

การกระจายตัวของลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแวมยูลูกผสม
(*Torenia fournieri* x *Torenia baillonii*) ที่เป็นเตตระพลอยด์ในประชากรรุ่นที่ 2
Segregation of Morphological Characteristics of Tetraploid *Torenia* Hybrid
(*Torenia fournieri* x *Torenia baillonii*) in F₂ Population

จันจิรา รัตน์ะ^{1/}

ธัญญา เตชะศีลพิทักษ์^{1/}

เชอมาลย์ วงศ์ชาวจันท์^{1/}

ชินจิ คิคุมิ^{2/}

Chanchira Rattana^{1/}

Thunya Taychasunpitak^{1/}

Cher Marl Wongchaochant^{1/}

Shinji Kikuchi^{2/}

ABSTRACT

Diploid *Torenia* (*Torenia fournieri* x *Torenia baillonii*) is sterile, and chromosome number is 17 ($2n=2x=17$). They were duplicated chromosome number with colchicine tablets. There are 34 chromosomes ($2n=4x=34$), which are fertile in tetraploid population. Morphological segregations were studied in F₂ population. Seeds were harvested at 30 days after selfing, then were sew in peat moss with 500 ppm GA₃. Two hundred and fifteen plants were studied segregation at the Horticulture Department, Kasetsart University, Bangkhen campus. The results were shown continuous segregations in plant heights, which were between 4 - 30 cm, 2.6 - 41 cm for plant canopies, 1 - 32 cm for leaf widths and 1 - 3.9 cm for leaf lengths respectively. Flower colours were shown the continuous segregation in blue and yellow colours, the flower colour were depended on blue - yellow colour ratio. Discrete segregations were found in leaf and stem colour, the ratio was 3:1 in red and green colour. Segregations were not found in leaf shape and clambering. This result suggested that some chromosomes were homologous.

Key-words: segregation, *T.orenia* hybrid, polyploid, interspecific hybrid

^{1/} ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน จตุจักร กทม. 10900

^{1/} Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkhen campus, Chatuchak, Bangkok 10900

^{2/} บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยชิบะ ชิบะ ประเทศญี่ปุ่น

^{2/} Graduate School of Horticulture, Chiba University, Chiba, Japan

บทคัดย่อ

แวมยुरาลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* ($2n=2x=18$) กับ *Torenia baillonii* ($2n=2x=16$) ได้ลูกผสมที่มีลักษณะเป็นหมันจำนวนโครโมโซม $2n=2x=17$ เมื่อทำการเพิ่มโครโมโซมโดยการใส่สารละลายโคลชิซินชนิดเม็ด ได้ลูกผสมเตตระพลอยด์ที่มีจำนวนโครโมโซม $2n=4x=34$ ซึ่งมีความสมบูรณ์พันธุ์ จึงได้ศึกษาการกระจายตัวในประชากรลูกผสมรุ่นที่ 2 ของแวมยुरาลูกผสมที่เป็นโพลีพลอยด์จำนวน 215 ต้น ที่ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน พบว่าการกระจายตัวแบบต่อเนื่องของความสูงต้นโดยมีค่าระหว่าง 4 - 30 ซม. ขนาดทรงพุ่ม 2.6 - 41 ซม. ความกว้างใบ 1 - 3.2 ซม. ความยาวใบ 1 - 3.9 ซม. ลักษณะสีดอกมีการกระจายตัวแบบต่อเนื่องโดยมีการกระจายตัวของสัดส่วนระหว่างสีม่วงและสีเหลือง โดยสีดอกจะเปลี่ยนแปลงจากการค่อยๆ ลดลงของสีม่วง และเพิ่มขึ้นของสีเหลือง ทั้งนี้พบการกระจายตัวแบบกลุ่มของสีต้นและสีใบ โดยพบว่าอัตราส่วนของประชากรต้นหรือใบสีแดง : สีเขียวคือ 3 : 1 สำหรับลักษณะที่ไม่มีการกระจายตัวเกิดขึ้นได้แก่รูปทรงใบและการเลื้อยของต้น แสดงว่าโครโมโซมส่วนนั้นมีลักษณะเหมือนกัน

คำหลัก: การกระจายตัว แวมยुरาลูกผสม โพลีพลอยด์ ระหว่างลูกผสม

คำนำ

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของดอก เป็น

ลักษณะที่มีความสำคัญทางการค้าของไม้ดอกชนิดนั้นๆ ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของไม้ดอก เช่น กลีบดอกซ้อนขนาดดอกใหญ่มักจะใช้เป็นลักษณะแรกๆ ที่เลือกในการปรับปรุงพันธุ์ไม้ดอก (Nishijima and Shima, 2006) แวมยुरาเป็นไม้ประดับที่ได้รับความนิยมทั่วโลก ใช้จัดสวนในบ้าน และพื้นที่ภูมิสถาปัตย์โดยใช้ในรูปของไม้กระถางแขวนและไม้กระถางทั้งนี้ *Torenia fournieri* เป็นไม้ที่นำมาใช้มากที่สุดในวงศ์ Scrophulariaceae ตั้งแต่กลางทศวรรษ 1990 (Anon., 2008) ในประเทศไทยมีการจำหน่ายต้นแวมยुरาในรูปของถุงดำ กระถางพลาสติกและกระถางแขวนต้นเป็นกอเล็กดอกมีสีม่วงอ่อนขาวจนถึงสีขาวแดง

