ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

ปริญญา

พืชสวน | พืชสวน

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง การชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ในแววมยุราด้วยการใช้โคลชิซินชนิดเม็ด

Polyploid Induction in Torenia using Colchicine Tablets

นามผู้วิจัย นางสาวสัณฐิตา ตังคจิวางกูร

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(รองศาสตราจารย์ธัญญะ เตชะศีลพิทักษ์, วท.ม.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(อาจารย์ธราธร ทีรฆฐิติ , Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(อาจารย์เฌอมาลย์ วงศ์ชาวจันท์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(รองศาสตราจารย์พูนพิภพ เกษมทรัพย์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ในแววมยุราด้วยการใช้โคลชิซินชนิดเม็ด

Polyploid Induction in Torenia using Colchicine Tablets

โดย

นางสาวสัณฐิตา ตังคจิวางกูร

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
พ.ศ. 2552

สัณฐิตา ตังคจิวางกูร 2552: การชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ในแววมยุราด้วยการใช้โคลชิซินชนิดเม็ด ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชสวน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์ ธัญญะ เตชะศีลพิทักษ์, วท.ม. 81 หน้า

การศึกษาผลของสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินต่อการเปลี่ยนแปลงของแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* และแววมยุราสายพันธุ์ป่า โดยการ ตัดใบ แล้วนำก้านใบไปแช่ในสารละลายจากเม็ดยาโคลชิซิน ที่ระดับความเข้มข้น 0 ppm 5 ppm 10 ppm 15 ppm และ 20 ppm เป็นเวลา 0 1 2 และ 3 วัน พบว่าเปอร์เซนต์การรอดชีวิต การเจริญเติบโตทางด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และจำนวน กิ่งแขนงมีแนวโน้มลดลง ที่ระดับความเข้มข้นสูงและเวลาในการแช่นานขึ้น และนอกจากนี้สารละลายจากเม็ดยาโคลชิซิน ยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะต่างๆที่เกิดขึ้น พบลักษณะที่น่าสนใจ อาทิเช่น มีการเปลี่ยนแปลงของสีดอกและรูปทรงของดอก ดอกมีขนาดใหญ่ ลำต้นแข็งแรง ใบมีขนาดใหญ่ และหนาขึ้น เป็นต้น ซึ่งสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินสามารถชักนำให้แววมยุราทั้ง 2 สายพันธุ์ เกิดต้นโพลีพลอยด์ได้ คือ แววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ได้ต้นเตตราพลอยด์ (2n = 4x = 36) 4 ต้น และต้นเฮกซะพลอยด์ (2n = 6x = 54) 1 ต้น และแววมยุราสายพันธุ์ป่าได้ต้นเตตราพลอยด์ (2n = 4x = 36) 6 ต้น ซึ่งมีขนาดของเซลล์ปากใบ ขนาดละอองเรณูมากกว่าต้นปกติ และเปอร์เซ็นต์ความเป็นหมันน้อยกว่าต้นปกติ

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Santhita Tungkajiwangkoon 2009: Polyploid Induction in Torenia using Colchicine Tablets. Master of Science (Agriculture), Major Field: Horticulture, Department of Horticulture. Thesis Advisor: Associate Professor Thunya Taychasinpitak, M.S. 81 pages.

The effects of *Torenia hybrida* (Hybrids of *Torenia concolor x Torenia fournieri)* and *Torenia* spp. using colchicine tablets were studied. Leaves were cut and soaked in 0 5 10 15 and 20 ppm of colchicine solution for 0 1 2 and 3 days. The results revealed that plant height ,width and numbers of branches were significantly decreased when colchicine concentration and soaking period was increased. Colchicine solution could induce some interesting changed on morphological characteristics : flower colors ,flower forms, flowers sizes, stems sizes, thickness and leaf size and colchicine solution could induce polyploidy of both plants. Crossing of *Torenia concolor* hybrids *and Torenia fournieri* (*Torenia hybrida)* produced four clones tetraploid (2n = 4x = 36) and one hexaploid (2n = 6x = 54). Six tetraploid clones of *Torenia* spp. (2n = 4x = 36) were selected. Both of plants stomata sizes and pollen grain sizes were larger than those of the controls. Pollen fertility of two cultivars were decresed.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ธัญญะ เตชะศีลพิทักษ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา ดร.ธราธร ทีรฆฐิติ และ ดร.เฌอมาลย์ วงศ์ชาวจันท์ กรรมการสาขาวิชารอง ที่กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำในเรื่องการเรียน การทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสิ้นสมบูรณ์ กราบขอบพระคุณ ดร.สุรพงษ์ โกสิยะจินดา ผู้ทรงคุณวุฒิจากภายนอก และ รศ.ดร. สุรวิช วรรณไกรโรจน์ ประธานการสอบปากเปล่าขั้นสุดท้าย ที่ได้ให้ความกรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.พีรนุช จอมพุก ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการทำวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และญาติพี่น้องทุกคน ที่ส่งเสริมสนับสนุนให้คำปรึกษาเรื่องการเรียน และเป็นกำลังใจตลอดมา

ขอขอบคุณ พี่ๆ และเพื่อนๆ ทุกคน ที่คอยให้ความช่วยเหลือในทุกๆด้าน ชี้แนะและสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงได้

ท้ายสุดนี้ขอกราบขอบพระคุณบูรพาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิประสาทความรู้ในทุกๆด้านตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

สัณฐิตา ตังคจิวางกูร

พฤษภาคม 2552

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(6)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(8)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	13
อุปกรณ์	14
วิธีการ	14
ผลและวิจารณ์	19
ผล	19
วิจารณ์	70
สรุปและข้อเสนอแนะ	75
สรุป	75
ข้อเสนอแนะ	75
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	76
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	81

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เปอร์เซนต์การรอดชีวิตของต้นแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่าง ลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบแล้ว 30 วัน	20
2	เปอร์เซนต์การรอดชีวิตของต้นแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่าง ลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบแล้ว 60 วัน	20
3	เปอร์เซนต์การรอดชีวิตของต้นแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่าง ลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบแล้ว 90 วัน	21
4	ความสูงเฉลี่ยของต้นของต้นแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่าง ลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบ ที่ 30 วัน ถึง 90 วัน	23
5	อิทธิพลของความเข้มข้นสาร ระยะเวลาในการแช่สาร และอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นสารและระยะเวลาในการแช่สาร ต่อความสูงของต้น แววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่าง ลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบ ที่ 30 วัน ถึง 90 วัน	24
6	ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยของต้นแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่าง ลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบที่ 30 วัน ถึง 90 วัน	25
7	อิทธิพลของความเข้มข้นสาร ระยะเวลาในการแช่สาร และอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นสารและระยะเวลาในการแช่สาร ต่อความกว้างทรงพุ่มของต้นแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่าง ลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบที่ 30 วัน ถึง 90 วัน	26

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
8	จำนวนกิ่งแขนงเฉลี่ยของต้นแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่าง ลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบที่ 30 วัน ถึง 90 วัน	27
9	อิทธิพลของความเข้มข้นสาร ระยะเวลาในการแช่สาร และอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นสารและระยะเวลาในการแช่สาร ต่อจำนวนกิ่งแขนงของต้นแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่าง ลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบ ที่ 30 วัน ถึง90 วัน	28
10	จำนวนต้นซึ่งมีความยาวของเซลล์ปากใบมากกว่าต้นในชุดควบคุม	35
11	ความยาวเซลล์ปากใบของต้นแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน	36
12	ขนาดของละอองเรณูของต้นแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน	38
13	เปอร์เซนต์ละอองเรณูผิดปกติของต้นแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน	41
14	การเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม	42
15	ลักษณะที่น่าสนใจของต้นแววแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* เปรียบเทียบระหว่างต้นปกติ และต้นโพลีพลอยด์	43

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
16	เปอร์เซนต์การรอดชีวิตของต้นแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ตรวจสอบผลหลังปักชำใบแล้ว 30 วัน	45
17	เปอร์เซนต์การรอดชีวิตของต้นแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ตรวจสอบผลหลังปักชำใบแล้ว 60 วัน	46
18	เปอร์เซนต์การรอดชีวิตของต้นแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ตรวจสอบผลหลังปักชำใบแล้ว 90 วัน	46
19	ความสูงเฉลี่ยของต้นแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ตรวจสอบผลหลังปักชำใบ ที่ 30 วัน ถึง 90 วัน	49
20	อิทธิพลของความเข้มข้นสาร ระยะเวลาในการแช่สาร และอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นสารและระยะเวลาในการแช่สาร ต่อความสูงของต้น แววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ตรวจสอบผลหลังปักชำใบ ที่ 30 วัน ถึง 90 วัน	50
21	ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยของต้นแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp.ตรวจสอบผลหลังปักชำใบ ที่ 30 วัน ถึง 90 วัน	51
22	อิทธิพลของความเข้มข้นสาร ระยะเวลาในการแช่สาร และอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นสารและระยะเวลาในการแช่สาร ต่อความกว้างทรงพุ่มของต้นแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ที่ 30 วัน ถึง 90 วัน	52
23	จำนวนกิ่งแขนงเฉลี่ยของต้นแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ตรวจสอบผลหลังปักชำใบ ที่ 30 วัน ถึง 90 วัน	53
24	อิทธิพลของความเข้มข้นสาร ระยะเวลาในการแช่สาร และอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นสารและระยะเวลาในการแช่สาร ต่อจำนวนกิ่งแขนงของแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ตรวจสอบผลหลังปักชำใบที่ 30 วัน ถึง 90 วัน	54
25	จำนวนต้นซึ่งมีความยาวของเซลล์ปากใบมากกว่าต้นในชุดควบคุม	61

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
26	ความยาวเซลล์ปากใบของต้นแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia sp.* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน	62
27	ขนาดของละอองเรณูของต้นแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน	64
28	เปอร์เซนต์ละอองเรณูผิดปกติของต้นแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน	67
29	ลักษณะที่น่าสนใจของต้นแววแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. เปรียบเทียบระหว่างต้นปกติ	68
30	การเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม	69

สารบัญภาพ

ตารางที่		หน้า
1	การเปลี่ยนแปลงลักษณะของดอกแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้า ของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน	30
2	การเปลี่ยนแปลงของขนาดดอกแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน	31
3	การเปลี่ยนแปลงของลักษณะใบแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน	32
4	การเปลี่ยนแปลงลักษณะขนบนใบแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน	33
5	เซลล์ปากใบของต้นแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้า ของ *Torenia concolor* x *Torenia fournieri* ที่ได้รับสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน (400X)	37
6	ขนาดของละอองเรณูของต้นแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* x *Torenia fournieri* ที่ได้รับสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน (400X)	39
7	ลักษณะละอองเรณูของต้นแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* x *Torenia fournieri* ที่ได้รับสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน (100X)	40
8	โครโมโซมของต้นแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* x *Torenia fournieri* ที่ได้รับสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน (1000X)	44

สารบัญภาพ (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

9	การเปลี่ยนแปลงลักษณะของดอกแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp.ตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน	56
10	การเปลี่ยนแปลงของขนาดดอกแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 90 วัน	57
11	การเปลี่ยนแปลงของลักษณะใบแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 90 วัน	58
12	การเปลี่ยนแปลงลักษณะขนบนใบแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน	59
13	เซลล์ปากใบของต้นแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ที่ได้รับสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน (กำลังขยาย 400 เท่า)	63
14	ขนาดของละอองเรณูของต้นแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ที่ได้รับสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซิน ตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว120 วัน (กำลังขยาย400 เท่า)	65
15	ลักษณะละอองเรณูของต้นแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ที่ได้รับสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซิน ตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว120วัน (กำลังขยาย100 เท่า)	66
16	โครโมโซมของต้นแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ที่ได้รับสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน (กำลังขยาย 1000 เท่า)	69

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

CRD	=	Completely Randomized Design
HCl	=	Hydrochloric Acid
KI	=	Potassium Iodide
ppm	=	Parts per million

การชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ในแววมยุราด้วยการใช้โคลชิซินชนิดเม็ด

Polyploid Induction in Torenia using Colchicine Tablets

คำนำ

แววมยุราเป็นไม้ดอกอีกชนิดหนึ่งที่นิยมปลูกในโรงเรือน สวนในบ้าน และจัดสวนในสถานการณ์ต่างๆ เช่น ปลูกประดับแปลง ปลูกเป็นไม้กระถาง หรือ กระเช้า เพื่อใช้แขวนประดับ (hanging baskets) (เอื้อมพร และคณะ, 2540; พรรณเพ็ญ, 2544; Fischer, 2004; Kikuchi *et al.*, 2005) โดยแววมยุรามีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตร้อน และกึ่งเขตร้อนของทวีปเอเชีย จึงทำให้สามารถปลูกและเจริญเติบโตได้ดีในประเทศไทย สามารถขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเมล็ด การปักชำกิ่ง และการปักชำใบได้ ซึ่งข้อดีของการที่สามารถปักชำใบและสามารถงอกเป็นต้นได้นั้น เกิดจากแววมยุราสามารถสร้างยอดจากตาพิเศษที่อยู่บริเวณก้านใบ (adventitious bud) ยอดใหม่ที่เกิดจากตาพิเศษนี้ จะเกิดจากเซลล์อิพิเดอร์มิสเพียงเซลล์เดียว เมื่อมีการเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์โอกาสในการได้พันธุ์กลายทั้งต้น (solid mutant) มีสูง (อรุณี, 2550) แววมยุรามีทั้งชนิดที่เป็นพืชฤดูเดียว (annual plant) และพืชหลายฤดู (perennial plant) สำหรับแววมยุราที่มีอายุหลายฤดูนั้นต่างจากพวกที่มีอายุฤดูเดียว คือ ไม่จำเป็นต้องปลูกใหม่อยู่เสมอภายหลังการออกดอกในแต่ละชุด เช่น *Torenia concolor* แต่อย่างไรก็ตามความหลากหลายทางพันธุกรรมในธรรมชาตินั้นมีไม่เพียงพอต่อการคัดเลือกพันธุ์ และในตลาดปัจจุบันต้องการไม้ดอกที่มีลักษณะต่างๆ มีความหลากหลายทางพันธุกรรมมากยิ่งขึ้น ซึ่งวิธีการเพิ่มโครโมโซมเป็นวิธีการหนึ่ง ที่ช่วยนักผสมพันธุ์ในการปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อแก้ความเป็นหมันของลูกผสมระหว่างชนิด โดยเมื่อได้ต้นที่เป็นเตตราพลอยด์แล้ว สามารถนำไปผสมพันธุ์กับต้นดิพลอยด์ให้ได้จำนวนชุดโครโมโซม 3 ชุดได้พันธุ์ที่เป็นทริพลอยด์ ซึ่งเป็นหมันและมีแนวโน้มออกดอกดก โตเร็ว และแข็งแรง และวิธีการการชักนำให้เกิดการเพิ่มจำนวนโครโมโซมนั้นมักได้ต้นต่างๆที่มีลักษณะผิดไปจากต้นดิพลอยด์ (diploid) อาทิเช่น ส่วนประกอบต่างๆมีขนาดใหญ่ขึ้นดอกและใบมีสีเข้มขึ้น ลำต้นเตี้ย ข้อ และปล้องสั้น เป็นต้น โดยสารที่นิยมใช้ส่วนใหญ่คือสารโคลชิซิน แต่เนื่องจากสารโคลชิซีนบริสุทธิ์มีพิษคล้ายสารหนู ก่ออันตรายได้ด้วยการสัมผัส ถ้าเข้าตาจะทำให้เกิดการอักเสบอย่างรุนแรง และตาบอดชั่วคราว หากรับประทานเข้าไปจะเป็นพิษรุนแรงกับระบบทางเดินอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณกระเพาะ และลำไส้ ถ้าหากได้รับสารในปริมาณมากๆ อาจถึงตายได้ (วิมล, 2527) นอกจากนี้สารโคลชิซิน บริสุทธิ์อาจเป็นอันตรายจากการสัมผัสหรือสูดดมในขั้นตอนการเตรียมสารละลาย และการสั่งซื้อสารโคลชิซินค่อนข้างลำบาก เนื่องจากไม่ได้มีวางขายโดยทั่วไปใน

ท้องตลาด จึงทำให้เกิดแนวความคิดในการปรับปรุงพันธุ์แววมยุราด้วยการเพิ่มจำนวนโครโมโซม โดยใช้ยาเม็ดรักษาโรคเก๊าท์ยี่ห้อโคลชิซิน ซึ่งเป็นตัวยานำเข้าจากต่างประเทศ ที่สามารถซื้อได้ตามร้านขายยาทั่วไป ประกอบด้วยส่วนผสมของโคลชิซิน 0.6 มิลลิกรัม ต่อ1 เม็ด โดยในการเลือกใช้ยาเม็ดซึ่งมีส่วนผสมของโคลชิซินในการทดลอง เนื่องจากมีความสะดวก และปลอดภัยในขั้นตอนการเตรียมสารละลายมากยิ่งขึ้นซึ่งการเตรียมสารละลายโคลชิซินจากสารโคลชิซินบริสุทธิ์นั้นต้องมีการชั่งตวงสาร และมีลักษณะเป็นผง อาจเกิดการฟุ้งกระจายเป็นอันตรายต่อผู้วิจัย แต่การใช้สารโคลชิซินจากเม็ดยาสามารถใช้ได้สะดวก และอยู่ในรูปเม็ดจึงไม่เกิดการฟุ้งกระจายและเป็นอันตรายจากการสัมผัส ซึ่งการเลือกใช้วิธีการดังกล่าวถือเป็นทางเลือกที่ดีวิธีการหนึ่งในการปรับปรุงพันธุ์แววมยุรา ให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงระยะเวลาและความเข้มข้นของสารละลายที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดต้นโพลีพลอยด์ในแววมยุรา

2. เพื่อศึกษาถึงผลของสารละลายโคลชิซินจากยาเม็ดรักษาโรคเก๊าท์ต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมของแววมยุรา

การตรวจเอกสาร

พืชในสกุลแววมยุราอยู่ในวงศ์ Scrophulariaceae ซึ่งเป็นที่รู้จักทั่วไป คือ Figwort Family อยู่ใน Genus Torenia มีชื่อสามัญว่า Torenia, Wishbone และ Blue Wings ชื่อสามัญ Wishbone ได้มาจากการที่เกสรตัวผู้มีรูปร่างเหมือนกระดูกหน้าอกของไก่ ซึ่งคนมักนิยมเชื่อว่าจะนำโชคมาให้ (Michigan State University, 2006; The Old House Web, 2006; University of Arkansas, 2006) ส่วน Torenia ถูกตั้งเป็นชื่อหลังจากที่ Olof Toren นักบวชชายชาวสวีเดนเดินทางไปประเทศจีนในยุคกลางของศตวรรษที่ 18 หรืออาจกล่าวได้ว่า Torenia เป็นชื่อที่ตั้งให้เป็นเกียรติแก่ Olof Toren (Australian Government, 2006)

Yamazaki (1985) รายงานว่าพืชในสกุล Torenia มีทั้งหมด 50 ชนิด (species) ซึ่ง 19 ชนิด มาจากประเทศไทย ในรายงานอื่นได้กล่าวไว้ว่าพืชในสกุล Torenia มีอยู่ 40 ชนิด (Fischer, 2004; Spencer, 2006)

โดยส่วนใหญ่ Torenia แทบทุกชนิดมีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตร้อน และกึ่งเขตร้อนของทวีปเอเชีย ทวีปแอฟริกา และเกาะมาดากัสการ์ (Fischer, 2004)

แววมยุรามี 2 ชนิด คือ ชนิดเป็นพืชฤดูเดียว (annual) เช่น *Torenia fournieri* ดอกมีสีแดง สีชมพู สีม่วงเข้ม สีม่วงอ่อน โคนกลีบสีขาวกลีบล่างอาจมีแต้มสีเหลือง และ *Torenia flava* ดอกมีสีเหลืองโคนกลีบสีม่วง*Torenia violacea* (Azaola ex Blanco) Pennell ดอกสีขาวมีส่วนที่เป็นสีม่วงเข้มที่พูด้านข้าง พบตามทุ่งหญ้าชื้น ตามพื้นทราย หรือน้ำแฉะ เช่น บนภูกระดึง ภูหลวง ภูเมี่ยง ชนิดเป็นพืชหลายฤดู (perennial) เช่น *Torenia concolor* (เอื้อมพร และคณะ, 2540; ธัญญะ, 2545; Yamazaki, 1985; Boufford *et al.*, 1998)

แววมยุรา (*Torenia concolor*) มีถิ่นกำเนิดและกระจายพันธุ์อยู่ที่ประเทศลาว, ประเทศเวียดนาม และประเทศจีนตอนใต้ มีชื่อสามัญว่า Torenia และ Wishbone (Yamazaki, 1985; Tanimoto and Harada, 1990; Harvard University 2006) เป็นพืชล้มลุกมีอายุหลายฤดู (perennial) เลื้อยเกือบติดพื้นดิน (creeping) ต้นสูง 15-30 เซนติเมตร ลำต้นผอมบางแตกกิ่งก้านมาก ยาว 30-80 เซนติเมตร ลำต้นเป็นสี่เหลี่ยม เมื่ออายุน้อยมีขนสั้นๆปกคลุมอย่างเบาบาง (pubescent) เมื่อโตขึ้นจะมีผิวเรียบ (glabrous) ยกเว้นบริเวณข้อ ใบเป็นใบเดี่ยวมีการจัดเรียงใบแบบตรงกันข้าม (opposite) แผ่นใบมีลักษณะอ่อนบาง และค่อนข้างโปร่งแสง แต่ไม่เปราะ (membranaceous) ก้านใบยาว 5-10 มิลลิเมตร

มีผิวเรียบ หรือ มีขนสั้นๆปกคลุม (glabrous or pubescent) แผ่นใบรูปไข่ (ovate) ถึง รูปสามเหลี่ยมแกมรูปไข่ (triangular-ovate) ใบยาว 2-5 เซนติเมตร ใบกว้าง 0.8-2.5 เซนติเมตร ปลายใบแหลม (acute) ถึง ปลายใบเรียวแหลม (acuminate) โคนใบรูปหัวใจ (cordate) ถึง โคนใบตัดตรง (truncate) ขอบใบหยัก (crenate) ถึง ขอบใบจักฟันเลื่อย (serrate) ผิวใบมีขนสั้นๆปกคลุมอย่างหลวมๆ ออกดอกเดือนมีนาคม ถึง เดือนพฤศจิกายน ดอกเดี่ยว ออกดอกที่ปลายยอด (terminal) และออกดอกตามซอกใบระหว่างก้านใบกับกิ่ง (axillary) หรือ ออกดอกคล้ายช่อซี่ร่ม (subumbel) ที่ปลายยอด ก้านดอกยาว 1.5-5.5 เซนติเมตร มีผิวเรียบ หรือ มีขนสั้นๆปกคลุมอย่างเบาบาง กลีบเลี้ยงเป็นรูปหลอด (tubular) ยาว 1.5-2 เซนติเมตร มี 5 สัน มีแผ่นปีกแคบๆบนสัน มีผิวเรียบ หรือ มีขนสั้นๆปกคลุมอย่างเบาบาง มี 2 กลีบ กลีบรูปวงรี (oblong) ถึงรูปร่างแบบรูปหอก (lanceolate) ปลายเรียวแหลม ยาว 7-9 มิลลิเมตร กลีบดอกเป็นรูปปากเปิด (bilabiate) สีม่วงออกสีฟ้าเข้มๆ สีม่วงอ่อน และสีขาว ยาว 3-4 เซนติเมตร กลีบบน (upper lip) รูปวงกลม (orbiculate) ยาว 10 มิลลิเมตร กลีบล่าง (lower lip) เป็นกลีบลึก 3 กลีบ กลีบรูปวงกลม ยาว 10 มิลลิเมตร มีเกสรตัวผู้ (stamen) 4 อัน ชนิดมี 2 คู่ ยาวไม่เท่ากัน สั้น 2 อัน ยาว 2 อัน (didynamous) คู่ที่อยู่ข้างหลัง (posterior pair) จะสั้นกว่า ยาว 4 มิลลิเมตร คู่ที่อยู่ข้างหน้า (anterior pair) ยาว 10 มิลลิเมตร ก้านชูอับเรณู (filament) จะเกิดขึ้นมาก่อนจากแกนระยางค์สายเล็กๆใกล้ฐาน ยาว 2 มิลลิเมตร อับเรณู (anther) เกาะติดเป็นคู่ และเรณูจะหลุดร่วงโดยการผลักดันแล้วทำให้เกิดการแยกออก รังไข่เป็นรูปวงรี รูปไข่ และมีขนอ่อนละเอียดสั้นๆที่ส่วนบน ก้านเกสรเพศเมียมีลักษณะเป็นเส้น และยอดเกสรเพศเมียเป็นแผ่นบางๆ 2 แผ่น ผลแห้งแตก (capsule) รูปแถบ (linear) ถึง รูปวงรี (oblong) ยาว 10-14 มิลลิเมตร กว้าง 2.5 มิลลิเมตร ผลจะถูกล้อมรอบโดยกลีบเลี้ยงที่ฝังติดแน่น และไม่ร่วงโรย เมล็ดมีขนาดเล็ก ยาว 0.5 มิลลิเมตร และกว้าง 0.3 มิลลิเมตร มีจำนวนมากมาย รูปทรงกระบอกสั้นๆ (cylindrical) หรือ รูปกลมรี (ellipsoidal) สีน้ำตาล มีบางเมล็ดที่เป็นหลุม (pitted hollows) หรือ มีสันตามยาว(scrobiculate) (Yamazaki, 1955; Boufford *et al.*, 1998; Miyazaki, 2001; Fischer, 2004)

