

การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของโป๊ยเซียน

Genetic Inheritance of Crown of Thorns

(*Euphorbia splendens* Bojer ex Hook.f.)

รุ่งนภา โพธิ์รักษา^{1/} และอดิศร กระแสชัย^{2/}

Rungnapa Poruksa^{1/} and Adisorn Krasaechai^{2/}

Abstract : The selfed and crossed pollination of 6 varieties of *Euphorbia splendens* ; FS1, FS2, FS3, FS4, FS5 and FS6 were studied. It was found that normal chromosome number (2n) of FS1, FS2, FS3 and FS4 are 40. The selfing of FS1, FS2 and FS4 and crossing between FS1xFS2, FS1xFS4, FS2xFS4 and FS3xFS4 exhibited variation in term of flower size, flower colour, leaf shape and thorn number amongst the progeny. Electrophoresis technique on peroxidase and esterase could be applied to find the relation between parents and the progeny. The combination of low temperature 4-6 °C and low humidity could prolong the pollen viability of *Euphorbia splendens* var. FS5 and FS6 up to 45 days, while only 6 days at 38-40 °C.

บทคัดย่อ : จากการศึกษาการผสมตัวเองและผสมข้ามของโป๊ยเซียน จำนวน 6 พันธุ์คือ FS1, FS2, FS3, FS4, FS5 และ FS6 โดยนำพันธุ์ FS1, FS2, FS3 และ FS4 มาตรวจนับจำนวนโครโมโซม พบว่ามีจำนวนโครโมโซม $2n = 40$ จากการศึกษาการผสมเกสรทั้งหมด 7 กลุ่มผสม คือ การผสมตัวเองของพันธุ์ FS1 FS2 FS4 และการผสมข้ามระหว่าง FS1 x FS2, FS1 x FS4, FS2 x FS4 และ FS3 x FS4 พบว่าลูกผสมที่ได้มีความผันแปรของรูปร่าง ขนาดดอก สีดอก รูปร่างใบและจำนวนหนามที่ต่างไปจากพ่อแม่ และแตกต่างระหว่างลูกภายในกลุ่มผสมหนึ่งๆ พบว่าการใช้เทคนิค

^{1/} ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50200

^{2/} รองศาสตราจารย์ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50200

^{1/} Department of Haticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University Chiang Mai, 50200 Thailand

^{2/} Associate Professor, Department of Haticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University Chiang Mai, 50200 Thailand

อิเล็กโทรโฟเรซิส เพื่อศึกษาอนไซม์ Peroxidase และ Esterase สามารถบ่งบอกความสัมพันธ์ของพ่อแม่และลูกผสมนั้นได้ การเก็บรักษาละอองเกสร ของพันธุ์ PS5 และ PS6 ที่ความชื้นต่ำ ร่วมกับอุณหภูมิ 4-6 °ซ สามารถเก็บรักษาละอองเกสรได้นาน 45 วัน ในขณะที่ อุณหภูมิ 38-40 °ซ เก็บได้นาน 6 วัน

Index words : ไปียเซียน, ลักษณะทางพันธุกรรม, พันธุกรรม, การผสมพันธุ์ไปียเซียน

Crown of Thorns, Genetic Inheritance Genetics, *Euphorbia splendens*, Breeding

คำนำ

ไปียเซียน (Crown of Thorns, *Euphorbia splendens* Bojer ex Hook.f.) มีถิ่นกำเนิดในเกาะมาดากัสการ์ (มาลากาซี) แถบแอฟริกา ออสเตรเลีย หมู่เกาะคานารีและแถบอเมริกา (อรดี, 2534) ไปียเซียนมีชื่อเรียกแตกต่างกันไปในแต่ละท้องถิ่น เช่น ในกรุงเทพฯ เรียกว่าไม้รับแขก เชียงใหม่เรียกว่าระวีระไว พระเจ้ารอบโลกหรือว่านเข็มพระยาอินทร์ ส่วนแม่ฮ่องสอนเรียกว่า นามุงเมือง (ไชยาและลาวัลย์, 2534)

พืชในตระกูล Euphorbiaceae โดยทั่วไปมีลักษณะเป็นไม้พุ่ม พบอยู่หลายประเทศ ในเขตร้อนมีไม้ต่ำกว่า 300 สกุล (Genus) แต่ละสกุลมีราว 6,550 - 7,650 ชนิด ไปียเซียนจัดอยู่ในสกุล *Euphorbia* ไม้ที่จัดอยู่ในสกุลเดียวกันนี้มีประมาณ 2,000 ชนิด รวมทั้งพวกสลัดได กระบองเพชรบางชนิด ลักษณะสำคัญของพืชสกุลนี้ก็คือ ลำต้นอวบน้ำ มียางสีขาวซึ่งเป็นพิษ หากถูกผิวหนังที่เป็นแผลหรือเข้าตา จะเป็นอันตรายได้ บางชนิดใช้เป็นประโยชน์ทางการแพทย์บางชนิดใช้สกัดน้ำมันบางชนิดมีหนามแหลมคม เป็นพืชที่ทนความแห้งแล้งได้ดี (อรดี, 2534)

ทางด้านสรีรวิทยา ไปียเซียนจะออกดอกได้เร็วขึ้นเมื่อได้รับวันสั้นติดต่อกัน ในวันยาวจะยับยั้ง การสร้างตาออกและส่งเสริมการเจริญ

เติบโตทางใบ การแตกกิ่งแขนง และทางความสูง และยังพบว่า การพรางแสงเพื่อให้ความเข้มแสงอยู่ในระดับ 9,200 ลักซ์ มีอิทธิพลทำให้การเจริญเติบโตทางใบของไปียเซียนได้ผลดีใน ด้านความสูงและจำนวนใบ ส่วนต้นที่ปลูกในสภาพความเข้มแสงสูง ทำให้จำนวนกิ่งแขนง จำนวนดอกต่อช่อ และจำนวนช่อดอกต่อต้นมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า ต้นที่ได้รับความเข้มแสงต่ำมาก ไม่มีการเจริญเติบโต ใบร่วง และไม่แทงช่อดอก (รุ่งนภา, 2540)

ทางด้านการปรับปรุงพันธุ์ ไปียเซียนเป็นพืชที่มีการกระจายพันธุ์ได้ง่ายดังจะเห็นได้จากการเกิดพันธุ์ใหม่ๆ ขึ้นมามากมาย แต่ข้อมูลทางพันธุกรรมยังมีการศึกษากันน้อยมาก การทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาการปรับปรุงพันธุ์ของไปียเซียน และยังเป็นแนวทางในการศึกษาการปรับปรุงพันธุ์ในพืชอื่นๆ

อุปกรณ์และวิธีการ

ผสมพันธุ์ไปียเซียนพันธุ์ FS1, FS2, FS3 FS4, FS5 และ FS6 หลังจากนั้น นำลูกผสมมาปลูกเลี้ยงในวัสดุปลูก คือ ดินร่วน ขุยมะพร้าว เปลือกข้าวและปุ๋ยคอก ในอัตราส่วน 1:1:1:1 ในสภาพโรงเรือนเพาะชำ แล้วนำปลายยอดของพันธุ์ FS1, FS2, FS3 และ FS4 จำนวน 10 ยอด มาศึกษาจำนวนโครโมโซม และนำเนื้อเยื่อส่วนใบ

แก่ของพันธุ์ FS1 กับ FS4 และลูกผสมที่เกิดจากการผสมข้ามระหว่าง FS1xFS4 มาหาความสัมพันธ์ระหว่างพ่อแม่และลูกผสมโดยใช้เทคนิคทางอิเล็กโทรโฟรีซิส

เก็บรักษาละอองเกสรของโปิยเซียนพันธุ์ PS5 และ PS6 ในสภาพอุณหภูมิต่าง ๆ กันคือ 38-40 25-28 13-15 และ 4-6 °C ร่วมกับความชื้นต่ำ สุ่มมาเลี้ยงในอาหารเหลวเลี้ยงละอองเกสรที่ประกอบด้วย Stock mineral solution มีส่วนผสมของ H_3BO_3 0.10 g , $Ca(NO_3)_4 \cdot 4H_2O$ 0.30 g , $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.20 g , KNO_3 0.10 g , น้ำ 100 ml และ Culture solution ที่มีส่วนผสมของ Stock mineral solution 1.0 ml, Sucrose 1.0 g , น้ำ 9.0 ml เพื่อศึกษาเปอร์เซ็นต์ความงอก

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

การผสมพันธุ์โปิยเซียนจำนวน 6 พันธุ์ คือ FS1, FS2, FS3, FS4, FS5 และ FS6 ทั้งผสมตัวเองและผสมข้ามพบว่า FS5 และ FS6 ไม่ติดเมล็ดหรือติดเมล็ดแต่น้อยมาก ซึ่งการที่โปิยเซียนที่ทำการทดลองผสมติดน้อย บางพันธุ์ผสมไม่ติด คาดว่ามีสาเหตุหลายประการ เช่น การงอกของเกสรตัวผู้เมื่ออยู่บนเกสรตัวเมีย ความล้มเหลวของ Zygote ที่จะเจริญขึ้นเป็นต้นอ่อน (Embryo) นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น ความเข้มแสงที่ต่ำซึ่งทำให้ไม่เกิดการผสมเกสรหรือทำให้เปอร์เซ็นต์การผสมเกสรลดลง และอุณหภูมิที่สูงจะทำให้การงอกของ

ละอองเกสรตัวผู้ลดลง หรืออาจทำให้ละอองเกสรตายได้ (สมบุญ, 2538) และต้นกล้าของลูกผสมที่เกิดจากการผสมตัวเองของพันธุ์ FS2 มีอัตราการอยู่รอดต่ำ เกิดจากเมล็ดมีความสมบูรณ์ต่ำ ต้นกล้าไม่แข็งแรง สีเหลืองซีด บางต้นใบเหลืองและเหี่ยวตาย บางต้นหลังจากที่ย้ายกล้าแล้วมีลักษณะหงิกงอไม่สมบูรณ์ และไม่สามารถเจริญเติบโตได้

ส่วนลูกผสมที่เกิดจากคู่ผสมอื่น ๆ พบว่ามีความผันแปรของรูปร่างดอก ใบ และหนาม (ภาพที่ 1) เป็นเพราะพันธุ์ที่ใช้ในการศึกษาเป็นลูกผสมจึงมีอินแบบ Heterozygous ทำให้ลูกผสมมีความแปรปรวนของลักษณะทางพันธุกรรมของพ่อแม่ที่แสดงออกในช่วงของลูกทำให้เกิดการกระจายของสีดอก รูปร่างดอก ใบ และหนาม Boyle and Stimart (1989) รายงานผลที่ได้จากการศึกษาปัจจัยทางชีวเคมีที่กำหนดลักษณะสีดอก (Ray floret) ของบานชื่น ได้แก่ *Zinnia angustifolia*, *Z. elegans* และลูกผสมข้ามชนิดพบความแปรปรวนของสีดอกของ *Z. elegans* เกิดขึ้น เนื่องจากการที่มีหรือไม่มี Carotenoids ใน Chromoplasts และ Anthocyanidins ใน Vacuoles โดยที่ถ้ามี Anthocyanidins, Pelargonidin แต่ไม่มี Carotenoids จะได้ดอกสีชมพู Lavender rose maroon และ Violet ส่วนสีส้ม Scarlet และสีแดงเกิดจากการมี Carotenoids Bowen (1965) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงของสีดอกนั้นมีคุณค่าสูงในแง่ของการปรับปรุงพันธุ์และอาจมีประโยชน์ในด้านเพิ่มประสิทธิภาพในการผสมข้าม

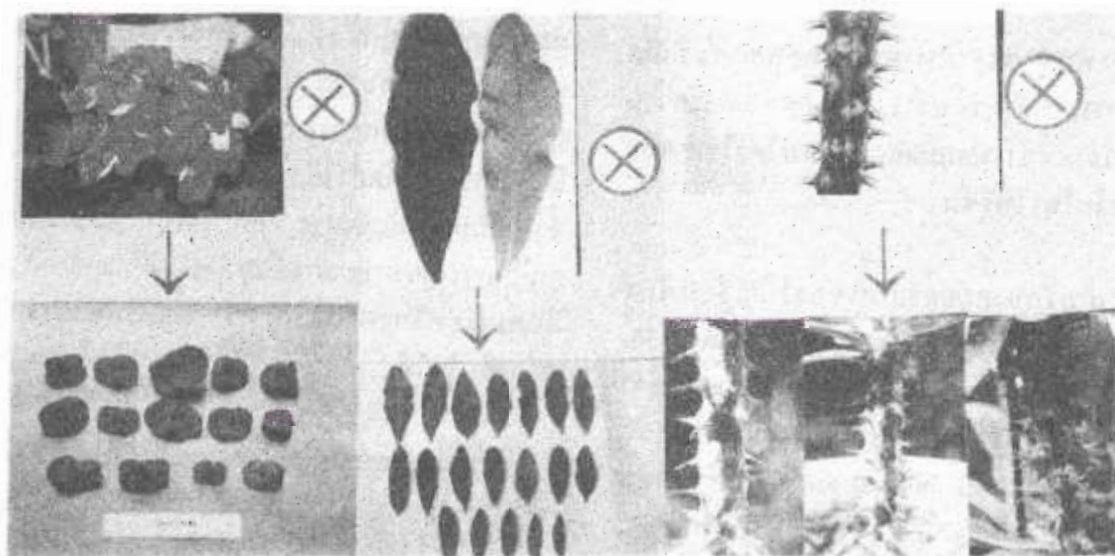


Figure 1 Variation in flower colour, leaf shape and thorn number amongst the progeny of the self fertilization of *Euphorbia splendens* 'FS4.'

2. จำนวนโครโมโซม

จากการตรวจนับจำนวนโครโมโซมจากปลายยอดของไม้เขียนพันธุ์ FS1, FS2, FS3 และ FS4 พบว่าทั้ง 4 พันธุ์ มีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน คือ $2n = 40$ (ภาพที่ 2) จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ความแตกต่างทางสัณฐานวิทยาไม่ได้เกิดขึ้นเนื่องจากจำนวนโครโมโซม แต่อาจเกิดจากรูปร่างและขนาดของโครโมโซมที่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับงานทดลองของ Rustanius et al. (1991) ที่ได้ศึกษาโครโมโซมของลูกผสมที่มีดอกสีต่างๆ กันจำนวน 5 พันธุ์ ของ *Alstroemeria ligtu* พบว่าลูกผสมทั้งหมดมีจำนวนโครโมโซมร่างกายเป็น $2n = 2x = 16$ และจากการศึกษา Karyotype พบว่า โครโมโซมคู่ที่ 2, 3, 5 และ 8 มี Satellites โดยองค์ประกอบโครโมโซมของลูกผสมของ *A. ligtu* มี Satellites metacentric chromosomes 2 คู่ซึ่งไม่พบใน *Alstroemeria* พันธุ์อื่น ๆ

เนื่องจากโครโมโซมที่ได้จากการทดลองมีขนาดเล็กมากยากต่อการศึกษา Karyotype แต่ข้อมูลที่ได้เบื้องต้นจะมีประโยชน์ในการเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการศึกษา Karyotype ต่อไปในอนาคตทั้งนี้เพราะรูปร่างและขนาดของโครโมโซมช่วยในการจำแนกความแตกต่างของพืชชนิดนั้นได้ โดยเฉพาะการเปรียบเทียบภายในพืชชนิดเดียวกันหรือระหว่างพืชต่างชนิดกัน (ชัยฤกษ์, 2525)

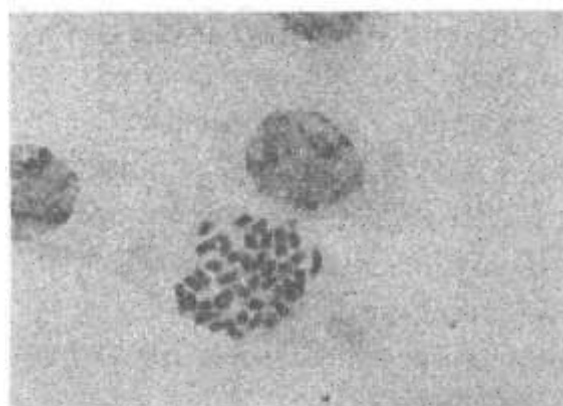


Figure 2 Chromosome of *Euphorbia splendens* 'FS3' ; $2n=40$ (1,000x).

3. ความสัมพันธ์ระหว่างพ่อแม่และลูกผสมโดยใช้เทคนิคทางอิเล็กโทรโฟรีซิส

พันธุ์ไผ่เขียนที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้เป็นพันธุ์ที่มี Genotype เป็น Heterozygous ดังจะเห็นได้จากลูกที่เกิดจากการผสมตัวเองที่มีความแตกต่างจากต้นเดิม เป็นต้นว่า รูปร่างดอก สีดอก จำนวนดอก ลักษณะใบ ลักษณะหนาม จึงน่าสนใจที่ว่า การใช้เทคนิคทางด้านอิเล็กโทรโฟรีซิสนี้ จะสามารถแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างต้นพ่อแม่กับต้นลูกได้หรือไม่ ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ สำหรับงานวิจัยในอนาคตต่อไป การทดลองนี้เป็นการศึกษาทางชีวเคมีเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของแบบแผนไอโซไซม์ในไผ่เขียนที่เป็นต้นพ่อกับต้นแม่และลูกผสม เพื่อศึกษาถึงศักยภาพเพื่อใช้หาความสัมพันธ์ของต้นพ่อต้นแม่ และต้นที่ได้จากการผสมดังกล่าว ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้ไผ่เขียนพันธุ์ FS1 กับ FS4 และลูกผสมที่เกิดจากการผสมข้ามระหว่าง FS1xFS4 พบว่าแถบสีในลูกผสมได้จากแถบสีทั้งในต้นพ่อและต้นแม่ แม้ว่าบางต้นจะมีจำนวนแถบมากกว่า บางต้นมีจำนวนแถบน้อยกว่า แต่มีบางแถบสีที่พบทั้งในต้นพ่อต้นแม่และลูกผสมทุกต้น เช่นในการใช้เอนไซม์ Peroxidase (ภาพที่ 3) มีแถบสีที่มีการเคลื่อนที่สัมพัทธ์เท่ากับ 0.18 และ 0.45 ส่วนในเอนไซม์ Esterase (ภาพที่ 4) มีแถบสีที่มีค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์เท่ากับ 0.60 ที่มีในต้นแม่และต้นลูกทุกต้น แต่ไม่มีในต้นพ่อทำให้พอที่จะทราบว่า ลูกผสมทั้งหมดนี้เป็นลูกผสมที่ได้จากการ

ผสมระหว่าง 2 พันธุ์นี้ เช่นเดียวกับงานทดลองของ Chaparro et al. (1987) ใช้เทคนิคทางไอโซไซม์ในการจำแนกลูกผสมของท้อ (Peach) x อัลมอนด์ (Almond) พันธุ์ Nonpareil และงานทดลองของ Parfitt and Arulsekhar (1985) ใช้เอนไซม์ Glucosephosphate isomerase และ Phosphoglucomutase จำแนกความแตกต่างของลูกผสมข้ามชนิดระหว่างท้อ x พลัม พบว่าลูกผสมทั้ง 2 ชนิด แสดงรูปแบบเอนไซม์ โดยมีแถบสีทั้งจากพลัมและท้อ Mowrey and Werner (1990) พบว่าการใช้เทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิส ในกรณีลูกผสมของ ท้อ x อัลมอนด์ ทำให้ทราบว่าลูกผสม PI113452 PI113650 และ PI117679 เป็นลูกผสมของ Peach x Almond

จากการศึกษานี้เอนไซม์ Peroxidase และ Esterase แสดงแถบสีในหลายๆ ตำแหน่ง ซึ่งเกี่ยวข้อง กับพันธุกรรมของพืชโดยตรงดังที่ อัญชลี (2536) ได้กล่าวไว้ว่า การแสดงแถบสีในหลายๆ ตำแหน่ง (Polymorphic) ของไอโซไซม์แต่ละชนิดจะเกี่ยวข้องกับจำนวนตำแหน่ง (Locus) และ อัลลีล (Allele) ต่อตำแหน่งและโครงสร้างของเอนไซม์ (Quaternary structure of enzyme)

การศึกษานี้ให้ข้อมูลเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้ในการเป็นข้อมูลพิจารณาร่วมกับการศึกษาด้านเซลล์วิทยา และสัณฐานวิทยาเพื่อเพิ่มความมั่นใจในการนำไปใช้ประโยชน์ด้านการบ่งบอกความสัมพันธ์ระหว่างต้นพ่อต้นแม่และลูกผสม

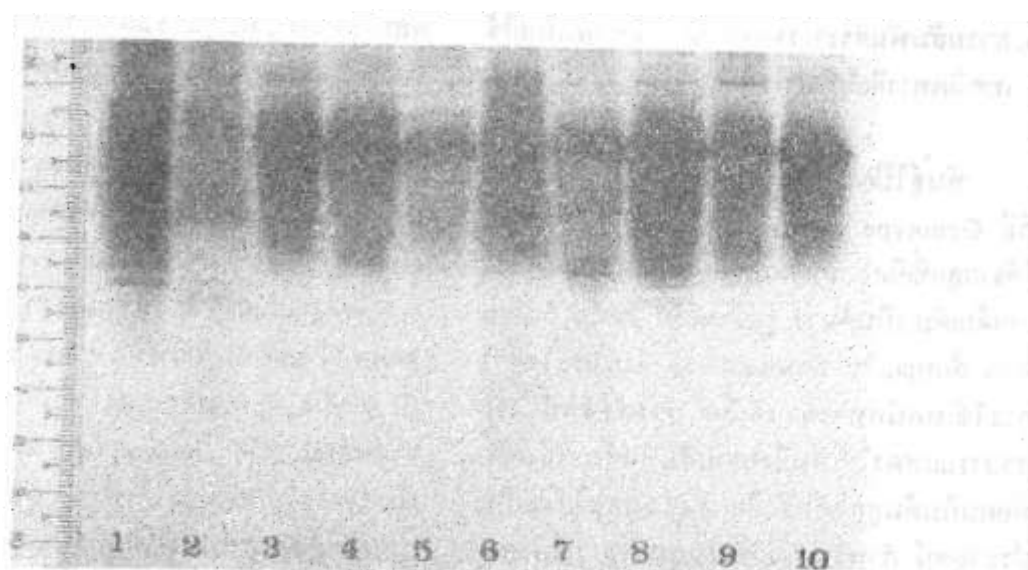


Figure 3 Peroxidase isozyme gel of FS1, FS4, and FS1xFS4 progeny. Lane 1 = FS1; Lane 2 = FS4; and Lane 3-8 = FS1xFS4 progeny.

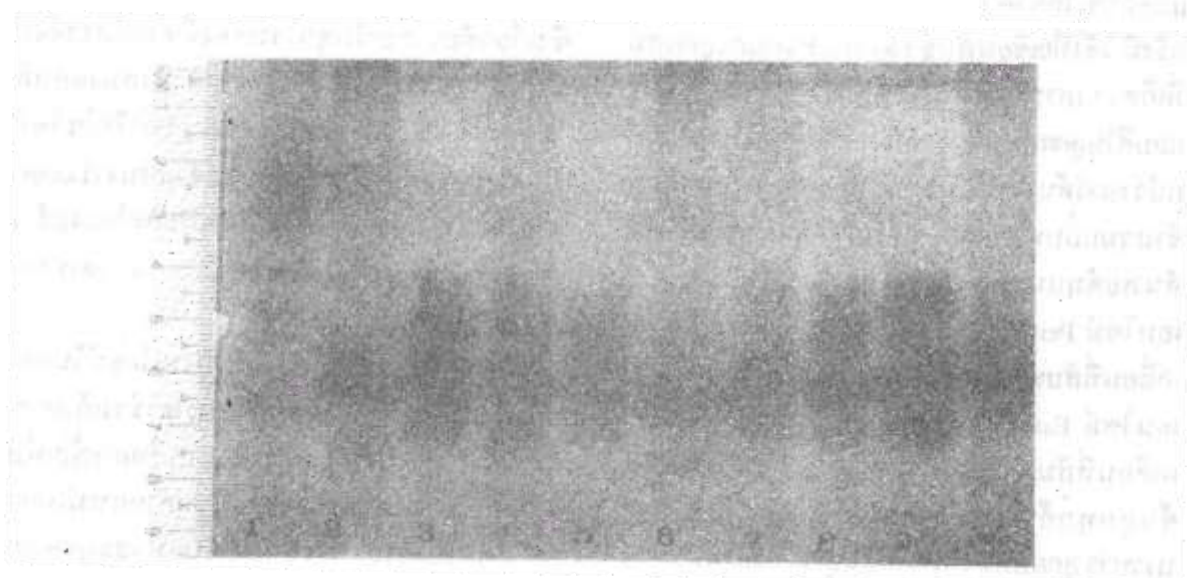


Figure 4 Esterase isozyme gel of FS1, FS4, and FS1xFS4 progeny. Lane 1 = FS1; Lane 2 = FS4; and Lane 3-8 = FS1xFS4 progeny.

4. การเก็บรักษาละอองเกสรของโป๊ยเซียน

จากการเก็บรักษาละอองเกสรของโป๊ยเซียน พันธุ์ PS5 และ PS6 ภายใต้สภาพอุณหภูมิต่าง ๆ กัน คือ 38-40, 25-28, 13-15 และ 4-6 °ซ ร่วมกับสภาพความชื้นต่ำ แล้วนำมาทดสอบความงอกพบว่า ในสภาพอุณหภูมิปกติ (25 - 28 °ซ) และความชื้นต่ำ สามารถรักษาความมีชีวิตของละอองเกสร ทั้ง 2 พันธุ์ได้โดยเก็บได้นาน 21 วัน ในพันธุ์ PS 5 และ 15 วัน ในพันธุ์ PS6 เมื่อนำมาเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิสูง (38-40 °ซ) และความชื้นต่ำสามารถเก็บได้นานเพียง 6 วัน ซึ่งน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการเก็บรักษาในสภาพ อุณหภูมิปกติและความชื้นต่ำ ซึ่งตรงกับรายงานของ Anthony *et al.* (1980) ที่กล่าวว่า อุณหภูมิสูงลดเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรของถั่วแขก (*Phaseolus vulgaris* L.) เมื่อเทียบกับในอุณหภูมิปกติ ส่วนในก้นชาฝรั่ง ที่ 24 °ซ เมื่อเก็บละอองเกสร เป็นเวลา 6 วัน ละอองเกสรมีชีวิตอยู่แต่ความมีชีวิตเริ่มลดลงถึง 0 % เมื่อเก็บได้ 9-12 วัน (Antonio and Quiros, 1987) นอกจากนี้ Zolotovich *et al.* (1963) อ้างโดย Visser *et al.* (1977) พบว่าละอองเกสรของ *Rosa damascena* ที่เก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิ 18 °ซ และความชื้น 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถรักษาความมีชีวิตของละอองเกสรได้ 50 วัน

การเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิต่ำ (13-15 °ซ) และความชื้นต่ำสามารถรักษาความมีชีวิตของละอองเกสร ในพันธุ์ PS5 ได้นาน 28 วัน และในพันธุ์ PS6 ได้นาน 21 วัน ในขณะที่เดียวกันผลการทดลองเก็บรักษาละอองเกสร ในสภาพห้องเย็น (4-6 °ซ) และความชื้นต่ำ พบว่ารักษาความมีชีวิตของละอองเกสรได้มากกว่า 1 เดือน จากรายงานของ Walyaro

and Van der Vonsen (1977) กล่าวว่าการเก็บรักษาละอองเกสรภายใต้สุญญากาศ และอุณหภูมิ -18 °ซ สามารถรักษาความมีชีวิตของละอองเกสรของกาแฟ (*Coffea arabica* L.) ได้นานมากกว่า 2 ปี Antonio and Quiros (1987) รายงานว่า ละอองเกสรของก้นชาฝรั่ง เก็บที่ -10 °ซ สามารถเก็บได้นานถึง 6 - 9 เดือน โดยที่ความมีชีวิตของละอองเกสรมีเพียงพอที่จะใช้ในการผสมเกสร

จากการทดลองการเก็บรักษาละอองเกสรในสภาพอุณหภูมิตั้ง 4 สภาพ พบว่าเมื่อระยะเวลาของการเก็บรักษามากขึ้นละอองเกสร โป๊ยเซียน ทั้ง 2 พันธุ์ จะมีความมีชีวิตลดลงใกล้เคียงกันตามระยะเวลาของการเก็บรักษา ซึ่งจากการทดลองนี้จะมีประโยชน์สำหรับการปรับปรุงพันธุ์โป๊ยเซียนต่อไป เนื่องจากเกสรตัวเมียจะไม่พร้อมที่ผสมเมื่อละอองเกสรพร้อมผสม ดังนั้นจึงสามารถเก็บรักษาละอองเกสรที่พร้อมผสมไว้รอจนกว่าเกสรตัวเมียจะพร้อมผสมได้ หรืออาจจะนำละอองเกสรของโป๊ยเซียนพันธุ์ดีจากแหล่งหนึ่งไปผสมกับเกสรตัวเมียของ ดอกโป๊ยเซียนพันธุ์ดีอีกแหล่งหนึ่งได้

เอกสารอ้างอิง

- ชัยฤกษ์ มณีพงษ์. 2525. เซลพันธุศาสตร์. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 205 น.
- ไชยา และถาวรวัธ. 2534. โป๊ยเซียน. ฐานเกษตรกรรม, กรุงเทพฯ. 87 น.
- รุ่งนภา โพธิ์รักษา. 2540. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของโป๊ยเซียน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 103 น.

- สมบุญ เดชะภิญญาววัฒน์. 2538. สรีรวิทยาของพืช. พิมพ์ครั้งที่ 3. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 203 น.
- อรดี สหวัชรินทร์. 2534. เทคโนโลยีการผลิตป๊อปเซียน เทคนิคการผลิตไม้ดอกไม้ประดับสมาคมไม้ประดับแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ. น. 137-142.
- อัญชลี สามารถ. 2536. การจำแนกพันธุ์ไผ่โดยใช้รูปแบบไอโซไซม์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 142 น.
- Anthony, J.H., C.D. Clayberg and I.D. