิธี ดังนี้ 1) ควบคุม 2) ราดทางดินด้วยพาโคลบิวทราโซลอัตรา 1 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อตารางเมตรของพื้นที่ได้ทรงพุ่ม 3) พ่นทางใบด้วยเมพิควอทคลอไรด์ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร 4) พ่นทางใบด้วยคลอร์มีควอทคลอไรด์ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 5) พ่นทางใบด้วยเมพิควอทคลอไรด์ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตรผสมกับคลอร์มีควอทคลอไรด์ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า การใช้สารชะลอการเจริญเติบโตของพืชในทุกกรรมวิธี สามารถชักนำการออกดอกได้เร็วกว่ากรรมวิธีควบคุมเฉลี่ย 87-92 วัน หลังทำการทดลอง โดยการราดทางดินด้วยพาโคลบิวทราโซลอัตรา 1 กรัมของสารออกฤทธิ์ต่อตารางเมตรของพื้นที่ได้ทรงพุ่ม มีผลทำให้มะม่วงออกดอกมากที่สุดถึง 96.16 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ การพ่นทางใบด้วยเมพิควอทคลอไรด์ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร คลอร์มีควอทคลอไรด์ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมพิควอทคลอไรด์ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ผสมกับคลอร์มีควอทคลอไรด์ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การออกดอก 65.46-82.13 เปอร์เซ็นต์ โดยในทุกกรรมวิธีมีข้อดอกล้วนเฉลี่ย 67.11-77.54 เปอร์เซ็นต์ และข้อดอกล้นใบ 22.46-32.89 เปอร์เซ็นต์ และการราดทางดินด้วยพาโคลบิวทราโซล 1 กรัมของสารออกฤทธิ์ต่อตารางเมตรของพื้นที่ได้ทรงพุ่ม การพ่นทางใบด้วยเมพิควอทคลอไรด์ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ผสมกับคลอร์มีควอทคลอไรด์ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และคลอร์มีควอทคลอไรด์ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มากกว่าการพ่นทางใบด้วยเมพิควอทคลอไรด์ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่การพ่นทางใบทุกกรรมวิธีมีผลทำให้ต้นมะม่วงมีเปอร์เซ็นต์การติดผลเฉลี่ย มากกว่าการราดทางดินด้วยพาโคลบิวทราโซล

คำสำคัญ: มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง เมพิควอทคลอไรด์ คลอร์มีควอทคลอไรด์ พาโคลบิวทราโซล การออกดอก สารชะลอการเจริญเติบโต

คำนำ

มะม่วงเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยผลผลิตส่วนใหญ่ใช้บริโภคภายในประเทศและแปรรูปสูงถึง 2,911,469 ตันต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556) และมีเพียงบางสายพันธุ์เท่านั้น เช่น น้ำดอกไม้สีทอง น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และมหาชนก (ธวัชชัย และรุ่งทิพย์, 2553) เป็นต้น ที่มีการส่งออกไปยังต่างประเทศ เฉลี่ยปีละ 68,490 ตัน (ข้อมูลระหว่างปี 2554-ปี 2556) (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556) จึงเป็นเหตุกระตุ้นให้ระบบอุตสาหกรรมการผลิตมะม่วงในปัจจุบันสามารถผลิตได้ตลอดทั้งปีโดยใช้สารพาโคลบิวทราโซล ซึ่งเป็นสารชักนำการออกดอกที่ใช้กันอย่างกว้างขวางมากที่สุดในประเทศไทย แต่การใช้สารพาโคลบิวทราโซลทางดินซ้ำในพื้นที่เดิมและต่อเนื่องยาวนานกว่า 10 ปี จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยการสะสมไว้ในดินได้ยาวนานในสภาพแห้งแล้ง หรืออาจเคลื่อนลงสู่สภาพแวดล้อมโดยรอบ (ธวัชชัย และรุ่งทิพย์,

