

สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ระดับการประเมินคุณภาพ

☐ ดีเยี่ยม

☒ ดีมาก

☐ ดี

☐ ปานกลาง





จำนวนชุดโครโมโซมจากต้นกล้าสัมพันธ์สายน้ำผึ้งกับ
สัมพันธ์โอเรียนจากเมล็ดขนาดเล็กและการเพิ่มชุด
โครโมโซมโดยการใช้สารเคมีในพืชตระกูลส้ม

เทิดไทย แก้วทนต์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน
สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

พ.ศ. 2552

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน

ชื่อเรื่อง

จำนวนชุดโครโมโซมจากคั่นกล้าดัมพ์พันธุ์สายน้ำผึ้งกับ
ดัมพ์พันธุ์โอเรียนจากเมล็ดขนาดเล็กลงและการเพิ่มชุด
โครโมโซมโดยการใช้สารเคมีในพืชตระกูลส้ม

โดย

เทกไทย แก้วทองคำ

พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศท ตูตพงศ์)

วันที่ 6 เดือน ๓๐ พ.ศ. ๒๕๕๒

กรรมการที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ โนรี)

วันที่ 6 เดือน 10 พ.ศ. 52

กรรมการที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทุเรียน ทาเจริญ)

วันที่ 6 เดือน ๓๐ พ.ศ. ๒๕๕๒

ประธานกรรมการหลักสูตร

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรบุษ เจริญกิจ)

วันที่ 6 เดือน ๓๐ พ.ศ. ๒๕๕๒

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.เทพ พงษ์พานิช)

ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

วันที่ 6 เดือน ๓๐ พ.ศ. ๒๕๕๒

ชื่อเรื่อง	จำนวนชุดโครโมโซมจากต้นกล้าสัมพันธุ์สายน้ำผึ้งกับ สัมพันธุ์โอเชียนจากเมล็ดขนาดเล็กและการเพิ่มชุดโครโมโซม โดยการใช้สารเคมีในพืชตระกูลส้ม
ชื่อผู้เขียน	นายเทิดไทย แก้วทองนงค์
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน
ประธานกรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สท. ตูลพงศ์

บทคัดย่อ

จำนวนชุดโครโมโซมจากต้นกล้าสัมพันธุ์สายน้ำผึ้งและสัมพันธุ์โอเชียนจากเมล็ดขนาดเล็กระหว่างเดือนกันยายน 2549 ถึงเดือนสิงหาคม 2550 พบว่า ผลสัมพันธุ์สายน้ำผึ้งจำนวน 240 ผล มีเมล็ดขนาดปกติ 3,744 เมล็ด ขนาดเล็ก (20.38-30.04 mg.) 103 เมล็ด เมื่อนำไปเพาะได้จำนวนต้นกล้า 172 ต้น มีจำนวนโครโมโซม $2n = 2x = 18$ จากปลายรากต้นกล้าทั้งหมด ส่วนผลสัมพันธุ์โอเชียนจำนวน 240 ผล มีเมล็ดขนาดปกติ 3,046 เมล็ด ขนาดเล็ก (40.11-72.50 mg.) 406 เมล็ด เมื่อนำไปเพาะได้ต้นกล้า 406 ต้น และเมื่อตรวจนับจำนวนโครโมโซมจากปลายรากพบต้นกล้าจำนวน 4 ต้นมีโครโมโซมต้นละ $2n = 3x = 27$ จากผลส้มเดือนธันวาคม 2549 กุมภาพันธ์ และเดือนพฤษภาคม 2550 (1, 2 และ 1 ต้น หรือ 0.25, 0.49 และ 0.25%) ตามลำดับ ส่วนจำนวนนิวคลีโอไทด์จากปลายรากต้นกล้าสัมพันธุ์โอเชียนทั้ง 4 ต้น พบว่ามีจำนวนนิวคลีโอไทด์เป็น $3x$ แต่ความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารไซโตไคนิน + จิบเบอเรลลินกับการชักนำให้เกิดตาข้างร่วมกับการตัดยอดและไม่ตัดยอด พบว่าการให้สารไซโตไคนิน + จิบเบอเรลลินกับการตัดยอดให้จำนวนยอดใหม่มากกว่าการไม่ตัดยอด ที่ความเข้มข้น 112.5 ppm + 62.5 ppm มีจำนวนยอดมากที่สุด ในสัมพันธุ์สายน้ำผึ้ง สัมผัสและคัมควอท (2.40, 2.00 และ 2.20 ยอด) ตามลำดับ ในขณะที่มะนาว พบว่าการให้สารไซโตไคนิน + จิบเบอเรลลินที่ความเข้มข้น 87.5 ppm + 37.5 ppm มีจำนวนยอดใหม่มากที่สุด 2.25 ยอด ส่วนความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารโคลชิซินและไตรฟลูราลินกับการเพิ่มชุดโครโมโซมพืชตระกูลส้มโดยพิจารณาจากจำนวน ปากใบต่อพื้นที่ ความกว้างและความยาวของปากใบ หลังให้สารโคลชิซินมีความเข้มข้นต่างกัน พบว่าสารโคลชิซินสามารถเพิ่มชุดโครโมโซมในสัมผัส มะนาวและคัมควอทได้ยกเว้นสัมพันธุ์สายน้ำผึ้ง โดยสัมผัสการใช้สารโคลชิซินที่ความเข้มข้น 0.05% มีความกว้างของปากใบมากที่สุด 4.50 ไมครอน ที่ความเข้มข้น 0.03% มีความยาวของปากใบมากที่สุด 10.12 ไมครอน และที่ความเข้มข้น 0.05% มีจำนวนปากใบต่อพื้นที่น้อยที่สุด 75.53 ปากใบ/field การใช้สารโคลชิซินกับมะนาวความเข้มข้น 0.09% ให้ความกว้างของปากใบมากที่สุด 3.80 ไมครอน ที่ความเข้มข้น 0.07% มีความยาวของปากใบมากที่สุด 10.49 ไมครอน และ

ที่ความเข้มข้น 0.03% มีจำนวนปากใบต่อพื้นที่น้อยที่สุด 43.68 ปากใบ/field การใช้สารโคลชิซิน ในคัมควอทที่ความเข้มข้น 0.09% มีความกว้างของปากใบมากที่สุด 5.33 ไมครอน ส่วนความเข้มข้น 0.05% ให้ความยาวของปากใบมากที่สุด 11.00 ไมครอน และที่ความเข้มข้น 0.09% มีจำนวนปากใบต่อพื้นที่น้อยที่สุด 11.67 ปากใบ/field ส่วนการใช้สารไตรฟลูราลินที่ความเข้มข้นต่างกัน พบว่าสารไตรฟลูราลินสามารถเพิ่มชุดโครโมโซมในสั้มจีดและคัมควอทได้ยกเว้นสั้มพันธุ์สายน้ำผึ้งและมะนาว โดยสั้มจีดได้รับสารไตรฟลูราลินที่ความเข้มข้น 0.07% มีความกว้างและความยาวของปากใบมากที่สุด 4.16 และ 10.60 ไมครอน แต่มีจำนวนปากใบต่อพื้นที่น้อยที่สุด 80.60 ปากใบ/field และการใช้สารไตรฟลูราลินกับคัมควอทที่ความเข้มข้น 0.09% มีความกว้างและความยาวของปากใบมากที่สุด 5.33 และ 12.83 ไมครอน และยังมีจำนวนปากใบต่อพื้นที่น้อยที่สุด 5.67 ปากใบ/field

Title	Number of chromosome sets of 'Sai Numpheung' and 'Ocean' citrus seedling progenies from small seeds and chemical induced polyploid in Rutaceae
Author	Mr. Terdthai Klaewtanong
Degree of	Master of Science in Horticulture
Advisory Committee Chairperson	Assistant Professor Dr. Sahha Toolapong

ABSTRACT

The number of chromosomes sets from root tips of 'Sai Numpheung' and 'Ocean' citrus seedling progenies originating from small seeds were examined during September 2006 to August 2007. Results showed that out of 3,744 of normal seeds from 240 fruits of 'Sai Numpheung' 103 small seeds (20.38-30.04 mg) were produced which were later sown. A total of 172 polyembryonic seedlings were obtained and were then examined to be diploid ($2n=2x=18$). However, 3,046 of normal seeds from 240 fruits of 'Ocean' gave 406 small seeds (40.11-72.50 mg) which were found to be monoembryonic seedlings. Out of these 406 seedlings, four were triploid ($2n=3x=27$). One seedling was obtained on December 2006 (0.25%), two seedlings on February 2007 (0.49%) and another one on May 2007 (0.25%). Examination of nucleoli from root tips showed four 'Ocean' seedlings having 3x nucleoli. Meanwhile, results of the study on the appropriate concentration of cytokinin + gibberellins to induce the production of new axillary buds together with trimming and non-trimming practices, showed that the use of cytokinin + gibberellins with trimming produced a higher number of buds than those with no trimming at concentration levels of 112.5 ppm + 62.5 ppm, with 2.40, 2.00 and 2.20 buds in 'Sai Numpheung', Calamondin and Kumquat, respectively, while in Lime, the maximum number of new buds (2.25) was produced at 87.5 ppm + 37.5 ppm of cytokinin + gibberellins, respectively. Further results on the use of different concentrations of colchicine and trifluralin to increase the number of chromosome set in citrus as shown by the number of stomata per field, width and length of stomata after treatment, indicated an increase in chromosome sets in Calamondin, Lime and Kumquat except in 'Sai Numpheung'. Calamondin, when applied with 0.05% of colchicine, was shown to have stomata at 4.50 micron in width and 10.12 micron in length when applied with 0.03% of colchicine. But at 0.05%, Calamondin showed a minimum

number of stomata at 75.53 per field. For Lime, a minimum number of 43.68 stomata per field was shown when treated with 0.03% colchicine while maximum width stomata (3.80 micron) was shown when treated with 0.09% colchicine and a maximum length of 10.49 micron when applied with 0.07% colchicine. Kumquat showed maximum width of stomata (5.33 micron) but minimum number of stomata (11.67 per field) when applied with 0.09% colchicine. Meanwhile, treatment of 0.05% colchicine gave minimum length of stomata (11.00 micron) although Calamondin and Kumquat showed maximum dimension (4.16 and 10.60 micron of width and length, respectively) when treated with 0.07% trifluralin and Calamondin having the minimum number of stomata (80.60 per field). Application of 0.09% trifluralin in Kumquat showed maximum width and length of 5.33 and 12.83 micron, respectively, besides having a minimum number of stomata (5.76 per field).

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สท ศุลพงษ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาที่ให้คำแนะนำในการดำเนินงานทดลอง ตลอดจนช่วยสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในงานทดลองและกรุณาให้คำแนะนำ ปรึกษาและเป็นกำลังใจ ตรวจสอบแก้ไขจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ โนรีและท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทูเรียน ทาเจริญ กรรมการที่ปรึกษา รวมทั้งผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ครุณี นามพรหม อาจารย์ตัวแทนบัณฑิตวิทยาลัยที่ได้ให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไข จนกระทั่งสำเร็จเป็นวิทยานิพนธ์อย่างสมบูรณ์

ขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนและให้วิชาความรู้ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน ขอบคุณพี่ตุรกร ตลอดจนเจ้าหน้าที่และคณาจารย์สาขาไม้ผลทุกท่านที่ให้ความสะดวกและช่วยเหลือเสมอมา

ท้ายนี้ข้าพเจ้ากราบขอบพระคุณ คุณพ่อสมพร คุณแม่สุนีย์ แก้วทองงค์ ที่สนับสนุนค่าใช้จ่ายตลอดการศึกษาและอยู่เป็นกำลังใจตลอดมา ขอบคุณทุกๆ คนในครอบครัว รวมถึงพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ทุกคนที่ช่วยเหลือในทุกๆ ด้านและเป็นกำลังใจให้กันเสมอมา

เทิดไทย แก้วทองงค์

ตุลาคม 2552

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
สารบัญตาราง	(10)
สารบัญภาพ	(12)
สารบัญตารางผนวก	(14)
สารบัญภาพผนวก	(20)
บทที่ 1 บทนำ	1
ปัญหาของการวิจัย	2
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
ขอบเขตของการวิจัย	3
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	4
ถิ่นกำเนิดและการแพร่กระจาย	4
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์	5
สัมพันธ์สายน้ำผึ้ง	12
สัมพันธ์โอเรียน	13
สัมพันธ์	13
มะนาว	13
คัมภีร์	14
ความแปรปรวนของจำนวนโครโมโซม	14
การเกิดโพลีพลอยด์	14
ชนิดของโพลีพลอยด์	14
รูปร่างลักษณะโดยทั่วไปของโพลีพลอยด์	16
วิธีการทำให้เกิดโพลีพลอยด์	17
ผลของโพลีพลอยด์	19

	หน้า
การปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีโพลีพลอยด์	20
สารโคลชิซีน (Colchicine)	20
สารไตรฟลูราลิน (Trifluralin)	22
การตรวจนับจำนวนโครโมโซม	25
การศึกษา Nucleolar organizer regions (NORs)	27
ฮอว์โมนพืช	29
จิบเบอเรลลิน	32
ไซโตไคนิน	34
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	36
สถานที่ดำเนินการวิจัย	36
วัสดุและอุปกรณ์	36
วิธีการดำเนินงาน	38
ขั้นตอนการศึกษาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์	41
บทที่ 4 ผลการวิจัย	44
บทที่ 5 วิเคราะห์ผลการทดลอง	120
บทที่ 6 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	130
สรุปผล	130
ข้อเสนอแนะ	136
บรรณานุกรม	137
ภาคผนวก	146
ภาพผนวก	177
ประวัติผู้วิจัย	180

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 จำนวนผล น้ำหนักผล ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผล ความสูงของผล จำนวนเมล็ด จำนวนเมล็ดขนาดเล็กและจำนวนคัพภะสัมพันธ์สายน้ำฝิ่งตลอด 12 เดือน	49
2 จำนวนผล น้ำหนักผล ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผล ความสูงของผล จำนวนเมล็ด จำนวนเมล็ดขนาดเล็กและจำนวนคัพภะสัมพันธ์โอเซียนตลอด 12 เดือน	50
3 น้ำหนักเมล็ดขนาดปกติและเมล็ดขนาดเล็ก จำนวนเมล็ดขนาดเล็ก จำนวนต้นกล้าและจำนวนโครโมโซมจากปลายรากต้นกล้าสัมพันธ์สายน้ำฝิ่ง	51
4 น้ำหนักเมล็ดขนาดปกติและเมล็ดขนาดเล็ก จำนวนเมล็ดขนาดเล็ก จำนวนต้นกล้าและจำนวนโครโมโซมจากปลายรากต้นกล้าสัมพันธ์โอเซียน	52
5 จำนวนนิวคลีโอไลจากปลายรากของต้นกล้าสัมพันธ์สายน้ำฝิ่ง	53
6 จำนวนนิวคลีโอไลจากปลายรากของต้นกล้าสัมพันธ์โอเซียน	54
7 การแตกตาข้างหลังได้รับสารผสม BA+GA ₃ ในสัมพันธ์สายน้ำฝิ่ง	67
8 จำนวนตาข้างหลังได้รับสารผสม BA+GA ₃ ในสัมพันธ์สายน้ำฝิ่ง	67
9 ความยาวยอดหลังได้รับสารผสม BA+GA ₃ ในสัมพันธ์สายน้ำฝิ่ง	68
10 การแก่ของใบหลังได้รับสารผสม BA+GA ₃ ในสัมพันธ์สายน้ำฝิ่ง	68
11 จำนวนใบหลังได้รับสารผสม BA+GA ₃ ในสัมพันธ์สายน้ำฝิ่ง	69
12 การแตกตาข้างหลังได้รับสารผสม BA+GA ₃ ในสัมพันธ์	73
13 จำนวนตาข้างหลังได้รับสารผสม BA+GA ₃ ในสัมพันธ์	73
14 ความยาวยอดหลังได้รับสารผสม BA+GA ₃ ในสัมพันธ์	74
15 การแก่ของใบหลังได้รับสารผสม BA+GA ₃ ในสัมพันธ์	74
16 จำนวนใบหลังได้รับสารผสม BA+GA ₃ ในสัมพันธ์	75
17 การแตกตาข้างหลังได้รับสารผสม BA+GA ₃ ในมะนาว	79
18 จำนวนตาข้างหลังได้รับสารผสม BA+GA ₃ ในมะนาว	79
19 ความยาวยอดหลังได้รับสารผสม BA+GA ₃ ในมะนาว	80
20 การแก่ของใบหลังได้รับสารผสม BA+GA ₃ ในมะนาว	80
21 จำนวนใบหลังได้รับสารผสม BA+GA ₃ ในมะนาว	81
22 การแตกตาข้างหลังได้รับสารผสม BA+GA ₃ ในคัมควอท	85
23 จำนวนตาข้างหลังได้รับสารผสม BA+GA ₃ ในคัมควอท	85

ตาราง	หน้า
24 ความยาวยอดหลังได้รับสารผสม $BA+GA_3$ ในคัมควอท	86
25 การแก่งของใบหลังได้รับสารผสม $BA+GA_3$ ในคัมควอท	86
26 จำนวนใบหลังได้รับสารผสม $BA+GA_3$ ในคัมควอท	87
27 การเจริญเติบโตของสัณฐานพืชสายน้ำผึ้งหลังให้สารโคลชิซีน	104
28 การเจริญเติบโตของสัณฐานพืชสายน้ำผึ้งหลังให้สารไตรฟลูราลิน	105
29 การเจริญเติบโตของสัณฐานพืชหลังให้สารโคลชิซีน	106
30 ลักษณะการเจริญเติบโตของสัณฐานพืชหลังให้สารไตรฟลูราลิน	107
31 การเจริญเติบโตของมะนาวหลังให้สารโคลชิซีน	108
32 การเจริญเติบโตของมะนาวหลังให้สารไตรฟลูราลิน	109
33 การเจริญเติบโตของสัณฐานคัมควอทหลังให้สารโคลชิซีน	110
34 การเจริญเติบโตของสัณฐานคัมควอทหลังให้สารไตรฟลูราลิน	111

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 นำหนักผลสัมพันธุ์สายน้ำผึ้งและสัมพันธุ์โอเชียน	55
2 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงของผลสัมพันธุ์สายน้ำผึ้งและสัมพันธุ์โอเชียน	55
3 จำนวนเมล็ด จำนวนเมล็ดขนาดเล็ก จำนวนคัพภะจากเมล็ดขนาดปกติและจำนวนคัพภะจากเมล็ดขนาดเล็กในสัมพันธุ์สายน้ำผึ้งและสัมพันธุ์โอเชียน	56
4 ลักษณะผลสัมพันธุ์สายน้ำผึ้ง (ซ้าย) และสัมพันธุ์โอเชียน (ขวา)	57
5 ลักษณะเมล็ดสัมพันธุ์โอเชียน (ซ้าย) และสัมพันธุ์สายน้ำผึ้ง (ขวา)	57
6 ลักษณะเมล็ดขนาดปกติ (ซ้าย) และขนาดเล็ก (ขวา) ของสัมพันธุ์สายน้ำผึ้ง	58
7 ลักษณะเมล็ดขนาดปกติ (ซ้าย) และขนาดเล็ก (ขวา) ของสัมพันธุ์โอเชียน	58
8 ลักษณะ polyembryony จากเมล็ดสัมพันธุ์สายน้ำผึ้ง	59
9 ลักษณะ monoembryony จากเมล็ดสัมพันธุ์โอเชียน	59
10 ลักษณะและจำนวนนิวคลีโอไล จากปลายรากต้นกล้าสัมพันธุ์สายน้ำผึ้ง (ซ้าย) และต้นกล้าสัมพันธุ์โอเชียน (ขวา) (X3,482)	60
11 ลักษณะและจำนวนนิวคลีโอไล 3 จุด ($2n=3x=27$) จากปลายรากต้นกล้าสัมพันธุ์โอเชียน	60
12 ลักษณะและจำนวนโครโมโซมจากปลายรากต้นกล้าสัมพันธุ์สายน้ำผึ้ง (X 3,428)	61
13 ลักษณะและจำนวนโครโมโซมจากปลายรากต้นกล้าสัมพันธุ์โอ (X 3,428)	61
14 ลักษณะและจำนวนโครโมโซมจากปลายรากต้นกล้าสัมพันธุ์โอเชียน	62
15 การแตกตาข้างหลังให้สารผสม BA+GA ₃ ความเข้มข้นต่างกัน ในสัมพันธุ์สายน้ำผึ้ง (ตัดยอด)	88
16 การแตกตาข้างหลังให้สารผสม BA+GA ₃ ความเข้มข้นต่างกัน ในสัมพันธุ์สายน้ำผึ้ง (ไม่ตัดยอด)	89
17 การแตกตาข้างหลังให้สารผสม BA+GA ₃ ความเข้มข้นต่างกันในสัมจีด (ตัดยอด)	90
18 การแตกตาข้างหลังให้สารผสม BA+GA ₃ ความเข้มข้นต่างกันในสัมจีด (ไม่ตัดยอด)	91
19 การแตกตาข้างหลังให้สารผสม BA+GA ₃ ความเข้มข้นต่างกันในมะนาว (ตัดยอด)	92
20 การแตกตาข้างหลังให้สารผสม BA+GA ₃ ความเข้มข้นต่างกันในมะนาว (ไม่ตัดยอด)	93
21 การแตกตาข้างหลังให้สารผสม BA+GA ₃ ความเข้มข้นต่างกันในคัมควอท (ตัดยอด)	94
22 การแตกตาข้างหลังให้สารผสม BA+GA ₃ ความเข้มข้นต่างกันในคัมควอท (ไม่ตัดยอด)	95

ภาพ	หน้า
23 ลักษณะปากใบของสัณพันธ์ุสายน้าฝั้งหลังได้รับสาร โคลชิซิน	112
24 ลักษณะปากใบของสัณพันธ์ุสายน้าฝั้งหลังได้รับสาร ไตรฟลูราลิน	113
25 ลักษณะปากใบของสัณพันธ์ุสายน้าฝั้งหลังได้รับสาร โคลชิซิน	114
26 ลักษณะปากใบของสัณพันธ์ุสายน้าฝั้งหลังได้รับสาร ไตรฟลูราลิน	115
27 ลักษณะปากใบของมะนาวหลังได้รับสาร โคลชิซิน	116
28 ลักษณะปากใบของมะนาวหลังได้รับสาร ไตรฟลูราลิน	117
29 ลักษณะปากใบของคัมควอทหลังได้รับสาร โคลชิซิน	118
30 ลักษณะปากใบของคัมควอทหลังได้รับสาร ไตรฟลูราลิน	119

สารบัญตารางผนวก

ตาราง		หน้า
1	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของ น้ำหนักผลของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง	147
2	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของ น้ำหนักผลของส้มพันธุ์โอเชียน	147
3	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของ เส้นผ่าศูนย์กลางของผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง	147
4	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของ เส้นผ่าศูนย์กลางของผลส้มพันธุ์โอเชียน	148
5	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของ ความสูงของผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง	148
6	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของ ความสูงของผลส้มพันธุ์โอเชียน	148
7	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของ จำนวนเมล็ดทั้งหมดของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง	149
8	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของ จำนวนเมล็ดทั้งหมดของส้มพันธุ์โอเชียน	149
9	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของ จำนวนเมล็ดขนาดเล็กของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง	149
10	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของ จำนวนเมล็ดขนาดเล็กของส้มพันธุ์โอเชียน	150
11	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของ จำนวนคัพพะของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งจากเมล็ดขนาดปกติ	150
12	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของ จำนวนคัพพะของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งจากเมล็ดขนาดเล็ก	150
13	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของการแตกตาข้าง หลังได้รับสารผสม $BA+GA_3$ ความเข้มข้นต่างกันในส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง	151

ตาราง	หน้า
27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนใบ หลังได้รับสารผสม BA+GA ₃ ความเข้มข้นต่างกันในระยะนาบ	158
28 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของการแตกตาข้าง หลังได้รับสารผสม BA+GA ₃ ความเข้มข้นต่างกันในคัมคอกท	158
29 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนตาข้าง หลังได้รับสารผสม BA+GA ₃ ความเข้มข้นต่างกันในคัมคอกท	159
30 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวยอด หลังได้รับสารผสม BA+GA ₃ ระดับความเข้มข้นต่างกันในคัมคอกท	159
31 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของการแก่ของใบ หลังได้รับสารผสม BA+GA ₃ ความเข้มข้นต่างกันในคัมคอกท	160
32 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนใบ หลังได้รับสารผสม BA+GA ₃ ความเข้มข้นต่างกันในคัมคอกท	160
33 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวยอด หลังได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้นต่างกันในสัณพันธุ์สายน้ำผึ้ง	161
34 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวยอด หลังได้รับสาร ไตรฟลูราลินความเข้มข้นต่างกันในสัณพันธุ์สายน้ำผึ้ง	161
35 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนใบ หลังได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้นต่างกันในสัณพันธุ์สายน้ำผึ้ง	161
36 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนใบ หลังได้รับสาร ไตรฟลูราลินความเข้มข้นต่างกันในสัณพันธุ์สายน้ำผึ้ง	162
37 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความหนาใบ หลังได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้นต่างกันในสัณพันธุ์สายน้ำผึ้ง	162
38 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความหนาใบ หลังได้รับสาร ไตรฟลูราลินความเข้มข้นต่างกันในสัณพันธุ์สายน้ำผึ้ง	162
39 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนปากใบ หลังได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้นต่างกันในสัณพันธุ์สายน้ำผึ้ง	163
40 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนปากใบ หลังได้รับสาร ไตรฟลูราลินความเข้มข้นต่างกันในสัณพันธุ์สายน้ำผึ้ง	163

ตาราง		หน้า
69	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวยอด หลังได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้นต่างกันในคัมควอท	173
70	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวยอด หลังได้รับสาร ไตรฟลูราลินความเข้มข้นต่างกันในคัมควอท	173
71	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนใบ หลังได้รับสาร โคลชิซินที่ความเข้มข้นต่างกันในคัมควอท	173
72	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนใบ หลังได้รับสาร ไตรฟลูราลินความเข้มข้นต่างกันในคัมควอท	174
73	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความหนาใบ หลังได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้นต่างกันในคัมควอท	174
74	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความหนาใบ หลังได้รับสาร ไตรฟลูราลินความเข้มข้นต่างกันในคัมควอท	174
75	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนปากใบ หลังได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้นต่างกันในคัมควอท	175
76	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนปากใบ หลังได้รับสาร ไตรฟลูราลินความเข้มข้นต่างกันในคัมควอท	175
77	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความกว้าง ปากใบหลังได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้นต่างกันในคัมควอท	175
78	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความกว้าง ปากใบหลังได้รับสาร ไตรฟลูราลินความเข้มข้นต่างกันในคัมควอท	176
79	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาว ปากใบหลังได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้นต่างกันในคัมควอท	176
80	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาว ปากใบหลังได้รับสาร ไตรฟลูราลินความเข้มข้นต่างกันในคัมควอท	176

สารบัญภาพผนวก

ภาพ	หน้า
1 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นกล้าสัมพันธุ์โอเซียน triploid (ซ้าย) และ diploid (ขวา) ซึ่งมีอายุ 1 ปี	178
2 ลักษณะของต้นกล้าสัมพันธุ์โอเซียน triploid ทั้ง 4 ต้น ซึ่งมีอายุ 1 ปี	179
3 ลักษณะของต้นกล้าสัมพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เจริญมาจาก nucellar embryo (1, 2) และ zygotic embryo (3, 4, 5)	179

บทที่ 1

บทนำ

ส้มเป็นพืชที่อยู่ในตระกูล Rutaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Citrus* spp. พืชตระกูลส้มมีหลายสกุล แต่มีเพียงสกุลส้ม (*Citrus*) เท่านั้นที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ (เกศินี, 2528) เชื่อว่าส้มหลายพันธุ์มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทย เนื่องจากพบไม้ป่าหลายชนิดที่มีลักษณะใกล้เคียงอยู่ในตระกูลเดียวกับส้ม (มงคล, 2526) โดยทั่วไปแล้วส้มเป็นพืชที่เจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนกึ่งหนาว ในประเทศไทยมีเพียง 4 ชนิด ที่นิยมปลูกกันอย่างแพร่หลาย คือ ส้มโอ ส้มเกลี้ยง ส้มเปลือกอ่อน และมะนาว (วัฒนา, 2528) ส้มถือว่าเป็นไม้ผลอุตสาหกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่งของประเทศไทย ซึ่งนอกจากปลูกบริโภคภายในประเทศแล้ว ยังเป็นสินค้าส่งออกทั้งในรูปแบบผลสดและแปรรูปด้วย

การปรับปรุงพันธุ์พันธุ์พืชนั้นมีหลายวิธี เช่น การผสมพันธุ์ข้ามสายพันธุ์หรือข้ามชนิดพืช (interspecific) การใช้รังสี (radiation) การใช้สารเคมี (chemical) การตัดต่อยีน (transgenic genes) รวมไปถึงการกลายพันธุ์โดยธรรมชาติ (natural mutation) ในงานวิจัยครั้งนี้ได้เลือกเอาการใช้สารเคมีและการกลายพันธุ์โดยธรรมชาติ ก็เนื่องจากว่า การใช้สารเคมีเป็นวิธีการเพิ่มจำนวนโครโมโซมโดยตรงและโครโมโซมที่เพิ่มมากขึ้นนั้นได้มาจากโครโมโซมที่มีอยู่แล้ว ดังนั้นจึงไม่มีปฏิกิริยาใดๆ กับเซลล์ของพืช รวมทั้งการแบ่งตัวก็อยู่ในสถานะเดียวกัน จึงเชื่อได้ว่ามีอัตราการคืนกลับสู่สภาพเดิมได้ช้ากว่าวิธีอื่นๆ อีกทั้งการเพิ่มจำนวนโครโมโซมสามารถที่จะนำไปสร้างพืชที่เป็น triploid ซึ่งพืช triploid มีคุณสมบัติพิเศษ คือ ไม่มีเมล็ด

เนื่องจากส้มเป็นไม้ผลที่มีจำนวนเมล็ดมากหรืออาจจะมีเมล็ดมากถึง 100 เมล็ดต่อผล ในกลุ่มของเกรฟฟรุตและส้มโอ (มงคล, 2526) นักปรับปรุงพันธุ์จึงเกิดแนวคิดที่จะสร้างส้มสายพันธุ์ที่ไม่มีเมล็ด อันเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค โดยพบว่าส้มที่ไม่มีเมล็ดส่วนหนึ่งจะได้มาจากต้นส้มที่มีโครโมโซม 3 ชุด ซึ่งจะเกิดขึ้นเองในธรรมชาติและสามารถพบในต้นกล้าจากเมล็ดส้มที่มีขนาดเล็ก (พิชิต, 2537ก) จึงมีแนวความคิดที่จะศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างเมล็ดขนาดเล็กกับต้นกล้าส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งและส้มพันธุ์โอเชียนที่มีจำนวนโครโมโซม 3 ชุด นอกจากนี้ยังจะเป็นแนวทางในการปรับปรุงพันธุ์ส้มในอนาคตด้วย

ปัญหาของการวิจัย

เนื่องจากส้มเป็นผลไม้ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพมากใช้บริโภคทั้งผลสดและนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆได้มากมาย เช่น ผิวผลนำไปทำแยมจากผิวส้ม (Samson, 1986) วิตามิน C ในน้ำส้ม ช่วยบำรุงผิว น้ำของ lemon และ lime ใช้ทำน้ำมะนาวและเป็นเครื่องดื่มอ่อน ๆ แต่เนื่องจากส้มโดยทั่วไปมีเมล็ดค่อนข้างมากจึงไม่สะดวกในการบริโภคและการแปรรูป จึงมีความจำเป็นต้องพัฒนาส้มที่ไม่มีเมล็ดโดยวิธีการใช้สารเคมีและการคัดเลือกโดยธรรมชาติ และพบว่าส้มที่ไม่มีเมล็ดส่วนหนึ่งจะได้มาจากต้นส้มที่มีโครโมโซม 3 ชุด จะเกิดขึ้นเองในธรรมชาติ พบได้ในต้นกล้าจากเมล็ดส้มที่มีขนาดเล็ก (พิชิต, 2537ข) แต่ยากที่จะมีชีวิตรอดจนสามารถออกดอกติดผลได้

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาจำนวนชุดของโครโมโซมจากต้นกล้าส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งกับส้มพันธุ์โอเชียนจากเมล็ดขนาดเล็กและศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารไซโตไคนินและจิบเบอรลลินต่อการชักนำให้เกิดการแตกตาข้างรวมทั้งศึกษาการใช้สารโคลชิซินและไตรฟลูราลินในการเพิ่มชุดโครโมโซมในพืชตระกูลส้ม

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถศึกษาความสัมพันธ์ของการเกิดเมล็ดเล็ก (small seeds) กับจำนวนต้นกล้าที่มีจำนวนโครโมโซม 3 ชุดได้
2. สามารถพัฒนาส้มไม่มีเมล็ดจากผลส้มในธรรมชาติได้
3. สามารถเร่งการแตกตาข้างในพืชตระกูลส้มได้
4. สามารถเพิ่มชุดโครโมโซมในพืชตระกูลส้มได้
5. สามารถเป็นแนวทางในการปรับปรุงพันธุ์ส้ม นำหลักการนี้ไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชสกุลส้มชนิดอื่นๆได้

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเมล็ดเล็ก (small seed) ในผลกับต้นกล้า สัมพันธุ์สายน้ำผึ้งและสัมพันธุ์โอเรียนที่มีจำนวนโครโมโซม 3 ชุด
2. ตรวจสอบจำนวนชุดโครโมโซมของต้นกล้าสัมพันธุ์สายน้ำผึ้งและ สัมพันธุ์โอเรียนซึ่งได้จากการเพาะเมล็ดขนาดเล็ก
3. ศึกษาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารไซโตไคนินและจิบเบอเรลลินต่อการชักนำให้เกิดตาข้างในพืชตระกูลส้ม
4. ศึกษาความเข้มข้นของสารโคลชิซินและไตรฟลูราลินที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดการเพิ่มชุดโครโมโซมในพืชตระกูลส้มบางสกุล

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

การศึกษาเรื่อง จำนวนชุดของโครโมโซมจากต้นกล้าสัมพันธ์สายน้ำฝักกับสัมพันธ์โอเซียนจากเมล็ดขนาดเล็กและการเพิ่มชุดโครโมโซมโดยใช้สารเคมีในพืชตระกูลส้ม การตรวจเอกสารที่เกี่ยวข้องจึงนำเสนอเนื้อหาสาระตามลำดับดังนี้

1. ถิ่นกำเนิดและการแพร่กระจาย
2. ความแปรปรวนของจำนวนโครโมโซม
3. การปรับปรุงพันธุ์
4. ฮอโมนพืช

ถิ่นกำเนิดและการแพร่กระจาย

ส้ม (Citrus) เป็นไม้ผลระดับแนวหน้าของโลกมีการปลูกกันมากกว่า 100 ประเทศ ในปี 1980 (Reitz, 1984) รายงานว่า มีพื้นที่ในการปลูกส้มเพิ่มขึ้นหลายเท่าในช่วง 30 ปีที่ผ่านมา โดยเฉพาะในญี่ปุ่น บราซิล อิสราเอล ตุรกี และคิวบา แม้ว่าการบริโภคภายในประเทศจะเป็นตลาดหลักสำหรับผลสด ประเทศที่ผลิตส้มเป็นหลัก ได้แก่ สเปน สหรัฐอเมริกา อิสราเอล โมร็อกโก ออฟริกาใต้และไทย ซึ่งส่งผลสดออกสู่ตลาดโลก โดยเฉพาะส่งไปในกลุ่มประเทศประชาคมเศรษฐกิจยุโรป รัสเซีย แคนาดา ซาอุดีอาระเบีย คูเวต และฮ่องกง เพื่อสนองความต้องการน้ำส้มเข้มข้นแช่แข็ง ประเทศสหรัฐอเมริกาได้นำเข้าเสริมจากประเทศบราซิล การทำสวนส้มในอิสราเอลมีเนื้อที่มากกว่า 40,000 เฮกตาร์ และ 80 เปอร์เซ็นต์ของมูลค่าส่งออกด้านการเกษตรในประเทศคิวบามีการปลูกส้มประมาณ 150,000 เฮกตาร์ ส่วนใหญ่เป็นส้มพวง ในญี่ปุ่นมีพื้นที่ปลูกส้มมากเป็นอันดับหนึ่งเมื่อเทียบกับการปลูกไม้ผลชนิดอื่นๆ ซึ่งมีพื้นที่มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ภายใต้พื้นที่ปลูกไม้ผลที่มีประมาณ 2.8 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่เพาะปลูกพืชทั้งประเทศประมาณ 83 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ปลูกส้มจะเป็นส้มเขียวหวานหรือส้มเปลือกบางพันธุ์ Satsuma และอีก 10 เปอร์เซ็นต์เป็นส้ม Natsudaidai ส้มครอบครองพื้นที่ประมาณ 9 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ปลูกส้มทั้งหมดของอินเดีย ส้มที่ปลูกเป็นการค้าที่สำคัญในอินเดีย คือ ส้มเขียวหวาน ส้มเกลี้ยง และมะนาว อย่างไรก็ตาม การผลิตส้มในโลกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วกว่าการบริโภคซึ่งเป็นสาเหตุที่จะเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมโดยตรง

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ส้มเป็นพืชที่อยู่ใน

Order Geraniales

Family Rutaceae

Subfamily Aurantiodeae

Genus *Citrus*

โดยทั่วไปพบว่า ใบของส้มจะมีต่อมน้ำมันมากและดอกประกอบกันเป็นวง ใน Family Rutaceae ประกอบด้วย 7 Subfamily แต่ที่รู้จักกันเพียง 1 Subfamily คือ Aurantiodeae (33 genera) นอกจากนี้ ยังแบ่งออกเป็น tribe Citreae (28 genera) และ subtribes Citribes (13 genera) ซึ่งสามารถแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ primitive, near และ true citrus

กลุ่มของ true citrus ประกอบด้วย 6 genera ได้แก่ *Eremocitrus*, *Poncitrus*, *Clymenia*, *Fortunella*, *Microcitrus* และ *Citrus* (16 spp.) พบว่า ทั้งส้มหรือพวกที่มีลำต้นเหมือนมะนาวมีรูปร่างของ spindle-shaped การเจริญภายในถุงน้ำ มีกลีบดอกมาก ใบจะติดแน่น ขกเว้นพวก *Fortunella* และ *Triforliat* ซึ่งเป็นพวกที่ทิ้งใบ นอกจากนี้ยังพบว่าทั้ง 6 genera อาจจะมีการทาบกิ่งและสามารถผสมข้ามเพื่อสร้างลูกหลานได้

Poncitrus เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ในทางตอนกลางและทางตอนเหนือของประเทศจีน พบว่า ใบจะหลุดร่วงตามธรรมชาติในฤดูหนาวและทนทานต่อความเย็นได้ดี ส่วน *Fortunella* มาจากตอนใต้ของจีน ซึ่งใบมีสีเขียวตลอดปี (evergreen) และมีการพักตัวในฤดูหนาวสำหรับใน *Eremocitrus* มาจากออสเตรเลีย สามารถทนทานต่อความแห้งแล้งได้ดี

การจำแนก *Citrus* ก่อนข้างจะมีความยุ่งยากเพราะมีจำนวนมากหลายชนิด ลูกผสมก็มีมากรวมทั้งพวกที่เป็น polyploid พวกที่กลายพันธุ์และ polyembryony ซึ่งทำให้สับสนในการจำแนกพบว่ามีอยู่ 2 ระบบ การจำแนกตามแบบของ Swingle และ Tanaka และมีบางอย่างที่แตกต่างกันในด้านการดำรงชีวิตซึ่ง Tanaka ได้มีการจัดเรียงสปีชีส์ (species) ที่แบ่งพืชลูก ลูกผสม และจำแนกออกได้ชัดเจนกว่า 160 สปีชีส์ ส่วนระบบของ Swingle ได้จำแนกไว้เพียง 16 สปีชีส์ (Swingle and Reece, 1967)

ใน genus *Citrus* ยังประกอบด้วย 2 subgenera คือ *Papeda* และ *Eucitrus* สำหรับใน *Papeda* ผลจะรับประทานไม่ได้เนื่องจากมีน้ำมันจำนวนมากและมีกลิ่นฉุน หูใบยาวและมีปีกกว้าง *C. hystrix* เป็นที่นิยมกันบนเกาะ Reunion ซึ่งผลสามารถนำมาทำซอสปรุงอาหารได้ในอินโดนีเซียจะใช้ผลในการทำยาสระผม ส่วน *Alemow* ใช้เป็นต้นตอของ Lemons

Eucitrus มี 10 สปีชีส์ และมีอยู่ 8 สปีชีส์ ที่เป็น พันธุ์ปลูก ซึ่งมีชื่อวิทยาศาสตร์และชื่อเรียกแตกต่างกัน ดังนี้

botanical name	English	France	Spanish
<i>C. sinensis</i>	sweet orange	Orange	naranja dulce
<i>C. aurantium</i>	sour orange	Bigaradier	naraja agria
<i>C. reticulata</i>	mandarin	Mandarine	mandaring
<i>C. paradisi</i>	grapefruit	Pomelo	pomelo
<i>C. grandis</i>	shaddock	Pamplemousse	torunja
<i>C. limon</i>	lemon	Citron	limon
<i>C. medica</i>	citron	Cedrat	cidra
<i>C. aurantifolia</i>	lime	Lime	lima
<i>C. trifoliata</i>	trifoliate orange	Poncirus	poncil
<i>F. margarita</i>	kumquat	Kumquat	-

(Samson, 1986)

ส้มเป็นไม้ยืนต้นหรือไม้พุ่ม มีความสูงประมาณ 10 เมตรหรือมากกว่า ทุกส่วนของโครงสร้างประกอบด้วยเนื้อเยื่อที่เป็นต่อมให้น้ำยาง มักมีการเจริญเติบโตทางลำต้นปีละ 3 ครั้ง สลับกับช่วงพักตัว

ลำต้น (Stem) (เปรมปรี, ม.ป.ป.)

ส่วนของลำต้นส้ม คือ ส่วนที่นับจากส่วน โคนต้นเหนือดินตรงขึ้นไปจนถึงยอด การเจริญเติบโตของลำต้นสัมพันธ์กับรากและทรงพุ่มเช่นเดียวกันแต่มักนิยมนิยามขนาดของพุ่มมากกว่าวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น

ขนาดของทรงพุ่มของพืชตระกูลส้มมีตั้งแต่ขนาดพุ่มเล็กที่มีความสูงประมาณ 15 ฟุต เช่น ไลม์ จนถึงขนาดทรงพุ่มใหญ่ที่มีความสูงประมาณ 30 ฟุต เช่น ส้มโอ เกรฟฟรุต เป็นต้น

การเจริญเติบโตของเนื้อไม้ในต้นส้มจะมีทั้ง primary และ secondary growth เหมือนกับต้นไม้ทั่วไป โดยดูจากวงปีจากภาพตัดขวางของลำต้น สำหรับในกิ่งส้มที่เจริญนานกับพื้นดิน เนื้อไม้ในส่วนล่างของกิ่งจะมีการเจริญเติบโตมากกว่าเนื้อไม้ทางด้านบน จึงเรียกการ

เจริญเติบโตแบบนี้ว่า hypotrophic growth แต่เปลือกไม้ที่มีอายุมากขึ้นจะเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลอ่อนในปีที่ 2 และอายุของกิ่งที่มากขึ้นนี้ เปลือกไม้จะมีการพัฒนาเป็น cork หรือ periderm ขึ้นมาแทนที่เซลล์ชั้นนอก

ใบ (Leaf) (มงคล, 2526)

ใบสัณเภาแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ แผ่นใบและก้านใบ ส่วนของก้านใบจะมีส่วนคล้ายกับแผ่นใบที่เรียกว่า wings ติดอยู่ลักษณะของใบสัณเภาเป็นใบเดี่ยวยกเว้นพวกส้มสามใบและลูกผสมของส้มสามใบ รูปทรงและขนาดของใบแตกต่างกันออกไปตามแต่ละชนิดของส้ม เช่น พวกแทนเจอริน ใบมีรูปร่างรีแหลมหรือในส้มโอและมะนาวใบค่อนข้างกลม เป็นแบบ ovate ขนาดของ wings แตกต่างกันไปตามแต่ละชนิดของส้มเช่นเดียวกัน เช่น ไลม์และเลมอน มี wings แคบและเล็กมาก ในพวกแทนเจอรินและสวิตทอเรนซ์ มีบ้างเล็กน้อย พวกส้มโอและเกรฟฟรุตนั้นมีขนาดใหญ่ขึ้น พวกมะกรูด และ *Citrus ichangensis* จะมี wings ขนาดใหญ่พอกับแผ่นใบสีของใบ มีตั้งแต่สีเขียวอมเหลือง เช่น ใบเลมอน จนถึงสีเขียวเข้มออกดำ เช่น ส้มโอ สวิตทอเรนซ์ ผิวใบด้านบนเป็นมัน ด้านใต้ใบเป็นสีเขียวดองอ่อน ขอบใบบางชนิดเรียบแต่บางชนิดก็เป็นหยัก เช่น ขอบใบของเลมอนหรือซิตรอน เป็นแบบ serrated ใบไลม์เป็นแบบ cremulated บนแผ่นใบ wings และก้านใบมีต่อมน้ำมันเต็มไปหมด การจัดเรียงของเส้นใบเป็นแบบ pinnately reticulate venation บริเวณรอยแยก (abscission zone) เกิดขึ้น 2 แห่ง คือ ส่วนที่อยู่ระหว่างแผ่นใบกับก้านใบและระหว่างก้านใบกับกิ่งใบ หรือลำต้น การจัดเรียงของใบเป็นแบบวนเป็นเกลียวรอบกิ่ง ทำให้เกิด phyllotaxy

ดอก (Flower) (พาณิชย์, 2537)

ส้มให้ดอกเมื่อลำต้นผ่านความแห้งแล้งมาช่วงหนึ่งก่อน หลังจากนั้นตาที่พักตัวก็จะแตกออกเป็นกิ่งอ่อน กิ่งอ่อนนี้จะเจริญอยู่ระยะหนึ่ง ตาที่ยอดของกิ่งอ่อนจึงจะเกิดตาดอก ตาดอกของส้มมี 2 ชนิด คือ ตายอด เรียกว่า terminal flower bud และตาข้าง เรียกว่า lateral flower bud พวกดอกที่เกิดจากตาข้างจะร่วงไปเป็นส่วนใหญ่ การเจริญของดอกในชั้นต่างๆ ชั้นของกลีบเลี้ยงจะเกิดก่อนโดยเชื่อมกันที่ส่วนฐานรองดอก ทำให้มีลักษณะคล้ายรูปถ้วยหุ้มส่วนดอกไม่ให้ได้รับอันตราย ต่อมาจึงเกิดชั้นของกลีบดอก เกสรตัวผู้ เกสรตัวเมีย ตามลำดับ

โครงสร้างของดอกส้ม (Structure of Flower) (พานิชย์, 2537)

ส้มมีดอกแบบ regular flower ชนิดของดอกเป็นดอกแบบสมบูรณ์เพศ ชั้นของกลีบเลี้ยงมี 3-5 อัน กลีบดอกมี 3-5 อัน อยู่ถัดจากกลีบรอง มีสีขาว ผนังของกลีบดอกปกคลุมด้วยสารคิวตินที่หนามากทำให้มองดูเป็นมันและสะท้อนแสง

เกสรตัวผู้มีจำนวนเท่ากับหรือเป็น 2 เท่าของกลีบดอก ก้านชูเกสรมีสีขาว ส่วนโคนอาจเชื่อมติดกันน้อยหรือมากขึ้นอยู่กับชนิดของส้ม อับเกสรมีสีเหลืองแบ่งเป็น 2 พู ภายในมี 4 ช่องในแต่ละช่องมี microspore mother cell ซึ่งเป็นตัวสร้างละอองเกสร

ฐานดอก (nectary) เกิดตรงเหนือส่วนของเกสรตัวผู้กับตัวดอก ส่วน disk เจริญขึ้นมาเป็นแอ่งคล้ายจานอยู่รอบฐานของรังไข่ disk ทำหน้าที่ขับเอาน้ำหวานออกมา ในระยะที่กลีบดอกร่วงจึงเรียก disk นี้ว่า nectary

เกสรตัวเมียประกอบด้วย ยอดเกสรตัวเมีย ก้านชู และรังไข่ ส่วนของยอดเกสรตัวเมีย มีสีเหลือง ลักษณะกลม ส่วนของก้านชูเกสรตัวเมียเป็นแบบ connate มีลักษณะยาวสีเหลืองอ่อนเกือบขาว ภายในมี stylar cannal เปิดออกที่ปลายยอด ส่วนของก้านชูและ stylar cannal จะร่วงหลุดจากรังไข่ภายใน 2-3 วันหลังจากกลีบดอกร่วง โดยแยกตรงรอยต่อระหว่างส่วนโคนของก้านชูกับรังไข่ ส่วนของรังไข่เป็นแบบ superior ชนิดของรังไข่เป็นแบบ syncarpous โดยทั่วไปมี 5-10 ช่อง

ผล (Fruit) (มงคล, 2526)

ผลส้มจัดเป็นพวกเบอร์รี่ (berries) มีชื่อเรียกว่า hesperidium เจริญจากรังไข่โดยตรง มีราว 10 พู เชื่อมต่อกันเป็นวงกลมล้อมรอบแกนที่เรียกว่า central axis

ส่วนต่างๆของผลแบ่งออกได้ ดังนี้

1. เปลือกผล (ovary wall) เปลือกผลแบ่งออกเป็น 3 ชั้น

- เปลือกผลชั้นนอก เรียกว่า ฟลาเวโด (flavedo) เป็นส่วนที่อยู่ชั้นนอกสุดของผล ประกอบด้วยเซลล์อีพิเดอมิส (epidermis) ที่มีคิวติเคิล (cuticle) หนามาก ชั้นของอีพิเดอมิสยังคงมีการแบ่งเซลล์ต่อไปจนถึงระยะผลสุก เซลล์ที่มีการแบ่งตัวระยะหลังนี้ มีคิวติเคิล (cuticle) บางและมีต่อมน้ำมันซึ่งสร้างตั้งแต่ในระยะที่เป็นรังไข่ของดอก ต่อมน้ำมันจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นในระยะที่ผลขยายใหญ่ได้ชั้นของอีพิเดอมิส มีชั้นของเซลล์พวกพาเรนไคมา (parenchyma) ที่มีคลอโรพลาสต์ (chloroplast) ด้วย เมื่อผลสุกคลอโรพลาสต์จะเปลี่ยนเป็นโครโมพลาสต์ (chromoplast) ที่เรียกว่า โครมาโตฟอร์ (chromatophores) และมีการสร้างสารพวกคาโรทีนอยด์ (carotinoids) ทำให้ผลส้มเกิดสีส้มตามลักษณะประจำพันธุ์

- เปลือกผลชั้นกลาง เรียก อัลบิโด (albedo) เซลล์ชั้นกลางของเปลือกผลเป็นเซลล์พวก สปองจิ (spongy cell) คล้ายกับมีโซฟิลล์ (mesophyll) ในใบ ชั้นอัลบิโดมีสีขาวอ่อนนุ่ม ในระยะแรกของการเจริญเติบโตของผล การเพิ่มขนาดของผลในระยะแรกเกิดจากการเพิ่มความหนาของชั้นอัลบิโด ส่วนการเพิ่มขนาดของช่องผลมีน้อยเมื่อสุก เปลือกผลที่แกะออกมาจะเป็นชั้นของฟลาเวโด (flavedo) และชั้นอัลบิโด พวกแทนเจอร์น เช่น ส้มเขียวหวาน เปลือกที่เป็นชั้นของเปลือกชั้นนอกและชั้นกลางมีลักษณะบางมาก ส่วนในส้มโอและซิตรอนมีชั้นของเปลือกผลชั้นกลางหนามาก

- เปลือกผลชั้นใน จัดเป็นชั้นในสุดของเปลือกผล คือ ส่วนที่เป็นช่องหรือกลีบผล (segment) และผนังของพูรังไข่ก่อนที่ช่องผลจะขยายขนาด ส่วนที่เป็นจุดกำเนิดถุงน้ำหวาน (juice sac primordia) จะจัดเรียงกันอย่างหนาแน่นและเป็นระเบียบ เมื่อช่องผลขยายขนาดเต็มที่ ถุงน้ำหวานจะกระจุกกระจายออกไม่เป็นระเบียบ ผนังของเปลือกชั้นในจะยึดตัวออกจนตึงและปกคลุมด้วยชั้นคิวติเคิล (cuticle)

2. ผนังกันและแกนผล (septa and central axis)

ผนังกลีบ เป็นผนังบางๆแบ่งกันระหว่างช่องผล แต่ละกลีบผลประกอบด้วยผนัง 2 ชั้น ของช่องผล 2 ช่องมาประกบกัน สามารถแยกออกจากกันได้เป็นกลีบ เรียกว่า เช็กเมนต์ (segment) ระหว่างผนังของกลีบผลทั้งสองจะมีเส้นใยที่เป็นท่อลำเลียงอาหารเส้นเล็กๆ สีขาวคล้ายกับสปองจีพาราไคมา (spongy parenchyma) มาเลี้ยงผลและทุกเช็กเมนต์ ซึ่งอยู่ในชั้นของเปลือกชั้นใน แกนผล เป็นแกนกลางของผลที่เปลี่ยนแปลงมาจากแกนของดอกแต่ละพู รังไข่ที่เชื่อกันว่ามีวิวัฒนาการจากใบนั้น ขอบของใบจะเกาะติดกับแกนกลางและที่แกนผลทางตอนล่างจะมีท่อลำเลียงอาหารกระจายไปหล่อเลี้ยงส่วนของถุงน้ำหวานและไข่อ่อน เซลล์พวกนี้มีลักษณะเป็นพวกสปองจีพาราไคมา (spongy parenchyma) ในส้มบางพันธุ์มีแกนกลางขนาดเล็กหรือเกือบไม่มี เช่น ส้มจู๊ก ส้มเขียวหวาน แต่ส้มบางชนิดมีขนาดใหญ่่มาก เช่น ส้มโอ

3. ถุงน้ำหวาน (juice sacs)

เป็นส่วนของผลที่เจริญมาจากผนังเซลล์ชั้นในบางครั้งเรียกถุงน้ำหวาน บางถุงมีก้านยาวบางอันก็สั้น ภายในก้านไม่มีท่อลำเลียงอาหาร เป็นเซลล์ที่มีช่องว่างใหญ่และมีรูปร่างต่างๆ กัน

เมล็ด (Seed)

เมล็ด มีขนาดรูปร่างและจำนวนแตกต่างกันไปตามชนิดและพันธุ์ ทั้งอาจพบว่าไม่มีเมล็ดก็ได้ (เปรมปรี, ม.ป.ป.) เมล็ดสั้ประกอบด้วยส่วนที่เป็น embryo ส่วนที่เป็นอาหาร