แวมยुरาลูกผสมระหว่าง *T. fournieri* มีลักษณะต้นตั้ง ดอกสีม่วงกับ *T. baillonii* มีลักษณะต้นเลื้อย ดอกสีเหลืองได้ต้นลูกผสมรุ่นที่ 1 ที่มีลักษณะต้นกิ่งเลื้อยดอกสีม่วงอมเหลืองแต่มีลักษณะเป็นหมันและไม่สามารถนำไปพัฒนาพันธุ์ต่อได้ (Sawangmee et al., 2011) การเพิ่มจำนวนโครโมโซมโดยใช้สารละลายโคลชิซินชนิดเม็ดที่มีความปลอดภัยต่อนักวิจัย และสามารถชักนำให้เกิดต้นโพลีพลอยด์ในแวมยुरาลูกผสม (*Torenia fournieri* x *Torenia baillonii*) พบว่าการเจริญเติบโตทางด้านความสูง ความกว้าง ทรงพุ่มและจำนวนกิ่งแขนงเพิ่มขึ้น ดอกมีขนาดใหญ่ขึ้น สีดอกเปลี่ยน ใบมีขนาดใหญ่และหนาขึ้น มีขนกระจายบนใบน้อยลง (สันธิตา, 2552)

แวมยुरาลูกผสมรุ่นที่ 1 ที่เพิ่มจำนวน

โครโมโซมดอกมีสีม่วงของสีผสมระหว่างสีน้ำเงินและสีเหลือง ซึ่งสีผสมนี้ไม่สวย การเข้าคู่กันของแวมยูลูกผสม (*Torenia fournieri* x *Torenia baillonii*) ในระยะ pachytene พบว่ามีการเข้าคู่กันอย่างสมบูรณ์ระหว่าง *T. fournieri* และ *T. baillonii* โดยไม่มีพิชทั้งสองนี้มีจีโนมชุดเดียวกัน หรือมีความคล้ายคลึงกัน การที่จำนวนโครโมโซมต่างกันอาจเนื่องมาจากวิวัฒนาการที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว (Kikuchi et al., 2006) ชุดโครโมโซมต่างชนิดกันที่มีความคล้ายคลึงกัน หรือมีบางส่วนของโครโมโซมที่เหมือนกันเข้าคู่กัน ทำให้โครโมโซมจับกันได้เพียงบางส่วน และมีการกระจายของลักษณะต่างๆเกิดขึ้น อาจทำให้ได้ต้นที่ดีจากการกระจายตัว เช่น สีดอกใหม่ ความแข็งแรงและลักษณะทรงพุ่มดี งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการกระจายของแวมยูลูกผสมในรุ่นที่ 2 ที่เป็นเตตระพลอยด์เพื่อดูการกระจายตัวของลักษณะทางสัณฐานวิทยาได้แก่ ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม ขนาดสีและรูปร่างของใบ สีดอก สีลำต้นและควมมีชีวิตของละอองเรณู เนื่องจากพิชทั้งสองชนิดมีจีโนมที่คล้ายคลึงกัน เมื่อเพิ่มจำนวนโครโมโซมแล้ว อาจทำให้มีการกระจายตัวเกิดขึ้นและเพื่อหาลูกผสมที่มีสีดอกสีใหม่ และทรงพุ่มขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อการค้า

อุปกรณ์และวิธีการ

พืชที่ใช้ในการทดลอง

พืชทดลองแวมยูลูกผสม (*Torenia fournieri* x *Torenia baillonii*) ในลูกผสมรุ่นที่ 1 (Figure 1) ที่เพิ่มจำนวนโครโมโซมด้วยสารละลาย

โคซิซินชนิดเม็ดและตรวจสอบแล้วว่าเป็นเตตระพลอยด์ (Jiranapapan et al., 2011) ซึ่งมีลักษณะต้นกิ่งเลื้อยดอกมีสีม่วงอมเหลืองจำนวนโครโมโซม $2n=2x=34$ นำมาผสมตัวเองเพาะเมล็ดในพีทมอสที่พ่นด้วย GA_3 ความเข้มข้น 500 ppm เพื่อแก้การพักตัวของเมล็ดย้ายลงกระถางขนาด 10 ซม. ในวัสดุปลูกที่ประกอบด้วยทราย ถ่านแกลบ ขุยมะพร้าว กาบมะพร้าว สับหยาบ และปุ๋ยคอกอัตราส่วน 1:1:1:1:1 ได้