2553) เช่นเดียวกับพิทยา และคณะ (2553) และ Sharma and Awasthi (2005) ที่ยืนยันว่า สารตกค้างของพาโคลบิวทราโซลในดินอาจเป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่าอาจมีการกีดกันการใช้สารพาโคลบิวทราโซลในระบบการผลิตมะม่วงในอนาคต ด้วยเหตุนี้จึงมีแนวความคิดการทดลองนำสารเมพิควอทคลอไรด์ และคลอร์มีควอทคลอไรด์ ที่อยู่ในกลุ่มสารชะลอการเจริญเติบโตของพืชประเภทโอเนียม (onium compounds) ซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับสารพาโคลบิวทราโซลในการยับยั้งการสร้างจีบเบอเรลลิน ในขั้นตอนการเกิด Cyclization ของ geranylgeranyl pyrophosphate ไปเป็น Copallylpyrophosphate (Rademacher, 2000) Guo *et al.* (2010) กล่าวว่า สารคลอร์มีควอทคลอไรด์ที่ใช้ในฝ้ายจะสามารถสลายตัวครึ่งหนึ่งของที่มีอยู่เดิม ซึ่งจะสลายตัวได้เร็วกว่าสารพาโคลบิวทราโซล พืชที่ได้รับสารกลุ่มโอเนียมจะมีข้อปล้องสั้น ใบหนาสีเขียวเข้มกว่าปกติ และมีประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงเพิ่มมากขึ้น (ปรารภนา และคณะ, มปป.)

ธวัชชัย และรุ่งทิพย์ (2553) กล่าวว่า สารยับยั้งการสร้าง
จิบเบอเรลลิน มีผลต่อการชะลอการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ
แต่จะเปิดโอกาสให้พืชพัฒนาตาดอกขึ้นมาแทน จาก
การศึกษาของ ไสภา (2555) พบว่า การพ่นทางใบด้วย
เมพิควทคลอไรด์ 700 มิลลิกรัมต่อลิตร ผสมกับคลอร์มี
ควทคลอไรด์ 800 มิลลิกรัมต่อลิตร มีแนวโน้มเพิ่ม
เปอร์เซ็นต์การออกดอกของต้นมะม่วงและมีลักษณะของ
ช่อดอกเป็นช่อดอกสั้นมากที่สุด เท่ากับ 52.67 และ
60.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ ธนยวีร์
(2553) พบว่า การพ่นคลอร์มีควทคลอไรด์ มีผลทำให้
มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองสามารถออกดอกได้
เช่นเดียวกับการพ่นทางใบด้วยพาโคลบิวทราโซล

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จะเห็นถึงความ
จำเป็นในการศึกษาสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช
ชนิดใหม่เพื่อเป็นทางเลือกทดแทนสารพาโคลบิวทราโซล
ในการชักนำการออกดอกนอกฤดูในมะม่วง ได้แก่ สาร
เมพิควทคลอไรด์ และสารคลอร์มีควทคลอไรด์ ควบคู่
ไปกับการจัดการต้นมะม่วงให้มีความพร้อมในการ
ตอบสนองต่อสารควบคุมการเจริญเติบโต

อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกต้นมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง อายุ
ประมาณ 15 ปี ณ แปลงเกษตรกร อำเภอสันทราย จังหวัด
เชียงใหม่ จำนวน 30 ต้น ทำการตัดแต่งกิ่งและบำรุงต้น
ด้วยปุ๋ย (15-15-15) ในเดือนเมษายน 2555 พร้อมพ่นสาร
ฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ เมื่อใบชุดที่ 2 เข้าสู่ระยะใบเพสลาด
พ่นปุ๋ยทางใบสูตร 0-52-34 ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์
ผสมกับเอพิฟอน 800 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวน 3 ครั้ง ห่าง
กันครั้งละ 5 วัน ก่อนการพ่นทางใบหรือราดทางดินด้วย
สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชตามกรรมวิธี โดยวาง
แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block
Design (RCBD) โดยกำหนดให้ 10 ต้นเป็น 1 บล็อก รวม
ทั้งหมด 3 บล็อก และทำการเปรียบเทียบ 5 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีควบคุม

กรรมวิธีที่ 2 ราดทางดินด้วยพาโคลบิวทราโซลอัตรา
1 กรัมของสารออกฤทธิ์ต่อตารางเมตร
ของพื้นที่ได้ทรงพุ่ม

กรรมวิธีที่ 3 พ่นทางใบด้วยเมพิควทคลอไรด์ 3,000
มิลลิกรัมต่อลิตร

กรรมวิธีที่ 4 พ่นทางใบด้วยคลอร์มีควทคลอไรด์
1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

