

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์



เรื่อง การควบคุมขนาดต้นและการใช้ระยะปลูกชิดในการผลิตลองกอง
Tree Size Control and Using Narrow Spacing in Longkong Production

โดย

นางมณฑล แซ่หลิม

นายสายัณห์ สดุดี

นางสุภาณี ชนะวีระวรรณ

สงวน

เลขที่.....
Bib Key..	22/111	(ค.1)

ภาควิชาพืชศาสตร์
คณะทรัพยากรธรรมชาติ

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตหาดใหญ่

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยเรื่อง การควบคุมขนาดต้นและการใช้ระยะปลูกชิดในการผลิตลองกอง ได้ทำการศึกษาที่ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ระหว่างปี 2540 - 2543 มีการศึกษาและผลการทดลองดังต่อไปนี้

การศึกษานิตของต้นพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการปลูกระยะชิด โดยทำการทดลองปลูกลองกองที่มีการขยายพันธุ์แบบเพาะเมล็ด เสียบยอด และตอนกิ่ง จำนวน 9 ต้นลงในไรโซตรอน ทำการศึกษาลักษณะโครงสร้างทรงพุ่มและการเจริญเติบโตเป็นระยะเวลา 1 ปี และปลูกในแปลงทดลองอีกชนิดละ 5 ต้น(ซ้ำ) ทำการศึกษาลักษณะทรงพุ่มจนถึงระยะออกดอก จากผลการทดลองในไรโซตรอนพบว่าต้นลองกองที่ขยายพันธุ์จากการเพาะเมล็ดมีความสูง น้ำหนักแห้งต้นและรากเฉลี่ยสูงสุด ต้นลองกองที่ขยายพันธุ์จากการเสียบยอดและตอนกิ่งมีพื้นที่ใบและความยาวรากเฉลี่ยสูงกว่าต้นจากเพาะเมล็ด และต้นลองกองที่ได้จากการเสียบยอดมีลักษณะทรงพุ่มและการแผ่กระจายของรากที่ดี เช่นเดียวกันกับการเจริญเติบโตของต้นลองกองที่ปลูกในแปลงทดลอง พบว่าต้นลองกองที่ขยายพันธุ์จากการเสียบยอดมีลักษณะทรงพุ่มและมีแนวโน้มที่จะให้ผลผลิตเร็วกว่าอีกสองชนิดโดยเริ่มแสดงตาดอกให้เห็นในระยะเวลา 4 1/2 ปี หลังจากปลูก และจากการวัดความสูงลำต้น จำนวนกิ่ง ดัชนีพื้นที่ใบ(LAI) และค่าความทึบแสงของทรงพุ่ม(DIFN) ของต้นลองกองเสียบยอดพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับต้นลองกองจากการเพาะเมล็ด

การควบคุมทรงพุ่มต้นลองกองในกระถางขนาด 25 ลิตร โดยวิธีการตัดและตัดแต่งกิ่งให้เหลือกิ่งข้าง 2, 3 และ 4 กิ่งเปรียบเทียบกับไม่ตัดแต่งกิ่ง มีการประเมินผลการเจริญเติบโตโดยนับจำนวนกิ่ง ใบ วัดพื้นที่ใบ และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ผลการทดลองพบว่า การตัดแต่งและตัดกิ่งให้เหลือจำนวนกิ่งข้าง 2 กิ่ง มีการแตกกิ่งและพื้นที่ใบสูงสุด และการตัดแต่งและตัดกิ่งให้เหลือจำนวนกิ่งข้าง 4 กิ่ง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต้นเพิ่มขึ้นสูงสุด ขนาดทรงพุ่มที่เหมาะสมสำหรับกระถางขนาด 25 ลิตร ควรมีจำนวนกิ่ง 21 กิ่ง 80 ใบ และมีความสูง 135 ซม.

การเพิ่มขนาดลำต้นโดยวิธีการตัดแต่งและควั่นต้นในกระถางขนาด 35 ลิตร ทำการทดลองระหว่างเดือนกรกฎาคม 2541 ถึงเดือนธันวาคม 2543 เป็นเวลา 2 ปี โดยใช้ต้นลองกองเสียบยอดขนาดอายุ 3 ปี จำนวน 16 ต้นทำการตัดแต่งให้มีทรงพุ่มขนาดเดียวกับต้นในกระถาง 25 ลิตร ทำการควั่นต้นบริเวณเหนือรอยต่อ 2.5 ซม. ให้มีรอยควั่นขนาด 0.3-0.4 ม.ม. ในระยะเวลา 6 เดือน/ครั้ง ศึกษาการเจริญเติบโตเปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ควั่น ผลการทดลองพบว่า การควั่นต้นทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเพิ่มขึ้นมากกว่าต้นที่ไม่ควั่น และมีจำนวนกิ่ง พื้นที่ใบ/ต้นลดลง การย้ายปลูกลงในท่อนซีเมนต์กลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เมตร สูง 0.3 เมตร เวลา 6 เดือน ต้นที่ควั่นกิ่งเริ่มแตกตาดอก 30%

ขนาดของภาชนะปลูกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของลองกองกิ่งชำ อายุ 2 ปี ในถุงพลาสติก ขนาดบรรจุดิน 20, 30, 40 และ 90 ลิตร วัดการเจริญเติบโตเป็นเวลานาน 12 เดือน พบว่าขนาดภาชนะปลูก 90 ลิตร ทำให้ต้นลองกองมีการเพิ่มของขนาดลำต้น และความยาวรากสูงสุด ขนาดภาชนะปลูก 40 และ 90 ลิตร มีผลทำให้ จำนวนใบ พื้นที่ใบ/ต้น น้ำหนักสด น้ำหนักแห้งใบ ลำต้น และราก สูงกว่าภาชนะปลูก 20 และ 30 ลิตร ส่วนความสูงและจำนวนกิ่งไม่แตกต่างกันทุกทรีตเมนต์

การเร่งการแตกใบและตาดอกของลองกองกิ่งชำอายุ 4 ปี จำนวน 16 ต้น ด้วยการฉีดพ่นใบด้วยสารพาโคลบิวทราโซล ที่ความเข้มข้น 0, 750, 1000, 1500 ppm อัตรา 2 ลิตร/ต้น ศึกษาการแตกใบและดอก และผลทางสรีรวิทยาของต้นเป็นเวลา 28 สัปดาห์ พบว่าทุกทรีตเมนต์ไม่มีการแตกตาดอก มีการแตกใบ 2 ครั้ง 20 และ 28 สัปดาห์ หลังฉีดพ่นสาร ยอดที่แตกใหม่มีข้อปล้อง และความยาวใบหดสั้นลง ค่าศักย์ของน้ำในใบและการปิดเปิดของปากใบทุกความเข้มข้นของสารไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสาร

Abstract

The tree size control and using narrow spacing in Longkong production was conducted during 1998- 2000 at the Department of Plant Science, Faculty of Natural Resource, Prince of Songkla University with the following topic:

The suitable canopy structure for high density planting was investigated. Two experiments were established up in the rhizotron and under the field condition. Nine of 2-year longkong seedlings from three propagated types (seedling, graftage and marcottage) were planting in the rhizotrons and the others (15 trees) were studied in the field. Under the rhizotron condition, seedling plant exhibited the best result in height, and dry weight of shoot and root, while marcottage plant produced highest leaf area and root length. Graftage type of longkong provided more suitable canopy structure and root distribution. The growth habit of the graftage plant in the field condition also tended to be the earliest bearing type of tree with flower but emergence in 4 $\frac{1}{2}$ years. However, the height, number of branches, leaf area index(LAI) and the diffuse non-interceptance(DIFN) of the graftage plant were significantly difference with seedling plant

The canopy control of Longkong cuttings in 25 l - pot was examined. Twenty of 2-year longkong cuttings were pruned and remaining 2, 3 and 4 lateral branches, comparing to the unpruned treatment. The growth characteristics with number of branches, leaves, leaf areas and stem diameters were measured for 18 months. The result showed that treatment which 2 lateral branches remained gave highest number of branches and leaf area and the stem diameters were highest for the treatment which 4 lateral branches remained. However, the optimized canopy for 25 l- pot for 2-year longkong cuttings might have 21 terminal shoots, 80 leaves and 135 cm of tree height.

Increasing of stem diameter of 3-year longkong trees in 35 l-pot was studied during July 1998 to December 2000. The canopy of 16 graftage longkongs were pruned and reduced to the same condition as 25 l- pot. The main trunks were girdled on 2.5 cm above graft-union with 6 months interval comparing with non-girdle tree. It was found that the girdle tree gave higher stem diameter than the non- girdle one and the number of branches and leaf areas were reduced. By the end of the experiment, most of the plants transferred to bigger cement containers (1- m diameter, 0.3- m height) and 30% of the girdle trees were emerged flower buds (by observation).

Effect of container sizes on the growth of longkong. Thirty-six of 2- years old of longkong cuttings were planted on 20, 30, 40 and 90 l of plastic bag. The plant growth (stem diameter; height; number of branches and leaves; fresh and dry weight of leaves, shoots, roots; and dry weight of top: root ratio) was determined for 12 months. The result showed that the 90-l container size produced highest of stem diameter and root length. The 40-l and 90-l pot size gave higher leaf numbers; leaf area/tree; fresh weight and dry weight of leaves, trunk and root than that of the 20-l and 30-l pot size. However, it was no significantly difference on the height and branches number.

To accelerate on leaf flushing and flower bud emergence and control the canopy. Sixteen of 4-year old longkong cuttings were used in the experiment. Longkong leaves were sprayed with 0, 750, 1000 and 1500 ppm paclobutrazol, 2 lit/ tree. Leaf flushing, canopy characteristics, percentage of flower emergence and physiological changing were determined for 28 weeks after the application date. The result showed that all of the chemical concentration reduced the internode and leaf length and canopy volumes. Two leaf flushes occurred on 20 and 28 weeks. It was not significantly difference on leaf water potential and leaf stomata conductance but tended to increase sequence by the chemical concentration.

สารบัญเรื่อง

	หน้า
บทนำและตรวจเอกสาร	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	5
วิธีการดำเนินงานวิจัยโดยสรุปทฤษฎีหรือแนวทางการคิดที่จะนำมาใช้ในการวิจัย ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
วิธีการวิจัย ผลการทดลองและวิจารณ์	7
1 การศึกษาชนิดของต้นพันธุ์ที่เหมาะสมที่ใช้ในการปลูกกระยะชิด	7
2 เทคนิคการตัดและตัดแต่งโครงสร้างของต้นในสภาพการปลูกกระยะชิด	17
2.1 การควบคุมทรงต้นในกระถางขนาด 25 ลิตร	17
2.2 การเพิ่มขนาดลำต้นโดยการตัดแต่งและควั่นต้นในกระถางขนาด 35 ลิตร	25
3 การเจริญเติบโตของลองกองที่ปลูกในกระยะชิด	34
3.1 ข้อจำกัดของภาชนะปลูกในการเจริญเติบโตของลองกอง	34
4 การเร่งการแตกใบและการแตกตาดอก	38
4.1 การใช้สารพาโคลบิวทราโซลเพื่อกระตุ้นตาดอก	38
สรุปผลการทดลอง	50
เอกสารอ้างอิง	52

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	หัวข้อและกิจกรรมการดำเนินงานวิจัยระหว่างปี 2541-2543	6
2	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ลองกองที่ได้จากการขยายพันธุ์ต่างกันในไรโซตรอน	13
3	โครงสร้างทรงพุ่มของลองกองที่ได้จากการขยายพันธุ์วิธีการต่างกันเมื่ออายุ 1 ปี	13
4	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของลองกองที่ได้จากการขยายพันธุ์วิธีการต่างกันเมื่ออายุ 3 ปี	15
5	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของลองกองที่ได้จากการขยายพันธุ์วิธีการต่างกันในระยะเวลา 5 ปีหลังปลูก	15
6	การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารของลองกองที่ได้จากการขยายพันธุ์วิธีต่างกันในรอบปี	16
7	การเจริญเติบโตต้นกล้าลองกองหลังการตัดแต่งกิ่ง 6 เดือน	20
8	การเพิ่มความสูง(ซม) ของต้นลองกองหลังจากควบคุมทรงพุ่มเป็นเวลา 12 เดือน	20
9	การเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต้น(ซม) ของลองกองหลังจากควบคุมทรงพุ่มเป็นเวลา 12 เดือน	20
10	จำนวนใบรวมของต้นลองกองหลังจากควบคุมทรงพุ่มเป็นเวลา 12 เดือน	21
11	พื้นที่ใบ(ตร.ม.)/ต้นของลองกองหลังจากควบคุมทรงพุ่มเป็นเวลา 12 เดือน	21
12	การเพิ่มจำนวนกิ่งของต้นลองกองหลังจากควบคุมทรงพุ่มเป็นเวลา 12 เดือน	21
13	การเจริญเติบโตของต้นลองกองกิ่งชำในกระถางขนาด 35 ลิตร ในเวลา 1 ปี	28
14	ค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต้นของลองกอง(ซม) ปี 2542- 2543	29
15	ค่าเฉลี่ยจำนวนกิ่งต้นของลองกอง ปี 2542- 2543	29
16	ค่าเฉลี่ยจำนวนใบรวมของต้นลองกอง ปี 2542- 2543	30
17	ค่าเฉลี่ยความสูง (ซม) ของต้นลองกองปี 2542- 2543	30
18	ค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบ (ตร.ซม.)ของต้นลองกอง ปี 2542- 2543	30
19	ค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบ/ต้น (ตร.ม.) ของต้นลองกอง ปี 2542- 2543	31

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
20	ผลของภาชนะปลูกที่มีปริมาตรดินต่างกันต่อการเจริญเติบโตของต้น ลองกอง	35
21	ผลของขนาดภาชนะปลูกที่มีปริมาตรดินต่างกันต่อน้ำหนักสดน้ำหนักแห้ง ของใบ ลำต้น ราก และความยาวรากของลองกอง	35
22	ผลของภาชนะปลูกที่มีปริมาตรต่างกันต่อโครงสร้างทรงพุ่มของลองกอง	37
23	ผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อศักยภาพของน้ำในใบหลังให้สาร 2, 4 และ 6 สัปดาห์	44
24	ผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อการเปิดของปากใบหลังให้สาร 2, 4 และ 6 สัปดาห์	45
25	ผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์หลังให้สาร 20 และ 28 สัปดาห์	46
26	ผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อประสิทธิภาพของคลอโรฟิลล์หลังให้สาร 2, 4 และ 6 สัปดาห์	47
27	ผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อโครงสร้างทรงพุ่มหลังให้สาร 20 และ 28 สัปดาห์	48

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ความสูงของลองกองที่ปลูกในไรโซตรอน 12 เดือน	9
2	เส้นผ่านศูนย์กลางของลองกองที่ปลูกในไรโซตรอน 12 เดือน	9
3	ลักษณะโครงสร้างทรงพุ่มและการกระจายตัวของรากลองกองที่ขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเมล็ด ตอนกิ่ง และเสียบยอด	10
4	การเปลี่ยนแปลงคาร์โบไฮเดรต ไนโตรเจนและอัตราส่วน C/N ของลองกองในรอบปี	14
5	ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใบลองกองกับความยาวและความกว้างใบจากการวัดค่าโดย Area meter	18
6	การเพิ่มความสูง (ก) ขนาดต้น (ข) และจำนวนกิ่ง (ค) ของต้นลองกองหลังควบคุมทรงพุ่มโดยการตัดแต่งกิ่งเป็นเวลา 1 ปี	22
7	จำนวนใบรวม (ก) และพื้นที่ใบ (ข) ของต้นลองกองหลังควบคุมทรงพุ่มโดยการตัดแต่งกิ่งเป็นเวลา 1 ปี	23
8	ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนกิ่ง (ก) จำนวนใบรวม (ข) และจำนวนใบย่อย (ค) กับขนาดต้นลองกองที่ปลูกในกระถางขนาด 25 นิ้ว เป็นเวลา 12 เดือน	24
9	ความสัมพันธ์ระหว่างความสูง(ก)จำนวนกิ่ง(ข) จำนวนใบรวม(ค) และจำนวนใบย่อย(ง) กับขนาดต้นลองกองที่ปลูกในกระถางขนาด 25 นิ้ว เป็นเวลา 12 เดือน	26
10	ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนกิ่ง(ก) จำนวนใบรวม(ข) ความสูง(ค) และพื้นที่ใบ(ง) กับขนาดลำต้นของลองกองที่ปลูกในกระถางขนาด 35 นิ้ว เป็นเวลา 12 เดือน	27
11	การเจริญเติบโตของต้นลองกองในสภาพควบคุมทรงพุ่มในกระถางขนาด 35 ลิตร เป็นเวลา 24 เดือน	32
12	ความสัมพันธ์ระหว่างความสูง (ก) จำนวนกิ่ง (ข) จำนวนใบรวม (ค) และจำนวนใบย่อย (ง) กับขนาดต้นลองกองที่ปลูกในกระถางขนาด 35 นิ้ว เป็นเวลา 24 เดือน	33
13	ผลของขนาดภาชนะปลูกที่มีปริมาตรดินต่างกันต่อน้ำหนักแห้งใบ (ก) ลำต้น(ข) ยอด(ค) และราก(ง) ของลองกองเป็นเวลา 12 เดือน	36

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
14	ผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อความยาวใบประกอบของยอดดลองกอง หลังให้สาร 20 สัปดาห์	40
15	ความยาวข้อปล้องของดลองกองภายหลังจากให้สารพาโคลบิวทราโซล 20 สัปดาห์	40
16	ความยาวปล้องของดลองกองภายหลังจากให้สารพาโคลบิวทราโซล 28 สัปดาห์	41
17	ความยาวใบประกอบของยอดดลองกองภายหลังจากให้สารพาโคลบิวทรา โซล 20 สัปดาห์	41
18	พื้นที่ใบใหม่ของดลองกองหลังให้สาร 20 สัปดาห์	42
19	พื้นที่ใบใหม่ของดลองกองหลังให้สาร 28 สัปดาห์	42
20	ลักษณะของปลายรากดลองกองหลังให้สารพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้น 0 ppm (ก) 750 ppm (ข) 1000 ppm (ค) และ 1500 ppm (ง)	43
21	ลักษณะทรงพุ่มของดลองกองหลังให้สารพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้น 0 ppm (ก) 750 ppm (ข) 1000 ppm (ค) และ 1500 ppm (ง)	49

บทนำ

ลองกองเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่มีศักยภาพในการปลูกทดแทนได้ดีพืชหนึ่ง เพราะชอบสภาพบรรยากาศค่อนข้างชื้น การปลูกลองกองในภาคใต้ปัจจุบันมีการปลูกทั้งที่เป็น monocrop และเป็นแบบเพื่อแซม (intercrop) เช่น การปลูกลองกองแซมในสวนมะพร้าว หรือปลูกลองกองแซมในสวนปาล์มน้ำมัน การปลูกแซมเหล่านี้มักประสบกับปัญหาการแก่งแย่งแข่งขันกันของทรงพุ่มต้น แสงส่องผ่าน และการกระจายตัวของราก ในพืชทั้งพืชหลักและพืชแซม ดังนั้น หากมีการควบคุมทรงพุ่มทั้งพืชหลักและพืชแซมให้มีความสมดุล จะทำให้เกษตรกรเพิ่มรายได้จากผลผลิตทั้งพืชหลักและพืชแซม

นอกจากนี้ ปัญหาเรื่องแรงงานนับเป็นปัญหาใหญ่ในการจัดการสวนลองกองที่มักปลูกแบบดั้งเดิม ที่ปล่อยให้ลองกองมีการเจริญเติบโตมีลำต้นสูงใหญ่ เป็นการยากในการจัดการ บำรุงรักษา รวมถึงการตัดแต่งช่อ ตลอดจนการจัดการศัตรูพืชซึ่งต้องใช้แรงงานสูงมาก ขณะที่ค่าแรงงานต่อวันเพิ่มขึ้น ดังนั้นการควบคุมขนาดต้นและการปลูกระยะชิดจะเป็นวิธีการที่พัฒนาการปลูกการบำรุงรักษาลองกองในอนาคต เพราะสามารถนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ ไปปฏิบัติและจัดการสวนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพสูง คุ่มค่าในการลงทุนต่อหน่วยพื้นที่ได้

มงคล และคณะ (2538 ก) ศึกษาสภาพสวนและการบำรุงรักษาสวนลองกองในเขตจังหวัดสงขลา จังหวัดยะลา ปัตตานี และจังหวัดนราธิวาส จำนวน 10 สวน พบว่าขนาดความสูงและทรงพุ่มต้นลองกองที่ปลูกในจังหวัดเหล่านี้ ขึ้นกับการดูแลรักษาเป็นหลัก ในลองกองที่มีการตัดแต่งทรงพุ่มเกษตรกรไว้ความสูงต้น 8-9 เมตร มีการขยายพันธุ์แบบเสียบยอดและทาบกิ่งเป็นส่วนใหญ่ มีการใส่ปุ๋ยที่ถูกต้องตามระยะเวลา มีการตัดแต่ง 2 อย่างคือ การตัดแต่งทรงพุ่ม และการตัดแต่งช่อดอก ในจำนวน 10 สวนนี้มีเกษตรกรเพียงรายเดียวที่มีการตัด (training) ทรงพุ่มต้น ในระยะ 1-2 ปีหลังปลูก

ระบบการปลูกไม้ผลระยะชิด

การปลูกพืชระยะชิด เป็นการปรับปรุงการผลิตในแนวนอน (horizontal production system) หรือเป็นการเพิ่มผลผลิตในแนวตั้ง (vertical production system) โดยปกติไม้ผลจะให้ผลผลิตต่อต้านเป็นปริมาณสูง และมีการจัดการระยะก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิตค่อนข้างยุ่งยาก เนื่องจากไม้ผลมีขนาดทรงพุ่มขนาดใหญ่ จึงได้นำวิธีการปลูกระยะชิดมาใช้ ซึ่งปรากฏว่าได้เปรียบในแง่ของการให้ผลผลิตเร็วและคุ้มทุนในระยะสั้น ภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดหลายประการ (เปรมปรี, 2530) ไม้ผลหลายชนิดที่สามารถปลูกระยะชิดได้ในระยะแรกเพื่อให้ผลตอบแทนเร็วและผลผลิตต่อไร่สูงคืนทุนเร็วและเมื่อทรงพุ่มเริ่มซ้อนกันและเริ่มมีการบังแสงระหว่างต้นทำให้เกิดการแก่งแย่งแข่งขันกันทำให้พืชลดการเจริญเติบโตลง ดังนั้นในระบบการปลูกพืชระยะชิดจำเป็นต้องมีการควบคุมทรงพุ่มเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้ผลผลิต วิธีการควบคุมทรงพุ่มมีหลายวิธีด้วยกัน เช่นการตัดแต่งทรงพุ่ม การจัดรูปทรงพุ่ม การตัดแต่งราก การใช้สารเคมี การใช้

พันธุ์หรือต้นตอแคระ เป็นต้น ซึ่งผลจากวิธีการเหล่านี้จะส่งผลให้ไม้ผลมีลักษณะและขนาดของทรงพุ่มที่เหมาะสมตามความต้องการ การควบคุมทรงพุ่มให้มีขนาดพอเหมาะจะทำให้สามารถดูแลรักษาได้ทั่วถึงและสะดวกในการเก็บเกี่ยว

การจำกัดภาชนะปลูกเป็นวิธีการหนึ่งการควบคุมทรงพุ่ม โดยที่ Mataa และ Tominaga(1998) ได้ทดลองปลูกส้มในภาชนะปลูกพบว่า การจำกัดรากสามารถลดการเจริญของทรงพุ่มต้น ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางต้นและพื้นที่ใบ แต่ไม่มีผลกระทบต่อการสังเคราะห์แสง การหายใจ ศักยภาพน้ำในใบและปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบ สำหรับการทดลองของ Hsu และคณะ (1996) ที่ปลูกชมพู่ในภาชนะปลูกที่มีปริมาตรดิน 40, 90, 200, 730 และ 1,700 ลิตร พบว่าต้นที่ปลูกในภาชนะปลูกที่มีปริมาตรดิน 730 ลิตร ให้ผลผลิตสูงสุดและไม่แตกต่างกับต้นที่ปลูกในภาชนะปลูกที่มีปริมาตรดิน 1,700 ลิตร Williamson และ Coston(1989) รายงานว่าการควบคุมทรงพุ่มท้อ(peach) โดยใช้ภาชนะปลูกจำกัดรากทำให้การเจริญเติบโตของต้นส่วนบน(shoot) ลดลงเนื่องจากส่วนของรากและยอดมีความสัมพันธ์กัน Boland และคณะ (2000) ได้ศึกษาขนาดของภาชนะปลูกต่อการเจริญเติบโตและการใช้น้ำในระบบการจัดการน้ำในท้อ พบว่าขนาดของภาชนะปลูกที่มีปริมาตรดิน 0.025 0.06 0.15 0.4 และ 1.0 ลูกบาศก์เมตร เมื่ออยู่ในสภาวะปกติและสภาวะการจัดการให้น้ำ พบว่า ความแข็งแรงของต้นเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาตรดินเพิ่มขึ้นโดยวัดจากพื้นที่หน้าตัดลำต้นและน้ำหนักต้น (พื้นที่หน้าตัดเพิ่มขึ้นจาก 29.1 ถึง 51.0 ตารางเซนติเมตร และน้ำหนักต้นจาก 7.2 ถึง 12.1 กิโลกรัม) ส่วนความหนาแน่นของรากลดลงจาก 24.00 ลงเป็น 2 เซนติเมตร/ตารางเซนติเมตร

การควบคุมทรงพุ่มต้นนอกจากการใช้วิธีการตัดแต่งแล้วยังมีการจำกัดขนาดภาชนะปลูก ดังในงานทดลองของ Hommi (1992) ทดลองปลูกมะเดื่อ (fig) ในภาชนะปลูกขนาด 50 ลิตร มีการควบคุมทรงพุ่มโดยการตัดแต่งกิ่ง โดยไว้กิ่ง 1, 2 และ 3 กิ่งต่อกระถางในปีแรก ในปีต่อมาไว้กิ่ง 5, 10 และ 15 กิ่งต่อกระถาง ผลการทดลองพบว่า การไว้กิ่ง 5 กิ่งทำให้ต้นแข็งแรงมากเกินไป และการไว้กิ่ง 10 กิ่งต่อกระถางให้ผลผลิตและคุณภาพผลสูงสุด Syed Mohd และ Wong (1996) ทดลองปลูกมะเฟืองในระยะชิด เพื่อควบคุมทรงพุ่มต้นและราก โดยการปลูกในภาชนะปลูกขนาด 30 x 20 x 250-1600 ซม. ใช้ระยะปลูก 20, 35, 50 และ 100 ซม. พบว่าการจำกัดการเจริญเติบโตของรากในภาชนะปลูก ทำให้ความสูงและขนาดลำต้นลดลงด้วย รวี (2543) กล่าวถึงการจำกัดทรงพุ่มต้นลงกองที่ดีและถูกต้องภายหลังปลูก จะช่วยให้ออกดอกติดผลเร็วขึ้นและควรทำทั้งการจัดทรงต้น (training) และการตัดแต่งกิ่ง (pruning)