การใช้ประโยชน์

นิยมปลูกในโรงเรือน สวนในบ้าน และจัดสวนในสถานการณ์ต่างๆ เช่น ปลูกประดับแปลง ปลูกเป็นไม้กระถาง ปลูกในสวนหย่อมเป็นไม้หน้าขอบแปลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ร่มเงาที่มีแสงรำไร สามารถปลูกริมถนน ริมทางเดิน รอบๆที่อยู่อาศัย และเป็นที่นิยมแพร่หลายในการปลูกในกระถาง หรือ กระเช้า เพื่อใช้แขวนประดับ (hanging baskets) หรือ ปลูกเป็นไม้เถาเลื้อยบริเวณลานบ้าน อาจปลูกเป็นไม้คลุมดิน ปลูกตามซอกหิน โขดหิน สวนหิน หรือ สวนภูเขา (เอื้อมพร และคณะ, 2540; พรรณเพ็ญ, 2544; Fischer, 2004; Kikuchi *et al.*, 2005)

จำนวนโครโมโซมของแววมยุรา

มีความแตกต่างกันในแต่ละชนิดซึ่งเท่าที่มีรายงาน คือ *Torenia fournieri* มีจำนวนโครโมโซม n = 9 *Torenia bailonii* มีจำนวนโครโมโซม n = 8 (Kikuchi *et al.,* 2007)

การสร้างพืชโพลีพลอยด์

การชักนำให้เกิด polyploidy ในพืชถือได้ว่าเป็นการชักนำให้เกิด chromosome mutation ซึ่งเป็นประโยชน์ทั้งในด้านการปรับปรุงพันธุ์และเพื่อศึกษาการพัฒนาส่วนต่างๆของพืชจากชั้นของเซลล์ meristem (อดิศร, 2539)

โพลีพลอยดี (polyploidy) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่มีจำนวนโครโมโซมมากกว่า 2 ชุดขึ้นไป ปกติเซลล์ร่างกายของสิ่งที่มีชีวิตทั้งหลายถูกกำหนดให้มีโครโมโซมเป็น 2n และ 2n = 2x นั่นคือเซลล์ร่างกายของสิ่งที่มีชีวิตปกติจะมีจำนวนโครโมโซมเป็น 2 ชุด โดย x คือชุดหนึ่งของโครโมโซมพื้นฐาน หรือชุดของจีโนม (genome) แสดงว่าเซลล์ของร่างกายมีจีโนม 2 ชุด และในการเกิดโพลีพลอยด์ (polyploid) นั้น จะมีหลายระดับด้วยกัน

โพลีพลอยดี (polyploidy) มีความสำคัญมากในพืชเพราะพบว่า ในวิวัฒนาการของพืชตั้งแต่ระยะต้น ๆ ก็พบพืชที่เป็นโพลีพลอยด์ (polyploid) แล้ว ดังนั้นจะพบว่าพืชส่วนใหญ่ใน Angiosperm เป็นโพลีพลอยด์ (polyploid) ในพืชใบเลี้ยงคู่เป็นโพลีพลอยด์ (polyploid) 43% หรือประมาณ 12,000 ชนิด (species) ในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวพบ 58% หรือประมาณ 5,000 ชนิด อาจจะกล่าวโดยรวมได้ว่า พืชใน Angiosperm มีที่เป็นโพลีพลอยด์ (polyploid) อยู่ 47% พืชสกุลต่าง ๆที่เป็น โพลีพลอยด์ (polyploid)มากอยู่ในตระกูล Polygonaceae, Crassuladeae, Rosaceae, Malvaceae, Araliaceae, Gramineae Iridaceae และ Musaceae ในไม้ยืนต้น (perennial plant) ไม่ว่าจะเป็นไม้พุ่ม หรือไม้ยืนต้นมีโอกาสเกิดโพลีพลอยด์สูงกว่าพืชล้มลุก (annual plant) ในพืชพวก Gymnosperm โดยเฉพาะพวกปรง (Cycad) และแปะก๊วย (Ginko) ไม่พบโพลีพลอยด์ (polyploid) เลย แต่พบในสน Pseudolarix amabilis, Sequoia semipervirens, Juniperus chinensis var Pfitzeraena และบางชนิดใน Podocarpus นอกจากนี้ยังพบมากใน Gnetales

ใน Bryophyte พบมากในมอส (moss) พบทั้งที่เกิดในธรรมชาติและที่มนุษย์ได้ทำขึ้น ส่วนใหญ่มักพบในพืชที่มีท่อน้ำท่ออาหาร ใน Thallophyte มีพบในสาหร่ายหลายสกุล เช่น Clodohora

Chara และ Lomentaria ในเชื้อรา (fungi) ไม่มีโพลีพลอยดี (polyploidy) ในราเลย สำหรับในสัตว์ ไม่พบว่าสัตว์เป็นโพลีพลอยด์ (polyploid) เพราะสัตว์ไม่สามารถทำหน้าที่ได้อย่างปกติ แม้จะมีการเพิ่มหรือลดจำนวนโครโมโซมลงเพียง 1 หรือ 2 ก็ตาม

ชนิดของโพลีพลอยดี

โพลีพลอยดี (polyploidy) แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มด้วยกันจากต้นกำเนิดว่าเกิดจากพืชในชนิดเดียวกัน หรือลูกผสมชนิดเดียวกันหรือต่างชนิด ต่างสกุลกัน

1. ออโตโพลีพลอยดี (autopolyploidy) คือกลุ่มของสิ่งที่มีชีวิตที่เกิดจากสิ่งที่มีชีวิตชนิดเดียวกัน จึงมีชุดของโครโมโซมที่มีจีโนมเดียวกัน ดังเช่นในกล้วยหอม ซึ่งเป็นทริพพลอยด์ (triploid) มีชุดของจีโนมเป็น AAA เกิดจากกล้วยป่าที่มีจีโนมเป็น AA เป็นต้น พืชที่เป็น ออโตโพลีพลอยด์นอกจากกล้วยแล้วยังมี มะเขือเทศ ข้าวโพด ลำโพง กาแฟ ถั่วลิสง และมอส เป็นต้น

2. อัลโลโพลีพลอยดี (allopolyploidy) คือกลุ่มของสิ่งที่มีชีวิตที่มีโครโมโซมหลายชุดและเกิดจากลูกผสมระหว่างชนิด หรือระหว่างสกุลกัน จึงทำให้มีจีโนมต่างกัน ดังเช่นกล้วยน้ำว้า เป็นทริพพลอยด์ (triploid) มีชุดของโครโมโซมหรือจีโนมเป็น ABB เพราะเกิดจากกล้วยป่าที่มีจีโนม AA และกล้วยป่าตานีที่มีจีโนมเป็น BB นอกจากนี้ยังมียาสูบ มันฝรั่ง และกาแฟ เป็นต้น

วิธีการทำให้เกิดโพลีพลอยดี

1. การเกิดตามธรรมชาติ ปรากฏการณ์ธรรมชาติ เช่น ฟ้าร้อง ฟ้าผ่า พายุ สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจำนวนและรูปร่างของโครโมโซมได้ ซึ่งพบว่ามีพืชโพลีพลอยด์ใน Angiosperm มาตั้งแต่โบราณกาล โพลีพลอยดี (polyploid) ที่พบมีทั้งออโตโพลีพลอยด์ (autopolyploid) และอัลโลโพลีพลอยด์ ดังเช่น กล้วยหอม AAA เกิดมาจากกล้วยป่าที่มีพื้นที่แถบมาเลเซีย กล้วยเหล่านี้มีบรรพบุรุษมาจากกล้วยป่า *Musa acuminata* Colla ซึ่งมีจีโนม AA ส่วนกล้วยที่เป็นอัลโลโพลีพลอยด์ (allopolyploid) ดังเช่น กล้วยกล้าย (AAB) กล้วยน้ำว้า (ABB) กล้วยหักมุก (ABB) กล้วยเทพรส (ABBB) เป็นต้น

2. การสร้างขึ้นของมนุษย์สามารถทำให้สิ่งที่มีชีวิตมีจำนวนโครโมโซมได้หลายชุดด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

2.1 การใช้ความร้อนสูงอย่างรวดเร็ว ส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นได้กับพืชที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย

2.2 การใช้รังสี สามารถทำให้เกิดการกลายพันธุ์ในสิ่งที่มีชีวิตได้ ซึ่งบางครั้งอาจเกิดโพลีพลอยดี (polyploid) ได้เช่นกัน

2.3 การใช้สารเคมี เป็นวิธีที่ใช้กันมาก สารเคมีทำให้เกิดโพลีพลอยด์ (polyploid) สารเคมีที่นิยมใช้กันมากได้แก่ โคลชิซิน (colchicine) นอกจากนี้ยัง มีไนตรัสออกไซด์ (nitrous oxide) Oryzalin Amiprophos methyl และ Podophylin วิธีการใช้สารเคมี

2.3.1 การแช่เมล็ด ทำการแช่เมล็ดลงในสารละลายที่มีความเข้มข้นและระยะเวลาที่พอเหมาะ ล้างน้ำ แล้วนำไปเพาะ

2.3.2 ใช้กับต้นพืชโดยตรง ต้นพืชที่ใช้ ใช้ได้ตั้งแต่ต้นกล้า หมายถึง ต้นเล็กที่เกิดจากการเพาะเมล็ด หรือที่กิ่ง หรือส่วนที่กำลังเจริญ มีจุดเจริญ เช่น ปลายยอด หยดสารละลายที่มีความเข้มข้นที่พอเหมาะลงที่ยอดที่มีใบอ่อนอยู่ประมาณ 2-3ใบ แต่สารละลายนั้นอาจจะไหลลงไปได้ จึงควรผสมกับ น้ำยาจับใบด้วย และถ้าจะให้ดีควรนำสำลีปั้นเป็นก้อนขนาดเล็ก ๆ วางที่จุดที่จะหยดสารละลาย แล้วหยดสารละลายบนสำลี ให้สารละลายค่อย ๆ ซึมผ่านสำลีลงไปที่ยอด

2.3.3 ใช้กับต้นอ่อนของพืชในสภาพปลอดเชื้อ หรือในสภาพการเลี้ยงเนื้อเยื่อ ให้นำต้นอ่อนของพืชตัดส่วนปลายออก นำมาแช่ในสารละลาย ซึ่งอยู่ในสภาพปลอดเชื้อ ระยะเวลาในการแช่จะต้องทำการศึกษาก่อนเพื่อให้ได้ เวลา ที่พอเหมาะ แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นในตู้ที่ปลอดเชื้อ แล้วนำไปเลี้ยงในอาหารสูตรเดิมต่อไป การที่พืชจะเกิดเป็นโพลีพลอยด์หรือไม่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น ระยะเวลา หรือความถี่ในการให้สารเคมีนั้น ๆ

ผลของโพลีพลอยดี

ปกติการเกิดโพลีพลอยดีในธรรมชาติมักเกิดร่วมกับการเกิดการผสมพันธุ์ระหว่าง ชนิด สายพันธุ์ หรืออาจจะต่างสกุล ดังนั้นรูปร่างจึงขึ้นอยู่กับ genotype ของบรรพบุรุษ การเกิดโพลีพลอยดี (polyploidy) อาจจะมีทั้งสิ่งที่ดีและไม่ดีก็ได้ ดังนี้

1. เพิ่มขนาดของเซลล์เนื้อเยื่อเจริญ เซลล์มีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้อวัยวะหรือส่วนต่าง ๆ ของพืชมีขนาดใหญ่ขึ้นด้วย ดังเช่นขนาดของใบ สำหรับเซลที่ใช้วัดได้อย่างชัดเจนได้แก่ขนาดของ guard cell ของปากใบ (stomata) ซึ่งจะเป็นตัวชี้ได้ว่าพืชนั้น ๆ เป็นโพลีพลอยด์ (polyploid) หรือไม่ นอกจากนี้ขนาดของ pollen ก็สามารถชี้ชัดได้เช่นกัน

2. มีการเปลี่ยนแปลงอัตราการเจริญเติบโต ปกติแล้วอัตราการเจริญของออโตโพลีพลอยดี (autopolyploidy) จะช้ากว่าดิพลอยด์ (diploid) จึงทำให้การเกิดดอกเกิดช้า การแตกกิ่งก้านน้อยลง บางครั้งผลมีขนาดเล็กลง กิ่งก้านและการแตกหน่อลดลง ดังเช่นกล้วยเบพ ซึ่งเกิดจากการใช้สาร oryzalin พบว่าต้นมีขนาดเตี้ยลงมาก มีการเกิดใบช้า ไม่ค่อยมีการแตกหน่อ

3. รูปร่างของอวัยวะต่าง ๆของพืช เนื่องจากพืชมีการเพิ่มขนาดของเซลล์ มีการเจริญเติบโตที่ช้า อาจทำให้รูปร่างเปลี่ยนแปลง ใบมีความหนามากขึ้น กว้างขึ้น เช่นในกล้วยเบพ ตำลึง ผักบุ้ง ข้าวโพด บางชนิดการเกิดลักษณะเหล่านี้ทำให้พืชมีความแข็งแรงขึ้น แต่ในพืชบางชนิดอาจลดลง เช่น ในต้นกล้วย ต้นที่เป็นโพลีพลอยด์มีความแข็งแรงขึ้น ดังเช่น กล้วยหอมซึ่งเป็นโพลีพลอยด์ (polyploid) จะแข็งแรงกว่ากล้วยไข่และกล้วยเล็บมือนางซึ่ง เป็นดิพลอยด์ แต่ใบกล้วยหอมมีโอกาสฉีกขาดมากกว่ากล้วยไข่

4. จำนวน pollen น้อยลง เกิดความเป็นหมันมากขึ้นทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย ดังนั้นต้นที่เป็นโพลีพลอยด์จึงมักจะเป็นหมัน เช่น แตงโม กล้วย

5. เกิดการผสมกันเองภายในชนิดเดียวกันไม่ได้ (self-incompatible) ถ้าหากต้นโพลีพลอยดีนั้นเกิดจากพ่อแม่ที่เป็นหมัน ผสมตัวเองไม่ได้ ลูกที่เป็นโพลีพลอยด์จะมีโอกาสเป็นสูงขึ้น หรือเรียกว่าเกิดสิ่งกีดขวางของยีน (genetic barrier) ในพวกที่เป็นออโตโพลีพลอยด์ ที่ไม่สามารถผสมกันเองได้ ทั้งนี้เนื่องจากมีการแบ่งเซลล์ไม่ปกติ ทำให้เกิดการเป็นหมันสูง เช่น คะน้า ผักกาดหัว พิทูเนีย หอม (เบญจมาศ, 2545)

เทคนิคที่ใช้สารโคลชิซินชักนำให้มีการเพิ่มจำนวนชุดของในพืชเริ่มมีมาตั้งแต่ปีค.ศ. 1937 ผลที่ได้นับเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีในการนำสารโคลชิซินมาใช้กับพืช ซึ่งพบว่าสามารถให้สารนี้แก่พืชผ่านทางวิธีการต่าง ๆ ดังนี้ คือ ให้กับเมล็ด ให้กับต้นอ่อน และให้กับต้นพืชที่อยู่ในระยะเติบโตที่พ้นจากระยะต้นอ่อนไปแล้ว (ชบา และกันยารัตน์, 2527)

สารโคลชิซิน (Colchicine) เป็นสารประกอบประเภทอัลคาลอยด์ ที่สกัดจากเมล็ดและส่วนหัวของพืชพวก *Colcicam autumnale* L. ซึ่งอยู่ในวงศ์ Liliaceae และอาจพบในสกุลอื่นของพืชวงศ์นี้ เช่น พบในหัวดองดึง *Gloriosa superba* L. สารโคลชิซินมีลักษณะเป็นสีเหลืองอ่อน ซึ่งสีจะเข้มขึ้น เมื่อถูกแสง ละลายได้ดีในแอลกอฮอล์และคลอโรฟอร์ม มีประโยชน์ในทางการแพทย์โดยใช้บำบัดโรคเท้าบวม ปวดตามข้อ (gout) การใช้สารโคลชิซินนั้นมีผลทำให้เกิดการเพิ่มจำนวนชุดของโครโมโซม โดยสารโคลชิซินไปยับยั้งการสร้าง spindle fiber ทำให้โครโมโซมไม่ถูกดึงแยกไปคนละขั้วของเซลล์ในระยะ anaphase ดังนั้นเมื่อสิ้นสุดการแบ่งเซลล์จึงได้โครโมโซมเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า จากคุณสมบัตินี้โคลชิซินจึงถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช โดยการชักนำให้เกิดการเพิ่มจำนวนชุดโครโมโซม (Polyploidy Induction) (เอกรินทร์, 2525) การใช้สารโคลชิซินเพื่อเพิ่มจำนวนชุดโครโมโซมนั้นเริ่มมีการนำมาใช้ราวปี 1937-1938 นับเป็นจุดเริ่มต้นของการใช้สารโคลชิซินชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ในพืชและสัตว์ในเวลาต่อมา (เสริมศิริ, 2532 อ้างถึง Derman, 1938) สารโคลชิซินควรใช้กับพืชที่กำลังเจริญเติบโต ซึ่งมีอัตราการแบ่งเซลล์สูง โดยอาจแช่เมล็ดในสารละลาย หยดสารละลายที่ยอดต้นกล้าหรือจุ่มเนื้อเยื่อในสารละลายแล้วนำไปเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็นต้น (วิบูลย์, 2536)

แม้ว่าสารโคลชิซินจะมีผลที่น่าพอใจในกระบวนการในการปรับปรุงพันธุ์พืชแต่ก็ยังมีผลกระทบต่อผู้วิจัย โดยสารโคลชิซินจัดอยู่ในพวก teratogen (สารที่ทำให้เกิดการบกพร่องของพัฒนาการของทารกในครรภ์) และอาจเป็นสารพิษ (carcinogen) โดยสารโคลชิซินบริสุทธิ์เพียง 3 มิลลิกรัมก่อให้เกิดการตายได้ และมีการทดลองในสัตว์ทดลองคือหนู การใช้สารโคลชิซินในปริมาณเพียง 0.125 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักตัว ก่อให้เกิดอัตราการรอดชีวิตที่50 % (LD_{50}) (Barry, 2000) ซึ่งนับได้ว่าโคลชิซินเป็นสารที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์อย่างมากต่อการสัมผัส และดูดซึมเข้าสู่ทางผิวหนัง ทั้งในรูปผง และสารละลาย ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องมีความระมัดระวังเก็บอยู่ในที่ปลอดภัย

การตรวจหาลักษณะพืชที่ถูกชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ (polyploidy) วิธีที่ดีที่สุด คือการตรวจนับจากจำนวนโครโมโซม ซึ่งมักจะนิยมใช้กันเป็นวิธีสุดท้าย กับพืชที่เชื่อว่าเป็นโพลีพลอยด์ (polyploidy) ทั้งนี้เพราะเป็นวิธีที่ต้องใช้เวลามาก สำหรับเกณฑ์แรกๆ ที่ใช้คือการสังเกตลักษณะต่างๆ ได้แก่ รูปร่าง และขนาดของส่วนต่างๆ ของพืช เช่น ใบ ดอก ผล และเมล็ด ซึ่งพอจะช่วยแยกพืชได้เป็น 2 กลุ่ม คือพวกที่ตอบสนองต่อสารโคลชิซิน กับพวกที่ไม่ตอบสนองต่อสารโคลชิซิน หรือการวัดขนาดของปากใบ ตลอดจนขนาดของละอองเกสร ซึ่งจะมีขนาดใหญ่กว่าต้นปกติ (วิมล, 2527)

ตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โดยส่วนใหญ่มีรายงานการวิจัยที่ใช้สารโคลชิซินบริสุทธิ์ในการเหนี่ยวนำให้เกิดการเพิ่มจำนวนโครโมโซม แต่จากรายงานการวิจัยของ (Harrington, 2000) ได้พยายามศึกษาและหาแนวทางในการเพิ่มจำนวนโครโมโซมโดยใช้ยารักษาโรคเก๊าท์ในเบญจมาศ ซึ่งมีส่วนผสมของตัวยาโคลชิซิน 0.5 มิลลิกรัมต่อเม็ด ซึ่งมีราคาไม่แพงและวิธีในการเตรียมไม่ยุ่งยากและรวดเร็ว ทำการทดลองหาระยะเวลาและความเข้มข้นที่เหมาะสม โดยชิ้นส่วนของพืชที่นำมาใช้คือต้นอ่อนในสภาพเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ จุ่มลงในสารละลายโคลชิซิน ความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 0.5 มิลลิกรัมต่อน้ำ 50 100 และ 150 มิลลิลิตร และใช้เวลาในการให้สารละลาย คือ 12 24 และ 48 ชั่วโมง ผลการทดลองยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด แต่ถ้ากระบวนการนี้สำเร็จจะทำให้ลำต้นมีความหนามากยิ่งขึ้น ใบมีสีเขียวเข้มขึ้น ดอกเกิดการเปลี่ยนแปลง มีการเพิ่มจำนวนชุดโครโมโซม เป็นการสร้างพืชสายพันธุ์ใหม่ และเป็นวิธีการ ปรับปรุงพันธุ์ใหม่ที่เป็นไปได้ ซึ่งสารโคลชิซินนั้นสามารถนำมาใช้ได้กับทุกส่วนของพืช โดยลองใช้ส่วนของตาหรือรากโดยพันรอบด้วย sphagnum moss หรือ สำลีเพื่อรักษาความชื้น และนำไปแขวนลอยในสารละลายโคลชิซิน ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆและตามระยะเวลาที่เหมาะสม เพื่อดูปฏิกิริยาตอบสนองของพืช โดยหลีกเลี่ยงการได้รับแสงแดดโดยตรงเพราะอาจมีผลกระทบต่อพืช

การศึกษาการใช้สารโคลชิซินในการเหนี่ยวนำให้เกิดการเพิ่มจำนวนชุดของโครโมโซมในแววมยุรา (*Torenia fournieri*) โดยใช้ความเข้มข้น 0.05, 0.10, 0.20% เป็นเวลา 10 ชั่วโมง ชิ้นส่วนของพืชที่นำมาทรีทโคลชิซิน คือต้นอ่อนที่ได้จากการเจริญเติบโตของเมล็ด มีใบเลี้ยง 4-6 ใบ ได้ต้นที่มีลักษณะที่มีลักษณะโครโมโซมเป็นเตตราพลอยด์ (tetraploid) ขนาดของเซลล์ใหญ่ขึ้น อาทิเช่น ขนาดของดอก ขนาดของใบ เป็นต้นซึ่งเป็นการพัฒนาสายพันธุ์แววมยุราให้มีลักษณะที่ดียิ่งขึ้น (Tandon and Bhutani, 1965)

การศึกษาผลของ colchicine ต่อการกลายพันธุ์ของแกลดิโอลัสในสภาพปลอดเชื้อ โดยใช้ความเข้มข้น 0 50 100 และ 200 ppm นาน 6 12 24 และ 36 ชั่วโมง พบว่าความเข้มข้นของ colchicine มีผลต่อน้ำหนัก ขนาดแคลลัส ความสูงต้น ความหนาใบ เมื่อศึกษาจำนวนโครโมโซมจากปลายราก พบว่าจำนวนโครโมโซมไม่มีการเปลี่ยนแปลง (2n= 46) (ทิวา, 2533)

วิชชุตา (2537) ได้ทำการเพาะเลี้ยงส่วนข้อและแคลลัสของหน้าววัวในสภาพปลอดเชื้อและนำไปแช่สารละลายโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้น 0.01, 0.05 และ 0.1 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอัตราการรอดชีวิต การเกิดยอดใหม่และความสูงมีแนวโน้มลดลง เมื่อความเข้มข้นของโคลชิซินเพิ่มขึ้นการใช้

โคลชิซิน ความเข้มข้น 0.01 เปอร์เซ็นต์ ทำให้อัตราการเกิดยอดใหม่จากแคลลัสสูงขึ้น ผลของโคลชิซินทำให้เกิดลักษณะใบด่าง ความยาวของปากใบเพิ่มขึ้น และจำนวนโครโมโซมไม่เปลี่ยนแปลง

Lu and Bridgen (1997) ได้แช่ปลายยอดต้นลูกผสมของ *Alstroemeria* ซึ่งไม่สามารถติดเมล็ดได้โดยการแช่ปลายยอดที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อในสารละลายโคลชิซีนเข้มข้น 0.2-0.6 % นาน 6-24 ชั่วโมง พบว่าได้ต้นที่มีจำนวนโครโมโซม 4 ชุดถึง 41 % ซึ่งต้นที่มีลักษณะเป็น tetraploid นี้สามารถคงลักษณะได้มากกว่า 87.5 % ภายหลังการปลูกเลี้ยงเป็นระยะเวลา 1 ปี แต่ต้นที่ได้ยังคงลักษณะความเป็นหมันเหมือนเดิม