ตำรอนในเมล็ดและส่วนที่ห่อหุ้มเมล็ด เมื่อเก็บเมล็ดสั้มาจากต้นแม่ เก็บไว้ในสภาพเหมาะสม embryo สามารถเจริญเป็นต้นได้ซึ่งสั้เกือบทุกชนิดมีเมล็ดค่อนข้างมากและมี 1 ถึงหลาย embryo ต่อ 1 เมล็ด (พิชิต, 2537ก) ในสั้จะมี embryo เพียง 1 หรือมากกว่าต่อเมล็ด ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า polyembryony (Goldschmit and Spiegel, 1996) ซึ่งเมื่อนำมาเพาะจะทำให้ได้ต้นกล้าหลายต้น embryo ที่เกิดจากการผสมโดยตรงหรือเกิดจากการเจริญเติบโตของไซโกต เรียกว่า somatic embryo และ embryo ที่เกิดจากพัฒนาของเซลล์ nucellar โดยตรงใกล้กับเซลล์ไข่อ่อน เรียกว่า nucellar embryo (มงคล, 2526)

คัพพะ (Embryo) (รวี, 2523)

ส่วน radicle ของ embryo ในเมล็ดจะหันไปทางด้าน micropylar end เมล็ดที่มีอยู่เพียง 1 embryo จะมีรูปร่างและขนาดค่อนข้างใกล้เคียงกันทั้ง 2 ซีก แต่ในกรณีที่มีหลาย embryo ต่อเมล็ดนั้น ทั้งขนาดและรูปร่างของแต่ละ embryo จะแตกต่างกันอย่างมาก มักพบว่า มีลักษณะไม่ปกติเกิดขึ้นเสมอ บางครั้งอาจเป็น 3 หรือ 4 ใบเลี้ยงก็ได้ สีของใบเลี้ยงอาจเป็นสีขาวครีมหรือสีเขียวต่างๆ กัน สีเขียวแก่เป็นลักษณะของพวก mandarin และ tangerine แต่บางพันธุ์ เช่น King mandarin จะมีสีเขียวเป็นบางครั้ง ในพวก Satsuma mandarin จะมีตั้งแต่สีเขียวเข้มลงมาถึงสีขาวและในพวก sweet orange, sour orange, grapefruit, pummelo, lime และ citron มีใบเลี้ยงสีขาว ในพันธุ์ที่มีสีขาว อาจมีการพัฒนาเป็นสีเขียวได้เมื่อผลแก่เต็มที่ซึ่งมักพบใน Lemon

ลักษณะของเมล็ดสั้ที่มีจำนวนมากกว่า 1 คัพพะ เรียกว่า polyembryony มี 2 ชนิดคือ

1. Gametic embryo เป็นคัพพะที่เกิดจากการผสมพันธุ์พืชโดยตรงหรือเกิดจากการเจริญเติบโตของไซโกต ดังในฝั้ข้างล่าง

Sperm nucleus (n) + egg (n) -----> zygote (2n)

Sperm nucleus (n) + polar nuclei (2n) -----> primary endosperm (3n)

primary endosperm จะมีการแบ่งก่อนที่ไซโกตจะเกิดปฏิกิริยาใดๆ ขึ้น ไซโกตจะเริ่มแบ่งตัวในสัปดาห์ที่ 2-4 หลังการปฏิสนธิ แต่จะแตกต่างกันตามชนิดของสั้และภูมิอากาศ หลังจากแบ่งเซลล์แล้วจะมีการพัฒนาจนเป็นคัพพะที่สมบูรณ์

2. Nucellar embryo เป็นคัพพะที่เกิดจากการพัฒนาของนิวเซลล์ (nucellar) ตรงบริเวณใกล้กับเซลล์ไข่อ่อน แล้วเจริญเข้าไปในถุงหุ้มคัพพะ (embryo sac) ที่ติดกับไซโกต คัพพะที่เกิดจากนิวเซลล์มีคุณสมบัติ ดังนี้ คือ มีลักษณะพันธุกรรมเหมือนต้นแม่เดิมทุกประการ คุณภาพผลดี ให้ผลผลิตสูงและมีอายุการเกิดผลสั้นกว่าแม่

การเกิด nucellar มีโอกาสเป็นไปได้มากซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดและพันธุ์ส้มด้วย เช่น จำนวนการเกิดคัพภะจากนิวเซลล่า (%) ในส้ม sweet orange, mandarin, lemon, และ trifoliate (70-90, 80-100, 90-100 และ 70 ตามลำดับ) (รวี, 2523)

ไซโกตที่ได้จากการปฏิสนธินี้จะพักตัวอยู่ระยะหนึ่ง Schacht พบว่า ส้ม mandarin ใน Morocco จะมีระยะหลังจากดอกบานประมาณ 2 เดือน จึงจะเริ่มมีการแบ่งเซลล์ Bacchi (1943) รายงานใน Foster grapefruit ว่า ประมาณ 50 วันหลังจากปฏิสนธิ และ Furusato (1957) ก็ยืนยันว่า ประมาณ 1 เดือน ทั้งนี้ระยะเวลาย่อมแตกต่างกันไป ตามชนิดของส้มและภูมิอากาศหลังจากแบ่งเซลล์แล้วก็จะพัฒนาจนเป็น embryo ซึ่ง embryo ที่ได้จากการผสมนี้เรียกว่า gametic หรือ zygotic embryo

พืชตระกูลส้มอาจมีหรือไม่มีเมล็ดก็ได้ ในกรณีที่มีเมล็ดอาจมีขนาดและรูปร่างแตกต่างกันออกไปตามชนิดและพันธุ์ การจัดกลุ่มพวกส้มจะต้องใช้ลักษณะทางพันธุกรรมและการถ่ายทอด เช่น พวกส้มโอ (*Citrus grandis*) ใบเลี้ยงจะมีรูปร่างคล้ายหัวใจ เนื้อหนาและแยกออกจากกันได้ง่าย เมล็ดจะมีคัพภะเป็น monoembryony (เกศินี, 2528) ซึ่งอาจพบมากถึง 100 เมล็ดต่อผล (มงคล, 2528) ส้มเขียวหวาน (*Citrus reticulata* Blanco) หนึ่งเมล็ดเพาะต้นกล้าได้หลายต้น คัพภะมีสีเขียวหรือสีเขียวอมเหลือง (เกศินี, 2528) มีเมล็ดปานกลางเฉลี่ย 8-20 เมล็ดต่อผล ซึ่งในแต่ละผลจะพบเมล็ดขนาดต่างๆ กันไป (มงคล, 2526) ส่วนเกรพฟรุต (*Citrus paradisi*) เมล็ดมีขนาดใหญ่ เมล็ดมีเปลือกสีเหลืองอ่อนหรือสีน้ำตาลอ่อน สามารถแกะเปลือกนับจำนวนเมล็ดได้ง่าย (เกศินี, 2528) เมล็ดของส้มที่มีหนึ่งคัพภะ (embryo) จะมีใบเลี้ยง (cotyledon) ที่มีลักษณะรูปร่างและขนาดใกล้เคียงกันทั้ง 2 ซีก กรณีที่มีหลายคัพภะต่อเมล็ด ทั้งขนาดและรูปร่างของใบเลี้ยงจะแตกต่างกันอย่างมาก (รวี, 2523)

เมล็ดพวก apomixes เป็นเมล็ดที่อาจเกิดได้โดยที่ไม่อาศัยเพศ ต้นกล้าที่เกิดจากเมล็ดชนิดนี้เรียกว่า apomitic seedling พืชตระกูลส้มต้นกล้าที่ไม่ได้รับการผสมพันธุ์จะเกิดจากเซลล์ในกลุ่ม nucellus (เนื้อเยื่อของ embryo sac ที่ห่อหุ้มด้วย integument) คัพภะพวกนี้จะเจริญอยู่นอก embryo sac และเกิดเพิ่มขึ้นจากคัพภะปกติ (Goldschmit and Spiegel, 1996) ซึ่งคัพภะจะมีพันธุกรรมเหมือนต้นแม่ทุกประการ เนื่องจากเจริญมาจากเนื้อเยื่อร่างกายของต้นแม่ มีลักษณะพิเศษ คือ ให้ผลผลิตสูง และมีคุณภาพดี มีอายุการเกิดผลสั้นกว่าต้นแม่และมีการรวมเอาความแข็งแรงที่สูญเสียไป ในระหว่างที่มีการขยายพันธุ์แบบไม่ใช้เพศติดต่อกันเป็นเวลานานกลับคืนมา (มงคล, 2526) เช่น การทนต่อสภาพน้ำค้างแข็ง ปลอดภัยจากเชื้อไวรัส ซึ่งเป็นลักษณะที่ต้องการของเกษตรกร เนื่องจากการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสในส้มสามารถระบาดได้ทุกส่วนของพืช แต่ไม่สามารถระบาดทางเมล็ดได้ (รวี, 2523)

การศึกษาลักษณะของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งที่ได้จากการผสมเปิดและปิด โดยใช้ดอกตัวเมีย 50 ดอก พบว่า มีการติดผล 20% น้ำหนักผลที่ได้จากการผสมเปิดและปิด 110.53 และ 140.13 กรัมต่อผล จำนวนเมล็ดขนาดปกติ 1.82 และ 2.02 เมล็ดต่อผล เมล็ดขนาดเล็ก 0.02 และ 0.25 กรัมต่อผล จำนวนคัพภะขนาดปกติ 5.60 และ 6.05 คัพภะต่อเมล็ด คัพภะเมล็ดขนาดเล็ก 3.38 และ 5.60 คัพภะต่อเมล็ด จำนวนต้นกล้าที่เพาะได้จากเมล็ดขนาดปกติ 1.30 และ 1.60 ต้นต่อเมล็ด เมล็ดขนาดเล็ก 0.66 และ 0.88 ต้นต่อเมล็ด และต้นกล้ามีชีวิตรอด 100 % (พิบูลทอง, 2541)

ส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง

ส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งเป็นสายพันธุ์หนึ่งจากส้มโชกุนแห่งเมืองยะลาและสงขลา มีชื่อหลายอย่าง เช่น เพชรยะลาหรือเพชรชุมพร มีถิ่นกำเนิดอยู่ในจังหวัดยะลา สันนิษฐานว่าเป็นส้มที่เกิดจากการกลายพันธุ์ของส้มเขียวหวานหรืออาจเกิดจากการผสมตามธรรมชาติ (natural hybrid) ซึ่งเกิดขึ้นได้เสมอ (เปรมปรี, 2538) ด้วยเหตุที่ผลส้มมีคุณภาพและรสชาติดีกว่าส้มเขียวหวานในหลายด้าน คุณไทรงหนู แซ่ตั้ง เจ้าของสวนจึงตั้งชื่อว่า “ส้มโชกุน” แต่เนื่องจากส้มพันธุ์นี้มีถิ่นกำเนิดอยู่ในจังหวัดยะลา กรมส่งเสริมการเกษตรจึงใช้ชื่อว่า “ส้มเพชรยะลา” ต่อมามีการนำไปปลูกที่อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ อาณาที่หนาวเย็นทำให้ผิวส้มสวยเป็นสีเหลืองนวลจึงเรียกกันว่า “ส้มสายน้ำผึ้ง” (เปรมปรี, ม.ป.ป.) เป็นส้มในกลุ่มเปลือกอ่อน มีลักษณะประจำพันธุ์ คือ มีการเจริญเติบโตพอกับส้มเขียวหวาน หากไม่สังเกตแล้วลักษณะรูปร่างของทรงต้น ขนาดต้นเหมือนกับส้มเขียวหวาน แตต่างกันตรงทรงพุ่มของส้มโชกุนแน่นกว่าส้มเขียวหวาน กิ่งและใบจะตั้งขึ้น ส่วนส้มเขียวหวานนั้น กิ่งและใบจะตกหรือห้อย (Weeping from and willow leaf) ลงตามแรงโน้มถ่วงของโลก (พานิชย์, 2537) ส่วนใบส้มโชกุนมีสีเขียวเข้มกว่าส้มเขียวหวาน ขนาดของใบเล็กกว่าส้มเขียวหวานเล็กน้อย มีกลิ่นหอมคล้ายส้มจีนและส้มพองแกน ผลของส้มโชกุนคล้ายส้มเขียวหวาน ส้มโชกุนที่ปลูกทางภาคเหนือสีผิวของผลเมื่อแก่เต็มที่จะมีสีเหลือง ส่วนใหญ่ที่ปลูกในจังหวัดยะลาและแถวภาคใต้จะมีสีไม่ต่างจากส้มเขียวหวานเท่าใดนัก เนื่องจากสภาพอากาศไม่หนาวเย็น เปลือกของส้มโชกุนบางและปอกง่าย ล่อน มีกลิ่นหอม เนื้อส้มจะมีลักษณะแน่นกว่าส้มเขียวหวาน ชานนึ่ม ซึ่งถือว่าเป็นส่วนดี น้ำส้มมีปริมาณมาก รสชาติของส้มโชกุนมีรสหวานอมเปรี้ยว จากการเปรียบเทียบผลในขนาดเดียวกัน ผลของส้มโชกุนจะมีน้ำหนักดีกว่าส้มเขียวหวาน ส่วนการติดผลส้มโชกุนมีอายุการเก็บเกี่ยวเท่ากับส้มเขียวหวาน คือ ประมาณ 8 เดือน ถึง 8 เดือนครึ่ง (พานิชย์, 2537) ในการปลูกด้วยกิ่งตอนจะเก็บผลผลิตได้ภายใน ปีที่ 3 ผลผลิตที่ได้ต่อต้นหนึ่งๆ นั้น จะน้อยกว่าส้มเขียวหวานประมาณ 10 % (เปรมปรี, 2538)

ส้มพันธุ์โอเชียน

ส้มพันธุ์โอเชียนเป็นสายพันธุ์ใหม่ซึ่งสวนส้มธนารได้ซื้อสิทธิบัตรพันธุ์มาจากอิสราเอล มีสีเหลือง ลูกใหญ่ เปลือกหนา คล้ายส้มเขียว รสชาดหวานอมเปรี้ยว ชางในนุ่ม และมีน้ำมาก ทำน้ำส้มคั้นได้มาก กลิ่นหอม ส้มสายพันธุ์นี้ทาง 'ธนาร' เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ธนาธรนัมเบอร์วัน (ธนาร # 1) (เปรมปรี. ม.ป.ป.)

ส้มจี๊ด

ส้มจี๊ดเป็นผลไม้รสเปรี้ยวที่คนไทยรู้จักกันมานานแต่ไม่เป็นที่นิยม ส้มจี๊ดมีชื่อสามัญว่า Calamondin ชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Citrus madurensis* Lour. โดยเชื่อว่าเกิดจากการผสมระหว่างคัมควอท (*Fortunella* spp.) กับกลุ่มของส้มเปลือกกล่อน Mandarin (*C. reticulata*) (Scora, 1988) ซึ่งอาจจะเหมือนกับ Orangquat ของ Jackson (1991) ที่เกิดจากการผสมของส้มทั้งสองกลุ่มนี้เช่นกัน

ส้มจี๊ด ปลูกมากในแถบบริเวณประเทศจีน ผลของส้มจี๊ดมีขนาดเล็กกว่ามะนาว จำนวนผลมีมากกว่ามะนาว แต่ละผลของส้มจี๊ดมี 2-3 เมล็ด ส่วนที่เป็นเปลือกบางกว่ามะนาว น้ำคั้นของส้มจี๊ดมีปริมาณกรดน้อยกว่าน้ำมะนาวเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณที่เท่ากัน แต่วิตามินซีของส้มจี๊ดมากกว่ามะนาว 10% ในต่างประเทศ เช่น มาเลเซีย สิงคโปร์ อินโดนีเซียและฟิลิปปินส์ มีการใช้แทนมะนาวกันอย่างกว้างขวาง ซึ่งในประเทศไทยมักปลูกเพื่อใช้เป็นไม้ประดับมากกว่า (ปลายปัก, 2540)

มะนาว

มะนาวเป็นไม้ผลยืนต้นขนาดเล็ก มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Citrus aurantifolia* Swingle อยู่ในวงศ์ Rutaceae มีชื่อสามัญว่า Lime เป็นพวกเดียวกับส้มต่างๆ เป็นพืชพื้นเมืองชนิดหนึ่งที่นิยมปลูกกันอย่างแพร่หลายมาช้านาน และเป็นที่รู้จักกันดีอยู่แล้วโดยทั่วไป

เนื่องจากคนไทยนิยมรับประทานอาหารที่มีรสเปรี้ยว ดังนั้นมะนาวจึงเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการปรุงอาหาร นอกจากใช้ปรุงอาหารแล้ว มะนาวยังเป็นเครื่องดื่มน้ำที่อุดมไปด้วยวิตามินซี ช่วยในการรักษาโรคต่างๆ และช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันให้ร่างกายอีกด้วย (สมศักดิ์, ม.ป.ป.)

คัมควอท

Kumquat (*Fortunella* spp.) มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทางเหนือของประเทศจีนและไต้หวัน จะมีความแตกต่างของโครงสร้างและสรีรวิทยาของระหว่าง genus *Fortunella* กับ *Citrus* ก่อนข้างมาก ซึ่ง Kumquat มีการปลูกเป็นการค้าครั้งแรกในจีนและประเทศฟิลิปปินส์ การผลิต Kumquat ใช้เพื่อรับประทานผลสดและทำลูกกวาด โดยลักษณะพิเศษ คือ รับประทานได้ทั้งผลและเปลือก ลำต้นมีการเจริญเติบโตในแนวตั้งตรง มีความแข็งแรงพอสมควร ใบเล็กคล้ายหอกจนถึงเป็นรูปไข่ ก้านใบมีขนาดใหญ่ Kumquat มักจะออกดอกช้ากว่าส้มสายพันธุ์อื่น Kumquat มักใช้ในการผสมข้ามกับพันธุ์อื่น เพราะลูกผสมที่ได้จะทนทานต่อความหนาวเย็นได้ดี

ในประเทศจีนจะเรียก Kumquat ว่า “gold orange” ในญี่ปุ่นเรียกผล Kumquat ที่มีลักษณะกลมว่า “kin kan หรือ kin kit” และเรียกผลที่มีลักษณะรูปไข่ว่า “kin kan” ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จะเรียกผลที่มีลักษณะกลมว่า “kin kuit หรือ kuit xu” และเรียกผลที่มีลักษณะเป็นรูปไข่ว่า “chu tsu หรือ chantu” ในประเทศบราซิลเรียกว่า “kumquats หรือ kunquat” (Morton, 1987)

รูปร่างของผลจะผันแปรไปตาม species จากรูปไข่ (Nagami ; *Fortunella margarita*) ไปจนถึงใบกลม (Meiwa ; *Fortunella crassifolia*, Marumi, *Fortunella japonica*) และขนาดของผลระหว่าง 2-3 เซนติเมตร เปลือกมีสีเหลืองทองจนถึงแดงอมส้ม มีต่อมน้ำมันเห็นได้ชัด มีกลิ่นหอม ส่วนของเปลือกชั้นกลางและเนื้อเยื่อ flavedo มีปริมาณของน้ำมัน Kumquat จะแตกต่างจากส้มอื่นๆ ตรงที่มีเพียง 3-5 carpels (กลีบผล) แต่ละกลีบผลจะมี 1-2 เมล็ด เมล็ดจะเล็กและใบแรกของต้นอ่อนจะมีสีเขียว (Davies and Albbriego, 1994) คนไทยส่วนใหญ่นิยมนำไปแปรรูปและใช้ปลูกเป็นไม้ประดับ (เปรมปรี, 2538)

ความแปรปรวนของจำนวนโครโมโซม

การเปลี่ยนแปลงโครโมโซม

การเปลี่ยนแปลงโยกย้ายโครโมโซม (chromosome manipulation) หรือการจัดรูปแบบใหม่ของโครโมโซม (chromosome remodeling) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงโยกย้ายโครโมโซม ด้วยเทคนิควิธีการใดก็ตาม เพื่อให้เกิดผลทางพันธุกรรมที่ต้องการ (Morris, 1983)

ผลทางพันธุกรรมที่อาจเกิดขึ้น ได้แก่

1. การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของยีน
2. การรวมตัวของยีนจากพืชที่แตกต่างกัน 2 ชนิด

3. การย้ายยีนหนึ่งยีนหรือมากกว่าจากพืชป่าที่มีความสัมพันธ์กับพืชปลูก

จำนวนโครโมโซม

โดยปกติแล้วในเซลล์ของพืชหรือสัตว์สปีชีส์เดียวกันจะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากันและโครโมโซมเหล่านี้มักจะอยู่เป็นคู่ๆ ซึ่งเราเรียกว่าอยู่ในสภาพดิพลอยด์ ($2n$) แต่ในหน่วยสืบพันธุ์นั้นจำนวนโครโมโซมจะลดลงครึ่งหนึ่ง ดังนั้นทำให้โครโมโซมอยู่ในสภาพแฮพลอยด์ (n) อย่างไรก็ตามการแปรปรวนของจำนวนโครโมโซมอาจเกิดขึ้นได้ในบางสปีชีส์เมื่อเกิดการแปรปรวนขึ้นแล้วย่อมทำให้มีความแตกต่างของลักษณะภายในสปีชีส์หนึ่งๆ ยิ่งกว่านั้นการแปรปรวนของจำนวนโครโมโซมอาจทำให้เกิดสปีชีส์ใหม่ขึ้นได้ ตัวอย่างเช่นนี้ ได้แก่ ข้าวสาลีซึ่งอยู่ในจีนัส *Triticum* เราจัดหมู่ของสปีชีส์ของข้าวสาลีได้ 3 หมู่ คือ ดิพลอยด์ เตตระพลอยด์ เฮกซะพลอยด์ หมู่เหล่านี้มีความแตกต่างกันในเรื่องของจำนวนโครโมโซม เช่น *T. monococcum* มี 14 โครโมโซม ซึ่งจัดเป็นพวกดิพลอยด์ ส่วน *T. durum* และ *T. vulgare* ซึ่งมีจำนวนโครโมโซม 28 และ 42 จัดเป็นข้าวสาลีพวกเตตระพลอยด์และเฮกซะพลอยด์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการที่โครโมโซมซึ่งรวมตัวกันเป็นข้าวสาลีหมู่ดังกล่าวนี้มาจากแหล่งต่างๆกัน นอกจากนั้นสิ่งมีชีวิตภายในสปีชีส์เดียวกัน จำนวนโครโมโซมอาจต่างกันก็ได้ เช่น ในกรณีของผึ้งนางพญาและผึ้งงานต่างก็มี 32 โครโมโซม แต่ผึ้งตัวผู้มี 16 โครโมโซม (ไพศาล, 2535)

การเกิดโพลีพลอยด์

โพลีพลอยด์อาจเกิดขึ้นได้ทั้งจากธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น การเกิดโพลีพลอยด์เกิดได้จากกลไกดังต่อไปนี้

1. เกิดจากการแบ่งเซลล์ในไมโทซิสผิดปกติ โดยอาจเกิดจากเซลล์ร่างกายหรือเกิดในช่วงของการแบ่งเซลล์สืบพันธุ์ ทำให้จำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า
2. เกิดจากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสผิดปกติ ทำให้ได้เซลล์สืบพันธุ์ที่ไม่มีการลดจำนวนโครโมโซมลงครึ่งหนึ่งในไมโอซิส 1 (unreduced gamete) ทำให้ได้เซลล์สืบพันธุ์ที่เป็น $2n$
3. เกิดจากการที่ไข่ถูกผสมโดยสเปิร์มมากกว่า 1 ตัว หรือเมื่อเกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสผิดปกติในเกสรตัวผู้ (ประดิษฐ์, 2541)

ชนิดของโพลีพลอยด์

การที่พืชอาจมีโครโมโซมมากหรือน้อยกว่าสภาพปกติ สภาพดังกล่าวนี้เรียกว่าโพลีพลอยด์ ซึ่งโพลีพลอยด์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. อนุพลอยด์ (Aneuploid) หมายถึง พืชที่มีจำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้นหรือลดลงไม่เป็นจำนวนเท่าของ basic chromosome number (n) เช่น $2n-1$, $2n+1$, $2n-2$ เป็นต้น

2. ยูพลอยด์ (Euploid) หมายถึง พืชที่มีจำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้นหรือลดลงเป็นจำนวนเท่าของ basic chromosome number เช่น n , $3n$, $4n$ เป็นต้น ยูพลอยด์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ (ก) ออโตโพลีพลอยด์ (Autopolyploid) คือ จำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนเท่าของ basic chromosome number นั้นเป็นชุดเดียวกันกับที่มีอยู่เดิม (ข) อัลโลโพลีพลอยด์ (Allopolyploid) คือ จำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนเท่าของ basic chromosome number นั้นเป็นคนละชุดกับที่มีอยู่เดิม (วิทยา, 2527ก)

(ก) ออโตโพลีพลอยด์ (autopolyploid) คือกลุ่มของสิ่งที่มีชีวิตที่เกิดจากสิ่งที่มีชีวิตชนิดเดียวกัน จึงมีชุดของโครโมโซมที่มีจีโนมเดียวกัน ดังเช่น ในกล้วยหอม ซึ่งเป็นทริพลอยด์มีชุดของจีโนมเป็น AAA เกิดจากกล้วยป่าที่มีจีโนมเป็น AA เป็นต้น พืชที่เป็นออโตโพลีพลอยด์ นอกจากกล้วยแล้วยังมี มะเขือเทศ ข้าวโพด ลำไย กาแฟ ถั่วลิสง และมอส เป็นต้น

(ข) อัลโลโพลีพลอยด์ (allopolyploid) คือกลุ่มของสิ่งที่มีชีวิตที่มีโครโมโซมหลายชุดและเกิดจากลูกผสมระหว่างชนิดหรือระหว่างสกุลกัน จึงทำให้มีจีโนมต่างกัน ดังเช่น กล้วยน้ำว้าที่เป็นทริพลอยด์มีชุดของโครโมโซมหรือจีโนมเป็น ABB เพราะเกิดจากกล้วยป่าที่มีจีโนม AA และกล้วยป่าตานีที่มีจีโนมเป็น BB นอกจากนี้ยังมียาสูบ มันฝรั่ง และกาแฟ เป็นต้น (ประดิษฐ์, 2541)

รูปร่างลักษณะโดยทั่วไปของโพลีพลอยด์

พืชโพลีพลอยด์จะมีรูปร่างลักษณะแตกต่างจากพืชพวกดิพลอยด์หลายประการ ขึ้นอยู่กับชนิดของโพลีพลอยด์โดยทั่วไปรูปร่างลักษณะของโพลีพลอยด์เมื่อเทียบกับลักษณะดิพลอยด์จะมีลักษณะดังนี้

1. ยูพลอยด์ใบจะหนาและใหญ่กว่าแต่อนุพลอยด์ใบจะบางและเล็กกว่า
2. ยูพลอยด์จะมีปากใบกว้างกว่าแต่อนุพลอยด์ปากใบจะเล็กกว่า
3. ยูพลอยด์จะมีดอกใหญ่และเข้มกว่าแต่อนุพลอยด์จะมีดอกเล็กและสีจางกว่า
4. ยูพลอยด์ผลจะมีขนาดใหญ่กว่าแต่อนุพลอยด์ผลจะมีขนาดเล็กกว่า
5. โพลีพลอยด์โดยทั่วไปต้นจะแข็งแรงกว่าดิพลอยด์ยกเว้นพวกโมโนโซมิก (monosomic) และนัลลิโซมิก (nullisomic) ซึ่งต้นจะอ่อนแอกว่าดิพลอยด์

6. อายุการเก็บเกี่ยวช้ากว่าเช่น ดิพลอยด์อาจเป็นพืชปีเดียวแต่เมื่อเป็นโพลีพลอยด์อาจจะเป็นพืชหลายปี

7. ละอองเกสรใหญ่กว่าปกติ

8. มีความเป็นหมันมากกว่าทั้งนี้เนื่องจากความไม่สมดุลของโครโมโซมเมื่อเกิดการเข้าคู่ (synapse) กัน หรือไม่ก็เนื่องมาจากละอองเกสรตัวผู้ที่มีขนาดใหญ่เคลื่อนที่ได้ช้าเกสรตัวเมียแห้งตายไปก่อนได้รับการผสม

9. สำหรับพืชบางชนิดที่มีจำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้นเป็นสองหรือมากกว่าสองเท่าของจำนวนเดิม (โพลีพลอยด์) นั้นพบว่า จะมีลักษณะลำต้นและใบที่มีสีเขียวและขนาดใหญ่กว่าต้นพืชดิพลอยด์ ถ้าเป็นพืชประดับดอกดอกจะใหญ่และมีสีเข้มขึ้น ถ้าเป็นพืชกินเมล็ดโดยมากฝักจะเล็กกว่าดิพลอยด์และโดยทั่วไปแล้วต้นโพลีพลอยด์จะมีขนาดต้นใหญ่และเจริญเติบโตช้ากว่าต้นดิพลอยด์ อีกทั้งระยะการออกดอกติดผลก็ยาวนานกว่าด้วย

อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปเมื่อพืชมีจำนวนโครโมโซมเพิ่มมากขึ้นกว่าปกติ มักจะมีขนาดและรูปร่างต่างๆ ใหญ่กว่าและเด่นชัดกว่าพืชดิพลอยด์ ในทางตรงกันข้ามพืชที่มีจำนวนโครโมโซมน้อยกว่าปกติมักจะมี ขนาด รูปร่าง และลักษณะเล็กกว่าและเด่นชัดน้อยกว่าพืชพวกโพลีพลอยด์อย่างใดก็ได้ พืชพวกที่มีโครโมโซมมากหรือน้อยกว่าปกติ จะแสดงความเป็นหมันมากกว่าพืชดิพลอยด์ (เบญจมาศ, 2545)

วิธีการทำให้เกิดโพลีพลอยด์

การเกิดโพลีพลอยด์อาจเกิดขึ้นได้ 2 ทาง คือ เกิดขึ้นเองในธรรมชาติ (natural polyploidy) หรือ เกิดโดยมนุษย์ทำขึ้นมา (artificial or induce polyploidy) เช่น การใช้สารเคมี (วิทยา, 2527ข)

1. การเกิดตามธรรมชาติ ป्राकृतिक चरमता เช่น ฟาร้อง ฟาผ่า พายุ สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจำนวนและรูปร่างของโครโมโซมได้ ซึ่งพบว่ามีพืชโพลีพลอยด์ใน Angiosperm มาตั้งแต่โบราณกาล โพลีพลอยด์ที่พบมีทั้งออโดโพลีพลอยด์และอัลโลโพลีพลอยด์ ดังเช่น กล้วยหอม AAA เกิดมาจากกล้วยป่าที่มีพื้นที่แถบมาเลเซีย กล้วยเหล่านี้มีบรรพบุรุษมาจากกล้วยป่า *Musa acuminata Colla* ซึ่งมีจีโนม AA ส่วนกล้วยที่เป็นอัลโลโพลีพลอยด์ ดังเช่น กล้วยกล้วย (AAB) กล้วยน้ำว้า (ABB) กล้วยหักมุก (ABB) กล้วยเทพรส (ABBB) เกิดโพลีพลอยด์ หลังจากการเกิดการผสมของกล้วยป่า *M. acuminata Colla* มีจีโนม AA กับกล้วยตานี *M. balbisiana Colla* จีโนม BB ซึ่งอยู่แถบอินเดีย และต่อมาได้มีการเคลื่อนย้ายไปปลูกในประเทศต่างๆ การที่กล้วยที่เป็นโพลีพลอยด์สามารถมีชีวิตอยู่ได้นี้ ส่วนใหญ่เพราะพืชดังกล่าวสามารถ

ขยายพันธุ์แบบไม่ใช้เพศ ดังเช่น ในกล้วยมีการแยกหน่อไปปลูกได้ จึงทำให้มีการกระจายพันธุ์ไปยังที่ต่าง ๆ ในเวลาต่อมา (เบญจมาศ, 2549)

2. การสร้างขึ้นของมนุษย์สามารถทำให้สิ่งที่มีชีวิตมีจำนวนโครโมโซมได้หลายชุดด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

2.1 การใช้ความร้อนสูงอย่างรวดเร็ว ส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นได้กับพืชที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย

2.2 การใช้รังสี รังสีสามารถทำให้เกิดการกลายพันธุ์ในสิ่งที่มีชีวิตได้ ซึ่งบางครั้งอาจเกิดโพลีพลอยด์ ได้เช่นกัน

2.3 การใช้สารเคมี เป็นวิธีที่ใช้กันมาก เนื่องจากการที่สารเคมีบางชนิดสามารถเข้าแทนที่เบสในดีเอ็นเอ เช่น 5-BU (แทนที่thymine) , 2-AP (แทนที่adenine) ทำให้การจับคู่ของเบสไม่เป็นไปตามปกติ ทำให้ข้อความพันธุกรรมเปลี่ยนไป หรือสารเคมีบางชนิดทำให้เกิดโครโมโซมแตกหักได้ เช่น จากการศึกษาการปรับปรุงพันธุ์พืชโดยวิธีชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ด้วยสารโคลชิซิน ในข้าวโพดหวาน ผักกาดขาวปลี คื่นช่าย และหอมแดง ผลปรากฏว่าสารโคลชิซินไม่สามารถชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ที่มีลักษณะดีเด่นกว่าพันธุ์เดิมในข้าวโพดหวาน และผักกาดขาวปลี แต่สามารถชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ที่มีลักษณะดีเด่นได้ในผักคื่นช่ายและหอมแดง (จักรกฤษณ์, 2545)

สารเคมีที่นิยมใช้กันมากได้แก่ โคลชิซิน (colchicine) นอกจากนี้ยังมีไนตรัสออกไซด์ (nitrous oxide) Oryzalin Amiprophos methyl และ Podophylin วิธีการใช้สารเคมี

2.3.1 การแช่เมล็ด ทำการแช่เมล็ดลงในสารละลายที่มีความเข้มข้นและระยะเวลาที่พอเหมาะ หลังจากนั้นทำการล้างน้ำ แล้วนำไปเพาะ

2.3.2 ใช้กับต้นพืชโดยตรง ต้นพืชที่ใช้ ใช้ได้ตั้งแต่ต้นกล้า หมายถึง ต้นเล็กที่เกิดจากการเพาะเมล็ด หรือที่กิ่ง หรือส่วนที่กำลังเจริญ มีจุดเจริญ เช่น ปลายยอด หยอดสารละลายที่มีความเข้มข้นที่พอเหมาะลงที่ยอดที่มีใบอ่อนอยู่ประมาณ 2-3 ใบ แต่สารละลายนั้นอาจจะไหลลงไปได้ จึงควรผสมกับน้ำยาจับใบด้วย และถ้าจะให้ดี ควรนำสำลีป้อนเป็นก้อนขนาดเล็ก ๆ วางที่จุดที่จะหยอดสารละลาย แล้วหยอดสารละลายบนสำลี ให้สารละลายค่อย ๆ ซึมผ่านสำลีลงไปที่ยอด

2.3.3 ใช้กับต้นอ่อนของพืชในสภาพปลอดเชื้อ หรือในสภาพการเลี้ยงเนื้อเยื่อ ให้นำต้นอ่อนของพืชคัดส่วนปลายออก นำมาแช่ในสารละลาย ซึ่งอยู่ในสภาพปลอดเชื้อ ระยะเวลาในการแช่จะต้องทำการศึกษาก่อนเพื่อให้ได้เวลาที่พอเหมาะ แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นในตู้ที่ปลอดเชื้อ แล้วนำไปเลี้ยงในอาหารสูตรเดิมต่อไป การที่พืชจะเกิดเป็นโพลีพลอยด์

หรือไม่ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น ระยะเวลา หรือความถี่ในการให้สารเคมีนั้น ๆ โพลีพลอยด์ของคำลิง ทำให้ได้โดยการให้สารโคลชิซินที่ความเข้มข้น 0.4% แช่เมล็ด หรือ ถ้าหยอดที่ยอดให้สารโคลชิซินที่ความเข้มข้น 0.4% เช่นกัน หยคหลาย ๆ ครั้ง ในกล้วยที่อยู่ในสภาพเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ พบว่าให้โคลชิซินที่ความเข้มข้น 1% แช่ต้นนาน 5-7 ชั่วโมงและให้สารละลายออริซาลิน (Oryzalin) ที่ความเข้มข้น 45 ไมโครโมล นาน 2-5 ชั่วโมง จะได้ต้นที่เป็นเตตระพลอยด์ (4x) (อดิศร, 2533)

ผลของโพลีพลอยด์

ปกติการเกิดโพลีพลอยด์ในธรรมชาติมักเกิดร่วมกับการเกิดการผสมพันธุ์ระหว่างชนิด สายพันธุ์ หรืออาจจะต่างสกุล ดังนั้นรูปร่างจึงขึ้นอยู่กับจีโนไทป์ (genotype) ของบรรพบุรุษ การเกิดโพลีพลอยด์อาจจะมิตั้งสิ่งที่ดีและไม่ดีก็ได้ ดังนี้

1. เพิ่มขนาดของเซลล์เนื้อเยื่อเจริญ เซลล์มีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้อวัยวะหรือส่วนต่าง ๆ ของพืชมีขนาดใหญ่ขึ้นด้วย ดังเช่น ขนาดของใบ สำหรับเซลล์ที่ใช้วัดได้อย่างชัดเจนได้แก่ขนาดของ guard cell ของปากใบ (stomata) ซึ่งจะเป็นตัวชี้ได้ว่าพืชนั้น ๆ เป็นโพลีพลอยด์หรือไม่ นอกจากนี้ขนาดของ pollen ก็สามารถชี้ชัดได้เช่นกัน

2. มีการเปลี่ยนแปลงอัตราการเจริญเติบโต ปกติแล้วอัตราการเจริญของออโตโพลีพลอยด์จะช้ากว่าดิพลอยด์ จึงทำให้การเกิดดอกเกิดช่ การแตกกิ่งก้านน้อยลง บางครั้ง ผลมีขนาดเล็กลง กิ่งก้านและการแตกหน่อลดลง ดังเช่น กล้วยเบพ ซึ่งเกิดจากการให้สารออริซาลิน พบว่า ต้นมีขนาดเล็กลงมาก มีการเกิดใบช้า ไม่ค่อยมีการแตกหน่อ

3. รูปร่างของอวัยวะต่าง ๆ ของพืช เนื่องจากพืชมีการเพิ่มขนาดของเซลล์ มีการเจริญเติบโตที่ช้า อาจทำให้รูปร่างเปลี่ยนแปลง ใบมีความหนามากขึ้น กว้างขึ้น เช่นในกล้วยเบพ คำลิง ผักบุ้ง ข้าวโพด บางชนิดการเกิดลักษณะเหล่านี้ทำให้พืชมีความแข็งแรงขึ้น แต่ในพืชบางชนิดอาจลดลง เช่นในต้นกล้วย ต้นที่เป็นโพลีพลอยด์มีความแข็งแรงขึ้น ดังเช่น กล้วยหอมซึ่งเป็นโพลีพลอยด์จะแข็งแรงกว่ากล้วยไข่และกล้วยเล็บมือนางซึ่งเป็นดิพลอยด์ แต่ในกล้วยหอมมีโอกาสฉีกขาดมากกว่ากล้วยไข่

4. จำนวนละอองเกสรน้อยลง เกิดความเป็นหมันมากขึ้นทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย ดังนั้น ต้นที่เป็นโพลีพลอยด์จึงมักจะเป็นหมัน เช่น แดงโม กล้วย

5. เกิดการผสมกันเองภายในชนิดเดียวกันไม่ได้ (self-incompatible) ถ้าหากต้นโพลีพลอยด์นั้นเกิดจากพ่อแม่ที่เป็นหมัน ผสมตัวเองไม่ได้ ลูกที่เป็นโพลีพลอยด์จะมีโอกาสเป็นหมันสูงขึ้น หรือเรียกว่าเกิดสิ่งกีดขวางของยีน (genetic barrier) ในพวกที่เป็นออโตโพลีพลอยด์

ที่ไม่สามารถผสมกันเองได้ ทั้งนี้เนื่องจากการแบ่งเซลล์ไม่ปกติ ทำให้เกิดการเป็นหมันสูง เช่น คะน้า ผักกาดหัว พืชเนื้ หอม (เบญจมาศ, 2549)

การปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีโพลีพลอยด์

สารโคลชิซีน (Colchicine)

ในปี ค.ศ. 1930 มีนักวิทยาศาสตร์หลายท่านได้ค้นพบสารเคมีที่ใช้ในการเพิ่มจำนวนโครโมโซมในระหว่างการแบ่งตัวแบบไมโทซิส สารเคมีนี้เป็นผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติสกัดได้จากพืชที่มีชื่อว่า Autumn crocus (*Colchicum autumnale* L.) เรียกสารนี้ว่า โคลชิซีน (colchicine) มีสูตรโครงสร้าง $C_{22}H_{25}NO_6$ (ศิริพร, 2527)

นักวิทยาศาสตร์พบว่า เมื่อสารละลายนี้แตะถูกเซลล์ของพืชขณะที่กำลังแบ่งตัว จะป้องกันการเกิดสายสปินเดอร์ไฟเบอร์ (spinder fiber) ซึ่งทำให้ไม่มีการแบ่งจำนวนโครโมโซมออกเป็น 2 ส่วนเท่ากัน ในขบวนการแบ่งตัวแบบไมโทซิสโคลชิซีนจะเข้าไปเชื่อมต่อ (bine) กับโปรตีนทูบูลิน (tubulin) และป้องกันไม่ให้โปรตีนนั้นรวมตัวกันเป็นสายสปินเดอร์ไฟเบอร์ เมื่อไม่มีสายสปินเดอร์ไฟเบอร์เกิดขึ้นเป็นผลให้ไม่มีผนังกันเซลล์ (cell plate) เกิดขึ้น ดังนั้นโครโมโซมเดิมและโครโมโซมที่เพิ่มขึ้นอีกเท่าตัวก็จะอยู่ในเซลล์เดียวกันทำให้เซลล์ดิพลอยด์กลายเป็นเซลล์เตตระพลอยด์ (Morris, 1983) โคลชิซีนมีคุณสมบัติพิเศษในการละลายน้ำได้อย่างดี และมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะของเซลล์พืชได้แม้ใช้ในระดัความเข้มข้นต่ำ (Sharma and Sharma, 1980)

วิทยา (2527ก) ได้กล่าวถึง ข้อควรพิจารณาในการใช้โคลชิซีน ดังนี้

1. โคลชิซีนไม่ว่าจะใช้ในรูปใดก็ตามจะต้องพยายามให้สารนี้แทรกซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อเจริญ (meristematic tissues) ให้ได้จึงสามารถแสดงผลได้ ถ้าหากโคลชิซีนไม่สามารถแทรกซึมเข้าไปถึงเนื้อเยื่อเจริญได้ การใช้โคลชิซีนก็จะไม่เกิดผลแต่อย่างใด
2. การใช้สารโคลชิซีนจะต้องใช้กับเนื้อเยื่อหรือเซลล์ที่กำลังเจริญเติบโตและสมบูรณ์เท่านั้นจึงจะสามารถแสดงผลได้ การใช้สารโคลชิซีนกับเนื้อเยื่อหรือเซลล์ที่เป็นหมันหรืออยู่ในระยะพักตัวจะไม่ได้ผล
3. สภาพแวดล้อมจะต้องเหมาะสม สภาพแวดล้อมดังกล่าวได้แก่ อุณหภูมิ แสงสว่าง ความชื้น เป็นต้น
4. ระยะเวลาและความยาวนานของการให้สาร จะใช้ระยะเวลานานเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับชีพจักร (cycle) ของการแบ่งตัวของเซลล์ของพืชที่ทำการให้สาร ระยะเวลาที่ทำการให้สารสั้นน้อยเกินไปโคลชิซีนที่ใช้อาจจะไม่ได้ผล แต่ถ้านานเกินไปโคลชิซีนจะแสดงผลมากเกินไป

พืชที่ได้จากการให้สาร จะมีจำนวนโครโมโซมมากเกินไปเกินระดับที่ต้องการ โดยทั่วไประยะเวลาที่ใช้ประมาณ 1-24 ชั่วโมง

5. ความเข้มข้นที่ใช้ต้องอยู่ในระดับที่พอเหมาะ ถ้าหากเจือจางเกินไปโคลชิซินจะไม่สามารถแสดงผลได้ แต่ถ้าเข้มข้นเกินไปโคลชิซินจะแสดงผลมากเกินไปต้องการ โดยปกติความเข้มข้นที่ใช้ได้ผลประมาณ 0.06-1.00%

จักรกฤษณ์ (2545) ได้ทำการทดลองใช้สารโคลชิซินในผักคะน้าและหอมแดง พบว่า สามารถชักนำให้ผักคะน้าเกิดการกลายพันธุ์ได้สำเร็จโดยใช้สาร โคลชิซินที่ความเข้มข้น 0.5% แช่เมล็ดนาน 24 ชั่วโมง จะได้ต้นโพลีพลอยด์ ที่มีลักษณะดีเด่นกว่าต้นปกติ (diploid) ที่ไม่แช่สารโคลชิซิน คือ ใบจะมีสีเขียวเข้มกว่า ขนาดใบใหญ่กว่า จำนวนใบต่อต้นมากกว่าปกติ และออกดอกช้ากว่าปกติแต่สามารถติดเมล็ดได้ จากผลการทดลองในหอมแดง ผลปรากฏว่า หอมแดง ที่ถูกฉีดด้วยโคลชิซินความเข้มข้น 0.5% สองครั้งติดต่อกันแต่ฉีดคนละวัน จะให้ต้นคล้ายต้นโพลีพลอยด์ ที่มีลักษณะแตกต่างจากต้นปกติที่ไม่ฉีดสาร โคลชิซินเลย กล่าวคือ ต้นโพลีพลอยด์ จะมีใบสีเขียวเข้มกว่า ขนาดหัวสะสมอาหารและใบใหญ่กว่า จากการตรวจ นับจำนวนโครโมโซม ต้นปกติ พบว่า $2n = 2x = 16$ และต้น Polyploid $2n = 4x = 32$

ธารทิพย์ (ม.ป.ป.) นำส่วนโคนและยอดของต้นดาหลาขนาด 1.5 ซม. แช่ในสารละลายโคลชิซินความเข้มข้น 0.01, 0.025, 0.05, 0.075, 0.10, 0.125, 0.15, 0.175 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง พบว่าลักษณะการเจริญเติบโตระหว่างต้นปกติและต้นที่แช่สารละลายโคลชิซินของดาหลาจะแตกต่างกัน ต้นที่แช่สารละลายโคลชิซินทุกความเข้มข้นจะมีลำต้นอ้วน เตี้ย ใบหนากว้างและตั้ง รากอ้วนเขียว การแตกหน่อและจำนวนใบจะน้อยกว่าต้นปกติ

วรวิมล (2542) ได้ทำการชักนำต้นบัวบกชนิดดิพลอยด์ให้เป็นต้นโพลีพลอยด์โดยใช้โคลชิซินและทำการทดลองชักนำ 2 วิธี คือ วิธีแรก ใช้สารละลายโคลชิซิน 1-2% วางลงบนต้นอ่อน วิธีที่สองโดยผสมโคลชิซิน 1-2% กับวุ้นแล้ววางลงบนปลายยอดของต้นอ่อน พบว่า การใช้สารละลายโคลชิซิน 2% วางบนต้นอ่อน สามารถชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ ดีที่สุดในขณะที่การใช้วุ้นผสมโคลชิซินไม่ว่าจะเป็น 1 หรือ 2% ให้ผลการชักนำไม่ต่างกันต้นโพลีพลอยด์ที่เกิดขึ้นแสดงลักษณะแตกต่างจากต้นดิพลอยด์ จำนวนคลอโรพลาสต์ในเซลล์คุมและจำนวนโครโมโซมในเซลล์ของต้นโพลีพลอยด์สูงกว่าต้นดิพลอยด์

ณัฐฐ และคณะ (2548) ทำการศึกษาผลของโคลชิซินต่อขนาดและจำนวนปากใบของฝ้าย พบว่า ต้นฝ้ายที่ผ่านการแช่เมล็ดในสารละลายโคลชิซินที่ความเข้มข้น 0.1% เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และที่แช่ในสารละลายความเข้มข้น 0.5% ที่เวลา 24 ชั่วโมง บางต้นมีขนาดของปากใบใหญ่ขึ้นและมีจำนวนปากใบต่อพื้นที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดฝ้ายที่แช่ในสารละลายโคลชิซินที่ความเข้มข้น 0 % (control) สำหรับเมล็ดฝ้ายที่แช่ในสารละลายโคลชิซินที่ความเข้มข้น 0.10 และ 0.50 % เป็นเวลา 36 ชั่วโมง ส่วนใหญ่มีการเพิ่มขนาดของปากใบและมีการลดลงของจำนวนปากใบต่อพื้นที่

สารไตรฟลูราลิน (Trifluralin)

Trifluralin (α, α, α - trifluoro - 2, 6 dinitro - *N* - dipropyl - *P* - toluidine) เป็นสารในกลุ่ม Dinitroanilide เป็นสารควบคุมวัชพืช (Danielson, 1968) การศึกษาทางเซลล์วิทยา ซึ่งทำโดย Jackson and Steller (1973) พบว่าเซลล์ที่อยู่ในเอนโดสเปิร์มของ African blood lily คือ *Haemanthus Katherinae* ได้รับไตรฟลูราลินความเข้มข้น 50 ส่วนต่อพันล้านในระยะเวลาอันสั้น (15-20 ชั่วโมง) มีจำนวนไมโครทิวบูลลดลง โดยเฉพาะเซลล์เพลทที่อยู่ตรงบริเวณกึ่งกลางเซลล์และได้รายงานว่าเอนโดพลาสมิก เรติคิวลัมจะขาดหายไปจากเซลล์ในเอนโดสเปิร์มซึ่งได้รับสารและทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสัณฐานวิทยาของพลาสติดและไมโทคอนเดรียสำหรับไตรฟลูราลินและอริซาทินที่มีความเข้มข้น 10 ไมโครโมลาร์ มีผลต่อเซลล์ที่อยู่ปลายรากของต้นข้าวโพดและข้าวสาลีขณะที่กำลังงอก การศึกษาโครงสร้างภายในเซลล์แสดงให้เห็นสปีนเดิล ไมโครทิวบูลและเซลล์เพลทที่อยู่ตรงกลางของเซลล์จะสูญหายไปเมื่อใช้สารเคมีไปแล้ว 3 ชั่วโมง ขณะที่ไมโครทิวบูลใน cortex มีอายุยาวนานกว่าโครโมโซมที่อยู่ในเซลล์ระยะเทโลเฟสจะหยุดและแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ที่แตกต่างกันและไปอยู่คนละข้างของเซลล์ที่อยู่ในเซลล์เดียวกันและไมโครทิวบูลในบริเวณภายในที่อยู่ระหว่างโครโมโซมลูก (daughter chromosome) อัตราการสูญเสียของ ไมโครทิวบูลขึ้นอยู่กับชนิดสารเคมีและความยาวนานของระยะเวลาซึ่งได้รับสารเคมี ในรากของต้นกล้าข้าวสาลีจะพบว่า มีเอนโดพลาสมิก เรติคิวลัมอยู่ภายในแต่มีอาการพองขณะที่สัณฐานของไมโทคอนเดรียและพลาสติดมีอาการปกติ

Amato et al. (1965) มีรายงานว่า ไตรฟลูราลินจะขัดขวางการแบ่งไซโทพลาสซึมในเซลล์ของรากข้าวโพดและฝ้าย Bayer et al. (1967) พบว่าไตรฟลูราลินมีผลทำให้กระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในเซลล์รากหอมผิดปกติ Lignowski and Scott (1971) มีรายงานว่า การใช้สารไตรฟลูราลินกับหอมและข้าวสาลี มีผลทำให้รากของต้นหอมและข้าวสาลีมีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งคล้ายกับวิธีการใช้โคลชิซิน Kiermayer (1972) พบว่าใน *Micrasterias denticulata* เมื่อให้

สารไตรฟลูราลินทำให้ตำแหน่งของ นิวเคลียสมีลักษณะผิดปกติไป โดยเขาให้เหตุผลว่า สารไตรฟลูราลินมีผลทำให้ไมโครทิวบูลเกิดความไม่เป็นระเบียบหรือขาดหายไป

รูปแบบการเพิ่มจำนวนโครโมโซม มีการผลิตขึ้นในคัมควอทสายพันธุ์ฮ่องกง (*Fortunella hindsii* (Champ) Swing) พืชชนิดแรกที่ยอมรับว่าเป็นเตตระพลอยด์ (4x) (Lonley, 1925) แต่จากการศึกษาพบว่ามันเป็นดิพลอยด์ (Swingle and Reece, 1967) มีการเกิดเตตระพลอยด์ ขึ้นเองตามธรรมชาติมากมาย ใน *Citrus* และ *Poncirus* หลังจากที่ทำกรจำแนก (Barrett and Hutchison, 1978) ทริพลอยด์มีการเกิดในไซโกติกของลูกจากพ่อแม่ที่เป็นดิพลอยด์ (Geraci, et al. 1975) อนุพลอยด์ ก็มีรายงานบ้าง แต่น้อยมากที่ทำให้ ploidy levels ที่สูงขึ้น (Esen and Soost, 1972) การเปลี่ยนแปลง ploidy levels ในส้มมีผลต่อขนาด ความแข็งแรงของต้น (Gmitter, et al. 1991) ส่วนใหญ่ เตตระพลอยด์ที่เกิดขึ้นเองในธรรมชาติได้มาจากต้นกล้าที่พัฒนามาจากเนื้อเยื่อนิวเคลียส ในการผสมและความหลากหลายของการศึกษา มีการเกิดขึ้นบ่อยในการผลิตต้นกล้าดิพลอยด์ และ เมล็ดจากผลที่เป็นดิพลอยด์จะแสดงการเพิ่มเป็นเท่าตัวของชุดโครโมโซม เกิดขึ้นในไข่หรือรังไข่ จากการศึกษเตตระพลอยด์ของ Barrett and Hutchison (1978) พบว่า มีเมล็ดเล็ก ความถี่สูงสุด 25 % แต่ความถี่น้อยที่สุด คือ 3% Barrett and Hutchison (1982) ได้รวมความถี่ในการควบคุม ลักษณะการเพิ่มของจำนวนชุดโครโมโซม แต่ต้องมีการปรับปรุงปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมและ สรีรวิทยาซึ่งแสดงให้เห็นความเป็นไปได้ในการค้นพบนิวเคลล่าเตตระพลอยด์จากพันธุ์ต่างๆ ที่ สร้างลูกผสมเตตระพลอยด์จากการผสมพ่อแม่ที่เป็นดิพลอยด์ หาได้ยากมาก ลูกผสมเตตระพลอยด์ ที่ได้มานั้นมีความถี่สูงอย่างไม่คาดคิดมาก่อนว่าได้เมล็ดจากพ่อแม่ที่เป็นโมโนเอ็มบริโอนิก ดิพลอยด์ (monoembryonic diploid) ผสมกับพ่อแม่ที่มีละอองเกสรเป็นเตตระพลอยด์