ประชากรลูกผสมรุ่นที่ 2 จำนวน 215 ต้น การทดลองมีการการบันทึกลักษณะทางสัณฐานวิทยา ลักษณะทางสัณฐานวิทยาโดยการวัดความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม ความกว้างใบ แล้วนำข้อมูลมาเขียนกราฟ แสดงการกระจายตัวของข้อมูล นำเสนอเป็นวัตสีของลำต้น สีใบ โดยมี $H_0 =$ ลักษณะสีแดงและสีเขียวควบคุมด้วยยีนคู่เดียว โดยสีแดงซ่มสมบูรณ์ต่อสีเขียว และยีนทั้งสองเป็นอิสระต่อกัน ที่ α เท่ากับ 0.05 วัตสีดอก โดยใช้ Royal Horticultural Society Colour Chart โดยแบ่งชิ้นส่วนดอกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ กลีบดอกบน กลีบดอกล่าง กลีบดอกด้านซ้ายและกลีบดอกด้านขวา การเลื้อยหรือไม่เลื้อยของลำต้นโดยแบ่งเป็น ต้นตั้ง เลื้อย กิ่งเลื้อย และรูปร่างใบ ความมีชีวิตของละอองเกสรเพศผู้และนับจำนวนโครโมโซมโดยวิธี EMS method (Kikuchi et al., 2006)

ความมีชีวิตของละอองเกสรเพศผู้

ทดสอบความมีชีวิตของละอองเกสรเพศผู้ โดยการสุมดอกที่บ้านในวันแรกจำนวน

10 ต้นๆ ละ 5 ดอกเก็บดอกที่บานวันแรกในตอนเช้าก่อนเวลา 9.00 น. เขี่ยละอองเกสรออกจากอับเกสรลงบนกระจกสไลด์หยดสีย้อม acetocarmine 1-2 หยดลงบนสไลด์ และใช้เข็มเขี่ยเกลี่ยให้ละอองเกสรกระจายออกไปทั่วสีย้อม ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ และนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 400 เท่า เพื่อบันทึกจำนวนละอองเกสรที่ปกติ และละอองเกสรที่ผิดปกติ โดยใช้สีย้อม acetocarmine ถ้าละอองเกสรติดสีเข้มเป็นละอองเกสรที่มีชีวิต และละอองเกสรที่ติดสีจาง หรือไม่ติดสี และมีขนาดเล็กกว่าปกติเป็นละอองเกสรที่ผิดปกติ ทำการบันทึกจำนวนละอองเกสรที่ตรวจนับทั้งหมด และจำนวนละอองเกสรที่เป็นหมันในแต่ละบริเวณที่ตรวจนับภายในสไลด์โดยสุ่มนับ 10 บริเวณเพื่อนำไปคำนวณหาความมีชีวิตของละอองเกสรตามสูตร

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

และมีการวัดผลทางสถิติ

ทดสอบค่าทางสถิติด้วยค่าไคว์สแควร์ (chi-square) ตามสูตร (สมชัยและพีระศักดิ์, 2546)

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

โดยที่ χ^2 = ไคว์สแควร์

O = ค่าที่วัดได้

E = ค่าที่ประมาณการไว้

ผลการทดลองและวิจารณ์

ความกว้างใบ ความกว้างทรงพุ่มและความสูงต้น

การกระจายตัวของลักษณะทั้ง 3 มีการกระจายตัวแบบต่อเนื่อง (continuous segregation) โดยใบกว้าง 1 - 3.2 ซม. (เฉลี่ย 2.1 ± 1.1 ซม.) (Figure 2) โดยรูปแบบการกระจายตัวมีลักษณะเป็นรูประฆังคว่ำเบ้ขวาต้นสูง 4-30 ซม. (เฉลี่ย 16.4 ± 18.3 ซม.) กราฟเป็นรูประฆังคว่ำเบ้ซ้าย (Figure 3) และทรงพุ่มกว้าง 2.6 - 41 ซม. (เฉลี่ย 21.8 ± 12.9 ซม.) กราฟเป็นรูประฆังคว่ำเบ้ขวา (Figure 4) มีการกระจายตัวแบบปกติ (normal distribution) แสดงว่าลักษณะทางสัณฐานวิทยาทั้ง 3 ลักษณะมีการควบคุมด้วยยีนหลายคู่ ทำให้ไม่สามารถแบ่งค่าของประชากรออกเป็นกลุ่มๆได้ และการที่ควบคุมด้วยยีนจำนวนหลายคู่ ทำให้อิทธิพลของสิ่งแวดล้อมมีผลต่อฟีโนไทป์ (phenotype) ของพืชสูง การกระจายตัวของข้อมูลสูงค่าที่วัดได้น้อยที่สุดได้มาจากต้นที่ไม่มีการเจริญเติบโตภายหลังการงอก ทำให้ลำต้นมีขนาดเล็ก และไม่แตกกิ่งแขนง ลักษณะทางสัณฐานวิทยาทั้ง 3 ลักษณะมีการควบคุมด้วยยีนหลายคู่ ทำให้ไม่สามารถแบ่งค่าของประชากรออกเป็นกลุ่มๆได้ (Brown and Caligari, 2008) และการที่ควบคุมด้วยยีนจำนวนหลายคู่ทำให้อิทธิพลของสิ่งแวดล้อมมีผลต่อฟีโนไทป์ของพืชสูงการกระจายตัวของข้อมูลสูง (Table 1)

