ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

ปริญญา

พืชสวน	พืชสวน
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง ผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงทางกายวิภาคของประดู่บ้าน

Effect of Paclobutrazol on Growth and Anatomical Change of Burmese Rosewood (*Pterocarpus indicus* Wild.)

นามผู้วิจัย นางสาวการิตา จงเจือกลาง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(รองศาสตราจารย์กฤษณา กฤษณพุกต์, D.Agr.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ลพ ภวภูตานนท์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(รองศาสตราจารย์คณพล จุฑามณี, D.Agr.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(รองศาสตราจารย์กฤษณา กฤษณพุกต์, D.Agr)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงทางกายวิภาคของประดู่บ้าน

Effect of Paclobutrazol on Growth and Anatomical Change of Burmese Rosewood (*Pterocarpus indicus* Willd.)

โดย

นางสาวการิตา จงเจือกลาง

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
พ.ศ. 2552

การิตา จงเจือกลาง 2552: ผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงทางกายวิภาคของประดู่บ้าน ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชสวน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์กฤษณา กฤษณพุกต์, D.Agr. 96 หน้า

ประดู่บ้านเป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว มักพบปัญหากิ่งก้านสาขาไปกีดขวางหรือเสียดสีกับสายไฟฟ้า จึงต้องมีการตัดแต่งกิ่งเป็นประจำ เพื่อแก้ปัญหานี้จึงทดลองใช้สารชะลอการเจริญเติบโตคือพาโคลบิวทราโซล (PBZ) เพื่อควบคุมการเจริญของประดู่ไม่ให้โตเร็วเกินไป และศึกษาผลของสารต่อความยาวของกิ่งและปล้อง พื้นที่ใบ ความเขียวใบ และกายวิภาคของใบ โดยทำการศึกษาหาความเข้มข้น และเวลาที่เหมาะสมในการให้สารพาโคลบิวทราโซลกับต้นประดู่บ้าน และในทุกการทดลองให้สารด้วยวิธีรดสารชิดโคนต้น โดยการทดลองที่ 1 ให้สาร PBZ ความเข้มข้น 0 5 และ 10 กรัม (a.i.) พร้อมกับการตัดแต่งกิ่ง การทดลองที่ 2 ให้สาร PBZ 10 กรัม (a.i.) ในเวลาต่างกันคือ ก่อนตัดแต่ง 1 เดือน ให้สารพร้อมตัดแต่ง หรือให้หลังการตัดแต่ง 1 เดือน และการทดลองที่ 3 ให้สารพาโคลบิวทราโซล ความเข้มข้น 10 กรัม (a.i.) จำนวน 1 และ 2 ครั้ง และยังทำการศึกษาการตกค้างของสารในดิน โดยชีววิธี จากการทดลองที่ 1 พบว่าต้นประดู่บ้านที่ได้รับสารทั้ง 2 ความเข้มข้นมีค่าความยาวกิ่งที่แตกใหม่น้อยว่าต้นที่ไม่ให้สาร ส่วนความสูงต้นที่เพิ่มขึ้น ความยาวปล้อง พื้นที่ใบ และค่าความเขียวใบ ของต้นที่ได้รับสาร PBZ ทั้งสองความเข้มข้นไม่มีความแตกต่างกับต้นที่ไม่ให้สาร ส่วนการให้สารในเวลาต่าง ๆให้ผลใกล้เคียงกันในการควบคุมความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวกิ่ง และค่าความเขียวใบ และจากการทดลองที่ 3 ต้นประดู่บ้านที่ได้รับสาร PBZ 10 กรัม (a.i.) 1 และ 2 ครั้ง มีความสูงต้น และความกว้างทรงพุ่ม ความยาวกิ่งที่แตกใหม่ ความยาวปล้อง ขนาดใบ และค่าความเขียวใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในใบไม่แตกต่างจากต้นที่ไม่ให้สาร ส่วนลักษณะทางกายวิภาคของใบพบว่าความกว้างและความยาวของพาลิเสดพาเรนคิมาเซลล์ ความกว้างของสปอนจีพาเรนคิมาเซลล์ และความกว้างอินเตอร์เซลลูลาร์สเปซของใบจากต้นที่ได้รับสารมีค่าลดลง แต่พบว่าความหนาของชั้นสปอนจีมีโซฟิลล์มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ได้รับสาร และหลังจากให้สารนาน 8 เดือน พบว่าสารยังมีการตกค้างอยู่ภายในดิน

___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่อประธานกรรมการ

Karita Chongchuaklang 2009: Effect of Paclobutrazol on Growth and Anatomical Change of Burmese Rosewood (*Pterocarpus indicus* Willd.). Master of Science (Agriculture), Major Field: Horticulture, Department of Horticulture. Thesis Advisor: Associate Professor Krisana Krisanapook, D.Agr. 96 pages.

Pterocarpus indicus Willd. is a fast growing tree and frequent pruning is required to prevent the damage from excessive growth of branches when grown under power line. Paclobutrazol (PBZ), a plant growth retardant, was tested on them for growth control. The aim of this study was on appropriate concentration of PBZ and optimum application time. PBZ was applied to tree by soil drench. In experiment 1 ; 0, 5 and 10 g (a.i.) PBZ was applied at the same time of pruning. In experiment 2; 10 g (a.i.) PBZ was applied at 1 month before pruning, at the time of pruning and 1 month after pruning. In experiment 3; PBZ 10 g (a.i.) was applied one or two times. PBZ residual in soil was determined by bioassay method. The experiment 1 showed that PBZ treated trees were shorter than the control but there was no significant differences on shoot length, internode length, leaf area and leaf greenness value between PBZ treated trees and untreated trees. PBZ application time revealed insignificantly different for plant height, canopy width, shoot length and leaf greenness value. In experiment 3; plant height, plant canopy, shoot length, internode length, leaf size, leaf greenness and leaf total chlorophyll of trees applied with one and two time of 10 g (a.i.) PBZ were not different. Plants received PBZ one or two times had similar growth when compared with the control. It was found that leaf palisade and spongy parenchyma cell width, palisade parenchyma cell length and intercellular space of leaves from PBZ treated trees were smaller than those leaves from untreated trees, but PBZ increased spongy mesophyll thickness. The PBZ residue still remained in the soil 8 months after treated plants.

_____ _____ __ / __ / __

Student's signature Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. กฤษณา กฤษณพุกต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่ได้ช่วยเหลือในการวางแผนงานวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนการให้คำปรึกษาแนะนำให้กำลังใจและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ลพ ภวภูตานนท์ กรรมการสาขาวิชาเอก รองศาสตราจารย์ ดร. คณพล จุฑามณี กรรมการสาขาวิชารอง ดร. วชิรญา อิ่มสบาย ประธานกรรมการในการสอบปากเปล่าขั้นสุดท้าย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พงษ์นาถ นาถวรนันต์ ผู้ทรงคุณวุฒิจากภายนอก ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ศศิยา ศิริพานิช อาจารย์ ดร. ปิยะณัฐฏ์ ผกามาศ และอาจารย์ ดร. ภาสันต์ ศารทูลทัต ที่คอยช่วยให้กำลังใจ และให้คำปรึกษาเกี่ยวกับเรียนและการทำงานวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณพี่ ๆ ธุรการภาควิชาพืชสวน เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ทุกคนที่คอยให้กำลังใจและความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอบคุณพี่บุญให้ และคณะ สำหรับความช่วยเหลือในด้านงานแปลง

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณปู่ คุณย่า คุณแม่ คุณพ่อ และทุกคนในครอบครัวที่ให้การสนับสนุน และกำลังใจในการเรียนและการทำงานวิจัยตลอดมา

การิตา จงเจือกลาง

ตุลาคม 2552

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	4
การตรวจเอกสาร	5
อุปกรณ์และวิธีการ	13
ผลและวิจารณ์	23
ผล	23
วิจารณ์	62
สรุป	69
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	70
ภาคผนวก	79

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลของการให้สารพาโคลบิวทราโซลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายวิภาคของใบประดู่บ้าน	59
2	ปริมาณสารพาโคลบิวทราโซลตกค้างในดินหลังให้สารกับต้นประดู่บ้านเป็นเวลา 8 เดือน ตรวจสอบด้วยวิธีการทำ Bioassay ตามวิธีการของกุศล (2535) ซึ่งดัดแปลงมาจากการทดลองของ Hunter and Proctor (1990)	61

ตารางผนวกที่

1	ความสูงต้นที่เพิ่มขึ้น ความยาวกิ่ง ความยาวปล้อง และน้ำหนักกิ่งที่แตกใหม่จากรอยตัดของประดู่บ้านหลังให้สารพาโคลบิวทราโซลเป็นเวลา6 เดือน	80
2	ขนาดใบย่อย และค่าความเขียวใบประดู่บ้านหลังให้สารพาโคลบิวทราโซลเป็นเวลา 6 เดือน	81
3	ความสูงต้น และความกว้างทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้นของต้นประดู่บ้านหลังให้สารพาโคลบิวทราโซล เป็นเวลา 4 เดือน	82
4	ความสูงต้นและความกว้างทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้น ความยาวกิ่ง และความยาวปล้องของประดู่บ้านหลังให้สารพาโคลบิวทราโซลเป็นเวลา 11 เดือน	83
5	น้ำหนักกิ่งที่แตกใหม่ทั้งหมดจากทุกรอยตัดที่ทำเครื่องหมายไว้ จำนวนกิ่งเฉลี่ยต่อรอยตัด และจำนวนกิ่งของประดู่บ้านทั้งหมดที่ตัดมาชั่งหลังให้สารพาโคลบิวทราโซลเป็นเวลา 11 เดือน	84
6	ขนาดใบย่อย ค่าความเขียวใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของประดู่บ้านหลังให้สารพาโคลบิวทราโซลเป็นเวลา 11 เดือน	85
7	ความสูงต้นที่เพิ่มขึ้นในแต่ละเดือนของต้นประดู่บ้านหลังให้สารพาโคลบิวทราโซลครั้งที่ 2 เป็นเวลา 6 เดือน	85

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
8	ความกว้างทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้นในแต่ละเดือนของต้นประดู่บ้านหลังให้สารพาโคลบิวทราโซลครั้งที่ 2 เป็นเวลา 6 เดือน	86
9	จำนวนกิ่งที่แตกใหม่ของประดู่บ้านในแต่ละรอยตัดที่ทำเครื่องหมายหลังให้สารพาโคลบิวทราโซล	86
10	ความยาวกิ่งเฉลี่ยของประดู่บ้านในแต่ละเดือนหลังให้สารพาโคลบิวทราโซลครั้งที่ 2	87
11	ความยาวกิ่ง ความยาวปล้อง ความยาวก้านใบย่อย น้ำหนักกิ่ง และขนาดใบย่อยของประดู่บ้านหลังให้สารพาโคลบิวทราโซลเป็นเวลา 8 เดือน	87
12	ค่าความเขียวใบของประดู่บ้านจากใบที่สุ่มมาวัดในแต่ละเดือน หลังให้สารพาโคลบิวทราโซลครั้งที่ 2	88
13	ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในใบประดู่บ้านจากใบที่สุ่มมาวัดในแต่ละเดือนหลังให้สารพาโคลบิวทราโซลครั้งที่ 2	89
14	ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ณ สถานีตรวจอากาศกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2549-ธันวาคม 2550	94
15	ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ณ สถานีตรวจอากาศกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม ปี พ.ศ. 2551	95

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ความสูงที่เพิ่มขึ้นของต้นประดู่บ้าน (±SD) หลังไม่ให้สารและให้สารพาโคลบิวทราโซลเป็นเวลา 6 เดือน (ns ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ)	25
2	ความยาวของกิ่งประดู่บ้าน (±SD) หลังไม่ให้สารและให้สารพาโคลบิวทราโซลเป็นเวลา 6 เดือน (a และ b มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test)	26
3	ความยาวของปล้องประดู่บ้าน (±SD) หลังไม่ให้สารและให้สารพาโคลบิวทราโซลเป็นเวลา 6 เดือน (a และ b มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test)	27
4	น้ำหนักกิ่งประดู่บ้านทั้งหมดจากรอยตัดที่ทำเครื่องหมายไว้ (±SD) หลังไม่ให้สารและให้สารพาโคลบิวทราโซลเป็นเวลา 6 เดือน (ns ไม่แตกต่างทางสถิติ)	28
5	จำนวนกิ่งประดู่ที่แตกใหม่ต่อรอยตัดหลังให้สารพาโคลบิวทราโซลในแต่ละสัปดาห์	28
6	ค่าความเขียวใบของประดู่บ้าน (±SD) หลังไม่ให้สารและให้สารพาโคลบิวทราโซลเป็นเวลา 6 เดือน (ns ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ)	29
7	ขนาดใบย่อยของประดู่บ้าน (±SD) หลังไม่ให้สารและให้สารพาโคลบิวทราโซลเป็นเวลา 6 เดือน (ns ไม่แตกต่างทางสถิติ)	29
8	จำนวนกิ่งที่แตกใหม่ของประดู่บ้านในแต่ละรอยตัดหลังการให้สารพาโคลบิวทราโซลในแต่ละสัปดาห์ เป็นเวลา 11 สัปดาห์ (ต้นที่ให้สารพาโคลบิวทราโซลหลังตัดแต่ง 1 เดือนไม่มีกิ่งที่แตกใหม่)	31
9	ความสูงของต้นประดู่บ้านที่เพิ่มขึ้น (±SD) หลังการให้สารพาโคลบิวทราโซลในช่วงเวลาต่าง ๆ เป็นเวลา 5 เดือน (a และ b มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test)	32

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
10	ความกว้างทรงพุ่มของต้นประดู่บ้านที่เพิ่มขึ้น (±SD) หลังการให้สารพาโคลบิวทราโซลในช่วงเวลาต่าง ๆ เป็นเวลา 5 เดือน (a และ b มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test)	33
11	ความยาวปล้องของประดู่บ้านหลังการให้สารพาโคลบิวทราโซลในแต่ละสัปดาห์เป็นเวลา 9 สัปดาห์ (ต้นที่ให้สารพาโคลบิวทราโซลหลังตัดแต่ง 1 เดือนไม่มีกิ่งที่แตกใหม่)	34
12	ความสูงของต้นประดู่บ้านที่เพิ่มขึ้น (±SD) หลังให้สารพาโคลบิวทราโซลในช่วงเวลาต่าง ๆ เป็นเวลา 11 เดือน (a และ b มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test)	37
13	ความกว้างทรงพุ่มของต้นประดู่บ้านที่เพิ่มขึ้น (±SD) หลังให้สารพาโคลบิวทราโซลในช่วงเวลาต่าง ๆ เป็นเวลา 11 เดือน (a และ b มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test)	38
14	ความยาวกิ่งของประดู่บ้าน (±SD) หลังให้สารพาโคลบิวทราโซลในช่วงเวลาต่าง ๆ เป็นเวลา 11 เดือน (a และ b มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test)	39
15	ความยาวของปล้องประดู่บ้าน(±SD) หลังให้สารพาโคลบิวทราโซลในช่วงเวลาต่าง ๆ เป็นเวลา 11 เดือน (ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ)	40
16	น้ำหนักกิ่งประดู่บ้านทั้งหมดจากรอยตัดที่ทำเครื่องหมายไว้ (±SD) ของต้นที่ให้สารในช่วงเวลาต่าง ๆ (ชั่งน้ำหนักในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2551) (ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ)	41

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
17	ขนาดใบประดู่บ้าน (±SD) หลังให้สารพาโคลบิวทราโซลในช่วงเวลาต่าง ๆ เป็นเวลา 11 เดือน (a และ b มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test)	42
18	ค่าความเขียวใบประดู่บ้าน (±SD) หลังให้สารพาโคลบิวทราโซลในช่วงเวลาต่าง ๆ เป็น เวลา 11 เดือน (a และ b มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test)	43
19	ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในใบประดู่บ้าน (±SD) หลังให้สารพาโคลบิวทราโซลในช่วงเวลาต่าง ๆ เป็นเวลา 11 เดือน (a b และ c มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test)	44
20	ความสูงต้นของประดู่บ้านที่เพิ่มขึ้นในแต่ละเดือน (±SD) หลังให้สารพาโคลบิวทราโซลครั้งที่ 2 เป็นเวลา 2 เดือน	48
21	ความกว้างทรงพุ่มของต้นประดู่บ้านที่เพิ่มขึ้นในแต่ละเดือน (±SD) หลังให้สารพาโคลบิวทราโซลครั้งที่ 2 เป็นเวลา 2 เดือน	48
22	จำนวนกิ่งของประดู่บ้านที่แตกใหม่ต่อรอยตัดในแต่ละเดือน (±SD) หลังให้สารพาโคลบิวทราโซล	49
23	ความยาวกิ่งของประดู่บ้าน (±SD) หลังให้สารครั้งที่ 2 ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551- ตุลาคม พ.ศ. 2551	49
24	ความยาวกิ่งของประดู่บ้าน (±SD) ที่วัดในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2551 (หลังให้สารครั้งที่ 2 เป็นเวลา 6 เดือน) (a และ b มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test)	50
25	ความยาวปล้องของประดู่บ้าน (±SD) หลังให้สารครั้งที่ 2 เป็นเวลา 6 เดือน (ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)	51

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
26	เปรียบเทียบความยาวกิ่งประดู่บ้านหลังให้สารพาโคลบิวทราโซลครั้งที่ 1 เป็นเวลา 8 เดือน ระหว่างต้นที่ไม่ให้สาร (ก) กับต้นที่ให้สาร10 กรัม (a.i.) 1 ครั้ง (ข) และ 2 ครั้ง (ค)	52
27	น้ำหนักกิ่งของประดู่บ้านที่แตกใหม่ทั้งหมดบริเวณรอยตัดที่ทำเครื่องหมายไว้ (±SD) หลังให้สารพาโคลบิวทราโซลเป็นเวลา 8 เดือน (ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)	53
28	ความยาวก้านใบย่อยของประดู่บ้าน (±SD) หลังให้สารครั้งที่ 2 เป็นเวลา 6 เดือน (ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)	54
29	ขนาดใบของประดู่บ้าน (±SD) หลังให้สารครั้งที่ 2 เป็นเวลา 6 เดือน (ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)	54
30	ค่าความเขียวใบของประดู่บ้าน (±SD) หลังให้สารครั้งที่ 2 เป็นเวลา 6 เดือน (ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)	55
31	ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในใบประดู่บ้าน (±SD) หลังให้สารพาโคลบิวทราโซลครั้งที่ 2 เป็นเวลา 6 เดือน (a และ b มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น95% จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test)	56
32	เปรียบเทียบใบประดู่บ้าน (หลังให้สารครั้งที่ 2 เป็นเวลา 6 เดือน)จากต้นที่ไม่ให้สารพาโคลบิวทราโซล (ก) กับต้นที่ให้สาร 10 กรัม (a.i.) 1 ครั้ง (ข) และ 2 ครั้ง (ค)	56
33	เปรียบเทียบลักษณะของต้นและทรงพุ่มของประดู่บ้าน (หลังให้สารครั้งที่ 2 เป็นเวลา 6 เดือน) ระหว่างต้นที่ให้สารพาโคลบิวทราโซล (ก) กับ ต้นที่ไม่ให้สารพาโคลบิวทราโซล (ข)	57
34	ภาคตัดขวางกายวิภาคของใบประดู่บ้านภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 400 เท่า จากต้นที่ไม่ให้สารพาโคลบิวทราโซล (ก) จากต้นที่ให้สารพาโคลบิวทราโซล 10 กรัม (a.i.) 1 ครั้ง (ข) และให้สารพาโคลบิวทราโซล 10 กรัม (a.i.) 2 ครั้ง (ค) (I = Intercellular space P = Palisade parenchyma cell S = Spongy palisade cell และ S M = Spongy mesophyll layer)	60

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่ **หน้า**

1 กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของต้นแตงกวา และปริมาณสารพาโคลบิวทราโซลเพื่อหาปริมาณสารตกค้างในดินบริเวณที่ปลูกต้นประดู่บ้าน 93

ผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงทางกายวิภาคของประดู่บ้าน

Effect of Paclobutrazol on Growth and Anatomical Change of Burmese Rosewood (*Pterocarpus indicus* Willd.)

คำนำ

ปัจจุบันตามบริเวณท้องถนนและริมฟุตบาทในกรุงเทพมหานครหรือแม้แต่ในจังหวัดใหญ่ๆ ได้มีการปลูกไม้ยืนต้นเพื่อเพิ่มความสวยงามและให้ร่มเงาอยู่หลายชนิด ความเขียวสดใสของต้นไม้ยังสามารถช่วยผ่อนคลายความตึงเครียดให้แก่ผู้ที่สัญจรไปมาบนท้องถนนได้ โดยในกรุงเทพมหานครพบว่า ชนิดของพรรณไม้ที่พบมากคือ ประดู่บ้านหรือประดู่อังสนา ชมพูพันธ์ทิพย์ ราชพฤกษ์ หางนกยูงฝรั่ง และพญาสัตบรรณ เป็นต้น โดยที่พบมากที่สุดขณะนี้คือต้นประดู่บ้าน (บุญวงศ์ และคณะ, 2543)

แม้การปลูกต้นไม้ริมถนนจะมีข้อดีหลายประการ แต่การเจริญเติบโตของต้นไม้เหล่านี้ก็สร้างปัญหาที่สำคัญตามมาคือ กิ่งก้านของต้นไม้เหล่านี้ไปกีดขวางหรือเสียดสีกับสายไฟฟ้า ทำให้เกิดไฟฟ้าดับบ่อยครั้ง และที่สำคัญคือ ต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายและเวลาในการจ้างแรงงานในการตัดแต่งกิ่งต้นไม้นั้น ๆ อีกทั้งในบางครั้งยังเป็นอันตรายต่อผู้ทำการตัดแต่ง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาทางลดปัญหาเหล่านี้ซึ่งมีหลายวิธี เช่น ไม่ปลูกต้นไม้ใกล้สายไฟ หรือการเอาสายไฟลงใต้ดิน แต่วิธีการเหล่านี้ยังเป็นไปได้ยาก เนื่องจากมีข้อจำกัดหลายประการ เพราะฉะนั้นทางหนึ่งที่น่าจะสามารถทำได้ในขณะนี้ คือการควบคุมทรงพุ่มไม่ให้เจริญเติบโตไปละสายไฟฟ้าเร็วเกินไป

การควบคุมการเจริญเติบโตของต้นไม้อาจทำได้โดยการตัดแต่ง ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมทำทั่วไป แต่จะต้องกระทำอย่างถูกต้องจึงจะได้ผลดี นอกจากนี้ยังอาจใช้สารชะลอการเจริญเติบโต(plant growth retardants) โดยเฉพาะสารพาโคลบิวทราโซล (paclobutrazol) (Swietlik and Miller, 1985) หากแต่การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตจะให้ผลดีเพียงใด ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ชนิดและอายุพืช การตอบสนองต่อสารของชนิดพืชนั้นๆ และเมื่อสารมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะการเจริญเติบโตตามธรรมชาติของพืชแล้วจะทำให้ได้พืชที่มีลักษณะตามต้องการ(Reed, 1988)

ปัจจุบันทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศได้มีการทดลองใช้สารชะลอการเจริญเติบโตกับพืชกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งสารที่นิยมใช้กันมากที่สุด คือ สารพาโคลบิวทราโซล ซึ่งเป็นสารชะลอการเจริญเติบโตที่มีประโยชน์อย่างมาก โดยเฉพาะทางด้านไม้ผล (Swietlik and Miller, 1985) ซึ่งเมื่อให้สารพาโคลบิวทราโซลแก่แอปเปิล พบว่าสารนี้สามารถควบคุมขนาดของทรงพุ่มต้นได้ และส่งผลให้ชะลอการยืดของกิ่งก้าน (Wieland and Wample, 1985) เมื่อนำมาใช้กับมะม่วงพบว่าส่งผลให้ความยาวของกิ่งลดลง (พีรเดช, 2529) ในต้นกล้าไม้ประดับยืนต้น 5 ชนิด ได้แก่ คูน ชมพูพันธ์ทิพย์ หางนกยูงฝรั่ง ไทร และนนทรี พบว่าหลังการให้สารนี้ทำให้ความยาวปล้องของไทร หางนกยูงฝรั่ง และนนทรีลดลงกว่าการไม่ให้สาร แต่ไม่พบความแตกต่างนี้ในต้นชมพูพันธ์ทิพย์และคูน (มัลลิกา, 2539) แต่จากการทดลองของสงวนศรี (2549) พบว่าสารนี้ทำให้ปล้องของต้นชมพูพันธ์ทิพย์สั้นลงและยังทำให้สามารถออกดอกได้ ในขณะที่ต้นที่ไม่ให้สารไม่พบการออกดอก

นอกจากนี้การใช้สารพาโคลบิวทราโซลยังมีผลต่อลักษณะสัณฐานวิทยาและกายวิภาคของพืชหลายชนิด โดยทำให้ใบพืชมีสีเขียวมากขึ้น ลำต้นเตี้ยและทรงพุ่มแน่นทึบมากขึ้น (Banon *et al*., 2002; Terri and Millie, 2000) ทำให้พื้นที่ใบลดลง (Banon *et al.,* 2002; Yeshitela *et al.*, 2004) เพิ่มความหนาของวาสคูลาร์ บันเดิล (vascular bundle) อิพิเดอร์มอล มีโซฟีลล์ (epidermal mesophyll) และชั้นบันเดิล ชีท (bundle sheet) (Burrows *et al.*, 1992; Sopher *et al.,* 1999) สำหรับวิธีการให้สารแก่พืชส่วนใหญ่แล้วนิยมให้โดยการราดลงดิน โดยสารจะถูกดูดซึมเข้าไปในราก และมีการเคลื่อนย้ายไปยังส่วนต่าง ๆ ของต้นพืช สารนี้สามารถคงสภาพอยู่ในต้นพืชได้เป็นเวลานานหลายเดือน (Edgerton, 1986) สำหรับในส่วนของสารที่ตกค้างในดินนั้น พบว่าสามารถตกค้างในดินได้เป็นเวลาอย่างน้อยถึง 6 เดือน เนื่องจากสารสามารถคงสภาพได้ทุกอุณหภูมิจนกระทั่งถึง 50 องศาเซลเซียส (Anonymous, 1984) ซึ่งการตกค้างของสารในดินนี้ถือเป็นปัญหาสำคัญเนื่องจากเป็นตัวกำหนดปริมาณการให้สารครั้งต่อไปแก่พืชชนิดนั้น ๆ อีกทั้งยังมีผลต่อสิ่งแวดล้อม เช่นอาจมีการปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำใกล้เคียงเป็นต้น

ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการทดลองในครั้งนี้เพื่อศึกษาหาปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารพาโคลบิวทราโซลในการควบคุมการเจริญเติบโตของต้นประดู่บ้าน ซึ่งเป็นต้นไม้ที่ปลูกริมถนนมากที่สุดในกรุงเทพมหานครขณะนี้ (บุญวงศ์ และคณะ, 2543) โดยต้องการศึกษาว่าสารพาโคลบิวทราโซลมีผลต่อการเจริญเติบโตของกิ่งก้าน ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และกายวิภาคของต้นประดู่บ้านโดยเฉพาะโครงสร้างในส่วนใบอย่างไร นอกจากนี้ยังทำการศึกษาเรื่องการตกค้างของสารนี้ในดิน โดยผลการทดลองที่ได้นี้จะนำไปสู่การใช้สารพาโคลบิวทราโซลเพื่อควบคุมการ

เจริญเติบโตของต้นประดู่บ้าน เพื่อลดปัญหาเรื่องไฟฟ้าดับและความไม่สะดวกในการตัดแต่งต้นไม้นี้บริเวณใต้สายไฟต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ทราบความเข้มข้นและเวลาในการให้สารพาโคลบิวทราโซลที่เหมาะสมต่อการควบคุมการเจริญเติบโตของต้นประดู่บ้านในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวกิ่ง

2. เพื่อให้ทราบถึงผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด และลักษณะทางกายวิภาคของใบประดู่บ้าน

การตรวจเอกสาร

ประดู่บ้านมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Pterocarpus indicus* Willd. มีชื่อเรียกตามแต่ละท้องถิ่น เช่น ประดู่ลาย ประดู่กิ่งอ่อน ประดู่อังสนา มีชื่อสามัญว่าBurmese Rosewood Padauk Burma Padauk หรือ Narra (ธัญนันท์, 2551) อยู่ในวงศ์ Leguminous วงศ์ย่อย Papilionaceae (จำลอง และคณะ, 2526) มีถิ่นกำเนิดทางตอนใต้และตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปเอเชียตั้งแต่ประเทศอินเดีย พม่า ไทย ลาว กัมพูชา ทางตอนใต้ของประเทศเวียดนามและอินโดนีเซีย(National Academy of Science, 1981) สำหรับประดู่บ้านนั้นพบอยู่แทบทุกภาคของประเทศไทย (พงศ์, 2526)

ลักษณะทั่วไปและลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของประดู่บ้าน

ประดู่บ้านเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูงได้มากกว่า 20 เมตร มีเรือนยอดแผ่กว้าง กิ่งมีขนาดยาวและมักอ่อนลู่ลง เปลือกของลำต้นเป็นสีน้ำตาล ใบเป็นใบประกอบแบบขนนก (pinnately compound leaf) เรียงสลับกัน มีใบย่อยประมาณ 7-13 ใบ ใบมีลักษณะเป็นรูปไข่แกมขอบขนาน (oblong ovate) กว้าง 4-5 เซนติเมตร ยาว 6-10 เซนติเมตร โคนใบมนกว้าง ขอบใบเรียบหรือเป็นคลื่นเล็กน้อย ผิวใบด้านบนมีลักษณะเป็นมัน ดอกมีสีเหลืองสดออกเป็นช่อมีดอกย่อยจำนวนมากตามซอกใบใกล้ปลายกิ่ง ดอกมีลักษณะคล้ายดอกถั่วเป็นดอกสมบูรณ์เพศกลีบดอกเป็นรูปช้อนเล็กๆ มีกลิ่นหอมอ่อนๆ ดอกที่ใกล้โรยมีสีเหลืองอมน้ำตาล ดอกบานในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงสิงหาคม ผลมีลักษณะเป็นปีกแบนตรงกลางมีลักษณะนูนแล้วลาดออกเป็นครีบบางๆ มีเมล็ดอยู่ตรงกลาง 1 เมล็ด เส้นผ่านศูนย์กลางผล 3.5-5 เซนติเมตร ผลอ่อนมีสีเขียว ผลแก่มีสีน้ำตาล (ปิยะ, 2542; บุญวงศ์ และคณะ, 2543) ส่วนการขยายพันธุ์นิยมขยายพันธุ์โดยการใช้เมล็ดเนื่องจากต้นกล้าสามารถเจริญได้อย่างรวดเร็ว และอีกวิธีหนึ่งคือการปักชำ โดยประดู่บ้านเป็นพืชที่ชอบแสงแดดจัดและความชื้นสูงสามารถขึ้นได้ในทุกสภาพของดิน

ในปัจจุบันนิยมปลูกประดู่บ้านเป็นไม้ประดับเพื่อให้ร่มเงาและเพื่อความสวยงามตามบริเวณริมถนนและสวนสาธารณะต่างๆ (บุญวงศ์ และคณะ, 2543) เนื่องจากประดู่บ้านมีกิ่งก้านที่แผ่กว้างขวาง มีทรงพุ่มทึบ ใบดกหนา และมีสีเขียวสวยงาม นอกจากนี้ดอกยังมีกลิ่นหอม และออกดอกพร้อมกันทำให้มองแล้วมีสีเหลืองอร่ามสวยงาม สามารถช่วยผ่อนคลายความตึงเครียดได้ และที่สำคัญยังเป็นไม้ที่ทนทานต่อทุกสภาวะแวดล้อมเป็นอย่างดี

การควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

การควบคุมการเจริญเติบโตของต้นไม้อาจทำได้หลายวิธี โดยวิธีที่นิยมทำทั่วไปคือ การตัดแต่ง นอกจากนี้การตัดแต่งยังเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถช่วยกำจัดโรค และแมลงได้อีกด้วยซึ่งถ้าหากต้องการให้ได้ผลดีและมีประสิทธิภาพในการควบคุมการเจริญเติบโตนั้นจะต้องกระทำอย่างถูกต้อง และนอกจากนี้ควรตัดแต่งในช่วงที่พืชมีการผลัดใบ เพราะทำให้เห็นลักษณะทรงพุ่มที่ชัดเจนทำให้สามารถตัดแต่งได้ง่ายและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น อีกวิธีการหนึ่งที่สามารถควบคุมการเจริญเติบโตของต้นไม้ชนิดต่าง ๆ ได้ดีก็ คือการใช้สารชะลอการเจริญเติบโต (plant growth retardants) โดยสารที่นิยมนำมาใช้ คือสารในกลุ่ม Triazole โดยเฉพาะสารพาโคลบิวทราโซล (paclobutrazol) (Swietlik and Miller, 1985; Harris *et al.,* 2004) หากแต่การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตจะให้ผลดีเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ชนิดและอายุพืช การตอบสนองต่อสารของชนิดพืชนั้นๆ ช่วงเวลาในการให้สาร โดยในต่างประเทศพบว่าการให้สารพาโคลบิวทราโซลก่อนตัดแต่งประมาณ 1 เดือน สามารถควบคุมการเจริญเติบโตของต้นไม้ได้ดีที่สุด (Harris *et al.,* 2004) และเมื่อสารมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะการเจริญเติบโตตามธรรมชาติของพืชแล้วจะทำให้ได้พืชที่มีลักษณะตามต้องการมากยิ่งขึ้น (Reed, 1988)

สารพาโคลบิวทราโซล

โครงสร้างและคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของสารพาโคลบิวทราโซล

สารพาโคลบิวทราโซล เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในกลุ่มของสารชะลอการเจริญเติบโต (plant growth retardants) มีชื่อทางเคมีคือ (2RS, 3RS) –1- (4-Chlorophenyl) –4, 4-dimethyl-2- (1H-1, 2, 4-triazol-1-yl) pentan-3-o1 และมีชื่อทางการค้าได้แก่ Cultar, PP 333, Bloom Clipper, Bonsai, หรือ Prifile เป็นต้น (Arteca, 1996; Harris *et al.,* 2004) ส่วนชื่อสารการค้าในไทย เช่น ทวาย พาโคลเม็ก โดยมีสูตรทางเคมี คือ $C_{15}H_{20}ClN_3O$ (Arron, 1985)

สารพาโคลบิวทราโซลบริสุทธิ์มีลักษณะเป็นผลึกสีขาวมีน้ำหนักโมเลกุล 293.5 จุดหลอมเหลว 165-166 °C ความดันไอ 1×10^{6} มิลลิเมตรปรอท ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ละลายน้ำได้ประมาณ 25 มิลลิกรัม/ลิตร ละลายได้ดีในตัวทำละลาย เช่น propylene glycol 5 เปอร์เซ็นต์ acetone 11 เปอร์เซ็นต์ cyclohexene 18 เปอร์เซ็นต์ methanol 5 เปอร์เซ็นต์ hexane 1 เปอร์เซ็นต์ methylene dichloride 10 เปอร์เซ็นต์ และ xylene 10 เปอร์เซ็นต์ (Anonymous, 1984) โดยสามารถ

คงสภาพได้จนถึงอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานานถึง 6 เดือน มีครึ่งชีวิต (half life) ในดินเขตอบอุ่น 6-12 เดือน สารพาโคลบิวทราโซลเป็นสารที่ค่อนข้างปลอดภัย และไม่ทำลายสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศน์ มีค่า LD_{50} Acute Oral หรือค่าความเป็นพิษกับหนูเท่ากับ 1,300-2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Anonymous, 1984)

สารพาโคลบิวทราโซลประกอบด้วย enantiomer 4 ชนิดคือ (+) – (2R, 3R) และ (-) – (3S, 2S) (Haughan *et al.*, 1989) ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงมากในการควบคุมเชื้อราและชะลอการเจริญเติบโตของพืชตามลำดับ (Sugavanam, 1984) และที่สำคัญคือสารพาโคลบิวทราโซลเป็นสารชะลอการเจริญเติบโตที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งการสังเคราะห์ฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน (giberrellins) บริเวณเนื้อเยื่อเจริญใต้ปลายยอด (subapical meristem) โดยเข้าไปขัดขวางกระบวนการ oxidation ของ kaurene ไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปเป็น kaurenoic acid ซึ่งเป็นสารตัวกลางที่จะเปลี่ยนแปลงไปเป็นจิบเบอเรลลินชนิดต่าง ๆ (Dalziel and Lawrence, 1984)

วิธีการให้สารพาโคลบิวทราโซลและการเคลื่อนย้ายของสารภายในพืช

สารพาโคลบิวทราโซลเคลื่อนย้ายได้ดีในท่อลำเลียงน้ำ (xylem) เพื่อเคลื่อนย้ายไปยังส่วนของตาและใบ ซึ่งสารนี้จะไม่มีการเคลื่อนที่ผ่านทางท่ออาหาร (phloem) สำหรับการให้สารพาโคลบิวทราโซลแก่พืชนั้นสามารถทำได้หลายวิธี เช่นการฉีดพ่นทางใบ (foliar spray) (Wilfret, 1988; Pathak *et al*., 1996; Maloupa *et al.,* 2000) การรดสารลงดิน (soil drench) (ศุมาลิน, 2545; Wieland and Wample, 1985; Borowski, 1997; Zizzo *et al.,* 2000) ฉีดเข้าลำต้น (trunk injection) (Arron, 1985) และการทาสารที่ลำต้น (stem paint application) (Wieland and Wample, 1985) ซึ่งในการเลือกวิธีให้สารแก่พืชนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสม และการตอบสนองของพืช (Quinlan and Richardson, 1986) การให้สารโดยการพ่นทางใบโดยทั่วไปพืชจะได้รับสารไม่ทั่วถึง ซึ่งพืชจะได้รับสารส่วนใหญ่จากบริเวณยอดอ่อน ส่วนในใบแก่และลำต้นพืชจะได้รับสารน้อยมาก (Lever, 1986; Shearing and Jones, 1986) และการให้สารโดยการพ่นทางใบต้องทำซ้ำหลายครั้งจึงจะให้ผลดีกว่าการให้สารเพียงครั้งเดียว (Mertens, 1993) สำหรับการให้สารโดยวิธีการรดลงดินนั้น พืชสามารถดูดซึมสารได้ดี โดยรากพืชจะดูดซึมสารไปพร้อม ๆ กับการดูดซึมธาตุอาหารต่าง ๆ ไปสู่ส่วนบนของต้น (พีรเดช, 2529)

การให้สารแต่ละวิธีจะส่งผลต่อพืชแต่ละชนิดเตกต่างกัน เช่น ในแอปเปิล พบว่าการให้สารโดยการรดลงดินจะให้ผลดีกว่าการให้สารโดยการพ่นทางใบ (Sansavini *et al*., 1986) สำหรับการให้

สารโดยการฉีดเข้าลำต้น และการให้สารโดยการทาที่บริเวณลำต้น จะมีประสิทธิภาพต่อพืชในฤดูหนึ่งๆ เท่านั้น (Sterrett, 1985) ซึ่งการให้สารด้วยการฉีดเข้าลำต้นนั้นพบว่านิยมทำในงานทางด้านป่าไม้ และการให้สารด้วยวิธีนี้มักไม่พบว่ามีสารตกค้างภายในดิน (กุศล, 2535)

พืชหลายชนิดมีความเหมาะสมที่จะให้สารพาโคลบิวทราโซลโดยวิธีการรดลงดิน (Marini, 1987) การให้สารด้วยวิธีนี้จะต้องให้สารบริเวณรอบโคนต้นหรือบริเวณเขตแนวรากพืช โดยสารพาโคลบิวทราโซลเป็นสารที่ละลายน้ำได้น้อยมาก ซึ่งจะละลายได้ประมาณ 25 มิลลิกรัม/ลิตร อีกทั้งสารบางส่วนที่ไม่ละลายน้ำจะถูกยึดเกาะไว้ด้วยอนุภาคของดิน และสารอินทรีย์ต่าง ๆ ภายในดิน (Edgerton, 1986; Lever, 1986) ในการเคลื่อนย้ายของสารขึ้นกับปัจจัยหลายประการ เช่น การให้น้ำแก่พืช ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในดิน ความสามารถในการดูดซับสารของราก ซึ่งรากพืชจะดูดเฉพาะสารที่อยู่ใกล้กับรากพืชเท่านั้น และจะขึ้นอยู่กับการดูดซับสารของดินชนิดต่าง ๆ ในบริเวณที่มีการเคลื่อนที่ของน้ำในดินในบริเวณที่ให้สาร

Lever (1986) ได้ทำการศึกษาการเคลื่อนที่ของสารพาโคลบิวทราโซลโดยการใช้ ^{14}C เพื่อติดตามการเคลื่อนที่ของสารเข้าไปในลำต้นจากการให้สารทางดิน พบว่าสารสามารถเคลื่อนที่ผ่านไปยังรากเข้าไปในลำต้นและเคลื่อนที่ไปยังบริเวณส่วนยอดที่ยังไม่แก่ได้

Sterrett and Creager (1986) ทำการทดลองฉีดสารพาโคลบิวทราโซลเข้าลำต้นแอปเปิล ด้วย syringe พลาสติก พบว่าสารจะเข้าไปในลำต้นและเคลื่อนย้ายทั้งด้านบนและด้านล่างของรอยเจาะจากจุดที่มีการฉีดสาร ซึ่งจากการศึกษาผลของการให้สารด้วยวิธีรดลงดินและการฉีดเข้าลำต้น ทั้ง 2 วิธีนี้ให้ผลไม่แตกต่างกัน แต่พบว่าการให้สารด้วยการฉีดเข้าลำต้นแสดงผลเร็วกว่าการให้สารทางดิน (Wieland and Wample, 1985)

ผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อพืช

เมื่อมีการให้สารพาโคลบิวทราโซลแก่พืชชนิดต่างๆ ต้นพืชจะมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสรีรวิทยา กายวิภาค และกระบวนการทางชีวเคมี ดังนี้

1. ผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตของพืช

มีการให้สารพาโคลบิวทราโซลกับพืชผัก เช่น Latimer (1992) ให้สารพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้น 0, 14, 30, 60 และ 90 พีพีเอ็ม โดยการพ่นสารทางใบกับมะเขือเทศพันธุ์ ‘Floradade’ พบว่าความสูงของลำต้น พื้นที่ใบ และน้ำหนักแห้งของมะเขือเทศลดลง ส่วน Borowski (1997) ทำการให้สารนี้โดยวิธีรดดินกับแตงกวาอายุ 14 วัน ที่ระดับความเข้มข้น 0 0.5 1.5 และ 2.5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร พบว่าสารนี้มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตและการพัฒนาของใบ

ในไม้ผลพบว่าเมื่อให้สารพาโคลบิวทราโซลแก่แอปเปิลโดยการรดสารลงดิน สารนี้มีผลไปควบคุมขนาดของทรงพุ่มและส่งผลให้ความยาวกิ่งลดลง (Wieland and Wample, 1985) ทำให้ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการตัดแต่งกิ่งลงได้ ในสตรอเบอรี่ที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้น 50–1000 พีพีเอ็ม โดยการรดลงดิน หรือพ่นทางใบต้นละ 4 มิลลิลิตร หลังย้ายปลูก 1.5 เดือน พบว่าสารนี้ส่งผลให้การเจริญเติบโตของลำต้นลดลงตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นและไม่ทำให้เกิดไหล (runner) แต่พบว่ามีการติดผลมากขึ้น (Stang and Weis, 1984)

ในไม้ดอกมีการให้สารพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้น 50 100 และ 200 พีพีเอ็ม แก่ดาวเรืองโดยการพ่นทางใบจำนวน 1-3 ครั้ง พ่นครั้งแรกหลังจากเด็ดยอด 1 สัปดาห์ พบว่าการใช้สารความเข้มข้น 100 พีพีเอ็ม จำนวน 3 ครั้ง ทำให้ความสูงลดลง 27.15% โดยไม่ส่งผลให้รูปทรงและขนาดของดอกเปลี่ยนแปลง (ชุมพล, 2529) เมื่อให้สารพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้น 60-480 พีพีเอ็ม โดยการพ่นทางใบกับกล้วยไม้สกุลหวายลูกผสม Dendrobium ‘Hepa’ ขณะที่มีการแตกลำใหม่ พบว่าความสูงของลำลูกกล้วยใหม่ลดลงตามความเข้มข้นของสารที่เพิ่มขึ้น(สร้อยนภา, 2528) ในต้นคริสต์มาสพันธุ์ ‘Eckespoint Celebrate 2’ พบว่าการให้สาร โดยวิธีการเจาะใส่ดินเป็นจุดๆ จะมีประสิทธิภาพในการลดความยาวในส่วนของต้นได้มากกว่าการให้สาร โดยการรดลงดิน (Newman and Tant, 1995) ศุมาลิน (2545) ทำการศึกษาผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตของต้นประดู่บ้านที่มีอายุประมาณ 4 เดือน พบว่าสารพาโคลบิวทราโซลทำให้ความยาวปล้อง ความยาวยอด เส้นผ่านศูนย์กลาง จำนวนปล้อง และขนาดพื้นที่ใบของต้นประดู่ลดลงตามความเข้มข้นของสารที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานทดลองของกฤษณา และคณะ (2549) ที่ทดลองให้สารนี้กับต้นประดู่ขนาดใหญ่พบว่าทำให้ความยาวกิ่ง ปล้อง และขนาดใบลดลง

2. ผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและกายวิภาค

ศุมาลิน (2545) พบว่าเมื่อให้สารพาโคลบิวทราโซลกับต้นประดู่บ้านที่มีอายุประมาณ 4 เดือน สารนี้มีผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในใบ และปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูป

โครงสร้างของใบในตำแหน่งกิ่งที่ 5 และ 13 ของต้นที่ได้รับสารมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นของสารที่เพิ่มขึ้น

แอปเปิลที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซล มีปริมาณของคาร์โบไฮเดรตที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ (available carbohydrate) หรือคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ได้อยู่ในรูปโครงสร้าง (total non-structural carbohydrate) เพิ่มขึ้น (Wieland and Wample, 1985) Aguirre and Blanco (1992) ทดลองให้สารพาโคลบิวทราโซลกับต้นพีช (*Prunus persica*) พบว่าสารนี้ทำให้ส่วนของท่ออาหาร (phloem) และคอร์เท็ก (cortex) ภายในลำต้นมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ส่วนในเน็กทารินเมื่อให้สารชนิดนี้โดยการฉีดลงไปในดินใกล้โคนต้น พบว่าสารนี้ไม่ทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงและผลผลิตลดลง แต่ทำให้ตาดอกเพิ่มขึ้น (Dejong and Doyle, 1985)

Zhou and Xi (1993) ศึกษาผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงและผลผลิตใน rape (*Brassica napus*) โดยทดลองให้สารในระยะใบทั้ง 3 ระยะ และระยะดอกบาน พบว่าปริมาณของคลอโรฟิลล์และอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

Yim (1997) ได้รายงานว่าพาโคลบิวทราโซลมีผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของกล้าข้าวเพิ่มขึ้น สำหรับรูปแบบการสะสมคาร์โบไฮเดรตพบว่าจะลดลงในกล้าข้าวที่ได้รับสาร และสารนี้ไม่มีผลต่อความสามารถในการสังเคราะห์ด้วยแสง

ในมันฝรั่งที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซลด้วยการพ่นทางใบ พบว่าสารนี้ส่งผลให้ใบของมันฝรั่งมีสีเขียวเข้มขึ้นและมีความหนาเพิ่มขึ้น ปริมาณคลอโรฟิลล์เอและบีเพิ่มขึ้น อิพิคิวติคูลาร์แวกซ์ เลเยอร์ (epicuticular wax layer) อิพิเดอร์มอล พาลิเสด (epidermal palisade) และ สปอนจี มีโซฟิลล์ เซลล์ (spongy mesophyll cells) มีความหนาและความยาวเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีการสะสมเม็ดแป้งในพิทเซลล์ (pith cell) ของลำต้นเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย (Tekalign *et al.,* 2005) Borowski (1997) ให้สารพาโคลบิวทราโซลโดยการรดดินกับแตงกวาอายุ 14 วัน ที่ระดับความเข้มข้น 0 0.5 1.5 และ 2.5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร พบว่าสารนี้ทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์และอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มขึ้น สำหรับชูการ์บีท (sugar beet) ที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซล พบว่าใบมีความหนาและมีปริมาณคลอโรฟิลล์เพิ่มมากขึ้น (Jaggard *et al.*, 1982)

Barnes *et al.* (1989) ได้ทำการให้สารชนิดนี้กับถั่วเหลือง (*Glycine max*) ผลที่ได้คือเส้นผ่านศูนย์กลางของรากเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการเพิ่มขนาดของคอร์ติคอล พาเรนคิมา เซลล์ (cortical parenchyma cells)

ในไม้ดอก เช่น เบญจมาศพันธุ์ 'Lillian Hoek' เมื่อให้สารพาโคลบิวทราโซล พบว่าสารนี้มีผลทำให้ชั้นของพาลิเสด มีโซฟิลล์ (palisade mesophyll) มีความหนาเพิ่มขึ้นและท่อลำเลียงน้ำ (xylem) มีการพัฒนาที่ดีขึ้น (Burrows *et al.,* 1992)

3. ผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อพืชในด้านอื่นๆ

Edgerton (1986) ได้รายงานว่าเมื่อพ่นสารพาโคลบิวทราโซลที่ระดับความเข้มข้น 500-2000 พีพีเอ็ม จำนวน 4 ครั้งให้กับต้นพีชพันธุ์ 'Red Haven' ทำให้ต้นพีชมีผลผลิตและขนาดของผลเพิ่มขึ้น

Greene (1986) พบว่าสารพาโคลบิวทราโซลมีผลไปเพิ่มความแน่นเนื้อของผลแอปเปิล และเพิ่มปริมาณฟรุกโตส (fructose) กลูโคส (glucose) และ ซอร์บิทอล (sorbitol) นอกจากนี้พบว่าต้นแอปเปิลที่ได้รับสารนี้มีจำนวนดอกและติดผลเพิ่มมากขึ้น และยังทำให้สีของผลดีขึ้นอีกด้วย (Tymoszuk and Mika, 1986; Huang *et al.*, 1995) เช่นเดียวกับมะม่วง เมื่อให้สารโดยการราดสารลงดินมีแนวโน้มที่จะทำให้ขนาดและความหวานของมะม่วงน้ำดอกไม้ทวายเบอร์ 4 เพิ่มขึ้น (ชยะ และ พีรเดช, 2529)

Obando *et al.* (1992) รายงานว่าเมื่อให้สารพาโคลบิวทราโซลโดยการพ่นทางใบที่ระดับความเข้มข้น 250-1500 พีพีเอ็ม กับต้นอะโวคาโด พบว่าการพ่นสารไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ แต่จะไปชักนำให้เกิดการออกดอกเร็วขึ้นและเปอร์เซ็นต์ของจำนวนผลต่อกิ่งเพิ่มขึ้น

Chandraparnik *et al.* (1992) ศึกษาผลของสารพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้น 0 750 1000 และ 1500 พีพีเอ็ม ต่อการชักนำให้เกิดดอกในทุเรียน พบว่าต้นทุเรียนที่ได้รับสารมีจำนวนดอกต่อต้นเพิ่มขึ้น 29 ถึง 64 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ให้สาร

Zhoa *et al.* (1997) ได้รายงานว่าเมื่อพ่นสารนี้ทางใบให้กับต้นองุ่นมีผลทำให้ขนาดของผลลดลง แต่ไม่มีผลต่อปริมาณน้ำตาลและกรดในผล แต่มีปริมาณวิตามินซีเพิ่มมากขึ้น

ในมะเขือเทศพันธุ์ ‘สีดา มก.’ พบว่าเมื่อให้สารนี้โดยการพ่นทางใบไม่ทำให้จำนวนผลต่อต้นของต้นมะเขือเทศที่ปลูกในฤดู (เดือนกันยายนถึงเดือนกุมภาพันธ์) เพิ่มขึ้น แต่ทำให้ต้นมะเขือเทศที่ปลูกนอกฤดูมีจำนวนผลต่อต้นเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ได้รับสาร โดยการให้สารทั้งในและนอกฤดูทำให้การออกดอกล่าช้าไป 1-5 วัน (ชวลิต, 2531)

Tekalign and Hammes (2004) ให้สารพาโคลบิวทราโซลแก่ต้นมันฝรั่งที่ปลูกภายในโรงเรือน พบว่าสารนี้มีผลทำให้หัวมันฝรั่งต่อต้นเพิ่มขึ้น และผลผลิตที่ได้มีคุณภาพสูงขึ้น

สิรินทิพย์ (2546) ได้พ่นสารพาโคลบิวทราโซลทางใบความเข้มข้น 0 25 50 และ 100 พีพีเอ็ม กับต้นกล้าพริกพันธุ์บางช้างและพริกขี้หนูที่มีอายุ3 สัปดาห์ และเมื่อต้นกล้ามีอายุ40 วัน (ระยะพร้อมปลูก) ทำการงดน้ำเพื่อสร้างสภาวะเครียดให้กับต้นพืช พบว่าสารนี้มีผลทำให้ต้นกล้าพริกทนต่อสภาพการขาดน้ำได้ดีขึ้น เช่นเดียวกับต้นถั่วเหลืองเมื่อได้รับสารนี้ด้วยการพ่นทางใบทำให้ทนแล้งได้ดีขึ้น (Zhao *et al.,* 1992)

เมื่อให้สารพาโคลบิวทราโซลแก่ข้าวสาลีที่อยู่ในสภาพน้ำท่วมขัง พบว่าสารนี้สามารถป้องกันต้นกล้าที่งอกไม่ให้เกิดความเสียหายจากสภาพน้ำท่วมขังนี้ได้ (Webb and Fletcher, 1996)

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองที่ 1 ศึกษาความเข้มข้นของสารพาโคลบิวทราโซลที่เหมาะสมต่อการควบคุมการเจริญเติบโตของต้นประดู่บ้าน

ทำการทดลอง ในช่วงเดือนสิงหาคม 2549 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2550 ซึ่งในช่วงนี้มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2.7 มิลลิเมตร (ตารางผนวกที่ 14) โดยคัดเลือกต้นประดู่บ้านที่ปลูกภายในกรอบซีเมนต์ จำนวน 9 ต้นอายุประมาณ 3 ปี ความต้นสูงไม่เกิน 8 เมตร และความกว้างทรงพุ่มประมาณ 3-5 เมตร ตัดแต่งกิ่งต้นประดู่บ้านทั้ง 9 ต้นให้มีความสูง และขนาดทรงพุ่มใกล้เคียงกัน โดยให้มีความสูงไม่เกิน 7 เมตร ทำเครื่องหมายบริเวณรอยตัดจากกิ่งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใกล้เคียงกันจำนวน 3 รอยตัดต่อต้น เพื่อศึกษาลักษณะของกิ่งที่แตกใหม่ให้สารในวันเดียวกับตัดแต่ง วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ทรีทเมนต์ละ 3 ซ้ำ ให้ต้นประดู่บ้าน 1 ต้นเป็น 1 ซ้ำ โดยให้สารพาโคลบิวทราโซลในรูปสารแขวนลอยที่มีปริมาณสารออกฤทธิ์ 10 เปอร์เซ็นต์ (10% a.i.) ด้วยวิธีรดสารลงดินชิดโคนต้น ซึ่งมีทรีทเมนต์ ดังนี้คือ

ทรีทเมนต์ที่ 1 ไม่ให้สาร (control)

ทรีทเมนต์ที่ 2 ให้สารพาโคลบิวทราโซล 5 กรัม (a.i.) ต่อต้น ใช้สารพาโคลบิวทราโซล 50 กรัมต่อน้ำ 2 ลิตร

ทรีทเมนต์ที่ 3 ให้สารพาโคลบิวทราโซล 10 กรัม (a.i.) ต่อต้น ใช้สารพาโคลบิวทราโซล 100 กรัมต่อน้ำ 2 ลิตร

การบันทึกผล

1. ความสูงของต้นหลังการตัดแต่ง วัดความสูงเริ่มต้นเมื่อวันที่ 30 สิงหาคม 2549 ซึ่งเป็นวันที่ตัดแต่งและให้สารแก่ต้นประดู่บ้านโดยวัดจากโคนต้นจนถึงปลายยอด หลังจากนั้นวัดความสูงอีกครั้งในวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2550 ซึ่งเป็นเวลา 6 เดือน หลังจากให้สารพาโคลบิวทราโซล นำค่าความสูงต้นที่วัดได้มาคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ความสูงต้นที่เพิ่มขึ้น ดังนี้

ความสูงต้นที่เพิ่มขึ้น (เปอร์เซ็นต์) = (ความสูงต้นที่วัดได้ - ความสูงต้นเริ่มต้น)×100
ความสูงต้นที่วัดได้

2. จำนวนกิ่งที่แตกใหม่ต่อรอยตัด ทำการนับจำนวนกิ่งที่แตกใหม่จากบริเวณรอยตัดที่ทำเครื่องหมายเอาไว้ เก็บผลทุก 2 สัปดาห์เป็นเวลา 10 สัปดาห์

3. ความยาวกิ่ง วัดความยาวกิ่งที่แตกใหม่ทั้งหมดจากในแต่ละรอยตัดที่ทำเครื่องหมายไว้ ในวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2550 (สิ้นสุดการทดลอง) โดยวัดความยาวจากโคนกิ่งจนถึงปลายยอด แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละทรีทเมนต์

4. ความยาวปล้อง สุ่มกิ่งที่แตกใหม่จากแต่ละรอยตัดจำนวน 2 กิ่งต่อรอยตัด วัดความยาวปล้องของกิ่งที่สุ่มมาในวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2550 (สิ้นสุดการทดลอง) โดยเริ่มวัดจากปล้องที่ 4 นับจากปลายยอดจนถึงปล้องที่ 8 (5 ปล้อง/กิ่ง) จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ย

5. ชั่งน้ำหนักกิ่งใบที่แตกใหม่ทุกกิ่งในแต่ละรอยตัดโดยเครื่องชั่ง ทำการชั่งในครั้งสุดท้ายของการเก็บข้อมูล โดยตัดกิ่งจากต้นมาทำการชั่งทันที

6. ขนาดของใบย่อย สุ่มเก็บใบจากกิ่งที่แตกใหม่ โดยเลือกใบที่อยู่ประมาณกลางกิ่ง ซึ่งถือว่าไม่อ่อนไม่แก่เกินไป และใบคลี่เต็มที่ นำมาวัดพื้นที่ใบด้วยเครื่องวัดพื้นที่ใบLi-Cor 3100 (LI-COR Inc., Lincoln, Nebraska, U.S.A.) ในวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2550 (สิ้นสุดการทดลอง)

7. ค่าความเขียวของใบ วัดค่าโดยใช้เครื่อง Chlorophyll meter (Minolta model 502) มีหน่วยเป็น SPAD UNIT ทำการสุ่มเลือกกิ่งยอด 10 กิ่งต่อต้น เลือกใบประกอบที่อยู่ประมาณกลางกิ่งเป็นตัวแทน หลังจากนั้นเลือกใบย่อยตำแหน่งที่ 5 นับจากใบที่อยู่บนสุดของใบประกอบ นำมาวัดค่าความเขียวใบ 5 ตำแหน่งต่อ 1 ใบแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย โดยวัดในวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2550 ซึ่งเป็นครั้งสุดท้ายของการเก็บผล

การทดลองที่ 2 ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการให้สารพาโคลบิวทราโซลเพื่อควบคุมขนาดทรงพุ่มของต้นประดู่บ้าน

ใช้ต้นประดู่บ้านที่ปลูก ณ แปลงทดลอง 2 ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสนจำนวน 20 ต้น อายุประมาณ 3 ปี ความสูงต้นประมาณ 5.5 เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มประมาณ 3.5 เมตร ตัดแต่งกิ่งต้นประดู่ทั้ง 20 ต้น หลังตัดแต่งต้นประดู่บ้านมีความสูงต้นประมาณ 3.5-4.5 เมตร ความกว้างทรงพุ่มประมาณ 2 เมตร จากนั้นทำเครื่องหมายบริเวณรอยตัดจำนวน 5 รอยต่อต้น เพื่อศึกษาลักษณะของกิ่งที่แตกใหม่ วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ทรีทเมนต์ละ 5 ซ้ำ ให้ต้นประดู่ 1 ต้นเป็น 1 ซ้ำ ให้สารด้วยวิธีเดียวกันกับการทดลองที่ 1 มี 4 ทรีทเมนต์ ดังนี้

ทรีทเมนต์ที่ 1 ตัดแต่งแต่ไม่ให้สารพโคลบิทราโซล (control)

ทรีทเมนต์ที่ 2 ให้สารพาโคลบิวทราโซล 10 กรัม (a.i.) ต่อต้น ก่อนการตัดกิ่ง 1 เดือน ใช้สารพาโคลบิวทราโซล 100 กรัมต่อน้ำ 2 ลิตร

ทรีทเมนต์ที่ 3 ให้สารพาโคลบิวทราโซล 10 กรัม (a.i.) ต่อต้น พร้อมการตัดแต่งกิ่ง ใช้สารพาโคลบิวทราโซล 100 กรัมต่อน้ำ 2 ลิตร

ทรีทเมนต์ที่ 4 ให้สารพาโคลบิวทราโซล 10.กรัม (a.i.) ต่อต้น หลังการตัดแต่งกิ่ง 1 เดือน ใช้สารพาโคลบิวทราโซล 100 กรัมต่อน้ำ 2 ลิตร

ให้สารเมื่อวันที่ 12 เดือนกรกฎาคม 2550 ทำการทดลองถึงวันที่ 17 เดือนมิถุนายน 2551 โดยในช่วงแรกของการทดลองใช้ระยะเวลา 4 เดือน คือตั้งแต่เดือนกรกฎาคม2550 จนถึงเดือนธันวาคม 2550 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยประมาณ 3.9 มิลลิเมตร (ตารางผนวกที่ 14) ในปลายเดือนพฤศจิกายน 2550 ต้นประดู่บ้านที่ใช้ในการทดลองเริ่มมีการทิ้งใบ จึงเก็บข้อมูลในช่วงแรกเมื่อวันที่ 13 ธันวาคม 2550 หลังจากนั้นต้นประดู่บ้านเริ่มมีการผลิใบใหม่ในช่วงเดือนมกราคม 2551 จึงเก็บข้อมูลอีกครั้งเมื่อวันที่ 17 มิถุนายน 2551 โดยเดือนมกราคม 2551 ถึงเดือนมิถุนายน 2551 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยประมาณ 2.5 มิลลิเมตร (ตารางผนวกที่ 15)

การบันทึกผลช่วงที่ 1

1. จำนวนกิ่งที่แตกใหม่จากบริเวณรอยตัดที่ทำเครื่องหมายเอาไว้ เก็บผลทุก 2 สัปดาห์ หลังจากให้สาร เป็นเวลา 10 สัปดาห์

