ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชสวน)

ปริญญา

พืชสวน | พืชสวน

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง การชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ในแววมยุราพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*) และแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองด้วยการใช้สารโคลชิซินชนิดเม็ด

Polyploid Induction in Torenia Hybrids (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*) and Yellow Flower Mutant Torenia Using Colchicine Tablets

นามผู้วิจัย นางสาวจิราภรณ์ จิรานภาพันธุ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ธัญญะ เตชะศีลพิทักษ์, วท.ม.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์เฌอมาลย์ วงศ์ชาวจันท์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์เบญญา มะโนชัย, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฏฐ พิชกรรม, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ **เดือน** **พ.ศ.**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ในแววมยุราพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*) และแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองด้วยการใช้สารโคลชิซินชนิดเม็ด

Polyploid Induction in *Torenia* Hybrids (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*) and Yellow Flower Mutant Torenia Using Colchicine Tablets

โดย

นางสาวจิราภรณ์ จิรานภาพันธุ์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชสวน)
พ.ศ. 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จิราภรณ์ จิรานภาพันธุ์ 2554: การชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ในแววมยุราพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*) และแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองด้วยการใช้สารโคลชิซินชนิดเม็ด ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชสวน) สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชสวน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์ธัญญะ เตชะศีลพิทักษ์, วท.ม. 104 หน้า

ศึกษาผลของสารละลายยาเม็ดโคลชิซินต่อการเปลี่ยนแปลงของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* และแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง โดยตัดใบจากต้นแววมยุราแล้วนำไปแช่ในสารละลายยาเม็ดโคลชิซิน ที่ระดับความเข้มข้น 0 5 10 15 และ 20 ppm เป็นเวลา 0 1 2 และ 3 วัน พบว่าเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต การเจริญเติบโตทางด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และจำนวนกิ่งแขนงลดลงเมื่อระดับความเข้มข้นของสารละลายสูงและเวลาในการแช่นานขึ้น สามารถคัดเลือกต้นที่สันนิษฐานว่าเป็นโพลีพลอยด์ คือ มีการเจริญเติบโตช้าลง ใบมีสีเขียวเข้มขึ้น หนา ขนาดใบ ดอก และความยาวของเซลล์ปากใบเพิ่มขึ้น โดยคัดจากแววมยุราพันธุ์ลูกผสม ได้จำนวน 14 ต้น และแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองได้จำนวน 7 ต้น เมื่อนำมาศึกษาจำนวนโครโมโซม พบว่าทั้งหมดเป็นต้นเตตราพลอยด์ ซึ่งมีจำนวนโครโมโซมเป็น 2n = 4x = 34 พบความถี่ในการเกิดเตตราพลอยด์สูงสุดในแววมยุราพันธุ์ลูกผสม เมื่อให้สารละลายระดับความเข้มข้น 15 ppm เป็นเวลา 2 วัน มีค่าเป็น 0.08 และในแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง เมื่อให้สารละลายระดับความเข้มข้น 20 ppm เป็นเวลา 1 วัน มีค่าเป็น 0.06 เมื่อเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุรา 2 พันธุ์ พบว่าต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น คือ ความสูง ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนกิ่งแขนงมากกว่าต้นดิพลอยด์ ส่วนต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองมีความสูงและความกว้างทรงพุ่มน้อยกว่า แต่จำนวนกิ่งแขนงมากกว่าต้นดิพลอยด์ ซึ่งต้นโพลีพลอยด์ของทั้ง 2 พันธุ์ มีความหนาลำต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ และความหนาใบมากกว่าต้นดิพลอยด์ พบการเปลี่ยนแปลงลักษณะใบและรูปทรงใบ เมื่อศึกษาการเจริญเติบโตของดอกของต้นโพลีพลอยด์ทั้ง 2 พันธุ์ พบว่าความกว้างดอก และความยาวดอกมากกว่าต้นดิพลอยด์ จำนวนดอกของต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมไม่มีความแตกต่างกัน ความหนากลีบดอกของต้นโพลีพลอยด์จะมากกว่าต้นดิพลอยด์ หลังจากปักชำ 30 วัน แต่ไม่มีความแตกต่างกันหลังจากปักชำ 60 วัน พบลักษณะกลีบดอกม้วนย่น ส่วนต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองจะมีจำนวนดอกน้อยกว่าต้นดิพลอยด์ ความหนากลีบดอกของต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ไม่มีความแตกต่างกัน พบลักษณะหลอดกลีบดอกของต้นโพลีพลอยด์สั้นกว่าต้นดิพลอยด์ เมื่อเปรียบเทียบลักษณะทางเซลล์วิทยาระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราทั้ง 2 พันธุ์ พบว่าต้นโพลีพลอยด์มีความกว้างของเซลล์ปากใบ ความยาวของเซลล์ปากใบ ขนาดของละอองเกสร และความมีชีวิตของละอองเกสรมากกว่า แต่มีจำนวนปากใบต่อพื้นที่น้อยกว่าต้นดิพลอยด์ และพบว่าต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราทั้ง 2 พันธุ์ มีอัตราการผสมติดมากกว่าต้นดิพลอยด์

_____ _____ ___/___/___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Jiraporn Jiranapapan 2011: Polyploid Induction in *Torenia* Hybrids (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*) and Yellow Flower Mutant Torenia Using Colchicine Tablets. Master of Science (Horticulture), Major Field: Horticulture, Department of Horticulture. Thesis Advisor: Associate Professor Thunya Taychasinpitak, M.S. 104 pages.

Effects of colchicine tablet solution on *Torenia* hybrids (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*) and yellow flower mutant torenia were studied. Leaves were cut and soaked in different concentrations of colchicine solution : 0, 5, 10, 15 and 20 ppm for 0, 1, 2 and 3 days. It was found that survival rate, plant height, plant width and numbers of branchs decreased when colchicine concentration and treatment duration were increased. Fourteen putative polyploidy plants of *Torenia* hybrids and seven plants of yellow flower mutant torenia were selected based on morphological and cytological variations, such as slower growth, darker green leaves, thicker leaves, larger leaves or flower and increased length stomata. The results of chromosome counting confirmed that there were fourteen tetraploid plants of *Torenia* hybrids and seven tetraploid plants of yellow flower mutant torenia, which the chromosome number of both plants were 2n = 4x = 34. The highest frequency of tetraploid induction of *Torenia* hybrids and yellow flower mutant torenia were 0.08 at 15 ppm of colchicine solution for 2 days and 0.06 at 20 ppm of colchicine solution for 1 days. Morphological characteristics of polyploid and diploid plants of two cultivars were compared. It was found that the plant height, plant width and numbers of branchs of polyploid plants of *Torenia* hybrids were increased, which plant height and width of polyploid plants of yellow flower mutant torenia were decreased whereas numbers of branchs were increased when compared with diploid plants. Both of plants stem thickness, length, width and leaves thickness were increased when compared with diploid plants and morphological changes of leaves. The flower characteristics of polyploid plants of two cultivars showed larger flower sizes than diploid plants. No significant differences were observed for number of flowers of *Torenia* hybrids between diploid and polyploid plants and petal thickness of polyploid plants were increased after stem cutting 30 days but no significant difference after stem cutting 60 days when compared with diploid plants. Petals of the polyploid plants tended to be more crinkly. It was found that number of flowers of polyploid plants of yellow flower mutant torenia were decreased but no significant difference in petal thickness between diploid and polyploid plants. Tube of the polyploid plants were shorter than diploid plants. Cytological characteristics of polyploid and diploid plants of two cultivars were compared. Pollen and stomata sizes of polyploid plants were larger and stomata density were lower than diploid plants. Pollen viability of polyploid plants were higher than diploid plants. Self ability of polyploid plants of both plants were increased when compared with diploid plants.

_____ _____ ____ /___/___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ธัญญะ เตชะศีลพิทักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก อาจารย์ ดร. เฌอมาลย์ วงศ์ชาวจันท์ และอาจารย์ ดร. เบญญา มะโนชัย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ และช่วยเหลือในการเรียน และการทำวิทยานิพนธ์ตลอดจนการให้คำปรึกษา ตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ กราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. จันทรวิภา ธนะโสภณ ผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งเป็นผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย และ รองศาสตราจารย์ ดร. อลิศรา มีนะกนิษฐ ประธานการสอบ ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สมศิริ แสงโชติ ภาควิชาโรคพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้คำปรึกษา และความช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในการทดลอง ขอขอบคุณภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ทำการทดลองตลอดจนเครื่องมือต่าง ๆ สำหรับใช้ในการทดลอง และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ดูแลแปลงทดลองภาควิชาพืชสวน ที่ให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาการทำการทดลอง ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยในการทำงานวิจัย ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ที่ได้ให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจในเรื่องการเรียน การทำการทดลองและการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาจนสำเร็จการศึกษา รวมทั้งเจ้าของงานวิจัยที่ข้าพเจ้านำมาใช้อ้างอิงประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ด้วยความดีหรือประโยชน์อันใดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ พี่สาว และญาติพี่น้องทุกคนที่ได้อบรม ให้กำลังใจ และให้การสนับสนุนในทุก ๆ เรื่องตลอดมา

จิราภรณ์ จิรานภาพันธุ์

กันยายน 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(6)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(8)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	22
อุปกรณ์	22
วิธีการ	25
ผลและวิจารณ์	33
ผล	33
วิจารณ์	83
สรุป	92
ข้อเสนอแนะ	94
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	95
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	104

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังปักชำใบ 30 วัน	34
2	เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังปักชำใบ 60 วัน	34
3	เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังปักชำใบ 90 วัน	35
4	เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำใบ 30 วัน	36
5	เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำใบ 60 วัน	36
6	เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำใบ 90 วัน	37
7	อิทธิพลของความเข้มข้นของสารโคลชิซิน ระยะเวลาในการแช่สาร และอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นของสารโคลชิซินและระยะเวลาในการแช่สารต่อความสูงของต้นแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน	40
8	ความสูงของต้นแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน	41
9	อิทธิพลของความเข้มข้นของสารโคลชิซิน ระยะเวลาในการแช่สาร และอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นของสารโคลชิซินและระยะเวลาในการแช่สารต่อความกว้างทรงพุ่มของต้นแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังปักชำ ใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน	42
10	ความกว้างทรงพุ่มของต้นแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน	43

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
11	อิทธิพลของความเข้มข้นของสารโคลชิซิน ระยะเวลาในการแช่สาร และอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นของสารโคลชิซินและระยะเวลาในการแช่สารต่อจำนวนกิ่งแขนงของต้นแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน	44
12	จำนวนกิ่งแขนงของต้นแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน	45
13	อิทธิพลของความเข้มข้นของสารโคลชิซิน ระยะเวลาในการแช่สาร และอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นของสารโคลชิซินและระยะเวลาในการแช่สารต่อความสูงของต้นแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน	48
14	ความสูงของต้นแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน	49
15	อิทธิพลของความเข้มข้นของสารโคลชิซิน ระยะเวลาในการแช่สาร และอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นของสารโคลชิซินและระยะเวลาในการแช่สารต่อความกว้างทรงพุ่มของต้นแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน	50
16	ความกว้างทรงพุ่มของต้นแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน	51
17	อิทธิพลของความเข้มข้นของสารโคลชิซิน ระยะเวลาในการแช่สาร และอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นของสารโคลชิซินและระยะเวลาในการแช่สารต่อจำนวนกิ่งแขนงของต้นแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน	52
18	จำนวนกิ่งแขนงของต้นแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน	53
19	ความยาวของเซลล์ปากใบของต้นแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังปักชำใบ 120 วัน	55

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
20	ความยาวของเซลล์ปากใบของต้นแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำใบ 120 วัน	56
21	ความถี่ของการเกิดเตตราพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังจากได้รับสารละลายโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	60
22	ความถี่ของการเกิดเตตราพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังจากได้รับสารละลายโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน	61
23	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังปักชำกิ่ง 30 วัน	63
24	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังปักชำกิ่ง 60 วัน	64
25	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของดอกระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังปักชำกิ่ง 30 วัน	65
26	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของดอกระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังปักชำกิ่ง 60 วัน	66
27	เปรียบเทียบลักษณะทางเซลล์วิทยาระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังปักชำกิ่ง 60 วัน	69
28	เปรียบเทียบอัตราการผสมติดระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii*	72
29	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำกิ่ง 30 วัน	73

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
30	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำกิ่ง 60 วัน	74
31	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของดอกระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำกิ่ง 30 วัน	75
32	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของดอกระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำกิ่ง 60 วัน	76
33	เปรียบเทียบลักษณะทางเซลล์วิทยาระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำกิ่ง 60 วัน	79
34	เปรียบเทียบอัตราการผสมติดระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง	82

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	สูตรโครงสร้างของโคลชิซิน (colchicine)	13
2	แววมยุราพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*)	22
3	แววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง	22
4	เซลล์ปากใบของต้นแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังปักชำใบ 120 วัน (กำลังขยาย 400 เท่า, bar = 20 μm)	56
5	เซลล์ปากใบของต้นแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำใบ 120 วัน (กำลังขยาย 400 เท่า, bar = 20 μm)	57
6	โครโมโซมของต้นแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังปักชำใบ 120 วัน (กำลังขยาย 1000 เท่า, bar = 5 μm)	58
7	โครโมโซมของต้นแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำใบ 120 วัน (กำลังขยาย 1000 เท่า, bar = 5 μm)	59
8	เปรียบเทียบลักษณะลำต้นและใบระหว่างต้นดิพลอยด์ (2x) และต้นโพลีพลอยด์ (4x) ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii*	67
9	การเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปทรงใบของต้นโพลีพลอยด์ (4x) เมื่อเปรียบเทียบกับต้นดิพลอยด์ (2x) ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii*	67
10	เปรียบเทียบลักษณะดอกระหว่างต้นดิพลอยด์ (2x) และต้นโพลีพลอยด์ (4x) ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii*	68
11	เปรียบเทียบลักษณะทางเซลล์วิทยาระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* (กำลังขยาย 400 เท่า, bar = 20 μm)	70
12	เปรียบเทียบลักษณะการย้อมติดสีของละอองเกสรระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* เพื่อตรวจสอบความมีชีวิตของละอองเกสร ทดสอบด้วยการย้อมสี aceto-carmine (กำลังขยาย 100 เท่า, bar = 50 μm)	71

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
13	เปรียบเทียบลักษณะลำต้นและใบระหว่างต้นดิพลอยด์ (2x) และต้นโพลีพลอยด์ (4x) ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง	77
14	เปรียบเทียบลักษณะใบระหว่างต้นดิพลอยด์ (2x) และต้นโพลีพลอยด์ (4x) ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง	77
15	เปรียบเทียบลักษณะดอกระหว่างต้นดิพลอยด์ (2x) และต้นโพลีพลอยด์ (4x) ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง	78
16	เปรียบเทียบลักษณะทางเซลล์วิทยาระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง (กำลังขยาย 400 เท่า, bar = 20 μm)	80
17	เปรียบเทียบลักษณะการย้อมติดสีของละอองเกสรระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง เพื่อตรวจสอบความมีชีวิตของละอองเกสร ทดสอบด้วยการย้อมสี aceto-carmine (กำลังขยาย 100 เท่า, bar = 50 μm)	81

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ในแววมยุราพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*) และแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองด้วยการใช้สารโคลชิซินชนิดเม็ด

Polyploid Induction in *Torenia* Hybrids (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*) and Yellow Flower Mutant Torenia Using Colchicine Tablets

คำนำ

แววมยุราเป็นไม้ดอกที่อยู่ในวงศ์ Scrophulariaceae นิยมปลูกในโรงเรือน สวนในบ้าน และนำมาใช้จัดสวนในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ปลูกประดับแปลง ปลูกเป็นไม้กระถาง ปลูกในสวนหย่อมเป็นไม้หน้าขอบแปลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ร่มเงาที่มีแสงรำไร และเป็นที่นิยมแพร่หลายในการปลูกในกระถาง หรือ กระเช้าเพื่อใช้แขวนประดับ (hanging baskets) หรือ ปลูกเป็นไม้เถาเลื้อยบริเวณลานบ้าน (Starman, 2005) สำหรับ *Torenia fournieri* มีรายงานว่าดอกรับประทานได้ และสามารถใช้เป็นส่วนประกอบของสลัด (Shindu *et al.,* 2008) รวมทั้งใช้เป็นแหล่งอาหารสัตว์ธรรมชาติสำหรับแทะเล็มของโค กระบือ และสัตว์ป่าขนาดเล็กอีกด้วย (ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา, 2551) เนื่องจากแววมยุรามีดอกดก และมีสีสันสวยงาม สามารถออกดอกได้ตลอดทั้งปีไม่ขึ้นอยู่กับฤดูกาล หรือจำนวนชั่วโมงแสงต่อวัน (นันทิยา, 2545) รวมทั้งมีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตร้อน และกึ่งเขตร้อนของทวีปเอเชีย จึงสามารถปลูกและเจริญเติบโตได้ดีในประเทศไทย (Fischer, 2004; Spencer, 2006) แววมยุราเป็นพืชที่สามารถขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเมล็ด การปักชำกิ่ง และการปักชำใบ เนื่องจากเป็นพืชที่สามารถใช้ใบในการชักนำให้เกิดยอดใหม่ได้ (พรรณเพ็ญ, 2544; Kanchanapoom *et al.*, 2009) ซึ่งข้อดีของการปักชำใบจะช่วยลดการเกิดไคเมอรา (chimera) มีประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์พืชจากการฉายรังสีหรือใช้สารเคมี จะทำให้ต้นที่เกิดการกลายพันธุ์หรือเพิ่มจำนวนโครโมโซมไม่เกิดลักษณะไคเมอรา วิธีการดังกล่าวเรียกว่า adventitious bud technique ซึ่งต้นใหม่ที่เกิดจากตาพิเศษถ้ามีการกลายที่เซลล์เริ่มต้นก็จะเป็นต้นกลายทั้งต้น (solid mutant) (อดิศร, 2539; อรุณี, 2550)

ในประเทศไทยมีพืชสกุล Torenia หรือแววมยุราจำนวนทั้งหมด 19 ชนิด (Yamazaki, 1985) แต่มีการนำมาใช้ประโยชน์และเป็นที่รู้จักเพียงชนิดเดียวเท่านั้น คือ *Torenia fournieri* ซึ่งความหลากหลายทางพันธุกรรมในธรรมชาตินั้นยังมีไม่เพียงพอต่อการคัดเลือกพันธุ์ และในตลาดปัจจุบันต้องการไม้ดอกที่มีลักษณะต่าง ๆ ที่มีความแปลกใหม่ ดังนั้นการผสมพันธุ์ระหว่างพืชต่างชนิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(interspecific hybridization) จึงเป็นการสร้างพืชพันธุ์ใหม่ แต่สำหรับพืชที่ขยายพันธุ์โดยเมล็ดนั้น การผสมพันธุ์ระหว่างชนิดจะทำให้ลูกผสมส่วนใหญ่เป็นหมัน ทำให้ไม่สามารถทำการผสมพันธุ์เพื่อการคัดเลือกต่อไปได้ จึงเป็นปัญหาต่อการปรับปรุงพันธุ์ สามารถแก้ไขการเป็นหมันได้โดยทำการเพิ่มจำนวนโครโมโซม ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยนักผสมพันธุ์ในการปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อแก้ความเป็นหมันของลูกผสมระหว่างชนิดได้ (สุทัศน์, 2528) นอกจากนี้การชักนำให้เกิดการเพิ่มจำนวนโครโมโซมมักได้ต้นต่าง ๆ ที่มีลักษณะผิดไปจากต้นปกติหรือต้นดิพลอยด์ (diploid) เช่น ส่วนประกอบต่าง ๆ มีขนาดใหญ่ขึ้น ดอกและใบมีสีเข้มขึ้น ลำต้นเตี้ย ข้อ และปล้องสั้น เป็นต้น (เบญจมาศ, 2545) โดยสารเคมีที่นิยมใช้ในการเพิ่มจำนวนโครโมโซม คือ สารโคลชิซิน เนื่องจากมีผลทำให้เกิดการเพิ่มจำนวนชุดของโครโมโซม และจากคุณสมบัตินี้โคลชิซินจึงถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชอย่างกว้างขวาง (เอกรินทร์, 2525)

สารโคลชิซินที่นิยมใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชอาจส่งผลกระทบต่อผู้วิจัย เนื่องจากสารโคลชิซินบริสุทธิ์ออกฤทธิ์คล้ายสารหนู (arsenic) ซึ่งก่ออันตรายได้ด้วยการสัมผัส ถ้าเข้าตาจะทำให้เกิดการอักเสบอย่างรุนแรง และตาบอดชั่วคราว หากรับประทานเข้าไปจะเป็นพิษรุนแรงกับระบบทางเดินอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณกระเพาะ และลำไส้ ถ้าหากได้รับสารในปริมาณมากอาจอันตรายถึงแก่ชีวิต (วิมล, 2527; Addink, 2007; Cook and Loudon, 1952) ดังนั้นสารโคลชิซินบริสุทธิ์จึงเป็นอันตรายต่อผู้วิจัยอย่างมากถ้าสัมผัสโดยตรง ทั้งในรูปผงหรือสารละลายในขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ผู้วิจัยจึงต้องมีความระมัดระวังอย่างมากในการใช้สาร และเก็บในที่ปลอดภัย นอกจากนี้การสั่งซื้อสารยังมีข้อจำกัด เนื่องจากไม่ได้มีวางจำหน่ายโดยทั่วไป และมีราคาสูง จึงทำให้เกิดแนวความคิดในการปรับปรุงพันธุ์แววมยุราด้วยการเพิ่มจำนวนโครโมโซมโดยใช้ยาเม็ดรักษาโรคเก๊าท์ยี่ห้อโคลชิซิน ซึ่งมีสารโคลชิซินอยู่ในเม็ดยาในปริมาณที่กำหนดตามฉลาก และยารักษาโรคเก๊าท์นี้สามารถหาซื้อได้ตามร้านขายยาทั่วไป ราคาไม่แพง มีความสะดวก และปลอดภัยในขั้นตอนการเตรียมสารละลายมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารโคลชิซินบริสุทธิ์ และการเลือกใช้วิธีการดังกล่าวถือเป็นทางเลือกที่ดีวิธีการหนึ่งในการปรับปรุงพันธุ์แววมยุราเพื่อให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถนำไปปรับใช้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับชนิดต่าง ๆ ต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความเข้มข้นและระยะเวลาของสารละลายโคลชิซินจากยาเม็ดรักษาโรคเก๊าท์ที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดต้นโพลีพลอยด์ในแววมยุราพันธุ์ลูกผสม และพันธุ์กลายดอกสีเหลือง

2. เพื่อเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยา เซลล์วิทยา และอัตราการผสมติดระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสม และพันธุ์กลายดอกสีเหลือง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

Torenia spp. เป็นพืชใบเลี้ยงคู่จัดอยู่ในชั้น Magoliopsida อันดับ Scrophulariales และอยู่ในวงศ์ Scrophulariaceae ซึ่งเป็นที่รู้จักโดยทั่วไป คือ Figwort Family พืชในวงศ์นี้ประกอบด้วย 306 สกุล (genera) และมีประมาณ 5,850 ชนิด (species) ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนไม่ตรงกันในเรื่องจำนวนชนิด เพราะสกุลยังมีการศึกษาไม่เพียงพอในภูมิภาคอินโดจีน โดย Yamazaki (1985) รายงานว่าพืชในสกุล Torenia มีทั้งหมด 50 ชนิด ซึ่ง 20 ชนิด มาจากประเทศกัมพูชา ลาว และเวียดนาม ส่วนอีก 19 ชนิด มาจากประเทศไทย ในรายงานอื่น ๆ ได้กล่าวไว้ว่าพืชในสกุล Torenia มีอยู่ 40 ชนิด (Fischer, 2004; Spencer, 2006)

แววมยุรา หรือที่เรียกว่า Torenia มีชื่อสามัญว่า Torenia, Wishbone และ Blue Wings ชื่อสามัญ Wishbone ได้มาจากการที่เกสรตัวผู้โค้งเข้าหากันเหมือนง่ามหนังสติ๊ก หรือ มีรูปร่างเหมือนกระดูกหน้าอกของไก่ ซึ่งคนมักนิยมเชื่อว่าจะนำโชคมาให้ (Michigan State University, 2006; The Old House Web, 2006; University of Arkansas, 2006) ส่วน Torenia ถูกตั้งเป็นชื่อหลังจากที่ Olof Toren นักบวชชาวสวีเดนเดินทางไปประเทศจีนในยุคกลางของศตวรรษที่ 18 หรืออาจกล่าวได้ว่า Torenia เป็นชื่อที่ตั้งให้เป็นเกียรติแก่ Olof Toren (Australian Government, 2006; 2008)

ลักษณะประจำวงศ์ Scrophulariaceae

ไม้ล้มลุกอายุปีเดียวหรือหลายปี หรือไม้พุ่มขนาดเล็ก ลำต้นมักเลื้อย ใบเดี่ยวติดเวียนสลับหรือตรงข้าม หรือติดเป็นกลุ่มที่ข้อเดียวกัน ขอบเรียบ หรือจักเป็นพูแบบขนนก ดอกสมบูรณ์เพศมักสมมาตรด้านข้าง ดอกเป็นรูปกระเป๋าปากเปิด มีพูบนและพูล่าง เกสรเพศผู้มี 4 อัน สั้น 2 ยาว 2 มีจานฐานดอก รังไข่ติดเหนือวงกลีบมี 2 ช่อง ก้านเกสรเพศเมียมี 1 อัน ยอดเกสรเพศเมียเป็นก้อน หรือเป็น 2 พู ไข่อ่อนมีจำนวนมากติดตามแนวแกน ผลเป็นแบบผลแห้งแตก แตกตามรอยประสาน หรือแตกระหว่างพู มีเมล็ดจำนวนมาก (ก่องกานดา, 2548)

ลักษณะทั่วไปของแววมยุรา

แววมยุรามี 2 ชนิด คือ ชนิดเป็นพืชฤดูเดียว (annual) เช่น *Torenia fournieri* ดอกมีสีแดง สีชมพู สีม่วงเข้ม สีม่วงอ่อน โคนกลีบสีขาวกลีบล่างอาจมีแต้มสีเหลือง และ *Torenia flava* ดอกมีสีเหลืองโคนกลีบสีม่วง *Torenia violacea* (Azaola ex Blanco) Pennell ดอกสีขาวมีส่วนที่เป็นสีม่วง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เข้มที่พูด้านข้าง พบตามทุ่งหญ้าชื้น ตามพื้นทราย หรือน้ำแฉะ เช่น บนภูกระดึง ภูหลวง ภูเมี่ยง และอีกชนิด คือ ชนิดเป็นพืชหลายฤดู (perennial) เช่น *Torenia concolor* (เอื้อมพร และคณะ, 2540; ธัญญะ, 2545; Yamazaki, 1985; Boufford *et al.*, 1998)

Torenia fournieri มีชื่อสามัญว่า เกล็ดหอย แววมยุรา แววมยุเรศ สามสี หญ้าลำโพง มีลำต้นตั้งตรง ต้นสูง 20-40 เซนติเมตร ลำต้นเป็นสี่เหลี่ยมมีสันขึ้น ลำต้นสีเขียวอมม่วง มีขนสั้น ๆ ปกคลุมปานกลาง ใบเป็นใบเดี่ยวเรียงตรงข้ามสลับตั้งฉาก รูปร่างใบแบบรูปไข่ โคนใบตัดตรง ปลายใบแหลมติ่ง ใบยาว 1.5-5.0 เซนติเมตร กว้าง 0.8-3.0 เซนติเมตร หน้าใบและหลังใบมีขนสั้น ๆ ปกคลุมปานกลาง ก้านใบสีเขียวอ่อน ยาว 0.8-1.3 เซนติเมตร มีขนคลุม ใบสีเขียวเข้มมีรอยจักลึกคมชัดเจนตรงปลายรอยหยักมีขน 1 เส้น ไม่มีหูดอก ดอกออกตลอดปี ช่อดอกออกที่ปลายยอดแบบ raceme ช่อดอกมี 3-6 ดอกต่อช่อ ดอกเดี่ยวรูปปาก มีก้านดอก โคนดอกส่วนที่มีกาบดอกหุ้มอยู่มีสีเหลือง กาบหุ้มดอกสีเขียวอ่อนลักษณะเป็นแผ่นปีก 5 ปีก รอบ ๆ โคนดอกเหนือขึ้นมามีสีม่วง กลีบกลางขนาดใหญ่สีม่วง กลีบคู่ข้างส่วนบนสีม่วงอมดำ กลีบคู่ล่างสีม่วงอมดำ มีแต้มสีเหลืองเป็นวงรูปไข่ อับเรณูสีม่วงอมน้ำตาล ผลหรือฝักเป็นรูปรี ยาว 8-10 มิลลิเมตร กว้าง 13-15 มิลลิเมตร เมล็ดรูปกลมสีเหลืองขนาดเล็ก สถานที่พบ คือ เชียงใหม่ ลำพูน พิษณุโลก กำแพงเพชร เลย ขอนแก่น ชัยภูมิ นครราชสีมา นครนายก ชลบุรี จันทบุรี กาญจนบุรี ประจวบคีรีขันธ์ นครศรีธรรมราช ตรัง ยะลา นิเวศวิทยา คือ บริเวณบึง ใกล้ลำธาร พื้นที่แฉะในป่าดิบ ที่ราบลุ่มจนถึงบริเวณที่สูง 1,300 เมตร จากระดับน้ำทะเล (Smitinand, 1990)

Torenia baillonii มีชื่อสามัญว่า Wishbone เป็นพืชล้มลุก (herbaceous) หรือ พืชฤดูเดียว (annual) มีความสูง 15-30 เซนติเมตร ความกว้าง 15-22 เซนติเมตร หรือ 22-30 เซนติเมตร ทรงพุ่มเลื้อย หนาแน่น กะทัดรัด กลีบดอกสีเหลืองสดใส หลอดกลีบดอกสีม่วงเข้มหรือดำ นิสัยการเจริญเติบโตชอบที่ร่มถึงกึ่งร่มเจริญเติบโตได้ดีในดินทั่วไป หรือ ดินร่วน ชื้น และมีการระบายน้ำที่ดี ชอบดินที่มีค่า pH ระหว่าง 5.6 ถึง 6.0 หรือ 6.1 ถึง 6.5 นิยมใช้เป็นไม้ประดับ ปลูกในกระถางแขวนประดับ ปลูกประดับแปลง หรือจัดสวนรอบ ๆ บ้าน การขยายพันธุ์สามารถขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด หรือกิ่งปักชำ (Dave's Garden, 2000; Park Seed and Wayside Gardens, 2005)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ถิ่นกำเนิด และการแพร่กระจายพันธุ์

ถิ่นกำเนิดของพืชสกุลแววมยุรายังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด ซึ่งโดยส่วนใหญ่แทบทุกชนิดของพืชสกุลแววมยุรามีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตร้อน และกึ่งเขตร้อนของทวีปเอเชีย ทวีปแอฟริกา และมาดากัสการ์ (Fischer, 2004; Yamazaki, 1985)

การปลูกรักษา และการใช้ประโยชน์

แววมยุราชอบร่มถึงกึ่งร่ม จะเจริญเติบโตได้ดีในดินชื้นถึงดินเปียก ในที่ที่มีการระบายน้ำอย่างเพียงพอ และต้องการอากาศที่อบอุ่นสำหรับการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด ชอบดินที่มีค่า pH ระหว่าง 5.5 ถึง 6.5 ในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 21-25 องศาเซลเซียส จะทำให้ออกดอกมาก ทนความร้อน ทนทานต่อศัตรูพืชและโรค เช่น โรคราแป้ง แต่ไม่ทนทานต่อดินเค็ม ภาวะแห้งแล้ง หรือ ภาวะที่หนาวเย็นมาก (Miyazaki, 2001; Fischer, 2004) มีรายงานเรื่องการเจริญเติบโตของแววมยุราไว้ว่าสามารถเจริญเติบโตได้บริเวณพื้นที่ชื้นในป่าสีเขียว พื้นที่ราบลุ่ม และที่ความสูงจากระดับน้ำทะเล 300-1,200 เมตร (Yamazaki, 1985) สามารถขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเมล็ด การปักชำกิ่ง และการปักชำใบ (พรรณเพ็ญ, 2544; Kanchanapoom *et al.*, 2009)