สีใบและสีลำต้น

สีของลำต้นและใบมีการกระจายแบบ

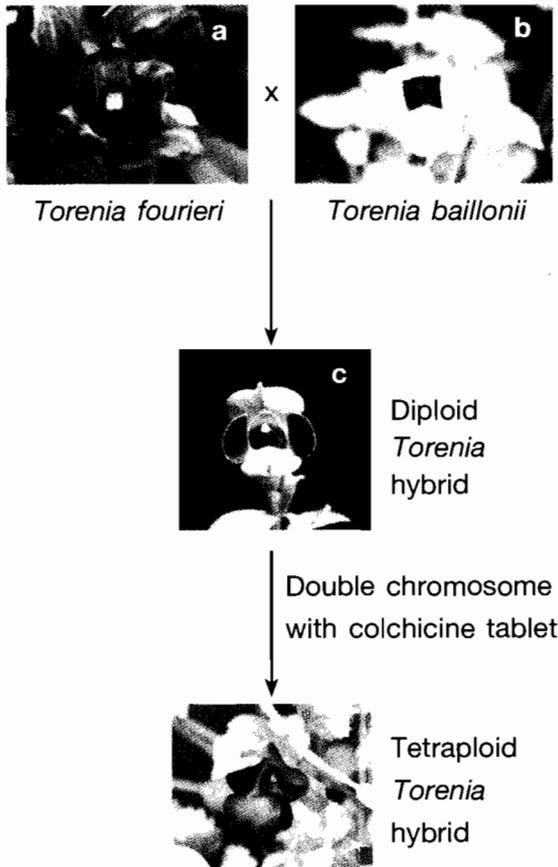


Figure 1. Parents and *Torenia* hybrid a) *Torenia fourieri*, b) *Torenia baillonii* and their offspring c) diploid *torenia* hybrid d) tetraploid *Torenia* hybrid

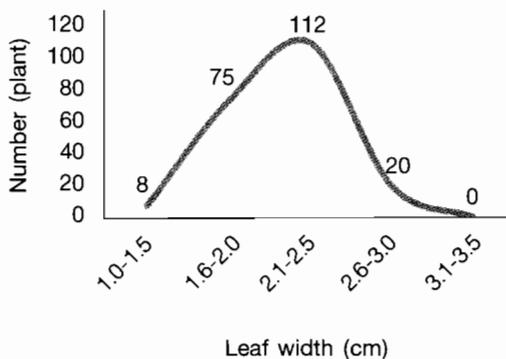


Figure 2. Morphological segregation in leaf width in F₂ hybrid population

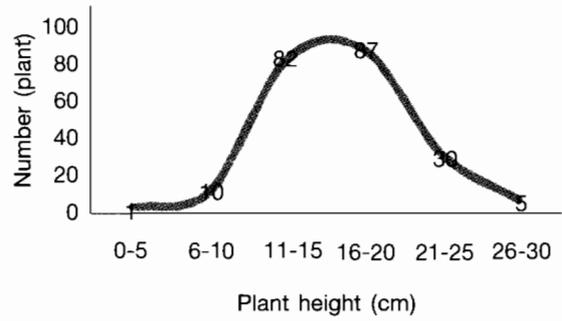


Figure 3. Morphological segregation in plant height in F₂ hybrid population

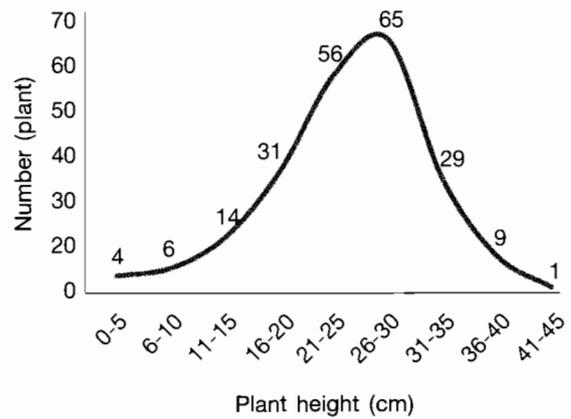


Figure 4. Morphological segregation in canopy width in F₂ hybrid population

แบ่งเป็นกลุ่มได้ชัดเจน ได้แก่ กลุ่มสีแดงและกลุ่มสีเขียว โดยมีสีแดงจำนวน 134 ต้น สีเขียวจำนวน 81 ต้น กลุ่มลำต้นสีแดงจะมีลำต้นสีแดง โดยเป็นสีแดงเข้มที่โคนต้น แล้วสีแดงค่อยๆจางลงตามความยาวของลำต้น จากส่วนโคนไปหาส่วนปลาย ใบมีสีแดงที่เป็นสีแดงทั้งใบและสีแดงผสมสีเขียว จากความเข้มของสีแดงในแต่ละใบและใบล่างมีสัดส่วนของสีแดงมากกว่าใบบนและไม่มีใบที่เป็นสีเขียวล้วน ดอกจะมีสัดส่วนของสีม่วงมากกว่ากลุ่มต้นสีเขียว ส่วนกลุ่มต้นสีเขียวลำต้นเป็นเหลี่ยมสีเขียวใสเท่ากันทั้งส่วน

