

สัณฐานวิทยาและความสามารถในการผสมข้าม ระหว่างลิลีตัดดอกและลิลีกระถาง

Morphology and Crossability of Cut Flower and Potted Lilies

จิระวัฒน์ นุธรรม จันทลักษณ์ ดิยายน และ ณัฐา โพธารณ์*
Chirawat Nutham, Chantalak Tiyyan and Nuttha Potapohn *

ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200
Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

*Corresponding author: Email: natorchid@gmail.com

(Received: 18 October 2021; Accepted: 13 January 2022)

Abstract: Lily is popular flower, it can be used as cut flower and potted plant. It has colorful flower, long vase life and fragrance. This research was conducted to study morphology, chromosome number and crossability of potted, cut flower and wild lily. Morphology of 4 varieties of cut flower, 4 varieties of potted lily and one wild species, *Lilium primulinum* Baker var. *burmanicum* Stearn was conducted. The results showed that characteristics such as plant height, leaf shape, flower and flowering period of each variety in this study were different. Chromosome number of Buzzer, Tiny Bee, Tiny Invader, Tiny Rocket, and wild lily was $2n = 24$ whereas those of Nashville, Nova Zembla and Saronno was $2n = 36$ and Caesars Palace was $2n = 48$. Self- and cross- pollinated among cut flower, potted and species as well as reciprocal cross, were made. Self- pollinated could be made in two crosses and cross - pollinated within potted lily could be made in 9 crosses. Whereas cross - pollinated within cut flower lily could be done in only one cross. Cross- pollinated between potted and cut flower lily could be done in 4 crosses and reciprocal were 6 crosses. Lastly, crosses between potted and cut flower lily with *L. primulinum* var. *burmanicum*. could be made in 5 crosses. Seed germination was found in one variety and one species of self - pollinated cross and 16 crosses of cross - pollinated and reciprocal cross of potted lily, cut flower lily groups and *L. primulinum* var. *burmanicum*.

Keywords: Breeding, germination percentage, wild lily

บทคัดย่อ: ลิลลี่เป็นไม้ตัดดอกและไม้กระถางที่นิยมปลูกกันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากมีสีสันสวยงาม สดใสดุจดตา และมีกลิ่นหอม ซึ่งการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพื้นฐานวิทยา จำนวนโครโมโซม และความสามารถในการผสมข้ามระหว่างลิลลี่กลุ่มตัดดอก กลุ่มกระถาง และลิลลี่ป่า ทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา จำนวนโครโมโซมของลิลลี่กลุ่มผสมสายพันธุ์ตัดดอก จำนวน 4 สายพันธุ์ ลิลลี่กระถาง 4 สายพันธุ์ และลิลลี่ป่า 1 ชนิด คือ *L. primulinum* var. *burmanicum*. พบว่า ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของลิลลี่มีความแตกต่างกัน ได้แก่ ความสูงต้น ลักษณะต้น ลักษณะใบ ลักษณะดอก และช่วงเวลาที่ยอดดอก จำนวนโครโมโซมของลิลลี่สายพันธุ์ Buzzer, Tiny Bee, Tiny Invader, Tiny Rocket และลิลลี่ป่า มีจำนวนโครโมโซม $2n = 24$ และ Nashville, Nova Zembla และ Saronno มีจำนวนโครโมโซม $2n = 36$ และ Caesars Palace มีจำนวนโครโมโซม $2n = 48$ เมื่อทำการผสมพันธุ์โดยการผสมตัวเอง ผสมข้ามระหว่างกลุ่ม และผสมกลับพ่อแม่ พบว่า การผสมตัวเอง พบ 2 สายพันธุ์ที่ติดฝัก การผสมข้ามระหว่างลิลลี่กระถางพบ 9 คู่ผสมที่ติดฝัก การผสมข้ามระหว่างลิลลี่ตัดดอกพบ 1 คู่ผสมที่ติดฝัก การผสมข้ามระหว่างลิลลี่กระถางและลิลลี่ตัดดอกพบ 4 คู่ผสมที่ติดฝัก และการผสมข้ามระหว่างลิลลี่ตัดดอกกับลิลลี่กระถางพบ 6 คู่ผสมที่ติดฝัก ส่วนการผสมข้ามระหว่าง ลิลลี่กระถางและลิลลี่ตัดดอกกับลิลลี่ป่าพบ 5 คู่ผสมที่ติดฝัก การเพาะเมล็ดที่ได้จากการผสมตัวเองและผสมข้าม พบว่า เมล็ดจากการผสมตัวเองของลิลลี่ที่ทดลองมีการงอกอยู่ 1 สายพันธุ์ (Buzzer) และ 1 ชนิด (ลิลลี่ป่า) เมล็ดจากการผสมข้ามภายในกลุ่มและข้ามกลุ่มแบบกลับพ่อแม่ของลิลลี่กระถาง ลิลลี่ตัดดอก และลิลลี่ป่าพบ 16 คู่ผสมที่สามารถงอกได้

คำสำคัญ: การปรับปรุงพันธุ์ เปอร์เซ็นต์การงอก ลิลลี่ป่า

คำนำ

ลิลลี่ (lily) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lilium* spp. เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจัดอยู่ในวงศ์ Liliaceae มีการกระจายตัวในซีกโลกเหนือประมาณ 110 สายพันธุ์ โดยส่วนใหญ่อยู่ในเอเชีย อเมริกาเหนือ และยุโรป (Liang and Tamura, 2000) ลิลลี่เป็นไม้หัวที่มีความสำคัญทางการค้าและเป็นดอกไม้เศรษฐกิจที่น่าสนใจ นิยมปลูกเป็นไม้ตัดดอกและไม้กระถาง อีกทั้งยังสามารถปลูกประดับสวน (Lim *et al.*, 2014b; Marasek-Ciolakowska *et al.*, 2018; Pobudikiewicz and Treder, 2006) มีการปลูกในประเทศเนเธอร์แลนด์ อิสราเอล สหรัฐอเมริกา แอฟริกาใต้ ญี่ปุ่น ชิลี อิตาลี นิวซีแลนด์ และเม็กซิโก (Kumari *et al.*, 2019) ลิลลี่มีความสำคัญอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศเนเธอร์แลนด์ (Kapoor *et al.*, 2009) ที่สามารถผลิตหัวลิลลี่ได้ถึง 2.21 พันล้านหัว (Benschop *et al.*, 2010) สำหรับประเภทของลิลลี่ที่มีจำหน่ายมากในตลาดโลกคือกลุ่ม Asiatic lily และ Oriental lily เพราะอายุการปักแจกันนานทำให้เป็นไม้ตัดดอกได้ดี (Sharma *et al.*,

2014) สำหรับประเทศไทยสามารถปลูกลิลลี่ได้บางพื้นที่ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ในเขตภาคเหนือตอนบนที่มีอากาศเย็น มีการนำเข้าหัวพันธุ์ลิลลี่จากต่างประเทศเป็นจำนวนมาก เพื่อจำหน่ายภายในประเทศ แต่ด้วยราคาที่สูงและการผลิตหัวพันธุ์ภายในประเทศค่อนข้างน้อย จึงทำให้หัวพันธุ์ลิลลี่มีราคาค่อนข้างสูง