ลักษณะกิ่งพันธุ์ที่ใช้ปลูก

ปัจจุบันกิ่งพันธุ์ล่องกองที่ปลูกกันทั่วไปเกษตรกรนิยมใช้วิธีการขยายพันธุ์แบบเสียบยอด และ เพาะเมล็ด ซึ่งการขยายพันธุ์ทั้งสองวิธีนี้ใช้เวลาในการดูแลรักษาหลังปลูกจนถึงให้ผลผลิตนาน 4-5 ปีในกิ่งพันธุ์จากการเสียบยอด และการเพาะเมล็ดใช้เวลา 7-9 ปี สำหรับการเตรียมต้นต่อที่ใช้ในการเสียบยอดต้องใช้เวลา 1-1½ ปี จึงเสียบยอดได้ (Blackler, 1976) ซึ่งการเกิดดอกของไม้ผลโดยทั่วไปต้นเพาะเมล็ดมักจะมีการเกิดดอกและผลช้ากว่าต้นที่มีการขยายพันธุ์จากการชำกิ่ง หรือการติดตาต่อกิ่งอยู่แล้ว ดังในทฤษฎีของการขยายพันธุ์พืชของ Hartmann และคณะ(1997) กล่าวถึงลักษณะ juvenility ของกิ่งในไม้ผลพวกผลัดใบ ได้แก่กิ่งที่เป็นกิ่งยอด กิ่งแขนง กิ่งน้ำค้าง และกิ่งที่เกิดจากราก (sucker) ซึ่งกิ่งเหล่านี้จะมีคุณลักษณะแข็งแรง เมื่อนำไปใช้เป็นกิ่งพันธุ์ในการขยายพันธุ์ด้วยวิธีการชำกิ่ง ติดตาต่อกิ่ง หรือทาบกิ่งจะส่งผลให้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีกว่ากิ่งแก่ สำหรับการขยายพันธุ์ล่องกอง Blackler(1976) รายงานว่ามีการทดลองชำกิ่งพืชสกุล *Lansium* ประสบผลสำเร็จ 50% Coronel(1990) กล่าวถึงการขยายพันธุ์พืชสกุลกลางสาต(lanzones) ทำได้หลายวิธีทั้งเพาะเมล็ด ติดตาต่อกิ่ง และทาบกิ่ง สำหรับการตอนกิ่งใช้เวลาประมาณ 100 วัน และให้ผลผลิตได้ในเวลา 2 ปีหลังปลูก แต่มีข้อจำกัดคือผลิตได้จำนวนน้อย จึงนิยมใช้วิธีการเสียบยอดมากกว่า และต้นที่ได้จากการเสียบยอดจะให้ผลผลิตภายใน 7 ปีหลังปลูก ซึ่งตรงกับวิธีการขยายพันธุ์ที่นิยมใช้ในประเทศไทยเรา คือต้องมีการเตรียมต้นต่อที่จะใช้ในการเสียบยอดเป็นเวลานาน 1½ ปี จึงใช้เสียบยอดได้ และต้นล่องกองที่ขยายพันธุ์โดยวิธีการเสียบยอดที่มีการปฏิบัติดูแลรักษาที่ถูกต้องสามารถให้ดอกผลได้เมื่ออายุ 4 ปีหลังจากปลูก (รวิ 2543) นอกจากการเตรียมกิ่งพันธุ์ปลูกที่ใช้ระยะเวลาค่อนข้างยาวนานแล้ว เกษตรกรยังมีความไม่มั่นใจในเรื่องพันธุ์ล่องกอง ดังนั้นภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ จึงได้ทำการทดลองชำกิ่งล่องกอง เพื่อใช้เป็นวัสดุปลูกที่มีทรงพุ่มเตี้ย สะดวกในการปฏิบัติดูแลรักษา เพื่อย่นระยะเวลาการให้ผลผลิตให้ตรงตามพันธุ์ และเพื่อเป็นแนวทางในการใช้เป็นพืชแซมปลูกร่วมกับไม้ผลชนิดอื่นพบว่าประสบผลสำเร็จถึง 80% ด้วยการชำกิ่งยอด(terminal branches) โดยใช้สารฮอร์โมน NAA ร่วมกับ IBA ความเข้มข้น 2000 ppm ปักชำในวัสดุทรายผสมขุยมะพร้าว 31/2 เดือน จึงย้ายปลูก(มงคล และคณะ 2538)

การเจริญเติบโตและการใช้สารเคมีเพื่อเร่งการออกดอก

ต้นล่องกองที่ได้จากการเพาะเมล็ดจะมีการเจริญเติบโตช้าในปีแรกหลังย้ายกล้า มงคล และคณะ (2524) ศึกษาการเจริญเติบโตเปรียบเทียบของล่องกอง กลางสาต และดูถูก จากอายุ 22 วันถึง 28 สัปดาห์ พบว่าต้นล่องกองมีความสูงเฉลี่ย 10.96 ซม กลางสาต 14.15 ซม และดูถูก 11.61 ซม ตามลำดับ สำหรับการเจริญเติบโตของกิ่งล่องกองที่มีการขยายพันธุ์โดยการชำกิ่ง และเสียบขึ้นกับสภาพความสมบูรณ์ของต้นหรือกิ่งที่นำมาขยายพันธุ์เป็นส่วนใหญ่ ดังในการทดลองของ เพ็ญศิริ (2543) วัดการ

เจริญเติบโตของล่องกองจากการซำกิ่งอายุ 3 ปี ที่ปลูกในภาชนะปลูกขนาด 90 ลิตร มีความสูง 2.05 เมตร และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย 3.023 ซม มงคล และคณะ (2543) ศึกษาการเจริญเติบโตของล่องกองจากการเสียบยอดเมื่อเปรียบเทียบกับต้นล่องกองที่ได้จากการเพาะเมล็ดขนาดอายุ 3 ปี พบว่าต้นล่องกองจากการเสียบยอดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย 3.668 ซม น้อยกว่าต้นล่องกองจากการเพาะเมล็ดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.76 ซม และต้นล่องกองจากการเพาะเมล็ดมีโครงสร้างลำต้น ได้แก่จำนวนกิ่ง จำนวนใบน้อยกว่าต้นจากการเสียบยอด

จากการศึกษาของ Jacyna และ Dodds (1999) พบว่า การให้สารพอลิเมอร์ชีวภาพไตรโคโลซานวิธีการทา ลำต้น การรดลงดินและการรดลงดินตามแนวร่องระหว่างแถวในสวิตเซอร์รี่มีผลทำให้ของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเพิ่มขึ้นมากกว่าไม่ใช้สารเคมี การแผ่ขยายของยอดและความยาวยอดลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใช้สารพอลิเมอร์ชีวภาพไตรโคโลซาน การใช้สารเคมีทาบริเวณลำต้นจะมีผลต่อการเจริญเติบโตน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ 2 วิธี นอกจากนี้การใช้สารพอลิเมอร์ชีวภาพไตรโคโลซานมีการเพิ่มจำนวนดอกสูงสุด และมีเปอร์เซ็นต์การติดผลสูงกว่าการไม่ใช้สาร ส่วนจำนวนผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันระหว่างวิธีการให้สารพอลิเมอร์ชีวภาพไตรโคโลซานทั้ง 3 วิธีการ Blanco (1990) ทดลองในเนคคารีนพบว่า ต้นที่ได้รับสารพอลิเมอร์ชีวภาพไตรโคโลซานมีการเพิ่มของเส้นผ่านศูนย์กลางยอดมากกว่าต้นที่ไม่ได้รับสารพอลิเมอร์ชีวภาพไตรโคโลซาน เนื่องจากต้นที่ได้รับสารพอลิเมอร์ชีวภาพไตรโคโลซานมีปริมาณของคาร์โบไฮเดรตที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ (available carbohydrate) เพิ่มขึ้น การให้สารพอลิเมอร์ชีวภาพไตรโคโลซานเพื่อควบคุมทรงพุ่ม ทำให้เกิดการสะสมของปริมาณคาร์โบไฮเดรตในต้นมากขึ้น มีผลทำให้สัดส่วนของคาร์โบไฮเดรตต่อไนโตรเจนภายในต้นเพิ่มขึ้นทำให้มีผลต่อการออกดอกของพืช ซึ่งได้ผลเช่นเดียวกันกับการสร้างความเครียดให้แก่พืช อยู่ในสภาวะขาดน้ำช่วงระยะหนึ่งก่อนออกดอก ส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโตลดลง และมีปริมาณไนโตรเจนในใบลดลง ทำให้อัตราส่วน C: N สูงขึ้น มีผลไปกระตุ้นให้พืชมีการออกดอก (พรพันธ์ และ สุรนนต์, 2530) และนอกจากนั้นยังมีกลไก การออกดอกอื่นๆเข้ามาเกี่ยวข้อง คือ ก่อนการออกดอกจะมีการเปลี่ยนแปลงฮอร์โมนในพืชบางชนิดโดยเฉพาะจิบเบอเรลลินจะลดลงในช่วงก่อนการออกดอก (คนพล, 2532) จากการศึกษานี้ของ Jacyna และ Dodds (1999) พบว่า การให้สารพอลิเมอร์ชีวภาพไตรโคโลซาน แบบวิธีการทา ลำต้น การรดลงดินและการรดลงดินร่วมกับแนวร่องระหว่างแถว ในสวิตเซอร์รี่ นั้นมีผลทำให้การเพิ่มของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น การแผ่ขยายของยอดและความยาวยอดลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใช้สารพอลิเมอร์ชีวภาพไตรโคโลซาน การใช้สารพอลิเมอร์ชีวภาพไตรโคโลซานทาบริเวณลำต้นจะมีผลต่อการเจริญเติบโตน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ 2 วิธี จำนวนดอกต่อกิ่งในการใช้สารพอลิเมอร์ชีวภาพไตรโคโลซานมีการเพิ่มจำนวนดอกมากที่สุด การใช้สารพอลิเมอร์ชีวภาพไตรโคโลซานมีเปอร์เซ็นต์การติดผลมากกว่าการไม่ใช้สารพอลิเมอร์ชีวภาพไตรโคโลซาน ส่วนผลผลิตจะไม่มีความแตกต่างกันระหว่างวิธีการให้สารพอลิเมอร์ชีวภาพไตรโคโลซานทั้ง 3 วิธีการ

Okuda และคณะ (1996) ได้ใช้สารพาโคลบิวทราโซลเพื่อเร่งการออกดอกในส้ม พบว่า ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในรากและใบซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณการออกดอกของส้ม โดยปริมาณของคาร์โบไฮเดรตในรากจะเพิ่มขึ้นขณะที่ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบลดลง และจำนวนดอกเพิ่มขึ้นขณะที่จำนวนยอดแตกใหม่และการเจริญเติบโตของยอดลดลง นอกจากนี้การใช้สารพาโคลบิวทราโซลในมังคุดมีผลทำให้ปริมาณของไนโตรเจนในใบมังคุดลดลงหลังจากให้สารพาโคลบิวทราโซล 4 สัปดาห์ แสดงว่าสารพาโคลบิวทราโซลมีผลต่อการเพิ่มของไนโตรเจนในใบ ซึ่งมีผลเช่นเดียวกับการทำให้พืชอยู่ในสภาวะขาดน้ำ ดังนั้นการให้สารพาโคลบิวทราโซลหลังจากมังคุดขาดน้ำเท่ากับการยืดสภาวะเครียดของพืชให้ยาวนานออกไป (สายัณห์ และมงคล, 2534)

การศึกษาลักษณะทางสัณฐานของพืชในช่วงก่อนออกดอกและในระยะออกดอกสามารถนำไปประเมินปริมาณผลผลิตที่คาดว่าจะได้ในแต่ละปี อาทิงงานทดลองของ Tibshraeny และคณะ (1997) ศึกษาการประเมินผลผลิตสัมพันธ์กับพื้นที่ทรงพุ่ม และพื้นที่ผิวของลำต้น โดยการใช้การคำนวณจากค่าปริมาตรทรงพุ่ม (tree volume) และพื้นที่ทรงพุ่ม (surface area) เป็นระยะเวลา 3 ปี พบว่ามีความแม่นยำ 74% ในการคาดคะเนปีที่ 3 Farmahan และคณะ (1999) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางสัณฐานของพืช (peach) ได้แก่ ขนาดลำต้น ความสูง และปริมาตรทรงพุ่ม กับคุณลักษณะของผลผลิต ได้แก่ ความหนาแน่นของดอก การติดผล จำนวนและขนาดผล อัตราส่วนระหว่างจำนวนใบ: จำนวนผล พบว่าขนาดลำต้นของพืชมีความสัมพันธ์กับปริมาณผลผลิตทั้งในสวนขนาดเล็ก ($r=0.77$) และสวนขนาดใหญ่ ($r=0.73$) สำหรับในการศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นลองกองที่ได้จากการขยายพันธุ์วิธีต่างกันในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาชนิดของกิ่งพันธุ์ที่โครงสร้างเหมาะในการปลูกกระยะชิด สามารถควบคุมทรงพุ่มให้มีขนาดเล็กโดยไม่กระทบต่อผลผลิต

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย :

- 1 เพื่อพัฒนาการใช้ต้นพันธุ์ที่เหมาะสมเพื่อช่วยให้สามารถควบคุมทรงพุ่มลองกองให้เล็กลง
- 2 เพื่อพัฒนาวิธีการตัดแต่งทรงพุ่มเพื่อควบคุมขนาดทรงพุ่มต้นลองกองอย่างเหมาะสม
- 3 เพื่อศึกษาผลการควบคุมทรงพุ่มจากวิธีการตัดแต่งและการควั่นกิ่งที่มีต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของลองกองในระยะปลูกชิด

วิธีการดำเนินงานวิจัยโดยสรุปทฤษฎีหรือแนวทางการคิดที่จะนำมาใช้ในการวิจัย

จากแนวความคิดของเกษตรกรผู้ปลูกลองกองเกี่ยวกับการใช้ร่มเงาในระบบการปลูกลองกอง หรือการใช้ลองกองปลูกเป็นพืชร่วมกับไม้ผลชนิดอื่นทำให้มีการเจริญเติบโตได้ดีขึ้น รวมถึงปัญหาเรื่อง การจัดการเกี่ยวกับหนอนขนเปลือกลองกองที่ระบามากขึ้นในปัจจุบัน จึงมีแนวความคิดในการดำเนินงานวิจัยเรื่องการควบคุมทรงพุ่มต้นลองกอง เพื่อให้สามารถปลูกเป็นพืชแซมได้อย่างมีประสิทธิภาพ การ ควบคุมทรงพุ่มในระดับที่เหมาะสมทำให้สะดวกในการจัดการสวนและดูแลได้ทั่วถึง ในการศึกษาทดลอง ครั้งนี้จึงแบ่งการทดลองออกเป็น 4 หัวข้อดังนี้ 1. การศึกษาชนิดของต้นพันธุ์ที่เหมาะสมที่ใช้ในการปลูก ระยะชิด 2. เทคนิคการตัดและตัดแต่งโครงสร้างของต้นในสภาพการปลูกระยะชิด 3. ข้อจำกัดของ ภาชนะปลูกในการเจริญเติบโตของพืชที่มีทรงพุ่มขนาดเล็ก 4. วิธีการเร่งการแตกใบในพืชทรงพุ่มขนาดเล็ก การทดลองมีระยะเวลาการดำเนินงานตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 หัวข้อและกิจกรรมการดำเนินงานวิจัยระหว่างปี 2541-2543

กิจกรรม	2541	2542	2543
1. ชนิดของต้นพันธุ์ที่เหมาะสม	<----->		
2. เทคนิคการตัดและตัดแต่งโครงสร้างต้น	<----->		
3. ข้อจำกัดของภาชนะปลูก		<----->	
4. การเจริญเติบโตของลองกองที่ปลูกระยะชิด		<----->	----->
5. การเร่งการแตกใบและการแตกตาดอก		<----->	----->

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ :

1. ได้เทคนิคและวิธีการปลูกลองกองเพื่อให้สอดคล้องกับสภาวะการณ์ในปัจจุบันที่มีปัญหาด้านแรงงานและการจัดการสวน
2. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้แก่ กรมวิชาการเกษตร กรมอาชีวศึกษา ได้แก่ วิทยาลัยเกษตรกรรม ใน เขตจังหวัดต่าง ๆ ที่มีการปลูกลองกอง ชมรมไม้ผลประจำวัดต่าง ๆ ในภาคใต้ เกษตรกรและผู้ปลูก ไม้ผล นำผลการวิจัยนี้ไปใช้ประโยชน์ได้

ระยะเวลาที่ทำการวิจัย : 3 ปี (2541-2543)

สถานที่ทำการทดลองและ / หรือเก็บข้อมูล

- 1 แปลงทดลอง ภาควิชาพืชศาสตร์
- 2 สวนเกษตรกร อำเภอนาทวี และอำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา

วิธีการวิจัย ผลการทดลองและวิจารณ์

1 การศึกษาชนิดของต้นพันธุ์ที่เหมาะสมที่ใช้ในการปลูกระยะชิด โดยทำการศึกษากการเจริญเติบโตและลักษณะโครงสร้างทรงพุ่มของต้นกล้าลองกองที่ได้จากการเพาะเมล็ด เลี้ยงยอด และตอนกิ่งในไรโซตรอน และในแปลงทดลอง

1.1 การศึกษากการเจริญเติบโตและลักษณะโครงสร้างทรงพุ่มของต้นกล้าลองกองที่ได้จากการเพาะเมล็ด เลี้ยงยอด และตอนกิ่งในไรโซตรอน โดยเลือกต้นกล้าที่ได้จากการขยายพันธุ์ทั้ง 3 วิธี (ทรีดเมนต์) ที่มีความสม่ำเสมออายุ 2 ปี จำนวน 9 ต้น ชนิดละ 3 ต้น(ซ้ำ) จัดวางกลุ่มทดลองแบบ CRD นำต้นลองกองลงปลูกในไรโซตรอน ที่มีดินผสมระหว่าง ดินทราย ปุ๋ยอินทรีย์ ขุยมะพร้าว และถ่านแกลบ ในอัตราส่วน 2:1:1:1:1 ขนาดของไรโซตรอน ทำเป็นกระบะก่อด้วยอิฐบล็อก จำนวน 9 ช่อง แต่ละช่องมีขนาดกว้าง 50 ซม ยาว 100 ซม และสูง 100 ซม ทำหน้าตัดลาดเอียง 60 องศา เพื่อวัดการเจริญเติบโตของราก โดยใส่แผ่นพลาสติกใสและมีเหล็กเส้นรองรับช่วยให้ทนแรงกดจากน้ำหนักของดินผสมในกระบะ มีพลาสติกทึบสีดำหนา 5 มม. ปิดหน้าตัดแผ่นพลาสติกไว้ เพื่อให้รากมีการเจริญเติบโต นอกจากนี้ยังใช้กระสอบป่านปิดด้านหน้าไรโซตรอนแต่ละช่องไว้อีกครั้งหนึ่งเพื่อบังแสงสว่างและอุณหภูมิ หลังจากปลูกต้นลองกองลงในไรโซตรอนได้ 2 เดือน เริ่มบันทึกผลการทดลอง โดยการวัดความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนและพื้นที่ใบ จำนวนกิ่งที่แตกใหม่ วัดความยาวรากที่ระดับความลึกจากผิวดินที่ 15-30, 30-45, 45-60, 60-75 และมากกว่า 75 ซม. โดยวิธีการของ Tennant (1975) จากสูตร ความยาวราก = $11/14 NX$ โดย N= จำนวนจุดตัดระหว่างรากกับ grid line ที่นับได้ และ X= ขนาดของ grid line

การบันทึกผลครั้งสุดท้ายหลังปลูก 12 เดือน จึงนำไปแยกส่วนลำต้น กิ่ง ใบ และราก นำแต่ละส่วนชั่งน้ำหนักสด และหาน้ำหนักแห้งของลำต้น ใบ และราก โดยการนำตัวอย่างพืชที่แยกส่วนแล้วนี้ไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 85°ซ นาน 48 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักแห้งอีกครั้งหนึ่ง

1.2 การศึกษากการเจริญเติบโตและลักษณะโครงสร้างทรงพุ่มของต้นกล้าลองกองที่ได้จากการเพาะเมล็ด เลี้ยงยอด และตอนกิ่งในแปลงทดลอง โดยปลูกแซมในแปลงทดลองมะม่วงหิมพานต์ และมีการวัดทรงพุ่มและการเจริญเติบโตเป็นระยะเวลา 5 1/2 ปี เริ่มปลูกในเดือนกันยายน 2538 จนถึงเดือนพฤษภาคม 2544 คัดเลือกต้นลองกองขนาดเดียวกับที่ปลูกในไรโซตรอน จำนวน 15 ต้น ชนิดละ 5 ต้น(ซ้ำ) จัดวางกลุ่มทดลองแบบ CRD ทำการวัดการเจริญเติบโตในช่วงหลังปลูก 6 เดือน และบันทึกการเจริญเติบโตด้านกิ่งใบ ความสูงต้น ขนาดลำต้น จำนวนกิ่งและใบทุก 6 เดือน และในปีที่ 4 ก่อนถึงระยะเริ่มแตกตาดอก มีการวัดโดยใช้เครื่องมือซันสแกน(Sun scan) มีการคำนวณปริมาตรทรงพุ่ม พื้นที่ใบ ดัชนีพื้นที่ใบ(LAI) ความทึบแสงของทรงพุ่ม(DIFN) ขนาดทรงพุ่ม และธาตุอาหารในใบ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต (C) ไนโตรเจน(N) และอัตราส่วน C/N รวมระยะเวลาศึกษาทดลองนาน 5 1/2 ปี และมีการวิเคราะห์ผลการศึกษโดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามวิธีการวิเคราะห์แบบ LSD

ผลการทดลองและวิจารณ์

1 การศึกษาชนิดของต้นพันธุ์ที่เหมาะสมที่ใช้ในการปลูกกระยะชิด

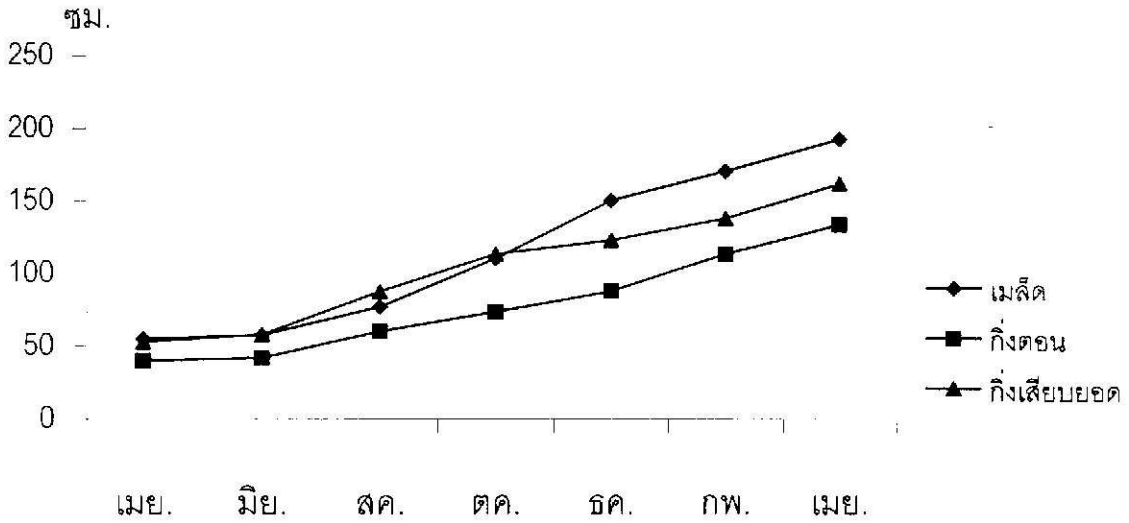
1.1 การเจริญเติบโตของต้นลองกองจากการเพาะเมล็ด เลียบยอด และตอนกิ่ง ภายหลังจากปลูกในไรโซตรอน 12 เดือน ปรากฏผลว่า ต้นลองกองที่ได้จากการเพาะเมล็ดสูงสุด 192.6 ซม ต้นลองกองจากการเลียบยอดมีความสูงรองลงมา 161.7 ซม และต้นลองกองจากการตอนกิ่ง 133.3 ซม การเพิ่มความสูงของต้นลองกองทั้ง 3 ชนิด เริ่มแตกต่างกันในเดือนที่ 8 หลังปลูก (ภาพที่ 1) ส่วนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของลองกองทั้ง 3 ชนิดพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังจากปลูกได้ 8 เดือน และเมื่อสิ้นสุดการทดลองต้นลองกองที่ได้จากการเพาะเมล็ดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต้นสูงสุดคือ 19.4 ม.ม รองลงมาได้แก่ต้นลองกองที่ได้จากการเลียบยอด 17.38 ม.ม และต้นลองกองจากกิ่งตอน 15.9 ม.ม (ภาพที่ 2)

จำนวนปล้อง กิ่ง และความยาวกิ่งข้าง ปรากฏผลว่าต้นลองกองจากการเพาะเมล็ด เลียบยอด และตอนกิ่งมีจำนวนปล้องเท่ากับ 30.3, 25.3 และ 22.3 ตามลำดับ จำนวนกิ่งที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา 12 เดือนของต้นลองกองจากการเพาะเมล็ด เลียบยอด และกิ่งตอน เท่ากับ 6, 5.6 และ 6.3 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ เช่นเดียวกับความยาวกิ่งข้างรวมทั้ง 3 ชนิดที่ไม่มีความแตกต่างกัน แต่ต้นลองกองจากกิ่งตอนมีความยาวกิ่งข้าง 265.3 ซม. ซึ่งสูงกว่าต้นลองกองที่ได้จากการเพาะเมล็ดและเลียบยอดที่มีความยาวเท่ากับ 176.3 และ 170.3 ซม.ตามลำดับ(ตารางที่ 2)

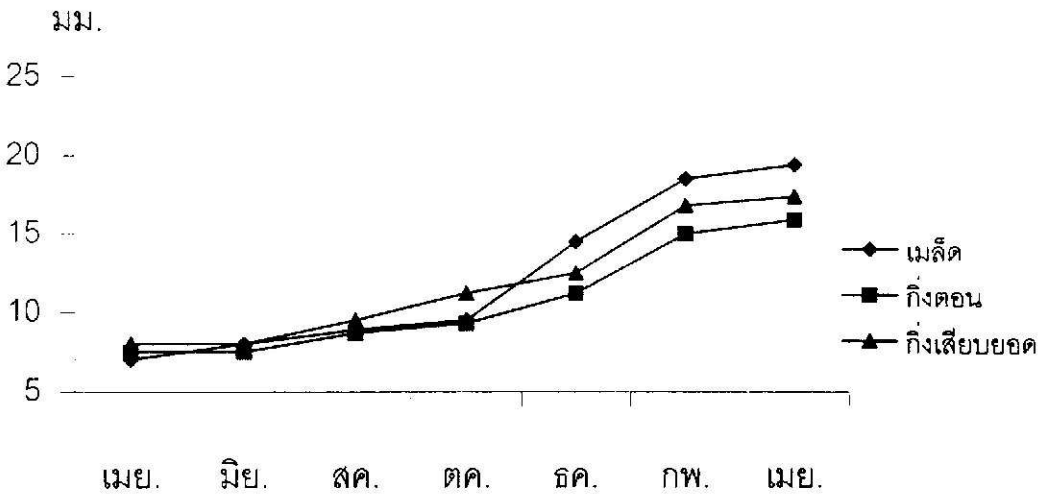
จำนวนใบย่อยและพื้นที่ใบรวม(ตารางที่ 2) พบว่าต้นลองกองทั้ง 3 ชนิดมีจำนวนใบย่อยไม่แตกต่างกันทางสถิติ และต้นจากกิ่งตอนมีจำนวนใบย่อยสูงสุด 281.16 ใบ รองลงมาคือต้นจากการเพาะเมล็ด 269.66 ใบ และต้นจากการเลียบยอดมีจำนวนใบย่อย 231 ใบ พื้นที่ใบรวมของต้นจากกิ่งตอนสูงสุด 1.49 ตร.ม. แตกต่างทางสถิติกับพื้นที่รวมของต้นจากเพาะเมล็ดและต้นจากการเลียบยอด เท่ากับ 1.28 และ 0.947 ตร.ม. ตามลำดับ

น้ำหนักแห้งของต้นและกิ่งข้าง (ตารางที่ 2) ต้นลองกองจากการเพาะเมล็ดมีน้ำหนักแห้งลำต้นและกิ่งข้างรวมกันสูงสุด รองลงมาคือต้นจากการเลียบยอดและกิ่งตอน โดยมีน้ำหนักรวม 130.36, 81.23 และ 73.59 กรัม/ต้น ตามลำดับ น้ำหนักแห้งใบต้นลองกองที่ได้จากการเพาะเมล็ดและกิ่งตอนใกล้เคียงกัน 145.4 และ 142.8 กรัม และเมื่อรวมน้ำหนักแห้งต้น(shoot) ทั้งหมดแล้วทำให้ต้นลองกองที่เพาะจากเมล็ดมีน้ำหนักแห้งสูงสุด 275.76 กรัม รองลงมาเป็นกิ่งตอน 216.4 กรัม และน้ำหนักแห้งรวมของต้นเลียบยอดต่ำสุดคือ 176.33 กรัม