Table 1. All parameters in morphological segregation in F_2 hybrid population

Parameter	Plant height (cm)	Canopy width (cm)	Leaf width (cm)
Minimum	4	2.1	1.1
Maximum	30	35	2.7
Mean \pm standard deviation (SD)	16.3 \pm 14.09	19.35 \pm 6.16	2.112 \pm 0.32
Mode	17	19	2
Median	16	19.5	2.1
Skewness	-0.16	0.05	0.34
Distribution shape	Left skew	Right skew	Right skew

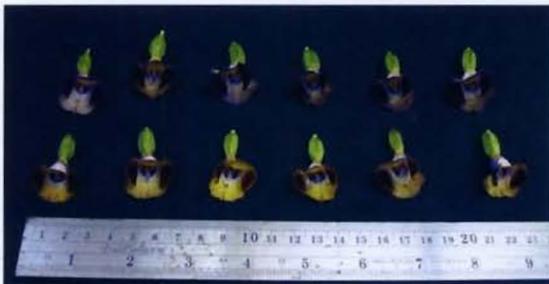


Figure 5. Different stem colours in F_2 hybrid population, ratio 3:1 in red and green colours



Figure 6. Different leaf colours in F_2 hybrid population, ratio 3:1 in red and green colours

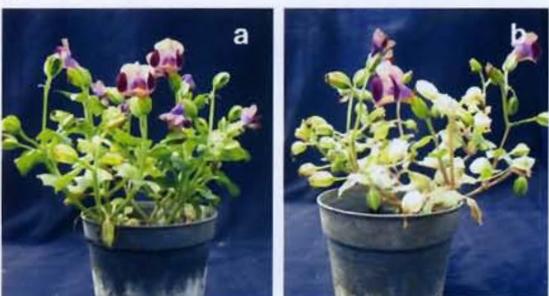


Figure 7. Segregation in flower colours in F_2 hybrid population

โคนและส่วนปลาย ไม่มีบริเวณลำต้นที่มีสีแดงเลย พบใบสีเขียวเพียงอย่างเดียว (Figures 5 and 6) ดอกมีตั้งแต่กลุ่มสีม่วงจนถึงสีเหลือง การกระจายตัวของสีต้นและสีใบนี้แบ่งกลุ่มได้ชัดเจน อัตราส่วนสีแดง:สีเขียวเป็น 3:1 ค่าไคสแควร์เท่ากับ 0.416 ที่ α เท่ากับ 0.05 ลักษณะควบคุมด้วยยีน 1 ตามกฎของเมนเดล โดยที่ลักษณะต้นแดงพบในต้นแม่ (*T. fournieri*) ส่วนลักษณะลำต้นเขียวพบในต้นพ่อ (*T. baillonii*) ในประชากรพริกรุ่นที่ 2 ที่ผสมระหว่าง *Capsicum annuum* L. 'บางช้าง' และ *C. chinense* Jacq. 'PBC932' พบว่าลักษณะรูปทรงใบ สีใบ และสีแอนโทไซยานินที่ข้อมีความแตกต่างกันในสายพันธุ์พ่อแม่ คือบางช้างมีรูปทรงใบแบบ lanceolate ใบสีเขียวเข้มและข้อมีสีม่วง ส่วน 'PBC932' มีรูปทรงใบแบบรูปไข่ (ovate) ใบมีสีเขียว และข้อมีสีเขียวลักษณะการกระจายตัวในประชากรรุ่นที่ 2 เป็นไปตามกฎเมนเดล คือรูปทรงใบแบบ ovate และ lanceolate สีของใบเป็นสีเขียวและสีเขียวเข้ม และสีแอนโทไซยานินที่ข้อเป็นสีม่วงและสีเขียวในอัตราส่วน 3:1 ทุก

ลักษณะ และแต่ละลักษณะเป็นอิสระต่อกัน (ณภัทร, 2547)