ในส้มพบลักษณะของโพลีพลอยด์ที่เป็นที่สนใจของนักปรับปรุงพันธุ์ คือ ลักษณะของ ทริพลอยด์ (3x) ที่ทำให้ส้มไม่มีเมล็ด ซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาด ไม่ว่าจะเป็นการ บริโภคสดหรือการแปรรูป รวมทั้งลดการดูดซึมธาตุอาหารบางชนิดจากดิน ในธรรมชาติพันธุ์ส้ม ไม่มีเมล็ดก็สามารถเกิดขึ้นได้เองจากส้มบางสายพันธุ์ที่มีเมล็ดที่เล็ก 1/6-1/3 หรือ 0.3-0.4 เท่าของ เมล็ดปกติ ต้นส้มที่ได้จากเมล็ดเหล่านี้ บางต้นจะมีโครโมโซม 3 ชุด (ปกติจะมี 2 ชุด) จากการ ผิดปกตินี้จะทำให้ต้นส้มไม่สามารถสร้างเมล็ดภายในผลได้ ซึ่งเกิดจากการไม่มีการแบ่งเซลล์แบบ ไมโอซิส ระยะที่ 2 ในรังไข่หรือเกิดจากความล่าช้าในการผสมระหว่างเชื้อตัวผู้กับไข่ในรังไข่ ทำให้มีการเพิ่มจำนวนไข่จาก 1 เป็น 2 ฟอง (ระยะเวลาหลังการถ่ายละอองเกสรจนเกิดการผสม จะใช้ เวลา 2 วันถึง 4 สัปดาห์ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และสภาพแวดล้อม เมล็ดมีขนาดเล็กกว่าปกติเพราะการ พัฒนาและการสิ้นสุดการพัฒนาเป็นไปอย่างรวดเร็ว ของเมล็ดที่มีโครโมโซมของคัพภะ 3 ชุดต่อ โครโมโซมของแหล่งอาหารเลี้ยงต้นอ่อน (endosperms) ที่มี 5 ชุด (ปกติจะมี 2 ชุดต่อ 3 ชุด)

ต้นกล้าที่ได้จากเมล็ดที่มีขนาดเล็กนี้จะอ่อนแอและตายได้ง่ายในธรรมชาติ แต่ถ้าสามารถรอดชีวิตอยู่ได้จะเจริญเติบโตให้ผลที่ไม่มีเมล็ดดังเช่นที่เกิดในมะนาว Tahiti และ Bearss (พิชิต, 2537ก)

ทรिพลอยด์จะมีความแข็งแรงของเอ็มบริโอ มากกว่าเตตระพลอยด์ ซึ่งแสดงให้เห็นลักษณะบางประการที่หลากหลายทางพันธุกรรมของลูกหลานที่เป็นทริพลอยด์สามารถนำไประบุได้ว่าเป็นพวกโพลีพลอยด์ได้ เช่น มีใบหนาและค่อนข้างกลม ซึ่งการวัดแสดงให้เห็นใบที่ใช้วัดทั้งรูปร่างและความหนาจะอยู่ระหว่าง $2x$ และ $4x$ ที่เป็นพ่อแม่ ในสภาพปลอดเชื้อในการเลี้ยงของทริพลอยด์ผลที่ได้จะมีน้อยมาก การติดผลน้อยและมีความหลากหลายสูงมากทริพลอยด์บางตัวมีการติดผลมากและให้ผลผลิตต่ำ แต่การไม่มีเมล็ดเป็นลักษณะพิเศษของบางสายพันธุ์ในดิพลอยด์ที่เป็นพ่อแม่ และแสดงออกในทริพลอยด์อย่างเด่นชัด (Soost and Roose, 1996)

การเกิดทริพลอยด์ที่เกิดตามธรรมชาติจะเป็นครั้งคราวในรุ่นลูกหลานที่ได้จากการผสมกันระหว่างดิพลอยด์กับดิพลอยด์ ที่แตกต่างกับ spontaneous tetraploid ที่ทั้งหมดจะเกิดได้จาก zygotic เท่านั้น ซึ่งทริพลอยด์สามารถทำได้จาก การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของเอนโดสเปิร์มและโดยการชักนำให้เกิดเอ็มบริโอจีเนซิส (embryogenesis) ให้เป็นแคลลัส (Gmitter *et al.*, 1990) เกิดทริพลอยด์สามารถผลิตได้โดยการผสมพันธุ์ของเตตระพลอยด์กับดิพลอยด์ แต่พบการเกิดขึ้นก่อนในเมล็ดต่ำ เมื่อเริ่มต้นทริพลอยด์โดยวิธีการทางเซลล์วิทยาที่สร้างต้นจากการผสมพันธุ์ของ diploid limequat โดยใช้ละอองเกสรของเตตระพลอยด์จากคัมควอท (*Fortunella hindsii*) (Longley, 1929)

ทริพลอยด์ซึ่งปกติเป็นหมัน เป็นลักษณะที่ดีสำหรับไม้ผลบางอย่าง และไม้ประดับซึ่งมีดอกบานทนอยู่ได้นานกว่าพวกดิพลอยด์กล้วยเป็นตัวอย่างที่ดีสำหรับผลไม้ไม่มีเมล็ดโดยธรรมชาติ และสามารถขยายพันธุ์ได้โดยการแยกหน่อ

ต้นแบบของการพัฒนาพันธุ์พืชไม่มีเมล็ด มาจากผลงานของ Kihara (1951) ซึ่งเริ่มพัฒนาแตงโมไม่มีเมล็ดมาตั้งแต่ปี 1939 โดยการผสมระหว่างแตงโม $4x$ และ $2x$ โดยใช้ $4x$ เป็นต้นแม่ ได้เมล็ดลูกผสม $3x$ ข้อจำกัดของการพัฒนาแตงโม $3x$ คือ เมล็ดลูกผสมมีความงอกต่ำ ต้องปลูกในเรือนเพาะชำ และย้ายต้นกล้าลงแปลงปลูก มีอายุเก็บเกี่ยวช้า ผลของลูกผสม มีขนาดและรูปร่างไม่สม่ำเสมอ แต่ทั้งหมดสามารถปรับปรุงได้ ด้วยการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ที่เหมาะสม ถ้าหากใช้พืช $2x$ เป็นต้นแม่ จะทำให้ได้เมล็ดที่ไม่มีเนื้อเมล็ด (empty seed) (กฤษฎา, 2528)

ผักกาดหวานเป็นพืชอีกชนิดหนึ่ง ที่ประสบผลสำเร็จเป็นอย่างมากในระดับ $3x$ เนื่องจากให้หัว (root) และมีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลสูงกว่าพืช $2x$ ผักกาดหวาน $3x$ เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ของประเทศรัสเซียและยุโรป การผลิตเมล็ด $3x$ ทำได้โดยใช้พืช $2x$ ที่เป็นหมันเนื่องจาก

ไซโตพลาสซึมและพืช 4x เป็นต้นพ่อแม่ให้ได้เมล็ด 3x จำนวนมาก ถ้าหากเป็นการผสมกับพืช 2x ปกติ ควรต้องใช้พืช 2x เป็นต้นพ่อแม่ (Kallou, 1988)

ในไม้ดอก เช่น ลิลลี่ (lily) พืช 3x จะให้ดอกโต บานทนนาน และออกดอกสม่ำเสมอตลอดปี (Brewbaker, 1964)

ฮอป (*Humulus lupulus* L.) เป็นพืชที่อยู่ได้หลายปี (perennial) และมีเพศแยกต้น (dioecious) กลีบเลี้ยงของดอก (bracteoles) มีคุณสมบัติพิเศษ คือ สามารถผลิต alpha acid ที่มีกลิ่นเฉพาะตัว ช่อดอก (cone) ใช้ในอุตสาหกรรมเบียร์ ช่อดอกที่ได้รับการผสมพันธุ์ จะมีขนาดโตกว่า และมี alpha acid สูงกว่าพวกไม่ได้ผสมพันธุ์ แต่ช่อดอกที่มีเมล็ด มักทำให้คุณภาพของฮอปลดลง จึงมีแนวคิดในการผลิตฮอป 3x โดยการผสมระหว่างต้นแม่ 4x กับ ต้นพ่อ 2x ได้ลูก 3x เป็นหมัน แต่ฮอปสามารถขยายพันธุ์ได้โดยใช้ลำต้นฮอป 3x ให้ผลผลิตสูงและคุณภาพดี ในกรณีที่มีฮอปปลูกอยู่ก่อนแล้ว เป็นพวก 2x การใช้ต้นพ่อ 3x สามารถทำให้ช่อดอก 2x โตขึ้นโดยไม่มีเมล็ด ให้ผลผลิตและคุณภาพของฮอปดีกว่าการใช้เพศผู้ 2x สำหรับแปลงฮอปที่ปลูกใหม่ ควรใช้ต้นแม่เป็น 3x และใช้ต้นพ่อ 2x ซึ่งจะให้ผลผลิตที่ดีกว่า (Hounold, 1975)

การผลิตพันธุ์ส้มที่มีลักษณะคล้ายเกรฟฟรุต (grapefruit-like) ไม่มีเมล็ด จากต้นส้มที่มีจีโนม (genome) 3 ชุด (triploid) และสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพพื้นที่ปลูกในประเทศญี่ปุ่น ได้ดี Toolapong (1996) ได้ทำการผสมพันธุ์เกรฟฟรุต Banpeiyu กับพันธุ์ Ruby Red ได้เมล็ดทั้งหมด 2,049 เมล็ด เป็นเมล็ดเล็ก 82 เมล็ด เมื่อนำไปเพาะและตรวจสอบจำนวนโครโมโซมจากปลายราก ปรากฏว่า ได้ต้นกล้าที่เป็นแฮพลอยด์ (haploid) จำนวน 1 ต้น ดิพลอยด์ (diploid) 18 ต้น และเทริพลอยด์ (triploid) 51 ต้น ต้นกล้าที่มีจำนวนโครโมโซมเป็นแฮพลอยด์การเจริญเติบโตช้ามาก แคระแกร็น มีใบคล้ายใบกุหลาบ แต่เมื่อนำยอดไปต่อบนต้นคอสามใบ การเจริญเติบโตเป็นไปตามปกติ

การตรวจนับจำนวนโครโมโซม

เซลล์เป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต ภายในเซลล์มีอวัยวะที่เรียกว่าโครโมโซม ซึ่งมีรูปร่างคล้ายเส้นด้ายและทำหน้าที่สืบทอดลักษณะจากพ่อแม่ไปยังลูกหลาน ปกติภายในเซลล์ของพืชแต่ละชนิดจะมีโครโมโซมที่แน่นอนในเรื่องจำนวน ลักษณะและพฤติกรรม เนื่องจากโครโมโซมเป็นตัวสำคัญในการจัดเรียงลำดับของยีน (gene) ของพืชแต่ละชนิดให้เป็นหมวดหมู่ การศึกษาเกี่ยวกับโครโมโซมของพืชที่ต่างพันธุ์กันจึงสามารถนำมาเปรียบเทียบเพื่อจำแนกพืชเหล่านั้นได้ (กฤษฎา, 2519)

การศึกษาโครโมโซมร่างกาย (somatic chromosome) เป็นการนับจำนวนโครโมโซมหรือศึกษาลักษณะและพฤติกรรมของโครโมโซมในการแบ่งเซลล์ระยะต่างๆ นิยมนำเนื้อเยื่อพืชในบริเวณที่มีการแบ่งเซลล์ มาขยี้ให้เซลล์แตกออกแล้วกดให้แบน แล้วนำไปย้อมสีเพื่อการศึกษาโครโมโซม เนื้อเยื่อบริเวณที่นิยมใช้และมีการแบ่งตัวแบบ mitosis คือ บริเวณปลายรากหรือปลายยอด (ชัยฤกษ์, 2525) ส่วนเนื้อเยื่อที่มีการแบ่งตัวแบบ meiosis ศึกษาจากเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้จากอัณฑะของเกสร (กันยารัตน์, 2532)

ในการศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์ มีเทคนิคในการเตรียมตัวอย่างพืชเพื่อศึกษาโครโมโซม โดยวิธีการนี้มีชื่อเรียกว่า Feulgen squash method ซึ่ง กันยารัตน์ (2532), ชัยฤกษ์ (2525) และ Dyer (1979) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการศึกษาโครโมโซม ดังต่อไปนี้

1. การหยุดวงจรเซลล์ (pre-treatment) คือ การนำชิ้นส่วนเนื้อเยื่อพืชที่ต้องการจะศึกษาโครโมโซมแช่ในสารเคมี เพื่อยับยั้งการทำงานของ spindle fiber ทำให้โครโมโซมที่อยู่ในระยะ metaphase มีการหดตัวได้ดีเพื่อสะดวกต่อการนับจำนวนโครโมโซม สารเคมีที่นิยมใช้คือ alfabromonaphtalene หรือ hydroxyquinoline, colchicines, actidione, paradichlorobenzene ระยะเวลาในการแช่มีตั้งแต่ 5 นาที ถึง 72 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับชนิดพืช ขนาดของเนื้อเยื่อ อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาควรอยู่ระหว่าง 4-5 องศาเซลเซียส (แต่บางครั้งอุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียสก็ใช้ได้)

2. การหยุดการทำงานของเซลล์ (fixation) คือ การใช้สารเคมีหยุดปฏิกิริยาเมตาโบลิซึมภายในเซลล์ ทำให้เซลล์ตายเพื่อรักษาสภาพของเนื้อเยื่อและเซลล์ให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ที่สุด สารเคมีที่ใช้ ได้แก่ สารละลายคาร์นอย (Carnoy's solution เตรียมจาก 3 absolute ethanol : 1 glacial acid) หรือกรดอะซิติก 70% การหยุด metabolism ของเซลล์ด้วยกรดอะซิติกควรทิ้งเนื้อเยื่อไว้ในกรดเป็นเวลา 30 นาทีที่อุณหภูมิห้อง แต่ถ้าใช้สารละลายคาร์นอยสามารถเก็บเนื้อเยื่อไว้ได้นานโดยไม่ต้องผ่านการเก็บรักษาเนื้อเยื่อ ในการเลือกสารมาหยุดการทำงานของเซลล์ต้องเลือกสาร (fixative) ที่เมื่อใช้แล้วสามารถรักษารูปร่างและสารประกอบของเซลล์ให้คงรูปเดิมอยู่ได้หรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด เหมาะสำหรับศึกษาโครโมโซมที่ต้องใช้สารเคมีที่มีคุณสมบัติเป็นกรด (acid fixative) เพื่อไม่ทำให้ nuclei protein ตกตะกอนและละลายโปรตีนที่อยู่ใน cytoplasm

3. การเก็บรักษาเนื้อเยื่อ (storage) ก่อนจะเก็บรักษาเนื้อเยื่อไว้ต้องล้างกรดอะซิติกออกให้หมดด้วยแอลกอฮอล์ 70% แล้วจึงเก็บเนื้อเยื่อไว้ในเอทิลแอลกอฮอล์ 70% ที่อุณหภูมิห้อง หรือเก็บในตู้เย็นยิ่งดี สามารถเก็บไว้ได้นานตามต้องการ (ประมาณ 6-12 เดือน) โดยไม่ทำให้เซลล์เหี่ยวหรือสูญเสียไป อย่างไรก็ตาม การเก็บเนื้อเยื่อไว้นานเกินไปไม่ว่าจะเก็บไว้

ในที่ใดก็ตามก็มีผลต่อการย้อมสีซึ่งได้ผลไม่ดีเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อเยื่อใหม่ๆ ดังนั้น ถ้าเป็นไปได้ควรใช้เนื้อเยื่อใหม่เสมอ

4. การย่อยแยกเซลล์ (hydrolysis) เป็นการนำเนื้อเยื่อที่เก็บรักษาไว้ในแอลกอฮอล์มาล้างออกด้วยน้ำกลั่นให้สะอาด (ถ้ามีแอลกอฮอล์ติดเหลืออยู่จะทำให้โครโมโซมไม่ติดสีย้อม) นำเนื้อเยื่อมาแช่ไว้ในสารละลาย HCl ที่ความเข้มข้นเข้มข้น 1N (1 normal hydrochloric acid) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5-12 นาที HCl จะเป็นตัวการไปละลาย middle lamella ทำให้ผนังเซลล์ของเนื้อเยื่อหลุดออกจากกัน (maceration) ได้โดยง่าย จากนั้นขยี้เนื้อเยื่อเพื่อให้เซลล์แยกออกจากกัน

5. การย้อมสีและการขยี้เนื้อเยื่อ (staining and squashing) เป็นขั้นตอนการนำเนื้อเยื่อที่ผ่านการย่อยแยกแล้ว มาวางบนแผ่นกระจก (slide) ที่หยดสี aceto carmine, aceto orcein หรือ carbol fuchsin (Chen, 1992) แล้วใช้ปลายเข็มเขี่ยเนื้อเยื่อให้แยกออกจากกัน เคาะจนกระทั่งไม่เห็นกลุ่มเซลล์ที่ติดสีด้วยตาเปล่า ซึ่งแสดงว่า เซลล์กระจายดีแล้ว หลังจากนั้นนำแผ่นกระจกไปศึกษาโครโมโซมภายใต้กล้องจุลทรรศน์

ในการศึกษาทางเซลล์พันธุศาสตร์ของพืชชนิดใดชนิดหนึ่งที่มีจำนวนโครโมโซมเท่ากันหรือกลุ่มของพืชที่มีความใกล้เคียงกัน ไม่สามารถจำแนกออกจากกันโดยใช้ความแตกต่างของจำนวนโครโมโซมได้ การศึกษาทางพันธุศาสตร์จึงต้องมุ่งไปศึกษาลักษณะของโครโมโซมเพราะขนาดและชนิดของโครโมโซมจะช่วยในการจำแนกความแตกต่างของพืชชนิดนั้นได้ (ชัยฤกษ์, 2525) ซึ่งปนัดดา (2541) ได้ทำการศึกษาโครโมโซมของลำไยเพื่อใช้เป็นข้อมูลส่วนหนึ่งในการจำแนกพันธุ์ลำไยโดยได้ทำการตรวจนับจำนวนโครโมโซมจากเซลล์ปลายรากที่กำลังแบ่งตัวระยะ metaphase ซึ่งใช้ส่วนปลายรากที่เก็บรวบรวมไว้ในเวลา 9.00 น. หยดวางสีด้วย paradichlorobenzene แยกย่อยเซลล์ด้วย HCl แล้วย้อมสีด้วย carbon fuchsin แล้วนำไปศึกษาชินวัณน์ (2541) ทำการศึกษาเช่นเดียวกันแต่ได้ทำการทดลองในสิ่งมีชีวิตในการย้อมสี มีการใช้ lacto-propionic orcein ร่วมกับ carbon fuchsin

การศึกษา Nucleolar organizer regions (NORs)

พืชบางชนิดมีความสัมพันธ์ทางด้านวิวัฒนาการ สามารถสรุปได้จากความคล้ายคลึงของ karyotypic และความแตกต่างในจำนวนและตำแหน่งของ secondary constriction (Swanson, 1958) โดยทั่วไปลักษณะของ karyotype จะมีความสม่ำเสมอระหว่างพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น โดย secondary constriction เป็นที่อยู่ของ rRNA ตำแหน่งที่ 18s และ 28s Howell (1982)

ได้ยืนยันเกี่ยวกับเทคนิค *in situ* hybridization เกี่ยวกับ rRNA ซึ่งเกิดจากกัมมันตภาพรังสีและตำแหน่งของ secondary constriction ที่ใกล้ชิดกันมาก

ความสัมพันธ์ไม่สมบูรณ์ในสิ่งมีชีวิตบางชนิดเนื่องจากกิจกรรมของ NORs คือ สามารถผลิต secondary constriction ได้แต่ labeled rRNA สามารถกลายพันธุ์ร่วมด้วย ซึ่งอาจ active หรือ inactive ต่อ NORs ซึ่งจะปรากฏอยู่ในโครโมโซมที่เฉพาะเจาะจง ซึ่งจะสะดวกในการที่จะแยกความแตกต่างในสิ่งมีชีวิตที่มี karyotype เหมือนกัน NORs สามารถค้นหาได้จากการใช้การย้อมด้วย silver ซึ่งจะใช้ silver nitrate ในการย้อมสี nucleoli ของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ต่างๆ และสำหรับทำความเข้าใจเกี่ยวกับพฤติกรรมของ nucleoli ต่างๆ ในการแบ่งเซลล์แบบ mitosis

Tandler (1959), Das (1968) and Gimenez-Martin *et al.* (1971) สังเกตพบว่า nucleoli มีลักษณะพันกันยุ่งมากในระยะ prophase ส่วนที่ระยะ telophase พบว่า prenucleolar bodies จะปรากฏขึ้นมาก่อนใน nucleus และ nucleoli จะเกิดขึ้น NORs มีกิจกรรมก่อนระยะ interphase ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยธรรมชาติ constriction เกิดจากการเข้าทำปฏิกิริยากับสีย้อม silver nitrate ที่ใช้และความเหมือนกันระหว่างจำนวน secondary constriction ที่ somatic ในระยะ metaphase และจำนวนสูงสุดของ nucleoli ใน nucleus ระยะ interphase ซึ่งได้มีการอ้างอิงถึง silver ซึ่งมีลักษณะพิเศษในการตอบสนองกับ acid protein ซึ่งเกี่ยวข้องกับการอ้างเหตุผลสรุปใหม่จาก rRNA ดังนั้น เฉพาะ NORs เท่านั้นที่มีกิจกรรมระหว่าง proceeding ของระยะ interphase ซึ่งเป็นการค้นคว้าพบความจริงเกี่ยวกับการย้อมสี silvers

Valdemer *et al.* (1986) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับจำนวนของ active-Ag-NORs ซึ่งโดยแท้จริงแล้วมีความสม่ำเสมอในทุกเซลล์พืช แม้ว่าขนาดของ NORs จะมีความแตกต่างกันมากหลายกรณี ซึ่ง Howell (1977) and Pelliccia (1987) ได้ยืนยันว่า การย้อมสีด้วย silver ไม่เจาะจงสำหรับ NORs แต่สำหรับเซลล์บางสารสามารถที่จะระบุตำแหน่งหรือการตั้งอยู่ของ nucleoli และ active NORs เมื่อเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ซึ่งได้ให้สาร silver nitrate ไม่เพียงแต่ NORs เท่านั้นแต่ nucleoli ก็จะสามารถเป็นสีดำด้วย

บางสิ่งจะมีปฏิกิริยาตอบสนองกับ silver ซึ่งจะปรากฏทั้งองค์ประกอบในเซลล์สัตว์ acidic protein หรือโปรตีนที่เฉพาะเจาะจงจะมีมากใน sulfhydryls ซึ่งเห็นได้ชัดเจนจึงเป็นปัญหาที่ยากในการย้อมสีด้วย silver nitrate โปรตีนเส้นเคียวจะมีปฏิกิริยาตอบสนองกับ silver nitrate ซึ่งแยกออกจาก nucleoli ของเซลล์ *Novikoff hepatoma*

ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมสิ่งที่ใช้ย้อม คือ silver nitrate ในการย้อมเซลล์ที่มีการแบ่งเซลล์แบบ mitosis ควรจะมีประโยชน์ในการเข้าใจในหน้าที่และลักษณะของการย้อมด้วย silver nitrate และความสัมพันธ์ระหว่าง NORs และ nucleus การย้อมสีด้วย

silver nitrate เป็นตัวกำหนดแหล่งกำเนิดใน nucleoli ซึ่ง nucleoli สามารถบอกแหล่งกำเนิดและวิวัฒนาการของพืชในด้านการจัดหมวดหมู่ของพืชได้อย่างชัดเจน (Toolapong, 1999)

ฮอร์โมนพืช

การผลิตไม้ผลในปัจจุบันได้มีการขยายพื้นที่ออกไปเป็นจำนวนมากและมีตลาดรองรับผลผลิตอยู่อย่างกว้างขวาง หากมีการปลูกแบบเดิมโดยปล่อยให้การเจริญเติบโตและออกดอกติดผลตามธรรมชาตินั้นจะทำให้ผลผลิตที่ได้ไม่คุ้มค่าแก่การลงทุน ประกอบกับในปัจจุบันการผลิตไม้ผลนั้นมีการแข่งขันกันในด้านปริมาณและคุณภาพกันมาก ด้วยเหตุผลนี้เองจึงจำเป็นต้องอาศัยเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาช่วยในการควบคุมลักษณะต่างๆ ให้เป็นไปตามความต้องการ รวมถึงการเพิ่มปริมาณผลผลิต เพิ่มคุณภาพ และการผลิตไม้ผลให้ออกนอกฤดู ทำให้จำหน่ายผลผลิตได้ในราคาสูงขึ้น ซึ่งเทคโนโลยีที่นำมาใช้กันอย่างกว้างขวางในปัจจุบันคือ การใช้ฮอร์โมน

ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์ที่มีคุณสมบัติคล้ายฮอร์โมนนั้นมีอยู่หลายชนิดและมีประโยชน์มากมาย ซึ่งมีผลในการเปลี่ยนแปลงกระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเติบโตของพืชดังนั้นเพื่อให้การใช้ประโยชน์จากสารเหล่านี้เป็นไปอย่างถูกต้องหรือเพื่อคัดแปลงวิธีการใช้ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น จึงจำเป็นต้องทราบพื้นฐานของฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์แต่ละชนิด รวมทั้งหน้าที่และคุณสมบัติต่างๆ ที่สารนั้นมีอยู่และใช้ความรู้เหล่านั้นเลือกใช้ฮอร์โมนและสารสังเคราะห์ให้ถูกต้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการ (สัมฤทธิ์, 2549)

ประโยชน์ของฮอร์โมน

เกษตรกรบางรายอาจเข้าใจว่าฮอร์โมนมีประโยชน์ในการเร่งการออกดอกและเร่งการเกิดรากเท่านั้น แต่ความจริงแล้วฮอร์โมนยังมีประโยชน์อีกหลายๆ ด้าน เช่น เร่งการแตกตา ป้องกันการร่วงของดอกและผล ช่วยในการเจริญของผล ช่วยเพิ่มผลผลิต ช่วยปรับปรุงคุณภาพของผลผลิต ดังนั้นก่อนที่จะนำฮอร์โมนมาใช้ควรศึกษาให้ทราบถึงประโยชน์ของฮอร์โมนในแต่ละด้านเสียก่อน ซึ่งประโยชน์ของฮอร์โมน มีดังนี้

1. เร่งการเกิดราก การขยายพันธุ์โดยการตัดแต่งกิ่ง ปักชำและตอนกิ่ง จะประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับ การเกิดรากของกิ่งนั้นๆ กิ่งบางชนิดอาจเกิดรากได้ง่าย และกิ่งบางชนิดเกิดรากได้ยากหรืออาจใช้เวลานาน ซึ่งนับเป็นปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งของกิ่งปักชำ และการตอนกิ่ง การเกิดรากของพืชเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ฮอร์โมน ความชื้น อุณหภูมิ เป็นต้น ถ้าปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ไม่เหมาะสม การเกิดรากจะเป็นไปอย่างช้าๆ

หรืออาจจะไม่เกิดขึ้นเลย ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับฮอร์โมนนั้น พบว่า ฮอร์โมนหลายชนิดสามารถนำมาใช้เร่งการเกิดรากของพืชได้ เนื่องจากความสามารถในการเกิดรากของพืชแต่ละชนิดมีความยากง่ายไม่เท่ากันเพราะฉะนั้นปริมาณฮอร์โมนที่พืชแต่ละชนิดต้องการจึงไม่เท่ากันด้วย ฮอร์โมนที่จำหน่ายโดยทั่วไปจึงมักจะกำหนดลงไปเลยว่าเหมาะสำหรับไม้เนื้ออ่อน ไม้กิ่งเนื้อแข็ง หรือ ไม้เนื้อแข็ง สำหรับฮอร์โมนที่ใช้ในการเร่งรากส่วนใหญ่เป็นกลุ่มฮอร์โมนออกซินสังเคราะห์ เช่น IBA, NAA เป็นต้น

2. เร่งการแตกตา การติดตาของพืชจากต้นที่มีลักษณะดีไปยังต้นตอที่นั้นนับว่าเป็นวิธีขยายพันธุ์ที่รวดเร็วและได้ผลแน่นอนวิธีหนึ่ง ในการติดตานั้นเมื่อติดตากับต้นตอเรียบร้อยแล้ว จำเป็นที่จะต้องตัดกิ่งยอดต้นตอที่อยู่เหนือตานั้นทิ้งไป เพื่อป้องกันมิให้เกิดตาช่อดอกข้างขึ้นโดยทั่วไปเมื่อตัดกิ่งยอดทิ้งไปแล้วตาที่ติดใหม่ก็จะเจริญไปเป็นกิ่งต่อไป สำหรับความสามารถของตาที่จะเจริญไปเป็นกิ่งได้รวดเร็วเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณของฮอร์โมนที่ตาได้รับ ดังนั้นการใช้ฮอร์โมนในกลุ่มไซโตไคนินป้ายที่ตาจะช่วยเร่งให้การแตกตาเกิดเร็วขึ้น

3. ช่วยในการออกดอก โดยธรรมชาติพืชจะมีการออกดอกตามฤดูกาลโดยไม่จำเป็นต้องได้รับฮอร์โมนจากภายนอกแต่อย่างใด แต่ทั้งนี้มิได้หมายความว่า ฮอร์โมนจะไม่เกี่ยวข้องกับการออกดอกของพืชเพราะในธรรมชาตินั้นพืชได้สร้างฮอร์โมนมาเพื่อควบคุมการออกดอกอยู่แล้ว ฮอร์โมนสังเคราะห์บางชนิด เช่น จิบเบอเรลลิน สามารถกระตุ้นการออกดอกของพืชพวกที่มีปล้องสั้นหรือพืชที่ต้องการความหนาวเย็นสำหรับการออกดอกได้ นอกจากนี้ฮอร์โมนที่มีส่วนผสมเป็นออกซินสังเคราะห์ เช่น เอ็นเอเอ (NAA), เอทิลีน ก็สามารถเร่งการออกดอกของพืชบางชนิดได้

4. ช่วยป้องกันการร่วงของดอกและผล ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งของการให้ผลผลิตต่ำของพืช คือ การร่วงของดอกและผล เนื่องจากการร่วงเป็นขบวนการที่เกี่ยวข้องกับฮอร์โมนหลายชนิด ดังนั้นเป็นการยากที่จะบอกว่าการร่วงเกิดขึ้นเนื่องจากพืชขาดฮอร์โมนชนิดใด ในธรรมชาติการร่วงของดอกและผลเป็นขบวนการปกติที่เกิดขึ้นกับพืช ทั้งนี้ก็เพื่อให้พืชสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้แม้ในสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมนัก พืชที่มีดอกและผลมากเกินไปจะทำให้ต้นพืชหาอาหารมาเลี้ยงดอกผลไม่เพียงพอ ดอกหรือผลที่เกิดขึ้นจึงไม่แข็งแรงหรือไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร เมื่อนำไปขยายพันธุ์ก็อาจได้ต้นกล้าที่ไม่แข็งแรงหรือไม่อาจมีชีวิตรอดอยู่ได้ การสร้างฮอร์โมนที่ยับยั้งนั้นทำให้การร่วงของดอกและผลจะมีน้อยกว่าปกติ ฮอร์โมนที่สามารถยับยั้งหรือชะลอการร่วงหล่นของดอกและผลได้ ได้แก่ ฮอร์โมนในกลุ่มออกซินและไซโตไคนิน

5. ช่วยในการเจริญของผล การเจริญของผลซึ่งเกิดขึ้นภายหลังจากการผสมเกสร นั้น เกิดขึ้นเนื่องจากการกระตุ้นของฮอร์โมนที่สร้างขึ้นภายในเมล็ด ผลไม้บางชนิดสามารถ

เจริญเติบโตโดยอาศัยฮอร์โมนจากแหล่งอื่นๆ นอกจากเมล็ด ในกรณีเช่นนี้จะทำให้การเจริญของผลพึ่งพาฮอร์โมนจากเมล็ดน้อยลงหรืออาจไม่ต้องการเลย ดังนั้นแม้การผสมเกสรจะไม่เกิดขึ้นแต่ผลก็อาจเจริญเติบโตได้ตามปกติ โดยจะเป็นผลชนิดที่ไม่มีเมล็ด ซึ่งนับว่ามีความสำคัญต่อการผลิตผลไม้บางชนิด ปัจจุบันจึงได้มีการนำฮอร์โมนกลุ่มออกซินเข้ามาช่วยเร่งการเจริญของผลในพืชหลายชนิด โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ผลมีขนาดใหญ่ขึ้นมากกว่าที่ให้เกิดผลที่ไม่มีเมล็ด

6. ช่วยเพิ่มผลผลิตของพืช ฮอร์โมนหลายชนิดสามารถเพิ่มผลผลิตของพืชได้ ซึ่งการเพิ่มผลผลิตนี้อาจเป็นผลโดยตรงหรือผลโดยอ้อมก็ได้ เนื่องจากผลผลิตของพืชจะเกี่ยวข้องกับลักษณะอื่นๆ อีกหลายประการ ดังนั้นฮอร์โมนที่ควบคุมลักษณะต่างๆ เหล่านี้ก็จะมีความสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิตของพืช ฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตของพืชได้แก่ ฮอร์โมนที่ช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงของต้น ฮอร์โมนที่ควบคุมจำนวนฝักต่อต้นหรือเมล็ดต่อฝัก ฮอร์โมนที่ทำให้รากแข็งแรงและฮอร์โมนที่ควบคุมขนาดของเมล็ด เป็นต้น

7. ช่วยปรับปรุงคุณภาพของผลผลิต คุณภาพของผลผลิตนับว่ามีความสำคัญมาก โดยเฉพาะผลผลิตเพื่อการส่งออก เพราะถ้าผลผลิตมีคุณภาพไม่ดีจะมีผลทำให้ขายได้ราคาไม่ดีสำหรับสาเหตุที่ทำให้คุณภาพของผลผลิตไม่ดีอาจเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ เช่น โรคแมลง อุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป ถ้าจำกัดสาเหตุเหล่านี้ออกไปก็จะมีส่วนทำให้ผลผลิตมีคุณภาพดีขึ้น สำหรับวิธีการใหม่อีกวิธีหนึ่งคือการใช้ฮอร์โมน เช่น การใช้ฮอร์โมนในกลุ่มสารชะลอการเจริญเติบโตของพืชชนิดพ่นมะเขือเทศ จะทำให้ผลมะเขือเทศสุกสม่ำเสมอหรือฉีดในแอปเปิ้ลจะทำให้ผลมีสีแดงสม่ำเสมอรับประทาน เป็นต้น

8. ช่วยในการรักษาผลผลิตหลังเก็บเกี่ยว พืชผักหลายชนิดภายหลังจากการเก็บเกี่ยวแล้วจะมีปัญหาในเรื่องการเก็บรักษา ตัวอย่างเช่น หอมหัวใหญ่เมื่อเก็บรักษาได้ระยะเวลาหนึ่งมักจะงอก นับเป็นความเสียหายอย่างหนึ่ง การใช้ฮอร์โมนที่ยับยั้งการเจริญเติบโตจะทำให้สามารถลดความเสียหายเนื่องจากการงอกในระหว่างการเก็บรักษาได้ สำหรับในไม้ดอกนั้น การแช่ก้านช่อดอกในสารละลายฮอร์โมนร่วมกับสารอื่นๆ อีกบางชนิด เช่น น้ำตาลและสารป้องกันเชื้อจุลินทรีย์ จะทำให้สามารถยืดอายุการปักแจกันให้นานขึ้นได้

9. กำจัดวัชพืช สารเคมีกำจัดวัชพืชที่สำคัญหลายชนิดมีคุณสมบัติเป็นฮอร์โมน สำหรับฮอร์โมนที่สามารถใช้ทำลายวัชพืชได้นั้นส่วนใหญ่เป็นสารในกลุ่มออกซินสังเคราะห์ ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 พวก คือ พวกฟีนอกซี (phenoxy), พวกกรดเบนโซอิก (benzoic acid) และพวกอื่นๆ (heterogeneous compound)

สำหรับวิธีการใช้นั้น พวกฟีนอกซีควรใช้วิธีฉีดพ่นทางใบ ถ้าใส่ลงดินจะให้ผลน้อย เพราะสารนี้มีการเคลื่อนย้ายจากรากมายังส่วนต่างๆ ได้ช้า และสารนี้สลายตัวง่ายเมื่ออยู่ในดิน

เช่น 2, 4-D เป็นต้น ส่วนสารอีก 2 ชนิด สามารถใช้ได้ทั้งการพ่นทางใบและใส่ลงในดิน (สัมฤทธิ์, ม.ป.ป.)

จิบเบอเรลลิน (Gibberellins)

การค้นพบกลุ่มของฮอร์โมนพืชที่ปัจจุบันเรียกว่าจิบเบอเรลลินนั้น เกิดประมาณ ปี 1920 เมื่อ Kurosawa นักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่น ศึกษาในต้นข้าวที่เป็นโรค Bakanae หรือโรคข้าวตัวผู้ ซึ่งเกิดจากเชื้อรา *Gibberella fujikuroi* หรือ *Fusarium moniliforme* ซึ่งทำให้ต้นข้าวมีลักษณะสูงกว่าต้นข้าวปกติ ทำให้ล้มง่าย จากการศึกษา พบว่า ถ้าเลี้ยงเชื้อราในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวแล้ว กรองเอาเชื้อราออกไปเหลือแต่อาหารเลี้ยงเชื้อ เมื่อนำไปรดต้นข้าวจะทำให้ต้นข้าวเป็นโรคได้ จึงเป็นที่แน่ชัดว่า เชื้อราชนิดนี้สามารถสร้างสารบางชนิดขึ้นในต้นพืชหรือในอาหารเลี้ยงเชื้อ ซึ่งกระตุ้นให้ต้นข้าวเกิดการสูงผิดปกติได้ ในปี 1939 ได้มีผู้ตั้งชื่อสารนี้ว่า จิบเบอเรลลิน การค้นพบจิบเบอเรลลิน เกิดขึ้นในช่วงเดียวกับที่พบออกซิน การศึกษาส่วนใหญ่จึงเน้นไปทางออกซิน ส่วนการศึกษาจิบเบอเรลลินในช่วงแรกจะเป็นไปในแง่ของโรคพืช ในการศึกษาขั้นแรกค่อนข้างยากเพราะมักจะมีกรดฟิวซาริก (Fusaric Acid) ปะปนอยู่ซึ่งเป็นสารระงับการเจริญเติบโต ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและส่วนประกอบทางเคมีของจิบเบอเรลลินนั้นได้รับการศึกษาในปี 1954 โดยนักเคมีชาวอังกฤษซึ่งสามารถแยกสารบริสุทธิ์จากอาหารเลี้ยงเชื้อรา *Gibberella fujikuroi* และเรียกสารนี้ว่ากรดจิบเบอเรลลิก (Gibberellic Acid)

การให้กรดจิบเบอเรลลิกกับพืชที่สมบูรณ์ทั้งต้น จะเร่งให้เกิดการยืดตัวเพิ่มขึ้นของลำต้นและใบอย่างผิดปกติ การตอบสนองจะปรากฏเด่นชัดเมื่อให้กรดนี้กับพืชที่เตี้ยแคระโดยพันธุกรรม เพราะจะกระตุ้นให้พืชเหล่านี้เจริญสูงตามปกติ กรดจิบเบอเรลลิกที่พบในอาหารเลี้ยงเชื้อรานี้มีโครงสร้างทางเคมี และกิจกรรมทางชีววิทยาเหมือนกับกรดจิบเบอเรลลิกในพืชปกติทุก ๆ ชนิด (พืชปกติหมายถึงพืชที่ไม่เป็นโรค) มีสารประกอบประเภทนี้จำนวนมากที่แยกเป็นสารบริสุทธิ์ได้จากพืชชั้นสูง ในปัจจุบันมีจิบเบอเรลลินซึ่งเป็นชื่อเรียกทั่ว ๆ ไปของสารประกอบประเภทนี้ ประมาณไม่น้อยกว่า 80 ชนิด ชื่อเรียกสารประกอบชนิดนี้จะตั้งชื่อดังนี้คือ Gibberellins A_1 (GA_1), A_2 , A_3 เป็นต้น โดยที่กรดจิบเบอเรลลิก คือ GA_3

GA ทุกชนิดจะมีโครงสร้างพื้นฐานของโมเลกุลเป็น Gibberellane Carbon Skeleton ซึ่งจะเหมือนกับกรดจิบเบอเรลลิก จะแตกต่างกันตรงจำนวนและตำแหน่งของกลุ่มที่เข้าแทนที่ในวงแหวนและระดับของความอิ่มตัวของวงแหวน GA ประกอบด้วยคาร์บอนประมาณ 19-20 อะตอม ซึ่งจะรวมกันเป็นวงแหวน 4 หรือ 5 วงและจะต้องมีกลุ่มคาร์บอกซิลอย่างน้อย 1 กลุ่ม โดยใช้ชื่อย่อว่า GA ซึ่ง GA_3 เป็นชนิดที่พบมากและได้รับความสนใจศึกษามากกว่าชนิด

อื่นๆ GA เป็นฮอร์โมนที่พบในพืชชั้นสูงทุกชนิด นอกจากนั้นยังพบในเฟิร์น สาหร่าย และเชื้อราบางชนิด แต่ไม่พบในแบคทีเรีย (นพคณ, 2537)

บทบาทของจิบเบอเรลลินที่มีต่อพืช

1. กระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชทั้งต้น จิบเบอเรลลินมีคุณสมบัติพิเศษ ซึ่งสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชทั้งต้นได้โดยทำให้เกิดการยืดตัวของเซลล์ ซึ่งผลนี้จะต่างจากออกซินซึ่งสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนของพืชได้ พืชบางชนิดอาจจะไม่ตอบสนองต่อจิบเบอเรลลิน อาจจะเป็นเพราะว่าในพืชชนิดนั้นมีปริมาณจิบเบอเรลลินเพียงพอแล้ว จิบเบอเรลลินสามารถกระตุ้นการยืดตัวของช่อดอกไม้บางชนิดและทำให้ผลไม้มีรูปร่างยาวออกมา เช่น องุ่น และแอปเปิล

กะหล่ำปลีซึ่งเจริญในลักษณะต้นเตี้ยเป็นพุ่ม (Rosette) มีปล้องสั้นมาก เมื่อให้ GA_3 กับต้นกะหล่ำปลีดังกล่าวจะทำให้สูงขึ้นถึง 2 เมตรได้ ถั่วพุ่มที่ได้รับ GA จะกลายเป็นถั่วถ้อยได้ พืชซึ่งมีต้นเตี้ยทางพันธุกรรม เช่น ข้าว ข้าวโพด ถั่ว แตงกวาและแตงโมสามารถแสดงลักษณะปกติได้เมื่อได้รับ GA_3 ในข้าวโพดแคะนั้นพบว่าความผิดปกติเกิดจากยีนส์ควบคุม ซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องกับวิถีในการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน ส่วนข้าวโพดปกติหากได้รับจิบเบอเรลลินจะไม่สามารถสูงขึ้นได้อีก ดังนั้นในกรณีข้าวโพดการแคะเกิดจากมีปริมาณจิบเบอเรลลินในต้นน้อยเกินไป แต่อาการแคะของพืชบางชนิด เช่น Japanese Morning Glory พบว่ามีจิบเบอเรลลินมากพอแล้วแต่เมื่อได้รับจิบเบอเรลลินเพิ่มก็จะสูงขึ้นได้ ในกรณีนี้อาจจะเป็นเพราะในต้นมีปริมาณของสารระงับการเจริญเติบโตอยู่สูง

2. กระตุ้นการงอกของเมล็ดที่พักตัวและตาที่พักตัว ตาของพืชหลายชนิดที่เจริญอยู่ในเขตอบอุ่นจะพักตัวในฤดูหนาว เมล็ดของพืชหลายชนิดมีพฤติกรรมเช่นนี้ด้วย ซึ่งการพักตัวจะลดลงจนหมดไป เมื่อได้รับความเย็นเพียงพอ การพักตัวของเมล็ดและตาอันเนื่องมาจากการอุณหภูมิต่ำ วันยาว และต้องการแสงสีแดงจะหมดไปเมื่อได้รับจิบเบอเรลลิน

3. การแทงช่อดอก การออกดอกของพืชเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อายุ และสภาพแวดล้อม จิบเบอเรลลินสามารถแทนความต้องการวันยาวในพืชบางชนิดได้ และยังสามารถทดแทนความต้องการอุณหภูมิต่ำ (Vernalization) ในพืชพวกกะหล่ำปลี และแครอท

4. จิบเบอเรลลิน สามารถกระตุ้นการเคลื่อนที่ของอาหารในเซลล์สะสมอาหาร หลังจากที่มีเมล็ดงอกแล้ว เพราะรากและยอดที่ยังอ่อนตัวเริ่มใช้อาหาร เช่น ไขมัน แป้ง และโปรตีน จากเซลล์สะสมอาหาร จิบเบอเรลลินจะกระตุ้นให้มีการย่อยสลายสารโมเลกุลใหญ่ให้เป็น

โมเลกุลเล็ก เช่น ซูโครสและกรดอะมิโน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์เอนไซม์หลายชนิดดังกล่าวข้างต้น

5. กระตุ้นให้เกิดผลแบบ Parthenocarpic ในพืชบางชนิด เปลี่ยนรูปร่างของใบพืชบางชนิด เช่น English Ivy และทำให้พืชพัฒนาการเพื่อทนความเย็นได้

6. พืชที่มีดอกตัวผู้และตัวเมียแยกกันไม่ว่าจะต้นเดียวกันหรือแยกต้นก็ตาม จิบเบอเรลลินสามารถเปลี่ยนเพศของดอกได้ จิบเบอเรลลินมักเร่งให้เกิดดอกตัวผู้ ส่วนออกซิน เอทรีลิน และไซโตไคนิน มักจะเร่งให้เกิดดอกตัวเมีย ในแตงกวาดอกต่าง ๆ มักเป็นดอกตัวผู้และดอกบนเป็นดอกตัวเมีย การให้สารอิทธิพลจะเร่งให้เกิดดอกตัวเมียมากขึ้น (สัมฤทธิ์, 2549)

ไซโตไคนิน (Cytokinins)

การค้นพบฮอร์โมนในกลุ่มนี้เริ่มจากการศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อโดยในปี ค.ศ. 1920 Haberlandt ได้แสดงให้เห็นว่ามีสารชนิดหนึ่งเกิดอยู่ในเนื้อเยื่อพืชและกระตุ้นให้เนื้อเยื่อพาเรโนไคมาในห้วมันฝรั่งกลับกลายเป็นเนื้อเยื่อเจริญได้ ซึ่งแสดงว่าสารชนิดนี้สามารถกระตุ้นให้มีการแบ่งเซลล์ ต่อมาเมื่อมีการพบว่าน้ำมะพร้าวและเนื้อเยื่อของห้วแคโรทมีคุณสมบัติในการกระตุ้นการแบ่งเซลล์เช่นกัน

นักวิทยาศาสตร์หลายท่าน เช่น Skoog และ Steward ทำการทดลองในสหรัฐอเมริกาโดยศึกษาความต้องการสิ่งที่ใช้ในการเจริญเติบโตของแคลลัส (Callus) ซึ่งเป็นเซลล์ที่แบ่งตัวอย่างรวดเร็ว แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพเกิดขึ้นของ pith จากยาสูบและรากของแคโรท ผลการทดลองนี้ทำให้รู้จักไซโตไคนินในระยะปี ค.ศ. 1950 ซึ่งเป็นฮอร์โมนพืชที่จำเป็นต่อการแบ่งเซลล์และการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพของเนื้อเยื่อ ในปัจจุบันพบว่า ไซโตไคนินยังเกี่ยวข้องกับการเสื่อมสภาพ (Senescence) และอิทธิพลของตาขอดำมืดข้าง (Apical Dominance)

ผลของไซโตไคนิน

1. กระตุ้นให้เกิดการแบ่งเซลล์และการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพใน tissue culture โดยต้องใช้ร่วมกับออกซิน ในการเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชนั้นหากให้ฮอร์โมน ไซโตไคนินมากกว่าออกซิน จะทำให้เนื้อเยื่อนั้นเจริญเป็น ตา ใบ และลำต้น แต่ถ้าหากสัดส่วนของออกซินมากกว่าไซโตไคนินจะทำให้เนื้อเยื่อนั้นสร้างรากขึ้นมา การ differentiate ของตาในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจากแคลลัสจากส่วนของลำต้นนั้น ออกซินจะระงับ และไซโตไคนินนั้นจะกระตุ้นการเกิด และต้องมีความสมดุลระหว่างไซโตไคนินและออกซินขึ้นเนื้อเยื่อจึงจะสร้างตาได้

2. ชะลอกระบวนการเสื่อมสลาย เช่น กรณีของใบที่เจริญเต็มที่แล้วถูกตัดออกจากต้น คลอโรฟิลล์อาร์เอ็นเอและโปรตีนจะเริ่มสลายตัวเร็วกว่าใบที่ติดอยู่กับต้น แม้จะมีการให้อาหารกับใบเหล่านี้ก็ตาม ถ้าหากเก็บใบเหล่านี้ไว้ในที่มีผลการเสื่อมสลายยังเกิดเร็วขึ้น อย่างไรก็ตามหากใบเหล่านี้เกิดรากขึ้นที่โคนใบหรือก้านใบ จะทำให้การเสื่อมสลายเกิดช้าลง เพราะไซโตไคนินผ่านขึ้นมาจากรากทางท่อน้ำ อย่างไรก็ตามการให้ไซโตไคนินกับใบพืชเหล่านี้จะชะลอการเสื่อมสลายได้เหมือนกับรากเช่นกัน นอกจากนั้นไซโตไคนินยังทำให้มีการเคลื่อนย้ายอาหารจากส่วนอื่นมายังส่วนที่ได้รับไซโตไคนินได้ เช่น กรณีของใบอ่อนซึ่งมีไซโตไคนินมากกว่าใบแก่จะสามารถดึงอาหารจากใบแก่ได้

ในกรณีเชื้อราที่ทำให้เกิดโรคราสนิม ซึ่งทำให้เกิดการตายของเนื้อเยื่อแล้วบริเวณเนื้อเยื่อที่ตายจะเกิดสีเขียวล้อมรอบขึ้นมาซึ่งบริเวณสีเขียวนี้มีแป้งสะสมมากแม้กระทั่งส่วนอื่นๆ ของใบตายไปแล้ว ส่วนสีเขียวอาจจะยังคงอยู่ ลักษณะนี้เรียกว่า Green Island ซึ่งบริเวณนี้จะมีไซโตไคนินสูง คาดว่าเชื้อราสร้างขึ้นมาเพื่อดึงอาหารมาจากส่วนอื่น

3. ทำให้ตาข้างแตกออกมาหรือกำจัดลักษณะตายอดข่มตาข้าง การเพิ่มไซโตไคนินให้กับตาข้างจะทำให้แตกออกมาเป็นใบได้ ทั้งนี้เพราะตาข้างจะดึงอาหารมาจากส่วนอื่นทำให้ตาข้างเจริญได้ เชื้อจุลินทรีย์บางชนิดสามารถสร้างไซโตไคนินกระตุ้นให้พืชเกิดการแตกตาจำนวนมากมีลักษณะผิดปกติ เช่น โรค Fascination นอกจากนั้นยังเร่งการแตกหน่อของพืช เช่น บอน และ โกสน

4. ทำให้ใบเลี้ยงคลี่ขยายตัว กรณีเมล็ดของพืชใบเลี้ยงคู่อยู่ในความมืด ใบเลี้ยงจะเหลืองและเล็ก เมื่อได้รับแสงจึงจะขยายตัวขึ้นมา ซึ่งเป็นการควบคุมของไฟโตโครม แต่ถ้าหากให้ไซโตไคนินโดยการตัดใบเลี้ยงมาแช่ในไซโตไคนิน ใบเลี้ยงจะคลี่ขยายได้เช่นกัน ลักษณะดังกล่าวพบกับ แรดิช ผักสลัด และแตงกวา ออกซินและจิบเบอเรลลินจะไม่ให้ผลดังกล่าว

5. ทำให้เกิดการสร้างคลอโรพลาสต์มากขึ้น ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพอย่างหนึ่ง เช่น เมื่อแคลลัสได้รับแสงและไซโตไคนิน แคลลัสจะกลายเป็นสีเขียว เพราะพลาสต์เปลี่ยนแปลงเป็นคลอโรพลาสต์ได้ โดยการเกิดกรานาจะถูกกระตุ้นโดยไซโตไคนิน

6. ทำให้พืชทั้งต้นเจริญเติบโต

7. กระตุ้นการงอกของเมล็ดพืชบางชนิด (สัมฤทธิ์, 2549)

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

การวิจัยจำนวนชุดของโครโมโซมจากต้นกล้าสัมพันธ์สายน้ำผึ้งกับสัมพันธ์โอเชียนจากเมล็ดขนาดเล็กและการเพิ่มชุดโครโมโซมโดยใช้สารเคมีในพืชตระกูลส้มแยกรายงานเป็นสถานที่ดำเนินงานวิจัย อุปกรณ์และวิธีการทดลองตลอดจนการจัดแบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลอง

สถานที่ดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการวิจัย ณ สาขาไม้ผล ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

วัสดุและอุปกรณ์

1. พืชที่ใช้ในการทดลอง

- | | |
|---------------------|--|
| งานทดลองที่ 1 | : ผลสัมพันธ์สายน้ำผึ้ง (<i>Citrus reticulata</i> Lour.) |
| | : ผลสัมพันธ์โอเชียน (ธนาธร#1) |
| งานทดลองที่ 2 และ 3 | : ส้มจี๊ด (<i>Citrus madurensis</i> Lour.) |
| | : มะนาว (<i>Citrus aurantifolia</i> Swingle) |
| | : คัมควอท (<i>Fortunella crassifolia</i> Lour.) |
| | : สัมพันธ์สายน้ำผึ้ง (<i>Citrus reticulata</i> Lour.) |

2. อุปกรณ์ในการเพาะเมล็ด : กระดาษทิชชู กระบอกลี้น้ำ ปากกิบ petri dishes และถาดเพาะ
3. สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง : โคลชิซินและไตรฟลูราลิน
4. ฮอร์โมน : จิบเบอเรลลินและไซโตไคนิน
5. อุปกรณ์ที่ใช้ในการชั่งน้ำหนักเมล็ดส้ม : เครื่องชั่งไฟฟ้า
6. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดขนาด : เวอร์เนียคาลิเปอร์
7. อุปกรณ์ในการส่องกล้องจุลทรรศน์ : ปากกิบ สีย้อมโครโมโซม สไลด์ cover slip 1N HCl กล้องจุลทรรศน์ มีด และขวดเก็บตัวอย่างพืชขนาดเล็ก

8. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการศึกษา nucleoli : น้ำกลั่น สไลด์ น้ำแข็งแห้ง ไบมีดโกน 1N HCl, 45% acetic acid, cover slip, desiccator, silver nitrate, glass chambers, and incubator
9. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการศึกษาจำนวนโครโมโซม : น้ำกลั่น สไลด์ 8-hydroxyquinoline, 1N HCl, 45% acetic acid, cover slip, lactopropionic aceto-orcein



วิธีการดำเนินงาน

งานทดลองที่ 1 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเมล็ดขนาดเล็กกับต้นกล้าของสัณฐานรูปร่างและ
สัณฐานรูปร่างโอเรียนที่มีจำนวนโครโมโซม 3 ชุด

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD)

Treatment คือ เดือนทั้ง 12 เดือน

Replication คือ จำนวนผลส้มในแต่ละเดือน เดือนละ 20 ผล/ชนิดส้ม
สัณฐานรูปร่างและสัณฐานรูปร่างโอเรียน (ธนาธร#1)