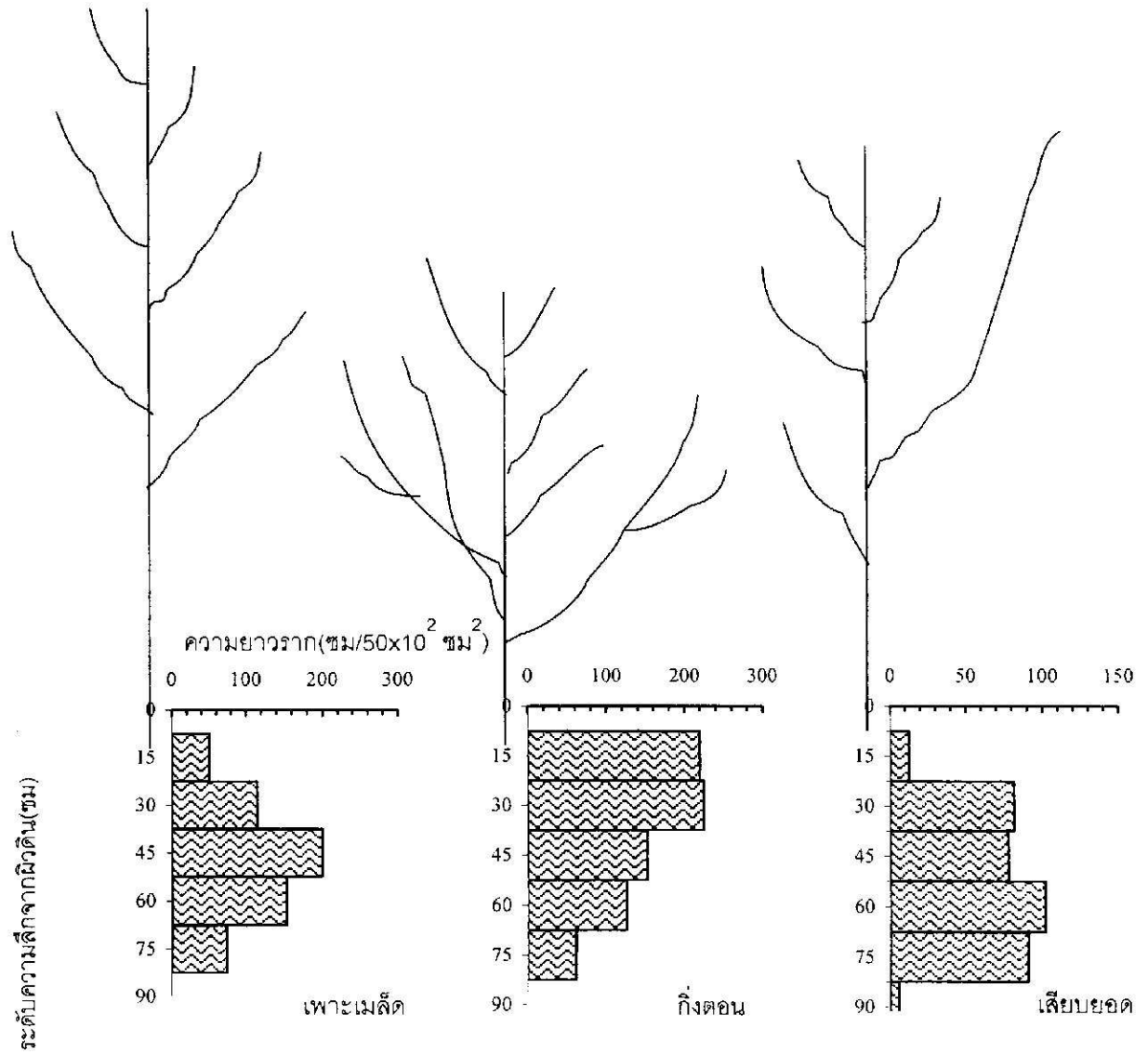
ความยาวรากของต้นลองกองจากกิ่งตอนสูงสุด 214.87 เมตร แตกต่างทางสถิติกับต้นจากเพาะเมล็ด 194.42 และต้นจากเลียบยอดมีความยาว 176.86 เมตรตามลำดับ สำหรับน้ำหนักแห้งรากของต้นจากเพาะเมล็ดสูงสุด 96.5 กรัม ไม่มีความแตกต่างกับน้ำหนักแห้งรากของต้นจากกิ่งตอนและเลียบยอด 67.93 และ 69.1 กรัม ตามลำดับ เมื่อรวมน้ำหนักแห้งทั้งต้นและรากแล้ว ต้นจากเพาะเมล็ดมีน้ำหนักแห้งรวมสูงสุดคือ 372.03 กรัม ต้นจากกิ่งตอน 299.16 กรัม และต้นจากเลียบยอด 245.6 กรัม ตามลำดับ



ภาพที่ 1 ความสูงของลองกองที่ปลูกในไรโซตรอน 12 เดือน



ภาพที่ 2 เส้นผ่านศูนย์กลางของลองกองที่ปลูกในไรโซตรอน 12 เดือน



ภาพที่ 3 ลักษณะโครงสร้างทรงพุ่มและการกระจายตัวของรากลองกองที่ขยายพันธุ์โดยวิธีการ เพาะเมล็ด ตอนกิ่ง และเสียบยอด

อัตราส่วนของต้น/ราก ของต้นลองกองจากเพาะเมล็ด ตอนกิ่งและเสียบยอดมีสัดส่วนใกล้เคียงกันคือ 3.85: 1, 3.61: 1 และ 3.54: 1 (ตารางที่ 2)

ลักษณะโครงสร้างของทรงพุ่มของต้นลองกองทั้งสามชนิดมีความแตกต่างกันชัดเจน (ภาพที่ 3) ทรงพุ่มของต้นที่ได้จากการเพาะเมล็ดสูงและมีการแตกกิ่งข้างค่อนข้างสูงจากพื้นดิน ทรงพุ่มของต้นจากกิ่งตอนเตี้ยและมีการแผ่ขยายกิ่งก้านมากกว่าต้นจากเพาะเมล็ดและเสียบยอด และลักษณะการแตกกิ่งข้างอยู่ในระดับต่ำใกล้ผิวดิน การกระจายของรากอยู่ตั้งแต่ระดับผิวดินจนถึง 75 ซม.จากระดับผิวดิน ความหนาแน่นของรากจากต้นเพาะเมล็ดและเสียบยอดอยู่ระดับความลึก 15-75 ซม. จากระดับผิวดิน และการกระจายของรากลองกองจากกิ่งตอนอยู่ในระดับ 0-75 ซม. ความหนาแน่นของรากสูงมากในช่วง 0-30 ซม.จากระดับผิวดิน

1.2 การศึกษาการเจริญเติบโตและลักษณะโครงสร้างทรงพุ่มของต้นกล้าลองกองที่ได้จากการเพาะเมล็ด เสียบยอด และตอนกิ่งในแปลงทดลอง

เนื่องจากการปลูกต้นลองกองในแปลงทดลองได้ทำหลังการทดลองในไรโซตรอนแต่ใช้กิ่งพันธุ์ที่ขยายพันธุ์พร้อมกัน ดังนั้นการเริ่มปลูกในแปลงจึงทำให้โครงสร้างของต้นเริ่มมีความแตกต่างกัน(ตารางที่ 3) ต้นลองกองที่ได้จากการเพาะเมล็ดมีความสูง 182.02 ซม. และขนาดต้น 22.5 มม. สูงสุด และต้นลองกองจากกิ่งตอนมีความสูง 98.58 ซม. และขนาดต้น 17.08 มม.ต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การพัฒนาของต้นลองกองอายุ 3ปี หลังจากปลูกพบว่าขนาดต้นของลองกองจากการตอนกิ่งมีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับต้นลองกองจากการเพาะเมล็ด (ตารางที่ 4) และในปีที่ 5 หลังจากปลูกมีขนาดต้นไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 5)

สำหรับการทดลองนับจำนวนใบและจำนวนกิ่งของต้นลองกองมักมีค่าความแปรปรวนสูงดังแสดงในตารางที่ 3 และ 4 แม้ว่าจะมีค่าเฉลี่ยที่มีแนวโน้มว่าแตกต่างกันก็ตาม แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตในระยะหลังปลูก 5 ปี เมื่อต้นลองกองมีอายุอยู่ในระยะออกดอก (ตารางที่ 5) พบว่าต้นลองกองจากกิ่งตอนมีจำนวนกิ่งสูงสุด 84.6 กิ่ง แตกต่างกันทางสถิติกับต้นจากการเพาะเมล็ด 57.2 กิ่งและต้นจากการเสียบยอด 61.2 กิ่งตามลำดับ และจากการคำนวณปริมาตรทรงพุ่ม พื้นใบ ดัชนีพื้นที่ใบ(LAI) ความทึบของทรงพุ่ม(DIFN) โดยใช้เครื่องมือชั้นสแกนพบว่ามีความแปรปรวนน้อยลง ต้นลองกองจากกิ่งตอนมีปริมาตรทรงพุ่ม ความกว้างทรงพุ่ม พื้นที่ใบ และดัชนีพื้นที่ใบสูงสุด และต้นลองกองจากการเสียบยอดมีความสูง ขนาดลำต้น ปริมาตรทรงพุ่ม ความกว้างทรงพุ่ม และพื้นที่ใบ โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำสุด และมีจำนวนกิ่ง ดัชนีพื้นที่ใบ ค่าความทึบแสงของทรงพุ่ม และความยาวรากเฉลี่ย/ 11.5×10^2 ซม³ อยู่ในระดับปานกลาง แต่ต้นลองกองจากกิ่งเสียบยอดมีการแตกตาออกเร็วกว่าต้นลองกองจากกิ่งตอนประมาณ 6 เดือน จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานของพืชเพื่อประเมินหาปัจจัยที่สำคัญในการส่งเสริมและกระตุ้นการออกดอกของลองกอง พบว่าความสมดุลของขนาดต้น ปริมาตรทรงพุ่ม จำนวนกิ่งและดัชนีพื้นที่ใบ ตลอดจนค่าความทึบแสงทรงพุ่มมีแนวโน้มช่วยส่งเสริมให้

เกิดการแตกตาดอกครั้งแรกของต้นลองกอง ในไม้ผลบางชนิดที่ให้ผลผลิตแล้วมีการใช้ประโยชน์จากลักษณะทางสัณฐานที่วัดได้นี้ไปคาดคะเนผลผลิตต่อต้น ผลผลิตต่อไร่ หรือผลผลิตต่อปี เพื่อสะดวกในการจัดการด้านตลาดในอนาคตได้ ดังในการทดลองของ Tibshraeny และคณะ (1997) ได้ใช้ปริมาตรทรงพุ่มและวิธีการคาดคะเนของ Bavendorf เปรียบเทียบกับการชั่งน้ำหนักผลจริง ซึ่งค่าความน่าเชื่อถือ 74% และจากการทดลองของ Farmahan และคณะ (1999) คาดคะเนผลผลิตพืชจากลักษณะทางสัณฐานต่าง ๆ ของไม้ผลได้แก่ เส้นผ่านศูนย์กลาง ความสูง และปริมาตรทรงพุ่ม และคุณลักษณะของผลผลิต ได้แก่ ปริมาณดอก เปอร์เซ็นต์ผลติด ขนาดผล และอัตราส่วนระหว่างใบ/ผล ซึ่งพบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณผลผลิตถึง 73% ในสวนขนาดใหญ่ และ 77% ในสวนขนาดเล็ก แต่ในการทดลองตามตารางที่ 5 จำนวนต้นที่แตกตาดอกของต้นลองกองจากกิ่งตอนและกิ่งเสียบยอดมีจำนวนเท่ากัน โดยที่ต้นจากการเสียบยอดมีตุ่มตาดอกผลิก่อนถึง 6 เดือน เมื่อพิจารณาจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของกิ่งเสียบยอดแล้วมีขนาดต้นโดยเฉลี่ยต่ำสุด จึงคาดว่าไม่เป็นปัจจัยสำคัญในการเกิดตุ่มตาดอก จากการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างในทางสถิติแล้วพบว่า ความสูงลำต้น จำนวนกิ่ง ค่าดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) และค่าความทึบแสง (DIFN) มีความแตกต่างกันจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเกิดตุ่มตาดอก

การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารไนโบที่สำคัญในช่วงระยะการเกิดตาดอกได้แก่ คาร์โบไฮเดรต (Total nonstructural carbohydrate) ไนโตรเจน (N) และอัตราส่วนระหว่างธาตุอาหารทั้งสองชนิด (C/N ratio) จากผล การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรต (ตารางที่ 6) พบว่า ต้นลองกองมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมปริมาณสูง ในช่วงเดือนกันยายน ถึงเดือนพฤศจิกายน และมีปริมาณลดลงในเดือนธันวาคม ถึงเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงที่ ต้นลองกองอยู่ในระยะพักตัวก่อนถึงระยะการยึดตัวของช่อดอก ซึ่งในช่วงนี้เป็นระยะการพัฒนาของช่อดอกที่ เรียกว่า transition period (Buban and Faust, 1982) แต่การพัฒนาของตาดอกยังขึ้นกับอีกหลายปัจจัยทั้งใน ต้นพืชเองและสภาพแวดล้อมรวมถึงปริมาณความชื้นและอุณหภูมิ ปัจจัยในต้นพืชเอง ได้แก่ ปริมาณ N และ C/N ratio (มงคล และคณะ 2544) จากการทดลองครั้งนี้พบว่าในช่วงเดือนมกราคม ถึงเดือนกุมภาพันธ์ปริมาณ N ในใบของทุกพรีตเมนต์ไม่แตกต่างกันและลดต่ำสุดในรอบปี (ตารางที่ 6 และ ภาพที่ 4 ข) ซึ่งเป็นเช่นเดียวกับ การทดลองของมงคล และคณะ (2544) ที่วิเคราะห์หาการเปลี่ยนแปลงของธาตุ N ปริมาณคาร์โบไฮเดรต และ C/N ratio ในใบลองกองรวม 4 สวน จะลดลงต่ำสุดในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์เช่นเดียวกัน และเมื่อ พิจารณาถึง C/N ratio (ตารางที่ 6 และภาพที่ 4ค) พบว่าสัดส่วนของ C/N ของใบลองกองที่ได้จากการเสียบยอด มีปริมาณต่ำกว่าใบลองกองจากการเพาะเมล็ดและตอนกิ่ง จึงทำให้เกิดการกระตุ้นตาดอกขึ้นดังแสดงในตารางที่

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกิ่งพันธุ์ลองกองที่ได้จากการขยายพันธุ์ต่างกันในไรโซตรอน

คุณลักษณะของกิ่งพันธุ์	ชนิดของกิ่งพันธุ์			LSD(0.05)
	เพาะเมล็ด	กิ่งตอน	เสียบยอด	
เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น(มม.)	19.4**	15.9	17.38	1.32
ความสูงลำต้น (ซม.)	192.7**	133.3	161.7	15.69
จำนวนปล้อง	30.33**	22.33	25.33	2.83
จำนวนกิ่ง	6.0 ^{NS}	6.3	5.6	4.98
จำนวนใบรวม	37.33**	47.66	32.33	7.91
จำนวนใบย่อย	269.6 ^{NS}	281.66	231	64.2
พื้นที่ใบ(ตร.ม.)	1.282*	1.491	0.948	0.344
นน.สดของราก (กรัม)	377.76*	364.23	243.76	102.96
ความยาวราก (เมตร)	19.44**	21.49	17.69	1.85
นน.สดของกิ่ง (กรัม)	294.43*	194.46	204.6	77.38
นน.แห้งของกิ่ง (กรัม)	130.36*	73.6	81.3	37.39
นน.สดของใบ (กรัม)	413 ^{NS}	427.5	301	138.82
นน.แห้งของใบ (กรัม)	145.4**	142.8	95.3	24.47
นน.แห้งของต้น (กรัม)	275.76*	216.4	176.53	58.95
นน.แห้งของราก(กรัม)	96.5 ^{NS}	82.76	69.1	38.54
นน.แห้งรวม/ต้น	372.3*	299.2	245	79.62
อัตราส่วน นน. แห้งต้น/ราก	2.85 ^{NS}	2.79	2.59	1.12

หมายเหตุ:- * = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD(P= 0.05)

NS = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

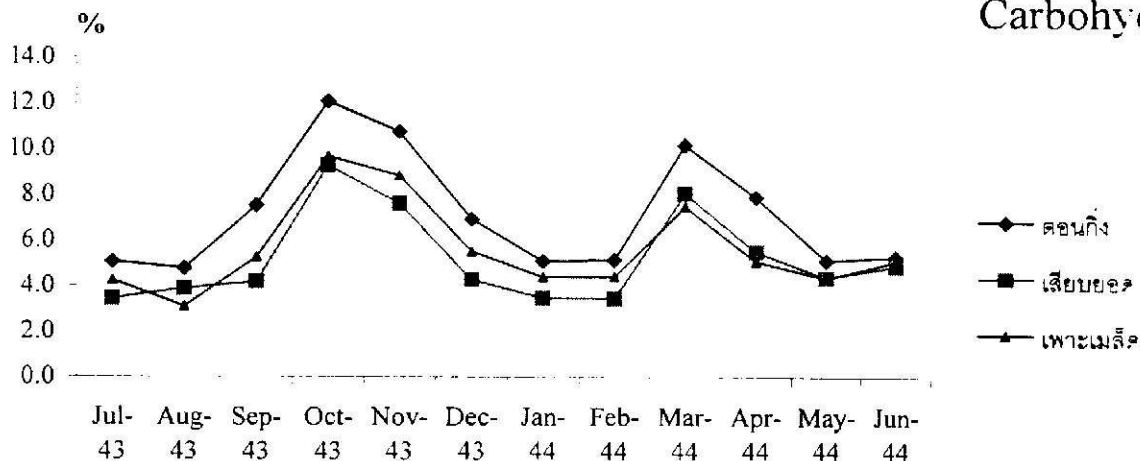
ตารางที่ 3 โครงสร้างทรงพุ่มของลองกองที่ได้จากการขยายพันธุ์วิธีการต่างกันเมื่ออายุ 1 ปี

ชนิดของกิ่งพันธุ์	ความสูง(ซม)	ขนาดต้น(มม)	จำนวนกิ่ง	จำนวนใบย่อย
เพาะเมล็ด	182.02**	22.5*	18 ^{NS}	116 ^{NS}
ตอนกิ่ง	98.58	17.08	24.06	180.5
เสียบยอด	142.2	19.56	37	246.6
LSD(0.05)	32.65	3.61	15.97	113.69

หมายเหตุ:- * = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD(P= 0.05)

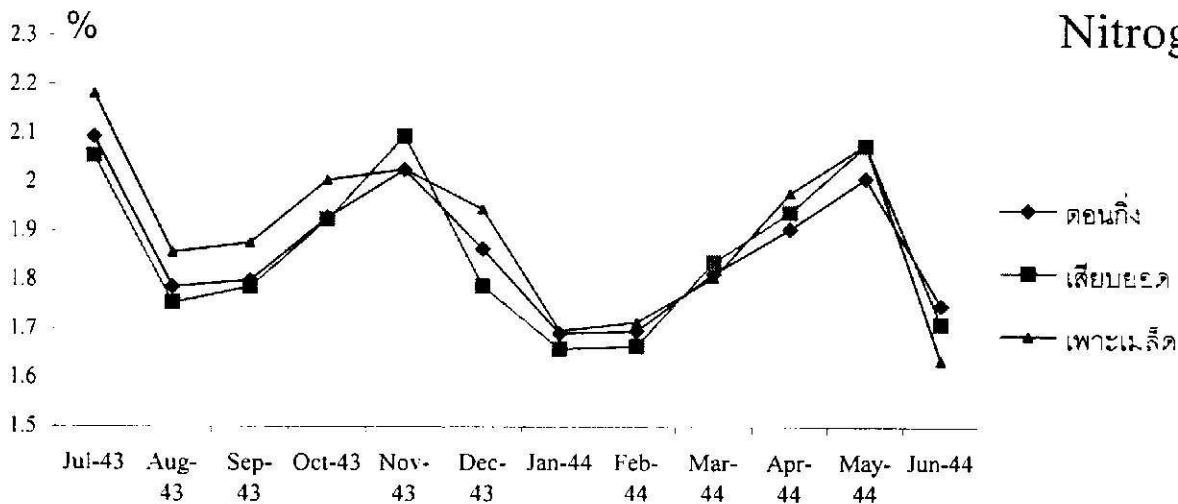
NS = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

Carbohydrate



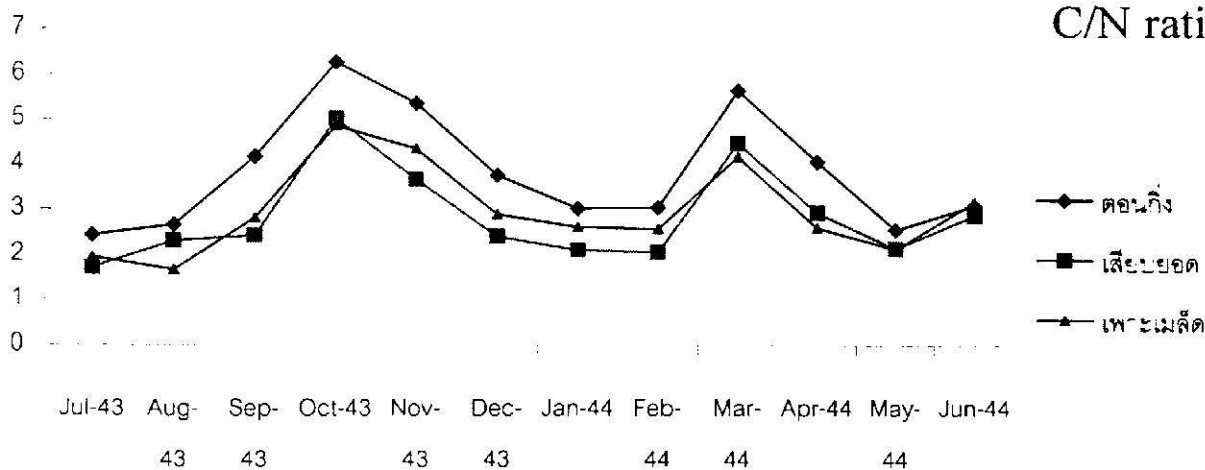
ก

Nitrogen



ข

C/N ratio



ค

ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงคาร์โบไฮเดรต(ก) ไนโตรเจน(ข) และอัตราส่วน C/N(ค) ของลองกองในรอบปี

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของลองกองที่ได้จากการขยายพันธุ์วิธีการต่างกันเมื่ออายุ 3 ปี

ชนิดของกิ่งพันธุ์	ความสูง(ม)	ขนาดต้น(ซม)	จำนวนกิ่ง	จำนวนใบ
เพาะเมล็ด	4.68*	6.62 ^{NS}	28.4 ^{NS}	177.2 ^{NS}
ตอนกิ่ง	3.5	5.71	54.4	290.6
เสียบยอด	2.86	4.67	48.0	213.8
LSD(0.05)	1.09	1.58	25.98	121.65

หมายเหตุ:- * = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD(P= 0.05)

NS = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของลองกองที่ได้จากการขยายพันธุ์วิธีการต่างกันในระยะเวลา 5 ปีหลังปลูก

ชนิดของกิ่งพันธุ์	ความสูง(ม)	ขนาดต้น(ซม)	จำนวนกิ่ง	ปริมาตรทรงพุ่ม(ม ³)	ทรงพุ่มกว้าง(ม)	พื้นที่ใบ(ม ²)	LAI	DIFN	รากยาว(ซม/11.5 x 10 ² ม ³)	จำนวนต้นแตกตาดอก
เพาะเมล็ด	5.86*	8.67 ^{NS}	57.2*	13.43 ^{NS}	2.1 ^{NS}	6.19 ^{NS}	0.704*	0.574*	12.8 ^{NS}	0
ตอนกิ่ง	4.6a	8.45	84.6	17.67	2.4	8.438	1.464	0.372	8.68	3
เสียบยอด	3.59	6.69	61.2	7.37	1.82	4.958	1.15	0.468	10.4	3
LSD(0.05)	1.48	22	21.9	12.05	0.689	4.15	0.512	0.135	6.92	-

หมายเหตุ:- * = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD(P= 0.05)

NS = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

ตารางที่ 6 การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารของลองกองที่ได้จากการขยายพันธุ์วิธีการต่างกันในรอบปี

ธาตุอาหาร/ ชนิดกิ่งพันธุ์	ปี2543						ปี2544					
	กค	สค	กย	ตค	พย	ธค	มค	กพ	มีค	เมย	พค	มิย
คาร์โบไฮเดรต												
เพาะเมล็ด	5.06 [*]	4.77 ^{NS}	7.536 [*]	12.08 ^{NS}	10.75 [*]	6.94 [*]	5.094 [*]	5.16 [*]	10.19 [*]	7.91 [*]	5.14 ^{NS}	5.31 ^{NS}
ตอนกิ่ง	3.451	3.887	4.185	9.297	7.614	4.29	3.475	3.438	8.062	5.52	4.376	4.907
เสียบยอด	4.256	3.092	5.258	9.695	8.831	5.525	4.397	4.406	7.494	5.092	4.351	5.111
LSD(0.05)	0.943	1.053	2.632	3.197	2.079	1.288	1.21	0.933	1.889	1.762	1.27	0.879
ไนโตรเจน												
เพาะเมล็ด	2.09 ^{NS}	1.79 ^{NS}	1.79 ^{NS}	1.93 ^{NS}	2.03 ^{NS}	1.86 ^{NS}	1.69 ^{NS}	1.69 ^{NS}	1.81 ^{NS}	1.90 ^{NS}	2.01 ^{NS}	1.75 ^{NS}
ตอนกิ่ง	2.054	1.753	1.786	1.923	2.095	1.787	1.658	1.664	1.836	1.938	2.076	1.709
เสียบยอด	2.182	1.857	1.876	2.004	2.026	1.944	1.695	1.713	1.804	1.977	2.077	1.635
LSD(0.05)	0.307	0.222	0.212	0.222	0.28	0.276	0.176	0.151	0.302	0.252	0.236	0.285
C/N ratio												
เพาะเมล็ด	2.432 [*]	2.66 ^{NS}	4.17 ^{NS}	6.28 ^{NS}	5.354 [*]	3.765 [*]	3.03 ^{NS}	3.05 ^{**}	5.65 ^{NS}	4.069 [*]	2.56 ^{NS}	3.1 ^{NS}
ตอนกิ่ง	1.716	2.035	2.426	5.022	3.674	2.408	2.105	2.066	4.476	2.941	2.141	2.887
เสียบยอด	1.95	1.668	2.819	4.856	4.347	2.896	2.617	2.575	4.175	2.603	2.128	3.179
LSD(0.05)	0.534	0.979	1.532	2.089	1.025	0.912	0.815	0.537	1.249	1.132	0.744	0.671

หมายเหตุ: * = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD(P= 0.05)