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงเห็นความจำเป็นต้องมีการพัฒนาสายพันธุ์ลิลลี่ให้มีความหลากหลายของสีพันธุ์ เพื่อใช้เป็นไม้ตัดดอกและไม้กระถาง เพื่อช่วยลดต้นทุนการนำเข้าของหัวพันธุ์ลิลลี่ และในประเทศไทยพบว่า มีลิลลี่ป่า (wild lily) ที่พบอยู่ตามธรรมชาติบนพื้นที่สูงทางภาคเหนือ (Sahavacharin, 1990) มีคุณสมบัติที่ดีหลายประการ คือ ดอกมีกลิ่นหอม ทนต่อสภาพแวดล้อม ทนต่อโรคและแมลง แต่ลิลลี่ป่ามีลักษณะบางประการที่ไม่เหมาะสม เช่น ดอกมีลักษณะคว่ำลง และมีการศึกษาการผสมลิลลี่ข้ามชนิดระหว่างลิลลี่ป่ากับลิลลี่ที่มีการนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งการใช้ลิลลี่ป่าเป็นแม่และลิลลี่ที่นำเข้าจากต่างประเทศเป็นพ่อ สามารถติดฝักและเมล็ดได้ (Angumnuysiri and Sahavacharin, 1991) การศึกษา

ด้านเซลล์พันธุศาสตร์เกี่ยวกับจำนวน และรูปร่างของโครโมโซมช่วยในการจัดจำแนกพันธุ์พืช และด้านการปรับปรุงพันธุ์ (Krasaechai, 2004) ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงต้องการศึกษาสัณฐานวิทยา จำนวนโครโมโซมและความสามารถในการผสม เพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ในอนาคต เพิ่มความหลากหลาย ของสีดอก และลดต้นทุนการนำเข้าของหัวพันธุ์ และสร้างพันธุ์ลูกผสมที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นไม้กระถางและไม่ตัดดอก

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาทางสัณฐานวิทยาและจำนวนโครโมโซมของลิลี 8 สายพันธุ์ และลิลีป่า 1 ชนิด

ทำการรวบรวมพันธุ์และประเมินลักษณะของลิลีลูกผสม จำนวน 8 สายพันธุ์ โดยแบ่งเป็น ลิลีกระถาง 4 สายพันธุ์ ได้แก่ Buzzer, Tiny Bee, Tiny Invader และ Tiny Rocket ลิลีตัดดอก 4 สายพันธุ์ ได้แก่ Caesars Palace, Nashville, Nova Zembla และ Saronno และลิลีป่า 1 ชนิด คือ *L. primulinum* var. *burmanicum*. โดยประเมินลักษณะ ดังนี้ ความสูงของต้นตั้งแต่โคนต้นจนถึงดอกแรกบาน ขนาดของดอกและช่อดอก สีดอก จำนวนดอกต่อต้น ความกว้างใบและยาวใบ จำนวนใบต่อต้น ความต้านทานโรคและแมลง และการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม และศึกษาจำนวนโครโมโซมของลิลี โดยวิธี Feulgen squash ตามขั้นตอนของ Dyer (1979) และ Nachaisin (2016) โดยศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างราก ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการหยุดงาชีฟเซลล์นำเอาชิ้นส่วนเนื้อเยื่อที่ใช้ในการศึกษาแช่ในสารเคมี (8-hydroxyquinoline) เพื่อหยุดการแบ่งนิวเคลียสให้อยู่ในระยะเมทาเฟส เก็บไว้ที่อุณหภูมิประมาณ 15 - 18 °C นาน 4 - 6 ชั่วโมง และหยุดการทำงานของเซลล์ (fixation) เวลาในการย่อยผนังเซลล์ย่อยโดยใช้กรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 1 นอร์มอลที่อุณหภูมิ 60 °C และระยะเวลาการย่อยสัที่เหมาะสมเนื้อเยื่อที่ผ่านการย่อยผนังเซลล์แล้วย้อมสีเนื้อเยื่อในสารละลาย lacto-propionic orcein แล้วนำไปศึกษา และนับจำนวนโครโมโซมได้กล้องจุลทรรศน์

ความสามารถในการผสมตัวเอง และการผสมข้ามของลิลี

ศึกษาความสามารถในการผสมตัวเอง และการผสมข้ามของลิลีทั้ง 8 สายพันธุ์ และ 1 ชนิด โดยผสมตัวเอง และผสมข้ามแบบสลับพ่อแม่ในกลุ่มของลิลีตัดดอก ลิลีกระถาง และลิลีพันธุ์พื้นเมือง โดยในแต่ละคู่ผสมทำการผสมอย่างน้อย 3 ดอก การผสมตัวเอง และผสมข้ามมีวิธีการเตรียมดอก ดังนี้ การเตรียมดอกแม่พันธุ์ เลือกดอกที่มีความสมบูรณ์ โดยดอกจริงอยู่ในระยะดอกบาน แต่ในกรณีผสมข้ามก่อนดอกบานต้องตัดเกสรเพศผู้ออก และคลุมดอกไว้ก่อนเพื่อป้องกันการผสมตัวเอง แล้วผสมข้าม เมื่อผสมเสร็จคลุมดอกเพื่อป้องกันเรณูจากต้นอื่นและแมลงที่มาช่วยผสม โดยผสมเกสรในช่วงเช้า เพราะเรณูยังไม่ฟุ้งกระจาย ส่วนการเตรียมดอกพ่อพันธุ์ เลือกพ่อพันธุ์ที่ดอกบานแล้ว นำมาตัดเกสรเพศผู้ออก แล้วใช้เรณูแตะหรือขยี้ลงบนยอดเกสรเพศเมียของต้นแม่พันธุ์ การผสมเกสรทำในช่วงเวลา 8.00 - 10.00 น. หลังจากผสมเกสรเสร็จแล้ว ติดป้ายชื่อ บันทึกชื่อคู่ผสม และวันที่ผสม ซึ่งบันทึกข้อมูล ได้แก่ จำนวนดอกที่ทำการผสม จำนวนดอกที่ผสมติด จำนวนเมล็ดที่ได้ต่อฝัก อัตราการติดฝัก (เปอร์เซ็นต์) อัตราการงอกของเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) และจำนวนวันที่ใช้ในการงอก

ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาทางสัณฐานวิทยา

การศึกษาทางสัณฐานของส่วนประกอบของลิลี 8 สายพันธุ์ และลิลีป่า 1 ชนิด โดยบันทึกข้อมูลในระยะต่าง ๆ ของต้นที่เติบโตเต็มที่แล้วพบว่าลักษณะทางสัณฐานวิทยาของลิลีมีความแตกต่างกันทางด้านข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ ความสูงต้น ซึ่งลิลีกระถาง ลิลีตัดดอก และลิลีป่า มีความสูงแตกต่างกัน ลักษณะใบ ลักษณะดอก และช่วงเวลาที่ออกดอก (Table 1) สอดคล้องกับรายงานของ Lim et al. (2014a) ทำการศึกษาความหลากหลายทางสัณฐานวิทยาของ *Lilium tsingtauense* (Korean wheel lily) ที่อยู่ในธรรมชาติทางตอนใต้ของชุงซาน (Chung san) ไปจนถึง

Table 1. Morphology of eight varieties and one wild species (*Lilium primulinum* Baker var. *burmanicum*)