วิธีการดำเนินงาน

ผลสัณฐานรูปร่างและสัณฐานรูปร่างโอเรียนได้จากสวนเวียงคำ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่
เดือนละ 20 ผล/ชนิดส้ม ทำการชั่งน้ำหนักผล วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความสูง นับจำนวน
เมล็ดทั้งหมดพร้อมทั้งคัดแยกเมล็ดขนาดปกติและขนาดเล็กโดยใช้น้ำหนักเป็นเกณฑ์ (เมล็ดที่มี
ขนาดเล็กซึ่งมีน้ำหนัก 1/6-1/3 เท่าของเมล็ดปกติ) นำเมล็ดเล็กที่คัดได้มาทำความสะอาด ชับน้ำ
แล้วผึ่งให้แห้งทิ้งไว้ 1 คืน จากนั้นนำมาปอกเปลือกหุ้มเมล็ดออกให้หมด ระวังไม่ให้คัพภะได้รับ
อันตราย นำเมล็ดไปเพาะในจานแก้ว (petri dishes) ที่รองไว้ด้วยกระดาษทิชชูชุบน้ำจุ่ม และใน
ขณะเดียวกันก็เพาะเมล็ดปกติลงในจานแก้วเดียวกันกับเมล็ดเล็กจำนวน 3 เมล็ด เพื่อศึกษาจำนวน
คัพภะ หลังจากนั้นก็ทำเครื่องหมายในแต่ละเบอร์และแต่ละจานแก้วไว้เพื่อสะดวกต่อการนับ
จำนวนคัพภะ นำไปเก็บไว้ในอุณหภูมิห้อง เมื่อครบ 7 วันจึงทำการตรวจนับคัพภะที่งอกและเลี้ยง
ต่อไปจนเมล็ดงอกเป็นต้นกล้ามีใบจริง จึงทำการย้ายมาปลูกในถาดเพาะโดยแยกเป็นจำนวนต้นต่อ
เมล็ดต่อผล

การเก็บข้อมูล (เก็บทุกๆ เดือน เป็นเวลา 1 ปี)

- น้ำหนักผลและขนาดผล
- จำนวนเมล็ดทั้งหมดในแต่ละผล
- จำนวนเมล็ดขนาดปกติและขนาดเล็ก
- เปอร์เซ็นต์ของเมล็ดขนาดเล็ก
- จำนวนคัพภะต่อเมล็ดขนาดปกติและขนาดเล็ก
- จำนวนต้นกล้าจากเมล็ดขนาดเล็ก
- จำนวนต้นกล้าที่มีโครโมโซม 2x และ 3x
- เปอร์เซ็นต์ของต้นกล้าที่มีโครโมโซม 3x ต่อเมล็ดทั้งหมด
- เปอร์เซ็นต์ของต้นกล้าที่มีโครโมโซม 3x ต่อเมล็ดขนาดเล็ก

งานทดลองที่ 2 ศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารไซโตไคนิน + จิบเบอเรลลินต่อการชักนำให้ เกิดตาข้างในพืชตระกูลส้ม

วางแผนการทดลองแบบ split-plot in Completely Randomized Design

โดยกำหนดให้

Main plot คือ การตัดยอดและไม่ตัดยอด อย่างละ 25 กิ่ง

Sub plot คือ ความเข้มข้นของสารไซโตไคนิน+จิบเบอเรลลิน ซึ่งมี 5 Treatment
แบ่งการทดลองออกเป็น 5 Replication แต่ละ Replication ประกอบด้วยตาข้าง 15 ตา

ความเข้มข้นของสารไซโตไคนิน + จิบเบอเรลลิน มี 5 ระดับ

ความเข้มข้นที่ 1 Control (น้ำกลั่น)

ความเข้มข้นที่ 2 BA 87.5 ppm + GA₃ 37.5 ppm

ความเข้มข้นที่ 3 BA 100 ppm + GA₃ 50 ppm

ความเข้มข้นที่ 4 BA 112.5 ppm + GA₃ 62.5 ppm

ความเข้มข้นที่ 5 BA 125 ppm + GA₃ 75 ppm

วิธีการดำเนินงาน

เลือกต้นที่มีความสมบูรณ์ อายุ 2-3 ปี ซึ่งต้นที่ใช้จะมีกิ่งแตกออกมายาวประมาณ 5-10 เซนติเมตร โดยมีระยะของใบมากกว่าเพศลัด ทำการตัดยอด 25 กิ่ง โดยตัดเหนือตาที่ 3 นับจากโคนกิ่งขึ้นไปและไม่ตัดยอด 25 กิ่ง ทำการเด็ดใบออกให้หมดทั้ง 3 ตา โดยนับจากปลายยอดลงมา จากนั้นทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง เพื่อให้แผลแห้ง หลังจากนั้นนำสาร BA + GA₃ มาป้ายบริเวณตาข้างทั้ง 3 ตา ด้วยพู่กัน เพื่อเร่งการแตกตาข้าง โดยป้ายซ้ำอีกครั้งเมื่อครบ 24 ชั่วโมง เวลาที่ป้าย คือ ตอนเย็น เมื่อตาเริ่มพัฒนาจึงทำการเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูล

- ระยะเวลาในการแตกตาข้าง - จำนวนตาที่แตก
- ความยาวของยอดเมื่อแก่ - ระยะเวลาในการแก่ของใบ
- จำนวนใบเมื่อแก่

งานทดลองที่ 3 ศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารโคลชิซินและไตรฟลูราลินในการเพิ่ม ชุดโครโมโซมในพืชตระกูลส้ม

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 5 Teratment และ 5 Replication แต่ละ Replication ประกอบด้วยตาข้าง 15 ตา

ความเข้มข้นของสารโคลชิซิน 5 Teratment

Teratment ที่ 1 Control (น้ำกลั่น)	
Teratment ที่ 2 ความเข้มข้นของสารโคลชิซิน	0.03%
Teratment ที่ 3 ความเข้มข้นของสารโคลชิซิน	0.05%
Teratment ที่ 4 ความเข้มข้นของสารโคลชิซิน	0.07%
Teratment ที่ 5 ความเข้มข้นของสารโคลชิซิน	0.09%

ความเข้มข้นของสารไตรฟลูราลิน 5 Teratment

Teratment ที่ 1 Control (น้ำกลั่น)	
Teratment ที่ 2 ความเข้มข้นของสารไตรฟลูราลิน	0.03%
Teratment ที่ 3 ความเข้มข้นของสารไตรฟลูราลิน	0.05%
Teratment ที่ 4 ความเข้มข้นของสารไตรฟลูราลิน	0.07%
Teratment ที่ 5 ความเข้มข้นของสารไตรฟลูราลิน	0.09%

วิธีการดำเนินงาน

เลือกต้นที่มีความสมบูรณ์อายุ 2-3 ปี ซึ่งต้นที่ใช้จะมีกิ่งแตกออกมายาวประมาณ 5-10 เซนติเมตร โดยมีระยะของใบมากกว่าเพศลัด ทำการตัดยอดอย่างละ 25 กิ่ง โดยตัดเหนือตาที่ 3 นับจากโคนกิ่งขึ้นไป จากนั้นให้สารโคลชิซินและไตรฟลูราลินโดยใช้สำลีแผ่นชุบสารเคมีแล้วนำไปพันรอบๆ กิ่ง และใช้พลาสติกใสหุ้มทับอีกครั้ง แล้วห่อด้วยกระดาษฟรอยกันแสงแดดเมื่อครบ 7 วัน จึงเอาสารเคมีที่หุ้มออก เมื่อใบแก่ทำการเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูล

- | | |
|-------------------------|-------------------|
| - ความยาวของยอดเมื่อแก่ | - ความหนาของใบ |
| - จำนวนใบ | - จำนวนใบปากใบ |
| - ความกว้างของปากใบ | - ความยาวของปากใบ |

ขั้นตอนการศึกษาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์

วิธีการหา nucleoli

การทำ nucleoli เพื่อหาจำนวน genome (x) ของพืช มีขั้นตอนดังนี้

1. ตัดปลายรากที่มีสีเขียวชุ่นยาวประมาณ 10 มิลลิเมตร
2. แช่รากใน Fixative solution ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 1-1½ ชั่วโมง
3. ล้างรากด้วยน้ำกลั่น โดยวิธีการล้าง คือ นำรากออกจากการ Fixation แล้วนำมาแช่ในน้ำกลั่นประมาณ 10 ml. ต่อราก เป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยล้าง 3-4 ครั้ง
4. ซับน้ำออกจากราก เมื่อเซลล์รากนุ่มลงโดยการนำรากไปแช่ใน 1N HCl กับ 45 % ของ acetic acid อัตราส่วน 2 : 1 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 20 วินาที
5. นำรากมาล้างด้วยน้ำกลั่น 10ml. ต่อราก โดยล้าง 3-4 ครั้ง นานประมาณ 30 นาที
6. ตัดรากเอาเฉพาะส่วนที่เป็นสีเขียวชุ่น นำมาวางบนสไลด์แล้วกระจายเนื้อเยื่อของรากให้เป็น single layer มากที่สุด ปิดทับด้วย cover slip กดทับด้วยหัวแม่มือให้เซลล์กระจาย
7. นำสไลด์ที่เป็น single layer มาวางบนน้ำแข็งแห้งจนเป็นเกล็ดน้ำแข็งและมีไอน้ำขึ้นใช้ใบมีดโกนหวดจัดเอา cover slip ออก แล้วเก็บไว้ใน desiccator ประมาณ 3 วัน
8. นำสไลด์ออกจาก desiccator หยดด้วย 50% silver nitrate 1-2 หยดต่อสไลด์ แล้วปิดทับด้วย cover slip ระวังอย่าให้มีฟองอากาศ แล้วเก็บใน glass chambers และนำไป incubate ที่อุณหภูมิ 50-60 องศาเซลเซียส นาน 3-4 ชั่วโมง นำสไลด์มาส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ถ้าหาก NORs ยังไม่เป็นสีดำต้องนำไป incubate จนกว่าจะเป็นสีดำ
9. เอา cover slip ออกโดยการใช้น้ำผ่านบริเวณด้านหลังของสไลด์จน cover slip หลุดออก แต่ระวังอย่าให้น้ำเข้าด้านบริเวณเนื้อเยื่อพืช แล้วนำไปเก็บใน desiccator นาน 3 วัน
10. ปิดทับด้วย cover slip อีกครั้งแล้วนำไปส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์
11. ตรวจสอบจำนวน NORs ที่ปรากฏในแต่ละเซลล์

วิธีการเตรียมสีย้อมโครโมโซม (Lacto-propionic-orcein)

สารเคมี

ซังสาร Orcein (2%)	=	2 g
Propionic acid	=	23 cm ³
Lactic acid	=	23 cm ³
เติมน้ำกลั่นจนครบ		100 ml

วิธีการทำ: ผสม Propionic acid กับ Lactic acid ให้เข้ากันใส่ Lacto-propionic-orcein แล้วเติมน้ำกลั่นจนครบ 100 ml แล้วนำไปเขย่าและกรองแยกเอาตะกอนทิ้ง การเก็บรักษาให้เก็บไว้ในตู้เย็น

วิธีการศึกษาจำนวนโครโมโซม

ใช้วิธีการของ Love and Love (1975) มีวิธีการดังนี้

1. ตัดปลายรากที่มีสีเขียวชุ่นยาวประมาณ 10 มิลลิเมตร แช่ใน 0.002 Mol. 8-hydroxyquinoline ที่ 15 องศาเซลเซียส นาน 18 ชั่วโมง เพื่อให้โครโมโซมหดสั้นที่สุด
2. ล้างด้วยน้ำกลั่น 3-4 ครั้ง
3. นำรากไปแช่ใน Fixing Agent (acetic acid 1 : ethanol 3 by volume) นาน 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง
4. ล้างด้วยน้ำกลั่น 3-4 ครั้ง ซึ่งถ้าหากยังไม่ต้องการเตรียมสไลด์ สามารถเก็บรากไว้ใน ethanol 70% ที่อุณหภูมิ 3-5 องศาเซลเซียส เก็บได้นานประมาณ 6-12 เดือน (กันยารัตน์, 2532)
5. นำรากที่เตรียมไว้วางบนสไลด์ ตัดปลายรากยาวประมาณ 3-4 มิลลิเมตร โดยสังเกตบริเวณปลายรากที่มีสีเขียวชุ่นจะเป็นบริเวณที่กำลังเจริญเติบโต
6. หยด 1N HCl 1-2 หยด แช่ไว้นาน 15-30 นาที เพื่อให้เนื้อเยื่อของรากอ่อนตัวทดสอบโดยใช้ปลายเข็มกดที่ราก หากแข็งอยู่ให้เพิ่มระยะเวลาในการแช่ให้ยาวนานขึ้น เมื่อรากนิ่มแล้วให้ซับ 1N HCl ออก
7. ตัดรากให้เป็นชิ้นเล็กๆ แล้วหยดด้วยสีย้อม Lacto-propionic-orcein แช่ไว้นาน 20 นาที
8. กระจายชิ้นส่วนของรากให้ห่างกันพอประมาณ (ไม่เกินขนาดของ cover slip) นำไปผ่านเปลวไฟอ่อนๆ แล้วปิดทับด้วย cover slip ใช้หัวแม่มือกดทับบน cover slip แล้วใช้วัสดุที่ปลายมนกระจายเนื้อเยื่อพืชให้กระจายที่สุดเท่าที่จะทำได้
9. เมื่อเตรียมสไลด์เสร็จแล้วให้นำมาส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อศึกษาโครโมโซมต่อไป

การหาปากใบ

ทำความสะอาดใบด้วยการเช็ดเบาๆ เพื่อกำจัดเศษฝุ่นออกและใช้น้ำยาทาเล็บชนิดใสทาบริเวณปากใบทิ้งไว้จนแห้ง 3-5 นาที ค่อยๆ ลอกส่วนที่เป็นน้ำยาทาเล็บออกวางบนสไลด์ ปิดด้วยโคเวอร์สลิป นำไปส่องกล้องจุลทรรศน์เพื่อบันทึกจำนวนและวัดขนาด

การเตรียมสารละลายไซโตไคนินและจิบเบอเรลลิน

ไซโตไคนินความเข้มข้น 100 ppm

การเตรียมสารละลายไซโตไคนิน ความเข้มข้น 100 ppm จำนวน 100 ml.

วิธีการ

สารละลายไซโตไคนินความเข้มข้น 100 ppm หมายความว่า
 ในสารละลาย 1,000,000 ml จะมีไซโตไคนิน = 100 g
 ดังนั้นสารละลาย 100 ml จะมีไซโตไคนิน = $\frac{100 \times 100}{1,000,000}$
 = 0.01 g

นั่นคือ ต้องนำสารไซโตไคนิน มา 0.01 g ละลายในน้ำ 100 ml

หมายเหตุ : การเตรียมสารละลายไซโตไคนินและจิบเบอเรลลินความเข้มข้นอื่นๆ ก็ใช้วิธีการ
 คำนวณเดียวกัน

การเตรียมสารโคลชิซินและไตรฟลูราลิน

สารโคลชิซินความเข้มข้น 0.03%

วิธีการ

สารโคลชิซิน 0.03% หมายความว่า ในน้ำ 100 ml จะมีสารโคลชิซิน 0.03 g
 นั่นคือ ต้องนำสาร โคลชิซิน 0.03 g ละลายในน้ำ 100 ml

หมายเหตุ : การเตรียมสาร โคลชิซินและไตรฟลูราลินความเข้มข้นอื่นๆ ก็ใช้วิธีการคำนวณเดียวกัน

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การศึกษาจำนวนชุดโครโมโซมจากต้นกล้าสัมพันธุ์สายน้ำผึ้งกับสัมพันธุ์โอเชียนที่ได้จากเมล็ดขนาดเล็กและการเพิ่มชุดโครโมโซมโดยใช้สารเคมีในพืชตระกูลส้ม ได้จัดแบ่งการนำเสนอผลการศึกษากออกเป็น 3 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างเมล็ดขนาดเล็กกับต้นกล้าสัมพันธุ์สายน้ำผึ้งและสัมพันธุ์โอเชียนที่มีจำนวนโครโมโซม 3 ชุด

น้ำหนักผล

น้ำหนักผลของสัมพันธุ์สายน้ำผึ้งตลอดระยะเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนกันยายน 2549 ถึงเดือนสิงหาคม 2550 พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวก 1) โดยเดือนมีนาคม 2550 มีน้ำหนักผลมากที่สุด 173.89 กรัม รองลงมาคือ ผลส้มที่ได้จากเดือนมกราคม 2550 ธันวาคม 2549 กุมภาพันธ์ 2550 มิถุนายน 2550 พฤศจิกายน 2549 พฤษภาคม 2550 สิงหาคม 2550 กันยายน 2549 เมษายน 2550 ตุลาคม 2549 และเดือนกรกฎาคม 2550 (146.68, 142.35, 141.54, 139.80, 131.46, 121.02, 120.51, 119.66, 110.74, 109.87, และ 109.57 กรัม) ตามลำดับ (ตาราง 1) และ (ภาพ 1, 4)

น้ำหนักผลของสัมพันธุ์โอเชียนตลอดระยะเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนกันยายน 2549 ถึงเดือนสิงหาคม 2550 พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวก 2) โดยเดือนมิถุนายน 2550 มีน้ำหนักผลมากที่สุด 289.69 กรัม รองลงมาคือ ผลส้มที่ได้จากเดือนกรกฎาคม 2550 เมษายน 2550 ธันวาคม 2549 สิงหาคม 2550 มกราคม 2550 มีนาคม 2550 พฤศจิกายน 2549 กุมภาพันธ์ 2550 ตุลาคม 2549 พฤษภาคม 2550 และเดือนกันยายน 2549 (228.16, 207.51, 182.87, 173.54, 169.87, 168.45, 159.97, 158.86, 155.09, 151.99, และ 146.57 กรัม) ตามลำดับ (ตาราง 2) และ (ภาพ 1, 4)

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผล

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลสัมพันธุ์สายน้ำผึ้งตลอดระยะเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนกันยายน 2549 ถึงเดือนสิงหาคม 2550 พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวก 3) โดยเดือนมีนาคม 2550 มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลมากที่สุด 72.91 มิลลิเมตร

รองลงมาได้แก่ผลส้มเดือนมิถุนายน 2550 มกราคม 2550 ธันวาคม 2549 กุมภาพันธ์ 2550 พฤศจิกายน 2549 พฤษภาคม 2550 กันยายน 2549 กรกฎาคม 2550 สิงหาคม 2550 เมษายน 2550 และเดือนตุลาคม 2549 (67.62, 66.67, 66.58, 66.04, 65.04, 64.88, 62.91, 62.45, 62.08, 61.93 และ 50.17 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตาราง 1) และ (ภาพ 2, 4)

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลส้มพันธุ์โอเชียนตลอดระยะเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนกันยายน 2549 ถึงเดือนสิงหาคม 2550 พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวก 4) โดยเดือนมิถุนายน 2550 มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผลมากที่สุด 89.16 มิลลิเมตร รองลงมาได้แก่ผลส้มเดือนกรกฎาคม 2550 เมษายน 2550 ธันวาคม 2549 มกราคม 2550 มีนาคม 2550 พฤศจิกายน 2549 พฤษภาคม 2550 กุมภาพันธ์ 2550 กันยายน 2549 สิงหาคม 2550 และเดือนตุลาคม 2549 (81.95 , 77.57, 75.22, 72.63, 72.33, 72.20, 71.33, 71.14, 68.63, 62.04 และ 55.12 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตาราง 2) และ (ภาพ 2, 4)

ความสูงของผล

ความสูงของผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งตลอดระยะเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนกันยายน 2549 ถึงเดือนสิงหาคม 2550 พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวก 5) โดยเดือนตุลาคม 2549 มีความสูงของผลมากที่สุด คือ 60.95 มิลลิเมตร รองลงมา ได้แก่ เดือนกุมภาพันธ์ 2550 มีนาคม 2550 ธันวาคม 2549 มกราคม 2550 สิงหาคม 2550 พฤศจิกายน 2549 มิถุนายน 2550 กันยายน 2549 พฤษภาคม 2550 เมษายน 2550 และเดือนกรกฎาคม 2550 (59.67, 58.87, 58.09, 57.14, 55.60, 55.52, 55.48, 53.52, 53.28, 53.07, และ 53.00 มิลลิเมตร) ตามลำดับ (ตาราง 1) และ (ภาพ 2, 4)

ความสูงของผลส้มพันธุ์โอเชียนตลอดระยะเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนกันยายน 2549 ถึงเดือนสิงหาคม 2550 พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวก 6) โดยเดือนมิถุนายน 2550 มีความสูงของผลมากที่สุด คือ 68.11 มิลลิเมตร รองลงมาได้แก่ เดือนตุลาคม 2549 กรกฎาคม 2550 ธันวาคม 2549 เมษายน 2550 มกราคม 2550 พฤศจิกายน 2549 กุมภาพันธ์ 2550 มีนาคม 2550 กันยายน 2549 พฤษภาคม 2550 และเดือนสิงหาคม 2550 (66.89, 62.24, 61.41, 60.18, 59.67, 58.33, 58.15, 57.73, 57.05, 54.92 และ 46.27 มิลลิเมตร) ตามลำดับ (ตาราง 2) และ (ภาพ 2, 4)

จำนวนเมล็ด

จำนวนเมล็ดของสัณพืชสายน้ำผึ้งน้ำผึ้งตลอดระยะเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนกันยายน 2549 ถึงเดือนสิงหาคม 2550 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 7) โดยเดือนมีนาคม 2550 มีจำนวนเมล็ดมากที่สุด คือ 19.75 เมล็ดต่อผล รองลงมาได้แก่ เดือนกรกฎาคม 2550 ตุลาคม 2549 มกราคม 2550 ธันวาคม 2549 สิงหาคม 2550 พฤษภาคม 2550 เมษายน 2550 กันยายน 2549 มิถุนายน 2550 กุมภาพันธ์ 2550 และเดือนพฤศจิกายน 2549 (18.10, 17.30, 17.15, 17.10, 16.40, 16.20, 14.50, 14.05, 13.55, 12.80, และ 10.30 เมล็ดต่อผล) ตามลำดับ (ตาราง 1) และ (ภาพ 3, 5)

จำนวนเมล็ดของสัณพืชโอเอเซียนตลอดระยะเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนกันยายน 2549 ถึงเดือนสิงหาคม 2550 พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวก 8) โดยเดือนกุมภาพันธ์ 2550 มีจำนวนเมล็ดมากที่สุด คือ 19.30 เมล็ดต่อผล รองลงมาได้แก่ เดือนตุลาคม 2549 เมษายน 2550 พฤศจิกายน 2549 มกราคม 2550 กันยายน 2549 สิงหาคม 2550 พฤษภาคม 2550 ธันวาคม 2549 มิถุนายน 2550 มีนาคม 2550 และเดือนกรกฎาคม (17.40, 16.95, 16.20, 15.25, 15.15, 13.70, 12.15, 10.85, 10.15, 8.35 และ 2.74 เมล็ดต่อผล (ตาราง 2) และ (ภาพ 3, 5)

จำนวนเมล็ดขนาดเล็ก

จำนวนเมล็ดขนาดเล็กของสัณพืชสายน้ำผึ้งตลอดระยะเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนกันยายน 2549 ถึงเดือนสิงหาคม 2550 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 9) (ตาราง 1) และเมล็ดขนาดเล็กมีลักษณะลึบและไม่สมบูรณ์มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสัณพืชโอเอเซียน (ภาพ 3, 6)

จำนวนเมล็ดขนาดเล็กของสัณพืชโอเอเซียนตลอดระยะเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนกันยายน 2549 ถึงเดือนสิงหาคม 2550 พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวก 10) โดยเดือนสิงหาคม 2550 มีจำนวนเมล็ดขนาดเล็กต่อผลมากที่สุด 3.82 เมล็ดต่อผล รองลงมาได้แก่ เดือนเมษายน 2550 มิถุนายน 2550 ธันวาคม 2549 กุมภาพันธ์ 2550 มีนาคม 2550 พฤศจิกายน 2549 กันยายน 2549 มกราคม 2550 กรกฎาคม 2550 พฤษภาคม 2550 และเดือนตุลาคม 2549 (3.65, 2.82, 2.69, 2.65, 2.46, 2.33, 1.88, 1.80, 1.75, 1.65, และ 1.38 เมล็ดต่อผล) ตามลำดับ (ตาราง 2) และ (ภาพ 3, 7)

จำนวนคัพพะของเมล็ดขนาดปกติ

จำนวนคัพพะของเมล็ดขนาดปกติในสัมพันธุ์สายน้ำผึ้งตลอดระยะเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนกันยายน 2549 ถึงเดือนสิงหาคม 2550 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 11) (ตาราง 1) และ (ภาพ 3, 8)

จำนวนคัพพะของเมล็ดปกติในสัมพันธุ์โอเชียนตลอดระยะเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนกันยายน 2549 ถึง เดือนสิงหาคม 2550 พบว่า 1 เมล็ดมีคัพพะจำนวน 1 คัพพะ (ตาราง 2) และ (ภาพ 3, 9)

จำนวนคัพพะของเมล็ดขนาดเล็ก

จำนวนคัพพะของเมล็ดขนาดเล็กในสัมพันธุ์สายน้ำผึ้งตลอดระยะเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนกันยายน 2549 ถึงเดือนสิงหาคม 2550 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 12) (ตาราง 1) และ (ภาพ 3)

การศึกษาจำนวนคัพพะของเมล็ดขนาดเล็กในสัมพันธุ์โอเชียนตลอดระยะเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนกันยายน 2549 ถึงเดือนสิงหาคม 2550 พบว่า 1 เมล็ดมีคัพพะจำนวน 1 คัพพะ (ตาราง 2) และ (ภาพ 3)

จำนวนนิวคลีโอตี

จำนวนนิวคลีโอตีจากปลายรากต้นกล้าสัมพันธุ์สายน้ำผึ้งที่ได้จากเมล็ดขนาดเล็ก จำนวน 172 ต้น พบว่าต้นกล้าทั้งหมดไม่พบจำนวนนิวคลีโอตีที่เป็น 3 จุด (ตาราง 5) และ (ภาพ 10)

จำนวนนิวคลีโอตีจากปลายรากต้นกล้าสัมพันธุ์โอเชียนที่ได้จากเมล็ดขนาดเล็ก จำนวน 406 ต้น พบต้นกล้าที่มีจำนวนนิวคลีโอตีเท่ากับ 3 จุด (3x) จำนวน 4 ต้น ซึ่งพบในเดือนธันวาคม 2549 จำนวน 1 ต้น เดือนกุมภาพันธ์ 2550 จำนวน 2 ต้น และเดือนพฤษภาคม 2550 จำนวน 1 ต้น โดยเปอร์เซ็นต์ของต้นกล้าที่มีนิวคลีโอตี 3 จุด (3x) ต่อเมล็ดทั้งหมดเท่ากับ 0.13 เปอร์เซ็นต์ และโดยรวมทั้งหมดของต้นกล้าที่มีนิวคลีโอตี 3 จุด (3x) ต่อเมล็ดขนาดเล็ก เท่ากับ 0.99 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 6) และ (ภาพ 11)

จำนวนชุดโครโมโซมจากเมล็ดขนาดเล็ก

จำนวนโครโมโซมดักลาสสัมพันธุ์สายน้ำผึ้งที่ได้จากเมล็ดขนาดเล็กจำนวน 172 ต้น พบว่า ดักลาสทั้งหมดมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 2 ชุด ($2n = 2x = 18$) (ตาราง 3) และ (ภาพ 12)

จำนวนโครโมโซมของดักลาสสัมพันธุ์โอเชียนที่ได้จากเมล็ดขนาดเล็กจำนวน 406 ต้น พบดักลาสที่มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 3 ชุด ($2n = 3x = 27$) จำนวน 4 ต้นซึ่งพบในเดือนธันวาคม 2549 จำนวน 1 ต้น เดือนกุมภาพันธ์ 2550 จำนวน 2 ต้น และเดือนพฤษภาคม 2550 จำนวน 1 ต้น โดยเปอร์เซ็นต์ของดักลาสที่มีโครโมโซม 3 ชุด ($3x$) ต่อเมล็ดทั้งหมดเท่ากับ 0.13 เปอร์เซ็นต์ และโดยรวมทั้งหมดของดักลาสที่มีโครโมโซม 3 ชุด ($3x$) ต่อเมล็ดขนาดเล็กเท่ากับ 0.99 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 4) และ (ภาพ 13, 14)

ตาราง 1 จำนวนผล น้ำหนักผล ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผล ความสูงของผล จำนวนเมล็ด ขนาดเล็กและจำนวนคัพภะสัมพันธ์กับอายุของผล
ตลอด 12 เดือน

เดือน	ผล	น้ำหนักผล (กรัม)	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผล (ซ.ม.)	ความสูงของผล (ซ.ม.)	จำนวน			
					เมล็ด/ผล	เมล็ดขนาดเล็ก/ผล (%)	คัพภะจากเมล็ด ขนาดเล็ก	คัพภะจากเมล็ด ขนาดใหญ่
ก.ย.-49	20	119.66 ^d	62.91 ^{de}	53.52 ^d	14.05	2.00(14.23)	4.60	3.80
ต.ค.-49	20	109.87 ^d	50.17 ^f	60.95 ^a	17.30	1.33(7.69)	5.00	3.33
พ.ย.-49	20	131.46 ^c	65.04 ^{cd}	55.52 ^{cd}	10.30	1.00(9.71)	5.15	2.75
ธ.ค.-49	20	142.35 ^{bc}	66.58 ^{bc}	58.09 ^{bc}	17.10	1.43(8.36)	5.05	3.20
ม.ค.-50	20	146.68 ^b	66.67 ^{bc}	57.14 ^{bc}	17.15	1.00(5.83)	5.10	2.00
ก.พ.-50	20	141.54 ^{bc}	66.04 ^{bc}	59.67 ^{ab}	12.80	1.00(7.81)	5.55	2.00
มี.ค.-50	20	173.89 ^a	72.90 ^a	58.87 ^{ab}	19.75	1.25(6.33)	5.65	2.29
เม.ย.-50	20	110.74 ^d	61.93 ^e	53.07 ^d	14.50	1.00(6.90)	5.60	2.25
พ.ค.-50	20	121.02 ^d	64.88 ^{cd}	53.28 ^d	16.20	1.17(7.22)	5.35	2.20
มิ.ย.-50	20	139.80 ^{bc}	67.62 ^b	55.48 ^{cd}	13.55	1.29(9.52)	4.95	3.00
ก.ค.-50	20	109.57 ^d	62.45 ^e	53.00 ^d	18.10	1.40(7.73)	5.65	2.60
ส.ค.-50	20	120.51 ^d	62.08 ^e	55.60 ^{cd}	16.40	1.29(7.87)	5.75	3.17
Mean		130.59	64.11	56.18	15.60	1.26(7.43)	5.28	2.72
F-test		**	**	**	ns	ns	ns	ns
CV(%)		12.53	5.61	6.95	56.16	65.55	23.66	55.23

หมายเหตุ ค่าที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับเหมือนกัน แสดงว่า "ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธี DMRT
ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตาราง 2 จำนวนผล น้ำหนักผล ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผล ความสูงของผล จำนวนเมล็ด จำนวนเมล็ดขนาดเล็กและจำนวนคัพภะสัมพันธ์ไอเซน
ตลอด 12 เดือน

เดือน	ผล	น้ำหนักผล (กรัม)	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผล (ซ.ม.)	ความสูงของผล (ซ.ม.)	จำนวน			
					เมล็ด/ผล	เมล็ดขนาดเล็ก/ผล (%)	คัพภะจากเมล็ด ขนาดปกติ	คัพภะจาก เมล็ดขนาดเล็ก
ก.ย.-49	20	146.57 ^{fg}	68.63 ^f	57.05 ^f	15.15 ^{bcd}	1.88 ^b (12.41)	1.00	1.00
ต.ค.-49	20	155.09 ^{efg}	55.12 ^b	66.89 ^a	17.40 ^{ab}	1.38 ^b (7.93)	1.00	1.00
พ.ย.-49	20	159.97 ^{efg}	72.20 ^{de}	58.33 ^{def}	16.20 ^{abc}	2.33 ^{ab} (14.38)	1.00	1.00
ธ.ค.-49	20	182.87 ^d	75.22 ^{cd}	61.41 ^{bc}	10.85 ^{efg}	2.69 ^{ab} (24.79)	1.00	1.00
ม.ค.-50	20	169.87 ^{def}	72.63 ^{de}	59.67 ^{cde}	15.25 ^{bcd}	1.80 ^b (11.80)	1.00	1.00
ก.พ.-50	20	158.86 ^{efg}	71.14 ^{ef}	58.15 ^{def}	19.30 ^a	2.65 ^{ab} (13.73)	1.00	1.00
มี.ค.-50	20	168.45 ^{def}	72.33 ^{de}	57.73 ^{ef}	8.35 ^g	2.46 ^{ab} (29.46)	1.00	1.00
เม.ย.-50	20	207.51 ^c	77.57 ^c	60.18 ^{bcd}	16.95 ^{abc}	3.65 ^a (21.53)	1.00	1.00
พ.ค.-50	20	151.99 ^{fg}	71.33 ^{ef}	54.92 ^g	12.15 ^{ef}	1.65 ^b (13.58)	1.00	1.00
มิ.ย.-50	20	289.69 ^a	89.16 ^a	68.11 ^a	10.15 ^{fg}	2.82 ^{ab} (27.78)	1.00	1.00
ก.ค.-50	20	228.16 ^b	81.95 ^b	62.24 ^b	2.74 ^b	1.75 ^b (63.87)	1.00	1.00
ส.ค.-50	20	173.54 ^{de}	62.04 ^g	46.27 ^h	13.70 ^{de}	3.82 ^a (27.88)	1.00	1.00
Mean		182.71	72.44	59.25	13.39	2.41(22.43)	1.00	1.00
F-test		**	**	**	**	**	ns	ns
CV.(%)		15.48	6.53	5.67	35.41	72.00		

หมายเหตุ ค่าที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับเหมือนกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธี DMRT

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และ ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตาราง 3 น้ำหนักเมล็ดขนาดปกติและเมล็ดขนาดเล็ก จำนวนเมล็ดเล็ก จำนวนต้นกล้า และจำนวนโครโมโซมจากปลายรากต้นกล้าสัมพัทธ์สายน้ำผึ้ง

เดือน	น้ำหนัก		จำนวน							
	เมล็ดขนาดปกติ (60.04-90.12 mg.)	เมล็ดขนาดเล็ก (20.38-30.04 mg.)	ผล	เมล็ด	เมล็ดขนาดเล็ก (%)	ต้นกล้า (ต้นกล้า/เมล็ด)	โครโมโซม		ต้นกล้า 3x ต่อเมล็ดทั้งหมด %	ต้นกล้า 3x ต่อเมล็ดขนาดเล็ก %
							2n=2x=18(%)	2n=3x=27(%)		
ก.ย.-49	77.64	25.88	20	281	22(7.83)	29(1.32)	29(100)	0	0	0
ต.ค.-49	69.95	23.32	20	346	4(1.16)	8(2.00)	8(100)	0	0	0
พ.ย.-49	90.12	30.04	20	206	6(2.91)	12(2.00)	12(100)	0	0	0
ธ.ค.-49	68.79	22.93	20	342	10(2.92)	17(1.70)	17(100)	0	0	0
ม.ค.-50	76.07	25.36	20	343	6(1.75)	9(1.50)	9(100)	0	0	0
ก.พ.-50	60.04	20.01	20	256	1(0.39)	2(2.00)	2(100)	0	0	0
มี.ค.-50	83.12	27.71	20	395	10(2.53)	18(1.80)	18(100)	0	0	0
เม.ย.-50	76.78	25.59	20	290	5(1.72)	11(2.20)	11(100)	0	0	0
พ.ค.-50	81.12	27.04	20	324	7(2.16)	13(1.86)	13(100)	0	0	0
มิ.ย.-50	61.15	20.38	20	271	9(3.32)	15(1.67)	15(100)	0	0	0
ก.ค.-50	69.24	23.08	20	362	14(3.87)	21(1.50)	21(100)	0	0	0
ส.ค.-50	64.09	21.36	20	328	9(2.74)	17(1.89)	17(100)	0	0	0
รวม	878.11	292.70	240	3744	103(33.30)	172(21.44)	172(1200)	0	0	0
เฉลี่ย	73.17	24.39	20	312	8.58(2.78)	14.33(1.79)	14.33(100)	0	0	0

ตาราง 4 ^๙ น้ำหนักเมล็ดขนาดปกติและเมล็ดขนาดเล็ก จำนวนต้นกล้า และจำนวนโครโมโซมจากปลายรากต้นกล้าสัมพัทธ์ร้อยละ

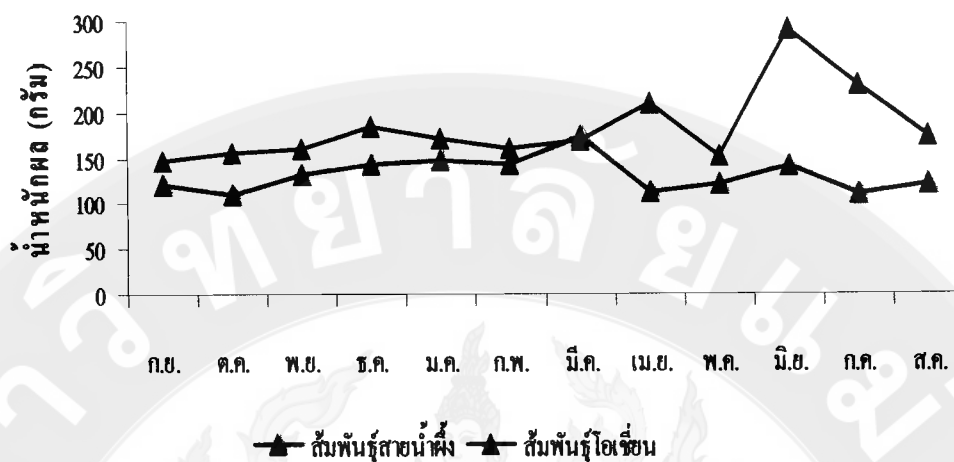
	น้ำหนัก		จำนวน							ต้นกล้า 3x ต่อเมล็ดขนาดเล็ก %
	เมล็ดขนาดปกติ (120.34-217.50 mg.)	เมล็ดขนาดเล็ก (40.11-72.50 mg.)	ผล	เมล็ด	เมล็ดขนาดเล็ก (%)	ต้นกล้า (ต้นกล้า/เมล็ด)	โครโมโซม		ต้นกล้า 3x ต่อเมล็ดทั้งหมด %	
							2n=2x=18(%)	2n=3x=27(%)		
เดือน										
ก.ย.-49	203.45	67.82	20	303	32(10.56)	32(1)	32(100)	0(0.00)	0.00	0.00
ต.ค.-49	198.47	66.16	20	348	22(6.32)	22(1)	22(100)	0(0.00)	0.00	0.00
พ.ย.-49	157.98	52.66	20	234	21(8.97)	21(1)	21(100)	0(0.00)	0.00	0.00
ธ.ค.-49	194.13	64.71	20	217	35(16.13)	35(1)	34(97.14)	1(2.86)	0.03	0.25
ม.ค.-50	120.34	40.11	20	305	27(8.85)	27(1)	27(100)	0(0.00)	0.00	0.00
ก.พ.-50	176.93	58.98	20	386	53(13.73)	53(1)	51(96.23)	2(3.77)	0.07	0.49
มี.ค.-50	152.93	50.98	20	142	32(22.54)	32(1)	32(100)	0(0.00)	0.00	0.00
เม.ย.-50	123.46	41.15	20	339	62(18.29)	62(1)	62(100)	0(0.00)	0.00	0.00
พ.ค.-50	217.50	72.50	20	243	28(11.52)	28(1)	27(96.43)	1(3.57)	0.03	0.25
มิ.ย.-50	138.09	46.03	20	203	48(23.65)	48(1)	48(100)	0(0.00)	0.00	0.00
ก.ค.-50	161.81	53.94	20	52	14(26.92)	14(1)	14(100)	0(0.00)	0.00	0.00
ส.ค.-50	142.88	47.63	20	274	32(11.68)	32(1)	32(100)	0(0.00)	0.00	0.00
รวม	1987.97	662.67	240	3046	406(179.16)	406(12)	402(1189.8)	4(10.2)	0.13	0.99
เฉลี่ย	165.67	55.22	20	253.83	33.83(14.93)	33.83(1)	33.5(99.15)	1.33(3.4)	0.04	0.33

ตาราง 5 จำนวนนิวคลีโอไทด์จากปลายรากต้นกล้าสัมพัทธ์ฐานน้ำผึ้ง

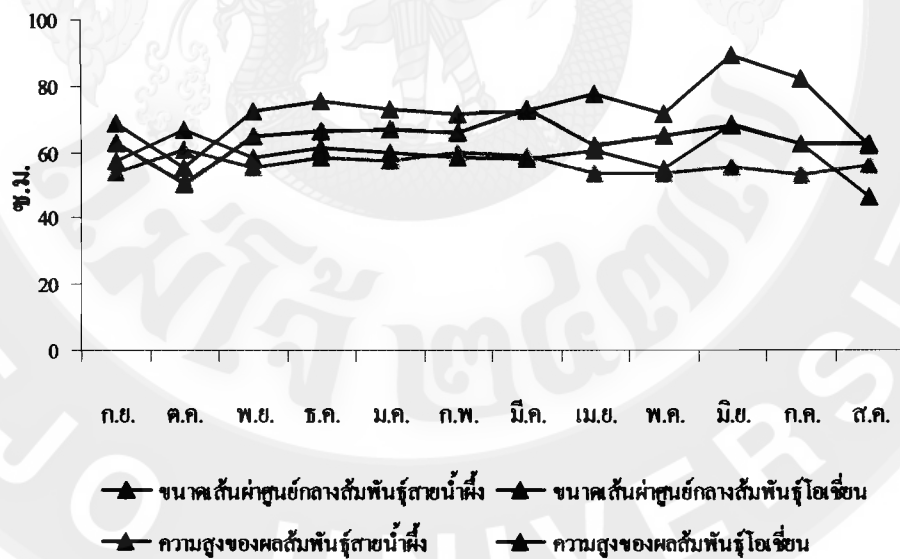
เดือน	น้ำหนัก		จำนวน						จำนวนนิวคลีโอไทด์	
	เมล็ดขนาดปกติ (60.04-90.12 mg.)	เมล็ดขนาดเล็ก (20.38-30.04 mg.)	ผล	เมล็ด	เมล็ดเล็ก (%)	ต้นกล้า(ต้นกล้า/เมล็ด)	จำนวนนิวคลีโอไทด์			
							2x (%)	3x (%)		
ก.ย.-49	77.64	25.88	20	281	22(7.83)	29(1.32)	29(100)	0		
ต.ค.-49	69.95	23.32	20	346	4(1.16)	8(2.00)	8(100)	0		
พ.ย.-49	90.12	30.04	20	206	6(2.91)	12(2.00)	12(100)	0		
ธ.ค.-49	68.79	22.93	20	342	10(2.92)	17(1.70)	17(100)	0		
ม.ค.-50	76.07	25.36	20	343	6(1.75)	9(1.50)	9(100)	0		
ก.พ.-50	60.04	20.01	20	256	1(0.39)	2(2.00)	2(100)	0		
มี.ค.-50	83.12	27.71	20	395	10(2.53)	18(1.80)	18(100)	0		
เม.ย.-50	76.78	25.59	20	290	5(1.72)	11(2.20)	11(100)	0		
พ.ค.-50	81.12	27.04	20	324	7(2.16)	13(1.86)	13(100)	0		
มิ.ย.-50	61.15	20.38	20	271	9(3.32)	15(1.67)	15(100)	0		
ก.ค.-50	69.24	23.08	20	362	14(3.87)	21(1.50)	21(100)	0		
ส.ค.-50	64.09	21.36	20	328	9(2.74)	17(1.89)	17(100)	0		
รวม	878.11	292.70	240	3744	103(33.30)	172(21.44)	172(1200)	0		
เฉลี่ย	73.17	24.39	20	312	8.58(2.78)	14.33(1.79)	14.33(100)	0		

ตาราง 6 จำนวนนิวคลีโอไทด์จากปลายรากต้นกล้าสัมพันธุ์โอเรียน

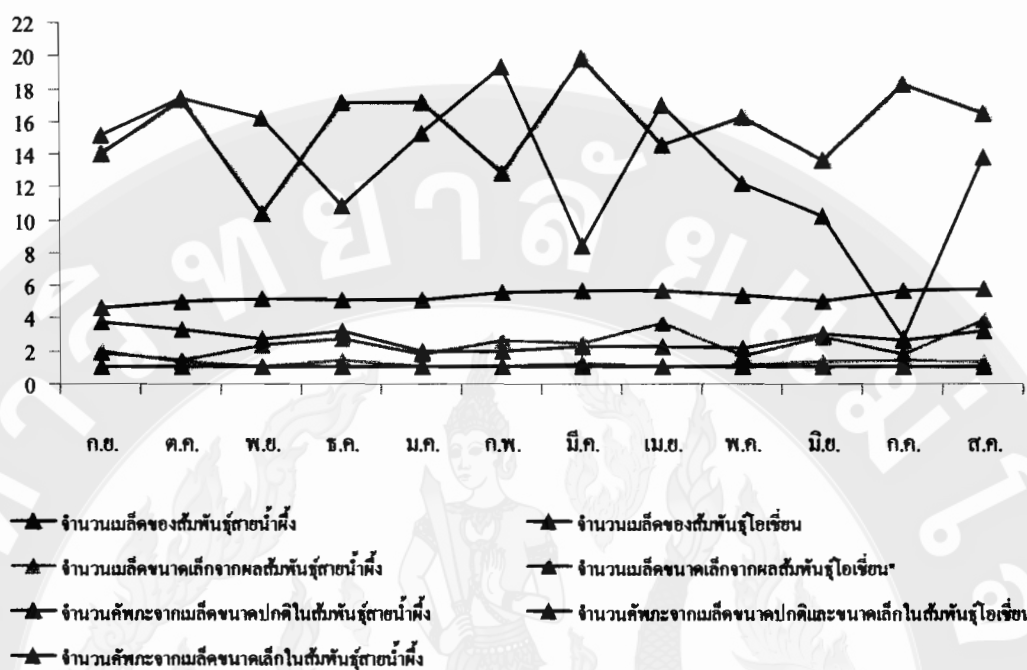
เดือน	น้ำหนัก		จำนวน						จำนวนนิวคลีโอไทด์	
	เมล็ดขนาดปกติ (120.34-217.50 mg.)	เมล็ดขนาดเล็ก (40.11-72.50 mg.)	ผล	เมล็ด	เมล็ดเล็ก (%)	ต้นกล้า(ต้นกล้า/เมล็ด)	จำนวนนิวคลีโอไทด์			
							2x (%)	3x (%)		
ก.ย.-49	203.45	67.82	20	303	32(10.56)	32(1)	32(100)	0(0.00)		
ต.ค.-49	198.47	66.16	20	348	22(6.32)	22(1)	22(100)	0(0.00)		
พ.ย.-49	157.98	52.66	20	234	21(8.97)	21(1)	21(100)	0(0.00)		
ธ.ค.-49	194.13	64.71	20	217	35(16.13)	35(1)	34(97.14)	1(2.86)		
ม.ค.-50	120.34	40.11	20	305	27(8.85)	27(1)	27(100)	0(0.00)		
ก.พ.-50	176.93	58.98	20	386	53(13.73)	53(1)	51(96.23)	2(3.77)		
มี.ค.-50	152.93	50.98	20	142	32(22.54)	32(1)	32(100)	0(0.00)		
เม.ย.-50	123.46	41.15	20	339	62(18.29)	62(1)	62(100)	0(0.00)		
พ.ค.-50	217.50	72.50	20	243	28(11.52)	28(1)	27(96.43)	1(3.57)		
มิ.ย.-50	138.09	46.03	20	203	48(23.65)	48(1)	48(100)	0(0.00)		
ก.ค.-50	161.81	53.94	20	52	14(26.92)	14(1)	14(100)	0(0.00)		
ส.ค.-50	142.88	47.63	20	274	32(11.68)	32(1)	32(100)	0(0.00)		
รวม	1987.97	662.67	240	3046	406(179.16)	406(12)	402(1189.8)	4(10.2)		
เฉลี่ย	165.67	55.22	20	253.83	33.83(14.93)	33.83(1)	33.5(99.15)	1.33(3.4)		



ภาพ 1 น้ำหนักผลสัมพันธุ์สายน้ำผึ้งและสัมพันธุ์โอเชียน



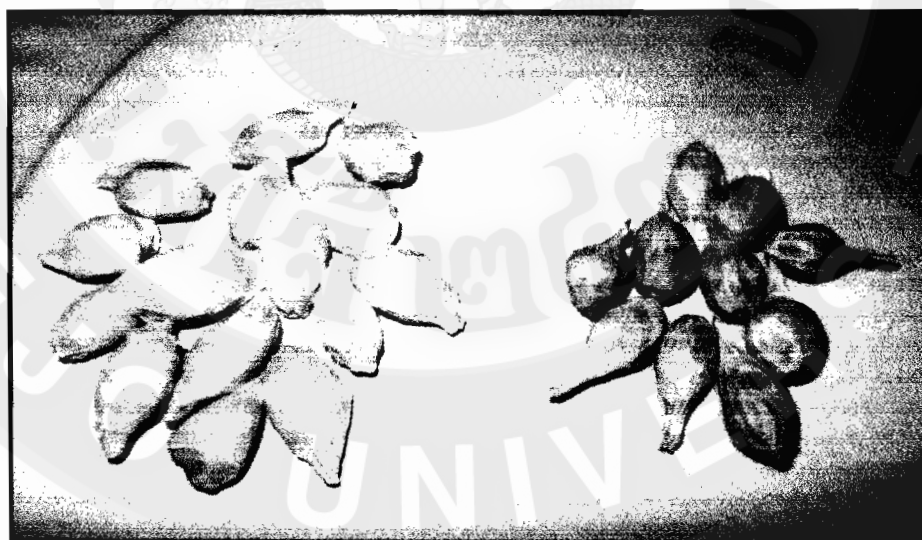
ภาพ 2 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงของผลสัมพันธุ์สายน้ำผึ้งและสัมพันธุ์โอเชียน



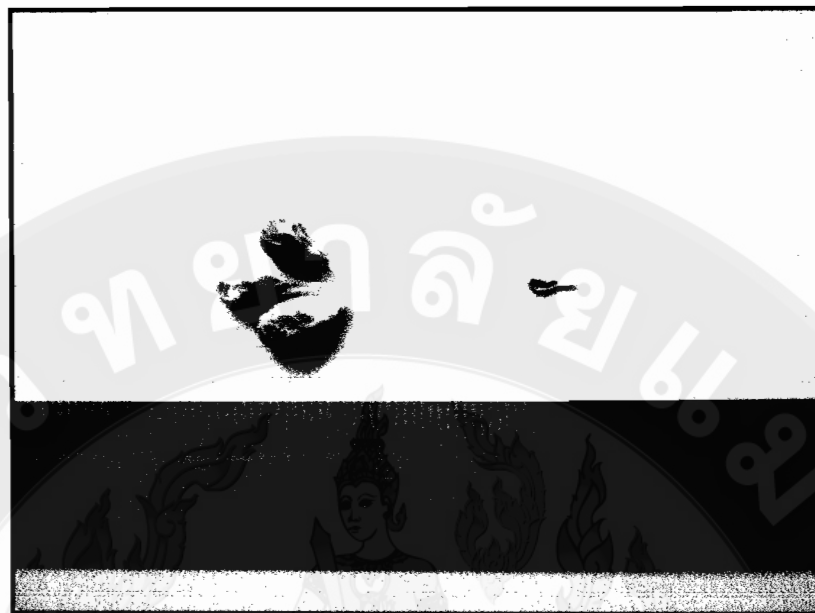
ภาพ 3 จำนวนเมล็ด จำนวนเมล็ดขนาดเล็ก จำนวนคัพภะจากเมล็ดขนาดปกติและจำนวนคัพภะจากเมล็ดขนาดเล็กในต้นพันธุ์สาหร่ายน้ำผึ้งและต้นพันธุ์โอเอเซียน



ภาพ 4 ลักษณะผลสั้มพันธุ์สาขน้ำผึ้ง (ซ้าย) และสั้มพันธุ์โอเชียน (ขวา)



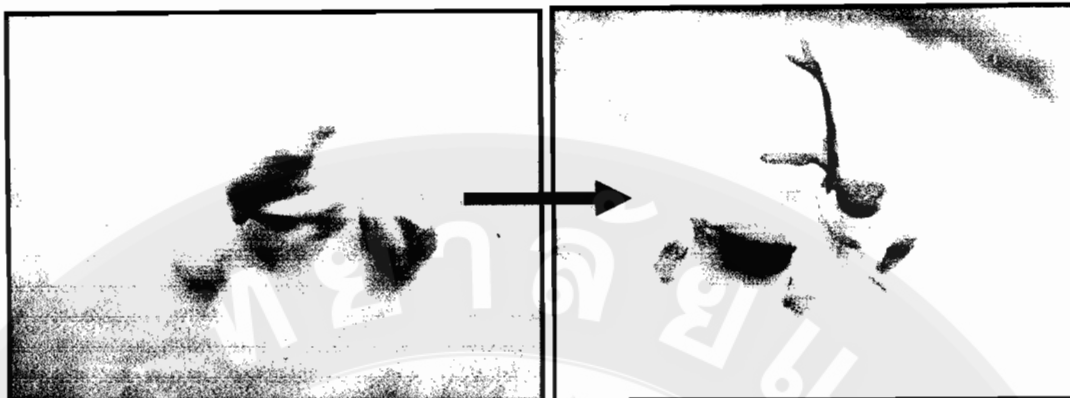
ภาพ 5 ลักษณะเมล็ดสั้มพันธุ์โอเชียน (ซ้าย) และสั้มพันธุ์สาขน้ำผึ้ง (ขวา)



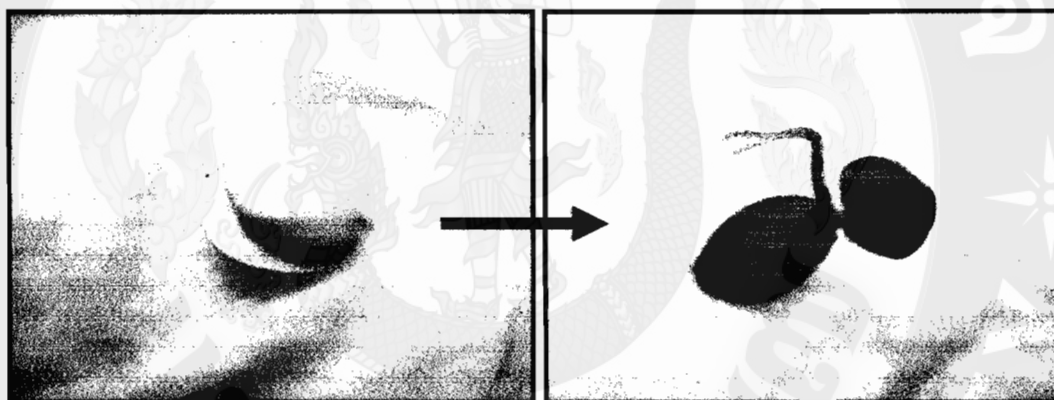
ภาพ 6 ลักษณะเมล็ดขนาดปกติ (ซ้าย) และขนาดเล็ก (ขวา) ของสัณพันธ์สายน้ำผึ้ง