NS = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

2. เทคนิคการตัดและตัดแต่งโครงสร้างของต้นในสภาพการปลูกระยะชิด

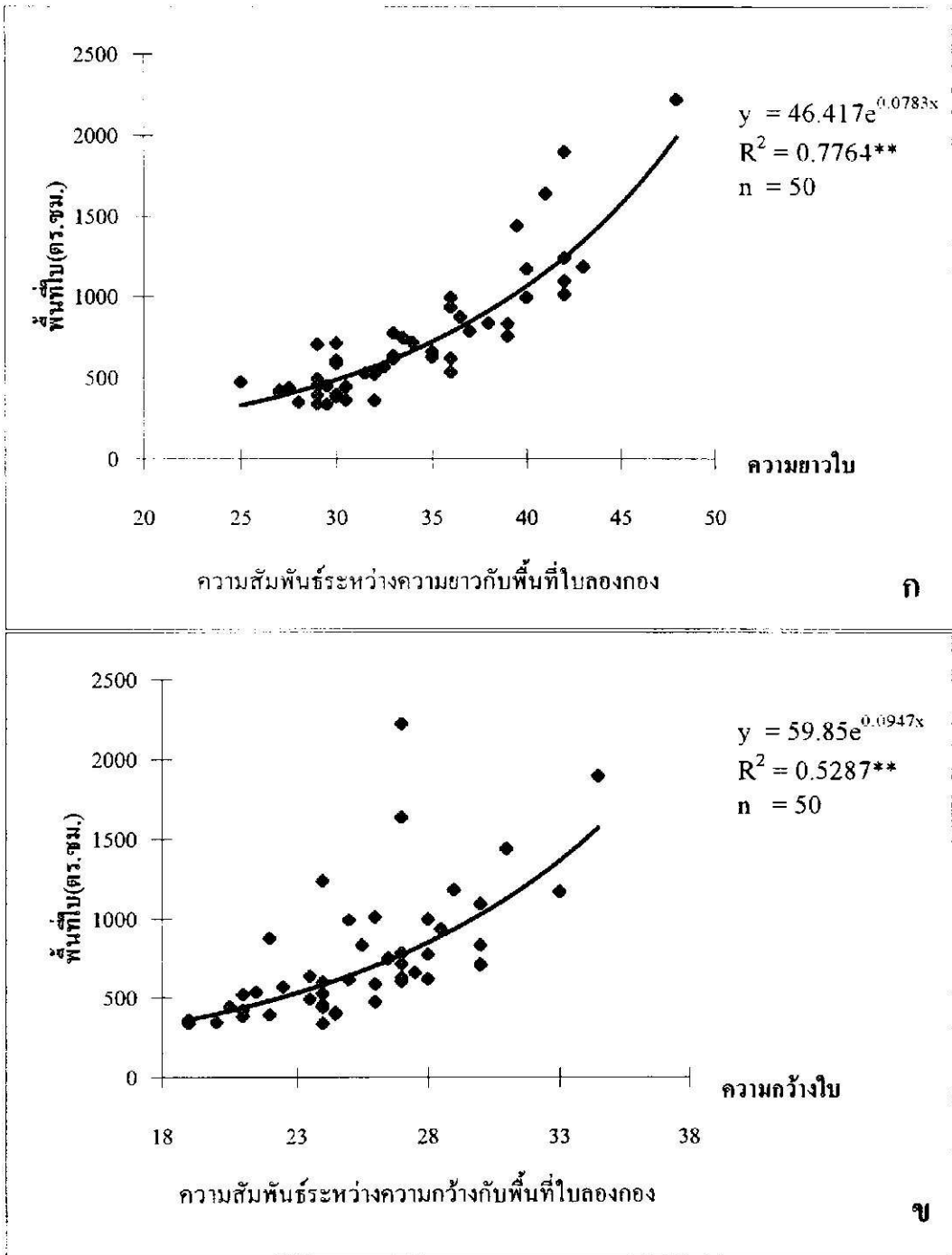
ต้นพันธุ์ที่ใช้ในการทดลองนี้ใช้กิ่งชำล่องกอง เนื่องจากผลในการทดลองข้อ 1 พบว่ากิ่งชำและกิ่งเสียบยอดมีการเจริญเติบโตเร็วและมีต้นเตี้ย มีการแตกกิ่งข้างเร็วกว่าต้นที่ได้จากการเพาะเมล็ด หากมีการควบคุมการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งใบที่เหมาะสมอาจทำให้ต้นพันธุ์เหล่านี้มีการเพิ่มขนาดลำต้นได้เท่ากับต้นพันธุ์จากการเพาะเมล็ด ซึ่งการควบคุมการเจริญเติบโตดังกล่าว มีการแบ่งงานทดลองย่อยดังนี้

2.1 การควบคุมทรงต้นในกระถางขนาด 25 ลิตร

ในการทดลองนี้ใช้กิ่งชำล่องกองอายุ 1 1/2 ปี จำนวน 20 ต้น ปลูกลงในกระถางดินเผาขนาด 25 ลิตร ทำการดูแลรักษารดน้ำ และให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 10 กรัม/ต้น/เดือน เป็นเวลา 6 เดือนจึงมีการตัดกิ่งและตัดแต่งกิ่ง 4 วิธี (ทรีตเมนต์) วิธีละ 5 ต้น (ชำ) ได้แก่ 1.) ไม่ตัดแต่ง 2.) ตัดแต่งให้เหลือกิ่งข้าง 2 กิ่ง 3.) ตัดแต่งให้เหลือกิ่งข้าง 3 กิ่ง และ 4.) ตัดแต่งให้เหลือกิ่งข้าง 4 กิ่ง โดยมีการวางแผนการทดลองแบบ CRD หลังจากมีการตัดและตัดแต่งกิ่งแล้วมีการควบคุมทรงพุ่มต้นโดยการตัดแต่งกิ่งให้มีความสูง 120-125 ซม. และวัดการเจริญเติบโต จำนวนกิ่ง จำนวนใบรวมและความยาวใบเพื่อคำนวณหาพื้นที่ใบ จากสูตร $Y=46.417e^{0.0783x}$ ซึ่งได้จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและพื้นที่ใบล่องกองจากการวัดค่าจริงจำนวน 50 ใบโดยสุ่มจากแปลงที่ทำการทดลอง ตามภาพที่ 5 การบันทึกผลการเจริญเติบโตทำทุกเดือนใช้เวลารวม 18 เดือน หลังจากทำการตัดกิ่ง ประเมินผลการเจริญเติบโตและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธีต้นแคน

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการวัดผลการเจริญเติบโตของต้นล่องกองหลังจากตัดกิ่งและตัดแต่งกิ่งแล้วเป็นเวลา 6 เดือนปรากฏว่า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนกิ่ง จำนวนใบรวมและใบย่อยไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ และทรีตเมนต์ที่มีการตัดแต่งกิ่งเหลือ 4 กิ่งมีแนวโน้มว่ามีขนาดต้น จำนวนกิ่งและจำนวนใบรวมสูงสุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการตัดแต่งกิ่งจะกระตุ้นให้เกิดการแตกตาข้างได้ดีกว่าไม่ตัดแต่ง ดังเช่น ในการทดลองของ Parker และ Young (1995) ทดลองตัดแต่งกิ่งแอปเปิ้ลพันธุ์ฟูจิ (Fuji) โจนากอร์ (Jonagored) และพันธุ์กาลา (Gala) 3 วิธีการ ได้แก่ Snaking, (weak leader renewal) และวิธีการริดใบของกิ่งนำออก พบว่าการตัดแต่งกิ่งออกมาก แบบ snaking มีปริมาณผลผลิตสูงสุด และการตัดแต่งกิ่งทั้ง 3 แบบมีพื้นที่หน้าตัดของลำต้นเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามการประเมินผลการตัดแต่งกิ่งในระยะเวลา 6 เดือนนี้ พบว่าการตัดแต่งกิ่งออกมากเกินโดยเหลือเพียง 2 กิ่ง ไม่ได้กระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช แต่กลับทำให้พืชมีการเจริญเติบโตลดลงเมื่อเทียบกับทรีตเมนต์ที่ไม่มีการตัดแต่งกิ่ง(ตารางที่ 7)



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว(ก)และความกว้าง(ข) กับพื้นที่ใบลองกอง
จากการวัดค่าโดย Area meter

ผลจากการควบคุมทรงพุ่มต้นลองกองต่อไปอีกเป็นเวลา 12 เดือน โดยการควบคุมความสูงต้นลองกองให้อยู่ในช่วง 110-130 ซม. (ภาพที่ 6ก และตารางที่ 9) ควบคุมจำนวนกิ่งอยู่ในช่วง 16-22 กิ่ง (ภาพที่ 6ค และตารางที่ 12) พบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นลองกองที่มีตัดแต่งกิ่งเหลือ 3 และ 4 กิ่งในฤดูแล้งมีการเจริญเติบโตโดยเฉลี่ยสูงกว่าต้นที่ไม่มีการตัดแต่งกิ่ง แต่ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของต้นที่มีการตัดแต่งกิ่งเหลือ 2 กิ่ง มีการเจริญเติบโตโดยเฉลี่ยน้อยกว่าต้นที่ไม่มีการตัดแต่งกิ่ง (ภาพที่ 6ข และ ตารางที่ 9)

นอกจากนี้ผลการตัดแต่งกิ่งทุกทรีตเมนต์พบว่ามีความสูงใบรวม/เดือน และพื้นที่ใบ/ต้น/เดือนสูงกว่าทรีตเมนต์ที่ไม่มีการตัดแต่งกิ่ง (ภาพที่ 7 กและข และตารางที่ 10 และ 11) ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการตัดแต่งกิ่งช่วยกระตุ้นให้เกิดการแตกกิ่งใหม่ ซึ่งจากการศึกษาถึงวิธีการตัดแต่งกิ่งในการทดลองนี้ การตัดแต่งกิ่งให้เหลือจำนวน 2 กิ่งมีลักษณะทรงพุ่มเดียวกับการตัดแต่งแบบ Y-shape การตัดแต่งกิ่งให้เหลือจำนวน 3 กิ่ง มีลักษณะทรงพุ่มแบบเดียวกันกับ Open vase และการตัดแต่งกิ่งให้เหลือจำนวน 4 กิ่ง มีลักษณะทรงพุ่มใกล้เคียงกับการตัดแต่งแบบ Central leader (Caruso *et al.*, 1999; Facticeau *et al.*, 1996) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Caruso และคณะ (1999) ได้ศึกษาการควบคุมทรงพุ่มโดยการตัดแต่งวิธี Central leader และ วิธี Y-shape ซึ่งมีจำนวน 930 และ 1850 ต้น/เฮกแตร์ ตามลำดับ พบว่า วิธี Central leader มีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น, พื้นที่ใบและผลผลิตต่อต้นมากกว่า วิธี Y-shape แต่ประสิทธิภาพของผลผลิตต่อพื้นที่หน้าตัดของลำต้นไม่แตกต่างกัน และในเชิงการควบคุมทรงต้นวิธี Central leader จะมีผลผลิตต่อต้นมากกว่า วิธี Open vase (Facticeau *et al.*, 1996)

ผลการหาความสัมพันธ์ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นกับ จำนวนกิ่ง ความสูง และจำนวนใบ พบว่าจำนวนต้นมีการเจริญเติบโตลดลง ซึ่งพิจารณาจากภาพที่ 6 และ 7 จะเห็นได้ว่าจำนวนกิ่ง จำนวนใบรวมและจำนวนใบย่อยที่มีบนต้นมากเกินไป ทำให้มีขนาดลำต้นเล็กลง ดังนั้นจึงได้ใช้เกณฑ์ตามภาพที่ 7 จำนวนกิ่ง ใบรวมและใบย่อยที่เหมาะสมสำหรับการทดลองอื่น ๆ ควรมีจำนวนกิ่ง 21 กิ่ง จำนวนใบรวม 80 และจำนวนใบย่อย 500 ตามลำดับ และยังพบว่าการตัดกิ่งมากเกินไปเหลือกิ่งข้าง 2-3 กิ่งมีการเจริญเติบโตของต้นลองกองโดยเฉลี่ยน้อยกว่าไม่ตัดแต่งกิ่งข้าง และการไว้กิ่งข้าง 4 กิ่ง นอกจากนี้การตัดแต่งกิ่งออกบ้างทำให้เกิดการกระตุ้นการแตกกิ่งใหม่ได้ดีกว่าไม่มีการตัดแต่งกิ่ง และการตัดแต่งกิ่งทำให้เพิ่มจำนวนกิ่งและจำนวนใบรวมมากกว่าต้นที่ไม่มีการตัดแต่งกิ่งออกเลย (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 7 การเจริญเติบโตต้นกล้าลองกองหลังการตัดแต่งกิ่ง 6 เดือน

ทรีตเมนต์	การเจริญเติบโต			
	ขนาดต้น(มม)	จำนวนกิ่ง	จำนวนใบรวม	จำนวนใบย่อย
ไม่ตัดแต่งกิ่ง	21.38 ^{NS}	14.6 ^{NS}	78.4 ^{NS}	483 ^{NS}
ตัดแต่งเหลือ 2 กิ่ง	20.02	15.2	71.0	437
ตัดแต่งเหลือ 3 กิ่ง	19.28	17.0	81.4	487
ตัดแต่งเหลือ 4 กิ่ง	22.65	17.6	92.2	454
cv(%)	11.40	24.81	25.35	19.66

หมายเหตุ:- ค่าเฉลี่ยตัวเลขในสดมภ์ที่ตามด้วยตัวอักษรแตกต่างกันแสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P= 0.05) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT NS = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

ตารางที่ 8 การเพิ่มความสูง(ซม) ของต้นลองกองหลังจากควบคุมทรงพุ่มเป็นเวลา 12 เดือน

ทรีตเมนต์	มค42	กพ42	มีค42	เมย42	พค42	มิย42	กค42	สค42	กย42	ตค42	ธค42	มค43
control	20.2 ^{NS}	22.2 ^{NS}	32.6 ^{NS}	35.8 ^{NS}	31.4 ^{NS}	40.2 ^{NS}	37.2 ^{NS}	38.4 ^{NS}	52.2 ^{NS}	52.2 ^{NS}	34.4 ^{NS}	41.8 ^{NS}
กิ่งข้าง 2 กิ่ง	17.6	20.6	27.2	29.6	47.4	37.2	37.6	31.2	31.6	34	37.6	39.8
กิ่งข้าง 3 กิ่ง	34	36	41.6	46.2	43.2	49.2	48	43.6	39	43.4	43	53.2
กิ่งข้าง 4 กิ่ง	18.8	25.8	33.4	39.4	36.6	41.8	41.8	36.6	31.8	34.8	47.39	43.8
CV(%)	5.11	6.62	9.18	8.47	20.69	9.19	10	7.67	11.3	11.55	12.62	7.92

หมายเหตุ:- เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT(P= 0.05) NS = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

ตารางที่ 9 การเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต้น(ซม) ของลองกองหลังจากควบคุมทรงพุ่มเป็นเวลา 12 เดือน

ทรีตเมนต์	มค42	กพ42	มีค42	เมย42	พค42	มิย42	กค42	สค42	กย42	ตค42	ธค42	มค43
control	0.12 ^{NS}	0.26 ^{NS}	0.42 ^{NS}	0.16 ^{NS}	0.23 ^{NS}	0.31 ^{NS}	0.38 ^{NS}	0.69 ^{NS}	0.46 ^{NS}	0.53 ^{NS}	0.46 ^{NS}	0.59 ^{NS}
กิ่งข้าง 2 กิ่ง	0.29	0.31	0.43	0.10	0.21	0.28	0.35	0.62	0.61	0.65	0.48	0.53
กิ่งข้าง 3 กิ่ง	0.10	0.17	0.24	0.38	0.45	0.49	0.51	0.40	0.40	0.42	0.71	0.69
กิ่งข้าง 4 กิ่ง	0.11	0.19	0.25	0.32	0.38	0.44	0.58	0.47	0.39	0.43	0.74	0.64
CV(%)	12.9	13	12.51	10.99	11.73	13.03	13.1	13.74	12.8	12.62	11.92	12.39

หมายเหตุ:- เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (P= 0.05) NS = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

ตารางที่ 10 จำนวนใบรวมของต้นลองกองหลังจากควบคุมทรงพุ่มเป็นเวลา 12 เดือน

ทรีตเมนต์	มค42	กพ42	มีค42	เมย42	พค42	มิย42	กค42	สค42	กย42	ตค42	ธค42	มค43
control	68.4 ^{NS}	59.4 ^{NS}	65 ^{NS}	70.8 ^{NS}	65.6 ^{NS}	60.6 ^{NS}	55.8 ^{NS}	38.2 ^{NS}	50.4 ^{NS}	52.8 ^{NS}	53.4 ^{NS}	46.8 ^{NS}
กิ่งข้าง 2 กิ่ง	69.2	56.4	71.4	87.2	57.4	62.1	60.8	40.6	57.6	65	81.2	74.8
กิ่งข้าง 3 กิ่ง	78.8	74	59.8	69.6	64	49.2	60.4	49	63.2	73.8	56.6	54.2
กิ่งข้าง 4 กิ่ง	74	68.2	68	78.2	70.6	58.6	56.2	46.6	60.2	66.2	56.6	52.2
CV(%)	19.7	20.2	32.85	22.23	17.57	25.68	16.9	18.02	20.5	20.69	38.54	35.79

หมายเหตุ:- ค่าเฉลี่ยตัวเลขในสคมภ์ที่ตามด้วยตัวอักษรแตกต่างกันแสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P= 0.05) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT NS = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

ตารางที่ 11 พื้นที่ใบ(ตร.ม.)/ต้นของลองกองหลังจากควบคุมทรงพุ่มเป็นเวลา 12 เดือน

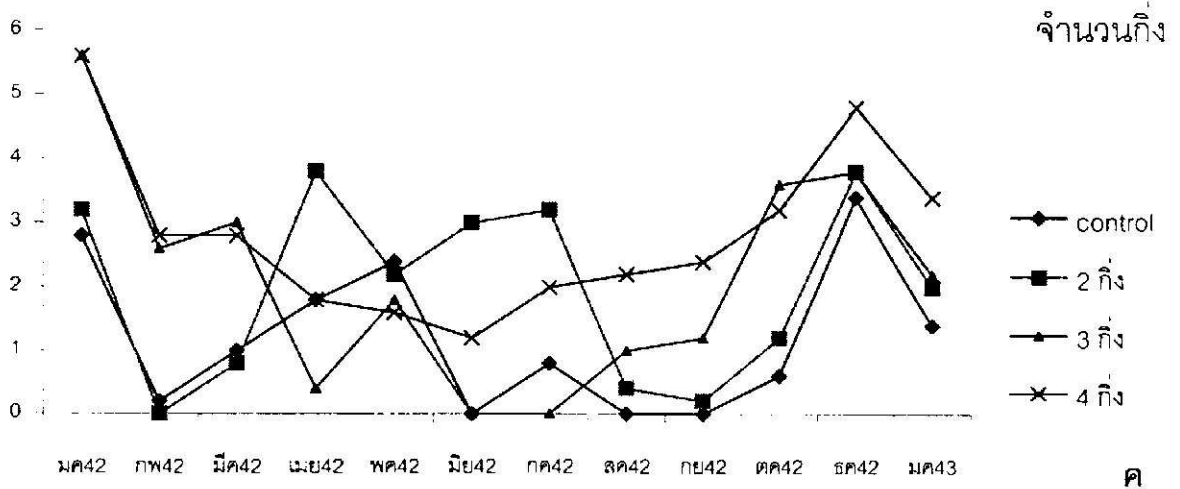
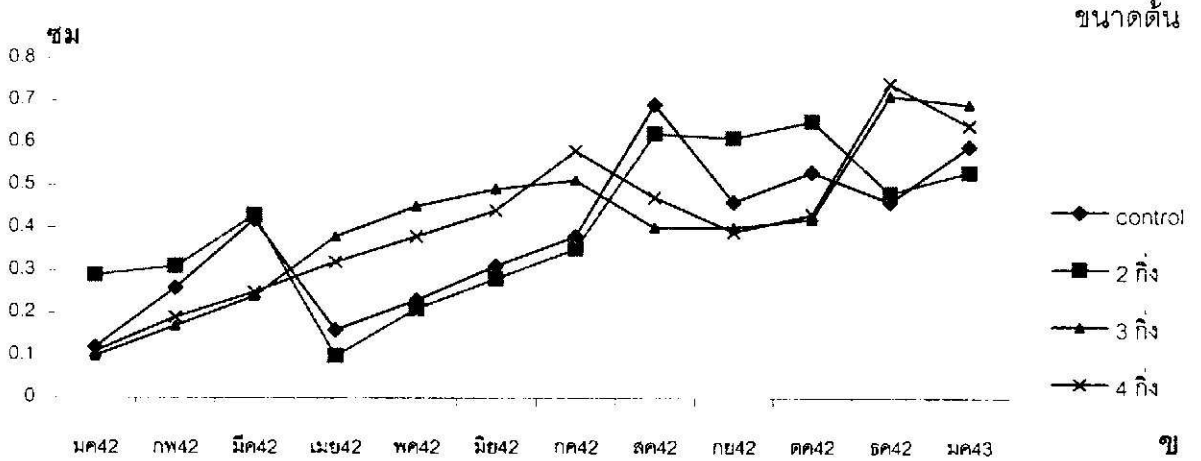
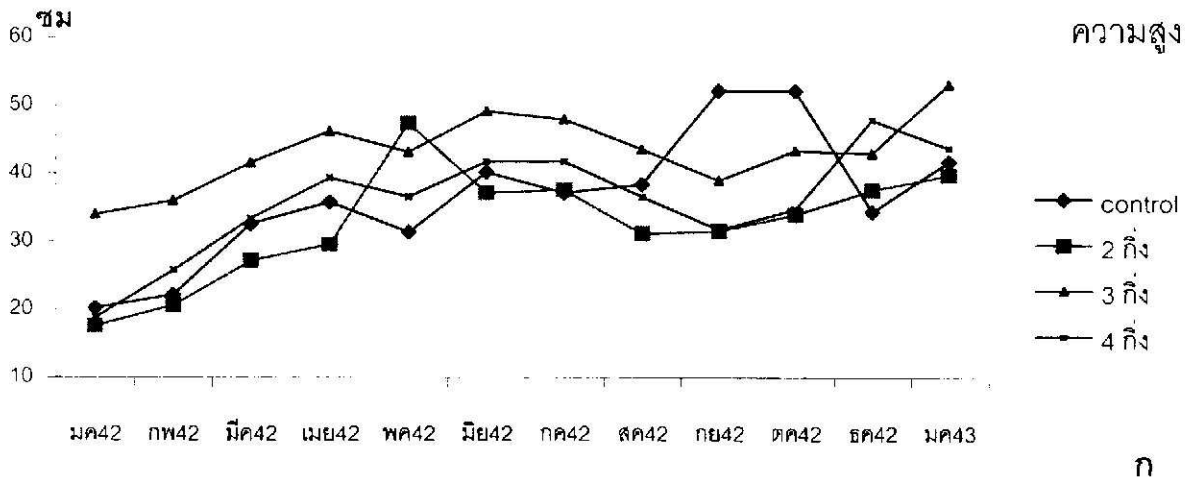
ทรีตเมนต์	มค42	กพ42	มีค42	เมย42	พค42	มิย42	กค42	สค42	กย42	ตค42	ธค42	มค43
control	2.67 ^{NS}	2.27 ^{NS}	2.33 ^{NS}	3.11 ^{NS}	2.83 ^{NS}	2.76 ^{NS}	2.43 ^{NS}	1.75 ^{NS}	2.11 ^{NS}	2.25 ^{NS}	2.42 ^{NS}	1.75 ^{NS}
กิ่งข้าง 2 กิ่ง	2.35	1.92	2.252	2.997	2.232	2.676	2.21	1.688	2.25	2.595	3.351	2.868
กิ่งข้าง 3 กิ่ง	2.69	2.51	2.151	2.781	2.477	2.007	2.68	2.132	2.44	3.112	2.262	2.092
กิ่งข้าง 4 กิ่ง	2.75	2.52	2.637	3.175	3.009	2.473	2.98	2.188	2.64	2.905	2.211	1.913
CV(%)	18.2	16.5	35.8	25.56	24.92	26.84	22.2	20.98	23.4	20.47	22.96	31.01

หมายเหตุ:- ค่าเฉลี่ยตัวเลขในสคมภ์ที่ตามด้วยตัวอักษรแตกต่างกันแสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P= 0.05) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT NS = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

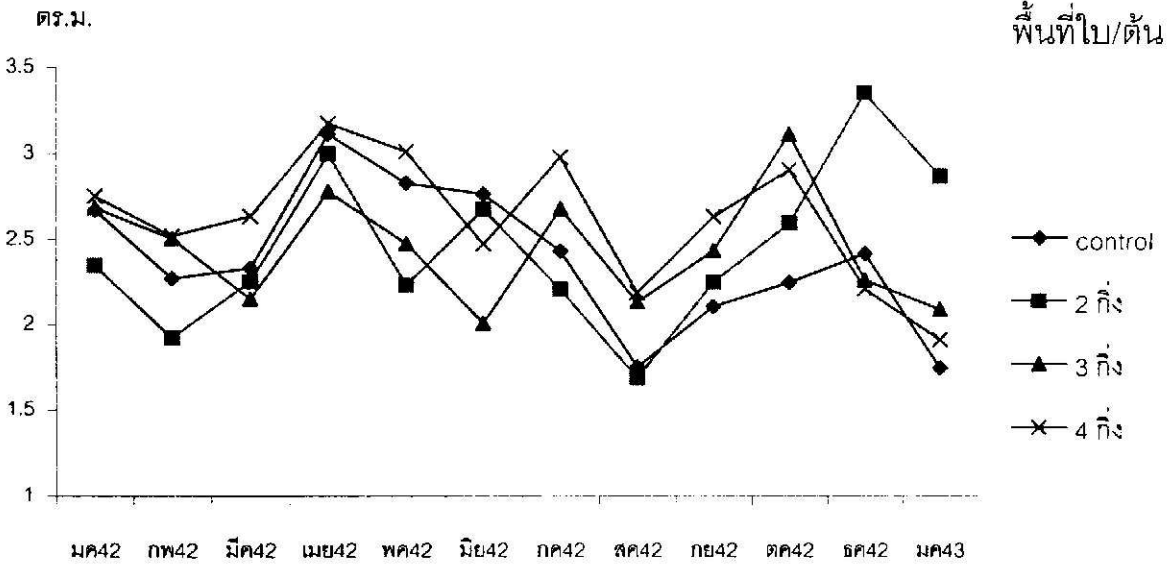
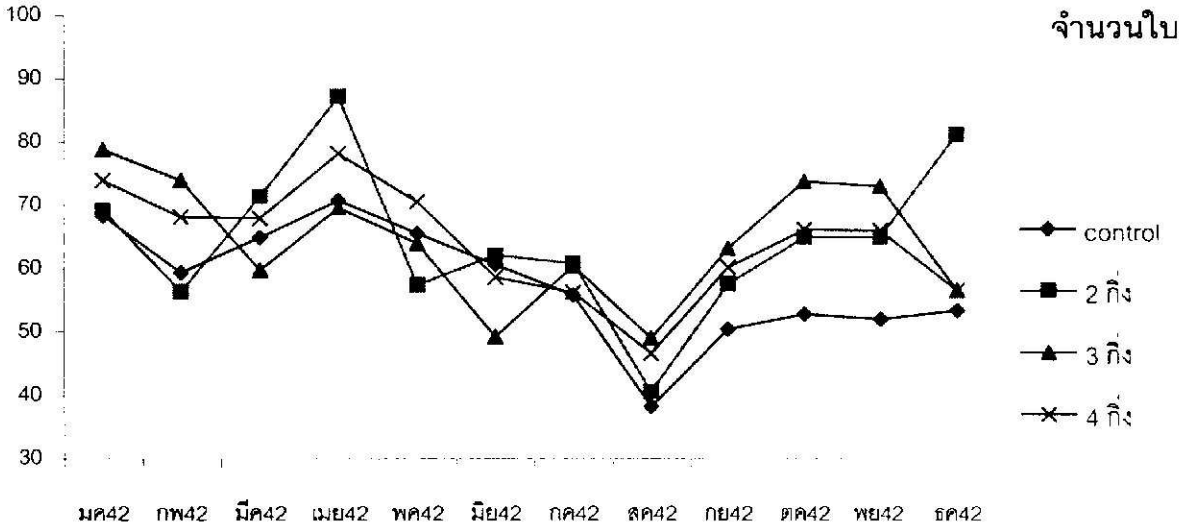
ตารางที่ 12 การเพิ่มจำนวนกิ่งของต้นลองกองหลังจากควบคุมทรงพุ่มเป็นเวลา 12 เดือน

ทรีตเมนต์	มค42	กพ42	มีค42	เมย42	พค42	มิย42	กค42	สค42	กย42	ตค42	ธค42	มค43
control	2.8	0.2	1.0	1.8	2.4	0	0.8	0	0	0.6	3.4 ^{NS}	1.4 ^{NS}
กิ่งข้าง 2 กิ่ง	0	0	0	2.2	0.2	1.4	1.6	0	0	0	2.2	0.4
กิ่งข้าง 3 กิ่ง	4.2	1.2	1.6	0	0.4	0	0	0	0	2.2	2.4	0.8
กิ่งข้าง 4 กิ่ง	2.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.6	0.2
CV(%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.05	19