แววมยุราเป็นพืชที่สามารถให้ดอกได้ทั้งปีไม่ขึ้นอยู่กับฤดูกาลหรือจำนวนชั่วโมงแสงต่อวัน (นันทิยา, 2545) จึงนิยมปลูกในโรงเรือน สวนในบ้าน และจัดสวนในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ปลูกประดับแปลง ปลูกเป็นไม้กระถาง ปลูกในสวนหย่อมเป็นไม้หน้าขอบแปลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ร่มเงาที่มีแสงรำไร สามารถปลูกริมถนน ริมทางเดิน รอบ ๆ ที่อยู่อาศัย และเป็นที่นิยมแพร่หลายในการปลูกในกระถาง หรือ กระเช้าเพื่อใช้แขวนประดับ (hanging baskets) หรือปลูกเป็นไม้เถาเลื้อยบริเวณลานบ้าน อาจปลูกเป็นไม้คลุมดิน หรือซอกแซกไปตามซอกหิน โขดหิน สวนหิน หรือ สวนภูเขา (เอื้อมพร และคณะ, 2540; พรรณเพ็ญ, 2544; Fischer, 2004; Kikuchi *et al.,* 2005)

สำหรับ *Torenia fournieri* นอกจากนิยมใช้ในการประดับแล้ว ยังใช้เป็นพืชทดลองที่ศึกษาเกี่ยวกับทางด้านเซลล์พันธุศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งใช้ในการศึกษาตำแหน่งและการเคลื่อนย้ายของโครโมโซม และเซนโทรเมียร์ในระยะเริ่มต้นของ embryogenesis ในการผสมระหว่างชนิดของลูกผสม (Kikuchi *et al.,* 2005) และดอกของ *Torenia fournieri* มีรายงานว่ารับประทานได้ และสามารถใช้เป็นส่วนประกอบของสลัด (Shindu *et al.,* 2008) รวมทั้งใช้เป็นแหล่งอาหารสัตว์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ธรรมชาติสำหรับแทะเล็มของโค กระบือ และสัตว์ป่าขนาดเล็กอีกด้วย (ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา, 2551)

การทำให้เกิดต้นพืชจากเซลล์เพียงเซลล์เดียวโดยตรงจากส่วนของพืช

ปัญหาที่สำคัญอันหนึ่งของการปรับปรุงพันธุ์พืชโดยการกระตุ้นให้เกิดการกลายพันธุ์ คือ การเกิดไคเมอรา (chimera) ซึ่งไคเมอราเกิดเมื่อมีการกลายของเซลล์ อาจเป็นการกลายตามธรรมชาติหรือการเหนี่ยวนำด้วยสิ่งก่อการกลาย ได้แก่ รังสี หรือสารเคมี ถ้าเซลล์กลายอยู่บริเวณปลายยอด ซึ่งจะต้องมีการแบ่งเซลล์ต่อไป เซลล์ที่เกิดใหม่จากการแบ่งตัวของเซลล์กลายก็จะเป็นเซลล์กลายทั้งหมด ผลก็คือในเนื้อเยื่อพืชนั้น ๆ จะมีเซลล์ที่มีจีโนไทป์ต่างกันอยู่ใกล้ ๆ กัน เรียกลักษณะดังกล่าวนี้ว่าไคเมอรา เนื่องจากการกลายเป็นปรากฏการณ์ที่เรียกว่า one cell event คือการกลายในลักษณะใดลักษณะหนึ่งจะมีโอกาสเกิดในเซลล์เพียงเซลล์เดียว ดังนั้น การกลายของเซลล์ร่างกายจะพบเนื้อเยื่อที่ประกอบไปด้วยเซลล์กลาย และเซลล์ปกติอยู่ร่วมกัน สำหรับส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น bulbs tubers rhizomes หรือ กิ่งชำนั้นเป็นพวกที่ตา หรือยอดของต้นพืชจะมีจำนวนเซลล์อยู่หลายเซลล์ และที่ตา หรือยอดของต้นพืชยังประกอบด้วยชั้นของเซลล์ที่ค่อนข้างจะเป็นอิสระแก่กัน จึงทำให้ต้องใช้เวลาที่นานขึ้นในการคัดเลือก และลักษณะบางอย่างอาจสูญหายไปได้ เนื่องจากสิ่งที่เราต้องการคือ ให้เซลล์ที่กลายพันธุ์นั้นเจริญขึ้นเป็นเนื้อเยื่อส่วนใหญ่ของพืช ซึ่งวิธีการที่ดีและน่าจะเป็นไปได้ คือ ให้ได้ต้นพืชที่เกิดจากเซลล์เพียงเซลล์เดียว ในปัจจุบันวิธีการสำคัญที่นักปรับปรุงพันธุ์พืชได้ปฏิบัติกันเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดไคเมอราได้แก่วิธีที่เรียกว่า adventitious bud technique โดยจะใช้ปรากฏการณ์ของพืชที่สามารถสร้างยอดจากตาพิเศษ (adventitious bud) ได้ ตัวอย่างเช่น ตาพิเศษที่อยู่บริเวณก้านใบของพืชบางชนิด เช่น Saintpaulia Streptocarpus Kalanchoe และ Begonia ยอดใหม่ที่เกิดจากตาพิเศษนี้จะเกิดจากเซลล์อิพิเดอร์มิส (epidermis) เพียงเซลล์เดียว ดังนั้นต้นพิเศษ (adventitious plantlet) ที่เกิดใหม่ ถ้ามีการกลายที่เซลล์เริ่มต้นก็จะเป็นต้นกลายทั้งต้น (solid mutant) นั่นคือไม่มี ไคเมอรา (chimera) เกิดขึ้นจึงสามารถแก้ปัญหาการเกิดไคเมอราได้

นอกจากนี้ยังพบว่า adventitious bud ยังเกิดจากเซลล์ซึ่งอยู่บริเวณส่วนที่ต่ำที่สุดของก้านใบ (petiole) ใกล้ ๆ กับรอยต่อกับลำต้น เช่น ในต้น African Violet และพบว่าถ้าฉายรังสีก้านใบ (petiole) หรือแผ่นใบ (leaf blade) เป้าสำคัญจะอยู่ที่เซลล์ที่จะเจริญไปเป็นต้นใหม่ ซึ่งตามปกติแต่ละยอดหรือต้นใหม่จะเจริญมาจากเซลล์เพียงเซลล์เดียวที่เนื้อเยื่อผิว (single epidermal cell) ของก้านใบหรือแผ่นใบ หรืออาจเรียกได้ว่าเกิดจากตาพิเศษ (adventitious bud) ดังนั้นการฉายรังสีก้านใบ หรือแผ่นใบจะพบการกลายอย่างสมบูรณ์ คือ กลายทั้งต้น (solid mutant หรือ hemohistont)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำหรับพืชซึ่งสามารถใช้ส่วนต่าง ๆ ของต้นเพื่อชักนำให้เกิด adventitious shoots ที่อาจจะเกิดจากเซลล์เพียงเซลล์เดียว ได้แก่

- การใช้ใบ เช่น Torenia Begonia Cattleya Echeveria Heloniopsis และ Petunia
- การใช้ส่วนหนึ่งส่วนใดของใบ เช่น Begonia Cichorium Heloniopsis Orchid และ Peperomia
- จากชั้น epidermis ได้แก่ Nautilocalyse และ Ranunculus
- ชิ้นส่วนของพืชที่เป็นก้านใบ ก้านดอก ก้านดอกย่อย กลีบของหัว และฐานรองดอก ได้แก่ Alstroemelia Daucus Brassica Freesia Hyacinth Gerbera Potato และ Sugar beet
- การใช้ราก หรือ ส่วนของลำต้น เช่น Petunia Gladiolus Plumbajo และ Verbascum (อดิศร, 2539; อรุณี, 2550)

จำนวนโครโมโซมของแววมยุรา

พืชสกุลแววมยุราโดยทั่วไปเป็นพวกดิพลอยด์ (diploid) ซึ่งจำนวนโครโมโซมจะมีความแตกต่างกันในแต่ละชนิดซึ่งเท่าที่มีรายงาน คือ *Torenia fournieri* มีจำนวนโครโมโซม 2n = 18 *Torenia bailonii* มีจำนวนโครโมโซม 2n = 16 *Torenia hybrida* มีจำนวนโครโมโซม 2n = 26 (Kikuchi *et al.*, 2007) *Torenia benthamiana* มีจำนวนโครโมโซม 2n = 36 (Hsieh and Yang, 2002) ส่วน *Torenia concolor* พบว่ามีความคลาดเคลื่อนไม่ตรงกันในเรื่องจำนวนโครโมโซม โดย Kikuchi *et al.* (2007) รายงานว่า *Torenia concolor* มีจำนวนโครโมโซม 2n = 26 ส่วน Hsieh and Yang (2002) รายงานว่า *Torenia concolor* มีจำนวนโครโมโซม 2n = 34

การสร้างพืชโพลีพลอยด์

การชักนำให้เกิด polyploidy ในพืชถือได้ว่าเป็นการชักนำให้เกิด chromosome mutation ซึ่งเป็นประโยชน์ทั้งในด้านการปรับปรุงพันธุ์ และเพื่อศึกษาการพัฒนาส่วนต่าง ๆ ของพืชจากชั้นของเซลล์ meristem (อดิศร, 2547)

โพลีพลอยดี (polyploidy) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่มีจำนวนโครโมโซมมากกว่า 2 ชุดขึ้นไป ปกติเซลล์ร่างกายของสิ่งที่มีชีวิตทั้งหลายถูกกำหนดให้มีโครโมโซมเป็น 2n และ 2n = 2x นั่นคือ เซลล์ร่างกายของสิ่งที่มีชีวิตปกติจะมีจำนวนโครโมโซมเป็น 2 ชุด โดย x คือชุดหนึ่งของโครโมโซม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พื้นฐาน หรือชุดของจีโนม (genome) แสดงว่าเซลล์ของร่างกายมีจีโนม 2 ชุด และในการเกิดโพลีพลอยด์ (polyploid) นั้นจะมีหลายระดับด้วยกันดังนี้

1. ทริพพลอยดี (triploidy) 2n = 3x
2. เททระพลอยดี (tetraploidy) 2n = 4x
3. เพนตะพลอยดี (pentaploidy) 2n = 5x
4. เฮกซะพลอยดี (hexaploidy) 2n = 6x
5. เฮพตะพลอยดี (heptaploidy) 2n = 7x
6. ออกตะพลอยดี (octaploidy) 2n = 8x

โพลีพลอยดีมีความสำคัญมากในพืช เพราะพบว่าในวิวัฒนาการของพืชตั้งแต่ระยะต้น ๆ ก็พบพืชที่เป็นโพลีพลอยด์แล้ว ดังนั้นจะพบว่าพืชส่วนใหญ่ใน Angiosperm เป็นโพลีพลอยด์ ในพืชใบเลี้ยงคู่เป็นโพลีพลอยด์ 43 เปอร์เซนต์ หรือประมาณ 12,000 ชนิด (species) ในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวพบ 58 เปอร์เซนต์ หรือประมาณ 5,000 ชนิด อาจจะกล่าวโดยรวมได้ว่าพืชใน Angiosperm มีที่เป็นโพลีพลอยด์อยู่ 47 เปอร์เซนต์ พืชสกุลต่าง ๆ ที่เป็นโพลีพลอยด์มากอยู่ในตระกูล Polygonaceae Crassuladeae Rosaceae Malvaceae Araliaceae Gramineae Iridaceae และ Musaceae ในไม้ยืนต้น (perennial plant) ไม่ว่าจะเป็นไม้พุ่มหรือไม้ยืนต้นมีโอกาสเกิดโพลีพลอยด์สูงกว่าพืชล้มลุก (annual plant) ในพืชพวก Gymnosperm โดยเฉพาะพวกปรง (Cycad) และแปะก๊วย (Ginko) ไม่พบโพลีพลอยด์เลย แต่พบในสน *Pseudolarix amabilis Sequoia sempervirens Juniperus chinensis* var. Pfitzeraena และบางชนิดในสกุล Podocarpus นอกจากนี้ยังพบมากในอันดับ Gnetales

ใน Bryophyte พบมากในมอส (moss) พบทั้งที่เกิดในธรรมชาติและที่มนุษย์ได้ทำขึ้น ส่วนใหญ่มักพบในพืชที่มีท่อน้ำท่ออาหาร ใน Thallophyte มีพบในสาหร่ายหลายสกุล เช่น Clodohora Chara และ Lomentaria ในเชื้อรา (fungi) ไม่มีโพลีพลอยดีในราเลย สำหรับในสัตว์ ไม่พบว่าสัตว์เป็นโพลีพลอยด์เพราะสัตว์ไม่สามารถทำหน้าที่ได้อย่างปกติแม้จะมีการเพิ่มหรือลดจำนวนโครโมโซมลงเพียง 1 หรือ 2 ก็ตาม (เบญจมาศ, 2545)

ชนิดของโพลีพลอยดี

โพลีพลอยดีแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มด้วยกันจากต้นกำเนิดว่าเกิดจากพืชในชนิดเดียวกัน หรือลูกผสมชนิดเดียวกันหรือต่างชนิด ต่างสกุลกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

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

2. อัลโลโพลีพลอยดี (allopolyploidy) คือกลุ่มของสิ่งที่มีชีวิตที่มีโครโมโซมหลายชุดและเกิดจากลูกผสมระหว่างชนิด หรือระหว่างสกุลกัน จึงทำให้มีจีโนมต่างกัน ตัวอย่างเช่น กล้วยน้ำว้าเป็นทริพพลอยด์ (triploid) มีชุดของโครโมโซมหรือจีโนมเป็น ABB เพราะเกิดจากกล้วยป่าที่มีจีโนม AA และกล้วยป่าตานีที่มีจีโนมเป็น BB นอกจากนี้ยังมียาสูบ มันฝรั่ง และกาแฟ เป็นต้น (เบญจมาศ, 2545)

กลไกการเกิดโพลีพลอยดี

โพลีพลอยดีอาจเกิดขึ้นได้ทั้งจากธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น การเกิดโพลีพลอยดีเกิดได้จากกลไกดังต่อไปนี้

1. เกิดจากการแบ่งเซลล์ในไมโทซิสผิดปกติ โดยอาจเกิดจากเซลล์ร่างกายหรือเกิดในช่วงของการแบ่งเซลล์สืบพันธุ์ ทำให้จำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า

2. เกิดจากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสผิดปกติ ทำให้ได้เซลล์สืบพันธุ์ที่ไม่มีการลดจำนวนโครโมโซมลงครึ่งหนึ่งในไมโอซิส 1 (unreduced gamete) ทำให้ได้เซลสืบพันธุ์ที่เป็น 2n

3. เกิดจากการที่ไข่ถูกผสมโดยสเปิร์มมากกว่า 1 ตัว หรือเมื่อเกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสผิดปกติในเกสรตัวผู้ (เบญจมาศ, 2545)

วิธีการทำให้เกิดโพลีพลอยดี

1. การเกิดตามธรรมชาติ ปรากฏการณ์ธรรมชาติ เช่น ฟ้าร้อง ฟ้าผ่า พายุ สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจำนวนและรูปร่างของโครโมโซมได้ ซึ่งพบว่ามีพืชโพลีพลอยด์ใน Angiosperm มาตั้งแต่โบราณกาล โพลีพลอยดีที่พบมีทั้งออโตโพลีพลอยด์และอัลโลโพลีพลอยด์ ดังเช่น กล้วยหอม AAA เกิดมาจากกล้วยป่าที่มีพื้นที่แถบมาเลเซีย กล้วยเหล่านี้มีบรรพบุรุษมาจากกล้วยป่า *Musa acuminata* Colla ซึ่งมีจีโนม AA ส่วนกล้วยที่เป็นอัลโลโพลีพลอยด์ ดังเช่น กล้วยกล้าย (AAB) กล้วยน้ำว้า (ABB) กล้วยหักมุก (ABB) กล้วยเทพรส (ABBB) เกิดโพลีพลอยด์หลังจากการเกิดการผสม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ของกล้วยป่า *Musa acuminata* Colla มีจีโนม AA กับกล้วยตานี *Musa balbisiana* Colla จีโนม BB ซึ่งอยู่แถบอินเดีย และต่อมาได้มีการเคลื่อนย้ายไปปลูกในประเทศต่าง ๆ

2. การสร้างขึ้นของมนุษย์สามารถทำให้สิ่งที่มีชีวิตมีจำนวนโครโมโซมได้หลายชุดด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

2.1 การใช้ความร้อนสูงอย่างรวดเร็ว ส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นได้กับพืชที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย

2.2 การใช้รังสี สามารถทำให้เกิดการกลายพันธุ์ในสิ่งที่มีชีวิตได้ ซึ่งบางครั้งอาจเกิดโพลีพลอยดีได้เช่นกัน

2.3 การใช้สารเคมี เป็นวิธีที่ใช้กันมาก สารเคมีทำให้เกิดโพลีพลอยด์ได้เนื่องจากการเกิดการยับยั้งการเกิดผนังเซลล์กั้นในช่วงของการแบ่งเซลล์ จะไปทำให้จำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้นเท่าตัว สารเคมีที่นิยมใช้กันมากได้แก่ โคลชิซิน (colchicine) นอกจากนี้ยังมี ไนตรัสออกไซด์ (nitrous oxide) Oryzalin Amiprophos methyl และ Podophylin วิธีการใช้สารเคมี คือ

2.3.1 การแช่เมล็ด ทำการแช่เมล็ดลงในสารละลายที่มีความเข้มข้นและระยะเวลาที่พอเหมาะ ล้างน้ำ แล้วนำไปเพาะ

2.3.2 ใช้กับต้นพืชโดยตรง ต้นพืชที่ใช้ใช้ได้ตั้งแต่ต้นกล้า หมายถึง ต้นเล็กที่เกิดจากการเพาะเมล็ด หรือที่กิ่ง หรือส่วนที่กำลังเจริญ มีจุดเจริญ เช่น ปลายยอด หยดสารละลายที่มีความเข้มข้นที่พอเหมาะลงที่ยอดที่มีใบอ่อนอยู่ประมาณ 2-3 ใบ แต่สารละลายนั้นอาจจะไหลลงไปได้จึงควรผสมกับน้ำยาจับใบด้วย และถ้าจะให้ดีควรนำสำลีปั้นเป็นก้อนขนาดเล็ก ๆ วางที่จุดที่จะหยดสารละลาย แล้วหยดสารละลายบนสำลี ให้สารละลายค่อย ๆ ซึมผ่านสำลีลงไปที่ยอด

2.3.3 ใช้กับต้นอ่อนของพืชในสภาพปลอดเชื้อ หรือในสภาพการเลี้ยงเนื้อเยื่อ ให้นำต้นอ่อนของพืชตัดส่วนปลายออก นำมาแช่ในสารละลายซึ่งอยู่ในสภาพปลอดเชื้อ ระยะเวลาในการแช่จะต้องทำการศึกษาก่อนเพื่อให้ได้เวลาที่พอเหมาะ แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นในตู้ที่ปลอดเชื้อ แล้วนำไปเลี้ยงในอาหารสูตรเดิมต่อไป การที่พืชจะเกิดเป็นโพลีพลอยด์หรือไม่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น ระยะเวลา หรือความถี่ในการให้สารเคมีนั้น ๆ (เบญจมาศ, 2545)

ผลของโพลีพลอยดี

ปกติการเกิดโพลีพลอยดีในธรรมชาติมักเกิดร่วมกับการเกิดการผสมพันธุ์ระหว่างชนิด สายพันธุ์ หรืออาจจะต่างสกุล ดังนั้นรูปร่างจึงขึ้นอยู่กับ genotype ของบรรพบุรุษ การเกิดโพลีพลอยดีอาจจะมีทั้งสิ่งที่ดีและไม่ดีก็ได้ ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. เพิ่มขนาดของเซลล์เนื้อเยื่อเจริญ เซลล์มีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้อวัยวะหรือส่วนต่าง ๆ ของพืชมีขนาดใหญ่ขึ้นด้วย ดังเช่น ขนาดของใบ สำหรับเซลล์ที่ใช้วัดได้อย่างชัดเจนได้แก่ ขนาดของ guard cell ของปากใบ (stomata) ซึ่งจะเป็นตัวชี้ได้ว่าพืชนั้น ๆ เป็นโพลีพลอยด์หรือไม่ นอกจากนี้ขนาดของละอองเกสรเพศผู้ก็สามารถชี้ชัดได้เช่นกัน

2. มีการเปลี่ยนแปลงอัตราการเจริญเติบโต ปกติแล้วอัตราการเจริญของออโตโพลีพลอยดีจะช้ากว่าดิพลอยด์ (diploid) จึงทำให้การเกิดดอกเกิดช้า การแตกกิ่งก้านน้อยลง บางครั้งผลมีขนาดเล็กลง กิ่งก้าน และการแตกหน่อลดลง ดังเช่นกล้วยเบพ ซึ่งเกิดจากการใช้สารออริซาลิน พบว่าต้นมีขนาดเตี้ยลงมาก มีการเกิดใบช้า ไม่ค่อยมีการแตกหน่อ

3. รูปร่างของอวัยวะต่าง ๆ ของพืช เนื่องจากพืชมีการเพิ่มขนาดของเซลล์ มีการเจริญเติบโตที่ช้า อาจทำให้รูปร่างเปลี่ยนแปลง ใบมีความหนามากขึ้น กว้างขึ้น เช่น ในกล้วยเบพ ตำลึง ผักบุ้ง และข้าวโพด บางชนิดการเกิดลักษณะเหล่านี้ทำให้พืชมีความแข็งแรงขึ้น แต่ในพืชบางชนิดอาจลดลง เช่น ในต้นกล้วย ต้นที่เป็นโพลีพลอยด์มีความแข็งแรงขึ้น ดังเช่น กล้วยหอมซึ่งเป็นโพลีพลอยด์จะแข็งแรงกว่ากล้วยไข่และกล้วยเล็บมือนางซึ่งเป็นดิพลอยด์ แต่ใบกล้วยหอมมีโอกาสฉีกขาดมากกว่ากล้วยไข่

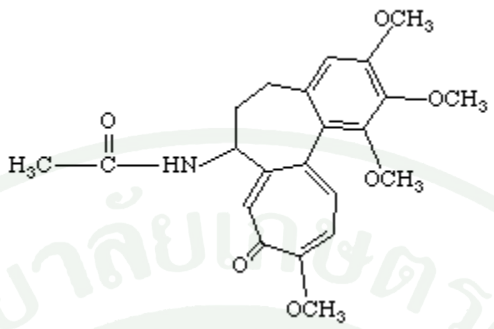
4. จำนวนละอองเกสรเพศผู้น้อยลง เกิดความเป็นหมันมากขึ้นทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย ดังนั้นต้นที่เป็นโพลีพลอยด์จึงมักจะเป็นหมัน เช่น แตงโม กล้วย

5. เกิดการผสมกันเองภายในชนิดเดียวกันไม่ได้ (self-incompatible) ถ้าหากต้นโพลีพลอยดีนั้นเกิดจากพ่อแม่ที่เป็นหมัน ผสมตัวเองไม่ได้ ลูกที่เป็นโพลีพลอยด์จะมีโอกาสเป็นสูงขึ้น หรือเรียกว่า เกิดสิ่งกีดขวางของยีน (genetic barrier) ในพวกที่เป็นออโตโพลีพลอยด์ที่ไม่สามารถผสมกันเองได้ ทั้งนี้เนื่องจากมีการแบ่งเซลล์ไม่ปกติ ทำให้เกิดการเป็นหมันสูง เช่น คะน้า ผักกาดหัว และพิทูเนีย (เบญจมาศ, 2545)

เทคนิคที่ใช้สารโคลชิซินชักนำให้มีการเพิ่มจำนวนชุดในพืชเริ่มมีมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1937 ผลที่ได้นับเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีในการนำสารโคลชิซินมาใช้กับพืช ซึ่งพบว่าสามารถให้สารนี้แก่พืชผ่านทางวิธีการต่าง ๆ ดังนี้ คือให้กับเมล็ด ให้กับต้นอ่อน และให้กับต้นพืชที่อยู่ในระยะเติบโตที่พ้นจากระยะต้นอ่อนไปแล้ว (ชะบา และกันยารัตน์, 2527)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โคลชิซิน (colchicine)



ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างของโคลชิซิน (colchicine)

สารโคลชิซิน (colchicine) เป็นสารประกอบประเภทอัลคาลอยด์ ชื่อ acetyltrimethyl colchicines acid สูตรโมเลกุล $C_{22}H_{25}NO_6$ น้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 399.43 สกัดได้จากเมล็ดและส่วนหัวของพืชพวก Autumn crocus (*Colcicum autumnale* L.) ซึ่งอยู่ในวงศ์ Liliaceae และอาจพบในสกุลอื่นของพืชวงศ์นี้ เช่น พบในหัวดองดึง (*Gloriosa superba* L.) สารโคลชิซินบริสุทธิ์มีลักษณะเป็นเกล็ดหรือเป็นผงสีเหลืองอ่อน เมื่อถูกแสงสีจะเข้มมากขึ้น ละลายได้ดีในแอลกอฮอล์และคลอโรฟอร์ม และสลายตัวในที่มีแสง (รังสฤษดิ์, 2545; Addink, 2007) มีการนำสารโคลชิซินไปใช้ประโยชน์ทางด้านการแพทย์ และด้านการปรับปรุงพันธุ์พืช ทางด้านการแพทย์ใช้บำบัดโรคเท้าบวมปวดตามข้อ (gout) สำหรับด้านการปรับปรุงพันธุ์พืชสารโคลชิซินนั้นมีผลทำให้เกิดการเพิ่มจำนวนชุดของโครโมโซม โดยสารโคลชิซินมีผลต่อกระบวนการแบ่งเซลล์ของพืช คือ ทำหน้าที่ยับยั้งการพัฒนาของ spindle fiber ในระยะเมตาเฟส (metaphase) ของการแบ่งเซลล์ ทำให้ spindle fiber เกิดไม่สมบูรณ์หรือขาดหายไปส่งผลให้โครโมโซมไม่แยกออกจากกันและเคลื่อนที่ไปยังขั้วของเซลล์ในระยะแอนนาเฟส (anaphase) ดังนั้นเมื่อสิ้นสุดการแบ่งเซลล์ เยื่อหุ้มนิวเคลียสมาล้อมรอบโครโมโซมตรงกลางเซลล์ ทำให้ได้นิวเคลียสที่มีจำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า จากคุณสมบัตินี้โคลชิซินจึงถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช โดยการชักนำให้เกิดการเพิ่มจำนวนชุดโครโมโซม (polyploidy induction) (ประดิษฐ์, 2541; อัมรา, 2540; เอกรินทร์, 2525; Addink, 2007) และพบว่าโคลชิซินเป็นสารที่นิยมใช้มากที่สุด เพราะให้ผลค่าเฉลี่ยในการชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ที่สม่ำเสมอที่สุด (อดิศร, 2539)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การนำสารโคลชิซินมาใช้กับพืชควรใช้กับส่วนของพืชที่กำลังเจริญเติบโต ซึ่งมีอัตราการแบ่งเซลล์สูง ดังนั้นจึงมักใช้กับเมล็ดที่กำลังงอก มีปัจจัยแปรที่สำคัญ คือ ความเข้มข้นของโคลชิซิน ระยะเวลาที่แช่ และพันธุ์พืช หรือใช้กับตาหรือยอดที่กำลังงอกใหม่ การเพิ่มจำนวนโครโมโซมโดยการใช้สารโคลชิซินกับพืชสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การจุ่มต้นพืชลงในสารละลายโคลชิซินผสมกับลาโนลีน หรือแช่เมล็ดในสารละลาย เป็นต้น สำหรับความเข้มข้น และระยะเวลาที่ใช้จะผันแปรไปตามชนิดพืช และส่วนของพืชที่ใช้ (วิบูลย์, 2536; อดิศร, 2539)

แม้ว่าสารโคลชิซินจะมีผลที่น่าพอใจในกระบวนการในการปรับปรุงพันธุ์พืชแต่ก็ยังมีผลกระทบต่อผู้วิจัย โดยสารโคลชิซินจัดอยู่ในพวก teratogen (สารที่ทำให้เกิดการบกพร่องของพัฒนาการของทารกในครรภ์) และอาจเป็นสารพิษ (carcinogen) โดยสารโคลชิซินบริสุทธิ์เพียง 3 มิลลิกรัม ก่อให้เกิดการตายได้ โดยมีการทดลองในสัตว์ทดลอง คือ หนู พบว่าการใช้สารโคลชิซินในปริมาณเพียง 0.125 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักตัวก่อให้เกิดอัตราการรอดชีวิตที่ 50 เปอร์เซนต์ (LD_{50}) (Barry, 2000) ซึ่งนับได้ว่าโคลชิซินเป็นสารที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์อย่างมากต่อการสัมผัสและดูดซึมเข้าสู่ทางผิวหนัง ทั้งในรูปผง และสารละลาย ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องมีความระมัดระวัง และเก็บอยู่ในที่ปลอดภัย นอกจากนี้สารโคลชิซินออกฤทธิ์คล้ายสารหนูก่ออันตรายได้ด้วยการสัมผัส ถ้าเข้าตาจะทำให้เกิดการอักเสบอย่างรุนแรง และตาบอดชั่วคราว หากรับประทานเข้าไปจะเป็นพิษรุนแรงกับระบบทางเดินอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณกระเพาะและลำไส้ ถ้าหากได้รับสารในปริมาณมากอาจอันตรายถึงแก่ชีวิต (วิมล, 2527; Addink, 2007; Cook and Loudon, 1952)

สำหรับการตรวจหาลักษณะพืชที่ถูกชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ (polyploidy) วิธีที่ดีที่สุด คือ การตรวจนับจากจำนวนโครโมโซม ซึ่งมักจะนิยมใช้กันเป็นวิธีสุดท้ายกับพืชที่เชื่อว่าเป็นโพลีพลอยด์ ทั้งนี้เพราะเป็นวิธีที่ต้องใช้เวลามาก สำหรับเกณฑ์แรก ๆ ที่ใช้ คือ การสังเกตลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ รูปร่าง และขนาดของส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ใบ ดอก ผล และเมล็ด ซึ่งพอจะช่วยแยกพืชได้เป็น 2 กลุ่ม คือพวกที่ตอบสนองต่อสารโคลชิซิน กับพวกที่ไม่ตอบสนองต่อสารโคลชิซิน หรือการวัดขนาดของปากใบ ตลอดจนขนาดของละอองเกสร ซึ่งจะมีขนาดใหญ่กว่าต้นปกติ (วิมล, 2527)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การใช้สารโคลชิซินเพื่อเพิ่มจำนวนชุดโครโมโซมนั้นเริ่มมีการนำมาใช้ราวปี 1937-1938 ซึ่งนับเป็นจุดเริ่มต้นของการใช้สารโคลชิซินชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ในพืชและสัตว์ในเวลาต่อมา (เสริมศิริ, 2532 อ้างถึง Derman, 1938) โดยได้มีรายงานการวิจัยต่าง ๆ ดังนี้

Tandon and Bhutani (1965) ทดลองใช้สารโคลชิซินความเข้มข้น 0.05 0.10 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 ชั่วโมง กับแววมยุรา (*Torenia fournieri*) ชิ้นส่วนของพืชที่นำมาทรีทโคลชิซิน คือ ต้นอ่อนที่ได้จากการเจริญเติบโตของเมล็ด มีใบเลี้ยง 4-6 ใบ พบว่าได้ต้นที่มีลักษณะโครโมโซมเป็นเตตราพลอยด์ (tetraploid) ขนาดของเซลล์ใหญ่ขึ้น อาทิเช่น ดอก และใบ เป็นต้น ซึ่งเป็นการพัฒนาสายพันธุ์แววมยุราให้มีลักษณะที่ดียิ่งขึ้น

Griesbach (1990) ชักนำ *Eustoma grandiflorum* ให้เพิ่มจำนวนชุดโครโมโซม โดยใช้ปลายยอดแช่ในสารละลายโคลชิซิน ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 3 และ 5 วัน พบว่าเมื่อแช่เป็นเวลา 5 วัน เกิดต้นเตตราพลอยด์ได้ดีที่สุด มีการเจริญเติบโตของพืชดีที่สุด อีกทั้งต้นที่เป็นเตตราพลอยด์ยังมีขนาดของลำต้น ความกว้างของใบ และความกว้างของกลีบดอกใหญ่กว่าต้นที่เป็นดิพลอยด์