ภาพ 7 ลักษณะเมล็ดขนาดปกติ (ซ้าย) และขนาดเล็ก (ขวา) ของสัณพันธ์โอเอเซียน



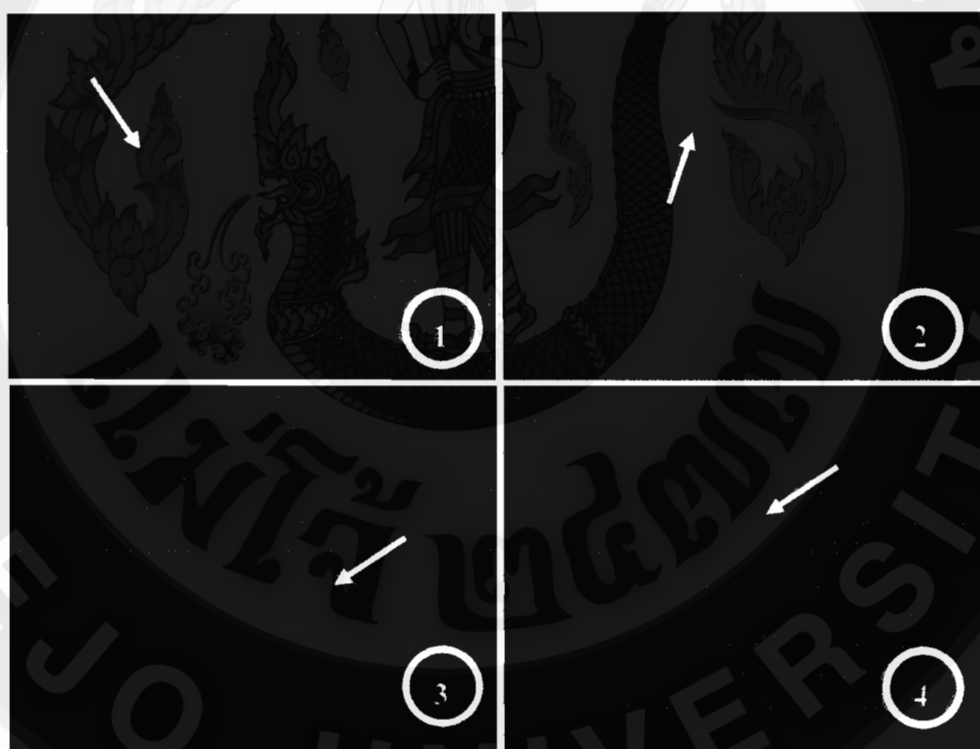
ภาพ 8 ลักษณะ polyembryony จากเมล็ดสั้มนพันธุ์สายน้ำผึ้ง



ภาพ 9 ลักษณะ monoembryony จากเมล็ดสั้มนพันธุ์โอเชียน



ภาพ 10 ลักษณะและจำนวนนิวคลีโอไทด์ จากปลายรากต้นกล้าส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง (ซ้าย) และ ต้นกล้าส้มพันธุ์โอเอเซียน (ขวา) (X 3,482)



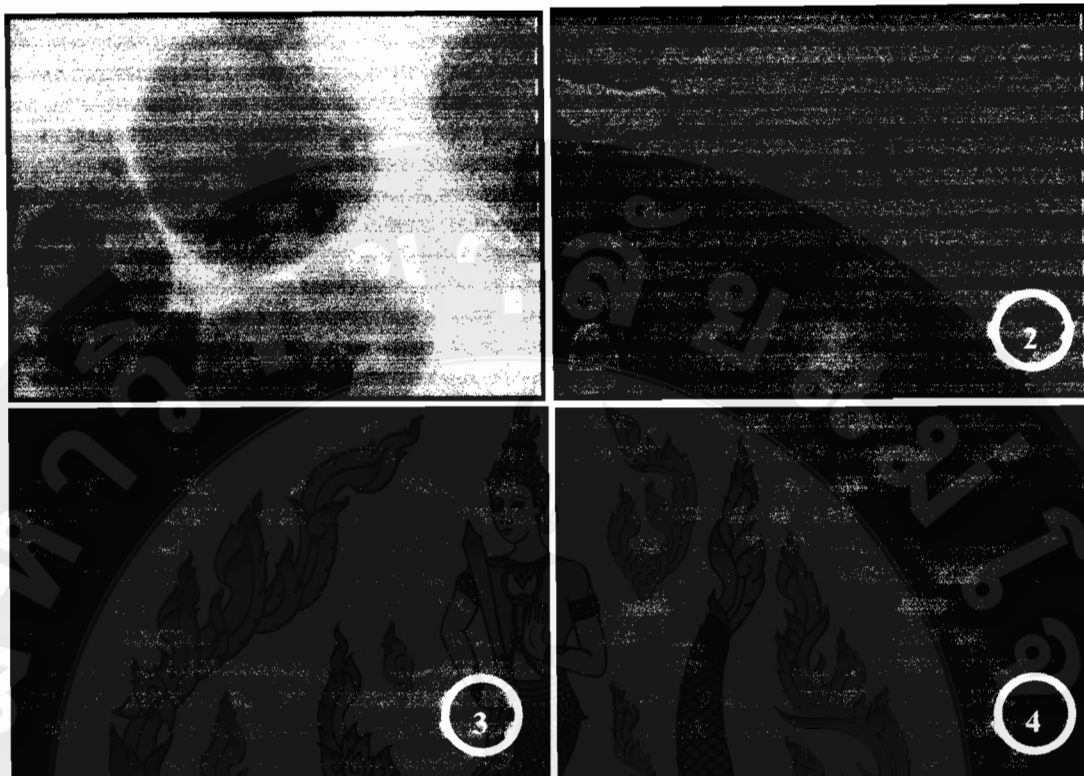
ภาพ 11 ลักษณะและจำนวนนิวคลีโอไทด์ 3 จุด ($2n=3x=27$) จากปลายรากต้นกล้าส้มพันธุ์โอเอเซียน เดือนธันวาคม 2549 (1) กุมภาพันธ์ 2550 (2, 3) และเดือนพฤษภาคม 2550 (4) (X3,428)



ภาพ 12 ลักษณะและจำนวนโครโมโซมจากปลายรากต้นกล้าส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง (X 3,428)



ภาพ 13 ลักษณะและจำนวนโครโมโซมจากปลายรากต้นกล้าส้มพันธุ์โอเชียน (X 3,428)



ภาพ 14 ลักษณะและจำนวนโครโมโซมจากปลายรากต้นกล้าสัมพันธุ์โอเซียนเดือนธันวาคม 2549 (1) กุมภาพันธ์ 2550 (2, 3) และเดือนพฤษภาคม 2550 (4) $2n=3x=27$ (X 3,428)

งานทดลองที่ 2 ความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารไซโตไคนิน + จิบเบอเรลลิน
ต่อการชักนำให้เกิดตาข้างร่วมกับวิธีการตัดยอดและไม่ตัดยอดในพืชตระกูลส้ม

สั้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง

ระยะเวลาในการแตกตาข้าง

อิทธิพลหลัก (Main plot)

อิทธิพลของการตัดยอดและไม่ตัดยอดต่อการแตกตาข้างของ
สั้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวก 13) ซึ่งการตัด
ยอดใช้ระยะเวลาในการแตกตาข้าง 9.68 วัน ในขณะที่การไม่ตัดยอดใช้ระยะเวลา 15.33 วัน
(ตาราง 7)

อิทธิพลรอง (Sub plot)

อิทธิพลของสารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ต่อระยะเวลาในการแตกตาข้างของสั้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง พบว่ามีความ
แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวก 13) ซึ่งสารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น
87.5+37.5 ppm ใช้ระยะเวลาในการแตกตาข้างน้อยที่สุด คือ 9.63 วัน ซึ่งไม่แตกต่างจาก
ความเข้มข้น 100+50 และ 125+75 ppm (9.71 และ 10.57 วัน) ส่วนการใช้สารผสม BA+GA₃
ความเข้มข้น 112.5+62.5 ppm และการไม่ใช้สาร (control) ใช้ระยะเวลาในการแตกตาข้างมากที่สุด
(12.00 และ 13.17 วัน) ตามลำดับ (ตาราง 7)

ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย (Interaction)

อิทธิพลร่วมระหว่างการตัดยอดและไม่ตัดยอดกับการให้สารผสม BA+GA₃
ที่ระดับความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ต่อระยะเวลา
ในการแตกตาข้างของสั้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง พบว่ามีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางผนวก 13) โดยการตัดยอด
ร่วมกับการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 100+50 ppm ใช้ระยะเวลาในการแตกตาข้างน้อย
ที่สุด คือ 7.80 วัน ซึ่งไม่แตกต่างจากการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 87.5+37.5, 125+75,
112.5+62.5, และ 0 ppm (9.00, 10.20, 10.40 และ 11.00 วัน) ตามลำดับ ส่วนการไม่ตัดยอดและ
ไม่ให้สาร (control) ใช้ระยะเวลาในการแตกตาข้างมากที่สุด คือ 24.00 วัน (ตาราง 7)

การแตกตาข้าง

อิทธิพลหลัก (Main plot)

อิทธิพลของการตัดยอดและไม่ตัดยอดต่อจำนวนตาข้างที่แตกของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 14) และ (ตาราง 8)

อิทธิพลรอง (Sub plot)

อิทธิพลของการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ต่อจำนวนตาข้างที่แตกของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 14) (ตาราง 8) และ (ภาพ 15, 16)

ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย (Interaction)

อิทธิพลร่วมระหว่างการตัดยอดและไม่ตัดยอดกับการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ที่มีผลต่อจำนวนตาข้างที่แตกของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง พบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางผนวก 14) และ (ตาราง 8)

ความยาวของยอด

อิทธิพลหลัก (Main plot)

อิทธิพลของการตัดยอดและไม่ตัดยอดต่อความยาวยอดของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 15) และ (ตาราง 9)

อิทธิพลรอง (Sub plot)

อิทธิพลของการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ต่อความยาวยอดของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 15) และ (ตาราง 9)

ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย (Interaction)

อิทธิพลร่วมระหว่างการตัดยอดและไม่ตัดยอดกับการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ที่มีผลต่อความยาวยอดของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง พบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางผนวก 15) และ (ตาราง 9)

ระยะเวลาในการแก่ของใบ

อิทธิพลหลัก (Main plot)

อิทธิพลของการตัดยอดและไม่ตัดยอดต่อระยะเวลาในการแก่ของใบของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 16) และ (ตาราง 10)

อิทธิพลรอง (Sub plot)

อิทธิพลของการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ต่อระยะเวลาในการแก่ของใบของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวก 16) ซึ่งการไม่ใช้สารผสม BA+GA₃ (control) มีระยะเวลาในการแก่ของใบเร็วที่สุด 40.33 วัน ซึ่งไม่ต่างจากการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 112.5+62.5, 125+75, และ 100+50 ppm (41.57, 41.86 และ 42.57 วัน) ตามลำดับ ส่วนการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 87.5+37.5 ppm มีระยะเวลาในการแก่ของใบช้าที่สุด 43.00 วัน (ตาราง 10)

ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย (Interaction)

อิทธิพลร่วมระหว่างการตัดยอดและไม่ตัดยอดกับการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ที่มีผลต่อระยะเวลาในการแก่ของใบของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง พบว่ามีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางผนวก 16) โดยการไม่ตัดยอดและไม่ให้สารผสม BA+GA₃ (control) มีระยะเวลาในการแก่ของใบน้อยที่สุด 35.00 วัน รองลงมาได้แก่ การไม่ตัดยอดร่วมกับการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 100+50 ppm มีระยะเวลาในการแก่ของใบ 40.50 วัน และการไม่ตัดยอดร่วมกับการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 87.5+37.5 ppm มีระยะเวลาในการแก่ของใบมากที่สุด 45.00 วัน

จำนวนใบเมื่อแก่

อิทธิพลหลัก (Main plot)

อิทธิพลของการตัดยอดและไม่ตัดยอดต่อจำนวนใบเมื่อแก่ของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 17) และ (ตาราง 11)

อิทธิพลรอง (Sub plot)

อิทธิพลของการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ต่อจำนวนใบเมื่อแก่ของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 17) และ (ตาราง 11)

ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย (Interaction)

อิทธิพลร่วมระหว่างการตัดยอดและไม่ตัดยอดกับการให้สารผสม BA+GA₃, ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ที่มีผลต่อจำนวนใบเมื่อแก่ของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง พบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางผนวก 17) และ (ตาราง 11)



ตาราง 7 การแตกตาข้างหลังได้รับสารผสม BA+GA₃ ในสัณพันธุ์สาหร่ายน้ำจืด (วัน)

สารผสม BA+GA ₃ (ppm)	ตัดยอด	ไม่ตัดยอด	($\bar{X}$) Sub plot
Control	11.00 ^{ab1/}	24.00 ^d	13.17 ^{2/}
87.5+37.5	9.00 ^a	10.67 ^a	9.63 ^p
100+50	7.80 ^a	14.50 ^{bc}	9.71 ^p
112.5+62.5	10.40 ^a	16.00 ^c	12.00 ^{qr}
125+75	10.20 ^a	11.50 ^b	10.57 ^{pq}
($\bar{X}$) Main plot	9.68 ^x	15.33 ^y	
C.V.(%)	17.41		

หมายเหตุ ^{1/} = ค่าที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยวิธี DMRT

^{2/} = ค่าที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยวิธี DMRT

ตาราง 8 จำนวนตาข้างหลังได้รับสารผสม BA+GA₃ ในสัณพันธุ์สาหร่ายน้ำจืด (ตา)

สารผสม BA+GA ₃ (ppm)	ตัดยอด	ไม่ตัดยอด	($\bar{X}$) Sub plot
Control	1.80	2.00	1.83
87.5+37.5	1.80	2.00	1.88
100+50	2.20	1.00	1.86
112.5+62.5	2.40	1.50	2.14
125+75	1.80	1.00	1.57
($\bar{X}$) Main plot	2.00	1.50	
C.V.(%)	43.72		

ตาราง 9 ความยาวยอดหลังได้รับสารผสม BA+GA₃ ในส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง (ซ.ม.)

สารผสม BA+GA ₃ (ppm)	ตัดยอด	ไม่ตัดยอด	($\bar{X}$) Sub plot
Control	5.31	5.60	5.36
87.5+37.5	7.16	7.11	7.14
100+50	7.17	11.85	8.51
112.5+62.5	6.01	9.98	7.14
125+75	7.81	9.80	8.38
($\bar{X}$) Main plot	6.69	9.02	
C.V.(%)	48.29		

ตาราง 10 การแก่งของใบหลังได้รับสารผสม BA+GA₃ ในส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง (วัน)

สารผสม BA+GA ₃ (ppm)	ตัดยอด	ไม่ตัดยอด	($\bar{X}$) Sub plot
Control	41.40 ^{bc1/}	35.00 ^a	40.33 ^{p2/}
87.5+37.5	41.80 ^{bc}	45.00 ^c	43.00 ^q
100+50	43.40 ^{bc}	40.50 ^b	42.57 ^{pq}
112.5+62.5	42.20 ^{bc}	41.00 ^{bc}	41.86 ^{pq}
125+75	41.60 ^{bc}	41.50 ^{bc}	41.57 ^{pq}
($\bar{X}$) Main plot	42.08	41.60	
C.V.(%)	4.81		

หมายเหตุ ^{1/} = ค่าที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

^{2/} = ค่าที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยวิธี DMRT

ตาราง 11 จำนวนใบหลังได้รับสารผสม BA+GA₃ ในสัปดาห์สุดท้ายน้ำผึ้ง (ใบ)

สารผสม BA+GA ₃ (ppm)	ตัดยอด	ไม่ตัดยอด	($\bar{X}$) Sub plot
Control	6.67	7.00	6.72
87.5+37.5	7.20	7.28	7.23
100+50	5.97	11.50	7.55
112.5+62.5	7.67	9.25	8.12
125+75	7.93	8.00	7.95
($\bar{X}$) Main plot	7.09	8.63	
C.V.(%)	29.05		

ส้มจี๊ด

ระยะเวลาในการแตกตาข้าง

อิทธิพลหลัก (Main plot)

อิทธิพลของการตัดยอดและไม่ตัดยอดต่อระยะเวลาในการแตกตาข้างของส้มจี๊ด พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวก 18) ซึ่งการตัดยอดใช้ระยะเวลาในการแตกตาข้าง 5.47 วัน ในขณะที่การไม่ตัดยอดใช้ระยะเวลา 7.10 วัน (ตาราง 12)

อิทธิพลรอง (Sub plot)

อิทธิพลของการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ต่อระยะเวลาในการแตกตาข้างของส้มจี๊ด พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 18) และ (ตาราง 12)

ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย (Interaction)

อิทธิพลร่วมระหว่างการตัดยอดและไม่ตัดยอดกับการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ต่อระยะเวลาในการแตกตาข้างของส้มจี๊ดพบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางผนวก 18) และ (ตาราง 12)

การแตกตาข้าง

อิทธิพลหลัก (Main plot)

อิทธิพลของการตัดยอดและไม่ตัดยอดต่อจำนวนตาข้างที่แตกของส้มจี๊ด พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวก 18) ซึ่งการไม่ตัดยอดให้จำนวนตาที่แตก 2.00 ตา ในขณะที่การตัดยอดให้จำนวนตาที่แตก 1.73 ตา (ตาราง 12)

อิทธิพลรอง (Sub plot)

อิทธิพลของการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ต่อจำนวนตาข้างที่แตกของส้มจี๊ด พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 19) (ตาราง 13) และ (ภาพ 17, 18)

ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย (Interaction)

อิทธิพลร่วมระหว่างการตัดยอดและไม่ตัดยอดกับการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ที่มีผลต่อจำนวนตาข้างที่แตกของส้มจี๊ด พบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางผนวก 19) และ (ตาราง 13)

ความยาวของยอด

อิทธิพลหลัก (Main plot)

อิทธิพลของการตัดยอดและไม่ตัดยอดต่อความยาวยอดของส้มจี๊ด พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวก 20) ซึ่งการตัดยอดมีความยาวยอด 9.66 เซนติเมตร ในขณะที่การไม่ตัดยอดมีความยาวยอด 3.02 เซนติเมตร (ตาราง 14)

อิทธิพลรอง (Sub plot)

อิทธิพลของการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ต่อความยาวยอดของส้มจี๊ด พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 20) และ (ตาราง 14)

ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย (Interaction)

อิทธิพลร่วมระหว่างการตัดยอดและไม่ตัดยอดกับการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ที่มีผลต่อความยาวยอดของส้มจี๊ด พบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางผนวก 20) และ (ตาราง 14)

ระยะเวลาในการแก่ของใบ

อิทธิพลหลัก (Main plot)

อิทธิพลของการตัดยอดและไม่ตัดยอดต่อระยะเวลาในการแก่ของใบของส้มจี๊ด พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวก 21) ซึ่งการตัดยอดมีระยะเวลาในการแก่ของใบ 37.05 วัน ในขณะที่การไม่ตัดยอดมีระยะเวลาในการแก่ของใบ 40.30 วัน (ตาราง 15)

อิทธิพลรอง (Sub plot)

อิทธิพลของการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ต่อระยะเวลาในการแก่ของใบของส้มจี๊ด พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 21) และ (ตาราง 15)

ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย (Interaction)

อิทธิพลร่วมระหว่างการตัดยอดและไม่ตัดยอดกับการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ที่มีผลต่อระยะเวลาในการแก่ของใบส้มจี๊ด พบว่ามีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางผนวก 21) โดยการตัดยอดร่วมกับการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 87.5+37.5 ppm มีระยะเวลาในการแก่ของใบน้อยที่สุด 32.50 วัน

ซึ่งไม่ต่างจากการไม่ใช้สารผสม BA+GA₃ ซึ่งมีระยะเวลาในการแก่ของใบ 35.00 วัน ส่วนการไม่ตัดยอดร่วมกับการใช้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 87.5+37.5 ppm และไม่การไม่ใช้สาร มีระยะเวลาในการแก่ของใบเท่ากัน คือ 41.00 วัน (ตาราง 15)

จำนวนใบ

อิทธิพลหลัก (Main plot)

อิทธิพลของการตัดยอดและไม่ตัดยอดต่อจำนวนใบเมื่อแก่ของส้มจี๊ด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 22) และ (ตาราง 16)

อิทธิพลรอง (Sub plot)

อิทธิพลของการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ต่อจำนวนใบเมื่อแก่ของส้มจี๊ด พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวก 22) ซึ่งการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 100+50 ppm มีจำนวนใบเมื่อแก่มากที่สุด คือ 10.30 ใบ ซึ่งไม่ต่างจากการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 87.5+37.5, 125+75, และ 112.5+62.5 ppm (8.79, 8.22, และ 6.43 ใบ) ตามลำดับ ส่วนการไม่ใช้สารผสม BA+GA₃ (control) มีจำนวนใบเมื่อแก่น้อยที่สุด 3.67 ใบ (ตาราง 16)

ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย (Interaction)

อิทธิพลร่วมระหว่างการตัดยอดและไม่ตัดยอดกับการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ที่มีผลต่อจำนวนใบเมื่อแก่ของส้มจี๊ด พบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางผนวก 22) และ (ตาราง 16)

ตาราง 12 การแตกต่าข้างหลังได้รับสารผสม BA+GA₃ ในส้มจี๊ด (วัน)

สารผสม BA+GA ₃ (ppm)	ตัดยอด	ไม่ตัดยอด	($\bar{X}$) Sub plot
Control	5.67	7.50	6.40
87.5+37.5	5.50	6.50	5.83
100+50	5.33	8.50	6.60
112.5+62.5	5.40	5.50	5.43
125+75	5.50	7.50	6.17
($\bar{X}$) Main plot	5.47 ^x	7.10 ^y	
C.V.(%)	9.84		

ตาราง 13 จำนวนตาข้างหลังได้รับสารผสม BA+GA₃ ในส้มจี๊ด (ตา)

สารผสม BA+GA ₃ (ppm)	ตัดยอด	ไม่ตัดยอด	($\bar{X}$) Sub plot
Control	1.67	2.00	1.80
87.5+37.5	1.75	2.00	1.83
100+50	1.33	2.00	1.60
112.5+62.5	2.00	2.00	2.00
125+75	1.75	2.00	1.83
($\bar{X}$) Main plot	1.73 ^y	2.00 ^x	
C.V.(%)	45.72		

ตาราง 14 ความยาวยอดหลังได้รับสารผสม BA+GA₃ ในส้มจี๊ด (ซ.ม.)

สารผสม BA+GA ₃ (ppm)	ตัดยอด	ไม่ตัดยอด	($\bar{X}$) Sub plot
Control	6.20	3.25	5.02
87.5+37.5	12.60	3.08	9.43
100+50	12.22	2.82	8.46
112.5+62.5	7.34	2.93	6.08
125+75	10.30	3.00	7.86
($\bar{X}$) Main plot	9.66 ^x	3.02 ^y	
C.V.(%)	38.62		

ตาราง 15 การแก่ของใบหลังได้รับสารผสม BA+GA₃ ในส้มจี๊ด (วัน)

สารผสม BA+GA ₃ (ppm)	ตัดยอด	ไม่ตัดยอด	($\bar{X}$) Sub plot
Control	35.00 ^{ab1/}	41.00 ^c	37.40
87.5+37.5	32.50 ^a	41.00 ^c	35.33
100+50	39.00 ^{bc}	40.50 ^c	39.60
112.5+62.5	39.80 ^{bc}	39.00 ^{bc}	39.57
125+75	38.25 ^{bc}	40.00 ^{bc}	38.83
($\bar{X}$) Main plot	37.05 ^x	40.30 ^y	
C.V.(%)	66.68		

หมายเหตุ ^{1/} = ค่าที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตาราง 16 จำนวนใบหลังได้รับสารผสม BA+GA₃ ในส้มจี๊ด (ใบ)

สารผสม BA+GA ₃ (ppm)	ตัดยอด	ไม่ตัดยอด	($\bar{X}$) Sub plot
Control	3.77	3.50	3.67 ^{1/}
87.5+37.5	8.80	8.75	8.79 ^p
100+50	11.17	9.00	10.30 ^p
112.5+62.5	6.40	6.50	6.43 ^{pq}
125+75	7.96	8.75	8.22 ^p
($\bar{X}$) Main plot	7.63	7.30	
C.V.(%)	38.91		

หมายเหตุ ^{1/} = ค่าที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

มะนาว

ระยะเวลาในการแตกตาข้าง

อิทธิพลหลัก (Main plot)

อิทธิพลของการตัดยอดและไม่ตัดยอดต่อระยะเวลาในการแตกตาข้างของมะนาว พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 23) และ (ตาราง 17)

อิทธิพลรอง (Sub plot)

อิทธิพลของการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ต่อระยะเวลาในการแตกตาข้างของมะนาว พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 23) และ (ตาราง 17)

ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย (Interaction)

อิทธิพลร่วมระหว่างการตัดยอดและไม่ตัดยอดกับการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ที่มีผลต่อระยะเวลาในการแตกตาข้างของมะนาว พบว่ามีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางผนวก 23) โดยการตัดยอดกับการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 112.5+62.5 ppm มีระยะเวลาในการแตกตาข้างเร็วที่สุด 6.50 วัน ซึ่งไม่ต่างจากการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 87.5+37.5 ppm มีระยะเวลาในการแตกตาข้าง 11.67 วัน รองลงมาได้แก่ การไม่ตัดยอดร่วมกับการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 100+50 ppm มีระยะเวลาในการแตกตาข้าง 13.50 วัน ซึ่งไม่ต่างจากการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้นอื่นๆ ซึ่งมีระยะเวลาในการแตกตาข้างอยู่ในช่วง 14.17-18.33 วัน (ตาราง 17)

การแตกตาข้าง

อิทธิพลหลัก (Main plot)

อิทธิพลของการตัดยอดและไม่ตัดยอดต่อจำนวนตาข้างที่แตกของมะนาว พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 24) และ (ตาราง 18)

อิทธิพลรอง (Sub plot)

อิทธิพลของการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ต่อจำนวนตาข้างที่แตกของมะนาว พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 24) (ตาราง 18) และ (ภาพ 19, 20)

ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย (Interaction)

อิทธิพลร่วมระหว่างการตัดยอดและไม่ตัดยอดกับการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ที่มีผลต่อจำนวนตาข้างที่แตกของมะนาว พบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางผนวก 24) และ (ตาราง 18)

ความยาวของยอด

อิทธิพลหลัก (Main plot)

อิทธิพลของการตัดยอดและไม่ตัดยอดต่อความยาวยอดของมะนาว พบว่าไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 25) และ (ตาราง 19)

อิทธิพลรอง (Sub plot)

อิทธิพลของการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ต่อความยาวยอดของมะนาว พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 25) และ (ตาราง 19)

ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย (Interaction)

อิทธิพลร่วมระหว่างการตัดยอดและไม่ตัดยอดกับการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ที่มีผลต่อความยาว ยอดของมะนาว พบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางผนวก 25) และ (ตาราง 19)

ระยะเวลาในการแก่ของใบ

อิทธิพลหลัก (Main plot)

อิทธิพลของการตัดยอดและไม่ตัดยอดต่อระยะเวลาในการแก่ของใบของมะนาว พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 26) และ (ตาราง 20)

อิทธิพลรอง (Sub plot)

อิทธิพลของการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ต่อระยะเวลาในการแก่ของใบของมะนาว พบว่าไม่มีความ แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 26) และ (ตาราง 20)

ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย (Interaction)

อิทธิพลร่วมระหว่างการตัดยอดและไม่ตัดยอดกับการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ที่มีผลต่อระยะเวลาในการแก่ของใบของมะนาว พบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางผนวก 26) และ (ตาราง 20)

จำนวนใบ

อิทธิพลหลัก (Main plot)

อิทธิพลของการตัดยอดและไม่ตัดยอดต่อจำนวนใบเมื่อแก่ของมะนาว พบว่าไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 27) และ (ตาราง 21)

อิทธิพลรอง (Sub plot)

อิทธิพลของการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ต่อจำนวนใบเมื่อแก่ของมะนาว พบว่าไม่มีความแตกต่าง กันทางสถิติ (ตารางผนวก 27) และ (ตาราง 21)

ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย (Interaction)

อิทธิพลร่วมระหว่างการตัดยอดและไม่ตัดยอดกับการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ที่มีผลต่อจำนวนใบ เมื่อแก่ของมะนาว พบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางผนวก 27) และ (ตาราง 21)

ตาราง 17 การแตกดาข้างหลังได้รับสารผสม BA+GA₃ ในมะนาว (วัน)

สารผสม BA+GA ₃ (ppm)	ตัดยอด	ไม่ตัดยอด	($\bar{X}$) Sub plot
Control	18.25 ^{b1/}	18.33 ^b	18.26
87.5+37.5	11.67 ^{ab}	14.17 ^b	12.50
100+50	15.07 ^b	13.50 ^b	14.37
112.5+62.5	6.50 ^a	16.17 ^b	11.70
125+75	17.50 ^b	15.88 ^b	16.42
($\bar{X}$) Main plot	14.12	15.19	
C.V.(%)	22.37		

หมายเหตุ 1/ = ค่าที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตาราง 18 จำนวนดาข้างหลังได้รับสารผสม BA+GA₃ ในมะนาว (ตา)

สารผสม BA+GA ₃ (ppm)	ตัดยอด	ไม่ตัดยอด	($\bar{X}$) Sub plot
Control	2.00	3.00	2.20
87.5+37.5	2.25	1.00	1.83
100+50	2.00	1.00	1.56
112.5+62.5	1.50	2.00	1.80
125+75	1.00	1.50	1.33
($\bar{X}$) Main plot	1.88	1.50	
C.V.(%)	35.51		

ตาราง 19 ความยาวยอดหลังได้รับสารผสม BA+GA₃ ในมะนาว (ซ.ม.)

สารผสม BA+GA ₃ (ppm)	ตัดยอด	ไม่ตัดยอด	($\bar{X}$) Sub plot
Control	2.99	3.20	3.03
87.5+37.5	6.77	6.81	6.79
100+50	6.84	3.13	5.19
112.5+62.5	7.10	3.93	5.20
125+75	4.30	4.03	4.12
($\bar{X}$) Main plot	5.65	4.09	
C.V.(%)	73.56		

ตาราง 20 การแก่งของใบหลังได้รับสารผสม BA+GA₃ ในมะนาว (วัน)

สารผสม BA+GA ₃ (ppm)	ตัดยอด	ไม่ตัดยอด	($\bar{X}$) Sub plot
Control	23.88	23.33	23.77
87.5+37.5	25.00	24.50	24.83
100+50	23.73	24.75	24.18
112.5+62.5	13.00	23.33	19.20
125+75	22.50	23.58	23.22
($\bar{X}$) Main plot	22.66	23.98	
C.V.(%)	18.37		

ตาราง 21 จำนวนใบแห้งที่ได้รับสารผสม BA+GA₃ ในมะนาว (ใบ)

สารผสม BA+GA ₃ (ppm)	ตัดยอด	ไม่ตัดยอด	($\bar{X}$) Sub plot
Control	3.33	3.33	3.33
87.5+37.5	6.58	8.00	7.06
100+50	6.33	5.50	5.96
112.5+62.5	6.75	2.67	4.30
125+75	3.00	4.17	3.78
($\bar{X}$) Main plot	5.34	4.71	
C.V.(%)	49.29		

คัมควอท

ระยะเวลาในการแตกตาข้าง

อิทธิพลหลัก (Main plot)

อิทธิพลของวิธีการตัดยอดและไม่ตัดยอดต่อระยะเวลาในการแตกตาข้างของคัมควอท พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 28) และ (ตาราง 22)

อิทธิพลรอง (Sub plot)

อิทธิพลของการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ต่อระยะเวลาในการแตกตาข้างของคัมควอท พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 28) และ (ตาราง 22)

ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย (Interaction)

อิทธิพลร่วมระหว่างการตัดยอดและไม่ตัดยอดกับการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ที่มีผลต่อระยะเวลาในการแตกตาข้างของคัมควอท พบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางผนวก 28) และ (ตาราง 22)

การแตกตาข้าง

อิทธิพลหลัก (Main plot)

อิทธิพลของการตัดยอดและไม่ตัดยอดต่อจำนวนตาข้างที่แตกของคัมควอท พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 29) และ (ตาราง 23)

อิทธิพลรอง (Sub plot)

อิทธิพลของการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ต่อจำนวนตาข้างที่แตกของคัมควอท พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 29) (ตาราง 23) และ (ภาพ 21, 22)

ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย (Interaction)

อิทธิพลร่วมระหว่างการตัดยอดและไม่ตัดยอดกับการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ที่มีผลต่อจำนวนตาข้างที่แตกของคัมควอท พบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางผนวก 29) และ (ตาราง 23)

ความยาวของยอด

อิทธิพลหลัก (Main plot)

อิทธิพลของการตัดยอดและไม่ตัดยอดต่อความยาวยอดของคัมควอท พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 30) และ (ตาราง 24)

อิทธิพลรอง (Sub plot)

อิทธิพลของการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ต่อความยาวยอดของคัมควอท พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 30) และ (ตาราง 24)

ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย (Interaction)

อิทธิพลร่วมระหว่างการตัดยอดและไม่ตัดยอดกับการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ที่มีผลต่อความยาวยอดของคัมควอท พบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางผนวก 30) และ (ตาราง 24)

ระยะเวลาในการแก่ของใบ

อิทธิพลหลัก (Main plot)

อิทธิพลของการตัดยอดและไม่ตัดยอดต่อระยะเวลาในการแก่ของใบของคัมควอท พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 31) และ (ตาราง 25)

อิทธิพลรอง (Sub plot)

อิทธิพลของการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ต่อระยะเวลาในการแก่ของใบของคัมควอท พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 31) และ (ตาราง 25)

ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย (Interaction)

อิทธิพลร่วมระหว่างการตัดยอดและไม่ตัดยอดกับการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ที่มีผลต่อระยะเวลาในการแก่ของใบคัมควอทกับ พบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางผนวก 31) และ (ตาราง 25)

จำนวนใบ

อิทธิพลหลัก (Main plot)

อิทธิพลของการตัดยอดและไม่ตัดยอดต่อจำนวนใบเมื่อแก่ของคัมควอท พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 32) และ (ตาราง 26)

อิทธิพลรอง (Sub plot)

อิทธิพลของการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ต่อจำนวนใบเมื่อแก่ของคัมควอท พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 32) และ (ตาราง 26)

ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย (Interaction)

อิทธิพลร่วมระหว่างการตัดยอดและไม่ตัดยอดกับการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 0 (control), 87.5+37.5, 100+50, 112.5+62.5, และ 125+75 ppm ที่มีผลต่อจำนวนใบเมื่อแก่ของคัมควอท พบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางผนวก 32) และ (ตาราง 26)

ตาราง 22 การแตกดาข้างหลังได้รับสารผสม BA+GA₃ ในกัมควอท (วัน)

สารผสม BA+GA ₃ (ppm)	ตัดยอด	ไม่ตัดยอด	($\bar{X}$) Sub plot
Control	11.50	12.33	9.00
87.5+37.5	7.00	6.50	6.60
100+50	11.33	8.90	9.81
112.5+62.5	8.10	8.00	8.06
125+75	6.00	11.50	7.83
($\bar{X}$) Main plot	8.97	7.86	
C.V.(%)	53.19		

ตาราง 23 จำนวนดาข้างหลังได้รับสารผสม BA+GA₃ ในกัมควอท (ตา)

สารผสม BA+GA ₃ (ppm)	ตัดยอด	ไม่ตัดยอด	($\bar{X}$) Sub plot
Control	1.50	2.33	1.86
87.5+37.5	2.00	1.25	1.40
100+50	1.67	2.00	1.88
112.5+62.5	2.20	1.25	1.78
125+75	1.00	1.00	1.00
($\bar{X}$) Main plot	1.65	1.65	
C.V.(%)	41.51		

ตาราง 24 ความยาวยอดหลังได้รับสารผสม BA+GA₃ ในคัมควอท (ซ.ม.)

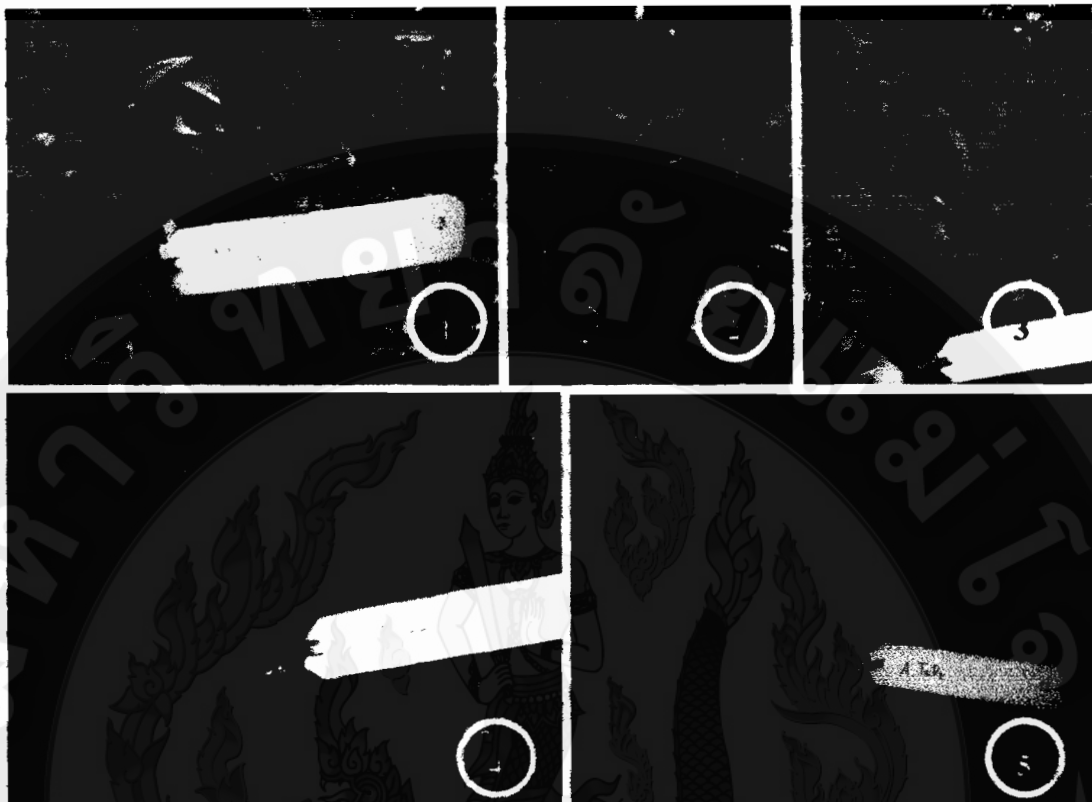
สารผสม BA+GA ₃ (ppm)	ตัดยอด	ไม่ตัดยอด	($\bar{X}$) Sub plot
Control	4.00	4.17	4.07
87.5+37.5	5.45	5.40	5.41
100+50	4.15	3.79	3.93
112.5+62.5	4.10	4.08	4.09
125+75	4.08	3.30	3.92
($\bar{X}$) Main plot	4.16	4.27	
C.V.(%)	14.79		

ตาราง 25 การแก่งของใบหลังได้รับสารผสม BA+GA₃ ในคัมควอท (วัน)

สารผสม BA+GA ₃ (ppm)	ตัดยอด	ไม่ตัดยอด	($\bar{X}$) Sub plot
Control	25.17	25.33	25.24
87.5+37.5	26.00	24.88	25.10
100+50	25.83	22.50	23.75
112.5+62.5	25.20	25.00	25.11
125+75	25.25	26.00	25.40
($\bar{X}$) Main plot	25.36	24.35	
C.V.(%)	8.23		

ตาราง 26 จำนวนใบหลังได้รับสารผสม BA+GA₃ ในกัมพูชา (ใบ)

สารผสม BA+GA ₃ (ppm)	ตัดยอด	ไม่ตัดยอด	($\bar{X}$) Sub plot
Control	4.71	7.89	6.07
87.5+37.5	6.00	8.88	8.30
100+50	5.50	6.78	6.30
112.5+62.5	8.50	8.96	8.70
125+75	8.25	6.50	7.67
($\bar{X}$) Main plot	6.87	7.88	
C.V.(%)	30.80		



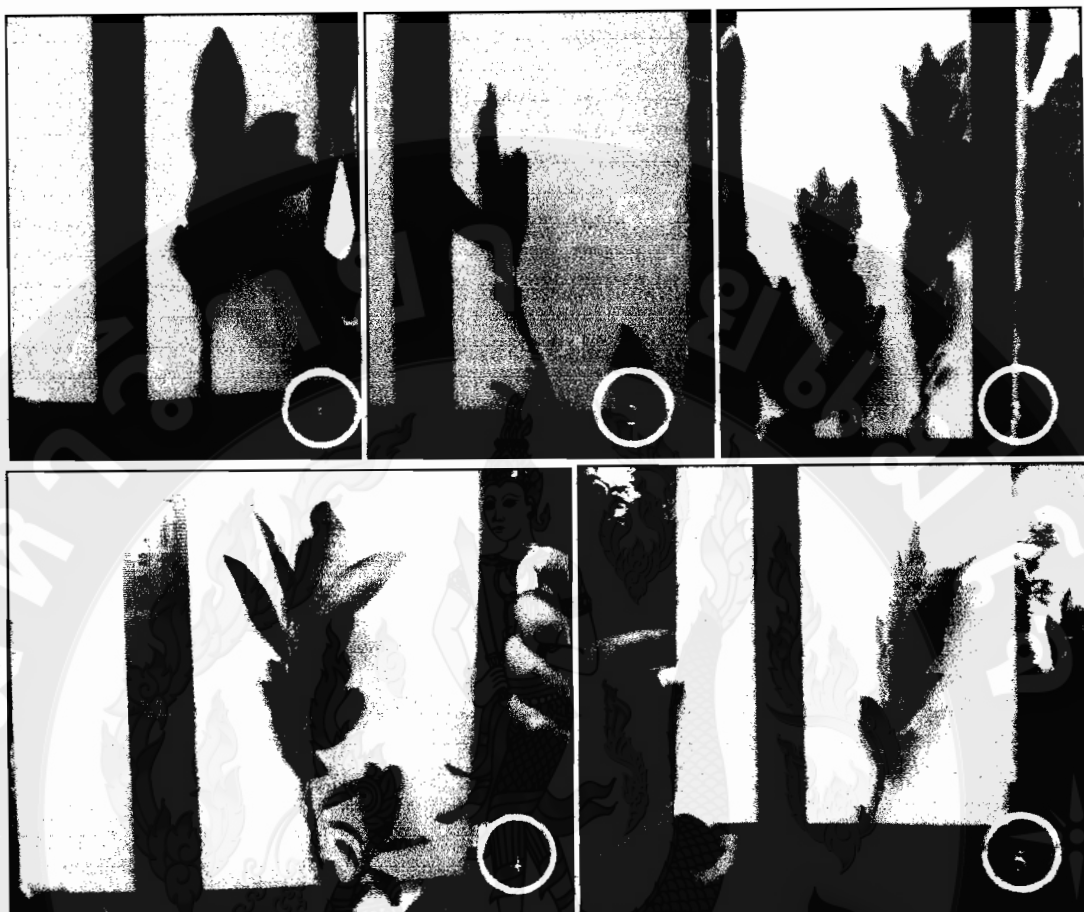
ภาพ15 การแตกตาข้างหลังให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้นต่างกันกับสัณสายน้ำผึ้ง (ตัดยอด)

1. การไม่ใช้สารผสม BA+GA₃ (control)
2. การให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 87.5 + 37.5 ppm
3. การให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 100 + 50 ppm
4. การให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 112.5 + 62.5 ppm
5. การให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 125 + 75 ppm



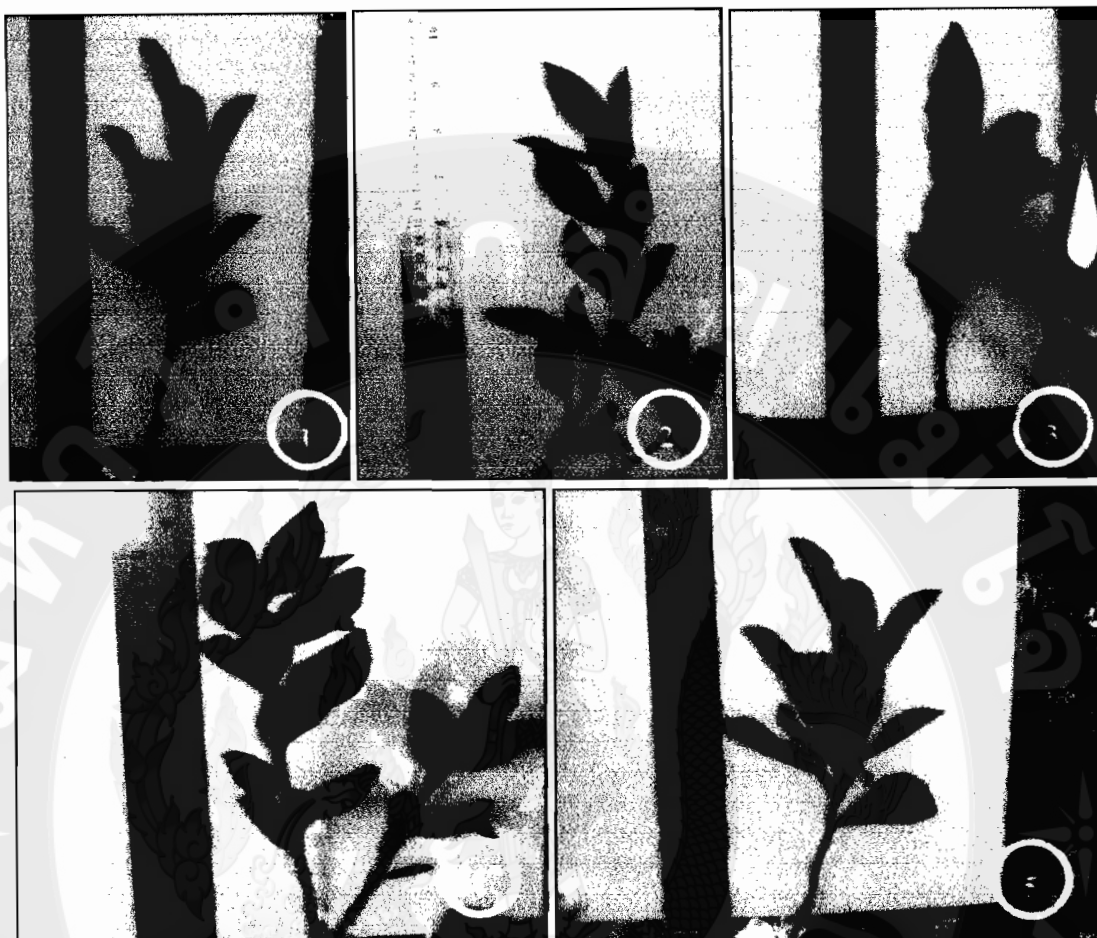
ภาพ 16 การแตกตาข้างหลังให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้นต่างกันในส่วนลำต้นพืช (ไม่ตัดยอด)

1. การไม่ใช้สารผสม BA+GA₃ (control)
2. การให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 87.5 + 37.5 ppm
3. การให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 100 + 50 ppm
4. การให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 112.5 + 62.5 ppm
5. การให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 125 + 75 ppm



ภาพ 17 การแตกตาข้างหลังให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้นต่างกันในส้มจี๊ด (ตัดยอด)

1. การไม่ใช้สารผสม BA+GA₃ (control)
2. การให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 87.5 + 37.5 ppm
3. การให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 100 + 50 ppm
4. การให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 112.5 + 62.5 ppm
5. การให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 125 + 75 ppm



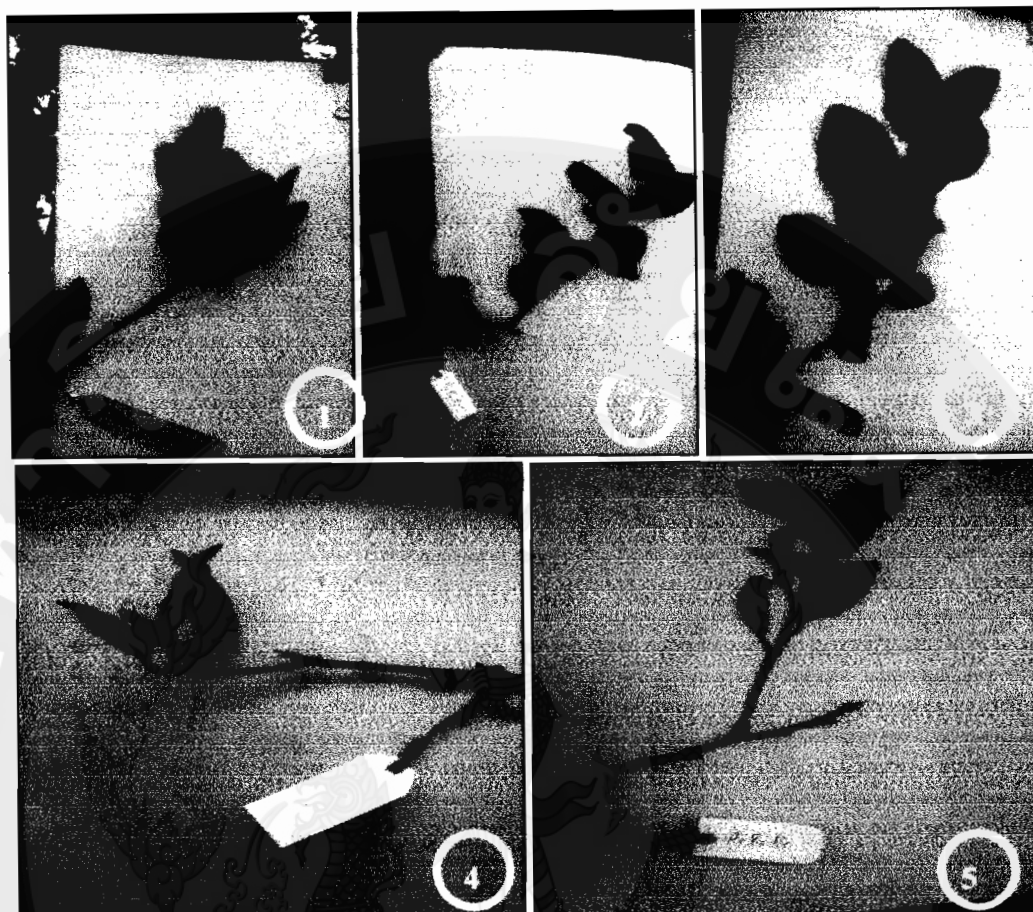
ภาพ 18 การแตกตาข้างหลังให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้นต่างกันในสัปดาห์ (ไม่ตัดยอด)

1. การไม่ใช้สารผสม BA+GA₃ (control)
2. การให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 87.5 + 37.5 ppm
3. การให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 100 + 50 ppm
4. การให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 112.5 + 62.5 ppm
5. การให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 125 + 75 ppm



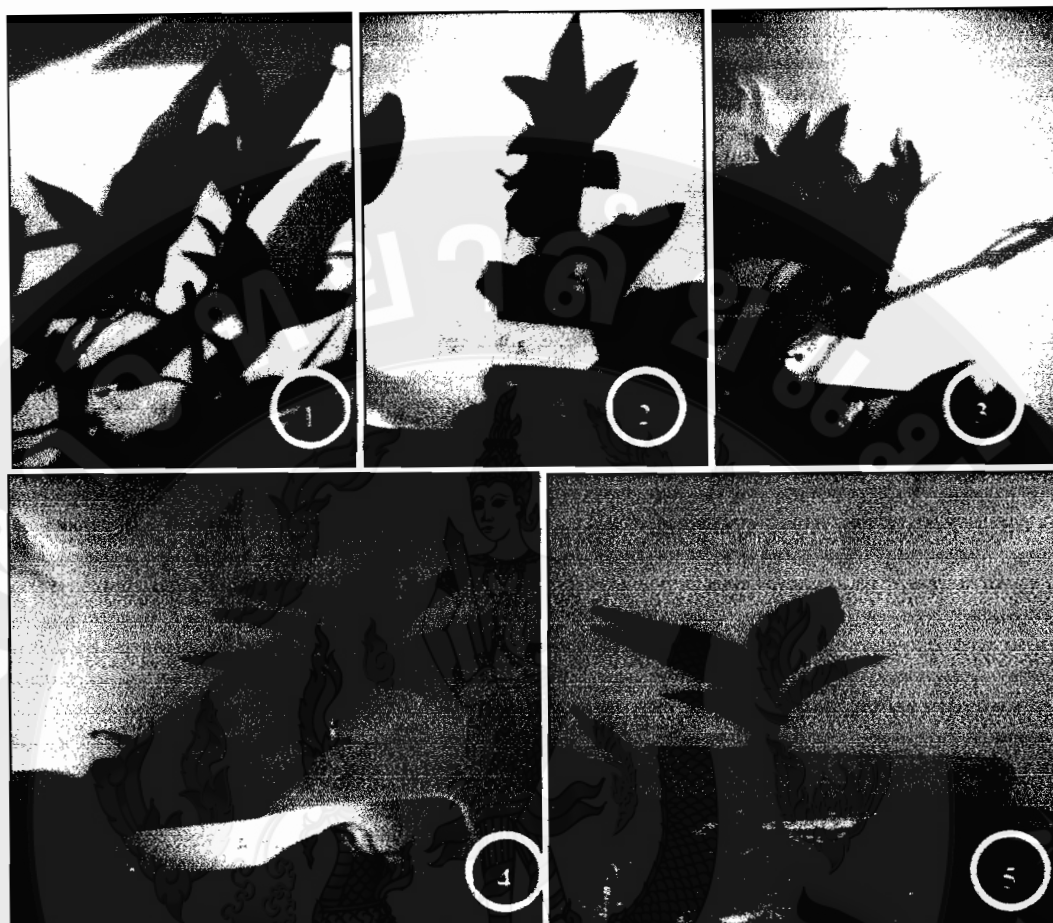
ภาพ 19 การแตกตาข้างหลังให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้นต่างกันในมะนาว (ตัดยอด)

1. การไม่ใช้สารผสม BA+GA₃ (control)
2. การให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 87.5 + 37.5 ppm
3. การให้สารผสม BA+GA₃ ที่ความเข้มข้น 100 + 50 ppm
4. การให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 112.5 + 62.5 ppm
5. การให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 125 + 75 ppm



