ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชสวน)

ปริญญา

พืชสวน	พืชสวน
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง การกระจายตัวของลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแววมยุราลูกผสม (*Toreniafournieri* x*Toreniabaillonii*) ที่เป็นเตตระพลอยด์ในประชากรรุ่นที่ 2

Segregation of Morphological Characteristics of TetraploidTorenia Hybrids (*Toreniafournieri* x *Toreniabaillonii*) in F_2 Populations

นามผู้วิจัย นางสาวจันจิรา รัตนะ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ....

(รองศาสตราจารย์ธัญญะ เตชะศีลพิทักษ์,วท.ม.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ....

(อาจารย์เฌอมาลย์ วงศ์ชาวจันท์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา ....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฏฐพิชกรรม, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ .... **เดือน** .... **พ.ศ.** ....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การกระจายตัวของลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแววมยุราลูกผสม (*Torenia fournieri* x *Torenia baillonii*) ที่เป็นเตตระพลอยด์ในประชากรรุ่นที่ 2

Segregation of Morphological Characteristics of Tetraploid Torenia Hybrids (*Torenia fournieri* x *Torenia baillonii*) in F_2 Populations

โดย

นางสาวจันจิรา รัตนะ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชสวน)
พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จันจิรา รัตนะ 2556: การกระจายตัวของลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแววมยุราลูกผสม (*Torenia fournieri* x *Torenia baillonii*) ที่เป็นเตตระพลอยด์ในประชากรรุ่นที่ 2 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชสวน) สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชสวน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์ธัญญะ เตชะศีลพิทักษ์, วท.ม. 67 หน้า

แววมยุราลูกผสมระหว่าง *Torenia fournieri* (2n=2x=18) กับ *Torenia baillonii* (2n=2x=16) ได้ลูกผสมที่มีลักษณะเป็นหมัน จำนวนโครโมโซม 2n=2x=17 เมื่อเพิ่มโครโมโซมโดยการใช้สารละลายโคลชิซินชนิดเม็ด ได้ลูกผสมเตตระพลอยด์ที่มีจำนวนโครโมโซม 2n=4x=34 ซึ่งมีความสมบูรณ์พันธุ์ จึงได้ศึกษาการกระจายตัวในประชากรลูกผสมรุ่นที่ 2 ของแววมยุราลูกผสมที่เป็นโพลีพลอยด์ จำนวน 215 ต้น พบว่า มีการกระจายตัวแบบต่อเนื่องของความสูงต้น โดยมีค่า ระหว่าง 4 - 30 เซนติเมตร ค่ามัธยฐาน 16 เซนติเมตร เขียนกราฟได้รูประฆังคว่ำเบ้ซ้าย ความยาวทรงพุ่มมีขนาด 2.6 - 41 เซนติเมตร ค่ามัธยฐาน 25.5 เซนติเมตร กราฟเป็นรูประฆังคว่ำเบ้ขวา ความกว้างทรงพุ่มมีขนาด 2.1 - 35 เซนติเมตร ค่ามัธยฐาน 19.5 เซนติเมตร กราฟเป็นรูประฆังคว่ำเบ้ขวา ความยาวใบมีขนาด 1.35 - 3.45 เซนติเมตร ค่ามัธยฐาน 2.6 เซนติเมตร ความกว้างใบมีขนาด 1.1 – 2.7 เซนติเมตร ค่ามัธยฐาน 2.1 เซนติเมตร ลักษณะทางสัณฐานวิทยาทั้ง 5 เป็นลักษณะเชิงปริมาณมีการกระจายตัวของข้อมูลแบบต่อเนื่องกันไม่สามารถแบ่งเป็นกลุ่มได้ชัดเจน จึงได้กราฟรูประฆังคว่ำจากข้อมูลที่กระจายต่อเนื่อง สีดอกมีการกระจายตัวแบบต่อเนื่อง โดยมีการกระจายตัวของสัดส่วนระหว่างสีม่วงและสีเหลือง โดยสีดอกจะเปลี่ยนแปลงจากการค่อยๆลดลงของสีม่วงและเพิ่มขึ้นของสีเหลือง เมื่อวัดสีดอกด้วย RHS Colour Chart โดยแบ่งชิ้นส่วนของดอกออกเป็น 4 ส่วนได้แก่ กลีบดอกบน กลีบดอกล่าง กลีบดอกซ้ายและกลีบดอกขวา พบว่า สามารถวัดสีดอกออกออกมาได้เป็นรหัสสีดังนี้คือ กลุ่มสีเหลือง Yellow group 8A Yellow group 11B Yellow group 13A Yellow group 13B กลุ่มสีม่วง Violet group 83A กลุ่มสีแดงม่วง Red –Purple group 59 A โดยที่กลีบดอกซ้ายและกลีบดอกขวาในแต่ละดอกจะมีสีเดียวกันเสมอ ลักษณะสีต้นและสีใบมีการกระจายตัวแบบต่อเนื่อง มีการลดหลั่นของสัดส่วนระหว่างลำต้นสีแดงและลำต้นสีเขียว ลักษณะที่ไม่มีการกระจายตัวเกิดขึ้นได้แก่ รูปทรงใบและการเลื้อยของต้น ความมีชีวิตของละอองเกสรเพศผู้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 46.89 ±6.93 เปอร์เซ็นต์ โดย ความมีชีวิตของละอองเกสรเพศผู้ต่ำสุดและสูงสุด ได้แก่ 34 เปอร์เซ็นต์ และ 58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โครโมโซมของลูกผสมทั้งหมด เมื่อทำการวัดโดยวิธี EMS method มีจำนวน 34 คู่ (2n=4x=34) เท่ากับลูกผสมรุ่นที่ 1 ที่มาจากการเพิ่มจำนวนโครโมโซม

____________________ ________________________________ _____ / _____ / _____

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Chanchira Rattana 2013: Segregation of Morphological Characteristics of Tetraploid Torenia Hybrids (*Torenia fournieri* x *Torenia baillonii*) in F_2 Populations. Master of Science (Horuiculture), Major Field: Horticulture, Department of Horticulture. Thesis Advisor: Associate Professor Thunya Taychasinpitak, M.S. 67 pages.

Diploid *Torenia* (*Torenia fournieri* x *Torenia baillonii*) were sterile, chromosome numbers were 17 (2n=2x=17). They were duplicated chromosome number with colchicine tablets. Tetraploid population have 34 chromosome (2n=4x=34), which are fertile. Morphological segregations were studied in F2 population. Seeds were harvested at 30 days after selfing, then were sew in peat moss with 500 ppm GA_3. 215 plants were studied segregation. The results were shown continuous segregations in plant heights, which were between 4-30 centimeters (mode=16), plant canopies length were between 2.6 - 41 centimeters (mode = 25.5), plant canopies width were between 2.1 - 35 centimeters (mode = 19.5), leaf length were between 1.35-3.45 centimeters (mode=2.6) and leaf widths were between 1.1-2.7 centimeters (mode=2.1). All characteristics were quauntitative trait, shown curve with skew. Flower colors were shown the continuous segregation in blue and yellow color, the flower color were depended on blue - yellow color ratio. Flower colour were examined with RHS Colour Chart, were shown different colour in 3 groups. First group: yellow group consist of Yellow group 8A, Yellow group 11B, Yellow group 13A and Yellow group 13B colour code, Second group: Violet group consist of Violet group 83A colour code and third group: Red –Purple group consist of Red –Purple group 59 A colour code. Leaf and stem colour were continuous segregation which were shown green and red colour. Segregations were not found in leaf shape and growth habit. Pollen fertility percent were 46.89 ±6.93, which minimum and maximum percent were 34 and 58 respectively. Chromosome counting were estimated by EMS method shown 34 chromosome, which were equated F_1 populations. The result were suggested that this polyploid population should be segmental allopolyploid.

____________________ ________________________________ _____ /_____ /_____

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ธัญญูะ เตชะศีลพิทักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ดร.เฌอมาลย์ วงศ์ชาวจันท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำในเรื่องการเรียน การทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสิ้นสมบูรณ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิรายุพิน จันทรประสงค์ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งเป็นผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย และ ดร.เบญญา มะโนชัย ประธานกรรมการสอบ ประธานการสอบที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และน้องสาว ที่ส่งเสริมสนับสนุนให้คำปรึกษาเรื่องการเรียน และเป็นกำลังใจในการเรียนและการทำวิทยานิพนธ์ตลอดมา

ขอขอบคุณ พี่และน้องๆทุกคน ที่ภาควิชาพืชสวนที่ให้ความช่วยเหลือในการเรียน การทำงาน งานวิจัย ชี้แนะและสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ขอขอบคุณพี่ๆเจ้าหน้าที่ดูแลแปลงทดลองที่ช่วยดูแลต้นไม้ในงานวิจัยและช่วยเหลือด้านต่างๆในการทำวิจัย

ท้ายสุดนี้ขอกราบขอบพระคุณบูรพาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิประสาทความรู้ในทุกๆด้านตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

จันจิรา รัตนะ

มีนาคม 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	23
อุปกรณ์	23
วิธีการ	25
ผลและวิจารณ์	31
ผล	31
วิจารณ์	49
สรุป	53
ข้อเสนอแนะ	54
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	55
ภาคผนวก	61
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	67

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การกระจายตัวของแววมยุราบางชนิด	5
2	จำนวนเมล็ดต่อฝักของต้นแววมยุราลูกผสมที่เป็นเตตระพลอยด์ ในรุ่นที่ 2 จากการวัดต้นแววมยุราจำนวน 10 ต้น	31
3	ความสูงของต้นต้นแววมยุราลูกผสมที่เป็นเตตระพลอยด์ในชั่วที่ 2 เมื่อนำมาจัดเป็นกลุ่มอันตรภาคชั้น	33
4	ความยาวทรงพุ่มของต้นเตตระพลอยด์ในรุ่นที่ 2 เมื่อนำมาจัดเป็นกลุ่มอันตรภาคชั้น	34
5	ความกว้างทรงพุ่มของต้นเตตระพลอยด์ในรุ่นที่ 2 เมื่อนำมาจัดเป็นกลุ่มอันตรภาคชั้น	35
6	ความยาวใบของต้นแววมยุราลูกผสมที่เป็นเตตระพลอยด์ในรุ่นที่ 2 เมื่อนำมาจัดเป็นกลุ่มอันตรภาคชั้น	36
7	ความกว้างใบของต้นแววมยุราลูกผสมที่เป็นเตตระพลอยด์ในรุ่นที่ 2 เมื่อนำมาจัดเป็นกลุ่มอันตรภาคชั้น	37
8	สีในแต่ละส่วนของดอกแววมยุราเมื่อวัดด้วย RHS Colour Chart	37
9	เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเรณูในดอกของแววมยุราลูกผสมที่เป็นเตตระพลอยด์ในรุ่นที่ 2	43

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1 การเข้าคู่กันของโครโมโซม 4 อัน ในลูกผสมเตตระพลอยด์ ที่เข้าคู่กันอย่างไม่สมบูรณ์ 14
2 แบบจำลองภาพแบบการเกิดการกระจายของควอดิวาเลนท์ 16
3 พ่อและแม่พันธุ์ที่ใช้ในการผสมเพื่อสร้างลูกผสมชั่วที่ 1 30
4 เปรียบเทียบสีของดอกในต้นแววมยุราลูกผสมรุ่นที่ 2 ที่เป็นเตตระพลอยด์ โดยแถวบนเป็นกลุ่มดอกสีม่วงและแถวล่าง เป็นกลุ่มดอกสีเหลือง 38
5 เปรียบเทียบสีของลำต้นในต้นแววมยุราลูกผสมรุ่นที่ 2 ที่เป็นเตตระพลอยด์ 39
6 เปรียบเทียบสีของใบของต้นแววมยุราลูกผสมที่เป็นเตตระพลอยด์ในชั่วที่ 2 บนกลุ่มใบสีเขียว ล่างกลุ่มใบสีแดง 39
7 แสดงลักษณะทรงพุ่มของแววมยุรา 41
8 ภาพถ่ายละอองเรณูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า 44
9 จำนวนโครโมโซมของต้นต้นแววมยุราลูกผสมที่เป็นเตตระพลอยด์ในชั่วที่ 2 45
10 ต้นแววมยุราลูกผสมรุ่นที่ 2 หมายเลข 6.1 46
11 ต้นแววมยุราลูกผสมรุ่นที่ 2 หมายเลข 5.7 46
12 ต้นแววมยุราลูกผสมรุ่นที่ 2 หมายเลข 13.6 47
13 ต้นแววมยุราลูกผสมรุ่นที่ 2 หมายเลข 6.1 47
14 ต้นแววมยุราลูกผสมรุ่นที่ 2 หมายเลข 3.25 48

ภาพผนวกที่

1 กราฟแสดงการกระจายตัวแบบต่อเนื่องของความสูงเมื่อนำข้อมูล มาจัดเป็นกลุ่มอันตรภาคชั้น 62
2 กราฟแสดงการกระจายตัวแบบต่อเนื่องของความยาวทรงพุ่มเมื่อนำข้อมูล มาจัดเป็นกลุ่มอันตรภาคชั้น 63

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่ **หน้า**

3 กราฟแสดงการกระจายตัวแบบต่อเนื่องของความกว้างทรงพุ่มเมื่อนำข้อมูลมาจัดเป็นกลุ่มอันตรภาคชั้น 64
4 กราฟแสดงการกระจายตัวแบบต่อเนื่องของความยาวใบเมื่อนำข้อมูลมาจัดเป็นกลุ่มอันตรภาคชั้น 65
5 กราฟแสดงการกระจายตัวแบบต่อเนื่องของความกว้างใบเมื่อนำข้อมูลมาจัดเป็นกลุ่มอันตรภาคชั้น 66

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การกระจายตัวของลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแววมยุราลูกผสม (*Torenia fournieri* x *Torenia baillonii*) ที่เป็นเตตระพลอยด์ในประชากรรุ่นที่ 2

Segregation of Morphological Characteristics of Tetraploid Torenia Hybrids (*Torenia fournieri* x *Torenia baillonii*) in F_2 Populations

คำนำ

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของดอกเป็นลักษณะที่มีความสำคัญทางการค้าของไม้ดอกชนิดนั้นๆลักษณะทางสัณฐานวิทยาของไม้ดอก เช่น กลีบดอกซ้อน ขนาดดอกใหญ่ มักจะใช้เป็นลักษณะแรกที่เลือกในการปรับปรุงพันธุ์ไม้ดอก (Nishijima and Shima, 2006) แววมยุราเป็นไม้ประดับที่ได้รับความนิยมทั่วโลกที่ใช้จัดสวนในบ้านและพื้นที่ภูมิสถาปัตย์ โดยใช้ในรูปของไม้กระถางแขวนและไม้กระถาง ทั้งนี้ *Torenia fournieri* เป็นไม้ที่นำมาใช้มากที่สุดในวงศ์ Scrophulariaceae ตั้งแต่กลางทศวรรษ 1990 (Anonymous, 2008) ในประเทศไทยมีการจำหน่ายต้นแววมยุราโดยบรรจุในของถุงดำ กระถางพลาสติก กระถางแขวน ต้นเป็นกอเล็ก ดอกมีสีม่วงอ่อนขาวจนถึงสีขาวแดง

แววมยุราลูกผสมระหว่าง *T. fournieri* มีลักษณะต้นตั้ง ดอกสีม่วงกับ *T. baillonii* มีลักษณะต้นเลื้อยดอกสีเหลือง ได้ต้นลูกผสมรุ่นที่1 ที่มีลักษณะต้นกึ่งเลื้อย ดอกสีม่วงอมเหลือง แต่มีลักษณะเป็นหมัน และไม่สามารถนำไปพัฒนาพันธุ์ต่อได้ (Sawangmee *et al*., 2011) การเพิ่มจำนวนโครโมโซมโดยใช้สารละลายโคลชิซินชนิดเม็ดที่มีความปลอดภัยต่อนักวิจัยและสามารถชักนำให้เกิดต้นโพลิพลอยด์ในแววมยุราลูกผสม ลูกผสม (*Torenia fournieri* x *Torenia baillonii*) พบว่ามีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่มและจำนวนกิ่งแขนงเพิ่มขึ้น ดอกมีขนาดใหญ่ขึ้น สีดอกเปลี่ยน ใบมีขนาดใหญ่และหนาขึ้น มีขนกระจายบนใบน้อยลง (สัณฐิตา, 2552)

แววมยุราลูกผสมรุ่นที่ 1 ที่เพิ่มจำนวนโครโมโซมดอกมีสีหม่นเกิดจากการผสมระหว่างสีน้ำเงินและสีเหลือง ซึ่งสีผสมนี้ไม่สวย การเข้าคู่กันของแววมยุราลูกผสม (*Torenia fournieri* x *Torenia baillonii*) ในระยะ pachytene พบว่ามีการเข้าคู่กันอย่างสมบูรณ์ระหว่าง *T. Fournieri* และ *T. Baillonii* โดยไม่มีพืชทั้งสองนี้มีจีโนมชุดเดียวกันหรือมีความคล้ายคลึงกัน การที่จำนวนโครโมโซมต่างกันอาจเนื่องมาจากวิวัฒนาการที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว (Kikuchi *et al*., 2006) ชุดโครโมโซมต่างชนิดกันที่มีความคล้ายคลึงกันหรือมีบางส่วนของโครโมโซมที่เหมือนกันเข้าคู่กัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทำให้โครโมโซมจับกันได้เพียงบางส่วนและจะมีการกระจายของลักษณะต่างๆเกิดขึ้น อาจทำให้ได้ต้นที่ดีจากการกระจายตัว เช่น สีดอกใหม่ ความแข็งแรง ลักษณะทรงพุ่มดี งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการกระจายของแววมยุราลูกผสมในรุ่นที่ 2 ที่เป็นเตตระพลอยด์เพื่อดูการกระจายตัวของลักษณะทางสัณฐานวิทยา ได้แก่ ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม ขนาด สีและรูปทรงของใบ สีดอก สีลำต้น และความมีชีวิตของละอองเรณู เนื่องจากพืชทั้งสองชนิดมีจีโนมที่คล้ายคลึงกันเมื่อเพิ่มจำนวนโครโมโซมแล้วอาจทำให้มีการกระจายตัวเกิดขึ้นและเพื่อหาลูกผสมที่มีสีดอกสีใหม่และทรงพุ่มขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อการค้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการกระจายตัวของลักษณะทางสัณฐานวิทยา ได้แก่ ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม ขนาด สีและรูปทรงของใบ สีดอก สีลำต้น ในลูกผสมในรุ่นที่ 2 จากต้นที่เป็นเตตระพลอยด์

2. เพื่อคัดเลือกลูกผสมที่เกิดจากการกระจายตัวที่มีลักษณะดี ได้แก่ สีดอกที่แตกต่างจากต้นดิพลอยด์ ขนาดทรงพุ่มกะทัดรัด มีลักษณะลำต้นกึ่งเลื้อย เพื่อนำไปปรับปรุงเป็นพันธุ์การค้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

แววมยุรา หรือ wishbone หรือ blue wing เป็นชื่อทั่วไปที่ใช้เรียกแววมยุราที่มีชนิดจำนวนมาก (*T. fournieri, T. concolor, T.* X *hybrida* และ *T. asiatica*) ชื่อ wishbone มาจากส่วนของเกสรเพศผู้ที่มีรูปร่างเหมือนปีกไก่ ซึ่งเชื่อว่านำความโชคดีมาให้ ชื่อ torenia มีที่มาจาก Olof Toren (1718-1753) บาทหลวงชาวสวีเดนผู้ซึ่งเดินทางไปจีนจากบริษัท Swedish East India Company ในช่วงกลางของศตวรรษที่ 18 (Anonymous, 2006)

แววมยุรา เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ ถูกจำแนกอยู่ในวงศ์ Scrophulariaceae ซึ่งเรียกกันโดยทั่วไปว่าวงศ์ Figwort ประกอบด้วย 306 สกุลและมีประมาณ 5,850 ชนิด โดยมีรายงานว่าพบ 20 ชนิดจากกัมพูชา ลาว เวียดนาม และในไทย 19 ชนิด (Anonymous, 2008) Spencer (2006) และ Aida (2008) รายงานว่าพบ *Torenia* กว่า 40 ชนิดที่กระจายตัวในเขตร้อน และกึ่งร้อนของเอเชีย และแอฟริกา เช่น *T. concolor*, *T. flava*, *T. violacea* พืชสกุล *Torenia* ที่พบในเมืองไทยมีหลายชนิด เช่น กะป้อดอย (*T. cordifolia*) หญ้าหิ่งห้อย (*T. edentula*) มณเฑียรทอง (*T. hirsutissima*) และ หมากดิบน้ำค้าง (*T. polygonoides*) (ธัญญะ, 2545)

แววมยุราเป็นพืชท้องถิ่นของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แอฟริกาและมาดากัสการ์ พืชในวงศ์ Scrophulariaceae ส่วนใหญ่จะพบแถบภูเขาเขตร้อนชื้นในเขตร้อนและกึ่งร้อนของเอเชีย ได้มีการกล่าวถึงการกระจายของแววมยุราบางชนิดดังตารางที่ 1 โดยมีรายงานว่า *T. thouarsii* เป็นชนิดแรกที่มีการนำเข้าไปยังเขตร้อนชื้นของอเมริกา แววมยุรามี 2 ชนิด คือ ชนิดเป็นพืชฤดูเดียว (annual plant) เช่น *T. fournieri* ดอกมีสีแดง สีชมพู สีม่วงเข้ม สีม่วงอ่อน โคนกลีบสีขาวกลีบล่าง อาจมีสีแต้มเหลือง และ *T. flava* ดอกมีสีเหลือง โคนกลีบดอกม่วง ดอกสีขาวมีส่วนที่เป็นสีม่วงเข้ม ที่พูด้านข้าง แหล่งธรรมชาติที่พบแววมยุรา คือแถบริมน้ำและพื้นที่ชุ่มชื้นชายป่าดงดิบจากที่ราบ จนถึงความสูง 1,200 เมตร ตามพื้นทรายหรือน้ำแฉะ เช่น ภูกระดึง ภูหลวง ภูเมี่ยง ชนิดที่เป็น หลายฤดู (perennial plant) เช่น *T. concolor* (เอื้อมพรและคณะ, 2540; ธัญญะ, 2545) มีสีดอกน้ำเงิน ถึงน้ำเงินอมม่วง มีขนาดดอก 2.5-3.9 เซนติเมตร

มีการนำแววมยุรามาใช้เป็นพืชปลูกตั้งแต่ในอดีตและเป็นพืชที่ปลอดภัยที่จะนำมาใช้เป็นไม้ประดับและมักปลูกในบริเวณโรงเรือน สวนในบ้าน และบริเวณสวนหย่อม แววมยุราใช้ปลูกเป็นไม้ประดับหน้าแปลงโดยเฉพาะบริเวณร่มรำไรและยังพบปลูกในรูปไม้กระถางแขวนหรือปลูกรวมกันในกระถางขนาดใหญ่ นอกจากใช้เป็นไม้ประดับแล้ว *T. fournieri* ยังใช้เป็นพืชต้นแบบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำหรับการศึกษาโครงสร้างและการทำงานของเซลล์ การปฏิสนธิ เนื่องจากสามารถสังเกตการเกิดการปฏิสนธิได้ง่ายเพราะส่วนของ embryo sac ยื่นออกมา *T. fournieri* ยังใช้ศึกษาตำแหน่งและการเคลื่อนที่ของโครโมโซมและเซนโตรเมียในระยะแรกของ embryogenesis ในลูกผสมข้ามชนิด