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. พืชทดลองแววมยุรา

1.1 แววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ดอกมีสีม่วงอ่อน มีกลีบสีม่วงเข้มที่พูทั้ง 2 ข้าง กลีบล่างมีแต้มสีเหลือง ดอกดก ออกดอกตลอดทั้งปี ซึ่งต้นในกลุ่มชุดควบคุมนั้นพบลักษณะยังไม่คงตัว พบว่ามีกระจายตัวของลักษณะดอกอยู่บ้าง

1.2 แววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp.
ดอกมีสีม่วง มีกลีบสีมีม่วงเข้มที่พูทั้ง 2 ข้าง กลีบล่างมีแต้มสีเหลืองเข้ม ดอกดก ออกดอกตลอดทั้งปี ใบเรียวสีเขียวเข้ม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเตรียมความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซิน
ได้แก่ บีกเกอร์ ปิเปตต์ ไมโครปิเปตต์ ขวดแก้วพร้อมฝาปิด เครื่องชั่งสาร กระดาษชั่งสาร ถุงมือ เป็นต้น

3. จานแก้ว กรรไกร ปากคีบ

4. อุปกรณ์สำหรับศึกษาปากใบและโครโมโซม ได้แก่ จานแก้ว กรรไกร ปากคีบ ยาทาเล็บ กล้องจุลทรรศน์ กระจกสไลด์ สีย้อม ฯลฯ

5. สารเคมี

5.1 ยาเม็ด ยี่ห้อ colchicine สามารถซื้อได้ตามร้านขายยาทั่วไป (ประกอบด้วยส่วนผสมของโคลชิซิน 0.6 มิลลิกรัม ต่อ 1 เม็ด ซึ่งตัวยานำเข้าจากประเทศสวิตเซอร์แลนด์)

5.2 สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการตรวจสอบโครโมโซม ได้แก่

- สารเคมีที่ใช้ในการ pretreatement คือ 8-hydroxyquinoline
- สารเคมีที่ใช้ในการตรึงเซลล์ เช่น Carnoy's solution I ซึ่งประกอบด้วย Glacial

acetic acid 1 ส่วน และ Ethanol 95 เปอร์เซ็นต์ 3 ส่วน

- สารเคมีที่ใช้ในการย้อมโครโมโซม คือ Carbol fuchsin
- สารเคมีที่ใช้ในการย้อมอับละอองเรณู คือ KI

6. วัสดุที่ใช้ในการปลูกพืช
   - วัสดุปักชำ คือ ทราย:ถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1
   - วัสดุปลูก คือ ทราย ถ่านแกลบ ขุยมะพร้าว กาบมะพร้าวสับหยาบ ปุ๋ยคอก อัตราส่วน 1:1:1:1:1
   - ถาดหลุม (ขนาด 72 หลุม)
   - กระถางขนาด 3 นิ้วและ 6 นิ้ว
   - ปุ๋ยเม็ดละลายช้าสูตรเสมอ 14-14-14 (อัตรา 5 กรัมต่อกระถาง)
   - ปุ๋ยชนิดเกล็ดละลายน้ำสูตร 21-21-21 (อัตรา 30 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร ทุกสัปดาห์)

7. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บและบันทึกผลข้อมูล ได้แก่ ไม้บรรทัด กล้องถ่ายรูป

8. สารเคมีป้องกันและกำจัดโรคพืช
   - สารเคมีป้องกันกำจัดเพลี้ย
   - สารเคมีป้องกันและกำจัดราแป้งและราน้ำค้าง

วิธีการ

การทดลองนี้วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD แบ่งออกเป็น2 การทดลองคือ ทำการทดลองโดยแต่ละการทดลองแบ่งออกเป็น 5 วิธีการย่อย โดยแต่ละวิธีการย่อยแบ่งเป็น 4 ชุดการทดลอง (0 1 2 และ 3 วัน) แต่ละชุดการทดลอง มี 30 ซ้ำ

การทดลองที่ 1 เพื่อศึกษาผลของสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินต่อการเปลี่ยนแปลงในแววมยุรา ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri*

โดยการทดลองนี้ใช้ระดับความเข้มข้น 0 ppm 5 ppm 10 ppm 15 ppm และ 20 ppm โดยในแต่ละความเข้มข้นนั้น เวลาในการแช่ก้านใบคือ 0 1 2 และ 3 วัน แบ่งออกเป็น 5 วิธีการย่อยๆในการทดลอง

2.1 วิธีที่ 1 ทดลองที่ระดับความเข้มข้น 0 ppm เวลาในการแช่ 0 1 2 3 วัน
2.2 วิธีที่ 2 ทดลองที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm เวลาในการแช่ 0 1 2 3 วัน
2.3 วิธีที่ 3 ทดลองที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm เวลาในการแช่ 0 1 2 3 วัน
2.4 วิธีที่ 4 ทดลองที่ระดับความเข้มข้น 15 ppm เวลาในการแช่ 0 1 2 3 วัน
2.5 วิธีที่ 5 ทดลองที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm เวลาในการแช่ 0 1 2 3 วัน

การทดลองที่ 2 เพื่อศึกษาผลของสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินต่อการเปลี่ยนแปลงในแววมยุรา สายพันธุ์ป่า *Torenia* sp.

โดยการทดลองนี้ใช้ระดับความเข้มข้น 0 ppm 5 ppm 10 ppm 15 ppm และ 20 ppm โดยในแต่ละความเข้มข้นนั้น เวลาในการแช่ก้านใบคือ 0 1 2 และ 3 วัน แบ่งออกเป็น 5 วิธีการย่อยๆในการทดลอง

2.1 วิธีที่ 1 ทดลองที่ระดับความเข้มข้น 0 ppm เวลาในการแช่ 0 1 2 3 วัน
2.2 วิธีที่ 2 ทดลองที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm เวลาในการแช่ 0 1 2 3 วัน
2.3 วิธีที่ 3 ทดลองที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm เวลาในการแช่ 0 1 2 3 วัน
2.4 วิธีที่ 4 ทดลองที่ระดับความเข้มข้น 15 ppm เวลาในการแช่ 0 1 2 3 วัน
2.5 วิธีที่ 5 ทดลองที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm เวลาในการแช่ 0 1 2 3 วัน

ทำการทดลองโดยแต่ละการทดลองแบ่งออกเป็น 5 วิธีการย่อย โดยแต่ละวิธีการย่อยแบ่งเป็น 4 ชุดการทดลอง (0 1 2 และ 3 วัน) แต่ละชุดการทดลอง มี 30 ซ้ำ เริ่มการทดลอง โดยเตรียมสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซิน (มีสารโคลชิซิน0.6 มิลลิกรัมต่อ1เม็ด) เตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้น 0 ppm 5 ppm 10 ppm 15 ppm และ 20 ppm ตัดใบออกจากต้นแม่พันธุ์ นำก้านใบลงไปแช่ความเข้มข้นละ 30 ใบ เวลาในการแช่คือ 0 1 2 และ 3 วัน หลังจากนั้นนำใบไปปักชำในวัสดุปลูกที่มี

อัตราส่วนทรายถ่านแกลบ ในอัตราส่วน1:1เมื่อต้นตั้งตัวได้ย้ายปลูกลงในกระถางขนาด 4 นิ้วซึ่งมีวัสดุปลูกคือทราย ถ่านแกลบ ขุยมะพร้าว กาบมะพร้าวสับ ปุ๋ยคอก ในอัตราส่วน 1:1:1:1:1โดยทุกๆ สัปดาห์บันทึกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมและคัดเลือกต้นที่คาดว่าจะเกิดการเพิ่มจำนวนโครโมโซมไปทำการตรวจสอบโครโมโซมด้วยกล้องจุลทรรศน์ compound microscope หลังจากคัดเลือกได้ต้นที่มีการเพิ่มโครโมโซมแล้ว นำไปทำการผสมกับต้นปกติเพื่อสร้างสายพันธุ์ที่มีลักษณะความเป็นหมัน

ขั้นตอนการเตรียมสารละลายจากเม็ดยาโคลชิซิน

โดยตัวยา 1 เม็ด ประกอบด้วยส่วนผสมของโคลชิซิน 0.6 มิลลิกรัม
ทำการเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นต่างๆโดยใช้สูตร

$$N_1V_1=N_2V_2$$

N_1 คือปริมาณของสารโคลชิซิน (มิลลิกรัม)
V_1 ปริมาตรของตัวทำละลาย (มิลลิลิตร)
N_2 คือปริมาณของสารโคลชิซิน ที่ต้องการเตรียม(มิลลิกรัม)
V_2 คือปริมาตรของตัวทำละลาย ที่ต้องการเตรียม (มิลลิลิตร)

นำยาปริมาณตามความเข้มข้นที่เราต้องการเตรียม(ที่คำนวณจากสูตร) มาละลายในน้ำกลั่น ตามระดับความเข้มข้นต่างๆที่เราต้องการ

การตรวจนับจำนวนโครโมโซมของต้นด้วยกล้องจุลทรรศน์

1. ตัดปลายรากจากต้นแววมยุราที่ปลูกในกระถาง

2. นำไปแช่ในสารละลาย 8-hydroxyquinoline ความเข้มข้น 0.002 โมลาร์ อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง

3. ย้ายปลายรากลงแช่ใน Fixative’s solution (ethyl alcohol 95%: acetic acid อัตราส่วน3:1) นำไป เก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ 15 องซาเซลเซียส นาน 20 ชั่วโมง

4. นำมา hydrolyse ด้วยสารละลาย hydrochloric acid 1 N นาน 5 นาที ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

5. ล้างออกด้วยน้ำสะอาด 2-3 ครั้ง แช่สีย้อม Feulgen นาน 30 นาที

6. ตัดเอาส่วนเฉพาะปลายราก ยาว 1-2 มิลลิเมตร วางบนสไลด์

7. ทำการบดขยี้ เขี่ยเอาเศษเซลล์ทิ้ง แล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ ลนไฟอ่อนๆจากตะเกียงแอลกอฮอล์

8. นำสไลด์วางบนกระดาษซับ ใช้กระดาษซับอีกแผ่นปิดบนสไลด์ ใช้หัวแม่มือกดบนกระดาษซับ เพื่อให้เซลล์ของรากอยู่ในระนาบเดียวกัน กระดาษซับจะซับสีส่วนที่เกินออก

9. นำสไลด์ที่เตรียมเสร็จแล้วไปส่องดูโครโมโซมด้วยกล้องจุลทรรศน์และถ่ายภาพ

การตรวจสอบความเป็นหมันของละอองเรณู

เก็บดอกอ่อนจากต้นที่ผ่านการทรีท เขี่ยเอาละอองเรณูออกจากถุงเรณูวางบนสไลด์ หยดสีย้อม 1-2 หยดลงบนสไลด์ และใช้เข็มเขี่ยเกลี่ยให้ละอองเรณูกระจายออกไปทั่วสีย้อม ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์และนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 40 เท่า เพื่อนับจำนวนละอองเรณูที่ปกติและละอองเรณูที่ผิดปกติ โดยใช้สีย้อม KI ถ้าละอองเรณูติดสีเข้ม เป็นละอองเรณูที่ปกติ และละอองเรณูที่ติดสีจาง หรือไม่ติดสี และมีขนาดเล็กกว่าปกติ เป็นละอองเรณูที่ผิดปกติ ทำการบันทึกจำนวนละอองเรณูที่ตรวจนับทั้งหมดและจำนวนละอองเรณูที่เป็นหมันในแต่ละบริเวณที่ตรวจนับ โดยเลื่อนสไลด์เปลี่ยนบริเวณไปเรื่อยๆ เพื่อให้การตรวจสอบละอองเรณูเป็นไปอย่างทั่วถึง นับละอองเรณูให้ได้อย่างน้อย 300 เพื่อนำไปคำนวณหาเปอร์เซนต์ความเป็นหมันของละอองเรณู

ตามสูตร

$$\% \text{ การเป็นหมันของละอองเรณู} = \frac{\text{จำนวนละอองเรณูที่เป็นหมัน}}{\text{จำนวนละอองเรณูที่ตรวจนับทั้งหมด}} \times 100$$

การบันทึกผล

1. อัตราการรอดชีวิต และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายหลังการให้สาร
2. การเจริญเติบโตทางด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และจำนวนกิ่งแขนง
3. ขนาดของปากใบ
4. ขนาดของละอองเรณู
5. เปอร์เซ็นต์การเป็นหมันของละอองเรณู
6. จำนวนโครโมโซม

สถานที่ทำการทดลอง

1.โรงเรือนต้นแบบสาธิต ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ

2. ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ

3. ห้องปฏิบัติการ ศูนย์บริการฉายรังสีแกมมาและวิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี สถาบันวิจัยและพัฒนาฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ

ระยะเวลาในการทดลอง

การทดลองเริ่มตั้งแต่เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2550 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2552

ผลและวิจารณ์

ผล

การทดลองที่1 เพื่อศึกษาถึงผลของสารละลายจากยาเม็ดรักษาโรคเก๊าท์ต่อการเปลี่ยนแปลงในแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri*

โดยในการทดลองใช้สารละลายจากยาเม็ดโคลชิซิน ระดับความเข้มข้น 0 ppm 5 ppm 10 ppm 15 ppm และ 20 ppm โดยในแต่ละความเข้มข้นนั้น เวลาในการแช่ก้านใบคือ 0 1 2 และ 3 วัน

1.1 เปอร์เซนต์การรอดชีวิต

เมื่อแช่ก้านใบลงในสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินตามความเข้มข้นและช่วงเวลาดังกล่าว หลังจากนั้นนำใบไปปักชำในวัสดุปลูก ที่มีอัตราส่วนของทราย:ถ่านแกลบ เป็น 1:1 เมื่อทำการบันทึกผลการรอดชีวิตที่ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน พบว่าชุดควบคุมมีเปอร์เซนต์การรอดชีวิตเฉลี่ยสูงสุด โดยเปอร์เซนต์การรอดชีวิตจะน้อยลงเมื่อความเข้มข้นสูงขึ้นและระยะเวลาในการแช่นานขึ้น และที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซิน 20 ppm ระยะเวลาในการแช่ 3 วัน มีเปอร์เซนต์การรอดชีวิตเฉลี่ยต่ำที่สุดที่ 30 60 และ 90วัน คิดเป็นร้อยละ 60 60 และ 56.67 ตามลำดับ (ตารางที่ 1, 2 และ 3)

ตารางที่ 1 เปอร์เซนต์การรอดชีวิตของต้นแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่าง ลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบแล้ว 30 วัน

สารโคลชิซิน ความเข้มข้น (ppm)	**เปอร์เซนต์การรอดชีวิต ระยะเวลาที่แช่ก้านใบ (วัน)**				**ค่าเฉลี่ย**
	0	**1**	**2**	**3**	
0	93.33	90.00	80.00	76.67	85.00 ± 7.9
5	90.00	83.33	76.67	73.33	80.83 ± 7.4
10	86.67	76.67	73.33	70.00	76.67 ± 7.2
15	83.33	76.67	73.33	70.00	75.83 ± 5.7
20	80.00	76.67	66.67	60.00	70.84 ± 9.2
ค่าเฉลี่ย	86.67 ± 5.3	80.67 ± 6.0	74.00 ± 4.9	70.00 ± 6.2	

หมายเหตุ ± หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

ตารางที่ 2 เปอร์เซนต์การรอดชีวิตของต้นแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่าง ลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบแล้ว 60 วัน

สารโคลชิซิน ความเข้มข้น (ppm)	**เปอร์เซนต์การรอดชีวิต ระยะเวลาที่แช่ก้านใบ (วัน)**				**ค่าเฉลี่ย**
	0	**1**	**2**	**3**	
0	90.00	83.33	80.00	76.67	82.50 ± 5.7
5	86.67	76.67	76.67	66.67	76.67 ± 8.2
10	86.67	80.00	73.33	66.67	76.67 ± 8.6
15	83.33	73.33	70.00	66.33	73.25 ± 7.3
20	80.00	73.33	66.67	60.00	70.00 ± 8.6
ค่าเฉลี่ย	85.33 ± 3.8	77.33 ± 4.3	73.33 ± 5.3	67.27 ± 6.0	

หมายเหตุ ± หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

ตารางที่ 3 เปอร์เซนต์การรอดชีวิตของต้นแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่าง ลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบแล้ว 90 วัน

สารโคลชิซิน ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซนต์การรอดชีวิต ระยะเวลาที่แช่ก้านใบ (วัน)				ค่าเฉลี่ย
	0	1	2	3	
0	90.00	83.33	73.33	73.33	80.00 ± 8.2
5	83.33	80.00	76.67	66.67	76.67 ± 7.2
10	80.00	80.00	70.00	63.33	74.08 ± 8.2
15	80.00	66.67	66.67	60.00	68.34 ± 8.4
20	66.67	63.33	60.00	56.67	61.67 ± 4.3
ค่าเฉลี่ย	80.00 ± 8.5	74.67 ± 9.0	69.33 ± 6.4	64.60 ± 6.4	

หมายเหตุ ± หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

1.2 การเจริญเติบโตทางด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และจำนวนกิ่งแขนง

1.2.1 ความสูง

เมื่อทำการบันทึกความสูงที่ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน พบว่าต้นที่ได้รับสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซิน ตามระดับความเข้มข้นและช่วงเวลาแตกต่างกันนั้น บางต้น โตเร็ว บางต้นการเจริญเติบโตค่อนข้างช้า และยอดเป็นกระจุก โดยลักษณะยอดเป็นกระจุกพบมากที่สุดที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm ระยะเวลาในการแช่ 3 วัน ต้นในกลุ่มชุดควบคุมมีความสูงมากที่สุด ที่ 30 วัน มีความสูงเฉลี่ย 4.59 เซนติเมตร ที่ 60 วัน มีความสูงเฉลี่ย 6.48 เซนติเมตร ที่ 90 วัน มีความสูงเฉลี่ย 10.83 เซนติเมตร และที่ระดับความเข้นข้น 20 ppm เป็นเวลา 3 วัน มีความสูงน้อยที่สุด ในเดือนที่ 1 ถึงเดือนที่3 คือ 1.37 เซนติเมตร 3.15 เซนติเมตรและ 5.29 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4) และจากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าปัจจัยทั้ง 2 มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างกัน เมื่อพิจารณาแยกปัจจัยพบว่าระดับความเข้มข้นต่อความสูงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และระยะเวลาที่แช่ก้านใบต่อความสูงมีผลไม่แตกต่างทางสถิติกับทุกสิ่งทดลอง (ตารางที่ 5)

1.2.2 ความกว้างทรงพุ่ม

หลังแช่ก้านใบลงในสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินตามความเข้มข้นและช่วงเวลาดังกล่าว หลังจากนั้นนำใบไปปักชำในวัสดุปลูกที่มีอัตราส่วนของทราย:ถ่านแกลบ ในอัตราส่วน1:1 เมื่อทำการบันทึกความกว้างทรงพุ่ม ที่ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน พบว่าต้นที่ได้รับสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซิน ตามระดับความเข้มข้นและช่วงเวลาแตกต่างกันนั้น บางต้นมีความกว้างทรงพุ่มที่ค่อนข้างแคระแกรนและยอดออกเป็นกระจุก ต้นที่มีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุด ที่ 30 วัน คือต้นในชุดควบคุม มีความสูงเฉลี่ย 4.18 เซนติเมตร ที่ 60 วัน มีความสูงเฉลี่ย 6.61 เซนติเมตร ที่ 90 วัน มีความสูงเฉลี่ย 10.44 เซนติเมตร และที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm เป็นเวลา 3 วัน ต้นมีความกว้างทรงพุ่มต่ำที่สุดในเดือนที่1ถึงเดือนที่ 3 คือ 1.26 เซนติเมตร 3.09 เซนติเมตรและ 5.07 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 6) และจากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าปัจจัยทั้ง 2 มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างกัน พบว่าระดับความเข้มข้นต่อความกว้างทรงพุ่มมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งและระยะเวลาที่แช่ก้านใบต่อความกว้างทรงพุ่มมีผลไม่แตกต่างทางสถิติกับทุกสิ่งทดลอง (ตารางที่ 7)

1.2.3 จำนวนกิ่งแขนง

หลังแช่ก้านใบลงในสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินตามความเข้มข้นและช่วงเวลา ดังกล่าว หลังจากนั้นนำใบไปปักชำในวัสดุปลูกที่มีอัตราส่วนของทราย:ถ่านแกลบ ในอัตราส่วน1:1 เมื่อทำการบันทึกจำนวนกิ่งแขนงที่ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน พบว่าต้นที่ได้รับสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซิน ตามระดับความเข้มข้นและช่วงเวลาแตกต่างกันนั้นพบว่าต้นที่ได้รับสารละลายเม็ดยา โคลชิซิน ตามระดับความเข้มข้นและช่วงเวลาแตกต่างกันนั้น บางต้นเจริญเติบโตมีกิ่งแขนงเยอะ ต้นแข็งแรง บางต้นมีลักษณะแคระ กิ่งแขนงมีน้อย ต้นที่มีจำนวนกิ่งแขนงมากที่สุด ที่ 30 วัน คือต้นที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm เป็นเวลา 2 วัน มีจำนวนกิ่งแขนงเฉลี่ย 3.85 กิ่ง ที่ 60 วัน มีจำนวนกิ่งแขนงเฉลี่ย 4.20 กิ่ง และที่ 90 วัน มีจำนวนกิ่งแขนงเฉลี่ย 6.80 กิ่ง และที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm เป็นเวลา 3 วัน ต้นที่มีจำนวนกิ่งแขนงน้อยที่สุด ที่30 วัน ระดับความเข้มข้น 10 ppm เป็นเวลา 2 วัน มีจำนวนกิ่งแขนงเฉลี่ย 1.62 กิ่ง ระดับความเข้มข้น 20 ppm เป็นเวลา 1 วัน มีจำนวนกิ่งแขนงเฉลี่ย 2.25 กิ่ง ในเดือนที่ 3 คือที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm เป็นเวลา 2 วัน มีจำนวนกิ่งแขนงเฉลี่ย 4.05 กิ่งตามลำดับ (ตารางที่ 8) และจากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าปัจจัยทั้ง 2 มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างกันโดยพบว่าระดับความเข้มข้นต่อความจำนวนกิ่งแขนงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และระยะเวลาที่แช่ก้านใบต่อจำนวนกิ่งแขนง มีผลไม่แตกต่างทางสถิติกับทุกสิ่งทดลอง (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 4 ความสูงเฉลี่ยของต้นของต้นแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่าง ลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบที่ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน

ความเข้มข้นสาร (ppm)	ระยะเวลาที่แช่ก้านใบ (วัน)	ความสูง (เซนติเมตร) 30 วัน	60 วัน	90 วัน
0	**0**	4.59[a 1/]	6.44[a]	10.09[a]
	1	3.72[a]	6.38[a]	10.15[a]
	2	3.62[a]	5.72[b]	9.42[b]
	3	2.53[b]	5.53[b]	9.47[b]
5	**0**	3.87[a]	6.43[a]	10.83[a]
	1	2.54[b]	5.61[b]	7.54[bcd]
	2	2.48[b]	5.97[b]	7.66[bcd]
	3	2.51[b]	4.77[c]	6.67[cd]
10	**0**	3.62[a]	6.32[a]	10.29[a]
	1	3.27[ab]	4.75[c]	8.26[c]
	2	2.69[b]	4.45[c]	8.29[c]
	3	1.73[c]	3.67[bcd]	6.47[cd]
15	**0**	3.65[a]	6.48[a]	10.27[a]
	1	2.43[b]	5.41[b]	8.56[c]
	2	2.17[bc]	5.36[b]	6.86[cd]
	3	1.53[c]	4.32[c]	5.53[d]
20	**0**	3.46[a]	6.41[a]	10.62[a]
	1	1.89[c]	3.25[d]	6.64[e]
	2	1.67[c]	3.27[d]	5.37[d]
	3	1.37[c]	3.15[d]	5.29[d]
F-test		**	**	**
C.V.(%)		19.22	18.92	20.14

หมายเหตุ ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น99

1/ ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างทางสถิติโดยวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan ’s New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 5 อิทธิพลของความเข้มข้นสาร ระยะเวลาในการแช่สาร และอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นสารและระยะเวลาในการแช่สาร ต่อความสูงของต้นแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่าง ลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบที่ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน

	ความสูง (เซนติเมตร)		
กรรมวิธี	**30 วัน**	**60 วัน**	**90 วัน**
ความเข้มข้นสาร (ppm)			
0	3.71[a1/]	5.95[a]	9.75[a]
5	2.74[b]	5.76[a]	8.18[b]
10	2.94[b]	4.85[b]	8.65[b]
15	2.83[c]	2.58[a]	7.94[c]
20	1.64[cd]	3.92[c]	6.38[d]
เวลา (วัน)			
0	2.59	6.55	10.39
1	2.43	6.38	10.27
2	2.37	6.18	10.18
3	2.25	6.16	10.11
F-test			
ความเข้มข้น	**	**	**
เวลา	ns	ns	ns
ความเข้มข้นxเวลา	**	**	**
C.V. (%)	19.22	18.92	20.14

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

1/ ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างทางสถิติโดยวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 6 ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยของต้นแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่าง ลูกผสมพันธุ์การค้า ของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบ ที่ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน

ความเข้มข้นสาร (ppm)	ระยะเวลาที่แช่ก้านใบ (วัน)	ความกว้างทรงพุ่ม (เซนติเมตร)		
		30 วัน	60 วัน	90 วัน
0	**0**	4.18[a1/]	6.38[a]	10.21[a]
	1	3.65[a]	6.12[a]	10.37[a]
	2	3.52[a]	5.62[b]	9.32[b]
	3	2.63[b]	5.51[b]	9.18[b]
5	**0**	3.78[a]	6.15[a]	9.72[b]
	1	2.54[b]	5.74[b]	7.58[bcd]
	2	2.39[b]	5.68[b]	7.59[bcd]
	3	2.18[b]	4.64[c]	6.78[cd]
10	**0**	3.72[a]	6.28[a]	10.11[a]
	1	2.18[b]	4.80[c]	8.16[c]
	2	2.59[b]	4.60[c]	8.14[c]
	3	1.57[c]	3.65[bcd]	6.53[cd]
15	**0**	3.71[a]	6.61[a]	10.31[a]
	1	2.28[b]	5.31[b]	8.13[c]
	2	2.43[bc]	5.62[b]	6.84[cd]
	3	1.57[c]	4.48[c]	5.67[d]
20	**0**	3.84[a]	6.36[a]	10.44[a]
	1	1.79[c]	3.45[d]	6.59[e]
	2	1.55[c]	3.32[d]	5.45[d]
	3	1.26[c]	3.09[d]	5.07[d]
F-test		**	**	**
C.V. (%)		17.23	20.92	18.16

หมายเหตุ ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น99

1/ ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างทางสถิติ โดยวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 7 อิทธิพลของความเข้มข้นสาร ระยะเวลาในการแช่สาร และอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นสารและระยะเวลาในการแช่สาร ต่อความกว้างทรงพุ่มของต้นแววมยุรา สายพันธุ์ลูกผสมระหว่าง ลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบ ที่ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน

	ความกว้างทรงพุ่ม (เซนติเมตร)		
กรรมวิธี	**30 วัน**	**60 วัน**	**90 วัน**
ความเข้มข้นสาร (ppm)			
0	3.93[a1/]	5.90[a]	9.09[a]
5	3.02[b]	5.55[a]	8.63[b]
10	1.94[cd]	4.25[b]	8.54[b]
15	2.23[c]	5.58[a]	7.16[c]
20	1.84[de]	4.99[ab]	7.28[c]
เวลา (วัน)			
0	2.67	5.46	10.67
1	2.46	5.78	10.44
2	2.35	5.41	10.72
3	2.44	5.66	10.43
F-test			
ความเข้มข้น	**	**	**
เวลา	ns	ns	ns
ความเข้มข้นxเวลา	**	**	**
C.V. (%)	17.23	20.92	18.16

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

1/ ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างทางสถิติโดยวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 8 จำนวนกิ่งแขนงเฉลี่ยของต้นแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่าง ลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบ ที่ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน

ความเข้มข้นสาร (ppm)	ระยะเวลาที่แช่ก้านใบ (วัน)	จำนวนกิ่งแขนง (กิ่ง)		
		30 วัน	60 วัน	90 วัน
0	**0**	3.16[a1/]	4.20[a]	6.23[a]
	1	3.07[a]	3.67[b]	6.72[a]
	2	3.50[a]	3.92[b]	5.05[b]
	3	2.41[b]	3.72[b]	5.54[b]
5	**0**	3.12[a]	3.35[b]	6.72[a]
	1	2.36[b]	2.43[d]	5.48[b]
	2	2.43[b]	3.43[b]	6.54[a]
	3	3.58[a]	3.34[b]	5.78[ab]
10	**0**	3.32[a]	3.35[b]	6.80[a]
	1	1.88[c]	2.60[c]	4.54[c]
	2	1.62[c]	2.60[c]	5.66[b]
	3	2.96[ab]	3.54[b]	5.63[b]
15	**0**	3.07[a]	3.61[b]	6.34[a]
	1	2.16[bc]	4.15[a]	6.33[a]
	2	2.17[bc]	2.82[cd]	5.84[ab]
	3	2.67[b]	2.77[cd]	6.12[a]
20	**0**	3.84[a]	4.11[a]	6.44[a]
	1	1.79[c]	2.25[d]	4.59[e]
	2	3.85[a]	3.92[b]	4.05[c]
	3	2.73[b]	3.88[b]	4.56[c]
F-test		**	**	**
C.V.(%)		18.23	17.62	19.16

หมายเหตุ ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น99

1/ ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างทางสถิติ โดยวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan ’s New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 9 อิทธิพลของความเข้มข้นสาร ระยะเวลาในการแช่สาร และอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นสารและระยะเวลาในการแช่สาร ต่อจำนวนกิ่งแขนงของต้นแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่าง ลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบ ที่ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน

	จำนวนกิ่งแขนง (กิ่ง)		
กรรมวิธี	**30 วัน**	**60 วัน**	**90 วัน**
ความเข้มข้นสาร (ppm)			
0	3.93[a 1/]	4.90[a]	6.19[a]
5	3.02[b]	3.25[c]	5.68[b]
10	2.94[bc]	3.25[c]	5.63[b]
15	2.23[c]	3.98[b]	5.14[c]
20	2.84[bc]	3.09[c]	5.13[c]
เวลา (วัน)			
0	2.59	3.72	5.69
1	2.68	3.39	5.43
2	2.32	3.55	5.72
3	2.22	3.43	5.63
F-test			
ความเข้มข้น	**	**	**
เวลา	ns	ns	ns
ความเข้มข้นxเวลา	**	**	**
C.V. (%)	18.23	17.62	19.16

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

1/ ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างทางสถิติโดยวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's New Multiple Range Test (DMRT)

1.3 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของรูปร่าง ขนาด และสีของดอกและใบ

หลังจากให้สารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นและช่วงเวลาดังกล่าวแล้ว หลังจากนั้นนำใบไปปักชำ ทำการบันทึกค่าการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้นทุกสัปดาห์ พบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่างของดอก ขนาดของดอก สีดอก และใบมีขนาดเข้มขึ้น ตามระดับความเข้มข้นและช่วงเวลาต่างๆกันนั้นพบ ลักษณะดอกที่เปลี่ยนแปลงไป อาทิเช่น กลีบดอกด้านล่างมีลักษณะใหญ่ขึ้น ดอกสีเข้มขึ้น (ความเข้มข้น 5 ppm, 2วัน)ไม่มีกลีบดอกด้านล่าง ดอกสีอ่อนลง (ความเข้มข้น 5 ppm, 3วัน) ดอกมีพูด้านซ้ายเพิ่มขึ้นมา ดอกมีสีอ่อนลง (ความเข้มข้น 10 ppm, 2วัน) กลีบดอกด้านบนมีขนาดใหญ่ขึ้น ดอกมีสีม่วงอมชมพู(ความเข้มข้น 15 ppm, 2วัน) กลีบดอกมีริ้วหยักเป็นคลื่น กลีบดอกด้านบนมีริ้วสีม่วง (ความเข้มข้น 15 ppm,3วัน) (ภาพที่ 1 ข. 1 ค. 1 ง. 1 จ. และ 1 ฉ. ตามลำดับ) และลักษณะใบที่เปลี่ยนแปลงไป อาทิเช่น ลักษณะใบใหญ่ขึ้น มีความหนาเพิ่มขึ้น มีสีเข้มขึ้น (ความเข้มข้น 5 ppm, 3วัน) ลักษณะปลายใบมี 2 แฉก มีความหนาเพิ่มขึ้น มีสีเข้มขึ้น (ความเข้มข้น 10 ppm, 3วัน) ลักษณะใบติดกัน ปลายใบมี 2 แฉก มีความหนาเพิ่มขึ้น มีสีเข้มขึ้น (ความเข้มข้น 15 ppm, 2วัน) (ภาพที่ 2 ข. 2 ค. และ 2 ง. ตามลำดับ) นอกจากนี้จะพบว่าใบของต้นที่ได้รับสารละลายจากยาเม็ด โคลชิซิน พบลักษณะการกระจายของขนด้านหลังใบและด้านท้องใบนั้นลดลงจากต้นในชุดควบคุมซึ่งโดยปกติจะพบการกระจายของขนทั้งด้านหลังใบและท้องใบเป็นจำนวนมาก (ภาพที่ 5)

ภาพที่ 1 การเปลี่ยนแปลงลักษณะของดอกแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน

ก. ลักษณะดอกในชุดควบคุม

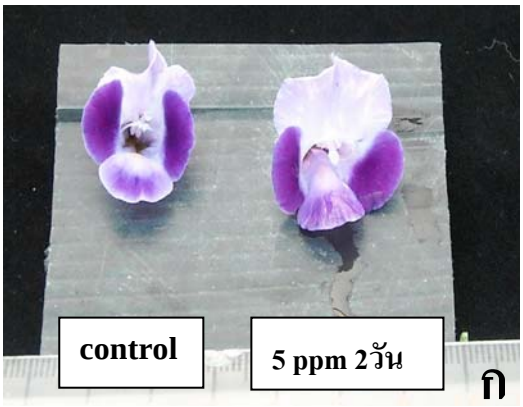
ข. กลีบดอกด้านล่างมีลักษณะใหญ่ขึ้น ดอกสีเข้มขึ้น (ความเข้มข้น 5 ppm, 2วัน)

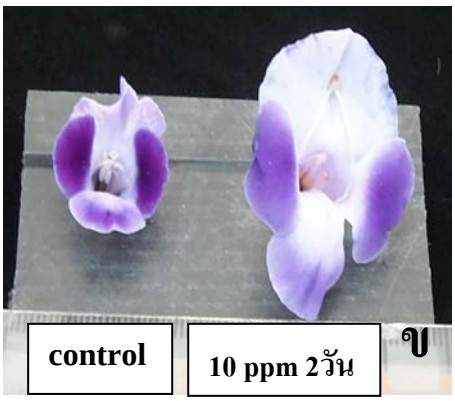
ค. ไม่มีกลีบดอกด้านล่าง ดอกสีอ่อนลง(ความเข้มข้น 5 ppm, 3วัน)

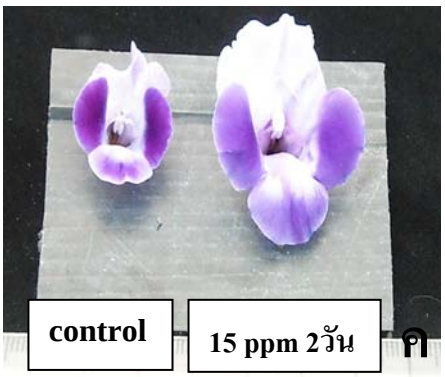
ง. ดอกมีพูด้านซ้ายเพิ่มขึ้นมา ดอกมีสีอ่อนลง (ความเข้มข้น 10 ppm, 2วัน)

จ. กลีบดอกด้านบนมีขนาดใหญ่ขึ้น ดอกมีสีม่วงอมชมพู(ความเข้มข้น 15 ppm, 2วัน)

ฉ. กลีบดอกมีริ้วหยักเป็นคลื่น กลีบดอกด้านบนมีริ้วสีม่วง (ความเข้มข้น 15 ppm, 3วัน)





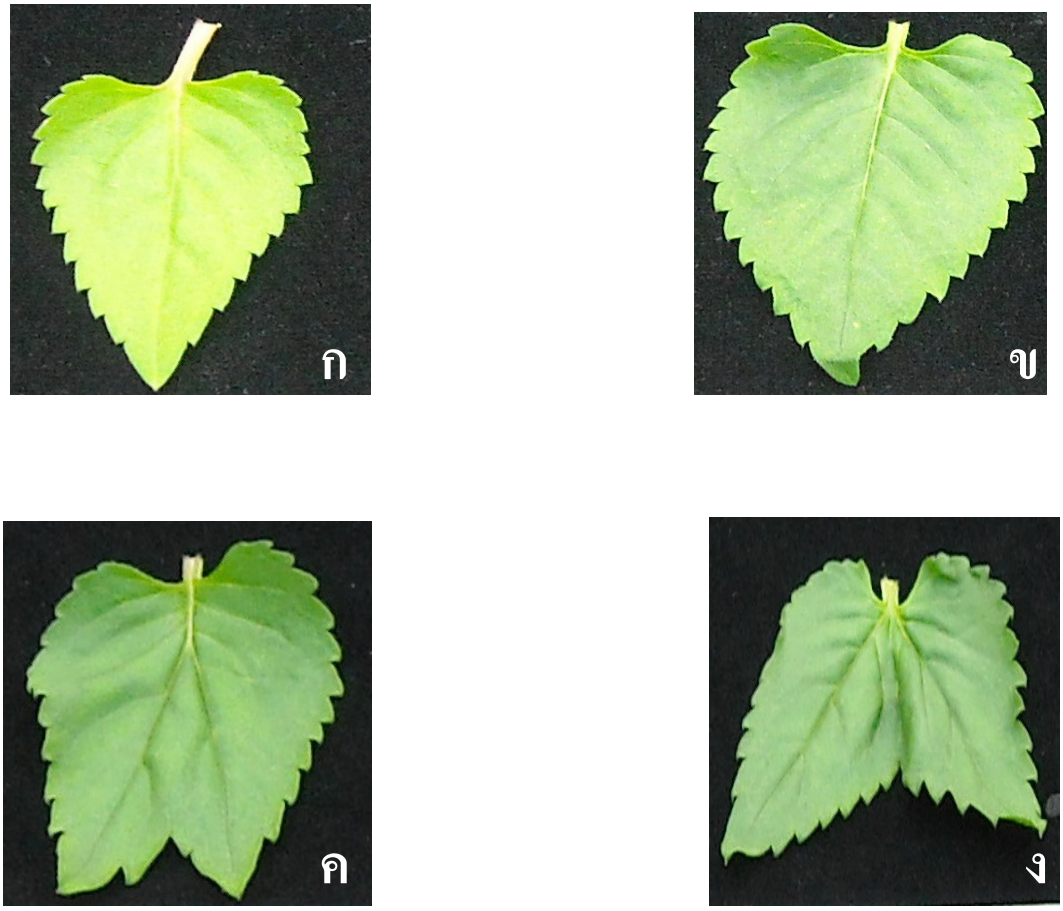


ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของขนาดดอกแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน

ก. กลีบดอกบนมีลักษณะใหญ่ขึ้น (ความเข้มข้น 5 ppm, 2วัน)

ข. กลีบดอกและส่วนประกอบของดอกมีลักษณะใหญ่ขึ้น ดอกสีอ่อนลง (ความเข้มข้น 10 ppm, 2วัน)

ค. กลีบดอกด้านบนมีลักษณะใหญ่ขึ้นสีขาวอมม่วง ดอกสีอ่อนลง (ความเข้มข้น 15 ppm, 2 วัน)



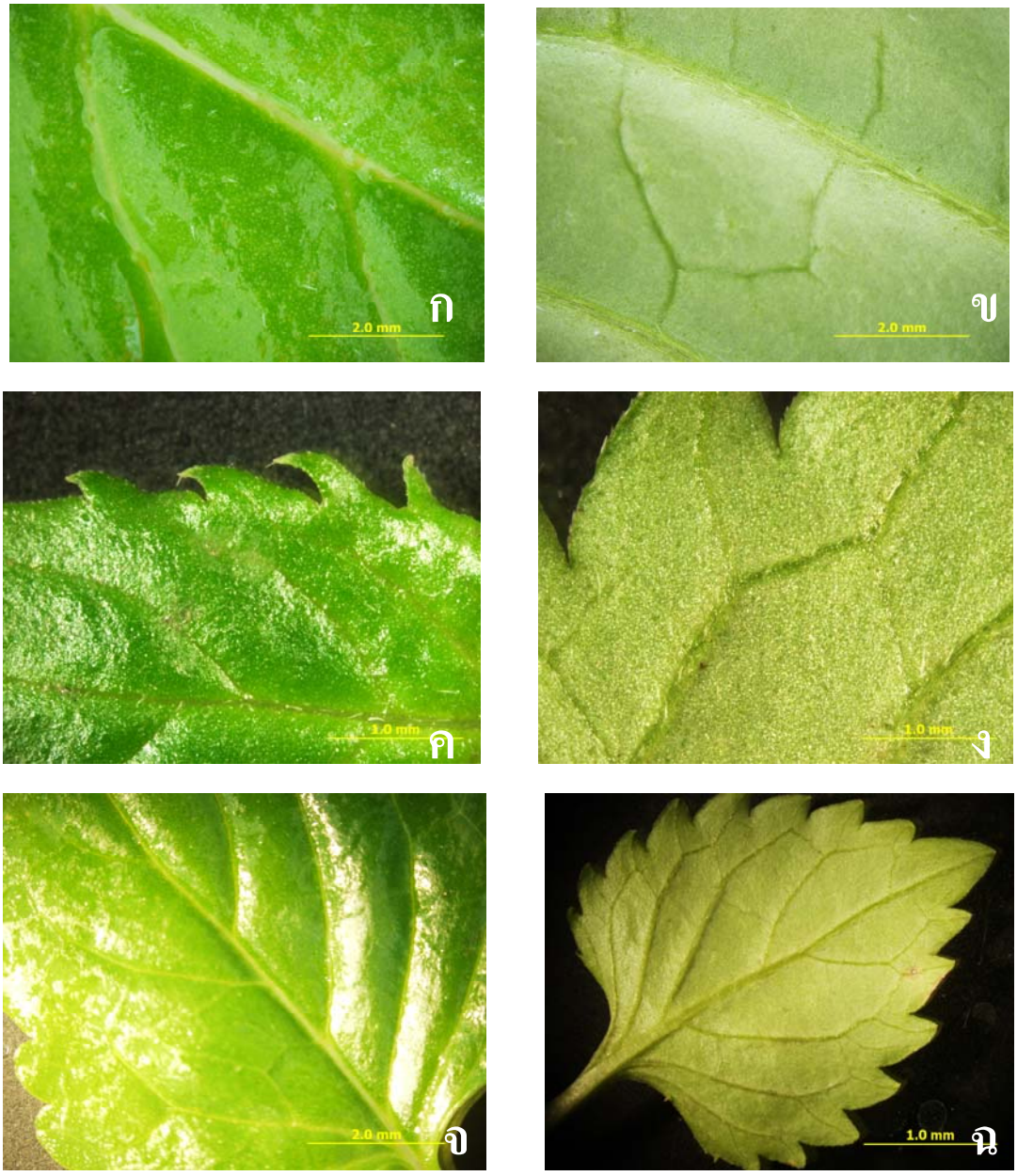
ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของลักษณะใบแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน

ก. ลักษณะใบในชุดควบคุม

ข. ลักษณะใบใหญ่ขึ้น มีความหนาเพิ่มขึ้น มีสีเข้มขึ้น (ความเข้มข้น 5 ppm, 3วัน)

ค. ลักษณะปลายใบมี 2 แฉก มีความหนาเพิ่มขึ้น มีสีเข้มขึ้น (ความเข้มข้น 10 ppm, 3วัน)

ง. ลักษณะใบติดกัน ปลายใบมี 2 แฉก มีความหนาเพิ่มขึ้น มีสีเข้มขึ้น (ความเข้มข้น 15 ppm, 2วัน)



ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงลักษณะขนบนใบแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน

ก. และ ข. ลักษณะขนกระจายอยู่บนหลังใบและท้องใบ ตามลำดับ ในชุดควบคุม

ค. และ ง. ลักษณะขนน้อยลงทั้งด้านหลังใบและท้องใบ ตามลำดับ
(ความเข้มข้น 10 ppm, 3 วัน)

จ. และ ฉ. ลักษณะขนน้อยลงทั้งด้านหลังใบและท้องใบ ตามลำดับ
(ความเข้มข้น 15 ppm, 2 วัน)

1.4 ความยาวของเซลล์ปากใบ

หลังแช่ก้านใบลงในสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซิน โดยใช้ระดับความเข้มข้น 0 ppm 5 ppm 10 ppm 15 ppm และ 20 ppm โดยในแต่ละความเข้มข้นนั้น เวลาในการแช่ก้านใบคือ 0 1 2 และ 3 วัน หลังจากนั้นนำใบไปปักชำในวัสดุปลูกที่มีอัตราส่วนของทราย:ถ่านแกลบ ในอัตราส่วน 1:1 ตรวจสอบผลหลังการปักชำใบ 120 วัน โดยทำการวัดความยาวของเซลล์ปากใบและคัดเลือกต้นที่มีขนาดความยาวของเซลล์ปากใบมากกว่าต้นในกลุ่มชุดควบคุม (ภาพที่6) กำหนดรหัสต้นในแต่ละสิ่งทดลอง คือ ความเข้มข้น-เวลา-ต้นที่ อาทิเช่น 5 ppm , 2วัน , ต้นที่1 และ 10 ppm , 3 วัน , ต้นที่5 กำหนดรหัส 5-2-1 และ 10-3-5 เป็นต้น ทำการคัดเลือกต้นซึ่งมีความยาวของเซลล์ปากใบเฉลี่ยมากกว่าต้นในชุดควบคุม กำหนดรหัสต้นได้ทั้งหมด 13 ต้น ดังนี้ 1) 5-2-1 , 2) 5-3-1, 3) 10-2-1, 4) 10-2-3, 5) 10-3-1, 6) 10-3-2, 7) 15-1-2 , 8) 15-1-3, 9) 15-2-2, 10) 15-3-1, 11) 15-3-2, 12) 20-2-1, 13) 20-2-2 และต้น 5-2-1 มีความยาวของเซลล์ปากใบเฉลี่ยมากที่สุด คือ 21.33 ± 1.3 ไมโครเมตร (ตารางที่ 10,11)

1.5 ขนาดของละอองเรณู

หลังแช่ก้านใบลงในสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซิน โดยใช้ระดับความเข้มข้น 0 ppm 5 ppm 10 ppm 15 ppm และ 20 ppm โดยในแต่ละความเข้มข้นนั้น เวลาในการแช่ก้านใบคือ 0 1 2 และ 3 วัน หลังจากนั้นนำใบไปปักชำในวัสดุปลูกที่มีอัตราส่วนของทราย:ถ่านแกลบ ในอัตราส่วน 1:1 ตรวจสอบผลหลังการปักชำใบ 120 วัน โดยทำการวัดขนาดของอับละอองเรณูโดยพิจารณาจากต้นที่มีความยาวของเซลล์ปากใบมากกว่าต้นในกลุ่มชุดควบคุม เมื่อทำการการวัดขนาดของอับละอองเรณู โดยเปรียบเทียบต้นในกลุ่มชุดควบคุมกับต้นที่ทำการคัดเลือกและกำหนดรหัสต้นทั้ง 13 ต้น พบว่ามีขนาดของอับละอองเรณูเฉลี่ยมากกว่าต้นในชุดควบคุม (ภาพที่ 39) และต้น10-3-2 มีขนาดละอองเรณูเฉลี่ยมากที่สุด คือ 44.67 ± 2.3 ไมโครเมตร (ตารางที่12)

1.6 เปอร์เซนต์ละอองเรณูผิดปกติ

หลังแช่ก้านใบลงในสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซิน โดยใช้ระดับความเข้มข้น 0 ppm 5 ppm 10 ppm 15 ppm และ 20 ppm โดยในแต่ละความเข้มข้นนั้น เวลาในการแช่ก้านใบคือ 0 1 2 และ 3 วัน หลังจากนั้นนำใบไปปักชำในวัสดุปลูกที่มีอัตราส่วนของทราย:ถ่านแกลบ ในอัตราส่วน 1:1 ตรวจสอบเปอร์เซนต์ความเป็นหมันของละอองเรณูหลังการปักชำใบ 120 วัน โดยใช้สีย้อม KI

ถ้าละอองเรณูติดสีเข้ม เป็นละอองเรณูที่สมบูรณ์ และละอองเรณูที่ติดสีจาง หรือไม่ติดสี และมีขนาดเล็กกว่าปกติ เป็นละอองเรณูที่เป็นหมัน (ภาพที่ 8)โดยเปรียบเทียบต้นในกลุ่มชุดควบคุมกับต้นที่ทำการคัดเลือกและกำหนดรหัสต้นทั้ง 13 ต้น พบว่าทั้ง 13 ต้น มีเปอร์เซนต์ความเป็นหมันของละอองเรณูน้อยกว่าต้นในกลุ่มชุดควบคุม และต้น10-2-2 มีเปอร์เซนต์ความเป็นหมันของละอองเรณูน้อยที่สุด คือ 17.53 เปอร์เซนต์ (ตารางที่ 13)

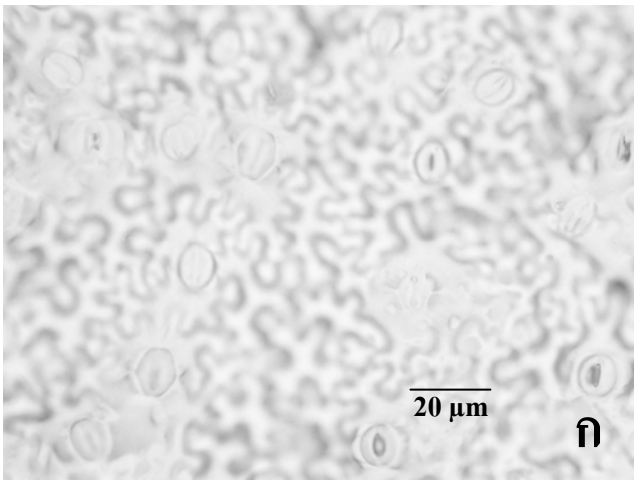
ตารางที่ 10 จำนวนต้นซึ่งมีความยาวของเซลล์ปากใบมากกว่าต้นในชุดควบคุม