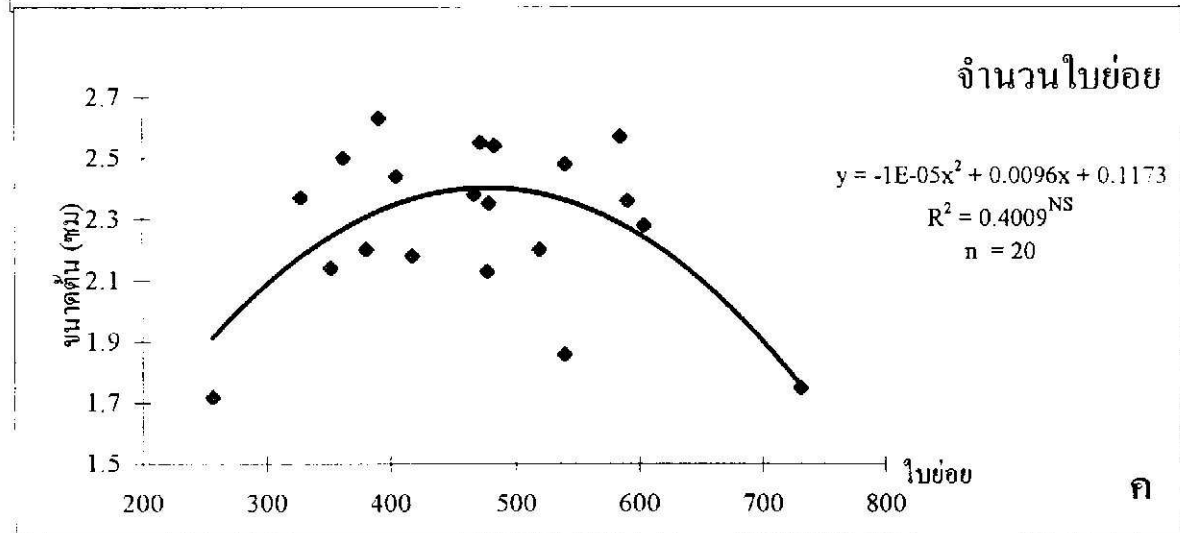
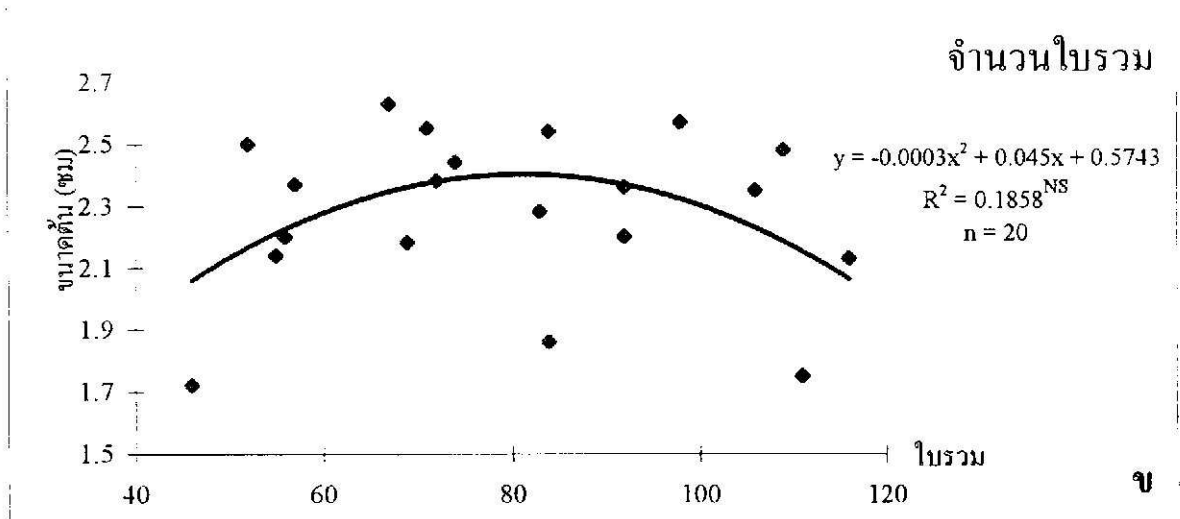
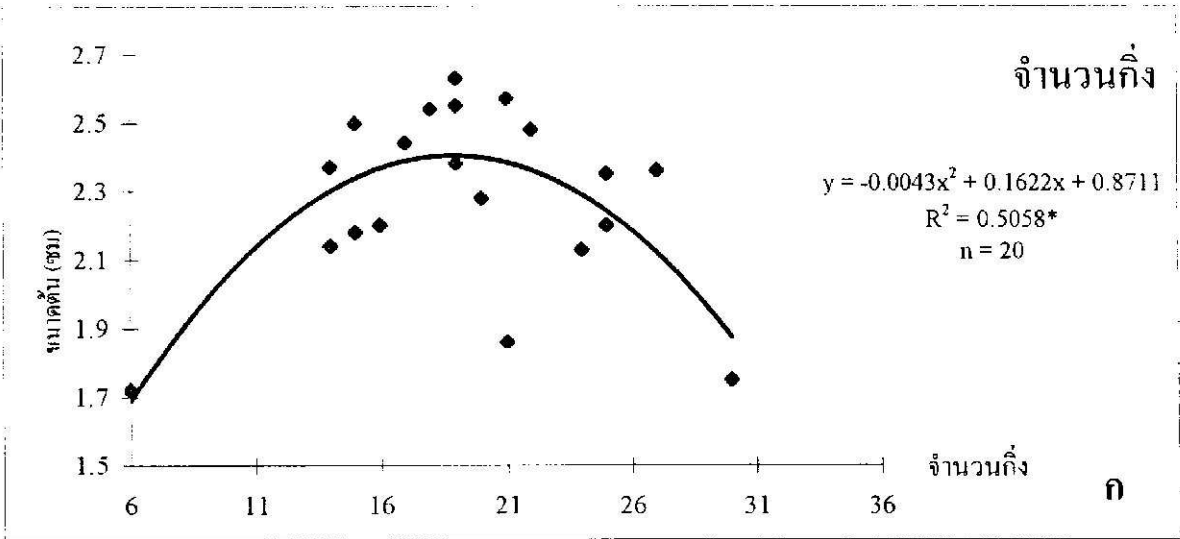
หมายเหตุ:- ค่าเฉลี่ยตัวเลขในสคมภ์ที่ตามด้วยตัวอักษรแตกต่างกันแสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P= 0.05) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT NS = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ



ภาพที่ 6 การเพิ่มความสูง (ก) ขนาดต้น (ข) และจำนวนกิ่ง (ค) ของต้นลองกองหลังการควบคุม ทรงพุ่ม โดยการตัดแต่งกิ่งเป็นเวลา 1 ปี



พทที่ 7 จำนวนใบรวม(ก) และพื้นที่ใบ/ต้น(ข) ของลองกองหลังการควบคุมทรงพุ่มโดยการตัดแต่งกิ่งเป็นเวลา 1 ปี



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนกิ่ง (ก) จำนวนใบรวม (ข) และจำนวนใบย่อย(ค) กับขนาดลำต้นของคองกอก ที่ปลูกในกระถางขนาด 25 นิ้ว เป็นเวลา 12 เดือน

2.2 การเพิ่มขนาดลำต้นโดยวิธีการตัดแต่งและควั่นต้นในภาชนะปลูกขนาด 35 ลิตร

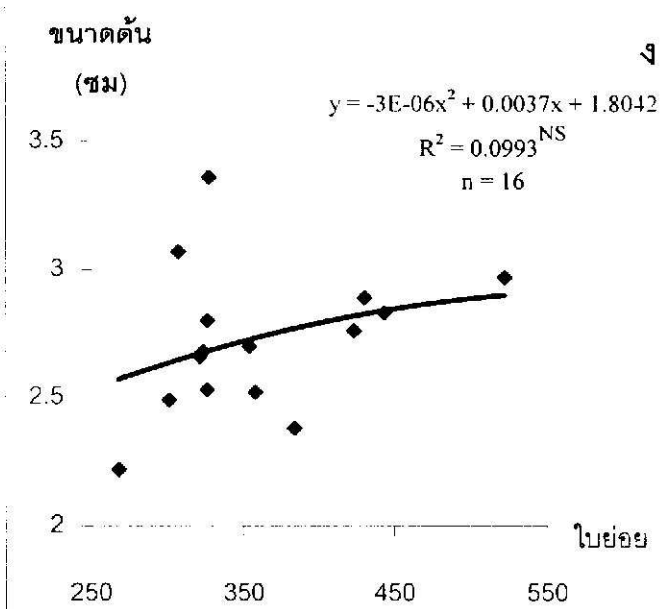
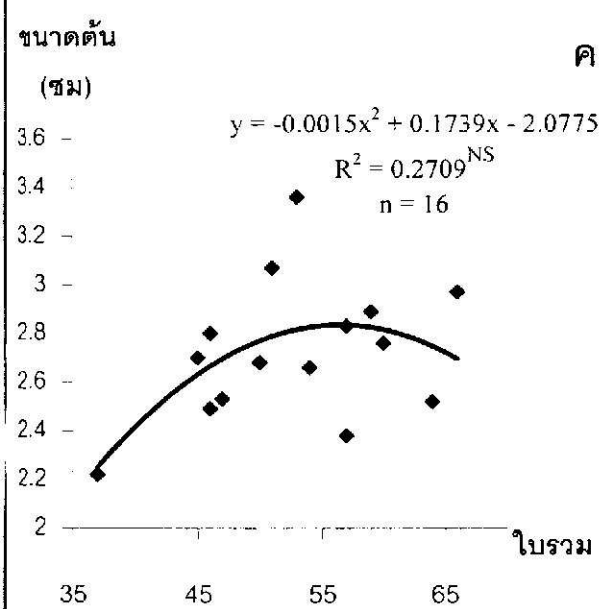
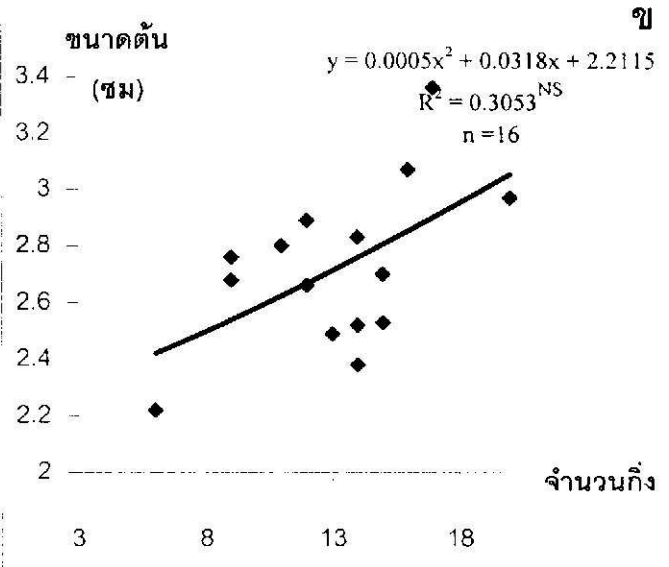
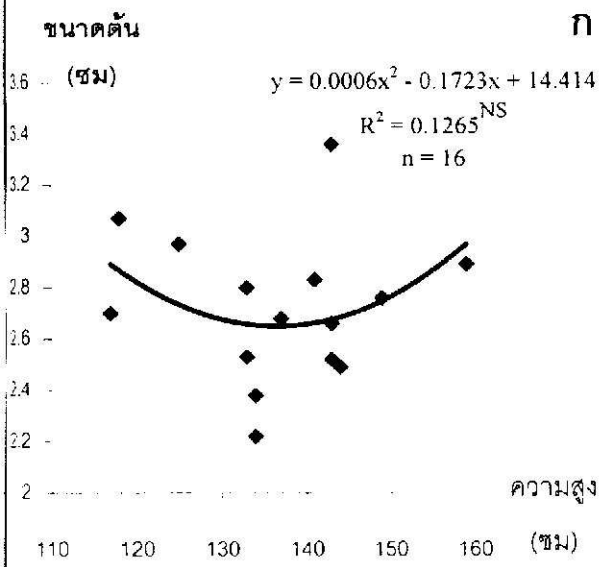
เริ่มทำการทดลองเดือนสิงหาคม 2540 ถึงเดือนธันวาคม 2543 มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการเพิ่มขนาดลำต้นของกิ่งในภาชนะปลูกที่จำกัด เพื่อควบคุมทรงพุ่มต้นให้มีขนาดเล็ก ในการทดลองนี้ใช้ต้นพันธุ์ของกิ่งที่ได้จากกรรเลียบยอด ขนาดอายุ 3 ปี จำนวน 16 ต้น ทำการวัดขนาดลำต้น จำนวนกิ่ง จำนวนใบรวมและใบย่อย และความสูงลำต้น ทุก 2 เดือน เป็นเวลา 12 เดือน และข้อมูลการเจริญเติบโตที่ได้มาคำนวณหาความสัมพันธ์กับขนาดลำต้น มีการเปลี่ยนขนาดกระถางเพิ่มขึ้นจากกระถางขนาด 16 นิ้ว เป็น 17 นิ้ว มีความจุเพิ่มขึ้นจาก 20 ลิตรเป็น 35 ลิตร ในเดือนกรกฎาคม 2541 เนื่องจากต้นของกิ่งมีจำนวนรากเพิ่มขึ้นทำให้ต้นชะงักการเจริญเติบโต ไม่มีการแตกใบใหม่และเกิดอาการใบไหม้ และวัดการเจริญเติบโตทุกเดือนจนครบกำหนด 12 เดือน จากนั้นได้ทำการควั่นลำต้นของกิ่งเหนือรอยต่อ 1 นิ้ว ในเดือนพฤศจิกายน 2541 สำหรับการควบคุมความสูงของต้น มีการตัดกิ่งนำ (terminal branches) ออกให้มีความสูงในช่วง 120-150 ซม จำนวน 3 ครั้ง ในเดือนพฤศจิกายน 2541 เดือนมิถุนายน และเดือนพฤศจิกายน 2542 และเริ่มศึกษาเปรียบเทียบการเจริญของต้นของกิ่งควั่นต้นกับไม่ควั่นต้นในกระถางขนาด 35 ลิตร ในเดือนมกราคม 2542 ถึงเดือนธันวาคม 2543

การทดลองครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบการเติบโตระหว่างต้นของกิ่งที่มีการควั่นต้นกับไม่ควั่นต้น มีการวิเคราะห์ผลการทดลองแบบ One way analysis การบันทึกผลการเจริญเติบโตใช้เวลารวม 24 เดือน โดยวัดความสูงลำต้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนใบ จำนวนกิ่ง และพื้นที่ใบ

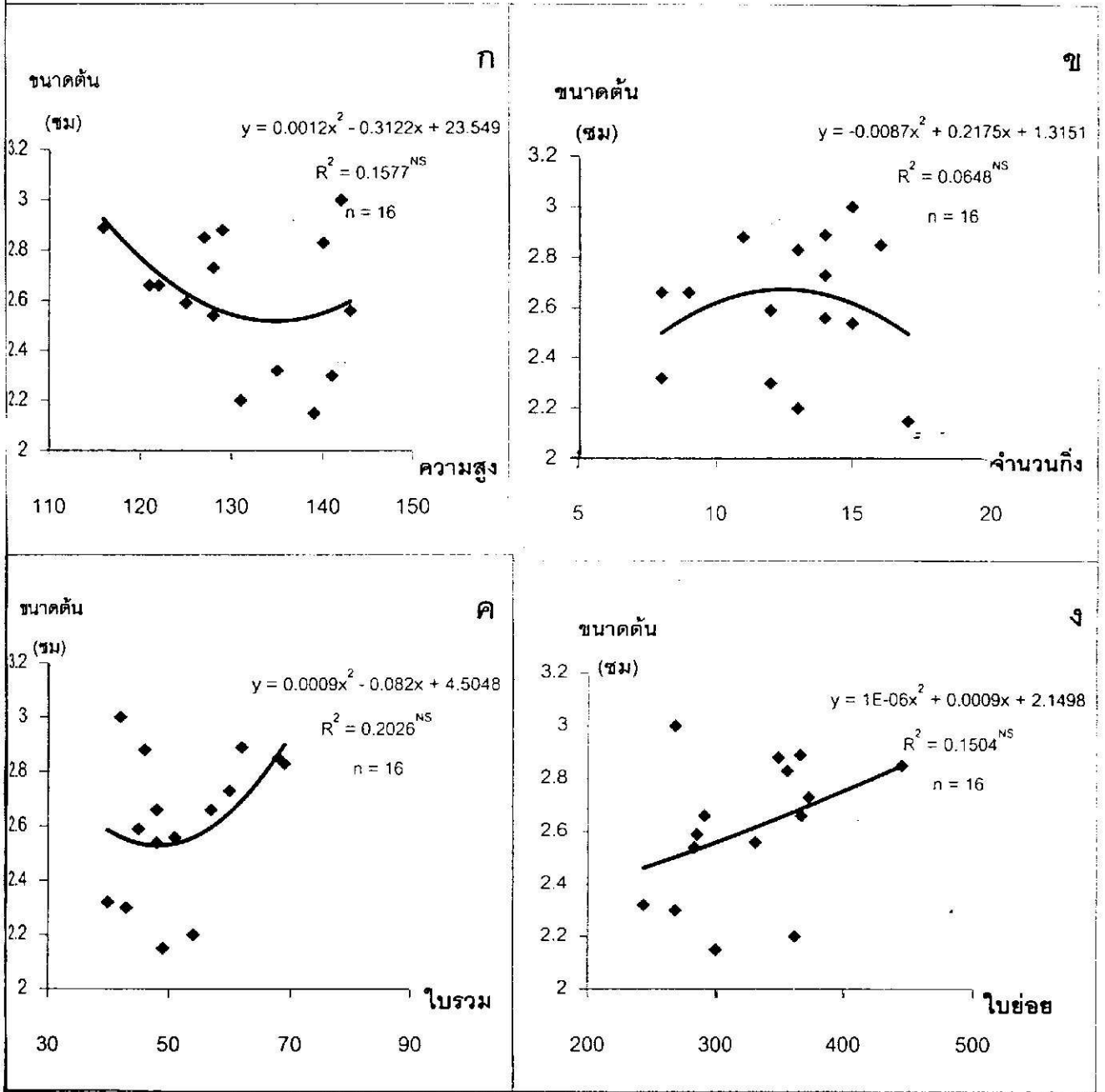
ผลการทดลองและวิจารณ์

การหาความสัมพันธ์ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของกิ่งในกระถางขนาด 25 ลิตร พบว่ามีความสัมพันธ์กับจำนวนกิ่งและจำนวนใบรวมในเดือนสิงหาคม 2541 และได้มีการตัดแต่งกิ่งออกให้ทุกต้นมีจำนวนกิ่งไม่เกิน 16 กิ่ง และจำนวนใบรวม 50-60 ใบ ทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 9) หลังจากที่มีการเปลี่ยนขนาดกระถางในระยะเวลา 2 เดือน พบว่าความสูงของต้นของกิ่งเพิ่มขึ้นอย่างมีความสัมพันธ์กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่เพิ่มขึ้น และจำนวนใบรวมและใบย่อยมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย

การศึกษาการเจริญเติบโตเป็นเวลา 1 ปี พบว่าขนาดลำต้นของกิ่งมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับความสูง ($r = -39.7$) และจำนวนกิ่ง ($r = -25.45$) แสดงว่าในสภาพกระถางขนาด 16 นิ้ว มีความจุ 20 ลิตร ควรตัดแต่งความสูงของกิ่งให้อยู่ประมาณ 123 เซนติเมตร และจำนวนกิ่งประมาณ 16 กิ่ง ส่วนจำนวนใบรวม ($r = -45$) ประมาณ 50-70 ใบ และใบย่อย ($r = -38.78$) ประมาณ 300-450 ใบ พบว่ามีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (ภาพที่ 9) และจากการทดลองตัดแต่งกิ่งและความสูงเพื่อควบคุมทรงพุ่มปีละ 2 ครั้งพบว่า มีการเพิ่มขนาดลำต้นเพียงเล็กน้อย 0.13 ซม. (ตารางที่ 13)



ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูง (ก) จำนวนกิ่ง (ข) จำนวนใบรวม (ค) และจำนวนใบย่อย (ง) กับขนาดต้นของกิ่งที่ปลูกในกระถางขนาด 25 นิ้ว เป็นเวลา 12 เดือน (พย 41)



ภาพที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูง (ก) จำนวนกึ่ง (ข) จำนวนโดยรวม (ค) และจำนวนโดยอย (ง) กับขนาดต้นของลองกองที่ปลูกในกระถางขนาด 35 เป็นเวลา 12 เดือน

ตารางที่ 13 การเจริญเติบโตของต้นลองกองกิ่งชำในกระถางขนาด 35 ลิตร ในเวลา 1 ปี

ระยะเวลา	ความสูง(ซม)	ขนาดลำต้น(ซม)	จำนวนกิ่ง	จำนวนใบรวม	จำนวนใบย่อย
พ.ย. 2540	127 ±13.29	2.83±0.21	15±4.5	36.63±12.75	301.54±122
ธ.ค. 2541	131.1±8.74	2.96±0.27	12.73±2.76	52.13±9.2	325.8±54.4
อัตราการเจริญเติบโต	3.13	0.13	-2.27	15.5	24.26

จากผลการศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นลองกองในกระถางขนาด 35 ลิตร หลังทำการควั่นต้น ในระหว่างปี 2542-2543 รวมเป็นเวลา 24 เดือน ปรากฏว่า

เส้นผ่านศูนย์กลางต้นลองกองที่ควั่นต้นในปี 2543 พบว่ามีค่าเฉลี่ยสูงกว่าไม่ควั่นต้นในระยะ 6 เดือนแรก (เดือนมกราคม ถึงเดือนมิถุนายน) หลังจากมีการควั่นต้นเป็นครั้งที่ 4 พบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต้นเพิ่มขึ้นน้อยและต้นมิได้รับการควั่นก็เป็นเช่นเดียวกัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าขนาดภาชนะปลูกอาจแคบเกินไป ขนาดลำต้นเฉลี่ยของต้นลองกองที่ได้รับการควั่นเพิ่มขึ้นมากกว่าต้นที่ไม่ได้รับการควั่น ซึ่งมีความแตกต่างกันมากขึ้นในระยะ 6 เดือนหลังจากควั่นต้น คือเดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม 2542 (ตารางที่ 14) และในระยะ 20 เดือนหลังการควั่นต้น คือเดือนสิงหาคม 2543 มีการเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นน้อยลง

เมื่อพิจารณาถึงจำนวนกิ่งกับจำนวนใบรวม(ตารางที่ 15 และภาพที่ 9 ค และ ง) พบว่าจำนวนกิ่งของต้นที่ได้รับการควั่นต้นมีจำนวนน้อยลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติกับต้นที่ไม่ควั่นกิ่งในเดือนที่ 7, 8 และ 10 ในปีแรกที่มีการควั่น (ปี 2542) แต่ในปี 2543 ต้นที่ได้รับการควั่นกิ่งมีจำนวนกิ่งน้อยกว่าต้นที่ไม่ควั่น แต่ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ซึ่งจำนวนใบรวม(ตารางที่ 16 และภาพที่ 9 จ และ ฉ) มีแนวโน้มเป็นไปในทำนองเดียวกันกับจำนวนกิ่ง

ความสูงของต้นลองกองมีการควบคุมโดยการตัดกิ่งยอด(terminal branches) ลงให้เหลือความสูงเฉลี่ยเริ่มต้นประมาณ 120.5 ซม ไม่ควั่นต้น และ 126 ซม. ในทรีตเมนต์ที่ควั่นต้น พบว่าการควั่นต้นจะทำให้ความสูงเฉลี่ยของต้นลองกองลดลง โดยเริ่มตั้งแต่ระยะ 6 เดือนหลังควั่นต้น (ตารางที่ 17 และภาพที่ 9 ข และ ซ) ข้อสังเกตอีกประการหนึ่งพบว่าค่าเฉลี่ยความสูงของต้นลองกอง แม้ว่าจะมีความพยายามควบคุมโดยการตัดแต่งกิ่งในเดือนธันวาคม 2541 มิถุนายน และธันวาคม 2542 ก็สามารถควบคุมได้ในระดับความสูง 121-184 ซม ทั้งนี้เนื่องจากการตัดแต่งกิ่งออกมากเกินไปจะทำให้ต้นชะงักการเจริญเติบโต และมีส่วนสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของจำนวนใบรวมและพื้นที่ใบ (ตารางที่ 16 และ 19) อย่างชัดเจน

พื้นที่ใบ/ต้นของลองกอง มีค่าผันแปรตามจำนวนใบรวมทั้งในปี 2542 และปี 2543 (ภาพที่ 9 จ, ฉ, ค และ ต และตารางที่ 16 และ 19) ที่มีช่วงการเจริญเติบโต 2 ช่วงคือ เดือนมิถุนายน และเดือนพฤศจิกายน ในปี 2542 และปี 2543 และพบว่ามีค่าเฉลี่ยเป็นในทำนองเดียวกันกับการเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นด้วย

จากผลการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงการจำกัดขนาดภาชนะปลูกไว้ที่ 35 ลิตร ทำให้ระบบราก(root) ไม่สามารถเพิ่มจำนวนได้ จึงส่งผลให้การเจริญของส่วนบน(top) ต้องลดลงด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการทดลอง

ของ Syed Mohd และ Wang(1996) การปลูกมะเฟืองในระยะชิดโดยการปลูกในภาชนะที่จำกัดขนาด ทำให้ ความสูงและขนาดต้นเล็กลง

จึงสรุปได้ว่าในภาชนะปลูกขนาด 35 ลิตร สามารถปลูกให้ต้นลองกองเจริญเติบโตได้ในเวลานาน 2 1/2 ปี ได้ลำต้นขนาดเฉลี่ย 3.8 ซม. ซึ่งมีความสูง 167-175 ซม. จำนวนกิ่ง 28-30 กิ่ง จำนวนใบ 77-82 ใบ และมีค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบ/ต้น 3.9-4 ตารางเมตร และจากการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางกับส่วน ประกอบของทรงพุ่มต้น (ภาพที่ 11) พบว่าจำนวนกิ่งและจำนวนใบรวมมีผลต่อการเจริญเติบโตของลำต้น ลองกอง

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต้นของลองกอง(ซม) ปี 2542- 2543

ทริตเมนต์	มค	กพ	มีค	เมย	พค	มิย	กค	สค	กย	พย	ตค	ธค
ปี 2542												
ไม่ควั่นต้น	2.69 ^{NS}	2.66 ^{NS}	2.66 ^{NS}	2.75 ^{NS}	2.81 ^{NS}	2.88 ^{NS}	3.02 ^{NS}	3.02 ^{NS}	3.10 ^{NS}	-	3.17 ^{NS}	3.16 ^{NS}
ควั่นต้น	2.54	2.745	2.848	2.877	2.935	3.005	3.192	3.192	3.243	-	3.307	3.43
LSD (0.05)	0.307	0.407	0.379	0.374	0.38	0.277	0.31	0.31	0.272	-	0.262	0.308
ปี 2543												
ไม่ควั่นต้น	3.26 ^{NS}	3.26 ^{NS}	3.36 ^{NS}	3.41 ^{NS}	3.46 ^{NS}	3.45 ^{NS}	3.56 ^{NS}	3.6 ^{NS}	3.63 ^{NS}	3.6 ^{NS}	3.69 ^{NS}	3.69 ^{NS}
ควั่นต้น	3.365	3.45	3.583	3.623	3.668	3.649	3.782	3.857	3.857	3.857	3.863	3.863
LSD (0.05)	0.346	0.334	0.449	0.452	0.451	0.319	0.515	0.514	0.521	0.521	0.52	0.52

หมายเหตุ:- NS = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวสมมติโดยวิธี LSD (P= 0.05)

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยจำนวนกิ่งต้นของลองกอง ปี 2542- 2543

ทริตเมนต์	มค	กพ	มีค	เมย	พค	มิย	กค	สค	กย	ตค	พย	ธค
ปี 2542												
ไม่ควั่นต้น	11.6 ^{NS}	10.8 ^{NS}	11.3 ^{NS}	11.3 ^{NS}	11.3 ^{NS}	11 ^{NS}	17.5*	17.5*	14.7 ^{NS}	15.5*	-	16.2 ^{NS}
ควั่นต้น	11.5	10.3	10.7	10.7	11	12.3	13	13	13.1	12.6	-	14
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	*		ns
LSD (0.05)	2.184	2.58	1.99	2.1	3.025	3.71	4.18	4.18	3.5	2.02	-	4.00
ปี 2543												
ไม่ควั่นต้น	14.5 ^{NS}	13.8 ^{NS}	22.5 ^{NS}	22.7 ^{NS}	22.6 ^{NS}	28 ^{NS}	27.7 ^{NS}	26.7 ^{NS}	28.7 ^{NS}	31.8 ^{NS}	32 ^{NS}	32.2 ^{NS}
ควั่นต้น	12.8	12.5	19.5	23.3	23.2	25.7	27	28.2	29.3	31.2	33.7	34.2
LSD (0.05)	3.411	2.89	6.325	6.04	5.98	9.93	7.9	8.45	8.22	9.57	9.25	8.96

หมายเหตุ:- * = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P= 0.05, NS = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยจำนวนใบรวมของต้นลองกอง ปี 2542- 2543