ตารางที่ 1 การกระจายตัวของแววมยุราบางชนิด

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ	บริเวณที่พบ/ การกระจาย
T. asiatica	wishbone	อินเดีย พม่า ไทยและมาเลเซีย
T. flava	-	รัฐอัสสัมของอินเดีย พม่า มาเลเซีย เกาะสุมตรา เกาะชวา ไทย ลาว เวียดนาม จีนตอนใต้ และไต้หวัน
T. benthamiana	-	เวียดนามและจีนตอนใต้
T. concolor	torenia wishbone	ลาว เวียดนามและจีนตอนใต้
T. fournieri	blue wings torenia wishbone	ไทย กัมพูชา ลาว เวียดนามและจีน

ที่มา: (Yamazaki,1985; Tanimoto & Harada,1990; Harvard University,2006; Anonymous, 2006)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

แววมยุรามีชื่อสามัญว่า Wishbone flower, Bluewings, *Torenia* ชื่อพื้นเมืองว่าเกล็ดหอย แววมยุเรศ สามสี หญ้าลิ้นเงือก หญ้าลำโพง เป็นไม้ดอกล้มลุก แตกกิ่งก้านมาก มีทั้งแบบลำต้นเลื้อยและต้นตั้ง ลำต้นผอมบาง แตกกิ่งก้านมากยาว 30-80 เซนติเมตร ลำต้นและกิ่งเป็นสี่เหลี่ยม เมื่ออายุน้อยมีขนสั้นๆ ปกคลุม (pubescent) เมื่อโตขึ้นจะมีผิวเรียบ (glabrous) ยกเว้นบริเวณข้อ

ใบเป็นใบเดี่ยว เรียงตรงข้ามสลับตั้งฉาก (opposite) แผ่นใบมีลักษณะอ่อนบางสีเขียว แต่ไม่เปราะ ใบรูปไข่หรือรูปขอบขนานแกมรูปไข่ กว้าง 1.5-4.5 เซนติเมตร ยาว 5-7 เซนติเมตร ปลายใบแหลม โคนใบรูปหัวใจ (cordate) ถึงโคนใบตัดตรง (truncate) ขอบใบจักฟันเลื่อย (serrate) ถึงขอบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบหยัก (crenate) เส้นใบเป็นร่อง ก้านใบยาว 5-10 เซนติเมตร มีผิวเรียบหรือขนสั้นๆ ปกคลุม (สันต์, 2551)

กลีบดอกเป็นแบบปากเปิด (bilabiate) สีแดง ชมพู ม่วงเข้ม ม่วงอ่อน น้ำเงิน เหลืองและขาว กลีบบน (upper lip) รูปวงกลม (orbiculate) ยาว 10 มิลลิเมตร กลีบล่าง (lower lip) เป็นกลีบลึก 3 กลีบ กลีบรูปวงกลมยาว 10 มิลลิเมตร โคนกลีบสีขาวกลีบล่างอาจมีแต้มสีเหลือง ดอกออกเดี่ยวตามซอกใบหรือออกเป็นช่อแบบกระจะ (racece) ที่ปลายกิ่ง โคนกลีบดอกเชื่อมกันเป็นหลอด ปลายแยกเป็น 5 แฉก ขนาดไม่เท่ากัน ดอกบานเต็มที่กว้าง 1.5-2.5 เซนติเมตร มีเกสรเพศผู้ (stamen) 4 อัน แบ่งเป็น 2 คู่ ยาวไม่เท่ากัน สั้น2 อันยาว2 อัน (didynamous) คู่ที่อยู่ข้างหลัง (posterior pair) จะสั้นกว่า ยาว 4 มิลลิเมตร คู่ที่อยู่ข้างหน้า (anterior pair) ยาว 10 มิลลิเมตร ก้านชูอับเรณู (filament) จะเกิดขึ้นมาก่อนจากแกนระยางค์สายเล็กๆ ใกล้ฐานยาว 2 มิลลิเมตร อับเรณู (anther) เกาะติดกันเป็นคู่ และ ละอองเรณูจะหลุดร่วง โดยการดันแล้วทำให้เกิดการแยก ออก รังไข่เป็นรูปวงรีรูปไข่ และ มีขนอ่อนละเอียดสั้นๆที่ส่วนบน ก้านเกสรเพศเมียมีลักษณะ เป็นเส้น และ ยอดเกสรเพศเมียเป็นแผ่นบางๆ 2 แผ่น

ผลเป็นแบบแห้งแตก (capsule) รูปกลม หรือทรงกระบอกยาว10-14 มิลลิเมตร กว้าง 2.5 มิลลิเมตร ผลจะถูกล้อมรอบ โดยกลีบเลี้ยงที่ติดทนและไม่ร่วงง่าย มีเมล็ดจำนวนมาก รูปทรงกระบอกหรือรูปกลมรี (ellipsoidal) สีน้ำตาลมีบางเมล็ดที่เป็นหลุม (pitted hollows) หรือ มีสันตามยาว (scrobiculate) (Fischer, 2004; Miyazaki, 2001; Boufford *et al*., 1998)

เมล็ดแววมยุรามีขนาดเล็กประมาณ 22±4 x 33±7 ไมโครเมตร และโตช้า เมล็ดจะใช้เวลา 14-30 วันในการงอกในที่ร่ม อุณหภูมิ 21-24 องศาเซลเซียส เพาะในพีทมอส และในดินที่ระบายน้ำได้ดีจะส่งเสริมการงอก เมล็ดต้องการออกซิเจนในการงอก และมักเป็น โรครากเน่าโคนเน่าหลังงอก (Anonymous, 2006)

การปรับปรุงพันธุ์แววมยุรา

ในอดีตสายพันธุ์หรือชนิดของแววมยุราที่นำมาให้เป็นการค้านั้นมีสีม่วงเพียงสีเดียว จนกระทั่งใน ปี ค.ศ. 1988 บริษัท Pan American Seed (Illinois, USA) ได้ปรับปรุงพันธุ์ชุด crown (crown series) ขึ้นมาออกจำหน่าย โดยมีสีเพิ่มขึ้นมาคือ สีชมพู สีขาว และสีแดงอมม่วง ในปี 1995 บริษัทซันทอรี่ จำกัด (Osaka, Japan) ได้ปรับปรุงพันธ์ชุด 'Summerwave®' ซึ่งเป็นพันธุ์เลื้อย ซึ่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เป็นลูกผสมระหว่าง *T. fournieri* กับ *T. concolor* ซึ่งทำให้แววมยุราได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา แคนาดา และ ออสเตรเลีย

ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1990 เป็นต้นมา ได้มีการผลิตลูกผสมข้ามชนิดของแววมยุราออกมาจำนวนมาก ส่วนหนึ่งเป็นพันธุ์ที่พัฒนามากจากชุด 'Summerwave®' บางพันธุ์เป็นลูกผสมในชนิดเดียวกัน เช่น 'Sunrenidibu' ลูกผสมบางชนิดก็มาจากการกลายพันธุ์ตามธรรมชาติ เช่น 'Sunrenirirepa' พันธุ์ที่เป็นการค้า เช่น 'Summerwave® Amethyst' และ 'Sunrenilabu' ที่รู้จักในชื่อการค้าว่า 'Summer Wave® Blue' และลูกผสมที่มาจากการเพิ่มชุดโครโมโซม เช่น 'Sunrenilamu' รู้จักกันในชื่อการค้าว่า 'Summer Wave® Large Violet' (Anonymous, 2008)

แววมยุราสามารถขยายพันธุ์ได้โดยวิธีไม่อาศัยเพศโดยการปักชำกิ่ง ถึงแม้ว่าจะไม่มีส่วนสำหรับขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศที่เฉพาะเจาะจง เช่น ไหล (stolon) หรือ เหง้า (rhizome) *T.* X *hybrid* สามารถขยายพันธุ์โดยวิธีไม่อาศัยเพศโดยผู้เชี่ยวชาญได้โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจากส่วนที่มาจากกิ่ง เนื่องพืชชนิดนี้มีความสามารถในการสร้างรากพิเศษ (adventitious root) บนลำต้น (Tanimoto & Harada 1990; Florigene 2006; Anonymous, 2006)

การปรับปรุงพันธุ์แววมยุราปัจจุบันเพื่อสร้างจำนวนพันธุ์เพิ่มขึ้น สีดอกเพิ่มขึ้น ต้นที่ดอกดก ให้ดอกเร็ว เจริญเติบโตได้ดีและทนต่อโรค แววมยุราลูกผสมข้ามชนิดส่วนมากมักจะเป็นหมันทำให้ไม่สามารถสร้างละอองเรณูหรือเมล็ดได้ ซึ่งส่งผลให้ไม่สามารถสร้างพันธุ์ใหม่ๆเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของตลาดได้โดยไม่อาศัยการสร้างกลายพันธุ์โดยมนุษย์ หรือการใช้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรมมาช่วย (Miyazaki *et al*. 2006)

จิราภรณ์ (2550) ทำการทดลองโดยนำ *T. concolor* ไปทำการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน พบว่า รังสีแกมมาทำให้ *T. concolor* เกิด การเปลี่ยนแปลงสีดอก และลักษณะดอก

ยุพาพร (2552) ได้ปรับปรุงพันธุ์แววมยุราพื้นเมืองของไทย โดยการผสมข้ามชนิดของแววมยุรา 4 ชนิด และลูกผสมของ *T. concolor* อีก 1 พันธุ์ ใช้วิธีผสมแบบพบกันหมดว่า พบว่า คู่ผสมตัวเองมีเพียงลูกผสมของ *T.concolor* เท่านั้นที่ไม่สามารถผสมตัวเองติด ส่วนใน คู่ผสมข้ามพบว่าสามารถผสมติด 3 คู่ คือ ลูกผสมของ *T. concolor* x *T. fournieri, T. fournieri* x *T. violacea* และ *T. violacea* x *T. fournieri* โดยคู่ผสม *T. violacea* x *T. fournieri* เป็นคู่ผสมที่มี เปอร์เซ็นต์การผสมติดและเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดสูงที่สุด ส่วนในรุ่นที่ 2 นั้น การผสมตัวเองลูกผสม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

T. fournieri x *T.violacea* และ *T. violacea* x *T. fournieri* สามารถผสมตัวเอง ติดได้ และมีเปอร์เซ็นต์การผสมติดและเปอร์เซ็นต์การงอกที่ใกล้เคียงกัน มีเพียงลูกผสม *T. concolor* x *T. fournieri* เท่านั้นที่ไม่สามารถผสมตัวเองติดได้ และในการผสมกลับไปยังพ่อแม่ พบว่า สามารถผสมติดได้เพียง 9 คู่ผสม ซึ่งลูกผสมของ *T. concolor* นั้นสามารถผสมติดได้ใน กรณีที่ใช้เป็นแม่ แต่ไม่สามารถใช้เป็นพ่อได้ เนื่องจากมีละอองเกสรน้อยและเกสรตัวผู้เป็นหมัน คู่ผสมที่เหมาะสำหรับนำมาพัฒนาพันธุ์เป็นไม้กระถางต่อไปได้โดยใช้วิธีการ ผสมพันธุ์ คือ คู่ผสมระหว่าง *T. fournieri* x *T.violacea*, *T. violacea* x *T. fournieri* และลูกผสมของ *T. concolor* x *T. fournieri* เนื่องจากให้ลูกผสมที่มีขนาดต้นกะทัดรัด ออกดอกเร็ว และสีดอกที่ หลากหลาย

สัณฐิตา (2552) ศึกษาผลของสารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินต่อการเปลี่ยนแปลงของแววมยุรา สายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้าของ *T. concolor* กับ *T. fournieri* และแววมยุราสายพันธุ์ป่า โดยการ ตัดใบ แล้วนำก้านใบไปแช่ในสารละลายจากเม็ดยาโคลชิซิน ที่ความเข้มข้น 5 10 15 และ 20 ppm เป็นเวลา 0 1 2 และ 3 วัน พบว่า เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต การเจริญเติบโตทางด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และจำนวน กิ่งแขนงมีแนวโน้มลดลง เมื่อระดับความเข้มข้นสูงและเวลาในการแช่นานขึ้น นอกจากนี้ยังพบลักษณะที่น่าสนใจอื่น ได้แก่ ดอกมีขนาดใหญ่ ลำต้นแข็งแรง ใบมีขนาดใหญ่ และหนาขึ้น เป็นต้น สารละลายจากยาเม็ดโคลชิซินสามารถชักนำให้แววมยุราทั้ง 2 สายพันธุ์ เกิดต้นโพลีพลอยด์ได้ คือ แววมยุราสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างลูกผสมพันธุ์การค้าของ *T. concolor* กับ *T. fournieri* ได้ต้นเตตระพลอยด์ (2n = 4x = 36) 4 ต้น และต้นเฮกซะพลอยด์ (2n = 6x = 54) 1 ต้น และแววมยุราสายพันธุ์ป่าได้ต้นเตตราพลอยด์ (2n = 4x = 36) 6 ต้น ซึ่งมีขนาดของเซลล์ปากใบ ขนาดละอองเรณูมากกว่าต้นปกติ และเปอร์เซ็นต์ความเป็นหมันน้อยกว่าต้นปกติ

Aida *et al.* (2000) ได้ทำการถ่ายยีน ใน *T. fournieri* โดยใช้ chalcone synthase (CHS) และ dihydroflavonol-4-reductase (DFR) ในรูปของ sense และ antisense ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของ dihydroflavonol-4-reductase และ การสังเคราะห์ chalcone ซึ่งเกี่ยวข้องกับสีดอก โดยได้ผลออกมา 3 กลุ่มได้แก่ กลุ่มที่ 1 มีสีดอกแบบเดิม กลุ่มที่ 2 กลีบดอกทั้งหมดมีสีอ่อนลง และกลุ่มที่ 3กลีบดอกส่วนล่างมีสีอ่อนกว่ากลีบดอกส่วนบน โดยพบว่าเมื่อใช้ในรูปของ antisense จะได้ดอกในกลุ่มที่ 2 และไม่ปรากฏดอกในกลุ่มที่ 3 เลย แต่เมื่อใช้ในรูปของ sense พบดอกในกลุ่มที่ 3มากกว่ากลุ่มที่ 2 พบว่า การใช้ยีนทั้ง 2 ชนิดนี้ในรูปของ sense และ antisense ให้ผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีดอกที่ต่างกัน โดยได้ต้นแววมยุราที่ดัดแปลงพันธุกรรมแล้วเป็นลักษณะใหม่ เช่น พันธุ์ที่ดอกมีสีซีด กลีบดอกเป็นหยักคลื่น และ ดอกที่มีสีแบ่งเป็นส่วนๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Nishijima and Shima (2006) ได้ให้สารฟอร์คลอร์ฟีนูรอน (forchlorfenuron, CPPU) แก่ดอกแววมยุรา (*T. Fournieri*) โดยแบ่งระยะของดอกออกเป็น 7 ระยะ แล้วให้สารฟอร์คลอร์ฟีนูรอนในระยะต่างๆของดอกพบการเปลี่ยนแปลงของดอกเป็น 5 ลักษณะ ได้แก่ ลักษณะที่ 1 ดอกมีกลีบหยักแบบฟันเลื่อย ลักษณะที่ 2 กลีบดอกด้านในเพิ่มขึ้น ลักษณะที่ 3 กลีบดอกด้านในเพิ่มมากขึ้นและกลีบดอกเป็นแบบเว้าเข้าไป โดยที่โครงสร้างที่เหมือนกลีบดอกจะมีจำนวนมากแต่มีขนาดและความกว้างมากกว่าประเภทที่ 2 ลักษณะที่ 4 มีจำนวนของกลีบดอกและเกสรเพศผู้จำนวนมาก ลักษณะที่ 5 มีดอกเหมือนลักษณะที่ 4 แต่มีกลีบเลี้ยงจำนวนมาก แต่ไม่มีส่วนของเกสรเพศเมียมากแบบลักษณะที่ 4 การเปลี่ยนแปลงของดอกนี้ เกิดจากการทำงานร่วมกันของการเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางสัณฐานวิทยา ได้แก่ การพัฒนาไปเป็นกลีบดอกแบบฟันเลื่อยในประเภทที่ 1 และ 2 กลีบดอกแบบเว้าเข้าไปด้านใน การเกิดกลีบชั้นในเพิ่มขึ้น และการเพิ่มขององค์ประกอบของดอกโดยการเปลี่ยนแปลงแต่ละลักษณะเกี่ยวข้องระยะของดอกที่ได้รับสาร เมื่อให้ที่ระยะที่ 4 กลีบดอกจะมีลักษณะเว้าเข้าไป เกิดจากการพัฒนาของพูด้านข้างทั้งสองของกลีบดอก ซึ่งมีขนาดและรูปร่างที่คงตัว ระยะที่ 5 ชักนำให้เกิดจุดกำเนิดของกลีบดอกด้านใน ในระยะที่ 6 การให้ที่ระยะที่ 2 จะเพิ่มจำนวนของกลีบดอกและเกสรเพศผู้ และขยายขนาดของดอกที่ ระยะที่ 4 และ 5 การให้ที่ระยะที่ 1 ทำให้ตาดอกขยายขนาดที่ ระยะที่ 3 และสร้างกลีบเลี้ยงมากขึ้น

การดูแลรักษา

ต้องการแดดปานกลาง แต่ไม่ชอบแสงแดดโดยตรง ทนความร้อนได้ดีเมื่อได้รับน้ำเพียงพอ แต่เจริญเติบโตได้ช้าในบริเวณอากาศหนาว ต้องการความชื้นสูง ชอบดินร่วน ระบายน้ำได้ดี pH 5.5 – 6.5 ถ้าอากาศร้อนหรือแห้งแล้งมากก็ให้ฉีดพ่น ละอองน้ำให้ใบชุ่มชื้น ใช้ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกละลายน้ำ รดเดือนละครั้ง การปลูกเพื่อเป็นไม้ประดับในบ้าน ควรให้ปุ๋ยอย่างเพียงพอ โดยใช้สูตรที่มีองค์ประกอบของ NPK การให้ปุ๋ยที่มากเกินไปจะไปส่งเสริมการเจริญเติบโตทางลำต้นมากกว่าการสร้างดอก

แววมยุราไม่ทนต่อดินเค็ม สภาวะแห้งแล้งและหนาวจัด อ่อนแอต่อโรคราแป้ง ซึ่งควรฉีดยาป้องกันตั้งแต่ระยะแรกของการเจริญเติบโต แววมยุราบางชนิด (*T. fournieri, T.* X *hybrida* และ *T. asiatica*) ทนต่ออุณหภูมิต่ำได้ แววมยุราลูกผสมข้ามชนิดสร้างมาเพื่อเป็นไม้กระถางมากกว่าปลูกเป็นไม้คลุมดิน โดยปกติแล้วแววมยุราลูกผสมจะเป็นไม้ฤดูเดียวซึ่งจะตายในช่วงฤดูหนาวหรือตายจากโรค แมลงเข้าทำลายหรือ ตายเนื่องจากหมดอายุขัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แววมยุราลูกผสมไม่ทนต่อความเย็นและน้ำค้างแข็ง ใบจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลทองแดง เนื่องจากเนื้อเยื่อถูกทำลายที่อุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส ลูกผสมบางชนิดไม่ทนต่อสภาวะแห้งแล้งและต้องการดินที่มีความชุ่มชื้นอยู่เสมอ แต่สามารถปลูกได้ในดินหลายประเภทตั้งแต่ ดินเหนียว ดินทราย ดินที่เป็นกรด และดินร่วน

การขยายพันธุ์ โดยการเพาะเมล็ด และการปักชำกิ่งและใบ ดอกบานตลอดปี

วัชพืช แมลง และ โรค

การปลูกแววมยุราเป็นไม้ประดับแปลงหรือไม้คลุมดินหรือในกระถางขนาดใหญ่ จะพบว่าแววมยุราโตช้ากว่าวัชพืช จึงควรถอนทำลายวัชพืชอยู่เป็นประจำหรือการใช้พลาสติกคลุมหรือใช้ยาปราบวัชพืชเพื่อป้องกันการแย่งอาการกับต้นแววมยุรา ส่วนต้นแววมยุราพันธุ์การค้าที่ปลูกในโรงเรือนหรือเป็นไม้กระถางแขวนมักจะใช้ดินที่ปราศจากเมล็ดวัชพืชซึ่งทำให้สามารถควบคุมวัชพืชและโรคได้ง่าย

แววมยุราอ่อนแอต่อแมลงที่ระบาดทั่วไปในไม้ประดับล้มลุกเช่น เพลี้ยไฟ เพลี้ยอ่อน เพลี้ยแป้ง และ ไร นอกจากนี้ยังสามารถเกิดโรคจากไวรัสได้ด้วยการถ่ายทอดจากแมลง ได้แก่ เพลี้ยอ่อน มีรายงานว่า แววมยุรา อ่อนแอต่อเชื้อ Botrytis และโรคราแป้ง (*Oidium* spp.) อาการของโรค รวมทั้งใบบิดเบี้ยว และเหี่ยว โดยสภาพบรรยากาศที่มีความชื้นสูง การปลูกแบบแออัด และอากาศถ่ายเทไม่สะดวกจะทำให้การระบาดของโรคราแป้งเร็วขึ้น โดยโรคนี้สามารถป้องกันได้โดยใช้สารเคมีกำจัดโรคและรดน้ำในช่วงเช้าของวัน โรคราแป้งอื่นๆที่พบใน *T. fournieri* คือเชื้อ *Sphaerotheca fuliginea* ในสหรัฐอเมริกามีรายงานว่าแววมยุราอ่อนแอต่อโรครากปมจากไส้เดือนฝอย (College of Agriculture and Life Sciences, 2000; LookSmart, 2005; Anonymous, 2006)

การกระตุ้นการงอกของเมล็ดโดยใช้จิบเบอเรลลิน

จิบเบอเรลลิน หรือ จิบเบอเรลลิก เอซิด (GA) เป็นฮอร์โมนที่พบในพืช มีสูตรทางเคมีเป็น $C_{19}H_{22}O_6$ เมื่ออยู่ในรูปบริสุทธิ์จะเป็นของแข็งสีขาวถึงสีเหลืองอ่อน มีคุณสมบัติในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและการยืดยาวของเซลล์ GA ไปกระตุ้นการงอกของเมล็ดโดยการสร้าง mRNA ซึ่งจะไปควบคุมการถอดรหัสของเอนไซม์ไฮโดรไลติก (hydrolytic enzyme) พบว่าจิบเบอเรลลินส่งเสริมการงอกในเมล็ดข้าวบาร์เลย์ (Hamman *et al*., 2003) นอกจากนี้ในเมล็ด *Chaenorrhinuml minus* ซึ่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เป็นพืชในวงศ์ Scrophulariaceae ซึ่งมีการพักตัวแบบ embryo dormancy พบว่าเมื่อแช่เมล็ดด้วยจิบเบอเรลลินหรือให้ความเย็นสามารถแก้การพักตัวของเมล็ดได้ (Arnold *et al.*, 1996)