ทิวา (2533) ได้ศึกษาผลของโคลชิซินต่อการกลายพันธุ์ของแกลดิโอลัสในสภาพปลอดเชื้อ โดยใช้ความเข้มข้น 0 50 100 และ 200 ppm นาน 6 12 24 และ 36 ชั่วโมง พบว่าความเข้มข้นของโคลชิซินมีผลต่อน้ำหนัก ขนาดแคลลัส ความสูงต้น ความหนาใบ เมื่อศึกษาจำนวนโครโมโซมจากปลายราก พบว่าจำนวนโครโมโซมไม่มีการเปลี่ยนแปลง (2n= 46)

วิชชุตา (2537) ได้ทำการเพาะเลี้ยงส่วนข้อและแคลลัสของหน้าวัวพันธุ์ ‘Double Spathe’ ในสภาพปลอดเชื้อ และนำไปแช่สารละลายโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้น 0 0.01 0.05 และ 0.1 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง พบว่า อัตราการรอดชีวิต การเกิดยอดใหม่ และความสูงมีแนวโน้มลดลงเมื่อความเข้มข้นของโคลชิซินเพิ่มขึ้น การใช้โคลชิซินความเข้มข้น 0.01 เปอร์เซ็นต์ เวลา 24 ชั่วโมง ทำให้อัตราการเกิดยอดใหม่จากแคลลัสสูงขึ้น คือ 10.42 ยอด ผลของโคลชิซินทำให้เกิดลักษณะใบด่าง ความยาวของปากใบเพิ่มขึ้น และจำนวนโครโมโซมไม่เปลี่ยนแปลง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาสันต์ (2540) ทำการชักนำต้นอ่อนกล้วยไข่ให้กลายพันธุ์ในสภาพปลอดเชื้อโดยใช้สารโคลชิซิน 0 0.5 0.75 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ DMSO 2 เปอร์เซ็นต์ นาน 2.5 5.0 และ 7.5 ชั่วโมง ตามลำดับ พบว่าเมื่อความเข้มข้นของสารก่อกลายพันธุ์เพิ่มมากขึ้นและระยะเวลาที่ได้รับสารนานขึ้น ทำให้มีอัตราการรอดชีวิตลดลง การใช้โคลชิซิน 0.4-0.75 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ต้นอ่อนกล้วยมีอัตราการรอดชีวิต 50 เปอร์เซ็นต์ บางหน่อที่ได้รับสารก่อกลายพันธุ์พบลักษณะผิดปกติแบบ chimera และเซลล์ปากใบมีขนาดใหญ่มากกว่าต้นควบคุม ทำการคัดเลือกต้นที่เซลล์ปากใบมีขนาดตั้งแต่ 28 ไมโครเมตร นำไปศึกษาโครโมโซม พบว่าต้นควบคุมมีจำนวนโครโมโซม 2n = 22 และสามารถคัดเลือกต้น tetraploid (2n = 44) ได้ 3 หมายเลข ซึ่งได้จากการใช้โคลชิซิน 1 เปอร์เซ็นต์ นาน 7.5 ชั่วโมง และพันธุ์กลายทั้ง 3 หมายเลข มีใบหนาและมุมการกางของใบมาก จึงทำให้ใบโค้งลง เซลล์ปากใบมีขนาดใหญ่ แต่จำนวนปากใบต่อพื้นที่น้อยกว่าต้นควบคุม

Blomerus (2000) ศึกษาผลของสารละลายโคลชิซินที่มีผลกับ *Ornithogalum* L. ซึ่งเป็นไม้ตัดดอกในวงศ์ *Hyacinthaceae* มีจำนวนโครโมโซม (2n = 12) มีหัวแบบหอม (bulb) โดยให้สารละลายโคลชิซินกับเนื้อเยื่อเจริญปลายยอด ซึ่งมีความเข้มข้น 0.1 0.2 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 24 48 และ 72 ชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่าสารละลายโคลชิซินที่ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ แช่เป็นเวลานาน 48 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพมากที่สุด สามารถชักนำให้เกิดเตตราพลอยด์ได้ถึง 54-89 เปอร์เซ็นต์

สำหรับรายงานการวิจัยในการเหนี่ยวนำให้เกิดการเพิ่มจำนวนโครโมโซมโดยการใช้สารโคลชิซิน ส่วนใหญ่จะนิยมใช้สารโคลชิซินบริสุทธิ์ แต่รายงานการวิจัยของ Harrington (2000) ได้ศึกษาและหาแนวทางในการเพิ่มจำนวนโครโมโซมโดยใช้ยารักษาโรคเก๊าท์ในเบญจมาศ ซึ่งมีส่วนผสมของตัวยาโคลชิซิน 0.5 มิลลิกรัมต่อเม็ด ซึ่งมีราคาไม่แพง วิธีในการเตรียมไม่ยุ่งยาก และรวดเร็ว ทำการทดลองหาระยะเวลาและความเข้มข้นที่เหมาะสม โดยชิ้นส่วนของพืชที่นำมาใช้ คือ ต้นอ่อนในสภาพเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจุ่มลงในสารละลายโคลชิซินความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 0.5 มิลลิกรัมต่อน้ำ 50 100 และ 150 มิลลิลิตร และใช้เวลาในการให้สารละลาย คือ 12 24 และ 48 ชั่วโมง ผลการทดลองยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด แต่ถ้ากระบวนการนี้สำเร็จจะทำให้ลำต้นมีความหนามากยิ่งขึ้น ใบมีสีเขียวเข้มขึ้น ดอกเกิดการเปลี่ยนแปลง มีการเพิ่มจำนวนชุดโครโมโซม เป็นการสร้างพืชสายพันธุ์ใหม่ และเป็นวิธีการปรับปรุงพันธุ์ใหม่ที่เป็นไปได้ ซึ่งสารโคลชิซินนั้นสามารถนำมาใช้ได้กับทุกส่วนของพืช โดยลองใช้ส่วนของตาหรือรากพันรอบด้วย sphagnum moss หรือ สำลีเพื่อรักษาความชื้น และนำไปแขวนลอยในสารละลายโคลชิซิน ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และตามระยะเวลา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่เหมาะสมเพื่อดูปฏิกิริยาตอบสนองของพืช หลีกเลี่ยงการได้รับแสงแดดโดยตรงเพราะอาจมีผลกระทบต่อพืช

Saradhuldhal and Silayoi (2001) ชักนำกล้วยไข่ให้กลายพันธุ์ในสภาพปลอดเชื้อโดยใช้ปลายยอดต้นอ่อนกล้วยไข่จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อแช่ในสารโคลชิซินความเข้มข้น 0 0.5 0.75 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ นาน 2.5 5.0 และ 7.5 ชั่วโมง พบว่าเมื่อความเข้มข้นของสารก่อกลายพันธุ์เพิ่มมากขึ้นและระยะเวลาที่ได้รับสารนานขึ้นทำให้มีอัตราการรอดชีวิตลดลง และได้ต้นเตตราพลอยด์ (2n = 44) ในชุดทดลองที่ได้รับโคลชิซิน ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ นาน 7.5 ชั่วโมง โดยพบว่ามีลักษณะลำต้นใหญ่ ใบกว้าง และใบเรียวเล็กกว่าในกลุ่มควบคุม

Thao *et al.* (2004) ศึกษาการเพิ่มจำนวนโครโมโซมใน *Alocasia* × *amazonica* โดยใช้ปลายยอดแช่ในสารละลายโคลชิซินความเข้มข้น 0 0.01 0.05 และ 0.1 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 24 48 และ 72 ชั่วโมง พบว่าความเข้มข้น 0.05 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง สามารถชักนำให้เกิดต้นเตตราพลอยด์มากที่สุดถึง 20 เปอร์เซ็นต์ โดยต้นมีลักษณะใบกว้าง และหนากว่าต้นดิพลอยด์

ทิวา และณัฐา (2547) ทดลองชักนำการกลายพันธุ์ในงาเพื่อใช้เป็นไม้ประดับโดยใช้สารโคลชิซินความเข้มข้น 0.25 0.50 และ 0.75 เปอร์เซ็นต์ กับต้นกล้าอายุ 1 สัปดาห์ พบว่าเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต ความสูงเฉลี่ยข้อแรกที่ออกดอกมีแนวโน้มลดลง ระยะเวลาในการออกดอกแรกนานมากกว่าเดิม และขนาดดอกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

Gu *et al.* (2005) ชักนำให้เกิดเตตราพลอยด์ใน *Zizyphus jujube* Mill.av.Zhanhua โดยให้สารโคลชิซินความเข้มข้น 0.01 0.03 0.05 0.1 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ กับปลายยอดในอาหารเหลวภายใต้สภาวะไร้แสง นาน 24 48 72 และ 96 ชั่วโมง ได้ต้นเตตราพลอยด์เกิน 3 เปอร์เซ็นต์ เมื่อให้สารโคลชิซินความเข้มข้น 0.05 เปอร์เซ็นต์ นาน 48 และ 72 ชั่วโมง และความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ นาน 24 และ 48 ชั่วโมง ขนาดของเซลล์ปากใบใหญ่ และจำนวนเม็ดคลอโรพลาสต์เพิ่มขึ้นกว่าในต้นดิพลอยด์ เมื่อนำออกปลูกพบว่าลำต้นมีลักษณะกลมใหญ่ ใบค่อนข้างกลมและหนา ดอกมีขนาดใหญ่กว่าในต้นดิพลอยด์

Stanys *et al.* (2006) ชักนำโพลีพลอยด์ใน *Chaenomeles japonica* ด้วยสารโคลชิซินในหลอดทดลอง โดยใช้ส่วนยอดแช่ในอาหารเหลวเป็นเวลา 1 และ 2 วัน ซึ่งมีสารโคลชิซินความเข้มข้น 0.01 0.05 0.1 0.3 0.6 0.9 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการแช่สารโคลชิซินความเข้มข้น 0.05-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

0.1 เปอร์เซ็นต์ สามารถเพิ่มจำนวนโครโมโซมเป็นเตตราพลอยด์ ซึ่งมีขนาดของปากใบใหญ่กว่าต้นดิพลอยด์ประมาณ 1 ส่วน 3 เมื่อนำปลูกพบว่าขนาดของผลไม่เปลี่ยนแปลงแต่สามารถลดปริมาณเมล็ดได้

Yang *et al.* (2006) ชักนำให้เกิดเตตราพลอยด์ในโซมาติกเอมบริโอขององุ่น (*Vitis vinifera* L.) โดยใช้สารโคลชิซินในสภาพปลอดเชื้อที่ระดับความเข้มข้น 10 และ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร นาน 1 2 และ 3 วัน พบว่าเมื่อระดับความเข้มข้นและระยะเวลาให้สารนานขึ้นมีผลให้อัตราการรอดชีวิตและการเจริญเติบโตของเอมบริโอลดลง พบต้นที่เป็นเตตราพลอยด์มีโครโมโซม 2n = 4x = 76 และพบว่าต้นองุ่นที่เป็นเตตราพลอยด์มีจำนวนปากใบน้อยกว่าต้นดิพลอยด์ ในขณะที่ขนาดของเซลล์ปากใบในต้นเตตราพลอยด์มีขนาดใหญ่กว่าในต้นดิพลอยด์

เปรมจิต (2549) ศึกษาผลของโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาต่าง ๆ ที่มีต่อเนื้อเยื่อปลายยอดของกล้วยเล็บมือนางเพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการชักนำการกลายพันธุ์ พบว่าการใช้สารโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาเพิ่มขึ้นทำให้อัตราการรอดชีวิตของเนื้อเยื่อปลายยอดลดลง ความเข้มข้นที่ทำให้เนื้อเยื่อปลายยอดรอดชีวิตได้ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ (LD_{50}) เท่ากับความเข้มข้น 0.6 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลา 7.5 ชั่วโมง ความเข้มข้น 0.65 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลา 5.0 ชั่วโมง และความเข้มข้น 0.75 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลา 2.5 ชั่วโมง ผลการศึกษาทางเซลล์วิทยาโดยการนับจำนวนโครโมโซมจากเซลล์ปลายรากโดยใช้เทคนิค squash พบว่าการแช่สารโคลชิซินความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลา 7.5 ชั่วโมง ความเข้มข้น 0.75 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลา 2.5 5.0 และ 7.5 ชั่วโมง และความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลา 2.5 และ 5.0 ชั่วโมง สามารถชักนำให้จำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้นจากดิพลอยด์ (2n = 22) เป็นเตตราพลอยด์ (4n = 44) การศึกษาจำนวนและขนาดของปากใบ พบว่าความหนาแน่นของปากใบในต้นกล้วยเล็บมือนางที่แช่ด้วยสารโคลชิซินความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลา 7.5 ชั่วโมง ความเข้มข้น 0.75 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลา 2.5 5.0 และ 7.5 ชั่วโมง และความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลา 2.5 และ 5.0 ชั่วโมง น้อยกว่ากลุ่มควบคุม แต่ขนาดของปากใบใหญ่กว่ากลุ่มควบคุม การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาบางประการ พบว่าสารโคลชิซินมีผลต่อจำนวนราก จำนวนใบ ขนาดของใบ ความสูงของลำต้น ความยาวรอบลำต้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มควบคุม กลุ่มที่แช่ด้วยสารโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลา 7.5 ชั่วโมง และความเข้มข้น 0.75 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลา 5.0 ชั่วโมง ใบจะมีสีเขียวเข้ม และกว้างกว่ากลุ่มควบคุม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุมนา (2549) พบว่าเมื่อแช่ต้นอ่อนเยอบีร่าในสารโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้น และระยะเวลาแตกต่างกัน เยอบีร่าที่ได้รับสารโคลชิซินความเข้มข้น 400 ppm 48 ชั่วโมง และ 200 ppm 96 ชั่วโมง มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 2n = 4x = 100 แท่ง และเยอบีร่าที่ได้รับสารโคลชิซินความเข้มข้น 200 ppm 96 ชั่วโมง มีรูปทรงของดอกผิดปกติ

Seneviratne *et al.* (2007) ได้เหนี่ยวนำแอฟริกันไวโอเล็ตให้เกิดการกลายพันธุ์ด้วยการใช้สารโคลชิซิน โดยนำฐานก้านใบจุ่มลงในสารละลายโคลชิซิน ความเข้มข้น 0 0.04 0.06 และ 0.09 เปอร์เซ็นต์ และแช่เป็นเวลานาน 21.5 22.5 23.5 และ 48 ชั่วโมง แล้วนำใบที่แช่ในสารละลายโคลชิซินมาปักชำใบในวัสดุชำ พบว่าสารละลายโคลชิซิน ความเข้มข้น 0.06 เปอร์เซ็นต์ แช่เป็นเวลา 22.5 ชั่วโมง ทำให้เกิดการกลายพันธุ์ คือ ดอกมีสีขาวขอบกลีบดอกสีม่วง ซึ่งหลังจากดอกบานได้ 7 วัน ดอกแอฟริกันไวโอเล็ตจะมีสีม่วงเหมือนเดิม

ทรงชัย (2551) ศึกษาการชักนำให้เกิดการเพิ่มจำนวนชุดโครโมโซมของเอื้องใบไผ่ (*Arundina graminifolia* D.Don. Hochr.) ที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซิน 0 0.01 0.025 0.05 และ 0.1 เปอร์เซ็นต์ กับชิ้นส่วนโปรโตคอร์ม เป็นเวลา 10 วัน พบว่า เมื่อสารละลายโคลชิซินความเข้มข้นเพิ่มขึ้นทำให้การรอดชีวิตของโปรโตคอร์มลดลง ซึ่งในต้นที่ได้รับสารละลายโคลชิซินที่ความเข้มข้นสูงมีผลทำให้ต้นและลำลูกกล้วยแคระแกร็น ต้นมีการเจริญเติบโตช้า บางต้นมีการแตกกอเป็นกระจุก ใบซ้อนกันแน่น ใบหนา แข็ง มีสีเขียวเข้ม จำนวนใบน้อยลง ใบมีทั้งหดสั้นและเรียวยาว ปลายใบมีหยักเว้า แผ่นใบแนบติดกับปลายยอด อีกทั้งมีจำนวนรากลดลงสอดคล้องกับการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น ดอกมีขนาดใหญ่ขึ้น กลีบเลี้ยงและกลีบดอกหนาขึ้น ดอกมีสีเข้มขึ้น ก้านช่อดอกสั้น ออกดอกเร็วขึ้น และความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซิน 0.01 เปอร์เซ็นต์ สามารถชักนำให้เกิดการเพิ่มจำนวนชุดของโครโมโซมเป็น 2 เท่า ได้ถึง 46 เปอร์เซ็นต์ ผลการตรวจนับจำนวนโครโมโซม พบว่า 2n = 4x = 80

วิไลลักษณ์ และ สุขไผท (2551) ได้ศึกษาหาความเข้มข้นของโคลชิซินที่เหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงระดับ ploidy ในกล้วยไม้ดินหมูกลิ้ง (*Eulophia andamanensis* Reichb.f.) โดยนำต้นอ่อนสูง 2-3 เซนติเมตร มาแช่ในสารละลายโคลชิซินความเข้มข้น 1 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 2 4 และ 6 ชั่วโมง เมื่อล้างด้วยน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้วนำลงเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ 1 เดือน แล้วทำการย้ายปลูกเป็นเวลา 2 เดือน พบว่าต้นอ่อนที่ได้รับโคลชิซิน 1 เปอร์เซ็นต์ นาน 4 และ 6 ชั่วโมง จะมีการเปลี่ยนแปลงระดับ ploidy เป็น tetraploid (2n = 4x) จำนวน 2 ต้น จาก 6 ต้น คิดเป็น 33.33 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ความเข้มข้นอื่น ๆ ไม่สามารถชักนำให้มีการเปลี่ยนแปลงระดับ ploidy ได้ และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ต้น tetraploid นี้จะมีสัณฐานวิทยาต่างไปจากต้นปกติ คือ ต้นเตี้ย ใบหนา ลำต้นกว้าง ปากใบใหญ่ เซลล์คุมหนาแน่นกว่า

สุมนทิพย์ และ ปิยะดา (2551) ศึกษาการเพิ่มจำนวนชุดโครโมโซม โดยการเพาะเลี้ยงโปรโตคอร์มกล้วยไม้ม้าวิ่งในอาหารเหลวสูตร NDM รวมกับสารละลายโคลชิซินความเข้มข้น 0 0.01 0.05 และ 0.1 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1 2 3 และ 4 วัน ที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ในที่มืด ผลการศึกษาพบว่าอัตราการรอดชีวิต และการเกิดยอดของกล้วยไม้ม้าวิ่งลดลงเมื่อเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสังเคราะห์ที่เติมสารละลายโคลชิซินความเข้มข้นสูง และระยะเวลาเพาะเลี้ยงนานขึ้น สำหรับความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซินที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดการเพิ่มจำนวนชุดโครโมโซมของกล้วยไม้ม้าวิ่ง คือ ความเข้มข้น 0.05 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลา 3 วัน จากการตรวจนับจำนวนโครโมโซมของกล้วยไม้ม้าวิ่ง โดยใช้วิธี squash technique พบว่าจำนวนโครโมโซมของกล้วยไม้ม้าวิ่งที่ไม่ได้รับสารละลายโคลชิซินมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 2n = 2x = 38 ส่วนกล้วยไม้ม้าวิ่งที่ได้รับสารละลายโคลชิซินมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 2n = 4x = 76 และ 2n = 8x = 152

วีรภัทรา (2552) ศึกษาผลของโคลชิซินต่อการเติบโตและชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ของเอื้องดินใบหมากชนิดดอกสีขาว ซึ่งการให้สารละลายโคลชิซินความเข้มข้น 0 0.005 0.010 0.025 และ 0.050 เปอร์เซ็นต์ แก่ชิ้นส่วนโปรโตคอร์มเป็นเวลา 5 วัน พบว่า อัตราการอยู่รอดของโปรโตคอร์มลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซินเพิ่มขึ้น สารละลายโคลชิซินความเข้มข้น 0.050 เปอร์เซ็นต์ มีผลให้ความสูงต้น ความยาวใบ ความยาวราก และจำนวนรากลดลง ในขณะที่ความกว้างใบเพิ่มขึ้น สามารถชักนำให้เกิดต้นเตตราพลอยด์โดยใช้สารละลายโคลชิซินความเข้มข้น 0.050 เปอร์เซ็นต์ จำนวนโครโมโซมของเอื้องดินใบหมากที่ไม่ได้รับ และได้รับสารละลายโคลชิซิน คือ 2n = 2x = 40 และ 2n = 4x = 80 ตามลำดับ

สัณฐิตา (2552) ได้ศึกษาผลของสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินต่อการเปลี่ยนแปลงของแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* และแววมยุราสายพันธุ์ป่า โดยการตัดใบแล้วนำก้านใบไปแช่ในสารละลายจากเม็ดยาโคลชิซิน ที่ระดับความเข้มข้น 0 ppm 5 ppm 10 ppm 15 ppm และ 20 ppm เป็นเวลา 0 1 2 และ 3 วัน พบว่าเปอร์เซนต์การรอดชีวิต การเจริญเติบโตทางด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และจำนวนกิ่งแขนงมีแนวโน้มลดลงที่ระดับความเข้มข้นสูงและเวลาในการแช่นานขึ้น นอกจากนี้สารละลายจากเม็ดยาโคลชิซินยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น พบลักษณะที่น่าสนใจ อาทิเช่น มีการเปลี่ยนแปลงของสีดอก และรูปทรงของดอก ดอกมีขนาดใหญ่ ลำต้นแข็งแรง ใบมีขนาดใหญ่ และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หนาขึ้น 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 ซึ่งมีขนาดของเซลล์ปากใบขนาดละอองเรณูมากกว่าต้นปกติ และเปอร์เซ็นต์ความเป็นหมันน้อยกว่าต้นปกติ

Ye *et al.* (2010) ศึกษายี่เข่ง 3 สายพันธุ์ คือ 'Zi Wei' 'Hong Wei' และ 'Yin Wei' โดยให้สารโคลชิซินกับปลายยอดของต้นกล้าในระยะใบเลี้ยงของยี่เข่ง เมื่อทดลองให้ความเข้มข้นของสารโคลชิซินต่าง ๆ และใช้ระยะเวลาในการให้สารแตกต่างกัน พบว่าต้นกล้าของพันธุ์ 'Zi Wei' ที่ได้รับสารโคลชิซิน 0.5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง และต้นกล้าของพันธุ์ 'Yin Wei' ที่ได้รับสารโคลชิซิน 0.2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 96 ชั่วโมง 0.5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แสดงอัตราการกลายพันธุ์สูง ส่วนพันธุ์ 'Hong Wei' แสดงอัตราการกลายพันธุ์ค่อนข้างต่ำ สำหรับต้นที่สันนิษฐานว่าเป็นเตตราพลอยด์จะแสดงการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาและเซลล์วิทยา เช่น ใบมีขนาดใหญ่และหนาขึ้น ใบมีสีเขียวเข้มขึ้น เซลล์ปากใบมีขนาดใหญ่ขึ้น และความหนาแน่นของเซลล์ปากใบลดลงทั่วทั้งผิวใบด้านล่าง โดยจำนวนโครโมโซมของต้นเตตราพลอยด์เป็น 2n = 4x = 96 ส่วนต้นดิพลอยด์เป็น 2n = 2x = 48 นอกจากนี้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของดอกแต่ละดอกมีขนาดเพิ่มขึ้น ความยาวฐานกลีบดอกและเล็บ (claw) เพิ่มมากขึ้น พบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของละอองเกสร ขนาดของฝักและเมล็ด มีขนาดใหญ่กว่าต้นดิพลอยด์อย่างมีนัยสำคัญ

Zhang *et al.* (2010) ได้ชักนำให้เกิดแตงไทยชนิดเตตราพลอยด์จากแตงไทย *Cucumis melo* พันธุ์แท้ M01-3 ชนิดดิพลอยด์ (2n = 24) โดยใช้สารโคลชิซิน เมื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและคุณภาพผลของแตงไทยชนิดดิพลอยด์ และเตตราพลอยด์ พบว่าใบและดอกของต้นเตตราพลอยด์มีขนาดใหญ่กว่า ต้นสูงกว่า และลำต้นหนากว่าต้นดิพลอยด์อย่างเห็นได้ชัด น้ำหนักผลเตตราพลอยด์หนักกว่าผลดิพลอยด์ 30 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดจากต้นเตตราพลอยด์กว้างและหนากว่าเมล็ดจากต้นดิพลอยด์ ซึ่งแตงไทยชนิดเตตราพลอยด์แสดงลักษณะทางการเกษตรที่ดีกว่าแตงไทยชนิดดิพลอยด์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. พืชทดลอง

1.1 แววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* มีลักษณะทรงพุ่มกึ่งตั้งกึ่งเลื้อย ดอกมีสีน้ำตาลอมเหลือง มีกลีบสีม่วงเข้มที่พูทั้ง 2 ข้าง หลอดกลีบดอกสีม่วง ดอกดก ออกดอกตลอดทั้งปี และเป็นหมัน ทำให้ไม่สามารถผสมพันธุ์เพื่อปรับปรุงพันธุ์ต่อไปได้

ภาพที่ 2 แววมยุราพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*)

1.2 แววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง เป็นแววมยุราที่กลายพันธุ์จากพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* โดยการฉายรังสีแกมมาแบบโครนิก (chronic irradiation) ที่ปริมาณรังสี 90 เกรย์ ลักษณะดอกมีสีเหลืองสดใส หลอดกลีบดอกสีม่วง ดอกดก ออกดอกตลอดทั้งปี และเป็นหมัน ทำให้ไม่สามารถผสมพันธุ์เพื่อปรับปรุงพันธุ์ต่อไปได้

ภาพที่ 3 แววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. อุปกรณ์สำหรับเตรียมสารละลายโคลชิซินความเข้มข้นต่าง ๆ

2.1 โกร่งบดยา เครื่องชั่งสาร กระดาษชั่งสาร ขวดแก้วพร้อมฝาปิด กระบอกตวง บีกเกอร์ แท่งแก้วคนสาร ปิเปตต์ ไมโครปิเปตต์ น้ำกลั่น ถุงมือ เป็นต้น

2.2 สารเคมี ได้แก่ ยาเม็ดยี่ห้อ colchicine (ยา 1 เม็ด ประกอบด้วย โคลชิซิน 0.6 มิลลิกรัม แลคโตส แมกนีเซียม สเตียเรต และแป้ง) ซึ่งเป็นตัวยานำเข้าจากประเทศสวิตเซอร์แลนด์ และสามารถซื้อได้ตามร้านขายยาทั่วไป

3. อุปกรณ์สำหรับชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์

ได้แก่ จานแก้ว ใบมีดโกน ปากคีบ เป็นต้น

4. อุปกรณ์สำหรับศึกษาปากใบ

ได้แก่ ใบมีดโกน สไลด์แก้ว กระจกปิดสไลด์ ปากคีบ น้ำยาทาเล็บ ocular micrometer stage micrometer กล้องจุลทรรศน์ชนิด compound microscope เป็นต้น

5. อุปกรณ์สำหรับศึกษาจำนวนโครโมโซม

5.1 ขวดสำหรับเก็บตัวอย่างปลายรากพืช อ่างน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิ microfuge tube หลอดดูดสาร ปากคีบปลายแหลม จานแก้ว มีดผ่าตัด สไลด์แก้ว กระจกปิดสไลด์ เข็มเขี่ย ดินสอ บีกเกอร์ กระบอกตวงสารเคมี กระดาษกรอง กรวยกรอง กล้องจุลทรรศน์ชนิด compound microscope

5.2 สารเคมี ได้แก่

- สารเคมีสำหรับ pretreatment คือ 8-hydroxyquinoline ความเข้มข้น 0.002 โมล ต่อน้ำปริมาตร 1 ลิตร

- สารเคมีสำหรับการตรึงเซลล์ คือ น้ำยาคงสภาพคาร์นอย I (Carnoy's fluid I) ที่ประกอบด้วย เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ (ethanol) และกรดอะซีติกเข้มข้น (glacial acetic acid) อัตราส่วน 3:1

- สารเคมีที่ใช้สำหรับย่อยแยกเซลล์ (hydrolytic solution) คือ กรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 1 นอร์มอล

- สีที่ใช้ย้อมโครโมโซมพืช คือ leuco-basic fuschin และ aceto-carmine

- น้ำกลั่น และ acetic acid 50 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. อุปกรณ์สำหรับศึกษาละอองเกสร

6.1 สไลด์แก้ว กระจกปิดสไลด์ ปากคีบปลายแหลม ocular micrometer stage micrometer กล้องจุลทรรศน์ชนิด compound microscope เป็นต้น

6.2 สารเคมี ได้แก่ สีที่ใช้ย้อมละอองเกสร คือ aceto-carmine

7. อุปกรณ์ที่ใช้ในการผสมเกสร

ได้แก่ ปากคีบปลายแหลม ไหมพรม กรรไกร ถุงกระดาษสำหรับคลุมดอก เป็นต้น

8. วัสดุที่ใช้สำหรับปลูกพืช

- วัสดุปักชำ คือ ทราย ถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1
- วัสดุปลูก คือ ทราย ถ่านแกลบ ขุยมะพร้าว กาบมะพร้าวสับ ปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 1:1:1:1:1/2
- ถาดหลุมขนาด 36 หลุม และ 72 หลุม
- กระถางขนาด 4 นิ้ว และ 6 นิ้ว
- ปุ๋ยเม็ดละลายช้าสูตรเสมอ 14-14-14 (อัตรา 5 กรัม ต่อกระถาง)
- ปุ๋ยชนิดเกล็ดละลายน้ำสูตร 21-21-21 (อัตรา 30 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร)

9. สารเคมีป้องกันและกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช

- สารเคมีป้องกันและกำจัดเพลี้ย
- สารเคมีป้องกันและกำจัดราแป้ง และราน้ำค้าง

10. อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลและบันทึกผล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการ

การชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ในแววมยุราพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*) และแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองด้วยการใช้สารโคลชิซินชนิดเม็ด แบ่งการทดลองเป็น 3 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 การศึกษาความเข้มข้นและระยะเวลาของสารละลายโคลชิซินจากยาเม็ดรักษาโรคเก๊าท์ที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดต้นโพลีพลอยด์ในแววมยุราพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*) และแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง การทดลองที่ 2 การเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยา เซลล์วิทยา และอัตราการผสมติดระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*) และ การทดลองที่ 3 การเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยา เซลล์วิทยา และอัตราการผสมติดระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง

การทดลองที่ 1 การศึกษาความเข้มข้นและระยะเวลาของสารละลายโคลชิซินจากยาเม็ดรักษาโรคเก๊าท์ที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดต้นโพลีพลอยด์ในแววมยุราพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*) และแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง

ทำการทดลองโดยวางแผนการทดลองแบบ 5×4 Factorial in CRD (Factorial in Completely Randomized Design) แบ่งออกเป็น 2 ปัจจัย ปัจจัยที่ 1 คือ ระดับความเข้มข้น ประกอบด้วย 0 ppm 5 ppm 10 ppm 15 ppm และ 20 ppm และปัจจัยที่ 2 คือ เวลาในการแช่ก้านใบ ประกอบด้วย 0 วัน 1 วัน 2 วัน และ 3 วัน แต่ละชุดการทดลองมี 50 ซ้ำ

ขั้นตอนการเตรียมสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซิน

เตรียมสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซิน โดยตัวยา 1 เม็ด ประกอบด้วยส่วนผสมของโคลชิซิน 0.6 มิลลิกรัม ทำการเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้น 0 ppm 5 ppm 10 ppm 15 ppm และ 20 ppm โดยใช้สูตร

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

N_1 คือ ปริมาณความเข้มข้นของสารโคลชิซิน (มิลลิกรัม)

V_1 คือ ปริมาตรของตัวทำละลาย (มิลลิลิตร)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

N_2 คือ ปริมาณความเข้มข้นของสารโคลชิซินที่ต้องการเตรียม (มิลลิกรัม)
V_2 คือ ปริมาตรของตัวทำละลายที่ต้องการเตรียม (มิลลิลิตร)

นำยามาละลายในน้ำกลั่น (ตามที่คำนวณได้จากสูตร) เพื่อให้ได้ความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซินต่าง ๆ ตามที่ต้องการ สำหรับสารละลายความเข้มข้น 0 ppm จะใช้น้ำกลั่นเพียงอย่างเดียว

การชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์

ตัดใบที่มีใบติดก้านใบจากต้นแววมยุราพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*) และแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง นำก้านใบไปแช่ในสารละลายโคลชิซินความเข้มข้นต่าง ๆ คือ 0 5 10 15 และ 20 ppm เป็นเวลา 0 1 2 และ 3 วัน หลังจากนั้นนำใบไปปักชำในวัสดุปักชำที่ประกอบด้วยทรายและถ่านแกลบ ในอัตราส่วน 1:1 สำหรับระยะเวลา 0 วัน จะนำใบไปแช่ในสารละลายแล้วนำไปปักชำทันที เมื่อเกิดรากและต้นตั้งตัวได้ย้ายปลูกลงในกระถางขนาด 4 นิ้ว โดยใช้วัสดุปลูกที่ประกอบด้วย ทราย ถ่านแกลบ ขุยมะพร้าว กาบมะพร้าวสับ ปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 1:1:1:1:1/2 ใส่ปุ๋ยเม็ดละลายช้าสูตรเสมอ 14-14-14 อัตรา 5 กรัม ต่อกระถาง และให้ปุ๋ยชนิดเกล็ดละลายน้ำสูตร 21-21-21 อัตรา 30 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร ทุกสัปดาห์ บันทึกเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต การเจริญเติบโตทางด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนกิ่งแขนง และการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่เกิดขึ้นภายหลังการได้รับสาร โดยบันทึกผลทุกสัปดาห์เพื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

การคัดเลือกต้นที่เป็นโพลีพลอยด์

เมื่อต้นแววมยุราพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*) และแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง มีอายุ 90 วัน คัดเลือกต้นที่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานวิทยา คือ มีการเจริญเติบโตช้าลง ใบมีสีเขียวเข้มขึ้น หนา ใบและดอกมีขนาดใหญ่ขึ้น กำหนดรหัสต้นดังนี้ ความเข้มข้น-เวลา-ลำดับของต้น เช่น 15-1-1 คือ ต้นที่ได้รับความเข้มข้น 15 ppm เป็นเวลา 1 วัน ต้นที่ 1 และ 20-1-2 คือ ต้นที่ได้รับความเข้มข้น 20 ppm เป็นเวลา 1 วัน ต้นที่ 2 เป็นต้น และนำไปวัดความยาวของเซลล์ปากใบเปรียบเทียบกับชุดควบคุม มีวิธีการคือ

1. ตัดใบจากต้นแววมยุราที่ปลูกในกระถาง
2. ใช้น้ำยาทาเล็บป้ายที่ด้านหลังแผ่นใบ
3. เมื่อแห้งค่อย ๆ ลอกน้ำยาทาเล็บที่มีรอยปากใบติดอยู่ออก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. วัดความยาวของเซลล์ปากใบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยใช้ ocular micrometer

5. บันทึกผล และถ่ายภาพ

การศึกษาจำนวนโครโมโซม

ตรวจสอบโครโมโซมของต้นที่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานวิทยา และมีความยาวของเซลล์ปากใบเฉลี่ยมากกว่าต้นในชุดควบคุมด้วยกล้องจุลทรรศน์ compound microscope เพื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม มีวิธีการคือ

1. ตัดปลายรากจากต้นแววมยุราทั้ง 2 พันธุ์ โดยคัดเลือกรากที่มีลักษณะสมบูรณ์ ปลายรากมีสีขาวขุ่น มีความยาวประมาณ 1.5 เซนติเมตร

2. นำไปแช่ในสารละลาย 8-hydroxyquinoline ความเข้มข้น 0.002 โมลาร์ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-4 ชั่วโมง และนำมาล้างด้วยน้ำกลั่นให้สะอาด

3. ย้ายปลายรากลงแช่ในสารเคมีคงสภาพเซลล์ (fixation) ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

4. นำมาย่อยในกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 นอร์มอล ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที และล้างออกด้วยน้ำกลั่น 2-3 ครั้ง

5. แช่สีย้อม leuco-basic fuschin ในที่มืด อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที

6. ตัดเนื้อเยื่อปลายรากส่วนที่ติดสีเข้ม ยาวประมาณ 1-2 มิลลิเมตร วางบนสไลด์ และขยี้เซลล์ด้วยปากคีบปลายแหลม หรือ เข็มเขี่ย

7. หยด acetic acid 50 เปอร์เซ็นต์ 1 หยด และ aceto-carmine 1 หยด

8. ปิดด้วยแผ่นกระจกปิดสไลด์ ใช้กระดาษซับบริเวณแผ่นกระจกปิดสไลด์ ใช้นิ้วมือกดลงไปเพื่อให้เซลล์กระจายอยู่ในระนาบเดียวกัน และเป็นการซับสีส่วนเกินออก

9. ใช้ปลายดินสอเคาะเบา ๆ เพื่อให้เซลล์กระจายตัว

10. นำแผ่นสไลด์ไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เลือกเซลล์ที่มีการแบ่งนิวเคลียสในระยะเมตาเฟส นับจำนวนโครโมโซม และบันทึกภาพ

การบันทึกผล

1. เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของแววมยุราพันธุ์ลูกผสม และแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การเจริญเติบโตทางด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และจำนวนกิ่งแขนงของแววมยุราพันธุ์ลูกผสม และแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน

3. การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่เกิดขึ้นภายหลังการได้รับสารของแววมยุราพันธุ์ลูกผสม และแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง

4. ความยาวเซลล์ปากใบของแววมยุราพันธุ์ลูกผสม และแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง

5. จำนวนโครโมโซมของแววมยุราพันธุ์ลูกผสม และแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง

การทดลองที่ 2 การเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยา เซลล์วิทยา และอัตราการผสมติดระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*)

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยให้ชนิดพลอยดี (ploidy) ที่ต่างกันเป็นทรีทเมนต์ แบ่งออกเป็น 2 ทรีทเมนต์ ทรีทเมนต์ละ 20 ซ้ำ

การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา

นำกิ่งแววมยุราพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*) ของต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ ชนิดละ 20 กิ่ง ความยาวประมาณ 7 เซนติเมตร ปักชำในวัสดุปักชำประกอบด้วย ทรายและถ่านแกลบ ในอัตราส่วน 1:1 เมื่อเกิดรากและต้นตั้งตัวได้ย้ายปลูกลงในกระถางขนาด 4 นิ้ว โดยใช้วัสดุปลูกที่ประกอบด้วย ทราย ถ่านแกลบ ขุยมะพร้าว กาบมะพร้าวสับ ปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 1:1:1:1:1/2 ใส่ปุ๋ยเม็ดละลายช้าสูตรเสมอ 14-14-14 อัตรา 5 กรัม ต่อกระถาง และให้ปุ๋ยชนิดเกล็ดละลายน้ำสูตร 21-21-21 อัตรา 30 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร ทุกสัปดาห์ บันทึกการเจริญเติบโตของลำต้นและการเจริญเติบโตของดอกของต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสม

การศึกษาลักษณะทางเซลล์วิทยา

ตัดใบจากต้นแววมยุราพันธุ์ลูกผสมของต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ ใช้น้ำยาทาเล็บป้ายที่ด้านหลังแผ่นใบ เมื่อแห้งค่อย ๆ ลอกน้ำยาทาเล็บที่มีรอยปากใบติดอยู่ออก วัดขนาดความกว้างและความยาวของเซลล์ปากใบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ด้วย ocular micrometer โดยวัด 10 เซลล์ ต่อ 1 ใบต่อต้น และนับจำนวนปากใบต่อพื้นที่ของกำลังขยาย 400 เท่า (40X) ซึ่งหาค่าเฉลี่ยจาก 10 ตำแหน่ง บันทึกผล และถ่ายภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นำละอองเกสรของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมของต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์วางบนสไลด์ หยดสี aceto-carmine 1 หยด จากนั้นขยี้ให้ละอองเกสรกระจายออก และเขี่ยเอาส่วนที่สกปรกทิ้ง ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ วัดขนาดของละอองเกสรภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยใช้ ocular micrometer บันทึกผลและถ่ายภาพ และตรวจสอบความมีชีวิตของละอองเกสร โดยสุ่มตรวจนับจำนวนละอองเกสรที่ปกติและผิดปกติ โดยถ้าละอองเกสรย้อมติดสีแดงเข้ม มีรูปร่างกลมไม่บิดเบี้ยว จะเป็นละอองเกสรที่ปกติหรือละอองเกสรที่มีชีวิต ถ้าละอองเกสรย้อมติดสีจาง ติดสีไม่สม่ำเสมอ หรือไม่ติดสี และมีขนาดเล็กกว่าปกติ จะเป็นละอองเกสรที่ผิดปกติหรือละอองเกสรที่ไม่มีชีวิต ตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 100 เซลล์ บันทึกจำนวนละอองเกสรที่ตรวจนับทั้งหมด และจำนวนละอองเกสรที่มีชีวิต นำไปหาเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสร โดยคำนวณได้จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสร} = \frac{\text{จำนวนละอองเกสรที่มีชีวิต}}{\text{จำนวนละอองเกสรที่ตรวจนับทั้งหมด}} \times 100$$

การศึกษาอัตราการผสมติด

ผสมเกสรแววมยุราพันธุ์ลูกผสมของต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ด้วยมือแบบผสมตัวเอง โดยเลือกดอกที่สมบูรณ์ มีสีสันสดใส และยังไม่ได้รับการผสมเกสร จากนั้นใช้ปากคีบปลายแหลมแตะเกสรเพศผู้ออกมาแล้วนำไปใส่ยอดเกสรเพศเมีย กดเบา ๆ เพื่อให้เกสรเพศผู้ติดสนิท ใช้ไหมพรมผูกที่ก้านดอกที่ทำการผสมเกสรไว้ จากนั้นใช้ถุงกระดาษคลุมดอกไว้เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากเกสรที่ไม่ต้องการ โดยทำการผสมเกสรต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ ชนิดละ 100 ดอก และบันทึกจำนวนดอกที่ผสมติด

การบันทึกผล

1. การเจริญเติบโตของลำต้น คือ ความสูง ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนกิ่งแขนง ความหนาลำต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ และความหนาใบ หลังปักชำกิ่ง 30 วัน และ 60 วัน

2. การเจริญเติบโตของดอก คือ ความกว้างดอก ความยาวดอก จำนวนดอก และความหนากลีบดอก หลังปักชำกิ่ง 30 วัน และ 60 วัน

3. ลักษณะทางเซลล์วิทยา คือ ความกว้างของเซลล์ปากใบ ความยาวของเซลล์ปากใบ จำนวนปากใบต่อพื้นที่ ขนาดละอองเกสร และความมีชีวิตของละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์)

4. จำนวนดอกที่ผสมติด และคำนวณหาอัตราการผสมติด (เปอร์เซ็นต์)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดลองที่ 3 การเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยา เซลล์วิทยา และอัตราการผสมติดระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยให้ชนิดพลอยดี (ploidy) ที่ต่างกันเป็นทรีทเมนต์ แบ่งออกเป็น 2 ทรีทเมนต์ ทรีทเมนต์ละ 20 ซ้ำ

การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา

นำกิ่งแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองของต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ ชนิดละ 20 กิ่ง ความยาวประมาณ 7 เซนติเมตร ปักชำในวัสดุปักชำประกอบด้วยทรายและถ่านแกลบ ในอัตราส่วน 1:1 เมื่อเกิดรากและต้นตั้งตัวได้ย้ายปลูกลงในกระถางขนาด 4 นิ้ว โดยใช้วัสดุปลูกที่ประกอบด้วย ทราย ถ่านแกลบ ขุยมะพร้าว กาบมะพร้าวสับ ปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 1:1:1:1:1/2 ใส่ปุ๋ยเม็ดละลายช้า สูตรเสมอ 14-14-14 อัตรา 5 กรัม ต่อกระถาง และให้ปุ๋ยชนิดเกล็ดละลายน้ำสูตร 21-21-21 อัตรา 30 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร ทุกสัปดาห์ บันทึกการเจริญเติบโตของลำต้น และการเจริญเติบโตของดอกของต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง

การศึกษาลักษณะทางเซลล์วิทยา

ตัดใบจากต้นแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองของต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ ใช้น้ำยาทาเล็บป้ายที่ด้านหลังแผ่นใบ เมื่อแห้งค่อย ๆ ลอกน้ำยาทาเล็บที่มีรอยปากใบติดอยู่ออก วัดขนาดความกว้างและความยาวของเซลล์ปากใบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ด้วย ocular micrometer โดยวัด 10 เซลล์ ต่อ 1 ใบต่อต้น และนับจำนวนปากใบต่อพื้นที่ของกำลังขยาย 400 เท่า (40X) ซึ่งหาค่าเฉลี่ยจาก 10 ตำแหน่ง บันทึกผล และถ่ายภาพ

นำละอองเกสรของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองของต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ วางบนสไลด์ หยดสี aceto-carmine 1 หยด จากนั้นขยี้ให้ละอองเกสรกระจายออก และเขี่ยเอาส่วนที่สกปรกทิ้ง ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ วัดขนาดของละอองเกสรภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยใช้ ocular micrometer บันทึกผลและถ่ายภาพ และตรวจสอบความมีชีวิตของละอองเกสร โดยสุ่มตรวจนับจำนวนละอองเกสรที่ปกติและผิดปกติ โดยถ้าละอองเกสรย้อมติดสีแดงเข้ม มีรูปร่างกลมไม่บิดเบี้ยว จะเป็นละอองเกสรที่ปกติหรือละอองเกสรที่มีชีวิต ถ้าละอองเกสรย้อมติดสีจาง ติดสีไม่สม่ำเสมอ หรือไม่ติดสี และมีขนาดเล็กกว่าปกติ จะเป็นละอองเกสรที่ผิดปกติหรือละอองเกสรที่ไม่มีชีวิต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 100 เซลล์ บันทึกจำนวนละอองเกสรที่ตรวจนับทั้งหมด และจำนวนละอองเกสรที่มีชีวิต นำไปหาเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสร โดยคำนวณได้จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสร} = \frac{\text{จำนวนละอองเกสรที่มีชีวิต}}{\text{จำนวนละอองเกสรที่ตรวจนับทั้งหมด}} \times 100$$

การศึกษาอัตราการผสมติด

ผสมเกสรแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองของต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ด้วยมือแบบผสมตัวเอง โดยเลือกดอกที่สมบูรณ์ มีสีสันสดใส และยังไม่ได้รับการผสมเกสร จากนั้นใช้ปากคีบปลายแหลมแตะเกสรเพศผู้ออกมาแล้วนำไปใส่ยอดเกสรเพศเมีย กดเบา ๆ เพื่อให้เกสรเพศผู้ติดสนิท ใช้ไหมพรมผูกที่ก้านดอกที่ทำการผสมเกสรไว้ จากนั้นใช้ถุงกระดาษคลุมดอกไว้เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากเกสรที่ไม่ต้องการ โดยทำการผสมเกสรต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ ชนิดละ 50 ดอก และบันทึกจำนวนดอกที่ผสมติด

การบันทึกผล

1. การเจริญเติบโตของลำต้น คือ ความสูง ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนกิ่งแขนง ความหนาลำต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ และความหนาใบ หลังปักชำกิ่ง 30 วัน และ 60 วัน

2. การเจริญเติบโตของดอก คือ ความกว้างดอก ความยาวดอก จำนวนดอก และความหนากลีบดอก หลังปักชำกิ่ง 30 วัน และ 60 วัน

3. ลักษณะทางเซลล์วิทยา คือ ความกว้างของเซลล์ปากใบ ความยาวของเซลล์ปากใบ จำนวนปากใบต่อพื้นที่ ขนาดละอองเกสร และความมีชีวิตของละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์)

4. จำนวนดอกที่ผสมติด และคำนวณหาอัตราการผสมติด (เปอร์เซ็นต์)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย

สถานที่ทำการวิจัย

1. แปลงทดลอง 1 ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ

2. ห้องปฏิบัติการกลาง ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ

3. ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ

ระยะเวลาทำการวิจัย

เริ่มทำการวิจัยตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

ผล

การทดลองที่ 1 การศึกษาความเข้มข้นและระยะเวลาของสารละลายโคลชิซินจากยาเม็ดรักษาโรคเก๊าท์ที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดต้นโพลีพลอยด์ในแววมยุราพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*) และแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง

1.1 เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของแววมยุราพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*) และแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง

1.1.1 แววมยุราพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*)

เมื่อนำก้านใบจากต้นแววมยุราพันธุ์ลูกผสมไปแช่ในสารละลายโคลชิซินจากยาเม็ดรักษาโรคเก๊าท์ความเข้มข้นต่าง ๆ คือ 0 5 10 15 และ 20 ppm โดยในแต่ละความเข้มข้นใช้เวลาในการแช่ คือ 0 1 2 และ 3 วัน หลังจากนั้นนำใบไปปักชำในวัสดุปักชำ บันทึกผลการรอดชีวิตที่ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน พบว่าชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตเฉลี่ยสูงสุด คือ 100-84 เปอร์เซ็นต์ และระดับความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซินร่วมกับระยะเวลาในการแช่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของแววมยุราพันธุ์ลูกผสม โดยเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตจะลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารละลายสูงขึ้นและระยะเวลาในการแช่นานขึ้น และที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซิน 20 ppm ระยะเวลาในการแช่ 3 วัน มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตเฉลี่ยต่ำสุด คือมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตหลังจากปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน เท่ากับ 76 เปอร์เซ็นต์ 72 เปอร์เซ็นต์ และ 58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1 2 และ 3)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังปักชำใบ 30 วัน

ความเข้มข้นของสารโคลชิซิน (ppm)	ระยะเวลาที่แช่ก้านใบ (วัน)				ค่าเฉลี่ย ± SD
	0	1	2	3	
0	100.00	100.00	98.00	98.00	99.00 ± 1.15
5	100.00	94.00	94.00	90.00	94.50 ± 4.12
10	96.00	90.00	88.00	82.00	89.00 ± 5.77
15	98.00	86.00	84.00	80.00	87.00 ± 7.75
20	98.00	84.00	80.00	76.00	84.50 ± 9.57
ค่าเฉลี่ย ± SD	98.40 ± 1.67	90.80 ± 6.42	88.80 ± 7.29	85.20 ± 8.79	

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังปักชำใบ 60 วัน

ความเข้มข้นของสารโคลชิซิน (ppm)	ระยะเวลาที่แช่ก้านใบ (วัน)				ค่าเฉลี่ย ± SD
	0	1	2	3	
0	100.00	100.00	96.00	96.00	98.00 ± 2.31
5	98.00	88.00	86.00	80.00	88.00 ± 7.48
10	96.00	88.00	78.00	76.00	84.50 ± 9.29
15	98.00	84.00	78.00	72.00	83.00 ± 11.14
20	90.00	80.00	76.00	72.00	79.50 ± 7.72
ค่าเฉลี่ย ± SD	96.40 ± 3.85	88.00 ± 7.48	82.80 ± 8.32	79.20 ± 9.96	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังปักชำใบ 90 วัน

ความเข้มข้นของสารโคลชิซิน (ppm)	ระยะเวลาที่แช่ก้านใบ (วัน)				ค่าเฉลี่ย ± SD
	0	1	2	3	
0	100.00	98.00	94.00	94.00	96.50 ± 3.00
5	94.00	80.00	78.00	70.00	80.50 ± 9.98
10	94.00	78.00	74.00	68.00	78.50 ± 11.12
15	90.00	78.00	74.00	66.00	77.00 ± 10.00
20	84.00	76.00	70.00	58.00	72.00 ± 10.95
ค่าเฉลี่ย ± SD	92.40 ± 5.90	82.00 ± 9.06	78.00 ± 9.38	71.20 ± 13.54	

1.1.2 แววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง

เมื่อนำก้านใบจากต้นแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองแช่ในสารละลายโคลชิซินจากยาเม็ดรักษาโรคเก๊าท์ความเข้มข้นต่าง ๆ คือ 0 5 10 15 และ 20 ppm โดยในแต่ละความเข้มข้นใช้เวลาในการแช่ คือ 0 1 2 และ 3 วัน หลังจากนั้นนำใบไปปักชำในวัสดุปักชำ บันทึกผลการรอดชีวิตที่ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน พบว่าชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตเฉลี่ยสูงสุด คือ 100-90 เปอร์เซ็นต์ และระดับความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซินร่วมกับระยะเวลาในการแช่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของแววมยุราพันธุ์ลูกผสม โดยเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตจะลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารละลายสูงขึ้นและระยะเวลาในการแช่นานขึ้น และที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซิน 20 ppm ระยะเวลาในการแช่ 3 วัน มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตเฉลี่ยต่ำสุด คือมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตหลังจากปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน เท่ากับ 32 เปอร์เซ็นต์ 6 เปอร์เซ็นต์ และ 6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4 5 และ 6)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำใบ 30 วัน

ความเข้มข้นของสารโคลชิซิน (ppm)	ระยะเวลาที่แช่ก้านใบ (วัน) 0	1	2	3	ค่าเฉลี่ย ± SD
0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00 ± 0.00
5	100.00	100.00	100.00	98.00	99.50 ± 1.00
10	100.00	98.00	96.00	86.00	95.00 ± 6.22
15	98.00	96.00	96.00	50.00	85.00 ± 23.35
20	98.00	48.00	44.00	32.00	55.50 ± 29.14
ค่าเฉลี่ย ± SD	99.20 ± 1.10	88.40 ± 22.65	87.20 ± 24.23	73.20 ± 30.55	

ตารางที่ 5 เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำใบ 60 วัน

ความเข้มข้นของสารโคลชิซิน (ppm)	ระยะเวลาที่แช่ก้านใบ (วัน) 0	1	2	3	ค่าเฉลี่ย ± SD
0	100.00	100.00	96.00	96.00	98.00 ± 2.31
5	100.00	100.00	92.00	44.00	84.00 ± 26.93
10	98.00	96.00	82.00	32.00	77.00 ± 30.83
15	98.00	86.00	56.00	16.00	64.00 ± 36.55
20	96.00	44.00	44.00	6.00	47.50 ± 36.96
ค่าเฉลี่ย ± SD	98.40 ± 1.67	85.20 ± 23.73	74.00 ± 22.89	38.80 ± 35.15	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำใบ 90 วัน

ความเข้มข้นของสารโคลชิซิน (ppm)	ระยะเวลาที่แช่ก้านใบ (วัน) 0	1	2	3	ค่าเฉลี่ย ± SD
0	100.00	100.00	96.00	90.00	96.50 ± 4.73
5	98.00	88.00	66.00	42.00	73.50 ± 24.89
10	98.00	86.00	62.00	32.00	69.50 ± 29.14
15	96.00	84.00	44.00	16.00	60.00 ± 36.81
20	96.00	44.00	36.00	6.00	45.50 ± 37.43
ค่าเฉลี่ย ± SD	97.60 ± 1.67	80.40 ± 21.28	60.80 ± 23.26	37.20 ± 32.64	

1.2 การเจริญเติบโตทางด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และจำนวนกิ่งแขนงของแววมยุราพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*) และแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง

1.2.1 แววมยุราพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*)

ความสูง

ศึกษาผลของความเข้มข้นของสารโคลชิซิน ระยะเวลาที่แช่ก้านใบ และอิทธิผลร่วมระหว่างความเข้มข้นของสารโคลชิซินกับระยะเวลาที่แช่ก้านใบต่อความสูงของแววมยุราพันธุ์ลูกผสม โดยหลังจากนำก้านใบแช่ในสารละลายโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน เมื่อนำใบไปปักชำในวัสดุปักชำ และบันทึกการเจริญเติบโตทางด้านความสูงที่ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน พบว่าความเข้มข้นของสารโคลชิซินต่อความสูงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับระยะเวลาที่แช่ก้านใบมีผลต่อความสูงหลังจากปักชำใบ 30 วัน แต่หลังจากปักชำใบ 60 วัน และ 90 วัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และอิทธิผลร่วมระหว่างปัจจัยทั้ง 2 ต่อความสูงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 7) โดยต้นในกลุ่มชุดควบคุมมีความสูงมากที่สุด หลังจากปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน มีความสูงเท่ากับ 4.21 6.15 และ 11.40 เซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับต้นที่ได้รับสารละลายโคลชิซินบางต้นโตช้า บางต้นโตเร็ว แต่โดยส่วนใหญ่ที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้นและระยะเวลาที่แช่ก้านใบนานขึ้น ความสูงมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความเข้มข้น 20 ppm ระยะเวลา 3 วัน มีความสูงน้อยที่สุด คือ 1.17 4.03 และ 9.13 เซนติเมตร หลังจากปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

ความกว้างทรงพุ่ม

ศึกษาผลของความเข้มข้นของสารโคลชิซิน ระยะเวลาที่แช่ก้านใบ และอิทธิผลร่วมระหว่างความเข้มข้นของสารโคลชิซินกับระยะเวลาที่แช่ก้านใบต่อความกว้างทรงพุ่มของแววมยุราพันธุ์ลูกผสม โดยหลังจากนำก้านใบแช่ในสารละลายโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน เมื่อนำใบไปปักชำในวัสดุปักชำ และบันทึกความกว้างทรงพุ่มที่ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน พบว่าความเข้มข้นของสารโคลชิซินต่อความกว้างทรงพุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับระยะเวลาที่แช่ก้านใบมีผลต่อความกว้างทรงพุ่มหลังจากปักชำใบ 30 วัน แต่หลังจากปักชำใบ 60 วัน และ 90 วัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และอิทธิผลร่วมระหว่างปัจจัยทั้ง 2 ต่อความกว้างทรงพุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 9) โดยต้นในกลุ่มชุดควบคุมมีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุด หลังจากปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน มีความกว้างทรงพุ่มเท่ากับ 4.64 6.50 และ 14.18 เซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับต้นที่ได้รับสารละลายโคลชิซินพบว่า ที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้นและระยะเวลาที่แช่ก้านใบนานขึ้น ความกว้างทรงพุ่มมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm ระยะเวลา 3 วัน มีความกว้างทรงพุ่มน้อยที่สุด คือ 1.74 4.07 และ 11.88 เซนติเมตร หลังจากปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

จำนวนกิ่งแขนง

ศึกษาผลของความเข้มข้นของสารโคลชิซิน ระยะเวลาที่แช่ก้านใบ และอิทธิผลร่วมระหว่างความเข้มข้นของสารโคลชิซินกับระยะเวลาที่แช่ก้านใบต่อจำนวนกิ่งแขนงของแววมยุราพันธุ์ลูกผสม โดยหลังจากนำก้านใบแช่ในสารละลายโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน เมื่อนำใบไปปักชำในวัสดุปักชำ และบันทึกจำนวนกิ่งแขนงที่ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน พบว่าความเข้มข้นของสารโคลชิซินต่อจำนวนกิ่งแขนงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับระยะเวลาที่แช่ก้านใบมีผลต่อจำนวนกิ่งแขนงหลังจากปักชำใบ 30 วัน แต่หลังจากปักชำใบ 60 วัน และ 90 วัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และอิทธิผลร่วมระหว่างปัจจัยทั้ง 2 ต่อจำนวนกิ่งแขนงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 11) โดยต้นในกลุ่มชุดควบคุมมีจำนวนกิ่งแขนงมากที่สุด หลังจากปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน มีจำนวนกิ่งแขนงเท่ากับ 3.98 6.13 และ 12.10 กิ่ง ตามลำดับ สำหรับต้นที่ได้รับสารละลายโคลชิซินพบว่า บางต้นแตกกิ่งแขนงเยอะและ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ติดกันเป็นกระจุก บางต้นแตกกิ่งแขนงน้อย มีลักษณะแคระแกรน ซึ่งที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้นและระยะเวลาที่แช่ก้านใบนานขึ้น จำนวนกิ่งแขนงมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm ระยะเวลา 3 วัน มีจำนวนกิ่งแขนงน้อยที่สุด คือ 1.04 3.80 และ 10.06 กิ่ง หลังจากปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 อิทธิพลของความเข้มข้นของสารโคลชิซิน ระยะเวลาในการแช่สาร และอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นของสารโคลชิซินและระยะเวลาในการแช่สารต่อความสูงของต้นแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน

ปัจจัย	ความสูง (เซนติเมตร)		
	30 วัน	60 วัน	90 วัน
ความเข้มข้นของสารโคลชิซิน (ppm)			
0	3.95[a1/]	5.99[a]	11.08[a]
5	3.16[b]	5.50[ab]	10.58[b]
10	2.93[b]	5.15[bc]	10.29[b]
15	2.29[c]	4.93[bc]	9.98[bc]
20	1.80[d]	4.60[c]	9.58[c]
F-test	**	**	**
ระยะเวลา (วัน)			
0	3.51[a]	5.80	10.83
1	2.64[b]	5.11	10.27
2	2.58[b]	5.04	10.09
3	2.57[b]	5.00	10.01
F-test	**	ns	ns
ความเข้มข้น × เวลา	**	**	**
C.V. (%)	13.25	21.25	10.44

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (DMRT)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 ความสูงของต้นแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน

ความเข้มข้นของสารโคลชิซิน (ppm)	ระยะเวลา (วัน)	ความสูง (เซนติเมตร)		
		30 วัน	60 วัน	90 วัน
0	**0**	4.21[a1/]	6.15[a]	11.40[a]
	1	4.12[a]	5.95[ab]	11.35[a]
	2	4.20[a]	6.08[a]	10.94[ab]
	3	3.26[b]	5.79[ab]	10.63[ab]
5	**0**	3.42[ab]	5.82[ab]	11.22[a]
	1	3.25[b]	5.62[ab]	10.32[b]
	2	3.17[bc]	5.47[b]	10.48[ab]
	3	2.79[c]	5.10[b]	10.30[b]
10	**0**	3.42[ab]	5.72[ab]	10.63[ab]
	1	2.61[c]	4.90[c]	10.28[b]
	2	2.63[c]	4.85[c]	10.09[b]
	3	3.05[bc]	5.12[b]	10.14[b]
15	**0**	3.27[b]	5.64[ab]	10.43[ab]
	1	1.78[d]	4.69[c]	9.94[bc]
	2	1.52[d]	4.53[c]	9.69[c]
	3	2.60[c]	4.87[c]	9.86[bc]
20	**0**	3.25[b]	5.67[ab]	10.47[ab]
	1	1.42[d]	4.38[cd]	9.45[c]
	2	1.36[d]	4.25[cd]	9.26[c]
	3	1.17[d]	4.03[d]	9.13[c]
F-test		**	**	**
C.V. (%)		13.25	21.25	10.44

หมายเหตุ ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (DMRT)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 อิทธิพลของความเข้มข้นของสารโคลชิซิน ระยะเวลาในการแช่สาร และอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นของสารโคลชิซินและระยะเวลาในการแช่สารต่อความกว้างทรงพุ่มของต้นแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน

ปัจจัย	ความกว้างทรงพุ่ม (เซนติเมตร)		
	30 วัน	60 วัน	90 วัน
ความเข้มข้นของสารโคลชิซิน (ppm)			
0	4.39[a1/]	6.08[a]	13.91[a]
5	4.01[a]	5.71[ab]	13.53[a]
10	3.51[b]	5.31[ab]	13.11[ab]
15	2.86[c]	4.90[bc]	12.99[b]
20	2.22[d]	4.54[c]	12.72[b]
F-test	**	**	**
ระยะเวลา (วัน)			
0	4.02[a]	5.84	13.67
1	3.31[b]	5.23	13.25
2	3.13[b]	5.14	13.08
3	3.13[b]	5.02	13.01
F-test	**	ns	ns
ความเข้มข้น × เวลา	**	**	**
C.V. (%)	22.35	21.44	18.87

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (DMRT)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 ความกว้างทรงพุ่มของต้นแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน

ความเข้มข้นของสารโคลชิซิน (ppm)	ระยะเวลา (วัน)	ความกว้างทรงพุ่ม (เซนติเมตร)		
		30 วัน	60 วัน	90 วัน
0	0	4.64[a1/]	6.50[a]	14.18[a]
	1	4.53[a]	5.84[ab]	13.86[ab]
	2	4.62[a]	6.30[a]	14.03[a]
	3	3.76[ab]	5.68[ab]	13.57[ab]
5	0	4.61[a]	6.08[a]	13.71[ab]
	1	4.54[a]	5.93[ab]	13.65[ab]
	2	3.96[ab]	5.65[ab]	13.43[b]
	3	2.94[c]	5.18[b]	13.33[b]
10	0	3.92[ab]	5.71[ab]	13.50[ab]
	1	3.11[bc]	5.18[b]	12.97[bc]
	2	3.13[bc]	5.12[b]	12.83[c]
	3	3.88[ab]	5.24[b]	13.15[b]
15	0	3.77[ab]	5.46[ab]	13.45[b]
	1	2.28[cd]	4.75[bc]	12.75[c]
	2	2.02[cd]	4.42[c]	12.64[c]
	3	3.36[bc]	4.96[bc]	13.13[b]
20	0	3.17[bc]	5.46[ab]	13.51[ab]
	1	2.08[cd]	4.43[c]	12.99[bc]
	2	1.92[d]	4.20[c]	12.49[c]
	3	1.74[d]	4.07[c]	11.88[d]
F-test		**	**	**
C.V. (%)		22.35	21.44	18.87