ทรีตเมนต์	มค	กพ	มีค	เมย	พค	มิย	กค	สค	กย	ตค	พย	ธค
ปี 2542												
ไม่ควั่นต้น	37.2 ^{NS}	36.5*	51.5*	48 ^{NS}	44.8 ^{NS}	55 ^{NS}	46.2 ^{NS}	46 ^{NS}	62 ^{NS}	72.3 ^{NS}	-	63.3 ^{NS}
ควั่นต้น	32.8	28.7	33.2	45	47.8	45.8	39.7	39.7	61.3	64	-	55.5
LSD (0.05)	6.75	6.59	13.79	11.8	13.69	16.6	12.26	12.26	20.73	18.57	-	21.9
ปี 2543												
ไม่ควั่นต้น	56.7 ^{NS}	48.5 ^{NS}	67 ^{NS}	67.7 ^{NS}	82.7 ^{NS}	82.8 ^{NS}	76.3 ^{NS}	70 ^{NS}	71.7 ^{NS}	82.3 ^{NS}	106 ^{NS}	104 ^{NS}
ควั่นต้น	54.5	46.3	52	55.8	95.3	82.7	77	81.5	74	76.7	129	126
LSD (0.05)	20.3	15.03	15.84	15.46	18.84	24.1	24.88	21.35	20.43	32.9	34.75	33.64

หมายเหตุ: * = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P = 0.05, NS = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ยความสูง (ซม) ของต้นลองกองปี 2542- 2543

ทรีตเมนต์	มค	กพ	มีค	เมย	พค	มิย	กค	สค	กย	ตค	พย	ธค
ปี 2542												
ไม่ควั่นต้น	121 ^{NS}	133 ^{NS}	136 ^{NS}	139 ^{NS}	147 ^{NS}	157 ^{NS}	175 ^{NS}	175 ^{NS}	176 ^{NS}	184*	-	154 ^{NS}
ควั่นต้น	126	131.3	143.2	149	149.5	147	156.5	156.5	163	167	-	148
LSD (0.05)	11.36	19.26	14.79	15.4	21.38	21.21	22.37	22.5	18.84	14.94	-	7.25
ปี 2543												
ไม่ควั่นต้น	165 ^{NS}	162 ^{NS}	164.7*	163 ^{NS}	165 ^{NS}	166 ^{NS}	167 ^{NS}	171 ^{NS}	176 ^{NS}	178 ^{NS}	183 ^{NS}	184 ^{NS}
ควั่นต้น	152.8	153.5	153.8	157.5	157.8	167	167	167	170.7	172.5	178.3	178.3
LSD (0.05)	11.62	10.96	9.04	9.37	9.47	5.88	6.19	5.45	8.57	12.03	10.14	9.57

หมายเหตุ: * = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P = 0.05, NS = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD

ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ยพื้นที่/ใบ (ตร.ซม.) ของต้นลองกอง ปี 2542- 2543

ทรีตเมนต์	มค	กพ	มีค	เมย	พค	มิย	กค	สค	กย	ตค	พย	ธค
ปี 2542												
ไม่ควั่นต้น	-	294 ^{NS}	337 ^{NS}	408 ^{NS}	395 ^{NS}	449 ^{NS}	417 ^{NS}	436 ^{NS}	382 ^{NS}	440 ^{NS}	-	452 ^{NS}
ควั่นต้น	-	303.5	327.6	411.9	427.9	416.9	407.9	413.3	403.6	510.2	-	484.6
LSD (0.05)	-	67.76	62.98	66.50	71.5	47.1	62.2	77.3	60	84.9	-	83.6
ปี 2543												
ไม่ควั่นต้น	467 ^{NS}	508 ^{NS}	513 ^{NS}	469 ^{NS}	454 ^{NS}	536 ^{NS}	525 ^{NS}	528 ^{NS}	549 ^{NS}	507 ^{NS}	507 ^{NS}	507 ^{NS}
ควั่นต้น	481.4	570.9	531.01	540.0	442.3	569.5	568.6	485.7	469.9	538.2	538.2	538.2
LSD (0.05)	83.9	132.7	213.1	157.9	129.3	131.7	140.6	138.2	130.2	71.2	71.2	71.2

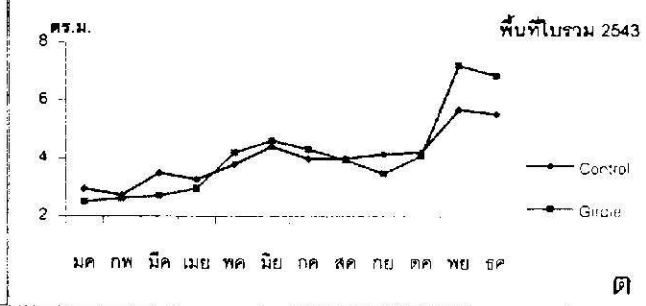
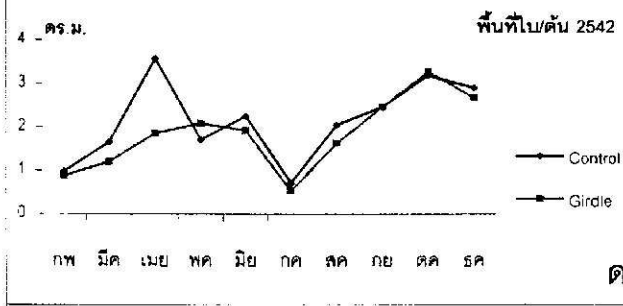
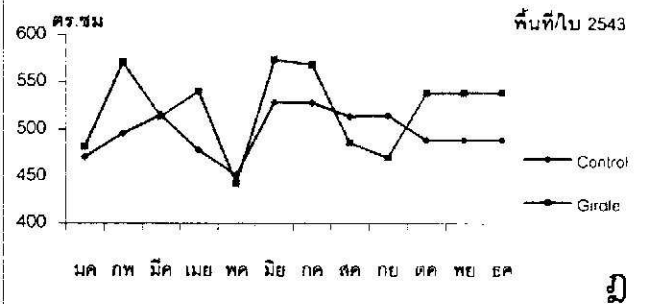
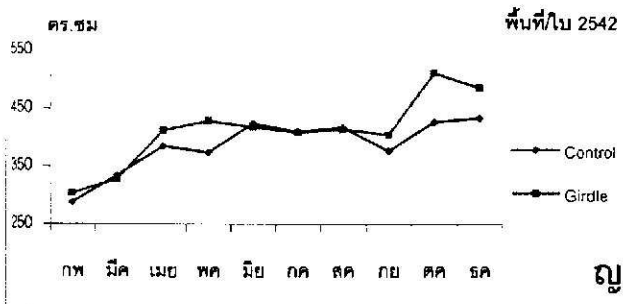
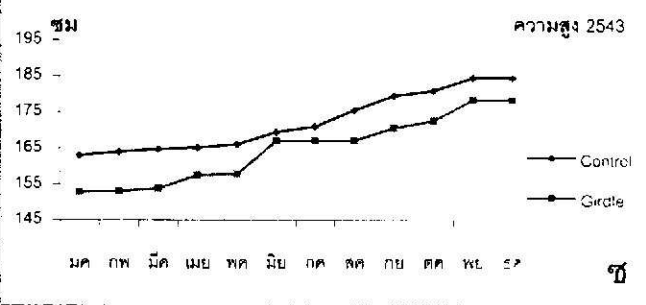
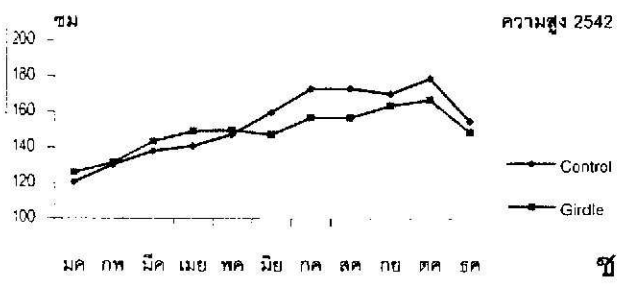
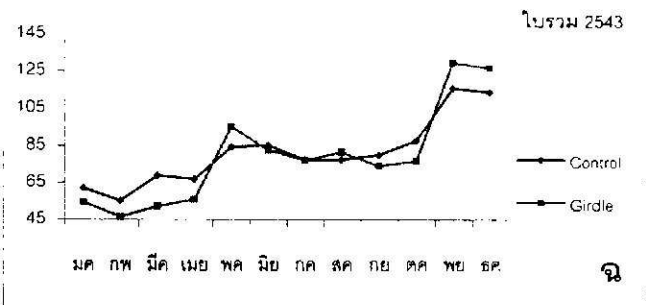
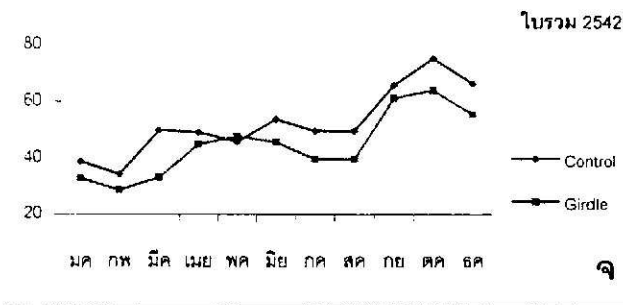
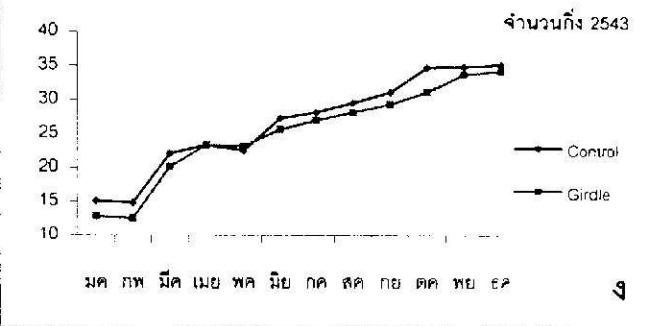
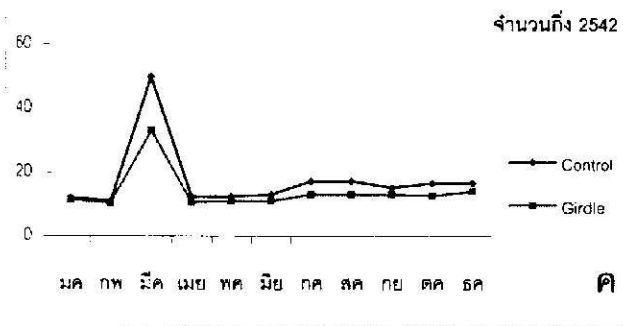
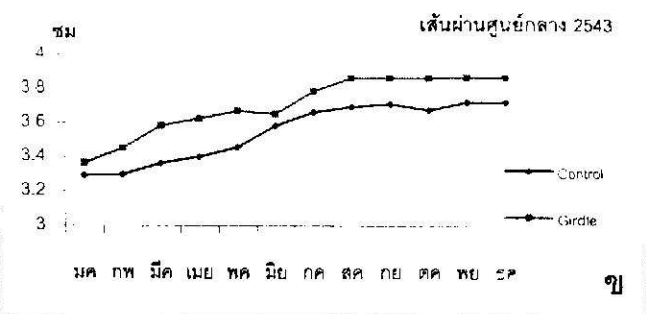
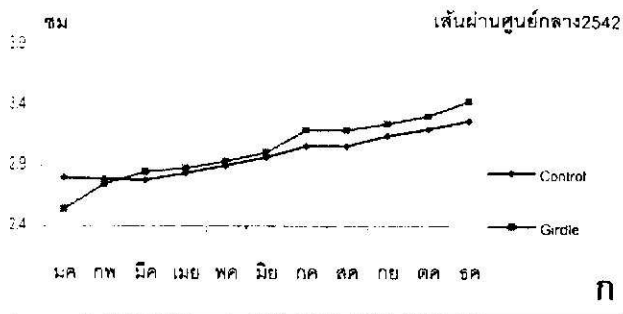
หมายเหตุ: NS = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวสดมภโดยวิธี LSD (P = 0.05)

ตารางที่ 19 ค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบ/ต้น (ตร.ม.) ของต้นลองกอง ปี 2542- 2543

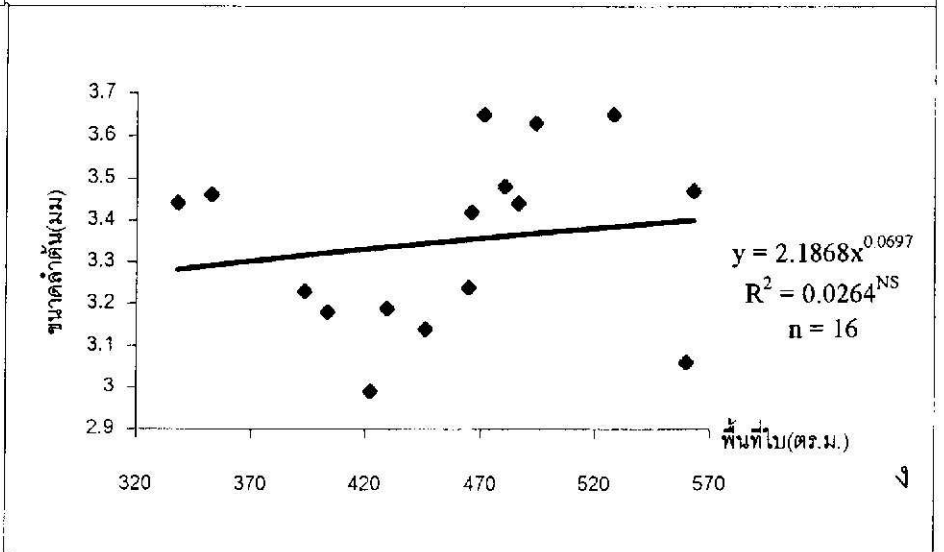
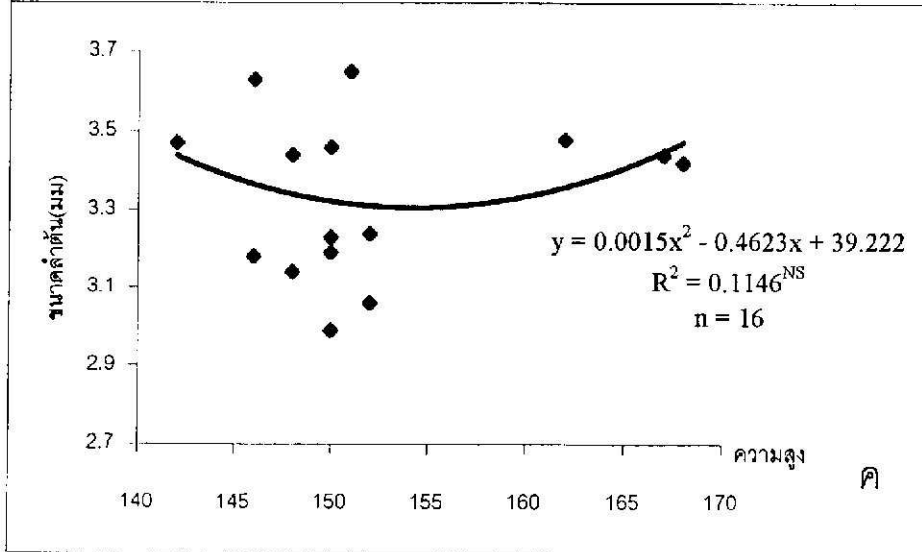
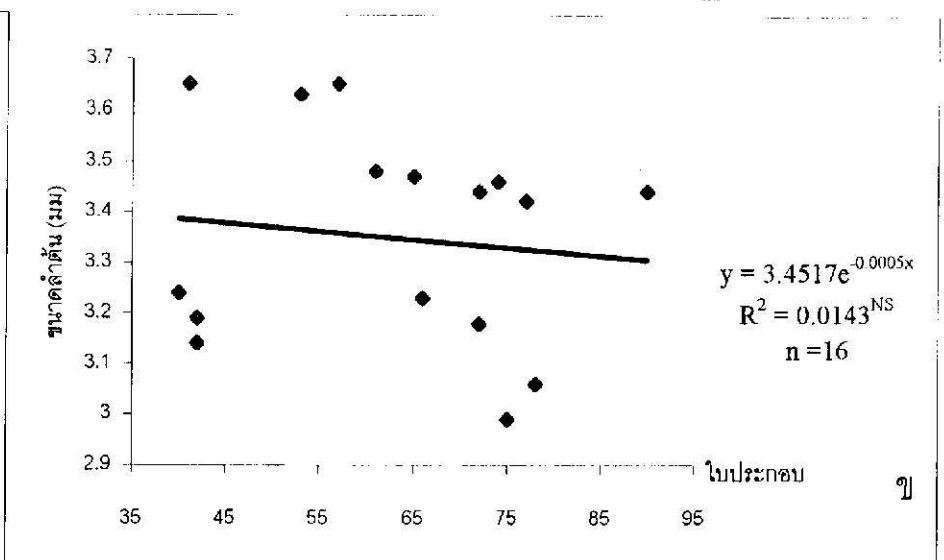
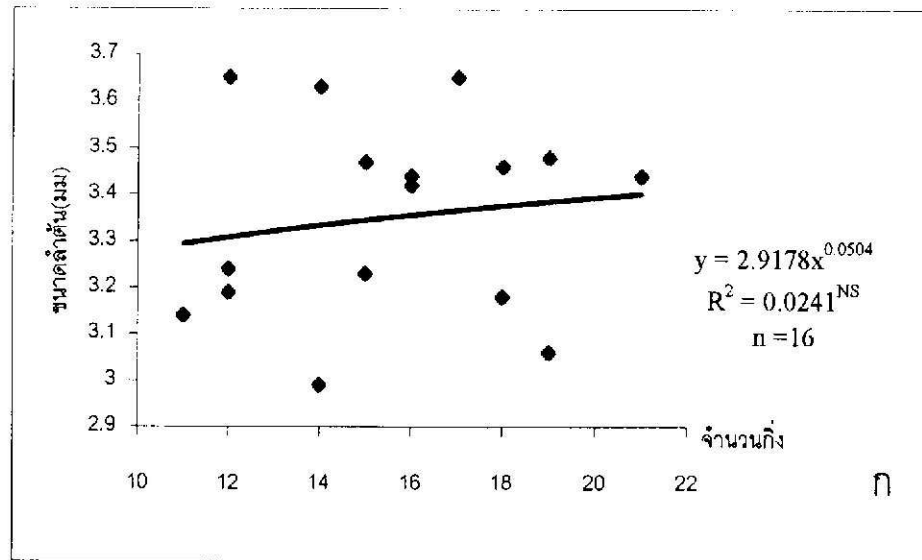
ทรีตเมนต์	มค	กพ	มีค	เมย	พค	มิย	กค	สค	กย	ตค	พย	ธค
ปี 2542												
ไม่ควั่นต้น	-	1.06 ^{NS}	1.72 ^{NS}	1.97 ^{NS}	1.778 ^{NS}	2.42 ^{NS}	0.76 ^{NS}	1.99 ^{NS}	2.64 ^{NS}	3.16 ^{NS}	-	289 ^{NS}
ควั่นต้น	-	0.873	1.20	1.855	2.081	1.926	0.536	1.632	2.474	3.282	-	2.683
LSD (0.05)	-	0.258	0.567	0.619	0.77	0.652	0.263	0.548	0.893	1.09	-	1.23
ปี 2543												
ไม่ควั่นต้น	2.71 ^{NS}	2.32 ^{NS}	3.47 ^{NS}	3.27 ^{NS}	3.74 ^{NS}	4.28 ^{NS}	3.85 ^{NS}	3.64 ^{NS}	3.85 ^{NS}	4.11 ^{NS}	5.44 ^{NS}	5.26 ^{NS}
ควั่นต้น	2.504	2.618	2.707	2.947	4.177	4.6	4.297	3.923	3.459	4.073	7.192	6.838
LSD (0.05)	1.097	0.8	1.454	1.35	1.117	0.743	0.822	1.038	1.019	1.48	2.33	2.1

หมายเหตุ:- NS = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวสดมภ์โดยวิธี LSD (P= 0.05)

(แทรกภาพที่ 11-12)



ภาพที่ 11 การเจริญเติบโตของต้นลองกองในสภาพควบคุมทรงพุ่มในภาชนะปลูก 35 ลิตรเป็นเวลา 24 เดือน



ภาพที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนกิ่ง(ก) จำนวนใบ(ข) ความสูง(ค) และพื้นที่ใบ(ง) กับขนาดลำต้นลองกอง ระยะเวลา 24 เดือน

3. การเจริญเติบโตของลองกองที่ปลูกในระยะชิด

3.1 ข้อจำกัดของภาชนะปลูกในการเจริญเติบโตของลองกอง

ทำการศึกษาโดยการใช้ภาชนะปลูกที่ทราบปริมาตรดินแน่นอน ปลูกลองกองที่มีการตัดแต่งทรงพุ่มที่เหมาะสม(ใช้ข้อมูลที่ได้จากข้อ 15.2) ได้แก่ 20, 30, 40 และ 90 ลิตร ตามลำดับ ขนาดละ 4 ซ้ำ ทำการปลูกในถุงพลาสติกหนา โดยใช้ดินผสมสูตร ดิน : ทราาย : แกลบ : ดินผสมสูตรสำเร็จ ในอัตราส่วน 2 : 1 : 1 : 1 มีการดูแลรักษา ฉีดยาป้องกันกำจัดแมลง และให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 5 กรัม/ ต้น ทุกเดือน ทำการศึกษากการเจริญเติบโตในรอบปี เป็นเวลานาน 12 เดือน ด้วยการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความสูง จำนวนกิ่ง จำนวนใบรวม พื้นที่ใบรวม น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของใบ ลำต้น ยอด และราก และวัดความยาวราก โดยการสุ่มตัวอย่างรากขนาดเล็กจำนวนหนึ่งไปชั่งน้ำหนักสด และนำไปวัดด้วยเครื่องมือวัดรากอย่างละเอียด แล้วจึงนำมาคำนวณตามสูตร

$$\text{ความยาวรากทั้งหมด} = \frac{\text{น้ำหนักสดรากขนาดเล็กทั้งหมด} \times \text{ความยาวรากตัวอย่าง}}{\text{น้ำหนักสดรากตัวอย่าง}}$$

มีการวัดโครงสร้างทรงพุ่มโดยใช้เครื่องมือวัดโครงสร้างทรงพุ่ม โดยใช้โปรแกรม LAI 2000 โดยการวัดค่าเหนือทรงพุ่ม (ค่า A) และวัดค่าเหนือพื้นดิน (ค่า B) ทั้ง 4 ทิศ แต่ละค่าทำ 2 ซ้ำ จากนั้นนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาพื้นที่ใบ พื้นที่ใต้ทรงพุ่ม และการกระจายแสงในทรงพุ่ม

ผลการทดลองและวิจารณ์

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของต้นลองกองในภาชนะปลูกเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญตามปริมาตรของดินที่เพิ่มขึ้น โดย ต้นลองกองที่ปลูกในภาชนะปลูกปริมาตรดิน 20, 30, 40 และ 90 ลิตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเท่ากับ 21.83, 24.1, 29.73 และ 30.23 ม.ม ตามลำดับ (ตารางที่ 20)

ความสูงของต้นทุกทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ(ตารางที่ 20) และต้นที่ปลูกในภาชนะปลูกที่ปริมาตรดิน 90 ลิตร มีความสูงต้นมากที่สุดเท่ากับ 205.0 ซม.

จำนวนกิ่ง ใบรวมและใบย่อย พบว่าจำนวนกิ่งของต้นลองกองทุกทรีตเมนต์ไม่มีแตกต่างกันในทางสถิติ(ตารางที่ 20) และลองกองที่ปลูกในภาชนะปลูกขนาด 90 ลิตร มีจำนวนกิ่งสูงสุดเท่ากับ 13 กิ่ง ส่วนจำนวนใบประกอบและใบย่อยของต้นลองกองที่ปลูกในภาชนะปลูกขนาด 40 และ 90 ลิตร มีความแตกต่างในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับต้นลองกองที่ปลูกในภาชนะขนาด 20 และ 30 ลิตร (ตารางที่ 20)

น้ำหนักสดและน้ำหนักใบและลำต้นของลองกองที่ปลูกในภาชนะขนาด 90 ลิตร สูงสุด รองลงมาได้แก่ต้นที่ปลูกในภาชนะขนาด 40 ลิตร ซึ่งทั้งสองพรีติเมนต์มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งใบและลำต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับต้นลองกองที่ปลูกในภาชนะขนาด 20 และ 30 ลิตร (ตารางที่ 21) ความยาวและน้ำหนักแห้งราก มีการเจริญตามขนาดของภาชนะปลูกเช่นเดียวกับใบและลำต้นแต่น้ำหนักแห้งรากของต้นลองกองในภาชนะปลูกขนาด 30, 40 และ 90 ลิตร ไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 21)

ตารางที่ 20 ผลของภาชนะปลูกที่มีปริมาตรดินต่างกันต่อการเจริญเติบโตของต้นลองกอง

ปริมาตรดิน (ลิตร)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น(ม.ม)	ความสูงต้น (ซ.ม)	จำนวนกิ่ง	จำนวนใบ ประกอบ	จำนวนใบย่อย
20	2.97 b	164.3	8.67	34.33 b	267 b
30	4.04 b	172.7	10.33	40.33 b	330.33 b
40	5.04 b	194.7	12.67	65 a	527.33 a
90	7.19 a	205	13	68.33 a	529 a
F-test	*	NS	NS	*	*
C.V.(%)	20.86	13.71	24.57	11.69	13.94

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตัวเลขในสมมติที่ตามด้วยตัวอักษรแตกต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.05$)

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

NS = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

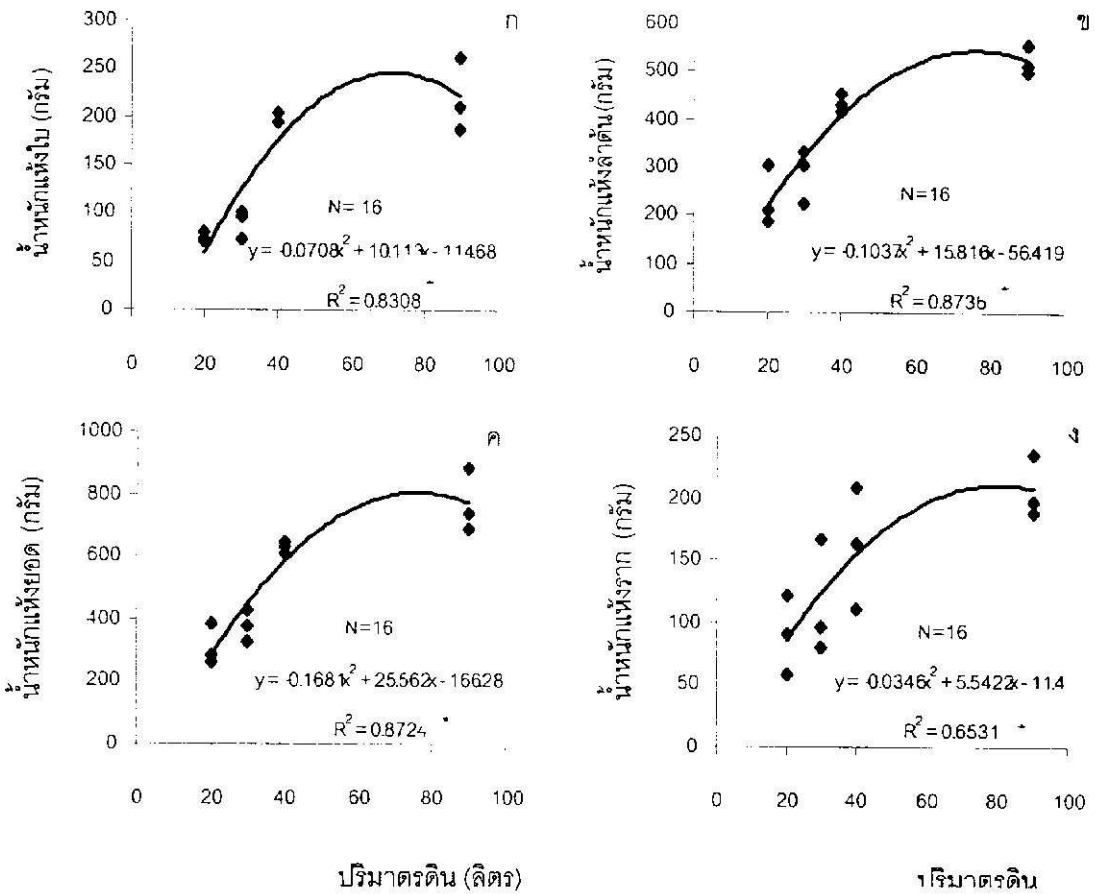
ตารางที่ 21 ผลของขนาดภาชนะปลูกที่มีปริมาตรดินต่างกันต่อน้ำหนักสด น้ำหนักแห้งของใบ ลำต้น ราก และความยาวรากของลองกอง