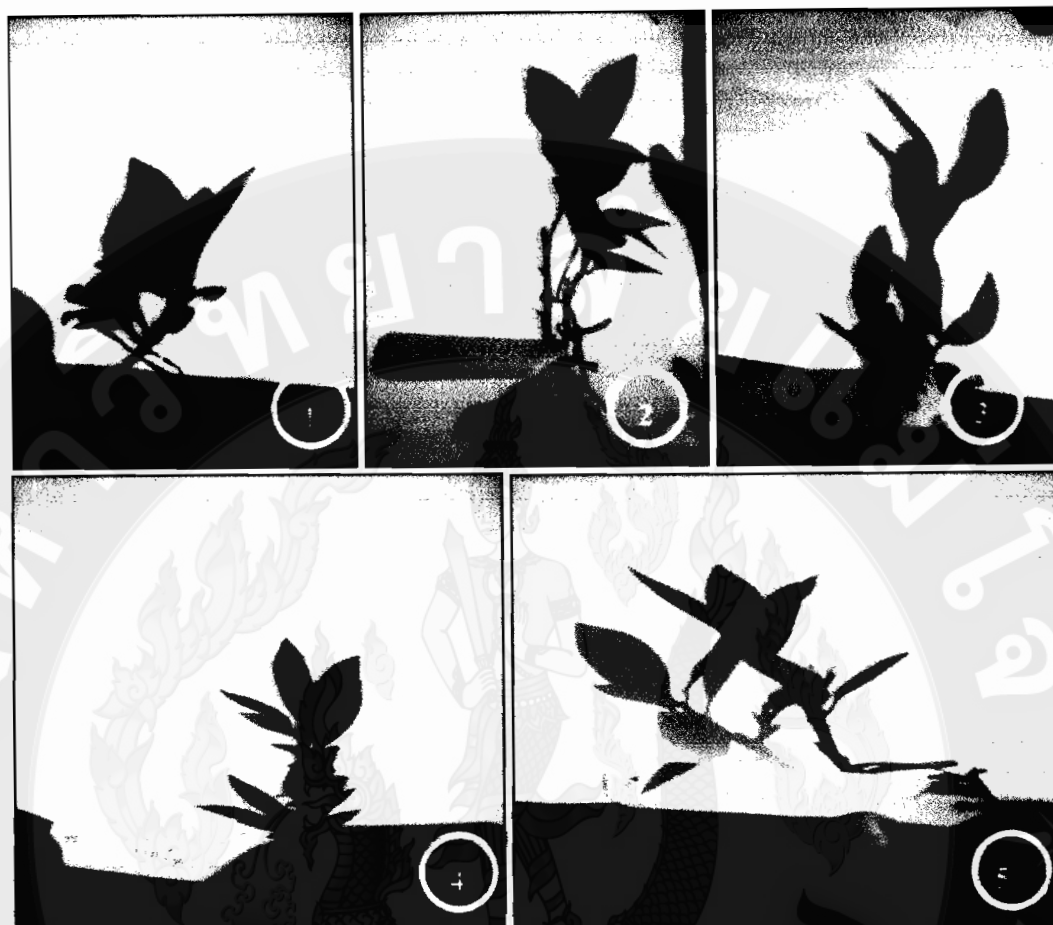
ภาพ 20 การแตกดาข้างหลังให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้นต่างกันในมะนาว (ไม่ตัดยอด)

1. การไม่ใช้สารผสม BA+GA₃ (control)
2. การให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 87.5 + 37.5 ppm
3. การให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 100 + 50 ppm
4. การให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 112.5 + 62.5 ppm
5. การให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 125 + 75 ppm



ภาพ 21 การแตกตาข้างหลังให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้นต่างกันในกัมควอท (ตัดยอด)

1. การไม่ใช้สารผสม BA+GA₃ (control)
2. การให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 87.5 + 37.5 ppm
3. การให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 100 + 50 ppm
4. การให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 112.5 + 62.5 ppm
5. การให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 125 + 75 ppm



ภาพ 22 การแตกตาข้างหลังให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้นต่างกันในคัมควอท (ไม่ตัดยอด)

1. การไม่ใช้สารผสม BA+GA₃ (control)
2. การให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 87.5 + 37.5 ppm
3. การให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 100 + 50 ppm
4. การให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 112.5 + 62.5 ppm
5. การให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 125 + 75 ppm

งานทดลองที่ 3 ความเข้มข้นที่เหมาะสมของสาร โคลชิซินและไตรฟลูราลินต่อการเพิ่มชุดโครโมโซมในพืชตระกูลส้ม

สัณฐานน้ำผึ้ง

ความยาวยอด

ความยาวยอดในสัณฐานน้ำผึ้งหลังจากได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09% พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 33) และ (ตาราง 27) ความยาวของยอดเมื่อแก่ในสัณฐานน้ำผึ้งหลังจากได้รับสาร ไตรฟลูราลินที่ความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09% พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 34) และ (ตาราง 28)

จำนวนใบ

จำนวนใบของสัณฐานน้ำผึ้งหลังจากได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09% พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 35) และ (ตาราง 27) จำนวนใบของสัณฐานน้ำผึ้งหลังจากได้รับสาร ไตรฟลูราลินที่ความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09% พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 36) และ (ตาราง 28)

ความหนาใบ

ความหนาใบสัณฐานน้ำผึ้งหลังจากได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09% พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 37) และ (ตาราง 27) ความหนาใบสัณฐานน้ำผึ้งหลังจากได้รับสาร ไตรฟลูราลินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09% พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวก 38) โดยกิ่งที่ไม่ได้รับสาร (control) มีความหนาใบมากที่สุด 0.43 มิลลิเมตร รองลงมาได้แก่ ความเข้มข้น 0.03 และ 0.09% มีความหนาใบเท่ากันคือ 0.41 มิลลิเมตร ซึ่งไม่ต่างจากความเข้มข้น 0.05, และ 0.07 % (0.40, และ 0.39 มิลลิเมตร) ตามลำดับ (ตาราง 28)

จำนวนปากใบ

จำนวนปากใบของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งหลังจากได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, .07, และ 0.09% พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 39) (ตาราง 27 และ ภาพ 23) จำนวนปากใบของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งหลังจากได้รับสาร ไตรฟลูราลินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09% พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวก 40) โดยความเข้มข้น 0.05% มีจำนวนปากใบมากที่สุด 30.22 ปากใบ/field ซึ่งไม่ต่างจากความเข้มข้น 0.09, 0.00, และ 0.07% (28.08, 28.00, และ 27.75 ปากใบ/field) ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้น 0.03% มีจำนวนปากใบน้อยที่สุด 24.33 ปากใบ/field (ตาราง 28) และ ภาพ 24)

ความกว้างปากใบ

ความกว้างปากใบส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งหลังจากได้รับสาร โคลชิซินที่ความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09% พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 41) และ (ตาราง 27) ความกว้างปากใบส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งหลังจากได้รับสาร ไตรฟลูราลินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09% พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 42) และ (ตาราง 28)

ความยาวปากใบ

ความยาวปากใบส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งหลังจากได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09% พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 43) และ (ตาราง 27) ความยาวปากใบส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งหลังจากได้รับสาร ไตรฟลูราลินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09% พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 44) (ตาราง 28)

ส้มจี๊ด

ความยาวยอด

ความยาวยอดของส้มจี๊ดหลังจากได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09% พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 45) และ (ตาราง 29) ความยาวยอดเมื่อแก่ของส้มจี๊ดหลังจากได้รับสาร ไตรฟลูราลินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09% พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวก 46) โดย

ความเข้มข้น 0.03% มีความยาวยอดมากที่สุด 16.40 เซนติเมตร ซึ่งไม่ต่างจากความเข้มข้น 0.00 (control), 0.05 และ 0.07% (14.94 , 10.30 และ 10.3 เซนติเมตร) ตามลำดับ (ตาราง 30)

จำนวนใบ

จำนวนใบของส้มจี๊ดหลังจากได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09% พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 47) และ (ตาราง 29) จำนวนใบของส้มจี๊ดหลังจากได้รับสาร ไตรฟลูราลินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09% พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวก 48) โดยกิ่งที่ไม่ได้รับสาร (control) มีจำนวนใบมากที่สุด 8.40 ใบ ซึ่งไม่ต่างจากความเข้มข้น 0.03% มีจำนวนใบ 7.60 ใบ รองลงมาได้แก่ความเข้มข้น 0.07, และ 0.05% ซึ่งมีจำนวนใบไม่ต่างกัน คือ 5.60 และ 4.40 ใบ ตามลำดับ (ตาราง 30)

ความหนาใบ

ความหนาใบของส้มจี๊ดหลังจากได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09% พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 49) และ (ตาราง 29) ความหนาใบของส้มจี๊ดหลังจากได้รับสาร ไตรฟลูราลินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09% พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 50) และ (ตาราง 30)

จำนวนปากใบ

จำนวนปากใบของส้มจี๊ดหลังจากได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09% พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวก 51) โดยกิ่งที่ไม่ได้รับสาร (control) มีจำนวนปากใบมากที่สุด คือ 95.33 ปากใบ/field ซึ่งไม่ต่างจากความเข้มข้นที่ 0.03 มีจำนวนปากใบ 86.00 ปากใบ/field ส่วนความเข้มข้น 0.05 % มีจำนวนปากใบ น้อยที่สุด 75.33 ปากใบ/field (ตาราง 29 และ ภาพ 25) และจำนวนปากใบของส้มจี๊ดหลังได้รับ สารไตรฟลูราลินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09% พบว่าไม่มีความ แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 52) (ตาราง 30 และ ภาพ 26)

ความกว้างปากใบ

ความกว้างปากใบของส้มจี๊ดหลังจากได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09% พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวก 53) โดยความเข้มข้น 0.05% มีความกว้างของปากใบมากที่สุด 4.50 ไมครอน ซึ่งไม่

ต่างจากความเข้มข้นที่ 0.03% (4.21 ไมครอน) ส่วนความเข้มข้น 0.00 (control) มีความกว้างปากไบน้อยที่สุด 3.57 ไมครอน (ตาราง 29) และความกว้างปากไบนของสัณฐานหลังจากได้รับสารไตรฟลูออรีน ความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09% พบว่า ความกว้างปากไบนหลังให้สารไตรฟลูออรีนมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวก 54) ความเข้มข้น 0.07% มีความกว้างปากไบนมากที่สุด 4.16 ไมครอน ซึ่งไม่ต่างจากความเข้มข้น 0.05 และ 0.03% (4.13 และ 4.10 ไมครอน) ส่วนความเข้มข้น 0.00 % (control) มีความกว้างปากไบน้อยที่สุด 3.42 ไมครอน (ตาราง 30)

ความยาวปากไบน

ความยาวปากไบนของสัณฐานหลังจากได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09% พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวก 55) โดยความเข้มข้น 0.03% มีความยาวปากไบนมากที่สุด 10.12 ไมครอน ซึ่งไม่ต่างจากความเข้มข้น 0.05% (9.84 ไมครอน) ส่วนความเข้มข้น 0.00 % (control) มีความยาวปากไบน้อยที่สุด 7.77 ไมครอน (ตาราง 29) และความยาวปากไบนของสัณฐานหลังจากได้รับสาร ไตรฟลูออรีน ความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09% พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวก 56) โดยความเข้มข้น 0.07 % มีความยาวปากไบนมากที่สุด 10.60 ไมครอน ซึ่งไม่ต่างจากความเข้มข้น 0.05 และ 0.03 % (10.43 และ 10.36 ไมครอน) ส่วนความเข้มข้น 0.00 % (control) มีความยาวปากไบน้อยที่สุด 9.36 ไมครอน (ตาราง 30)

มะนาว

ความยาวยอด

ความยาวยอดของมะนาวหลังจากได้รับสาร โคลชิซินระดับความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09% พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 57 และ (ตาราง 31) การศึกษาความยาวยอดของมะนาวหลังจากได้รับสาร ไตรฟลูออรีนความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09% พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 58) และ (ตาราง 32)

จำนวนใบ

จำนวนใบของมะนาวหลังจากได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09 % พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 59) และ (ตาราง 31)

การศึกษาจำนวนใบของมะนาวหลังจากได้รับสารไตรฟลูราลินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09% พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 60) และ (ตาราง 32)

ความหนาใบ

ความหนาใบของมะนาวหลังจากได้รับสารโคลชิซินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09 % พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 61) และ (ตาราง 31) การศึกษาความหนาใบของมะนาวหลังจากได้รับสารไตรฟลูราลินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09% พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 62) และ (ตาราง 32)

จำนวนปากใบ

จำนวนปากใบของมะนาวหลังจากได้รับสารโคลชิซินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09 % พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวก 63) โดยกิ่งที่ไม่ได้รับสาร (control) มีจำนวนปากใบมากที่สุด 58.85 ปากใบ/field รองลงมาได้แก่ ความเข้มข้น 0.07, 0.05, 0.09, และ 0.03 % ซึ่งไม่มีความแตกต่างกัน (47.82, 47.11, 44.55 และ 43.68 ปากใบ/field) ตามลำดับ (ตาราง 31 และ ภาพ 27) การศึกษาจำนวนปากใบของมะนาวหลังจากได้รับสารไตรฟลูราลินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09 % พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวก 64) โดยกิ่งที่ไม่ได้รับสาร (control) มีจำนวนปากใบมากที่สุด คือ 63.65 ปากใบ/field รองลงมาได้แก่ ความเข้มข้น 0.03, 0.09, 0.05, และ 0.07 % ซึ่งไม่มีความแตกต่างกัน (50.89, 48.84, 46.09 และ 45.89 ปากใบ/field) ตามลำดับ (ตาราง 32, ภาพ 28)

ความกว้างปากใบ

ความกว้างปากใบของมะนาวหลังจากได้รับสารโคลชิซินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09 % พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวก 65) โดยความเข้มข้น 0.09% มีความกว้างปากใบมากที่สุด คือ 3.80 ไมครอน ซึ่งไม่ต่างจากความเข้มข้น 0.07, 0.05, และ 0.03% (3.70, 3.60, และ 3.59 ไมครอน) ตามลำดับ ส่วนการไม่ใช้สาร (control) มีความกว้างปากใบน้อยที่สุด คือ 2.38 ไมครอน (ตาราง 31) การศึกษาความกว้างปากใบของมะนาวหลังจากได้รับสารไตรฟลูราลินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05,

0.07, และ 0.09% พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวก 66) โดยกึ่งที่ไม่ได้รับสาร (control) มีความกว้างปากใบมากที่สุด คือ 3.80 ไมครอน ซึ่งไม่ต่างจากความเข้มข้น 0.09 และ 0.07 % (3.75 และ 3.30 ไมครอน) ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้น 0.03 และ 0.05% มีความกว้างปากใบไม่ต่างกัน คือ (2.93 และ 2.92 ไมครอน) ตามลำดับ (ตาราง 32)

ความยาวปากใบ

ความยาวปากใบของมะนาวหลังจากได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09% พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวก 67) โดยความเข้มข้น 0.07% มีความยาวปากใบมากที่สุด คือ 10.49 ไมครอน ซึ่งไม่ต่างจากความเข้มข้น 0.05, 0.03, และ 0.09% (10.14, 10.11 และ 10.10 ไมครอน) ตามลำดับ ส่วนการไม่ใช้สาร (control) มีความยาวปากใบน้อยที่สุด คือ 8.12 ไมครอน (ตาราง 31) และการศึกษาความยาวปากใบของมะนาวหลังจากได้รับสาร ไตรฟลูราลินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09 % พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวก 68) โดยพบว่าการไม่ใช้สาร (control) มีความยาวปากใบมากที่สุด คือ 10.75 ไมครอน ซึ่งไม่ต่างจากความเข้มข้น 0.03, 0.07, และ 0.05% (10.17, 9.47 และ 8.78 ไมครอน) ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้น 0.09% มีความยาวปากใบน้อยที่สุด คือ 8.30 ไมครอน (ตาราง 32)

กัมคוות

ความยาวยอด

ความยาวยอดของกัมคוותหลังจากได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09% พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวก 69) โดยความเข้มข้น 0.07% มีความยาวยอดมากที่สุด 7.53 เซนติเมตร ซึ่งไม่ต่างจากความเข้มข้น 0.09% มีความยาวของยอด 6.80 เซนติเมตร รองลงมาคือ ความเข้มข้น 0.05, 0.03, และ 0.00% ซึ่งให้ผลไม่ต่างกัน (2.28, 1.04 และ 0.65 เซนติเมตร) ตามลำดับ (ตาราง 33) ความยาวยอดของกัมคוותหลังจากได้รับสาร ไตรฟลูราลินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09 % พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 70) และ (ตาราง 34)

จำนวนใบ

จำนวนใบของกัมคוותหลังจากได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09 % พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 71) และ (ตาราง 33)

จำนวนใบของคัมควอทหลังจากได้รับสารไตรฟลูราลินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09% พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 72) และ (ตาราง 34)

ความหนาใบ

ความหนาใบของคัมควอทหลังจากได้รับสารโคลชิซีนความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07 และ 0.09% พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวก 73) โดยความเข้มข้น 0.09% มีความหนาใบมากที่สุด 0.62 มิลลิเมตร รองลงมาได้แก่ ความเข้มข้น 0.03, 0.00, และ 0.05% ซึ่งให้ผลไม่ต่างกัน (0.53, 0.52 และ 0.46 มิลลิเมตร) ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้น 0.07% มีความหนาใบน้อยที่สุด 0.41 มิลลิเมตร (ตาราง 33) และความหนาใบของคัมควอทหลังจากได้รับสารไตรฟลูราลินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09 % พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 74) และ (ตาราง 34)

จำนวนปากใบ

จำนวนปากใบของคัมควอทหลังจากได้รับสารโคลชิซีนความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09% พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวก 75) โดยกิ่งที่ไม่ได้รับสาร (control) มีจำนวนปากใบมากที่สุด 50.33 ปากใบ/field รองลงมาได้แก่ ความเข้มข้น 0.03 และ 0.05% ซึ่งให้ผลไม่ต่างกัน (38.00 และ 26.00 ปากใบ/field) ส่วนความเข้มข้น 0.07 และ 0.09% ให้ผลไม่ต่างกัน (18.67 และ 11.67 ปากใบ/field) ตามลำดับ (ตาราง 33 และ ภาพ 29) และจำนวนปากใบของคัมควอทหลังจากได้รับสารไตรฟลูราลินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09% พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวก 76) โดยกิ่งที่ไม่ได้รับสาร (control) มีจำนวนปากใบมากที่สุดคือ 40.00 ปากใบ/field รองลงมาได้แก่ ความเข้มข้น 0.03, 0.05% ให้ผลไม่ต่างกัน (27.67, 24.00 ปากใบ/field) ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้น 0.07 และ 0.09% มีจำนวนปากใบน้อยที่สุด ซึ่งให้ผลไม่ต่างกัน คือ (11.00 และ 5.67 ปากใบ/field) ตามลำดับ (ตาราง 34 และ ภาพ 30)

ความกว้างปากใบ

ความกว้างปากใบของคัมควอทหลังจากได้รับสารโคลชิซีนความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09% พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวก 77) โดยความเข้มข้น 0.09% ให้ความกว้างปากใบมากที่สุด 5.33 ไมครอน ซึ่งไม่ต่างจากความเข้มข้น 0.07, 0.05, และ 0.03% (5.00, 4.00, 3.67 และ 3.33 ไมครอน) ส่วนการไม่ใช้สาร

(control) มีความกว้างปากใบน้อยที่สุด 3.33 ไมครอน (ตาราง 33) และความกว้างปากใบของคัมควอท หลังจากได้รับสารไตรฟลูราลินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09 % พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวก 78) โดยความเข้มข้น 0.09% มีความกว้างปากใบมากที่สุดคือ 5.33 ไมครอน ซึ่งไม่ต่างจากความเข้มข้น 0.07, 0.05, และ 0.03% (4.67, 4.33 และ 3.67 ไมครอน) ตามลำดับ ส่วนการไม่ใช้สาร (control) มีความกว้างปากใบน้อยที่สุด 3.33 ไมครอนตามลำดับ (ตาราง 34)

ความยาวปากใบ

ความยาวปากใบของคัมควอทหลังจากได้รับสารโคลชิซินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09% พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 79) และ (ตาราง 33) ความยาวปากใบของคัมควอทหลังจากได้รับสารไตรฟลูราลินความเข้มข้น 0.00 (control), 0.03, 0.05, 0.07, และ 0.09 % พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวก 80) และ (ตาราง 34)

ตาราง 27 การเจริญเติบโตของสัมพันธุ์สำเนาผึ้งหลังให้สาร โคลลิซิน

สารโคลลิซิน (%)	ความยาวของยอด (ซ.ม.)	จำนวนใบ (ใบ)	ความหนาของใบ (มม.)	จำนวนปากใบ (ปากใบ/field)	ความกว้างของปากใบ (μ)	ความยาวของปากใบ (μ)
control	3.61	5.00	0.39	30.12	4.89	12.34
0.03	3.70	5.67	0.40	27.39	4.72	13.24
0.05	6.16	5.80	0.39	29.64	5.57	12.03
0.07	4.63	4.38	0.41	27.55	5.78	13.79
0.09	5.42	5.13	0.43	29.25	5.36	13.25
Mean	4.70	5.20	0.40	28.79	5.26	12.93
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV(%)	63.11	41.93	13.30	46.47	30.86	19.56

หมายเหตุ ค่าที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับเหมือนกัน แสดงว่า "ไม่มีความแตกต่างกัน โดยวิธี DMRT"
 ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 28 การเจริญเติบโตของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งหลังให้สาร ไตรฟลูราลิน

สารไตรฟลูราลิน (%)	ความยาวของยอด (ซ.ม.)	จำนวนใบ (ใบ)	ความหนาของใบ (มม.)	จำนวนปากใบ (ปากใบ/field)	ความกว้างของปากใบ (μ)	ความยาวของปากใบ (μ)
control	13.96	6.16	0.43 ^a	28.00 ^{ab}	5.50	13.76
0.03	11.09	7.50	0.41 ^b	24.33 ^b	5.87	14.75
0.05	11.53	7.16	0.40 ^b	30.22 ^a	6.03	13.03
0.07	7.21	4.91	0.39 ^b	27.75 ^{ab}	5.15	12.72
0.09	13.66	8.25	0.41 ^b	28.08 ^{ab}	5.93	13.55
Mean	11.49	6.8	0.41	27.68	5.70	13.51
F-test	ns	ns	*	**	ns	ns
CV(%)	46.27	32.09	4.98	21.93	12.09	7.95

หมายเหตุ ค่าที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับเหมือนกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกัน โดยวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

** มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตาราง 29 การเจริญเติบโตของส้มจี๊ดหลังให้สาร โคลชิซิน

สาร โคลชิซิน (%)	ความยาวของยอด (ซ.ม.)	จำนวนใบ (ใบ)	ความหนาของใบ (มม.)	จำนวนปากใบ (ปากใบ/field)	ความกว้างของปากใบ (μ)	ความยาวของปากใบ (μ)
control	13.78	6.40	0.18	95.53 ^a	3.57 ^b	7.77 ^b
0.03	11.90	6.75	0.19	86.00 ^{ab}	4.21 ^a	10.12 ^a
0.05	12.05	5.00	0.19	75.33 ^b	4.50 ^a	9.84 ^a
0.07	-	-	-	-	-	-
0.09	-	-	-	-	-	-
Mean	12.58	6.05	0.19	85.62	4.09	9.24
F-test	ns	ns	ns	*	**	*
CV(%)	33.10	44.75	9.96	14.02	6.73	9.93

หมายเหตุ ค่าที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับเหมือนกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกัน โดยวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

** มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตาราง 30 การเจริญเติบโตของส้มจัดถึงให้สารไตรฟลูราลิน

สารไตรฟลูราลิน (%)	ความยาวของยอด (ซ.ม.)	จำนวนใบ (ใบ)	ความหนาของใบ (มม.)	จำนวนปากใบ (ปากใบ/field)	ความกว้างของปากใบ (μ)	ความยาวของปากใบ (μ)
control	14.94 ^a	8.40 ^a	0.25	92.46	3.42 ^b	9.36 ^b
0.03	16.40 ^a	7.60 ^{ab}	0.24	91.73	4.10 ^a	10.36 ^a
0.05	10.30 ^{ab}	4.40 ^c	0.24	88.53	4.13 ^a	10.43 ^a
0.07	10.30 ^{ab}	5.60 ^{bc}	0.28	80.60	4.16 ^a	10.60 ^a
0.09	-	-	-	-	-	-
Mean	12.98	6.50	0.25	88.33	3.95	10.18
F-test	*	**	ns	ns	**	**
CV(%)	30.07	23.95	10.70	16.47	4.08	6.86

หมายเหตุ ค่าที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับเหมือนกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกัน โดยวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

** มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตาราง 31 การเจริญเติบโตของมะนาวหลังให้สารโคลิชิซิน

ความเข้มข้นของ สารโคลิชิซิน(%)	ความยาวของยอด (ซ.ม.)	จำนวนใบ (ใบ)	ความหนาของใบ (มม.)	จำนวนปากใบ (ปากใบ/field)	ความกว้างของปากใบ (μ)	ความยาวของปากใบ (μ)
Control	10.45	6.06	0.36	58.85 ^a	2.38 ^b	8.12 ^b
0.03	9.34	8.59	0.37	43.68 ^b	3.59 ^a	10.11 ^a
0.05	11.25	7.09	0.35	47.11 ^b	3.60 ^a	10.14 ^a
0.07	9.90	4.78	0.32	47.82 ^b	3.70 ^a	10.49 ^a
0.09	11.38	4.33	0.43	44.55 ^b	3.80 ^a	10.10 ^a
Mean	10.46	6.17	0.37	48.40	3.41 ^a	9.79
F – test	ns	ns	ns	**	**	*
CV(%)	19.42	26.73	11.51	7.89	9.60	7.41

หมายเหตุ ค่าที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับเหมือนกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกัน โดยวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

** มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตาราง 32 การเจริญเติบโตของมะนาวหลังให้สารไตรฟลูราลิน

สารไตรฟลูราลิน (%)	ความยาวของยอด (ซ.ม.)	จำนวนใบ (ใบ)	ความหนาของใบ (มม.)	จำนวนปากใบ (ปากใบ/field)	ความกว้างของปากใบ (μ)	ความยาวของปากใบ (μ)
Control	13.85	6.84	0.38	63.65 ^a	3.80 ^a	10.75 ^{ab}
0.03	11.59	5.94	0.34	50.89 ^b	2.93 ^b	10.17 ^a
0.05	10.81	5.13	0.35	46.09 ^b	2.92 ^b	8.78 ^{ab}
0.07	9.92	4.78	0.32	45.89 ^b	3.30 ^{ab}	9.47 ^{ab}
0.09	14.98	6.00	0.33	48.84 ^b	3.75 ^a	8.30 ^b
Mean	12.23	5.74	0.34	51.07	3.34	9.69
F – test	ns	ns	ns	*	*	*
CV(%)	26.26	28.29	8.57	7.79	9.28	8.42

หมายเหตุ ค่าที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับเหมือนกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกัน โดยวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตาราง 33 การเจริญเติบโตของคัมควอทหลังให้สารโคลชิซิน

สารโคลชิซิน (%)	ความยาวของยอด (ซ.ม.)	จำนวนใบ (ใบ)	ความหนาของใบ (มม.)	จำนวนปากใบ (ปากใบ/field)	ความกว้างของปากใบ (μ)	ความยาวของปากใบ (μ)
Control	0.65 ^b	9.00	0.52 ^b	50.33 ^a	3.33 ^b	10.33
0.03	1.04 ^b	6.67	0.53 ^b	38.00 ^b	3.67 ^b	10.33
0.05	2.28 ^b	6.67	0.46 ^{bc}	26.00 ^{bc}	4.00 ^{ab}	11.00
0.07	7.53 ^a	8.67	0.41 ^c	18.67 ^{cd}	5.00 ^a	9.67
0.09	6.80 ^a	8.33	0.63 ^a	11.67 ^d	5.33 ^a	10.67
Mean	3.66	7.87	0.51	28.93	4.27	10.40
F – test	**	ns	**	**	*	ns
CV(%)	25.59	25.63	6.56	16.21	18.15	21.21

หมายเหตุ ค่าที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับเหมือนกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกัน โดยวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

** มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตาราง 34 การเจริญเติบโตของคัมคอตหลังให้สารไตรฟลูราลิน

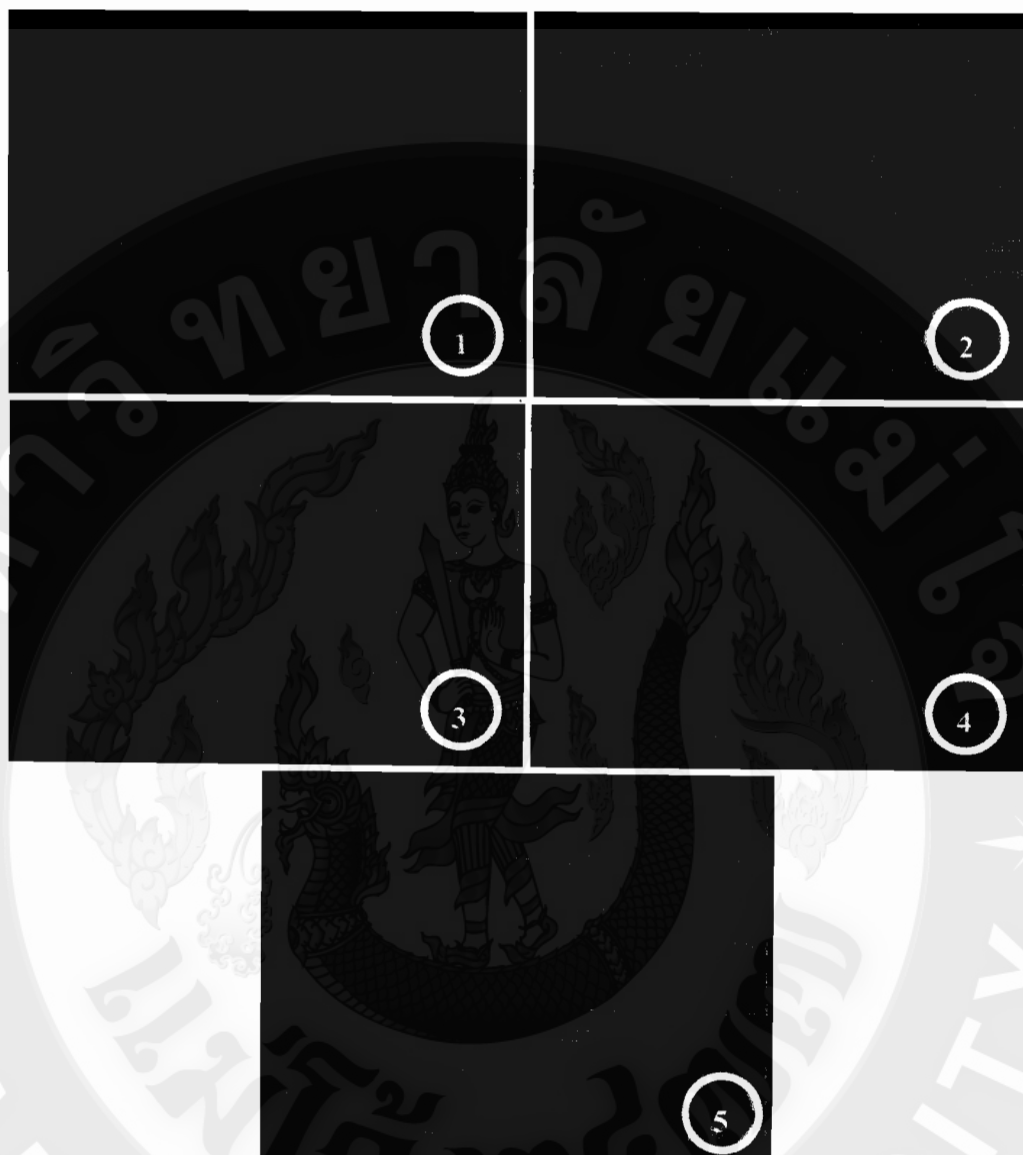
สารไตรฟลูราลิน (%)	ความยาวของยอด (ซ.ม.)	จำนวนใบ (ใบ)	ความหนาของใบ (มม.)	จำนวนปากใบ (ปากใบ/field)	ความกว้างของปากใบ (μ)	ความยาวของปากใบ (μ)
Control	3.80	5.66	0.54	40.00 ^a	3.33 ^b	10.33
0.03	2.33	4.33	0.60	27.67 ^b	3.67 ^b	9.67
0.05	5.83	7.33	0.64	24.00 ^b	4.33 ^{ab}	10.67
0.07	5.50	6.33	0.65	11.00 ^c	4.67 ^{ab}	11.67
0.09	5.46	8.00	0.67	5.67 ^c	5.33 ^a	12.83
X	4.58	6.33	0.62	21.67	4.26	11.03
F – test	ns	ns	ns	**	*	ns
CV(%)	34.86	23.77	16.10	13.00	17.11	14.57

หมายเหตุ ค่าที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรกำกับเหมือนกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกัน โดยวิธี DMRT

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

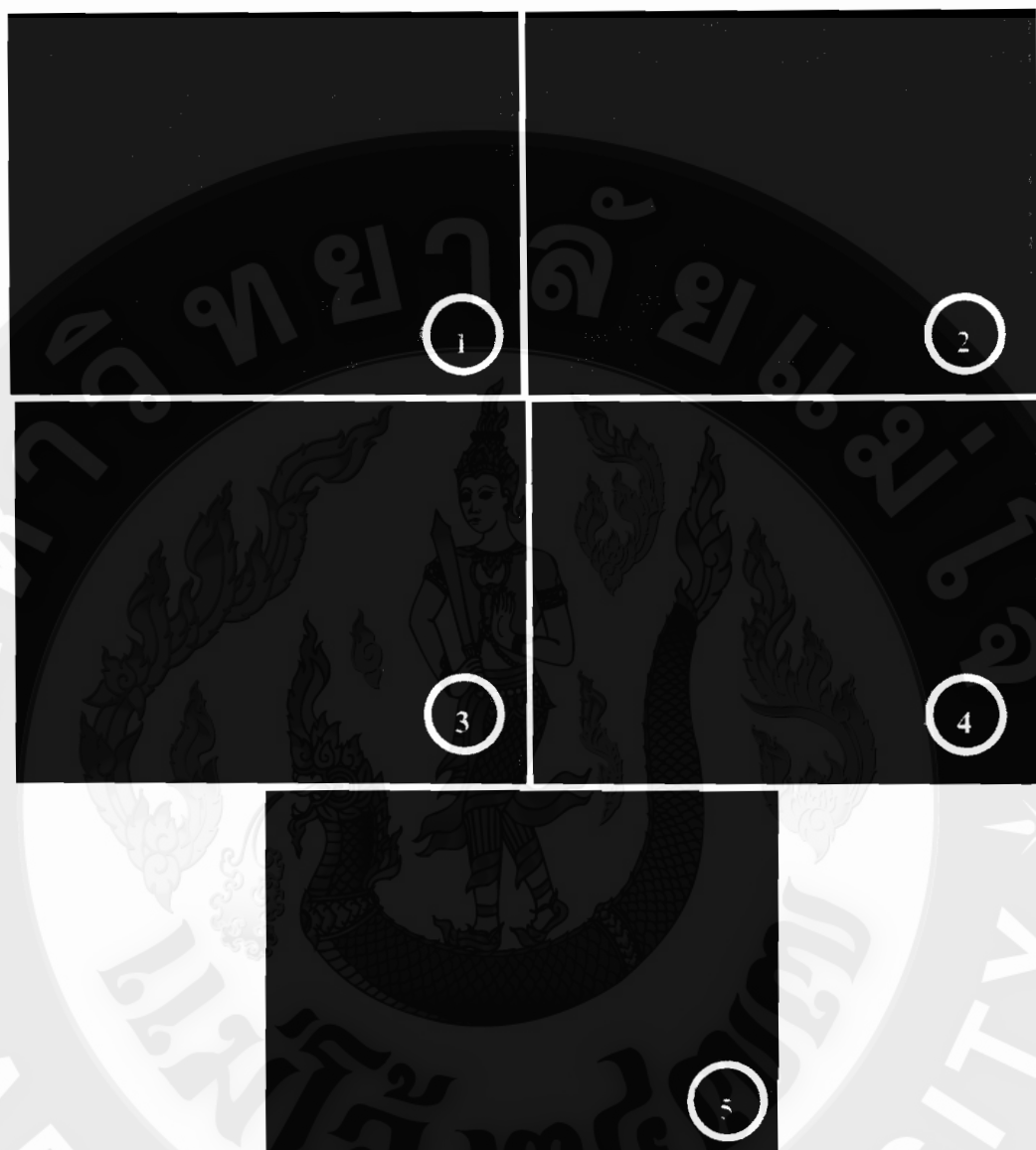
* มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

** มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง



ภาพ 23 ลักษณะปากใบของสั้มพันธุ์สายน้ำผึ้งหลังได้รับสารโคลชิซีน

- | | |
|----------------------|----------------------|
| (1) control | (2) colchicine 0.03% |
| (3) colchicine 0.05% | (4) colchicine 0.07% |
| (5) colchicine 0.09% | (X11,998) |



ภาพ 24 ลักษณะปากใบของสั้มน้ำหึ่งหลังได้รับสารไตรฟลูราลิน

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| (1) control | (2) Trifluralin 0.03% |
| (3) Trifluralin 0.05% | (4) Trifluralin 0.07% |
| (5) Trifluralin 0.09% | (X11,998) |



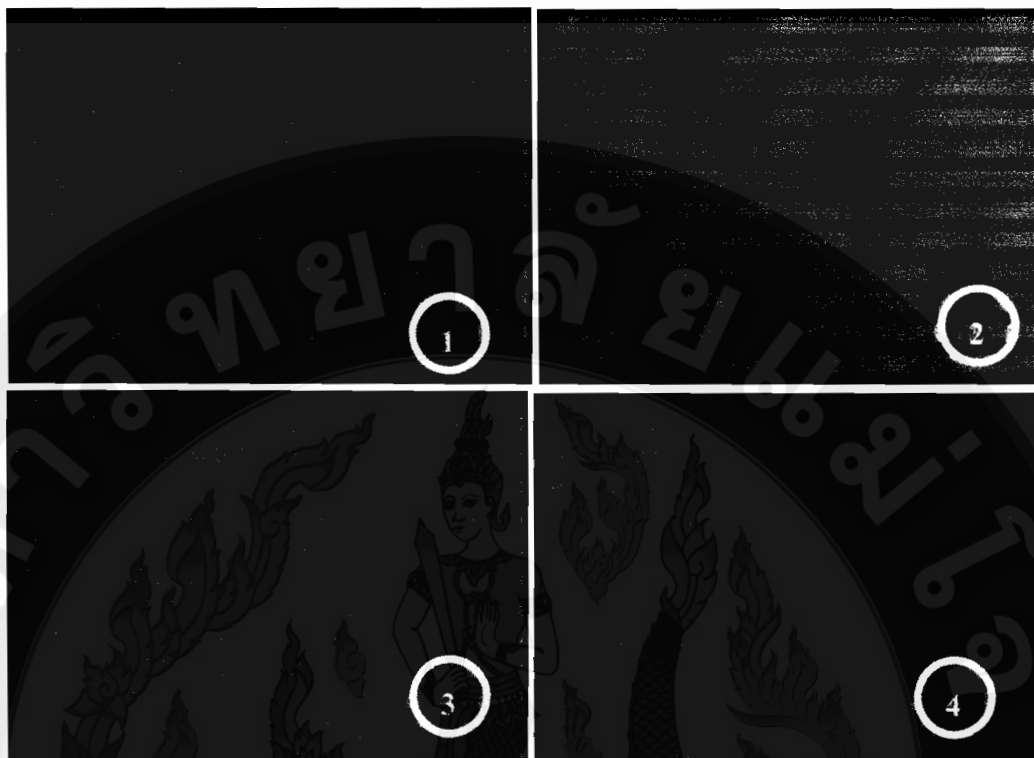
ภาพ 25 ลักษณะปากใบของส้มจี๊ดหลังได้รับสาร โคลชิซีน

(1) control

(2) colchicine 0.03%

(3) colchicine 0.05%

(X11,998)



ภาพ 26 ลักษณะปากใบของต้นข้าวที่ได้รับสารไตรฟลูราลิน

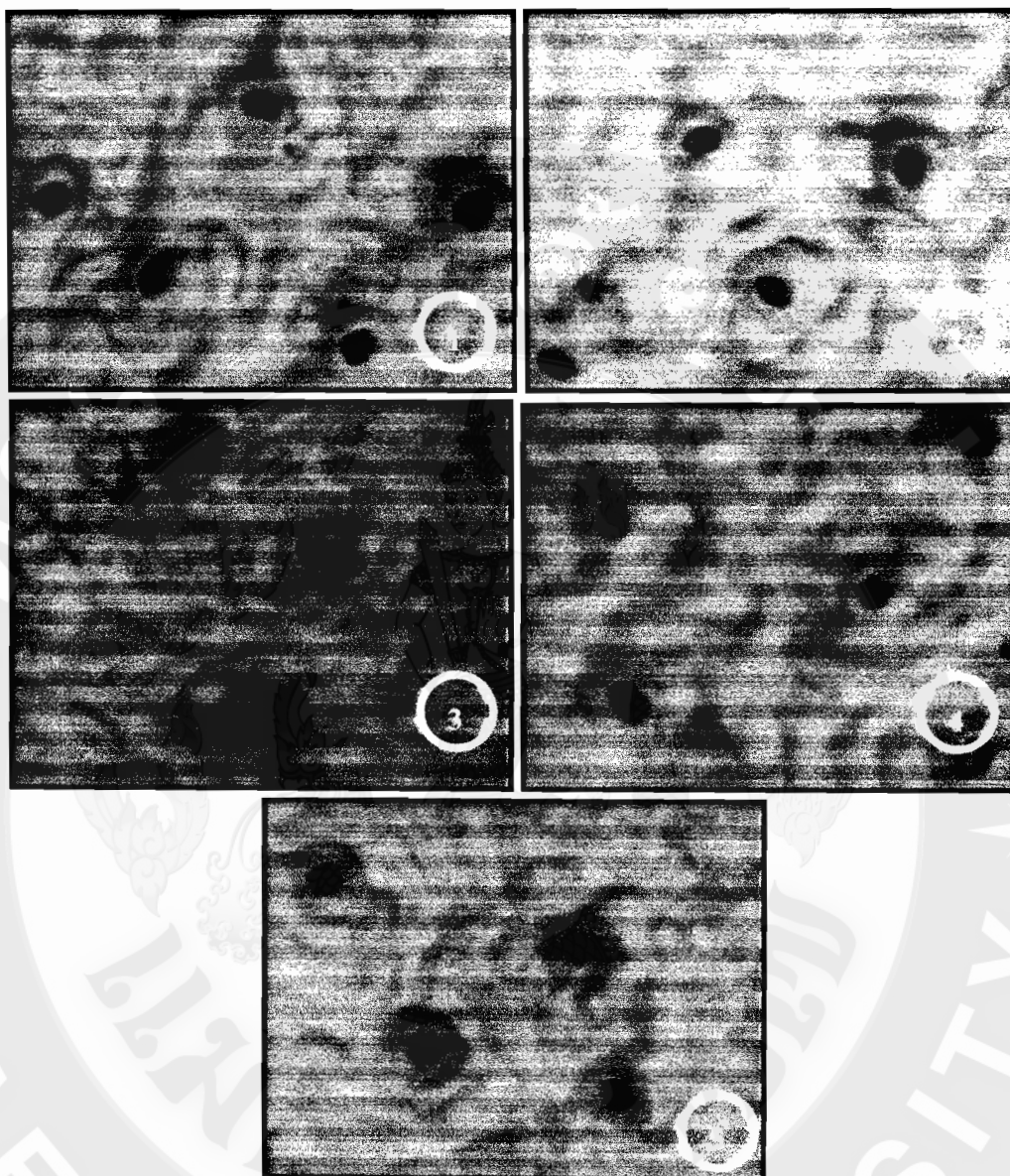
(1) control

(2) Trifluralin 0.03%

(3) Trifluralin 0.05%

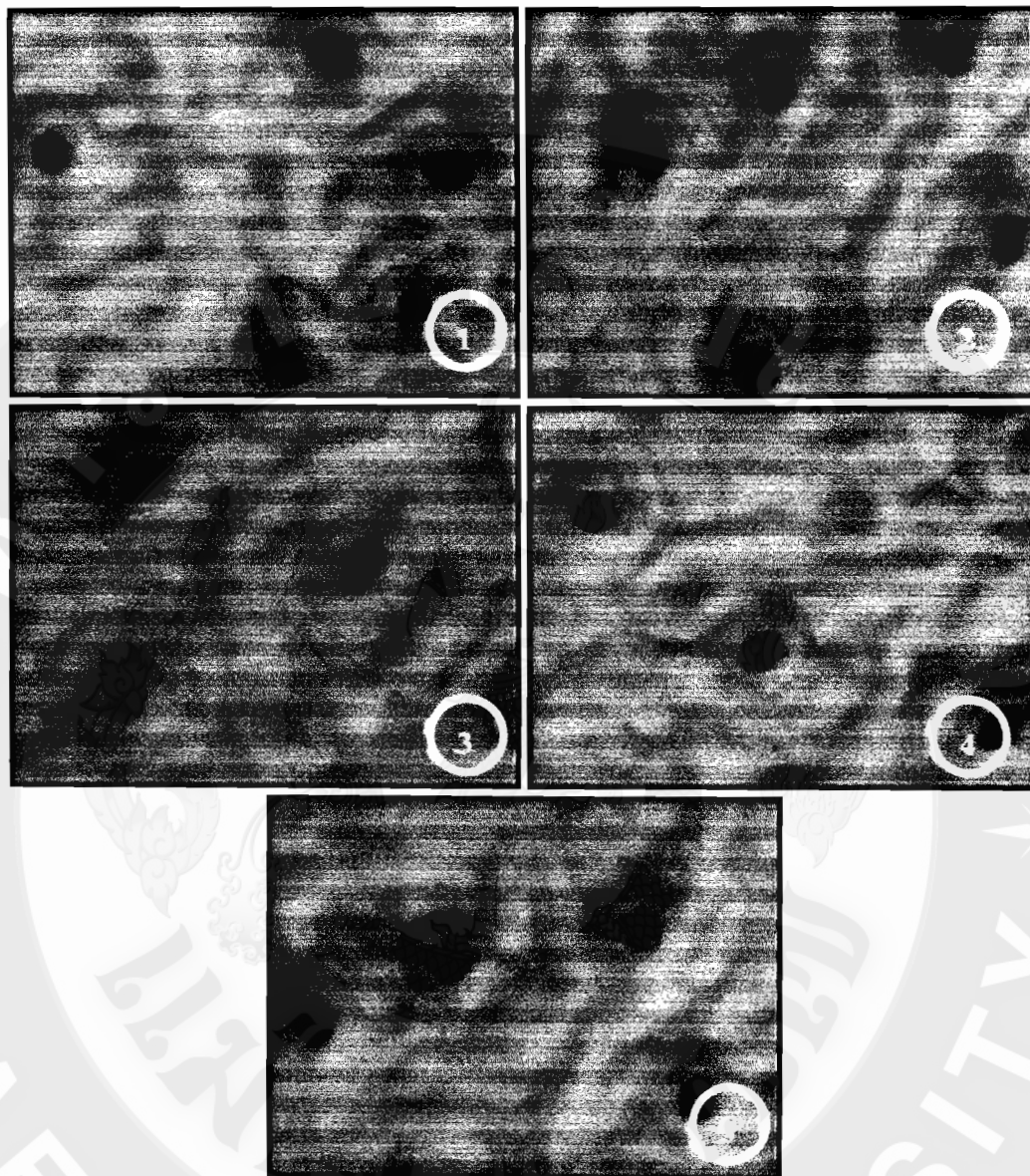
(4) Trifluralin 0.07%

(X11,998)



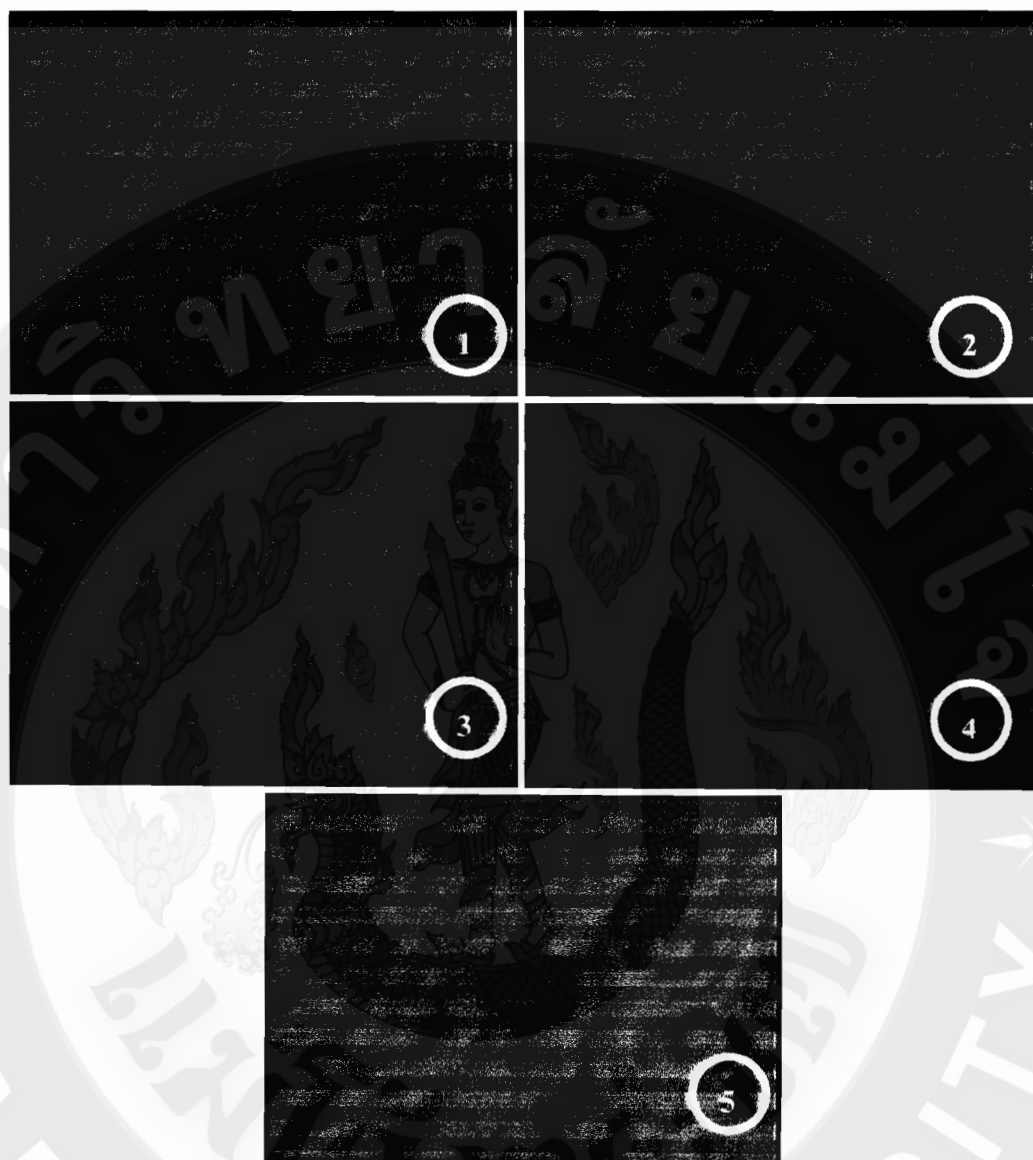
ภาพ 27 ลักษณะปากใบของมะนาวหลังได้รับสาร โคลชิซิน

- | | |
|----------------------|----------------------|
| (1) control | (2) colchicine 0.03% |
| (3) colchicine 0.05% | (4) colchicine 0.07% |
| (5) colchicine 0.09% | (X11,998) |



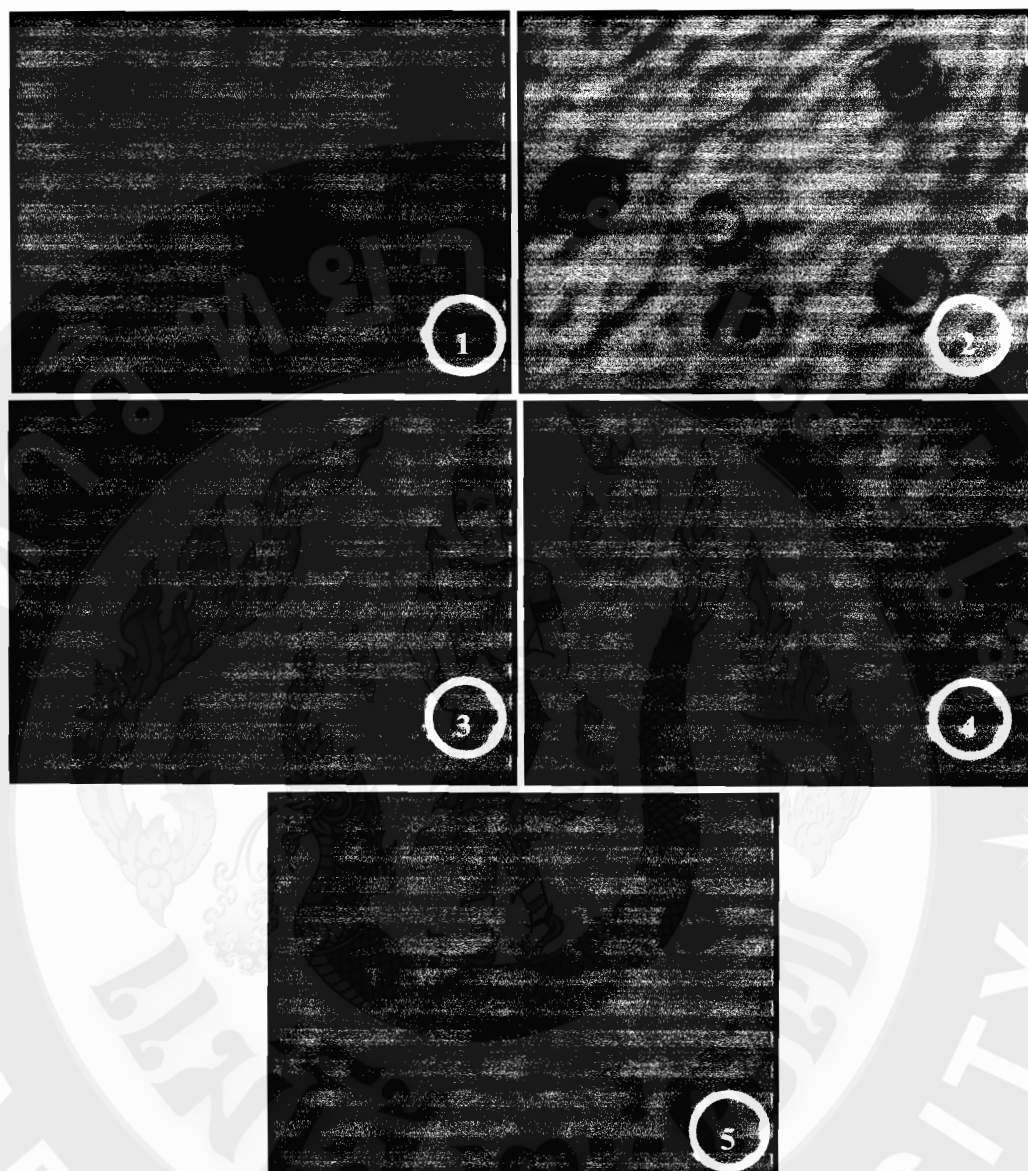
ภาพ 28 ลักษณะปากใบของมะนาวหลังได้รับสารไตรฟลูราลิน

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| (1) control | (2) Trifluralin 0.03% |
| (3) Trifluralin 0.05% | (4) Trifluralin 0.07% |
| (5) Trifluralin 0.09% | (X11,998) |