Varities	Plant height (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Number of leaf per plant	Inflorescence length (cm)	Flower width (cm)	Flower length (cm)	Number flower per plant	Color flower
Potted lily									
1. Buzzer	20.18 ± 2.40	1.03 ± 0.14	4.41 ± 0.37	121 ± 13.59	19.50 ± 3.20	8.21 ± 0.85	5.08 ± 0.50	11 ± 1.39	Pink
2. Tiny Bee	13.70 ± 1.70	0.83 ± 0.10	5.14 ± 0.58	98 ± 7.12	15.38 ± 2.38	11.87 ± 0.48	6.94 ± 0.60	7 ± 0.66	Yellow
3. Tiny Invader	16.07 ± 2.44	1.11 ± 0.16	5.97 ± 0.65	122 ± 13.61	13.34 ± 1.80	9.19 ± 0.39	4.80 ± 0.29	5 ± 0.76	Orange
4. Tiny Rocket	18.71 ± 2.65	1.23 ± 0.18	4.81 ± 0.71	142 ± 9.96	13.17 ± 4.06	9.33 ± 0.64	5.91 ± 0.33	9 ± 1.35	Red
Cut flower lily									
5. Caesars Palace	69.29 ± 7.55	1.29 ± 0.17	8.7 ± 1.32	137 ± 15.70	23.84 ± 6.12	15.13 ± 0.76	11.03 ± 0.99	7 ± 0.77	Orange
6. Nashville	74.78 ± 3.95	1.45 ± 0.16	9.5 ± 0.89	96 ± 8.25	25.95 ± 2.73	14.14 ± 0.53	8.92 ± 0.32	4 ± 0.99	Yellow
7. Nova Zembla	61.54 ± 6.86	4.29 ± 0.32	15.93 ± 1.46	36 ± 3.90	14.66 ± 3.60	28.8 ± 0.81	10.83 ± 0.59	2 ± 0.64	White
8. Saronno	95.57 ± 6.05	4.13 ± 0.37	15.28 ± 1.06	61 ± 8.81	28.01 ± 7.23	20.31 ± 2.22	8.97 ± 0.44	4 ± 0.52	White
Species									
9. <i>Lilium primulinum</i> Baker var. <i>burmanicum</i>	147.66 ± 26.76	2.00 ± 0.36	12.00 ± 2.43	81 ± 27.50	26.00 ± 7.94	9.57 ± 0.75	4.93 ± 0.12	9 ± 5.03	greenish yellow

Mean ± standard deviation

ภูเขาซอร์ค (Seorak) ทางเหนือ ได้ทำการสำรวจลิลี
ทั้ง 16 แหล่งทั่วประเทศ พบว่า สัณฐานวิทยาของลิลี
แต่ละชนิด (species) มีลักษณะที่เฉพาะในแต่ละแหล่ง
แตกต่างกัน

สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาโครโมโซมของ ลิลี และจำนวนโครโมโซม

เวลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างราก

จากการเก็บตัวอย่างปลายรากทุกชั่วโมง
ตั้งแต่ 5.00, 6.00, 7.00, 8.00, 9.00, 10.00 และ 11.00 น.
พบว่า ตัวอย่างปลายรากที่เก็บช่วงเวลา 8.00 น.
มีจำนวนเซลล์ที่แบ่งตัวในระยะเมทาเฟสมากกว่า
ปลายรากที่เก็บในช่วงเวลาอื่น ๆ และจากการเก็บ
ตัวอย่างปลายรากทุก 15 นาทีตั้งแต่ 8.00, 8.15, 8.30,
8.45 และ 9.00 พบว่า ตัวอย่างปลายรากที่เก็บช่วง
เวลา 8.15 น. มีการหดสั้นของโครโมโซมมากที่สุด
(ข้อมูลไม่แสดง)

ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการหยุดวงจรเซลล์

จากการเก็บตัวอย่างปลายรากที่เวลา 8.15 น.
แล้วนำตัวอย่างปลายรากหยุดวงจรเซลล์ในสารละลาย
8-hydroxyquinoline ความเข้มข้น 0.002 โมลาร์ นาน
4, 8, 12 และ 24 ชั่วโมง การหยุดวงจรเซลล์นาน 8
และ 24 ชั่วโมงไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบกับ
4 และ 12 ชั่วโมง พบว่า 8 และ 24 ชั่วโมง อาจเนื่องจาก
สารละลายที่ใช้ในการหยุดวงจรเซลล์มีคุณสมบัติ
ในการยับยั้งการเกิดเส้นใยสปินเดิล ทำให้แท่ง
โครโมโซมกระจายทั่วภายในเซลล์ โครโมโซมหดสั้น
และกระจายตัวสามารถมองเห็นรูปร่างโครโมโซมได้
ชัดเจนกว่า 4 และ 12 ชั่วโมง เพื่อประหยัดเวลาใน
การศึกษาโครโมโซมเวลา 8 ชั่วโมงจึงเพียงพอสำหรับ
การหยุดวงจรเซลล์

เวลาในการย้อมย้อมเซลล์

จากการเก็บตัวอย่างปลายรากเวลา 8.15 น.
หยุดวงจรเซลล์นาน 8 ชั่วโมง แล้วย้อมย้อมเซลล์ด้วย
กรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 1 นอร์มอล 5 ช่วงเวลา
คือ 1, 2, 3, 4 และ 5 นาที พบว่า การย้อมย้อมเซลล์นาน
5 นาทีส่งผลให้เซลล์ปลายรากแยกออกเป็นเซลล์เดี่ยว
และลดการซ้อนทับกันของเซลล์ได้ดีกว่าช่วงเวลาอื่น ๆ

ระยะเวลาการย้อมสีที่เหมาะสม

จากการเก็บตัวอย่างปลายรากเวลา 8.15 น.
หยุดวงจรเซลล์นาน 8 ชั่วโมง ย้อมย้อมเซลล์ด้วย
HCl นาน 5 นาทีแล้วย้อมสี เป็นเวลา 5, 10, 15 และ 20
นาที พบว่า ทุกช่วงเวลามีการติดสีที่โครโมโซมดีมาก
การย้อมสีนาน 5 นาที โครโมโซมติดสีเข้มชัดเจนและ
ใช้เวลาน้อยที่สุด