2. ความสูงของต้นก่อนการตัดแต่ง และหลังการตัดแต่ง วัดความสูงเริ่มต้นเมื่อวันที่ 12 กรกฎาคม 2550 ซึ่งเป็นวันที่ให้สารแก่ต้นประดู่บ้าน หลังจากนั้นวัดความสูงอีกครั้งในวันที่ 13 ธันวาคม 2550 เป็นเวลาหลังจากให้สารพาโคลบิวทราโซล 5 เดือน หลังจากนั้นนำค่าความสูงต้นที่วัดได้มาคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ความสูงต้นที่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

3. ความกว้างทรงพุ่ม วัดจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของทรุงพุ่ม โดยวัดในวันเดียวกันกับการวัดความสูงต้น นำค่าความกว้างทรงพุ่มที่วัดได้มาคำนวณเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ความกว้างทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับการคำนวณหาค่าความสูงต้นที่เพิ่มขึ้น

4. ความยาวปล้อง โดยทำการสุ่มกิ่งจำนวน 5 กิ่งต่อต้นติดตามวัดความยาวปล้องของกิ่งที่สุ่มมา โดยทำการวัดจากตำแหน่งข้อที่ 2 จนถึงปลายยอดสุด เก็บผลทุก 2 สัปดาห์ จนประดู่เริ่มหยุดการเจริญเติบโตและทิ้งใบ

การบันทึกผลช่วงที่ 2

เก็บผลอีกครั้งในวันที่ 17 มิถุนายน 2551 (หลังให้สาร 11 เดือน) ซึ่งเป็นช่วงหลังจากที่ต้นประดู่มีการแตกยอดใหม่หลังจากผลัดใบในช่วงเดือนพฤศจิกายน – ต้นเดือนมกราคม โดยเก็บผลดังต่อไปนี้

1. ความสูงของต้น โดยวัดจากโคนต้นจนถึงปลายยอด เริ่มวัดในวันที่ 12 เดือนกุมภาพันธ์ 2551 และวัดอีกครั้งในวันที่ 17 เดือนมิถุนายน 2551 นำค่าความสูงต้นที่วัดได้มาคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ความสูงต้นที่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

2. ความกว้างทรงพุ่ม เริ่มวัดในวันที่ 12 เดือนกุมภาพันธ์ 2551 และวัดอีกครั้งในวันที่ 17 เดือนมิถุนายน 2551 เช่นเดียวกันกับการวัดความสูงต้น นำค่าความกว้างทรงพุ่มที่วัดได้มาคำนวณเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ความกว้างทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับการบันทึกผลในช่วงที่ 1

3. น้ำหนักกิ่งที่แตกใหม่ ทำการตัดกิ่งที่แตกใหม่โดยให้มีใบติดอยู่จากทุกกิ่งในแต่ละรอยตัดที่ทำเครื่องหมายไว้ นำไปชั่งน้ำหนักโดยเครื่องชั่ง โดยทำการชั่งในครั้งสุดท้ายของการเก็บผล

4. ความยาวกิ่ง วัดความยาวของกิ่งที่แตกใหม่ทั้งหมดในทุกรอยตัดที่ทำเครื่องหมายไว้ โดยวัดจากโคนกิ่งจนถึงปลายยอด จากนั้นนำค่าที่วัดได้มาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละทรีทเมนต์

5. ความยาวปล้อง โดยสุ่มกิ่งที่แตกใหม่จากแต่ละรอยตัดจำนวน 2 กิ่งต่อรอยตัดของแต่ละต้น วัดความยาวปล้องของกิ่งที่สุ่มมาตลอดทั้งกิ่งแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

6. ขนาดของใบ ทำการสุ่มเก็บใบจากกิ่งที่แตกใหม่ทั้งหมด เลือกใบที่อยู่ประมาณกลางกิ่ง ซึ่งถือว่าไม่อ่อนไม่แก่เกินไป และใบคลี่เต็มที่ นำมาวัดด้วยเครื่องวัดพื้นที่ใบLi-Cor 3100 (บริษัท LI-COR Inc., Lincoln, Nebraska, U.S.A.) เพื่อหาพื้นที่ใบรวมของใบประกอบ จากนั้นหาพื้นที่ใบย่อยโดยการนับจำนวนใบทั้งหมด แล้วนำมาหารด้วยพื้นที่ใบรวม

7. ค่าความเขียวของใบ วัดค่าโดยใช้เครื่อง Chlorophyll meter (Minolta model 502) มีหน่วยเป็น SPAD UNIT ทำการสุ่มเลือกกิ่งยอด 5 กิ่งต่อต้น ในแต่ละกิ่งเลือกใบประกอบที่อยู่ประมาณกลางกิ่ง จากนั้นเลือกใบย่อยของใบประกอบประมาณตำแหน่งที่ 3-5 เพื่อเป็นตัวแทน

8. ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในใบ ใช้ใบจากการวัดค่าความเขียวของใบจากข้อ 7 นำใบมาเจาะด้วยที่เจาะใบ (cork borer) ในตำแหน่งเดียวกับที่วัดค่าความเขียวของใบ จากนั้นสกัดด้วยสารละลาย *N,N* dimethylformamide (DMF) (Maquard and Tipton, 1987) ปริมาตร 4 มิลลิลิตร ปิดฝาให้สนิท เก็บไว้ในที่มืดทันที เป็นเวลาอย่างน้อย 5 วัน ที่อุณหภูมิห้อง แล้วจึงนำสารละลายสีเขียวใสที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ด้วยเครื่อง Spectrophotometer รุ่น Spectronic Genesis 5 ที่ช่วงความยาวคลื่น 647 และ 664 นาโนเมตร นำค่าที่วัดได้มาหาปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อตารางเดซิเมตร) ดังสมการ (Moran, 1982)

$$Chl_{total} = (7.04\ A664 + 20.27A647) \times Vol \times (YxArea \times 10)^{-1}$$

เมื่อ Chl_{total} = ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (mg dm^{-2})

A_{664} = ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 664 นาโนเมตร

A_{647} = ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 647 นาโนเมตร

Vol = ปริมาตรของสารละลาย DMF (ml)

Y = dilution factor หรือปริมาตรก่อนการเจือจางหารด้วยปริมาตรหลังการเจือจาง (ใช้เมื่อสารละลายที่ได้จากการสกัดมีความเข้มข้นสูงเกินไปเมื่อค่าการดูดกลืนแสงมากกว่า 0.8)

Area = พื้นที่ใบที่ใช้ในการสกัดคลอโรฟิลล์ (cm^2)

การทดลองที่ 3 ศึกษาจำนวนครั้งของการให้สารพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายวิภาคของใบ และลักษณะทางสรีรวิทยาบางประการของต้นประดู่บ้าน

ใช้ต้นประดู่บ้านที่ปลูกภายในกรอบซีเมนต์และมีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกันจำนวน 21 ต้น อายุประมาณ 3 ปี ความสูงต้นประมาณ 8 เมตร และความกว้างทรงพุ่มไม่เกิน 7 เมตร หลังตัดแต่งต้นประดู่บ้านมีความสูงต้นประมาณ 5-7 เมตร ความกว้างทรงพุ่มไม่เกิน 3-5 เมตร ทำเครื่องหมายรอยตัดจำนวน 10 รอยตัดต่อต้น แล้วทำการให้สารพร้อมกับการตัดแต่ง โดยให้น้ำปริมาณ 20 ลิตรแก่ต้นประดู่บ้านทุกต้นก่อนให้สารครั้งแรก 2 วัน ทำการให้สารครั้งแรกเมื่อ 29 มีนาคม 2551 หลังจากให้สารให้น้ำแก่ต้นประดู่บ้านทุกต้นในปริมาณที่เท่ากันเป็นเวลา 3 วัน และให้สารครั้งที่ 2 เมื่อ 29 พฤษภาคม 2551 ระหว่างการทดลองมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 3.3 มิลลิเมตร (ตารางผนวกที่ 15) วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ทรีทเมนต์ละ 7 ซ้ำให้ต้นประดู่ 1 ต้นเป็น 1 ซ้ำ มีทรีทเมนต์ดังนี้

ทรีทเมนต์ที่ 1 ไม่ให้สาร (control)

ทรีทเมนต์ที่ 2 ให้สารพาโคลบิวทราโซล 10 กรัม (a.i.) ต่อต้น จำนวน 1 ครั้ง โดยรดสารชิดโคนต้น

ทรีทเมนต์ที่ 3 ให้สารพาโคลบิวทราโซล 10 กรัม (a.i.) ต่อต้น จำนวน 2 ครั้ง ให้สารครั้งที่ 2 หลังจากให้สารครั้งแรกเป็นเวลา 2 เดือน โดยรดสารชิดโคนต้น

การบันทึกผล

1. ลักษณะการเจริญเติบโต

1.1 ความสูงของต้นและความกว้างทรงพุ่มของต้นประดู่บ้าน โดยในทุกทรีทเมนต์ทำการวัดความสูงเริ่มต้นในวันที่ 30 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2551 และวัดอีกครั้งในเดือนกรกฎาคม ซึ่งเป็นเวลา 2 เดือน หลังให้สารพาโคลบิวทราโซล ครั้งที่ 2 (ให้สารครั้งที่ 2 ในทรีทเมนต์ที่ 3 เมื่อวันที่ 29 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2551) หลังจากนั้นทำการวัดทุก ๆ เดือนจนถึงวันที่สิ้นสุดการทดลองในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2551 หลังจากนั้นนำค่าความสูงต้นและความกว้างทรงพุ่มที่วัดได้มาคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ความสูงต้นและความกว้างทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 และ 2

1.2 จำนวนกิ่งที่แตกใหม่จากบริเวณรอยตัดที่ทำเครื่องหมายเอาไว้ เก็บผลทุก ๆ เดือนหลังการให้สารครั้งแรกจนสิ้นสุดการทดลอง

1.3 ความยาวกิ่งที่แตกใหม่ โดยสุ่มกิ่งที่แตกใหม่จากแต่ละรอยตัดจำนวน 1 กิ่งต่อรอยตัด ติดตามวัดความยาวยอดของกิ่งที่สุ่มมา โดยวัดจากตำแหน่งโคนกิ่งจนถึงปลายยอดติดต่อกันทุกเดือน โดยเริ่มวัดในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 จนเดือนถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 และทำการตัดกิ่งที่แตกใหม่ทั้งหมด และนำกิ่งทั้งหมดมาวัดความยาวและหาค่าเฉลี่ยในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2551 ซึ่งเป็นเดือนที่สิ้นสุดการทดลอง

1.4 ความยาวปล้อง วัดความยาวปล้องของกิ่งที่แตกใหม่ทั้งหมดจากแต่ละรอยตัด โดยวัดความยาวปล้องทุกปล้องของแต่ละกิ่ง โดยวัดผลในวันที่สิ้นสุดการทดลองเพียงครั้งเดียว

1.5 ขนาดของใบ สุ่มใบประกอบจากกิ่งที่แตกใหม่มา 10 ใบประกอบต่อทรีทเมนต์ จากนั้นเลือกใบย่อยที่อยู่ประมาณตำแหน่งที่ 3-5 นำมาวัดด้วยเครื่องวัดพื้นที่ใบ Li-Cor 3100 (LI-COR Inc., Lincoln, Nebraska, U.S.A.) โดยสุ่มใบมาวัดผลในวันที่สิ้นสุดการทดลองเพียงครั้งเดียว

1.6 ชั่งน้ำหนักกิ่งที่แตกใหม่ในแต่ละรอยตัด ทำการชั่งในครั้งสุดท้ายของการเก็บผล โดยตัดกิ่งจากต้นมาชั่งทันที

1.7 สุ่มใบประกอบจากกิ่งที่แตกใหม่มา 20 ใบประกอบต่อทรีทเมนต์ วัดความยาวก้านใบย่อยของใบประกอบที่สุ่มมา สุ่มใบมาวัดในวันที่สิ้นสุดการทดลองเพียงครั้งเดียว

2. ลักษณะทางกายวิภาคของใบ

เลือกใบประดู่ที่คลี่เต็มที่ และเป็นใบมีตำแหน่งอยู่ตรงกลางกิ่งที่สุ่มมา ทำการศึกษาโครงสร้างทางกายวิภาคภายของใบในภาคตัดขวาง ตัดตัวอย่างใบให้มีขนาดประมาณ 0.5 ตาราง เซนติเมตร เตรียมเนื้อเยื่อด้วยวิธีการทางพาราฟิน แช่ชิ้นส่วนของใบใน FAA 50% (ethanol 50% 90 มิลลิลิตร glacial acetic acid 5 มิลลิลิตร และฟอร์มาลิน 5 มิลลิลิตร) เพื่อดึงน้ำออกจากเซลล์ (dehydration) ฝัง (embedded) ชิ้นส่วนใบที่ดึงน้ำออกจากเซลล์แล้วลงในพาราฟิน (paraffin wax; จุดหลอมเหลว 58 °C) หลังจากนั้นใช้ไซลีน (xylene) แทนที่แอลกอฮอล์ (เฟื่องฟ้า, 2549) ตัดชิ้นส่วนพืช (section) ด้วยเครื่อง Rotary microtome นำไปย้อมด้วยสี safranine O, counter stained, fast green และผนึก slides ด้วย permount ทำการศึกษาลักษณะโครงสร้างทางกายวิภาคของใบประดู่บ้าน ดังนี้

วัดความกว้างและความยาวของ palisade parenchyma cell วัดความกว้างของ spongy parenchyma cell ความหนาของชั้น spongy mesophyll และวัดขนาดของ intercellular space (วัดในแนวขวาง) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิด light microscope กำลังขยาย 400 เท่า วัดขนาดของโครงสร้างทางกายวิภาคต่าง ๆ โดยใช้ stage micrometer บันทึกภาพโดยใช้กล้องถ่ายภาพ Cannon รุ่น Power Shot G5

3. การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา

3.1 ค่าความเขียวของใบ

วัดค่าความเขียวของใบด้วยวิธีการเดียวกับการทดลองที่ 1 และ 2 โดยทำการสุ่มเลือกกิ่งยอด 2 กิ่งต่อต้น ใช้ใบที่ 3-5 เป็นตัวแทนในกิ่งยอด เริ่มวัดหลังจากให้สารครั้งที่ 2 ในทรีทเมนต์ที่ 3 ไปแล้ว 2 เดือน หลังจากนั้นวัดไปทุก ๆ เดือนจนสิ้นสุดการทดลอง

3.2 ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด

ใช้ใบจากการวัดค่าความเขียวใบจากข้อ 3.1 หาปริมาณคลอโรฟิลล์ด้วยวิธีการเดียวกับการทดลองที่ 2 โดยเริ่มวัดหลังจากให้สารครั้งที่ 2 ในทรีทเมนต์ที่ 3 ไปแล้ว 2 เดือน หลังจากนั้นทำการวัดทุก ๆ เดือนจนสิ้นสุดการทดลอง

4. ปริมาณสารตกค้างภายในดิน

วิเคราะห์ปริมาณสารพาโคลบิวทราโซลที่มีอยู่ในดิน ตามวิธีการของกุศล (2535) ซึ่งดัดแปลงมาจากการทดลองของ Hunter and Proctor (1990) ดังนี้

วิธีการหาปริมาณสารพาโคลบิวทราโซลที่มีอยู่ในดิน

เก็บตัวอย่างดินบริเวณโคนต้นประดู่บ้านหลังให้สารพาโคลบิวทราโซล 8 เดือน โดยเก็บดินต้นละ 4 จุด จากนั้นนำตัวอย่างดินมาชั่งให้ได้ 500 กรัม ผึ่งลมจนดินแห้ง บดให้ละเอียดแล้วผสมกับทราย และถ่านแกลบ อัตรา 1 : 1 โดยปริมาตร จากนั้นบรรจุในกระถางพลาสติกขนาด 6 นิ้ว นำต้นแตงกวาอายุ 10 วัน ย้ายลงปลูกในกระถางจำนวน 2 ต้นต่อกระถาง รองก้นกระถางด้วยถาดพลาสติก ให้น้ำผสมปุ๋ยเกล็ดสูตร 20-20-20 รดในอัตรา 10 กรัมต่อน้ำ 10 ลิตร ทุก 3 วัน นำต้นแตงกวาไว้ในโรงเรือนเป็นเวลา 3 สัปดาห์ จึงทำการวัดความสูงของต้นแตงกวาจากส่วนเหนือใบเลี้ยงจนถึงปลายยอดนำไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน

การสร้างกราฟมาตรฐาน

ทำการทดลองเช่นเดียวกันกับการศึกษาปริมาณสารพาโคลบิวทราโซลในดินตัวอย่าง ใช้ดินตัวอย่างจากต้นประดู่บ้านที่ไม่เคยได้รับสารพาโคลบิวทราโซล นำดินตัวอย่างมาผึ่งลมจนดินแห้ง บดให้ละเอียด และเติมสารพาโคลบิวทราโซล 0 1 10 100 และ 1000 ไมโครกรัม (a.i.) ต่อน้ำหนักดินตัวอย่าง 1 กรัม ในแต่ละความเข้มข้นใช้ต้นแตงกวาจำนวน 2 ต้นต่อกระถาง นำข้อมูลมาทำ regression analysis สร้าง function การเจริญเติบโตจากสมการ $y = ae^{-bx}$ เพื่อสร้างกราฟมาตรฐาน และคำนวณปริมาณสารพาโคลบิวทราโซลในตัวอย่างดิน โดยใช้ความสูงของต้นแตงกวาที่วัดได้แทนค่าในสมการของกราฟมาตรฐาน

สถานที่ทำการทดลอง

1. ห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาของพืช ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

2. ห้องปฏิบัติการกายวิภาคของพืช ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

3. แปลงทดลอง 1 และ 2 ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

4. บริเวณหน้าอาคารปฏิบัติการวิจัยพันธุวิศวกรรมด้านพืชและพัฒนาผลิตภัณฑ์เทคโนโลยีทางชีวภาพ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มตั้งแต่เดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 ถึง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2551

ผลและวิจารณ์

ผล

การทดลองที่ 1 ศึกษาความเข้มข้นของสารพาโคลบิวทราโซลที่เหมาะสมต่อการควบคุมการเจริญเติบโตของต้นประดู่บ้าน

ความสูงต้นที่เพิ่มขึ้น

วัดความสูงของต้นประดู่บ้านหลังการให้สารพาโคลบิวทราโซลเป็นเวลา 6 เดือน พบว่าความสูงที่เพิ่มขึ้นของต้นที่ให้สารทุกความเข้มข้นลดลงแต่มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับต้นที่ไม่ให้สาร (ตารางผนวกที่ 1) โดยต้นที่ไม่ได้รับสารมีความสูงต้นเพิ่มขึ้น 19.9 เปอร์เซ็นต์ ต้นที่ได้รับสารระดับความเข้มข้น 5 และ 10 กรัม (a.i.) มีความสูงต้นเพิ่มขึ้น 12.2 และ 9.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 1)

ความยาวกิ่ง

เมื่อวัดความยาวกิ่งของประดู่บ้านหลังจากให้สาร 6 เดือน พบว่าค่าความยาวกิ่งระหว่างต้นที่ไม่ให้สาร และต้นที่ให้สารความเข้มข้น 5 กรัม (a.i.) มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่ามีค่าแตกต่างกับต้นที่ให้สาร 10 กรัม (a.i.) (ตารางผนวกที่ 1) โดยต้นที่ไม่ให้สารมีความยาวกิ่ง 71.0 เซนติเมตร ต้นที่ให้สารระดับความเข้มข้น 5 และ 10 กรัม (a.i.) มีความยาวกิ่ง 67.6 และ 44.4 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 2)

ความยาวปล้อง

วัดความยาวปล้องของประดู่บ้านหลังจากให้สาร 6 เดือน พบว่าค่าความยาวกิ่งระหว่างต้นที่ไม่ให้สาร และต้นที่ให้สารความเข้มข้น 10 กรัม (a.i.) มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่ามีค่าแตกต่างกับต้นที่ให้สาร 5 กรัม (a.i.) (ตารางผนวกที่ 1) โดยต้นที่ไม่ให้สารมีความยาวปล้อง 4.1 เซนติเมตร ต้นที่ให้สารระดับความเข้มข้น 5 และ 10 กรัม (a.i.) มีความยาวปล้อง 2.0 และ 3.7 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 3)

น้ำหนักกิ่งรวมของกิ่งที่แตกใหม่ทั้งหมด

เมื่อทำการชั่งน้ำหนักกิ่งที่แตกใหม่ทั้งหมด พบว่าน้ำหนักกิ่งของต้นที่ให้สารมีค่าไม่แตกต่างกับต้นที่ไม่ให้สาร (ตารางผนวกที่ 1) โดยน้ำหนักกิ่งของต้นที่ไม่ให้สารมีค่า 1.2 กิโลกรัม น้ำหนักกิ่งของต้นที่ได้รับสาร 5 และ 10 กรัม (a.i.) มีค่า 2.2 และ 1.2 กิโลกรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 4)

จำนวนกิ่งใหม่ต่อรอยตัด

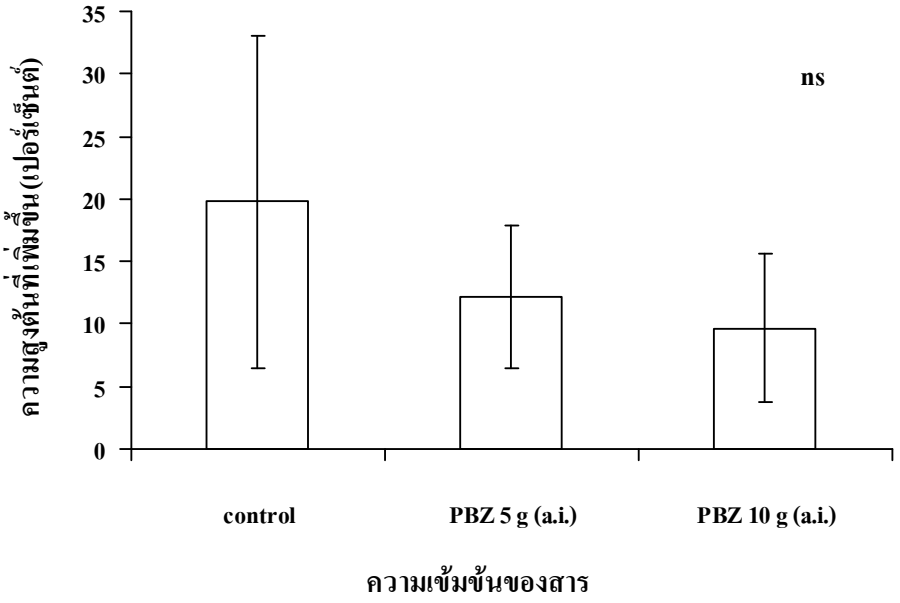
นับจำนวนกิ่งที่แตกใหม่ต่อรอยตัดของประดู่บ้าน พบว่าหลังให้สาร 2 สัปดาห์ ต้นที่ไม่ให้สารมีจำนวนกิ่งใหม่ต่อรอยตัด 4.2 กิ่ง ต้นที่ให้สาร 5 และ 10 กรัม (a.i.) มีจำนวนกิ่งใหม่ต่อรอยตัด 2.2 และ 5.2 กิ่ง ตามลำดับ หลังให้สาร 4 สัปดาห์ จำนวนกิ่งใหม่ต่อรอยตัดของต้นที่ให้สารและต้นที่ไม่ให้สารมีจำนวนไม่แตกต่างกัน โดยต้นที่ให้สาร 5 และ 10 กรัม (a.i.) มีจำนวนกิ่งใหม่ต่อรอยตัด 4.6 และ 5.9 กิ่ง ตามลำดับ ส่วนต้นที่ไม่ให้สารมีจำนวนกิ่งใหม่ต่อรอยตัด 5.9 กิ่ง หลังให้สาร 6 สัปดาห์ ต้นที่ไม่ให้สารมีจำนวนกิ่งใหม่ต่อรอยตัดน้อยที่สุดคือ7.2 กิ่งต่อรอยตัด รองลงมาคือต้นที่ให้สาร 5 กรัม (a.i.) มีจำนวนกิ่งใหม่ต่อรอยตัด 7.7 กิ่งต่อรอยตัด และต้นที่ให้สาร 10 กรัม (a.i.) มีจำนวนกิ่งใหม่ต่อรอยตัดมากที่สุดคือ 9.3 กิ่ง และหลังให้สาร 8 สัปดาห์จนถึงสัปดาห์ที่ 16 พบว่าจำนวนกิ่งใหม่ต่อรอยตัดของแต่ละทรีทเมนต์มีจำนวนคงที่ (ภาพที่ 5)

ค่าความเขียวใบ

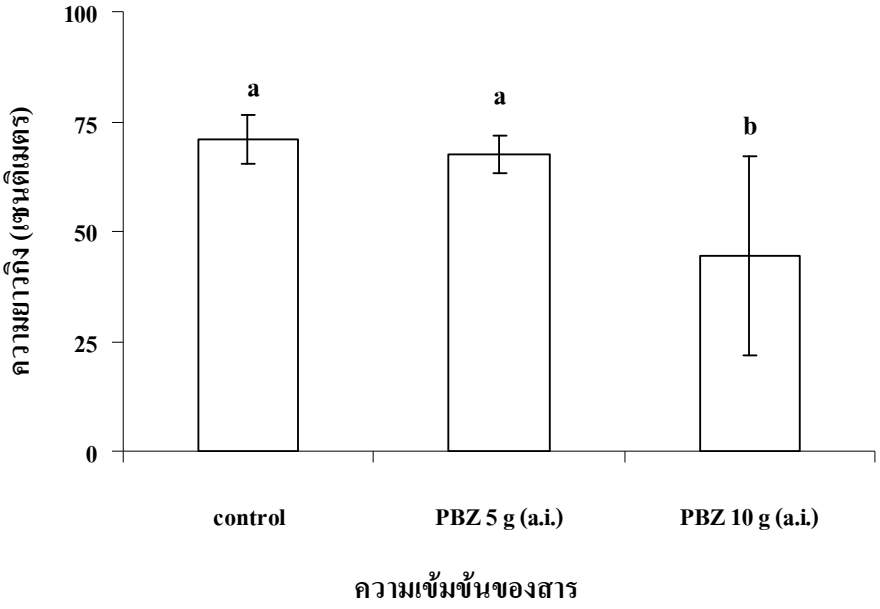
ไม่พบความแตกต่างของค่าความเขียวใบของประดู่บ้าน ระหว่างต้นที่ให้สารกับต้นที่ไม่ให้สาร (ตารางผนวกที่ 2) โดยต้นที่ไม่ให้สารมีค่าความเขียวใบเฉลี่ย 39.7 SPAD UNIT สำหรับต้นที่ให้สาร 5 และ 10 กรัม (a.i.) มีค่าความเขียวใบเฉลี่ย 50.9 และ 43.8 SPAD UNIT ตามลำดับ (ภาพที่ 6)

ขนาดใบ

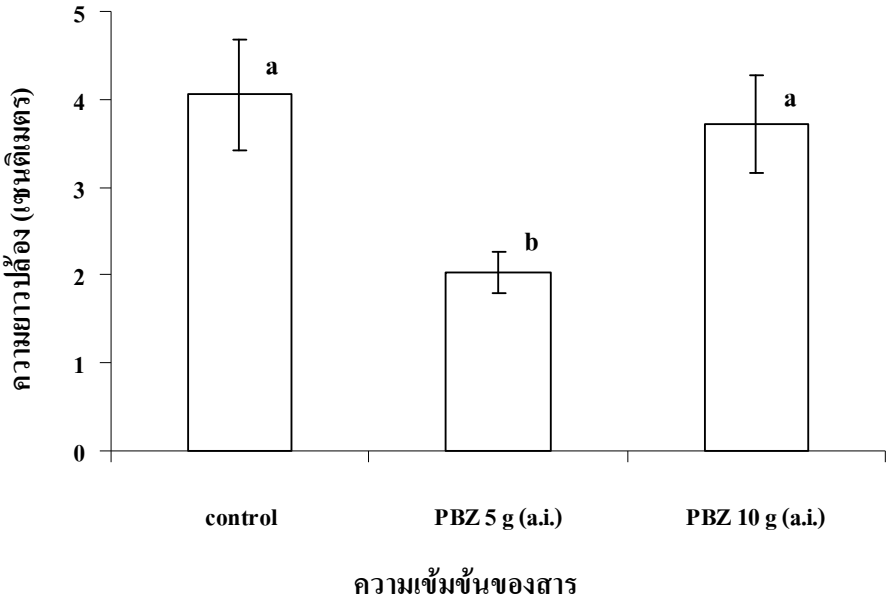
หลังให้สารแก่ต้นประดู่บ้านเป็นเวลา 6 เดือน ไม่พบความแตกต่างของพื้นที่ใบประกอบระหว่างต้นที่ให้สารกับต้นที่ไม่ให้สาร (ตารางผนวกที่ 2) แต่พบว่าต้นที่ให้สารระดับความเข้มข้น 10 กรัม (a.i.) มีพื้นที่ใบประกอบน้อยที่สุด คือ 34.8 ตารางเซนติเมตร สำหรับต้นที่ให้สารระดับความเข้มข้น 5 กรัม (a.i.) และต้นที่ไม่ให้สารมีพื้นที่ใบประกอบ 40.6 และ 40.0 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 7)



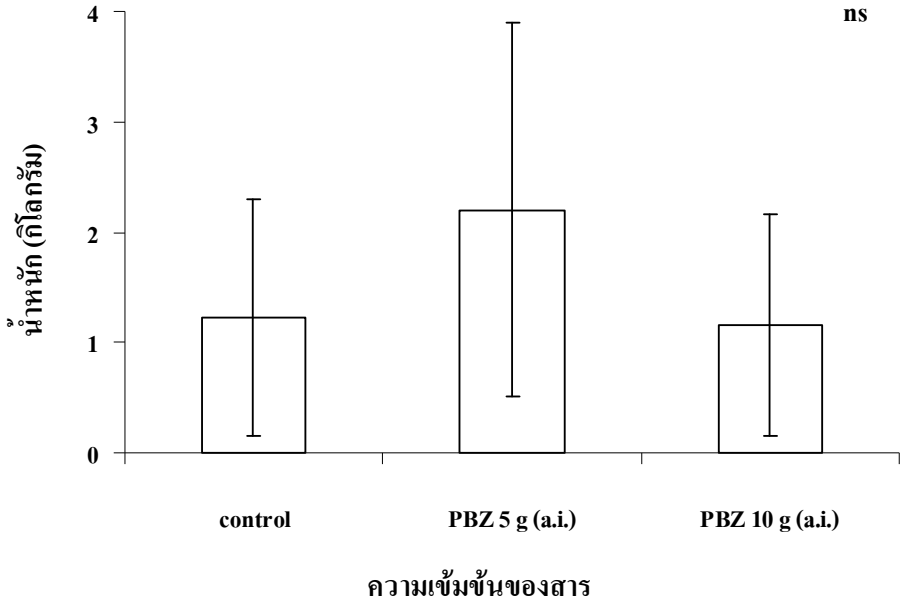
ภาพที่ 1 ความสูงที่เพิ่มขึ้นของต้นประดู่บ้าน (±SD) หลังไม่ให้สารและให้สารพาโคลบิวทราโซล เป็นเวลา 6 เดือน (ns ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ)