กรรมวิธีที่ 5 พ่นทางใบด้วยเมพิควทคลอไรด์ 3,000
มิลลิกรัมต่อลิตรผสมกับคลอร์มีควทคลอไรด์
1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ดำเนินการตามกรรมวิธีเมื่อใบอยู่ในระยะใบ
เพสลาด โดยราดด้วยพาโคลบิวทราโซลทางดินรอบโคน
ต้น 1 ครั้ง (วันที่ 31 กรกฎาคม 2555) หรือพ่นทางใบด้วย
เมพิควทคลอไรด์ และคลอร์มีควทคลอไรด์ จำนวน 3
ครั้งห่างกันครั้งละ 5 วัน (เริ่มพ่นวันที่ 31 กรกฎาคม 2555)
ก่อนปล่อยให้ต้นพืชออกดอก

ผลการทดลอง

1. ผลกระทบต่อพฤติกรรมการออกดอก

การศึกษาผลของเมพิควทคลอไรด์ คลอร์มี
ควทคลอไรด์ และพาโคลบิวทราโซลต่อการออกดอกของ
มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง พบว่า ต้นมะม่วงที่ราดทาง
ดินด้วยพาโคลบิวทราโซลได้เริ่มแทงช่อดอกเมื่อ 87 วัน
หลังราดสาร (วันที่ 26 ตุลาคม 2555) และมีเปอร์เซ็นต์
การออกดอกมากที่สุด 96.16 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับการพ่นทางใบด้วยเมพิ
ควทคลอไรด์ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร คลอร์มีควทคลอ
ไรด์ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมพิควทคลอไรด์ผสม
กับคลอร์มีควทคลอไรด์ที่เริ่มแทงช่อดอกพร้อมกันเมื่อ
92 วันหลังการพ่นสาร (วันที่ 1 พฤศจิกายน 2555) การพ่น
ทางใบด้วยเมพิควทคลอไรด์ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร
และคลอร์มีควทคลอไรด์ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า
มีผลทำให้ต้นมะม่วงออกดอก 82.13 และ 81.40
เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในขณะที่การพ่นทางใบด้วยเมพิ
ควทคลอไรด์ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตรผสมกับคลอร์มี
ควทคลอไรด์ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้ต้น
มะม่วงออกดอกน้อยที่สุด เพียง 65.46 เปอร์เซ็นต์ ส่วนต้น
มะม่วงในกรรมวิธีควบคุมไม่พบการออกดอกในช่วงเวลา
เดียวกัน แต่จะเริ่มแทงช่อดอกตามธรรมชาติในช่วงปลาย
เดือนธันวาคม 2555

2. ผลกระทบต่อลักษณะช่อดอก และขนาดของช่อดอก

โดยปกติตามธรรมชาติของการออกดอกของมะม่วงจะสามารถพบลักษณะช่อดอก 2 ชนิด คือ ช่อดอกปนใบ และช่อดอกล้วนในการทดลองนี้พบว่า ทุกกรรมวิธีมีช่อดอกล้วนและช่อดอกปนใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยพบช่อดอกล้วน 67.11-77.54 เปอร์เซ็นต์ และช่อดอกปนใบ 22.46-32.89 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2) เช่นเดียวกับขนาดช่อดอกที่พบว่า ในทุกกรรมวิธีไม่มีความกว้างและความยาวของช่อดอก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีความกว้างช่อดอกเฉลี่ย 12.15-15.41 เซนติเมตร และมีความยาวช่อดอกเฉลี่ย 24.47-29.21 เซนติเมตร (ตารางที่ 2)

3. ผลกระทบต่อจำนวนดอกต่อช่อ และลักษณะเพศดอก

ในด้านผลกระทบต่อนับจำนวนดอกต่อช่อ พบว่ากรรมวิธีราดทางดินด้วยพาโคลบิวทราโซล 1 กรัมของสารออกฤทธิ์ต่อตารางเมตรของพื้นที่ได้ทรงพุ่ม กรรมวิธีพ่นทางใบด้วยคลอร์มีควอทคลอไรด์ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และกรรมวิธีพ่นทางใบด้วยเมพิควอทคลอไรด์ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ผสมกับคลอร์มีควอทคลอไรด์ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนดอกต่อช่อ เท่ากับ 791.27 682.83 และ 778.94 ดอกต่อช่อ ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกับการพ่นทางใบด้วยเมพิควอทคลอไรด์ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีจำนวนดอกต่อช่อน้อยที่สุด เท่ากับ 537.44 ดอกต่อช่อ (ตารางที่ 3)

Table 1 Days to flower and percentage of flowering of mango cv. Nam Dok Mai Si Thong as affected by paclobutrazol, mepiquat chloride and chlormequat chloride