พืชโพลีพลอยด์

โพลีพลอยด์คือ สิ่งมีชีวิตที่มีจำนวนโครโมโซมมากกว่า 2 ชุดขึ้นไป ปกติเซลล์ร่างกายของสิ่งที่มีชีวิตทั้งหลายถูกกำหนดให้มีโครโมโซมเป็น 2n และ 2n=2x นั่นคือ เซลล์ร่างกาย ของสิ่งที่มีชีวิต ปกติจะมีจำนวนโครโมโซมเป็น 2 ชุด โดย x คือชุดหนึ่งของโครโมโซมพื้นฐาน หรือชุดของจีโนม (genome) แสดงว่าเซลล์ของร่างกายมีจีโนม 2 ชุด

โพลีพลอยดีมีความสำคัญมากในพืชเพราะพบว่ามีพืชโพลีพลอยด์ในวิวัฒนาการของพืชตั้งแต่ระยะต้นๆ การประเมินความถี่ของโพลีพลอยด์ในพืชดอก (angiosperm) พบว่ามีประมาณ 30-35 เปอร์เซ็นต์ (Stebbins, 1947) และอาจสูงได้ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ แต่โดยเฉลี่ยจะอยู่ ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ พืชโพลีพลอยด์ส่วนใหญ่อยู่ในวงศ์ Polygonaceae, Crassuladeae, Rosaceae, Malvaceae, Araliaceae, Gramineae Iridaceae และ Musaceae ในพืชหลายฤดู (perennial plant) ไม่ว่าจะเป็น ไม้พุ่ม หรือไม้ยืนต้น มีโอกาสเกิดโพลีพลอยด์สูงกว่าพืชล้มลุก (annual plant) ในพืชพวกเมล็ดเปลือย (gymnosperm) โดยเฉพาะพวกปรง (cycad) และแปะก๊วย (ginkgo) ไม่พบโพลีพลอยด์เลย ระดับของโพลีพลอยด์จะสูงมากขึ้นในกลุ่มของของพืชที่ไม่มีท่อลำเลียง (pteridophytes) และในเฟิร์นอาจพบได้ถึง 95 เปอร์เซ็นต์ ของประชากรทั้งหมด (Masterson, 1994) โพลีพลอย์มักจะแสดง พฤติกรรมการดำรงชีพ ต่างจากต้นพ่อแม่ที่เป็นดิพพลอยด์ และมักมีจำนวนมากกว่าดิพพลอยด์ (Soltis and Douglas, 2000) พืชปลูกส่วนใหญ่ เช่น ข้าวสาลี สตอเบอร์รี่ มักมีต้นกำเนิดมาจาก โพลีพลอยด์

ชนิดของโพลีพลอยด์

การเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆคือ ยูพลอยด์ (euploid) และ แอนยูพลอยด์ (aneuploid)

แอนยูพลอยด์ (aneuploid) คือ พืชพวกที่โครโมโซมเพิ่ม หรือขาดหายไปบางแท่ง จำนวนโครโมโซมแตกต่างไปจากจำนวนพื้นฐานของ somatic cell ของสภาพ diploid เช่น อาจเป็น $2n \pm 1$ หรือ $2n \pm 2$ การเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมแบบนี้โดยทั่วไปเกิดจากความผิดปกติของ คู่โครโมโซมที่ไม่ยอมแยกตัวออกจากกันในระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเรียกปรากฏการณ์ที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โครโมโซมไม่แยกออกจากกันนี้ว่า นอนดิสจังชัน (nondisjunction) พืชกลุ่ม แอนนูพลอยด์นั้น เนื่องจากขาดสมดุลของโครโมโซมทำให้อ่อนแอและใช้ประโยชน์โดยตรงไม่ได้ แต่มีประโยชน์ในแง่การศึกษาพันธุกรรมบางประการ เช่น การใช้ โมโนโซมิก (monosomic, 2n-1) ในการหาตำแหน่งของยีนเพื่อหาตำแหน่งการกลายพันธุ์ที่เกิดขึ้นบนเส้นโครโมโซมปกติของพืชโดยการนำมาผสมกัน (สุทัศน์, 2553) ใน *Arabidopsis thaliana* พบว่าต้นที่เป็นแอนนูพลอยด์จะสร้างเมล็ดน้อยกว่าต้นดิพลอยด์ (Henry *et al*., 2005) ในมันสำปะหลังต้นแอนนูพลอยด์ที่มีโครโมโซมเป็น 2n+2 พบว่ามีรากสะสมแป้งขนาดใหญ่กว่าต้นดิพลอยด์ และบางต้นพบลักษณะของรากเป็นรากฝอย (Nagib *et al*., 1996)

ยูพลอยด์ (euploid) เป็นการเพิ่มหรือลดจำนวนชุดของโครโมโซม ส่วนใหญ่เกือบ ทั้งหมดเท่าที่พบ เกิดขึ้นในพวกพืช และมีประโยชน์ในทางการเกษตรในแง่การเพิ่มผลผลิต และเป็นกลไกที่จะทำให้เกิดวิวัฒนาการในพืช สำหรับสัตว์เมื่อเกิดแล้วมักจะทำให้เป็นหมัน หรือผลิตเซลล์สืบพันธุ์ที่ไม่สามารถทำงานได้อย่างปกติ ยูพลอยด์แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ด้วยกันจากต้นกำเนิดว่าเกิดจากพืชในชนิดเดียวกัน หรือลูกผสมชนิดเดียวกันหรือต่างชนิด ต่างสกุลกัน ดังนี้

1. ออโตโพลีพลอยด์ (autopolyploid) คือกลุ่มของสิ่งที่มีชีวิต ที่เกิดจากสิ่งที่มีชีวิตชนิดเดียวกัน จึงมีชุดของโครโมโซมที่มีจีโนมเดียวกัน ดังเช่นในกล้วยหอม ซึ่งเป็นทริพพลอยด์ มีชุดของจีโนมเป็น AAA เกิดจากกล้วยป่าที่มีจีโนมเป็น AA เป็นต้น พืชที่เป็นออโตโพลีพลอยด์นอกจากกล้วยแล้วยังมี มะเขือเทศ ข้าวโพด ลำโพง กาแฟ ถั่วลิสง และมอส เป็นต้น

2. อัลโลโพลีพลอยด์ (allopolyploid) คือกลุ่มของสิ่งที่มีชีวิตที่มี โครโมโซมหลายชุดและเกิดจากลูกผสมระหว่างชนิดหรือระหว่างสกุลกัน จึงทำให้มีจีโนมต่างกัน เช่น กล้วยน้ำว้า เป็นทริพพลอยด์ มีชุดของโครโมโซมหรือจีโนมเป็น ABB เพราะเกิดจากกล้วยป่าที่มีจีโนม AA และกล้วยป่าตานีที่มีจีโนมเป็น BB นอกจากนี้ยังมียาสูบ มันฝรั่ง และกาแฟ เป็นต้น

2.1 ออโตอัลโลโพลีพลอยด์ (autoallopolyploid) คือ กลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่มีโครโมโซมตั้งแต่ 6 ชุดขึ้นไป เกิดจากการผสมกันระหว่างจีโนมที่ต่างกัน 2 โดยมาจากการเพิ่มชุดโครโมโซมในลูกผสมทริพพลอยด์ที่เป็น ออโตเตตระพลอยด์พลอยด์ที่จับคู่กับชนิดที่ใกล้เคียงกัน เช่น ลูกผสมทริพพลอยด์เป็น AAB เมื่อเพิ่มชุดโครโมโซมจะได้ ออโตอัลโลโพลีพลอยด์ ที่เป็น AAAABB

2.2 เซกเมนทัลอัลโลโพลีพลอยด์ (segmental allopolyploid) คือกลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่มีโครโมโซมหลายชุดและเกิดจากลูกผสมระหว่างชนิดที่มีความคล้ายคลึงหรือใกล้เคียงกัน โดยจีโนมลูกผสมเป็น AA’ เมื่อเป็นโพลีพลอยด์จะได้ชุดจีโนมเป็น AAA’A’ การแสดงออกจึงเป็นได้ 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบ คือโครโมโซมส่วนที่เหมือนกันจะเข้าคู่กันได้อย่างสมบูรณ์แสดงออกแบบออโตโพลีพลอยด์ ส่วนโครโมโซมที่มีความต่างกันจะแสดงออกเป็นอัลโลโพลีพลอยด์ (Sybenga, 1996)
เซกเมนทัลอัลโลโพลีพลอยด์ (Segmental allopolyploid) จะมีการเข้าคู่กันของโครโมโซมได้เกือบสมบูรณ์ โดยพบการเกิดไบวาเลนท์ (bivalent) ในเตตระพลอยด์ อย่างไรก็ตามการเข้าคู่นั้นไม่สมบูรณ์ แต่การเข้าคู่กันของโครโมโซมพ่อแม่ที่คล้ายกันนั้นเกิดขึ้นได้ ทั้งในดิพพลอยด์และโพลีพลอยด์ด้วย การเข้าคู่กันนั้นเกิดขึ้นได้แต่ความถี่น้อยกว่าการเกิดในออโตโพลีพลอยด์ ในกรณีที่มีการเข้าคู่กันอย่างสมบูรณ์ในโครโมโซมที่เหมือนกัน เช่น A กับ A และ A’ กับ A’ จะจับกันที่ด้านหนึ่งของโครโมโซม ส่วนโครโมโซมที่คล้ายกัน คือ A กับ A’ จะจับกันที่อีกด้านของโครโมโซม ซึ่งไม่ได้แปลว่า โครโมโซมที่คล้ายกันนี้จะจับตัวกันยาวตลอดทั้งเส้นแล้วก็เกิดไบวาเลนท์ของโครโมโซมคู่ที่คล้ายกันขึ้น (AA’) ถ้าโครโมโซมคู่คล้ายกันนี้เกิด crossing over ขึ้น จะเห็นการเกิดควอดดริวาเลนท์(quadrivalent) ในระยะ ดิโพลทีน (diplotene) ไดอะไคเนซีส (diakinesis) และ เมตาเฟส 1 (metaphase I) ทำให้มีการรวมกันของของชิ้นส่วนโครโมโซมที่มาจากพ่อและแม่

Stebbins (1950) กล่าวว่า ความเสถียรของเซมเมทัลอัลโลโพลีพลอยด์ ขึ้นกับการทำงานของโครโมโซมส่วนที่เหมือนกันที่แสดงออกเป็นออโตโพลีพลอยด์จากพ่อและแม่ ซึ่งส่งผลต่อการรวมตัวกันในรุ่นต่อไป อาจเป็นไปได้ว่าออโตโพลีพลอยด์ในธรรมชาติอาจมีกำเนิดมาจากลูกผสมข้ามชนิดที่พ่อแม่มีความใกล้เคียงกัน แต่ตรวจสอบได้ยากและไม่สามารถย้อนกลับจากออโตพลอยด์เพื่อดูต้นกำเนิดได้

ในทางอื่นๆ ก่อนที่จะเป็นออโตโพลีพลอยด์แบบสมบูรณ์ ออโตโพลีพลอยด์อาจมาจากการเข้าคู่กันอย่างสมบูรณ์ของโครโมโซมรวมถึงการเกิดรีคอมบิเนชั่น (recombination) อีกส่วนของโครโมโซมอาจมีความต่างกันบ้างทำให้ไม่เป็นโครโมโซมคู่เหมือนที่สมบูรณ์ซึ่งนำไปสู่การเข้าคู่กันแบบไม่สมบูรณ์ และหลังจากนั้นจะเกิดไบวาเลนท์ 2 คู่ ในระยะไมโอซีส การรวมตัวกันแบบนี้ของออโตและอัลโลโพลีพลอยดน่าจะเป็น เซกเมทัลอัลโลโพลีพลอยด์ขั้นที่สองแบบเสถียร (stabilized secondary segmenatal allopolyploid) แบบเสถียร ซึ่งไม่แน่นอนว่าอาจเกิดในธรรมชาติ

2.2.1 เซกเมทัลอัลโลโพลีพลอยด์แบบที่ 1 (Segmenatal allopolyploid 1)

ไม่ว่าโพลีพยอยด์นั้นจะเป็นออโตโพลีพลอยด์หรือ เซกเมทัลอัลโลโพลีพลอยด์ขั้นที่สองแบบเสถียรที่ประกอบด้วยโครโมโซมคู่เหมือนและคู่อื่นที่แตกต่างกันอย่างสมบูรณ์ สามารถตรวจสอบได้โดยการวิเคราะห์การกระจายตัวของมัลติวาเลนท์ (miltivalent) ของเซลล์ ซึ่งการเกิดมัลติวาเลนท์ควรมีการกระจายตัวแบบปกติ เมื่อกลุ่มของโครโมโซมคู่เหมือน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทั้งหมดมีความน่าจะเป็นที่จะสร้างมัลติวาเลนท์ได้เท่ากัน ทำให้มัลติวาเลนท์ที่เกิดขึ้นในเซลล์จะมีการกระจายตัวแบบปกติ ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นปกติในออโตโพลีพลอยด์ ถ้ามีกลุ่มของโครโมโซมที่สร้างมัลติวาเลนท์แต่อีกกลุ่มไม่สร้างเช่นที่พบในเซกเมทัลอัลโลโพลีพลอยด์ขั้นที่สองแบบเสถียร ทำให้การกระจายตัวมีการเบ้เกิดขึ้น ถึงแม้ว่าในการตรวจสอบเบื้องต้นพบว่ามีโครโมโซมบางส่วนเท่านั้นที่สามารถสร้างมัลติวาเลนท์ได้

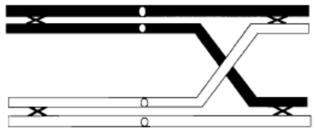
กระบวนการนี้ไม่ใช่ว่าจะไม่ยุ่งยาก ตัวอย่างเช่น การพบควอดิวาเลนท์ 1 ที่ต่อเซลล์ การเกิดทรานสโลเคชั่น (translocation) ในเฮทเทอโรไซโกท (heterozygote) ของอัลโลโพลีพลอยด์เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย การเกิดควอดิวาเลนท์ 2 ซึ่งเป็นการอธิบายที่ดีที่สุด ถ้าไม่ทราบถึงสัณฐานทางวิทยาของโครโมโซม เปอร์เซ็นต์การเกิดทรานสโลเคชันสามารถตรวจสอบได้ในรุ่นลูกการผสมตัวเอง ครึ่งนึงของจำนวนลูกก็จะเกิดพบควอดิวาเลนท์ได้อีก ในขณะที่ลูกอีกครึ่งจะไม่เกิดในเซกเมทัลอัลโลโพลีพลอยด์ลูกจะแตกต่างจากพ่อแม่ มีข้อยกเว้นว่า ในบางกรณี ทรานสโลเคชันเฮทเทอโรไซโกซิตี้แบบถาวร (permanent translocation heterozygosity) อาจเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เมื่อพบว่าลูกจำนวนมากสร้างควอดิวาเลนท์ ซึ่งพบว่าเหตุการณ์นี้เกิดขึ้นได้บ่อยในพืชวงศ์ Onagraceae

2.2.2 เซกเมทัลอัลโลโพลีพลอยด์แบบที่ 2 (Segmenatal allopolyploid 2)

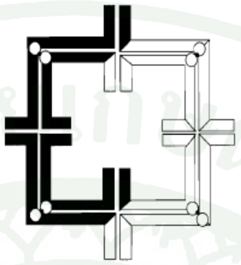
อีกรูปแบบของเซกเมทัลอัลโลโพลีพลอยด์นี้มีตัวอย่างน้อยมาก (แบบที่การเข้าคู่กันของโครโมโซมคู่คล้ายมีค่าต่ำมากๆ) เป็นแบบที่พบว่าความถี่ของการเกิดมิลติวาเลนท์ต่ำมากๆในการเกิดออโตโพลีพลอยด์ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนสภาพของสิ่งที่เหลือจากการเข้าคู่ ในต้น *Dactylis chlomerata* นอกจากนี้ในพืชสกุลมะเขือ รวมไปถึงมันฝรั่ง และกระเทียมต้น (*Allium porrum*)พบว่ามีการเกิด obvious tetrasomic และ apparent disomic ขึ้นด้วย ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีการเข้าคู่กันของโครโมโซม 4 โครโมโซม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ก



ข



ภาพที่ 1 การเข้าคู่กันของโครโมโซม 4 โครโมโซม ในลูกผสมเตตระพลอยด์ที่เข้าคู่กันอย่างไม่สมบูรณ์ (Sybenga, 1996)

(ก) เกิดควอดิวาเลนท์ขึ้นในระยะไมโอซีส โดยคู่หนึ่งแทนด้วยสีขาวและอีกคู่หนึ่งแทนด้วยสีดำ พบว่าโครโมโซมส่วนที่เหมือนกันสามารถเข้าคู่กันได้ด้านหนึ่ง ส่วนโครโมโซมที่คล้ายกันเข้าคู่กันที่อีกด้าน เกิดการสลับชิ้นส่วนของโครโมโซมขึ้น

(ข) ควอดิวาเลนท์หลังเข้าสู่ระยะไดอะไคนีซีส (diakinesis)

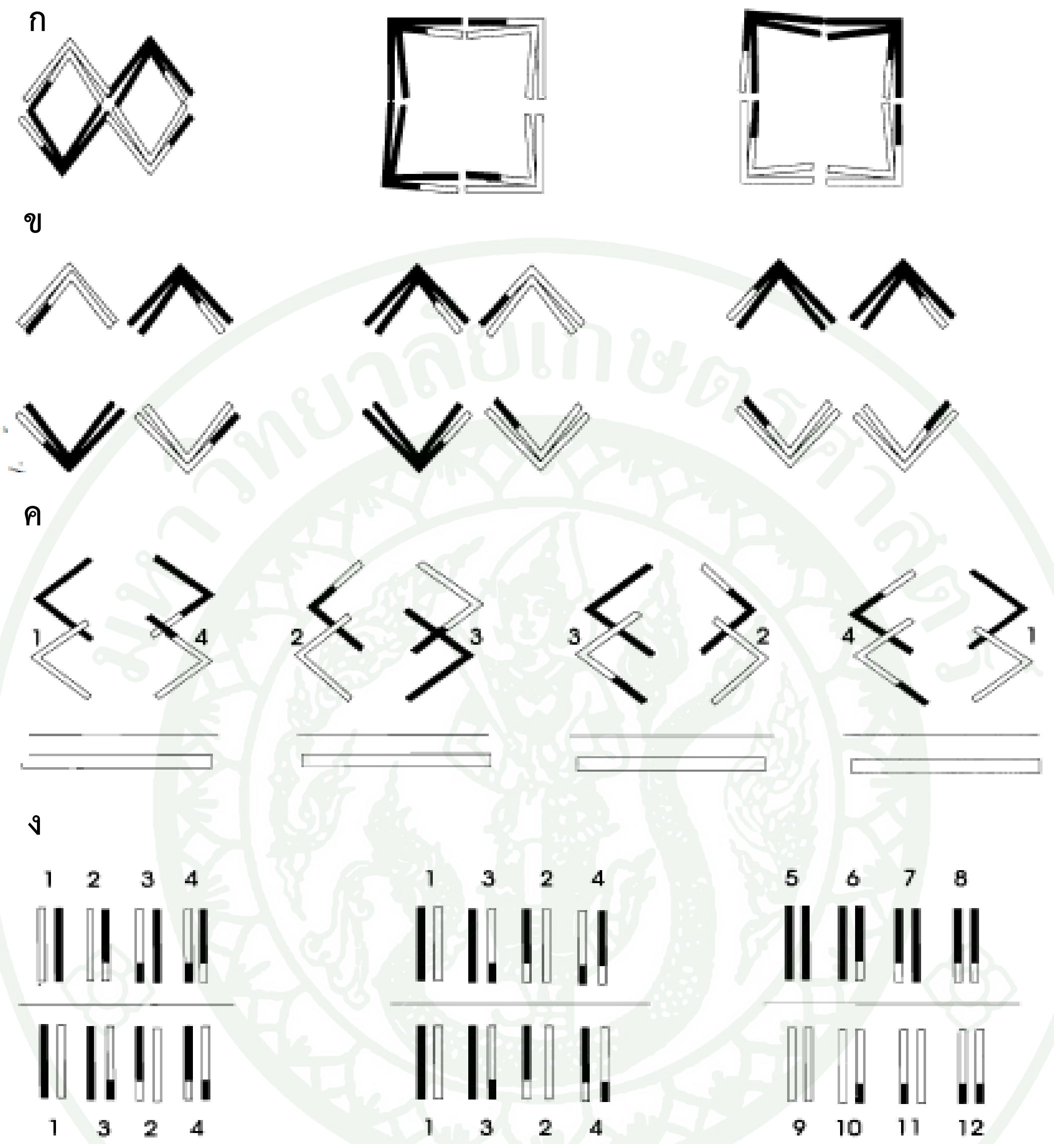
ลูกผสมรุ่นที่ 1 (primary hybrid)

ภาพที่ 1 แสดงชุดของโครโมโซมของลูกผสมเตตระพลอยด์ระหว่างดิพพลอยด์ 2 ชนิดที่มีความคล้ายคลึงกัน ซึ่งมีบางส่วนของโครโมโซมที่ต่างกันแต่ไม่มากพอให้โครโมโซมที่ต่างกันนั้นเข้าคู่กันได้ที่ระดับของเตตระพลอยด์ มีการเกิดมัลติวาเลนท์ในส่วนที่โครโมโซมเหมือนกันในขณะที่ส่วนที่คล้ายกันเข้าคู่กัน (ภาพ 1a) โครโมโซมชิ้นหนึ่งเข้าคู่กับชิ้นส่วนของโครโมโซมที่มีความคล้ายคลึงกันแทนที่คู่ของโครโมโซมที่เหมือนกันทำให้ชิ้นส่วนที่เหมือนกันของโครโมโซมจะไม่สามารถหาคู่ของมันได้สมบูรณ์ มีผลทำให้เกิดการเข้าคู่ได้ทั้งหมดและบางส่วนของโครโมโซมที่เหมือนกัน และเข้าคู่ได้บางส่วนของโครโมโซมที่คล้ายกัน พฤติกรรมของโครโมโซมในระยะไมโอติกและการกระจายตัวขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่มาการแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนกัน บริเวณที่เกิด chiasma ในส่วนที่มีการเข้าคู่กันและจุดกำเนิดของควอดิวาเลนท์ในระยะเมตาเฟส 1 การกระจายตัวในระยะแอนนาเฟส 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในภาพที่ 2a แสดงการเกิดควอดิวาเลนท์ได้ 3 แบบในระยะแอนนาเฟส 1 ซึ่งนำไปสู่สมดุลของเซลล์สืบพันธุ์ โดยที่ประกอบด้วยโครโมโซม 2 คู่ ที่แต่ละคู่ประกอบด้วย 2 โครมาติดเคลื่อนที่ไปแต่ละขั้ว สัดส่วนของการเกิดแต่ละแบบขึ้นกับหลายปัจจัย ภาพ 2c เป็นการเกิดในระยะที่ 2 ของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซีส ซึ่งโครมาติดแยกตัวออกจากกัน ในระหว่างการแบ่งตัวนี้โครโมโซม 2 คู่ จะเข้าสู่ระยะแอนนาเฟส 1 เกิดการเข้าคู่กันของโครมาติดได้ 4 แบบ ภาพ 2d การรวมตัวกันทั้งหมดที่เป็นไปได้จากการเข้าคู่กันของโครมาติดหลังจากระยะแอนนาเฟส 2 จากโครมาติดในภาพ 2b ในรุ่นต่อไปหลังจากนี้จะมีการเกิดการแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนขึ้นอีกเรื่อยๆแต่จะค่อยๆลดลงเนื่องจากมีการกำจัดลักษณะที่ดำรงชีวิตได้ยากในธรรมชาติออกไป จนในหลายชั่วรุ่นเซกเมนทัลอัลโลโพลีพลอยด์จะแสดงลักษณะเป็นออโตโพลีพลอยด์ (Sybenga, 1996)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 2 แบบจำลองภาพแบบการเกิดการกระจายของควอดิวาเลนท์ (Sybenga, 1996)