ภาพ 29 ลักษณะปากใบของคัมควอทหลังได้รับสารโคลชิซีน

- | | |
|----------------------|----------------------|
| (1) control | (2) colchicine 0.03% |
| (3) colchicine 0.05% | (4) colchicine 0.07% |
| (5) colchicine 0.09% | (X11,998) |



ภาพ 30 ลักษณะปากใบของคัมควอทหลังได้รับสารไตรฟลูราลิน

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| (1) control | (2) Trifluralin 0.03% |
| (3) Trifluralin 0.05% | (4) Trifluralin 0.07% |
| (5) Trifluralin 0.09% | (X11,998) |

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 จำนวนชุดโครโมโซมจากต้นกล้าส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งกับส้มพันธุ์โอเชียนจากเมล็ดขนาดเล็ก พบว่า เมล็ดของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งเป็นแบบ polyembryony จะมีจำนวนหลายคัพเพาะต่อเมล็ดแต่ส้มพันธุ์โอเชียนเป็นแบบ monoembryony โดยเมล็ดส้มที่มีคัพเพาะเดียวใบเลี้ยงจะมีรูปร่างและขนาดใกล้เคียงกันทั้งสองใบ กรณีที่มีหลายคัพเพาะใบเลี้ยงของแต่ละคัพเพาะจะอัดแน่นอยู่ในเมล็ด จึงทำให้มีรูปร่างบิดเบี้ยวขนาดไม่แน่นอนและไม่เท่ากัน (รวี, 2523) ส่วนปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อน้ำหนักผล ขนาดผล จำนวนเมล็ด จะมีมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับพันธุ์ส้ม อายุ สภาพแวดล้อม สภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ การปฏิบัติดูแลรักษาและปริมาณธาตุอาหาร ส่วนการถ่ายละอองเกสรจะมีความสำคัญมาก เช่น ถ้ามีการถ่ายละอองเกสรมากก็จะทำให้มีจำนวนเมล็ดมากและมีผลทำให้ผลส้มมีขนาดเพิ่มขึ้นด้วย (Furusato, 1957) ในส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งและส้มพันธุ์โอเชียนมีเมล็ดขนาดเล็ก 2.78 และ 14.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมล็ดขนาดเล็กของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งมีลักษณะดิบและไม่สมบูรณ์มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับส้มพันธุ์โอเชียน ในส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งไม่พบต้นกล้าที่มี NOR 3 จุด (3x) ต่อเมล็ดขนาดเล็ก ส่วนส้มพันธุ์โอเชียนพบต้นกล้าที่มี NOR 3 จุด ต่อเมล็ดขนาดเล็ก 0.99 เปอร์เซ็นต์ Toolapong (1995) ได้ศึกษาผลส้มที่ได้จากการผสมเกสรในธรรมชาติ 41 สายพันธุ์ มีเพียง 18 สายพันธุ์ที่มีการสร้างเมล็ดขนาดเล็กและมี NOR 3 จุด โดยในธรรมชาติพันธุ์ส้มไม่มีเมล็ดก็สามารถเกิดขึ้นได้เองจากส้มบางพันธุ์ที่มีเมล็ดขนาดเล็ก 1/6-1/3 หรือ 0.3-0.4 เท่าของเมล็ดปกติ โดยจะอยู่ระหว่าง 2.94-100 เปอร์เซ็นต์ Toolapong (1996) ได้ทำการผสมพันธุ์ “Banpeiyu” pummelo X “Ruby Red” grapefruit ได้เมล็ดทั้งหมด 2,049 เมล็ดและทำการคัดเลือกเมล็ดที่มีขนาดเล็กได้จำนวน 82 เมล็ด เมื่อนำไปเพาะ และตรวจสอบจำนวนโครโมโซมจากปลายราก ปรากฏว่าได้ต้นกล้าที่เป็นแฮพลอยด์ (haploid) จำนวน 1 ต้น ดิพลอยด์ (diploid) 18 ต้น และทรिพลอยด์ (triploid) 51 ต้น ต้นกล้าที่มีจำนวนโครโมโซมเป็นแฮพลอยด์มีการเจริญเติบโตช้ามาก แคระแกร็น มีใบคล้ายใบกุหลาบ แต่เมื่อนำยอดไปต่อบนต้นตอสามใบ การเจริญเติบโตเป็นไปตามปกติ Wakana *et al.*, (1981) พบว่า การเกิดเมล็ดขนาดเล็กจะมีความถี่สูงในพันธุ์ส้มที่มีหลายเอมบริโอ (polyembryonic) เช่น สวีทออร์เรนและแทนเจอร์ จากการศึกษาด้านเซลล์วิทยาและกายวิภาคในช่วงพัฒนาการของเอมบริโอในส้ม “Fukuhara” และ “Ortanique” พบว่า มีเปอร์เซ็นต์การเกิดเมล็ดขนาดเล็กสูงถึง 28 เปอร์เซ็นต์จากจำนวนพันธุ์ส้มทั้งหมด และเมื่อนำส้มพันธุ์ “Ortanique” ไปผสมกับ *Poncitrus trifoliata* พบว่าต้นกล้าที่ได้จากเมล็ดขนาดเล็กจะมีโครโมโซมเท่ากับ 3x และต้นกล้าที่ได้จากเมล็ดขนาดปกติจะมีโครโมโซมเท่ากับ

2x จากการศึกษานิวเคลียสของเมล็ดส้ม “Fukuhara” และ “Ortanique” พบว่า 25.5 และ 25.0 เปอร์เซ็นต์ จะมีลักษณะเป็นเพนตะพลอยด์ (pentaploid) (5x) ในพันธุ์ “Ortanique” ภายในเมล็ดจะมี endosperm เป็น 5x และ zygotic embryo เป็น 3x nucellar embryo เป็น 2x ซึ่งโดยทั่วไป 2x nucellar embryo จะมีการเจริญเติบโตมากกว่า 3x zygotic embryo พัฒนาการที่รวดเร็วมักพบใน 5x endosperm กับ 3x zygote และ 2x nucellar embryo ซึ่งเปรียบเทียบกับ 3x endosperm และ 2x zygote กับ nucellar ซึ่งมีการพัฒนาที่ช้ากว่าเมื่อดูจากจำนวนวันหลังผสมเกสร ซึ่งการพัฒนาและสิ้นสุดที่รวดเร็วของ endosperm เป็นผลให้ขนาดเมล็ดมีขนาดเล็กและมีอัตราระหว่าง zygotic embryo ต่อ endosperm เท่ากับ 3 : 5 Esen and Soost (1973) ได้มีการเปรียบเทียบลักษณะทางเซลล์วิทยาและกายวิภาคในระหว่างกระบวนการสร้าง embryo ของเมล็ดส้มซึ่งได้จากการผสมระหว่าง 2x X 2x และ 2x X 4x และมีการแสดงอัตราส่วนของ ploidy levels ระหว่าง embryo และ endosperm ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อพัฒนาการของเมล็ดและมีการคาดหมายว่าเมล็ดปกติที่ได้จากการผสมจะมีความสัมพันธ์ของ ploidy levels ระหว่าง embryo endosperm และ maternal tissue เป็น 2 : 3 : 2 หรือ 3 : 4 : 2 ส่วนเมล็ดผิดปกติจะมีความสัมพันธ์ของ ploidy levels ระหว่าง embryo endosperm และ maternal tissue เป็น 3 : 5 : 2, 4 : 6 : 2 และ 6 : 10 : 2 ในอัตราส่วนทั้งหมด ผลที่ได้ คือ เมล็ดปกติมีการออกปกติ ยกเว้นอัตราส่วน 3 : 4 : 2 ซึ่งเมล็ดจะมีลักษณะผิดปกติ ส่วน ploidy levels ของ maternal tissue จะไม่มีอิทธิพลต่อพัฒนาการของเมล็ด ประมาณ 92-99 เปอร์เซ็นต์ ของเมล็ดที่ได้จากการผสมระหว่าง 2x X 4x ซึ่งมี triploid embryo และ tetraploid endosperm จะมีการแบ่งในระยะที่แตกต่างกันของกระบวนการสร้าง endosperm ซึ่งเรื่องการแบ่งนี้อาจเกิดมาก่อนจากความผิดปกติใน tetraploid endosperm ซึ่งผู้ทดลองได้ให้เหตุผลว่าเกิดจากความไม่สมดุลของจำนวนโครโมโซมระหว่าง embryo และ endosperm ซึ่งไปรบกวนความสัมพันธ์ทางสรีรวิทยาของเนื้อเยื่อทั้งสอง นำไปสู่การแบ่งของ endosperm ในครั้งแรกและต่อด้วย embryo Esen and Soost (1972) มีการวิเคราะห์ ploidy levels ในระหว่างกระบวนการสร้าง embryo และหลังจากการออกของเมล็ดของรุ่นลูกในส้ม ที่ได้จากการผสมระหว่าง 2x X 4x โดยเมล็ดจะแสดง ลักษณะเป็น triploid และ tetraploid ซึ่งความถี่ของ tetraploid จะมีความแปรปรวนจาก 6-94 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับต้นแม่ที่ใช้การนับจำนวนโครโมโซมของ embryo และ endosperm สามารถยืนยันได้ว่า megagametophyte จากต้น tetraploid เมื่อพัฒนาการสมบูรณ์จะประกอบด้วยไซโทพลาสซึมที่มีโครโมโซม 2 ชุดรวมทั้ง polar nuclei การที่ไม่พบต้นกล้าที่มีโครโมโซม 3 ชุด ในสัมพันธ์สายน้ำผึ้ง เพราะว่า zygotic embryo ไม่สามารถจะเจริญและพัฒนาไปเป็นต้นกล้าที่สมบูรณ์ จึงไม่สามารถศึกษาโครโมโซมได้สอดคล้องกับ Toolapong (1995) พบว่า nucellar embryo จะเริ่มพัฒนาก่อน zygotic embryo ซึ่ง zygotic embryo จะพัฒนาก่อนเมื่อมีการผสมเกสร ซึ่งระยะเวลาหลังการถ่ายละอองเกสรจนเกิดการผสมจะ

ใช้เวลา 2 วันถึง 4 สัปดาห์ (ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และสภาพแวดล้อม) ในขณะที่ nucellar embryo จะพัฒนาไปเรื่อยๆ พร้อมทั้งเข้าไปยึดพื้นที่ในรังไข่มีผลทำให้ zygotic embryo เจริญได้น้อย ต้นกล้าที่พัฒนามาจาก nucellar embryo จึงมีขนาดใหญ่ ส่วนต้นกล้าที่พัฒนามาจาก zygotic embryo จะเจริญได้น้อยหรือไม่เจริญ

จากการศึกษาจำนวน nucleoli ของ ต้นกล้าสัมพันธุ์สายน้ำผึ้งไม่พบจำนวน nucleoli ที่เป็น 3 จุด (3x) ในสัมพันธุ์โอเชียนพบต้นกล้า 4 ต้นมีจำนวน nucleoli 3 จุด (3x) สอดคล้องกับนิมมานรดี (2550) ศึกษาการใช้สารโคลชิซินกับเกสรเพศเมียผสมกับเกสรเพศผู้ปกติในสัมพันธุ์สายน้ำผึ้ง พบต้นกล้าจำนวน 4 ต้น มีจำนวน nucleoli 3 จุด ปณิศา (2548) ศึกษาการใช้สารโคลชิซินกับเกสรเพศเมียผสมกับเกสรเพศผู้ปกติในไมวาคัมควอทและมะนาว พบต้นกล้าอย่างละ 1 ต้นมีจำนวน nucleoli 3 จุด (3x) Toolapong (1999) รายงานว่า จากการตรวจสอบระดับโครโมโซมจากปลายรากสักระยะเมตาเฟส (จำนวนโครโมโซม คือ 9, 18, 27) และจำนวน nucleoli (NOR) ระยะ อินเตอร์เฟส โปรเฟสและเทโลเฟส โดยใช้ lactopropionic orcein และ silver nitrates พบว่ามีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันมากระหว่างจำนวน nucleoli ที่ haploid (9) diploid (18) และ triploid (27) โดยขนาด จำนวนและความถี่ของ nucleoli ที่พบต่อเซลล์จะมีความแตกต่างกันที่ ploidy levels ต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับระยะการพัฒนาหรือการแบ่งเซลล์และจีโนมไทป์ของสัณลูกผสม

งานทดลองที่ 2 ความเข้มข้นที่เหมาะสมของสาร BA+GA₃ ต่อการชักนำให้เกิดตาข้างร่วมกับวิธีการตัดยอดและไม่ตัดยอดในพืชตระกูลส้ม

ระยะเวลาในการแตกตาข้าง

การตัดยอดส้มสามารถเร่งระยะเวลาในการแตกตาข้างของสัมพันธุ์สายน้ำผึ้งและส้มจี๊ดได้ในขณะที่มะนาวและคัมควอทการตัดยอดไม่สามารถเร่งระยะเวลาในการแตกตาข้างได้ ลิลลี่ และคณะ (2548) กล่าวว่า พืชส่วนใหญ่มีการเจริญขึ้นทางด้านบนโดยไม่มีการเจริญของตาข้าง (axillary buds) ตายอดและตาข้างเป็นแหล่งสร้างออกซิน แต่ออกซินที่สร้างขึ้นที่ตายอดส่วนหนึ่งจะเคลื่อนที่ลงมาทางด้านล่าง ทำให้ปริมาณออกซินภายในตาข้างมีมากกว่าที่ตานั้นจะเจริญออกมาได้ เนื่องจากออกซินมีความเข้มข้นสูงจะยับยั้งการเจริญของตา ดังนั้นเมื่อแหล่งสร้างออกซินส่วนอื่นถูกทำลายจึงมีผลทำให้ปริมาณออกซินในตาข้างลดลงและสามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ เช่น การตัดยอดหรือการเค็ดใบทิ้ง ส่วนการให้สารไซโตไคนินร่วมกับจิบเบอเรลลิน พบว่าสามารถเร่งระยะเวลาในการแตกตาข้างในสัมพันธุ์สายน้ำผึ้งได้ดีที่สุดเมื่อ

เปรียบเทียบกับ การไม่ใช้สาร (control) ซึ่งสอดคล้องกับ Weinberger (1969) รายงานว่าไซโตไคนินสามารถเร่งการแตกยอดของตาที่มีการพักตัวของในต้นท้อได้ ส่วนสัมพันธ์ มะนาวและคัมควอท การให้สารไซโตไคนินร่วมกับจิบเบอเรลลินให้ผลไม่แตกต่างกันในทุกความเข้มข้น ซึ่งอาจเป็นเพราะใช้ความเข้มข้นต่ำเกินไป เช่น ของพะเยาว์ (2538) ทำการพ่นสารจิบเบอเรลลินร่วมกับไซโตไคนินมีผลต่อการแตกยอดอ่อนของลำไยพันธุ์อีดอ ซึ่งทำการฉีดพ่นสารจิบเบอเรลลินและไซโตไคนินที่ความเข้มข้น 0, GA₃ 100 + BA 750, GA₃ 300 + BA 500, และ GA₃ 500 + BA 250 ppm พบว่า การใช้สารทุกความเข้มข้นสามารถกระตุ้นการแตกยอดใหม่ได้เร็วและมีเปอร์เซ็นต์การแตกยอดสูงกว่าการไม่ใช้สาร พีรเดช (2543) ยังกล่าวว่า การให้สารกลุ่มไซโตไคนิน เช่น บีเอ (6-benzylamino-purine) มีผลในการปล้ำงอิทธิพลของออกซินที่ส่งลงมาจากตายอดได้โดยสามารถกระตุ้นการเจริญของ ตาข้างโดยไม่ต้องมีการตัดยอด เมื่อมีการใช้สารนี้ทาที่ตาข้างของพืชก็จะสามารถกระตุ้นให้ตานั้นเจริญออกมาเป็นกิ่งใหม่ได้ ไม่ว่าจะมีการตัดยอดหรือไม่ก็ตาม นพดล (2537) สนับสนุนอีกว่า หากให้ไซโตไคนินกับตาข้างที่ยังไม่เจริญและถูกยับยั้งโดยตายอด ตาข้างนั้นมักจะเจริญออกมาได้ แต่จะเกิดขึ้นติดต่อกันเพียง 2-3 วันเท่านั้น หากจะกระตุ้นให้การยืดยาวของตาข้างเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจะต้องทำโดยการให้ออกซินหรือจิบเบอเรลลินชนิดใดชนิดหนึ่งแก่ตาข้างนั้นร่วมด้วย และยังมีรายงานอีกว่าจิบเบอเรลลินสามารถทำลายการพักตัวของตาและเมล็ดในพืชหลายชนิด ซึ่งจิบเบอเรลลินจะทำหน้าที่แทนอุณหภูมิต่ำ ความยาวกลางวันหรือแสงสีแดง แต่สมพร (2549) ได้ให้ความเห็นไว้ว่า ไซโตไคนินส่งเสริมการแบ่งเซลล์ของพืชและอิทธิพลของไซโตไคนินจะมีผลต่อการสังเคราะห์โปรตีน จนมีผลทำให้การแบ่งเซลล์เป็นไปได้อย่างรวดเร็วหรือทำให้ระยะ G₂ ในไมโทซิสสั้นลง ซึ่งสอดคล้องกับรายงาน ของ Houssa *et al.* (1990), Liu and Loy (1976) พบว่าผลของเบนซิลอะดีนีน (benzyladenine) สามารถกระดษะของ S ในการแบ่งเซลล์ เนื่องจากการสังเคราะห์ดีเอ็นเอและ โปรตีนที่ช่วยส่งเสริมให้มีการแบ่งเซลล์เร็วขึ้น

การแตกตาข้าง

การตัดยอดและไม่ตัดยอดสัมพันธ์ไม่มีผลต่อจำนวนตาที่เจริญในสัมพันธ์สายน้ำผึ้ง มะนาวและคัมควอท ในขณะที่สัมพันธ์การไม่ตัดยอดมีจำนวนตาที่เจริญมากกว่าการตัดยอด อาจเนื่องมาจากกิ่งที่ใช้ในการทดลองมีความแก่มากเกินไป ปริมาณของออกซินในกิ่งน้อยลงจึงไม่สามารถแสดงการข่มออกมาได้มากนักตาข้างจึงเจริญออกมาได้ทั้งที่ไม่มีการตัดปลายยอด สอดคล้องกับ ศุภางค์ (2540) กล่าวว่า ความรุนแรงของตายอดข่มตาข้าง (apical dominance) ในพืชต้นเดียวกันอาจเปลี่ยนแปลงได้ เช่น เมื่อต้นพืชอายุน้อยจะมีความสามารถในการข่มตาข้างสูงกว่า แต่เมื่อต้นพืชอายุมากขึ้นความสามารถในการข่มตาข้างจะลดลง Williams and Stahly (1968)

ได้รายงานว่า การให้ไซโตไคนินกับยอดของแอปเปิ้ลสามารถชักนำให้เกิดการแตกตาข้างได้ทั้งที่ไม่มีการตัดปลายยอด Ohkawa (1979) พบว่าไซโตไคนินสามารถเพิ่มจำนวนการแตกของตาได้และพืชมีการตอบสนองต่อการใช้ไซโตไคนินแตกต่างกันซึ่งก็ขึ้นอยู่กับพันธุ์ อายุของพืชและสภาพของตา Broome and Zimmerman (1976) ได้ศึกษาการใช้ไซโตไคนินใน Tea Crabapple พบว่าไซโตไคนินที่ความเข้มข้น 2,000 ppm สามารถทำลายการพักตัวของตาได้ดีที่สุด ซึ่งแตกต่างจาก ค่ากล่าวของ สายัณห์และมงคล (2534) การใช้สารไซโตไคนินที่ความเข้มข้นต่างๆ กันนั้นไซโตไคนินที่ความเข้มข้น 500 ppm ทำให้มีงอกเกิดการแตกใบได้เร็วขึ้น สมยศ (2538) ใช้สาร BA ความเข้มข้น 500, 1,000, 2,000, และ 4,000 ppm เพื่อเร่งการเจริญเติบโตของตากระถ่อนพันธุ์ปุยฝ้าย ที่ติดบนต้นตอกระถ่อน พบว่าการป้ายด้วยสารไซโตไคนินทุกความเข้มข้น สามารถเร่งการแตกตาของกระถ่อนได้ และการใช้สารไซโตไคนินความเข้มข้น 4,000 ppm ทำให้กระถ่อนแตกตาได้ถึง 87.49% ในขณะที่ตาที่ไม่ได้ป้ายสารไซโตไคนิน (control) แตกตาเพียง 62.49% ชูลกีฟลี (2536) ใช้สารจิบเบอเรลลินเพื่อให้มีงอกมีการแตกใบ พบว่าที่ความเข้มข้น 300 ppm ทำให้มีงอกมีการแตกยอดสูงสุดและมีความยาวยอดสูงสุด Williams and Billingsley (1970) ใช้ไซโตไคนินร่วมกับจิบเบอเรลลินในการเพิ่มจำนวนกิ่งของต้นแอปเปิ้ล พบว่าการใช้ไซโตไคนินร่วมกับจิบเบอเรลลินสามารถทำลายการพักตัวของตาในต้นแอปเปิ้ลได้ และมีผลทำให้เพิ่มการเจริญของตาและกิ่งแขนงได้ดีกว่าการใช้เพียงสารใดสารหนึ่งถึงสองเท่า สอดคล้องกับงานของวสันต์ (2532) ใช้ไซโตไคนินหรือจิบเบอเรลลินเพียงอย่างเดียวนั้นอาจจะไม่เพียงพอที่จะกระตุ้นการแตกยอดอ่อนของพืช สารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตทางด้านสรีรวิทยา คือ ออกซิน ไซโตไคนินและจิบเบอเรลลิน สารทั้งสามกลุ่มนี้มีผลร่วมกันในกระบวนการพัฒนาของเซลล์พืช

ความยาวยอด

การตัดยอดและไม่ตัดยอดไม่มีผลต่อความยาวยอดในสัปดาห์สุดท้ายน้ำผึ้ง มะนาว และคัมควอท ในขณะที่ส้มจี๊ด พบว่าการตัดยอดทำให้ความยาวของยอดยาวกว่าการไม่ตัดยอด ส่วนการใช้สารไซโตไคนินร่วมกับจิบเบอเรลลิน พบว่าไม่มีผลต่อความยาวยอดของสัปดาห์สุดท้ายน้ำผึ้ง ส้มจี๊ด มะนาวและคัมควอท รื่นจิตร์ (2538) ศึกษาผลของจิบเบอเรลลินและไซโตไคนินต่อการแตกยอดอ่อนของลำไยพันธุ์สีชมพู โดยการฉีดพ่นสารจิบเบอเรลลินและไซโตไคนินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต 7 วัน ซึ่งทำการฉีดพ่นสารจิบเบอเรลลินและไซโตไคนินที่ ความเข้มข้น 0, GA₃ 100 + BA 750, GA₃ 300 + BA 500, และ GA₃ 500 + BA 250 ppm พบว่าที่ความเข้มข้น GA₃ 500 + BA 250 ppm ไม่มีผลต่อการเพิ่มความยาวยอดและเปอร์เซ็นต์การแตกยอด ส่วนการฉีดพ่นสารที่ความเข้มข้น GA₃ 300 + BA 500 ppm ไม่มีผลต่อการแตกยอดและเวลาในการแตกยอด ซึ่งแตกต่าง

รายงานของ Robitaille and Carlson (1971) ใช้จิบเบอเรลินกับดินแอปเปิ้ลพันธุ์ “Red Prince” พบว่าการฉีดพ่นจิบเบอเรลินความเข้มข้น 10 ppm สามารถเร่งระยะเวลาในการแตกยอด และเพิ่มความยาวของยอดได้ ในขณะที่ Nauer *et al.* (1979) ใช้ไซโตไคนินใน Navel Orange (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck) พบว่า การใช้ที่ความเข้มข้น 2,000-4,000 ppm สามารถเพิ่มจำนวนตาที่แตกและความยาวของยอดได้เมื่อเปรียบเทียบกับไม่ใช้สาร

ระยะเวลาในการแก่ของใบ

การตัดยอดและไม่ตัดยอดไม่มีผลต่อระยะเวลาในการแก่ของใบในส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง มะนาวและคัมควอท ในขณะที่ส้มจี๊ด พบว่าการตัดยอดมีผลทำให้ระยะเวลาในการแก่ของใบเร็วกว่าการไม่ตัดยอด ส่วนการให้สารไซโตไคนินร่วมกับจิบเบอเรลิน พบว่าไม่มีผลต่อระยะเวลาในการแก่ของใบ ในส้มจี๊ด มะนาวและคัมควอท แต่มีผลต่อระยะเวลาในการแก่ของใบส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง โดยทำให้ใบแก่ช้าลง สอดคล้องกับสุรางค์ (2540) กล่าวว่า การให้จิบเบอเรลินแก่พืชสามารถชะลอการแก่ของใบพืชได้ ลิลลี่ และคณะ (2548) ให้สารไซโตไคนินที่ใบพืชมีผลให้บริเวณที่มีไซโตไคนินแก่ช้ากว่าบริเวณอื่นๆ ซึ่งพบว่าการแก่ช้าของใบนี้ไม่ได้เกิดจากการแบ่งเซลล์เพิ่มขึ้นแต่พบว่ามี การเคลื่อนย้ายสารอาหารเพิ่มขึ้น ซึ่งเชื่อว่าไซโตไคนินสามารถกระตุ้นการสังเคราะห์อาร์เอ็นเอ (RNA) และโปรตีนที่ควบคุมการเสื่อมชราในพืชหลายชนิด สัมฤทธิ์ (2549) ยังกล่าวอีกว่า ไซโตไคนินมีคุณสมบัติช่วยในการยืดอายุส่วนต่างๆ ของพืช เช่น ใบ ดอก และผลให้สดอยู่ได้นาน

จำนวนใบ

การตัดยอดและไม่ตัดยอดไม่มีผลต่อจำนวนใบในส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง ส้มจี๊ด มะนาวและคัมควอท ส่วนการให้สารไซโตไคนินร่วมกับจิบเบอเรลิน พบว่าไม่มีผลต่อจำนวนใบในส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง มะนาวและคัมควอท แต่มีผลต่อจำนวนใบของส้มจี๊ด

งานทดลองที่ 3 ความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารโคลชิซินและไตรฟลูราลินในการเพิ่มชุดโครโมโซมพืชตระกูลส้ม

ความยาวยอด

การใช้สารโคลชิซินและไตรฟลูราลินทุกความเข้มข้นไม่มีผลต่อความยาวของยอดเมื่อแก่ในสัมพันธุ์สายน้ำผึ้งและมะนาว ยกเว้นการให้สารไตรฟลูราลินในสัมจี๊ด พบว่าความเข้มข้นเพิ่มสูงขึ้นมีผลทำให้ความยาวของยอดและมีอัตราการรอดชีวิตลดลง แตกต่างจากการให้สารโคลชิซินในคัมควอทซึ่งความเข้มข้นเพิ่มสูงขึ้นมีผลทำให้ความยาวของยอดเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับ สมพร และ วิฑูล (2547) ที่ได้ศึกษาผลของสารโคลชิซินที่มีผลต่อการเจริญของต้นหน้าวัวที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ พบว่าอัตราการรอดชีวิตมีแนวโน้มลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารโคลชิซินมีความเข้มข้นสูงขึ้น และเขาวพา (2536) ศึกษาการชักนำการเพิ่มจำนวนโครโมโซมในหม่อน โดยการใช้สารละลายโคลชิซินเพื่อคัดเลือกพืชทนเค็ม ในสภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ พบว่า อัตราการรอดชีวิตและอัตราการเจริญของตาข้างและยอดลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารโคลชิซินเพิ่มมากขึ้น

จำนวนใบ

การใช้สารโคลชิซินและไตรฟลูราลินทุกความเข้มข้นไม่มีผลต่อการเพิ่มจำนวนใบในสัมทั้ง 4 ชนิด (สัมพันธุ์สายน้ำผึ้ง สัมจี๊ด มะนาวและคัมควอท) ซึ่งแตกต่างจากสมปอง และ ราตรี (2542) รายงานว่า การเลี้ยงตาของมังคุดบนอาหารที่มีโคลชิซินความเข้มข้น 0-10,000 mg/l เป็นเวลา 2 ชั่วโมงถึง 30 วัน ในสภาพปลอดเชื้อเพื่อชักนำการเพิ่มจำนวนชุดโครโมโซม พบว่าความเข้มข้นของสารที่ใช้มีผลต่อจำนวนใบของมังคุด สอดคล้องกับ จักรกฤษณ์ (2545) รายงานว่า การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ด้วยสารโคลชิซินในผักคะน้า ผลที่ได้คือ ต้นคะน้าโพลีพลอยด์ ($2n=4x=36$) ที่ได้มีจำนวนใบต่อต้นมากกว่าปกติแตกต่างจาก ธารทิพย์ (ม.ป.ป.) นำส่วนโคนและยอดของต้นคาหลาแซในสารละลายโคลชิซินความเข้มข้น 0.01, 0.025, 0.05, 0.075, 0.10, 0.125, 0.15, 0.175, และ 0.20% เป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง พบว่า ต้นที่แช่ในสารละลายโคลชิซินทุกความเข้มข้นมีจำนวนใบและการแตกหน่อน้อยกว่าต้นปกติ

ความหนาใบ

การใช้สารโคลชิซินมีผลต่อความหนาใบคัมควอท เบญจมาศ (2545) รายงานว่าพืชที่มีจำนวนโครโมโซมหลายชุด (polyploid) จะมีขนาดของเซลล์ใหญ่ขึ้น เช่น ใบมีความหนา

มากขึ้น กว้างขึ้น พบได้ในคำถึง ผักบุ้ง ข้าวโพดบางชนิด การเกิดลักษณะเหล่านี้ทำให้พืชมีความแข็งแรงขึ้น แต่ในพืชบางชนิดอาจมีขนาดลดลง Simmonds (1984) รายงานว่า ความหนาของแผ่นใบของกล้วยที่มีจำนวนโครโมโซมหลายชุดจะหนากว่าใบกล้วยที่มีโครโมโซมปกติ ซึ่งสามารถสังเกตได้จากการสัมผัส เนื่องจากความหนาของใบนี้จะทำให้ใบมีน้ำหนักมาก ดังนั้นใบของกล้วยที่มีจำนวนโครโมโซมหลายชุด จะหนักและหนากว่า จึงทำให้ใบของกล้วยกางออกและห้อยลงไม่เหมือนใบกล้วย 2x ที่ใบตั้ง ธารทิพย์ (ม.ป.ป.) นำส่วนโคนและยอดของต้นคาหลาขนาด 1.50 ซม. แห้ในสารละลายโคลชิซิน ความเข้มข้น 0.01, 0.025, 0.05, 0.075, 0.10, 0.125, 0.15, 0.175, และ 0.20% เป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง พบว่าลักษณะการเจริญเติบโตระหว่างต้นปกติและต้นที่แห้สารละลายโคลชิซิน ของคาหลาจะแตกต่างกัน ต้นที่แห้สารละลายโคลชิซินทุกความเข้มข้นจะมีลำต้นอ้วน เตี้ย ใบหนากว้างและตั้ง รากอ้วนเขียว Fan *et al.* (no date) รายงานว่า ในการเพิ่มชุดโครโมโซมในกล้วยไม้ *Ionocidium Popcom* จาก 2x เป็น 4x พบว่าลักษณะทางสรีรวิทยาต่างๆในต้นที่เป็น 4x เช่น ขนาดของดอก ก้านดอก กลีบดอก ความหนาของใบจะเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะที่เป็น 2x ซึ่งลักษณะเหล่านี้จะเป็นที่ต้องการของนักปรับปรุงพันธุ์ ส่วนการให้สารโคลชิซินในสัมพันธุ์สายน้ำผึ้ง สัมจิตและมะนาว ที่ความเข้มข้นแตกต่างกันไม่มีผลต่อความหนาของใบ เช่นเดียวกับการให้สารไตรฟลูราลินในสัมจิต มะนาวและคัมควอท อาจเนื่องมาจากการใช้ความเข้มข้นและปัจจัยอื่นๆ ไม่เหมาะสม วรุฒิ (2542) รายงานว่า วิธีการใช้สารโคลชิซินกับพืช ทำได้หลายวิธี แต่ละวิธีอาจเหมาะสมกับแต่ละชนิดหรือแต่ละส่วนของพืช เนื่องจากสารโคลชิซินจะมีผลต่อการแยกตัวของโครโมโซมในขณะที่มีการแบ่งเซลล์ ดังนั้นการใช้โคลชิซินจึงใช้กับเซลล์บริเวณที่กำลังมีการแบ่งตัว เช่น เมล็ดที่กำลังงอก ยอดและตาข้าง ซึ่งสอดคล้องกับวิชา (2527) ได้กล่าวถึงข้อควรพิจารณาในการใช้โคลชิซิน คือ ขึ้นส่วนพืช สภาพแวดล้อมได้แก่ อุณหภูมิ แสงสว่าง ความชื้น ระยะเวลาและความยาวนานของการให้สารและความเข้มข้นที่ใช้ต้องอยู่ในระดับที่เหมาะสมโดยปกติความเข้มข้นที่ใช้ได้ผลประมาณ 0.06-1.00%

จำนวนปากใบ

การใช้สารโคลชิซินมีผลต่อจำนวนปากใบในสัมจิต มะนาวและคัมควอท ยกเว้นสัมพันธุ์สายน้ำผึ้ง ในขณะที่การให้สารไตรฟลูราลินมีผลต่อจำนวนปากใบในสัมพันธุ์สายน้ำผึ้ง มะนาวและคัมควอท ยกเว้นสัมจิต โดยพบว่าสัมทั้ง 4 ชนิด เมื่อได้รับสารโคลชิซินและสารไตรฟลูราลินจะมีจำนวนปากใบต่อพื้นที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สาร (control) ซึ่งสอดคล้องกับ Mishra (1997) รายงานว่า ลักษณะทางสัณฐานวิทยา คือ stomatal frequency, epidermal cells frequency, stomatal guard cell length และ stomatal index สามารถนำมาใช้ในการจำแนกระดับชุด

โครโมโซม (ploidy level) ในกาแฟได้ ซึ่งโดยทั่วไปเมื่อ ploidy level เพิ่มขึ้น stomatal frequency, epidermal cells frequency ต่อพื้นที่ใบจะลดลงในขณะที่ stomatal guard cell length จะเพิ่มขึ้น การลดลงของปากใบเมื่อ ploidy level สูงขึ้นเป็นผลให้ epidermal cells จะมีความกว้างมากขึ้น สอดคล้องกับ Silva *et al.* (2000) ได้มีการจำแนกลักษณะ diploid กับ tetraploid ในกล้วยไม้ตระกูลแคทลียา (*Cattleya intermedia* LINDL.) โดยใช้ระดับความหนาแน่นและขนาดของปากใบเป็นเกณฑ์ Silayoi and Babprasserth (1983) รายงานว่า กล้วยไม้จำนวนโครโมโซมมากกว่าปกติหรือไม่ อาจศึกษาเบื้องต้นได้จากขนาดและจำนวนของปากใบได้ โดยขนาดของปากใบของกล้วยไม้ที่มีจำนวนโครโมโซมหลายชุดจะมีขนาดใหญ่กว่าหรือยาวกว่าและมีจำนวนต่อพื้นที่น้อยกว่ากล้วยไม้ที่มีจำนวนโครโมโซมปกติ Kato (1989) ศึกษาการชักนำให้ต้น camellia เกิดเป็นต้นโพลีพลอยด์โดยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อร่วมกับสารโคลชิซิน 0.10% เป็นเวลา 7 วัน พบว่าเกิดต้น tetraploid ที่มีปากใบขนาดใหญ่ จำนวนปากใบต่อพื้นที่เฉลี่ยน้อยลง สอดคล้องกับภานุรัตน์ (2540) ศึกษาการชักนำต้นอ่อนกล้วยไข่ให้กลายพันธุ์ในสภาพปลอดเชื้อโดยใช้สารโคลชิซิน พบว่าต้น tetraploid มีปากใบขนาดใหญ่แต่จำนวนปากใบต่อพื้นที่ลดลง ณัฐวธและคณะ (2548) ทำการศึกษาผลของโคลชิซินต่อขนาดและจำนวนปากใบของฝ้าย พบว่าต้นฝ้ายที่ผ่านการแช่เมล็ดในสารละลายโคลชิซินที่ความเข้มข้น 0.10% เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และที่แช่ในสารละลายความเข้มข้น 0.50% ที่เวลา 24 ชั่วโมง บางต้นมีขนาดของปากใบใหญ่ขึ้นและมีจำนวนปากใบต่อพื้นที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดฝ้ายที่แช่ในสารละลายโคลชิซินที่ความเข้มข้น 0% (control) สำหรับเมล็ดฝ้ายที่แช่ในสารละลายโคลชิซินที่ความเข้มข้น 0.10 และ 0.50% เป็นเวลา 36 ชั่วโมง ส่วนใหญ่มีการเพิ่มขนาดของปากใบและมีการลดลงของจำนวนปากใบต่อพื้นที่

ความกว้างปากใบ

การใช้สารโคลชิซินและสารไตรฟลูราลินมีผลต่อความกว้างปากใบในส้มจี๊ด มะนาวและคัมควอท ยกเว้นส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง พบว่าการให้สาร โคลชิซินและสารไตรฟลูราลินความเข้มข้น 0.09% ทำให้ขนาดปากใบของส้มจี๊ด มะนาว และคัมควอท มีขนาดใหญ่ที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่ให้สาร (control) ซึ่งสอดคล้องกับ Kadota and Niimi (2002) ที่ได้ทดลองในต้นสาเกญี่ปุ่น (Japanese pear) (*Pyrus pynona* N.) โดยนำยอดที่เกิดขึ้นมาเพาะเลี้ยงในอาหาร (shoot proliferation medium, SPM) ที่เติมโคลชิซินความเข้มข้น 0.10% เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 1, 2, 4, และ 8 วัน หลังจากนั้นย้ายไปเพาะเลี้ยงในอาหารชนิดใหม่ การวัด ploidy level ในพืชที่ได้รับสารโคลชิซินโดยใช้เครื่องโฟลไซโตเมทรี (flow cytometry) พบว่าพืชที่เป็น tetraploid มีปากใบขนาดใหญ่กว่าพืชที่เป็น diploid ณัฐวธ และคณะ (2548) ทำการศึกษาผลของโคลชิซินต่อขนาดปากใบ

ของฝ้าย พบว่า เมล็ดฝ้ายที่แช่ในสารละลายโคลชิซินที่ความเข้มข้น 0.10 และ 0.50 % เป็นเวลา 36 ชั่วโมง ส่วนใหญ่มีการเพิ่มขนาดของปากใบ และยาวพา (2536) ชักนำหม่อนให้กลายพันธุ์ด้วยสารโคลชิซินความเข้มข้น 1% เป็นเวลา 2 วันสามารถทำให้เกิดต้น tetraploid ที่มีขนาดปากใบใหญ่กว่าต้น diploid ส่วนวิมลและอนันต์ (2537) รายงานว่า การใช้สารโคลชิซินชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ในพริก พบว่าที่ความเข้มข้น 2% สามารถชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ได้ดีกว่าที่ความเข้มข้น 1% ต้นที่เป็นโพลีพลอยด์ใบจะมีขนาดใหญ่และขนาดของเซลล์ปากใบใหญ่ขึ้น

ความยาวปากใบ

การใช้สารโคลชิซินและสารไตรฟลูราลินมีผลต่อความยาวปากใบในส้มจี๊ด และมะนาว โดยพบว่าการให้สารโคลชิซินและสารไตรฟลูราลินความเข้มข้นที่สูงขึ้นทำให้ขนาดความยาวของปากใบของส้มจี๊ดและมะนาวมีขนาดใหญ่ที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ให้สาร (control) ยกเว้นในมะนาวเท่านั้นที่การไม่ให้สารมีผลทำให้ขนาดของความยาวปากใบใหญ่ที่สุด Mishra (1997) รายงานว่า ลักษณะทางสัณฐานวิทยาสามารถนำมาใช้ในการจำแนก ploidy level ในกาแฟได้ โดยเมื่อ ploidy level เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความยาวของปากใบเพิ่มขึ้นไปด้วยซึ่งสอดคล้องกับ Cramer (1999) และ Przywara *et al.* (1988) ได้กำหนดลักษณะโพลีพลอยด์ในต้น *Geranium* โดยพิจารณาจากขนาดของปากใบ Fan *et al.* (no date) รายงานว่า ในการเพิ่มชุดโครโมโซม ในกล้วยไม้ *Ionocidium* Popcorn จาก 2x เป็น 4x พบว่า ลักษณะทางสรีรวิทยาต่างๆ ในต้นที่เป็น 4x คือ ความกว้างและความยาวของปากใบจะเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะที่เป็น 2x และ Silva *et al.* (2000) มีการใช้สารโคลชิซินกับโปรโตคอร์มของกล้วยไม้สกุลแคทลียา (*Cattleya intermedia* LINDL.) ในสภาพเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยใช้ที่ความเข้มข้นของโคลชิซิน 0.05 และ 0.10% นาน 8 วัน สามารถทำให้กล้วยไม้แคทลียาเกิดลักษณะ tetraploid และได้มีการจำแนกลักษณะ diploid กับ tetraploid โดยใช้ระดับความหนาแน่นและขนาดของปากใบเป็นเกณฑ์ตัดสิน

บทที่ 6

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาจำนวนชุดของโครโมโซมจากต้นกล้าสัมพันธุ์สายน้ำผึ้งกับสัมพันธุ์โอเชียนจากเมล็ดขนาดเล็กและการเพิ่มชุดโครโมโซมโดยใช้สารเคมีในพืชตระกูลส้ม

การทดลองที่ 1 จำนวนชุดของโครโมโซมจากต้นกล้าสัมพันธุ์สายน้ำผึ้งกับสัมพันธุ์โอเชียนจากเมล็ดขนาดเล็ก

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของสัมพันธุ์สายน้ำผึ้งตลอดระยะเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนกันยายน 2549 ถึงเดือนสิงหาคม 2550 พบว่าจำนวนเมล็ดทั้งหมด จำนวนกัพพะและจำนวนเมล็ดขนาดเล็ก ไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนน้ำหนักผล ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงของผลนั้นมีความแตกต่างกัน โดยน้ำหนักผลส้มในเดือนมีนาคม 2550 มีน้ำหนักมากที่สุด 173.87 กรัม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของผลเดือนมีนาคม 2550 มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของผลมากที่สุด 72.91 มิลลิเมตร และความสูงของผล เดือนตุลาคม 2549 มีความสูงของผลมากที่สุด 60.95 มิลลิเมตร

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของสัมพันธุ์โอเชียนตลอดระยะเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนกันยายน 2549 ถึงเดือนสิงหาคม 2550 พบว่าจำนวนกัพพะ ไม่มีความแตกต่างกัน โดย 1 เมล็ดจะมีจำนวน 1 กัพพะ (monoembryony) ส่วนน้ำหนักผลจำนวนเมล็ดทั้งหมด ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ความสูงของผลและจำนวนเมล็ดขนาดเล็ก พบว่ามีความแตกต่างกัน ซึ่งเดือนมิถุนายน 2550 มีน้ำหนักผลเฉลี่ยมากที่สุด 289.64 กรัม จำนวนเมล็ดทั้งหมด พบว่าเดือนกุมภาพันธ์ 2550 มีจำนวนเมล็ดต่อผลสูงที่สุด 19.30 เมล็ดต่อผล ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของผล พบว่าเดือนมิถุนายน 2550 มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของผลมากที่สุด 68.11 มิลลิเมตร เดือนมิถุนายน 2550 มีความสูงของผลมากที่สุด 89.16 มิลลิเมตร และจำนวนเมล็ดขนาดเล็กพบมากที่สุดในเดือน สิงหาคม 2550 มีจำนวน 3.82 เมล็ดต่อผล

จำนวนนิวคลีโอไทด์จากปลายรากของต้นกล้าสัมพันธุ์สายน้ำผึ้งที่ได้จากเมล็ดขนาดเล็กจำนวน 172 ต้น ไม่พบต้นกล้าที่มีจำนวนนิวคลีโอไทด์ 3 ชุด (3x) และจำนวนนิวคลีโอไทด์จากปลายรากของต้นกล้าสัมพันธุ์โอเชียนที่ได้จากเมล็ดขนาดเล็กจำนวน 406 ต้น พบต้นกล้าที่มีจำนวนนิวคลีโอไทด์เท่ากับ 3 ชุด (3x) จำนวน 4 ต้น (เดือนธันวาคม 2549 จำนวน 1 ต้น เดือนกุมภาพันธ์ 2550 จำนวน 2 ต้น และเดือนพฤษภาคม 2550 จำนวน 1 ต้น) ส่วนต้นกล้าที่ให้จำนวนนิวคลีโอไทด์ 3 ชุด (3x) ต่อเมล็ดขนาดเล็ก 0.99%

จำนวนโครโมโซมจากปลายรากของต้นกล้าสัมพันธุ์สายน้ำผึ้งที่ได้จากเมล็ดขนาดเล็กจำนวน 172 ต้น มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ $2n = 2x = 18$ ทั้งหมดและจำนวนโครโมโซมจากปลายรากของต้นกล้าสัมพันธุ์โอเชียน 406 ต้น มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ $2n = 3x = 27$ จำนวน 4 ต้น (เดือนธันวาคม 2549 จำนวน 1 ต้น เดือนกุมภาพันธ์ 2550 จำนวน 2 ต้น และเดือนพฤษภาคม 2550 จำนวน 1 ต้น) หรือมีจำนวนต้นกล้าที่มีโครโมโซม 3 ชุด ($3x=27$) ต่อเมล็ดขนาดเล็ก 0.99 %

งานทดลองที่ 2 ความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารไซโตไคนิน + จิบเบอเรลลินต่อการชักนำให้เกิดตาข้างในพืชตระกูลส้ม

ระยะเวลาในการแตกตาข้าง

การตัดยอดสามารถเร่งระยะเวลาในการแตกตาข้างของสัมพันธุ์สายน้ำผึ้งและส้มจี๊ดได้ โดยมีระยะเวลาในการแตกตาข้าง 7.80 และ 5.33 วัน แต่มะนาวและคัมควอทจะเป็นไปในลักษณะตรงกันข้าม การให้สารผสม BA+GA₃ สามารถเร่งระยะเวลาในการแตกตาข้างของสัมพันธุ์สายน้ำผึ้งได้ โดยสารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 87.5 ppm + 37.5 ppm มีระยะเวลาในการแตกตาข้างน้อยที่สุด 9.63 วัน ในขณะที่ส้มจี๊ด มะนาวและคัมควอท การให้สารผสม BA+GA₃ ไม่สามารถเร่งระยะเวลาในการแตกตาข้างได้ ส่วนอิทธิพลร่วมระหว่างการตัดยอดและไม่ตัดยอดกับการให้สารผสม BA+GA₃ พบว่ามีผลต่อสัมพันธุ์สายน้ำผึ้ง โดยการตัดยอดร่วมกับการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 100 ppm + 50 ppm มีระยะเวลาในการแตกตาข้างน้อยที่สุด 7.80 วัน

การแตกตาข้าง

การตัดยอดและไม่ตัดยอดไม่มีผลต่อจำนวนตาที่แตกในสัมพันธุ์สายน้ำผึ้ง มะนาว และคัมควอท แต่ส้มจี๊ดจะเป็นไปในลักษณะตรงกันข้าม โดยในส้มจี๊ดการไม่ตัดยอดมีจำนวนตาที่แตกมากกว่าการตัดยอด คือ 2.00 ตา การให้สารผสม BA+GA₃ ไม่สามารถเร่งระยะเวลาในการแตกตาข้างของส้มทั้ง 4 ชนิดได้ ส่วนอิทธิพลร่วมระหว่างการตัดยอดและไม่ตัดยอดกับการให้สารผสม BA+GA₃ พบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์กับจำนวนตาที่แตกในส้มทั้ง 4 ชนิดเช่นกัน

ความยาวยอด

การตัดยอดและไม่ตัดยอดไม่มีผลต่อความยาวยอดในสัปดาห์สายน้ำผึ้ง มะนาว และคัมควอท แต่สัปดาห์จะเป็นไปในลักษณะตรงกันข้าม โดยการตัดยอดมีความยาวยอด 9.66 เซนติเมตร ในขณะที่การไม่ตัดยอดมีความยาวยอด 3.02 เซนติเมตร การให้สารผสม BA+GA₃ ไม่มีผลต่อความยาวของยอดเมื่อแก่ในสัปดาห์ทั้ง 4 ชนิด ส่วนอิทธิพลร่วมระหว่างการตัดยอดและไม่ตัดยอดกับการให้สารผสม BA+GA₃ พบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์กับความยาวของยอดเมื่อแก่ในสัปดาห์ทั้ง 4 ชนิดเช่นกัน

ระยะเวลาในการแก่ของใบ

การตัดยอดและไม่ตัดยอดไม่มีผลต่อระยะเวลาในการแก่ของใบสัปดาห์สายน้ำผึ้ง มะนาวและคัมควอท แต่สัปดาห์จะเป็นไปในลักษณะตรงกันข้าม ในสัปดาห์ที่มีการตัดยอดมีระยะเวลาในการแก่ของใบ 37.05 วัน ในขณะที่การไม่ตัดยอดมีระยะเวลาในการแก่ของใบ 40.30 วัน การให้สารผสม BA+GA₃ ไม่มีผลต่อระยะเวลาในการแก่ของใบในสัปดาห์ มะนาวและคัมควอท แต่ในสัปดาห์สายน้ำผึ้งจะเป็นไปในลักษณะตรงกันข้าม ซึ่งการไม่ใช้สารผสม BA+GA₃ (control) มีระยะเวลาในการแก่ของใบเร็วที่สุด 40.33 วัน ส่วนอิทธิพลร่วมระหว่างการตัดยอดและไม่ตัดยอดกับการให้สารผสม BA+GA₃ ที่มีผลต่อระยะเวลาในการแก่ของใบพบว่ามีปฏิสัมพันธ์กับระยะเวลาในการแก่ของใบในสัปดาห์สายน้ำผึ้งและสัปดาห์ โดยในสัปดาห์สายน้ำผึ้งการไม่ตัดยอดและไม่ให้สารผสม BA+GA₃ (control) มีระยะเวลาในการแก่ของใบน้อยที่สุด 35.00 วัน ส่วนสัปดาห์การตัดยอดร่วมกับการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 87.5+37.5 ppm มีระยะเวลาในการแก่ของใบน้อยที่สุด 32.50 วัน

จำนวนใบ

การตัดยอดและไม่ตัดยอดไม่มีผลต่อจำนวนใบในสัปดาห์สายน้ำผึ้ง สัปดาห์ มะนาวและคัมควอท การให้สารผสม BA+GA₃ มีผลต่อจำนวนใบในสัปดาห์ โดยการให้สารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้น 100+50 ppm มีจำนวนใบเมื่อแก่มากที่สุด คือ 10.30 ใบ ส่วนอิทธิพลร่วมระหว่างการตัดยอดและไม่ตัดยอดกับการให้สารผสม BA+GA₃ ที่มีผลต่อจำนวนใบพบว่ามีปฏิสัมพันธ์กับจำนวนใบเมื่อแก่ในสัปดาห์ทั้ง 4 ชนิด

งานทดลองที่ 3 ความเข้มข้นที่เหมาะสมของสาร โคลชิซินและไตรฟลูราลินในการเพิ่มชุดโครโมโซมพืชตระกูลส้ม

ความยาวยอด

การใช้สาร โคลชิซินไม่มีผลต่อความยาวยอดในสัณพันธุ์สายน้ำผึ้ง สัมจิตและมะนาว แต่ในคัมควอทจะเป็นไปในทางตรงกันข้ามโดยที่ความเข้มข้น 0.07% มีความยาวของยอดมากที่สุด 7.53 เซนติเมตร ส่วนการใช้สารไตรฟลูราลินพบว่าไม่มีผลต่อความยาวของยอดเมื่อแก่ในสัณพันธุ์สายน้ำผึ้ง มะนาวและคัมควอท แต่ในสัมจิตจะเป็นไปในทางตรงกันข้ามโดยที่ความเข้มข้น 0.03% มีความยาวยอดมากที่สุด 16.40 เซนติเมตร ซึ่งไม่ต่างจากความเข้มข้น 0.00 (control), 0.05 และ 0.07% (14.94, 10.30 และ 10.3 เซนติเมตร) ตามลำดับ

จำนวนใบ

การใช้สาร โคลชิซินไม่มีผลต่อจำนวนใบในสัณพันธุ์สายน้ำผึ้ง สัมจิตมะนาวและคัมควอท ส่วนการใช้สารไตรฟลูราลิน พบว่าไม่มีผลต่อจำนวนใบในสัณพันธุ์สายน้ำผึ้ง มะนาวและคัมควอท แต่ในสัมจิตจะเป็นไปในทางตรงกันข้ามโดยกิ่งที่ไม่ได้รับสาร (control) มีจำนวนใบมากที่สุด 8.40 ใบ ซึ่งไม่ต่างจากความเข้มข้น 0.03% มีจำนวนใบ 7.60 ใบ

ความหนาใบ

การใช้สาร โคลชิซินไม่มีผลต่อความหนาของใบในสัณพันธุ์สายน้ำผึ้ง สัมจิตและมะนาวแต่ในคัมควอทจะเป็นไปในทางตรงกันข้าม โดยที่ความเข้มข้น 0.09% มีความหนาของใบมากที่สุด 0.62 มิลลิเมตร ส่วนการใช้สารไตรฟลูราลิน พบว่าไม่มีผลต่อความหนาของใบในสัมจิตมะนาวและคัมควอท แต่ในสัณพันธุ์สายน้ำผึ้งจะเป็นไปในทางตรงกันข้ามโดยกิ่งที่ไม่ได้รับสาร (control) มีความหนาของใบมากที่สุด 0.43 มิลลิเมตร

จำนวนปากใบ

การใช้สาร โคลชิซินไม่มีผลต่อจำนวนปากใบในสัณพันธุ์สายน้ำผึ้ง แต่ในสัมจิตมะนาวและคัมควอทจะเป็นไปในทางตรงกันข้าม โดยในสัมจิต กิ่งที่ไม่ได้รับสาร (control) มีจำนวนปากใบมากที่สุด คือ 95.33 ปากใบ/field ซึ่งไม่ต่างจากความเข้มข้นที่ 0.03 มีจำนวนปากใบ 86.00 ปากใบ/field ในมะนาวกิ่งที่ไม่ได้รับสาร (control) มีจำนวนปากใบมากที่สุด 58.85 ปากใบ/field และในคัมควอทกิ่งที่ไม่ได้รับสาร (control) มีจำนวนปากใบมากที่สุด 50.33

ปากใบ/field ส่วนการใช้สารไตรฟลูราลิน พบว่าไม่มีผลต่อจำนวนปากใบในสัปดาห์ ในขณะที่ยีสต์สายน้ำผึ้ง มะนาวและคัมควอทจะเป็นไปในทางตรงกันข้าม โดยในสัปดาห์ที่ยีสต์สายน้ำผึ้ง ที่ความเข้มข้น 0.05% มีจำนวนปากใบมากที่สุด 30.22 ปากใบ/field ซึ่งไม่ต่างจากความเข้มข้น 0.09, 0.00, และ 0.07% (28.08, 28.00, และ 27.75 ปากใบ/field) ตามลำดับ ในมะนาวกึ่งที่ไม่ได้รับสาร (control) มีจำนวนปากใบมากที่สุด คือ 63.65 ปากใบ/field และคัมควอทกึ่งที่ไม่ได้รับสาร (control) มีจำนวนปากใบมากที่สุดคือ 40.00 ปากใบ/field

ความกว้างปากใบ

การใช้สารโคลชิซินไม่มีผลต่อความกว้างปากใบในสัปดาห์ที่ยีสต์สายน้ำผึ้ง แต่ในสัปดาห์ มะนาวและคัมควอทจะเป็นไปในทางตรงกันข้าม ในสัปดาห์ความเข้มข้น 0.05% มีความกว้างปากใบมากที่สุด 4.50 ไมครอน ซึ่งไม่ต่างจากความเข้มข้นที่ 0.03% (4.21 ไมครอน) ในมะนาว ความเข้มข้น 0.09% มีความกว้างปากใบมากที่สุด คือ 3.80 ไมครอน ซึ่งไม่ต่างจากความเข้มข้น 0.07, 0.05, และ 0.03% (3.70, 3.60, และ 3.59 ไมครอน) ตามลำดับ และในคัมควอทความเข้มข้น 0.09% ให้มีความกว้างปากใบมากที่สุด 5.33 ไมครอน ซึ่งไม่ต่างจากความเข้มข้น 0.07, 0.05, และ 0.03% (5.00, 4.00, 3.67, และ 3.33 ไมครอน) ส่วนการใช้สารไตรฟลูราลิน พบว่าไม่มีผลต่อความกว้างปากใบในสัปดาห์ที่ยีสต์สายน้ำผึ้ง แต่ในสัปดาห์ มะนาวและคัมควอทจะเป็นไปในทางตรงกันข้าม โดยในสัปดาห์ความเข้มข้น 0.07% มีความกว้างของปากใบมากที่สุด 4.16 ไมครอน ซึ่งไม่ต่างจากความเข้มข้น 0.05 และ 0.03% (4.13 และ 4.10 ไมครอน) ในมะนาวกึ่งที่ไม่ได้รับสาร (control) มีความกว้างปากใบมากที่สุด คือ 3.80 ไมครอน ซึ่งไม่ต่างจากความเข้มข้น 0.09 และ 0.07 % (3.75 และ 3.30 ไมครอน) ตามลำดับ และในคัมควอทความเข้มข้น 0.09% มีความกว้างปากใบมากที่สุด คือ 5.33 ไมครอน ซึ่งไม่ต่างจากความเข้มข้น 0.07, 0.05, และ 0.03% (4.67, 4.33, และ 3.67 ไมครอน) ตามลำดับ

ความยาวปากใบ

การใช้สารโคลชิซินไม่มีผลต่อความยาวปากใบในสัปดาห์ที่ยีสต์สายน้ำผึ้งและคัมควอท แต่ในสัปดาห์และมะนาวจะเป็นไปในทางตรงกันข้าม ในสัปดาห์ความเข้มข้น 0.03% มีความยาวปากใบมากที่สุด 10.12 ไมครอน ซึ่งไม่ต่างจากความเข้มข้น 0.05% (9.84 ไมครอน) ในมะนาว ความเข้มข้น 0.07% มีความยาวปากใบมากที่สุด คือ 10.49 ไมครอน ซึ่งไม่ต่างจากความเข้มข้น 0.05, 0.03, และ 0.09% (10.14, 10.11 และ 10.10 ไมครอน) ตามลำดับ ส่วนการใช้สารไตรฟลูราลิน พบว่าไม่มีผลต่อความยาวปากใบในสัปดาห์ที่ยีสต์สายน้ำผึ้งและคัมควอท แต่ในสัปดาห์และมะนาวจะ

เป็นไปในทางตรงกันข้าม ในสัณจิตความเข้มข้น 0.07 % มีความยาวปากใบมากที่สุด 10.60 ไมครอน ซึ่งไม่ต่างจากความเข้มข้น 0.05 และ 0.03% (10.43 และ 10.36 ไมครอน) และในขณะนาวการไม่ใช้สาร (control) มีความยาวปากใบมากที่สุด คือ 10.75 ไมครอน ซึ่งไม่ต่างจากความเข้มข้น 0.03, 0.07, และ 0.05% (10.17, 9.47 และ 8.78 ไมครอน) ตามลำดับ



ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะ

ผลงานทดลองนี้ควรทำการศึกษาต่อไปเนื่องจากสามารถนำไปสู่การปรับปรุงพันธุ์พืชตระกูลส้มภายในประเทศที่มีอยู่อย่างมากมาย เพื่อให้เหมาะสมและตรงกับความต้องการของผู้บริโภค และยังเป็นการพัฒนาสายพันธุ์ส้มในประเทศให้มีความหลากหลายมากขึ้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การศึกษาเรื่องจำนวนชุดของโครโมโซมจากต้นกล้าส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งกับส้มพันธุ์โอเชียนจากเมล็ดขนาดเล็ก ระยะเวลาแก่การศึกษาโครโมโซมคือ รากมีความยาว 0.5-1 เซนติเมตร ในการศึกษาเรื่องการใช้สารไซโตไคนินร่วมกับจิบเบอเรลลินต่อการชักนำให้เกิดตาข้าง ควรให้สารอย่างน้อย 3 ครั้ง เพราะการให้ครั้งเดียวไม่สามารถเพิ่มความยาวของยอดได้ และการศึกษาเรื่องความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารโคลชิซินและไตรฟลูราลินในการเพิ่มชุดโครโมโซมในพืชตระกูลส้ม ควรมีการปรับเปลี่ยนความเข้มข้นของสารให้เหมาะสมมากกว่านี้

บรรณานุกรม

- กฤษฎา สัมพันธ์รักษ์. 2519. **หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 418 น.
- _____. 2528. **ปรับปรุงพันธุ์พืช**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 155 น.
- กันยารัตน์ ไชยสุด. 2532. **เซลล์พันธุศาสตร์และอนุกรมวิธานพืชสกุล *Zephyranthes***. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 260 น.
- เกศินี ระมิงค์. 2528. **การจำแนกไม้ผล**. เชียงใหม่: ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 255 น.
- จักรกฤษณ์ การการ. 2545. **รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง เทคนิคการตรวจนับและเพิ่มจำนวนโครโมโซมของพืชด้วยสารโคลชิซินเพื่อการพัฒนาพันธุ์พืช**. มหาสารคาม: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 48 น.
- ชัยฤกษ์ มณีพงษ์. 2525. **เซลล์พันธุศาสตร์**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 205 น.
- จันทวัฒน์ ยั้ววัฒนพันธ์. 2541. **การจำแนกพันธุ์ดินจี่โดยฐานวิทยา อิเล็กโทรโฟรีซิสและเซลล์พันธุศาสตร์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 109 น.
- ชุลกีลี วาจิ. 2536. **ผลของจิบเบอเรลลินและไซโตไคน์ที่มีต่อการแตกใบของต้นกล้ามังคุด**. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้. 22 น.
- ณัฐวธ นัยนานนท์, อรุณี วงศ์ปิยะสถิตย์ และ คทาร์ตัน ชูศรีเอี่ยม. 2548. **โคลชิซิน**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.rdi.ku.ac.th/exhibition/Year2548/01-KasetNational /Project/index_26.htm. (22 พฤศจิกายน 2550).
- ธารทิพย์ เพชรบูรณิน. ม.ป.ป. **โคลชิซิน**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.doa.go.th/birdo/result47/tarntip.htm>. (20 มกราคม 2551).
- นิมมานรดี พรหมทอง. 2550. **การสร้างสายพันธุ์ส้มจี๊ด ส้มสายน้ำผึ้งและมะนาวด้านเกวียนไม่มีเมล็ดโดยใช้สารโคลชิซินและไตรฟลูราลิน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 89 น.
- นกคณ จรัสสัมฤทธิ์. 2537. **ฮอร์โมนพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์รวีเจียว. 128 น.

- เบญจมาศ ศิลาชัย. 2545. ก้าว. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 373 น.
- _____. 2549. โพลีพลอยดี. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.ipst.ac.th/biology/Bio-Articles/mag-content36.html>. (14 กันยายน 2549)
- ปณิศา กันธาด. 2548. การสร้างสายพันธุ์ส้มจี๊ด มะนาวและคัมควอทไม่มีเมล็ดโดยใช้สารโคลชิซินและไตรฟลูราลิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 102 น.
- ปนัดดา กาญจนะ. 2541. การจำแนกพันธุ์ลำไยโดยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิสและเซลล์พันธุศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 122 น.
- ประคิษฐ์ พงษ์ทองคำ. 2541. พันธุศาสตร์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 398 น.
- ปลายปัก. 2540. ส้มจี๊ดไม้ผลที่นำปลูกเพื่อใช้แทนมะนาว. ว. เกษตรเกษตร. 24: 96-100.
- เปรมปรี ฌ สงขลา. ม.ป.ป. คู่มือการทำสวนส้มอย่างมืออาชีพ. กรุงเทพฯ: เจริญรัฐการพิมพ์. 180 น.
- _____. 2538. รวมกลยุทธ์ส้ม. กรุงเทพฯ: เจริญรัฐการพิมพ์. 22 น.
- พะเยาว์ พุ่มพะเนา. 2538. อิทธิพลของ GA₃ และ BA ต่อการแตกยอดอ่อนของลำไยพันธุ์อีดอ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้. 18 น.
- พาณิชย์ ขศปัญญา. 2537. คัมภีร์มืออาชีพศาสตร์แห่งส้ม. กรุงเทพฯ: พิมพ์ศรีวันตั้งเซ็นเตอร์. 188 น.
- พิกุลทอง หน่อแก้ว. 2541. การสร้างพันธุ์ส้มสายน้ำผึ้งไม่มีเมล็ดโดยการผสมพันธุ์. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 21 น.
- พิชิต ตูลพงศ์. 2537ก. การพัฒนาสายพันธุ์ส้มไม่มีเมล็ดโดยวิธีการผสมพันธุ์. ว. เกษตร 10(3): 259-266.
- _____. 2537ข. การสร้างสายพันธุ์ส้มไม่มีเมล็ดจากเมล็ดส้มขนาดเล็กที่มีหลายลักษณะ. น. 117. ใน เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการประจำปี 2537 สมาคมนักเรียนไทยในญี่ปุ่น ในพระบรมราชูปถัมภ์. วันที่ 11 ธันวาคม 2537 ณ หอพักนักเรียนนานาชาติ กรุงโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น.
- พีรเดช ทองอำไพ. 2543. หลักการพืชสวน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 470 น.
- ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2535. พันธุศาสตร์. สงขลา: คณะทรัพยากรธรรมชาติมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 342 น.

- ภาสตันต์ สารทูลทัต. 2540. การชักนำให้กล้วยไข่กลายพันธุ์ในสภาพเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อด้วย **Colchicine และ Oryzalin**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 70 น.
- มงคล หลิม. 2526. การผลิตส้ม. สงขลา: ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 108 น.
- เขวพา จิระเกียรติกุล. 2536. การชักนำให้หม่อนเกิดการกลายพันธุ์และคัดพันธุ์ทนเค็มโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 75 น.
- รวี เสธภูภักดี. 2523. **ไม้ผลอุตสาหกรรม 2 (ส้ม)**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร. 108 น.
- รินจิตร ฝักदै. 2538. อิทธิพลของ GA3 และ BA ต่อการแตกยอดอ่อนของลำไยพันธุ์สีชมพู. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้. 16 น.
- ลิลลี่ กาวิตะ, มาลี ณ นคร, ศรีสม สุวรรณวงศ์ และ สุริยา ดันติวิวัฒน์. 2548. **สรีรวิทยาของพืช**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 261 น.
- วรวิมล จุฬาลักษณ์านุกูล. 2542. การชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ในบัวบกโดยใช้สารโคลชิซิน. ว. จุฬาลักษณ์ 25: 151-155.
- วสันต์ บุญพร. 2532. ผลของจิบเบอเรลลินกับการแตกยอดอ่อนของลำไยพันธุ์โง้งฮวย. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้. 24 น.
- วัฒนา สวรรยาธิปิติ. 2528. **ส้ม**. นครปฐม: สำนักงานส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน. 80 น.
- วิทยา บัวเจริญ. 2527ก. **หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช**. กรุงเทพฯ: กรุงเทพมหานครพิมพ์. 72 น.
- _____. 2527ข. **หลักการผสมและปรับปรุงพันธุ์พืช**. ชลบุรี: ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ (บางพระ) วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษาชลบุรี. 169 น.
- วิมล ขวัญแก้ว และ อนันต์ พุทธิยาสาธิต. 2537. การชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ในพริกโดยใช้สารโคลชิซิน. ว. วิชาการเกษตร 7: 488-492.
- ศิริพร เหล่าเกิดพงษ์. 2527. **เอกสารประกอบการบรรยายวิชาปรับปรุงพันธุ์พืช**. เชียงใหม่: คณะผลิตกรรมการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้. 125 น.
- ศุภางค์ ทิพย์พิทักษ์. 2540. **เอกสารประกอบการสอนวิชา ชว 310 สรีรวิทยาของพืชประยุกต์**. เชียงใหม่: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 188 น.
- สมปอง เตชะโต และ ราตรี สุจารีย์. 2542. การชักนำการกลายพันธุ์มั่งคุดโดยใช้สารโคลชิซินกับใช้ตาชอดที่เพาะเลี้ยงในหลอดทดลอง. ว. สงขลานครินทร์ 21: 155-167.

- สมพร ประเสริฐส่งสกุล และ วิฑูล ไชยภักดี. 2547. ผลของสารโคลชิซีนต่อการกลายพันธุ์ของ
หน้าวัวทรอปิคอลโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. รายงานการวิจัย. ปัตตานี:
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. 95 น.
- สมพร ณ นคร. 2549. เอกสารประกอบการสอนวิชา 03-932-403 สารควบคุมการเจริญเติบโตของ
พืช. พิมพ์ครั้งที่ 4. นครศรีธรรมราช: ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช ใต้ใหญ่. 265 น.
- สมยศ ใจชน. 2538. ศึกษาความเข้มข้นของสาร BA ที่มีผลต่อการแตกตากระถ่อนพันธุ์ปุยฝ้าย.
ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้. 32 น.
- สมศักดิ์ วรรณศิริ. ม.ป.ป. สวนมะนาว. นนทบุรี: ศูนย์ผลิตตำราเกษตรเพื่อชนบท. 63 น.
- สัมฤทธิ์ เศรษฐวงศ์. 2549. ฮอร์โมนและการใช้ฮอร์โมนกับไม้ผล. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ:
อักษรสยามการพิมพ์. 144 น.
- สายัณห์ สดุดี และมงคล แซ่หลิม. 2534. การแตกใบของต้นกล้ามังคุดอายุ 2 ปี และผลของการ
ใช้สารเคมีในการชักให้แตกใบ. ว. สงขลานครินทร์. 13(1): 1-6.
- อดิศร กระแสชัย. 2533. การปรับปรุงพันธุ์ไม้ดอกโดยการกระตุ้นให้เกิดการกลายพันธุ์. เชียงใหม่:
ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 271 น.
- Amato, V. A., R. R. Hoverson and J. Hacskeylo. 1965. Microanatomical and
morphological responses of corn and cotton to trifluralin. **Proc. Assoc.
Southern Agr.** 62: 234.
- Bacchi, O. 1943. Cytological observation in *Citrus*. III. Megasporogenesis, fertilization and
polyembryony. **Bot. Gas.** 105: 221-225.
- Barrett, H. C. and R. J. Hutchison. 1978. Spontaneous tetraploid in apomixtic seedling of
Citrus. **Econ. Bot.** 32: 27-45.
- _____. 1982. Tetraploid frequency in nucellar seedlings from single trees of Carrizo and
Troyer hybrids. pp. 27-29. In K. Matsumoto (ed.). 1981. **Proc. Int. Soc.
Citriculture, Vol. I.** Okitsu, Japan: n.p.
- Bayer, D. E., C. L. Foy and E. G. Cutter. 1967. Morphological and histological effects of
trifluralin on root development. **Amer. J. Bot.** 54: 945-952.
- Brewbaker, J. L. 1964. Modified XYZ system of producing hybrid wheat. **Cell Res.** 26:
428-431.

- Broome, O. C. and R. H. Zimmerman. 1976. Breaking bud Dormancy in Tea Crabapple [*Malus hupehensis* (Pamp.) Rehd.] with cytokinins. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 101(1): 28-30.
- Chen, Z. Y. 1992. **Cytology of Zingiberaceae**. A paper distributed for the training course on cytotaxonomy of Zingiberaceae and some selected plants. Songkla: Faculty of science. Prince of Songkla university. 6 p.
- Cramer, C. S. 1999. Laboratory techniques for determining ploidy in plants. **Hortotechnology** 9(4): 594-596.
- Das, N. K. 1962. Demonstration of non-RNA nucleolar fraction by silver staining. **Exp. Cell Res.** 26 : 428-431.
- Davies, F. S. and L. G. Albrigo. 1994. **Citrus**. Crop Production Science in Horticulture. Wallingford: CAB International. 254 p.
- Dyer, A. F. 1979. **Investigating chromosome**. London: Edward Arnold Ltd., 208 p.
- Esen, A. and R. K. Soost. 1972. Aneuploid in citrus. **Amer. J. Bot.** 59: 473-477.
- _____. 1973. Seed development in citrus with special reference to 2x X 4x crosses. **Amer. J. Bot** 60(5): 448-462.
- Fan, L. Y., A. Thame and Y. T. Wing. no date. **Influence of the Increase of Ploidy Levels (from 2n to 4n) on the Physical Attributes of *Ionocidium* popcorn**. Singapore: Orchid Research Laboratory Singapore Botanic Gardens. 42 p.
- Furusato, K. 1957. Studies on polyembryony in citrus. **Seikenjiho** 8: 40-48.
- Geraci, G., A. Esen and R. K. Soost. 1975. Triploid progenies from 2x x 2x crosses of *Citrus* cultivars. **J. Hered.** 66: 177-178.
- Gimenez-Martin, G., M. E. Fernandez-Gomez., A. Gonzalez-Fernandez and, C. De La Torres. 1971. The nucleolar cycle in meristematic cell. **Cytobiologie** 4: 330-338.
- Gmitter, F. G., Jr., X. B. Ling and, X. X. Deng. 1990. Induction of triploid citrus plants from endosperm calli *in vitro*. **Theor. Appl. Genet.** 80: 785-790.
- Gmitter, F. G., Jr., X. B. Ling C. Y. Cai and, J. W. Grosser. 1991. Colchicine induce polyploid in *Citrus* embryogenic culture, somatic embryos and regenerated plant. **Plant Sci.** 74: 135-141.

- Goldschmidt, E. E. and P. Spiegel-roy. 1996. **Biology of Citrus**. Australia: Cambridge University Press. 230. p
- Haunold, A. 1975. Use of triploid males for increasing hop yields. **Crop Sci.** 15: 833 – 840.
- Houssa, C., A. Jacqmard and G. Bernier. 1990. Activation of replicon origins as a possible target for cytokinins in shoot meristems of *Sinapis*. **Planta** 181. 324–326.
- Howell, W. M. 1977. Visualization of ribosomal gene activity : silver stains protein associated with rRNA transcribed from occyte chromosomes. **Chromosoma** 62: 361-367.
- _____. 1982. Selective staining of nucleolus organizer regions (NORs). **Cell Nucleus** 11: 89-142.
- Iwamasa, M. 1996. Studies on the sterility in genus *Citrus* with reference on seedlessness. **Bull. Hort. Res. Japan, Series B.** 6: 1-81.
- Jackson, L. K. 1991. **Citrus growing in florida**. Florida: University of Florida Press, 328. p
- Jackson, W. G. and D. A. Steller. 1973. Regulation of mitosis. IV. An *in vitro* and study of effects of trifluralin. **Can. J. Bot.** 51: 1513-1516.
- Kadota, M. and Niimi, Y. 2002. *In vitro* induction of tetraploid plants from a diploid Japanese pear cultiva (*Pyrus pyrifolia* N. cv. *Hosui*). **Plant Cell Reports** 21: 282-286.
- Kaloo, G. 1988. **Vegetable Breeding, vol. 1**. Florida: CRC Press: 223. p
- Kato, M. 1989. Polyploids of camellia through culture of somatic embryos. **Hort. Sci.** 24(6): 1023-1025.
- Kihara, H. 1951. Triploid watermelons. **Hort. Sci.** 58: 217-230.
- Kiermayer, O. 1972. Beeinflussung der postmitotischen Kernmigration von *Micrasterias denticulata* Br6b. durch das Herbizid Trifluralin. **Protoplasma.** 75: 421-426.
- Liu, P.B.W and J.B. Loy. 1976. Action of gibberellic acid on cell proliferation in the subapical shoot meristem of watermelon seedlings. **Am. J. Bot.** 63: 700-704.
- Longley, A. E. 1925. Triploid citrus. J. N.P., **Acad. Sci.** 16: 543-545.
- Love, A. and D. Love. 1975. **Plant Chromosomes**. Germany: Strauss & Cramer. Gmb H, D-6901 Leutershausen. 184 p.
- Mishra, M. K. 1997. Stomatal characteristics at different ploidy levels in *Coffea* L. **Annals of Botany** 80: 689-692.

- Morris, R. 1983. Remodeling crop chromosome. pp. 109-130. *In* **The American Society of Agronomy, and the Crop Science. Inc.** Madison, Wisconsin: Society of America.
- Nauer, E. M., B. Boswell. And R. C. Holmes. 1979. Chemical treatment, greenhouse temperature, and supplemental day length affect forcing and growth of newly budded orange trees. **Hort. Sci.** 14(3): 229-231.
- Ohkawa, K. 1979. Promotion of renewal canes in greenhouse roses by 6-benzylamino-purine without cutback. **Hort. Sci.** 14(5): 612-613.
- Pelliccia, F., A. De Capoa, G. Belloni, A. Rosshi, and, M. Ferraro. 1978. Localization of silver staining in interphase, prophase and metaphase lymphocytes. **Exp. Cell Res.** 115: 77-85.
- Przywara, L., K. K. Pandey. And P. M. Sanders. 1988. Length of stomata as an indicator of ploidy level in *Actinidia deliciosa*. **New Zealand Journal of Botany** 26: 179-182.
- Reitz, H. J. 1984. The world citrus crop. **Outlook on Agriculture**, 13(3): 140-146.
- Robitaille, H. and R.F. Carlson. 1971. Response of dwarfed apple trees to stem injections of gibberellic and abscisic acids. **Hort. Sci.** 6(6): 539-540.
- Samson, J. A., 1986. **Tropical Fruit : Lecture in Tropical Crop Husbandry**. Wageningen, Netherland: Agriculture University Wageningen. 335. p.
- Scora, R.W. 1988. Biochemistry taxonomy and evolution of modern cultivated *Citrus*. **Proceeding of the International Society of Citriculture** 1: 277-289.
- Sharma, A. K. and A. Sharma. 1980. **Chromosome Techniques : Theory and Practice**. Boston: Butterworth & Co Ltd., USA. 711p.
- Silayoi, B. and C. Babpraaserth. 1983. **Banana Genetic Resource Exploration in Thailand**. Bangkok: Kasetsart Univ. 213p.
- Silva, P. A., S. C. Jacques and M. H. Zanettini. 2000. Induction and identification of polyploid in *Cattleya intermedia* Lindl. (Orchidaceae) by in vitro techniques. **Ciencia Rural, Santa Maria** 30(1): 105-111.
- Simmonds, N. W. 1984. The effect of ploidy upon the leaf of *Musa*. **Ann. Bot. London** 16: 341-345.

- Soost, R. K. and M. L. Roose. 1996. Citrus fruit characters of *Citrus* triploids from tetraploid by diploid crosses. **Hilgardia** 39: 569-579.
- Stebbin, G. 1971. Chromosomal evolution in higher plants. อ้างโดย กฤษฎา สัมพันธ์รักษ์. 2546. ปรับปรุงพันธุ์: พื้นฐาน วิธีการ และแนวคิด. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 194 น.
- Swanson, C. P. 1958. **Cytology and Cytogenetics**. London: Macmilan & Co.Ltd. 360. p.
- Swingle, W. T., and P. C. Reece. 1967. The botany of citrus and its wild relatives of the orange subfamily. pp. 190-430. In **The Citrus Industry. Vol. I**. N.P. Univ. of California Press.
- Tandler, C. J., 1959. The silver – reducing property of the nucleolus and the formation of prenucleolar material during mitosis. **Exp. Cell Res.** 17: 560-564.
- Toolapong, P. 1995. Triploid from small seed of polyembryonic citrus cultivars. **Proc. Sch. Agric. Kyushu Tokai Univ** 14: 1-8.
- _____. 1996. Triploids and Haploid from small seed of Pummelo Cultivar “Benpeiyu” Crossed with Grapefruit. **Khon Kaen Agric.** 24(1): 23-28.
- _____. 1999. Relationships between nucleoli numbers and ploidy levels in *Citrus* hybrid progenies. **Thai J. Agric. Sci.** 32(2): 179-185.
- Valdermar, C., J. Orellana and, M. A. M. Do Valle Ribeiro. 1986. Nucleolar organizer activity in *Lolium* and *Festuca*. I. *Lolium multiflorum*, *Festuca aruclinacea* and *Lolium Festuca* hybrids. **Heredity** 56: 311-317.
- Wakana, A., M. Iwamasa and S. Uemoto. 1981. Seed development in relation to ploidy of zygotic embryo and endosperm in polyembryonic citrus. **Proc. Int. Soc. Citriculture** 1: 35-39.
- Weinberger, J. H. 1969. The Stimulation of Dormant peach buds by a cytokinin. **Hort. Sci.** 4(2): 125-126.
- Williams, M. W. and H. D. Billingsley. 1970. Increasing the number and crotch angles of primary branches of apple trees with cytokinins and gibberellic acid. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 95(5): 649-651.

Williams, M. W. and E. A. Stahly. 1968. Effect of cytokinins on apple shoot Development from axillary buds. **Hort. Sci.** 3(2): 68-69.





ภาคผนวก

ตารางผนวก 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) น้ำหนักผลของ
ส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	11	80981.27	7361.93	27.47**	1.81	2.29
Error	227	60837.70	268.01			
Total	238	141818.97				

CV = 12.53 %

ตารางผนวก 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) น้ำหนักผลของ
ส้มพันธุ์โอเชียน

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	11	362101.65	32918.33	41.34**	1.81	2.29
Error	227	180762.22	796.31			
Total	238	542863.87				

CV = 15.48%

ตารางผนวก 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของผล
ส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	11	6297.96	572.54	44.34**	1.81	2.29
Error	228	2943.77	12.91			
Total	239	9241.74				

CV = 5.61 %

ตารางผนวก 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของผล
สัมพันธุ์โอเรียน

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	11	16593.7	1508.52	67.50**	1.81	2.29
Error	228	5095.63	22.35			
Total	239	21689.33				

CV = 6.53 %

ตารางผนวก 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความสูงของผล
สัมพันธุ์สายน้ำผึ้ง

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	11	1666.14	151.47	9.94**	1.81	2.29
Error	228	3472.59	15.23			
Total	239	5138.74				

CV = 6.95 %

ตารางผนวก 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความสูงของผล
สัมพันธุ์โอเรียน

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	11	6958.28	632.57	56.01**	1.81	2.29
Error	228	2575.08	11.29			
Total	239	9533.36				

CV = 5.67 %

ตารางผนวก 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) จำนวนเมล็ดของ
ส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	11	1515.20	137.75	1.79	1.81	2.29
Error	228	17498.40	76.75			
Total	239	19013.60				

CV = 56.16 %

ตารางผนวก 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) จำนวนเมล็ดของ
ส้มพันธุ์โอเชียน

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	11	4519.54	410.87	18.56**	1.81	2.29
Error	224	4958.87	22.14			
Total	235	9478.41				

CV = 35.41 %

ตารางผนวก 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) จำนวนเมล็ดขนาด
เล็กของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	11	7.25	0.66	0.86	1.94	2.64
Error	65	49.97	0.77			
Total	76	57.22				

CV = 65.55 %

ตารางผนวก 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) จำนวนเมล็ดขนาดเล็กของส้มพันธุ์โอเอเซียน

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	11	105.68	9.61	3.08**	1.83	2.34
Error	167	520.67	3.12			
Total	178	626.35				

CV = 72.00 %

ตารางผนวก 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) จำนวนกัณณะของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งจากเมล็ดขนาดปกติ

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	11	28.53	2.59	1.66	1.81	2.29
Error	228	356.2	1.56			
Total	239	384.73				

CV = 23.66 %

ตารางผนวก 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) จำนวนกัณณะของส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งจากเมล็ดขนาดเล็ก

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	11	22.19	2.02	0.83	1.98	2.62
Error	49	118.83	2.43			
Total	60	141.02				

CV = 55.23 %

ตารางผนวก 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของการแตกตาข้าง
หลังได้รับสารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้นต่างกันในส่วนพันธุ์สายน้าผึ้ง

Source	df	SS	MS	F	F0.05	F0.01
A	1	242.91	242.91	23.78 ^{**}	5.59	12.25
Error (a)	7	71.51	10.22			
B	4	157.83	39.46	10.93 ^{**}	2.93	4.58
A X B	4	132.93	33.23	9.21 ^{**}	2.93	4.58
Error(b)	18	64.96	3.61			
Total	34	456.74				

C.V. = 17.41 %

ตารางผนวก 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนตาข้างหลัง
ได้รับสารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้นต่างกันในส่วนพันธุ์สายน้าผึ้ง

Source	df	SS	MS	F	F0.05	F0.01
A	1	1.45	1.45	2.01	5.59	112.25
Error(a)	7	5.03	0.72			
B	4	1.14	0.29	0.43	2.93	4.58
A X B	4	2.50	0.63	0.95	2.93	4.58
Error(b)	18	11.87	0.66			
Total	34	22.29				

C.V. = 43.72 %

ตารางผนวก 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวยอดหลังได้รับสารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้นต่างกันในส่วนผสมน้ำผึ้ง

Source	df	SS	MS	F	F0.05	F0.01
A	1	33.28	33.28	3.97	5.59	12.25
Error(a)	7	58.66	8.38			
B	4	26.73	6.68	0.53	2.93	4.58
A X B	4	28.27	7.07	0.56	2.93	4.58
Error(b)	18	227.16	12.62			
Total	34	386.58				

C.V. = 48.29%

ตารางผนวก 16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของการแก่ของใบหลังได้รับสารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้นต่างกันในส่วนผสมน้ำผึ้ง

Source	df	SS	MS	F	F0.05	F0.01
A	1	20.62	20.62	4.13	5.59	12.25
Error(a)	7	34.98	5			
B	4	66.48	16.62	4.09*	2.93	4.58
A X B	4	70.18	17.55	4.31*	2.93	4.58
Error(b)	18	73.23	4.07			
Total	34	203.89				

C.V. = 4.81 %

ตารางผนวก 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนใบหลัง
ได้รับสารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้นต่างกัน ในส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง

Source	df	SS	MS	F	F0.05	F0.01
A	1	11.89	11.89	2.89	5.59	12.25
Error(a)	7	28.80	4.11			
B	4	13.13	3.28	0.69	2.93	4.58
A X B	4	26.77	6.70	1.40	2.93	4.58
Error(b)	18	86.08	4.78			
Total	34	170.64				

C.V. = 29.05 %

ตารางผนวก 18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของการแตกตาข้าง
หลังได้รับสารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้นต่างกัน ในส้มจี๊ด

Source	df	SS	MS	F	F0.05	F0.01
A	1	17.04	17.04	42.54**	5.59	12.25
Error(a)	7	2.80	0.40			
B	4	2.89	0.72	2.05	3.26	5.41
A X B	4	3.38	1.13	3.19	3.49	5.95
Error(b)	12	4.23	0.35			
Total	28	34.97				

C.V. = 9.84 %

ตารางผนวก 19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนตาข้าง
หลังได้รับสารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้นต่างกันในส่วนจืด

Source	df	SS	MS	F	F0.05	F0.01
A	1	0.46	0.46	7.08*	5.59	12.25
Error(a)	7	0.45	0.06			
B	4	0.20	0.05	0.07	3.26	5.41
A X B	4	0.19	0.06	0.09	3.49	5.95
Error(b)	12	8.38	0.70			
Total	28	10.14				

C.V. = 45.72 %

ตารางผนวก 20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวยอดหลัง
ได้รับสารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้นต่างกันในส่วนจืด

Source	df	SS	MS	F	F0.05	F0.01
A	1	308.40	308.40	39.63**	5.99	13.74
Error(a)	6	46.69	7.78			
B	4	43.30	10.83	1.34	3.18	5.20
A X B	4	46.45	11.61	1.43		
Error(b)	13	105.27	8.1			
Total	28	560.05				

C.V. = 38.62 %

ตารางผนวก 21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของการแก้ของใบ
หลังได้รับสารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้นต่างกันในส่วนจืด

Source	df	SS	MS	F	F0.05	F0.01
A	1	77.10	77.10	13.18**	5.59	12.25
Error(a)	7	40.94	5.85			
B	4	18.69	4.67	0.72	3.26	5.41
A X B	4	79.73	26.58	4.08*	3.49	5.95
Error(b)	12	78.11	6.51			
Total	28	344.14				

C.V. = 66.68 %

ตารางผนวก 22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนใบ
หลังได้รับสารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้นต่างกันในส่วนจืด

Source	df	SS	MS	F	F0.05	F0.01
A	1	0.39	0.39	0.13	5.59	12.25
Error(a)	7	20.35	2.91			
B	4	121.27	30.32	3.54*	3.18	5.20
A X B	4	0.82	0.27	0.03	3.41	5.74
Error(b)	13	111.38	8.57			
Total	29	273.72				

C.V. = 38.91 %

ตารางผนวก 23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของการแตกตาข้าง
หลังได้รับสารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้นต่างกัน ในมะนาว

Source	df	SS	MS	F	F0.05	F0.01
A	1	23.66	23.66	3.83	5.32	11.26
Error(a)	8	49.48	6.18			
B	4	68.56	17.14	1.61	3.18	5.21
A X B	4	137.23	34.31	3.22*	3.18	5.21
Error(b)	13	138.65	10.67			
Total	30	511.02				

C.V. = 22.37 %

ตารางผนวก 24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนตาข้าง
หลังได้รับสารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้นต่างกัน ในมะนาว

Source	df	SS	MS	F	F0.05	F0.01
A	1	0.02	0.02	0.03	5.32	11.26
Error(a)	8	5.46	0.68			
B	4	2.79	0.70	1.89	3.18	5.21
A X B	4	3.60	0.90	2.44	3.18	5.21
Error(b)	13	4.79	0.37			
Total	30	18.39				

C.V. = 35.51 %

ตารางผนวก 25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวยอดหลัง
ได้รับสารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้นต่างกันในมะนาว

Source	df	SS	MS	F	F0.05	F0.01
A	1	5.35	5.35	0.49	5.32	11.26
Error(a)	8	87.40	10.93			
B	4	44.22	11.06	0.84	3.18	5.21
A X B	4	18.49	4.62	0.35	3.18	5.21
Error(b)	13	171.87	13.22			
Total	30	345.67				

C.V. = 73.56 %

ตารางผนวก 26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของการแก่ของใบ
หลังได้รับสารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้นต่างกันในมะนาว

Source	df	SS	MS	F	F0.05	F0.01
A	1	33.72	33.72	2.97	5.32	11.26
Error(a)	8	90.93	11.37			
B	4	133.48	33.37	1.83	3.18	5.21
A X B	4	91.37	22.84	1.25	3.18	5.21
Error(b)	13	237.13	18.24			
Total	30	566.87				

C.V. = 18.37 %

ตารางผนวก 27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนใบ
หลังได้รับสารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้นต่างกันในระยะนา

Source	df	SS	MS	F	F0.05	F0.01
A	1	0.21	0.21	0.02	5.32	11.26
Error(a)	8	67.30	8.41			
B	4	62.24	15.56	2.50	3.18	5.21
A X B	4	18.46	4.61	0.74	3.18	5.21
Error(b)	13	80.82	6.22			
Total	30	233.06				

C.V. = 49.29 %

ตารางผนวก 28 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของการแตกตาข้าง
หลังได้รับสารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้นต่างกันในระยะนา

Source	df	SS	MS	F	F0.05	F0.01
A	1	0.24	0.24	0.03	5.32	11.28
Error (a)	8	61.11	7.64			
B	4	64.32	16.08	0.81	2.96	4.57
AXB	4	124.96	31.24	1.56	2.96	4.57
Error(b)	17	339.38	19.96			
Total	34	560.40				

C.V. = 53.19 %

ตารางผนวก 29 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนตาข้าง
หลังได้รับสารผสม BA+GA₃ ที่ความเข้มข้นต่างกันในคัมคוות

Source	df	SS	MS	F	F0.05	F0.01
A	1	0.0009	0.0009	0.00	5.32	11.28
Error(a)	8	3.15	0.39			
B	4	1.13	0.28	0.61	3.01	4.77
A X B	4	3.60	0.90	1.92	3.01	4.77
Error(b)	16	7.48	0.47			
Total	33	17.76				

C.V. = 41.51 %

ตารางผนวก 30 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวยอด
หลังได้รับสารผสม BA+GA₃ ที่ความเข้มข้นต่างกันในคัมคוות

Source	df	SS	MS	F	F0.05	F0.01
A	1	0.01	0.01	0.004	5.32	11.28
Error(a)	8	10.50	1.31			
B	4	3.34	0.84	2.15	3.01	4.77
A X B	4	1.02	0.26	0.66	3.01	4.77
Error(b)	16	6.22	0.39			
Total	33	26.03				

C.V. = 14.79%

ตารางผนวก 31 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของการแก่ของใบ
หลังได้รับสารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้นต่างกัน ในคัมภีร์

Source	df	SS	MS	F	F0.05	F0.01
A	1	3.30	3.30	0.79	5.32	11.28
Error(a)	8	33.43	4.17			
B	4	6.29	1.57	0.38	3.01	4.77
A X B	4	11.78	2.94	0.70	3.01	4.77
Error(b)	16	66.98	4.19			
Total	33	136.01				

C.V. = 8.23 %

ตารางผนวก 32 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนใบหลัง
ได้รับสารผสม BA+GA₃ ความเข้มข้นต่างกัน ในคัมภีร์

Source	df	SS	MS	F	F0.05	F0.01
A	1	17.39	17.39	3.36	5.32	11.28
Error(a)	8	46.95	5.86			
B	4	39.52	9.88	1.91	2.96	4.57
A X B	4	21.25	5.31	1.03	2.96	4.57
Error(b)	17	88.10				
Total	34	208.44				

C.V. = 30.80 %

ตารางผนวก 33 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวยอดหลังได้รับสารโคลชิซินที่ความเข้มข้นต่างกันในส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	24.92	6.23	0.73	3.06	4.83
Error	15	127.92	8.52			
Total	19	152.84				

CV = 63.11 %

ตารางผนวก 34 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวยอดหลังได้รับสารไตรฟลูราลินที่ความเข้มข้นต่างกันในส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	110.61	27.65	1.00	3.18	5.20
Error	13	358.78	27.60			
Total	17	469.38				

CV = 46.27 %

ตารางผนวก 35 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนใบหลังได้รับสารโคลชิซินที่ความเข้มข้นต่างกันในส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	5.36	1.34	0.28	3.06	4.83
Error	15	71.34	4.76			
Total	19	76.70				

CV = 41.93 %

ตารางผนวก 36 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนใบหลัง
ได้รับสารไตรฟลูราลินความเข้มข้นต่างกันในสัมพันธุ์สายนํ้าฝิ่ง

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	26.15	6.54	1.37	3.18	5.20
Error	13	62.17	4.78			
Total	17	88.31				

CV = 32.09 %

ตารางผนวก 37 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความหนาใบหลัง
ได้รับสารโคลชิซินความเข้มข้นต่างกันในสัมพันธุ์สายนํ้าฝิ่ง

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	0.0040	0.0010	0.83	3.06	4.83
Error	15	0.0183	0.0012			
Total	19	0.0224				

CV = 13.30 %

ตารางผนวก 38 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความหนาใบหลัง
ได้รับสารไตรฟลูราลินความเข้มข้นต่างกันในสัมพันธุ์สายนํ้าฝิ่ง

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	0.0026	0.0006	1.59	3.18	5.20
Error	13	0.0053	0.0004			
Total	17	0.0079				

CV = 4.98 %

ตารางผนวก 39 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนปากใบ
หลังได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้นต่างกัน ในส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	302.79	75.70	0.30	3.06	4.83
Error	15	3781.74	252.12			
Total	19	4084.53				

CV = 46.47 %

ตารางผนวก 40 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนปากใบ
หลังได้รับสาร ไตรฟลูราลินความเข้มข้นต่างกัน ในส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	64.74	16.19	0.44	3.18	5.20
Error	13	473.26	36.40			
Total	17	538.00				

CV = 21.93 %

ตารางผนวก 41 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความกว้างปากใบ
หลังได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้นต่างกัน ในส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	0.45	0.11	0.23	3.18	5.20
Error	13	6.24	0.48			
Total	17	6.68				

CV = 30.86 %

ตารางผนวก 42 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความกว้างปากใบ
หลังได้รับสารไตรฟลูราลินความเข้มข้นต่างกันในส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	1.94	0.48	1.03	3.26	5.41
Error	12	5.65	0.47			
Total	16	7.59				

CV = 12.09 %

ตารางผนวก 43 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวปากใบ
หลังได้รับสารโคลชิซินความเข้มข้นต่างกันในส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	2.57	0.64	0.86	3.18	5.20
Error	13	9.72	0.75			
Total	17	12.29				

CV = 19.56 %

ตารางผนวก 44 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวปากใบ
หลังได้รับสาร ไตรฟลูราลินความเข้มข้นต่างกันในส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	9.40	2.35	2.02	3.18	5.20
Error	13	15.16	1.17			
Total	17	24.57				

CV = 7.95 %

ตารางผนวก 45 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวยอดหลังได้รับสารโคลชิซินความเข้มข้นต่างกันในส้มจี๊ด

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	2	10.07	5.03	0.29	4.10	7.56
Error	10	175.89	17.58			
Total	12	185.97				

CV = 33.10%

ตารางผนวก 46 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวยอดหลังได้รับสารไดรฟลูราลินความเข้มข้นต่างกันในส้มจี๊ด

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	3	149.51	49.83	3.27*	3.24	5.29
Error	16	243.87	15.24			
Total	19	393.38				

CV = 30.07%

ตารางผนวก 47 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) จำนวนใบหลังได้รับสารโคลชิซินความเข้มข้นต่างกันในส้มจี๊ด

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	2	6.97	3.48	0.47	4.10	7.56
Error	10	73.95	7.40			
Total	12	80.92				

CV = 44.75 %

ตารางผนวก 48 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) จำนวนใบหลัง
ได้รับสารไตรฟลูราลินความเข้มข้นต่างกันในส้มจี๊ด

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	3	50.20	16.73	6.90**	3.24	5.29
Error	16	38.80	2.24			
Total	19	89.00				

CV = 23.95 %

ตารางผนวก 49 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความหนาใบหลัง
ได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้นต่างกันในส้มจี๊ด

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	2	0.00054	0.00027	0.76	4.10	7.56
Error	10	0.0035	0.00035			
Total	12	0.0041				

CV = 9.96 %

ตารางผนวก 50 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความหนาใบหลัง
ได้รับสาร ไตรฟลูราลินความเข้มข้นต่างกันในส้มจี๊ด

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	3	0.005	0.002	2.65	3.24	5.29
Error	16	0.01	0.0007			
Total	19	0.02				

CV = 10.70 %

ตารางผนวก 51 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนปากใบ
หลังได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้นต่างกันในส้มจี๊ด

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	2	878.95	439.47	3.11	4.10	7.56
Error	10	1415.16	141.52			
Total	12	2294.11				

CV = 14.02 %

ตารางผนวก 52 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนปากใบ
หลังได้รับสาร ไตรฟลูราลินความเข้มข้นต่างกันในส้มจี๊ด

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	3	442.37	147.45	0.70	3.24	5.29
Error	16	3389.97	211.87			
Total	19	3832.34				

CV = 16.47 %

ตารางผนวก 53 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความกว้างปากใบ
หลังได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้นต่างกันในส้มจี๊ด

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	2	15.22	7.61	20.19**	4.10	7.56
Error	10	3.77	0.38			
Total	12	19.00				

CV = 6.73 %

ตารางผนวก 54 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความกว้างปากใบ
หลังได้รับสารไตรฟลูราลินความเข้มข้นต่างกันในส้มจี๊ด

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	3	1.90	0.63	8.63**	3.24	5.29
Error	16	1.17	0.07			
Total	19	3.08				

CV = 6.86 %

ตารางผนวก 55 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวปากใบ
หลังได้รับสารโคลชิซินความเข้มข้นต่างกันในส้มจี๊ด

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	2	2.08	1.40	6.43*	4.10	7.56
Error	10	1.62	0.16			
Total	12	3.70				

CV = 9.93 %

ตารางผนวก 56 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวปากใบ
หลังได้รับสารไตรฟลูราลินความเข้มข้นต่างกันในส้มจี๊ด

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	3	4.68	1.56	8.99**	3.24	5.29
Error	16	2.77	0.17			
Total	19	7.45				

CV = 4.08 %

ตารางผนวก 57 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวยอดหลังได้รับสารโคลชิซินความเข้มข้นต่างกันในมะนาว

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	8.86	2.21	0.54	3.48	5.99
Error	10	41.24	4.12			
Total	14	50.10				

CV = 19.42 %

ตารางผนวก 58 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวยอดหลังได้รับสารไตรฟลูราลินความเข้มข้นต่างกันในมะนาว

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	43.16	10.79	1.12	3.63	6.42
Error	9	86.68	9.63			
Total	13	129.84				

CV = 26.26 %

ตารางผนวก 59 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนใบหลังได้รับสารโคลชิซินความเข้มข้นต่างกันในมะนาว

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	33.10	8.27	2.87	3.48	5.99
Error	10	28.86	2.89			
Total	14	61.95				

CV = 26.73 %

ตารางผนวก 60 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนใบหลังได้รับสารไตรฟลูราลินความเข้มข้นต่างกันในมะนาว

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	6.66	1.66	0.66	3.63	6.42
Error	9	22.55	2.51			
Total	13	29.21				

CV = 28.29 %

ตารางผนวก 61 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความหนาใบหลังได้รับสารโคลชิซินความเข้มข้นต่างกันในมะนาว

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	0.02	0.0037	2.11	3.48	5.99
Error	10	0.02	0.0017			
Total	14	0.03				

CV = 11.51 %

ตารางผนวก 62 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความหนาใบหลังได้รับสารไตรฟลูราลินความเข้มข้นต่างกันในมะนาว

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	0.01	0.00	1.52	3.63	6.42
Error	9	0.01	0.00			
Total	13	0.01				

CV = 8.57 %

ตารางผนวก 63 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนปากใบ
หลังได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้นต่างกันในมะนาว

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	431.15	107.79	7.34**	3.48	5.99
Error	10	146.80	14.68			
Total	14	577.95				

CV = 7.89 %

ตารางผนวก 64 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนปากใบ
หลังได้รับสาร ไตรฟลูราลินความเข้มข้นต่างกันในมะนาว

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	490.61	122.65	5.14*	3.63	6.42
Error	9	214.74	23.86			
Total	13	705.35				

CV = 7.79 %

ตารางผนวก 65 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความกว้างปากใบ
หลังได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้นต่างกันในมะนาว

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	4.00	1.00	9.38**	3.48	5.99
Error	10	1.07	0.11			
Total	14	5.07				

CV = 9.60 %

ตารางผนวก 66 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของความกว้างปากใบหลังได้รับสารไตรฟลูราลินความเข้มข้นต่างกันในมะนาว

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	1.84	0.46	5.04*	3.63	6.42
Error	9	0.82	0.09			
Total	13	2.66				

CV = 9.28 %

ตารางผนวก 67 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวปากใบหลังได้รับสารโคลชิซินความเข้มข้นต่างกันในมะนาว

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	10.80	2.70	5.12*	3.48	5.99
Error	10	5.27	0.53			
Total	14	16.08				

CV = 7.41 %

ตารางผนวก 68 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวปากใบหลังได้รับสารไตรฟลูราลินความเข้มข้นต่างกันในมะนาว

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	16.13	4.03	6.10*	3.63	6.42
Error	9	5.95	0.66			
Total	13	22.08				

CV = 8.42 %

ตารางผนวก 69 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวยอดหลังได้รับสารโคลชิซินความเข้มข้นต่างกันในคัมควอท

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	128.11	32.03	36.49**	3.48	5.99
Error	10	8.78	0.88			
Total	14	136.88	9.78			

CV = 25.59 %

ตารางผนวก 70 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวยอดหลังได้รับสารไตรฟลูราลินความเข้มข้นต่างกันในคัมควอท

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	26.58	6.64	2.60	3.48	5.99
Error	10	25.56	2.56			
Total	14	52.13	3.72			

CV = 34.86%

ตารางผนวก 71 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนใบหลังได้รับสารโคลชิซินความเข้มข้นต่างกันในคัมควอท

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	15.07	3.77	0.93	3.48	5.99
Error	10	40.67	4.07			
Total	14	55.73	3.98			

CV = 25.63 %

ตารางผนวก 72 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนใบหลัง
ได้รับสารไตรฟลูราลินความเข้มข้นต่างกันในคัมควอท

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	24.67	6.17	2.72	3.48	5.99
Error	10	22.67	2.27			
Total	14	47.33	3.38			

CV = 23.77 %

ตารางผนวก 73 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความหนาใบหลัง
ได้รับสารโคลชิซินความเข้มข้นต่างกันในคัมควอท

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	0.0802	0.0201	18.12**	3.48	5.99
Error	10	0.0111	0.0011			
Total	14	0.0913	0.0065			

CV = 6.56 %

ตารางผนวก 74 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความหนาใบหลัง
ได้รับสารไตรฟลูราลินความเข้มข้นต่างกันในคัมควอท

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	0.0272	0.0068	0.68	3.48	5.99
Error	10	0.0999	0.0100			
Total	14	0.1271	0.0091			

CV = 16.10 %

ตารางผนวก 75 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนปากใบ
หลังได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้นต่างกัน ในคัมควอท

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	2856.93	714.23	32.47**	3.48	5.99
Error	10	220.00	22.00			
Total	14	3076.93	219.78			

CV = 16.21 %

ตารางผนวก 76 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ของจำนวนปากใบ
หลังได้รับสาร ไตรฟลูราลินความเข้มข้นต่างกัน ในคัมควอท

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	2242.00	560.50	70.65**	3.48	5.99
Error	10	79.33	7.93			
Total	14	2321.33	165.81			

CV = 13.00 %

ตารางผนวก 77 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความกว้างปากใบ
หลังได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้นต่างกัน ในคัมควอท

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	8.93	2.23	3.72*	3.48	5.99
Error	10	6.00	0.60			
Total	14	14.93	1.07			

CV = 18.15 %

ตารางผนวก 78 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความกว้างปากใบ
หลังได้รับสารไตรฟลูราลินความเข้มข้นต่างกันในคัมควอท

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	7.60	1.90	3.56*	3.48	5.99
Error	10	5.33	0.53			
Total	14	12.93	0.92			

CV = 17.11 %

ตารางผนวก 79 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวปากใบ
หลังได้รับสารโคลชิซินความเข้มข้นต่างกันในคัมควอท

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	2.93	0.73	0.15	3.48	5.99
Error	10	48.67	4.87			
Total	14	51.60	3.69			

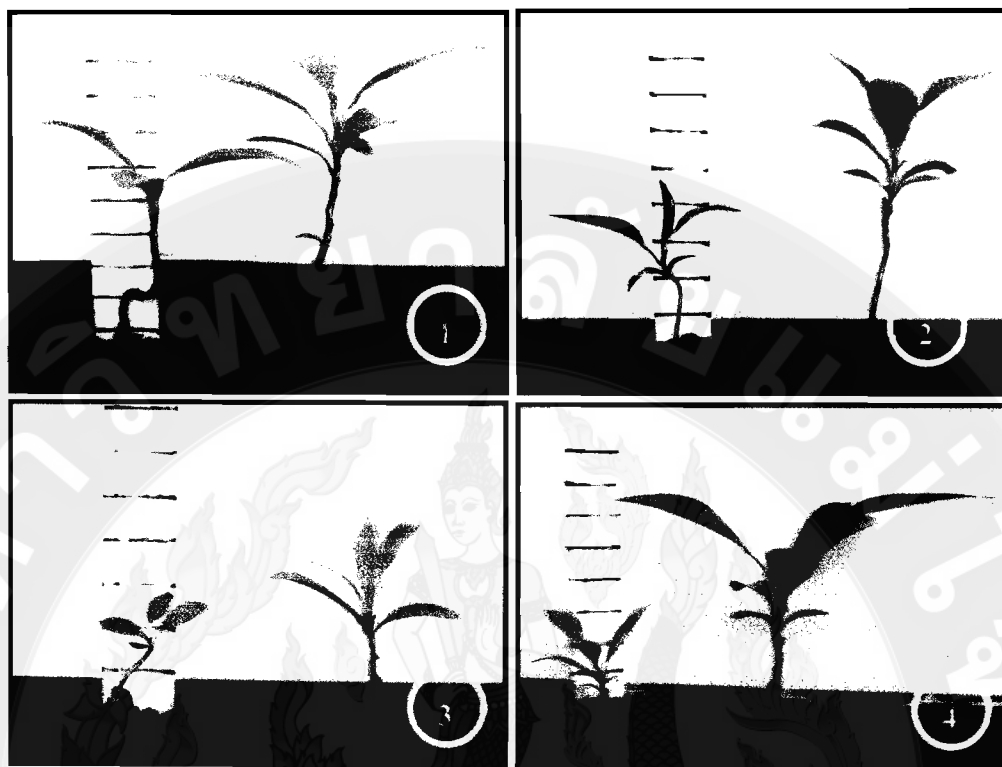
CV = 21.21 %

ตารางผนวก 80 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ความยาวปากใบ
หลังได้รับสารไตรฟลูราลินความเข้มข้นต่างกันในคัมควอท

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	4	18.40	4.60	1.78	3.48	5.99
Error	10	25.83	2.58			
Total	14	44.23	3.16			

CV = 14.57 %





ภาพผนวก 1 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นกล้าสัมพันธุ์โอเซียน triploid (ซ้าย) และ diploid (ขวา) ซึ่งมีอายุ 1 ปี

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| (1) เดือนธันวาคม 2549 | (2) เดือนกุมภาพันธ์ 2550 |
| (3) เดือนกุมภาพันธ์ 2550 | (4) เดือนพฤษภาคม 2550 |



ภาพผนวก 2 ลักษณะของต้นกล้าสัมพันธุ์โอเซียน triploid ทั้ง 4 ต้น ซึ่งมีอายุ 1 ปี



ภาพผนวก 3 ลักษณะของต้นกล้าสัมพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เจริญมาจาก nucellar embryo (1, 2) และ zygotic embryo (3, 4, 5)

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นายเทิดไทย แก้วทนต์
เกิดเมื่อ 14 มิถุนายน 2526
ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2542 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสงขลา
พ.ศ. 2545 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
วิทยาเขตนครศรีธรรมราช (สไใหญ่)
พ.ศ. 2547 ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ไม้ผล) สาขาพืชศาสตร์
มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่