คุณสมบัติ	ขนาดภาชนะปลูก(ลิตร)				F-test	C.V.(%)
	20	30	40	90		
น้ำหนักสดใบ (ก)	297.33 b	402 b	736.33 a	746.67 a	*	13.22
น้ำหนักสดลำต้น (ก)	536.67 b	654 b	1,007.3 a	1,210 a	*	14.33
น้ำหนักสดราก (ก)	371.3 b	509.67 b	740.7 a	965.3 a	*	21.40
น้ำหนักแห้งใบ(ก)	74.23 b	90.86 b	194.46 a	224 a	*	24.72
น้ำหนักแห้งลำต้น(ก)	232.54 b	286.81 b	433.04 a	525.73 a	*	21.01
น้ำหนักแห้งราก(ก)	90.18 c	113.64 bc	161.04 bc	207.17 a	*	27.37
ความยาวราก (ม)	25.40 c	41.42 b	57.17 b	77.46 a	*	21.63
สัดส่วนน้ำหนักแห้ง ใบและลำต้น/ ราก	3.4 : 1	3.3 : 1	3.89 : 1	3.6 : 1	-	-

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตัวเลขในแนวแถวที่ตามด้วยตัวอักษรแตกต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p = 0.05$)

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT NS = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

จากการคำนวณหาค่าความสัมพันธ์ของน้ำหนักแห้งใบ ลำต้น ยอด และราก ของลองกองกับขนาดของภาชนะปลูกพบว่า ทั้งน้ำหนักแห้งใบ ลำต้น ยอด และราก มีความสัมพันธ์กับขนาดของภาชนะปลูกเป็นสมการเส้นตรง โดยมีค่า $r = 0.813$ (ภาพที่ 11 ก), $r = 0.868$ (ภาพที่ 11 ข), $r = 0.866$ (ภาพที่ 11 ค) และ $r = 0.767$ (ภาพที่ 11 ง) แสดงว่าการเจริญเติบโตของต้นลองกองเพิ่มขึ้นตามขนาดของภาชนะที่ปลูก



ภาพที่ 13 ผลของขนาดภาชนะปลูกที่มีปริมาตรดินต่างกันต่อน้ำหนักแห้งใบ(ก) ลำต้น(ข) ยอด(ค) และราก (ง) ของลองกอง เป็นเวลา 12 เดือน

จากผลการใช้เครื่องมือวัดโครงสร้างทรงพุ่ม และนำผลการวัดไปคำนวณโดยใช้โปรแกรม LAI 2000 (ตารางที่ 22) ได้แก่ ค่าดัชนีพื้นที่ใบหรือสัดส่วนของพื้นที่ใบ/พื้นที่ใต้ทรงพุ่ม (LAI) ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพของการสังเคราะห์แสง การกระจายของแสงในทรงพุ่ม ปริมาตรทรงพุ่ม และพื้นที่ใบ/ต้น พบว่า ต้นลองกองที่ปลูกในภาชนะปลูกขนาด 90 ลิตร มีค่าดัชนีพื้นที่ใบ พื้นที่ใบ/ต้น และ ปริมาตรทรงพุ่มสูงสุด และไม่แตกต่างกับต้นที่ปลูกในภาชนะขนาด 40 ลิตร ส่วนการกระจายของแสงในทรงพุ่มของต้นลองกองที่ปลูกในภาชนะปลูกขนาด 90 ลิตรมีค่าต่ำสุด แสดงให้เห็นถึงความทึบของทรงพุ่มมีมากที่สุดเมื่อเทียบกับทรีตเมนต์อื่นๆ

ตารางที่ 22 ผลของภาชนะปลูกที่มีปริมาตรต่างกันต่อโครงสร้างทรงพุ่มของลองกอง

ขนาดภาชนะ ปลูก(ลิตร)	พื้นที่ใบ/พื้นที่ใต้ ทรงพุ่ม	การกระจายแสง ในทรงพุ่ม	ปริมาตรทรงพุ่ม (ม ³)	พื้นที่ใบ/ต้น (ม ²)
20	1.39 b	0.319	0.623 b	1.17
30	1.51 b	0.310	0.603 b	0.88
40	1.8 ab	0.318	0.933 ab	1.53
90	2.31 a	0.180	1.277 a	1.71
F-test	*	NS	*	NS
C.V.(%)	22.51	41.47	36.67	39.11

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตัวเลขในสดมภ์ที่ตามด้วยตัวอักษรแตกต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p= 0.05)

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

NS = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

4 การเร่งการแตกใบและเร่งการแตกตาดอก

4.1 การใช้สารพาโคลบิวทราโซลเพื่อกระตุ้นตาดอก

ทำการทดลองในกระบะทดลองขนาด 900 ลิตร(120x 150x 50 ซม) ใช้ต้นลองกองปักชำขนาดอายุ 4 ปี จำนวน 12 ต้น วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 4 ทรีตเมนต์ 3 ซ้ำ คือ การฉีดพ่นสารพาโคลบิวทราโซลที่ความเข้มข้น 0, 750, 1000 และ 1500 ppm อัตรา 2 ลิตร/ต้น มีการเตรียมสภาพต้นด้วยการให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 เดือนละครั้ง ในอัตรา 25 กรัม/ต้น และมีการคลุมโคนต้นกันน้ำฝนก่อนฉีดพ่นสารพาโคลบิวทราโซล 4 สัปดาห์ เพื่อให้โคนแห้ง ทำการฉีดพ่นสารพาโคลบิวทราโซลทางใบ ในเดือนธันวาคม 2542 หลังฉีดพ่นสารจึงมีการรดน้ำตามปกติ มีการสูมยอดผูกป้ายทำเครื่องหมายจำนวน 20 ยอด/ต้น

การบันทึกและประเมินผลการทดลอง โดยการวัดการเจริญเติบโตของลำต้น วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความยาวยอด ข้อของกิ่ง และความยาวใบประกอบที่แตกใหม่หลังจากฉีดพ่นสารเป็นเวลา 28 สัปดาห์ พื้นที่ใบประกอบที่แตกใหม่ บันทึกการเจริญเติบโตของราก โดยการเปิดหน้าดินกว้าง 20 x 20 ตร.ซม. ลึก 1-2 ซม. ห่างจากโคนต้น 10 ซม. ใช้กระสอบปิดและกลบดินทับ วัดการเจริญของรากทุก 2 เดือน โดยใช้ปากกาลบถาวรวาดรากที่เกิดใหม่ แล้วนำไปเทียบกับแผ่นตารางมาตรฐาน ตรวจสอบนับจำนวนจุดตัดของรากที่ตัดกับแผ่นตาราง แล้วจึงนำไปคำนวณเป็นความยาวรากโดยใช้สูตรของ Tennant(1966) และวัดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา มีการบันทึกค่าศักย์ของน้ำในใบโดยใช้เครื่องวัดศักย์ของน้ำในใบพีช วัดการปิดเปิดของปากใบโดยใช้เครื่องวัดการชักน้ำปากใบ จำนวน 2 ใบ/ต้น วัดปริมาณคลอโรฟิลล์ โดยใช้เครื่อง SPAD-502 จำนวน 5 ใบ/ต้น ในช่วงเวลา 11.00-12.00 นาฬิกา ทุก 2 สัปดาห์ หลังให้สารเป็นเวลานาน 6 สัปดาห์ นำค่าการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา วิเคราะห์และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธีดีันแคน

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทดลองฉีดพ่นสารพาโคลบิวทราโซลทางใบกับต้นลองกอง ไม่พบกลุ่มตาดอกปรากฏให้เห็นในทุกทรีตเมนต์ที่ฉีดพ่น และมีการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตทางลำต้น และทางสรีรวิทยาดังนี้

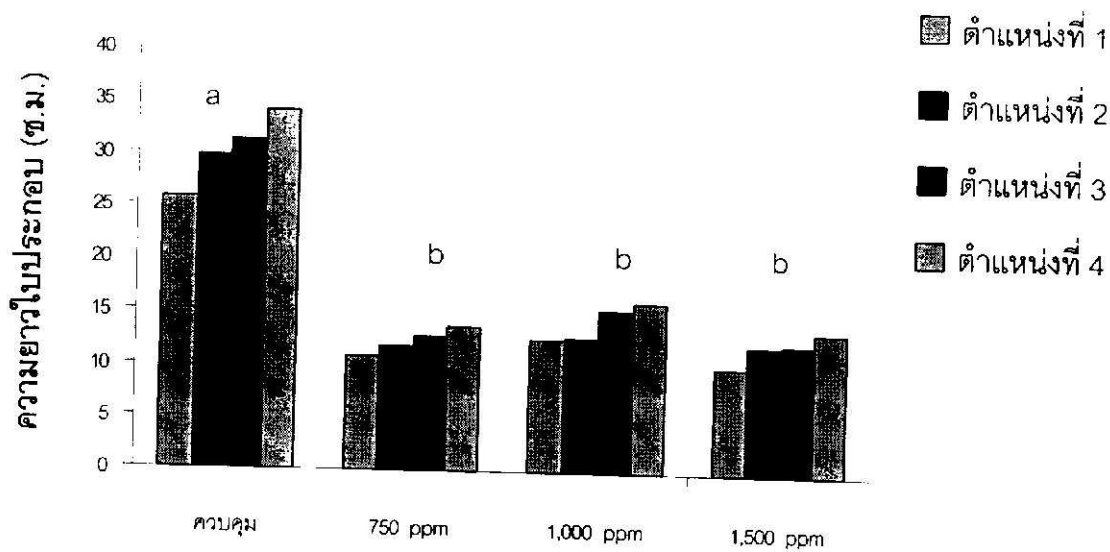
การเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นพบว่า ทรีตเมนต์ที่มีการฉีดพ่นสารในอัตรา 1,500 ppm / 2 ลิตร/ ต้น มีการเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสูงสุด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับ ทรีตเมนต์ที่ฉีดพ่นสารอัตรา 1000 และ 750 ppm /2 ลิตร/ ต้น และ control ตามลำดับ โดยเฉพาะในเวลา 8 เดือนหลังให้สาร (ภาพที่ 12)

การแตกยอดและความยาวยอดของต้นลองกองภายหลังฉีดพ่นสารเคมี มีการแตกยอดครั้งแรกใน 20 สัปดาห์หลังให้สาร และครั้งที่สอง 28 สัปดาห์หลังให้สาร โดยที่ความยาวยอดทั้งสองครั้งมีความ

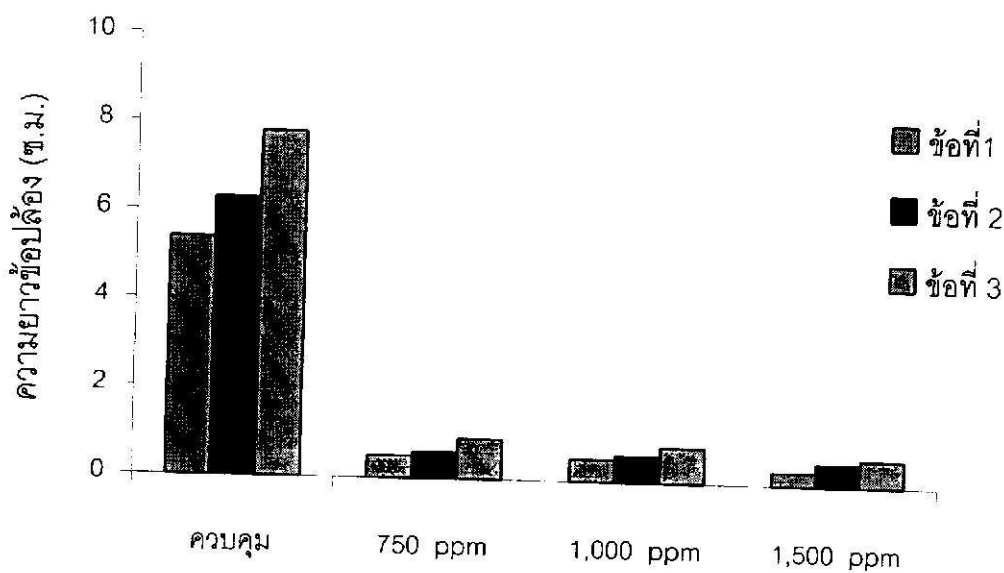
แตกต่างกัน ในทรีตเมนต์ control มีความยาวยอดปกติที่ 19.6 และ 20.06 ตามลำดับ และความยาวยอดที่ใหม่ทั้งสองครั้งจะหดสั้นตามความเข้มข้นของสารที่เพิ่มขึ้น

ความยาวของใบประกอบที่ใช้เป็นตัวแปรสำคัญในการคำนวณพื้นที่ใบโดยประมาณในลองกอง หลังจากฉีดพ่นสารเคมี พบว่าความยาวของใบประกอบที่แตกใหม่ในทุกทรีตเมนต์ที่มีการฉีดพ่นสารหดสั้นลงและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทรีตเมนต์ control และใบตำแหน่งที่ 3-4 มีการหดสั้นน้อยกว่าใบตำแหน่งที่ 1-2 ตามลำดับ (ภาพที่ 13) เมื่อพิจารณาถึงความยาวของใบชุดที่ 2 แตกใหม่ 28 สัปดาห์หลังฉีดพ่นสารเคมีพบว่าใบตำแหน่งที่ 1-2 มีความยาวใบเพิ่มขึ้นมากกว่าใบตำแหน่งที่ 3-4 และใกล้เคียงกับทรีตเมนต์ control (ภาพที่ 14) แสดงให้เห็นว่าสารเคมีที่ใช้ฉีดพ่นใบมีผลต่อความยาวใบเฉพาะใบชุดแรกเท่านั้น ซึ่งใช้เวลานานถึง 28 สัปดาห์ (7 เดือน) สำหรับพื้นที่ใบใหม่เป็นไปตามความยาวใบ (ภาพที่ 15 และภาพที่ 16) การลดลงของความยาวใบและข้อปล้องพืชเนื่องจากสารพาโคลบิวทราโซลไปมีผลยับยั้งการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน ทำให้การแบ่งเซลล์และการขยายขนาดของเซลล์ลดลง ผลการทดลองครั้งนี้เป็นเช่นเดียวกับการทดลองของ Blanco (1990 a) กับเนคทารีนเมื่อใช้สารพาโคลบิวทราโซลทำให้ความยาวยอดลดลงส่งผลทำให้ปล้องลดลงตามมาด้วย และในเขตรัฐจะลดความยาวยอดทั้งสองฤดูกาล ส่วนความยาวใบประกอบและพื้นที่ใบลดลงได้ผลเช่นเดียวกับการทดลองของ Curry และคณะ (1983) พบว่า เมื่อให้สารพาโคลบิวทราโซลในแอปเปิ้ลพันธุ์ Delicious มีผลทำให้มีพื้นที่ใบลดลงสำหรับการเจริญเติบโตของรากจะลดลงแต่มีขนาดของรากใหญ่ขึ้น

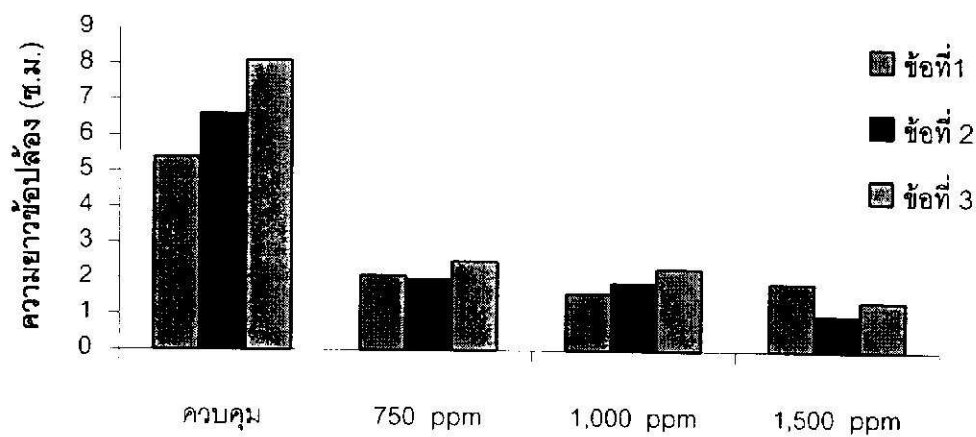
การเจริญเติบโตของรากพบว่า การให้สารพาโคลบิวทราโซลกับต้นลองกองทุกทรีตเมนต์ทำให้ส่วนปลายรากโป่งพองออก มีลักษณะอาการคล้ายกับโรค club root ในพืชตระกูลกะหล่ำอย่างเห็นได้ชัด (ภาพที่ 18 ข, ค และ ง) เมื่อเปรียบเทียบกับรากของต้นลองกองที่ไม่ได้รับสารซึ่งมีปลายรากเรียวแคบ (ภาพที่ 18 ก) ซึ่งจากการทดลองของ Burrows และคณะ (1992) ใช้สารพาโคลบิวทราโซลในเบญจมาศ มีผลทำให้ความยาวรากลดลงเนื่องจากสารพาโคลบิวทราโซลทำให้ความยาวของเนื้อเยื่อคอร์ติเคิลของรากมีขนาดลดลง และลดการแบ่งเซลล์ของรากในระดับเนื้อเยื่อท่อน้ำของราก ขณะที่เส้นผ่านศูนย์กลางของรากมีขนาดเพิ่มขึ้นเนื่องจากมีการเพิ่มจำนวนและพื้นที่หน้าตัดตามขวางของท่อน้ำเป็นไปตามปกติ



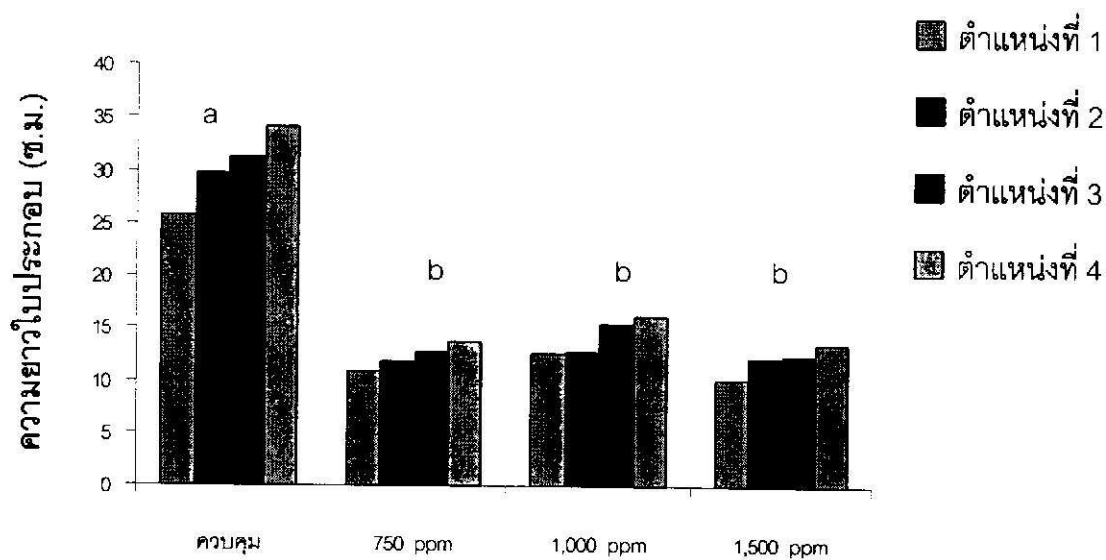
ภาพที่ 14 ผลของสารพาทาโคลบิวทราโซลต่อความยาวใบประกอบของยอดดงกล้วยหลังให้สาร 20 สัปดาห์



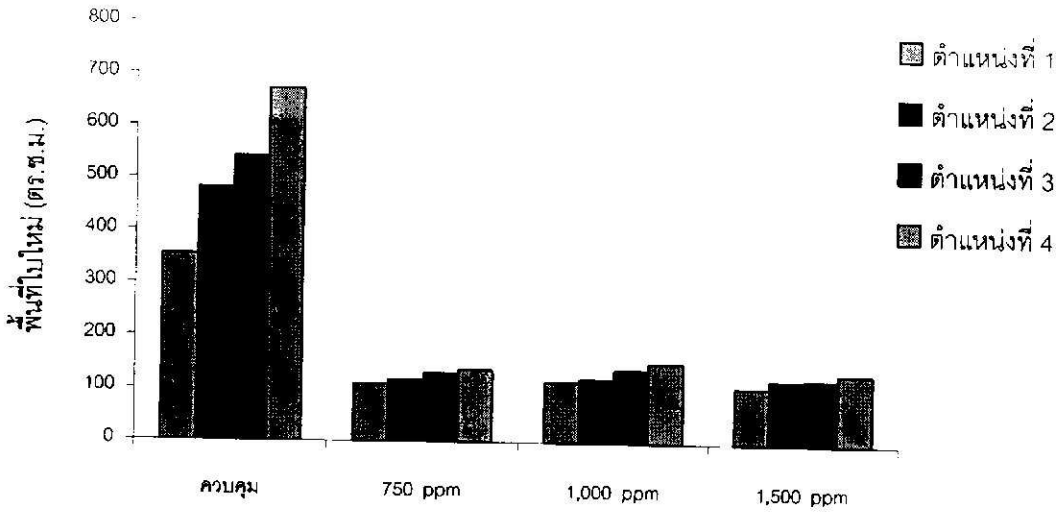
ภาพที่ 15 ความยาวข้อปล้องของดงกล้วยภายหลังจากให้สารพาทาโคลบิวทราโซล 20 สัปดาห์



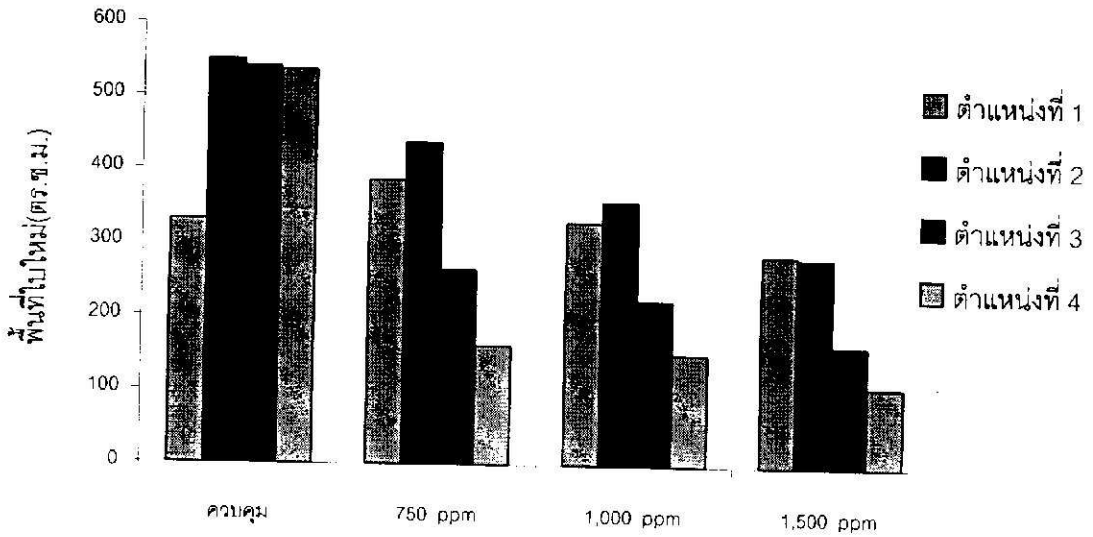
ภาพที่ 16 ความยาวข้อปล้องของลองกองหลังจากให้สารพาคโบลิวทราโซล 28 สัปดาห์



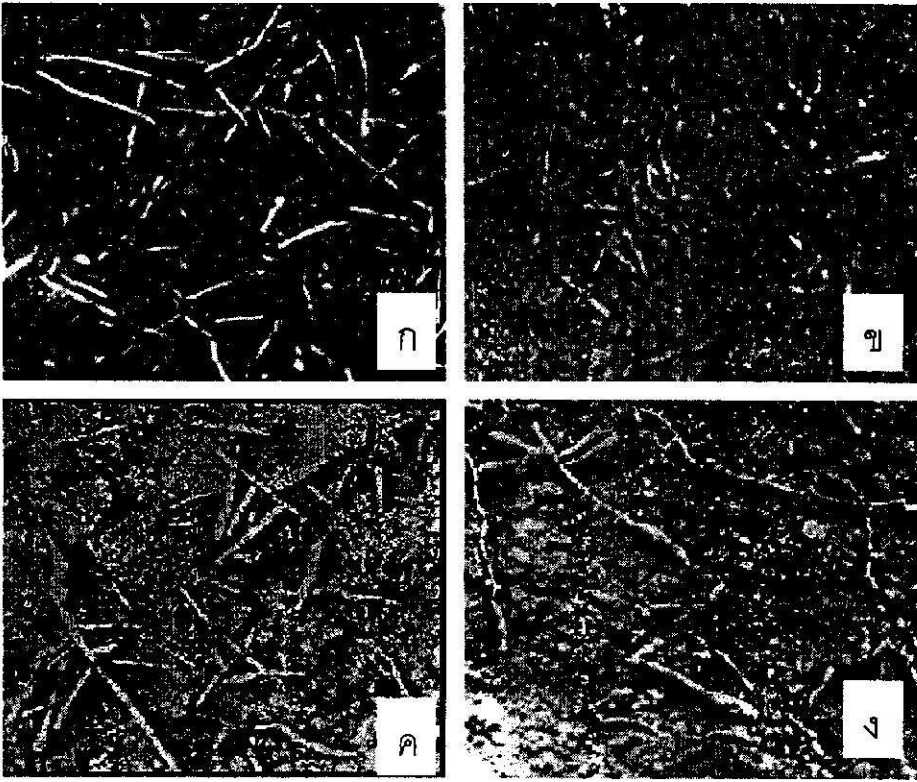
ภาพที่ 17 ความยาวใบประกอบของยอดลองกองหลังให้สารพาคโบลิวทราโซล 20 สัปดาห์



ภาพที่ 18 พื้นที่ใบใหม่ของลองกองหลังให้สาร 20 สัปดาห์



ภาพที่ 19 พื้นที่ใบใหม่ของลองกองหลังให้สาร 28 สัปดาห์



ภาพที่ 20 ลักษณะของปลายรากลองกองหลังให้สารพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้น
0 ppm (ก) 750 ppm (ข) 1,000 ppm (ค) 1,500 ppm (ง)

การตอบสนองทางสรีรวิทยาของลองกองหลังจากได้รับสารพาคีโคลบิวทราโซลที่ความเข้มข้นต่างกัน

1. ศักย์ของน้ำในใบ (leaf water potential)

ค่าศักย์ของน้ำในใบหลังจากแตกยอดใหม่ ในทรีตเมนต์ที่มีการให้สารพาคีโคลบิวทราโซลที่ระดับความเข้มข้นต่างๆกันและทรีตเมนต์ที่ไม่ได้รับสารพาคีโคลบิวทราโซล พบว่า ค่าของศักย์ของน้ำในใบในแต่ละทรีตเมนต์นั้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติทั้ง 3 ระยะหลังจากฉีดสารพาคีโคลบิวทราโซล 2, 4 และ 6 สัปดาห์ แต่มีแนวโน้มว่าทรีตเมนต์ที่ได้ให้สารพาคีโคลบิวทราโซลความเข้มข้น 1,500 ppm นั้นมีค่าศักย์ของน้ำในใบมีค่ามากที่สุดมีค่าเท่ากับ -0.9, -1.03 และ -1.16 MPa ตามลำดับและในทรีตเมนต์ที่ไม่ได้ให้สารพาคีโคลบิวทราโซลมีค่าน้อยสุดมีค่าเท่ากับ -1.23, -1.43 และ -1.53 MPa ตามลำดับ (ตารางที่ 23) ค่าศักย์ของน้ำในใบมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามระดับความเข้มข้นของสาร พาคีโคลบิวทราโซลที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการให้สารพาคีโคลบิวทราโซลมีผลทำให้ปริมาณของไขที่เคลือบผิวใบเพิ่มขึ้นซึ่งทำให้พืชลดการสูญเสียน้ำ (Roberts and Matthews, 1995)

ตารางที่ 23 ผลของสารพาคีโคลบิวทราโซลต่อศักย์ของน้ำในใบหลังให้สาร 2, 4 และ 6 สัปดาห์

ทรีตเมนต์	ศักย์ของน้ำในใบ (MPa)		
	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	6 สัปดาห์
Control	-1.23	-1.43	-1.53
750 ppm	-1.06	-1.16	-1.36
1,000 ppm	-1.01	-1.11	-1.23
1,500 ppm	-0.9	-1.03	-1.16
F-test	ns	ns	ns
C.V. (%)	20.59	16.93	13.77