Treatments	Days to flower ^{1/}	Percentage of flowering
Control	no flowering	ND ^{3/}
Paclobutrazol 1 g a.i./m ²	87	96.16a ^{2/}
Mepiquat Chloride 3,000 mg/l	92	82.13b
Chlormequat Chloride 1,000 mg/l	92	81.40b
Mepiquat Chloride 3,000 mg/l + Chlormequat Chloride 1,000 mg/l	92	65.46c
Significant	-	*

^{1/} Days to flower after soil drench with paclobutrazol or spray with studied substances

^{2/} Means with the different letters within the column indicate significant different at $P < 0.05$

^{3/} ND = No data

Table 2 Panicle type and panicle size of mango cv. Nam Dok Mai Si Thong as affected by paclobutrazol, mepiquat chloride and chlormequat chloride

Treatments	Panicle type (%)		Panicle Size (cm)	
	Full flower	Leafy flower	Width	Length
Control	ND ^{1/}	ND	ND	ND
Paclobutrazol 1 g a.i./m ²	76.06	23.94	12.15	29.21
Mepiquat Chloride 3,000 mg/l	67.11	32.89	15.41	24.47
Chlormequat Chloride 1,000 mg/l	77.54	22.46	15.19	25.20
Mepiquat Chloride 3,000 mg/l + Chlormequat Chloride 1,000 mg/l	68.65	31.35	14.42	25.23
Significant	ns	ns	ns	ns

^{1/} ND = No data, ns = Not significant

ส่วนเพศดอกที่พบแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ดอกเพศผู้ และดอกสมบูรณ์เพศ พบว่า ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีดอกเพศผู้เฉลี่ย 87.59-90.24 เปอร์เซ็นต์ และดอกสมบูรณ์เพศเฉลี่ย 9.76-12.41 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อศึกษาสัดส่วนเพศดอกพบว่า มีความใกล้เคียงกันโดยทุกกรรมวิธีมีสัดส่วนดอกเพศผู้ 7.0-9.2 ดอกต่อดอกสมบูรณ์เพศ 1 ดอก (ตารางที่ 3)

4. ผลกระทบต่อการติดผล

ส่วนเปอร์เซ็นต์การติดผลเมื่อคำนวณบนฐานจำนวนดอกสมบูรณ์เพศในช่อดอก พบว่า กรรมวิธีการพ่นทางใบด้วยเมพิควอทคลอไรด์ 3,000 มิลลิกรัม คลอร์มีควอทคลอไรด์ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และการพ่นทางใบด้วยเมพิควอทคลอไรด์ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตรผสมกับคลอร์มีควอทคลอไรด์ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้เปอร์เซ็นต์ การติดผล 43.08 53.62 และ 53.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมากกว่ากรรมวิธีราดทางดินด้วยพาโคลบิวทราโซล ที่มีเปอร์เซ็นต์การติดผล เท่ากับ 21.91 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4)

Table 3 Flower number per panicle and the percentage of flower type as affected by paclobutrazol, mepiquat chloride and chlormequat chloride

Treatments	Flower number per panicle ^{1/}	Flower type (%)		Flower sex ratio (Male: Perfect)
		Male Flower	Perfect Flower	
Control	ND ^{2/}	ND	ND	ND
Paclobutrazol 1 g a.i./m ²	791.27a ^{1/}	90.15	9.85	9.1:1
Mepiquat Chloride 3,000 mg/l	537.44b	90.24	9.76	9.2:1
Chlormequat Chloride 1,000 mg/l	682.83ab	87.96	12.04	7.3:1
Mepiquat Chloride 3,000 mg/l + Chlormequat Chloride 1,000 mg/l	778.94a	87.59	12.41	7.0:1
Significant	*	ns	ns	-

^{1/} Means with the different letters within the column indicate significant different at $P < 0.05$, ns = Not significant

^{2/} ND = No data

Table 4 The percentage of fruit set as affected by paclobutrazol, mepiquat chloride and chlormequat chloride

Treatments	Fruit set (%)
Control	ND ^{2/}
Paclobutrazol 1 g a.i./m ²	21.91b ^{1/}
Mepiquat Chloride 3,000 mg/l	43.08ab
Chlormequat Chloride 1,000 mg/l	53.62a
Mepiquat Chloride 3,000 mg/l + Chlormequat Chloride 1,000 mg/l	53.84a
Significant	*

^{1/} Means with the different letters within the column indicate significant different at $P < 0.05$

^{2/} ND = No data

วิจารณ์

จากการศึกษาผลของเมพิควทคลอไรด์ คลอร์มีควทคลอไรด์ และพาโคลบิวทราโซลต่อการออกดอกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง พบว่า สารทั้ง 3 ชนิดสามารถชักนำให้ต้นมะม่วงออกดอกได้ประมาณ 3 เดือนหลังการใช้สาร ซึ่งเร็วกว่าต้นควบคุม 55 วัน สอดคล้องกับโสภา (2555) ที่พบว่า ต้นมะม่วงที่ใช้สารเมพิควทคลอไรด์ คลอร์มีควทคลอไรด์ และพาโคลบิวทราโซล สามารถออกดอกได้เร็วกว่าชุดควบคุม 22-25 วัน โดยกรรมวิธีราดทางดินด้วยสารพาโคลบิวทราโซลสามารถชักนำให้ออกดอกได้เร็วที่สุด และมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกมากที่สุด เมื่อเทียบกับการพ่นทางใบด้วยเมพิควทคลอไรด์ และคลอร์มีควทคลอไรด์ เช่นเดียวกับนริสรา (2551) กล่าวว่า การออกดอกของต้นมะม่วงในกลุ่มที่ราดสารพาโคลบิวทราโซล มีเปอร์เซ็นต์การออกดอกสูงกว่าต้นมะม่วงที่ไม่ได้รับสาร เท่ากับ 87.08 และ 70.59 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ถึงแม้ว่าพาโคลบิวทราโซล เมพิควทคลอไรด์ และคลอร์มีควทคลอไรด์ เป็นสารชะลอการเจริญเติบโตของพืชเหมือนกัน มีคุณสมบัติยับยั้งการสังเคราะห์จิบเบอเรลลินเหมือนกัน แต่เป็นสารประกอบต่างกลุ่มกัน โดยสารพาโคลบิวทราโซลเป็นสารชะลอการเจริญเติบโตของพืชในกลุ่ม Triazoles ที่มีผลยับยั้งกระบวนการออกซิเดชันของ ent-kaurene ไปเป็น ent-kaurenoic acid ที่กระตุ้นโดย P450 monooxygenases ในกระบวนการสังเคราะห์ GA₃ ระยะที่ 2 ทำให้ไม่มีการสร้าง GA₁₂-aldehyde (Lalit, 2002) ในขณะที่เมพิควทคลอไรด์ และคลอร์มีควทคลอไรด์ เป็นกลุ่มสารประกอบพวก Onium ซึ่งมีผลยับยั้งกระบวนการสร้าง GA₃ ขึ้นตอนการเปลี่ยน geranylgeranyl pyrophosphate (GGPP) ไปเป็น ent-kaurene โดยยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ copalyl diphosphate synthase และ ent-kaurene synthase (Lalit, 2002) นอกจากนี้อาจเป็นไปได้ว่าพาโคลบิวทราโซลมีคุณสมบัติเคลื่อนที่ในระบบรากเข้าสู่ท่อลำเลียงได้ดีกว่าการดูดซึมทางปากใบ (พีรเดช, 2542) จึงทำให้การราดพาโคลบิวทราโซลชักนำให้ต้นมะม่วงออกดอกได้เร็วกว่าและมากกว่าการพ่นทางใบด้วยเมพิควทคลอไรด์ และคลอร์มีควทคลอไรด์ จริฎญา และครุณี (2553)

กล่าวว่า การราดสารทางดินจะมีประสิทธิภาพการยับยั้งการเกิดใบอ่อนได้ดีกว่าวิธีการพ่นทางใบ

นอกจากนี้การใช้พาโคลบิวทราโซล เมพิควทคลอไรด์ และคลอร์มีควทคลอไรด์ ไม่มีผลต่อลักษณะช่อดอก ขนาดช่อดอก และเพศดอก แต่มีผลจำนวนดอกต่อช่อ โดยกรรมวิธีราดทางดินด้วยพาโคลบิวทราโซล กรรมวิธีพ่นทางใบด้วยเมพิควทคลอไรด์ผสมคลอร์มีควทคลอไรด์ และกรรมวิธีพ่นทางใบด้วยคลอร์มีควทคลอไรด์ มีผลส่งเสริมให้ต้นมะม่วงมีจำนวนช่อดอกมากกว่ากรรมวิธีพ่นทางใบด้วยเมพิควทคลอไรด์ Olsen and Andersen (1995) พบว่า จำนวนของดอกเพิ่มมากขึ้นตามความเข้มข้นของสารชะลอการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับ Yeshitela (2004) พบว่า การพ่นพาโคลบิวทราโซลช่วยเพิ่มจำนวนช่อดอกต่อต้นตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับจากการพ่นที่ความเข้มข้น 500 และ 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่จากผลการทดลอง พบว่า พาโคลบิวทราโซลมีผลทำให้ต้นมะม่วงมีเปอร์เซ็นต์การติดผลน้อยกว่าการใช้เมพิควทคลอไรด์ผสมคลอร์มีควทคลอไรด์ และคลอร์มีควทคลอไรด์ ซึ่งไม่สอดคล้องกับ Chutichudet *et al.* (2006) กล่าวว่า เมื่อพ่นพาโคลบิวทราโซลกับมะม่วงพันธุ์แก้วที่ความเข้มข้นเพิ่มขึ้นในระยะที่ช่อดอกยี่ดออก ประมาณ 1 เซนติเมตร ช่วยลดการหลุดร่วงของผลได้ดี และการพ่นพาโคลบิวทราโซลที่ความเข้มข้น 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ในระยะที่ช่อดอกยี่ดออกประมาณ 5 เซนติเมตร ให้ผลผลิตมากที่สุด

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น การใช้สารชะลอการเจริญเติบโตของพืชชนิดอื่น เช่น เมพิควทคลอไรด์ และคลอร์มีควทคลอไรด์ เพื่อเป็นแนวทางเลือกทดแทนการใช้สารพาโคลบิวทราโซลในการชักนำการออกดอกของมะม่วงในอนาคตนั้นมีความเป็นไปได้ เนื่องจากสารดังกล่าวสามารถชักนำการออกดอกของมะม่วงได้ดี เช่นเดียวกับพาโคลบิวทราโซล และยังส่งเสริมการติดผลของมะม่วงได้ดีกว่าการใช้พาโคลบิวทราโซล นอกจากนี้ในประเด็นของการสะสมสารตกค้าง พบว่า การใช้พาโคลบิวทราโซลเป็นประจำอย่างต่อเนื่อง จะส่งผลให้สิ่งมีชีวิตที่เป็นประโยชน์บริเวณโคนต้นมะม่วงลดลงมากกว่า 58 เปอร์เซ็นต์ (Silva *et al.*, 2003) และสะสมอยู่บริเวณหน้าดินลึก 0-15 เซนติเมตร ได้นานกว่า 8 เดือน ในแปลงปลูก

มะม่วง (Sharma and Awasthi, 2005) 20 เดือนในแปลงปลูกเชอร์รี่ (Jacyna and Doggs, 1999) และประมาณ 3 ปี ในแปลงปลูกแอฟริคอต (Jacyna and Doggs, 1995) ซึ่งสารตกค้างดังกล่าวสามารถถูกชะล้างไปยังชั้นน้ำใต้ดินได้ หรือแหล่งน้ำบริเวณใกล้เคียง (Sharma and Awasthi, 2005) รวมทั้งสามารถพบสารตกค้างได้ในผลมะม่วง โดยเฉพาะในส่วนของเมล็ด แต่ในปริมาณที่น้อยกว่าค่า MRL (maximum residue limits) โดย Codex Alimentarius (1993) กำหนดให้มีสารพาโคลบิวทราโซลตกค้างในผลมะม่วงได้ไม่เกิน 0.5 ไมโครกรัมต่อกรัม ในขณะที่กลุ่มประเทศยุโรป และญี่ปุ่นกำหนดให้มีสารตกค้างของเมพิควอทคลอไรด์ และคลอร์มีควอทคลอไรด์ ในผลไม้ ผัก และในพืชต้องมีค่า MRL ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในผลมะเขือเทศ (Feng and Wang, 2011) Zhang (2012) กล่าวว่า สารตกค้างเมพิควอทคลอไรด์ และคลอร์มีควอทคลอไรด์ จะค่อย ๆ สลายตัว 99.7-98.8 เปอร์เซ็นต์ หลังจากใช้ในมะเขือเทศ 33 วัน และมีครึ่งชีวิตเพียง 3.67 วัน และ 3.66 วัน ตามลำดับ เช่นเดียวกับ Xu *et al.* (2009) กล่าวว่า สารตกค้างจากเมพิควอทคลอไรด์ และคลอร์มีควอทคลอไรด์ ในใบมะเขือเทศจะลดลง 96 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 35 วัน ในผลจะลดลง 80 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 10 วัน นอกจากนี้สารทั้งสองชนิดนี้ไม่พบการตกค้างสะสมในดิน (Hampton, 1988)