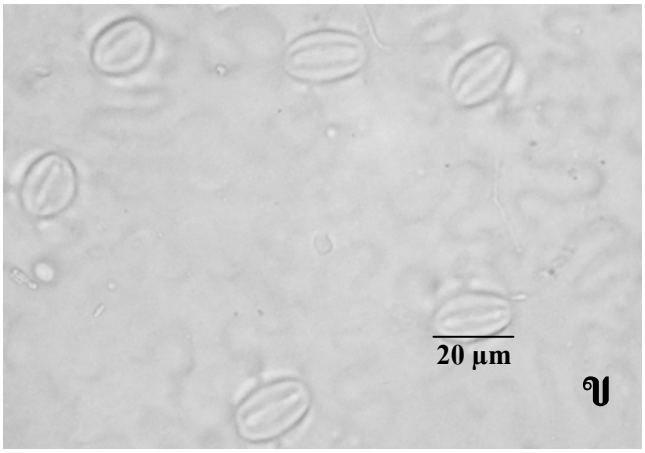
สิ่งทดลอง	ความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซิน (ppm)	ระยะเวลา (วัน)	จำนวนต้นทั้งหมด (ต้น)	จำนวนต้นที่คัดเลือก (ต้น)	จำนวนต้นที่คัดเลือก (%)
สารโคลชิซิน	5 ppm	1วัน	24	0	0
		2วัน	23	1	0.04
		3วัน	20	1	0.05
	10 ppm	1วัน	24	0	0
		2วัน	21	2	0.10
		3วัน	19	1	0.05
	15 ppm	1วัน	20	3	0.15
		2วัน	20	1	0.05
		3วัน	18	2	0.11
	20 ppm	1วัน	19	1	0.05
		2วัน	18	1	0.06
		3วัน	17	0	0

ตารางที่ 11 ความยาวเซลล์ปากใบของต้นแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน

รหัสต้น	**ความยาวเซลล์ปากใบเฉลี่ย (ไมโครเมตร)**
ต้นในชุดควบคุม	12.72 ± 2.7
ต้นที่คัดเลือก	
5-2-1	18.74 ± 2.1
5-3-1	17.63 ± 1.8
10-2-1	16.71 ± 1.7
10-2-3	21.33 ± 1.3
10-3-1	18.21 ± 1.6
10-3-2	18.16 ± 0.8
15-1-2	17.93 ± 1.6
15-1-3	15.98 ± 2.3
15-2-1	17.21 ± 2.4
15-3-1	15.89 ± 1.5
15-3-2	18.33 ± 1.8
20-2-1	16.73 ± 2.2
20-2-2	18.43 ± 1.9

หมายเหตุ ± หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)





ภาพที่ 5 เซลล์ปากใบของต้นแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้า ของ *Torenia concolor* x *Torenia fournieri* ที่ได้รับสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน (กำลังขยาย 400 เท่า)

ก. ต้นปกติ

ข. ต้นที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการให้สารโคลชิซิน

ตารางที่ 12 ขนาดของละอองเรณูของต้นแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้าของ*Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน

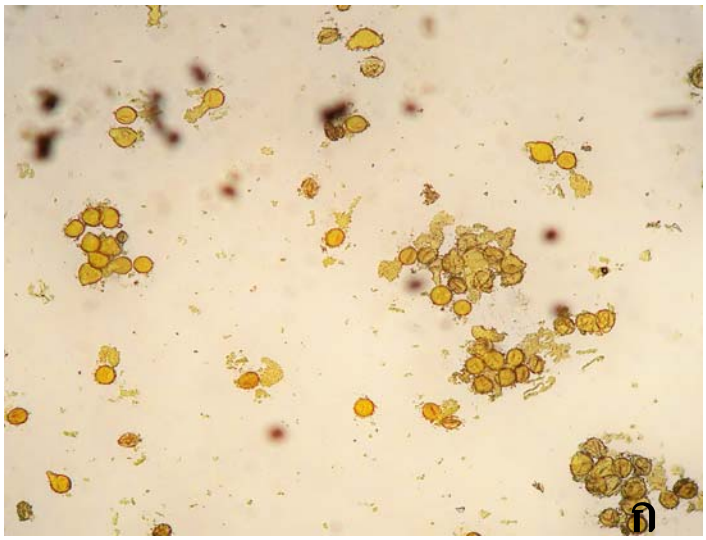
รหัสต้น	**ขนาดของละอองเรณูเฉลี่ย (ไมโครเมตร)**
ต้นในชุดควบคุม	32.72 ± 3.1
ต้นที่คัดเลือก	
5-2-1	41.15± 3.2
5-3-1	43.92 ± 2.1
10-2-1	38.71 ± 3.8
10-2-3	47.63 ± 2.4
10-3-1	39.76 ± 2.6
10-3-2	44.67 ± 2.3
15-1-2	37.63 ± 2.2
15-1-3	42.32 ± 2.7
15-2-1	41.61 ± 1.6
15-3-1	43.54 ± 1.9
15-3-2	39.78 ± 1.5
20-2-1	42.27 ± 1.3
20-2-2	35.72 ± 2.3

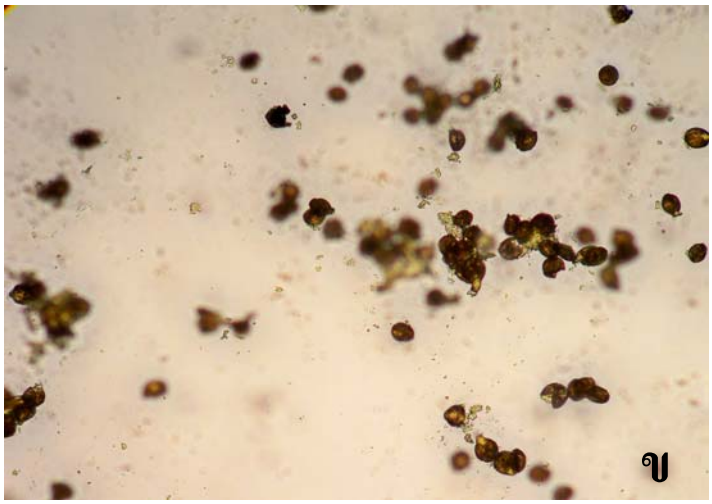
หมายเหตุ ± หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

ภาพที่ 6 ขนาดของละอองเรณูของต้นแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* x *Torenia fournieri* ที่ได้รับสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน (กำลังขยาย 400 เท่า)

ก. ต้นปกติ

ข. ต้นที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการให้สารโคลชิซิน





ภาพที่ 7 ลักษณะของละอองเรณูของต้นแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* x *Torenia fournieri* ที่ได้รับสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน (กำลังขยาย 100 เท่า)

ก. ต้นปกติ

ข. ต้นที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการให้สารโคลชิซิน

ตารางที่ 13 เปอร์เซนต์ละอองเรณูผิดปกติ ของต้นแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน

รหัสต้น	เปอร์เซนต์ละอองเรณูผิดปกติ (%)
ต้นในชุดควบคุม	79.71 ± 3.7
ต้นที่คัดเลือก	
5-2-1	39.56 ± 2.4
5-3-1	33.72 ± 1.8
10-2-1	36.81 ± 2.5
10-2-3	17.53 ± 1.9
10-3-1	29.76 ± 2.1
10-3-2	34.33 ± 1.6
15-1-2	35.67 ± 2.2
15-1-3	22.38 ± 1.7
15-2-2	25.72 ± 2.6
15-3-1	33.52 ± 1.8
15-3-2	27.18 ± 2.3
20-2-1	26.17 ± 1.6
20-2-2	36.77 ± 2.3

หมายเหตุ ± หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

1.7 การเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม

หลังจากคัดเลือกต้นที่มีขนาดความยาวของเซลล์ปากใบเพิ่มขึ้นแล้วนำต้นที่ได้จากการคัดเลือกและต้นควบคุม มาศึกษาจำนวนโครโมโซมโดยวิธี squash method โดยตัดปลายรากต้นแววมยุรา ในเวลา 12.00 – 14.00 น. นำรากมาแช่ในสารละลาย 8-hydroxyquinoline ความเข้มข้น 0.02 M เป็นเวลานาน 4 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 4°C จากนั้นนำมาตรึงสภาพเซลล์ด้วยน้ำยาตรึงเซลล์ นาน 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 4 °C หลังจากนั้นทำให้เซลล์อ่อนตัวด้วย hydrochloric acid 1 N นาน 30 นาที ที่อุณหภูมิ 60 องซาเซลเซียส ล้างกรดออกให้หมดด้วยน้ำกลั่น แช่สีย้อม Carbol fuchsin นาน 30 นาที หลังจากนั้นนำเซลล์ปลายรากที่ติดสีม่วงแดงบดขยี้ แล้วนำไปตรวจนับจำนวนโครโมโซมในแต่ละสิ่งทดลอง ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 1000 x ได้ผลดังนี้ คือ

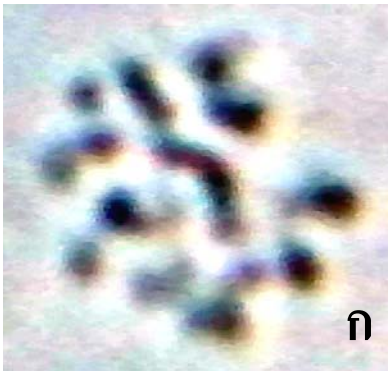
ตารางที่ 14 การเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมของแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน

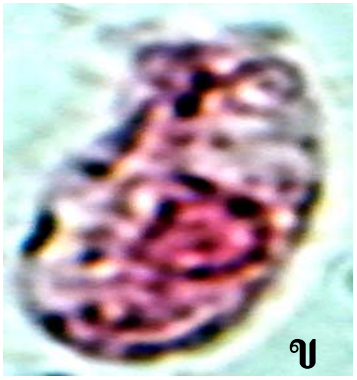
รหัสต้น	**จำนวนโครโมโซม**
ต้นในชุดควบคุม	2n = 2x = 18
ต้นที่จำนวน โครโมโซมเปลี่ยนแปลง	
5-2-1	2n = 4x = 36
10-2-3	2n = 6x = 54
10-3-2	2n = 4x = 36
15-2-2	2n = 4x = 36
15-3-1	2n = 4x = 36

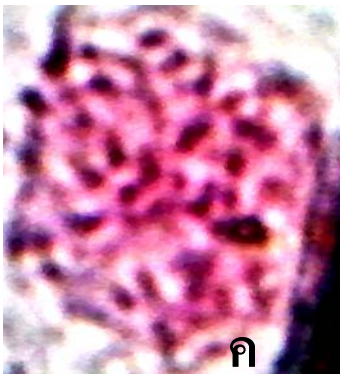
ตารางที่ 15 ลักษณะที่น่าสนใจของต้นแววแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* เปรียบเทียบระหว่างต้นปกติและต้นโพลีพลอยด์

ลักษณะที่น่าสนใจ	ต้นปกติ (ดิพลอยด์)	ต้นโพลีพลอยด์	
		เตตราพลอยด์ (4n)	เฮกซะพลอยด์ (6n)
1. ขนาดของดอก	3.28 ± 1.2 ซม.	4.14 ± 2.9 ซม.	5.02 ± 1.4 ซม.
2. สีของดอก	มีการกระจายตัว	มีการกระจายตัว	มีการกระจายตัว
3. ขนาดใบ	2.98 ± 1.5 ซม.	3.51 ± 2.7	4.78 ± 1.9 ซม.
4. สีของใบ	สีเขียวอ่อน	สีเขียวเข้ม	สีเขียวเข้ม
5. ความหนาของใบ	ปกติ	หนา	หนา
6. ขนบนใบ	มาก	น้อยลง	น้อยลง
7. ความยาวของเซลล์ปากใบ	12.72 ± 2.4 ซม.	18.13 ± 2.1 ซม.	21.33 ± 1.3 ซม.
8. ขนาดละอองเรณู	32.72 ± 3.1 ซม.	38.63 ± 2.5 ซม.	47.63 ± 2.4 ซม.
9. เปอร์เซ็นต์ละอองเรณูผิดปกติ	79.71 ± 3.7 %	31.13 ± 1.4 %	17.53 ± 1.9 %

หมายเหตุ ± หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)







ภาพที่ 8 โครโมโซมของต้นแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* x *Torenia fournieri* ที่ได้รับสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ก. ต้นปกติ (2n = 2x = 18)

ข. ต้นที่มีการเปลี่ยนแปลงโครโมโซมเป็นเตตราพลอยด์ (2n = 4x = 36)

ค. ต้นที่มีการเปลี่ยนแปลงโครโมโซมเป็นเฮกซะพลอยด์ (2n = 6x = 54)

การทดลองที่ 2 เพื่อศึกษาถึงผลของสารละลายจากยาเม็ดรักษาโรคเก๊าท์ต่อการเปลี่ยนแปลงในแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp.

โดยในการทดลองใช้สารละลายจากยาเม็ดโคลชิซิน ระดับความเข้มข้น 0 ppm 5 ppm 10 ppm 15 ppm และ 20 ppm โดยในแต่ละความเข้มข้นนั้น เวลาในการแช่ก้านใบคือ 0 1 2 และ 3 วัน

2.1 เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต

เมื่อแช่ก้านใบลงในสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินตามความเข้มข้นและช่วงเวลาดังกล่าว หลังจากนั้นนำใบไปปักชำในวัสดุปลูกที่มีอัตราส่วนของทราย:ถ่านแกลบ ในอัตราส่วน1:1 เมื่อทำการบันทึกผลการรอดชีวิตที่ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน พบว่าชุดควบคุมมีเปอร์เซนต์การรอดชีวิตเฉลี่ยสูงสุด โดยเปอร์เซนต์การรอดชีวิตจะน้อยลงเมื่อความเข้มข้นสูงขึ้นและระยะเวลาในการแช่นานขึ้น และที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซิน 20 ppm ระยะเวลาในการแช่ 3 วัน มีเปอร์เซนต์การรอดชีวิตเฉลี่ยต่ำที่สุดที่ 30 60 และ 90วัน คิดเป็นร้อยละ 46.67 46.67 และ 43.33 ตามลำดับ (ตารางที่ 16, 17 และ 18)

ตารางที่ 16 เปอร์เซนต์การรอดชีวิตของต้นแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ตรวจสอบผลหลังปักชำใบแล้ว 30 วัน

สารโคลชิซิน ความเข้มข้น (ppm)	**เปอร์เซนต์การรอดชีวิต ระยะเวลาที่แช่ก้านใบ (วัน)**				**ค่าเฉลี่ย**
	0	**1**	**2**	**3**	
0	86.67	80.00	80.00	76.67	80.84 ± 8.2
5	83.33	76.67	76.67	73.33	77.50 ± 7.2
10	76.67	73.33	73.33	70.00	73.33 ± 8.2
15	73.33	73.33	66.67	66.67	70.00 ± 8.4
20	70.00	66.67	63.33	46.67	61.67 ± 4.3
ค่าเฉลี่ย	78.00 ± 8.5	74.00 ± 4.9	72.00 ± 6.9	66.68 ± 11.8	

หมายเหตุ ± หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

ตารางที่ 17 เปอร์เซนต์การรอดชีวิตของต้นแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ตรวจสอบผลหลังปักชำใบแล้ว 60 วัน

สารโคลชิซิน ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซนต์การรอดชีวิต ระยะเวลาที่แช่ก้านใบ (วัน) 0	1	2	3	ค่าเฉลี่ย
0	80.00	76.67	73.33	73.33	75.83 ± 3.2
5	76.67	76.67	73.33	70.00	74.17 ± 3.2
10	73.33	73.33	70.00	66.67	70.83 ± 3.2
15	70.00	63.33	60.00	60.00	63.33 ± 4.7
20	70.00	66.67	56.67	46.67	60.00 ± 10.5
ค่าเฉลี่ย	74.00 ± 4.3	71.33 ± 6.1	66.67 ± 7.8	63.33 ± 10.5	

หมายเหตุ ± หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

ตารางที่ 18 เปอร์เซนต์การรอดชีวิตของต้นแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ตรวจสอบผลหลังปักชำใบแล้ว 90 วัน

สารโคลชิซิน ความเข้มข้น (ppm)	เปอร์เซนต์การรอดชีวิต ระยะเวลาที่แช่ก้านใบ (วัน) 0	1	2	3	ค่าเฉลี่ย
0	76.67	73.33	73.33	70.00	73.33 ± 2.7
5	73.33	70.00	66.67	60.00	68.33 ± 5.7
10	70.00	70.00	70.00	63.33	68.33 ± 3.3
15	70.00	60.00	60.00	50.00	60.00 ± 8.2
20	66.67	60.00	56.67	43.33	56.67 ± 9.8
ค่าเฉลี่ย	71.33 ± 3.8	66.67 ± 6.2	66.00 ± 6.9	57.33 ± 10.6	

หมายเหตุ ± หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

2.2 การเจริญเติบโตทางด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และจำนวนกิ่งแขนง

2.2.1 ความสูง

หลังแช่ก้านใบลงในสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินตามความเข้มข้นและช่วงเวลาดังกล่าว หลังจากนั้นนำใบไปปักชำในวัสดุปลูกที่มีอัตราส่วนของทราย:ถ่านแกลบ ในอัตราส่วน1:1 เมื่อทำการบันทึกความสูงที่ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน พบว่าต้นที่ได้รับสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซิน ตามระดับความเข้มข้นและช่วงเวลาแตกต่างกันนั้น พบว่าต้นในกลุ่มชุดควบคุมมีการเจริญเติบโตเฉลี่ยทั้ง 3 เดือน มากกว่าต้นที่ทรีทสาร ที่ 30 วัน มีความสูงเฉลี่ย 3.69 เซนติเมตร ในเดือนที่ 60 วัน มีความสูงเฉลี่ย 5.61 เซนติเมตร ในเดือนที่3 มีความสูงเฉลี่ย 9.72 เซนติเมตร โดยต้นที่ได้รับการทรีทสารที่ระดับความเข้มข้นและช่วงเวลาที่ต่างกัน บางต้นโตเร็ว บางต้นการเจริญเติบโตค่อนข้างช้า โดยที่ระดับความเข้มข้น 15 ppm ระยะเวลาในการแช่ 3 วัน มีความสูงน้อยที่สุด ที่ 30 วัน คือ 1.75 เซนติเมตร ความสูงน้อยที่สุด ที่ 60 วัน และ 90 วัน คือที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm เป็นเวลา 2 วัน มีความสูง 3.32 เซนติเมตร และ 6.15 เซนติเมตร ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าปัจจัยทั้ง 2 มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างกันโดยพบว่าระดับความเข้มข้นต่อความสูงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และระยะเวลาที่แช่ก้านใบ ที่ 30 วัน และ 60 วัน ไม่มีผลต่อความสูง แต่ที่ 90 วัน ระยะเวลาที่แช่ก้านใบมีผลต่อความสูง และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 19) ซึ่งผลที่ได้คล้ายคลึงกับการทดลองที่ 1

2.2.2 ความกว้างทรงพุ่ม

หลังแช่ก้านใบลงในสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินตามความเข้มข้นและช่วงเวลาดังกล่าว หลังจากนั้นนำใบไปปักชำในวัสดุปลูกที่มีอัตราส่วนของทราย:ถ่านแกลบ ในอัตราส่วน1:1 เมื่อทำการบันทึกความกว้างทรงพุ่ม ที่ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน พบว่าต้นที่ได้รับสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซิน ตามระดับความเข้มข้นและช่วงเวลาแตกต่างกันนั้น ความกว้างทรงพุ่มมากที่สุดที่ 30 วัน คือในกลุ่มชุดควบคุม มีความกว้างทรงพุ่ม 3.72 เซนติเมตร ที่ 60 วัน และ 90 วัน ที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm เป็นเวลา 2 วัน มีความกว้างทรงพุ่ม 5.68 เซนติเมตร และ 8.59 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยที่ระดับความเข้มข้นสูงจะมีความกว้างทรงพุ่มที่ค่อนข้างแคระแกรนและยอดออกเป็นกระจุก พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm เป็นเวลา 3 วัน มีความกว้างทรงพุ่มน้อยที่สุด ที่ 30 วัน ถึง ที่ 90 วัน คือ 1.57 เซนติเมตร 3.16 เซนติเมตร และ 5.12 เซนติเมตร ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าปัจจัยทั้ง 2 มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างกันโดยพบว่าระดับความเข้มข้นต่อความสูงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และระยะเวลาที่แช่ก้านใบที่ 30 วัน และ 60 วัน ไม่มีผลต่อความ

กว้างทรงพุ่ม แต่ที่ 90 วัน ระยะเวลาที่แช่ก้านใบมีผลต่อความกว้างทรงพุ่ม และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 22) ซึ่งผลที่ได้คล้ายคลึงกับการทดลองที่ 1

2.2.3 จำนวนกิ่งแขนง

หลังแช่ก้านใบลงในสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินตามความเข้มข้นและช่วงเวลาดังกล่าว หลังจากนั้นนำใบไปปักชำในวัสดุปลูกที่มีอัตราส่วนของทราย:ถ่านแกลบ ในอัตราส่วน1:1 เมื่อทำการบันทึกจำนวนกิ่งแขนงที่ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน พบว่าต้นที่ได้รับสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซิน ตามระดับความเข้มข้นและช่วงเวลาแตกต่างกันนั้นพบว่าต้นที่ได้รับสารละลายเม็ดยาโคลชิซิน ตามระดับความเข้มข้นและช่วงเวลาแตกต่างกันนั้น พบว่าบางต้นมีจำนวนกิ่งแขนงเยอะ บางต้นมีจำนวนกิ่งแขนงน้อย โดยมีจำนวนกิ่งแขนงมากที่สุด ที่ 30 วัน ชุดควบคุมมีจำนวนกิ่งแขนงมากที่สุด คือ 3.72 กิ่ง ที่ 60 วัน และ 90 วัน ที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm เป็นเวลา 2 วัน มีจำนวนกิ่งแขนงมากที่สุด คือ 5.68 กิ่ง และ 8.59 กิ่ง ตามลำดับ พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm เป็นเวลา 3 วัน มีจำนวนกิ่งแขนงน้อยที่สุด ที่ 30 วัน ถึง 90 วัน มีจำนวนกิ่งแขนงเฉลี่ย 1.57 กิ่ง 3.16 กิ่ง และ 5.12 กิ่ง ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าปัจจัยทั้ง 2 มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างกัน โดยพบว่าระดับความเข้มข้นต่อจำนวนกิ่งแขนงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และระยะเวลาที่แช่ก้านใบ ที่ 30 วัน และ 60 วัน ไม่มีผลต่อจำนวนกิ่งแขนง แต่ที่ 90 วัน ระยะเวลาที่แช่ก้านใบมีผลต่อจำนวนกิ่งแขนง และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 24) ซึ่งผลที่ได้คล้ายคลึงกับการทดลองที่ 1

ตารางที่ 19 ความสูงเฉลี่ยของต้นแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ตรวจสอบผลหลังปักชำใบที่ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน

ความเข้มข้นสาร (ppm)	ระยะเวลาที่แช่ก้านใบ (วัน)	ความสูง (เซนติเมตร) 30 วัน	60 วัน	90 วัน
0	**0**	3.69[a1/]	5.29[a]	9.55[a]
	1	3.62[a]	4.31[b]	9.37[a]
	2	3.37[a]	4.32[b]	8.52[b]
	3	2.67[b]	3.71[c]	7.24[c]
5	**0**	3.43[a]	5.32[a]	9.72[a]
	1	2.96[ab]	4.78[ab]	7.53[c]
	2	2.59[b]	5.13[a]	7.49[c]
	3	2.38[b]	4.34[b]	6.94[cd]
10	**0**	3.43[a]	5.29[a]	9.11[a]
	1	3.16[a]	4.50[b]	8.56[b]
	2	2.62[b]	3.60[c]	7.14[c]
	3	2.68[b]	3.65[c]	6.83[cd]
15	**0**	3.57[a]	5.61[a]	9.13[a]
	1	2.51[b]	5.31[a]	8.13[b]
	2	2.37[b]	4.62[b]	6.84[cd]
	3	1.75[c]	3.45[c]	6.97[d]
20	**0**	3.48[a]	5.26[a]	9.44[a]
	1	1.69[c]	3.45[c]	6.59[ed]
	2	1.78[c]	3.32[c]	6.15[d]
	3	1.53[c]	3.18[c]	6.27[d]
F-test		**	**	**
C.V.(%)		18.67	19.52	19.34

หมายเหตุ ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

1/ ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างทางสถิติโดยวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 20 อิทธิพลของความเข้มข้นสาร ระยะเวลาในการแช่สาร และอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นสารและระยะเวลาในการแช่สาร ต่อความสูงของต้น แววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ตรวจสอบผลหลังปักชำใบ ที่ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน

	ความสูง (เซนติเมตร)		
กรรมวิธี	**30 วัน**	**60 วัน**	**90 วัน**
ความเข้มข้นสาร (ppm)			
0	3.23[a1/]	5.37[a]	9.65[a]
5	2.58[b]	5.29[a]	8.43[b]
10	2.34[b]	4.73[b]	8.22[b]
15	2.73[b]	4.81[bc]	7.39[c]
20	1.64[c]	3.87[c]	6.47[d]
เวลา (วัน)			
0	2.57	5.35	9.39[a]
1	2.68	5.46	8.65[b]
2	2.49	5.18	8.45[b]
3	2.57	5.32	7.17[c]
F-test			
ความเข้มข้น	**	**	**
เวลา	ns	ns	**
ความเข้มข้นxเวลา	**	**	**
C.V. (%)	18.67	19.52	19.34