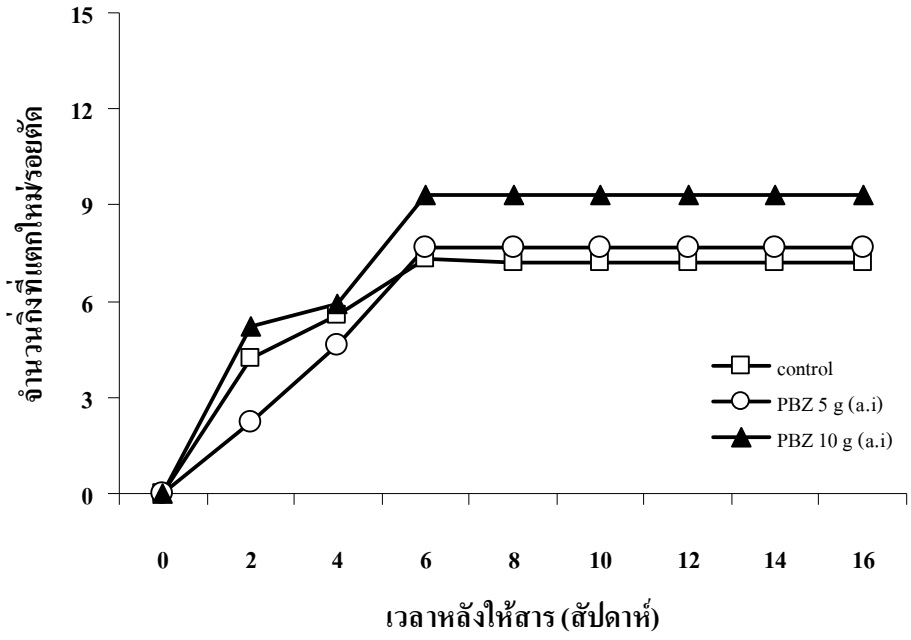
ภาพที่ 2 ความยาวของกิ่งประดู่บ้าน (±SD) หลังไม่ให้สารและให้สารพาโคลบิวทราโซลเป็นเวลา 6 เดือน (a และ b มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test)



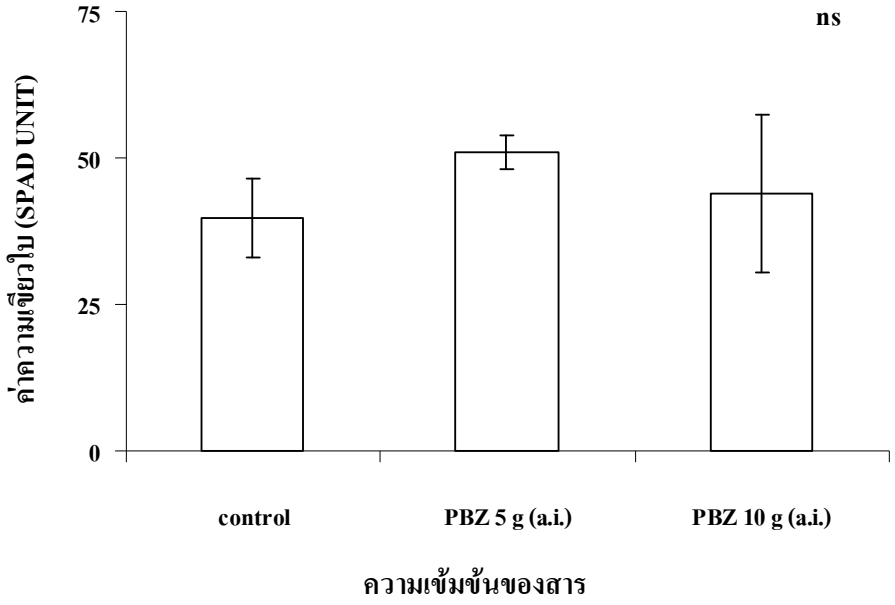
ภาพที่ 3 ความยาวของปล้องประดู่บ้าน (±SD) หลังไม่ให้สารและให้สารพาโคลบิวทราโซล เป็นเวลา 6 เดือน (a และ b มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test)



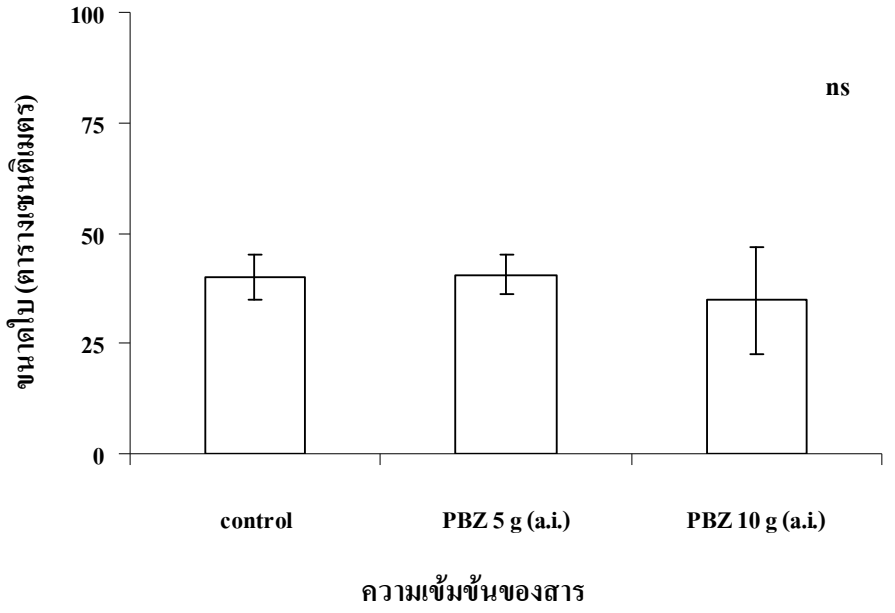
ภาพที่ 4 น้ำหนักกิ่งประดู่บ้านทั้งหมดจากรอยตัดที่ทำเครื่องหมายไว้ (±SD) หลังไม่ให้สารและให้สารพาโคลบิวทราโซลเป็นเวลา 6 เดือน (ns ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ)



ภาพที่ 5 จำนวนกิ่งประดู่ที่แตกใหม่ต่อรอยตัดหลังให้สารพาโคลบิวทราโซลในแต่ละสัปดาห์



ภาพที่ 6 ค่าความเขียวใบของประดู่บ้าน (±SD) หลังไม่ให้สารและให้สารพาโคลบิวทราโซลเป็นเวลา 6 เดือน (ns ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ)



ภาพที่ 7 ขนาดใบย่อยของประดู่บ้าน (±SD) หลังไม่ให้สารและให้สารพาโคลบิวทราโซลเป็นเวลา 6 เดือน (ns ไม่แตกต่างทางสถิติ)

การทดลองที่ 2 ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการให้สารพาโคลบิวทราโซลเพื่อควบคุมขนาดทรงพุ่มของต้นประดู่บ้าน

ผลการทดลองช่วงที่ 1

จำนวนกิ่งใหม่ต่อรอยตัด

นับจำนวนกิ่งที่แตกใหม่ต่อรอยตัดโดยเริ่มนับหลังจากให้สารแล้ว 1 สัปดาห์ พบว่าในสัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 3 นั้นการให้สารพาโคลบิวทราโซล 10 กรัม (a.i.) ก่อนการตัดแต่ง มีจำนวนกิ่งใหม่ต่อรอยตัดมากกว่าในทรีทเมนต์อื่น ๆ แต่ไม่พบความแตกต่างของจำนวนกิ่งใหม่ต่อรอยตัดระหว่าง 3 ทรีทเมนต์ ซึ่งตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 จนถึงสัปดาห์ที่ 11 พบว่ากิ่งที่แตกใหม่มีจำนวนคงที่ในทุกทรีทเมนต์ โดยในสัปดาห์ที่ 11 พบว่าการให้สาร 10 กรัม (a.i.) ก่อนการตัดแต่ง มีจำนวนกิ่งที่แตกใหม่ต่อรอยตัดมากที่สุด คือ 4.2 กิ่งต่อรอยตัด ส่วนการให้สารพร้อมตัดแต่ง และตัดแต่งแต่ไม่ให้สาร มีจำนวนกิ่งใหม่ต่อรอยตัด 3.7 และ 3.6 กิ่งต่อรอยตัด ตามลำดับ (ภาพที่ 8)

ความสูงต้นที่เพิ่มขึ้น

วัดความสูงของต้นประดู่บ้านหลังการให้สารพาโคลบิวทราโซลเป็นเวลา 4 เดือน พบว่าความสูงที่เพิ่มขึ้นของต้นที่ได้รับสารทุกช่วงเวลามีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ตัดแต่งแต่ไม่ให้สาร และพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งระหว่างต้นที่ตัดแต่งแต่ไม่ให้สารกับต้นที่ให้สารในทุกช่วงเวลา (ตารางผนวกที่ 3) โดยต้นที่ตัดแต่งแต่ไม่ให้สารมีความสูงต้นเพิ่มขึ้น 15.2 เปอร์เซ็นต์ ต้นที่ให้สารก่อนตัดแต่ง 1 เดือน ให้สารพร้อมตัดแต่ง และให้สารหลังตัดแต่ง 1 เดือน มีความสูงเพิ่มขึ้น 2.8, 3.2 และ 2.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 9)

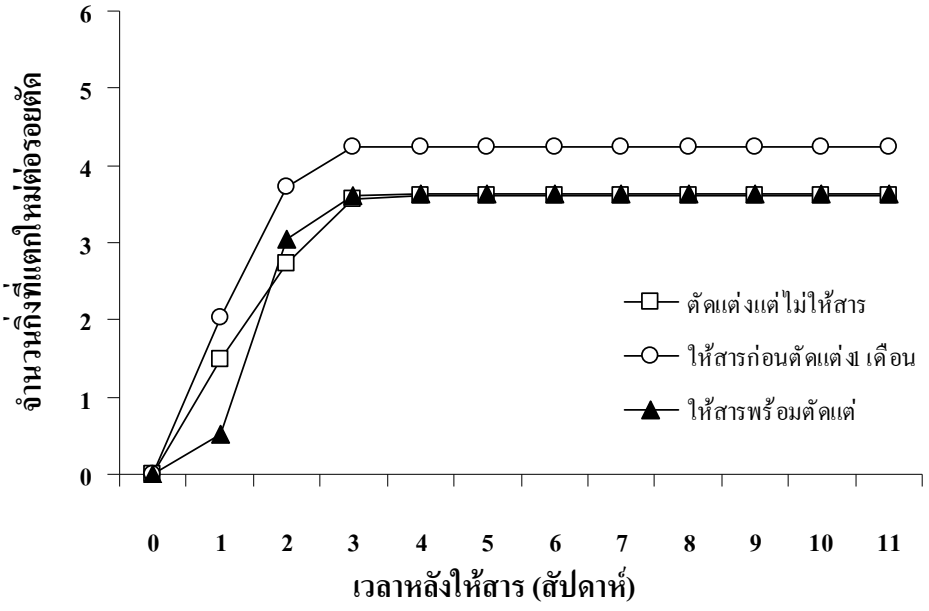
ความกว้างทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้น

หลังการให้สารพาโคลบิวทราโซลเป็นเวลา 4 เดือน พบว่าความกว้างทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้นของต้นที่ได้รับสารทุกช่วงเวลามีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ตัดแต่งแต่ไม่ให้สาร และพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งระหว่างต้นที่ตัดแต่งแต่ไม่ให้สารกับต้นที่ให้สารในทุกช่วงเวลา (ตารางผนวกที่ 3) โดยต้นที่ตัดแต่งแต่ไม่ให้สารมีความกว้างทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้น 52.1 เปอร์เซ็นต์ ต้นที่

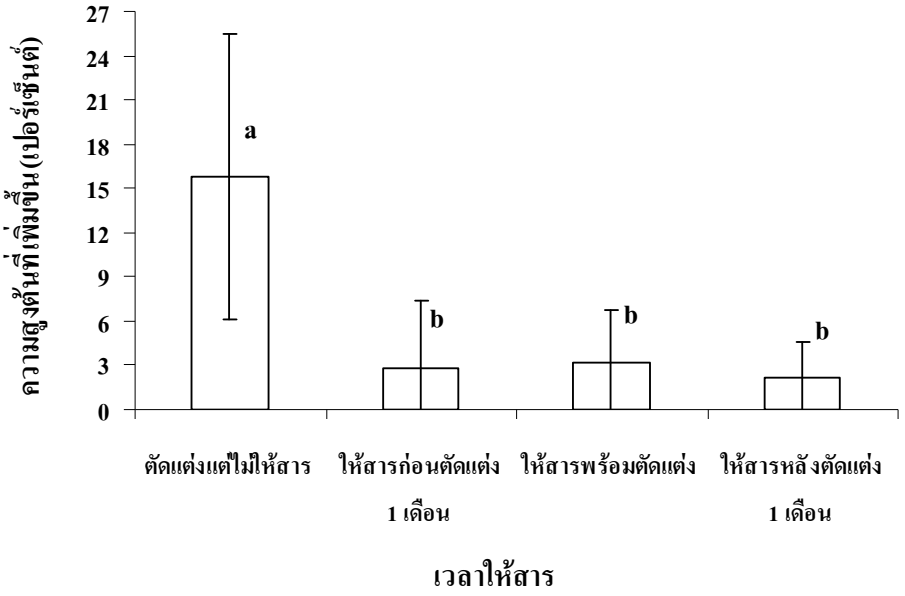
ให้สารก่อนตัดแต่ง 1 เดือน ให้สารพร้อมตัดแต่ง และให้สารหลังตัดแต่ง 1 เดือน มีความกว้างเพิ่มขึ้น 15.6, 25.1 และ 18.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 10)

ความยาวปล้อง

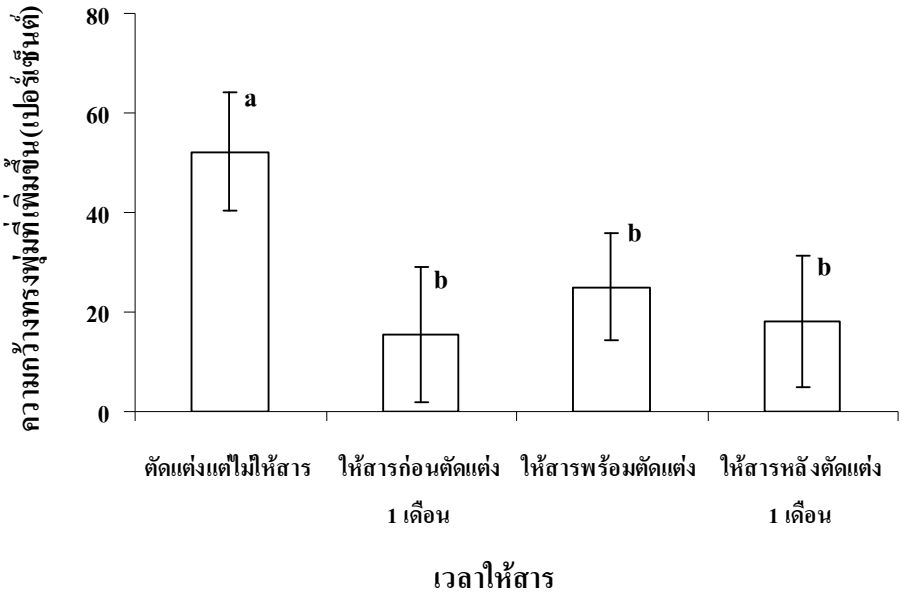
วัดความยาวปล้องหลังให้สาร 4 สัปดาห์ โดยวัดทุกสัปดาห์เป็นเวลา 5 สัปดาห์ (จนถึงสัปดาห์ที่ 9) โดยในสัปดาห์ที่ 4-8 หลังให้สารพบว่าค่าความยาวปล้องของกิ่งจากต้นที่ให้สารความเข้มข้น 10 กรัม (a.i.) ก่อนตัดแต่ง พร้อมตัดแต่ง และตัดแต่งแต่ไม่ได้ให้สารมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ในสัปดาห์ที่ 9 พบว่าความยาวปล้องของกิ่งจากต้นที่ให้สารก่อนตัดแต่งมีค่าน้อยที่สุดคือ 3.2 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับสองทรีทเมนต์ แต่ในทั้งสองทรีทเมนต์หลังมีค่าไม่แตกต่างกัน (ตารางผนวกที่ 3) โดยกิ่งจากต้นที่ให้สารพร้อมตัดแต่ง และตัดแต่งแต่ไม่ให้สารมีความยาวปล้อง 4.0 และ 5.2 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 11)



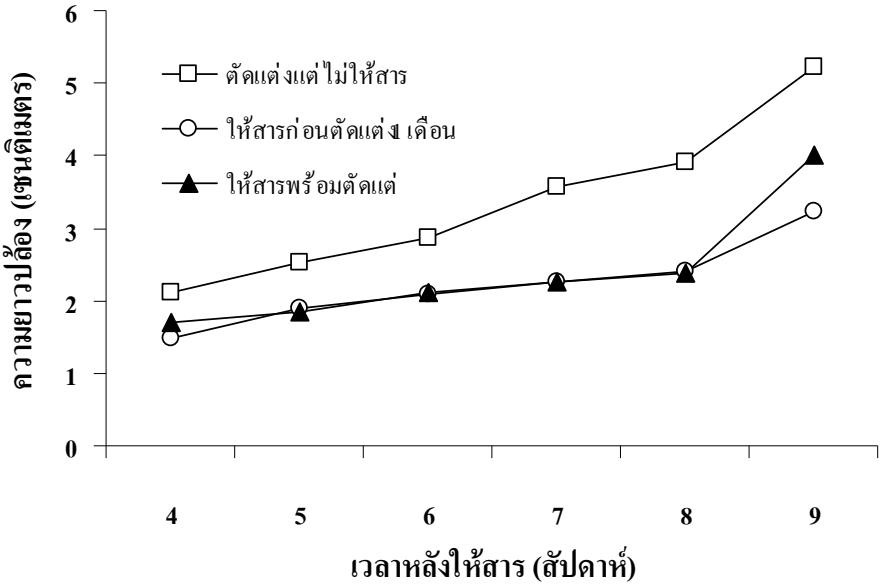
ภาพที่ 8 จำนวนกิ่งที่แตกใหม่ของประดู่บ้านในแต่ละรอยตัดหลังการให้สารพาโคลบิวทราโซลในแต่ละสัปดาห์ เป็นเวลา 11 สัปดาห์ (ต้นที่ให้สารพาโคลบิวทราโซลหลังตัดแต่ง 1 เดือนไม่มีกิ่งที่แตกใหม่)



ภาพที่ 9 ความสูงของต้นประดู่บ้านที่เพิ่มขึ้น (±SD) หลังการให้สารพาโคลบิวทราโซลในช่วงเวลาต่าง ๆ เป็นเวลา 5 เดือน (a และ b มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test)



ภาพที่ 10 ความกว้างทรงพุ่มของต้นประดู่บ้านที่เพิ่มขึ้น (±SD) หลังการให้สารพาโคลบิวทราโซล ในช่วงเวลาต่าง ๆ เป็นเวลา 5 เดือน (a และ b มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test)



ภาพที่ 11 ความยาวปล้องของประดู่บ้านหลังการให้สารพาโคลบิวทราโซลในแต่ละสัปดาห์ เป็นเวลา 9 สัปดาห์ (ต้นที่ให้สารพาโคลบิวทราโซลหลังตัดแต่ง 1 เดือนไม่มีกิ่งที่แตกใหม่)

ผลการทดลองช่วงที่ 2 (หลังให้สารพาโคลบิวทราโซลเป็นเวลา 11 เดือน)

ความสูงต้นที่เพิ่มขึ้น

หลังจากต้นประดู่ผลัดใบในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2550 – ต้นเดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ทำการวัดความสูงอีกครั้ง โดยวัดความสูงต้นเริ่มต้นในเดือนกุมภาพันธ์ และวัดอีกครั้งกลางเดือนมิถุนายน 2551 พบว่าความสูงต้นที่เพิ่มขึ้นของต้นประดู่บ้านที่ได้รับสารทุกช่วงเวลามีค่ามากกว่าต้นที่ตัดแต่งแต่ไม่ให้สาร โดยต้นที่ตัดแต่งแต่ไม่ให้สารมีความสูงต้นเพิ่มขึ้น 2.9 เปอร์เซ็นต์ ต้นที่ให้สารก่อนตัดแต่ง 1 เดือน ให้สารพร้อมตัดแต่ง และให้สารหลังตัดแต่ง1 เดือน มีความสูงเพิ่มขึ้น 12.3, 13.1 และ 6.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 12) และพบว่ามีค่าแตกต่างทางสถิติระหว่างต้นที่ให้สารพร้อมการตัดแต่งและต้นที่ไม่ให้สาร (ตารางผนวกที่ 4)

ความกว้างทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้น

วัดความกว้างทรงพุ่มของต้นประดู่บ้านเช่นเดียวกับวัดความสูงต้น พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญระหว่างต้นที่ตัดแต่งแต่ไม่ให้สารกับต้นที่ให้สารในทุกทรีทเมนต์ (ตารางผนวกที่ 4) โดยความกว้างทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้นของต้นที่ได้รับสารทุกทรีทเมนต์มีค่าสูงกว่าต้นที่ตัดแต่งแต่ไม่ให้สาร โดยต้นที่ตัดแต่งแต่ไม่ให้สารมีความกว้างทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้น 15.1 เปอร์เซ็นต์ ต้นที่ให้สารก่อนตัดแต่ง 1 เดือน ให้สารพร้อมตัดแต่ง และให้สารหลังตัดแต่ง1 เดือน มีความกว้างทรงพุ่มเพิ่มขึ้น 48.4 35.8 และ 34.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 13)

ความยาวกิ่ง

วัดความยาวกิ่งของประดู่บ้าน พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญระหว่างต้นที่ตัดแต่งแต่ไม่ให้สารกับต้นที่ให้สารในทุกทรีทเมนต์ (ตารางผนวกที่ 4) โดยความยาวกิ่งเฉลี่ยของต้นที่ได้รับสารทุกช่วงเวลามีค่าน้อยกว่าต้นที่ตัดแต่งแต่ไม่ให้สาร โดยต้นที่ตัดแต่งแต่ไม่ให้สารมีความยาวกิ่งเฉลี่ย 100.6 เซนติเมตร ต้นที่ให้สารก่อนตัดแต่ง 1 เดือน ให้สารพร้อมตัดแต่ง และให้สารหลังตัดแต่ง 1 เดือน มีความยาวกิ่งเฉลี่ย 38.2 57.4 และ 50.2 เซนติเมตร ตามลำดับ
(ภาพที่ 14)

ความยาวปล้อง

วัดความยาวปล้องของประดู่บ้านเช่นเดียวกับวัดความยาวกิ่ง พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างต้นที่ตัดแต่งแต่ไม่ให้สารกับต้นที่ให้สารทุกทรีทเมนต์ (ตารางผนวกที่ 4) โดยต้นที่ตัดแต่งแต่ไม่ให้สารมีความยาวปล้องเฉลี่ย 3.7 เซนติเมตร ซึ่งมากกว่าต้นที่ได้รับสารทุกทรีทเมนต์ โดยต้นที่ให้สารก่อนตัดแต่ง 1 เดือน ให้สารพร้อมตัดแต่ง และให้สารหลังตัดแต่ง1 เดือน มีค่าความยาวปล้องเฉลี่ย 2.9, 3.0 และ 3.3 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 15)

น้ำหนักกิ่งรวมของกิ่งที่แตกใหม่ทั้งหมด

ชั่งน้ำหนักกิ่งที่แตกใหม่ทั้งหมด พบว่าน้ำหนักกิ่งของทุกทรีทเมนต์มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 5) แต่น้ำหนักกิ่งของต้นที่ตัดแต่งแต่ไม่ให้สารมีค่าสูงที่สุดคือ4.0 กิโลกรัม

น้ำหนักกิ่งของต้นที่ให้สารก่อนตัดแต่ง 1 เดือน ให้สารพร้อมตัดแต่ง และให้สารหลังตัดแต่ง 1 เดือน มีค่า 3.3, 3.0 และ 2.8 กิโลกรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 16)

ขนาดใบ

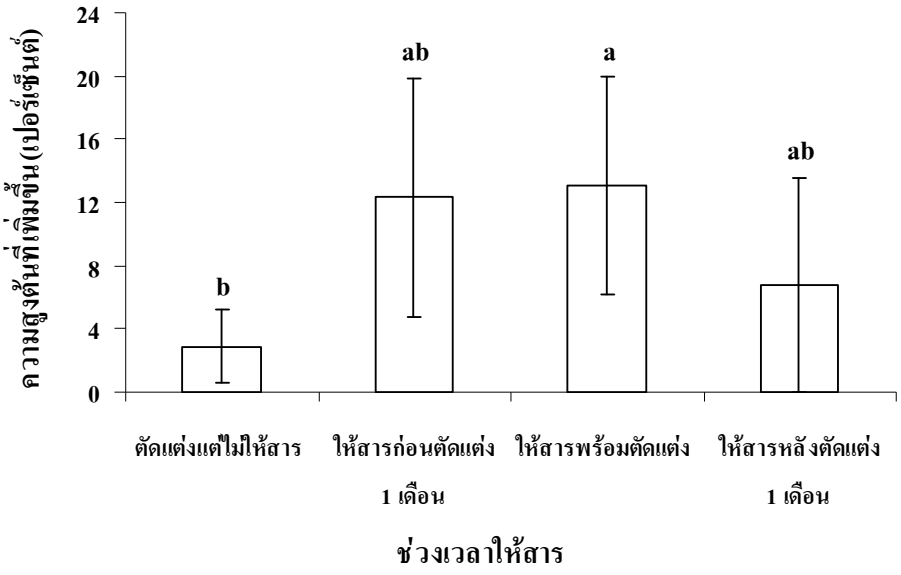
พบว่าต้นที่ให้สารก่อนตัดแต่ง 1 เดือนมีขนาดใบน้อยที่สุด คือ26.0 ตารางเซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างจากต้นที่ให้สารหลังตัดแต่ง 1 เดือน และตัดแต่งแต่ไม่ให้สาร ซึ่งมีขนาดใบ 28.0 และ 35.4 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับขนาดใบของต้นที่ให้สารพร้อมตัดแต่งมีค่ามากที่สุด คือ 38.4 ตารางเซนติเมตร แต่พบว่ามีค่าไม่แตกต่างทางสถิติจากต้นที่ตัดแต่งแต่ไม่ให้สาร (ภาพที่ 17 และตารางผนวกที่ 6)

ค่าความเขียวใบ

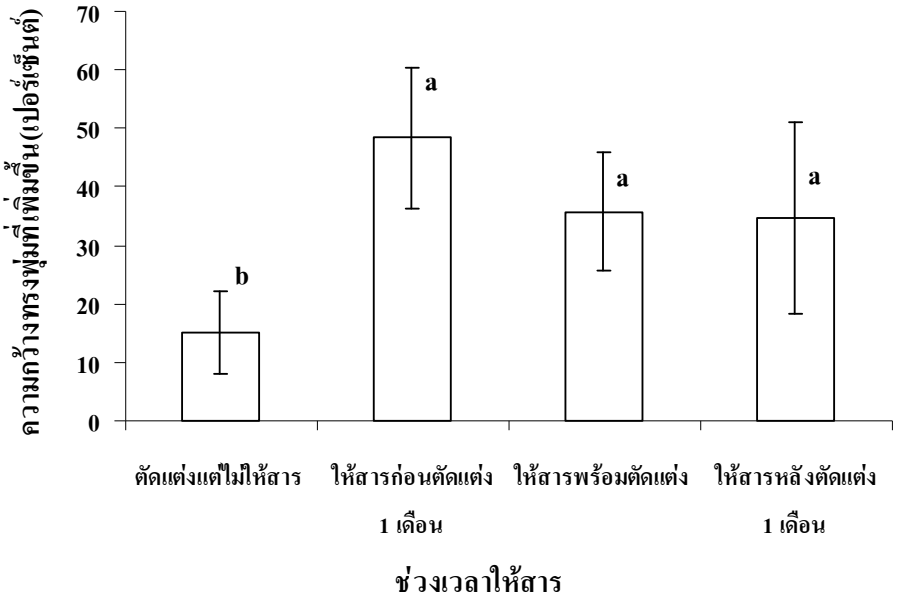
พบใบจากต้นที่ให้สารก่อนตัดแต่ง 1 เดือนมีค่าความเขียวมากที่สุด คือ 52.1 SPAD UNIT แต่พบว่าไม่แตกต่างทางสถิติระหว่างค่าความเขียวใบจากต้นที่ให้สารหลังตัดแต่ง 1 เดือน และต้นที่ให้สารพร้อมตัดแต่ง ซึ่งมีค่า 50.8 และ 49.6 SPAD UNIT ตามลำดับ ส่วนใบจากต้นที่ตัดแต่งแต่ไม่ให้สารมีค่าความเขียวน้อยที่สุด คือ 42.6 SPAD UNIT ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับใบจากต้นที่ให้สารก่อนตัดแต่ง 1 เดือน แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของทั้งสองทรีทเมนต์ที่กล่าวมา (ภาพที่ 18 และตารางผนวกที่ 6)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด

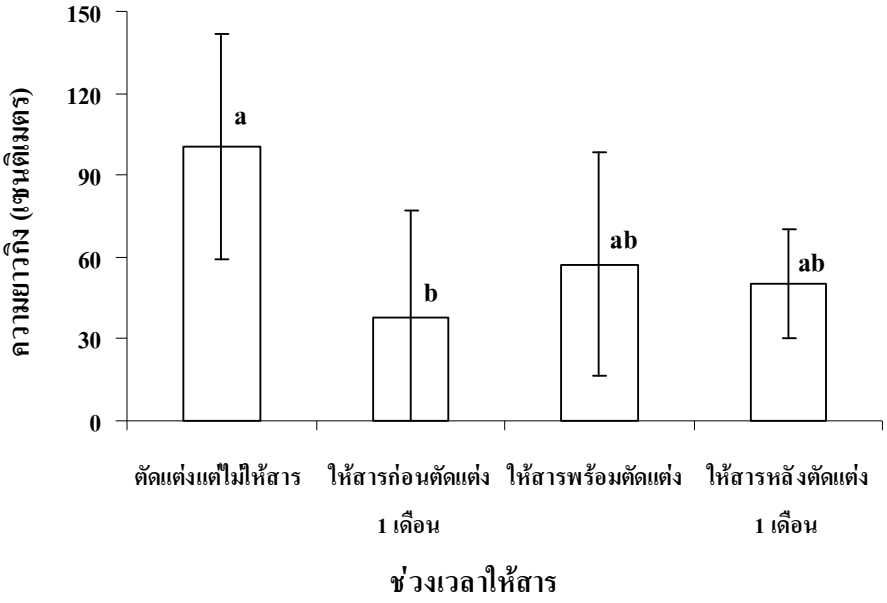
เมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการหาปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดจากใบที่วัดค่าความเขียวใบในข้างต้นของแต่ละทรีทเมนต์ พบว่าใบจากต้นที่ให้สารก่อนตัดแต่ง 1 เดือนมีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดมากที่สุด รองลงมาคือใบจากต้นให้สารหลังตัดแต่ง 1 เดือน คือมีค่า 7.0 และ 5.9 มิลลิกรัมต่อตารางเดซิเมตร และไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างทั้งสองทรีทเมนต์ ส่วนใบจากต้นที่ให้สารพร้อมตัดแต่งมีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด 5.6 มิลลิกรัมต่อตารางเดซิเมตร ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างจากทรีทเมนต์ที่ให้สารหลังตัดแต่ง และต้นที่ไม่ให้สารซึ่งมีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ในใบน้อยที่สุดคือ 4.5 มิลลิกรัมต่อตารางเดซิเมตร (ภาพที่ 19 และตารางผนวกที่ 6)