จากการตรวจนับจำนวนโครโมโซมในเซลล์
ปลายรากลิลีด้วยวิธีการที่ได้จากการศึกษาทั้ง 4 ขั้นตอน
คือเก็บตัวอย่างปลายรากเวลา 8.15 น. หยุดวงจรเซลล์
8 ชั่วโมง ย้อมย้อมเซลล์ด้วย HCl นาน 5 นาที
แล้วย้อมสีนาน 5 นาที จำนวน 20 เซลล์ต่อสายพันธุ์
พบว่า Buzzer, Tiny Bee, Tiny Invader, Tiny Rocket
และ ลิลีป่า มีจำนวนโครโมโซมเป็น $2n = 24$ Nashville,
Nova Zembla และ Saronno มีจำนวนโครโมโซมเป็น
 $2n = 36$ และ Caesars Palace มีจำนวนโครโมโซม
 $2n = 48$ (Figure 1) ซึ่งมีความสอดคล้องกับรายงานของ
Zhang *et al.* (2018) ศึกษาลูกผสม *Lilium pumilum*
DC. × 'Brunello' ซึ่ง *L. pumilum* มีจำนวนโครโมโซม
เท่ากับ $2n = 2x = 24$ และ Asiatic lily cultivar 'Brunello'
มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ $2n = 4x = 48$ ได้ลูกผสม
ทั้งหมด 4 ต้น และเมื่อนำไปศึกษาเซลล์วิทยาและนับ
จำนวนโครโมโซมของลูกผสมทั้ง 4 ต้น พบว่า ลูกผสม
ทั้ง 4 มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ $2n = 3x = 36$ โดย
ทั่วไปพืช triploid เป็นหมันและไร้เมล็ด มีการนำมา
ใช้ในการปรับปรุงสายพันธุ์ที่ไร้เมล็ด เช่น แตงโม
(NeSmith and Duval, 2001) เป็นต้น ความเป็นหมัน
ของเพศผู้ในลิลี triploid คล้ายคลึงกับพืช triploid
อื่นๆ อย่างไรก็ตามลิลี triploid สามารถที่จะเป็นแม่-
พันธุ์ได้เมื่อผสมกับลิลี diploid หรือ tetraploid และ
สร้างลูกที่เป็น aneuploid (Barba-Gonzalez *et al.*,
2006; Lim *et al.*, 2003; Xi *et al.*, 2015; Xie *et al.*,
2010; Zhou *et al.*, 2011, 2014)

เวลาที่พืชแต่ละชนิดมีกิจกรรมการแบ่งเซลล์
นั้นแตกต่างกัน วิธีการเตรียมเนื้อเยื่อสำหรับศึกษา
โครโมโซมของลิลี ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างปลาย-
รากที่เหมาะสม คือเวลาช่วงเช้า (8.15 น.) ซึ่งคล้ายคลึง
กับพืชอื่นๆ เช่น ว่านมหาโชค เอื้องสิญจกุล กล้วยไม้-

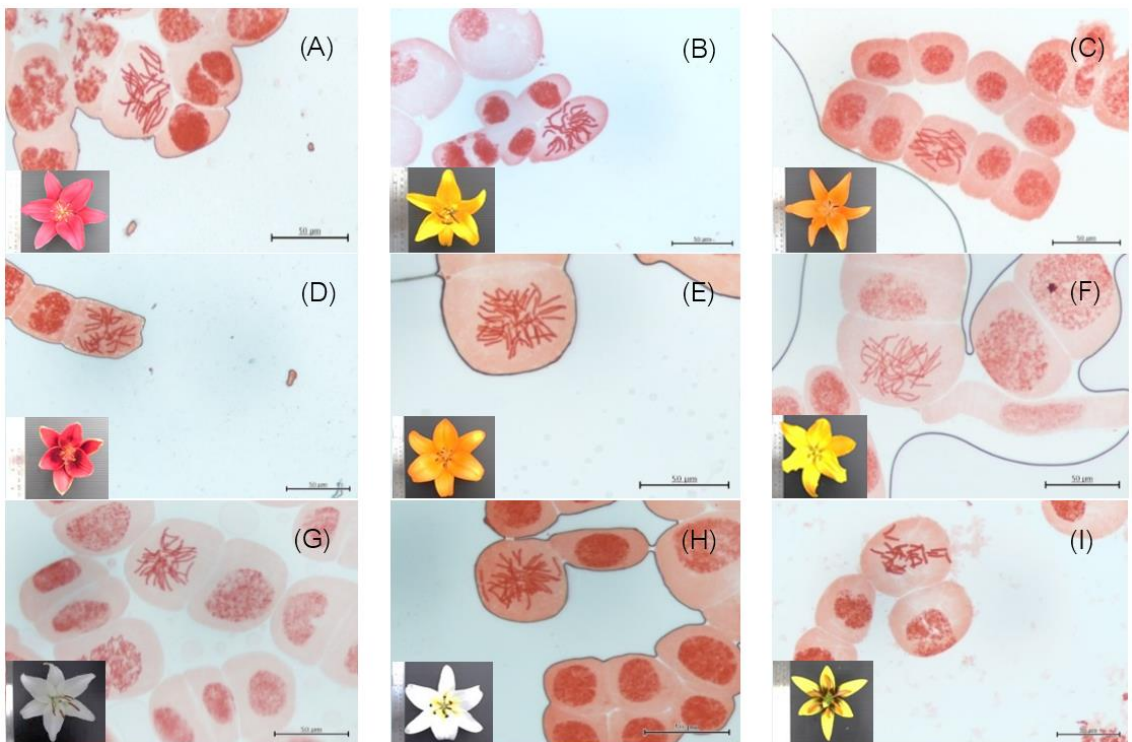


Figure 1. Chromosome number of 8 varieties and one species; (A) Buzzer $2n = 24$, (B) Tiny Bee $2n = 24$, (C) Tiny Invader $2n = 24$, (D) Tiny Rocket $2n = 24$, (E) Caesars Palace $2n = 48$, (F) Nashville $2n = 36$, (G) Nova Zembla $2n = 36$, (H) Saronno $2n = 36$, and (I) Wild lily $2n = 24$ (Scale bar = 50 μm)

เอื้องน้ำตัน และลิลีชนิด Asiatic lily ซึ่งควรเก็บตัวอย่างที่เวลา 9.30, 7.00, 8.00 และก่อน 8.00 น. ตามลำดับ (Buathong and Suwanthada, 2008; Fupunya and Suwanthada, 2008; Sukkasem, 2007; Islam *et al.*, 2020)

ความสามารถในการผสมตัวเองและการผสมข้าม

การผสมตัวเองและผสมข้ามของลิลีกระถาง 4 สายพันธุ์ ลิลีตัดดอก 4 สายพันธุ์ และลิลีป่า พบว่าการผสมตัวเองของลิลีตัดดอก ลิลีกระถาง และลิลีป่ามีเพียงลิลีกระถางสายพันธุ์ Buzzer และลิลีป่าที่สามารถผสมตัวเองได้ มีอัตราการติดฝัก 87 และ 33% ตามลำดับ (Table 2) การผสมข้ามระหว่างลิลี 8 สายพันธุ์ และลิลีป่า 1 ชนิด แบบพบกันหมดทั้งหมด 72 คู่ผสม พบว่าการผสมข้ามระหว่างลิลีกระถางมี 9 คู่ผสมที่สามารถติดฝักได้ คือ Buzzer $\times$ Tiny Bee, Tiny Invader $\times$ Tiny Bee, Tiny Invader $\times$ Tiny Rocket,

Buzzer $\times$ Tiny Invader, Buzzer $\times$ Tiny Rocket, Tiny Invader $\times$ Buzzer, Tiny Bee $\times$ Tiny Invader, Tiny Bee $\times$ Buzzer และ Tiny Bee $\times$ Tiny Rocket คิดเป็นอัตราการติดฝัก 100, 100, 100, 95, 95, 93, 79, 75 และ 60% ตามลำดับ (Table 3) โดย Buzzer, Tiny Bee และ Tiny Invader สามารถใช้เป็นทั้งพ่อและแม่ได้ การผสมข้ามระหว่างลิลีตัดดอกมี 1 คู่ผสมที่สามารถติดฝักได้ คือ Nashville $\times$ Caesars Palace คิดเป็นอัตราการติดฝัก 88% (Table 3) ส่วนการผสมข้ามระหว่างลิลีกระถางและลิลีตัดดอกมี 4 คู่ผสมที่สามารถติดฝักได้ คือ Tiny Invader $\times$ Caesars Palace, Buzzer $\times$ Nova Zembla, Buzzer $\times$ Caesars Palace และ Buzzer $\times$ Saronno คิดเป็นอัตราการติดฝัก 20, 11, 10 และ 7% ตามลำดับ (Table 3) การผสมข้ามระหว่างลิลีตัดดอกและลิลีกระถางมี 6 คู่ผสมที่สามารถติดฝักได้ คือ Caesars Palace $\times$ Buzzer, Caesars Palace $\times$ Tiny Bee,