หมายเหตุ ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (DMRT)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 อิทธิพลของความเข้มข้นของสารโคลชิซิน ระยะเวลาในการแช่สาร และอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นของสารโคลชิซินและระยะเวลาในการแช่สารต่อจำนวนกิ่งแขนงของต้นแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน

ปัจจัย	จำนวนกิ่งแขนง (กิ่ง)		
	30 วัน	**60 วัน**	**90 วัน**
ความเข้มข้นของสารโคลชิซิน (ppm)			
0	3.77[a1/]	6.01[a]	12.07[a]
5	3.19[b]	5.84[ab]	11.79[b]
10	2.94[b]	5.58[ab]	11.37[b]
15	2.37[c]	4.85[bc]	10.99[bc]
20	1.63[d]	4.45[c]	10.59[c]
F-test	**	**	**
ระยะเวลา (วัน)			
0	3.56[a]	5.98	11.99
1	2.53[b]	5.34	11.26
2	2.52[b]	5.05	11.19
3	2.51[b]	5.01	11.01
F-test	**	ns	ns
ความเข้มข้น × เวลา	**	**	**
C.V. (%)	16.22	27.85	19.72

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (DMRT)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 จำนวนกิ่งแขนงของต้นแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน

ความเข้มข้นของสารโคลชิซิน (ppm)	ระยะเวลา (วัน)	จำนวนกิ่งแขนง (กิ่ง)		
		30 วัน	60 วัน	90 วัน
0	0	3.98[a1/]	6.13[a]	12.10[a]
	1	3.79[a]	6.08[a]	12.07[a]
	2	3.87[a]	5.92[ab]	12.07[a]
	3	3.46[ab]	5.92[ab]	12.05[a]
5	0	3.60[a]	6.00[a]	12.03[a]
	1	3.47[ab]	5.99[ab]	12.02[a]
	2	3.36[abc]	5.75[ab]	11.85[ab]
	3	2.31[c]	5.62[ab]	11.25[b]
10	0	3.52[ab]	5.86[ab]	11.88[ab]
	1	2.51[c]	5.40[abc]	11.07[b]
	2	2.73[bc]	5.59[ab]	11.42[b]
	3	2.98[bc]	5.48[abc]	11.12[b]
15	0	3.52[ab]	5.93[ab]	11.95[ab]
	1	1.68[cd]	5.17[abc]	10.95[bc]
	2	1.52[cd]	4.05[c]	10.52[c]
	3	2.76[bc]	4.25[c]	10.57[c]
20	0	3.17[abc]	6.00[a]	12.00[a]
	1	1.21[d]	4.08[c]	10.21[c]
	2	1.11[d]	3.93[d]	10.10[c]
	3	1.04[d]	3.80[d]	10.06[c]
F-test		**	**	**
C.V. (%)		16.22	27.85	19.72

หมายเหตุ ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (DMRT)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2.2 แววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง

ความสูง

ศึกษาผลของความเข้มข้นของสารโคลชิซิน ระยะเวลาที่แช่ก้านใบ และอิทธิผลร่วมระหว่างความเข้มข้นของสารโคลชิซินกับระยะเวลาที่แช่ก้านใบต่อความสูงของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง โดยหลังจากนำก้านใบแช่ในสารละลายโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน เมื่อนำใบไปปักชำในวัสดุปักชำ และบันทึกการเจริญเติบโตทางด้านความสูงที่ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน พบว่าความเข้มข้นของสารโคลชิซินต่อความสูงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับระยะเวลาที่แช่ก้านใบมีผลต่อความสูงหลังจากปักชำใบ 30 วัน แต่หลังจากปักชำใบ 60 วัน และ 90 วัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และอิทธิผลร่วมระหว่างปัจจัยทั้ง 2 ต่อความสูงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 13) โดยต้นในกลุ่มชุดควบคุมมีความสูงมากที่สุดหลังจากปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน มีความสูงเท่ากับ 4.07 6.26 และ 11.25 เซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับต้นที่ได้รับสารละลายโคลชิซินพบว่า ที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้นและระยะเวลาที่แช่ก้านใบนานขึ้น ความสูงมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm ระยะเวลา 3 วัน มีความสูงน้อยที่สุด คือ 1.02 4.04 และ 9.04 เซนติเมตร หลังจากปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 14)

ความกว้างทรงพุ่ม

ศึกษาผลของความเข้มข้นของสารโคลชิซิน ระยะเวลาที่แช่ก้านใบ และอิทธิผลร่วมระหว่างความเข้มข้นของสารโคลชิซินกับระยะเวลาที่แช่ก้านใบต่อความกว้างทรงพุ่มของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง โดยหลังจากนำก้านใบแช่ในสารละลายโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน เมื่อนำใบไปปักชำในวัสดุปักชำ และบันทึกความกว้างทรงพุ่มที่ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน พบว่าความเข้มข้นของสารโคลชิซินต่อความกว้างทรงพุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับระยะเวลาที่แช่ก้านใบต่อความกว้างทรงพุ่มหลังจากปักชำใบ 30 วัน และ 90 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ และ 95 เปอร์เซ็นต์ แต่หลังจากปักชำใบ 60 วัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และอิทธิผลร่วมระหว่างปัจจัยทั้ง 2 ต่อความกว้างทรงพุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 15) โดยต้นในกลุ่มชุดควบคุมมีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุด หลังจากปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน มีความกว้างทรงพุ่มเท่ากับ 4.48 6.25 และ 13.83 เซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับต้นที่ได้รับสารละลายโคลชิซินพบว่า ที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้นและระยะเวลาที่แช่ก้านใบนานขึ้น ความกว้างทรงพุ่มมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระดับความเข้มข้น 20 ppm ระยะเวลา 3 วัน มีความกว้างทรงพุ่มน้อยที่สุด คือ 1.52 3.95 และ 11.24 เซนติเมตร หลังจากปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 16)

จำนวนกิ่งแขนง

ศึกษาผลของความเข้มข้นของสารโคลชิซิน ระยะเวลาที่แช่ก้านใบ และอิทธิผลร่วมระหว่างความเข้มข้นของสารโคลชิซินกับระยะเวลาที่แช่ก้านใบต่อจำนวนกิ่งแขนงของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง โดยหลังจากนำก้านใบแช่ในสารละลายโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน เมื่อนำใบไปปักชำในวัสดุปักชำ และบันทึกจำนวนกิ่งแขนงที่ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน พบว่าความเข้มข้นของสารโคลชิซินต่อจำนวนกิ่งแขนงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับระยะเวลาที่แช่ก้านใบต่อจำนวนกิ่งแขนงหลังจากปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และอิทธิผลร่วมระหว่างปัจจัยทั้ง 2 ต่อจำนวนกิ่งแขนงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 17) โดยต้นในกลุ่มชุดควบคุมมีจำนวนกิ่งแขนงมากที่สุด หลังจากปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน มีจำนวนกิ่งแขนงเท่ากับ 4.21 6.01 และ 12.00 กิ่ง ตามลำดับ สำหรับต้นที่ได้รับสารละลายโคลชิซินพบว่า บางต้นแตกกิ่งแขนงเยอะและติดกันเป็นกระจุก บางต้นแตกกิ่งแขนงน้อย ซึ่งที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้นและระยะเวลาที่แช่ก้านใบนานขึ้น จำนวนกิ่งแขนงมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm ระยะเวลา 3 วัน มีจำนวนกิ่งแขนงน้อยที่สุด คือ 1.19 3.49 และ 9.35 กิ่ง หลังจากปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 18)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 อิทธิพลของความเข้มข้นของสารโคลชิซิน ระยะเวลาในการแช่สาร และอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นของสารโคลชิซินและระยะเวลาในการแช่สารต่อความสูงของต้นแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน

ปัจจัย	ความสูง (เซนติเมตร)		
	30 วัน	**60 วัน**	**90 วัน**
ความเข้มข้นของสารโคลชิซิน (ppm)			
0	3.72[a1/]	5.96[a]	10.98[a]
5	3.23[ab]	5.33[ab]	10.44[ab]
10	2.97[b]	4.98[b]	10.04[bc]
15	2.30[c]	4.87[b]	9.87[bc]
20	1.76[d]	4.63[b]	9.51[c]
F-test	**	**	**
ระยะเวลา (วัน)			
0	3.59[a]	5.75	10.69
1	2.60[b]	5.09	10.09
2	2.49[b]	4.94	10.02
3	2.49[b]	4.84	9.88
F-test	**	ns	ns
ความเข้มข้น × เวลา	**	**	**
C.V. (%)	17.46	21.73	10.87

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (DMRT)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 ความสูงของต้นแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน

ความเข้มข้นของสารโคลชิซิน (ppm)	ระยะเวลา (วัน)	ความสูง (เซนติเมตร)		
		30 วัน	60 วัน	90 วัน
0	0	4.07[a1/]	6.26[a]	11.25[a]
	1	3.73[ab]	6.03[a]	11.03[a]
	2	3.56[ab]	5.86[ab]	11.00[a]
	3	3.54[ab]	5.71[ab]	10.64[ab]
5	0	3.50[ab]	5.58[ab]	11.02[a]
	1	3.29[abc]	5.63[ab]	10.13[b]
	2	3.39[abc]	5.20[b]	10.45[ab]
	3	2.73[c]	4.89[c]	10.14[b]
10	0	3.57[ab]	5.74[ab]	10.49[ab]
	1	2.89[c]	4.70[c]	10.20[b]
	2	2.40[cd]	4.65[c]	9.65[bc]
	3	3.02[bc]	4.81[c]	9.81[bc]
15	0	3.36[abc]	5.44[ab]	10.44[ab]
	1	1.90[de]	4.71[c]	9.71[bc]
	2	1.76[e]	4.56[c]	9.56[bc]
	3	2.16[cd]	4.77[c]	9.77[bc]
20	0	3.46[ab]	5.73[ab]	10.23[b]
	1	1.21[e]	4.35[cd]	9.35[c]
	2	1.34[e]	4.41[cd]	9.41[c]
	3	1.02[e]	4.04[d]	9.04[c]
F-test		**	**	**
C.V. (%)		17.46	21.73	10.87

หมายเหตุ ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (DMRT)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 15 อิทธิพลของความเข้มข้นของสารโคลชิซิน ระยะเวลาในการแช่สาร และอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นของสารโคลชิซินและระยะเวลาในการแช่สารต่อความกว้างทรงพุ่มของต้นแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน

ปัจจัย	ความกว้างทรงพุ่ม (เซนติเมตร)		
	30 วัน	60 วัน	90 วัน
ความเข้มข้นของสารโคลชิซิน (ppm)			
0	4.08[a1/]	6.19[a]	13.60[a]
5	3.78[ab]	5.86[ab]	13.34[ab]
10	3.35[bc]	5.68[ab]	13.01[ab]
15	2.93[c]	5.01[bc]	12.64[bc]
20	2.20[d]	4.50[c]	11.99[c]
F-test	**	**	**
ระยะเวลา (วัน)			
0	4.16[a]	6.10	13.50[a]
1	3.17[b]	5.40	12.87[ab]
2	2.97[b]	5.19	12.78[b]
3	2.76[b]	5.11	12.51[b]
F-test	**	ns	*
ความเข้มข้น × เวลา	**	**	**
C.V. (%)	17.65	28.03	18.20

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 ความกว้างทรงพุ่มของต้นแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน

ความเข้มข้นของสารโคลชิซิน (ppm)	ระยะเวลา (วัน)	ความกว้างทรงพุ่ม (เซนติเมตร)		
		30 วัน	60 วัน	90 วัน
0	0	4.48[a1/]	6.24[a]	13.83[a]
	1	4.16[ab]	6.25[a]	13.61[a]
	2	4.05[ab]	6.22[a]	13.58[a]
	3	3.62[bc]	6.04[a]	13.38[ab]
5	0	4.29[a]	6.09[a]	13.62[a]
	1	3.70[abc]	5.89[ab]	13.47[ab]
	2	3.89[abc]	5.73[ab]	13.16[ab]
	3	3.23[cd]	5.73[ab]	13.13[ab]
10	0	4.07[ab]	6.19[a]	13.67[a]
	1	3.39[bc]	5.58[b]	12.80[bc]
	2	2.90[d]	5.64[b]	12.93[bc]
	3	3.05[cd]	5.33[b]	12.64[bc]
15	0	4.26[a]	6.03[a]	13.09[ab]
	1	2.81[d]	5.12[b]	12.65[bc]
	2	2.26[de]	4.36[bc]	12.67[bc]
	3	2.40[de]	4.51[bc]	12.14[bcd]
20	0	3.71[abc]	5.93[ab]	13.30[ab]
	1	1.81[e]	4.15[bc]	11.82[cd]
	2	1.74[e]	3.99[c]	11.59[d]
	3	1.52[e]	3.95[c]	11.24[d]
F-test		**	**	**
C.V. (%)		17.65	28.03	18.20

หมายเหตุ ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (DMRT)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 17 อิทธิพลของความเข้มข้นของสารโคลชิซิน ระยะเวลาในการแช่สาร และอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นของสารโคลชิซินและระยะเวลาในการแช่สารต่อจำนวนกิ่งแขนงของต้นแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน

ปัจจัย	จำนวนกิ่งแขนง (กิ่ง)		
	30 วัน	**60 วัน**	**90 วัน**
ความเข้มข้นของสารโคลชิซิน (ppm)			
0	4.08[a1/]	5.77[a]	11.93[a]
5	3.37[b]	5.00[ab]	11.56[ab]
10	2.74[bc]	4.73[b]	11.10[ab]
15	2.25[cd]	4.58[b]	10.83[bc]
20	1.92[d]	4.14[b]	10.08[c]
F-test	**	**	**
ระยะเวลา (วัน)			
0	3.67[a]	5.51[a]	11.83[a]
1	2.82[b]	4.70[b]	11.07[b]
2	2.55[b]	4.65[b]	10.82[b]
3	2.45[b]	4.52[b]	10.67[b]
F-test	**	*	**
ความเข้มข้น × เวลา	**	**	**
C.V. (%)	21.18	13.81	10.22

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (DMRT)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 18 จำนวนกิ่งแขนงของต้นแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน

ความเข้มข้นของสารโคลชิซิน (ppm)	ระยะเวลา (วัน)	จำนวนกิ่งแขนง (กิ่ง)		
		30 วัน	60 วัน	90 วัน
0	0	4.21[a1/]	6.01[a]	12.00[a]
	1	4.19[a]	5.85[a]	11.98[a]
	2	3.97[ab]	5.82[a]	11.91[a]
	3	3.94[ab]	5.42[a]	11.84[a]
5	0	4.15[a]	5.80[a]	11.82[a]
	1	3.27[abc]	4.69[b]	11.62[ab]
	2	3.12[bc]	4.88[b]	11.72[a]
	3	2.94[cd]	4.64[b]	11.07[abc]
10	0	3.50[abc]	5.30[ab]	11.77[a]
	1	2.94[cd]	4.54[b]	10.82[bc]
	2	2.04[de]	4.51[b]	10.86[bc]
	3	2.50[d]	4.58[b]	10.95[bc]
15	0	3.12[bc]	5.30[ab]	11.77[a]
	1	2.08[de]	4.48[bc]	11.16[abc]
	2	2.12[d]	4.09[bc]	10.25[c]
	3	1.69[e]	4.47[bc]	10.17[c]
20	0	3.38[abc]	5.16[ab]	11.82[a]
	1	1.61[e]	3.97[c]	9.77[cd]
	2	1.50[e]	3.97[c]	9.39[d]
	3	1.19[e]	3.49[c]	9.35[d]
F-test		**	**	**
C.V. (%)		21.18	13.81	19.72

หมายเหตุ ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test (DMRT)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3 ความยาวของเซลล์ปากใบของแววมยุราพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*) และแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง

1.3.1 แววมยุราพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*)

เมื่อต้นแววมยุราพันธุ์ลูกผสมมีอายุ 90 วัน คัดเลือกต้นที่คาดว่าจะเป็นโพลีพลอยด์ โดยพืชจะมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานวิทยา คือ มีการเจริญเติบโตช้าลง ใบมีสีเขียวเข้มขึ้น หนา ใบและดอกมีขนาดใหญ่ขึ้น หลังการปักชำใบ 120 วัน ทำการวัดความยาวของเซลล์ปากใบ และคัดเลือกต้นที่มีความยาวของเซลล์ปากใบมากกว่าต้นในกลุ่มชุดควบคุม (ภาพที่ 4 ก และ ข) พบว่าสามารถคัดเลือกต้นที่มีความยาวของเซลล์ปากใบเฉลี่ยมากกว่าต้นในชุดควบคุมได้จำนวนทั้งหมด 14 ต้น กำหนดรหัสต้น คือ ความเข้มข้น-เวลา-ลำดับของต้น ดังนี้ ต้นที่ 1 5-1-1 ต้นที่ 2 5-1-2 ต้นที่ 3 10-1-1 ต้นที่ 4 10-1-2 ต้นที่ 5 10-2-1 ต้นที่ 6 15-1-1 ต้นที่ 7 15-2-1 ต้นที่ 8 15-2-2 ต้นที่ 9 15-2-3 ต้นที่ 10 15-2-4 ต้นที่ 11 20-1-1 ต้นที่ 12 20-2-1 ต้นที่ 13 20-2-2 และ ต้นที่ 14 20-2-3 โดยพบว่า ต้น 15-2-2 และ ต้น 20-1-1 มีความยาวของเซลล์ปากใบเฉลี่ยมากที่สุด คือ 32.50 ± 3.73 และ 32.50 ± 3.54 ไมโครเมตร ตามลำดับ ส่วนต้นในชุดควบคุมมีความยาวของเซลล์ปากใบเฉลี่ย คือ 22.50 ± 2.04 ไมโครเมตร (ตารางที่ 19)

1.3.2 แววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง

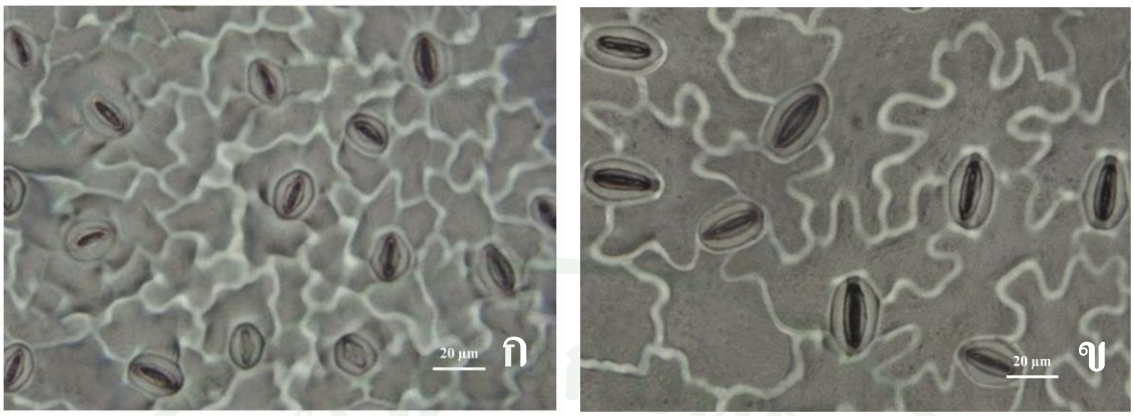
เมื่อต้นแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองมีอายุ 90 วัน คัดเลือกต้นที่คาดว่าจะเป็นโพลีพลอยด์ โดยพืชจะมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานวิทยา คือ มีการเจริญเติบโตช้าลง ใบมีสีเขียวเข้มขึ้น หนา ใบและดอกมีขนาดใหญ่ขึ้น หลังการปักชำใบ 120 วัน ทำการวัดความยาวของเซลล์ปากใบ และคัดเลือกต้นที่มีความยาวของเซลล์ปากใบมากกว่าต้นในกลุ่มชุดควบคุม (ภาพที่ 5 ก และ ข) พบว่าสามารถคัดเลือกต้นที่มีความยาวของเซลล์ปากใบเฉลี่ยมากกว่าต้นในชุดควบคุมได้จำนวนทั้งหมด 7 ต้น กำหนดรหัสต้น คือ ความเข้มข้น-เวลา-ลำดับของต้น ดังนี้ ต้นที่ 1 15-1-1 ต้นที่ 2 15-2-1 ต้นที่ 3 15-2-2 ต้นที่ 4 20-1-1 ต้นที่ 5 20-1-2 ต้นที่ 6 20-1-3 และ ต้นที่ 7 20-2-1 โดยพบว่า ต้น 20-1-2 มีความยาวของเซลล์ปากใบเฉลี่ยมากที่สุด คือ 32.00 ± 4.12 ไมโครเมตร ส่วนต้นในชุดควบคุมมีความยาวของเซลล์ปากใบเฉลี่ย คือ 16.50 ± 2.24 ไมโครเมตร (ตารางที่ 20)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 19 ความยาวของเซลล์ปากใบของต้นแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังปักชำใบ 120 วัน

ชนิดพืช	ความยาวเซลล์ปากใบเฉลี่ย ± SD (ไมโครเมตร)
ต้นในชุดควบคุม (Control)	22.50 ± 2.04
ต้นที่คัดเลือก (ความเข้มข้น-เวลา-ลำดับของต้น)	
5-1-1	30.50 ± 2.09
5-1-2	27.50 ± 2.50
10-1-1	29.50 ± 4.11
10-1-2	29.50 ± 1.12
10-2-1	31.50 ± 3.35
15-1-1	30.50 ± 2.09
15-2-1	27.50 ± 3.95
15-2-2	32.50 ± 3.73
15-2-3	30.50 ± 2.09
15-2-4	32.00 ± 3.26
20-1-1	32.50 ± 3.54
20-2-1	30.50 ± 2.58
20-2-2	26.00 ± 2.85
20-2-3	30.50 ± 2.09

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 4 เซลล์ปากใบของต้นแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังปักชำใบ 120 วัน (กำลังขยาย 400 เท่า; bar = 20 µm)

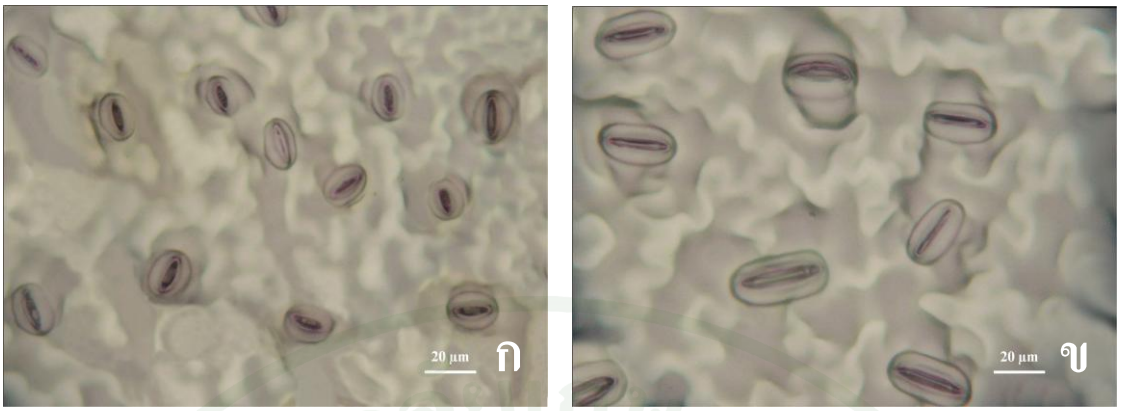
ก. ต้นควบคุม (Control)

ข. ต้นที่เกิดการเปลี่ยนแปลงภายหลังการได้รับสารละลายโคลชิซิน

ตารางที่ 20 ความยาวของเซลล์ปากใบของต้นแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำใบ 120 วัน

ชนิดพืช	**ความยาวเซลล์ปากใบเฉลี่ย ± SD (ไมโครเมตร)**
ต้นในชุดควบคุม (Control)	16.50 ± 2.24
ต้นที่คัดเลือก (ความเข้มข้น-เวลา-ลำดับของต้น)	
15-1-1	25.50 ± 2.75
15-2-1	30.50 ± 2.75
15-2-2	27.50 ± 1.78
20-1-1	30.00 ± 1.78
20-1-2	32.00 ± 4.12
20-1-3	29.50 ± 4.48
20-2-1	23.00 ± 2.10

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



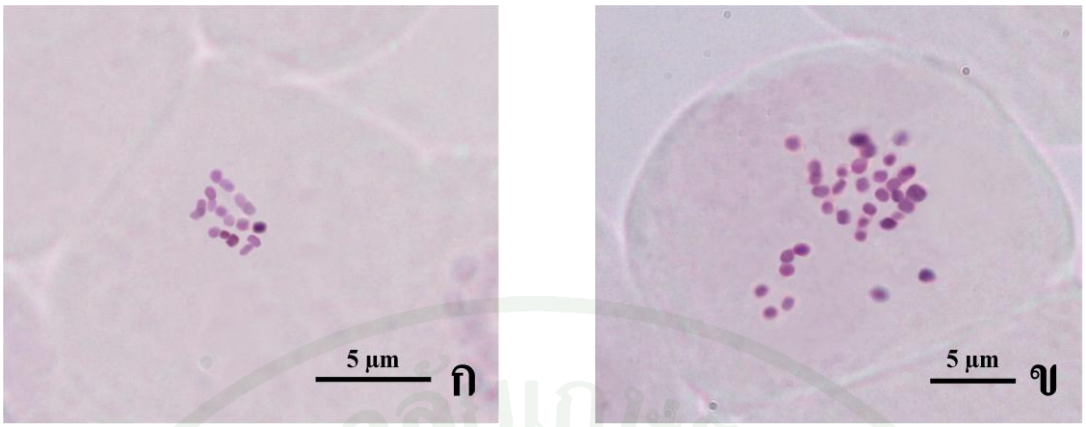
ภาพที่ 5 เซลล์ปากใบของต้นแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำใบ 120 วัน
(กำลังขยาย 400 เท่า; bar = 20 µm)
ก. ต้นควบคุม (Control)
ข. ต้นที่เกิดการเปลี่ยนแปลงภายหลังการได้รับสารละลายโคลชิซิน

1.4 จำนวนโครโมโซมของแววมยุราพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*) และแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง

1.4.1 แววมยุราพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*)

หลังจากคัดเลือกต้นแววมยุราพันธุ์ลูกผสมที่มีความยาวของเซลล์ปากใบเพิ่มขึ้น นำต้นที่คัดเลือกจำนวน 14 ต้น และต้นควบคุมมาศึกษาจำนวนโครโมโซม โดยเก็บตัวอย่างปลายรากในเวลา 12.00-13.00 น. นำไปแช่ในสารละลาย 8-hydroxyquinoline ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-4 ชั่วโมง ย้ายปลายรากลงแช่ในสารเคมีคงสภาพเซลล์ (fixation) ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำมาย่อยด้วยสารละลาย hydrochloric acid 1 N ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที และล้างออกด้วยน้ำกลั่น 2-3 ครั้ง หลังจากนั้นแช่สีย้อม leuco-basic fuschin ในที่มืด อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที ตัดปลายรากส่วนที่ติดสีเข้มวางบนสไลด์ หยด acetic acid 50 เปอร์เซ็นต์ 1 หยด และ aceto-carmine 1 หยด ปิดด้วยแผ่นกระจกปิดสไลด์ นำไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่าต้นควบคุมมีจำนวนโครโมโซมเป็น 2n = 2x = 17 (ภาพที่ 6 ก) สำหรับต้นที่ได้รับสารละลายโคลชิซินมีจำนวนโครโมโซมเปลี่ยนแปลงได้ต้นเตตราพลอยด์ทั้งหมด 14 ต้น มีจำนวนโครโมโซมเป็น 2n = 4x = 34 (ภาพที่ 6 ข)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 6 โครโมโซมของต้นแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังปักชำใบ 120 วัน (กำลังขยาย 1000 เท่า; bar = 5 µm)

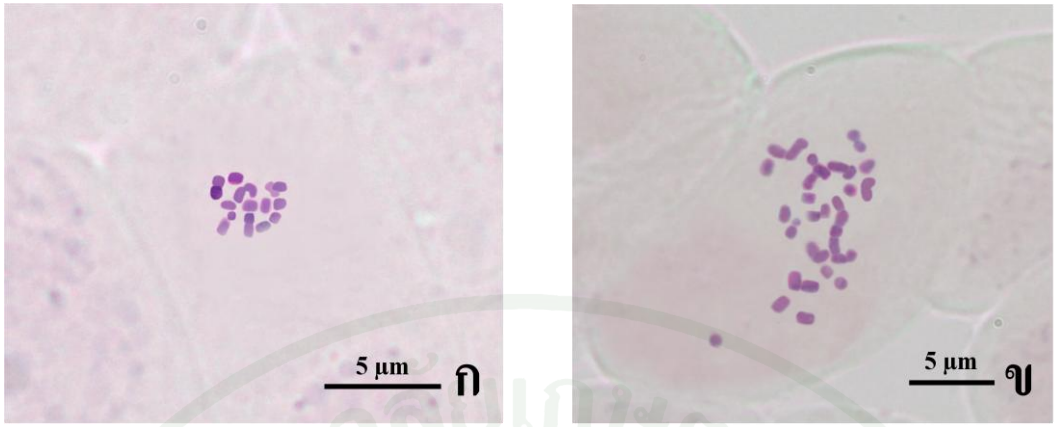
ก. ต้นควบคุม (Control) (2n = 2x = 17)

ข. ต้นที่เกิดการเปลี่ยนแปลงภายหลังการได้รับสารละลายโคลชิซิน (2n = 4x = 34)

1.4.2 แววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง

หลังจากคัดเลือกต้นแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองที่มีความยาวของเซลล์ปากใบเพิ่มขึ้น นำต้นที่คัดเลือกจำนวน 7 ต้น และต้นควบคุมมาศึกษาจำนวนโครโมโซม โดยเก็บตัวอย่างปลายรากในเวลา 12.00-13.00 น. นำไปแช่ในสารละลาย 8-hydroxyquinoline ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-4 ชั่วโมง ย้ายปลายรากลงแช่ในสารเคมีคงสภาพเซลล์ (fixation) ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำมาย่อยด้วยสารละลาย hydrochloric acid 1 N ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที และล้างออกด้วยน้ำกลั่น 2-3 ครั้ง หลังจากนั้นแช่สีย้อม leuco-basic fuschin ในที่มืด อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที ตัดปลายรากส่วนที่ติดสีเข้มวางบนสไลด์ หยด acetic acid 50 เปอร์เซ็นต์ 1 หยด และ aceto-carmine 1 หยด ปิดด้วยแผ่นกระจกปิดสไลด์ นำไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่าต้นควบคุมมีจำนวนโครโมโซมเป็น 2n = 2x = 17 (ภาพที่ 7 ก) สำหรับต้นที่ได้รับสารละลายโคลชิซินมีจำนวนโครโมโซมเปลี่ยนแปลงได้ต้นเตตราพลอยด์ทั้งหมด 7 ต้น มีจำนวนโครโมโซมเป็น 2n = 4x = 34 (ภาพที่ 7 ข)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 7 โครโมโซมของต้นแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำใบ 120 วัน
(กำลังขยาย 1000 เท่า; bar = 5 µm)
ก. ต้นควบคุม (Control) (2n = 2x = 17)
ข. ต้นที่เกิดการเปลี่ยนแปลงภายหลังการได้รับสารละลายโคลชิซิน (2n = 4x = 34)

1.5 ความถี่ของการเกิดเตตราพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*) และแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง

1.5.1 แววมยุราพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*)