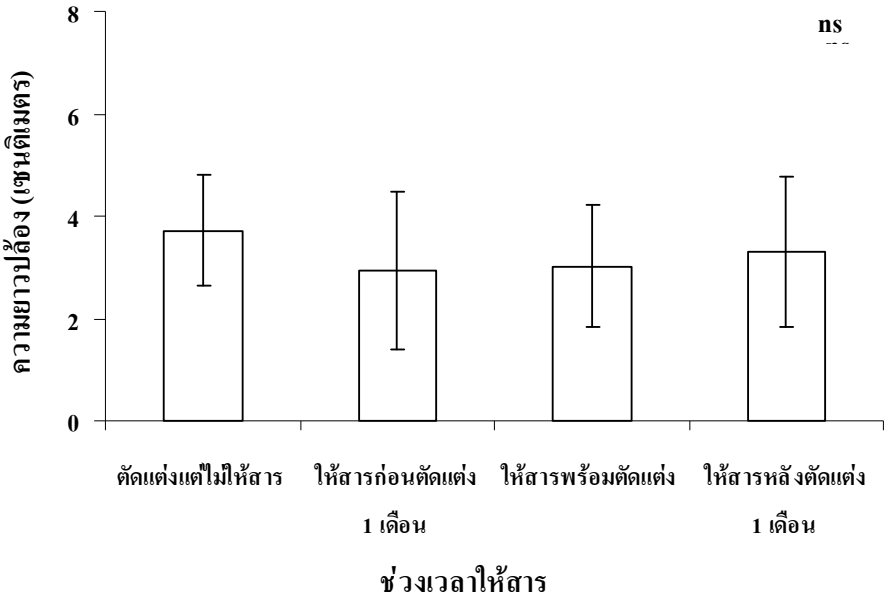
ภาพที่ 12 ความสูงของต้นประดู่บ้านที่เพิ่มขึ้น (±SD) หลังให้สารพาโคลบิวทราโซลในช่วงเวลาต่าง ๆ เป็นเวลา 11 เดือน (a และ b มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test)



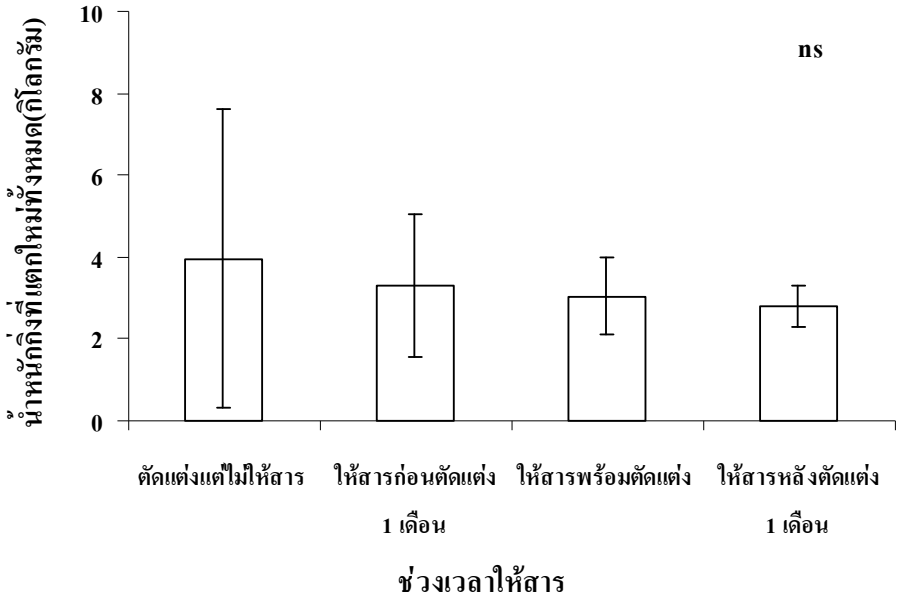
ภาพที่ 13 ความกว้างทรงพุ่มของต้นประดู่บ้านที่เพิ่มขึ้น (±SD) หลังให้สารพาโคลบิวทราโซลในช่วงเวลาต่าง ๆ เป็นเวลา 11 เดือน (a และ b มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test)



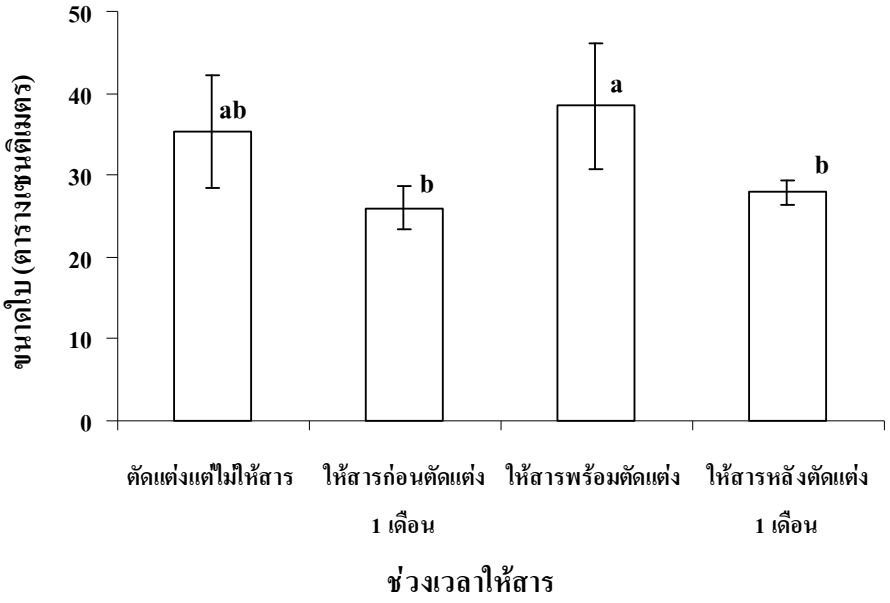
ภาพที่ 14 ความยาวกิ่งของประดู่บ้าน (±SD) หลังให้สารพาโคลบิวทราโซลในช่วงเวลาต่าง ๆ เป็นเวลา 11 เดือน (a และ b มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test)



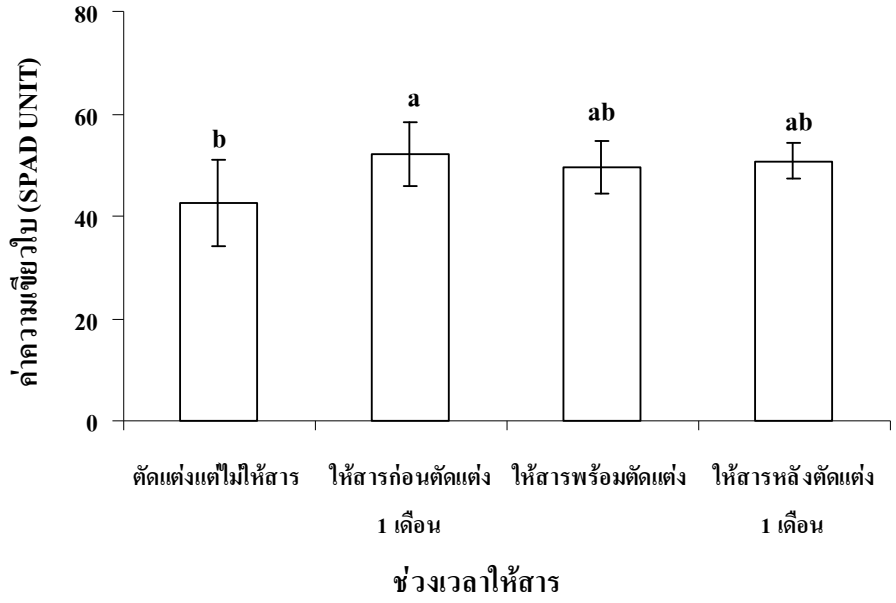
ภาพที่ 15 ความยาวของปล้องประดู่บ้าน(±SD) หลังให้สารพาโคลบิวทราโซลในช่วงเวลาต่าง ๆ เป็นเวลา 11 เดือน (ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ)



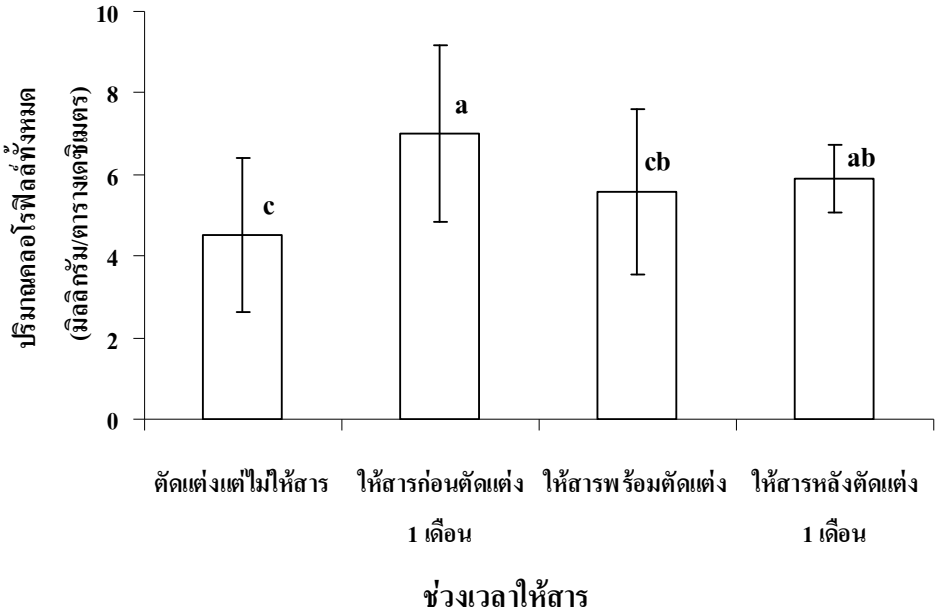
ภาพที่ 16 น้ำหนักกิ่งประดู่บ้านทั้งหมดจากรอยตัดที่ทำเครื่องหมายไว้ (±SD) ของต้นที่ให้สารในช่วงเวลาต่าง ๆ (ชั่งน้ำหนักในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2551) (ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ)



ภาพที่ 17 ขนาดใบประดู่บ้าน (±SD) หลังให้สารพาโคลบิวทราโซลในช่วงเวลาต่าง ๆ เป็นเวลา 11 เดือน (a และ b มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test)



ภาพที่ 18 ค่าความเขียวใบประดู่บ้าน (±SD) หลังให้สารพาโคลบิวทราโซลในช่วงเวลาต่าง ๆ เป็นเวลา 11 เดือน (a และ b มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test)



ภาพที่ 19 ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในใบประดู่บ้าน (±SD) หลังให้สารพาโคลบิวทราโซลในช่วงเวลาต่าง ๆ เป็นเวลา 11 เดือน (a b และ c มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test)

การทดลองที่ 3 ศึกษาจำนวนครั้งของการให้สารพาโคลบิวทราโซล ต่อการเจริญเติบโต การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายวิภาคของใบ และลักษณะทางสรีรวิทยาบางประการของต้นประดู่บ้าน

ความสูงต้นที่เพิ่มขึ้น

วัดความสูงของต้นประดู่บ้านในทุกทรีทเมนต์หลังการให้สารพาโคลบิวทราโซล 10 กรัม (a.i.) ครั้งที่ 2 เป็นเวลา 2 เดือน โดยเริ่มวัดความสูงเริ่มต้นตั้งแต่เดือนมีนาคม พ.ศ. 2551 และเริ่มวัดความสูงที่เพิ่มขึ้นอีกครั้งในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2551 จนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2551 พบว่าความสูงที่เพิ่มขึ้นของต้นประดู่ที่ให้สาร 1 และ 2 ครั้งในแต่ละเดือนมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับต้นที่ไม่ให้สาร (ตารางผนวกที่ 7) โดยในเดือนพฤศจิกายนซึ่งเป็นครั้งสุดท้ายของการเก็บข้อมูลพบว่าต้นที่ให้สาร 10 กรัม (a.i.) 1 และ 2 ครั้ง มีความสูงต้นเพิ่มขึ้น 23.8 และ 31.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนต้นที่ไม่ให้สารมีความสูงต้นเพิ่มขึ้น 28.7 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 20)

ความกว้างทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้น

วัดความกว้างทรงพุ่มของต้นประดู่บ้านในทุกทรีทเมนต์หลังการให้สารพาโคลบิวทราโซล 10 กรัม (a.i.) ครั้งที่ 2 เป็นเวลานาน 2 เดือน โดยเริ่มวัดความกว้างทรงพุ่มเริ่มต้นตั้งแต่เดือนมีนาคม พ.ศ. 2551 และเริ่มวัดความสูงที่เพิ่มขึ้นอีกครั้งในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2551 จนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2551 พบว่าความกว้างทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้นของต้นประดู่ที่ให้สาร 1 และ 2 ครั้งในแต่ละเดือนมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับต้นที่ไม่ได้รับสาร (ตารางผนวกที่ 7) โดยในเดือนพฤศจิกายนซึ่งเป็นครั้งสุดท้ายของการเก็บข้อมูลพบว่าต้นที่ให้สาร 10 กรัม (a.i.) 1 และ 2 ครั้ง มีความกว้างทรงพุ่มเพิ่มขึ้น 41.1 และ 39.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนต้นที่ไม่ให้สารมีความกว้างทรงพุ่มเพิ่มขึ้น 43.9 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 21)

จำนวนกิ่งที่แตกใหม่/รอยตัด

นับจำนวนกิ่งที่แตกใหม่ในแต่ละรอยตัดของประดู่บ้านในทุกทรีทเมนต์ หลังการให้สารพาโคลบิวทราโซล โดยเริ่มนับตั้งแต่เริ่มแตกกิ่งในเดือนเมษายน พ.ศ. 2551 จนถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 ในครั้งสุดท้ายของการนับพบว่าจำนวนกิ่งเฉลี่ยต่อรอยตัดระหว่างต้นที่ให้สาร 10 กรัม (a.i.) 1 และ 2 ครั้ง กับต้นที่ไม่ให้สารมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ(ตารางผนวกที่ 8) ซึ่งต้นที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซล 10 กรัม (a.i.) 1 ครั้งมีจำนวนกิ่งใหม่เฉลี่ยต่อรอยตัดมากที่สุดคือ 12.1 กิ่งต่อรอยตัด รองลงมาคือต้นที่ให้สาร 10 กรัม (a.i.) 2 ครั้ง และต้นที่ไม่ให้สาร คือมีจำนวนกิ่งใหม่ต่อรอยตัด 9.7 และ 8.4 กิ่งต่อรอยตัด ตามลำดับ (ภาพที่ 22)

ความยาวกิ่ง

วัดความยาวกิ่งประดู่บ้านที่สุ่มมาหลังจากให้สารพาโคลบิวทราโซล 10 กรัม (a.i.) 2 ครั้ง เป็นเวลา 2 เดือน โดยเริ่มวัดทุกเดือนตั้งแต่เดือนพฤษภาคมจนถึงเดือนตุลาคม พศ. 2551 และเมื่อสิ้นสุดการทดลองในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2551 ทำการตัดกิ่งที่แตกใหม่ทั้งหมดในแต่ละรอยตัดเพื่อนำมาวัดความยาวกิ่งของทุกกิ่ง ซึ่งพบว่าค่าความยาวของกิ่งประดู่บ้านที่วัดในเดือนพฤษภาคมจนถึงเดือนตุลาคมระหว่างต้นที่ให้สาร 10 กรัม (a.i.) 1 และ 2 ครั้ง กับต้นที่ไม่ให้สารมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 23 และตารางผนวกที่ 9) ส่วนในเดือนพฤศจิกายนซึ่งเป็นการวัดผลครั้งสุดท้าย พบว่าความยาวของกิ่งระหว่างต้นที่ให้สาร 10 กรัม (a.i.) จำนวน 1 และ 2 ครั้งกับต้นที่ไม่ให้สารมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ภาพที่ 26 และตารางผนวกที่ 10) โดยต้นที่ให้สาร 10

กรัม (a.i.) 1 และ 2 ครั้ง มีความยาวกิ่งเฉลี่ย 88.0 และ 123.6 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนต้นที่ไม่ให้สารมีความยาวกิ่งเฉลี่ย 157.4 เซนติเมตร (ภาพที่ 24 และตารางผนวกที่ 9)

ความยาวปล้อง

วัดความยาวปล้องในครั้งสุดท้ายของการเก็บข้อมูล พบว่าไม่มีความแตกต่างของความยาวปล้องเฉลี่ยระหว่างต้นที่ให้สาร 1 และ 2 ครั้งกับต้นที่ไม่ให้สาร (ตารางผนวกที่ 10) โดยต้นที่ไม่ให้สารมีความยาวปล้องเฉลี่ย 5.8 เซนติเมตร ต้นที่ให้สาร 10 กรัม (a.i.) 1 และ 2 ครั้ง มีความยาวปล้องเฉลี่ย 4.9 และ 5.7 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 25)

น้ำหนักรวมของกิ่งที่แตกใหม่

ชั่งน้ำหนักกิ่งที่แตกใหม่ทั้งหมดจากรอยตัดที่ทำเครื่องหมายไว้ในครั้งสุดท้ายของการเก็บผล พบว่าน้ำหนักกิ่งทั้งหมดของทุกทรีทเมนต์มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 10) แต่น้ำหนักกิ่งของต้นที่ไม่ให้สารมีค่ามากที่สุดคือ 17.3 กิโลกรัม น้ำหนักกิ่งของต้นที่ให้สาร 10 กรัม (a.i.) 1 และ 2 ครั้ง มีค่า 10.3 และ 13.4 กิโลกรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 27)

ความยาวก้านใบย่อย

วัดความยาวของก้านใบย่อยในครั้งสุดท้ายของการเก็บผล พบว่าไม่มีความแตกต่างของความยาวของก้านใบย่อยระหว่างต้นที่ได้รับสาร 1 และ 2 ครั้งกับต้นที่ไม่ให้สาร (ตารางผนวกที่ 10) โดยความยาวก้านใบย่อยเฉลี่ยของต้นที่ให้สาร10 กรัม (a.i.) 1 และ 2 ครั้ง และต้นที่ไม่ได้รับสารมีค่าเฉลี่ยที่เท่ากันคือ 0.6 เซนติเมตร (ภาพที่ 28)

ขนาดใบ

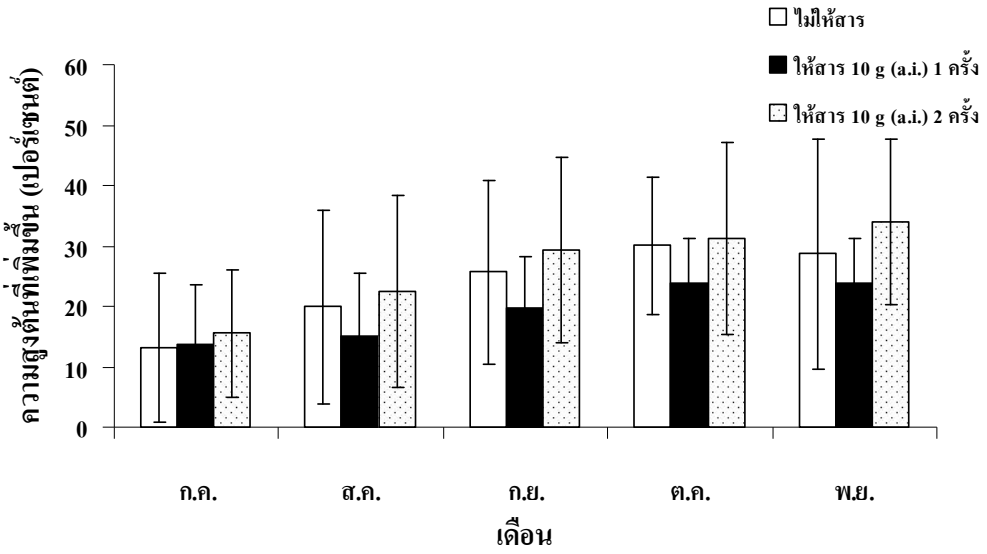
วัดขนาดใบของประดู่บ้านในครั้งสุดท้ายของการเก็บผล พบว่าไม่มีความแตกต่างของขนาดใบระหว่างต้นที่ให้รับสาร 1 และ 2 ครั้งกับต้นที่ไม่ให้สาร (ตารางผนวกที่ 10) โดยต้นที่ให้สาร 10 กรัม (a.i.) 1 และ 2 ครั้ง มีขนาดใบ 41.5 และ 42.4 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนต้นที่ไม่ให้สารมีขนาดใบ 44.8 ตารางเซนติเมตร (ภาพที่ 29 และ 32)

ค่าความเขียวใบ

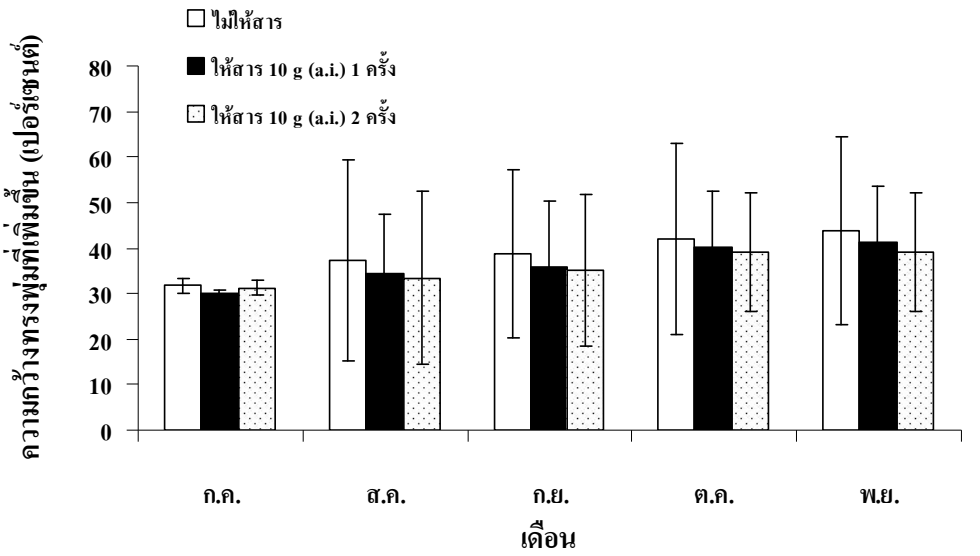
วัดค่าความเขียวใบของประดู่บ้านหลังจากให้สารพาโคลบิวทราโซล 10 กรัม (a.i.) 2 ครั้ง โดยสุ่มใบมาวัดทุกเดือนตั้งแต่เดือนกรกฎาคมจนถึงเดือนกันยายน และวัดอีกครั้งในเดือนพฤศจิกายน ซึ่งจากการวัดค่าความเขียวของใบประดู่บ้านในทุกเดือนนั้นไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างต้นที่ให้สาร 1 และ 2 ครั้ง กับต้นที่ไม่ได้ให้สาร (ตารางผนวกที่ 11) โดยในเดือนพฤศจิกายน ซึ่งเป็นครั้งสุดท้ายที่วัดผล พบว่าใบจากต้นที่ไม่ได้รับสารมีค่าความเขียวใบ 37.1 SPAD UNIT ต้นที่ได้รับสาร10 กรัม (a.i.) 1 และ 2 ครั้ง มีค่าความเขียวใบ 38.4 และ 39.3 SPAD UNIT ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละทรีทเมนต์เช่นเดียวกัน (ภาพที่ 30 และ 32)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด

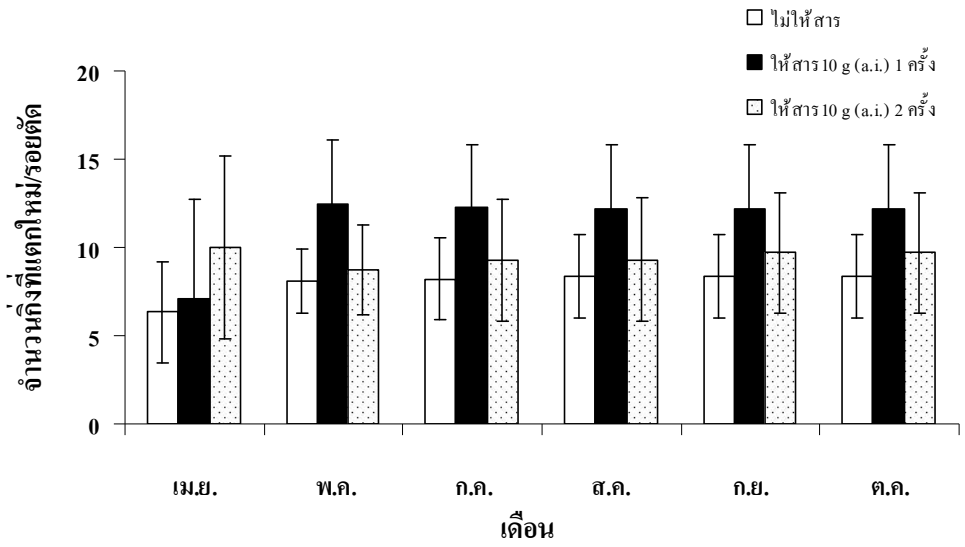
วัดปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของใบประดู่บ้านหลังจากให้สารพาโคลบิวทราโซลจำนวน 10 กรัม (a.i.) 2 ครั้ง โดยวัดทุกเดือนตั้งแต่เดือนกรกฎาคมจนถึงเดือนพฤศจิกายนเช่นเดียวกับการวัดค่าความเขียวใบ พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของประดู่บ้านที่วัดได้ในเดือนกรกฎาคมและเดือนสิงหาคมมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกทรีทเมนต์ แต่พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของต้นที่ให้สาร 1 และ 2 ครั้ง กับต้นที่ไม่ได้ให้สาร ที่วัดได้ในเดือนกันยายน และเดือนพฤศจิกายนมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวกที่ 11) โดยในเดือนพฤศจิกายนปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของต้นที่ให้สาร 1 และ 2 ครั้ง มีค่า 5.5 และ 4.1 มิลลิกรัมต่อตารางเดซิเมตร ตามลำดับ และมีค่าสูงกว่าต้นที่ไม่ได้ให้สารซึ่งมีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด 3.4 มิลลิกรัมต่อตารางเดซิเมตร (ภาพที่ 31)



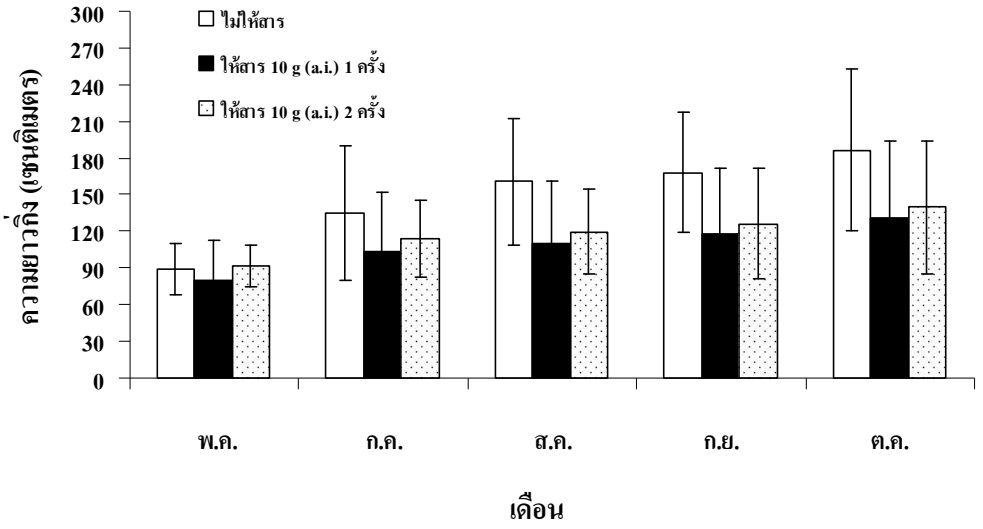
ภาพที่ 20 ความสูงต้นของประดู่บ้านที่เพิ่มขึ้นในแต่ละเดือน (±SD) หลังให้สารพาโคลบิวทราโซล ครั้งที่ 2 เป็นเวลา 2 เดือน



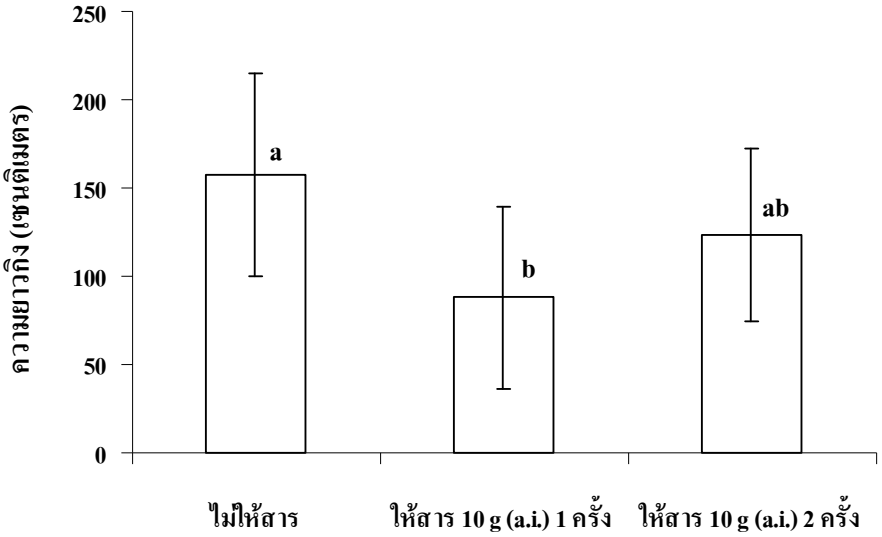
ภาพที่ 21 ความกว้างทรงพุ่มของต้นประดู่บ้านที่เพิ่มขึ้นในแต่ละเดือน (±SD) หลังให้สารพาโคลบิวทราโซลครั้งที่ 2 เป็นเวลา 2 เดือน



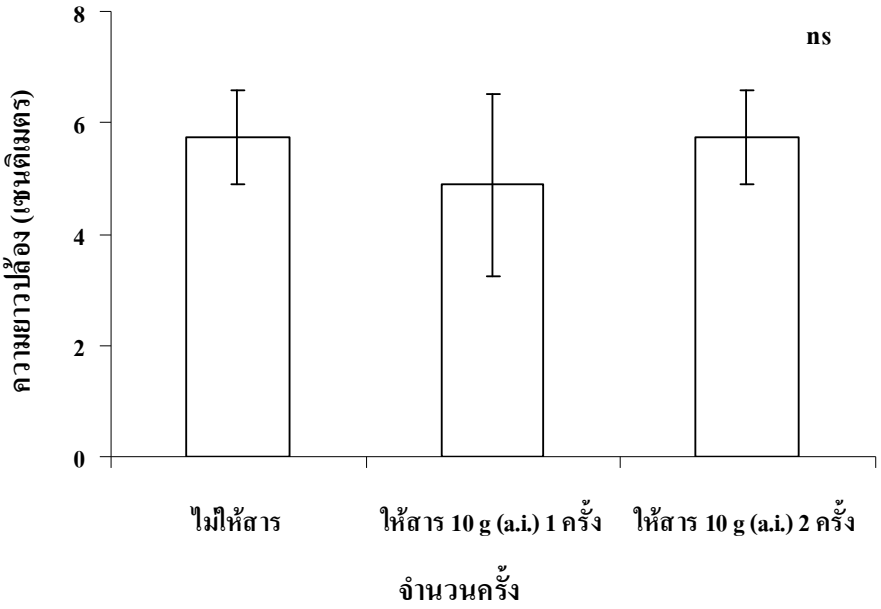
ภาพที่ 22 จำนวนกิ่งของประดู่บ้านที่แตกใหม่ต่อรอยตัดในแต่ละเดือน (±SD) หลังให้สารพาโคลบิวทราโซล