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น

1/ ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างทางสถิติโดยวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 21 ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยของต้นแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ตรวจสอบผลหลังปักชำใบที่ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน

ความเข้มข้นสาร (ppm)	ระยะเวลาที่แช่ก้านใบ (วัน)	ความกว้างทรงพุ่ม (เซนติเมตร)		
		30 วัน	60 วัน	90 วัน
0	**0**	3.17[a1/]	5.24[a]	8.34[a]
	1	3.22[a]	5.63[a]	8.37[a]
	2	3.45[a]	4.73[ab]	7.32[b]
	3	2.77[ab]	4.56[b]	7.13[b]
5	**0**	3.54[a]	5.15[a]	7.72[b]
	1	2.63[b]	5.64[a]	7.58[b]
	2	2.58[b]	5.68[a]	8.59[a]
	3	2.28[b]	4.54[b]	6.78[c]
10	**0**	3.72[a]	5.28[a]	8.11[a]
	1	2.18[b]	4.30[c]	6.16[cd]
	2	2.59[b]	4.65[c]	5.14[d]
	3	1.67[c]	4.47[b]	6.33[cd]
15	**0**	3.55[a]	5.61[a]	8.31[a]
	1	2.89[ab]	5.31[a]	8.13[a]
	2	2.13[bc]	3.62[c]	6.84[c]
	3	1.58[c]	3.48[c]	5.67[d]
20	**0**	3.57[a]	5.54[a]	8.39[a]
	1	2.53[c]	3.56[c]	6.29[ed]
	2	1.78[c]	3.32[c]	5.35[d]
	3	1.57[c]	3.16[c]	5.12[d]
F-test		**	**	**
C.V.(%)		17.66	19.86	18.75

หมายเหตุ ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

1/ ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างทางสถิติโดยวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 22 อิทธิพลของความเข้มข้นสาร ระยะเวลาในการแช่สาร และอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นสารและระยะเวลาในการแช่สาร ต่อความกว้างทรงพุ่มของต้นแววมยุรา สายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ที่ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน

	ความกว้างทรงพุ่ม (เซนติเมตร)		
กรรมวิธี	**30 วัน**	**60 วัน**	**90 วัน**
ความเข้มข้นสาร (ppm)			
0	3.13[a1/]	5.53[a]	8.09[a]
5	2.82[ab]	4.55[b]	7.63[b]
10	2.34[b]	4.63[b]	6.53[c]
15	2.29[b]	4.58[b]	7.16[b]
20	1.74[c]	3.29[c]	6.43[c]
เวลา (วัน)			
0	2.79	4.93	8.33[a]
1	2.33	4.59	7.47[b]
2	2.36	4.67	6.13[c]
3	2.55	4.43	6.43[c]
F-test			
ความเข้มข้น	**	**	**
เวลา	ns	ns	**
ความเข้มข้นxเวลา	**	**	**
C.V. (%)	17.66	19.86	18.75

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

1/ ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างทางสถิติโดยวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 23 จำนวนกิ่งแขนงเฉลี่ยของต้นแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ตรวจสอบผลหลังปักชำที่ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน

ความเข้มข้นสาร (ppm)	ระยะเวลาที่แช่ก้านใบ (วัน)	จำนวนกิ่งแขนง (กิ่ง)		
		30 วัน	60 วัน	90 วัน
0	0	3.24[a1/]	4.17[a]	5.21[a]
	1	2.87[b]	3.57[b]	4.21[b]
	2	2.75[b]	3.48[b]	4.35[b]
	3	2.13[bc]	3.72[b]	4.67[b]
5	0	3.32[a]	4.35[a]	5.72[a]
	1	2.56[b]	3.43[b]	4.48[b]
	2	2.33[b]	3.55[b]	5.34[a]
	3	3.58[a]	4.34[a]	4.88[ab]
10	0	3.32[a]	4.35[a]	5.60[a]
	1	1.88[c]	2.80[c]	3.84[c]
	2	1.52[e]	2.60[c]	4.66[b]
	3	2.54[b]	3.52[b]	4.12[bc]
15	0	3.07[a]	3.61[b]	5.31[a]
	1	2.13[bc]	2.51[c]	3.33[c]
	2	2.17[bc]	3.82[b]	4.84[ab]
	3	2.45[b]	2.82[c]	3.12[c]
20	0	3.34[a]	3.96[ab]	5.44[a]
	1	1.87[c]	2.52[c]	3.59[e]
	2	1.85[c]	2.92[c]	3.35[c]
	3	1.76[c]	2.38[c]	3.67[c]
F-test		**	**	**
C.V.(%)		18.68	19.73	19.42

หมายเหตุ ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

1/ ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างทางสถิติโดยวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 24 อิทธิพลของความเข้มข้นสาร ระยะเวลาในการแช่สาร และอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นสารและระยะเวลาในการแช่สาร ต่อจำนวนกิ่งแขนงของแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ตรวจสอบผลหลังปักชำ ที่ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน

	จำนวนกิ่งแขนง (กิ่ง)		
กรรมวิธี	**30 วัน**	**60 วัน**	**90 วัน**
ความเข้มข้นสาร (ppm)			
0	3.53[a1/]	4.09[a]	5.19[a]
5	3.02[a]	3.78[ab]	5.13[a]
10	2.94[ab]	3.25[b]	4.63[b]
15	2.23[b]	3.58[b]	4.16[b]
20	1.84[c]	2.34[c]	3.13[c]
เวลา (วัน)			
0	2.79	3.72	5.69[a]
1	2.73	3.39	4.09[b]
2	2.51	3.65	4.31[b]
3	2.58	3.48	3.97[c]
F-test			
ความเข้มข้น	**	**	**
เวลา	ns	ns	**
ความเข้มข้นxเวลา	**	**	**
C.V. (%)	18.68	19.73	19.42

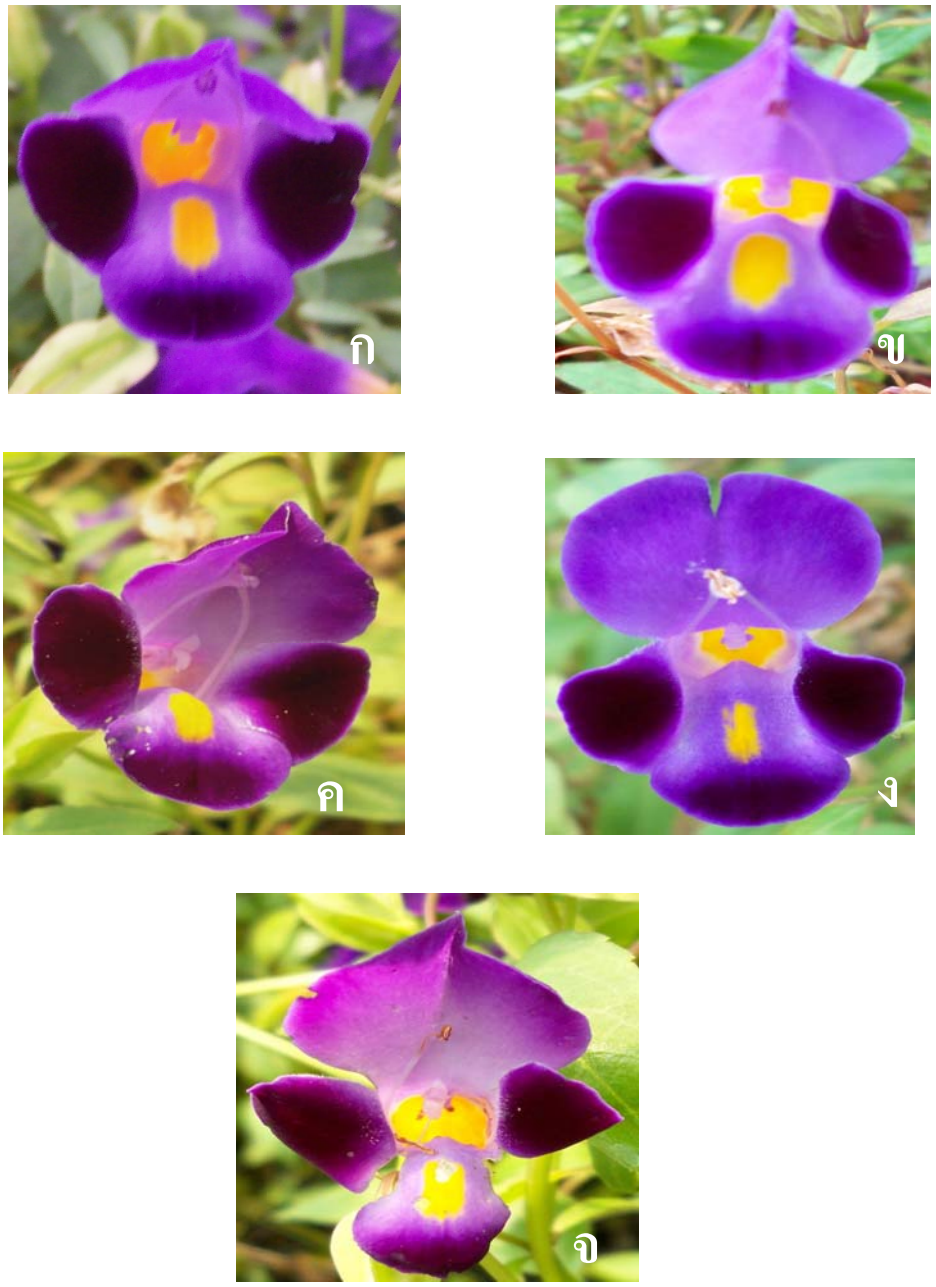
หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

1/ ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างทางสถิติโดยวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan 's New Multiple Range Test (DMRT)

2.3 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของรูปร่าง ขนาด และสีของดอกและใบ

หลังจากให้สารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นและช่วงเวลาดังกล่าวแล้วหลังจากนั้นนำใบไปปักชำ ทำการบันทึกค่าการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้นทุกสัปดาห์ พบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่างของดอก ขนาดของดอก สีดอก และใบมีขนาดเข้มขึ้น ตามระดับความเข้มข้นและช่วงเวลาต่างๆกันนั้นพบ ลักษณะดอกที่เปลี่ยนแปลงไป อาทิเช่นกลีบดอกด้านล่างมีลักษณะใหญ่ขึ้น ดอกสีอ่อนลง (ความเข้มข้น 5 ppm, 3วัน) กลีบดอกล่างใหญ่ขึ้น (ความเข้มข้น 10 ppm, 2วัน) กลีบดอกด้านบนมีขนาดใหญ่ขึ้น ดอกสีอ่อนลง (ความเข้มข้น 10 ppm, 3วัน) กลีบดอกด้านบนมีขนาดใหญ่ขึ้น ดอกมีสีม่วงอมชมพู (ความเข้มข้น 15 ppm, 2วัน) (ภาพที่ 9 ข. 9 ค. 9 ง. 9 จ. และ 9 ฉ. ตามลำดับ) ขนาดของดอกใหญ่ขึ้น อาทิเช่นกลีบดอกและส่วนประกอบของดอกมีลักษณะใหญ่ขึ้น (ความเข้มข้น 5 ppm, 3วัน) กลีบดอกและส่วนประกอบของดอกมีลักษณะใหญ่ขึ้น ดอกสีอ่อนลง (ความเข้มข้น 10 ppm, 3วัน) กลีบดอกด้านบนมีลักษณะใหญ่ขึ้นสีขาวอมม่วง ดอกสีอ่อนลง (ความเข้มข้น 15 ppm, 2วัน) (ภาพที่ 10 ข. และ 10 ค.) และลักษณะใบที่เปลี่ยนแปลงไป อาทิเช่น ลักษณะใบใหญ่ขึ้น ใบมีลักษณะหนาและกลม ปลายใบเรียว (ความเข้มข้น 5 ppm, 3วัน) ลักษณะใบใหญ่ขึ้น ใบมีลักษณะหนาและกลมป้อม (ความเข้มข้น 10 ppm, 3วัน) ลักษณะใบใหญ่ขึ้น ใบมีลักษณะหนาและค่อนข้างกลม (ความเข้มข้น 15 ppm, 2วัน) (ภาพที่ 11 ข. 11 ค. และ 11 ง.ตามลำดับ) นอกจากนี้จะพบว่าใบของต้นที่ได้รับสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซิน ลักษณะการกระจายของขนด้านหลังใบและด้านท้องใบนั้นลดลงจากต้นในชุดควบคุมซึ่งโดยปกติ จะพบการกระจายของขนทั้งด้านหลังใบและท้องใบเป็นจำนวนมาก (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงลักษณะของดอกแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp.ตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน

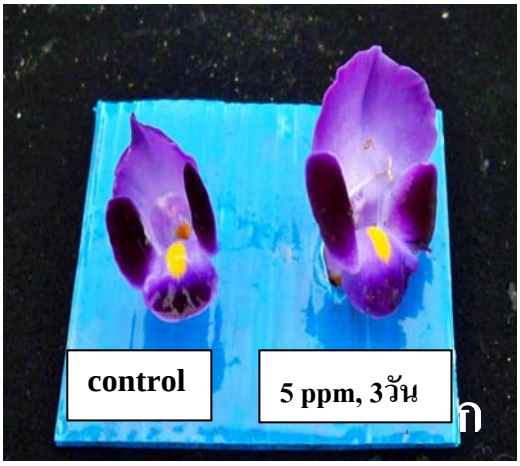
ก. ลักษณะดอกในชุดควบคุม

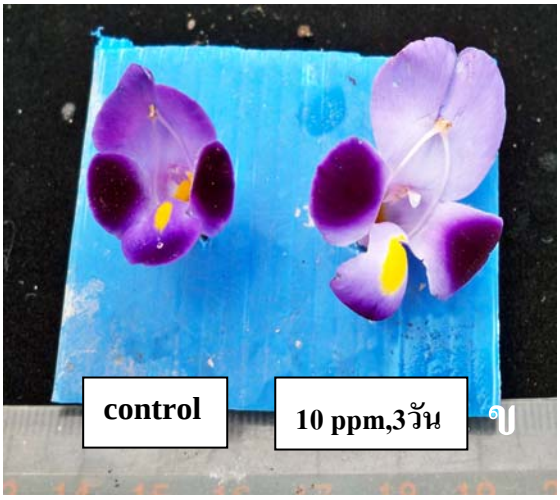
ข. กลีบดอกด้านล่างมีลักษณะใหญ่ขึ้น ดอกสีอ่อนลง (ความเข้มข้น 5 ppm, 3วัน)

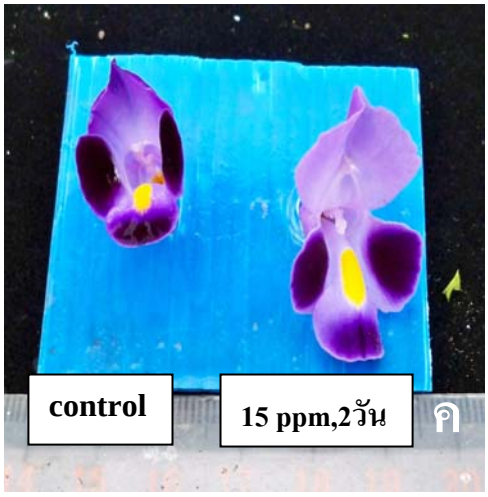
ค. กลีบดอกล่างใหญ่ขึ้น (ความเข้มข้น 10 ppm, 2วัน)

ง. กลีบดอกด้านบนมีขนาดใหญ่ขึ้น ดอกสีอ่อนลง (ความเข้มข้น 10 ppm, 3วัน)

จ. กลีบดอกด้านบนมีขนาดใหญ่ขึ้น ดอกมีสีม่วงอมชมพู (ความเข้มข้น 15 ppm, 2วัน)





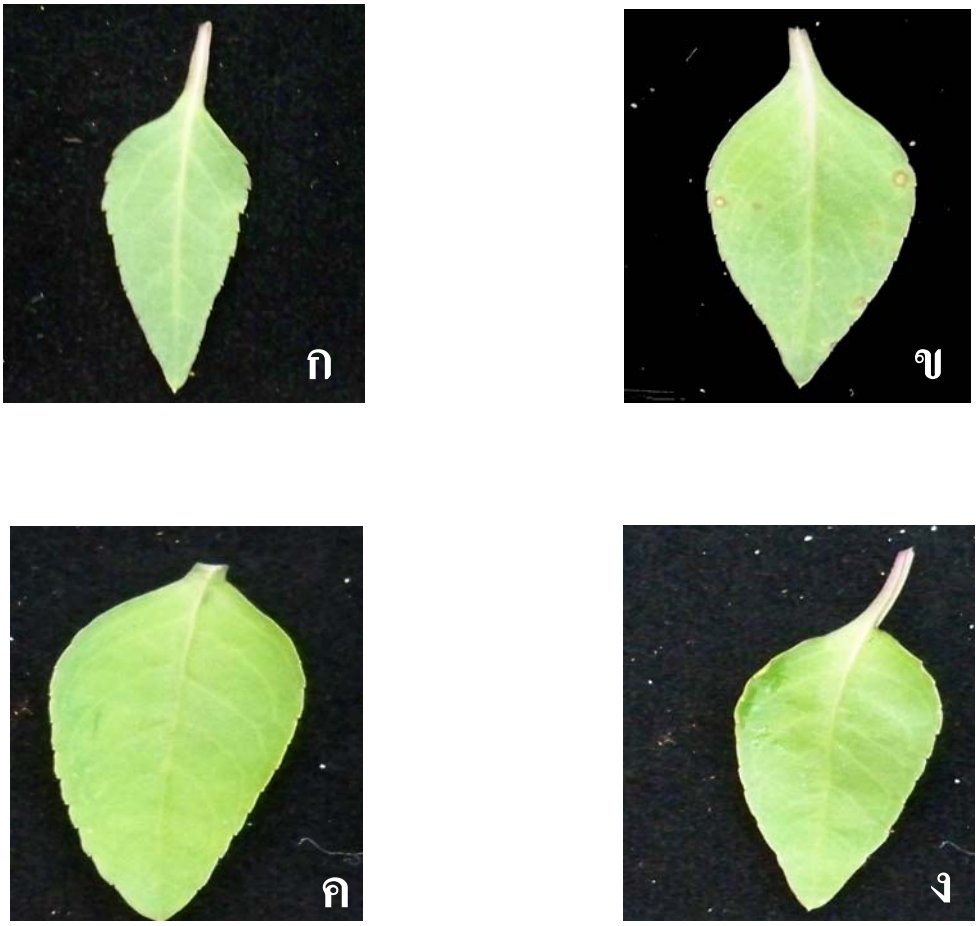


ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงของขนาดดอกแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน

ก. กลีบดอกและส่วนประกอบของดอกมีลักษณะใหญ่ขึ้น (ความเข้มข้น 5 ppm, 3วัน)

ข. กลีบดอกและส่วนประกอบของดอกมีลักษณะใหญ่ขึ้น ดอกสีอ่อนลง (ความเข้มข้น 10 ppm, 3วัน)

ค. กลีบดอกด้านบนมีลักษณะใหญ่ขึ้นสีขาวอมม่วง ดอกสีอ่อนลง (ความเข้มข้น 15 ppm, 2วัน)



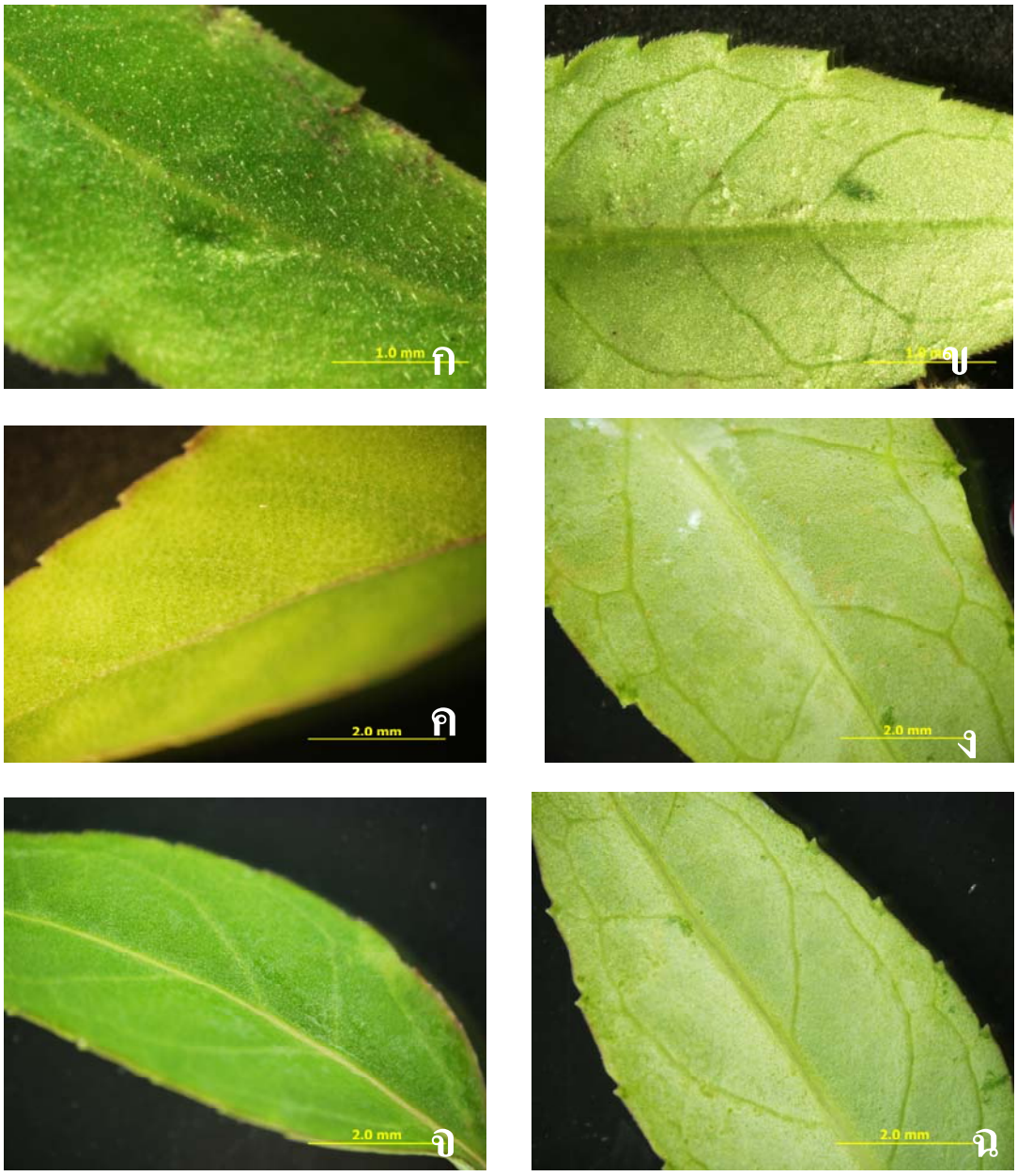
ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงลักษณะใบแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน

ก. ลักษณะใบในชุดควบคุม

ข. ลักษณะใบใหญ่ขึ้น ใบหนาและกลม ปลายใบเรียว (ความเข้มข้น 5 ppm, 3วัน)

ค. ลักษณะใบใหญ่ขึ้น ใบหนาและกลมป้อม (ความเข้มข้น 10 ppm, 3วัน)

ง. ลักษณะใบใหญ่ขึ้น ใบหนาและค่อนข้างกลม (ความเข้มข้น 15 ppm, 2วัน)



ภาพที่ 12 การเปลี่ยนแปลงลักษณะขนบนใบแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน

ก. และ ข. ลักษณะขนกระจายอยู่บนหลังใบและท้องใบ ตามลำดับ ในชุดควบคุม

ค. และ ง. ลักษณะขนน้อยลงทั้งด้านหลังใบและท้องใบ ตามลำดับ (ความเข้มข้น 10 ppm, 3 วัน)

จ. และ ฉ. ลักษณะขนน้อยลงทั้งด้านหลังใบและท้องใบ ตามลำดับ (ความเข้มข้น 15 ppm, 2 วัน)

2.4 ความยาวของเซลล์ปากใบ

หลังแช่ก้านใบลงในสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซิน โดยใช้ระดับความเข้มข้น 0 ppm 5 ppm 10 ppm 15 ppm และ 20 ppm โดยในแต่ละความเข้มข้นนั้น เวลาในการแช่ก้านใบคือ 0 1 2 และ 3 วัน หลังจากนั้นนำใบไปปักชำในวัสดุปลูกที่มีอัตราส่วนของทราย:ถ่านแกลบ ในอัตราส่วน1:1 ทำการบันทึกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และทำการวัดความยาวของเซลล์ปากใบและคัดเลือกต้นที่มีขนาดความยาวของเซลล์ปากใบมากกว่าต้นในกลุ่มชุดควบคุม (ภาพที่ 13) กำหนดรหัสต้นในแต่ละสิ่งทดลอง คือ ความเข้มข้น-เวลา-ต้นที่ อาทิเช่น 5 ppm , 2วัน , ต้นที่1 และ 10 ppm, 3 วัน , ต้นที่5 กำหนดรหัส 5-2-1 และ 10-3-5 เป็นต้น ทำการคัดเลือกต้นซึ่งมีความยาวของเซลล์ปากใบเฉลี่ยมากกว่าต้นในชุดควบคุม กำหนดรหัสต้นได้ทั้งหมด 11 ต้น ดังนี้ 1) 5-2-1, 2) 5-2-2, 3) 5-3-1, 4) 10-1-1, 5) 10-2-1, 6) 10-2-2, 7) 10-2-3, 8) 10-3-1, 9) 10-3-2, 10) 15-2-1, 11) 15-3-1 และ ต้น 5-2-1 มีความยาวของเซลล์ปากใบเฉลี่ยมากที่สุด คือ 21.13 ± 2.1ไมโครเมตร (ตารางที่ 26)