Table 2. Number of capsules and germination percentage of self-pollinated derived from 8 lily varieties and one wild species

Varieties (chromosome number)	Number of pollinated flowers	Number of seed pods	Fruit set (%)	Number of seed per pod	Seed germination (%)
Potted lily					
1. Buzzer (24)	30	26	87	263	52
Species					
2. <i>Lilium primulinum</i> Baker var. <i>burmanicum</i> (24)	3	1	33	219	86

Nashville × Tiny Bee, Nashville × Buzzer, Caesars Palace × Tiny Rocket และ Nashville × Tiny Rocket คิดเป็นอัตราการติดฝัก 100, 100, 100, 95, 92 และ 88 % ตามลำดับ (Table 3) โดย Nashville และ Caesars Palace ใช้เป็นแม่พันธุ์ได้ดี และการผสมข้ามระหว่างลิลีกระถาง ลิลีตัดดอกกับลิลีป่ามี 5 คู่ผสมที่สามารถติดฝักได้ คือ Tiny Invader × ลิลีป่า, ลิลีป่า × Buzzer, ลิลีป่า × Tiny Invader, Buzzer × ลิลีป่า, และ Tiny Rocket × ลิลีป่า คิดเป็นอัตราการติดฝัก 65, 40, 33, 15 และ 4 % ตามลำดับ (Table 3)

การผสมตัวเองของลิลีเกิดขึ้นได้เนื่องจากเมื่อกลีบดอกบานเกสรทั้งสองเพศพร้อมผสมพันธุ์และเรณูมีชีวิต อีกทั้งยังมีจีโนไทป์ที่เหมือนกัน (Sayampol, 2000) ส่วนสายพันธุ์อื่น ๆ ผสมตัวเองไม่ได้ (self-incompatible) อาจเกิดขึ้นเนื่องจากแม่พันธุ์มีการสร้างสารบางชนิดขึ้นมาเคลือบที่ปลายเกสรเพศเมีย เพื่อยับยั้งการงอกของหลอดเรณู หรือการที่เกสรเพศผู้และเกสรเพศเมียไม่สามารถผสมพันธุ์กัน ลักษณะการผสมไม่ติดที่สำคัญและมีการศึกษามากคือการที่เกสรเพศผู้และเกสรเพศเมียในต้นเดียวกันหรือที่มีจีโนไทป์เหมือนกันผสมกันไม่ติด มาจากกระบวนการงอกของ pollen tube ไปจนถึงการปฏิสนธิเกิดขึ้นไม่สมบูรณ์ แบ่งเป็น 2 ระบบ คือ heteromorphic system และ homomorphic system ซึ่งถูกแบ่งออกเป็นอีก 2 ระบบย่อยคือ gametophytic system และ sporophytic system (Krasaechai, 1990; Sayampol,

2000) นอกจากนี้อุณหภูมิที่สูงมากในระหว่างที่ทำการผสมมักจะส่งผลให้การถ่ายเรณูเกิดขึ้นได้ไม่ดีนัก เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงจะเร่งให้เกิดการระเหยของน้ำที่ปลายยอดเกสรเพศเมีย ส่งผลให้เรณูที่ตกบนยอดเกสรเพศเมียไม่สามารถดูดซับความชื้นจากบริเวณดังกล่าวได้ จึงทำให้หลอดเรณูไม่สามารถงอกได้ (Krasaechai, 2004) และยังมีรายงานว่า *Lilium longiflorum* ถูกใช้ในการศึกษาระบบการเข้ากันไม่ได้ในพืชชนิดเดียวกันเนื่องจากอิทธิพลของแกมีโทไฟต์ (gametophytic self-incompatibility) เช่นเดียวกับ *Petunia* (Linskens and Tupy, 1966) และ *Nicotiana* (Bredemeijre, 1976) หลอดเรณูของ *L. longiflorum* cv. Hinomoto หยุดการพัฒนาภายในท่อเกสรเพศเมียประมาณ 20 ชั่วโมงหลังจากการผสมตัวเองบนผิวหน้าของยอดเกสรเพศเมีย และถูกเรียกว่าผสมตัวเองไม่ได้ ในลิลีเกิดขึ้นภายในท่อเกสรเพศเมียเนื่องจาก pollen tube หยุดการพัฒนาตรงผิวด้านในของ stylar canal ทำให้ pollen tube ไม่สามารถส่ง sperm nucleus ลงไปผสมกับ egg nucleus ได้ (Hiratsuka et al., 1983; Tezuka, 1990; Tezuka et al., 1993) และการผสมข้ามแบบสลัฟพ้อระหว่างลิลีกระถาง ลิลีตัดดอก และลิลีป่ายังมีความสอดคล้องกับรายงาน gametes ของลูกผสมลิลี Oriental × Trumpet (OT) มักจะเป็นหมันแต่ก็มี gametes บางส่วนที่มีความสมบูรณ์สามารถสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย 2n ได้ (Luo et al., 2013) อีกทั้งมีความสอดคล้องกับ

Table 3. Capsule and germination percentage of crosses and reciprocal crosses within potted, cut flower groups and species as well as between groups and species

Female parent (chromosome number)	Male parent (chromosome number)	Number of pollinated flowers	Number of seed pods	Fruit set (%)	Number of seed per pod	Seed germination (%)
Potted lily						
1. Buzzer (24)	Tiny Bee (24)	15	15	100	266	45
2. Buzzer (24)	Tiny Invader (24)	21	20	95	252	46
3. Buzzer (24)	Tiny Rocket (24)	21	20	95	239	73
4. Tiny Bee (24)	Buzzer (24)	16	12	75	285	27
5. Tiny Bee (24)	Tiny Invader (24)	19	15	79	283	35
6. Tiny Bee (24)	Tiny Rocket (24)	15	9	60	257	22
7. Tiny Invader (24)	Buzzer (24)	15	14	93	350	79
8. Tiny Invader (24)	Tiny Bee (24)	19	19	100	354	61
9. Tiny Invader (24)	Tiny Rocket (24)	17	17	100	366	53
Cut flower lily						
10. Nashville (36)	Caesars Palace (48)	8	7	88	313	32
Potted lily and cut flower lily						
11. Buzzer (24)	Caesars Palace (48)	10	1	10	192	27
12. Buzzer (24)	Nova Zembla (36)	9	1	11	82	-
13. Buzzer (24)	Saronno (36)	15	1	7	169	-
14. Tiny Invader (24)	Caesars Palace (48)	20	4	20	156	-
Cut flower lily and potted lily						
15. Caesars Palace (48)	Buzzer (24)	10	10	100	242	18
16. Caesars Palace (48)	Tiny Bee (24)	11	11	100	253	-
17. Caesars Palace (48)	Tiny Rocket (24)	13	12	92	275	-
18. Nashville (36)	Buzzer (24)	20	19	95	366	5
19. Nashville (36)	Tiny Bee (24)	15	15	100	372	8
20. Nashville (36)	Tiny Rocket (24)	17	15	88	364	-
Potted lily, cut flower lily, and wild lily						
21. wild lily (24)	Buzzer (24)	5	2	40	258	71
22. wild lily (24)	Tiny Invader (24)	3	1	33	325	-
23. Buzzer (24)	wild lily (24)	13	2	15	104	50
24. Tiny Invader (24)	wild lily (24)	20	13	65	165	-
25. Tiny Rocket (24)	wild lily (24)	28	1	4	234	-