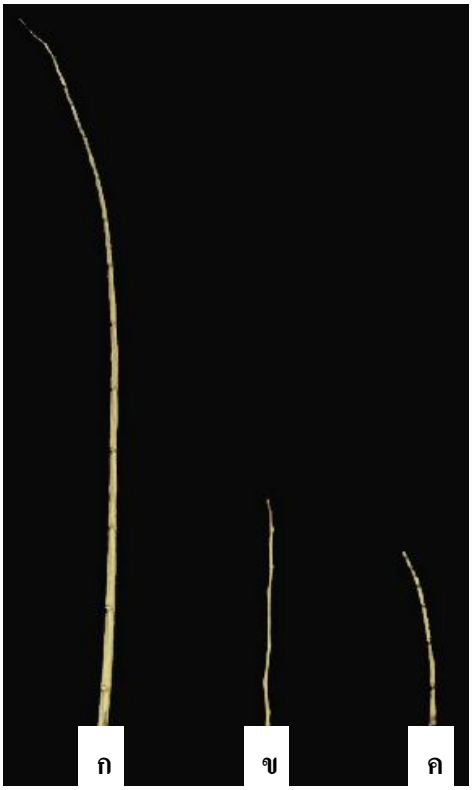
ภาพที่ 23 ความยาวกิ่งของประดู่บ้าน (±SD) หลังให้สารครั้งที่ 2 ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 - ตุลาคม พ.ศ. 2551



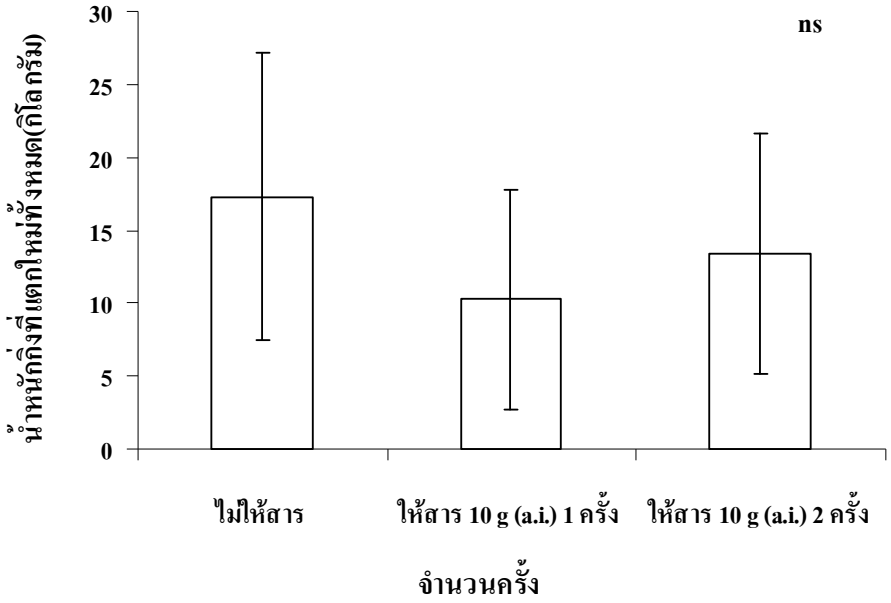
ภาพที่ 24 ความยาวกิ่งของประดู่บ้าน (±SD) ที่วัดในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2551 (หลังให้สารครั้งที่ 2 เป็นเวลา 6 เดือน) (a และ b มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test)



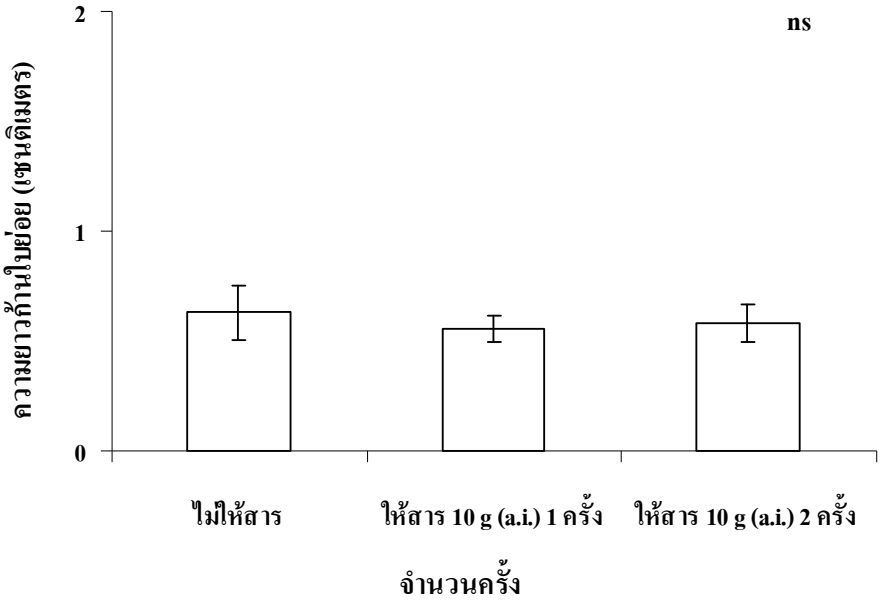
ภาพที่ 25 ความยาวปล้องของประดู่บ้าน (±SD) หลังให้สารครั้งที่ 2 เป็นเวลา 6 เดือน (ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)



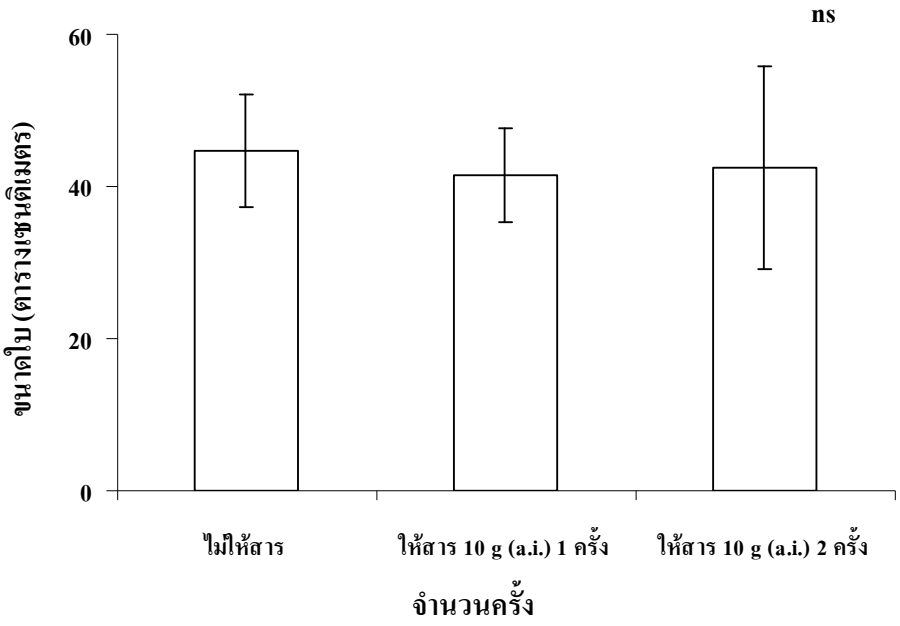
ภาพที่ 26 เปรียบเทียบความยาวกิ่งประดู่บ้านหลังให้สารพาโคลบิวทราโซลครั้งที่ 1 เป็นเวลา 8 เดือน ระหว่างต้นที่ไม่ให้สาร (ก) กับต้นที่ให้สาร10 กรัม (a.i.) 1 ครั้ง (ข) และ 2 ครั้ง (ค)



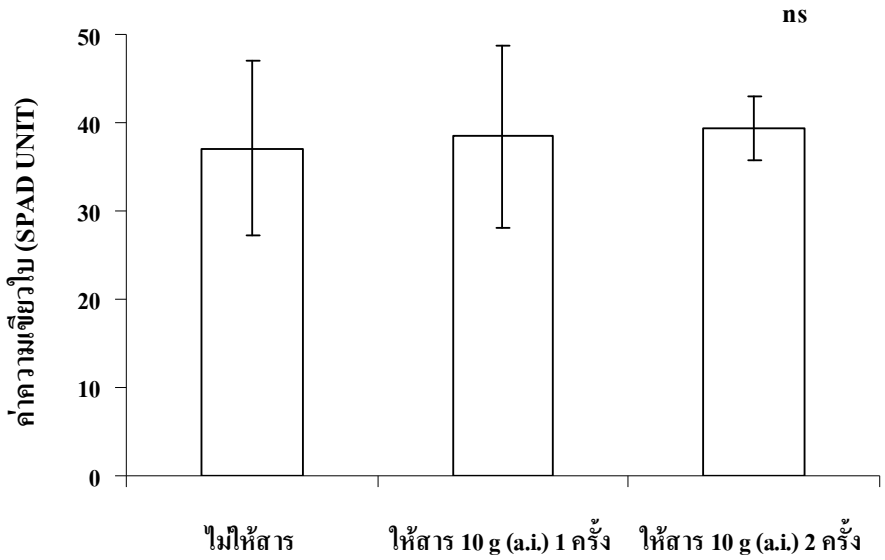
ภาพที่ 27 น้ำหนักกิ่งของประดู่บ้านที่แตกใหม่ทั้งหมดบริเวณรอยตัดที่ทำเครื่องหมายไว้(±SD) หลังให้สารพาโคลบิวทราโซลเป็นเวลา 8 เดือน (ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)



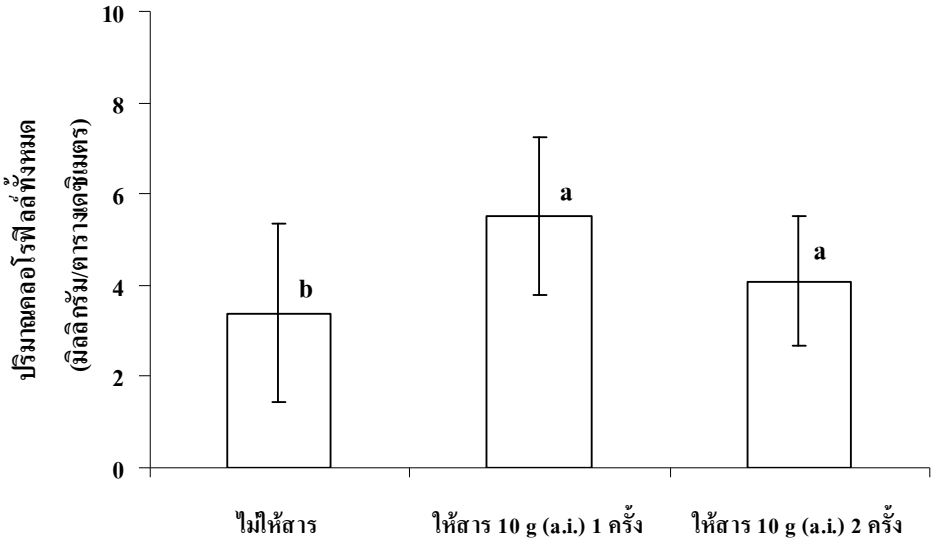
ภาพที่ 28 ความยาวก้านใบย่อยของประดู่บ้าน (±SD) หลังให้สารครั้งที่ 2 เป็นเวลา 6 เดือน (ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)



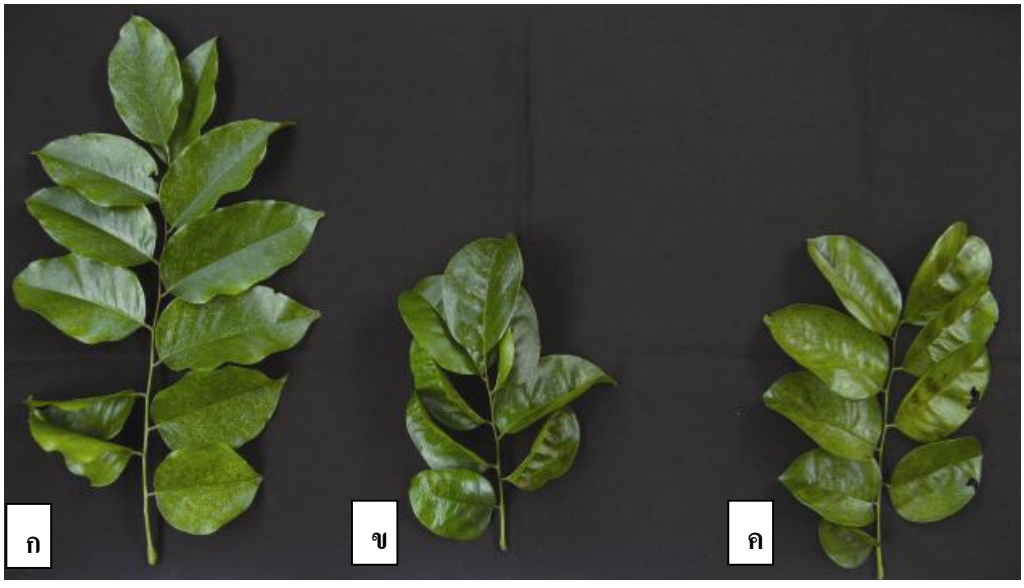
ภาพที่ 29 ขนาดใบของประดู่บ้าน (±SD) หลังให้สารครั้งที่ 2 เป็นเวลา 6 เดือน (ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)



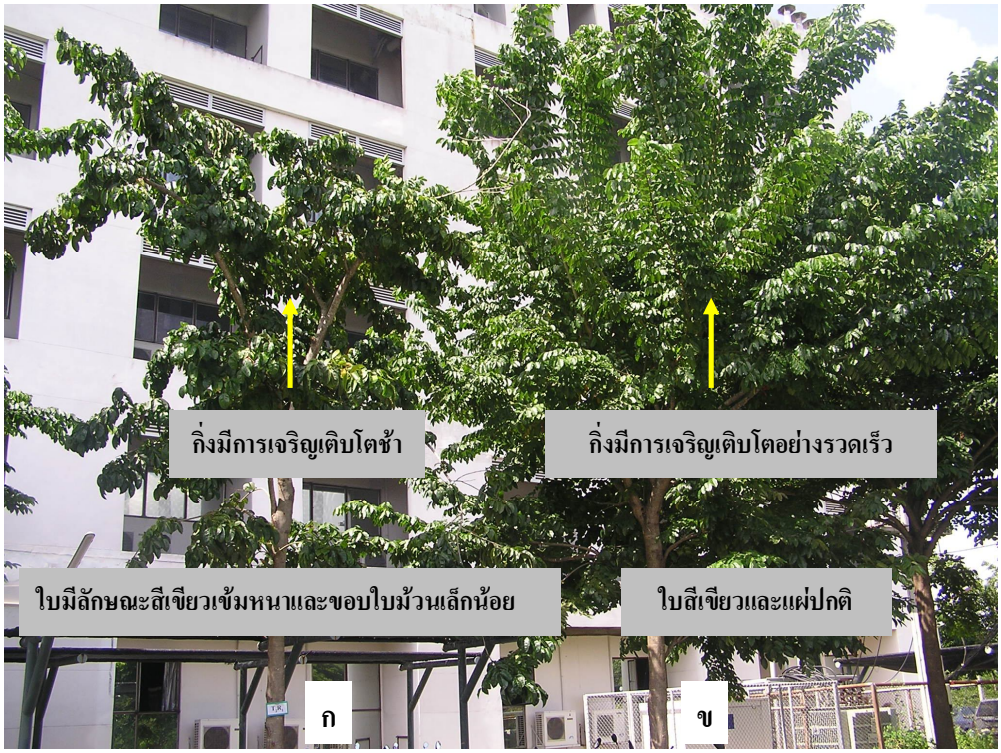
ภาพที่ 30 ค่าความเขียวใบของประดู่บ้าน (±SD) หลังให้สารครั้งที่ 2 เป็นเวลา 6 เดือน (ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)



ภาพที่ 31 ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในใบประดู่บ้าน (±SD) หลังให้สารพาโคลบิวทราโซล ครั้งที่ 2 เป็นเวลา 6 เดือน (a และ b มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test)



ภาพที่ 32 เปรียบเทียบใบประดู่บ้าน (หลังให้สารครั้งที่ 2 เป็นเวลา 6 เดือน) จากต้นที่ไม่ให้สารพาโคลบิวทราโซล (ก) กับต้นที่ให้สาร 10 กรัม (a.i.) 1 ครั้ง (ข) และ 2 ครั้ง (ค)



ภาพที่ 33 เปรียบเทียบลักษณะของต้นและทรงพุ่มของประดู่บ้าน (หลังให้สารครั้งที่ 2 เป็นเวลา 6 เดือน) ระหว่างต้นที่ให้สารพาโคลบิวทราโซล (ก) กับต้นที่ไม่ให้สารพาโคลบิวทราโซล (ข)

ลักษณะทางกายวิภาค

ศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของใบประดู่บ้านที่สุ่มเก็บมาในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2551 ด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 400 เท่า ได้ผลดังต่อไปนี้

ความกว้างของพาลิเสดพาเรนคิมาเซลล์ (palisade parenchyma cell width)

พบว่าการให้สารพาโคลบิวทราโซล 10 กรัม (a.i.) 2 ครั้ง มีผลทำให้ความกว้างของ palisade parenchyma cell มีค่าแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับที่ไม่ให้สาร แต่ในขณะเดียวกันพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับการให้สารพาโคลบิวทราโซล 10 กรัม (a.i.) 1 ครั้ง โดย palisade parenchyma cell ของใบจากต้นที่ให้สารพาโคลบิวทราโซล 10 กรัม (a.i.) 1 และ 2 ครั้ง มีขนาด

ความกว้าง 7.2 และ 6.9 ไมครอน ตามลำดับ ส่วนใบจากต้นที่ไม่ให้สารมีขนาดความกว้างของ palisade parenchyma cell ใหญ่ที่สุด คือ 7.5 ไมครอน (ตารางที่ 1)

ความยาวของพาลิเสด มีโซฟีลล์ (palisade parenchyma cell length)

พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติของความยาวของ palisade parenchyma cell ระหว่างใบจากต้นที่ให้สารพาโคลบิวทราโซล 10 กรัม (a.i.) 1 และ 2 ครั้งกับใบจากต้นที่ไม่ให้สาร โดยใบจากต้นที่ให้สารพาโคลบิวทราโซล 10 กรัม (a.i.) 1 และ 2 ครั้ง และใบจากต้นที่ไม่ให้สารมีความยาวของ palisade parenchyma cell 48.7, 50.4 และ 51.5 ไมครอน ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ความกว้างของสปอนจีพาเรนคิมาเซลล์ (spongy parenchyma cell width)

พบว่าความกว้างของ spongy parenchyma cell ของใบจากต้นที่ให้สารพาโคลบิวทราโซล 10 กรัม (a.i.) 1 และ 2 ครั้งมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับใบจากต้นที่ไม่ให้สาร โดย spongy parenchyma cell ของใบจากต้นที่ให้สารพาโคลบิวทราโซล 10 กรัม (a.i.) 1 และ 2 ครั้ง มีความกว้าง 22.4 และ 22.0 ไมครอน ตามลำดับ และความกว้างของ spongy parenchyma cell ของใบจากต้นที่ไม่ให้สารมีค่ามากที่สุด คือ 23.7 ไมครอน (ตารางที่ 1)

ความหนาของชั้นสปอนจี มีโซฟีลล์ (spongy mesophyll layer thickness)

พบว่าความหนาของชั้น spongy mesophyll ของใบจากต้นที่ให้สารพาโคลบิวทราโซล 10 กรัม (a.i.) 1 และ 2 ครั้งมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติจากต้นที่ไม่ให้สาร โดยชั้น spongy mesophyll ของใบจากต้นที่ให้สารพาโคลบิวทราโซล 10 กรัม (a.i.) 1 และ 2 ครั้ง และจากต้นที่ไม่ให้สารมีความหนา 118.1 119.9 และ 110.7 ไมครอน ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ขนาดของช่องว่างระหว่างเซลล์ (intercellular space)

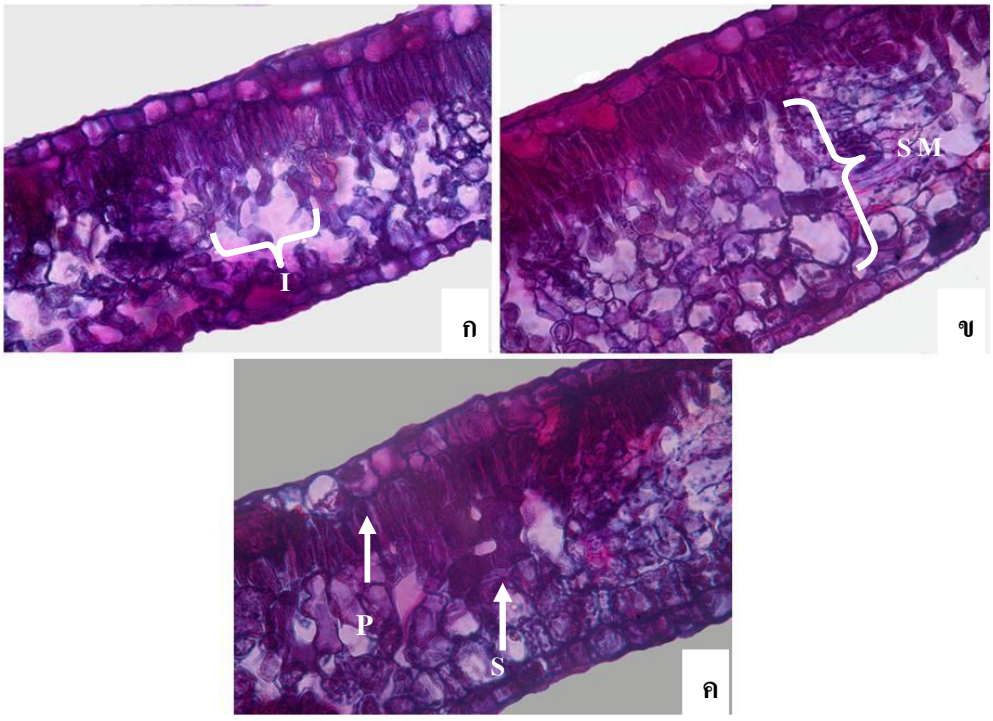
พบว่าขนาดของ intercellular space ของใบจากต้นที่ให้สารพาโคลบิวทราโซล 10 กรัม (a.i.) ทั้งสองทรีทเมนต์มีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับต้นที่ไม่ให้สาร โดย intercellular space ของใบจากต้นที่ให้สารพาโคลบิวทราโซล 10 กรัม (a.i.) 1 และ 2 ครั้ง มีขนาด

35.3 และ 31.6 ไมครอน ตามลำดับ ขณะที่ intercellular space ของใบจากต้นที่ไม่ให้สารมีขนาดใหญ่ที่สุด คือ 46.4 ไมครอน (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลของการให้สารพาโคลบิวทราโซลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายวิภาคของใบประดู่บ้าน

ทรีทเมนต์	palisade parenchyma cell width (ไมครอน)	palisade parenchyma cell length (ไมครอน)	spongy parenchyma cell width (ไมครอน)	spongy mesophyll layer thickness (ไมครอน)	ขนาดของ intercellular space (ไมครอน)
ไม่ให้สาร	7.5a	51.5	23.7a	110.7	46.4a
ให้สาร 10 กรัม (a.i.) 1 ครั้ง	7.1ab	48.6	22.4b	118.1	35.3b
ให้สาร 10 กรัม (a.i.) 2 ครั้ง	6.9b	50.5	22.0b	119.9	31.6b
F-test	*	ns	*	ns	**
CV (%)	3.98	11.77	3.94	10.21	10.63

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test
ns ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ
* ค่าเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ



ภาพที่ 34 ภาคตัดขวางกายวิภาคของใบประดู่บ้านภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 400 เท่า จากต้นที่ไม่ให้สารพาโคลบิวทราโซล (ก) จากต้นที่ให้สารพาโคลบิวทราโซล 10 กรัม (a.i.) 1 ครั้ง (ข) และให้สารพาโคลบิวทราโซล 10 กรัม (a.i.) 2 ครั้ง (ค) (I = Intercellular space P = Palisade parenchyma cell S = Spongy palisade cell และ S M = Spongy mesophyll layer)

ปริมาณการตกค้างของสารพาโคลบิวทราโซลในดินบริเวณรอบโคนต้นประดู่บ้านภายหลังจากการให้สาร

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารพาโคลบิวทราโซลที่ตกค้างในดินหลังจากให้สารกับต้นประดู่บ้านเป็นเวลา 8 เดือน ด้วยวิธีการทำ Bioassay กับแตงกวาพันธุ์คัดพิเศษ พบว่าการให้สาร 1 และ 2 ครั้ง มีสารตกค้างภายในดินปริมาณมาก โดยการให้สาร 1 ครั้งมีการตกค้างของสารปริมาณ 76.52 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักดิน 1 กรัม ส่วนการให้สาร 2 ครั้งมีการตกค้างของสารในปริมาณ 454.26 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักดิน 1 กรัม

ตารางที่ 2 ปริมาณสารพาโคลบิวทราโซลตกค้างในดินหลังให้สารกับต้นประดู่บ้านเป็นเวลา8 เดือน ตรวจสอบด้วยวิธีการทำ Bioassay ตามวิธีการของกุศล (2535) ซึ่งดัดแปลงมาจากการทดลองของ Hunter and Proctor (1990)

ทรีทเมนต์	ปริมาณสารตกค้างในดิน (ไมโครกรัมต่อน้ำหนักดิน 1 กรัม)
ไม่ให้สาร	0
ให้สาร 10 กรัม (a.i.) 1 ครั้ง	76.52
ให้สาร 10 กรัม (a.i.) 2 ครั้ง	454.26

วิจารณ์

จากการทดลองให้สารพาโคลบิวทราโซลที่ระดับความเข้มข้น 5 และ 10 กรัมของสารออกฤทธิ์ (a.i.) โดยการรดลงดินชิดโคนต้นแก่ต้นประดู่บ้านที่ตัดแต่งให้มีความสูงประมาณ 6 เมตร และมีขนาดทรงพุ่มกว้างประมาณ 3-4 เมตร (ระดับที่ไม่กีดขวางสายไฟฟ้า) โดยเมื่อพิจารณาการเจริญเติบโตทางด้านความสูงต้นที่เพิ่มขึ้นในต้นที่ให้สารความเข้มข้น 5 และ10 กรัม (a.i.) มีค่าน้อยกว่าต้นที่ไม่ให้สาร ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Ahmad Nazarudin *et al.* (2007) ได้ให้สารพาโคลบิวทราโซล 1.25 2.5 และ 3.75 กรัมต่อลิตรแก่ต้น *Syzygium campanulatum* พบว่าสารนี้มีผลทำให้ความสูงของต้นน้อยกว่าต้นควบคุม แต่พบว่าความสูงต้นที่ให้สารทั้งสองอัตรามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในส่วนความยาวกิ่ง และความยาวปล้องพบว่ากิ่งที่แตกใหม่จากต้นที่ให้สารความเข้มข้น 5 และ 10 กรัม (a.i.) มีความยาวกิ่งและปล้องน้อยกว่าต้นที่ไม่ให้สาร โดยต้นที่ได้รับสาร 10 กรัม (a.i.) มีความยาวกิ่งน้อยที่สุด ส่วนความยาวปล้อง พบว่ากิ่งของประดู่บ้านจากต้นที่ได้รับสารความเข้มข้น 5 กรัม (a.i.) มีความยาวปล้อง น้อยที่สุด สอดคล้องกับการรายงานของ Tekalign and Hammes (2005) ว่าการรดหรือพ่นสารพาโคลบิวทราโซลอัตรา 0, 2, 3 และ 4 กิโลกรัม (a.i.)/ เฮกแตร์ แก่ต้นมันฝรั่ง มีผลทำให้ความยาวยอด และความสูงต้นลดลง ในรายงานของมัลลิกา (2539) รายงานว่าพาโคลบิวทราโซลในอัตรา 4 มิลลิกรัมต่อกระถาง มีผลทำให้ความยาวปล้องและจำนวนปล้องของต้นกล้าไทร นนทรี และหางนกยูงฝรั่ง ลดลงต่ำกว่าที่ไม่ให้สาร และเช่นเดียวกันกับการศึกษาของศุมาลิน (2545) พบว่าการรดสารพาโคลบิวทราโซลอัตรา 4 8 และ 12 มิลลิกรัม (a.i.) กับต้นกล้าประดู่บ้านอายุประมาณ 4 เดือน ที่ปลูกในกระถาง 12 นิ้ว มีผลทำให้ความยาวปล้องและความยาวยอดของต้นกล้าประดู่บ้านลดลงตามความเข้มข้นของสารที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะสารพาโคลบิวทราโซลมีผลไปยับยั้งการสร้างจิบเบอเรลลิน ซึ่งทำให้เซลล์พืชมีการเจริญเติบโตและการขยายขนาดลดลงกว่าปกติ (Shu and Chung, 1988) โดยไปลดปฏิกิริยาของเอนไซม์ kaurene oxidase และ cytochrome P-450 oxidase ในกระบวนการ microsomal oxidation ของ kaurene, kaurenol และ kaurenal ซึ่งเป็นสารที่เกิดขึ้นในกระบวนการสร้างจิบเบอเรลลิน (Davis *et al*., 1988) ดังนั้นเมื่อพืชได้รับสารพาโคลบิวทราโซลจึงทำให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ช้าลง โดยต้นหรือกิ่งก้านจะเตี้ยหรือสั้นกว่าปกติ (พีรเดช, 2529)

จากการศึกษาขนาดใบ พบว่าต้นที่ได้รับสารความเข้มข้น 10 กรัม (a.i.) มีขนาดใบน้อยกว่าต้นที่ได้รับสารความเข้มข้น 5 กรัม (a.i.) และต้นที่ไม่ได้รับสารแต่พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกทรีทเมนต์ สอดคล้องกับการรายงานของ กุศล (2535) ซึ่งศึกษาวิธีการให้สารพาโคล

บิวทราโซลกับต้นมะม่วงด้วยวิธีการต่าง ๆ คือ พ่นสาร 1000 พีพีเอ็ม ทางใบ พ่นสาร 1000 พีพีเอ็ม ทางใบ พร้อมกับคลุมโคนต้นด้วยแผ่นพลาสติก ให้สารทางดินในอัตรา 8 กรัม (a.i.)/ต้น และให้สารโดยการฉีดเข้ากับลำต้นในอัตรา 400 มิลลิกรัม (a.i.)/ต้น ซึ่งรายงานว่าต้นมะม่วงที่ได้รับสารตั้งแต่เริ่มให้สารจนครบ 12 เดือนนั้นไม่มีความแตกต่างของพื้นที่ใบ ยกเว้นการให้สารด้วยวิธีฉีดเข้าลำต้นหลังจากให้สารเป็นเวลา 2 เดือน พื้นที่ใบลดลง 35.41 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ให้สาร และทางด้านค่าความเขียวใบ พบว่าค่าความเขียวใบไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกทรีทเมนต์ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของกฤษณา และคณะ (2549) ที่ทดลองให้สารนี้กับต้นประดู่ขนาดใหญ่ พบว่าค่าความเขียวใบไม่แตกต่างกันระหว่างต้นที่ให้สารและต้นที่ไม่ให้สาร เช่นเดียวกันกับการทดลองของสงวนศรี (2549) โดยรดสารพาโคลบิวทราโซลในอัตรา 0 1 และ 2 กรัม (a.i.) กับต้นชมพูพันธ์ทิพย์ที่มีอายุประมาณ 3 ปี ที่ปลูกในสภาพแปลงและไม่มีการให้น้ำ พบว่าค่าความเขียวใบของต้นที่ให้สาร 1 กรัม (a.i.) มีค่าไม่แตกต่างกับต้นที่ไม่ให้สาร แต่ต้นที่ให้สาร 2 กรัม (a.i.) มีค่าความเขียวใบน้อยที่สุดและแตกต่างกับสองทรีทเมนต์ที่กล่าวมา

ในการทดลองที่ 2 ซึ่งศึกษาถึงช่วงเวลาในการให้สารกับต้นประดู่ที่มีขนาดเล็กกว่าการทดลองแรกคือมีความสูงประมาณ 3 เมตรและมีทรงพุ่มกว้างประมาณ 2-3 เมตร และปลูกในสภาพแปลง โดยในช่วงแรก พบว่าความสูงต้น และความกว้างทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้นของต้นที่ให้สารในเวลาต่างกันมีค่าน้อยกว่าต้นที่ไม่ให้สาร แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างต้นที่ให้สารในทุกช่วงเวลา สอดคล้องกับการทดลองของพัชรี (2550) ที่ได้ทดลองราดสารพาโคลบิวทราโซล 5 มิลลิกรัม (a.i.) แก่ต้นหูปลาช่อนที่ปลูกในกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว โดยให้สารในช่วงเวลาต่าง ๆ กัน ได้แก่ ให้สารก่อนตัดแต่ง 2 สัปดาห์ ให้สารพร้อมตัดแต่ง และให้สารหลังตัดแต่ง 2 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ให้สาร พบว่าต้นที่ให้สารในทุกช่วงเวลามีความสูงต้นน้อยกว่าต้นที่ไม่ให้สาร แต่ช่วงเวลาในการให้สารที่ต่างกันนั้นไม่มีผลต่อประสิทธิภาพของสาร และในการทดลองนี้พบว่าต้นประดู่บ้านมีการหยุดการเจริญเติบโตและผลัดใบในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2550 (4 เดือนหลังทำการทดลอง) และเริ่มผลิใบและมีการเจริญเติบโตอีกครั้งในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2551 จึงทำการวัดความสูงอีกครั้งในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2551 (หลังให้สาร 11 เดือน) ซึ่งกิ่งของประดู่ บ้านเริ่มมีการหยุดการเจริญเติบโต ในครั้งนี้พบว่าต้นที่ให้สารมีความสูงต้นสูงกว่าต้นที่ไม่ให้สาร ซึ่งอาจเกิดจากในช่วงเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน ซึ่งเป็นช่วงก่อนเก็บผลการทดลองพบว่ามีปริมาณน้ำฝนค่อนข้างมาก (ตารางผนวกที่ 15) ต้นที่ไม่ให้สารมีการเจริญเติบโตปกติกิ่งที่แตกใหม่เจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและมีความยาวมากกิ่งมีลักษณะที่อ่อนลู่ลงซึ่งการที่กิ่งอ่อนลู่ลงนั้นก็คือลักษณะการเจริญเติบโตของต้นประดู่บ้านโดยทั่ว ๆ ไป ในขณะเดียวกันต้นที่ให้สารถึงแม้จะมีการเจริญเติบโตเช่นเดียวกันกับต้นไม่ให้สารแต่เนื่องจากภายในดินอาจมีสารตกค้างอยู่ เมื่อดิน

ได้รับน้ำหรือมีความชื้นมากพอต้นประดู่บ้านจึงสามารถนำสารไปใช้ได้อีกครั้ง กิ่งที่แตกใหม่จึงถูกอิทธิพลของสารควบคุมทำให้กิ่งมีขนาดสั้นและเจริญเติบโตช้า กิ่งจึงอยู่ในลักษณะที่ตั้งตรงและไม่มีการลู่ลง ดังนั้นเมื่อวัดความสูงทั้งต้นจึงทำมีค่ามากกว่าความสูงของต้นที่ไม่ให้สาร

สำหรับความยาวกิ่งของต้นที่ให้สารก่อนตัดแต่ง 1 เดือน ให้สารพร้อมตัดแต่ง และหลังตัดแต่ง 1 เดือน มีค่าน้อยกว่าต้นที่ไม่ได้รับสาร โดยต้นที่ให้สารก่อนตัดแต่งมีความยาวกิ่งเฉลี่ยน้อยที่สุด ในส่วนความยาวปล้องนั้นถึงแม้จะไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างต้นที่ให้สารในทุกช่วงเวลากับต้นที่ไม่ให้สาร แต่โดยภาพรวมแล้วพบว่ากิ่งจากต้นที่ให้สารในทุกช่วงเวลามีความยาวปล้องน้อยกว่าต้นที่ไม่ให้สาร โดยต้นที่ให้สารก่อนการตัดแต่งมีความยาวปล้องสั้นที่สุด ดังนั้นแสดงว่าต้นที่ได้รับสารก่อนตัดแต่งมีการดูดสารขึ้นไปใช้ได้ดีกว่าต้นอื่นๆ ทั้งนี้เพราะก่อนการตัดแต่งต้นประดู่บ้านมีใบเหลืออยู่บนต้นจำนวนมาก โอกาสที่จะเกิดการคายน้ำจึงมากกว่าต้นอื่น และเนื่องจากสารพาโคลบิวทราโซลเคลื่อนย้ายได้ดีในท่อลำเลียงน้ำ(xylem) ซึ่งการดูดซึมสาร น้ำ และธาตุอาหารต่างๆของรากเพื่อเข้าสู่ภายในต้นพืชนั้นต้องอาศัยแรงดึงเนื่องจากการคายน้ำ ดังนั้นเมื่อพืชมีการคายน้ำมากโอกาสที่จะดูดเอาสารพาโคลบิวทราโซลที่ละลายอยู่ในดินจึงเกิดได้มากกว่า และเมื่อพืชได้รับสารจึงทำให้กิ่งก้านสั้นกว่าในทุกทรีทเมนต์ นอกจากนี้ในไม้ยืนต้นนั้นการที่จะทำให้สารเคลื่อนที่จากรากไปยังยอดนั้นต้องใช้เวลานาน ดังนั้นจึงควรต้องมีการให้สารก่อนตัดแต่งระยะเวลาหนึ่ง สอดคล้องกับรายงานในต่างประเทศที่ได้มีการแนะนำให้มีการใช้สารนี้กับไม้ยืนต้นชนิดต่าง ๆ ก่อนตัดแต่งประมาณ 1 เดือนจะสามารถควบคุมการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด(Harris *et al.,* 2004)

เมื่อพิจารณาขนาดใบย่อย พบว่าขนาดของใบประดู่บ้านจากต้นที่ให้สารก่อนตัดแต่ง 1 เดือนมีขนาดใบเล็กที่สุด ในส่วนของค่าความเขียวใบและปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด พบว่าใบจากต้นที่ให้สารก่อนตัดแต่ง 1 เดือนนั้นมีค่าความเขียวใบและปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดมากที่สุด และใบจากต้นที่ให้สารในทุกช่วงเวลาถึงแม้จะมีค่าความเขียวใบและปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดไม่แตกต่างทางสถิติกับใบจากต้นที่ไม่ให้สารแต่ก็พบว่ามีแนวโน้มมากกว่าเช่นกัน สอดคล้องกับการทดลองของ Yelenosky (1993) ที่ให้สารนี้ทางดินกับส้ม พบว่าใบส้มมีสีเขียวเข้มขึ้น และมีปริมาณคลอโรฟิลล์เพิ่มขึ้น

ในการทดลองที่ 3 นั้นได้ทำการศึกษาถึงผลของการให้สารในจำนวนครั้งที่ต่างกัน เนื่องจากมีรายงานว่าการให้สารหลายครั้งให้ผลดีกว่าการให้สารเพียงครั้งเดียว เช่นจากการทดลองของ Anderson and Hartley (1990) ที่พบว่าการพ่นสารพาโคลบิวทราโซลทางใบและราดลงดิน ที่ระดับ

ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน จำนวนหลายครั้ง สามารถควบคุมความสูงของต้น Satin flower เพื่อผลิตเป็นไม้กระถางได้ ในกุหลาบหนู พบว่าเมื่อเพิ่มจำนวนครั้งในการให้สารละลายพาโคลบิวทราโซลมากขึ้นต้นกุหลาบหนูจะมีความสูงต้นน้อยลงตามจำนวนครั้งของการให้สาร (จารุวรรณ, 2546) แต่ในการทดลองครั้งนี้พบว่าจำนวนครั้งไม่มีผลเพราะประดู่บ้านเป็นต้นไม้ขนาดใหญ่จึงยังเห็นผลได้ไม่ชัดเจน ความสูงต้นและความกว้างทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้นของต้นที่ให้สารทั้ง 1 และ 2 ครั้ง จึงมีค่าไม่แตกต่างกันกับต้นที่ไม่ให้สาร สาเหตุหนึ่งอาจเนื่องมาจากว่าพืชไม่สามารถดูดสารขึ้นไปใช้ได้อย่างทั่วถึง ความสูงต้นและความกว้างทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้นของต้นที่ให้สารจึงมีค่าไม่แตกต่างกับต้นที่ไม่ให้สาร ซึ่งพืชจะดูดสารขึ้นไปใช้ได้มากนั้นขึ้นอยู่กับสภาพที่เหมาะสม อีกประการหนึ่งการวัดความสูงต้นนั้นวัดจากโคนต้นไปจนถึงส่วนที่อยู่บนสุดของต้น ซึ่งกิ่งที่อยู่บนสุดอาจเป็นกิ่งที่สารยังเคลื่อนที่ไปไม่ถึง ทำให้กิ่งมีการยืดยาวตามปกติ ความสูงต้นที่เพิ่มจึงไม่แตกต่างกันในทุกทรีทเมนต์

ทางด้านความยาวกิ่งพบว่าการให้สาร 10 กรัม (a.i.) 1 และ 2 ครั้ง มีความยาวกิ่งสั้นกว่าต้นที่ไม่ให้สาร แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่าง 2 ทรีทเมนต์ สำหรับค่าความยาวปล้องพบว่าการให้สาร 1 ครั้ง มีความยาวปล้องสั้นที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากต้นที่ให้สาร 2 ครั้ง และต้นที่ไม่ให้สาร ซึ่งจากการเก็บข้อมูลในครั้งนี้ในแต่ละทรีทเมนต์เป็นการสุ่มกิ่งที่แตกใหม่รอบทรงพุ่ม ต้นที่ให้สารทั้ง2 ทรีทเมนต์บางกิ่งมีปล้องที่ยาวมาก บางกิ่งมีปล้องที่หดสั้นมาก ดังนั้นเมื่อนำค่าที่วัดได้มาหาค่าเฉลี่ยจึงแปรปรวนมาก ซึ่งอาจเกิดจากต้นประดู่บ้านนำสารไปใช้ได้ไม่ทั่วทั้งต้นดังกล่าวมาแล้ว การแสดงออกของสารจึงไม่เป็นไปทั้งทรงพุ่ม ทั้งนี้อาจเกิดจากต้นประดู่บ้านในแต่ละต้นมีการกระจายตัวของปริมาณรากรอบทรงพุ่มไม่เท่ากัน จึงทำให้ความสามารถในการดูดสารขึ้นไปใช้มีความแตกต่างกันด้วย โดยส่วนที่มีความหนาแน่นของรากสูงและอยู่ตรงกับเส้นทางท่อลำเลียงจะสามารถดูดสารไปใช้ได้ดีกว่า การแสดงออกอันเนื่องจากอิทธิพลของสารจึงมากกว่า และส่วนที่มีความหนาแน่นของปริมาณรากน้อยกว่านำสารไปใช้ได้น้อยกิ่งจึงมีลักษณะที่ยืดยาวเป็นปกติ สำหรับน้ำหนักกิ่งที่แตกใหม่ทั้งหมดและจำนวนกิ่งที่แตกใหม่ต่อรอยตัด พบว่าในทุกทรีทเมนต์มีน้ำหนักกิ่งที่แตกใหม่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่ามีค่าค่อนข้างสูง เนื่องมาจากปริมาณน้ำฝนในช่วงแรกของการทดลองมีปริมาณค่อนข้างมาก (ตารางผนวกที่ 15) ทำให้ประดู่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว น้ำหนักกิ่งจึงมากตามไปด้วย จากการศึกษาขนาดใบ พบว่าใบจากต้นที่ให้สาร 1 และ 2 ครั้งมีขนาดใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกับต้นที่ไม่ให้สาร สำหรับปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดพบว่าใบจากต้นที่ให้สาร 1 และ 2 ครั้ง มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดมากกว่าใบจากต้นที่ไม่ให้สาร ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของศุมาลิน (2545) รายงานว่าเมื่อให้สารพาโคลบิวทราโซลกับต้นประดู่บ้านที่มีอายุประมาณ 4 เดือน ปลูกในกระถาง 12 นิ้ว สารนี้มีผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในใบของต้นที่ได้รับสารมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นของสารที่เพิ่มขึ้น

จากการศึกษาผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อลักษณะทางกายวิภาคของใบ พบว่าสารพาโคลบิวทราโซลมีผลทำให้ความกว้างของ palisade parenchyma cell และ spongy parenchyma cell ของใบจากต้นที่ให้สารมีขนาดเล็กกว่าของใบจากต้นที่ไม่ให้สาร ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Burrows *et al.* (1992) โดยในเบญจมาศเมื่อได้รับสารพาโคลบิวทราโซลพบว่า palisade mesophyll จะสั้นและมีขนาดเล็กกว่าใบจากต้นที่ไม่ได้รับสาร และจะมีความหนาแน่นมากกว่า แต่พบว่าขัดแย้งกับการทดลองของ Tekalign *et al.*(2005) ที่รายงานว่ามันฝรั่งที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซลด้วยการพ่นทางใบสารนี้มีผลทำให้ palisade และ spongy mesophyll cells มีความยาวและหนาเพิ่มขึ้นมากกว่าต้นควบคุม นอกจากนี้ยังมีการสะสมแป้ง pith cell ของลำต้นเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะพืชแต่ละชนิดตอบสนองต่อสารนี้แตกต่างกัน ในส่วนความยาวของ palisade parenchyma cell และความหนาของชั้น spongy mesophyll พบว่ามีค่าไม่แตกต่างจากต้นที่ให้สาร โดยความหนาของชั้น spongy mesophyll ของต้นที่ให้สารมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากกว่าต้นที่ไม่ให้สาร เช่นเดียวกันกับการทดลองในต้น *Syzygium campanulatum* เมื่อให้สารพาโคลบิวทราโซล 1.25, 2.5 และ 3.75 กรัมต่อลิตร พบว่าสารนี้มีผลทำให้ความหนาของชั้น spongy mesophyll เพิ่มมากขึ้นกว่าต้นที่ไม่ให้สาร (Ahmad Nazarudin *et al.*, 2007) ในส่วนของ intercellular space พบว่ามีขนาดลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับใบจากต้นที่ไม่ให้สาร เช่นเดียวกันกับในเบญจมาศเมื่อได้รับสารพาโคลบิวทราโซลพบว่า intercellular space ของต้นที่ได้รับสารมีค่าลดลง (Burrows *et al.,* 1992) ซึ่งถ้า intercellular space มีขนาดลดลง palisade parenchyma cells และ spongy parenchyma cells ก็จะหนาแน่นขึ้น (ภาพที่ 33) ปริมาณของคลอโรพลาสต์ก็จะเพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบเพิ่มมากขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับค่าคลอโรฟิลล์ที่วัดได้จากการทดลองในครั้งนี้ คือต้นที่ให้สารพาโคลบิวทราโซล 10 กรัม (a.i.) 1 และ 2 ครั้ง มีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ให้สาร

เรื่องของการตกค้างของสารพาโคลบิวทราโซลในดินบริเวณที่มีการให้สารกับต้นประดู่บ้าน พบว่าหลังให้สารเป็นเวลา 8 เดือนยังคงมีสารตกค้างอยู่บางส่วน ซึ่งในการทดลองของกุศล (2535) ที่ทำการให้สารพาโคลบิวทราโซลกับต้นมะม่วงด้วยวิธีการต่าง ๆ คือ 1.) พ่นสารทางใบ 1000 พีพีเอ็ม 2.) พ่นสารทางใบ 1000 พีพีเอ็ม พร้อมกับคลุมโคนต้นด้วยแผ่นพลาสติก 3.)ให้สารทางดิน อัตรา 8 กรัม (a.i.)/ต้น และ 4.)ให้สารโดยการฉีดเข้าลำต้นอัตรา 400 มิลลิกรัม/ต้น โดยจากการทดลองพบว่าหลังจากให้สารไปแล้ว 6 เดือน การรดสารทางดินมีการตกค้างของสารในดินบริเวณรอบโคนต้นในปริมาณมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น ในต่างประเทศได้มีการให้สารนี้แก่ต้นมะม่วงเช่นเดียวกัน โดยให้สารทางดินอัตรา5 และ 10 กรัม (a.i.) ต่อต้น พบว่าหลังให้สารมีการตกค้างของสารนาน 7 เดือน (Shalini and Sharma, 2006) โดยการที่ดินยังมีสารตกค้างอยู่ แสดงว่าพืชไม่สามารถนำสารไปใช้ได้หมด อาจเกิดจากสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ขณะที่ให้สารไม่เหมาะสม

เพราะพืชจะนำสารไปใช้ได้ดีและมีประสิทธิภาพต้องอยู่ภายใต้สภาวะที่เหมาะสมเท่านั้น เช่น ดิน ต้องมีความชื้นที่เพียงพอ เพราะถ้าดินแห้งหรือมีความชื้นไม่เพียงพอสารก็อาจไม่อยู่ในรูปสารละลายที่พืชจะนำใช้ได้ ทำให้เกิดการตกค้างของสารในดิน เมื่อนำดินนั้นมาตรวจสอบด้วยวิธีการชีววิธี จึงพบว่ามีปริมาณสารตกค้างอยู่ อีกประการหนึ่งการเคลื่อนย้ายของสารนั้นก็ขึ้นกับการดูดซับสารของรากซึ่งสารจะถูกดูดซับได้ก็ต่อเมื่ออยู่บริเวณใกล้แนวเขตรากพืชเท่านั้น อาจเป็นไปได้ว่าสารที่ให้ไปไม่ได้อยู่บริเวณแนวเขตราก พืชจึงไม่สามารถนำสารไปใช้ได้ ดังนั้นจึงยังมีการตกค้างของสารอยู่ภายในดิน

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการใช้สารพาโคลบิวทราโซลกับต้นประดู่บ้านที่มีการปลูกใช้งานจริง ดังนั้นการเลือกต้นเพื่อนำมาศึกษาจึงมีข้อจำกัด เช่น การเลือกต้นให้มีความสม่ำเสมอกันและให้มีจำนวนมากพอที่จะใช้ในการทดลองนั้นทำได้ยาก โดยในการทดลองที่ 1 และ 3 นั้นต้นประดู่บ้านปลูกในพื้นที่ที่จำกัด คือ อยู่ในกรอบซีเมนต์ ในบริเวณที่ปลูกมีดินอยู่ปริมาณน้อยและมีกรวดหินปะปนอยู่มาก ซึ่งอาจทำให้ประสิทธิภาพในการดูดสารของพืชไม่ดีเท่าที่ควร โดยเห็นได้จากผลการทดลองคือต้นประดู่บ้านบางต้นถึงแม้จะได้รับสารแต่ยังมีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับต้นที่ไม่ได้รับสาร และไม่สามารถนำสารไปใช้ได้อย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งต้น ควบคุมการเจริญเติบโตได้เพียงบางส่วนของต้น และหากนำไปใช้งานจริงก็จะมีลักษณะดังที่กล่าวมาแต่เมื่อพิจารณาจากการทดลองโดยภาพรวมทั้งหมดแล้วการให้สารพาโคลบิวทราโซลกับต้นประดู่บ้านนั้นทำให้การเจริญเติบโตทางด้านความสูง ความยาวกิ่ง และความยาวปล้องลดลง ใบมีสีเขียวเข้มมากขึ้นและถึงแม้ว่าในการทดลองนี้จะใช้วิธีการรดสารซึ่งเป็นวิธีการให้สารที่ใช้กับพืชขนาดใหญ่โดยทั่วไป เช่น ในมะม่วง (ชยะ และพีรเดช, 2529) หรือในแอปเปิล (Wieland and Wample, 1985) เป็นต้น ซึ่งจากการทดลองนี้การควบคุมการเจริญเติบโตของประดู่บ้านอาจยังให้ผลได้ไม่ดีตามที่ต้องการ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณน้ำที่ให้กับต้นประดู่บ้านก่อนให้สารน้อยเกินไป ดินยังมีความชื้นที่ต่ำอยู่ จึงทำให้พืชมีประสิทธิภาพในการนำสารไปใช้ต่ำ หรือแม้ว่าจะนำสารไปใช้แต่ก็ไม่ได้นำไปใช้ทั้งหมด สารจึงแสดงผลต่อพืชได้เพียงบางส่วน โดยส่วนที่ไม่สามารถดูดสารขึ้นไปใช้จึงยังมีการเจริญเติบโตเป็นปกติ ดังนั้นถ้าหากต้องการควบคุมการเจริญเติบโตของประดู่บ้านให้ได้ผลดีตามที่ต้องการนั้นก่อนการให้สาร 1-2 วันอาจต้องมีการให้น้ำกับต้นประดู่ในปริมาณมากขึ้น เพื่อให้ดินมีความชื้นมากเพียงพอที่พืชจะนำสารไปใช้ได้ และนอกจากความชื้นซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญแล้ว ความความเข้มข้นของสารที่ใช้กับต้นประดู่บ้านในครั้งนี้อาจยังไม่เพียงพอ ดังนั้นอาจต้องมีการเพิ่มเข้มข้นของสารให้สูงขึ้นหรือใช้อัตราน้ำที่ผสมในอัตราที่มากขึ้นมาก ควบคู่ไปกับการตัดแต่งที่ถูกวิธี ก็น่าจะสามารถช่วยลดการเจริญเติบโตของประดู่บ้านที่ปลูกใช้งานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้

ช่วยลดปัญหาเรื่องไฟฟ้าดับบ่อยครั้ง ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานเพื่อทำการตัดแต่ง อีกทั้ง ช่วยลดความไม่สะดวกและอันตรายในการปฏิบัติงานขณะตัดแต่งได้อีกด้วย

สรุป

จากการทดลองใช้สารพาโคลบิวทราโซลกับต้นประดู่บ้านที่ปลูกใช้งานจริง ให้ผลดังนี้

1. การให้สารพาโคลบิวทราโซลโดยการรดลงดินอัตราความเข้มข้น 5 และ 10 กรัม (a.i.) ต่อต้นกับต้นประดู่บ้านที่มีขนาดทรงพุ่มประมาณ 2-4 เมตร และความสูงต้นไม่เกิน 7 เมตรทำให้ความสูงต้น ความยาวกิ่ง ความยาวปล้องของประดู่บ้านลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ได้รับสาร โดยการให้สารอัตราความเข้มข้น10 กรัม (a.i.) ลดการเจริญเติบโตทางกิ่งก้านของประดู่บ้านได้ดีที่สุด

2. การให้สารพาโคลบิวทราโซล 10 กรัม (a.i.) กับต้นประดู่บ้านที่มีขนาดทรงพุ่มประมาณ 2 เมตร และความสูงต้นไม่เกิน 4.5 เมตร ในเวลาต่าง ๆ กันคือ ให้สารก่อนตัดแต่ง 1 เดือน ให้สารพร้อมตัดแต่ง และให้สารหลังตัดแต่ง 1 เดือน ให้ผลใกล้เคียงกันในการควบคุมการเจริญเติบโตของประดู่บ้าน

3. การให้สารพาโคลบิวทราโซลอัตราความเข้มข้น 10 กรัม (a.i.) ต่อต้น จำนวน 1 และ 2 ครั้ง กับต้นประดู่บ้านที่มีขนาดทรงพุ่มประมาณ 2-4 เมตร และความสูงต้นไม่เกิน 7 เมตร มีผลต่อการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน แต่สามารถลดการเจริญเติบโตของประดู่บ้านได้เมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ให้สาร

4. สารพาโคลบิวทราโซลมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายวิภาคของใบประดู่บ้าน โดยพบว่าขนาดของ palisade parenchyma cell ความหนาของชั้น palisade mesophyll ขนาดของ palisade parenchyma cell และ intercellular space ของใบประดู่บ้านจากต้นที่ได้รับสารมีค่าลดลง แต่พบว่าความหนาของชั้น spongy mesophyll มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ได้รับสาร

5. หลังจากให้สารด้วยการรดสารชิดโคนต้นเป็นเวลานาน 8 เดือน ยังพบการตกค้างของสารอยู่ภายในดิน

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กฤษณา กฤษณพุกต์, รวี เสรฐภักดี, ณัฏฐ พิชกรรม, ลพ ภวภูตานนท์ และศศิยา ศิริพานิช. 2549. การควบคุมการเจริญเติบโตของต้นไม้ที่ปลูกบริเวณใต้สายไฟฟ้า. **รายงานผลการศึกษาฉบับสมบูรณ์** โครงการวิจัยเรื่องควบคุมการเจริญเติบโตของต้นไม้ที่ปลูกบริเวณใต้สายไฟฟ้า, การไฟฟ้านครหลวง, กรุงเทพฯ.

กุศล เอี่ยมทรัพย์. 2535. **การให้สาร paclobutrazol กับมะม่วงด้วยวิธีการต่างๆ และปริมาณตกค้างของสารในใบและดิน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จารุวรรณ เฮียงมณี. 2546. **การใช้สารพาโคลบิวทราโซลในการผลิตกุหลาบหนูเป็นไม้ดอกกระถางขนาด 4 นิ้ว.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จำลอง เพ็งคล้าย, ธวัชชัย สันติสุข, ชวลิต นิยมธรรม และ บุศบรรณ ณ สงขลา. 2526. **ไม้มีค่าทางเศรษฐกิจของไทย ตอนที่ 3**. ฝ่ายพฤกษศาสตร์ กองบำรุง กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

ชยะ หัสดิเสวี และพีรเดช ทองอำไพ. 2529. ผลของสาร paclobutrazol ที่มีต่อการเจริญทางด้านกิ่ง ใบ การออกดอก และการติดผลของมะม่วงน้ำดอกไม้ทะวายเบอร์ 4. **รายงานการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 24 ภาคโปสเตอร์**, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ระหว่างวันที่ 27-29 มกราคม 2529.

ชวลิต เชื้อรอด. 2531. **ผลของสารแพคโคลบิวทราโซลที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของมะเขือเทศพันธุ์ 'สีดา มก.'**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชุมพล ปิยานนท์พงศ์. 2529. **การทดลองใช้สารแพคโคลบิวทราโซลเป็นสารชะลอการเจริญเติบโตในดาวเรือง**. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ธัญนันท์ วีระกุล. 2551. **ไม้มงคล**. บริษัทอัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ.

บุญวงศ์ ไทยอุตส่าห์, มนฑล จำเริญพฤกษ์, ดำรง พิพัฒนวัฒนากุล และดวงใจ สุขเฉลิม. 2543. **ต้นไม้บนถนนในกรุงเทพมหานคร**. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

ปิยะ เฉลิมกลิ่น. 2542**. ไม้ดอกหอม เล่ม 1**. พิมพ์ครั้งที่ 4. บริษัทอัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ.

พัชรี เหล่ากาวี. 2550. **ผลของเวลาในการสารแพคโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตของต้นหูปลาช่อน**. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

พงศ์ โสโน. 2526. **นามานุกรม ไม้ต้นเมืองไทย**. โรงพิมพ์มิตรสยาม, กรุงเทพฯ.

พีรเดช ทองอำไพ. 2529. **ฮอร์โมนพืชและการสังเคราะห์ แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย**. หจก. ไดนามิคการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

เฟื่องฟ้า จันทนิยม. 2549. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเรื่อง การถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำสไลด์ถาวรของเนื้อเยื่อพืชสำหรับสื่อการเรียนการสอน. งานวินิจฉัยและกักกันศัตรูพืช ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม. (อัดสำเนา)

มัลลิกา วงษ์พานิช. 2539. **ผลของสารแพคโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าไม้ประดับยืนต้น**. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศุมาลิน จิรวิชา. 2545. **ผลของสารแพคโคลบิวทราโซลต่อลักษณะเรือนพุ่มและการสังเคราะห์ด้วยแสงของต้นประดู่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สงวนศรี สมพงษ์. 2549. **ผลของสารแพคโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตของต้นชมพู่พันธ์ทิพย์**. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

สร้อยนภา วัดทอง. 2528. **ผลของสารชะลอการเจริญเติบโต paclobutrazol ต่อกล้วยไม้สกุลหวายลูกผสม Dendrobium 'Hepa' เพื่อใช้เป็นไม้ดอกกระถาง**. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สิรินทิพย์ เจือจันทร์. 2546. **ผลของการพ่นสารพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตและการทนต่อสภาพการขาดน้ำของต้นกล้าพริก**. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Aguirre, R. and A. Blanco. 1992. Pattern of histological differentiation induced by paclobutrazol and GA_3 in peach shoots. **Acta Hort.** 315: 7-12.

Ahmad Nazarudin M.R. , Mohd Fauzi, R. and F.Y. Tsan. 2007. Effect of paclobutrazol on the growth and anatomy of stem and leaves of *Syzygium campanulatum*. **J. Tropical Forest Sci.** 19(2): 86-91.

Anderson, R.G. and G. Hartley. 1990. Use of growth retardants on satin flower, godetia, for pot plant production. **Acta Hort**. 272: 285-291.

Anonymous. 1984. **Paclobutrazol Plant Growth Regulator for Fruit**. Technical Data Sheet of Imperial Chemical Industries. PLC, Surrey.

Arron, G.P. 1985. Effect of trunk injection of three-growth regulator on sprout growth in silver maple. **J. Abor.** 11: 301-306.

Arteca, R.N. 1996. **Plant Growth Substance: principles and applications**. Chapman & Hall, New York.

Banon, S., A. Gonzalez., E.A. Cano, J.A. Franco and J.A. Fernandez. 2002. Growth, development and color response of potted *Dianthus caryophyllus* cv. Modriaan to paclobutrazol treatment. **Scientia. Hort.** 1767: 1-7.

Barnes, A.M., R.H. Walter and T.D. Davis. 1989. Anatomy of *Zea mays* and *Glycine max* seedling treated with triazole plant growth regulator. **Biol. Plant** . 31:370-375.

Borowski, R. 1997. Reaction of cucumber plants treated with paclobutrazol. **Annales Universitatis Mariae.** 5: 201-209.

Burrows, G.E., T.S. Boag and W.P. Stewart. 1992. Changes in leaf, stem, and root anatomy of chrysanthemum cv. Lillian Hoek following paclobutrazol application. **J. Plant Growth Regul.** 11: 189-194.

Chandrapanik S., H. Hiranpradit, U. Punnachit and S. Salakpetch. 1992. Paclobutrazol influences flower induction in durian, *Durio zibethinus* Murr. **Acta Hort**. 321: 282-290.

Dalziel, J. and D.K. Lawrence. 1984. Biochemical and biological effect of kaurene oxidase inhibitors such as paclobutrazol. pp. 43-57. *In* R. Menhenett and D.K. Lawrence, eds. **Biochemical aspects of synthetic and naturally occuring plant growth regulator**. British Plant Growth Regulator Group Monograph No.11. Wantage, England.

Davis T.D., G.L. Steffens and N. Sankhla. 1988. Triazole plant growth regulators, pp. 63. *In* J. Janick, ed. **Hortic. Rev.** V. 10. Timber Press, Portland.

Dejong T.M. and J.F. Doyle. 1985. Leaf gas exchange and growth responses of mature 'Fantasia' nectarine trees to paclobutrazol. **Plant Growth Regul. Abstr.** 11(4): 56.

Edgerton, L.J. 1986. Some effect of paclobutrazol on growth and fruiting of apple, peach and cherry. **Acta Hort.** 179: 467-472.

Greene, D.W. 1986. Effect of paclobutrazol and analysis on growth, yield , fruit quality and storage potential of 'Delicious' apple. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 111: 328-332.