ก ระยะต้นของแอนนาเฟส 1

ข ระยะปลายของแอนนาเฟส 1

ค การรวมตัวของโครมาติดที่เป็นไปได้ทั้ง 4 แบบ

ง ผลของการรวมตัวของโครมาติดทั้งหมดหลังระยะแอนนาเฟส 2 จากต้นแบบในภาพ ก และ ข

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเกิดโพลีพลอยด์

โพลีพลอยด์อาจเกิดขึ้นได้ทั้งจากธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น การเกิดโพลีพลอยด์เกิดได้จากกลไก ดังต่อไปนี้ (เบญจมาศ, 2545)

1. เกิดจากการแบ่งเซลล์ในไมโทซิสผิดปกติ โดยอาจเกิดจากเซลล์ร่างกาย หรือเกิดในช่วงของการแบ่งเซลล์สืบพันธุ์ ทำให้จำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า

2. เกิดจากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสผิดปกติ ทำให้ได้เซลล์สืบพันธุ์ ไม่มีการลดจำนวนโครโมโซมลงครึ่งหนึ่งในไมโอซิส 1 (unreduced gamete) ทำให้ได้เซลสืบพันธุ์ที่เป็น 2n

3. เกิดจากการที่ไข่ถูกผสมโดยสเปิร์มมากกว่า 1 ตัว หรือเมื่อเกิดการแบ่งเซลล์ แบบไมโอซิสผิดปกติในเกสรเพศผู้

วิธีการทำให้เกิดโพลีพลอยด์

1. การเกิดตามธรรมชาติ ปรากฏการณ์ธรรมชาติ เช่น ฟ้าผ่า สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจำนวนและรูปร่างของโครโมโซมได้ ซึ่งพบว่ามีพืชโพลีพลอยด์ใน Angiosperm มาตั้งแต่โบราณกาล โพลีพลอยด์ที่พบมีทั้งออโตโพลีพลอยด์และอัลโลโพลีพลอยด์ เช่น กล้วยหอม AAA เกิดมาจากกล้วยป่าที่มีพื้นที่แถบมาเลเซีย กล้วยเหล่านี้มีบรรพบุรุษ มาจากกล้วยป่า *Musa acuminata* ซึ่งมีจีโนม AA ส่วนกล้วยที่เป็นอัลโลโพลีพลอยด์ เช่น กล้วยกล้าย (AAB) กล้วยน้ำว้า (ABB) กล้วยหักมุก (ABB) กล้วยเทพรส (ABBB) เกิดโพลีพลอยด์ หลังจากการเกิดการผสมของกล้วยป่า *M. acuminata* มีจีโนม AA กับกล้วยตานี *M. balbisiana* จีโนม BB ซึ่งอยู่แถบอินเดีย และต่อมาได้มีการเคลื่อนย้าย ไปปลูกในประเทศต่าง ๆ การที่กล้วยที่เป็นโพลีพลอยด์สามารถมีชีวิตอยู่ได้นี้ส่วนใหญ่เพราะพืชดังกล่าวสามารถขยายพันธุ์แบบไม่ใช้เพศ เช่น ในกล้วยมีการแยกหน่อไปปลูกได้จึงทำให้มีการกระจายพันธุ์ไปยังที่ต่าง ๆ ในเวลาต่อมา

2. การสร้างขึ้นของมนุษย์สามารถทำให้สิ่งที่มีชีวิต มีจำนวนโครโมโซมได้หลายชุดด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

2.1 การใช้ความร้อนสูงอย่างรวดเร็ว ส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นได้กับพืชที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 การใช้รังสี รังสีสามารถทำให้เกิดการกลายพันธุ์ในสิ่งที่มีชีวิตได้ ซึ่งบางครั้งอาจเกิดโพลีพลอยด์ได้เช่นกัน

2.3 การใช้สารเคมี เป็นวิธีที่ใช้กันมาก สารเคมีทำให้เกิดโพลีพลอยด์ได้ เนื่องจากการเกิดการยับยั้งการเกิดผนังเซลล์กั้นในช่วงของการแบ่งเซลล์จะไปทำให้จำนวนโครโมโซม เพิ่มขึ้นเท่าตัว สารเคมีที่นิยมใช้กันมากได้แก่ โคลชิซีน (colchicine) นอกจากนี้ยังมี ไนตรัสออกไซด์ (nitrous oxide) Oryzalin Amiprophos methyl และ Podophylin

2.3.1 การแช่เมล็ดทำการแช่เมล็ดลงในสารละลายที่มีความเข้มข้น และระยะเวลาที่พอเหมาะล้างน้ำแล้วนำไปเพาะ

2.3.2 ใช้กับต้นพืชโดยตรง ต้นพืชที่ใช้ ใช้ได้ตั้งแต่ต้นกล้า หมายถึง ต้นเล็กที่เกิดจากการเพาะเมล็ดหรือที่กิ่งหรือส่วนที่กำลังเจริญมีจุดเจริญ เช่น ปลายยอดหยดสารละลายที่มีความเข้มข้นที่พอเหมาะลงที่ยอดที่มีใบอ่อนอยู่ประมาณ 2-3 ใบ แต่ สารละลายนั้นอาจจะไหลลงไปได้ จึงควรผสมกับน้ำยาจับใบด้วย และถ้าจะให้ดี ควรนำสำลีปั้นเป็นก้อนขนาดเล็ก ๆ วางที่จุดที่จะหยดสารละลายแล้วหยดสารละลาย บนสำลีให้สารละลายค่อย ๆ ซึมผ่านสำลีลงไปที่ยอด

2.3.3 ใช้กับต้นอ่อนของพืชในสภาพปลอดเชื้อ หรือในสภาพเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ให้นำต้นอ่อน ของพืช ตัดส่วนปลายออก นำมาแช่ในสารละลาย ซึ่งอยู่ในสภาพปลอดเชื้อ ระยะเวลาในการแช่จะต้องทำการศึกษาก่อนเพื่อให้ได้เวลาที่พอเหมาะ แล้วล้างด้วยน้ำกลั่น ในตู้ปลอดเชื้อ แล้วนำไปเลี้ยงในอาหารสูตรเดิมต่อไป การที่พืชจะ เกิดเป็นโพลีพลอยด์ หรือไม่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น ระยะเวลา หรือความถี่ในการให้สารเคมีนั้น ๆ โพลีพลอยด์ของตำลึง ทำได้โดยการใช้โคลชิซินที่ความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์ แช่เมล็ด หรือ ถ้าหยดที่ยอด ใช้โคลชิซินที่ความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์ เช่นกัน หยดหลายๆ ครั้ง ในกล้วยที่อยู่ในสภาพ ปลอดเชื้อ พบว่าใช้โคลชิซินที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ แช่ต้นนาน 5-7 ชั่วโมง และ ใช้สารละลาย Oryzalin ที่ความเข้มข้น 45 ไมโครโมล นาน 2-5 ชั่วโมง จะได้ต้นที่เป็นเตตระพลอยด์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลของโพลีพลอยด์

1. ปกติการเกิดโพลีพลอยด์ในธรรมชาติมักเกิดร่วมกับการเกิดการผสมพันธุ์ระหว่างชนิด สายพันธุ์ หรืออาจจะต่างสกุล ดังนั้นรูปร่างจึงขึ้นอยู่กับ genotype ของบรรพบุรุษ การเกิด โพลีพลอยด์อาจจะมีทั้งสิ่งที่ดีและไม่ดีก็ได้ ดังนี้ เพิ่มขนาดของเซลล์เนื้อเยื่อเจริญเซลล์มีขนาด ใหญ่ขึ้น ทำให้อวัยวะหรือส่วนต่าง ๆ ของพืชมีขนาดใหญ่ขึ้นด้วย เช่นขนาดของใบสำหรับเซลล์ที่ใช้วัดได้อย่างชัดเจน ได้แก่ ขนาดของ guard cell ของปากใบ (stomata) ซึ่งจะเป็นตัวชี้ได้ว่าพืช นั้น ๆ เป็นโพลีพลอยด์หรือไม่ นอกจากนี้ ขนาดของละอองเรณูก็สามารถชี้ชัดได้เช่นกัน

2. มีการเปลี่ยนแปลงอัตราการเจริญเติบโต ปกติแล้วอัตราการเจริญ ของออโตโพลีพลอยด์จะช้า กว่าดิพลอยด์ จึงทำให้การเกิดดอกเกิดช้า การแตกกิ่งก้านน้อยลง บางครั้งผลมีขนาดเล็กลง กิ่งก้านและการแตกหน่อลดลง ดังเช่นกล้วยเบพ ซึ่งเกิดจากการใช้สาร oryzalin พบว่าต้นมีขนาด เตี้ยลงมาก มีการเกิดใบช้า ไม่ค่อยมีการแตกหน่อ ในต้น *Phlox subulata* ที่เป็นเตตระพลอยด์ ที่เกิดจากการเพิ่มจำนวนโครโมโซมโดยใช้สารละลายโคชิซิน พบว่า ขนาดใบสั้นลงแต่มีความกว้างเพิ่มขึ้นและดัชนีของพื้นที่ใบเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับต้นที่เป็นดิพลอยด์ (Zhang *et al*., 2008) นอกจากนี้ในต้น Alocasia ‘Green Valvet’ ที่เพิ่มโครโมโซมโดยใช้สารโคชิซินและออริซาลิน พบว่า ใบมีแนวโน้มค่อนข้างกลมและเซลล์คุมของปากใบมีขนาดใหญ่ขึ้น ในแววมยุราที่เพิ่มจำนวนโครโมโซมด้วยสารละลายโคลชิซิน พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงของลักษณะรูปร่างดอก ขนาดของดอก สีดอกและใบมีสีเข้มข้น ลักษณะของดอกที่เปลี่ยนไปเช่น กลีบดอกด้านล่างมีขนาดใหญ่ขึ้น เซลล์คุมของปากใบและขนาดของละอองเรณูใหญ่ขึ้น (สัณฐิตา, 2552)

3. การเพิ่มความสมบูรณ์พันธุ์ เมื่อมีการสร้างลูกผสมข้ามชนิด เช่น ในพืชกลุ่มข้าวสาลี ข้าวฟ่างและ พืชสกุลกะหล่ำ ต้องการได้ลูกผสมที่มีความสมบูรณ์พันธุ์ ลูกผสมโดยส่วนมากมักเป็นหมัน ซึ่งทำให้ไม่สามารถสร้างเมล็ดเพื่อการขยายพันธุ์ได้ ลูกผสมที่เป็นหมันเกิดจากคู่ผสมที่มีจำนวนโครโมโซมต่างกันหรือเป็นพืชต่างชนิดกันทำให้โครโมโซมเข้าคู่กันไม่ได้ในระยะไมโอซีส การเพิ่มจำนวนโครโมโซมของลูกผสมข้ามชนิดนี้ทำให้ละอองเรณูและไข่มีความสมบูรณ์พันธุ์ สามารถผสมและสร้างเมล็ดได้ซึ่งนักปรับปรุงพันธุ์มักนำวิธีนี้มาใช้แก้ปัญหาลูกผสมข้ามชนิดที่ไม่ติดเมล็ดโดยใช้โคลชิซิน (Murphy, 2007)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณภัทร (2547) ได้ศึกษาการกระจายตัวของลักษณะรูปร่างใบ สีใบ และสีแอนโทไซยานินที่ข้อ ในประชากรพริกชั่วที่ 2 ที่ผสมระหว่าง *Capsicum annuum* L. 'บางช้าง' และ *C. chinense* Jacq. 'PBC932' พบว่าลักษณะรูปร่างใบ สีใบ และสีแอนโทไซยานินที่ข้อมีความแตกต่างกัน ในสายพันธุ์พ่อแม่ คือ บางช้างมีรูปร่างใบแบบ lanceolate ใบสีเขียวเข้มและข้อมีสีม่วง ส่วน 'PBC932' มีรูปร่าง ใบแบบ ovate ใบมีสีเขียวและข้อมีสีเขียวลักษณะการกระจายตัวใน ประชากรชั่วที่ 2 เป็นไปตามกฎเมนเดลคือ รูปร่างใบแบบ ovate และ lanceolite สีของใบเป็น สีเขียวและสีเขียวเข้ม และ สีแอนโทไซยานินที่ข้อเป็นสีม่วงและสีเขียวในอัตราส่วน 3:1 ทุกลักษณะและแต่ละลักษณะเป็นอิสระต่อกัน

Lindstrom (1933) ได้เพิ่มจำนวนโครโมโซมมะเขือเทศลูกผสมระหว่าง *Lycopersicum pimpinellifolium* กับ *L. esculentum* เพื่อทำการเปรียบเทียบลักษณะของต้นดิพลอยด์และเตตระพลอยด์ พบว่ามีการกระจายตัวของลักษณะที่เป็นลักษณะเชิงปริมาณในประชากรรุ่นที่ 2 ในเรื่องของขนาดผลและนอกจากนี้พบว่าขนาดผลเฉลี่ยของต้นเตตระพลอยด์มีขนาดเล็กกว่าต้นดิพลอยด์ เนื่องจากยีนที่เกี่ยวข้องกับขนาดผลซึ่งเป็นยีนแฝงได้ถูกเพิ่มจำนวนขึ้น ทำให้ในรุ่นที่ 2 ขนาดผลเฉลี่ยมีค่าน้อยกว่าแต่ขนาดดอก เมล็ด ใบของต้นเตตระพลอยด์มีขนาดใหญ่กว่า

Boff *et al.* (2003) ได้ศึกษาพฤติกรรมในการจับคู่ในระยะไมโอซีสของกระถินจำนวน 28 กลุ่ม ที่เป็นเตตระพลอยด์ ได้แก่ *Leucaena confertiflora*, *L. diersifolia*, *L. inolucrata*, *L. leucocephala*, *L. x spontanea* และ ต้นที่เป็นดิพลอยด์ ได้แก่ *L. shannonii* และ *L. Macrophylla* พบว่า ในต้นดิพลอยด์ มีการพบการเกิด quadrivalents ขึ้นบ่อยซึ่งเป็นสาเหตุการเกิด paleopolyploid ส่วนในต้นเตตระพลอยด์การเกิดขึ้นของ quadrivalents ได้แสดงให้เห็นถึงต้นกำเนิดของการเกิดโพลีพลอยด์ และในกระถิน *L. confertiflora*, *L. pallida*, *L. leucocephala* และ *L. inolucrata* พบว่าไม่เป็นไปตามกฎของ autopoloyploid หรือ allopolyploid อาจเป็นไปได้ว่า กระถินกลุ่มนี้เป็น segmental allpolyploid คือกลุ่มที่โครโมโซมที่เข้าคู่กันเป็นโพลีพลอยด์มีความใกล้เคียงกัน

Lee *et al.* (2005) ได้ทำการศึกษาการกระจายตัวของลักษณะทางสัณฐานวิทยาและทำ RAPD ในลูกผสม *Dianthus giganteus* และ *D. carthusianorum* จำนวน 55 ลูกผสม พบว่าลูกผสม มีลักษณะกึ่งกลาง ระหว่างพ่อและแม่ และมีบางลักษณะมากขึ้น ยกเว้น ความยาวของข้อ ความยาวของดอก การกระจายตัว ของลักษณะคุณภาพ 4 ลักษณะ เช่น ลักษณะด้านข้างของส่วนล่างของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กลีบดอก สีของก้านชูเกสรเพศเมีย การจัดเรียงของดอกเดียว และ สีของแผ่นกลีบดอก ซึ่งจะแสดงออกอย่างใดอย่างหนึ่งไม่เป็นลักษณะของพ่อหรือของแม่

Lukens (2006) ได้ทำการเพิ่มจำนวนโครโมโซมในลูกผสมของ *Brassica napus* และ ทำการตรวจสอบด้วยวิธี RFLP และ SSR พบว่ามีการกระจายตัว ของลักษณะทางพันธุกรรมภาย ในลูกผสมตัวเองรุ่นที่ 1 มีการเกิด insertion และ deletion เกิดน้อยมากแต่ไม่เป็นไปอย่างสุ่ม มีการหายไปของ 3 loci จาก *Brassica rapa* และมี 1 loci ที่เกิดขึ้น 29 เปอร์เซ็นต์ ของสายพันธุ์ มีการหายไป ของลำดับเบสของพ่อแม่ ความยาว 400-bp ในทางตรงกันข้าม จากการตรวจสอบด้วย 4 เปอร์เซ็นต์ ด้วยวิธี RFLP ที่ตรวจสอบว่ามีการหายไป 48 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงที่ CpG methylation จาก ผลการทดลองนี้พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมเล็กน้อยในชั่วรุ่น S_0 ที่ทำการเพิ่มจำนวนโครโมโซม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. พืชทดลอง แววมยุราลูกผสม (*Torenia fournieri* x *Torenia baillonii*) ในประชากรรุ่น F_1 ที่ทำการเพิ่มจำนวนโครโมโซมด้วยสารละลายโคชิซินชนิดเม็ด และตรวจสอบแล้วว่าเป็นเตตระพลอยด์ (จิราภรณ์, 2554) ลักษณะต้นกึ่งเลื้อย ดอกมีสีม่วงอมเหลือง จำนวนโครโมโซม 2n=4x=34

2. อุปกรณ์สำหรับศึกษาโครโมโซมและความมีชีวิตของละอองเรณู ได้แก่ กรรไกร ปากคีบ กล้องจุลทรรศน์ สไลด์ กระจกปิดสไลด์ สีย้อม ฯลฯ

3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บผลและบันทึกข้อมูล ได้แก่ ไม้บรรทัด สายวัด กล้องถ่ายรูป RSH Colour Chart

4. วัสดุที่ใช้ในการปลูกพืช

4.1 วัสดุเพาะเมล็ด ได้แก่ พีทมอส จิบเบอเรลิน

4.2 วัสดุปลูก คือ ได้แก่ ทราย ถ่านแกลบ ขุยมะพร้าว กาบมะพร้าวสับหยาบ ปุ๋ยคอก อัตราส่วน 1:1:1:1:1

4.3 วัสดุปักชำ ได้แก่ ทราย: ถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1

4.4 ตะกร้าพลาสกติกสำหรับเพาะเมล็ด

4.5 ถาดหลุมขนาด 72 หลุม

4.6 กระถางขนาด 4 นิ้ว และ 8 นิ้ว

4.7 ป้ายพลาสติก

4.8 ปุ๋ยเม็ดละลายช้าสูตรเสมอ 13-13-13 ตรา ออสโมโค้ท

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.9 ปุ๋ยชนิดเกล็ดละลายน้ำสูตร 21-21-21 ตรา ทวินเฟอร์ตี้

5. สารเคมีป้องกันและสารกำจัดศัตรูพืช

5.1 จิบเบอเรลลิน

5.2 สารเคมีป้องกันกำจัดเพลี้ยและราแป้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการ

การสร้างประชากรลูกผสมรุ่นที่ 2

1. การคัดเลือกต้น

คัดเลือกต้นที่ผ่านการเพิ่มจำนวนโครโมโซมด้วยสารละลายโคลชิซินชนิดเม็ด จำนวน 7 ต้น ที่ทดสอบแล้วว่าเป็นเตตระพลอยด์ โดยเลือกหมายเลข 1 2 3 5 6 13 และ 14 (จิราภรณ์, 2554) เนื่องจากเป็นเบอร์ที่มีความพร้อมในการนำไปขยายพันธุ์ต่อ โดยต้นที่คัดเลือกเป็นต้นที่แข็งแรงและทรงพุ่มเต็มในกระถางขนาด 6 นิ้วและมีดอกแล้ว (หมายเลขของต้นที่ต่างกันแสดงถึงระยะเวลาในการแช่และความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซินที่ต่างกันในการทดลองเพื่อนสร้างลูกผสมเตตระพลอยด์)นำมาขยายพันธุ์โดยการปักชำกิ่งในวัสดุปลูกที่ผสมระหว่าง ถ่านแกลบ : ทราย ในอัตราส่วน 1:1 เมื่ออายุ 2 สัปดาห์หลังการปักชำ ย้ายลงกระถางขนาด 4 นิ้ว แล้วย้ายลงกระถางขนาด 8 นิ้ว เมื่ออายุ 1 เดือนหลังการปักชำ ให้ปุ๋ยเกล็ดสูตร 21-21-21 ปริมาณ 1 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร ฉีดพ่นทางใบอาทิตย์ละ 1 ครั้ง และสารเคมีป้องกันและกำจัดเพลี้ยและราแป้ง 2 ครั้งต่อเดือน

2. สร้างประชากรลูกผสมรุ่นที่ 2

เมื่อต้นที่ขยายพันธุ์โดยการปักชำอายุ 2เดือนและเริ่มออกดอกทำการผสมเกสรเพื่อสร้างเมล็ดลูกผสมรุ่นที่ 2 การผสมเกสรโดยใช้ปากคีบผสมในช่วงเช้า เวลาที่เหมาะสมคือตั้งแต่ 7.00 - 10.00 น. โดยใช้ปากคีบแต้มละอองเรณูเพศผู้แล้วไปแตะบนยอดเกสรเพศเมียในต้นเดียวกัน จากนั้นมัดด้วยด้ายและเขียนวันที่ผสม เก็บเมล็ดที่อายุ 28 วัน หลังจากผสม แล้วนำเมล็ดที่ได้ไปเพาะในพีทมอสบรรจุในตะกร้าพลาสติกที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายจิบเบอเรลลินความเข้มข้น 500 ppm จนชุ่ม ย้ายต้นกล้าที่อายุ 4 สัปดาห์หลังเพาะเมล็ดลงปลูกในถาดหลุม ขนาด 72 หลุม อายุ 6 สัปดาห์หลังเพาะเมล็ดย้ายลงกระถางขนาด 4 นิ้ว และเมื่ออายุ 8 สัปดาห์หลังเพาะเมล็ด ย้ายลง กระถางขนาด 8 นิ้วให้ปุ๋ยเกล็ดสูตร 21-21-21 ปริมาณ 1 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร ฉีดพ่นทางใบอาทิตย์ละ 1 ครั้ง และสารเคมีป้องกันและกำจัดเพลี้ยและราแป้ง 2 ครั้งต่อเดือน

3. การเก็บข้อมูลทางสัณฐานวิทยา โดยเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต และข้อมูลอื่นๆ ดังต่อไปนี้

3.1 จำนวนเมล็ดต่อฝัก โดยสุ่มเก็บฝักจากต้นเตตระพลอยด์จำนวน 10 ต้น ต้นละ 10 ฝัก รวมเป็น 100 ฝัก นับจำนวนเมล็ดแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยใช้เป็นตัวแทนของจำนวนฝักของแต่ละต้น หลังจากนั้นนำค่าเฉลี่ยของทั้ง 10 ต้น มาหาจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อฝักของประชากร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 อัตราการงอกของเมล็ด วัดจำนวนการงอกของเมล็ดทั้งหมดที่เพาะในพีทมอส โดยนับจำนวนการงอกที่อายุ 4 สัปดาห์หลังการเพาะเมล็ด

3.3 ความสูงต้น วัดความสูงต้นที่ระยะ 90 วันหลังเพาะเมล็ด โดยไม่ดึงกิ่งส่วนที่เลื้อยให้ตั้งขึ้น

3.4 ความยาวทรงพุ่ม วัดความยาวที่ระยะ 90 วันหลังเพาะเมล็ด

3.5 ความกว้างทรงพุ่ม วัดความกว้างที่ระยะ 90 วันหลังเพาะเมล็ด

3.6 ความยาวใบ วัดส่วนที่ยาวที่สุดของใบโดยสุ่มวัด 5 ใบต่อต้น ในระยะใบเพสลาด แล้วหาค่าเฉลี่ยเป็นตัวแทนความกว้างใบของแต่ละต้น ในระยะต้นที่อายุ 90 วันหลังเพาะเมล็ด

3.7 ความกว้างใบ วัดส่วนที่กว้างที่สุดของใบโดยสุ่มวัด 5 ใบต่อต้น ในระยะใบเพสลาด แล้วหาค่าเฉลี่ยเป็นตัวแทนความกว้างใบของแต่ละต้น ในระยะต้นที่อายุ 90 วันหลังเพาะเมล็ด

3.8 สีใบ แบ่งสีใบเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มสีแดงและกลุ่มสีเขียว

3.9 สีลำต้น แบ่งสีลำต้นเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มสีแดงและกลุ่มสีเขียว

3.10 สีดอกวัดสีดอกโดยใช้ RHS Colour Chart แบ่งกลุ่มดอกออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มดอกที่มีสัดส่วนสีม่วงมากกว่า และ กลุ่มดอกที่มีสัดส่วนสีเหลืองมากกว่า แล้วแบ่งชิ้นส่วนของดอกออกเป็น 4 ส่วนได้แก่ กลีบดอกบน กลีบดอกล่าง กลีบดอกซ้ายและ กลีบดอกขวา ทำการวัดค่าเป็นรหัสสีแล้วบันทึกผล

3.11 ลักษณะการเลื้อย แบ่งลักษณะบันทึกเป็น ทรงต้นเลื้อย ทรงต้นตั้งและทรงกึ่งเลื้อย โดยดูจากต้นที่ระยะ 90 วันหลังเพาะเมล็ด ว่ากิ่งของต้นมีลักษณะอย่างไร

3.12 รูปร่างใบ วัดแบบของรูปร่างใบโดยสุ่มดูจากใบในแต่ละต้นจำนวนต้นละ 5 ใบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. การตรวจสอบความมีชีวิตของละอองเรณู

เก็บดอกที่บานวันแรกในตอนเช้า ก่อนเวลา 9.00 น. เขี่ยละอองเรณูออกจากอับเรณูลงบนกระจกสไลด์ หยดสีย้อม acetocarmine 1-2 หยดลงบนสไลด์ และใช้เข็มเขี่ยเกลี่ยให้ละอองเรณูกระจายออกไปทั่วสีย้อม ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ และนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 400 เท่า เพื่อนับจำนวนละอองเรณูที่ปกติ และละอองเรณูที่ผิดปกติ โดยใช้สีย้อม acetocamine ถ้าละอองเรณูติดสีเข้มเป็นละอองเรณูมีชีวิต และละอองเรณูที่ติดสีจางหรือไม่ติดสี และมีขนาด เล็กกว่าปกติ เป็นละอองเรณูที่ผิดปกติ ทำการบันทึกจำนวนละอองเรณูที่ตรวจนับทั้งหมด และ จำนวนละอองเรณูที่ผิดปกติในแต่ละบริเวณที่ตรวจนับภายในสไลด์ โดยสุ่มนับ 10 บริเวณเพื่อนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความเป็นหมันของละอองเรณู

ตามสูตร

เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเรณู

$$\frac{\text{จำนวนละอองเรณูที่มีชีวิต}}{\text{จำนวนละอองเรณูที่ตรวจนับทั้งหมด}} \times 100$$

5. การนับจำนวนโครโมโซมด้วยกล้องจุลทรรศน์ (จิราภรณ์, 2554)

5.1 ตัดปลายรากขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร จากกิ่งปักชำแววมยุราอายุ 1 เดือน

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

5.3 ย้ายปลายรากลงแช่ใน Fixative’s solution (ethyl alcohol 95เปอร์เซ็นต์: acetic acid อัตราส่วน 3:1) นำไปเก็บที่ อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสนาน 20 ชั่วโมง

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

5.5 ล้างออกด้วยน้ำสะอาด 2-3 ครั้ง แช่สีย้อม Feulgen นาน 30 นาที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.6 ตัดเอาส่วนเฉพาะปลายราก ยาว 1-2 มิลลิเมตร วางบนสไลด์

5.7 ทำการบด แล้วเขี่ยเอาเศษเนื้อเยื่อทิ้งแล้วปิดด้วยกระจกสไลด์ ลนไฟอ่อนๆ จากตะเกียงแอลกอฮอล์

5.8 นำสไลด์วางบนกระดาษซับ ใช้กระดาษซับอีกแผ่นปิดบนสไลด์ ใช้หัวแม่มือ กดบนกระดาษซับ เพื่อให้เซลล์ของรากอยู่ในระนาบเดียวกัน กระดาษซับจะซับสีส่วนที่เกินออก

5.9 นำสไลด์ ที่เตรียมเสร็จ แล้วไปส่องดูโครโมโซมภายใต้กล้องจุลทรรศน์

6. การศึกษาจำนวนโครโมโซมโดยใช้สีย้อม DAPI (Kikushi *et al*., 2006)

6.1 เลือกตาดอกขนาด 1-2 มิลลิเมตร ตัดและทำ pretreatment โดยใช้ -8 hydroquinoline ที่ 4 องศาเซลเซียส

6.2 ล้างอับเรณูที่ยังไม่แตกด้วยน้ำกลั่น 2-3 ครั้ง นำอับเรณูมาแช่น้ำยาตรึงเซลล์สูตรคาร์นอย 1 (Carnoy 1) ที่ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

6.3 ล้างอับเรณูด้วยน้ำกลั่น 2-3 ครั้งแล้วย้ายอับเรณูมาแช่เอนไซม์ Hemicellulase+ Pectolyase แช่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 45 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที

6. 4 ล้างปลายอับเรณูด้วยน้ำกลั่น2-3 ครั้ง นำอับเรณูวางบนสไลด์ ขยี้อับเรณูให้ผนังอับเรณูแยกออกมา และขยี้อับเรณูให้แยกออกจากกัน หยดสี DAPI ปิดกระจกสไลด์ ใช้กระดาษทิชชูวางใต้สไลด์แล้วพับขึ้นมาบนกระจกปิดสไลด์ ใช้หัวแม่มือกดลงไปบนกระจกปิดสไลด์และซับสีส่วนเกินออก ศึกษาจำนวนโครโมโซมภายใต้กล้องจุลทรรศน์ในระยะเมตาเฟส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย

สถานที่ทำการวิจัย

1. แปลงทดลอง 1 ภาควิชาพืชสวนและห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ

2. ห้องปฏิบัติการโรคพืช ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ

ระยะเวลาทำการวิจัย

การทดลองเริ่มตั้งแต่ เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2554 ถึง เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

x

Torenia fourieri *Torenia baillonii*

Torenia hybrid

(วิภาภรณ์, 2554)

เพิ่มจำนวนโครโมโซมด้วยโคลชิซินชนิดเม็ด

Torenia hybrid (จิราภรณ์, 2554)

ภาพที่ 3 พ่อและแม่พันธุ์ที่ใช้ในการผสมเพื่อสร้างลูกผสมรุ่นที่ 1 *T. fournieri* (ก), *T. baillonii* (ข) และ ลูกผสม (*Torenia fournieri* x *Torenia baillonii*) (ค) ที่เพิ่มจำนวนโครโมโซมด้วยสารละลายโคลชิซิน (ง)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

ผล

การสร้างประชากรต้นแววมยุราลูกผสมที่เป็นเตตระพลอยด์ในรุ่นที่ 2

1. จำนวนเมล็ดต่อฝักของต้นแววมยุราลูกผสมที่เป็นเตตระพลอยด์ในรุ่นที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนเมล็ดต่อฝักของต้นแววมยุราลูกผสมที่เป็นเตตระพลอยด์ในรุ่นที่ 2 จากการวัดต้นแววมยุราจำนวน 10 ต้น

ต้นที่	จำนวนเมล็ดต่อฝัก
1	134±11.5
2	75±7.25
3	180±7.29
4	216±12.79
5	125±2.33
6	178±8.25
7	220±3.78
8	252±7.11
9	146±11.56
10	280±8.19
จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อฝัก	**180.6**

จากการวัดจำนวนเมล็ดต่อฝักของต้นเตตระพลอยด์ในรุ่นที่ 2 โดยสุ่มเลือกจากต้นจำนวน 10ต้น (โดยแต่ละต้นจะสุ่มนับจำนวน 10 ฝัก แล้วหาจำนวนเมล็ดเฉลี่ยเป็นตัวแทนของแต่ละต้น) พบว่าได้จำนวนเมล็ดทั้งหมด 1806 เมล็ด ต่อ 10 ฝัก ได้จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อฝักเป็น 180.6 เมล็ด โดยต้นที่ 2 มีจำนวนเมล็ดต่อฝักน้อยที่สุดเป็น 75 ±7.25 เมล็ดต่อฝัก ต้นที่มีเมล็ดมาดที่สุดคือต้นที่ 10, 8 และ 4 โดยมีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อฝักเท่ากับ 280±8.19 252±7.11 และ 216±12.79 เมล็ดต่อฝัก ตามลำดับ ดังตารางที่ 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. อัตราการงอกของเมล็ดของต้นแววมยุราลูกผสมที่เป็นเตตระพลอยด์ในรุ่นที่ 2

อัตราการงอกของเมล็ดแววมยุราที่เพาะในพีทมอส โดยฉีดพ่นด้วย GA_3 ที่ความเข้มข้น 500 ppm จำนวน 860 เมล็ด เมื่อทำการเก็บข้อมูลต้นที่งอกที่อายุสัปดาห์ที่ 4 หลังเพาะเมล็ด พบว่ามีต้นกล้างอกจำนวน 215 ต้น คิดเป็น อัตราการงอก 25 เปอร์เซ็นต์

3. การกระจายตัวของลักษณะทางสัณฐานวิทยา

3.1 ลักษณะที่มีการกระจายตัว

3.1.1 ความสูงของต้น

ความสูงของต้นมีการกระจายแบบต่อเนื่องโดยความสูง มีค่าตั้งแต่ 4 ถึง 30 เซนติเมตร โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 16 เซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.09 ต้นที่มีความสูงน้อยที่สุดคือ 4 เซนติเมตร มาจากต้นที่งอกจากเมล็ดแล้วไม่เจริญเติบโตต่อ แต่ไม่ตาย ต้นที่มีความสูงมากที่สุดเท่ากับ 30 เซนติเมตร ความสูงค่อยๆเพิ่มขึ้นแบบต่อเนื่อง เมื่อนำค่าความสูงมาแบ่งเป็นช่วงอันตรภาคชั้นที่เท่าๆกัน ได้ดังตารางที่ 3 พบว่า ประชากรส่วนใหญ่มีค่าความสูงอยู่ในช่วง 16-20 เซนติเมตร จำนวน 40.48 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือความสูงอยู่ในช่วง 11-15 เซนติเมตร เท่ากับ 38.15 เปอร์เซ็นต์ ความสูงในช่วง 21-25 เซนติเมตร เท่ากับ 13.96 เปอร์เซ็นต์ ความสูงในช่วง 6-10 เท่ากับ 4.67 เปอร์เซ็นต์ ความสูงในช่วง 26-30 เท่ากับ 2.34 เปอร์เซ็นต์ และ ความสูงในช่วง 0-5 เท่ากับ 0.4 เปอร์เซ็นต์ ประชากรส่วนใหญ่มีค่าความสูงต่ำกว่า 20 เซนติเมตร คิดเป็น 83.7 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาวาดกราฟได้กราฟระฆังคว่ำที่เบ้ซ้ายเนื่องจากค่าของประชากรส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของประชากร จากการที่ค่าของความสูงในลูกผสมรุ่นที่ 2 มีการกระจายตัวต่อเนื่องกันนี้ เกิดจากการลักษณะของความสูงของต้นแววมยุราลูกผสมที่เป็นเตตระพลอยด์เป็นลักษณะเชิงปริมาณควบคุมด้วยยีนหลายคู่ การแสดงของฟีโนไทป์แสดงออกมาเป็นจำนวนมาก ค่าของความสูงกระจายตัวแบบต่อเนื่อง ไม่สามารถแบ่งเป็นกลุ่มได้อย่างชัดเจน (ตารางที่ 3 และภาคผนวกภาพที่ 1)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 ความสูงของต้นต้นแววมยุราลูกผสมที่เป็นเตตระพลอยด์ในรุ่นที่ 2 เมื่อนำมาจัดเป็นกลุ่มอันตรภาคชั้น

ความสูงต้น(เซนติเมตร)	จำนวน (เปอร์เซ็นต์)
0-5	0.4
6-10	4.67
11-15	38.15
16-20	40.48
21-25	13.96
26-30	2.34

3.1.2 ความยาวทรงพุ่ม

ความยาวทรงพุ่มมีการกระจายตัวแบบต่อเนื่อง โดยความยาวทรงพุ่มมีขนาดตั้งแต่ 2.6 - 41 เซนติเมตร โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 25.5 เซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.19 เซนติเมตร ต้นที่มีความยาวทรงพุ่มน้อยที่สุดเท่ากับ 2.6 เซนติเมตร แล้วความยาวทรงพุ่มค่อยๆ เพิ่มขึ้นแบบต่อเนื่อง เมื่อนำค่าความความยาวทรงพุ่มมาแบ่งเป็นช่วงอันตรภาคชั้นที่เท่าๆกัน ได้ดังตารางที่ 4 พบว่า ประชากรส่วนใหญ่มีค่าความยาวทรงพุ่มอยู่ในช่วง 26-30 เซนติเมตร จำนวน 33.04 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือความยาวทรงพุ่มอยู่ในช่วง 21-25 เซนติเมตร เท่ากับ 26.1 เปอร์เซ็นต์ ความยาวทรงพุ่มในช่วง 31-35 เซนติเมตร เท่ากับ 13.04 เปอร์เซ็นต์ ความยาวทรงพุ่มในช่วง 16-20 เท่ากับ 12.2 เปอร์เซ็นต์ ความยาวทรงพุ่มในช่วง 11-15 เท่ากับ 7.55 เปอร์เซ็นต์ ความยาวทรงพุ่มในช่วง 0-5 และ 6-10 เซนติเมตร เท่ากับ 2.5 เปอร์เซ็นต์ และ ความยาวทรงพุ่มในช่วง 41-45 เซนติเมตรเท่ากับ 0.4 เปอร์เซ็นต์ ประชากรส่วนใหญ่มีค่าความยาวทรงพุ่มมากกว่า 21 เซนติเมตร คิดเป็น 76.33 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาวาดกราฟได้กราฟระฆังคว่ำที่เบ้ขวาเนื่องจากค่าของประชากรส่วนใหญ่มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของประชากร จากการที่ค่าของความยาวทรงพุ่มในลูกผสมรุ่นที่ 2 มีการกระจายตัวต่อเนื่องกันนี้ เกิดจากการลักษณะของความยาวทรงพุ่มของต้นแววมยุราลูกผสมที่เป็นเตตระพลอยด์เป็นลักษณะเชิงปริมาณควบคุมด้วยยีนหลายคู่ การแสดงของฟีโนไทป์แสดงออกมาเป็นจำนวนมาก ค่าของความยาวทรงพุ่มกระจายตัวแบบต่อเนื่อง ไม่สามารถแบ่งเป็นกลุ่มได้อย่างชัดเจน (ตารางที่ 4 และภาพผนวกที่ 2)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 ความยาวทรงพุ่มของต้นเตตระพลอยด์ในรุ่นที่ 2 เมื่อนำมาจัดเป็นกลุ่มอันตรภาคชั้น

ความยาวทรงพุ่ม (เซนติเมตร)	จำนวน (เปอร์เซ็นต์)
0-5	2.5
6-10	2.5
11-15	7.55
16-20	12.2
21-25	26.1
26-30	33.04
31-35	13.04
36-40	3.75
41-45	0.4

3.1.3 ความกว้างทรงพุ่ม

ความกว้างทรงพุ่มมีการกระจายตัวแบบต่อเนื่อง ความกว้างทรงพุ่มมีขนาดตั้งแต่ 2.1 - 35 เซนติเมตร โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 19.5 เซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.16 เซนติเมตร ต้นที่สูงน้อยที่สุดเท่ากับ 2.1 เซนติเมตร เมื่อนำค่าความความกว้างทรงพุ่มมาแบ่งเป็นช่วงอันตรภาคชั้นที่เท่าๆกัน ได้ดังตารางที่ 5 พบว่า ประชากรส่วนใหญ่มีค่าความกว้างทรงพุ่มอยู่ในช่วง 26-30 เซนติเมตร จำนวน 30.23 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือความกว้างทรงพุ่มอยู่ในช่วง 21-25 เซนติเมตร เท่ากับ 26.05 เปอร์เซ็นต์ ความกว้างทรงพุ่มในช่วง 16-20 เซนติเมตร เท่ากับ 14.42 เปอร์เซ็นต์ ความกว้างพุ่มในช่วง 31-35 เท่ากับ 13.49 เปอร์เซ็นต์ ความกว้างทรงพุ่มในช่วง 11-15 เท่ากับ 6.51 เปอร์เซ็นต์ ความกว้างทรงพุ่มในช่วง 36-40 เท่ากับ 4.91 ความกว้างทรงพุ่มในช่วง 6-10 เซนติเมตร เท่ากับ 2.8 เปอร์เซ็นต์ ความกว้างทรงพุ่มในช่วง 0-5 เซนติเมตรเท่ากับ 2 เปอร์เซ็นต์ และความกว้างทรงพุ่มในช่วง 41-45 เซนติเมตรเท่ากับ 0.4 เปอร์เซ็นต์ ประชากรส่วนใหญ่มีค่าความกว้างทรงพุ่มมากกว่า 21 เซนติเมตร คิดเป็น 74.36 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาวาดกราฟได้กราฟระฆังคว่ำที่เบ้ขวาเนื่องจากค่าของประชากรส่วนใหญ่มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของประชากร การกระจายตัวที่ต่อเนื่องกันนี้ เกิดจากการลักษณะของความกว้างทรงพุ่มของต้นแววมยุราลูกผสมที่เป็นเตตระพลอยด์เป็นลักษณะเชิงปริมาณควบคุมด้วยยีนหลายคู่ การแสดงของฟีโนไทป์แสดงออกมาเป็นจำนวนมาก ค่าของความกว้างทรงพุ่มกระจายตัวแบบต่อเนื่อง ไม่สามารถแบ่งเป็นกลุ่มได้อย่างชัดเจน (ตารางที่ 5 และภาพผนวกที่ 3)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 ความกว้างทรงพุ่มของต้นเตตระพลอยด์ในรุ่นที่ 2 เมื่อนำมาจัดเป็นกลุ่มอันตรภาคชั้น

ความกว้างทรงพุ่ม (เซนติเมตร)	**จำนวน (เปอร์เซ็นต์)**
0-5	2
6-10	2.8
11-15	6.51
16-20	14.42
21-25	26.05
26-30	30.23
31-35	13.49
36-40	4.19
41-45	0.4

3.1.4 ความยาวใบ

ความกว้างใบ มีขนาด 1.35 – 3.45 เซนติเมตร โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 2.6 เซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.4 เซนติเมตร ประชากรส่วนใหญ่มีขนาดความยาวใบอยู่ในช่วง 2.6 – 3.0 เซนติเมตร เท่ากับ 44.1 เปอร์เซ็นต์ ความยาวใบอยู่ในช่วง 2.1 – 2.5 เซนติเมตร เท่ากับ 33.5 เปอร์เซ็นต์ ความยาวใบอยู่ในช่วง 3.1 – 3.5 เซนติเมตร เท่ากับ 13.2 เปอร์เซ็นต์ ความยาวใบอยู่ในช่วง 1.6 – 2.0 เซนติเมตร เท่ากับ 8.3 เปอร์เซ็นต์ และ ความยาวใบอยู่ในช่วง 1.0 – 1.5 เซนติเมตร เท่ากับ 0.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ประชากรส่วนใหญ่มีค่าความกว้างใบมากกว่า 2.1 เซนติเมตร เท่ากับ 90.8 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาเขียนกราฟแสดงการกระจายตัวได้กราฟรูประฆังคว่ำเบ้ขวา ซึ่งแปลว่าประชากรส่วนมากมีแนวโน้มของขนาดใบมากกว่าค่าเฉลี่ยของความยาวใบ ความยาวใบแปรผันตรงกับความสูงและขนาดทรงพุ่ม ต้นที่มีขนาดทรงพุ่มและความสูงต้นน้อยจะมีความยาวของใบที่น้อยลงด้วย (ตารางที่ 6 และ ภาพผนวกที่ 4)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 ความยาวใบของต้นแววมยุราลูกผสมที่เป็นเตตระพลอยด์ในรุ่นที่ 2 เมื่อนำมาจัดเป็นกลุ่มอันตรภาคชั้น

ความยาวใบ (เซนติเมตร)	จำนวน (เปอร์เซ็นต์)
1.0-1.5	0.9
1.6-2.0	8.3
2.1-2.5	33.5
2.6-3.0	44.1
3.1-3.5	13.2
3.6-4.0	0

3.1.3 ความกว้างใบ

ความกว้างใบ มีขนาด 1.1 - 2.7 เซนติเมตร โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 2.1 เซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.32 เซนติเมตร ประชากรส่วนใหญ่มีขนาดความกว้างใบอยู่ในช่วง 2.1 – 2.5 เซนติเมตร เท่ากับ 52.09 เปอร์เซ็นต์ ความกว้างใบอยู่ในช่วง 1.6 – 2.0 เซนติเมตร เท่ากับ 34.88 เปอร์เซ็นต์ ความกว้างใบอยู่ในช่วง 2.6 – 3.0 เซนติเมตร เท่ากับ 9.3 เปอร์เซ็นต์ และ ความกว้างใบอยู่ในช่วง 1.0 – 1.5 เซนติเมตร เท่ากับ 3.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ประชากรส่วนใหญ่มีค่าความกว้างใบมากกว่า 1.6 เซนติเมตร เท่ากับ 96.27 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาเขียนกราฟแสดงการกระจายตัวได้กราฟรูประฆังคว่ำเบ้ขวา ซึ่งแปลว่าประชากรส่วนมากมีแนวโน้มของความกว้างใบมากกว่าค่าเฉลี่ยของความกว้างใบ ความกว้างใบแปรผันตรงกับความสูงและขนาดทรงพุ่ม ต้นที่มีขนาดทรงพุ่มและความสูงต้นน้อยจะมีความกว้างใบที่เล็กลงด้วย (ตารางที่ 7และ ภาพผนวกที่ 5)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 ความกว้างใบของต้นแววมยุราลูกผสมที่เป็นเตตระพลอยด์ในรุ่นที่ 2 เมื่อนำมาจัดเป็นกลุ่มอันตรภาคชั้น

ความกว้างใบ (เซนติเมตร)	จำนวน (เปอร์เซ็นต์)
1.0-1.5	3.73
1.6-2.0	34.88
2.1-2.5	52.09
2.6-3.0	9.3

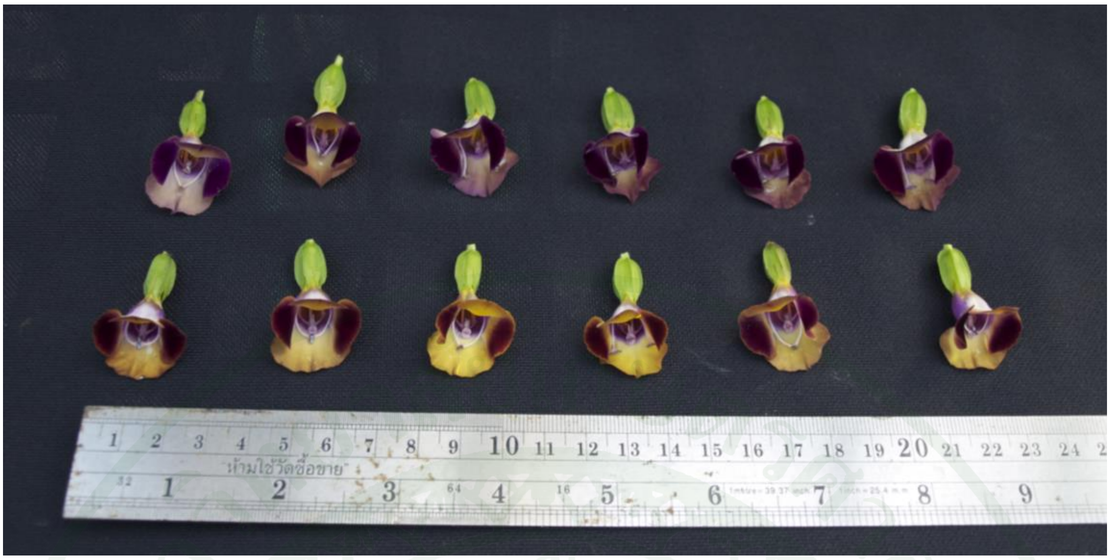
3.1.4 สีดอก

สีดอกมีการกระจายตัวแบบต่อเนื่องของสัดส่วนระหว่างสีเหลืองและสีน้ำเงิน โดยมีสีดอกตั้งแต่สีม่วงเข้มจนถึงสีเหลืองเข้ม โดยจากการค่อยๆลดลงของสีม่วงและเพิ่มพื้นที่สีเหลืองมากขึ้น จนสีม่วงลดลงจนหมด จากการทำงานร่วมกันของรงควัตถุระหว่างแอนโทไซยานินซึ่งมีสีม่วงและฟลาโวนอยด์ซึ่งมีสีเหลือง ดอกที่มีการผสมระหว่างรงควัตถุ 2 ชนิดจะเกิดเป็นสีหม่นของการผสมระหว่างสีเหลืองและสีม่วง ในสัดส่วนที่ต่างกันของความเข้มของรงควัตถุทั้งสองชนิดนี้ ดอกแววมยุราประกอบด้วย กลีบบนจำนวน 1 กลีบ กลีบด้านล่าง 1 กลีบ และกลีบด้านข้างซ้ายขวาอย่างละ 1 กลีบ วัดสีดอกโดยใช้ RHS Colour Chart โดยแบ่งสีดอกออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มสีม่วง (กลุ่มที่มีสีม่วงมากกว่า) และ กลุ่มสีเหลือง (กลุ่มที่มีสีเหลืองมากกว่า) นำกลีบดอกแต่ละส่วนมาวัดค่าของสี ได้ผลดังตารางที่ 8 และภาพที่ 4

ตารางที่ 8 สีในแต่ละส่วนของดอกแววมยุราเมื่อวัดด้วย RHS Colour Chart

ชิ้นส่วนของดอก	รหัสสีกลุ่มดอกสีม่วง	รหัสสีกลุ่มดอกสีเหลือง
กลีบบน	Yellow group 11B	Yellow group 13B
กลีบล่าง	Violet group 83A	Yellow group 13A
กลีบข้างด้านซ้าย	Yellow group 8A	Red –Purple group 59 A
กลีบข้างด้านขวา	Yellow group 8A	Red –Purple group 59 A

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

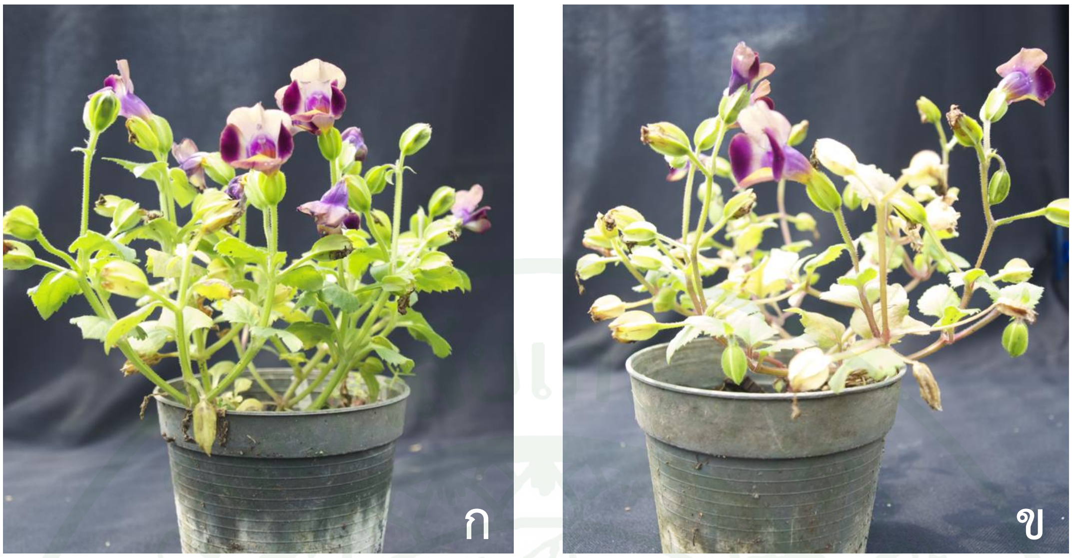


ภาพที่ 4 เปรียบเทียบสีของดอกในต้นแววมยุราลูกผสมรุ่นที่ 2 ที่เป็นเตตระพลอยด์ โดยแถวบนเป็นกลุ่มดอกสีม่วงและแถวล่าง เป็นกลุ่มดอกสีเหลือง

3.2.5 สีลำต้นและใบ

สีของลำต้นและใบมีการกระจายแบบต่อเนื่อง โดยแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ได้เป็นกลุ่มสีแดงและกลุ่มสีเขียว โดยสีของลำต้นจะมีการกระจายตัวแบบลดหลั่นของสีแดง และสีเขียวโดยพบต้นที่มีสีแดงทั้งต้น แล้วสัดส่วนของสีแดงค่อยๆลดลง และมีสีเขียวเพิ่มขึ้น ไปจนถึงต้นที่มีสีเขียวทั้งต้น กลุ่มลำต้นสีแดงจะมีลำต้นเป็นสีแดงเข้มที่โคนต้นแล้วสีแดงค่อยๆจางลงตามความยาวของลำต้นจากส่วนโคนไปหาส่วนปลาย ใบมีสีแดงที่เป็นสีแดงทั้งใบ และสีแดงผสมสีเขียวจากความเข้มของสีแดงในแต่ละใบ และใบล่างมีสัดส่วนของสีแดงมากกว่าใบบน และไม่มีใบที่เป็นสีเขียวล้วน ดอกจะมีสัดส่วนของสีม่วงมากกว่ากลุ่มต้นสีเขียว ส่วนกลุ่มต้นสีเขียวลำต้นเป็นเหลี่ยมสีเขียวใสเท่ากันทั้งส่วนโคนและส่วนปลาย พบใบสีเขียวเพียงอย่างเดียว ดอกมีตั้งแต่กลุ่มสีม่วงจนถึงสีเหลือง การกระจายตัวของสีต้นและสีใบนี้เป็นแบบต่อเนื่อง ของการผสมกันระหว่างสีแดง และสีเขียวและมีการลดหลั่นของสัดส่วนลง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 5 เปรียบเทียบสีของลำต้นในต้นแววมยุราลูกผสมรุ่นที่ 2 ที่เป็นเตตระพลอยด์

ก. ต้นในกลุ่มสีเขียว พบลักษณะของลำต้นเขียว และใบเขียว

ข. ต้นในกลุ่มสีแดง พบลักษณะของลำต้นสีแดง และใบสีแดง

ภาพที่ 6 เปรียบเทียบสีของใบของต้นแววมยุราลูกผสมที่เป็นเตตระพลอยด์ในรุ่นที่ 2 บนกลุ่มใบสีเขียว ล่างกลุ่มใบสีแดง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 ลักษณะที่ไม่มีการกระจายตัว

3.2.1 การเลื้อยของต้น

ประชากรในรุ่นที่ 2 มีลักษณะลำต้นแบบกึ่งเลื้อย ต้นแม่ (*T. fournieri*) มีลักษณะลำต้นแบบตั้ง โดยที่เมื่อกิ่งยาวขึ้นจะเพิ่มความสูงของต้นตามแนวตั้งขึ้นไปเรื่อยๆ ต้นพ่อ (*T. baillonii)* มีลักษณะลำต้นเลื้อย เมื่อกิ่งยาวขึ้นจะทอดขนานไปตามพื้นดินทุกทิศทาง เมื่อผสมกันให้ต้นลูกที่มีลักษณะกึ่งเลื้อย โดยในระยะแรกที่กิ่งยังไม่ยาว ความสูงต้นเพิ่มโดยการเจริญเติบโตตามแนวตั้ง เมื่อกิ่งมีความยาวมากขึ้น จะเริ่มเลื้อยลงขนานกับพื้นดิน ความสูงลดลงจากตอนแรกเล็กน้อย แต่ไม่เลื้อยขนานกับพื้นดินทั้งกิ่ง ทำให้ต้นมีทั้งส่วนที่เป็นกิ่งตั้งและส่วนที่เลื้อยกลายเป็นทรงพุ่มขนาดใหญ่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 7 แสดงลักษณะทรงพุ่มของแววมยุรา

ก. ทรงพุ่มแบบตั้งใน *Torenia fournieri*

ข. ทรงพุ่มแบบเลื้อยขนานกับดิน ใน *Torenia baillonii*

ค. ทรงพุ่มแบบกึ่งเลื้อย ในลูกผสม *Torenia fournieri x Torenia baillonii*

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2.2 รูปร่างใบ

ประชากรทั้งหมดมีใบแบบรูปไข่ (ovate) ซึ่งเหมือนกับลักษณะใบของต้นพ่อ และแม่ ซึ่งแผ่นใบมีส่วนกว้างที่สุดของแผ่นใบค่อนมาทางฐานใบแล้วค่อยๆเรียวไปทางปลายใบ รูปร่างใบไม่มีความแตกต่างกันในประชากรมีเพียงสีใบที่ต่างกัน

4. ความมีชีวิตของละอองเรณู

จากการวัดความมีชีวิตของละอองเรณูภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่าละอองเรณูที่มีชีวิตจะมีขนาดใหญ่ และมีสีแดงเข้ม รูปร่างกลม มองเห็นขอบชัดเจน ส่วนละอองเรณูที่ไม่มีชีวิตจะมีขนาดเล็กกว่า เห็นขอบสีเข้มแต่ข้างในเป็นสีชมพูอ่อน รูปร่างกลมแต่มีบางชิ้นทีขอบมีการเว้าเข้าไปทำให้รูปร่างอยู่กึ่งกลางระหว่างทรงกลม และทรงรี

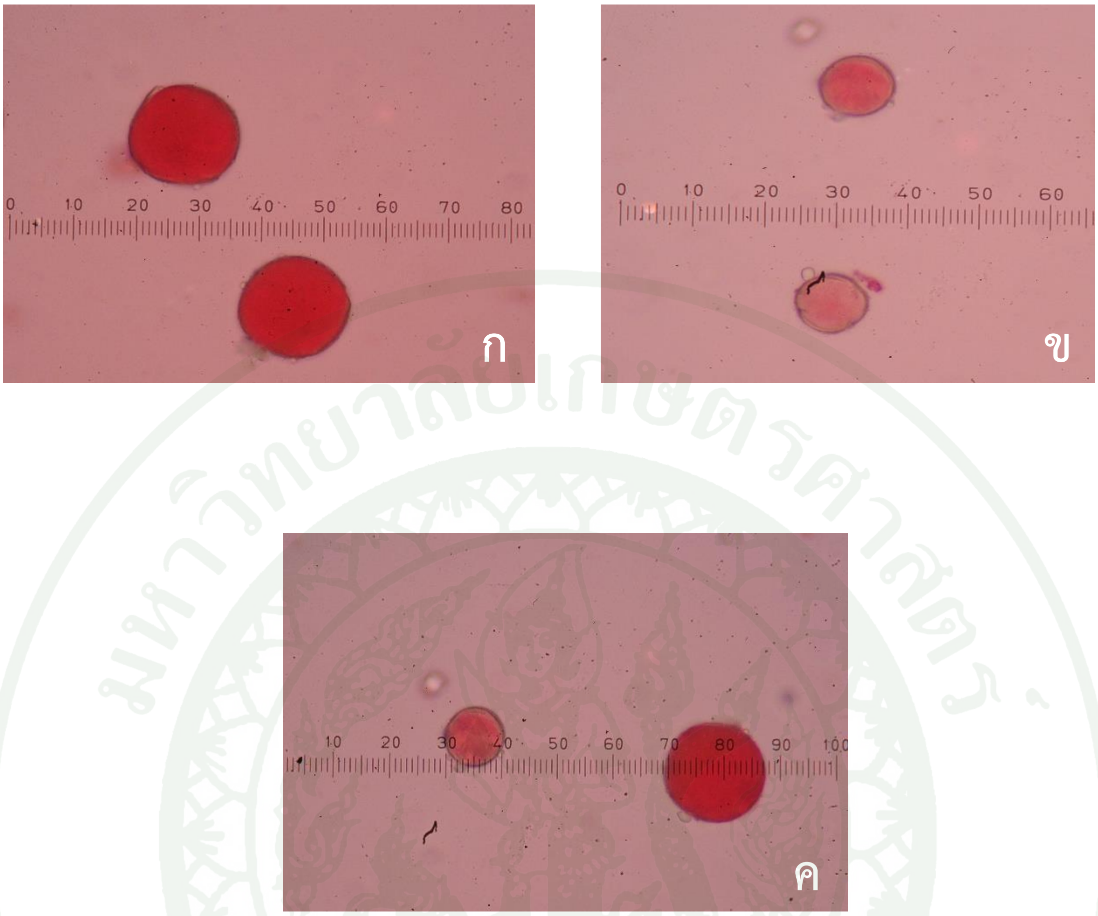
ตรวจนับความมีชีวิตของละอองเรณูจำนวน 10 ต้น ต้นละ 3 ซ้ำ พบว่า ความมีชีวิตของละอองเรณูมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 46.89 ±6.93 เปอร์เซ็นต์ โดย ความมีชีวิตของละอองเรณูต่ำสุดและสูงสุด ได้แก่ 34.66 เปอร์เซ็นต์ และ 58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พืชที่เป็นหมันแล้วทำการเพิ่มจำนวนโครโมโซมแล้วจะต้องมีความสมบูรณ์พันธุ์ 100 เปอร์เซ็นต์ แต่ในลูกผสมรุ่นที่ 2 อัตราความสมบูรณ์เท่ากับ 46 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสดงว่า โครโมโซมจับกันได้แค่บางส่วน จากการที่โครโมโซมของลูกผสมมีความคล้ายคลึงกันแต่ไม่ใช่โครโมโซมเดียวกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเรณูในดอกของแววมยุราลูกผสมที่เป็นเตตระพลอยด์ในรุ่นที่ 2

ต้นที่	**เปอร์เซ็นต์ละอองเรณูเฉลี่ยแต่ละต้น**
1	39
2	45.66
3	49.66
4	34.66
5	46.66
6	53.33
7	42.33
8	52
9	58
10	47.66
เปอร์เซ็นต์ละอองเรณูเฉลี่ยทั้งหมด	**46.89**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 8 ภาพถ่ายละอองเรณูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 400 เท่า

ก. ละอองเรณูของต้นโพลีพลอยด์

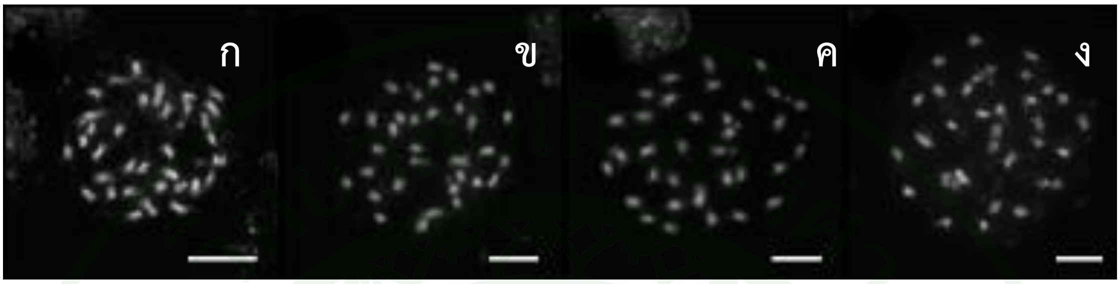
ข. ละอองเรณูของต้นดิพลอยด์

ค. ภาพเปรียบเทียบขนาดระหว่างละอองเรณูของต้นดิพลอยด์ (ซ้าย) และต้นโพลีพลอยด์ (ขวา)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. จำนวนโครโมโซม

โครโมโซมของลูกผสมทั้งหมด เมื่อทำการวัดโดยวิธี EMS method (Kikuchi *et al.*, 2006) มีจำนวน34 คู่ (2n=4x=34) เท่ากับลูกผสมรุ่นที่ 1 ที่มาจากการเพิ่มจำนวนโครโมโซม



ภาพที่ 9 จำนวนโครโมโซมของต้นต้นแววมยุราลูกผสมที่เป็นเตตระพลอยด์ในรุ่นที่ 2

ก. โครโมโซมของแววมยุราลูกผสมในรุ่นที่ 1 มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 2n=4x=34

ข. โครโมโซมของแววมยุราลูกผสมในรุ่นที่ 1 มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 2n=4x=34

ค. โครโมโซมของแววมยุราลูกผสมในรุ่นที่ 2 มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 2n=4x=34

ง. โครโมโซมของแววมยุราลูกผสมในรุ่นที่ 2 มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 2n=4x=34

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. ต้นที่คัดเลือกเก็บไว้เพื่อพัฒนาเป็นพันธุ์การค้า

6.1 หมายเลข 14.9 เมื่ออายุ 90 วัน มีความสูง 11 เซนติเมตร ขนาดทรงพุ่ม 10.5x13 เซนติเมตร ขนาดใบ 2x2.6 เซนติเมตร ลำต้นสีเขียวอมแดง ดอกมีสีม่วงเข้ม

ภาพที่ 10 ต้นแววมยุราลูกผสมรุ่นที่ 2 หมายเลข 6.1

6.2 หมายเลข 5.7 เมื่ออายุ 90 วัน มีความสูง 22 เซนติเมตร ขนาดทรงพุ่ม 21.5x23.5 เซนติเมตร ขนาดใบ 3x3.5 เซนติเมตร ลำต้นสีเขียวอมแดง ดอกมีสีม่วงเข้ม

ภาพที่ 11 ต้นแววมยุราลูกผสมรุ่นที่ 2 หมายเลข 5.7

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6.3 หมายเลข 13.6 เมื่ออายุ 90 วัน มีความสูง 22 เซนติเมตร ขนาดทรงพุ่ม 19x23 เซนติเมตร ขนาดใบ 2.1x2.6 เซนติเมตร ลำต้นสีเขียวอมแดง ดอกมีสีเหลืองเข้ม

ภาพที่ 12 ต้นแววมยุราลูกผสมรุ่นที่ 2 หมายเลข 13.6

6.4 หมายเลข 6.1 เมื่ออายุ 90 วัน มีความสูง 22 เซนติเมตร ขนาดทรงพุ่ม 30x33 เซนติเมตร ขนาดใบ 2.1x2.8 เซนติเมตร ลำต้นสีเขียวอมแดง ดอกมีสีเหลืองเข้ม

ภาพที่ 13 ต้นแววมยุราลูกผสมรุ่นที่ 2 หมายเลข 6.1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6.5 หมายเลข 3.25 เมื่ออายุ 90 วัน มีความสูง 21 เซนติเมตร ขนาดทรงพุ่ม 20x20 เซนติเมตร ขนาดใบ 2.4x2.85 เซนติเมตร ลำต้นสีเขียวอมแดง กลีบดอกลาย โดยพบว่าสีของกลีบดอกจะเป็นริ้วสีของสีเหลืองและสีม่วง เห็นเป็นแถบสีชัดเจน สีไม่ได้ผสมกัน

ภาพที่ 14 ต้นแววมยุราลูกผสมรุ่นที่ 2 หมายเลข 3.25

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิจารณ์

1. จำนวนเมล็ดต่อฝักของต้นแววมยุราลูกผสมที่เป็นเตตระพลอยด์ในรุ่นที่ 2

จำนวนเมล็ดต่อฝักในรุ่นที่ 2 ของแต่ละต้น มีความแตกต่างกัน โดยต้นที่มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 280 เมล็ดต่อฝัก ในขณะที่ต้นที่น้อยที่สุด เท่ากับ 75 เมล็ดต่อฝัก ความแตกต่างนี้เนื่องมาจากสภาพความสมบูรณ์ของต้นที่ต่างกัน จากข้อมูลการเจริญเติบโตที่มีการกระจายตัวของลักษณะทางสัณฐานวิทยาต่างๆ ต้นแววมยุราทั้งหมดเลี้ยงในสภาพแวดล้อมเดียวกัน ได้รับการดูแลแบบเดียวกัน ดังนั้น ความแตกต่างที่เกิดขึ้นน่าจะมาจากพันธุกรรม ลักษณะการแสดงออกของฟีโนไทป์ของพืชแต่ละต้นเท่ากับค่าของจีโนไทป์บวกกับสภาพของสิ่งแวดล้อม เมื่อพืชได้รับสิ่งแวดล้อมเดียวกัน ดังนั้นการแสดงออกของฟีโนไทป์จึงมาจากการแสดงออกของจีโนไทป์ที่ต่างกัน (ธีระและวัชรินทร์, 2542) ในพืชกลุ่ม brassica พบว่า จำนวนเมล็ดเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมที่ได้รับ การเพิ่มความสมบูรณ์ของต้นโดยการเพิ่มระยะห่างระหว่างต้นหรือการเพิ่มปริมาณปุ๋ยแบบทันทีทันใด ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตของกิ่งก้านมากขึ้น จำนวนฝักมากขึ้น ส่งผลให้จำนวนเมล็ดเพิ่มขึ้น (Olsson, 1960) ในถั่วเหลือง (*Glycine max*) พันธุ์ที่มีใบแคบมีแนวโน้มที่จะมีจำนวนเมล็ดต่อฝักมากกว่าพันธุ์ที่มีใบกว้าง ลักษณะนี้ควบคุมด้วยยีนแฝงตำแหน่งเดียว *ln* ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนรูปของกรดอะมิโน โดยในพันธุ์ใบกว้างจะมียีนเป็น *Ln* ต้นใบแคบมียีน *ln* จะมีปริมาณของเมล็ดต่อฝักมากกว่าพันธุ์ใบกว้าง (Jeong *et al*., 2012)

2. อัตราการงอกของเมล็ดแววมยุราลูกผสมที่เป็นเตตระพลอยด์ในรุ่นที่ 2

อัตราการงอกของเมล็ดในรุ่นที่ 2 เท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์ โดยปกติแล้วเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดต่ำในธรรมชาติ โดยสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการงอกของเมล็ดแววมยุรา เมล็ดจะใช้เวลา 14-30 วันในการงอกในที่ร่ม ที่อุณหภูมิ 21-24 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการงอก 7-17 วัน (Anonymous, 2008) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับสภาพอุณหภูมิในประเทศไทยแล้ว ทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกต่ำมาก การทดลองจึงได้ใช้ จิบเบอเรลลินเพื่อช่วยให้อัตราการงอกดีขึ้น โดยพบว่า ในเมล็ด *Chaenorrhinum minus* ซึ่งเป็นพืชในวงศ์ Scrophulariaceae ซึ่งมีการพักตัวแบบ embryo dormancy พบว่าเมื่อแช่เมล็ดด้วยจิบเบอเรลลินหรือให้ความเย็นสามารถแก้การพักตัวของเมล็ดได้ (Arnold *et al*., 1996) จึงเลือกใช้จิบเบอเรลลินเพื่อช่วยให้อัตราการงอกดีขึ้น ABA เกี่ยวข้องกับการพักตัวของเมล็ดแต่พบว่าเมื่อให้จิบเบอเรลลินสามารถทำให้ผลของ ABA ลดลงหรือหายไปได้ อัตราการงอกของเมล็ดจึงเพิ่มขึ้น (Kucera *et al*., 2005) ในต้น *Arabidopsis thaliana* สายพันธุ์กลายพันธุ์ที่ มียีน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

rdo1 และ *rdo2* พบว่าการพักตัวของเมล็ดลดลง โดยที่พันธุ์กลายพันธุ์ *rdo1* มีระดับของ ABA และตอบสนองต่อ ABA ปกติ แต่ พันธุ์กลายพันธุ์ *rdo2* พบว่ามีการตอบสนองต่อการสังเคราะห์ตัวยับยั้งจิบเบอเรลลินลดลง พันธุ์กลายพันธุ์ทั้ง 2 นี้ มีอัตราการงอกเพิ่มขึ้น ใน *Arabidopsis thaliana* นี้พบว่ายีน *RDO1* และ *RDO2* เกี่ยวข้องกับกระบวนการที่นำไปสู่การพัฒนาของการพักตัวของเมล็ด และพบว่ายีน *RDO2* ควบคุมขั้นตอนในการชักนำการพักตัวของเมล็ดซึ่งเกี่ยวข้องกับการชักนำ ABA และ ทำให้ต้องเพิ่มปริมาณจิบเบอเรลลินมากเพิ่มขึ้นเพื่อให้เกิดการงอก (Leon-Kloosterziel *et al*., 1996)

3. การกระจายตัวของลักษณะทางสัณฐานวิทยา

3.1 การกระจายตัวแบบต่อเนื่อง (continuous segregation)

จากกราฟแสดงการกระจายตัวของลักษณะทางสัณฐานวิทยา พบว่า มีการกระจายตัวแบบต่อเนื่อง เมื่อนำมาวาดเป็นกราฟได้กราฟที่มีลักษณะเป็นรูประฆังคว่ำ ที่มีการเบ้ในทิศทางที่ต่างกันขึ้นกับค่าของข้อมูลในลักษณะนั้น จากการที่ข้อมูลมีหลายค่าแบบต่อเนื่องและแสดงกราฟในรูประฆังคว่ำแบบนี้ แสดงให้เห็นว่า การที่ข้อมูลมีความต่อเนื่องกันเนื่องมาจากลักษณะทั้ง 5 ลักษณะ ได้แก่ ความสูงต้น ความยาวทรงพุ่ม ความกว้างทรงพุ่ม ความกว้างใบและ ความยาวใบ มีการควบคุมด้วยยีนหลายคู่ เป็นลักษณะเชิงปริมาณ ทำให้ไม่สามารถแบ่งค่าของประชากรออกเป็นกลุ่มๆได้อย่างชัดเจน (Brown and Caligari, 2008)

สีดอกมีการกระจายตัวแบบต่อเนื่อง ของ สัดส่วนระหว่างสีเหลืองและสีน้ำเงิน โดยจะมีสีดอกตั้งแต่สีม่วงเข้มจนถึงสีเหลืองเข้ม โดยจากการค่อยๆลดลงของสีม่วงและเพิ่มพื้นที่สีเหลืองมากขึ้น จนสีม่วงลดลงจนหมด จากการทำงานร่วมกันของรงควัตถุระหว่างแอนโทไซยานินซึ่งมีสีม่วงและฟลาโวนอยด์ซึ่งมีสีเหลือง ดอกที่มีการผสมระหว่างรงควัตถุ 2 ชนิดนี้จะออกเป็นสีหม่นของการผสมระหว่างสีเหลืองและสีน้ำเงิน ในสัดส่วนที่ต่างๆกันของความเข้มของรงควัตถุทั้งสองชนิดนี้ เมื่อแอนโทไซยานินทำงานร่วมกับรงควัตถุอื่น พบว่า ให้สีดอกที่มีแนวโน้มไปทางสีน้ำเงิน รงควัตถุหลักของสีดอกแววมยุราคือแอนโทไซยานิน ซึ่งเป็นฟลาโวนอยด์ประเภทหนึ่ง แอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุที่ละลายน้ำได้ ซึ่งให้สีแดง น้ำเงินและม่วง แอนโทไซยานินประกอบด้วยสายของไกลโคไซด์ (glycoside) หรือ อะคลิไกลโคไซด์ (acyglycoside) เป็น อะกลีโคน แอนโทไซยานิดิน (aglycone anthocyanidin) โดยแอนโทไซยานิดีน แบ่งออกได้เป็น 6 ชนิดได้แก่ พีลาร์โกนิ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดีน (pelargonidin) ไซยานิดีน (cyanidin) พีโอนิดีน (peonidin) เดลฟีนิดีน (delphinidin) พิทูนิดีน (petunidin) และ มัลวิดีน (malvidin) (Suzuki *et al*. 2000)

ได้มีการศึกษาการสังเคราะห์แอนโทไซยานินในพิทูเนีย ข้าวโพดและดอกลิ้นมังกร พบว่า เอนไซม์ที่จำเพาะชนิดแรกในการสังเคราะห์ฟลาโวนอยด์และแอนโทไซยานินคือ chalcone synthase (CHS) และ dihydroflavonol 4-reductase (DFR) ตามลำดับ ขั้นตอนการสังเคราะห์แอนโทไซยานินในพืชเหล่านี้รวมทั้งแววมยุรามีขั้นตอนเหมือนกัน อาจมีแตกต่างกันบ้างในชนิดของแอนโทไซยานินที่ผลิตในพืชต่างชนิดกัน โดยที่พิทูเนียผลิต พีลาร์โกนิดีน (pelargonidin) ในขณะที่ข้าวโพดและดอกลิ้นมังกรผลิต เดลฟีนิดีน (delphinidin) แววมยุราผลิตทั้ง เดลฟีนิดีน (delphinidin) ซึ่งให้สีม่วงหรือสีน้ำเงิน และ พีลาร์โกนิดีน (pelargonidin) ที่ให้สีส้มหรือสีอิฐ แววมยุราลูกผสมพันธุ์ 'Summerwave®' สร้างแอนโทไซยานิน 4 ชนิดคือ มัลวิดีน (malvidin) 76.4 เปอร์เซ็นต์ พีโอนิดีน (peonidin) 18.8 เปอร์เซ็นต์ พิทูนิดีน (petunidin) 2.9 เปอร์เซ็นต์ และ ไซยานิดีน (cyanidin) 1.9 เปอร์เซ็นต์ (Miyazaki *et al*. 2006)

Kukishi และคณะ (2006) พบว่า โครโมโซมของ *Torenia fournieri* และ *Torenia baillonii* มีความคล้ายคลึงกัน เนื่องจากมีบรรพบุรุษร่วมกันแต่มีวิวัฒนาการต่างกัน ทำให้เมื่อผสมกันโครโมโซมจับกันได้บางส่วนแต่ไม่สมบูรณ์ เช่น จากการผสมข้ามชนิดปกติชุกโครโมโซมอาจเป็น AA ผสมกับ BB ได้ลูกผสมที่เป็น AB เมื่อเพิ่มจำนวนชุดโครโมโซม จะได้ลูกผสมเตตระพลอยด์ที่เป็น autopolyploid AABB ซึ่งมีความสมบูรณ์พันธุ์ 100 เปอร์เซ็นต์ แต่ในกรณีของแววมยุราลูกผสมชุดนี้ เนื่องจากโครโมโซมของพ่อและแม่มีความใกล้เคียงกันมาก ชุดผสมอาจเป็น AA ผสมกับ A,A, ทำให้ได้ ลูกผสม AA, เมื่อเพิ่มชุดโครโมโซม จะได้เป็น AAA,A, โพลีพลอยด์ชนิดนี้เรียกว่า เซกเมนทัลอัลโลโพลีพลอยด์ (Segmental allopolyploid) โดยเมื่อพ่อแม่ที่นำมาทำลูกผสมมีความใกล้ชิดกันมากหรือเป็นลูกผสมพ่อหรือแม่เดียวกัน หรือ ผสมกันในเครือญาติ จะทำให้พฤติกรรมการแสดงของการแบ่งเซลล์ในระยะไมโอซีสแสดงออกแบบออโตโพลีพลอยด์ในส่วนของโครโมโซมที่เหมือนกันและจับกันได้บางส่วนในโครโมโซมที่คล้ายกัน ทำให้มีการแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนของโครโมโซม มีควอดิวาเลนท์เกิดขึ้นในระยะของการแบ่งเซลล์ ได้โครโมโซมบางส่วนใหม่ที่ไม่เหมือนในพ่อแม่จากการแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนโครโมโซม ทำให้ลูกมีลักษณะใหม่ที่แตกต่างจากพ่อแม่ขึ้นกับลักษณะของโครโมโซมที่เปลี่ยนไป ลูกมีการกระจายตัวเกิดขึ้น (Sybenga, 1996)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สีใบและสีลำต้นมีการกระจายตัวแบบต่อเนื่อง ซึ่งแตกต่างกับในประชากรพริกรุ่นที่ 2 ที่ผสมระหว่าง *Capsicum annuum* L. 'บางช้าง' และ *C. chinense* Jacq. 'PBC932' พบว่าลักษณะรูปทรงใบสีใบ และสีแอนโทไซยานินที่ข้อ มีความแตกต่างกันในสายพันธุ์พ่อแม่ คือ บางช้างมีรูปทรงใบแบบ lanceolate ใบสีเขียวเข้มและข้อมีสีม่วง ส่วน 'PBC932' มีรูปทรงใบแบบ ovate ใบมีสีเขียวและข้อมีสีเขียว ลักษณะการกระจายตัวในประชากรรุ่นที่ 2 เป็นไปตามกฎเมนเดลคือ รูปทรงใบแบบ ovate และ lanceolate สีของใบเป็นสีเขียวและสีเขียวเข้ม และสีแอนโทไซยานินที่ข้อเป็นสีม่วงและสีเขียว ในอัตราส่วน 3:1 ทุกลักษณะ และแต่ละลักษณะเป็นอิสระต่อกัน (ณภัทร, 2547)

3.2 ลักษณะที่ไม่มีการกระจายตัว

ลักษณะที่ไม่มีการกระจายตัว ได้แก่ การเลื้อยของต้นและรูปร่างใบโดยส่วนที่ไม่มีการกระจายตัวนั้นเกิดจากยีนที่ควบคุมลักษณะทั้ง 2 อยู่บนโครโมโซมส่วนที่เหมือนกัน แสดงออกเป็นออโตโพลีพลอยด์คือไม่มีการกระจายตัวเกิดขึ้น เนื่องจากโครโมโซมเหมือนกันเข้าคู่กันได้อย่างสมบูรณ์ไม่มีการแลกเปลี่ยนชิ้นของโครโมโซม ได้ลักษณะของลูกเดิมที่เหมือนพ่อแม่ทุกประการ (Sybenga, 1996)

4. ความมีชีวิตของละอองเรณู

จากการตรวจนับความมีชีวิตของละอองเรณู จำนวน 10 ต้น พบว่า ความมีชีวิตของละอองเรณูมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 46.89±6.93 เปอร์เซ็นต์ โดย ความมีชีวิตของละอองเรณูต่ำสุดและสูงสุดได้แก่ 34 เปอร์เซ็นต์ และ 58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การตรวจสอบความมีชีวิตของละอองเรณูด้วยการย้อมสี acetocarmine พบว่าความมีชีวิตของละอองเรณูแตกต่างกันมาก เนื่องจากการศึกษาด้วยการย้อมสีอาศัยการทำปฏิกิริยาของสารเคมีกับโครงสร้างเฉพาะ เช่น เอนไซม์ แป้งโครมาตินและสารอื่นๆ ที่มีประสิทธิภาพในการตอบสนองกับสีย้อม ซึ่งละอองเรณูเหล่านี้มีระดับขององค์ประกอบทางเคมีที่สูงพอจะย้อมติดสี (เกรียงศักดิ์และคณะ, 2551) ในการเป็นเพิ่มจำนวนโครโมโซมเพื่อให้เป็นโพลีพลอยด์นั้นทำให้เกิดความไม่เสถียรของจีโนม ความไม่สมดุลของโครโมโซม การเกิดการผสมตัวเองไม่ติด และ ความสามารถในการสืบพันธุ์ล้มเหลว (Chen, 2007) ซึ่งส่งผลให้ความมีชีวิตของละอองเรณูลดลงได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุป

จำนวนเมล็ดต่อฝักของแววมยุราแต่ละต้นต่างกันเนื่องความแข็งแรงของต้นที่ต่างกันส่งผลให้สามารถผลิตเมล็ดได้ต่างกัน อัตราการงอกของเมล็ดเท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์เนื่องจากเมล็ดมีการพักตัว

การศึกษาการกระจายตัวของลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแววมยุราลูกผสมในรุ่นที่ 2 พบว่า มีการกระจายตัวใน 3 รูปแบบได้แก่ การกระจายตัวแบบต่อเนื่อง ได้แก่ ความสูงต้น ความยาวทรงพุ่มความกว้างทรงพุ่ม ความยาวใบ และ ความกว้างใบ โดยได้ค่าของข้อมูลกระจายอย่างต่อเนื่อง แสดงข้อมูลในรูปของกราฟ สามารถเขียนกราฟได้รูประฆังคว่ำที่มีการเบ้ซ้ายและขวาออกไปจากค่าเฉลี่ยของประชากร และ สีดอกมีการกระจายตัวแบบต่อเนื่อง จากสีม่วงเข้มไปจนถึงสีเหลืองเข้ม โดยเกิดจากการค่อยๆลดลงของสีม่วงและค่อยๆ เพิ่มขึ้นของสีเหลือง สีลำต้นและสีใบมีการกระจายตัวแบบต่อเนื่อง โดยมีกลุ่มสีแดงเข้มถึงเขียวเข้มโดยเกิดจากการค่อยๆลดลงของสีแดงและค่อยๆ เพิ่มขึ้นของสีเขียว ลักษณะที่มีการกระจายตัวแบบต่อเนื่องนี้เกิดจากการควบคุมโดยยีนหลายตำแหน่งลักษณะที่ไม่มีการกระจายตัวได้แก่ การเลื้อยของต้นและรูปร่างใบ ความมีชีวิตของละอองเรณูเฉลี่ยเท่ากับ 46.89 ±6.93 เมื่อวัดจำนวนโครโมโซมด้วยวิธี EMS method พบว่าจำนวนโครโมโซมเท่ากับ $2n=4x=34$ ซึ่งเท่ากับลูกผสมที่เป็นเตตระพลอยด์ในรุ่นที่ 1 จากลักษณะของประชากรแววมยุราชนิดนี้ อาจแปลได้ว่าแววมยุราลูกผสมชนิดนี้เป็นอัลโลเตตระพลอยด์แบบ segmental allopolyploid ที่โครโมโซมสามารถแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนกัน ทำให้ได้ลักษณะอื่นๆที่ต่างจากประชากรรุ่นที่ 1 และเกิดการกระจายตัวของลักษณะต่างๆขึ้นได้ ในส่วนที่โครโมโซมคล้ายกันและไม่มีการกระจายตัวขึ้นในบริเวณที่โครโมโซมเหมือนกันและเข้าคู่กันได้พอดี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

เมล็ดแววมยุราลูกผสมชนิดนี้มีการพักตัว เมล็ดขนาดเล็ก และต้องการอุณหภูมิต่ำในการงอกในธรรมชาติ เมื่อให้สารจิบเบอเรลลินเพื่อแก้การพักตัว พบว่า เปอร์เซ็นต์การงอกยังคงต่ำอยู่เพียง 25 เปอร์เซ็นต์ การศึกษาต่อไปควรแก้การพักตัวให้จำนวนเมล็ดเพิ่มมากขึ้น

การวัดความสูงของต้นแววมยุราลูกผสม ประชากรกลุ่มนี้มีลักษณะลำต้นแบบกึ่งเลื้อย การวัดความสูงที่ระยะ 30 และ 60 หลังเพาะเมล็ด พบว่า เมื่ออายุ 60 วันหลังเพาะเมล็ด ความสูงของต้นลดลงเนื่องจากเมื่อกิ่งมีขนาดยาวขึ้นจะเลื้อยทอดขนานกับดิน ทำให้ความสูงลดลงส่วนหนึ่ง ดังนั้นจึงนำเสนอข้อมูลเฉพาะ 60 วันหลังเพาะเมล็ดระยะที่ต้นแววมยุรามีการเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

เกรียงศักดิ์ ไทยพงษ์, สุนี ดาแลหมัน และ รวี เสรฐภักดี. 2551. อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาละอองเกสรองุ่น. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**. 39(3): 36-39.

จิราภรณ์ จิรานภาพันธุ์. 2550. **ผลของการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลันต่อการกลายพันธุ์ของแววมยุรา.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิราภรณ์ จิรานภาพันธุ์. 2554. **การชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ในแววมยุราพันธุ์ลูกผสม (*Torenia fournieri* x *Torenia baillonii*) และแววมยุราพันธุ์กลายดอกสีเหลืองด้วยการใช้สารโคลชิซินชนิดเม็ด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณภัทร บัวคลี่คลาย. 2547. **การกระจายตัวของลักษณะรูปร่างใบ สีใบ และสีแอนโทไซยานินที่ข้อในประชากรพริกชั่วที่ 2**.ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธัญญะ เตชะศีลพิทักษ์ . 2545. **เขียนเรื่องดอกไม้ไว้อ่านเล่นเล่ม 3**. อมรินทรพริ้นติ้ง, กรุงเทพฯ.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และ วัชรินทร์ ซุ่นสุวรรณ. 2542. **หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช**. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่, สงขลา.

เบญจมาศ ศิลาย้อย. 2545. **กล้วย.** พิมพ์ครั้งที่ 3 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ

เบญจมาศ ศิลาย้อย . 2545. **โพลีพลอยดี.** สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) สาขาชีววิทยา. แหล่งที่มา: http://kroo.ipst.ac.th/biology/ main.php? url= article_view&article_id=9, 20 เมษายน , 2555.

ประดิษฐ์ พงษ์ทองคำ. 2541. **พันธุศาสตร์**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ

ยุพาพร ภาพันธ์ 2552. **การปรับปรุงพันธุ์แววมยุราพื้นเมืองของไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิภาภรณ์ แสวงมี. 2554. **ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อการกลายพันธุ์ของแววมยุราพันธุ์ลูกผสมข้ามชนิด.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุทัศน์ ศรีวัฒนพงศ์. 2553. **การปรับปรุงพันธุ์พืช**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ.

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

สันต์ ไกรนาม. 2551. **ไม้ดอกกระถาง**. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

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

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

Aida, R. 2008. *Torenia fournieri* (torenia) as a model plant for transgenic studies plant **Biotechnology**. 25: 541-545.

Anonymous. 2006. **The biology and ecology of *Torenia* (*Torenia* x hybrida) in Australia**. Department of Health and Ageing Office of Gene Technology Regulator. Australia.

Anonymous. 2008. **The biology of *Torenia* spp. (torenia)**. Department of Health and Ageing Office of Gene Technology Regulator. Australia.

Arnold, R., J. Arnold and T. Arnold. 1996. Germination of *Chaenorrhinum minus* seeds in respondto gibberellins treatments. **Journal of Plant Physiology**. 148: 677-683.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Boff, T. and M.T Schifino-Wittmann.2003. Paleopolyploidy and segmental allopolyploidy in species of *Leucaena* Benth:evidence from meiotic behaviour analysis. **Hereditas**.138: 27–35.

Brown, J.H. and P. D.S. Caligari. 2008. **An introduction to plant breeding**. Blackwell Publishing Ltd, UK.

Chen ZJ. 2007. Genetic and epigenetic mechanisms for gene expression and phenotypic variation in plant polyploids. **Annual Review of Plant Biology**. 58: 377–406.

Fischer, E. 2004. **The families and Genera of Vascular Plants**. JW Kadereit Volume VII. Springer-Verlag, New York. 333-391.

Jeong, N., S.J. Suh, M.H. Kim, S. Lee, J.K. Moon, H.S. Kim and S.C. Jeong. 2012. *Ln* Is a Key Regulator of Leaflet Shape and Number of Seeds per Pod in Soybean. **Plant Cell**. 24: 4807-4818.

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 Science**. 14: 29-32.

Hamman, B., G. Koning and K. Him Lok. 2003. Homeopathically prepared gibberellic acid and barley seed germination. **Homeopathy**. 92: 140-144.

Henry, I. M., B. P. Dilkes, K. Young, B. Watson, H. Wu and L., Comai. 2005. Aneuploidy and genetic variation in the *Arabidopsis thaliana* triploid response. **The Genetics Society of America**. 170: 1979-1988.

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 research**. 6: 665-672.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Kucera, B., M.A. Cohn and G. Leubner-Metzger. 2005. Plant hormone interactions during seed dormancy release and germination. **Seed Science Reseach**. 15: 281-307.

Leon-Kloosterziel, K.M., G.A. van de Bunt, J.A.D. Zeevaart and M.Koornneef. 1996. Arabidopsis mutants with a reduced seed dormancy. **Plant Physio**. 110: 233-240.

Masterson, J. 1994. Stomatal size in fossil plants: evidence for polyploidy in majority of angiosperms. **Science**. 264: 421-423.

Miyazaki, K., K. Suzuki, K. Iwaki, T. Kusumi, T. Abe, S.H. Yoshida and H. Fukui. 2006. Flower pigment mutations induced by heavy ion beam irradiation in an interspecific hybrid of Torenia. **Plant Biotechnology**. 23: 163-167.

Mizuta, D., T. Ban., I. Miyajima, A. Nakatsuka and N. Kobayashi. 2009. Comparison of flower color with anthocyanin composition patterns in evergreen azalea. **Scientia Horticulturae**. 122: 594–602.

Murphy, D. 2007. **Plant breeding and biotechnology: social context and the future of agriculture**. Cambridge university press, UK.

Nagib, M. A., H. N. Nassar, C. G. Carvalho and C. Vieira.1996. 1996. Induction of a productive aneuploid in cassava, *M. esculenta* Crantz. **Brazilian Journal of Genetics**. 19:123-125.

Nishijima, T. and K. Shima. 2006. Change in flower morphology of *Torenia fournieri* Lind induced by forchlorfenuron application. **Scientia Horticulturae**. 3: 254-261.

Lee, S.Y., B.W. Yae and K.S. Kim. 2005. Segregation patterns of several morphological characters and RAPD markers in interspecific hybrids between *Dianthus giganteus* and *D. carthusianorum*. **Scientia Horticulturae**.105: 53–64.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Lindstrom, E. W. 1935. Segregation of quantitative genes in tetraploid tomato hybrids as evidence for dominance relations of size characters. **Genetics**. 20(1): 1–11.

Lukens L.N., J. C. Pires, E. Leon, R. Vogelzang, L. Oslach and T. Osborn. 2006. Patterns of sequence loss and cytosine methylation within a population of newly resynthesized *Brassica napus* allopolyploids. **Plant Physiology**. 140: 336–348.

Olsson, G. 1960. Some relations between number of seeds per pod, seed size and oil content and the effects of selection for these characters in *Brassica* and *Sinapsis*. **Hereditas**. 46(1-2): 29-70.

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 **Journal (Nat.Sci.).** 45: 803-810.

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

Soltis P.S. and D. E. Soltis. 2000. The role of genetic and genomic attributes in the success of polyploids. **PNAS**. 97(13): 7051–7057.

Stebbins, GL. 1947. Types of polyploids: their classification and significance. **Advances in Genetics** 1: 403–429.

Stebbins, G.L. Jr. 1950. **Variation and evolution in plants**. Columbia Univ. Press. New York.

Suzuki, K., Y. Katsumoto, Y. Tanaka, Y. Fukui, FM. Mizutani, Y. Murakami, S. Tsuda, and T. Kusumi. 2000. Flower color modifications of *Torenia hybrida* by cosuppression of anthocyanin biosynthesis genes. **Molecular Breeding** 6: 239-246.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Sybenga, J. 1996. Chromosome pairing affinity and quadrivalent formation in polyploids: do segmental allopolyploids exist?. **Genome**. 39(6): 1176-1184.

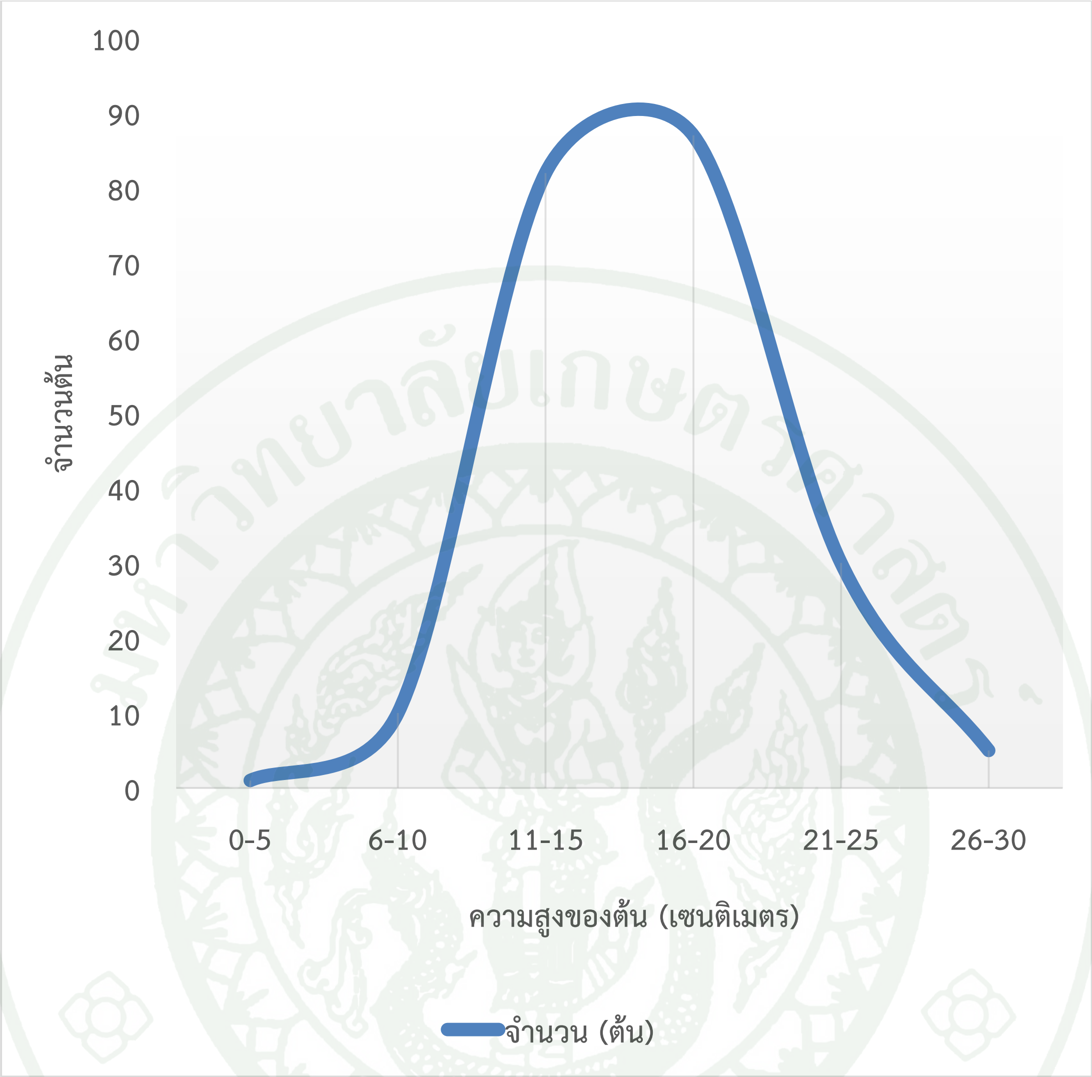
Uppal, D.K. and S.D. Sharma.1977. Segregation of cane characters in F_1 populations of crosses of grape cultivars. **Scientia Horticulturae**. 6: 207-212.

Zhang, Z., H. Dai, M. Xiao and X. Liu. 2008. *In vitro* induction of tetraploids in *Phlox subulata*. **Euphytica**. 159: 59-65.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

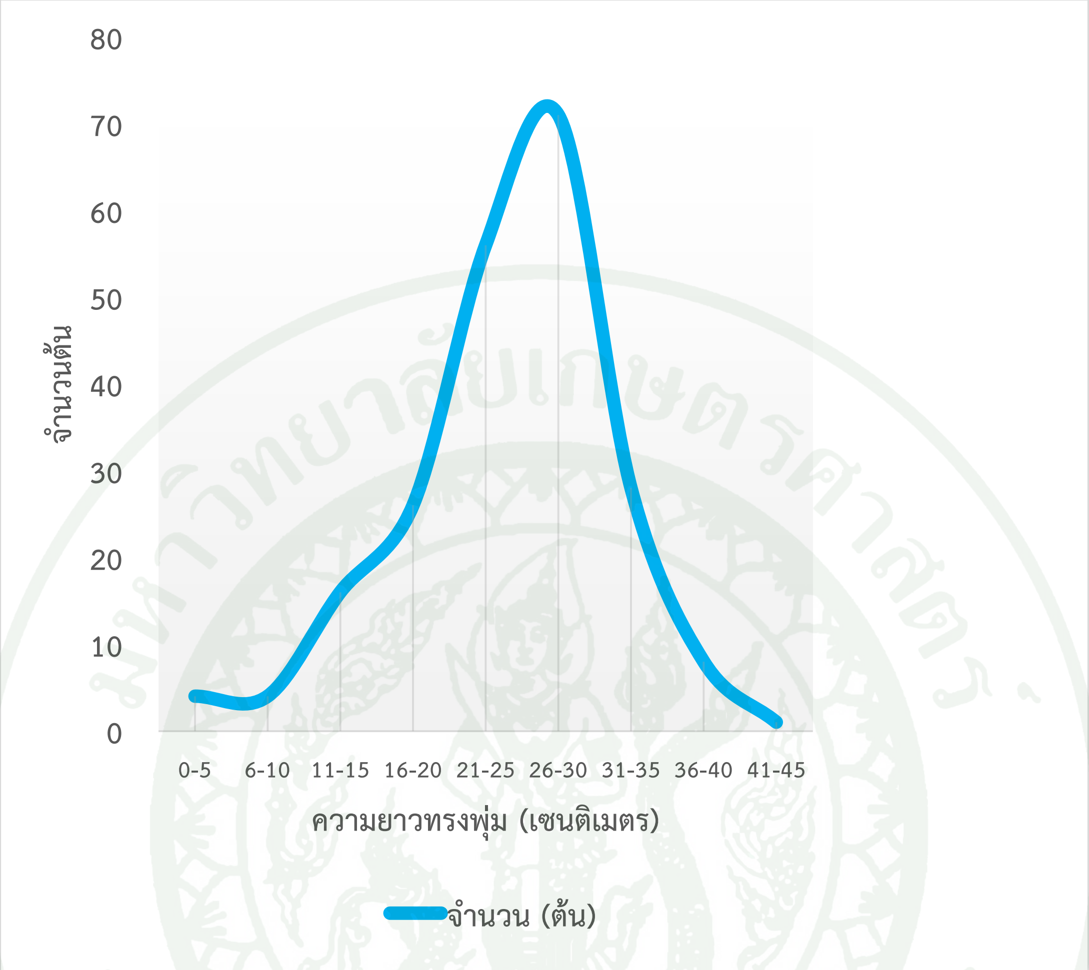
ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



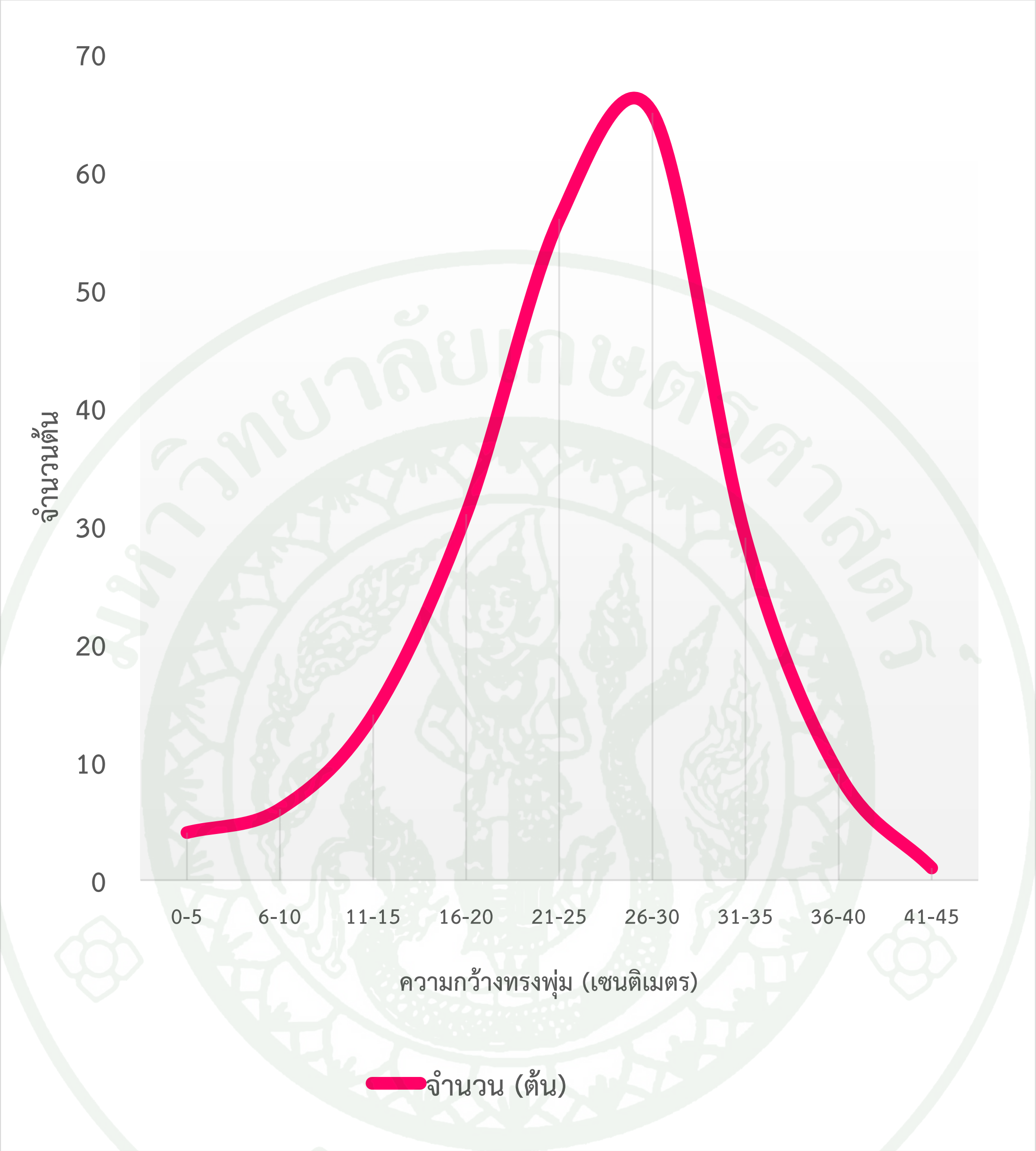
ภาพผนวกที่ 1 กราฟแสดงการกระจายตัวแบบต่อเนื่องของความสูงต้นเมื่อนำข้อมูลมาจัดเป็นกลุ่มอันตรภาคชั้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



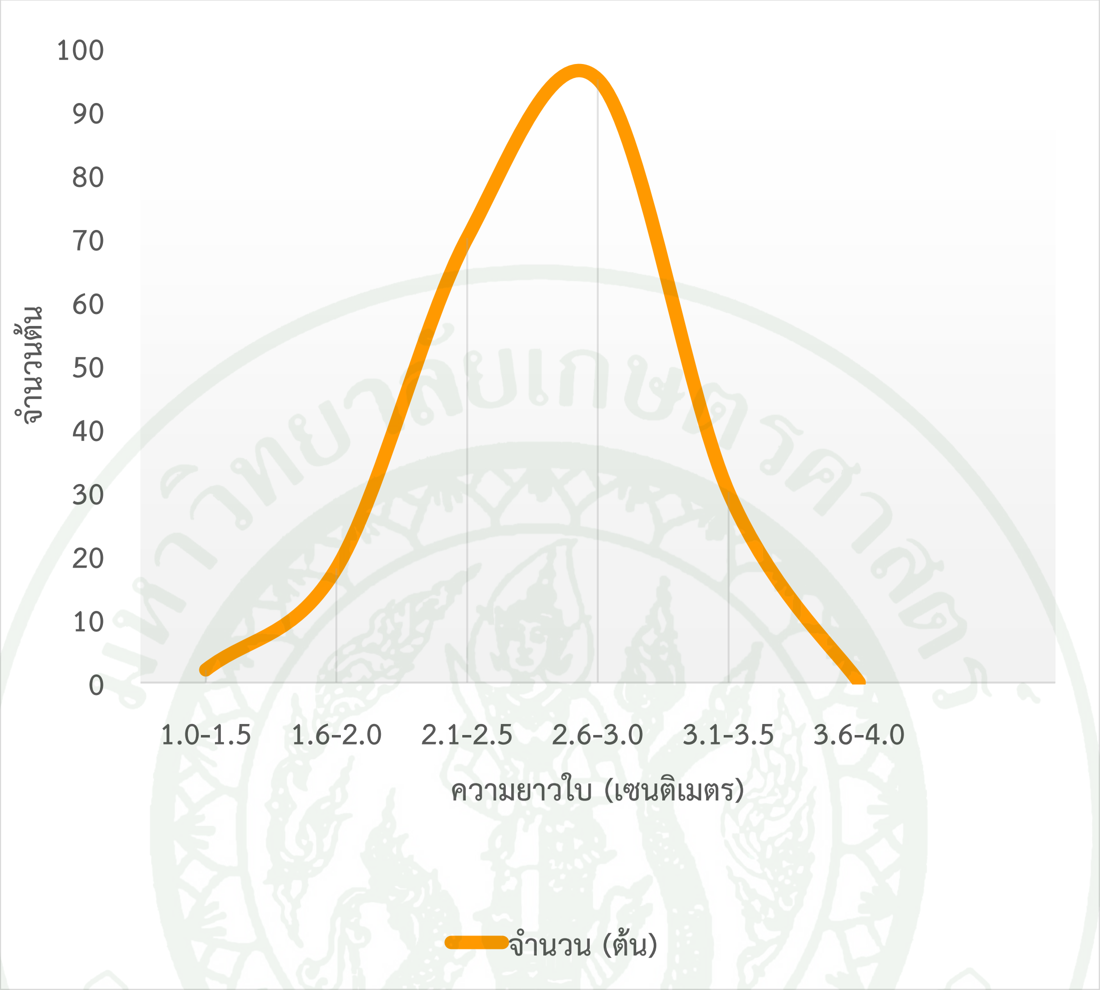
ภาพผนวกที่ 2 กราฟแสดงการกระจายตัวแบบต่อเนื่องของความยาวทรงพุ่มเมื่อนำข้อมูลมาจัดเป็นกลุ่มอันตรภาคชั้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



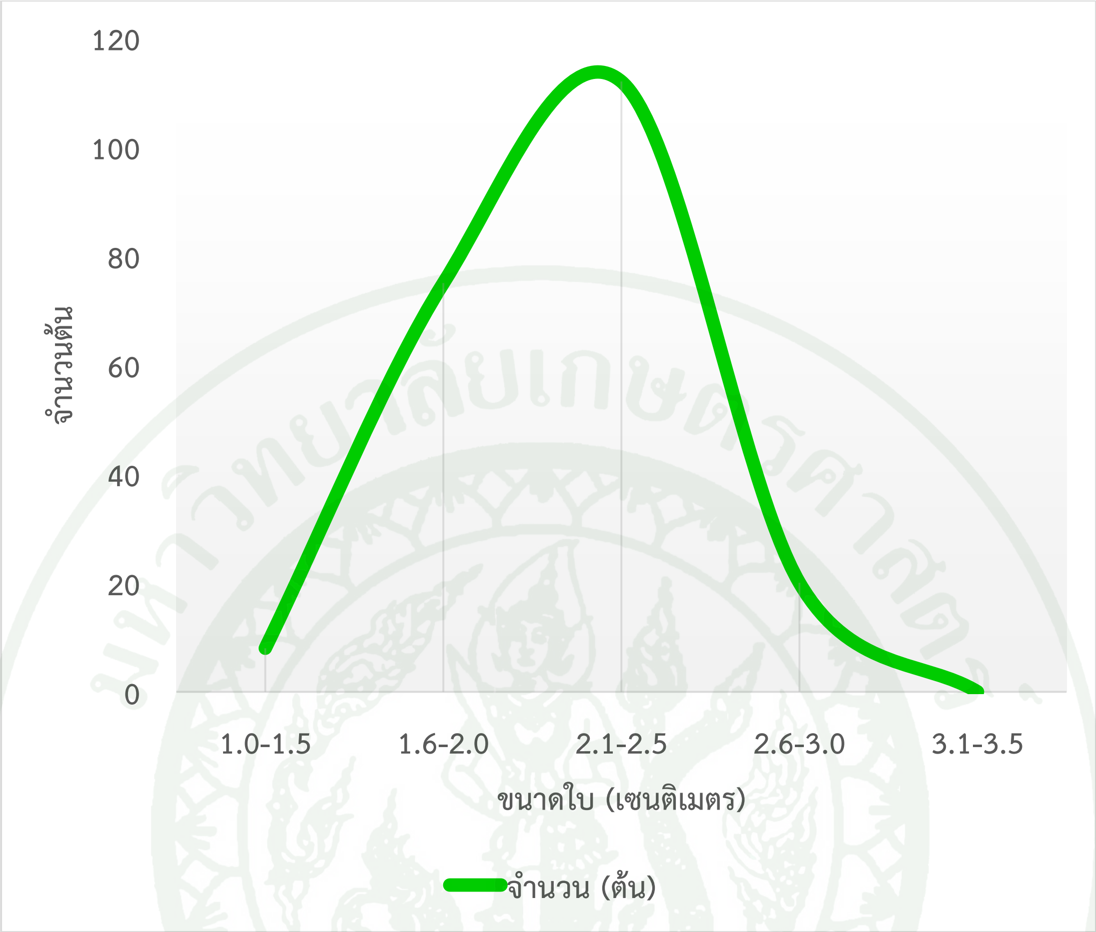
ภาพผนวกที่ 3 กราฟแสดงการกระจายตัวแบบต่อเนื่องของความกว้างทรงพุ่มเมื่อนำข้อมูลมาจัดเป็นกลุ่มอันตรภาคชั้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ 4 กราฟแสดงการกระจายตัวแบบต่อเนื่องของความยาวใบเมื่อนำข้อมูลมาจัดเป็นกลุ่มอันตรภาคชั้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ 5 กราฟแสดงการกระจายตัวแบบต่อเนื่องของความกว้างใบเมื่อนำข้อมูลมาจัดเป็นกลุ่มอันตรภาคชั้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวจันจิรา รัตนะ
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 24 มิถุนายน 2526
สถานที่เกิด	จังหวัดพัทลุง
ประวัติการศึกษา	วท.บ.วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	นิสิตปริญญาโท
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์