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

2. การปิดเปิดของปากใบ

จากการทดลองหลังจากการให้สารพาโคลบิวทราโซลที่ระดับความเข้มข้นต่างกันและทรีตเมนต์ที่ไม่ได้ให้สารพาโคลบิวทราโซล ในระยะเวลา 2, 4 และ 6 สัปดาห์ พบว่าค่าการเปิดปากใบมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติทุกการทดลองทั้ง 3 ช่วง และทรีตเมนต์ที่ใช้สารพาโคลบิวทราโซลที่ความเข้มข้น 1,500 ppm มีแนวโน้มของค่าการเปิดปากใบมีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.33, 1.15 และ 2.25 (ชม./วินาที)ตามลำดับ ส่วนทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สารพาโคลบิวทราโซลมีค่าการเปิดปากใบน้อยที่สุด เท่ากับ 0.38, 0.38 และ 0.70 (ชม./วินาที)ตามลำดับของในแต่ละช่วงเวลา (ตารางที่ 24) สำหรับค่าการเปิดปากใบก็เป็นไปในทางเดียวกับค่าศักย์ของน้ำในใบ โดยค่าชักนำการเปิดปากใบลดลงสูงขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นสารพาโคลบิวทราโซลขึ้นเนื่องจากการใช้สารพาโคลบิวทราโซลทำให้พีซีมีค่าศักย์ของน้ำในใบมีมาก ทำให้มีการเปิดปากใบในช่วงเที่ยงมากกว่าในกลุ่มการทดลองที่ไม่ได้ให้สารพาโคลบิวทราโซลซึ่งมีค่าน้ำในใบน้อยกว่า

ตารางที่ 24 ผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อการชักนำปากใบหลังให้สาร 2, 4 และ 6 สัปดาห์

ทรีตเมนต์	การชักนำปากใบ (ชม./วินาที)		
	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	6 สัปดาห์
Control	0.38 a	0.38 a	0.70 a
750 ppm	0.42 a	0.52 a	0.13 a
1,000 ppm	0.28 a	0.10 a	0.13 a
1,500 ppm	0.33 a	0.12 a	0.23 a
F-test	ns	ns	ns
C.V. (%)	54.15	70.11	87.82

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

ปริมาณคลอโรฟิลล์

การแตกยอดชุดแรกหลังจากการให้สารพาโคลบิวทราโซล 20 สัปดาห์ จากการคำนวณค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ พบว่าทรีตเมนต์ที่มีการให้สารพาโคลบิวทราโซลเข้มข้น 1,500 ppm มีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงสุดมีเท่ากับ 11.39 ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สารพาโคลบิวทราโซล แต่ไม่มีความแตกต่างกับทรีตเมนต์ที่มีการให้สารพาโคลบิวทราโซลที่ความเข้มข้น 750 ppm และ 1,000 ppm (ตารางที่ 25) จากผลการทดลองพบว่าเมื่อใช้สารพาโคลบิวทราโซลแล้วมีปริมาณ

คลอโรฟิลล์เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มการทดลองที่ไม่ได้ให้สารพาโคลบิวทราโซลซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Smith และคณะ (1990) ได้ทำการทดลองในเบญจมาศ พบว่ามีปริมาณของคลอโรฟิลล์และไซเพิ่มขึ้นเมื่อใช้สารพาโคลบิวทราโซล แต่ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ให้สารพาโคลบิวทราโซล เนื่องจากการใช้สารพาโคลบิวทราโซลมีผลยับยั้งการทำงานของจีบเบอเรลลินเท่านั้น ซึ่งเกี่ยวข้องกับการแบ่งตัวของเซลล์และนอกจากนั้นการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์เกิดจากอุณหภูมิต่ำซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตต่อพืชเท่านั้นจึงจะทำให้ประสิทธิภาพของคลอโรฟิลล์เปลี่ยนแปลง (Jiang *et al.*, 1999)

การแตกยอดชุดสองหลังจากให้สาร 28 สัปดาห์ พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ของยอดชุดสองนั้นก็เป็นที่น่าพอใจเท่ากับชุดแรก โดยที่ทรีตเมนต์ที่มีการให้สารพาโคลบิวทราโซลที่ความเข้มข้น 1,500 ppm มีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงสุดมีค่าเท่ากับ 11.02 ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สารพาโคลบิวทราโซล แต่ไม่แตกต่างกับทรีตเมนต์ที่มีการให้สารพาโคลบิวทราโซลเข้มข้น 750 และ 1,000 ppm (ตารางที่ 25)

ตารางที่ 25 ผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์หลังให้สาร 20 และ 28 สัปดาห์

ทรีตเมนต์	ปริมาณคลอโรฟิลล์ (มก./ซม. ²)	
	20 สัปดาห์	28 สัปดาห์
Control	6.75 b	6.84 b
750 ppm	9.60 a	10.41 a
1,000 ppm	10.22 a	10.78 a
1,500 ppm	11.39 a	11.02 a
F-test	*	*
C.V. (%)	14.22	10.37

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยตัวเลขในสดมภ์ที่ตามด้วยตัวอักษรแตกต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.05$)

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

NS = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

ประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์

ประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์หลังการให้สารพาโคลบิวทราโซลทุกความเข้มข้นต่างไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับทรีตเมนต์ที่ไม่ได้ให้สารพาโคลบิวทราโซล (ตารางที่ 26) ซึ่งประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ในกลุ่มที่ไม่ให้สารพาโคลบิวทราโซลและกลุ่มที่ให้สารพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้น 750, 1,000 และ 1,500 ppm มีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์เท่ากับ 0.821, 0.787, 0.787 และ 0.794 ตามลำดับหลังจากให้สารพาโคลบิวทราโซล 2 สัปดาห์ ซึ่งประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์หลังจากให้สารพาโคลบิวทราโซล 4 และ 6 สัปดาห์นั้นมีค่าไปในทิศทางเดียวกับสัปดาห์ที่ 2 (ตารางที่ 26)

ตารางที่ 26 ผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อประสิทธิภาพของคลอโรฟิลล์หลังให้สาร 2, 4 และ 6 สัปดาห์

ทรีตเมนต์	ประสิทธิภาพของการทำงานของคลอโรฟิลล์ (Fv / Fm)		
	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	6 สัปดาห์
Control	0.821	0.809	0.818
750 ppm	0.787	0.783	0.811
1,000 ppm	0.787	0.799	0.815
1,500 ppm	0.794	0.787	0.808
F-test	ns	ns	ns
C.V. (%)	2.71	2.80	0.96

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

โครงสร้างทรงพุ่ม

ลักษณะทรงพุ่มของลองกองจากทรีตเมนต์ที่ให้สารพาโคลบิวทราโซลที่ระดับความเข้มข้น 750 , 1,000 และ 1,500 ppm และทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สารพาโคลบิวทราโซล พบว่า มีลักษณะแตกต่างกัน โดยที่ลักษณะทรงพุ่มที่ได้ให้สารพาโคลบิวทราโซลที่ระดับความเข้มข้นต่างกันมี ทรงพุ่มโปร่งเมื่อเปรียบเทียบกับทรงพุ่มของทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สารพาโคลบิวทราโซล (ภาพที่ 20)

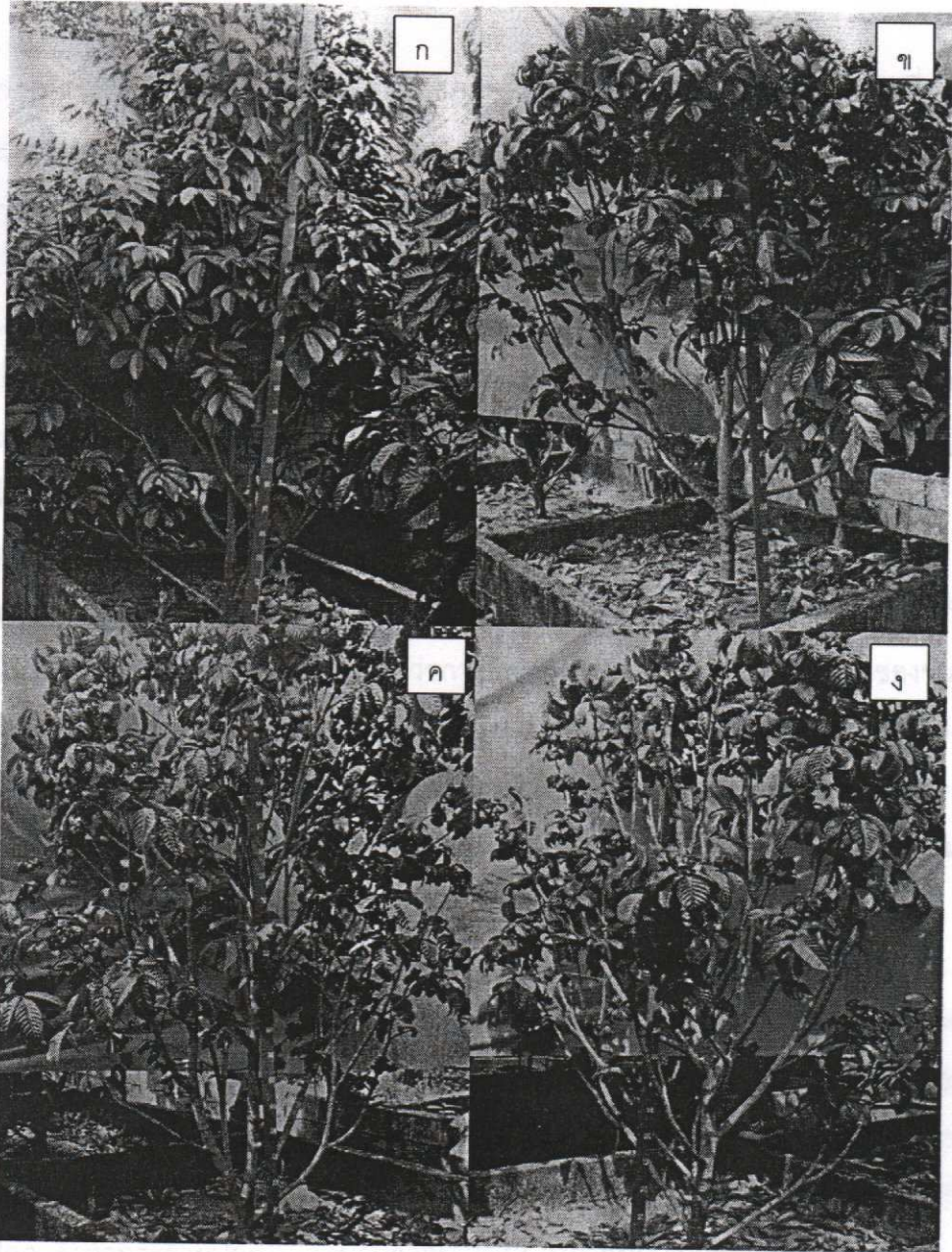
เมื่อดูโครงสร้างทรงพุ่ม พบว่า ดัชนีพื้นที่ใบ และพื้นที่ใบของทุกการทดลองเพิ่มขึ้นจากหลังให้สาร 20 สัปดาห์เป็น 28 สัปดาห์ โดยดัชนีพื้นที่ใบของกลุ่มที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซลทุกความเข้มข้นมีค่าดัชนีพื้นที่ใบแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สาร โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 3.15 และ 3.73 หลังจากให้สาร 20 และ 28 สัปดาห์ ส่วน พื้นที่ใบก็เป็นไปในทำนองเดียวกับดัชนีพื้นที่ใบ โดยของทรีตเมนต์ที่ไม่ได้รับสารมีค่าพื้นที่ใบสูงสุดเท่ากับ 3.29 และ 3.57 ตารางเมตร หลังให้สาร 20 และ 28 สัปดาห์ ขณะที่การกระจายแสงในทรงพุ่มมีค่าลดลงทุกทรีตเมนต์เมื่อหลังให้สาร 20 สัปดาห์เป็น 28 สัปดาห์ และมีความแตกต่างทางสถิติกับทรีตเมนต์ที่ให้สารพาโคลบิวทราโซลหลังให้สาร 28 สัปดาห์ (ตารางที่ 27)

ตารางที่ 27 ผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อโครงสร้างทรงพุ่มหลังให้สาร 20 และ 28 สัปดาห์

ทรีตเมนต์	โครงสร้างทรงพุ่ม							
	20 สัปดาห์				28 สัปดาห์			
	ดัชนีพื้นที่ใบ	การกระจายแสง	ปริมาตรทรงพุ่ม(ม) ³	พื้นที่ใบ(ม) ²	ดัชนีพื้นที่ใบ	การกระจายแสง	ปริมาตรทรงพุ่ม(ม) ³	พื้นที่ใบ(ม) ²
Control	3.15 a	0.137	2.66 a	3.29	3.73 a	0.127 b	2.127 a	3.57
750ppm	1.71 b	0.250	1.32 b	2.65	2.28 b	0.18 ab	1.227 b	2.56
1,000ppm	1.78 b	0.237	0.89 b	2.13	1.78 b	0.235 a	1.077 b	2.52
1,500ppm	1.72 b	0.262	0.88 b	2.00	1.98 b	0.21 a	1.240 b	2.68
F-test	*	ns	*	ns	*	ns	*	ns
C.V.(%)	30.59	36.17	37.50	33.47	18.24	21.43	19.884	30.80

หมายเหตุ ค่าตัวอักษรที่ต่างกันในสดมภ์มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

รูปผลการทดลอง



ภาพที่ 21 โครงสร้างของทรงพุ่มลองกองหลังให้สารพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้น
 0 ppm (ก), 750 ppm (ข), 1,000 ppm (ค) และ 1,500 ppm (ง)
 เป็น เวลา 48 สัปดาห์

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาชนิดของต้นพันธุ์ที่ใช้ปลูกในสภาพที่ต้องการควบคุมทรงพุ่มต้นให้เกินเกี่ยวได้ง่าย รวมถึงมีการกระตุ้นการแตกตาได้เร็ว จากการเปรียบเทียบทั้งการเจริญเติบโตด้านกิ่งใบและการแตกตาดอก พบว่าเป็นกิ่งพันธุ์ที่ได้จากการเสียบยอด และรองลงมาควรเป็นกิ่งพันธุ์จากการตอนกิ่งหรือชำกิ่ง สำหรับกิ่งพันธุ์ที่ได้จากวิธีการเพาะเมล็ดนั้นจะมีช่วงการเจริญด้านกิ่งใบเป็นเวลานานกว่า และมีความแข็งแรง (vigorous) มากกว่า โดยเห็นได้จากมีน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้นและรากสูงสุด(ตารางที่ 2) นอกจากนี้ยังมีทรงพุ่มเรียวยาวแคบและสูง ทำให้ควบคุมทรงพุ่มลำบาก โดยเฉพาะในสวนที่ปลูกด้วยเมล็ดไปแล้ว และไม่มีการตัดหรือตัดแต่งกิ่งในระยะเริ่มต้น เมื่อทำการตัดกิ่งในช่วงที่กิ่งมีขนาดใหญ่จะทำให้กิ่งฉีก หักเสียหายได้ง่าย และต้นที่ปลูกจากวิธีการเพาะเมล็ดยังให้ดอกออกผลช้ากว่าต้นจากการเสียบยอด และตอนกิ่ง (ตารางที่ 6)

การควบคุมทรงต้นในกระถางขนาด 25 ลิตร โดยการตัดแต่งกิ่งให้เหลือ 2, 3 และ 4 กิ่ง เปรียบเทียบกับไม่ตัดแต่งกิ่ง เป็นเวลา 15 เดือน พบว่าการตัดแต่งกิ่งออกมากทำให้มีการเพิ่มของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นน้อยลง เมื่อเปรียบเทียบกับไม่ตัดแต่งกิ่ง(ตารางที่ 8 และตารางที่ 9) แต่การตัดแต่งกิ่งออกมากทำให้เกิดการกระตุ้นให้มีการสร้างใบมาก (ตารางที่ 10) ซึ่งทำให้มีพื้นที่ใบมากตามไปด้วย(ตารางที่ 11) และการควบคุมทรงพุ่มต้นให้เหมาะสำหรับการปลูกในกระถางขนาด 25 ลิตร ควรมีความสูง 110-130 ซม. จำนวนกิ่ง 16-22 กิ่ง

การควบคุมทรงต้นในกระถางขนาด 35 ลิตร โดยการควั่นลำต้นเหนือรอยต่อ 2.5 ซม. โดยเปรียบเทียบกับไม่ควั่นลำต้น จากการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเหนือรอยควั่น ในระยะ 6 เดือนหลังจากควั่นต้นพบว่าค่าเฉลี่ยขนาดลำต้นที่มีการควั่นต้นเท่ากับไม่ควั่น และในระยะ 12 เดือนหลังจากควั่นต้นพบว่าต้นที่ควั่นเริ่มมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมากกว่าต้นที่ไม่ควั่น และการเจริญของขนาดลำต้นเริ่มหยุดนิ่งทุกทิศทางในเดือนที่ 19 -24 (ตารางที่ 14 และภาพที่ 9ข) ซึ่งเป็นผลจากการจำกัดขนาดภาชนะปลูก จึงทำการย้ายปลูกในเดือนธันวาคม 2543 ในภาชนะปลูกขนาด 0.236 ลบ.ม.(236 ลิตร) และลองกองที่ควั่นต้นเริ่มมีตาดอกปรากฏให้เห็นจำนวน 2 ต้น ขณะที่ต้นลองกองที่ไม่ควั่นต้นไม่มีตาดอก แสดงให้เห็นว่าการควั่นต้นสามารถกระตุ้นการสร้างกลุ่มตาดอกในลองกองได้ อย่างไรก็ตามต้องขึ้นกับสภาพความสมบูรณ์และสภาวะฮอร์โมนของพืชด้วย

ผลของขนาดภาชนะปลูกต่อการเจริญเติบโตของลองกอง เห็นได้ว่าภาชนะปลูกขนาด 40 ลิตร มีความเหมาะสมสำหรับลองกองขนาดอายุ 2-4 ปี และจากผลการศึกษาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบสำคัญในการประเมินการเจริญเติบโตของพืช กับขนาดภาชนะปลูก พบว่าทั้งน้ำหนักแห้งต้น ใบ ยอด

และราก ของลองกองมีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นกับขนาดภาชนะปลูก เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นลองกองระหว่างภาชนะปลูกขนาด 40 และ 90 ลิตร พบว่าไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ดังนั้นการปลูกพืชในภาชนะปลูกที่มีขนาดใหญ่เกินความต้องการของพืช นอกจากจะไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชแล้วยังทำให้สิ้นเปลืองและอาจทำให้พืชเน่าเสียหายเนื่องจากเครื่องปลูกอุ้มความชื้นมากเกินไปอีกด้วย

ผลการใช้สารพาโคลบิวทราโซลที่ความเข้มข้น 0, 750, 1000, และ 1500 ppm อัตรา 2 ลิตร/ต้น ฉีดพ่นทางใบกับต้นลองกองกิ่งชำ อายุ 4 ปี เพื่อควบคุมทรงพุ่มและกระตุ้นการแตกตาดอก ทำให้ต้นลองกองชะงักการเจริญเติบโตโดยความยาวข้อปล้อง ความยาวใบประกอบหดสั้น มีผลทำให้พื้นที่ใบลดลง และทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของทรีตเมนต์ที่ฉีดพ่นสารอัตรา 1500 ppm เพิ่มขึ้นสูงสุด นอกจากนี้ผลของการฉีดพ่นสารในครั้งนี้ยังทำให้ปลายรากโป่งพองออกปรากฏชัดเจน สำหรับผลของสารในทางสรีรวิทยา ทำให้ทรีตเมนต์ที่ฉีดพ่นสารในอัตรา 1500 ppm มีค่าศักย์ของน้ำในใบสูงสุดในระยะ 6 สัปดาห์หลังฉีดพ่นสาร และมีปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบที่แตกใหม่ทั้งสองชุดสูงสุด ประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ไม่มีความแตกต่างกันในทุกกลุ่มทดลอง โครงสร้างทรงพุ่มของลองกองภายหลังการฉีดพ่นสาร 20 สัปดาห์ พบว่า ดัชนีพื้นที่ใบ พื้นที่ใบ และปริมาตรทรงพุ่มลดลงตามอัตราของสารที่ฉีดพ่น ส่วนการกระจายของแสงในทรงพุ่มเพิ่มขึ้นตามอัตราการฉีดพ่นสารเคมี จากการศึกษาโครงสร้างทรงพุ่มของลองกองหลังฉีดพ่นสาร 28 สัปดาห์ พบว่าทรีตเมนต์ที่ฉีดพ่นสารในอัตรา 1000 ppm มีดัชนีพื้นที่ใบไม่เพิ่มขึ้น และมีปริมาตรทรงพุ่มต่ำสุด และมีโครงสร้างทรงพุ่มส่วนอื่นไม่แตกต่างจากทรีตเมนต์ที่ฉีดพ่นสารอัตรา 1500 ppm จึงสรุปว่าการใช้สารพาโคลบิวทราโซล อัตรา 1000 ppm เหมาะสมสำหรับใช้ควบคุมทรงพุ่มลองกองกิ่งชำอายุ 4 ปี อย่างไรก็ตามในทุกทรีตเมนต์ที่ทำการทดลองไม่สามารถกระตุ้นการแตกตาดอกในลองกองได้ และมีผลกระทบโดยตรงต่อความยาวของใบ และข้อปล้องของลองกองนานถึง 28 สัปดาห์

เอกสารอ้างอิง

- คุณพล จุฑามณี. 2532. การเปลี่ยนแปลงระดับของสารคล้ายจิบเบอเรลลินในช่วงการเจริญทางกิ่งใบ และการออกดอกของมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มงคล หลิม สายัณห์ สดุดี จำเป็น อ่อนทอง และสุภาณี ชนะวีระวรรณ. 2544. การศึกษาสวนต้นแบบในการผลิตลองกอง. รายงานวิจัย. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- มงคล แซ่หลิม สายัณห์ สดุดี และสุภาณี ชนะวีระวรรณ. 2543. การควบคุมขนาดต้นและการใช้ระยะปลูกชิดในการผลิตลองกอง. รายงานความก้าวหน้าการวิจัย. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.
- มงคล แซ่หลิม สายัณห์ สดุดี จำเป็น อ่อนทอง สุภาณี ยงค์ มนูญ ศิริบุหงส์. 2538. การศึกษาสวนต้นแบบในการผลิตลองกอง และการศึกษารูปแบบในการจัดการสวนลองกองที่เหมาะสม. รายงานความก้าวหน้าการวิจัย โครงการการพัฒนาการผลิตและการจัดการผลผลิตลองกองในภาคใต้.
- มงคล แซ่หลิม สายัณห์ สดุดี และสุภาณี ชนะวีระวรรณ. 2538. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตลองกองในภาคใต้ของประเทศไทย. รายงานวิจัย. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา.
- มงคล ศรีวัฒนวรชัย พิมพรรณ ต้นสกุล และไพรัตน์ นาควิโรจน์. 2524. การศึกษาสภาวะการออกดอก ติดผลและคุณภาพผลของลองกองบางพันธุ์ในภาคใต้. รายงานวิจัย. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.
- เปรมปรี ณ สงขลา. 2530. แนวคิดสองทางระหว่างการปลูกพีธีระยะชิดและระยะห่าง. ว.เคทหารเกษตร 11 : 43-46.
- พรพันธ์ กิตินันท์ปราวกร และสุนันต์ สุภัทรพันธ์. 2530. ผลของการกักเก็บน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรต ไนโตรเจนในใบและกิ่งยอดของส้มเขียวหวาน วิทยาสารเกษตรศาสตร์ 21 : 253-248.
- เพ็ญศิริ จำรัสฉาย. 2543. ผลของปริมาณดินและการให้สารพาโคลบิวทราโซลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยาของต้นลองกอง. รายงานวิชาการสัมมนาพืชศาสตร์ ระดับบัณฑิตศึกษาภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.

- วี เจริญศักดิ์. 2543. การปลูกและการจัดทรงพุ่มลองกอง. เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง เทคโนโลยีการผลิตลองกอง. ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. หน้า 20-24.
- สายัณห์ สดุดี และมงคล แซ่หลิม. 2534. การชักนำให้มั่งคุดตกผลเร็วโดยใช้สารพาโคลบิวทราโซล. ว. สงขลานครินทร์. 13 :123-128.
- Blackler, M.H. 1976. *Lansium domesticum* - Langsat: In Garner, R.J.(eds.) The Propagation of Tropical Fruit Trees Commonwealth Bureau of Horticulture and Plantation Crops. Horticultural Review, No.4. pp. 376-385.
- Blanco, A. 1990. Effects of paclobutrazol and of ethephon on cropping and vegetative growth of 'Crimson Gold' nectarine trees. Scientia Horticulturae 42 : 65-73.
- Boland, A. M., Jerie, P.H., Mitcchell, P. D. and Goodwin, I. 2000. Long-term effects of restricted root volume and regulated deficit irrigation on peach : I.growth and mineral nutrition. Journal American Society of Horticultural Science 142 : 135-142.
- Buban, T. and Faust, M. 1982. Flower bud induction in apple trees. In: J. Janick (ed). Horticultureal Reviews Volume 4. AVI Publishing Comp.Inc. Connecticut.
- Coronel, R.E., Zuno, J.C. and Sotto, R.C. 1990. Promising Fruits of the Philippines. College of Agriculture, University of the Philippines at Los Banos.
- Farmahan, H.I., Lauxman, S. and Sharma, L. 1999. Yield forecasting in peach (*Prunus persica* (L) Batsch) cv July Elberta based on morphological parameters. Horticultural Journal 12: 9-14.
- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T. and Geneve R.L. 1997. Plant Propagation Principles and Practices (sixth edition). Prentice Hall International, Inc. 770 p.
- Hommi Y. 1992. Training method and tree vigor control for figs in container culture. Gamgori Branch, Horticulture Institute, Aichi-ken Agricultural Research Center Kamingo, Gamagori, Aichi 443 Japan.
- Hsu, Y. M., Tseng, M. J. and Lin, C. H. 1996. Container volume affects growth and development of wax-apple. HortScience 31 : 1139-1142.

- Jacyna, T. and K. G. Dodds. 1999. Effects of method of application of paclobutrazol in high-density sweet cherry orchards on tree performance and apparent soil residue. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 74 : 213-218.
- Jiang, H., G. S. Howell and J. A. Flore. 1999. Efficiency of chlorophyll fluorescence as a viability test for freeze-stressed woody grape tissue. *Canadian Journal of Plant Science* 79 : 401-410.
- Mataa, M. and S. Tominaga. 1998. Effect of root restriction on tree development in Ponkan mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). *Journal American Society of Horticultural Science* 123 : 651-655
- Okuda, H., T. Kihara and I. Iwagaki. 1996. Effects of paclobutrazol application to soil at the beginning of maturation on sprouting, shoot growth, flowering and carbohydrate content in root and leaves of satsuma mandarin. *Journal of Horticultural Science* 71 : 785-789.
- Roberts, A. V. and D. Matthews. 1995. The preparation *in vitro* of chrysanthemum for transplantation to soil. 5. The 2S, 3S enantiomer of paclobutrazol improves resistance to desiccation. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 40 : 191-193.
- Paker, M.L. and Young, E. 1995. Evaluation of apple tree training technique for higher density orchards. 38th Annual IDFTA conference, Hershey, Pennsylvania 28: 31-33.
- Smith, E. F., A. V. Roberts and J. Mottley. 1990. The preparation *in vitro* of chrysanthemum for transplantation to soil. 2. Improved resistance to desiccation conferred by paclobutrazol. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 21 : 133-140.
- Syed Mohd, S.I. and Wong, K.C. 1996. Growth and development of carambola (*Averrhoa Carambola* L.) under high density planting. In *Proceeding: Inter-national Conference on Tropical Fruits*. Kuala Lumpur, Malaysia, 23-26 July 1996. Vol I. pp 221-228.
- Tennant, D. 1975. A test of modified line intersect method of estimating root length. *J. of Ecol.* 63: 995-1001.
- Tibshraeny, C., Theron, K.I. and Rabe, E. 1997. Yield estimation of mandarin trees by the "Bavendorf" and frame count methods. *J. Southern Afri. Soc. for Hort. Sci.* 7: 20-22.

- Wareing, P.F. and Phillips, I.D.J. 1981. *Growth and Differentiation in Plants*. Pergamon Press Ltd., Headington Hill Hall, Oxford.
- Williamson, J.G. and D.C. Coston. 1989. The relationship among root growth, shoot growth and fruit growth of peach. *Journal American Society of Horticultural Science* 114 : 180-183.