2.5 ขนาดของละอองเรณู

หลังแช่ก้านใบลงในสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซิน โดยใช้ระดับความเข้มข้น 0 ppm 5 ppm 10 ppm 15 ppm และ 20 ppm โดยในแต่ละความเข้มข้นนั้น เวลาในการแช่ก้านใบคือ 0 1 2 และ 3 วัน หลังจากนั้นนำใบไปปักชำในวัสดุปลูกที่มีอัตราส่วนของทราย:ถ่านแกลบ ในอัตราส่วน1:1 ตรวจสอบผลหลังการปักชำใบ 120 วัน โดยทำการวัดขนาดของอับละอองเรณูโดยพิจารณาจากต้นที่มีความยาวของเซลล์ปากใบมากกว่าต้นในกลุ่มชุดควบคุม เมื่อทำการการวัดขนาดของอับละอองเรณู โดยเปรียบเทียบต้นในกลุ่มชุดควบคุมกับต้นที่ทำการคัดเลือกและกำหนดรหัสต้นทั้ง 11 ต้น พบว่ามีขนาดของละอองเรณูเฉลี่ยมากกว่าต้นในชุดควบคุม (ภาพที่ 14) และต้น 5-2-1 มีขนาดละอองเรณูเฉลี่ยมากที่สุด คือ 44.23 ± 2.7 ไมโครเมตร (ตารางที่ 27)

2.6 เปอร์เซ็นต์ละอองเรณูผิดปกติ

หลังแช่ก้านใบลงในสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซิน โดยใช้ระดับความเข้มข้น 0 ppm 5 ppm 10 ppm 15 ppm และ 20 ppm โดยในแต่ละความเข้มข้นนั้น เวลาในการแช่ก้านใบคือ 0 1 2 และ 3 วัน หลังจากนั้นนำใบไปปักชำในวัสดุปลูกที่มีอัตราส่วนของทราย:ถ่านแกลบ ในอัตราส่วน1:1 ตรวจสอบเปอร์เซนต์ความเป็นหมันของละอองเรณูหลังการปักชำใบ 120 วัน โดยใช้สีย้อม KI ถ้าละอองเรณูติดสีเข้ม เป็นละอองเรณูที่สมบูรณ์ และละอองเรณูที่ติดสีจาง หรือไม่ติดสี และมีขนาดเล็กกว่าปกติ เป็นละอองเรณูที่เป็นหมัน (ภาพที่ 15) โดยเปรียบเทียบต้นในกลุ่มชุด

ควบคุมกับต้นที่ทำการคัดเลือกและกำหนดรหัสต้นทั้ง 11 ต้น พบว่าทั้ง 11 ต้น มีเปอร์เซนต์ความเป็นหมันของละอองเรณูน้อยกว่าต้นในกลุ่มชุดควบคุม และต้น 5-2-1 มีเปอร์เซนต์ความเป็นหมันของละอองเรณูน้อยที่สุด คือ 28.77 เปอร์เซนต์ (ตารางที่ 28)

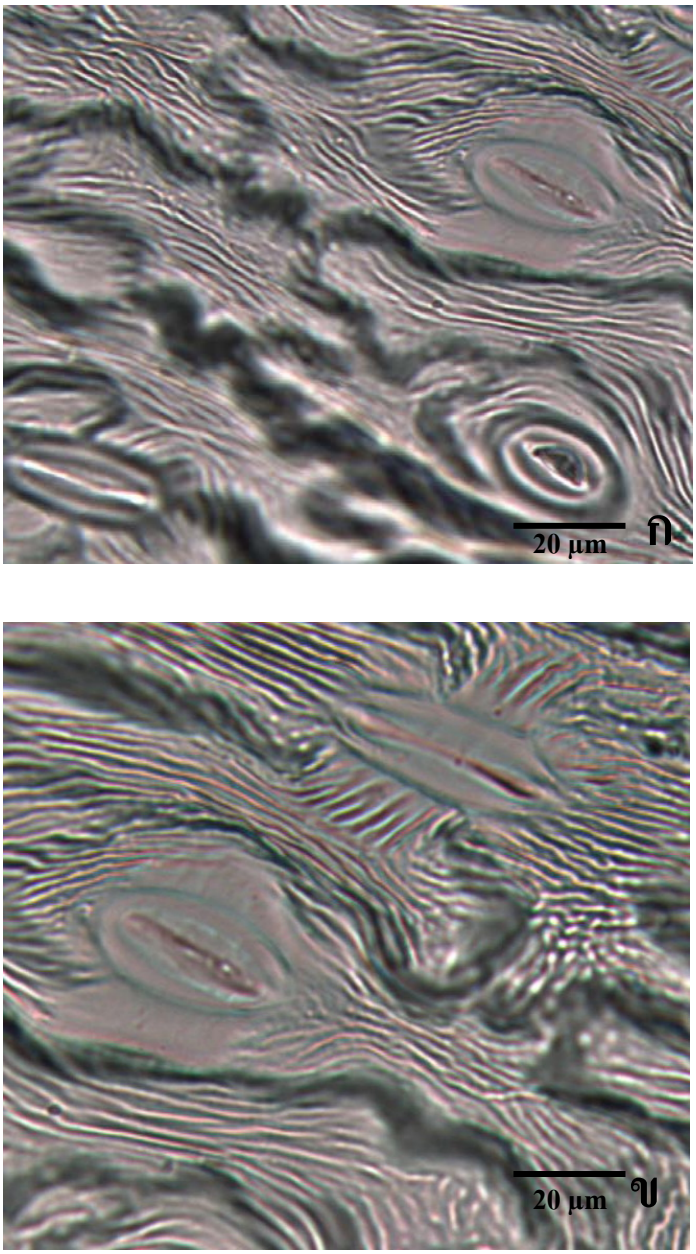
ตารางที่ 25 จำนวนต้นซึ่งมีความยาวของเซลล์ปากใบมากกว่าต้นในชุดควบคุม

สิ่งทดลอง	ความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซิน (ppm)	ระยะเวลา (วัน)	จำนวนต้นทั้งหมด (ต้น)	จำนวนต้นที่คัดเลือก (ต้น)	จำนวนต้นที่คัดเลือก (%)
สารโคลชิซิน	5 ppm	1วัน	21	0	0
		2วัน	20	2	0.1
		3วัน	18	1	0.06
	10 ppm	1วัน	21	1	0.05
		2วัน	21	3	0.14
		3วัน	19	2	0.11
	15 ppm	1วัน	18	0	0
		2วัน	18	1	0.06
		3วัน	15	1	0.07
	20 ppm	1วัน	18	0	0
		2วัน	17	0	0
		3วัน	13	0	0

ตารางที่ 26 ความยาวเซลล์ปากใบของต้นแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia sp.* ตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน

รหัสต้น	ความยาวเซลล์ปากใบเฉลี่ย (ไมโครเมตร)
ต้นในชุดควบคุม	13.69 ± 3.2
ต้นที่คัดเลือก	
5-2-1	21.13 ± 2.1
5-2-2	20.57 ± 1.4
5-3-1	19.61 ± 1.5
10-1-1	19.29 ± 2.2
10-2-1	20.32 ± 1.7
10-2-2	19.14 ± 1.2
10-2-3	20.58 ± 1.4
10-3-1	19.33 ± 2.1
10-3-2	17.19 ± 1.4
15-2-1	19.22 ± 1.7
15-3-1	18.97 ± 1.8

หมายเหตุ ± หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)



ภาพที่ 13 เซลล์ปากใบของต้นแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ที่ได้รับสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน (กำลังขยาย 400 เท่า)

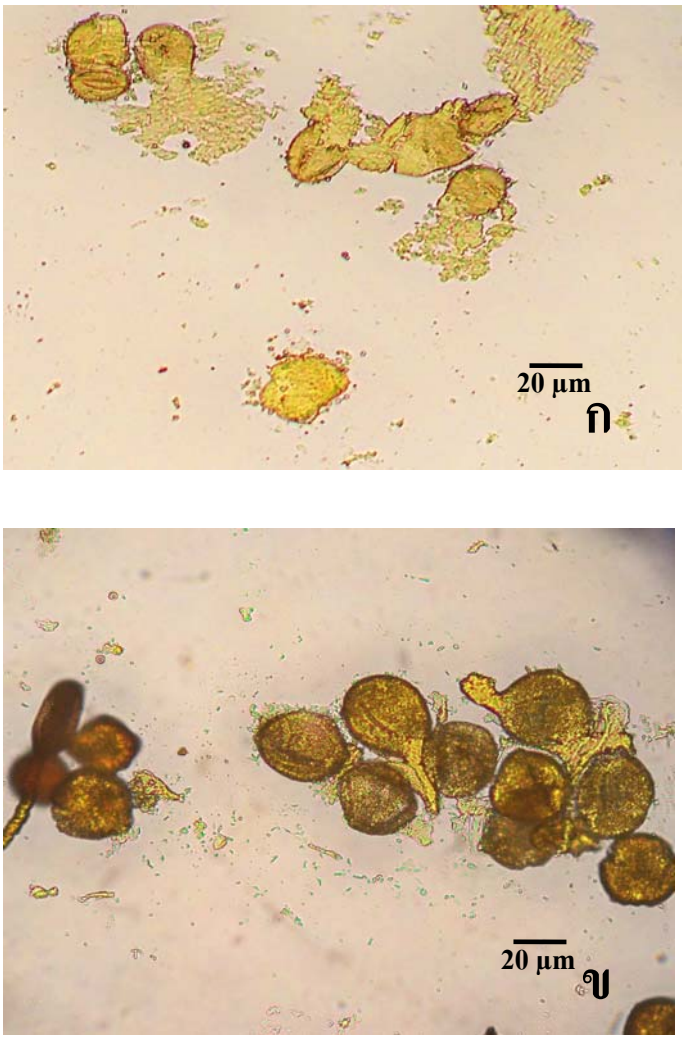
ก. ต้นปกติ

ข. ต้นที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการให้สารโคลชิซิน

ตารางที่ 27 ขนาดของละอองเรณูของต้นแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน

รหัสต้น	ขนาดของละอองเรณูเฉลี่ย (ไมโครเมตร)
ต้นในชุดควบคุม	35.62 ± 1.2
ต้นที่คัดเลือก	
5-2-1	44.23 ± 2.7
5-2-2	40.16 ± 1.5
5-3-1	37.72 ± 1.4
10-1-1	40.22 ± 1.4
10-2-1	39.76 ± 2.3
10-2-2	40.23 ± 1.8
10-2-3	38.51 ± 1.9
10-3-1	41.63 ± 1.5
10-3-2	42.68 ± 1.2
15-2-1	43.52 ± 1.4
15-3-1	38.36 ± 1.5

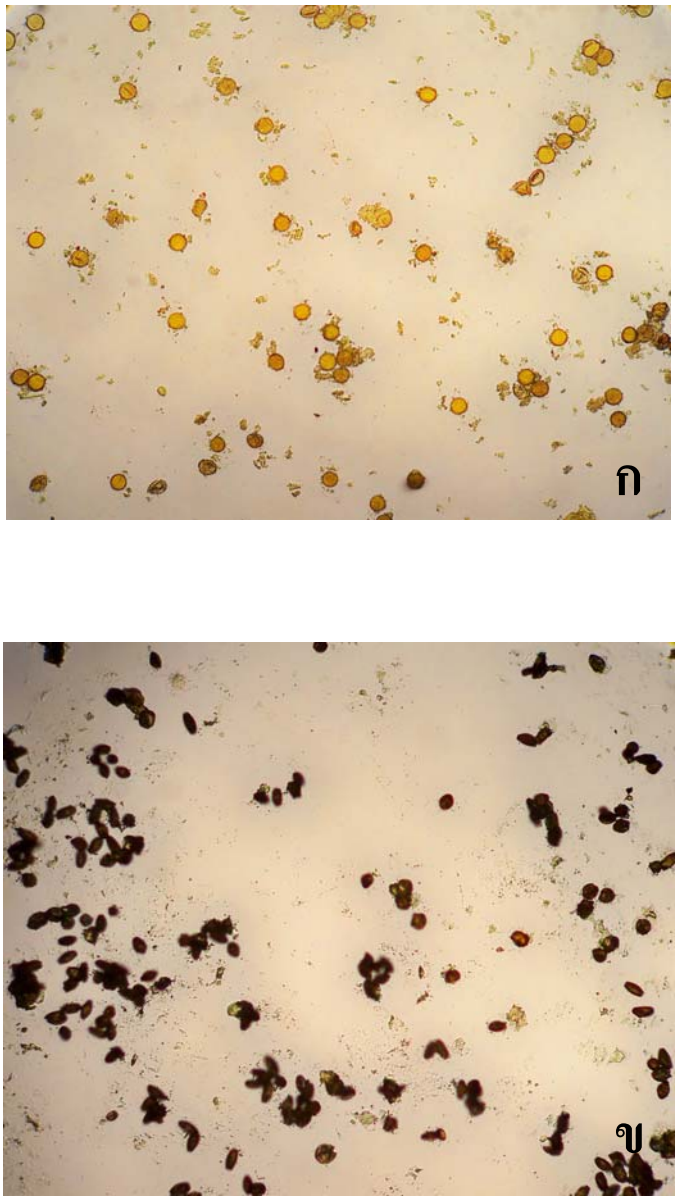
หมายเหตุ ± หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)



ภาพที่ 14 ขนาดของละอองเรณูของต้นแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ที่ได้รับสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซิน ตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน (กำลังขยาย 400 เท่า)

ก. ต้นปกติ

ข. ต้นที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการให้สารโคลชิซิน



ภาพที่ 15 ลักษณะของละอองเรณูของต้นแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ที่ได้รับสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซิน ตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน (กำลังขยาย 100 เท่า)

ก. ต้นปกติ

ข. ต้นที่เปลี่ยนแปลงภายหลังการให้สารโคลชิซิน

ตารางที่ 28 เปอร์เซนต์ละอองเรณูผิดปกติ ของต้นแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน

รหัสต้น	เปอร์เซนต์ละอองเรณูผิดปกติ (%)
ต้นในชุดควบคุม	69.34 ± 2.7
ต้นที่คัดเลือก	
5-2-1	28.77 ± 2.3
5-2-2	40.68 ± 2.1
5-3-1	32.23 ± 1.9
10-1-1	29.15 ± 1.2
10-2-1	32.74 ± 1.7
10-2-2	38.19 ± 1.4
10-2-3	32.42 ± 1.3
10-3-1	27.63 ± 3.2
10-3-2	26.51 ± 1.8
15-2-1	34.93 ± 2.2
15-3-1	37.26 ± 2.1

หมายเหตุ ± หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

2.6 การเปลี่ยนแปลงของโครโมโซม

หลังจากคัดเลือกต้นที่มีขนาดความยาวของเซลล์ปากใบเพิ่มขึ้นแล้วนำต้นที่ได้จากการคัดเลือกและต้นควบคุม มาศึกษาจำนวนโครโมโซมโดยวิธี squash method โดยตัดปลายรากต้น แววมยุรา ในเวลา12.00 – 14.00 น. นำรากมาแช่ในสารละลาย 8-hydroxyquinoline ความเข้มข้น 0.02 M เป็นเวลานาน 4 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 4°C จากนั้นนำมาตรึงสภาพเซลล์ด้วยน้ำยาตรึงเซลล์นาน 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 4 °C หลังจากนั้นทำให้เซลล์อ่อนตัวด้วย hydrochloric acid 1 N นาน 30 นาที ที่อุณหภูมิ 60 องซาเซลเซียส ล้างกรดออกให้หมดด้วยน้ำกลั่นแช่สีย้อม Carbol fuchsin นาน 30 นาที หลังจากนั้นนำเซลล์ปลายรากที่ติดสีม่วงแดงบดขยี้ แล้วนำไปตรวจนับจำนวนโครโมโซมในแต่ละสิ่งทดลอง ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 1000 x ได้ผลดังนี้ คือ ได้ต้นที่มีจำนวนโครโมโซม

เป็นเตตราพลอยด์ (4n = 36) ทั้งหมด 6 ต้น คือ 1) 5-2-1 ที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm เป็นเวลา 2 วัน 2) 5-3-1 ที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm เป็นเวลา 3 วัน 3) 10-1-1ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm เป็นเวลา 1 วัน 4) 10-2-1 ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm เป็นเวลา 2 วัน 5) 10-3-2 ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm เป็นเวลา 3 วัน และ 6) 15-2-1 ที่ระดับความเข้มข้น 15 ppm เป็นเวลา 2 วัน

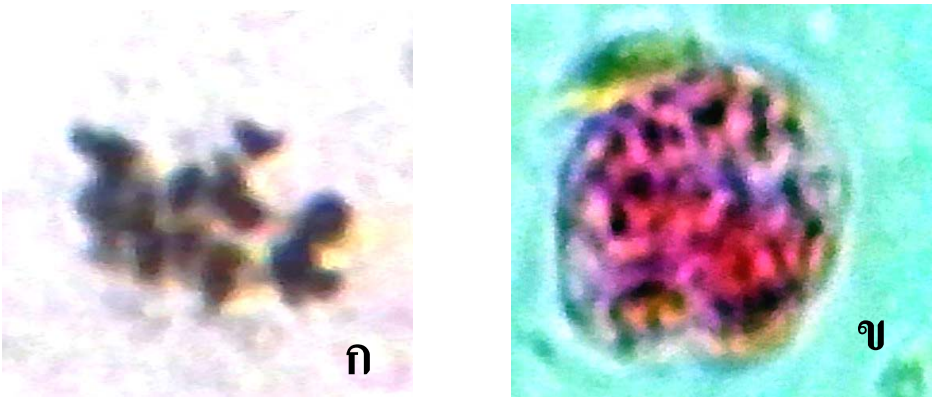
ตารางที่ 29 การเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม ของต้นแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน

รหัสต้น	**จำนวนโครโมโซม**
ต้นในชุดควบคุม	2n = 2x = 18
ต้นที่มีจำนวนโครโมโซมเปลี่ยนแปลง	
5-2-1	2n = 4x = 36
5-3-1	2n = 4x = 36
10-1-1	2n = 4x = 36
10-2-1	2n = 4x = 36
10-3-2	2n = 4x = 36
15-2-1	2n = 4x = 36

ตารางที่ 30 ลักษณะที่น่าสนใจของต้นแววแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. เปรียบเทียบระหว่างต้นปกติและต้นโพลีพลอยด์

ลักษณะที่น่าสนใจ	ต้นปกติ (ดิพลอยด์)	ต้นโพลีพลอยด์
		เตตราพลอยด์ (4n)
1. ขนาดของดอก	3.17 ± 2.4 ซม.	4.06 ± 1.8 ซม.
2. สีของดอก	ไม่มีการกระจายตัว	มีการกระจายตัว
3. ขนาดใบ	2.58 ± 1.7 ซม.	3.29 ± 1.6 ซม.
4. สีของใบ	สีเขียวอ่อน	สีเขียวเข้ม
5. ความหนาของใบ	ปกติ	หนา
6. ขนบนใบ	มาก	น้อยลง
7. ความยาวของเซลล์ปากใบ	13.69 ± 3.2 ซม.	19.10 ± 2.6 ซม.
8. ขนาดละอองเรณู	35.62 ± 1.2 ซม.	40.12 ± 1.7 ซม.
9. เปอร์เซ็นต์ละอองเรณูผิดปกติ	69.34 ± 2.7 %	29.78 ± 1.3 %

หมายเหตุ ± หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)



ภาพที่ 16 โครโมโซมของต้นแววมยุราสายพันธุ์ป่า *Torenia* sp. ที่ได้รับสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินตรวจสอบผลหลังปักชำใบไปแล้ว 120 วัน (กำลังขยาย 1000 เท่า)

ก. ต้นปกติ (2n = 2x = 18)

ข. ต้นที่มีการเปลี่ยนแปลงโครโมโซมเป็นเตตราพลอยด์ (2n = 4x = 18)

วิจารณ์

จากผลการทดลองทั้ง 2 การทดลองพบว่าแววมยุราทั้ง 2 พันธุ์ เมื่อแช่ก้านใบลงในสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินโดยใช้ระดับความเข้มข้น 0 ppm 5 ppm 10 ppm 15 ppm และ 20 ppm โดยในแต่ละความเข้มข้นนั้น เวลาในการแช่ก้านใบคือ 0 1 2 และ 3 วัน หลังจากนั้นนำใบไปปักชำในวัสดุปลูกที่มีอัตราส่วนของทราย:ถ่านแกลบ ในอัตราส่วน1:1 เมื่อทำการบันทึกผลการรอดชีวิตที่ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน พบว่าชุดควบคุมมีเปอร์เซนต์การรอดชีวิตสูงสุด และอัตราการรอดชีวิตจะน้อยลงเมื่อความเข้มข้นสูงขึ้นและระยะเวลาในการแช่นานขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของเยาวพา (2536) ได้ทดลองแช่ต้นหม่อนน้อยและหม่อนคุณไพ ในสารละลายโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้น 0% 0.5% และ 2% เป็นเวลา 0 1 2 และ 3 วัน และวิชชุตา (2537) ได้ศึกษาผลของสารละลายโคลชิซินและรังสีแกมมาต่อการกลายพันธุ์ของหน้าวัวพันธุ์ Double Spathe พบว่าการใช้สารโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้น 0.01 0.05 และ0.1 เปอร์เซนต์ นาน 24 และ48 ชั่วโมง พบว่าอัตราการรอดชีวิต การเจริญเติบโตลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารละลายสูงขึ้น และการทดลองของ Espino และ Vazquez (1979) พบว่า เมื่อนำชิ้นส่วนของใบแอฟริกันไวโอเล็ตไปแช่ในสารโคลชิซินระดับต่างๆกัน พบว่าสารโคลชิซินที่มีความเข้มข้นสูงทำให้ชิ้นส่วนของพืชตาย อธิบายได้ว่า พืชพวกนี้จะไวต่อสารเคมีมาก อาจเนื่องมาจากสารโคลชิซินไม่ได้จำกัดอยู่ เฉพาะการแบ่งเซลล์เท่านั้น แต่จะแพร่เข้าไปในส่วนประกอบต่างๆภายในเซลล์ ทำให้เกิดความเป็นพิษได้ถ้าใช้ ความเข้มข้นสูง (Dermen, 1940)

ผลการศึกษาการเจริญเติบโตทั้ง 2 การทดลองพบว่าเมื่อแช่ก้านใบลงในสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินโดยใช้ระดับความเข้มข้น 0 ppm 5 ppm 10 ppm 15 ppm และ 20 ppm โดยในแต่ละความเข้มข้นนั้น เวลาในการแช่ก้านใบคือ 0 1 2 และ 3 วัน หลังจากนั้นนำใบไปปักชำในวัสดุปลูกที่มีอัตราส่วนของทราย:ถ่านแกลบ ในอัตราส่วน1:1 เมื่อทำการบันทึกการเจริญเติบโตทางด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และจำนวนกิ่งแขนง ที่ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน พบว่าบางต้นโตเร็ว มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และจำนวนกิ่งแขนงมาก บางต้นการเจริญเติบโตช้า ลักษณะยอดออกเป็นกระจุก แต่โดยส่วนใหญ่แล้วที่ระดับความเข้มข้นค่อนข้างสูงและระยะเวลาในการแช่นานขึ้น การเจริญเติบโทางด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่มและจำนวนกิ่งแขนง มีแนวโน้มลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มในชุดควบคุม และจากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าทั้ง 2 ปัจจัย คือความเข้มข้น และระยะเวลามีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างกัน โดยพบว่าส่วนใหญ่ทั้ง 2 การทดลอง ที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันนั้นมีผลต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และจำนวนกิ่งแขนง แต่เวลาไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูง ความ

กว้างทรงพุ่ม และจำนวนกิ่งแขนง อาจเนื่องจากหลังเซลล์ได้รับสารก่อกลายพันธุ์จะทำให้เกิดความล่าช้าในการแบ่งเซลล์และเซลล์จะชะงักการแบ่งเซลล์ไประยะหนึ่ง หลังจากนั้นจะสามารถแบ่งตัวได้ตามปกติ (สิรนุช, 2540)และโคลชิซินสามารถชักนำให้เกิดการเพิ่มจำนวนโครโมโซมเป็นสองเท่าทำให้อัตราการเจริญเติบโตช้ากว่าปกติ (Chandrasekharan *et.al*, 1975) แต่อย่างไรก็ตามพบว่าในการทดลองที่ 2 นั้น การเจริญเติบโตทางด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และจำนวนกิ่งแขนงนั้น ที่ 30 วัน และ 60 วัน ระยะเวลาในการแช่ก้านใบไม่มีผลแตกต่างทางสถิติ แต่ที่ 90 วัน มีผลแตกต่างทางสถิติ อาจเนื่องมาจากปัจจัยสภาพแวดล้อมของแปลกปลูก หรือผลที่ได้รับจากสารโคลชิซินนั้นการเจริญเติบโตจะชะงักในช่วงแรก ระยะเวลาต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และจำนวนกิ่งแขนง จึงแสดงค่าแตกต่างทางสถิติที่ 90 วัน

ผลการศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงของรูปร่าง ขนาด และสีของดอกและใบทั้ง 2 การทดลอง พบว่าหลังจากให้สารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นและช่วงเวลาดังกล่าวแล้วหลังจากนั้นนำใบไปปักชำ ทำการบันทึกค่าการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้นทุกสัปดาห์ พบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่างของดอก ขนาดของดอก สีดอก และใบมีขนาดเข้มขึ้น ตามระดับความเข้มข้นและช่วงเวลาต่างๆกัน พบต้นที่เกิดการเปลี่ยนแปลงและได้ต้นที่มีแนวโน้มว่ามีลักษณะที่ดีเกิดขึ้น ตามระดับความเข้มข้นและช่วงเวลาต่างๆกันนั้นพบ ลักษณะดอกที่เปลี่ยนแปลงไป อาทิ เช่น กลีบดอกด้านล่างมีลักษณะใหญ่ขึ้น ดอกสีเข้มขึ้น ไม่มีกลีบดอกด้านล่าง ดอกสีอ่อนลง ดอกมีพูด้านซ้ายเพิ่มขึ้นมา ดอกมีสีอ่อนลง กลีบดอกด้านบนมีขนาดใหญ่ขึ้น ดอกมีสีม่วงอมชมพู กลีบดอกมีริ้วหยักเป็นคลื่น กลีบดอกด้านบนมีริ้วสีม่วง (การทดลองที่1) กลีบดอกและส่วนประกอบของดอกมีลักษณะใหญ่ขึ้น กลีบดอกและส่วนประกอบของดอกมีลักษณะใหญ่ขึ้น ดอกสีอ่อนลง กลีบดอกด้านบนมีลักษณะใหญ่ขึ้นสีขาวอมม่วง ดอกสีอ่อนลง(ความเข้มข้น 15 ppm, 2วัน) (การทดลองที่2) การเกิดลักษณะผิดปกติเหล่านี้น่าจะเกิดจาก physiological damage ที่เกิดจากผลของสารโคลชิซิน แต่มักมีลักษณะไม่คงตัว ไม่สามารถถ่ายทอดไปในชั่วรุ่นต่อไป นอกจากนี้โดยมากแล้วการเปลี่ยนสีของดอกอาจจะเป็นผลเนื่องมาจาก gene mutations (Dawrick and Bayoumi, 1966) และส่วนมากจะเป็นการเปลี่ยนจาก recessive gene เป็น dominant gene (Broertjes, 1966) ที่ระดับความเข้มข้นและช่วงเวลาต่างกัน พบขนาดดอกใหญ่ขึ้น อาจเนื่องมาจาก โคลชิซินมีผลทำให้เกิดการเพิ่มจำนวนชุดโครโมโซม โดยสารโคลชิซินไปยับยั้งการสร้าง spindle fiber ทำให้โครโมโซมไม่ถูกดึงแยกไปอยู่ที่ขั้วของเซลล์ในระยะ anaphase ดังนั้น เมื่อสิ้นสุดกระบวนการการแบ่งเซลล์จึงได้เซลล์ที่มีโครโมโซมเป็น 2 เท่า (เอกรินทร์, 2525) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ (Tandon and Bhutani,1965)ที่ทำการทรีทด้วยสารละลายโคลชิซินบริสุทธิ์กับต้นอ่อนของแววมยุราสายพันธุ์ *Torenia fournieri* Lind.ที่ระดับความเข้มข้น 0.05% 0.1% 0.20% เป็นเวลา 10 วัน พบต้น

เตตราพลอยด์ ลักษณะดอกหรือส่วนประกอบของดอกส่วนใหญ่มีขนาดใหญ่ขึ้นหรือยาวขึ้น อาทิเช่น กลีบดอก กลีบเลี้ยง ก้านดอกย่อย ก้านชูเกสรตัวเมีย อับละอองเรณู เป็นต้น นอกจากนี้พบลักษณะใบที่เปลี่ยนแปลงไป อาทิเช่น ลักษณะใบใหญ่ขึ้น มีความหนาเพิ่มขึ้น มีสีเข้มขึ้น (ลักษณะปลายใบมี 2 แฉก มีความหนาเพิ่มขึ้น มีสีเข้มขึ้น ลักษณะใบติดกัน ปลายใบมี 2 แฉก มีความหนาเพิ่มขึ้น มีสีเข้มขึ้น (การทดลองที่1)ลักษณะใบใหญ่ขึ้น ใบมีลักษณะหนาและกลม ปลายใบเรียว ลักษณะใบใหญ่ขึ้น ใบมีลักษณะหนาและกลมป้อม ลักษณะใบใหญ่ขึ้น ใบมีลักษณะหนาและค่อนข้างกลม (การทดลองที่ 2) อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการที่โคลชิซินตกค้างอยู่ในโปรโตพลาสซึม ลักษณะผิดปกตินี้มักจะหายไปในรุ่นต่อไป (Dermen, 1940) นอกจากนี้จะพบว่าใบของต้นที่ได้รับการทรีทด้วยสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินทั้ง 2 การทดลอง พบลักษณะการกระจายของขนด้านหลังใบและด้านท้องใบนั้นลดลงจากต้นในชุดควบคุมซึ่งโดยปกติจะพบการกระจายของขนทั้งด้านหลังใบและท้องใบเป็นจำนวนมาก โดยทิวา (2533) กล่าวว่าโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นของสารสูงขึ้น และระยะเวลาต่างกันน่าจะให้ผลดีในการกลายพันธุ์ทั้ง สัณฐานวิทยา กายวิภาค ตลอดจนถึงการเปลี่ยนแปลงโครโมโซม ซึ่งการที่เกิดขนน้อยลงนั้นอาจเกิดมาจากยีนที่ควบคุมการแสดงออก ทางลักษณะสัณฐานวิทยาเปลี่ยนแปลงไปเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนโครโมโซม (Desai *et al.*, 2006)

ผลการศึกษาความยาวของเซลล์ปากใบและขนาดของละอองเรณูพบว่าเมื่อทำการวัดขนาดความยาวของเซลล์ปากใบและขนาดของอับละอองเรณูของต้นในกลุ่มควบคุมควบคุมและต้นที่ทำการทรีทสารที่ระดับความเข้มข้นและช่วงเวลาต่างกัน สามารถคัดเลือกต้นที่มีขนาดความยาวของเซลล์ปากใบและขนาดของอับละอองเรณูใหญ่กว่าต้นในกลุ่มควบคุม การทดลองที่1 คัดเลือกได้ 13 ต้น ดังนี้ 1) 5-2-1 , 2) 5-3-1, 3) 10-2-1, 4) 10-2-3, 5) 10-3-1, 6) 10-3-2, 7) 15-1-2 , 8) 15-1-3, 9) 15-2-1, 10) 15-3-1, 11) 15-3-2, 12) 20-2-1, และ 13) 20-2-2 การทดลองที่ 2 คัดเลือกได้ 11 ต้น ดังนี้ 1) 5-2-1, 2) 5-2-2, 3) 5-3-1, 4) 10-1-1, 5) 10-2-1, 6) 10-2-2, 7) 10-2-3, 8) 10-3-1, 9) 10-3-2, 10) 15-2-1, และ 11) 15-3-1 ซึ่งสอดคล้องกับการทดลอง Stanys *et al.* (2006) ได้ทำการชักนำให้เกิด polyploidy ใน Japanese quince โดยการใช้สารโคลชิซินและออริซาลินที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ พบว่า การใช้โคลชิซิน 0.25-38 mM และการใช้ออริซาลิน 10-50 μM สามารถชักนำให้เกิดต้น tetraploid ที่มีขนาดของเซลล์ปากใบยาวขึ้นกว่าปกติ 1/3 เท่า และการศึกษาการใช้สารโคลชิซินในการเหนี่ยวนำให้เกิดการเพิ่มจำนวนชุดของโครโมโซมในแววมยุราชนิด *fournieri* โดยใช้ความเข้มข้น ชิ้นส่วนพืชที่นำมาใช้ คือต้นอ่อนที่ได้จากการเจริญเติบโตของเมล็ด มีใบเลี้ยง 4-6 ใบ colchicine 0.05, 0.10, 0.20% เป็นเวลา 10 ชั่วโมง โดยที่ระดับความ

เข้มข้น 0.20% เป็นเวลา 10 ชั่วโมง ได้ต้นที่มีลักษณะที่มีลักษณะโครโมโซมเป็นเตตราพลอยด์ (tetraploid) ขนาดของเซลล์ใหญ่ขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับต้นปกติ อาทิเช่น ขนาดของดอก ขนาดของใบ ความยาวของเซลล์ปากใบ และขนาดของอับละอองเรณู เป็นต้นซึ่งเป็นการพัฒนาสายพันธุ์แวมยุราให้มีลักษณะที่ดียิ่งขึ้น (Tandon and Bhutani, 1965) เนื่องมาจากสารโคลชิซินไปยับยั้งการก่อตัวของ spindle fiber ทำให้ daughter chromosome ไม่เคลื่อนไปอยู่คนละข้างของเซลล์ในระยะ anaphase จึงทำให้โครโมโซมเพิ่มเป็น 2 เท่า และจากการที่เซลล์มีจำนวนโครโมโซมเพิ่มเป็น 2 เท่านี้ มีผลทำให้ขนาดของเซลล์ใหญ่ขึ้น (Elliott, 1958) อย่างไรก็ตามในการทดลองที่ 1 ซึ่งได้ลักษณะต้นเฮกซะพลอยด์นั้นอาจเกิดเนื่องมาจากต้นที่ใช้เป็นแม่พันธุ์ในกลุ่มชุดควบคุมนั้นมีการกระจายตัวของลักษณะดอกและสีดอกเนื่องจากมาจากการผสมพันธุ์ระหว่างลูกผสมต่างชนิด อาจเป็นไปได้ว่าบางต้นว่ามีจำนวนโครโมโซมเริ่มต้นเป็นทริพลอยด์ ดังนั้นเมื่อเกิดการเพิ่มจำนวนโครโมโซมโดยสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินขึ้นจึงได้ต้นที่เป็นเฮกซะพลอยด์

ผลการศึกษาเปอร์เซนต์ความเป็นหมันของละอองเรณูพบว่า ที่ระดับความเข้มข้นและช่วงเวลาที่แตกต่างกันนั้น ของต้นที่ทำการคัดเลือกโดยพิจารณาจากขนาดความยาวของเซลล์ปากใบและขนาดของละอองเรณูที่ใหญ่กว่าต้นในกลุ่มควบคุม พบว่าต้นที่ทำการคัดเลือกมีเปอร์เซนต์ความเป็นหมันน้อยลง เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

ผลการศึกษาจำนวนโครโมโซมที่เปลี่ยนแปลงโดยการทรีทด้วยสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินนพบว่าการทดลองที่ 1 สามารถคัดเลือกต้นที่มีจำนวนโครโมโซมเปลี่ยนแปลงได้ทั้งหมด 5 ต้น คือ ได้ต้นเตตราพลอยด์ (4n = 36) 4 ต้น คือ 1) 5-2-1 ที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm เป็นเวลา 2 วัน 2) 10-3-2 ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm เป็นเวลา 3 วัน 3) 15-2-2 ที่ระดับความเข้มข้น 15 ppm เป็นเวลา 2 วัน และ 4) 15-3-1 ที่ระดับความเข้มข้น 15 ppm เป็นเวลา 3 วัน ต้นเฮกซะพลอยด์ 1 ต้น (6n = 54) คือ 10-2-3 การทดลองที่ 2 สามารถคัดเลือกต้นที่มีจำนวนโครโมโซมเปลี่ยนแปลงได้ต้นเตตราพลอยด์ (4n = 36) ทั้งหมด 6 ต้น คือ 1) 5-2-1 ที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm เป็นเวลา 2 วัน 2) 5-3-1 ที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm เป็นเวลา 3 วัน 3) 10-1-1ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm เป็นเวลา 1 วัน 4) 10-2-1 ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm เป็นเวลา 2 วัน 5) 10-3-2 ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm เป็นเวลา 3 วัน และ 6) 15-2-1 ที่ระดับความเข้มข้น 15 ppm เป็นเวลา 2 วัน ซึ่งสอดคล้องกับ Thao *et al.* (2003) ศึกษาการชักนำให้เกิด tetraploid ใน *Alocasia* “Green Velvet” โดยการเลี้ยงส่วนปลายยอดบนอาหารสูตร MS นำมาแช่โคลชิซิน 0.01, 0.05, 0.1% และ ออริซาลิน 0.005, 0.01, 0.05 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง เมื่อนำมาวิเคราะห์จำนวนโครโมโซม พบว่า การแช่ออริซาลิน 0.01 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมงสามารถชักนำให้เกิด tetraploid ได้ดีที่สุด อาจเนื่องมาจาก colchicine จัดเป็นสารก่อกลายพันธุ์ประเภท antimitotic agent ซึ่งจะมีผลขัดขวางการ

แบ่งเซลล์ในกระบวนการไมโตซิส โดยการเข้าทำปฏิกิริยารวมตัวกับโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบของ microtubule ทำให้ไม่สามารถต่อกันเป็น spindle fiber ที่จะเข้าจับกับโครโมโซมจึงทำให้โครโมโซมไม่เคลื่อนเข้าสู่ขั้วเซลล์ในระยะ anaphase จำนวนโครโมโซมภายในเซลล์จึงเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า (Elliott, 1958)

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการทดลองพบว่าแววมยุราทั้ง 2 พันธุ์ เมื่อแช่ก้านใบลงในสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินโดยใช้ระดับความเข้มข้น 0 ppm 5 ppm 10 ppm 15 ppm และ 20 ppm โดยในแต่ละความเข้มข้นนั้น เวลาในการแช่ก้านใบคือ 0 1 2 และ 3 วัน พบว่าชุดควบคุมมีเปอร์เซนต์การรอดชีวิตสูงสุด และอัตราการรอดชีวิตจะน้อยลงเมื่อความเข้มข้นสูงขึ้นและระยะเวลาในการแช่นานขึ้น ผลการศึกษาการเจริญเติบโต พบว่าบางต้นโตเร็ว มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และจำนวนกิ่งแขนงมาก บางต้นการเจริญเติบโตช้า ลักษณะยอดออกเป็นกระจุก แต่โดยส่วนใหญ่แล้วที่ระดับความเข้มข้นค่อนข้างสูง และระยะเวลาในการแช่นานขึ้น การเจริญเติบโทางด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่มและจำนวนกิ่งแขนง มีแนวโน้มลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ผลของสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นและช่วงเวลาต่างๆกัน พบลักษณะการเปลี่ยนแปลงของของดอกและใบ อาทิเช่น ดอกมีขนาดใหญ่ขึ้น สีดอกเปลี่ยนแปลงไป ขนาดดอกใหญ่ขึ้น ใบมีการเปลี่ยนแปลงขนาด มีความหนาเพิ่มขึ้น มีขนกระจายบนใบน้อยลง นอกจากนี้ที่ระดับความเข้มข้นและช่วงเวลาที่แตกต่างกันนั้น แววมยุราทั้ง 2 พันธุ์ คือ แววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* และแววมยุราสายพันธุ์ป่ายังสามารถคัดเลือกต้นที่มีขนาดของเซลล์ปากใบ ขนาดละอองเรณู มากกว่าต้นปกติ และมีเปอร์เซนต์ความเป็นหมันน้อยลง นอกจากนี้ยังพบการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม คือ แววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* ได้ต้นเตตราพลอยด์ (2n = 4x = 36) 4 ต้น และต้นเฮกซะพลอยด์ (2n = 6x = 54) 1 ต้น และแววมยุราสายพันธุ์ป่าได้ต้นเตตราพลอยด์ (2n = 4x = 36) 6 ต้น

ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองดังกล่าวข้างต้นพบว่าสารโคลชิซินจากยาเม็ดรักษาโรคเก๊าท์สามารถชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ได้ ดังนั้นการทดลองโดยใช้ยาเม็ดโคลชิซินซึ่งเป็นยารักษาโรคเก๊าท์จึงเป็นทางเลือกที่ดีวิธีการหนึ่งในการปรับปรุงพันธุ์พืชโดยวิธีการเพิ่มจำนวนโครโมโซม อีกทั้งยังมีความปลอดภัยในขั้นตอนการเตรียมสารละลาย สะดวก และราคาถูกกว่าการใช้สารโคลชิซินบริสุทธิ์ โดยพืชแต่ละชนิด ระดับความเข้มข้น และระยะเวลาที่ใช้ในการชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์นั้นแตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องมีการทำการทดลองเบื้องต้น และประยุกต์ใช้ให้เหมาะสม

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ชบา อ่ำรำไพ และกันยารัตน์ ไชยสุต. 2527. **การใช้สารโคลชิซินชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ในแพงพวยฝรั่ง**. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการพันธุศาสตร์ ครั้งที่ 4. ชมรมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ.

ทิวา รักนิ่ม. 2533. **ผลของสารcolchicines ที่มีต่อการกลายพันธุ์ของแกลดิโอลัสในสภาพปลอดเชื้อ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธัญญะ เตชะศีลพิทักษ์. 2545. **เขียนเรื่องดอกไม้ไว้อ่านเล่น เล่ม 3**. อมรินทร์พริ้นติ้ง, กรุงเทพฯ.

เบญจมาศ ศิลาย้อย. 2545. **โพลีพลอยดี.** สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) สาขาชีววิทยา. แหล่งที่มา: http://kroo.ipst.ac.th/biology/main.php?url=article_view&article_id=9, 22 กันยายน, 2551.

พรรณเพ็ญ ฉายปรีชา. 2544. **พรรณไม้เพื่อการตกแต่ง**. บ้านและสวน, กรุงเทพฯ.

วิชชุตา รุ่งเรือง. 2537. **ผลของโคลชิซินและรังสีแกมมาที่มีต่อการกลายพันธุ์ของหน้าวัวพันธุ์ 'Double spathe' ที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิมล ขวัญเกื้อ. 2527. **ข่าวสารเกษตรศาสตร์**. มิถุนายน-กรกฎาคม. หน้า 22-34.

วิบูลย์ ถิระโสภณ. 2536. **ผลของโคลชิซินต่อปทุมมาที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เยาวภา จิระเกียรติกุล. 2536. **การชักนำให้หม่อนเกิดการกลายและคัดพันธุ์ทนเค็มโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สิรนุช ลามศรีจันทร์. 2540. **การกลายพันธุ์ของพืช.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เสริมศิริ เอี่ยมแฟง. 2532. **การปรับปรุงพันธุ์เก็กฮวยโดยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อดิศร กระแสชัย. 2539. **บทปฏิบัติการ Cytogenetics in Agriculture**. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่

อรุณี วงศ์ปิยะสถิตย์. 2550. **การกลายพันธุ์ : เพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืช**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เอกรินทร์ สายฟ้า. 2525. **พฤกษเคมี เล่มที่ 2 อัลคาลอยด์ (ตอน 1)**. ภาควิชาเภสัชพฤกษศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

เอื้อมพร วีสมหมาย, ศศิยา ศิริพานิช, อริศรา มีนะกนิษฐ และ ณัฏฐ พิชกรรม. 2540. **พรรณไม้ในงานภูมิสภาปัตยกรรม**. สมาคมภูมิสถาปนิกประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

Australian Government. 2006. **The Biology and Ecology of *Torenia* (*Torenia X hybrida*) in Australia.** Available Source: http://www.ogtr.gov.au/internet/ogtr/publishing.nsf/Content/torenia4/$FILE/biologytorenia.rtf, August 23, 2008.

Barry, S. 2000. **Colchicine Hazards.** Available Source: http://www.carnivorousplants.org/cpn/samples/Cult291ColchHaz.htm, August 20, 2008.

Boufford, David E., Hsieh, Chang-Fu., Huang, Tseng-Chieng., Lowry, Porter P., Ohashi, Hiroyoshi. and Peng, Ching. 1998. Flora of Taiwan Vol. 4 *(Scrophulariaceae)* . **Herbarium, National Taiwan University**. Available Source: http://www. tai2.ntu.edu.tw/fotdv/v4index.htm, August 23, 2008.

Broertjes, C. 1966. Mutation breeding of *Chrysanthemums*. **Euphytica**. 15 : 156-162.

Chandrasekharan, S. N., Parthasarathy, S. V., Krishnawamy, N., Hirohashi, N., 1975. **Cytogenetics and Plant Breeding.** Madras: P. Varadachary & Co.

Dermen, H. 1940. Colchicine polyploidy and technique. **The Bot**. Rev. 6 : 599-635.

Desai, A., P.W. Chee, O.L. May and A.H. Paterson. 2006. Chromosome structural changes in Diploid and Tetraploid A genomes of *Gossypium*. **Genome.** 49: 336-345.

Dowrick, G.J. and A. EL Bayoumi. 1966. The induction of mutation in *Chrysanthemums* Using x- and gamma radiation**. Euphytica.** 15 : 204-210.

Elliott, F.C. 1958. **Plant Breeding and Cytogenetic**. McGraw-Hill, Inc, New York. 395 p.

ESPINO F. J. and A. M. VAZQUEZ. 1981. Chromosome numbers of *Saintpaula Zonantha* plantlets regenerated from leaves cultured *in vitro* with Caffeine and colchicines**. Euphytica.** 30 : 847-853.

Fischer, E. 2004. The families and Genera of Vascular Plants. **Springer-Verlag** 7: 333-391.

Harrington, G. 2000. **Chrysanthemum-colchicine to create new plants**. Available Source: http://www.angelfire.com/ab3/chrysanthemum/growingmethods/colchicine.htm, July 20, 2008.

Harvard University. 2006. **Flora Harvard**. Available Source: http://flora.huh.harvard.edu\China\index.html, August 20, 2008.

Kikuchi, S., Kishii, M., Shimizu, M. and Tsujimoto, H. 2005. Centromere-specific repetitive sequences from Torenia, a model plant for interspecific fertilization and whole-mount

FISH of its interspecific hybrid embryos. **Cytogenetic and Genome Research.** 109: 228-235.

Kikuchi, S., Tanaka, H., Wako, T., Tsujimoto, H. 2007. Centromere separation and association in the nuclei of an interspecific hybrid between *Torenia fournieri and T. baillonii* (Scrophulariaceae) during mitosis and meiosis. **Genes and Genetic Systems**. 82: 369-375.

Lu, C. and Bridgen, M. P. 1997. Chromosome doubling and fertility study of Alstroemeria aurea times A. caryophyllaea. **Euphytica.** 94: 75–81.

Michigan State University. 2006. ***Torenia fournieri* - Wishbone flower**. Available Source : http://web1.msue.msu.edu/imp/modzz/oooo1469.html, August 20, 2008.

Miyazaki. 2001. ***Torenia concolor***. Patent Genius. Available Source: http://www.patentgenius.com/patent/PP12105.html, May 18, 2008

Spencer, R. 2006. Horticultural flora of South Eastern Australia. Spencer, R. (eds). UNSW Press, Melbourn.

Stanys, V., Weckman, G., Staniene and P. Duchovskis. 2006. *In vitro* induction of polyploidy in Japanese quince (*Chaenomeles japonica*). **Plant cell tissue and Organ Culture.** 84: 263-268.

Tandon, S.L. and K. Bhutani. 1965. Morphological and cytological studies of colchicine-induced tetraploids in torenia fournieri Lind. **Genetica**, 36: 439-445.

Tanimoto, S. and H. Harada. 1990**. Wishbone flower**. Chapter 31. In:Handbook of Plant Cell Culture, McGraw-Hill, 5: 763-782.

Thao, N.T.P., Ureshino K., Mijajima I.,Ozaki Y. and H. Okubo. 2003. Induction of tetraploids in ornamental Alocasia through colchicine and oryzalin treatments. **Plant cell tissue and Organ Culture.** 72: 19-25.

The Old House Web. 2006. **Torenia fournieri - Wishbone flower**. Available Source: http://www.oldhouseweb.com\gardening\garden\01700918.shtml, August 20, 2008.

University of Arkansas. 2006. **Plant of the week Summer Wave, Wishbone Flower Latin: *Torenia hybrida* 'Summer Wave**. Available Source: http://www.arhomeandgarden.org/plantoftheweek/articles/Summer_Wave.htm. , August 20, 2008.

Yamazaki, T. 1955. **Scrophulariaceae (*Torenia concolor*)**. Flora of Japan. Available Source: http://foj.c.u-tokyo.ac.jp/gbif/foj/detail.php?output=detail&r2=2376, September 23, 2008

_____. 1985. A Revision of the Genera *Limnophila* and *Torenia* from Indochina. ***J Fac Sci Univ Tokyo III*** 13: 575-624.

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวสัณฐิตา ตังคจิวางกูร
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 1 มีนาคม 2528
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วท.บ.วิทยาศาสตรบัณฑิต(วิทยาศาสตร์เกษตร)
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	นิสิตปริญญาโท
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-