สีดอก

สีดอกมีการกระจายตัวแบบต่อเนื่องของ สัดส่วนระหว่างสีเหลืองและสีน้ำเงิน โดยจะมี สีดอกตั้งแต่สีม่วงเข้มจนถึงสีเหลืองเข้ม และ ค่อยๆ ลดลงของสีม่วง และเพิ่มพื้นที่สีเหลือง มากขึ้นจนสีม่วงลดลงจนหมด (Figure 7) จากการ ทำงานร่วมกันของรงควัตถุ ระหว่างแอนโทไซยานิน ซึ่งมีสีม่วงและฟลาโวนซึ่งมีสีเหลือง ดอกที่มีการ ผสมระหว่างรงควัตถุ 2 ชนิดนี้จะออกเป็นสีม่วงๆ ของการผสมระหว่างสีเหลืองและสีม่วง ใน สัดส่วนที่ต่าง ๆ กันของความเข้มของรงควัตถุ ทั้ง สองชนิดนี้เมื่อแบ่งกลีบดอกออกเป็น 4 ประกอบ ด้วย กลีบบนจำนวน 1 กลีบ กลีบด้านล่าง 1 กลีบ และกลีบด้านข้างซ้ายขวาอย่างละ 1 กลีบ การวัดสีดอกโดยใช้ RHS Colour Chart โดย แบ่งสีดอกออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มสีม่วง (กลุ่มที่มีสีม่วงมากกว่า) และกลุ่มสีเหลือง (กลุ่ม ที่มีสีเหลืองมากกว่า) นำกลีบดอกแต่ละส่วนมา วัดค่าของสีได้ (Table 2) ส่วนเมื่อแอนโทไซยานิน ทำงานร่วมกับรงควัตถุอื่นเช่นฟลาโวนหรือ

ฟลาโวนอยด์ พบว่าให้สีดอกที่มีแนวโน้มไปทาง สีน้ำเงินการทำ transgenic plant โดยใช้ CHSantisense และ DFR antisense ซึ่งยับยั้ง การทำงานของ dihydroflavonol-4-reductase และการสังเคราะห์ chalcone ทำให้ได้สีดอก เป็นสีออกแดงและสีออกม่วงตามลำดับ (Aida *et al.*, 2000) Mizuta และคณะ(2009) ได้ เปรียบเทียบองค์ประกอบของแอนโทไซยานินใน ดอกของต้นอซาเลีย (Azalea) ซึ่งสีดอกประกอบ ด้วยรงควัตถุ 2 ชนิดคือแอนโทไซยานินและ ฟลาโวนอลส์พบว่าสามารถแบ่งสีดอกออกได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ สีแดง สีม่วงและสีขาวโดยสีของ ดอกในแต่ละกลุ่มใกล้เคียงกัน

ความมีชีวิตของละอองเกสรเพศผู้

ในการตรวจนับความมีชีวิตของละออง เกสรเพศผู้จำนวน 10 ต้นๆละ 3 ซ้ำ พบว่า ความมีชีวิตของละอองเกสรเพศผู้มีค่าเฉลี่ย $46.89 \pm 6.93\%$ โดย ความมีชีวิตของละออง เกสรเพศผู้ต่ำสุดและสูงสุด ได้แก่ 17 และ 80% (Table 3) พืชที่เป็นหมันแล้วทำการเพิ่มจำนวน โครโมโซมแล้วต้องมีความสมบูรณ์พันธุ์ 100% แต่ในลูกผสมรุ่นที่ 1 อัตราความสมบูรณ์

Table 2. Flower colour were examined with RHSColour Chart, petals were separated into 4 parts.

Flower part	Colour code (violet flower)	Colour code (yellow flower)
Upper petal	Yellow group 11B	Yellow group 13B
Lower petal	Violet group 83A	Yellow group 13A
Lateral petal (left)	Yellow group 8A	Red –Purple group 59 A
Lateral petal (right)	Yellow group 8A	Red –Purple group 59 A

Table 3. Flower fertile pollen percentage in F₂ hybrid population, were stained with acetocamine.

Plant	Fertile pollen percentage			Average fertile pollen percentage (per plant)
	Replication 1	Replication 2	Replication 3	
1	17	55	45	39 ± 1.9
2	63	44	30	45.66 ± 1.6
3	29	53	67	49.66 ± 1.9
4	33	38	33	34.66 ± 2.0
5	43	24	73	46.66 ± 2.4
6	67	73	20	53.33 ± 2.9
7	33	27	67	42.33 ± 2.1
8	67	67	22	52 ± 2.5
9	80	27	67	58 ± 2.7
10	27	73	43	47.66 ± 1.7
Average fertile pollen percentage				46.89
Standard deviation (SD)				6.93

ซึ่งแสดงว่าโครโมโซมจับกันได้แค่บางส่วน การที่โครโมโซมของลูกผสมมีความคล้ายคลึงกัน แต่ไม่ใช่โครโมโซมเดียวกัน เมื่อจับคู่กันจึงจับได้เพียงบางส่วน ทำให้ความสมบูรณ์พันธุ์ไม่เท่ากับ 100% การที่เปอร์เซ็นต์ของความสมบูรณ์พันธุ์ลดลงนี้ อาจแสดงได้ว่าลูกผสมเตตระพลอยด์นี้อาจเป็นโพลีพลอยแบบ segmental allopolyploid ที่เกิดจากการผสมกันระหว่างพ่อแม่ที่มีโครโมโซมคล้ายกัน แต่ไม่ใช่ชุดเดียวกัน การเข้าคู่กันที่ไม่สมบูรณ์ของโครโมโซม ทำให้มีการกระจายตัวเกิดขึ้น และความสมบูรณ์พันธุ์ไม่เท่ากับ 100% ละอองเกสรที่มีชีวิตจะติดสีเข้ม ส่วนละอองเกสรที่ไม่มีชีวิตจะติดสีจางและมีขนาดเล็ก

จำนวนโครโมโซม

โครโมโซมของลูกผสมทั้งหมดเมื่อทำการ

วัดโดยวิธี EMS method (Kikuchi *et al.*, 2006) มีจำนวน 34 คู่ ($2n=4x=34$) เท่ากับลูกผสมรุ่นที่ 1 ที่มาจากการเพิ่มจำนวนโครโมโซม

ลักษณะที่ไม่มีการกระจายตัว

ลักษณะที่ไม่มีการกระจายตัวเกิดขึ้นได้แก่ประชากรทั้งหมดมีใบแบบรูปไข่ ซึ่งเหมือนกับลักษณะใบของต้นพ่อแม่ ซึ่งแผ่นใบมีรูปคล้ายไข่ ซึ่งมีส่วนกว้างที่สุดของแผ่นใบค่อนข้างฐานใบแล้วค่อยๆเรียวไปทางปลายใบ รูปร่างใบไม่มีความแตกต่างกันในประชากรมีเพียงสีใบที่ต่างกัน

การเลื้อยของต้นประชากรในรุ่นที่ 2 มีลักษณะลำต้นแบบกิ่งเลื้อย ต้นแม่ มีลักษณะ

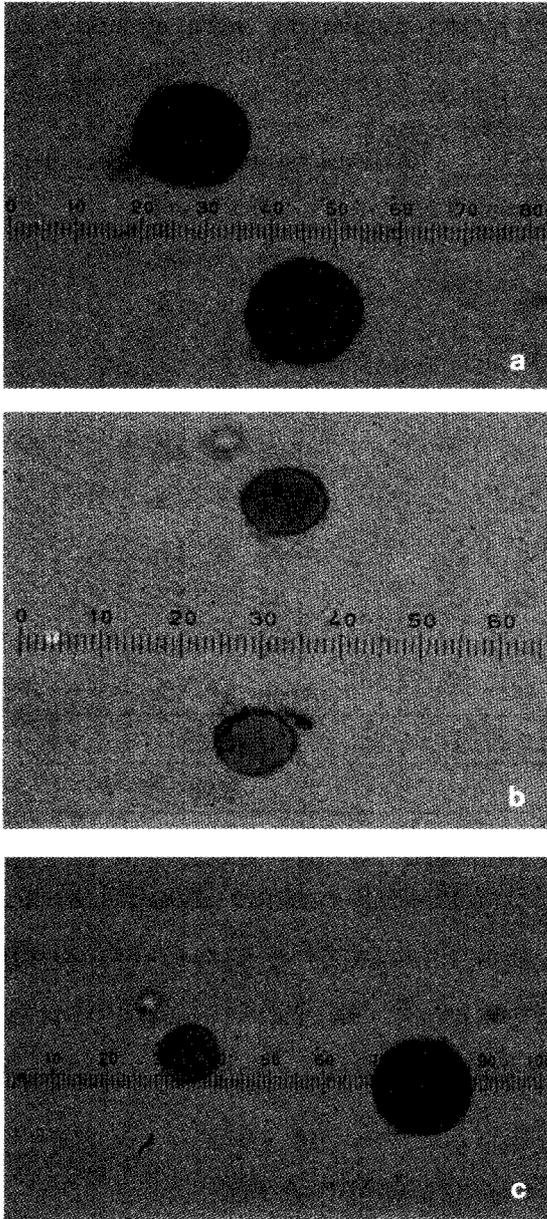


Figure 8. *Torenia* hybrid pollens, a) fertile pollen, b) sterile pollen, c) pollen size compared between sterile pollen (left) and fertile pollen (right)

ลำต้นแบบตั้ง โดยที่เมื่อกิ่งยาวขึ้นจะเพิ่มความสูงของต้นตามแนวตั้งขึ้นไปเรื่อยๆ ต้นพอมีลักษณะลำต้นเลื้อย เมื่อกิ่งยาวขึ้นจะทอดขนานไปตามพื้นดินทุกทิศทาง เมื่อผสมกันให้ต้นลูกที่มีลักษณะกิ่งเลื้อย โดยในระยะแรกที่กิ่งยังไม่ยาว

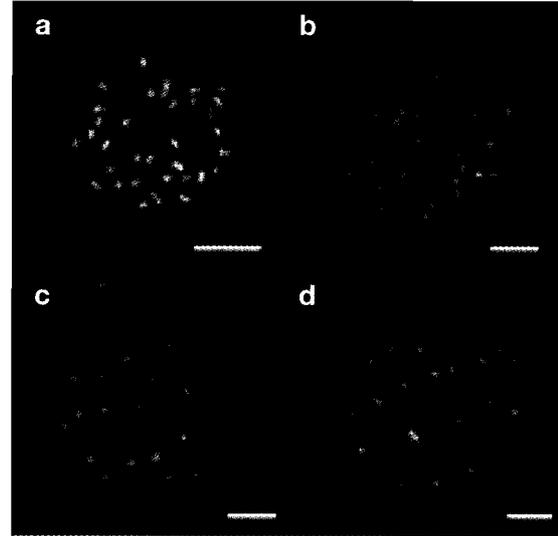


Figure 9. Thirty-four mitotic chromosomes of parents amphidiploid no 5 (a) and F_2 population (b), (c) and (d), EMS method (Kikuchi *et al.*, 2008), bar = 10 μ m

ความสูงต้นเพิ่มโดยการเจริญเติบโตตามแนวตั้ง เมื่อกิ่งมีความยาวมากขึ้น เริ่มเลื้อยลงขนานกับพื้นดิน ความสูงลดลงจากตอนแรกเล็กน้อย แต่ไม่เลื้อยขนานกับพื้นดินทั้งกิ่ง ทำให้ต้นมีทั้งส่วนที่เป็นกิ่งตั้งและส่วนที่เลื้อยกลายเป็นทรงพุ่มขนาดใหญ่

สรุปผลการทดลอง

การกระจายของลักษณะทางพันธุกรรมของแววมยุราลูกผสมในรุ่นที่ 2 แบ่งได้ 2 ลักษณะ คือเชิงปริมาณที่มีการกระจายตัวแบบต่อเนื่อง ได้แก่ ความสูง ขนาดทรงพุ่มและขนาดใบและสีดอก ส่วนลักษณะเชิงคุณภาพ ได้แก่ สีลำต้น สีใบมีการกระจายตัวแบบกลุ่มที่แบ่งได้ชัดเจน ลักษณะที่ไม่มีการกระจายตัว ได้แก่ การเลื้อยของต้นจำนวนกิ่งแขนง และรูปทรงใบจากการกระจายตัวของลักษณะต่างๆ ได้คัดเลือกต้น



Figure 10. Canopy character in *Torenia*:
 a) *Torenia fourieri*, erect growth habit
 b) *Torenia baillonii*, climb growth habit
 c) *Torenia hybrid*, semi-erect growth habit

ที่มีลักษณะได้แก่ ดอกสีม่วงเข้ม ดอกสีเหลืองเข้ม ดอกสีลายสลับระหว่างสีม่วงและสีเหลือง ต้นที่แข็งแรง และทรงพุ่มกะทัดรัด เพื่อคัดเลือกเป็นพันธุ์การค้าต่อไป

เอกสารอ้างอิง

ณภัทร บัวคลี่คลาย. 2547. การกระจายตัวของลักษณะรูปทรงใบสีเขียวและสีแอนโทไซยานินที่ข้อพริกประชากรรุ่นที่ 2. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 15 หน้า.

สณัฐिता ตั้งคจิวงกูร. 2552. การชักนำให้เกิดโพลีพลอยดีในแวมมูราด้วยการใช้โคลชิซินชนิดเม็ด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน. 81 หน้า.

สมชัย จันท์สว่าง และพีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2546. พันธุศาสตร์ประชากร. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 210 หน้า.

Aida, R., S. Kishimoto, Y. Tanaka and M. Shibata. 2000. Modification of flower colour in *Torenia* (*Torenia fourieri* Lind.) by genetic transformation. *Plant Sci.* 153: 33– 42.

Anon. 2008. *The Biology of Torenia* spp. (*torenia*). Department of Health and Ageing, Office of the Gene Technology Regulator. Australia.

- 16p.
- Brown, J.H. and P. D.S. Caligari. 2008. *An Introduction to Plant Breeding*. Blackwell Publishing Ltd, UK. 209 p.
- Jiranapapan, J., K. Shinji and M. Benya. 2011. A simple method of chromosome doubling using colchicine in *Torenia* (Linderniaceae), and the behavior of meiotic chromosomes in amphidiploids. *Chromosome Sci.* 14: 29-32.
- Kikuchi, S., M. Kishii., M. Kishii and H. Tsujimoto. 2006. Genome size, karyotype, meiosis and a novel extra chromosome in *Torenia fournieri*, *T. baillonii* and their hybrid. *Chromosome Res.* 6: 665-672.
- Mizuta, D., T. Ban., I. Miyajima., A. Nakatsuka and N. Kobayashi. 2009. Comparison of flower colour with anthocyanin composition patterns in evergreen *Azalea*. *Scientia Horticulturae* 122: 94-602.
- Nishijima, T. and K. Shima. 2006. Change in flower morphology of *Torenia fournieri* Lind induced by forchlorfenuron application. *Scientia Horticulturae* 3:254-261.
- Sawangmee, W., T. Taychasinpitak, P. Jompuk and S. Kikuchi. 2011. Effect of gamma-ray irradiation in plant morphology of interspecific hybrids between *Torenia fournieri* and *Torenia baillonii*. *Kasetsart J. Nat.Sci.* 45: 803-810.