สรุป

การใช้สารชะลอการเจริญเติบโตของพืชในทุกกรรมวิธี สามารถชักนำการออกดอกได้เร็วกว่ากรรมวิธีควบคุมเฉลี่ย 87-92 วันหลังทำการทดลอง โดยการรดทางดินด้วยพาโคลบิวทราโซลอัตรา 1 กรัมของสารออกฤทธิ์ต่อตารางเมตรของพื้นที่ได้ทรงพุ่ม มีผลทำให้มะม่วงออกดอกมากที่สุดถึง 96.16 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อพิจารณาถึงเปอร์เซ็นต์การติดผลแล้ว กลับพบว่า การรดทางดินด้วยพาโคลบิวทราโซล มีเปอร์เซ็นต์การติดผลน้อยกว่าการใช้เมพิควอทคลอไรด์ 3,000 มิลลิกรัม คลอร์มีควอทคลอไรด์ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมพิควอทคลอไรด์ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตรผสมกับคลอร์มีควอทคลอไรด์

1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้ เมพิควอทคลอไรด์ 3,000 มิลลิกรัม คลอร์มีควอทคลอไรด์ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมพิควอทคลอไรด์ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตรผสมกับคลอร์มีควอทคลอไรด์ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ผลดีกว่าการใช้พาโคลบิวทราโซล รองลงมาคือ การพ่นทางใบด้วยเมพิควอทคลอไรด์ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร คลอร์มีควอทคลอไรด์ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมพิควอทคลอไรด์ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ผสมกับคลอร์มีควอทคลอไรด์ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การออกดอก 65.46-82.13 เปอร์เซ็นต์ โดยในทุกกรรมวิธีมีช่อดอกล้วนเฉลี่ย 67.11-77.54 เปอร์เซ็นต์ และช่อดอกปนใบ 22.46-32.89 เปอร์เซ็นต์ และการรดทางดินด้วยพาโคลบิวทราโซล 1 กรัม ของสารออกฤทธิ์ต่อตารางเมตรของพื้นที่ได้ทรงพุ่ม การพ่นทางใบด้วยเมพิควอทคลอไรด์ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ผสมกับคลอร์มีควอทคลอไรด์ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และคลอร์มีควอทคลอไรด์ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มากกว่าการพ่นทางใบด้วยเมพิควอทคลอไรด์ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่การพ่นทางใบทุกกรรมวิธีมีผลทำให้ต้นมะม่วงมีเปอร์เซ็นต์การติดผลเฉลี่ยมากกว่าการรดทางดินด้วยพาโคลบิวทราโซล

เอกสารอ้างอิง

- จริญญา ปัญญาแก้ว และ ดร.ณิ นภาพรหม. 2553. ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชต่อการออกดอกนอกฤดู และคุณภาพผลของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง. วารสารเกษตร 26(ฉบับพิเศษ): 117-125.
- ธวัชชัย รัตนขเลศ และ รุ่งทิพย์ อุทุมพันธ์. 2553. การผลิตมะม่วงคุณภาพเพื่อการส่งออก หน้า 3. มะม่วงนอกฤดู หน้า 65-66. ใน: งานประชาสัมพันธ์และบริการวิชาการ คณะเกษตรศาสตร์ (บก.). พัฒนามะม่วงไทยก้าวไกลสู่มะม่วงโลก. วนิดาการพิมพ์, เชียงใหม่.
- ธัญวีร์ ชาวคำเขตร. 2553. ผลของสารชะลอการเจริญเติบโตต่อสารชีวเคมีและการออกดอกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง. วิทยานิพนธ์วิทยา

- ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 63 หน้า.
- นริสรา ดอกสันเทียะ. 2551. ผลของพาโคลบิวทราโซลต่อการพัฒนาของตาดอกและการเปลี่ยนแปลงไอเอเอและเอทิลีนในยอดและใบของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 56 หน้า.
- ปรารธนา จันทรืทา พัทธพรณ คงเพชรศักดิ์ และสุกานดา ดอกสันเทียะ. มปป. ฮอร์โมนพืช (Plant Hormone). โครงการส่งเสริมการผลิตเอกสารชุดการเรียนรู้ที่เป็นการสรุปเนื้อหาในรูปแบบสื่ออิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ. 82 หน้า.
- พิทยา สรวมศิริ พาวัน มะโนชัย กนกวรรณ ศรีงาม และดิณณา เจริญกิจ. 2553. โครงการสรีรวิทยาของไม้ผลและการพัฒนาต้นแบบการผลิตผลไม้นอกฤดูบนพื้นที่สูงจังหวัดเชียงใหม่ภายใต้เงื่อนไขการปลูกระยะชิด: กรณีศึกษาลำไย ลิ้นจี่ และมะม่วง. รายงานฉบับสมบูรณ์. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 192 หน้า.
- พีรเดช ทองอำไพ. 2542. งานวิจัยมะม่วงนอกฤดูในประเทศไทย. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องฮอร์โมนพืชเพื่อการผลิตไม้ผลนอกฤดูภาค. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ คณะกรรมการประสานงานวิจัย และพัฒนาสารเคมีเกษตร, จันทบุรี. หน้า 121-141.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2556. สถิติการส่งออก (Export) มะม่วง (รวม) ปริมาณและมูลค่าการส่งออกรายเดือน. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/export_result_printout.php?value=591x2554x2556 (5 พฤษภาคม 2557).
- โสภา หมวกไสว. 2555. ผลของเมพิควอทคลอไรด์ คลอมีควอทคลอไรด์ และพาโคลบิวทราโซลต่อการออกดอกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ปลูกบนพื้นที่สูง. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี สาขาวิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 32 หน้า.
- Chutichudet, B., P. Chutichudat, K. Boontiang and T. Chanaboon. 2006. Effect of chemical paclobutrazol fruit development, quality and fruit yield of Kaew mango (*Mangifera indica* L.) in northeast Thailand. Pakistan Journal of Biological Science. 9: 717-722.
- Codex Alimentarius-Pesticide residues in food. 1993. Joint FAO/WHO food standards programme, second ed. F. A. O., Rome, p. 144.
- Feng, S. and J. D. Wang. 2011. Determination of Chlorocholine Chloride and Mepiquat Chloride in Soil and Water Using SPE/UPLC-MS/MS Technique. Journal of Instrumental Analysis 30(4): 439-443.
- Guo, X., Y. Xu, F. Zhang, S. Yu, L. Han and S. Jiang. 2010. Chlormequat residues and dissipation rates in cotton crops and soil. Ecotoxicology and Environmental Safety 73: 642-646.
- Hampton, J. G. 1988. Effect of growth retardant soil residues on succeeding agricultural crops. Journal of Experimental Agriculture 16: 167-172.
- Jacyna, T. and K. G. Dodds. 1995. Some effects of soil applied paclobutrazol on performance of 'Sundrop' apricot (*Prunus armeniaca* L.) trees and on residue in the soil. New Zealand Journal of Horticultural Science 23(3): 323-329.
- Jacyna, T. and K. G. Dodds. 1999. Effect of method of application of paclobutrazol in high density sweet cherry orchards on tree performance and apparent soil residue. Journal of Horticultural Science and Biotechnology 74 (2): 213-214.

- Lalit, M. S. 2002. Plant Growth and Development Hormones and Environment. Academic Press, California. 772 p.
- Olsen, W. W. and A. S. Andersen. 1995. The influence of five growth retardants on growth and postproduction qualities of *Osteospermum ecklonis* cv. "Calyso". Scientia Horticulturae 62: 263-270.
- Rademacher, W. 2000. Effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathway. BASF Agricultural, Germany 51: 501-514.
- Sharma, D. and M. D. Awasthi. 2005. Uptake of soil paclobutrazol in mango (*Mangifera indica* L.) and its persistence in fruit and soil. Chemosphere 60: 164-169.
- Silva, C. M., M. S. Vieira and R. F. Nicolella, G. 2003. Paclobutrazol effects on soil microorganisms. Applied Soil Ecology 22(1): 79-86.
- Xu, R., X. Liu, H. Cui and X. H Li. 2009. Study on the residues change of chlormequat and mepiquat chloride in the tomato plant process. (online). Available: http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-FJFC200902007.htm (5 May 2014)
- Yeshitela, T. B. 2004. Effects of various inductive periods and chemicals on flowering and vegetative growth of Tommy Atkins and Keitt mango cultivars. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 32: 209-215.
- Zhang, H., F. Li, X. Li, Xu. Li and W. Yao. 2012. Determination of chlormequat and mepiquat residues in tomato plants using accelerated solvent extraction-ultra-performance liquid chromatography-tandem Mass Spectrometry. Advances in Natural Science 5(2): 34-40.
-