Harris, R.W., J.R. Clark and N.P. Matheny. 2004. **Aboriculture integrated management of landscape trees, shrubs and vines**. 4th ed. Prentice Hall, New Jersey.

Haughan, P.A., R.S. Burden, J.R. Lonton and L.J. Goal. 1989. Inhibition of celery cell growth and sterol biosynthesis by enantiomer of paclobutrazol. **Phytochemistry** 28: 781-787.

Huang W.D., T. Shen, Z.H. Han and S. Liu. 1995. Influence of paclobutrazol on photosynthetic rate and dry matter partitioning in apple tree. **J. Plant Nutr.** 18(5): 901-910.

Hunter, D.M. and J.T.A. Proctor. 1990. Paclobutrazol bioassay using the axillary growth of a grape shoot. **HortScience** 25: 309-310.

Jaggard, K.W., Bisco, P.V. and D.K. Lawrence. 1982. An understanding of crop physiology in assessing a plant growth regulator on sugar beet, pp. 139-150. *In* J.S. McLaren, ed. **Chemical manipulation of crop growth and development**. Butterworths, London.

Latimer J.G. 1992. Drought, paclobutrazol, abscisic acid and gibberellic acid as alternatives to daminozide in tomato transplant production. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 117(2): 243-247.

Lever, B.G. 1986. 'Cultar'-A Technical overview. **Acta Hort**. 179: 459-466.

Maloupa, E., D. Gerasopoulos and A. Mamasidis. 2000. Paclobutrazol and pinching affect visual quality characteristic of potted *Vitex agnus-castus* plants. **Acta Hort.** 541: 295-298.

Maquard, R. and D. Tipton. 1987. Relationship between extractable chlorophyll and an *in situ* method to estimate leaf greenness**. HortScience** 22(6): 1327.

Marini, R.P. 1987. Growth and cropping of 'Redhaven' peach trees following soil application of paclobutrazol. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 112:18-21.

Mertens, M. 1993. Large flowers Rhododendron (Rhododendro × catawbiense michx.) as pot plant. **Rhododendron-und-Immergrune-Laubgeholze-Jahrbuch.** 92-98.

Moran, R. 1982. Formulae for determination of chlorophyllous pigment extracted with *N,N*-Dimethylformamide. Plant Physiol. 69:1376-1381.

National Academy of Science. 1981. **Tropical Legumes: Resources for the Future.** 3rd ed., Washington, D.C.

Newman, S.E. and J.S. Tant. 1995. Root-zone medium influences growth of poinsettias treated with paclobutrazol impregnated spike and drenches. **HortScience** 30: 1403-1405.

Obando A., J. Alavez and N. Darby. 1992. Effect of paclobutrazol on avocado (cv. Hass) in Mexico. **Acta Hort**. 321: 300-302.

Pathak, N., Y.D. Sharma and N. Pathak. 1996. Effect of plant bioregulators and potting mixture on *Primula obconica*. **J. Ornam. Hort**. 4: 30-32.

Quinlan, J.D. and P.J. Richardson. 1986. Uptake and translocation of paclobutrazol and implications for orchard use. **Acta Hort**. 179: 443-451.

Reed, A.N. 1988. Quantitation of triazole and pyrimidine plant growth retardants. **J. Chromatogr**. 438: 393-400.

Sansavini, S., R. Bonomo, A. Einotti and U. Palara. 1986. Foliar and soil application of paclobutrazol on Gloster apple. **Acta Hort**. 179: 489-496.

Shalini L. and D. Sharma. 2006. Persistence and movement of paclobutrazol residues in a mango orchard soil. **Bull. Environ Contam. Toxical.** 76: 930-934.

Shearing, S.J. and T. Jones. 1986. Fruit tree growth control with cultar with method of application. **Acta Hort.** 179: 505-512.

Shu, S.G. and H.D. Chung. 1988. Effect of paclobutrazol on growth tolerance to chilling and drought stress in cucumber plant, *Cucumis sativas* L. **Plant Growth Regul. Abstr.** 14: 369-382.

Sopher, C.R., M. Krol, N.P.A. Huner, A.E. Moore and R.S. Fletcher. 1999. Chloroplastic changes associated with paclobutrazol-induced stress protection in maize seedling. **Can. J. Bot.** 77(2): 279-290.

Stang E.J. and G.G. Weis. 1984. Influence of paclobutrazol plant growth regulator on strawberry plant growth, fruiting and runner suppression. **HortScience** 19: 643-649.

Sterrett, J.P. 1985. Paclobutrazol: a promising growth inhibitor injection into woody plant. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 110:4-8.

Sterrett, J.P. and R. A. Creager. 1986. A miniature pressure injector for deciduous woody seedlings and branches, pp. 181-182. *In* J.H. Yopp, L.H. Aung and G.L. Steffens (eds.). **Bioassays and Other Special Techniques for Plant Hormones and Plant Growth Regulators.** Plant Gr. Reg. Soc. of Amer. Pub. U.S.A.

Sugavanum, B. 1984. Diasteriosomer and enantiomer of paclobutrazol: Their preparation and biological activity. **Pestic. Sci.** 15: 296-302.

Swietlik, D. and S.S. Miller. 1985. The effect of paclobutrazol on mineral nutrition of apple seedling. **J. Plant Nutr.** 8:369-382.

Tekalign T. and S. Hammes. 2004. Response of potato grown under non-inductive condition to paclobutrazol: shoot growth, chlorophyll content, net photosynthesis, assimilate partitioning, tuber yield, quality and dormancy. **Plant Growth Regul.** 43: 227-236.

Tekalign T. and S. Hammes. 2005. Growth response of potato (*Solanum tuberosum*) grown in hot tropical lowland to applied paclobutrazol: 1 Shoot attributes, assimilate production and allocation. **New Zealand J. Crop and Hortic. Sci.** 33: 35-42.

Tekalign T., S. Hammes and J. Robbertse. 2005. Paclobutrazol-induced leaf, stem and root anatomical modifications in potato. **HortScience** 40(5): 1343-1346.

Terri, W.S. and S.W. Millie. 2000. Growth retardants affect growth and flowering of Scaevola. **HortScience** 35(1): 36-38.

Tymoszuk, S. and A. Mika. 1986. Growth control of apple trees with Cultar and Alar. **Acta Hort.** 179: 195-198.

Webb, J.A. and R.A. Fletcher. 1996. Paclobutrazol protect wheat seedling form injury due to waterlogging. **Plant Growth Regul.** 18: 201-206.

Wieland, W. F. and R. L. Wample. 1985. Root growth, water relation and mineral uptake of young 'Delicious' apple trees treated with soil and stem-application paclobutrazol. **Scientia Hort.** 26: 129-137.

Wilfret, G.J. 1988. Height retardation of easter lilies growth in container. **Proc. Fla. State Hortic. Soc.** 100: 379-382.

Yeleosky, G. 1993. Paclobutrazol-induced dwarfing of Valencia orange trees. **J. Agri. Sci**. 106: 329-332.

Yeshitela, T., P.J. Robertse and P.J.C. Stassen. 2004. Paclobutrazol suppressed vegetative growth and improved yield as well as fruit quality of 'Tommy Atkins' mango (*Mangifera indica*) in Ethiophia. **New Zealand J. Crop and Hortic. Sci.** 32: 281-293.

Yim, K.O. 1997. Growth response and allocation of assimilates of rice seedling by paclobutrazol and gibberellin treatment. **J. Plant Growth Regul.** 16(1): 35-41.

Zhao, J.Y., W.X. Tien., R.Z. Bai., Z.S. Bao and G.D. Piao. 1992. Biological effect of paclobutrazol on soybean. **J. Jilin Agri.** 14(4): 6-8.

Zhoa, S., X. Sun, Y. Wang., A. Li and Y. Shen. 1997. Effect of PP333 on growth and development of *Actinidia arguta*. **Scientia-Agri-Sinica.** 30(1): 65-70.

Zhou, W., and H. Xi. 1993. Effect of mixtalol and paclobutrazol on photosynthesis and yield of rape (Brassica napas). **J. Plant Growth Regul.** 12(3): 157-161.

Zizzo, G.V., G. Fascella, U.R. Amico, G. Iapichino, M. Bodson and M.VerHoyen. 2000. Growth and flowering response of *Tulbaghia violacea* to daminozide and paclobutrazol. **Acta Hort.** 515: 67-72.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ความสูงต้นที่เพิ่มขึ้น ความยาวกิ่ง ความยาวปล้องและน้ำหนักกิ่งที่แตกใหม่จากรอยตัดของประดู่บ้านหลังให้สารพาโคลบิวทราโซลเป็นเวลา6 เดือน

ทรีทเมนต์	ความสูงต้นที่เพิ่มขึ้น (%)	ความยาวกิ่งเฉลี่ย (ซม.)	ความยาวปล้องเฉลี่ย (ซม.)	น้ำหนักกิ่งที่แตกใหม่จากรอยตัด (กก.)
ไม่ให้สาร	19.8	71.0a	4.1a	1.2
ให้สาร PBZ 5 กรัม (a.i.)	12.2	67.6a	2.0b	2.2
ให้สาร PBZ 10 กรัม (a.i.)	9.7	44.5b	3.7a	1.2
F-test	ns	*	*	ns
CV (%)	64.91	34.7	37.62	83.01

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีค่าแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

ns ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* ค่าเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางผนวกที่ 2 ขนาดใบย่อย และค่าความเขียวใบประดู่บ้านหลังให้สารพาโคลบิวทราโซลเป็นเวลา 6 เดือน

ทรีทเมนต์	ขนาดใบย่อย (ตารางเซนติเมตร)	ค่าความเขียวใบ SPAD UNIT
ไม่ให้สาร	40.0	39.7
ให้สาร PBZ 5 กรัม (a.i.)	40.6	50.9
ให้สารพา PBZ 10 กรัม (a.i.)	34.8	43.8
F-test	ns	ns
CV (%)	20.78	66.67

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 3 ความสูงต้นและความกว้างทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้นของต้นประดู่บ้านหลังให้สารพาโคลบิวทราโซล เป็นเวลา 4 เดือน

ทรีทเมนต์	ความสูงต้นที่เพิ่มขึ้น (%)	ความกว้างทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้น (%)	ความยาวปล้องเฉลี่ย (ซม.)
ตัดแต่งแต่ไม่ให้สาร	15.8a	52.1a	5.2a
ให้สาร PBZ 10 กรัม (a.i.) ก่อนตัดแต่ง 1 เดือน	2.8b	15.6b	3.2b
ให้สาร PBZ 10 กรัม (a.i.) พร้อมตัดแต่ง	3.2b	25.1b	4.0ab
ให้สาร PBZ 10 กรัม (a.i.) หลังตัดแต่ง 1 เดือน	2.2b	18.2b	-
F-test	**	**	*
CV (%)	95.41	45.67	26.92

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีค่าแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

ns ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* ค่าเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

** ค่าเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

- ไม่มีค่าความยาวปล้องเฉลี่ย

ตารางผนวกที่ 4 ความสูงต้นและความกว้างทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้น ความยาวกิ่ง และความยาวปล้อง ของประดู่บ้านหลังให้สารพาโคลบิวทราโซลเป็นเวลา 11 เดือน

ทรีทเมนต์	ความสูงต้นที่เพิ่มขึ้น (%)	ความกว้างทรงพุ่มที่เพิ่ม (%)	ความยาวกิ่งเฉลี่ย (ซม.)	ความยาวปล้องเฉลี่ย (ซม.)
ตัดแต่งแต่ไม่ให้สาร	2.9b	15.1b	100.6a	3.7
ให้สาร PBZ 10 กรัม (a.i.) ก่อนตัดแต่ง 1 เดือน	12.3ab	48.4a	38.2b	2.9
ให้สาร PBZ 10 กรัม (a.i.) พร้อมตัดแต่ง	13.1a	35.8a	57.4ab	3.0
ให้สาร PBZ 10 กรัม (a.i.) หลังตัดแต่ง 1 เดือน	6.8ab	34.7a	50.2ab	3.3
F-test	*	*	*	ns
CV (%)	65.39	49.52	56.09	40.35

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test
ns ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ
* ค่าเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางผนวกที่ 5 น้ำหนักกิ่งที่แตกใหม่ทั้งหมดจากทุกรอยตัดที่ทำเครื่องหมายไว้ จำนวนกิ่งเฉลี่ยต่อรอยตัด และจำนวนกิ่งของประดู่บ้านทั้งหมดที่ตัดมาชั่งหลังให้สารพาโคลบิวทราโซลเป็นเวลา 11 เดือน

ทรีทเมนต์	น้ำหนักกิ่งที่แตกใหม่ทั้งหมด (กก.)	จำนวนกิ่งเฉลี่ย/รอยตัด (กิ่ง)	จำนวนกิ่งทั้งหมด
ตัดแต่งแต่ไม่ให้สาร	4.0	6.9	95
ให้สาร PBZ 10 กรัม (a.i.) ก่อนตัดแต่ง 1 เดือน	3.3	7.1	143
ให้สาร PBZ 10 กรัม (a.i.) พร้อมตัดแต่ง	3.0	10.0	192
ให้สาร PBZ 10 กรัม (a.i.) หลังตัดแต่ง 1 เดือน	2.8	6.5	148
F-test	ns	ns	-
CV (%)	60.57	72.61	-

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ

- ไม่ได้นำค่ามาวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 6 ขนาดใบย่อย ค่าความเขียวใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของประดู่บ้านหลังให้สารพาโคลบิวทราโซลเป็นเวลา 11 เดือน

ทรีทเมนต์	ขนาดใบย่อย (ตร.ซม.)	ค่าความเขียวใบ (SPAD UNIT)	ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (มก./ตารางเดซิเมตร)
ตัดแต่งแต่ไม่ให้สาร	35.4ab	42.6b	4.5c
ให้สาร PBZ 10 กรัม (a.i.) ก่อนตัดแต่ง 1 เดือน	26.0b	52.1a	7.0a
ให้สาร PBZ 10 กรัม (a.i.) พร้อมตัดแต่ง	38.4a	49.6ab	5.6cb
ให้สาร PBZ 10 กรัม (a.i.) หลังตัดแต่ง 1 เดือน	28.0b	50.8ab	5.9ab
F-test	**	*	*
CV (%)	16.82	11.48	30.46

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test
* ค่าเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ
** ค่าเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 7 ความสูงต้นที่เพิ่มขึ้นในแต่ละเดือนของต้นประดู่บ้านหลังให้สารพาโคลบิวทราโซลครั้งที่ 2 เป็นเวลา 6 เดือน

ทรีทเมนต์	ความสูงต้นที่เพิ่มขึ้น (%)				
	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.
ไม่ให้สาร	13.2	19.9	25.7	30.0	28.7
ให้สาร PBZ 10 กรัม (a.i.) 1 ครั้ง	13.7	15.2	19.8	23.7	23.8
ให้สาร PBZ 10 กรัม (a.i.) 2 ครั้ง	15.5	22.5	29.2	31.2	33.9
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	76.96	74.34	54.02	42.54	48.01

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 8 ความกว้างทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้นในแต่ละเดือนของต้นประดู่บ้านหลังให้สารพาโคลบิวทราโซลครั้งที่ 2 เป็นเวลา 6 เดือน

ทรีทเมนต์	ความกว้างทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้น (%)				
	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.
ไม่ให้สาร	31.8	37.3	38.8	41.9	43.9
ให้สาร PBZ 10 กรัม (a.i.) 1 ครั้ง	29.9	34.2	36.0	40.3	41.1
ให้สาร PBZ 10 กรัม (a.i.) 2 ครั้ง	31.3	33.5	35.2	39.2	39.2
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	61.96	53.57	45.35	39.28	37.65

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 9 จำนวนกิ่งที่แตกใหม่ของประดู่บ้านในแต่ละรอยตัดที่ทำเครื่องหมายหลังให้สารพาโคลบิวทราโซล

ทรีทเมนต์	จำนวนกิ่งที่แตกใหม่เฉลี่ยในแต่ละรอยตัด					
	เม.ย.	พ.ค.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.
ไม่ให้สาร	6.3	8.1b	8.2b	8.4	8.4b	8.4b
ให้สาร PBZ 10 กรัม (a.i.) 1 ครั้ง	7.1	12.4a	12.2a	12.1	12.1a	12.1a
ให้สาร PBZ 10 กรัม (a.i.) 2 ครั้ง	10.0	8.7b	9.3ab	9.3	9.7ab	9.7ab
F-test	ns	*	*	ns	*	*
CV (%)	60.46	28.57	32.00	32.52	31.78	31.78

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test
ns ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ
* ค่าเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางผนวกที่ 10 ความยาวกิ่งเฉลี่ยของประดู่บ้านในแต่ละเดือนหลังให้สารพาโคลบิวทราโซล ครั้งที่ 2

ทรีทเมนต์	ความยาวกิ่งเฉลี่ย (ซม.)				
	พ.ค.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.
ไม่ให้สาร	89.0	134.5	160.8	168.3	186.6
ให้สาร PBZ 10 กรัม (a.i.) 1 ครั้ง	79.7	103.0	110.7	117.5	130.4
ให้สาร PBZ 10 กรัม (a.i.) 2 ครั้ง	91.6	113.8	119.8	126.4	139.7
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	28.87	39.43	35.65	36.33	40.65

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 11 ความยาวกิ่ง ความยาวปล้อง ความยาวก้านใบย่อย น้ำหนักกิ่ง และขนาดใบย่อย ของประดู่บ้านหลังให้สารพาโคลบิวทราโซลเป็นเวลา 8 เดือน

ทรีทเมนต์	ความยาวกิ่ง (ซม.)	ความยาวปล้อง (ซม.)	ความยาวก้านใบย่อย (ซม.)	น้ำหนักกิ่งรวม (กก.)	ขนาดใบย่อย (ตร.ซม.)
ไม่ให้สาร	157.4a	5.8	0.6	17.3	44.7
ให้สาร PBZ 10 กรัม (a.i.) 1 ครั้ง	88.0b	4.9	0.6	10.3	41.5
ให้สาร PBZ 10 กรัม (a.i.) 2 ครั้ง	123.6ab	5.7	0.6	13.4	42.4
F-test	*	ns	ns	ns	ns
CV (%)	43.10	21.51	15.75	62.1	22.15

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

ns ค่าเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

* ค่าเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางผนวกที่ 12 ค่าความเขียวใบของประดู่บ้านจากใบที่สุ่มมาวัดในแต่ละเดือน หลังให้สารพาโคลบิวทราโซลครั้งที่ 2

ทรีทเมนต์	ค่าความเขียวใบ (SPAD UNIT)			
	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	พ.ย.
ไม่ให้สาร	46.2	49.7	46.8	37.1
ให้สาร PBZ 10 กรัม (a.i.) 1 ครั้ง	50.2	51.5	45.1	38.4
ให้สาร PBZ 10 กรัม (a.i.) 2 ครั้ง	50.2	52.9	50.1	39.3
F-test	ns	ns	ns	ns
CV (%)	15.71	14.57	15.26	22.26

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางผนวกที่ 13 ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในใบประดู่บ้านจากใบที่สุ่มมาวัดในแต่ละเดือน หลังให้สารพาโคลบิวทราโซลครั้งที่ 2

ทรีทเมนต์	ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (มิลลิกรัม/ตารางเดซิเมตร)			
	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	พ.ย.
ไม่ให้สาร	5.0	5.0	4.9ab	3.4b
ให้สาร PBZ 10 กรัม (a.i.) 1 ครั้ง	5.3	5.7	4.6b	5.5a
ให้สาร PBZ 10 กรัม (a.i.) 2 ครั้ง	5.4	5.5	5.8a	4.1a
F-test	ns	ns	*	*
CV (%)	29.3	29.30	25.99	39.63

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

ns ค่าเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

* ค่าเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

การเตรียมตัวอย่างสไลด์ถาวรเพื่อศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของใบประดู่ (ดัดแปลงจากวิธีของเฟื่องฟ้า, 2549)

1. การเลือกและตัดแบ่งชิ้นส่วนเนื้อเยื่อพืช: เลือกตัวอย่างใบประดู่ที่มีลักษณะปกติ แช่น้ำนานประมาณ 5 นาที และตัดตัวอย่างให้มีขนาดประมาณ 0.5 ตารางเซนติเมตร จากนั้นนำชิ้นส่วนตัวอย่างใบที่ตัดแล้วไปแช่น้ำกลั่นเพื่อล้างน้ำยาง ประมาณ 2 นาที

2. การฆ่าและคงสภาพของเนื้อเยื่อพืช: แช่ตัวอย่างที่ตัดได้ในน้ำยา fixative (FAA: formalin-acetic acid-alcohol) โดยแช่ตัวอย่างให้จมใต้น้ำยา เพื่อทำให้เซลล์ตาย ยับยั้งขบวนการต่างๆ ของเซลล์ และทำให้เนื้อเยื่อแข็งตัวหรือคงสภาพเซลล์ เป็นเวลาอย่างน้อย24 ชั่วโมง (ตัวอย่างจมน้ำยา) เก็บในขวดแก้วที่ปิดฝาสนิท

หมายเหตุ สูตรน้ำยา FAA ที่ใช้ประกอบด้วย

แอลกอฮอล์ 95%	50 มิลลิลิตร
กรดอะซิติก	5 มิลลิลิตร
ฟอร์มาลิน	10 มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	35 มิลลิลิตร

3. การดึงน้ำออกจากเซลล์: เทน้ำยา FAA ทิ้ง จากนั้นแช่ตัวอย่างใบในเอธิลแอลกอฮอล์ 30 และ 50% ตามลำดับ ขั้นตอนละ 12 ชั่วโมง

4. การทำความสะอาดชิ้นส่วนเนื้อเยื่อพืช: แช่ตัวอย่างในน้ำยา TBA series (tertiary butyl alcohol) ระดับความเข้มข้น 50 70 85 95 100% และ TBA บริสุทธิ์ 3 ครั้ง ตามลำดับ ขั้นตอนละ 12 ชั่วโมง

หมายเหตุ ส่วนผสมของน้ำยา TBA ในระดับความเข้มข้นต่างๆ มีดังนี้

ส่วนผสม (มิลลิลิตร)	Tertiary butyl alcohol series				
	50%	70%	85%	95%	100%
น้ำกลั่น	50	30	15	-	-
เอธิลแอลกอฮอล์ 95%	40	50	50	45	-
Tertiary butyl alcohol series	10	20	35	55	75
เอธิลแอลกอฮอล์ 100%	-	-	-	-	25

5. การแทรกซึมตัวกลางเข้าไปในเนื้อเยื่อพืช: ใช้พาราฟินเป็นตัวกลางในการแทรกซึม (embedding medium) โดยแช่ตัวอย่างพืชในสารละลายผสมของพาราฟินออยล์ (paraffin oil) และ TBA บริสุทธิ์ ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร นาน 12 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างไปแช่ในสารละลายผสมของ TBA บริสุทธิ์ พาราฟินออยล์ และพาราฟินบริสุทธิ์ (pure paraffin) ในอัตราส่วน1:1:2 โดยปริมาตร โดยนำไปไว้ในตู้อบอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง และเปลี่ยนพาราฟินบริสุทธิ์อีก 3 ครั้งๆ ละ 24 ชั่วโมง

6. การฝังเนื้อเยื่อพืชลงในพาราฟิน: วางชิ้นส่วนใบประดู่ให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการศึกษาลงในแบบพิมพ์ (embedding mold) จากนั้นเทพาราฟินบริสุทธิ์ลงไปให้เต็มแบบพิมพ์ แล้วทำให้แข็งตัวโดยการนำแบบพิมพ์นั้นไปแช่ตู้เย็นได้เป็น paraffin block

7. การตัดชิ้นส่วนเนื้อเยื่อพืช: ตัดชิ้นส่วนของใบที่ฝังอยู่ใน paraffin block ด้วยเครื่องไมโครโมลแบบล้อหมุน (rotary microtome) ให้มีความหนา 12 ไมโครเมตร จะได้ชิ้นส่วนเนื้อเยื่อที่มีลักษณะเป็นแผ่นบางๆ เรียกว่า ริบบอน (ribbon)

8. การติดแผ่นริบบอนบนแผ่นสไลด์: ใช้สไลด์ซึ่งเคลือบด้วยสารเหนียวของฮอพท์(Haupt' s adhesive) ซึ่งลอยในน้ำอุ่น อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส วางสไลด์บนเครื่องอุ่นสไลด์ที่ตั้ง อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง เพื่อให้ชิ้นส่วนเนื้อเยื่อติดแน่นมากยิ่งขึ้น

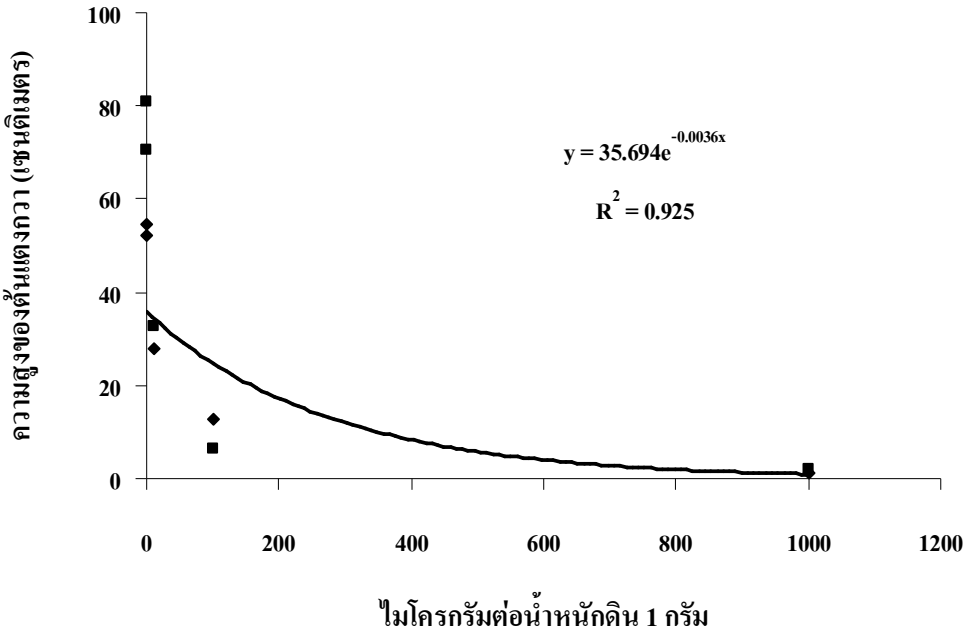
หมายเหตุ ส่วนผสมของ Haupt' s adhesive มีดังนี้

เจลาติน	1 กรัม
ฟีนอล คริสตัล	2 กรัม
กลีเซอรีน	15 มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	100 มิลลิลิตร

วิธีเตรียม คือละลาย เจลาติน 1 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เมื่อเจลาตินละลายหมดแล้วใส่ ฟีนอล คริสตัล จำนวน 2 กรัม จากนั้นเติมกลีเซอรีน จำนวน 15 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน เก็บใส่ขวดสีชา

9. การย้อมสี: ล้างพาราฟินออกด้วยไซลีน ไซลีนผสมแอลกอฮอล์บริสุทธ์ (อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร) แอลกอฮอล์ 95, 70, 50, 30% และน้ำสะอาด ตามลำดับ ขั้นตอนละ 5 นาที ย้อมเนื้อเยื่อด้วยสีซาฟรานีน 1% ในน้ำกลั่นนาน 24 ชั่วโมง ล้างสีส่วนเกินออกด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้ง ล้างออกด้วยแอลกอฮอล์ 30, 50, 70, และ 95% ตามลำดับ ขั้นตอนละ 5 นาที จากนั้นย้อมสีฟาส์ตกรีน 1% ในแอลกอฮอล์นาน 5 วินาที ล้างสีและพาราฟินส่วนเกินออกเพื่อให้สไลด์ใสด้วยแอลกอฮล์บริสุทธิ์ แอลกอฮอล์บริสุทธ์ผสมไซลีน (อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร) และไซลีนบริสุทธิ์ 3 ครั้ง ขั้นตอนละ 5 นาที

10. การปิดแผ่นสไลด์: ทำความสะอาดแผ่นสไลด์ โดยใช้ไม้ที่พันสำลีชุบแอลกอฮอล์ 95% เช็ดบริเวณรอบๆ ตัวอย่าง ปิดแผ่นสไลด์ด้วยกระจกปิดสไลด์ โดยใช้permount เป็นตัวกลางเพื่อให้กระจกติดแน่น ทิ้งสไลด์ให้แห้ง นำสไลด์ตัวอย่างมาศึกษาลักษณะทางกายวิภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์



ภาพผนวกที่ 1 กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของต้นแตงกวา และปริมาณสารพาโคลบิวทราโซลเพื่อหาปริมาณสารตกค้างในดินบริเวณที่ปลูกต้นประดู่บ้าน

ตารางผนวกที่ 14 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ณ สถานีตรวจอากาศกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2549-ธันวาคม 2550

เดือน	อุณหภูมิ (°C)		ความชื้นสัมพัทธ์ (%)		ปริมาณน้ำฝน
	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	(mm.)
สิงหาคม 49	32.8	24.5	94	61	2.9
กันยายน 49	33.4	24.2	93	59	11.3
ตุลาคม 49	32.3	24.2	92	59	3.7
พฤศจิกายน 49	32.8	22.4	93	50	0.2
ธันวาคม 49	29.9	19.4	93	47	0.2
มกราคม 50	30.6	19.7	94	49	0.2
กุมภาพันธ์50	33.3	21.0	94	44	0.0
มีนาคม 50	36.2	24.5	93.5	39.9	0.5
เมษายน 50	35.9	24.9	93.3	47.7	5.0
พฤษภาคม 50	33.5	24.8	93.8	61.3	8.4
มิถุนายน 50	34.9	25.2	93.9	53.0	5.0
กรกฎาคม 50	33.3	24.5	94.4	57.3	4.7
สิงหาคม 50	32.9	24.7	95.0	59.2	5.9
กันยายน 50	33.2	24.6	93.9	57.3	3.3
ตุลาคม 50	31.5	23.7	94.0	60.1	5.3
พฤศจิกายน 50	29.6	20.1	94.7	50.4	0.5
ธันวาคม 50	31.8	20.7	95.0	46.7	0.0

หมายเหตุ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2549-เดือนกุมภาพันธ์ 2550 มีค่า 2.7 มิลลิเมตร และตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2550-เดือนธันวาคม 2550 มีค่า 3.9 มิลลิเมตร

ตารางผนวกที่ 15 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ณ สถานีตรวจอากาศกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม ปี พ.ศ. 2551

เดือน	อุณหภูมิ (°C)		ความชื้นสัมพัทธ์ (%)		ปริมาณน้ำฝน
	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	(mm.)
มกราคม	31.4	19.7	95	43	T
กุมภาพันธ์	31.9	22.4	94	48	1.6
มีนาคม	34.5	23.3	94.2	43.1	0.0
เมษายน	35.3	24.3	93.8	47.6	1.8
พฤษภาคม	33.9	23.7	93.5	52.9	5.2
มิถุนายน	34.0	24.0	93.2	52.0	6.3
กรกฎาคม	33.4	23.9	93.1	52.8	2.6
สิงหาคม	33.7	23.6	93.7	51.0	4.0
กันยายน	32.8	24.0	94.3	56.2	4.4
ตุลาคม	32.4	23.7	95.2	59.4	5.3
พฤศจิกายน	29.9	21.6	95.0	54.0	0.5
ธันวาคม	28.8	18.1	96.3	48.4	T

หมายเหตุ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตั้งแต่เดือนมกราคม 2551-เดือนมิถุนายน 2551 มีค่า 2.5 มิลลิเมตร

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวการิตา จงเจือกลาง
วัน เดือน ปี ที่เกิด	3 มิถุนายน พ.ศ. 2526
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลมหาราช จังหวัดนครราชสีมา
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-