- No germination due to contamination after culture

Data of cross without seed did not show in this table

รายงานของ Angumnuysiri and Sahavacharin (1991) พบว่า การผสมข้ามระหว่างลิลีป่าและสายพันธุ์ทางการค้า ทำให้การติดฝักและเมล็ดไม่สมบูรณ์ในบางคู่ผสม รังไข่ไม่สามารถพัฒนาไปเป็นฝักและติดเมล็ดได้ และการผสมระหว่างลิลีต่างชนิดกันเฝ็มบริโตะยหรือสลายไปก่อนที่เมล็ดแก่ การใช้ลิลีพันธุ์พื้นเมืองเป็นต้นแม่พบว่า รังไข่มีการพัฒนาเป็นฝักและเมล็ดได้ดี แต่ฝักมีการเจริญเติบโตช้ามากเมื่อเทียบกับรังไข่ที่เกิดจากการผสมตัวเองในธรรมชาติ โดยรังไข่ที่ได้รับการผสมข้ามชนิดมีการขยายขนาดเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ส่วนการใช้ลิลีนำเข้าจากต่างประเทศเป็นต้นแม่ในทุกคู่ผสม หลังจากการผสมเกสรรังไข่ไม่มีการพัฒนาไปเป็นฝักและเมล็ด

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการเก็บเกสรเพศผู้ไว้เพื่อรอตต้นแม่พันธุ์บ้านพร้อมที่จะผสม เพราะการบานของดอกเกิดขึ้นไม่พร้อมกัน ซึ่งในการเก็บเกสรเพศผู้ไว้อาจทำให้เกสรเสื่อมสภาพส่งผลต่อการติดฝักและอาจรวมไปถึงลักษณะที่ไม่สามารถเข้ากันได้ของพ่อแม่พันธุ์เนื่องจากโครงสร้างของเกสรเพศผู้หรือเพศเมีย และแม่พันธุ์อาจไม่สมบูรณ์เพียงพอที่จะถือฝักได้

เปอร์เซ็นต์การออกของเมล็ด

เมล็ดที่ได้จากการผสมตัวเองและผสมข้ามพบว่า จำนวนเมล็ดต่อฝักอยู่ในช่วง 82 - 372 เมล็ด และการออกของการผสมตัวเองของลิลิกะถาง ลิลิตัดดอก และลิลีป่าออกอยู่ 1 สายพันธุ์ คือ Buzzer และ 1 ชนิด คือ ลิลีป่า การผสมข้ามภายในกลุ่มและข้ามกลุ่มแบบสลับพ่อแม่ของลิลิกะถาง ลิลิตัดดอก และลิลีป่าพบ 16 คู่ผสมที่ออกได้ มีเปอร์เซ็นต์การออกอยู่ในช่วง 5 - 79 % (Table 3) ในขณะที่เมล็ดลูกผสมคู่อื่น ๆ ไม่พบการงอก ทั้งนี้ อาจเนื่องจากเมล็ดอาจฝ่อไปก่อนที่จะเจริญเป็นผลแก่ (Figure 2) เช่นเดียวกับการผสมตัวเองของว่านสี่ทิศพันธุ์พื้นบ้าน ที่การผสมสามารถเกิดขึ้นได้ แต่ฝักที่เกิดจากการผสมตัวเองฝ่อไปก่อนที่จะพัฒนาเป็นฝักแก่และมีการสลายตัวของเนื้อเยื่อไซออนไปก่อนที่จะพัฒนาเป็นเมล็ดที่สมบูรณ์ (Sudsanguan and Suwanthada, 2001)

จำนวนโครโมโซมต่อความสามารถในการผสมข้าม

การผสมข้ามระหว่างกลุ่มของลิลีเป็นการผสมข้ามระหว่างชนิด (interspecific hybridization) แต่เนื่องจากจำนวนโครโมโซมมีความใกล้เคียงกันหรือ

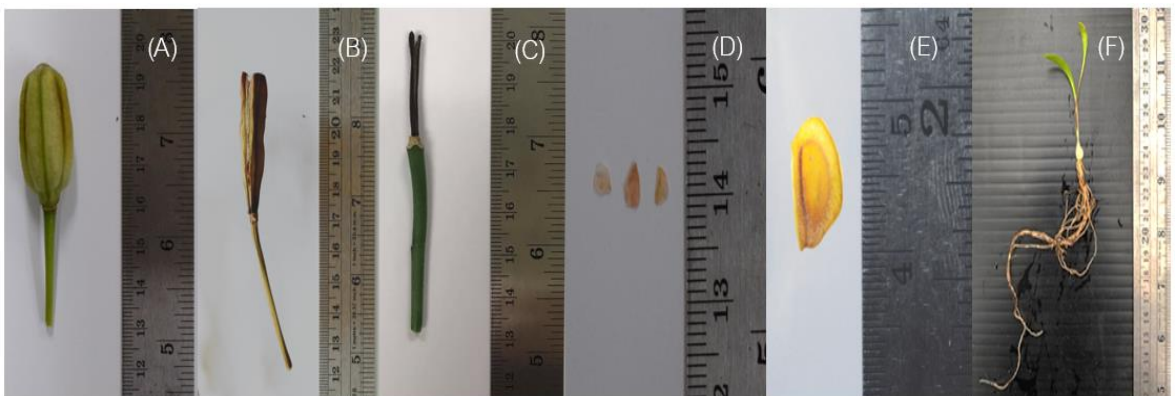


Figure 2. Example of lily fruit derived from different crosses (A) Buzzer × Tiny Rocket, fruit developed well and had good seed viability, (B) Buzzer × Saronno, fruit could develop but seed had no embryo, (C) Tiny Rocket × Buzzer, undeveloped fruit, (D) seed without embryo, (E) viable seed and (F) germinated hybrid plant

เท่ากันสามารถผสมกันติดได้ เช่น ในกรณีของลิลลี่ กระถางกับลิลลี่กระถาง และลิลลี่กระถางกับลิลลี่ป่าที่สามารถผสมกันติดได้ จำนวนโครโมโซมของลิลลี่กลุ่มนี้มีจำนวนเท่ากัน จึงทำให้มีโอกาสผสมข้ามกันได้ โครโมโซมลูกผสมชั่วที่หนึ่งจะจับคู่ปกติ สามารถได้ต้นที่ผสมตัวเองได้อย่างสมบูรณ์และผลิตเมล็ดได้อย่างอิสระ (Klakhaeng, 2019) แต่ก็มีบางคู่ผสมที่ไม่สามารถผสมติดได้ ในขณะที่จำนวนโครโมโซมของลิลลี่ตัดดอกมีจำนวนโครโมโซมที่มากกว่าลิลลี่กระถางและลิลลี่ป่า เห็นได้ว่ามีบางคู่ผสมที่สามารถผสมกันติดได้ เช่น ในกรณีของ Caesars Palace (4x) × Buzzer (2x), Nashville (3x) × Buzzer (2x) และ Nashville (3x) × Tiny Bee (2x) เป็นต้น ในทางกลับกัน Nashville (3x) × Caesars Palace (4x) และ Buzzer (2x) × Caesars Palace (4x) สามารถผสมกันได้ (Table 3) ซึ่งมีรายงานว่าเมื่อผสมสิ่งมีชีวิต 2 ชนิดที่มีจำนวนโครโมโซมแตกต่างกัน การปฏิสนธิมักจะประสบความสำเร็จ ถ้าใช้เพศเมียเป็นฝ่ายที่มีจำนวนโครโมโซมสูงกว่า มีรายงานการผสมระหว่าง *Solanum tuberosum* (4x) และ *S. phureja* (2x) ในอัลพิลฟา การผสมทั้งสองแบบคือใช้ *Medicago sativa* เทตราพลอยด์เป็นแม่ กับ *M. falcata* ที่เป็นดิพลอยด์ (4x × 2x) และการผสมแม่ที่เป็นดิพลอยด์กับพ่อที่เป็นเทตราพลอยด์ (2x × 4x) ได้ลูกที่เป็นทรिพลอยด์จากการผสมแบบแรกมากกว่าแบบหลัง และลูกเทตราพลอยด์จากการผสมแบบหลังมากกว่าแบบแรก (Ledingham, 1940) เนื่องจากเมื่อใช้แม่เป็นดิพลอยด์มี โอกาสที่ได้เซลล์สืบพันธุ์เป็นดิพลอยด์ซึ่งเกิดจากโครโมโซมไม่แยกออกจากกันไปยังขั้วเซลล์เรียกกระบวนการนี้ว่า non-disjunction เซลล์สืบพันธุ์ที่ได้ เรียกว่า unreduced gamete (Sangduen, 2008)

การศึกษาความสามารถในการผสมตัวเอง และผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์ สันฐานวิทยาศาสตร์ประกอบต่าง ๆ ของ ลิลลี่และเซลล์พันธุศาสตร์ คือ สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาโครโมโซมของลิลลี่ และจำนวนโครโมโซม เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานที่สามารถต่อยอดสู่การพัฒนาลิลลี่สายพันธุ์ใหม่ในอนาคตต่อไป

สรุป

สันฐานวิทยาของลิลลี่มีความแตกต่างกัน ได้แก่ ความสูงต้น ลักษณะต้น ลักษณะใบ ลักษณะดอก และเวลาที่ออกดอก การศึกษาการผสมตัวเองของลิลลี่กระถาง 4 สายพันธุ์ ลิลลี่ตัดดอก 4 สายพันธุ์ และลิลลี่ป่า (*Lilium primulinum* Baker var. *burmanicum* Stearn) พบว่า การผสมตัวเองมี Buzzer และลิลลี่ป่า ที่สามารถติดฝักได้ การผสมข้ามระหว่างลิลลี่กระถางมี Buzzer × Tiny Bee, Tiny Invader × Tiny Bee, Tiny Invader × Tiny Rocket, Buzzer × Tiny Invader, Buzzer × Tiny Rocket, Tiny Invader × Buzzer, Tiny Bee × Tiny Invader, Tiny Bee × Buzzer และ Tiny Bee × Tiny Rocket ที่สามารถติดฝักได้ นอกจากนี้การผสมข้ามระหว่างลิลลี่ตัดดอกมี Nashville × Caesars Palace ที่สามารถติดฝักได้ และการผสมข้ามระหว่างลิลลี่กระถางและลิลลี่ตัดดอกมี Tiny Invader × Caesars Palace, Buzzer × Nova Zembla, Buzzer × Caesars Palace และ Buzzer × Saronno และการผสมข้ามระหว่างลิลลี่ตัดดอกกับลิลลี่กระถางมีคู่ผสม Caesars Palace × Buzzer, Caesars Palace × Tiny Bee, Nashville × Tiny Bee, Nashville × Buzzer, Caesars Palace × Tiny Rocket และ Nashville × Tiny Rocket ที่สามารถติดฝักได้ สุดท้ายการผสมข้ามระหว่าง ลิลลี่ตัดดอกกับลิลลี่ป่ามีคู่ผสม Tiny Invader × ลิลลี่ป่า, ลิลลี่ป่า × Buzzer, ลิลลี่ป่า × Tiny Invader, Buzzer × ลิลลี่ป่า, และ Tiny Rocket × ลิลลี่ป่า ที่สามารถติดฝักได้ และลิลลี่กลุ่มกระถางที่มีศักยภาพสามารถเป็นแม่พันธุ์ได้ คือ Buzzer, Tiny Invader และ Tiny Rocket ส่วนลิลลี่กลุ่มตัดดอกที่สามารถเป็นแม่พันธุ์ได้ คือ Caesars Palace และ Nashville การงอกของเมล็ดที่ได้จากการผสมตัวเอง และผสมข้าม พบว่า เมล็ดจากการผสมตัวเองของลิลลี่อก 1 สายพันธุ์ คือ Buzzer และ 1 ชนิด คือ ลิลลี่ป่า การผสมข้ามภายในกลุ่มและข้ามกลุ่มแบบสลับพ่อแม่ของลิลลี่กลุ่มกระถาง ลิลลี่กลุ่มตัดดอก และลิลลี่ป่าพบ 16 คู่ผสมที่สามารถงอกได้

จากการตรวจนับจำนวนโครโมโซมของเซลล์ปลายรากลิลลี่ด้วยวิธีการที่ได้จากการศึกษาทั้ง 4

ขั้นตอน คือเก็บตัวอย่างปลายรากเวลา 8.15 น. หยด
วงซีฟเซลล์ 8 ชั่วโมง ย่อยผนังเซลล์ด้วย HCl นาน 5
นาที แล้วย้อมสีนาน 5 นาที จำนวน 20 เซลล์ พบว่า
Buzzer, Tiny Bee, Tiny Invader, Tiny Rocket, และลิลี
ป่า มีจำนวนโครโมโซมเป็น $2n = 24$ และ Nashville,
Nova Zembla และ Saronno มีจำนวนโครโมโซมเป็น
 $2n = 36$ และ Caesars Palace มีจำนวนโครโมโซมเป็น
 $2n = 48$

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยเกษตรหลวงอ่างขาง
มูลนิธิโครงการหลวง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่
และห้องปฏิบัติการสรีรวิทยา สาขาวิชาพืชสวน ภาควิชา
พืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และอุปกรณ์
สำหรับการทำงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Angumnuysiri, K. and O. Sahavacharin. 1991.
Interspecific hybridization of lily. pp. 415-
422. In: Proceedings of the 29th Kasetsart
University Annual Conference, Bangkok.
(in Thai)
- Barba-Gonzalez, R., A.A. Van Silfhout, R.G.F.
Visser, M.S. Ramanna and J.M. Van Tuyl.
2006. Progenies of allotriploids of Oriental
× Asiatic lilies (*Lilium*) examined by GISH
analysis. Euphytica 151(2): 243-250.
- Benschop, M., R. Kamenetsky, M. Le Nard, H.
Okubo and A.A. De Hertogh. 2010. The
global flower bulb industry: Production,
utilization, research. pp. 1-115. In: J.
Janick (ed.) Horticultural Reviews Volume
36. Wiley-Blackwell, New York.
- Bredemeijer, G.M.M. 1976. Effect of bud-pollination
and delayed self-pollination on the induction
of a possible rejection peroxidase in styles
of *Nicotiana glauca*. Acta Botanica
Neerlandica 25(1): 107-116.
- Buathong, P. and C. Suwanthada. 2008.
Chromosome investigation of Amazon lily
(*Eucharis grandiflora* Planch. & Lind.).
Journal of Agriculture 24(1): 37-41.
(in Thai)
- Dyer, A.F. 1979. Investigating Chromosomes. John
Wiley and Sons, New York. 138 p.
- Fupunya, A. and C. Suwanthana. 2008.
Chromosome investigation of *Liparis
siamensis* Rolfe ex Downie and *Malaxis
latifolia* J.E. Sm. Journal of Agriculture
24(2): 81-86. (in Thai)
- Hiratsuka, S., T. Tezuka and Y. Yamamoto. 1983.
Use of longitudinally bisected pistils of
Lilium longiflorum for studies on self-
incompatibility. Plant and Cell Physiology
24(4): 765-768.
- Islam, M.M., R. Yesmin, M.J. Jung, H.-Y. Kim, C.K.
Kim and K.B. Lim. 2020. Investigation of
the morphological and cytogenetic
variations of an intraspecific Asiatic
lily hybrid using 5S and 18S rDNA
probes. Horticulture. Environment and
Biotechnology 61(2): 339-346.
- Kapoor, R., S. Kumar and J.K. Kanwar. 2009.
Bulblet production from node explant
grown *in vitro* in hybrid lilies. International
Journal of Plant Production 3(4): 1-6.
- Klakhaeng, K. 2019. Interspecific hybridization
for rice breeding. Thai Rice Research
Journal 10(1): 95-107. (in Thai)
- Krasaechai, A. 1990. Mutation Breeding
Floriculture. Department of Horticulture,
Faculty of Agriculture, Chiang Mai
University, Chiang Mai. 168 p. (in Thai)

- Krasaechai, A. 2004. Cytogenetics in Agriculture Laboratory Manual. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai. 98 p. (in Thai)
- Kumari, S., S. Kumar and C.P. Singh. 2019. Comparative performance of Oriental hybrid lily cv. White Cup under protected conditions. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 8(1): 2451-2455.
- Ledingham, G.F. 1940. Cytological and developmental studies of hybrids between *Medicago sativa* and a diploid form of *M. falcata*. *Genetics* 25(1): 1-15.
- Liang, S.Y. and M. Tamura. 2000. *Lilium*. pp. 135-159. *In: Z.Y. Wu and P.H. Raven (eds.). Flora of China. Science Press, St. Beijing.*
- Lim, K.B., A. Younis, T.P. Jong and J.H. Yoon. 2014a. Exploitation of diversity for morphological traits in *Lilium tsingtauense* under different habitats. *Notulae Scientia Biologicae* 6(2): 178-184.
- Lim, K.B., M.S. Ramanna, E. Jacobsen and J.M. van Tuyl. 2003. Evaluation of BC₂ progenies derived from 3x-2x and 3x-4x crosses of *Lilium* hybrids: a GISH analysis. *Theoretical and Applied Genetics* 106(3): 568-574.
- Lim, K.B., Y.J. Hwang and A. Younis. 2014b. Classical vs. modern genetic and breeding approaches for lily (*Lilium*) crop improvement: A review. *Flower Research Journal* 22(2): 39-47.
- Linskens, H.F. and J. Tupy. 1966. The amino acids pool in the style of self-incompatible strains of *Petunia* after self- and cross-pollination. *Züchter* 36: 151-158.
- Luo, J., P. Arens and J.M. van Tuyl. 2013. Overcoming crossing barriers in hybridisation with OT-hybrids. pp. 68-77. *In: C. Helsley and J.M. van Tuyl (eds.) The Lily Yearbook of the North American Lily Society. The North American Lily Society, Inc., Bonners Ferry, ID.*
- Marasek-Ciolakowska, A., T. Nishikawa, D.J. Shea and K. Okazaki. 2018. Breeding of lilies and tulips-Interspecific hybridization and genetic background. *Breeding Science* 68(1): 35-52.
- Nachaisin, A. 2016. Appropriate conditions for Dahlia chromosome study. pp. 61-67. *In: Proceedings of the 54th Kasetsart University Annual Conference, Bangkok. (in Thai)*
- NeSmith, D.S. and J.R. Duval. 2001. Fruit set of triploid watermelons as a function of distance from a diploid pollinizer. *HortScience* 36(1): 60-61.
- Pobudikiewicz, A. and J. Treder. 2006. Effects of flurprimidol and daminozide on growth and flowering of oriental lily 'Mona Lisa'. *Scientia Horticulturae* 110(4): 328-333.
- Sahavacharin, O. 1990. Thai native lily. *Kehakaset Magazine* 14(2): 38-43. (in Thai)
- Sangduen, N. 2008. Plant Genetics. Kasetsart University Press, Bangkok. 432 p. (in Thai)
- Sayampol, N. 2000. Plant Breeding Techniques. Kasetsart University Press, Bangkok. 261 p. (in Thai)
- Sharma, P., I. Shelkh, P. Sharma, V. Chugh, H.S. Dhaliwal and D. Singh. 2014. Morphological, cytological and biochemical characterization of wheat *Aegilops longissima* derivatives BC₁F₆ and BC₂F₄ with high grain micronutrient. *International*

- Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology 7(2): 191-204.
- Sudsanguan, W. and C. Suwanthada. 2001. Hybridization of local amaryllis. Journal of Agriculture 17(3): 196-199. (in Thai)
- Sukkasem, J. 2007. Characterization and growth and development of *Calanthe cardioglossa* Schltr. M.S. Thesis. Chiang Mai University, Chiang Mai. 89 p. (in Thai)
- Tezuka, T. 1990. Self-incompatibility in lily. Plant Cell Technology 2: 621-630.
- Tezuka, T., S. Hiratsuka and S.Y. Takahashi. 1993. Promotion of the growth of self-incompatible pollen tubes in lily by cAMP. Plant and Cell Physiology 34(6): 955-958.
- Xi, M., J.M. van Tuyl and P. Arens. 2015. GISH analyzed progenies generated from allotriploid lilies as female parent. Scientia Horticulturae 183: 130-135.
- Xie, S., M.S. Ramanna and J.M. van Tuyl. 2010. Simultaneous identification of three different genomes in *Lilium* hybrids through multicolour GISH. Acta Horticulturae 855: 299-304.
- Zhang, W., C. Wang, L. Xue, Y. Zheng and J. Lei. 2018. Production of pollenless triploid lily hybrids from *Lilium pumilum* DC. × 'Brunello'. Euphytica 214: 171, doi: 10.1007/s10681-018-2248-6.
- Zhou, S., G. Zhou and K. Li. 2011. Euploid endosperm of triploid × diploid/tetraploid crosses results in aneuploid embryo survival in *Lilium*. HortScience 46(4): 558-562.
- Zhou, S., G. Yuan, P. Xu and H. Gong. 2014. Study on lily introgression breeding using allotriploids as maternal parents in interploidy hybridizations. Breeding Science 64(1): 97-102.
-