เมื่อศึกษาความถี่ของการเกิดเตตราพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสม หลังจากได้รับสารละลายโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่าสามารถชักนำให้เกิดต้นเตตราพลอยด์ได้ที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm เป็นเวลา 1 วัน ระดับความเข้มข้น 10 ppm เป็นเวลา 1 วัน ระดับความเข้มข้น 10 ppm เป็นเวลา 2 วัน ระดับความเข้มข้น 15 ppm เป็นเวลา 1 วัน ระดับความเข้มข้น 15 ppm เป็นเวลา 2 วัน ระดับความเข้มข้น 20 ppm เป็นเวลา 1 วัน และระดับความเข้มข้น 20 ppm เป็นเวลา 2 วัน โดยพบว่าที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซิน 15 ppm ระยะเวลาในการแช่ 2 วัน จะสามารถชักนำให้เกิดต้นเตตราพลอยด์มากที่สุด คือ 4 ต้น และมีความถี่ของการเกิด เตตราพลอยด์สูงที่สุด คือ 0.08 รองลงมาคือ ที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซิน 20 ppm ระยะเวลาในการแช่ 2 วัน จะสามารถชักนำให้เกิดต้นเตตราพลอยด์ได้ 3 ต้น และมีความถี่ของการเกิดเตตราพลอยด์ คือ 0.06 (ตารางที่ 21)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 21 ความถี่ของการเกิดเตตราพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังจากได้รับสารละลายโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซิน (ppm)	ระยะเวลา (วัน)	จำนวนต้นทั้งหมด (ต้น)	จำนวนต้นเตตราพลอยด์ (ต้น)	ความถี่ของการเกิดเตตราพลอยด์
5 ppm	1 วัน	50	2	0.04
	2 วัน	50	0	0.00
	3 วัน	50	0	0.00
10 ppm	1 วัน	50	2	0.04
	2 วัน	50	1	0.02
	3 วัน	50	0	0.00
15 ppm	1 วัน	50	1	0.02
	2 วัน	50	4	0.08
	3 วัน	50	0	0.00
20 ppm	1 วัน	50	1	0.02
	2 วัน	50	3	0.06
	3 วัน	50	0	0.00

1.5.2 แววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง

เมื่อศึกษาความถี่ของการเกิดเตตราพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังจากได้รับสารละลายโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน พบว่าสามารถชักนำให้เกิดต้นเตตราพลอยด์ได้ที่ระดับความเข้มข้น 15 ppm เป็นเวลา 1 วัน ระดับความเข้มข้น 15 ppm เป็นเวลา 2 วัน ระดับความเข้มข้น 20 ppm เป็นเวลา 1 วัน และระดับความเข้มข้น 20 ppm เป็นเวลา 2 วัน โดยพบว่าที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซิน 20 ppm ระยะเวลาในการแช่ 1 วัน จะสามารถชักนำให้เกิดต้นเตตราพลอยด์มากที่สุด คือ 3 ต้น และมีความถี่ของการเกิดเตตราพลอยด์สูงที่สุด คือ 0.06 รองลงมาคือ ที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซิน 15 ppm ระยะเวลาใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การแช่ 2 วัน จะสามารถชักนำให้เกิดต้นเตตราพลอยด์ได้ 2 ต้น และมีความถี่ของการเกิดเตตราพลอยด์ คือ 0.04 (ตารางที่ 22)

ตารางที่ 22 ความถี่ของการเกิดเตตราพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังจากได้รับสารละลายโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซิน (ppm)	ระยะเวลา (วัน)	จำนวนต้นทั้งหมด (ต้น)	จำนวนต้นเตตราพลอยด์ (ต้น)	ความถี่ของการเกิดเตตราพลอยด์
5 ppm	1 วัน	50	0	0.00
	2 วัน	50	0	0.00
	3 วัน	50	0	0.00
10 ppm	1 วัน	50	0	0.00
	2 วัน	50	0	0.00
	3 วัน	50	0	0.00
15 ppm	1 วัน	50	1	0.02
	2 วัน	50	2	0.04
	3 วัน	50	0	0.00
20 ppm	1 วัน	50	3	0.06
	2 วัน	50	1	0.02
	3 วัน	50	0	0.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดลองที่ 2 การเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยา เซลล์วิทยา และอัตราการผสมติดระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*)

2.1 เปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*)

นำกิ่งแววมยุราพันธุ์ลูกผสมของต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ ชนิดละ 20 กิ่ง ความยาวประมาณ 7 เซนติเมตร มาปักชำในวัสดุปักชำ ศึกษาการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น คือ ความสูง ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนกิ่งแขนง ความหนาลำต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ และความหนาใบ พบว่าหลังจากปักชำ 30 วัน และ 60 วัน ต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์มีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยต้นโพลีพลอยด์มีความสูง ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนกิ่งแขนง ความหนาลำต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ และความหนาใบมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับต้นดิพลอยด์ (ตารางที่ 23 และ 24) และพบว่าลักษณะใบมีการเปลี่ยนแปลง คือ ใบมีสีเขียวเข้มขึ้น มีขนาดใหญ่ขึ้น หนา ขอบใบหยัก พบการเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปทรงใบ 3 ลักษณะ คือ รูปสามเหลี่ยมปลายใบแหลม กลมป้อมคล้ายรูปไข่ และค่อนข้างกลมโคนใบตัดตรง (ภาพที่ 8 และ 9 ก-ค) และเมื่อศึกษาการเจริญเติบโตของดอก คือ ความกว้างดอก ความยาวดอก จำนวนดอก และความหนากลีบดอก พบว่าหลังจากปักชำ 30 วัน และ 60 วัน ต้นโพลีพลอยด์มีความกว้างดอก และความยาวดอกมากกว่าต้นดิพลอยด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จำนวนดอกของต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับความหนากลีบดอกของต้นโพลีพลอยด์จะมากกว่าต้นดิพลอยด์ หลังจากปักชำ 30 วัน แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ หลังจากปักชำ 60 วัน นอกจากนี้ยังพบลักษณะกลีบดอกม้วนย่นในต้นโพลีพลอยด์ด้วย (ตารางที่ 25 และ 26) (ภาพที่ 10 ก และ ข)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 23 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังปักชำกิ่ง 30 วัน

ชนิดพืช	ความสูงเฉลี่ย (เซนติเมตร)	ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย (เซนติเมตร)	จำนวนกิ่งแขนงเฉลี่ย (กิ่ง)	ความหนาลำต้นเฉลี่ย (เซนติเมตร)	ความกว้างใบเฉลี่ย (เซนติเมตร)	ความยาวใบเฉลี่ย (เซนติเมตร)	ความหนาใบเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
ต้นดิพลอยด์	9.01 ± 0.51[1/ b2/]	12.12 ± 0.30[b]	5.16 ± 0.37[b]	0.13 ± 0.02[b]	1.88 ± 0.08[b]	2.32 ± 0.24[b]	0.27 ± 0.04[b]
ต้นโพลีพลอยด์	10.66 ± 0.55[a]	14.17 ± 0.75[a]	7.40 ± 0.48[a]	0.19 ± 0.02[a]	2.51 ± 0.18[a]	2.86 ± 0.06[a]	0.32 ± 0.03[a]
t-test	**	**	**	**	**	**	**

หมายเหตุ ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

[1/] ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[2/] ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี t-test

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 24 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังปักชำกิ่ง 60 วัน

ชนิดพืช	ความสูงเฉลี่ย (เซนติเมตร)	ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย (เซนติเมตร)	จำนวนกิ่งแขนงเฉลี่ย (กิ่ง)	ความหนาลำต้นเฉลี่ย (เซนติเมตร)	ความกว้างใบเฉลี่ย (เซนติเมตร)	ความยาวใบเฉลี่ย (เซนติเมตร)	ความหนาใบเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
ต้นดิพลอยด์	$14.13 \pm 0.45^{1/\,b2/}$	14.20 ± 0.91^{b}	13.16 ± 0.44^{b}	0.14 ± 0.02^{b}	2.39 ± 0.07^{b}	2.58 ± 0.19^{b}	0.29 ± 0.04^{b}
ต้นโพลีพลอยด์	15.76 ± 0.59^{a}	18.06 ± 0.40^{a}	15.80 ± 0.54^{a}	0.20 ± 0.02^{a}	3.02 ± 0.18^{a}	3.06 ± 0.08^{a}	0.36 ± 0.03^{a}
t-test	**	**	**	**	**	**	**

หมายเหตุ ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

1/ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2/ ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี t-test

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 25 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของดอกระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังปักชำกิ่ง 30 วัน

ชนิดพืช	ความกว้างดอกเฉลี่ย (เซนติเมตร)	ความยาวดอกเฉลี่ย (เซนติเมตร)	จำนวนดอกเฉลี่ย (ดอก)	ความหนากลีบดอกเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
ต้นดิพลอยด์	$1.33 \pm 0.03^{1/\,b2/}$	1.53 ± 0.03^{b}	1.78 ± 0.46^{a}	0.11 ± 0.01^{b}
ต้นโพลีพลอยด์	1.73 ± 0.03^{a}	1.87 ± 0.02^{a}	1.75 ± 0.58^{a}	0.16 ± 0.04^{a}
t-test	**	**	ns	**

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

1/ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2/ ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี t-test

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 26 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของดอกระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังปักชำกิ่ง 60 วัน

ชนิดพืช	ความกว้างดอกเฉลี่ย (เซนติเมตร)	ความยาวดอกเฉลี่ย (เซนติเมตร)	จำนวนดอกเฉลี่ย (ดอก)	ความหนากลีบดอกเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
ต้นดิพลอยด์	1.47 ± 0.03[1/ b2/]	1.74 ± 0.11[b]	16.82 ± 1.74[a]	0.14 ± 0.03[a]
ต้นโพลีพลอยด์	2.01 ± 0.22[a]	2.29 ± 0.22[a]	12.54 ± 1.57[a]	0.16 ± 0.05[a]
t-test	**	**	ns	ns

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

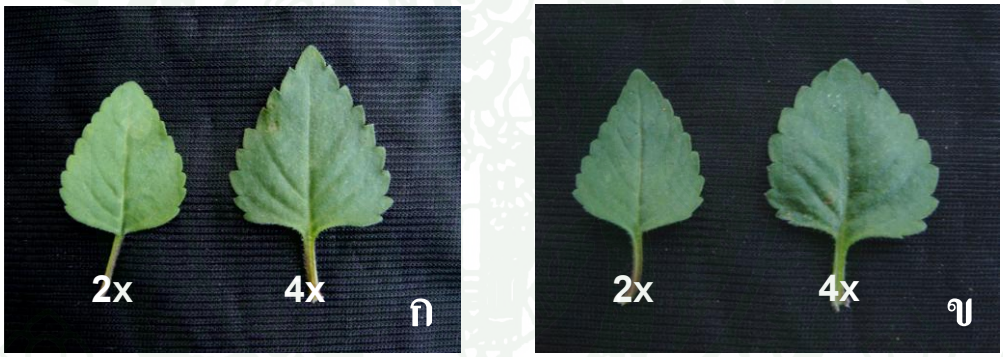
** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

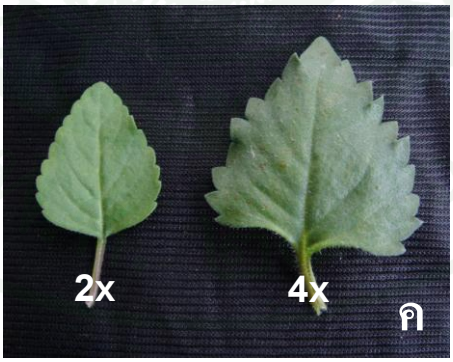
[1/] ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[2/] ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี t-test

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 8 เปรียบเทียบลักษณะลำต้นและใบระหว่างต้นดิพลอยด์ (2x) และต้นโพลีพลอยด์ (4x) ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii*





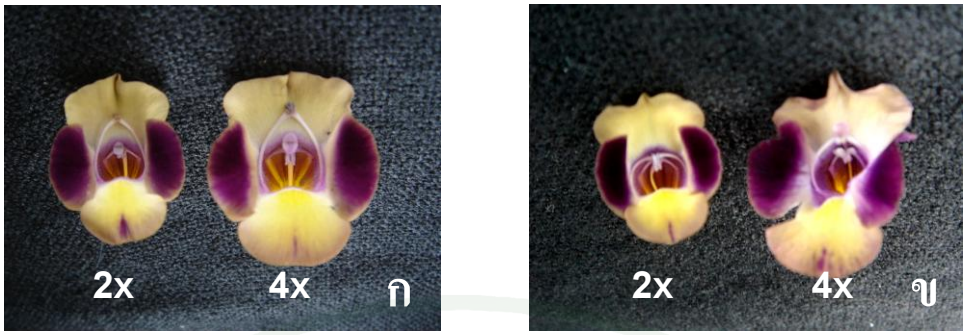
ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปทรงใบของต้นโพลีพลอยด์ (4x) เมื่อเปรียบเทียบกับต้นดิพลอยด์ (2x) ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii*

ก. รูปสามเหลี่ยมปลายใบแหลม

ข. กลมป้อมคล้ายรูปไข่

ค. ค่อนข้างกลมโคนใบตัดตรง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 10 เปรียบเทียบลักษณะดอกระหว่างต้นดิพลอยด์ (2x) และต้นโพลีพลอยด์ (4x) ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii*
ก. ดอกมีขนาดใหญ่ขึ้น
ข. กลีบดอกม้วนย่น

2.2 เปรียบเทียบลักษณะทางเซลล์วิทยาระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*)

เมื่อนำแววมยุราพันธุ์ลูกผสมของต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์มาศึกษาลักษณะทางเซลล์วิทยา คือ ความกว้างของเซลล์ปากใบ ความยาวของเซลล์ปากใบ จำนวนปากใบต่อพื้นที่ ขนาดละอองเกสร และความมีชีวิตของละอองเกสร พบว่าต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์มีลักษณะทางเซลล์วิทยาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยต้นโพลีพลอยด์มีความกว้างของเซลล์ปากใบ ความยาวของเซลล์ปากใบ และขนาดของละอองเกสรใหญ่มากกว่า แต่มีจำนวนปากใบต่อพื้นที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับต้นดิพลอยด์ (ภาพที่ 11 ก-ง) และเมื่อตรวจสอบความมีชีวิตของละอองเกสรโดยทดสอบด้วยการย้อมสี aceto-carmine แล้วนำมาตรวจนับด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่าต้นโพลีพลอยด์มีจำนวนละอองเกสรที่ติดสีแดงเข้มมากกว่าต้นดิพลอยด์ จึงมีความมีชีวิตของละอองเกสรมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยต้นโพลีพลอยด์มีความมีชีวิตของละอองเกสรเฉลี่ย 72.20 ± 3.90 เปอร์เซ็นต์ และต้นดิพลอยด์มีความมีชีวิตของละอองเกสรเฉลี่ย 11.70 ± 1.49 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 27) (ภาพที่ 12 ก และ ข)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 27 เปรียบเทียบลักษณะทางเซลล์วิทยาระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* หลังปักชำกิ่ง 60 วัน

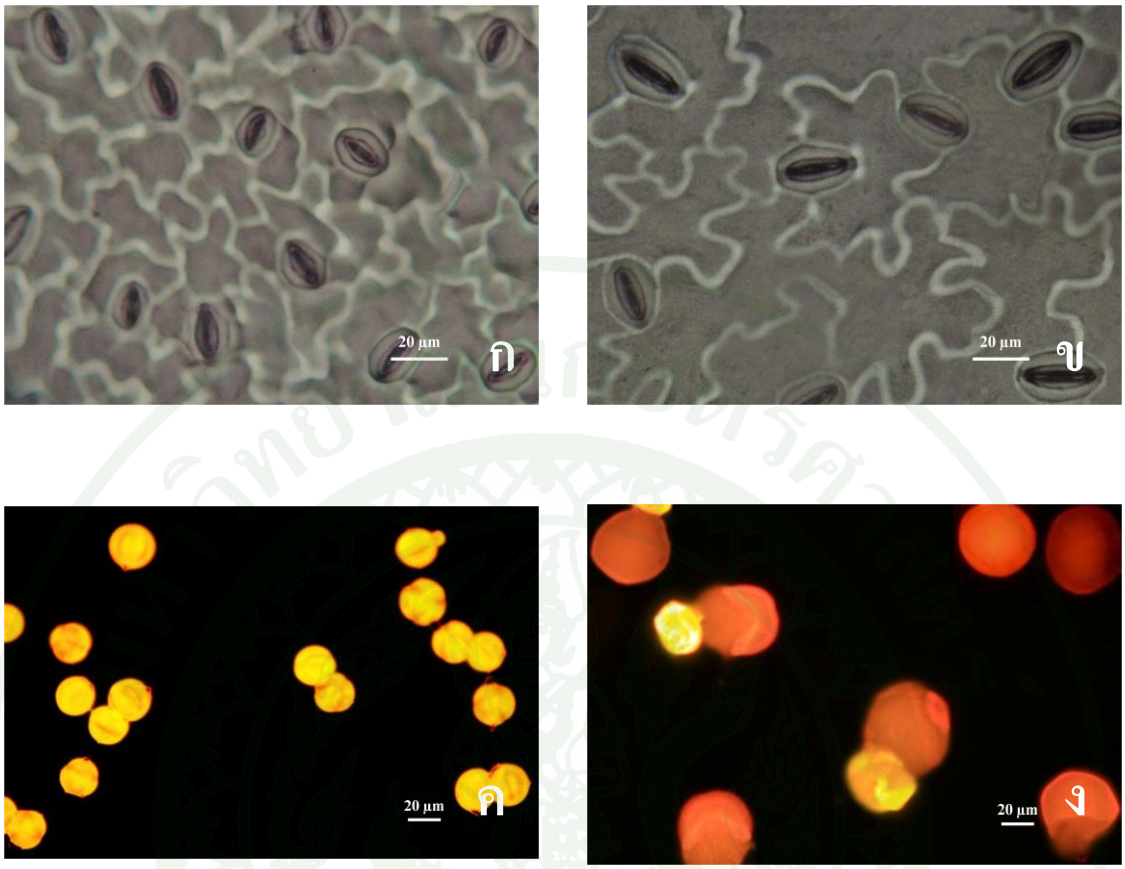
ชนิดพืช	ความกว้างเซลล์ปากใบ เฉลี่ย (ไมโครเมตร)	ความยาวเซลล์ปากใบ เฉลี่ย (ไมโครเมตร)	จำนวนปากใบต่อพื้นที่ เฉลี่ย	ขนาดละอองเกสร เฉลี่ย (ไมโครเมตร)	ความมีชีวิต ของละอองเกสร (%)
ต้นดิพลอยด์	15.50 ± 5.20[1/ b2/]	19.50 ± 2.05[b]	9.50 ± 1.44[a]	23.00 ± 2.58[b]	11.70 ± 1.49[b]
ต้นโพลีพลอยด์	18.50 ± 1.62[a]	30.00 ± 2.81[a]	3.90 ± 0.73[b]	39.00 ± 4.80[a]	72.20 ± 3.90[a]
t-test	**	**	**	**	**

หมายเหตุ ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

[1/] ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[2/] ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี t-test

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



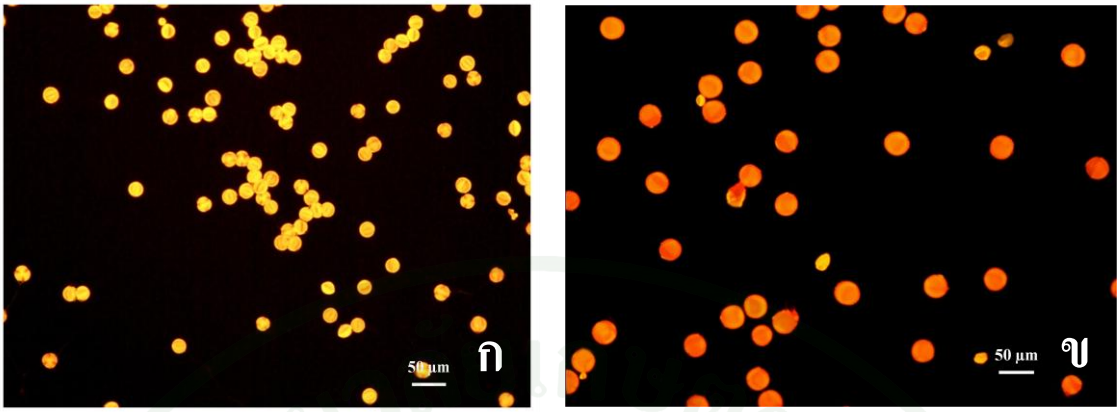
ภาพที่ 11 เปรียบเทียบลักษณะทางเซลล์วิทยาระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุรา พันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii*

(กำลังขยาย 400 เท่า; bar = 20 µm)

ก. และ ข. เซลล์ปากใบของต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์

ค. และ ง. ละอองเกสรของต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 12 เปรียบเทียบลักษณะการย้อมติดสีของละอองเกสรระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* เพื่อตรวจสอบความมีชีวิตของละอองเกสร ทดสอบด้วยการย้อมสี aceto-carmine (กำลังขยาย 100 เท่า; bar = 50 µm)

ก. ละอองเกสรของต้นดิพลอยด์

ข. ละอองเกสรของต้นโพลีพลอยด์

2.3 เปรียบเทียบอัตราการผสมติดระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*)

หลังจากผสมเกสรแววมยุราพันธุ์ลูกผสมของต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ด้วยมือแบบผสมตัวเอง โดยทำการผสมชนิดละ 100 ดอก เพื่อศึกษาอัตราการผสมติด พบว่าการผสมตัวเองของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมชนิดโพลีพลอยด์มีอัตราการผสมติดเป็น 67.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าต้นดิพลอยด์ที่มีอัตราการผสมติดเป็น 9.00 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 28)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 28 เปรียบเทียบอัตราการผสมติดระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุรา พันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii*

ชนิดพืช	จำนวนดอกที่ผสม (ดอก)	จำนวนดอกที่ผสมติด (ดอก)	อัตราการผสมติด (เปอร์เซ็นต์)
ต้นดิพลอยด์	100	9	9.00
ต้นโพลีพลอยด์	100	67	67.00

การทดลองที่ 3 การเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยา เซลล์วิทยา และอัตราการผสมติดระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง

3.1 เปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง

นำกิ่งแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองของต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ ชนิดละ 20 กิ่ง ความยาวประมาณ 7 เซนติเมตร มาปักชำในวัสดุปักชำ ศึกษาการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น คือ ความสูง ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนกิ่งแขนง ความหนาลำต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ และความหนาใบ พบว่าหลังจากปักชำ 30 วัน และ 60 วัน ต้นโพลีพลอยด์มีความสูง และความกว้างทรงพุ่มน้อยกว่าต้นดิพลอยด์ แต่จำนวนกิ่งแขนง ความหนาลำต้น ความกว้างใบ และความหนาใบมากกว่าต้นดิพลอยด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับความยาวใบของต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ หลังจากปักชำ 30 วัน แต่ความยาวใบของต้นโพลีพลอยด์จะมากกว่าต้นดิพลอยด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังจากปักชำ 60 วัน (ตารางที่ 29 และ 30) และพบว่าลักษณะใบมีการเปลี่ยนแปลง คือ ใบมีสีเขียวเข้มขึ้น มีขนาดใหญ่ขึ้น หนา พบการเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปทรงใบ คือ กลมคล้ายรูปไข่และบิดเบี้ยวเล็กน้อย (ภาพที่ 13 และ 14 ก-ข) และเมื่อศึกษาการเจริญเติบโตของดอก คือ ความกว้างดอก ความยาวดอก จำนวนดอก และความหนากลีบดอก พบว่าหลังจากปักชำ 30 วัน และ 60 วัน ต้นโพลีพลอยด์มีความกว้างดอก และความยาวดอกมากกว่า แต่มีจำนวนดอกน้อยกว่าต้นดิพลอยด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับความหนากลีบดอกของต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่าหลอดกลีบดอกของต้นโพลีพลอยด์สั้นกว่าต้นดิพลอยด์ (ตารางที่ 31 และ 32) (ภาพที่ 15 ก และ ข)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 29 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำกิ่ง 30 วัน

ชนิดพืช	ความสูงเฉลี่ย (เซนติเมตร)	ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย (เซนติเมตร)	จำนวนกิ่งแขนงเฉลี่ย (กิ่ง)	ความหนาลำต้นเฉลี่ย (เซนติเมตร)	ความกว้างใบเฉลี่ย (เซนติเมตร)	ความยาวใบเฉลี่ย (เซนติเมตร)	ความหนาใบเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
ต้นดิพลอยด์	9.25 ± 0.76[1/ a2/]	11.64 ± 0.51[a]	4.90 ± 0.53[b]	0.14 ± 0.02[b]	1.48 ± 0.01[b]	1.93 ± 0.02[a]	0.21 ± 0.03[b]
ต้นโพลีพลอยด์	7.64 ± 0.19[b]	9.66 ± 0.38[b]	6.53 ± 0.50[a]	0.19 ± 0.04[a]	1.69 ± 0.07[a]	2.07 ± 0.07[a]	0.28 ± 0.06[a]
t-test	**	**	**	**	**	ns	**

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

[1/] ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[2/] ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี t-test

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 30 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำกิ่ง 60 วัน

ชนิดพืช	ความสูงเฉลี่ย (เซนติเมตร)	ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย (เซนติเมตร)	จำนวนกิ่งแขนงเฉลี่ย (กิ่ง)	ความหนาลำต้นเฉลี่ย (เซนติเมตร)	ความกว้างใบเฉลี่ย (เซนติเมตร)	ความยาวใบเฉลี่ย (เซนติเมตร)	ความหนาใบเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
ต้นดิพลอยด์	11.02 ± 0.37[1/ a2/]	14.40 ± 0.32[a]	10.16 ± 0.25[b]	0.14 ± 0.01[b]	1.66 ± 0.03[b]	2.18 ± 0.08[b]	0.24 ± 0.03[b]
ต้นโพลีพลอยด์	8.81 ± 0.45[b]	11.22 ± 0.56[b]	13.36 ± 0.16[a]	0.20 ± 0.03[a]	2.18 ± 0.15[a]	2.48 ± 0.02[a]	0.31 ± 0.05[a]
t-test	**	**	**	**	**	**	**

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

[1/] ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[2/] ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี t-test

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 31 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของดอกระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำกิ่ง 30 วัน

ชนิดพืช	ความกว้างดอกเฉลี่ย (เซนติเมตร)	ความยาวดอกเฉลี่ย (เซนติเมตร)	จำนวนดอกเฉลี่ย (ดอก)	ความหนากลีบดอกเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
ต้นดิพลอยด์	$1.17 \pm 0.12^{1/\ b2/}$	1.33 ± 0.05^{b}	2.31 ± 0.07^{a}	0.10 ± 0.02^{a}
ต้นโพลีพลอยด์	1.65 ± 0.06^{a}	1.72 ± 0.02^{a}	1.41 ± 0.05^{b}	0.12 ± 0.03^{a}
t-test	**	**	**	ns

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

1/ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2/ ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี t-test

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 32 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของดอกระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำกิ่ง 60 วัน

ชนิดพืช	ความกว้างดอกเฉลี่ย (เซนติเมตร)	ความยาวดอกเฉลี่ย (เซนติเมตร)	จำนวนดอกเฉลี่ย (ดอก)	ความหนากลีบดอกเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
ต้นดิพลอยด์	$1.60 \pm 0.15^{1/\ b2/}$	1.89 ± 0.02^{b}	10.35 ± 0.23^{a}	0.13 ± 0.01^{a}
ต้นโพลีพลอยด์	1.97 ± 0.09^{a}	2.17 ± 0.04^{a}	4.49 ± 0.11^{b}	0.14 ± 0.03^{a}
t-test	**	**	**	ns

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

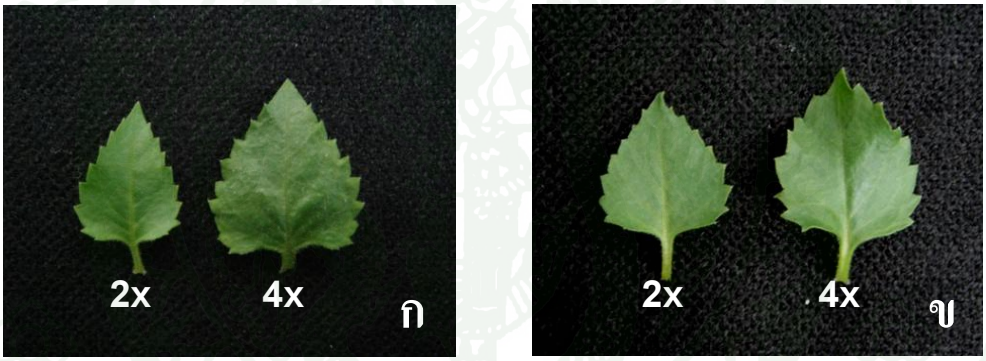
** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

1/ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2/ ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี t-test

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 13 เปรียบเทียบลักษณะลำต้นและใบระหว่างต้นดิพลอยด์ (2x) และต้นโพลีพลอยด์ (4x) ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง



ภาพที่ 14 เปรียบเทียบลักษณะใบระหว่างต้นดิพลอยด์ (2x) และต้นโพลีพลอยด์ (4x) ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง

ก. ใบมีขนาดใหญ่ หนา มีสีเขียวเข้มขึ้น

ข. ใบกลมคล้ายรูปไข่ บิดเบี้ยวเล็กน้อย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 15 เปรียบเทียบลักษณะดอกระหว่างต้นดิพลอยด์ (2x) และต้นโพลีพลอยด์ (4x) ของแววมยุรา พันธุ์กลายดอกสีเหลือง
ก. ดอกมีขนาดใหญ่ขึ้น
ข. หลอดกลีบดอกสั้นลง

3.2 เปรียบเทียบลักษณะทางเซลล์วิทยาระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง

เมื่อนำแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองของต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์มาศึกษาลักษณะทางเซลล์วิทยา คือ ความกว้างของเซลล์ปากใบ ความยาวของเซลล์ปากใบ จำนวนปากใบต่อพื้นที่ ขนาดละอองเกสร และความเป็นมีชีวิตของละอองเกสร พบว่าต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์มีลักษณะทางเซลล์วิทยาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยต้นโพลีพลอยด์มีความกว้างของเซลล์ปากใบ ความยาวของเซลล์ปากใบ และขนาดของละอองเกสรใหญ่มากกว่า แต่มีจำนวนปากใบต่อพื้นที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับต้นดิพลอยด์ (ภาพที่ 16 ก-ง) และเมื่อตรวจสอบความมีชีวิตของละอองเกสร โดยทดสอบด้วยการย้อมสี aceto-carmine แล้วนำมาตรวจนับด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่าต้นโพลีพลอยด์มีจำนวนละอองเกสรที่ติดสีแดงเข้มมากกว่าต้นดิพลอยด์ จึงมีความมีชีวิตของละอองเกสรมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยต้นโพลีพลอยด์มีความมีชีวิตของละอองเกสรเฉลี่ย 65.00 ± 4.86 เปอร์เซ็นต์ และต้นดิพลอยด์มีความมีชีวิตของละอองเกสรเฉลี่ย 12.70 ± 2.83 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 33) (ภาพที่ 17 ก และ ข)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 33 เปรียบเทียบลักษณะทางเซลล์วิทยาระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง หลังปักชำกิ่ง 60 วัน

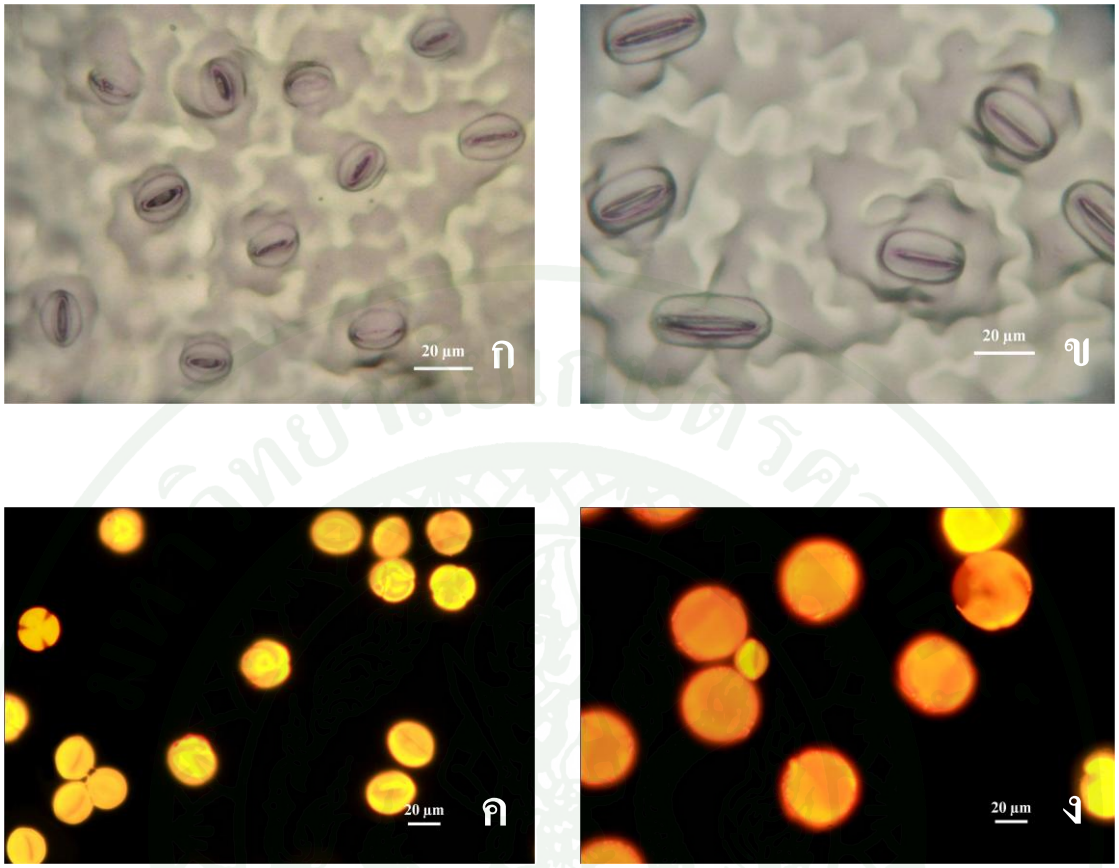
ชนิดพืช	ความกว้างเซลล์ปากใบ เฉลี่ย (ไมโครเมตร)	ความยาวเซลล์ปากใบ เฉลี่ย (ไมโครเมตร)	จำนวนปากใบต่อพื้นที่ เฉลี่ย	ขนาดละอองเกสร เฉลี่ย (ไมโครเมตร)	ความมีชีวิต ของละอองเกสร (%)
ต้นดิพลอยด์	11.00 ± 2.85[1/ b2/]	17.50 ± 2.20[b]	8.00 ± 1.15[a]	28.00 ± 1.05[b]	12.70 ± 2.83[b]
ต้นโพลีพลอยด์	17.50 ± 2.32[a]	28.50 ± 2.74[a]	5.20 ± 0.79[b]	42.50 ± 5.15[a]	65.00 ± 4.86[a]
t-test	**	**	**	**	**

หมายเหตุ ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

[1/] ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[2/] ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี t-test

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

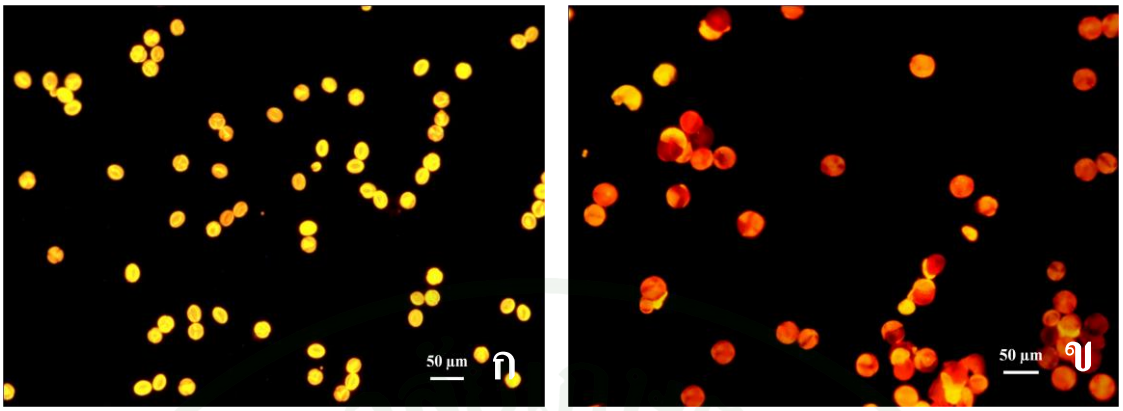


ภาพที่ 16 เปรียบเทียบลักษณะทางเซลล์วิทยาระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุรา พันธุ์กลายดอกสีเหลือง (กำลังขยาย 400 เท่า; bar = 20 µm)

ก. และ ข. เซลล์ปากใบของต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์

ค. และ ง. ละอองเกสรของต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 17 เปรียบเทียบลักษณะการย้อมติดสีของละอองเกสรระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง เพื่อตรวจสอบความมีชีวิตของละอองเกสร ทดสอบด้วยการย้อมสี aceto-carmine (กำลังขยาย 100 เท่า; bar = 50 µm)
ก. ละอองเกสรของต้นดิพลอยด์
ข. ละอองเกสรของต้นโพลีพลอยด์

3.3 เปรียบเทียบอัตราการผสมติดระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง

หลังจากผสมเกสรแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองของต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ด้วยมือแบบผสมตัวเอง โดยทำการผสมชนิดละ 50 ดอก เพื่อศึกษาอัตราการผสมติด พบว่าการผสมตัวเองของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองชนิดโพลีพลอยด์มีอัตราการผสมติดเป็น 52.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าต้นดิพลอยด์ที่มีอัตราการผสมติดเป็น 6.00 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 34)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 34 เปรียบเทียบอัตราการผสมติดระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุรา พันธุ์กลายดอกสีเหลือง

ชนิดพืช	จำนวนดอกที่ผสม (ดอก)	จำนวนดอกที่ผสมติด (ดอก)	อัตราการผสมติด (เปอร์เซ็นต์)
ต้นดิพลอยด์	50	3	6.00
ต้นโพลีพลอยด์	50	26	52.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิจารณ์

ผลการศึกษาการชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ในแววมยุรา 2 พันธุ์ คือแววมยุราพันธุ์ลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* กับ *Torenia baillonii* และแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองด้วยการใช้สารโคลชิซินชนิดเม็ด โดยนำก้านใบไปแช่ในสารละลายโคลชิซินความเข้มข้นต่าง ๆ คือ 0 5 10 15 และ 20 ppm ในแต่ละความเข้มข้นใช้เวลาในการแช่ คือ 0 1 2 และ 3 วัน หลังจากนำใบไปปักชำในวัสดุปักชำ ศึกษาความเข้มข้นและระยะเวลาของสารละลายโคลชิซินจากยาเม็ดรักษาโรคเก๊าท์ที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดต้นโพลีพลอยด์ในแววมยุราทั้ง 2 พันธุ์ และเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยา เซลล์วิทยา และอัตราการผสมติดระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราทั้ง 2 พันธุ์

ศึกษาความเข้มข้นและระยะเวลาของสารละลายโคลชิซินจากยาเม็ดรักษาโรคเก๊าท์ที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดต้นโพลีพลอยด์

หลังจากนำใบของแววมยุราทั้ง 2 พันธุ์ ไปปักชำในวัสดุปักชำ บันทึกผลการรอดชีวิตที่ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน พบว่าชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตเฉลี่ยสูงสุด และเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตจะลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารละลายสูงขึ้นและระยะเวลาในการแช่นานขึ้น เนื่องมาจากสารโคลชิซินไม่ได้จำกัดอยู่ที่เฉพาะการแบ่งเซลล์เท่านั้น แต่จะแพร่เข้าไปในส่วนประกอบต่าง ๆ ภายในเซลล์ ทำให้เกิดความเป็นพิษได้เมื่อได้รับความเข้มข้นสูง (Dermen, 1940) โดยสารโคลชิซินมีผลทำให้ความหนืดของไซโตพลาซึมเปลี่ยนแปลงไป การทำงานของเซลล์จึงผิดปกติ (Cook and Loudon, 1952) หรือชักนำให้เกิดการเพิ่มจำนวนโครโมโซมทำให้เซลล์เสียสมดุลและตายได้ (Distabanjong *et al*., 2007) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของเปรมจิต (2549) ที่ได้ศึกษาผลของโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาต่าง ๆ ที่มีต่อเนื้อเยื่อปลายยอดของกล้วยเล็บมือนาง พบว่าการใช้สารโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาเพิ่มขึ้นทำให้อัตราการรอดชีวิตของเนื้อเยื่อปลายยอดลดลง และภาสันต์ (2540) ซึ่งทำการชักนำต้นอ่อนกล้วยไข่ให้กลายพันธุ์ในสภาพปลอดเชื้อโดยใช้สารโคลชิซิน 0 0.5 0.75 1.0 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ DMSO 2 เปอร์เซ็นต์ นาน 2.5 5.0 7.5 ชั่วโมง ตามลำดับ พบว่าเมื่อความเข้มข้นของสารก่อกลายพันธุ์เพิ่มมากขึ้นและระยะเวลาที่ได้รับสารนานขึ้นทำให้มีอัตราการรอดชีวิตลดลง และการทดลองของ Havas (1940) พบว่าเมื่อทดลองแช่เมล็ดพริกในสารละลายโคลชิซินที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ ในเวลาต่างกัน พบว่าระดับความเข้มข้นของโคลชิซินที่สูงและระยะเวลาในการแช่ที่นานทำให้มีเปอร์เซ็นต์การตายเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ Espino และ Vazquez (1981) พบว่าเมื่อนำใบแอฟริกันไวโอเล็ตไปแช่ในสารโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พบว่าสารโคลชิซินที่มีความเข้มข้นสูงทำให้ชิ้นส่วนของพืชตาย โดยสารละลายโคลชิซินมีความเป็นพิษต่อพืช การนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ จำเป็นต้องหาระดับที่เหมาะสม ถ้าความเข้มข้นและระยะเวลาไม่เหมาะสมจะทำให้พืชไม่พัฒนาและตายได้ ซึ่งความเข้มข้นของโคลชิซินจะผันแปรไปตามชนิดพืชและส่วนของพืชที่ใช้ (อดิศร, 2539; Takamura and Miyajima, 1996; Van *et al.,* 1992)

เมื่อบันทึกการเจริญเติบโตที่ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน หลังจากนำใบไปปักชำ เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของสารโคลชิซินและระยะเวลาที่แช่ก้านใบต่อความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และจำนวนกิ่งแขนงของแววมยุราทั้ง 2 พันธุ์ จากการทดลองศึกษาในแววมยุราพันธุ์ลูกผสม พบว่าความเข้มข้นของสารโคลชิซินต่อความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และจำนวนกิ่งแขนงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับระยะเวลาที่แช่ก้านใบมีผลต่อความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และจำนวนกิ่งแขนง หลังจากปักชำใบ 30 วัน แต่หลังจากปักชำใบ 60 วัน และ 90 วัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และอิทธิผลร่วมระหว่างปัจจัยทั้ง 2 ต่อความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และจำนวนกิ่งแขนงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อศึกษาในแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง พบว่าความเข้มข้นของสารโคลชิซินต่อความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และจำนวนกิ่งแขนงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับระยะเวลาที่แช่ก้านใบมีผลต่อความสูงหลังจากปักชำใบ 30 วัน แต่หลังจากปักชำใบ 60 วัน และ 90 วัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และพบว่าระยะเวลาที่แช่ก้านใบต่อความกว้างทรงพุ่มหลังจากปักชำใบ 30 วัน และ 90 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ และ 95 เปอร์เซ็นต์ แต่หลังจากปักชำใบ 60 วัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และระยะเวลาที่แช่ก้านใบต่อจำนวนกิ่งแขนงหลังจากปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้อิทธิผลร่วมระหว่างปัจจัยทั้ง 2 ต่อความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และจำนวนกิ่งแขนงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งโดยส่วนใหญ่พบว่าต้นในกลุ่มชุดควบคุมของแววมยุราทั้ง 2 พันธุ์ มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และจำนวนกิ่งแขนงมากกว่าต้นที่ได้รับสารละลายโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาต่าง ๆ ซึ่งบางต้นโตช้า มีความสูงและความกว้างทรงพุ่มน้อย บางต้นโตเร็ว มีความสูงและความกว้างทรงพุ่มมาก บางต้นแตกกิ่งแขนงเยอะติดกันเป็นกระจุก และบางต้นแตกกิ่งแขนงน้อย มีลักษณะแคระแกรน และที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้นและระยะเวลาที่แช่ก้านใบนานขึ้น การเจริญเติบโตของแววมยุราทั้ง 2 พันธุ์ มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากเมื่อเซลล์ได้รับสารโคลชิซินจะทำให้เกิดความล่าช้าในการแบ่งเซลล์ และเซลล์จะชะงักการแบ่งเซลล์ไประยะหนึ่ง หลังจากนั้นจะสามารถแบ่งตัวได้ตามปกติ (สิรนุช, 2540) หรืออาจเกิดจากการแช่สารละลายโคลชิซินนานเกินไปทำให้พืชได้จำนวนโครโมโซมเกินระดับที่ต้องการจนทำให้เซลล์เสียสมดุลย์ แต่ทั้งนี้ขึ้นกับการตอบสนองของเซลล์ใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พืชแต่ละชนิดด้วย (วิทยา, 2527) และสารโคลชิซินสามารถชักนำให้เกิดการเพิ่มจำนวนโครโมโซมเป็นสองเท่า มีผลให้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากได้เพิ่มขนาดของเซลล์ที่กำลังเจริญให้มีขนาดใหญ่ขึ้น มีจำนวนเซลล์รวมลดลง จึงทำให้พืชมีอัตราการเจริญเติบโตช้ากว่าปกติ (นพพร, 2546; Chandrasekharan *et al.*, 1975) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของทิวา (2533) ที่ได้ศึกษาผลของสารโคลชิซินต่อการกลายพันธุ์ของแกลดิโอลัสในสภาพปลอดเชื้อ โดยใช้ความเข้มข้น 0 50 100 และ 200 ppm นาน 6 12 24 และ 36 ชั่วโมง พบว่าความเข้มข้นของสารโคลชิซินมีผลต่อน้ำหนัก ขนาดของแคลลัส ความสูงของต้น และความหนาของใบ นอกจากนี้ยังพบว่าสารโคลชิซินทำให้น้ำหนัก ขนาดของแคลลัส และความสูงของต้นมีแนวโน้มลดลงเมื่อความเข้มข้นเพิ่มสูงขึ้น แต่ทำให้ใบหนาขึ้น ส่วนระยะเวลาในการแช่สารโคลชิซินมีผลต่อน้ำหนักและขนาดของแคลลัส แต่ไม่มีผลต่อความสูงของต้น ความหนาของใบ ขนาดปากใบ น้ำหนักและขนาดของหัวย่อย โดยยิ่งเพิ่มระยะเวลาในการแช่สารนานขึ้นมีผลให้น้ำหนักและขนาดของแคลลัสลดลง ส่วนการใช้สารโคลชิซินความเข้มข้นต่าง ๆ และระยะเวลาในการแช่สารไม่มีผลต่อน้ำหนัก ขนาดของแคลลัส ความสูงของต้น ความหนาของใบ ขนาดปากใบ และน้ำหนักและขนาดของหัวย่อย และ วีรภัทรา (2552) ได้ศึกษาผลของโคลชิซินต่อการเติบโตและชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ของเอื้องดินใบหมากชนิดดอกสีขาว ซึ่งการให้สารละลายโคลชิซินความเข้มข้น 0 0.005 0.010 0.025 และ 0.050 เปอร์เซ็นต์ แก่ชิ้นส่วนโปรโตคอร์มเป็นเวลา 5 วัน พบว่าสารละลายโคลชิซินทุกความเข้มข้นมีผลทำให้ความสูงต้น ความยาวใบ จำนวนราก และความยาวรากลดลง และสารละลายโคลชิซินความเข้มข้น 0.050 เปอร์เซ็นต์ มีผลให้ความสูงต้น ความยาวใบ ความยาวราก และจำนวนรากลดลง ในขณะที่ความกว้างใบเพิ่มขึ้น และการทดลองของ Silva *et al.* (2000) พบว่าการใช้สารละลายโคลชิซินความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ ทำให้โปรโตคอร์มของกล้วยไม้ *Cattleya intermedia* L. มีการตายมากที่สุด และพืชที่ได้รับสารละลายโคลชิซินมีการเจริญเติบโตลดลง

สำหรับการตรวจหาพืชที่ถูกชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ วิธีที่ดีที่สุด คือ การตรวจนับจำนวนโครโมโซม ซึ่งมักจะนิยมใช้เป็นวิธีสุดท้ายเพราะเป็นวิธีที่ต้องใช้เวลามาก สำหรับเกณฑ์แรก ๆ ที่ใช้คือ การสังเกตลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ รูปร่าง และขนาดของส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ใบ ดอก ผล และเมล็ด โดยจะทำให้สามารถแยกพืชได้เป็น 2 กลุ่ม คือพวกที่ตอบสนองต่อสารโคลชิซิน กับพวกที่ไม่ตอบสนองต่อสารโคลชิซิน หรือการวัดขนาดของปากใบ ตลอดจนขนาดของละอองเกสร ซึ่งจะมีขนาดใหญ่กว่าต้นปกติ (วิมล, 2527) จึงทำการคัดเลือกต้นที่คาดว่าจะเป็นโพลีพลอยด์จากแววมยุราทั้ง 2 พันธุ์ โดยพืชจะมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานวิทยา คือ มีการเจริญเติบโตช้าลง ใบมีสีเขียวเข้มขึ้น หนา ใบและดอกมีขนาดใหญ่ขึ้น หลังจากนั้นวัดความยาวของเซลล์ปากใบ และคัดเลือกต้นที่มีความยาวของเซลล์ปากใบมากกว่าต้นในกลุ่มชุดควบคุม พบว่าสามารถคัดเลือกต้นแววมยุรา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พันธุ์ลูกผสมที่มีความยาวของเซลล์ปากใบเฉลี่ยมากกว่าต้นในชุดควบคุมได้จำนวนทั้งหมด 14 ต้น ดังนี้ ต้นที่ 1 5-1-1 ต้นที่ 2 5-1-2 ต้นที่ 3 10-1-1 ต้นที่ 4 10-1-2 ต้นที่ 5 10-2-1 ต้นที่ 6 15-1-1 ต้นที่ 7 15-2-1 ต้นที่ 8 15-2-2 ต้นที่ 9 15-2-3 ต้นที่ 10 15-2-4 ต้นที่ 11 20-1-1 ต้นที่ 12 20-2-1 ต้นที่ 13 20-2-2 และ ต้นที่ 14 20-2-3 และสามารถคัดเลือกต้นแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองที่มีความยาวของเซลล์ปากใบเฉลี่ยมากกว่าต้นในชุดควบคุมได้จำนวนทั้งหมด 7 ต้น ดังนี้ ต้นที่ 1 15-1-1 ต้นที่ 2 15-2-1 ต้นที่ 3 15-2-2 ต้นที่ 4 20-1-1 ต้นที่ 5 20-1-2 ต้นที่ 6 20-1-3 และ ต้นที่ 7 20-2-1 ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Ye *et al.* (2010) ที่ได้ศึกษายี่เข่ง 3 สายพันธุ์ คือ 'Zi Wei' 'Hong Wei' และ 'Yin Wei' โดยให้สารโคลชิซินกับปลายยอดของต้นกล้าในระยะใบเลี้ยงของยี่เข่ง เมื่อทดลองให้ความเข้มข้นของสารโคลชิซินและใช้ระยะเวลาในการให้สารแตกต่างกัน พบว่าการสังเกตลักษณะทางสัณฐานวิทยา และเซลล์วิทยา เช่น ใบมีขนาดใหญ่และหนาขึ้น ใบมีสีเขียวเข้มขึ้น เซลล์ปากใบมีขนาดใหญ่ขึ้น ความหนาแน่นของเซลล์ปากใบลดลงทั่วทั้งผิวใบด้านล่าง และจำนวนคลอโรพลาสต์ในเซลล์คุมที่ปากใบเพิ่มขึ้น สามารถนำมาใช้ในการคัดเลือกเบื้องต้นสำหรับต้นที่สันนิษฐานว่าเป็นเตตราพลอยด์จากประชากรขนาดใหญ่ของต้นที่ได้รับสารโคลชิซิน และภาสันต์ (2540) ซึ่งทำการชักนำต้นอ่อนกล้วยไข่ให้กลายพันธุ์ในสภาพปลอดเชื้อโดยใช้สารโคลชิซิน พบว่าเมื่อคัดเลือกต้นที่มีความยาวของเซลล์ปากใบประมาณ 1.5 เท่า ของต้นปกติ นำไปศึกษาโครโมโซม พบว่าต้นควบคุมมีจำนวนโครโมโซม 2n = 22 และต้นที่ได้รับสารก่อกลายพันธุ์มีจำนวนโครโมโซมทั้ง 2n = 22 และ 2n = 44 โดยสามารถคัดเลือกต้นที่มีจำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้นเป็น 2n = 44 (tetraploid) ได้ 3 หมายเลข ซึ่งได้จากการใช้สารโคลชิซิน 1.0 เปอร์เซ็นต์ นาน 7.5 ชั่วโมง

เมื่อนำต้นแววมยุราทั้ง 2 พันธุ์ ที่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานวิทยา และมีความยาวของเซลล์ปากใบเฉลี่ยมากกว่าต้นในชุดควบคุมมาศึกษาจำนวนโครโมโซม เพื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม พบว่าต้นแววมยุราพันธุ์ลูกผสมที่ได้รับสารละลายโคลชิซินมีจำนวนโครโมโซมเปลี่ยนแปลงได้ต้นเตตราพลอยด์ทั้งหมด 14 ต้น ซึ่งมีจำนวนโครโมโซมเป็น 2n = 4x = 34 เมื่อเปรียบเทียบกับต้นควบคุมที่มีจำนวนโครโมโซมเป็น 2n = 2x = 17 สำหรับต้นแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองมีจำนวนโครโมโซมเปลี่ยนแปลงได้ต้นเตตราพลอยด์ทั้งหมด 7 ต้น ซึ่งมีจำนวนโครโมโซมเป็น 2n = 4x = 34 เมื่อเปรียบเทียบกับต้นควบคุมที่มีจำนวนโครโมโซมเป็น 2n = 2x = 17 เช่นเดียวกัน เนื่องจากโคลชิซินจัดเป็นสารก่อกลายพันธุ์ประเภท antimitotic agent ซึ่งจะมีผลขัดขวางการแบ่งเซลล์ในกระบวนการไมโตซิส (mitosis) โดยการเข้าทำปฏิกิริยารวมตัวกับโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบของ microtubule ทำให้ไม่สามารถต่อกันเป็น spindle fiber ที่จะเข้าจับกับโครโมโซมจึงทำให้โครโมโซมไม่เคลื่อนเข้าสู่ขั้วเซลล์ในระยะแอนาเฟส (anaphase) จำนวนโครโมโซมภายในเซลล์จึงเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า (Elliott, 1958) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สัณฐิตา (2552) ที่ศึกษาผลของสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินต่อการเปลี่ยนแปลงของแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* และแววมยุราสายพันธุ์ป่า โดยการตัดใบแล้วนำก้านใบไปแช่ในสารละลายจากเม็ดยาโคลชิซิน ที่ระดับความเข้มข้น 0 ppm 5 ppm 10 ppm 15 ppm และ 20 ppm เป็นเวลา 0 1 2 และ 3 วัน พบว่าสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินสามารถชักนำให้แววมยุราทั้ง 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 และ Tandon and Bhutani (1965) ได้ศึกษาการใช้สารโคลชิซินในการเหนี่ยวนำให้เกิดการเพิ่มจำนวนชุดของโครโมโซมในแววมยุรา (*Torenia fournieri*) โดยใช้ความเข้มข้น 0.05 0.10 0.20 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 ชั่วโมง ชิ้นส่วนของพืชที่นำมาให้สารละลายโคลชิซิน คือ ต้นอ่อนที่ได้จากการเจริญเติบโตของเมล็ด มีใบเลี้ยง 4-6 ใบ ได้ต้นที่มีลักษณะโครโมโซมเป็นเตตราพลอยด์ (tetraploid) ขนาดของเซลล์ใหญ่ขึ้น ซึ่งเป็นการพัฒนาสายพันธุ์แววมยุราให้มีลักษณะที่ดียิ่งขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยอื่น ๆ เช่น เอื้องใบไผ่ (ทรงชัย, 2551) หน้าวัว (วิชชุตา, 2537) กล้วยไม้ดินหมูกลิ้ง (วิไลลักษณ์ และ สุขไพท, 2551) เยอบีร่า (สุมนา, 2549) องุ่น (Yang *et al.*, 2006) ยี่เข่ง (Ye *et al.,* 2010) และแตงไทย (Zhang *et al.,* 2010)

เมื่อศึกษาความถี่ของการเกิดเตตราพลอยด์ของแววมยุราทั้ง 2 พันธุ์ พบว่าสามารถชักนำแววมยุราพันธุ์ลูกผสมให้เกิดต้นเตตราพลอยด์มากที่สุด โดยใช้สารละลายโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้น 15 ppm ระยะเวลาในการแช่ 2 วัน ซึ่งสามารถชักนำให้เกิดต้นเตตราพลอยด์ 4 ต้น และมีความถี่ของการเกิดเตตราพลอยด์ คือ 0.08 สำหรับแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองสามารถชักนำให้เกิดต้นเตตราพลอยด์มากที่สุด เมื่อใช้สารละลายโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm ระยะเวลาในการแช่ 1 วัน ซึ่งสามารถชักนำให้เกิดต้นเตตราพลอยด์ 3 ต้น และมีความถี่ของการเกิดเตตราพลอยด์ คือ 0.06 อาจเนื่องมาจากสารโคลชิซินมีผลในการชักนำให้เกิดการเพิ่มจำนวนชุดโครโมโซม และมีความเป็นพิษต่อพืช การนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ จำเป็นต้องหาระดับที่เหมาะสม ถ้าความเข้มข้นและระยะเวลาไม่เหมาะสมจะทำให้พืชไม่พัฒนาและตายได้ ซึ่งความเข้มข้นของโคลชิซินจะผันแปรไปตามชนิดพืชและส่วนของพืชที่ใช้ (อดิศร, 2539; เอกรินทร์, 2525; Takamura and Miyajima, 1996; Van *et al.,* 1992) หรืออาจเกิดจากที่เซลล์ทุกเซลล์ไม่ได้ตอบสนองต่อการชักนำของสารเคมีในระดับเดียวกัน จึงทำให้พืชมีโอกาสเกิดโพลีพลอยด์กับเซลล์บางกลุ่มเท่านั้น (วิมล, 2527) นอกจากนี้ Dermen (1940) ได้กล่าวว่าการชักนำด้วยสารโคลชิซินแล้วไม่ได้ผล มักเป็นผลมาจากการที่สารโคลชิซินไม่สามารถผ่านหรือซึมเข้าไปยังกลุ่มเนื้อเยื่อเป้าหมายได้ หรือการที่เนื้อเยื่อนั้น ๆ มีความต้านทานต่อสารชนิดนี้สูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยา เซลล์วิทยา และอัตราการผสมติดระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์

เมื่อนำกิ่งแววมยุราทั้ง 2 พันธุ์ ของต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์มาปักชำ หลังจากปักชำ 30 วัน และ 60 วัน ศึกษาการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น พบว่าต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมมีความสูง ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนกิ่งแขนงมากกว่าต้นดิพลอยด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองมีความสูง และความกว้างทรงพุ่มน้อยกว่า แต่จำนวนกิ่งแขนงมากกว่าต้นดิพลอยด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องจากสารโคลชิซินสามารถชักนำให้เกิดการเพิ่มจำนวนโครโมโซมเป็นสองเท่าทำให้ต้นโพลีพลอยด์มีอัตราการเจริญเติบโตช้ากว่าปกติ (Chandrasekharan *et al.*, 1975) โดยต้นโพลีพลอยด์จะมีวัฏจักรของการแบ่งเซลล์แบบไมโตซิสยาวนานกว่าต้นปกติหรือต้นดิพลอยด์ เพราะต้องใช้เวลาในการสังเคราะห์องค์ประกอบต่าง ๆ ของเซลล์เพิ่มขึ้น จึงทำให้มีการเจริญเติบโตช้ากว่าต้นปกติหรือต้นดิพลอยด์ หรืออาจมีสาเหตุจากการที่สารโคลชิซินตกค้างอยู่ในเซลล์ ซึ่งลักษณะนี้จะหายไปในรุ่นต่อไป (Derman, 1940) นอกจากนี้แววมยุราทั้ง 2 พันธุ์ มีความหนาลำต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ และความหนาใบมากกว่าต้นดิพลอยด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบลักษณะใบของต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมมีการเปลี่ยนแปลง คือ ใบมีสีเขียวเข้มขึ้น มีขนาดใหญ่ขึ้น หนา ขอบใบหยัก พบการเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปทรงใบ 3 ลักษณะ คือ รูปสามเหลี่ยมปลายใบแหลม กลมป้อมคล้ายรูปไข่ และค่อนข้างกลมโคนใบตัดตรง ส่วนลักษณะใบของต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองมีการเปลี่ยนแปลง คือ ใบมีสีเขียวเข้มขึ้น มีขนาดใหญ่ขึ้น หนา พบการเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปทรงใบ คือ กลมคล้ายรูปไข่และบิดเบี้ยวเล็กน้อย อาจเนื่องมาจากการที่พืชโพลีพลอยด์มีขนาดใหญ่กว่าดิพลอยด์ จึงมีการเพิ่มขนาดและปริมาตรของเซลล์ จำนวนคลอโรฟิลก็จะเพิ่มเป็นสัดส่วนกับความหนาของใบ นอกจากนี้การใช้สารโคลชิซินอาจทำให้เกิดลักษณะผิดปกติของต้นและใบ โดยสารโคลชิซินอาจจะมีการสะสมอยู่ในไซโตพลาสซึมมีผลทำให้พืชมีการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยา เช่น ใบหนา ย่น ใบบิดเบี้ยวได้ ซึ่งการเกิดลักษณะผิดปกตินี้อาจจะหายไปในรุ่นต่อไป หรือบางต้นยังคงลักษณะผิดปกติ แสดงว่าอาจจะเกิดจากความผิดปกติระดับยีนหรือโครโมโซมก็เป็นได้ (Dermen, 1940; Eigsti, 1938; Eigsti, 1957; Havas, 1940) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของทรงชัย (2551) ที่ได้ศึกษาการชักนำให้เกิดการเพิ่มจำนวนชุดโครโมโซมของเอื้องใบไผ่ (*Arundina graminifolia* D.Don. Hochr.) ที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซิน 0 0.01 0.025 0.05 และ 0.1 เปอร์เซ็นต์ กับชิ้นส่วนโปรโตคอร์ม เป็นเวลา 10 วัน พบว่าต้นที่ได้รับสารละลายโคลชิซินที่ความเข้มข้นสูงมีผลทำให้ต้นและลำลูกกล้วยแคระแกร็น ต้นมีการเจริญเติบโตช้า บางต้นมีการแตกกอเป็นกระจุก ใบซ้อนกันแน่น ใบหนา แข็ง มีสีเขียวเข้ม จำนวนใบน้อยลง ใบมีทั้งหดสั้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และเรียวยาว ปลายใบมีหยักเว้า แผ่นใบแนบติดกับปลายยอด อีกทั้งมีจำนวนรากลดลงสอดคล้องกับการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น และ Zhang *et al.* (2010) ซึ่งได้ชักนำให้เกิดต้นแตงไทยชนิดเตตราพลอยด์จากแตงไทย *Cucumis melo* พันธุ์แท้ 'M01-3' ชนิดดิพลอยด์ (2n = 24) โดยใช้สารโคลชิซิน เมื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแตงไทยชนิดดิพลอยด์ และเตตราพลอยด์ พบว่าใบและดอกของต้นเตตราพลอยด์มีขนาดใหญ่กว่า ต้นสูงกว่า และลำต้นมีความหนากว่าต้นดิพลอยด์อย่างเห็นได้ชัด และการทดลองของ Gu *et al.* (2005) ซึ่งชักนำให้เกิดเตตราพลอยด์ใน *Zizyphus jujube* Mill.av.Zhanhua โดยให้สารโคลชิซินความเข้มข้น 0.01 0.03 0.05 0.1 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ กับปลายยอดในอาหารเหลวภายใต้สภาวะไร้แสง นาน 24 48 72 และ 96 ชั่วโมง ได้ต้นเตตราพลอยด์เกิน 3 เปอร์เซ็นต์ เมื่อให้สารโคลชิซินความเข้มข้น 0.05 เปอร์เซ็นต์ นาน 48 และ 72 ชั่วโมง และความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ นาน 24 และ 48 ชั่วโมง เมื่อนำออกปลูกพบว่า ลำต้นมีลักษณะกลมใหญ่ ใบค่อนข้างกลมและหนา ดอกมีขนาดใหญ่กว่าในต้นดิพลอยด์

เมื่อศึกษาการเจริญเติบโตของดอกของแววมยุราทั้ง 2 พันธุ์ พบว่าต้นโพลีพลอยด์มีความกว้างดอก และความยาวดอกมากกว่าต้นดิพลอยด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าจำนวนดอกของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมของต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ความหนากลีบดอกของต้นโพลีพลอยด์จะมากกว่าต้นดิพลอยด์ หลังจากปักชำ 30 วัน แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ หลังจากปักชำ 60 วัน นอกจากนี้ยังพบลักษณะกลีบดอกม้วนย่นในต้นโพลีพลอยด์ สำหรับจำนวนดอกของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองของต้นโพลีพลอยด์จะมีจำนวนดอกน้อยกว่าต้นดิพลอยด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความหนากลีบดอกของต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และพบว่าหลอดกลีบดอกของต้นโพลีพลอยด์สั้นกว่าต้นดิพลอยด์ เนื่องจากการชักนำให้เกิดการเพิ่มจำนวนโครโมโซมมักได้ต้นต่างๆ ที่มีลักษณะผิดไปจากต้นดิพลอยด์ (diploid) เช่น มีการเพิ่มขนาดของเซลล์เนื้อเยื่อเจริญ เซลล์มีขนาดใหญ่ขึ้น อวบน้ำมากขึ้น ทำให้อวัยวะหรือส่วนประกอบต่าง ๆ ของพืชมีขนาดใหญ่ขึ้นด้วย เช่น ลำต้น ใบ ราก ดอก และผล ซึ่งลักษณะนี้เรียกว่า gigas (ไพศาล, 2527) หรืออาจมีผลทำให้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาเปลี่ยนแปลงไปได้ (นพพร, 2546) นอกจากนี้โดยปกติแล้วอัตราการเจริญของออโตโพลีพลอยดีจะช้ากว่าดิพลอยด์ (diploid) จึงทำให้การเกิดดอกเกิดช้า ดอกและใบมีสีเข้มขึ้น ลำต้นเตี้ย ข้อ และปล้องสั้น (เบญจมาศ, 2545) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ye *et al.* (2010) ที่ให้สารโคลชิซินกับปลายยอดของต้นกล้าในระยะใบเลี้ยงของยี่เข่ง 3 สายพันธุ์ พบว่าลักษณะดอกในต้นเตตราพลอยด์ได้เพิ่มมูลค่าขึ้น โดยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของดอกแต่ละดอกมีขนาดเพิ่มขึ้น และความยาวฐานของกลีบดอกและเล็บ (claw) เพิ่มมากยิ่งขึ้น พบลักษณะกลีบดอกของต้นเตตราพลอยด์มีแนวโน้มที่จะม้วนย่นเพิ่มขึ้น สำหรับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของละอองเกสร และขนาดของฝักและเมล็ด มีขนาดใหญ่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มากกว่าต้นดิพลอยด์อย่างมีนัยสำคัญ และ สุมนา (2549) พบว่าเมื่อแช่ต้นอ่อนเยอบีร่าในโคลชิซิน ความเข้มข้น 400 ppm 48 ชั่วโมง และ 200 ppm 96 ชั่วโมง ทำให้เยอบีร่ามีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 2n = 4x = 100 แท่ง และเยอบีร่าที่ได้รับสารโคลชิซินความเข้มข้น 200 ppm 96 ชั่วโมง ดอกมีลักษณะบิดเบี้ยว รูปทรงของดอกผิดปกติไม่เป็นวงกลมหรือวงรี

เมื่อเปรียบเทียบลักษณะทางเซลล์วิทยาระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราทั้ง 2 พันธุ์ พบว่า ต้นโพลีพลอยด์มีความกว้างของเซลล์ปากใบ ความยาวของเซลล์ปากใบ ขนาดของละอองเกสร และความมีชีวิตของละอองเกสรมากกว่า แต่มีจำนวนปากใบต่อพื้นที่น้อยกว่าต้นดิพลอยด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เพราะว่าการใช้สารละลายโคลชิซินมีผลทำให้จำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้น จึงทำให้ขนาดของเซลล์ที่กำลังเจริญมีขนาดใหญ่ขึ้น มีจำนวนเซลล์รวมลดลง (นพพร, 2546; Elliott, 1958) หรืออาจเกิดจากพืชที่เป็นเตตราพลอยด์มีขนาดใหญ่กว่าดิพลอยด์ เพราะมีการเพิ่มขนาดและปริมาตรของเซลล์และเพิ่มการจับคู่ของโครโมโซม ซึ่งการที่พืชเป็นเตตราพลอยด์นอกจากจะทำให้พืชมีลักษณะภายนอกใหญ่ขึ้นแล้ว ยังพบว่าส่วนประกอบในเซลล์เปลี่ยนแปลงไป เช่น มีปริมาณน้ำตาลสูงขึ้นหรือรงควัตถุบางอย่างเพิ่มขึ้น (Derman, 1940) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ วีรภัทรา (2552) พบว่าสามารถทดลองใช้สารละลายโคลชิซินชักนำให้เกิดการเพิ่มชุดจำนวนโครโมโซมของเอื้องดินใบหมากจาก 2n = 2x = 40 เป็น 2n = 4x = 80 และต้นที่ได้รับการเพิ่มจำนวนชุดโครโมโซมเป็นเตตราพลอยด์มีผลต่อขนาดและจำนวนของปากใบ คือ ขนาดของปากใบของต้นที่ได้รับสารละลายโคลชิซินมีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าปากใบของต้นปกติ และต้นที่ได้รับสารละลายโคลชิซินมีจำนวนปากใบลดลงกว่าต้นปกติ และ Stanys *et al.* (2006) ได้ชักนำโพลีพลอยด์ใน *Chaenomeles japonica* ด้วยสารโคลชิซินในหลอดทดลอง พบว่าการแช่สารโคลชิซินความเข้มข้น 0.05-0.1 เปอร์เซ็นต์ สามารถเพิ่มจำนวนโครโมโซมเป็นเตตราพลอยด์ ซึ่งมีขนาดของปากใบใหญ่กว่าต้นดิพลอยด์ประมาณ 1 ส่วน 3 เมื่อนำมาปลูกพบว่าขนาดของผลไม่เปลี่ยนแปลงแต่สามารถลดปริมาณเมล็ดได้ และการทดลองของ สัณฐิตา (2552) พบว่าสารละลายจากเม็ดยาโคลชิซินมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะต่าง ๆ ของแววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้าของ *Torenia concolor* กับ *Torenia fournieri* และแววมยุราสายพันธุ์ป่า โดยพบลักษณะที่น่าสนใจ เช่น มีการเปลี่ยนแปลงของสีดอก และรูปทรงของดอก ดอกมีขนาดใหญ่ ลำต้นแข็งแรง ใบมีขนาดใหญ่ และหนาขึ้น เป็นต้น และพบว่าต้นโพลีพลอยด์มีขนาดของเซลล์ปากใบขนาดละอองเรณูมากกว่าต้นปกติ แต่มีเปอร์เซ็นต์ความเป็นหมันน้อยกว่าต้นปกติ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยอื่น ๆ ที่ศึกษาเรื่องการชักนำให้เกิดต้นเตตราพลอยด์และการเกิดตามธรรมชาติของต้นเตตราพลอยด์ โดยมักสังเกตพบว่าขนาดและจำนวนของเซลล์ปากใบ และจำนวนของคลอโรพลาสต์ (chloroplast) ภายในเซลล์คุม (guard cell) จะมีการเปลี่ยนแปลงในกรณีที่โครโมโซมเพิ่มขึ้นเป็นสอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เท่าเมื่อเทียบกับระยะดิพลอยด์ และเซลล์ที่ใช้ชี้วัดได้อย่างชัดเจนว่าพืชเป็นโพลีพลอยด์ ได้แก่ ขนาดของเซลล์ปากใบ (stomata) และขนาดละอองเกสร (pollen) (เบญจมาศ, 2545)

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการผสมติดระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราทั้ง 2 พันธุ์ พบว่าต้นดิพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสม และแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองมีอัตราการผสมติดเพียง 9.00 เปอร์เซ็นต์ และ 6.00 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากแววมยุราพันธุ์ลูกผสมเกิดจากการผสมระหว่างต้นแม่ คือ *Torenia fournieri* ซึ่งมีจำนวนโครโมโซมเป็น 2n = 18 กับต้นพ่อ คือ *Torenia bailonii* ซึ่งมีจำนวนโครโมโซมเป็น 2n = 16 ทำให้โครโมโซมของต้นแม่และต้นพ่อไม่สามารถมาจับคู่กันได้ เนื่องจากเป็นการผสมข้ามชนิด ทำให้ลูกผสมเป็นหมัน (2n = 17) โดยการเป็นหมันที่เกิดจากการผสมข้ามชนิดของพืชที่มีจีโนมแตกต่างกัน เมื่อเกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส โครโมโซมจะไม่มาจับคู่กัน การแยกตัวออกจากกันของโครโมโซมจึงเป็นไปอย่างสุ่ม ทำให้เกิดความไม่สมดุลของจำนวนโครโมโซมในเซลล์สืบพันธุ์ จึงเป็นหมัน (ประภา, 2550) ส่วนแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง ซึ่งได้กลายพันธุ์มาจากพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*) จะมีการเปลี่ยนแปลงสีดอก แต่ยังคงลักษณะความเป็นหมัน สำหรับต้นโพลีพลอยด์จะมีอัตราการผสมติดมากกว่าต้นดิพลอยด์ โดยต้นแววมยุราพันธุ์ลูกผสม และแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองมีอัตราการผสมติดเป็น 67.00 เปอร์เซ็นต์ และ 52.00 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากเมื่อโครโมโซมมีการเพิ่มจำนวนขึ้นเป็นเท่าตัว (polyploidization) คือ 2n = 34 จะทำให้ลูกชั่วต่อมาไม่เป็นหมัน และกลายเป็นจีโนมอัลโลเตตราพลอยด์ โครโมโซมจากฝ่ายพ่อและแม่จะไม่มาจับคู่กัน การจับคู่จะเกิดขึ้นระหว่างโครโมโซมที่มีจีโนมเหมือนกัน โครโมโซมจะจับคู่กันเป็นไบวาเลนต์ และแยกตัวออกจากกันอย่างปกติ (ประภา, 2550) สอดคล้องกับการทดลองของ Karpechenko (1928) ที่ได้ผสมพันธุ์ระหว่างแรดิช (*Raphanus sativus*, 2n = 18) กับกะหล่ำปลี (*Brassica oleracea*, 2n = 18) พบว่า ลูกผสมมีความเป็นหมันสูง เนื่องจากโครโมโซมจากฝ่ายพ่อและแม่ไม่สามารถมาจับคู่กันได้ เมื่อเพิ่มจำนวนโครโมโซมขึ้นเท่าตัว จะทำให้ไม่เป็นหมัน และมีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสที่เป็นปกติ เนื่องจากโครโมโซมในชุดโครโมโซมฝ่ายพ่อจะจับคู่กับโครโมโซมคู่เหมือนในชุดโครโมโซมฝ่ายพ่อด้วยกัน และเป็นไปในทำนองเดียวกับโครโมโซมในชุดโครโมโซมฝ่ายแม่ และถ้าเปรียบเทียบอัตราการผสมติดกับการตรวจสอบความมีชีวิตของละอองเกสรด้วยการย้อมสี aceto-carmine พบว่าความมีชีวิตของละอองเกสรแตกต่างกันมาก เนื่องจากการศึกษาด้วยการย้อมสีอาศัยการทำปฏิกิริยาของสารเคมีกับโครงสร้างเฉพาะ เช่น เอนไซม์ แป้ง โครมาติน และสารอื่น ๆ ที่มีประสิทธิภาพในการตอบสนองกับสีย้อม ซึ่งละอองเกสรเหล่านี้มีระดับขององค์ประกอบทางเคมีสูงพอที่จะย้อมติดสี (เกรียงศักดิ์ และคณะ, 2551) ดังนั้นการตรวจสอบด้วยวิธีการย้อมสีจึงเป็นเพียงการคาดคะเนความมีชีวิตของละอองเกสรในเบื้องต้นเท่านั้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุป

การศึกษาการชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ในแววมยุราพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*) และแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองด้วยการใช้สารโคลชิซินชนิดเม็ด โดยนำก้านใบจากต้นแววมยุราไปแช่ในสารละลายโคลชิซินจากยาเม็ดรักษาโรคเก๊าท์ความเข้มข้นต่าง ๆ คือ 0 5 10 15 และ 20 ppm โดยในแต่ละความเข้มข้นใช้เวลาในการแช่ คือ 0 1 2 และ 3 วัน พบว่าความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซินและระยะเวลาในการแช่ที่แตกต่างกันมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของแววมยุรา โดยเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตจะลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารละลายสูงขึ้นและระยะเวลาในการแช่นานขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม การศึกษาผลของความเข้มข้นของสารโคลชิซินและระยะเวลาที่แช่ก้านใบต่อการเจริญเติบโตของแววมยุรา หลังจากปักชำใบ 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน พบว่าต้นในกลุ่มชุดควบคุมมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และจำนวนกิ่งแขนงมากกว่าต้นที่ได้รับสารละลายโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาต่าง ๆ โดยที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้นและระยะเวลาที่แช่ก้านใบนานขึ้นการเจริญเติบโตมีแนวโน้มลดลง เมื่อคัดเลือกต้นที่สันนิษฐานว่าเป็นโพลีพลอยด์ โดยพืชจะมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานวิทยา และมีความยาวของเซลล์ปากใบเฉลี่ยมากกว่าต้นในกลุ่มชุดควบคุม พบว่าสามารถคัดเลือกต้นแววมยุราพันธุ์ลูกผสม และแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองได้จำนวน 14 ต้น และ 7 ต้น หลังจากนำมาศึกษาจำนวนโครโมโซม พบว่าต้นแววมยุราพันธุ์ลูกผสมที่ได้รับสารละลายโคลชิซินมีจำนวนโครโมโซมเปลี่ยนแปลงได้ต้นเตตราพลอยด์ทั้งหมด 14 ต้น สำหรับต้นแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองมีจำนวนโครโมโซมเปลี่ยนแปลงได้ต้นเตตราพลอยด์ทั้งหมด 7 ต้น ซึ่งมีจำนวนโครโมโซมเป็น $2n = 4x = 34$ และต้นควบคุมมีจำนวนโครโมโซมเป็น $2n = 2x = 17$ เช่นเดียวกันทั้ง 2 พันธุ์ เมื่อศึกษาความถี่ของการเกิดเตตราพลอยด์ พบว่าการใช้สารละลายโคลชิซินความเข้มข้น 15 ppm เป็นเวลา 2 วัน มีความเหมาะสมในการชักนำให้เกิดต้นโพลีพลอยด์ในแววมยุราพันธุ์ลูกผสม โดยสามารถชักนำให้เกิดต้นเตตราพลอยด์ 4 ต้น และมีความถี่ของการเกิดเตตราพลอยด์ คือ 0.08 และการใช้สารละลายโคลชิซินความเข้มข้น 20 ppm เป็นเวลา 1 วัน มีความเหมาะสมในการชักนำให้เกิดต้นโพลีพลอยด์ในแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง โดยสามารถชักนำให้เกิดต้นเตตราพลอยด์ 3 ต้น และมีความถี่ของการเกิดเตตราพลอยด์ คือ 0.06

เมื่อเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุรา 2 พันธุ์ ศึกษาการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น พบว่าต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมมีความสูง ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนกิ่งแขนงมากกว่าต้นดิพลอยด์ ส่วนต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองมีความสูง และความกว้างทรงพุ่มน้อยกว่า แต่จำนวนกิ่งแขนง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มากกว่าต้นดิพลอยด์ ซึ่งต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราทั้ง 2 พันธุ์ มีความหนาลำต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ และความหนาใบมากกว่าต้นดิพลอยด์ พบการเปลี่ยนแปลงลักษณะใบของแววมยุรา พันธุ์ลูกผสม คือ ใบมีสีเขียวเข้มขึ้น มีขนาดใหญ่ขึ้น หนา ขอบใบหยัก รูปทรงใบมีการเปลี่ยนแปลง 3 ลักษณะ คือ รูปสามเหลี่ยมปลายใบแหลม กลมป้อมคล้ายรูปไข่ และค่อนข้างกลมโคนใบตัดตรง และพบการเปลี่ยนแปลงลักษณะใบของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง คือ ใบมีสีเขียวเข้มขึ้น มีขนาดใหญ่ขึ้น หนา รูปทรงใบมีการเปลี่ยนแปลง คือ กลมคล้ายรูปไข่และบิดเบี้ยวเล็กน้อย เมื่อศึกษาการเจริญเติบโตของดอกแววมยุราทั้ง 2 พันธุ์ พบว่าต้นโพลีพลอยด์มีความกว้างดอก และความยาวดอกมากกว่าต้นดิพลอยด์ สำหรับต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมจำนวนดอกไม่มีความแตกต่างกัน ความหนากลีบดอกของต้นโพลีพลอยด์จะมากกว่าต้นดิพลอยด์ หลังจากปักชำ 30 วัน แต่ไม่มีความแตกต่างกันหลังจากปักชำ 60 วัน พบลักษณะกลีบดอกม้วนย่นในต้นโพลีพลอยด์ ส่วนต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองจะมีจำนวนดอกน้อยกว่าต้นดิพลอยด์ ความหนากลีบดอกของต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ไม่มีความแตกต่างกัน และพบว่าหลอดกลีบดอกของต้นโพลีพลอยด์สั้นกว่าต้นดิพลอยด์ เมื่อเปรียบเทียบลักษณะทางเซลล์วิทยาระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราทั้ง 2 พันธุ์ พบว่าต้นโพลีพลอยด์มีความกว้างของเซลล์ปากใบ ความยาวของเซลล์ปากใบ ขนาดของละอองเกสร และความมีชีวิตของละอองเกสรมากกว่า แต่มีจำนวนปากใบต่อพื้นที่น้อยกว่าต้นดิพลอยด์ การศึกษาอัตราการผสมติดระหว่างต้นดิพลอยด์และต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราทั้ง 2 พันธุ์ พบว่าต้นโพลีพลอยด์มีอัตราการผสมติดมากกว่าต้นดิพลอยด์

จากการทดลองครั้งนี้พบว่า ต้นโพลีพลอยด์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*) และแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลือง จะมีลักษณะที่ดีว่าต้นดิพลอยด์ เช่น ใบและดอกมีขนาดใหญ่ ใบหนา ลำต้นหนา มีความแข็งแรงทนทานมากกว่า และมีอัตราการผสมติดมากกว่า จึงมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ และสามารถใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมที่มีศักยภาพในการพัฒนาพันธุ์ใหม่ต่อไปได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

การทดลองใช้สารโคลชิซินชนิดเม็ดในการชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์พบว่า สารโคลชิซินจากยาเม็ดรักษาโรคเก๊าท์สามารถชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ในแววมยุราพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* × *Torenia baillonii*) และแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองได้ จึงเป็นทางเลือกที่ดีอีกทางหนึ่งในการปรับปรุงพันธุ์พืชโดยวิธีการเพิ่มจำนวนโครโมโซมด้วยการใช้สารโคลชิซินชนิดเม็ด เนื่องจากสามารถหาซื้อได้ตามร้านขายยาทั่วไป ราคาไม่แพง มีสารโคลชิซินอยู่ในเม็ดยาในปริมาณที่กำหนดตามฉลาก จึงมีความสะดวก และปลอดภัยในขั้นตอนการเตรียมสารละลายมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารโคลชิซินบริสุทธิ์ ซึ่งการสั่งซื้อสารยังมีข้อจำกัด เนื่องจากไม่ได้มีวางจำหน่ายโดยทั่วไป และมีราคาสูง นอกจากนี้สารโคลชิซินบริสุทธิ์มีลักษณะเป็นเกล็ดหรือเป็นผง ดังนั้นการเตรียมสารละลายต้องมีการชั่งตวงสาร จึงทำให้อาจเกิดการฟุ้งกระจาย และเป็นอันตรายต่อผู้วิจัยได้ถ้าสัมผัสโดยตรงทั้งในรูปผงหรือสารละลาย เนื่องจากสารโคลชิซินบริสุทธิ์ออกฤทธิ์คล้ายสารหนู (arsenic) ทำให้เกิดการบกพร่องของพัฒนาการของทารกในครรภ์ (teratogen) และอาจเป็นสารพิษ (carcinogen) ซึ่งถ้าได้รับสารในปริมาณมากอาจอันตรายถึงแก่ชีวิต สำหรับการนำสารโคลชิซินมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อทำให้เกิดการเพิ่มจำนวนชุดของโครโมโซมจะทำให้เกิดผลกระทบต่อพืช เนื่องจากสารโคลชิซินมีความเป็นพิษต่อพืช และพืชแต่ละชนิดจะตอบสนองต่อสารโคลชิซินแตกต่างกัน ส่งผลให้ความเข้มข้นและระยะเวลาที่ใช้จะผันแปรไปตามชนิดพืช และส่วนของพืชที่ใช้ ดังนั้นการนำสารโคลชิซินมาใช้จึงจำเป็นต้องหาระดับความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสม โดยอาจสืบค้นข้อมูลจากผลงานวิจัยอื่น ๆ และนำมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ก่องกานดา ชยามฤต. 2548. **ลักษณะประจำวงศ์พรรณไม้.** โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.

เกรียงศักดิ์ ไทยพงษ์, สุนี ดาแลหมัน และรวี เสรฐภักดี. 2551. อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาละอองเกสรอ่อน. **ว. วิทย์. กษ.** 39 (3) (พิเศษ): 36-39.

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

ทรงชัย แซ่ตั้ง. 2551. **การศึกษาลักษณะและการเพิ่มโครโมโซมของเอื้องใบไผ่.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ทิวา รักนิ่ม. 2533. **ผลของสาร colchicines ที่มีต่อการกลายพันธุ์ของแกลดิโอลัสในสภาพปลอดเชื้อ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทิวา ปาตีคำ และณัฐา ควรประเสริฐ. 2547. การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในงาเพื่อใช้เป็นไม้ประดับ. **วารสารเกษตร.** 20 (1): 19-31.

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

นันทิยา วรรธนะภูติ. 2545. **คู่มือการปลูกไม้ดอก.** สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

นพพร คล้ายพงษ์พันธุ์. 2546. **เทคนิคการปรับปรุงพันธุ์พืช.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เบญจมาศ ศิลาย้อย. 2545. **โพลีพลอยดี.** สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) สาขาชีววิทยา. แหล่งที่มา: http://kroo.ipst.ac.th/biology/main.php?url=article_view&article_id=9, 6 พฤศจิกายน, 2553.

ประดิษฐ์ พงศ์ทองคำ. 2541. **พันธุศาสตร์.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสร์, กรุงเทพฯ.

ประภา ศรีพิจิตต์. 2550. **เซลล์พันธุศาสตร์ที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช (Cytogenetics in Plant Breeding).** เอกสารคำสอนวิชาเซลล์พันธุศาสตร์ที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เปรมจิต รองสวัสดิ์. 2549. **การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในกล้วยเล็บมือนางโดยสารโคลชิซินและเอธิลมีเทนซัลโฟเนต.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยทักษิณ.

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

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2527. **หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช.** คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

ภาสันต์ ศารทูลทัต. 2540. **การชักนำให้กล้วยไข่กลายพันธุ์ในสภาพเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อด้วย colchicine และ oryzalin.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รังสฤษดิ์ กาวีต๊ะ. 2545. **การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช : หลักการและเทคนิค.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

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

วิทยา บัวเจริญ. 2527. **หลักการผสมและปรับปรุงพันธุ์พืช.** วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา, ชลบุรี.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

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

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

วีรภัทรา ทิพย์วารี. 2552. **ผลของโคลชิซินต่อการเติบโตและชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ของเอื้องดินใบหมาก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วิไลลักษณ์ ชินะจิตร และสุขไผท ศรีเมือง. 2551. ผลของโคลชิซินที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงระดับ ploidy ในกล้วยไม้ดินหมูกลิ้ง (*Eulophia andamanensis* Reichb.f.). **ว.กษ .วิทย์ .** 39 (3) (พิเศษ): 275-277.

ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา. 2551. **แววมยุรา *Torenia fournieri* Lind. ex Fourn.. วงศ์ SCROPHULARIACEAE.** แหล่งที่มา: http://www.dld.go.th/ncna_nak/torenia.html, 7 พฤศจิกายน, 2553.

สัณฐิตา ตังคจิวางกูร. 2552. **การชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ในแววมยุราด้วยการใช้โคลชิซินชนิดเม็ด.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุทัศน์ ศรีวัฒนพงศ์. 2528. **การปรับปรุงพันธุ์พืช.** ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุมนทิพย์ บุนนาค และปิยะดา ธีระกุลพิสุทธิ. 2551. **การชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ในกล้วยไม้ม้าวิ่ง (*Doritis pulcherima* Lindl.).** ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

สุมนา จำปา. 2549. **การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในเยอบีร่าโดยใช้สารโคลชิซินและสารเอททิลมีเทนซัลโฟเนต.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

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

อดิศร กระแสชัย. 2539. **การปรับปรุงพันธุ์ไม้ดอกโดยวิธีการกระตุ้นให้เกิดการกลายพันธุ์.** เอกสารประกอบการสอนวิชาการปรับปรุงพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

_____. 2547. **บทปฏิบัติการ Cytogenetics in Agriculture**. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

อัมรา คัมภิรานนท์. 2540. **พันธุศาสตร์ของเซลล์.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

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

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

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

Addink, W. 2007. **Colchicine : used in plant breeding work to induced mutation (polyploidy).** Available Source: http://www.geocities.com/RainForest/Vines/2259/colchicines.htm., November 6, 2010.

Australian Government. 2006. **The Biology and Ecology of *Torenia* (*Torenia* × *hybrida*) in Australia.** Available Source: http://www.ogtr.gov.au, August 25, 2010.

_____. 2008. **The Biology of *Torenia* spp. (torenia).** Available Source: http://www.ogtr.gov.au, August 25, 2010.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Barry, S. 2000. **Colchicine Hazards.** Available Source: http://www.carnivorousplants.org/cpn/samples/Cult291ColchHaz.htm, November 3, 2010.

Blomerus, L. M. 2000. Ornithogalum : from diploid to tetraploid. **Acta Horticulturae**. 545: 251-254

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, November 7, 2010.

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

Cook, J.W. and L.D. Loudon. 1952. **Colchicine. The Alkaloid Chemistry and Physiology.** 2: 261-329.

Dave's Garden. 2000. **PlantFiles: Wishbone Flower *Torenia baillonii* 'Susie Wong'**. Available Source: http://davesgarden.com/guides/pf/go/160444, November 6, 2010.

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

Distabanjong, C., K. Distabanjong, B. Songpra and S. Supakasorn. 2007. **Chromosome doubling in Torch Ginger, *Etlingera elatior* (Jack) R.M. Smith *via* Tissue Culture.** Office of Biotechnology Research and Development. Department of Agriculture, Bangkok.

Eigsti, O.J. 1938. A cytological study of colchicines effects in the induction of polyploidy in plants. **Proc. Nat. Acad.Sci.** 24 : 56-63.

_____. 1957. Induced polyploidy. **American Journal of Botany.** 44(3) : 272-279.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

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

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.** In: JW Kadereit, ed., Volume VII. Springer-Verlag, New York.

Griesbach, R. J. 1990. Colchicine-induced polyploid in *Eustoma grandiflorum*. **HortScience.** 25 (10): 1284-1286.

Gu, X.F., Yang, A.F., Meng, H., and J.R. Zhang. 2005. In vitro induction of tetrapolid plants from diploid *Zizyphus jujube* Mill. cv. Zhanhua. **Plant Cell Reports.** 24: 671-676.

Harrington, G. 2000. **Chrysanthemum-colchicine to create new plants**. Available Source: http://www.angelfire.com/ab3/chrysanthemum/growingmethods/colchicine.htm, November 6, 2010.

Havas, L. 1940. Colchicine chronology. **Jour. Hered.** 31: 115-117.

Hsieh, T. S. and K. C. Yang. 2002. Revision of Torenia L. (Scrophulariaceae) in Taiwan. **Taiwania** 47: 281-289

Kanchanapoom, K., Buntin, N. and K. Kanchanapoom. 2009. Micropropagation through adventitious shoot regeneration from leaf culture of *Torenia fournieri* Lind. **Songklanakarin J. Sci. Technol.** 31 (6): 587-590.

Karpechenko, G.D. 1928. Polyploid hybrid of *Raphanus sativus* L. × *Brassica oleracea* L. Z. Ind. **Abst. Vererbungsl.** 39 : 1-7

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Kikuchi, S., Kishii, M., Shimizu, M. and H. Tsujimoto. 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., H. Kino, Tanaka H. and H. Tsujimoto. 2007. Pollen tube growth in cross combinations between *Torenia fournieri* and fourteen related species. **Breeding Science** 57: 117-122.

Michigan State University. 2006. ***Torenia fournieri* - Wishbone flower**. Available Source : http://web1.msue.msu.edu/imp/modzz/oooo1469.html, October 26, 2010.

Miyazaki. 2001. ***Torenia concolor***. Patent Genius. Available Source: http://www.patentgenius.com/patent/PP12105.html, October 26, 2010.

Park Seed and Wayside Gardens. 2005. **Wishbone Flower Susie Wong**. Available Source: http://www.gardenerhelp.org/index.php/component/option,com_alphacontent/section,4/cat,13/task,view/id,1787/Itemid,27, November 6, 2010.

Saradhuldhal, P. and B. Silayoi. 2001. Some Chemical Treatments on Kluai Khai Through Tissue Culture for Mutation Breeding. **Kasetsart Journal. (Natural Science).** Jul-Sep 2001, 35(3) p. 231-241.

Seneviratne. K. A. C. N. and D. S. A. Wijessundara. 2007. First African violet (Saintpaulia ionantha H. Wendl.) with a changing colour pattern induce by mutation. **American Journal of Plant Physiology.** 2(3), pp 223-236

Shindu, K., Saito, E., Sekiya, M., Matsui, T. and Y. Koike. 2008. Antioxidant activity of the flower of *Torenia fournieri*. **Journal of Natural Medicine** 62: 247-248.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Silva, S., C. Jacques and M. H. Zanettini. 2000. Induction and identification of polyploids in *Cattleya intermedia* Lindl. (Orchidaceae) by *in vitro* techniques. **Ciencia Rural, Santa Maria.** 30(1): 105-111.

Smitinand, T. 1990. **Flora of Thailand Volume Five Part Two.** The Forest Herbarium, Royal Forest Department, Bangkok.

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

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

Starman, T. W. 2005. Focus on vegetative annuals: Torenia. **Greenhouse Grower** 92-94.

Takamura, T. and I. Miyajima. 1996. Colchicine induced tetraploids in yellow-flowered cyclamens and their characteristics. **Scientia Horticulturae.** 65(4): 305-312.

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

Thao, N. T. P., K. Ureshino, Y. Ozaki and H. Okubo. 2004. Colchicine-and Oryzalin- unduced tetraploids in ornamental *Alocasia* × *amazonica* hort. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science.** 73(1): 63-65.

The Old House Web. 2006. **Torenia fournieri - Wishbone flower**. Available Source: http://www.oldhouseweb.com\gardening\garden\01700918.shtml, August 26, 2010.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

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 26, 2010.

Van Tuyl, J. M., B. Meijer and M. P. Van Dien. 1992. The use of oryzalin as an alternative for colchicine in *in vitro* chromosome doubling of *Lilium* and *Nerine.* **Acta Horticulturae.** 325: 625-630.

Yang, X.M., Cao, Z.Y., An, L.Z., Wang, Y.M. and X.W. Fang. 2006. In vitro induction via colchicines treatment from diploid somatic embryos in grapevine (*Vitis viniferra* L.). **TAG Theoretical and Applied Genetics.** 75: 115-121.

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

Ye, Y.M., Tong, J., Shi, X.P., Yuan, W. and G.R. Li. 2010. Morphological and cytological studies of diploid and colchicine-induced tetraploid lines of crape myrtle (*Lagerstroemia indica* L.). **Scientia Horticulturae.** 124: 95–101.

Zhang, W., H. Hui, M. Leyuan, Z. Cong and Y. Xiyan. 2010. Tetraploid muskmelon alters morphological characteristics and improves fruit quality. **Scientia Horticulturae.** 125: 396–400.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ นางสาวจิราภรณ์ จิรานภาพันธุ์

เกิดวันที่ 3 พฤศจิกายน 2528

สถานที่เกิด จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา วท.บ. วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์เกษตร)

ตำแหน่งปัจจุบัน -

สถานที่ทำงานปัจจุบัน -

ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ -

ทุนการศึกษาที่ได้รับ -

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์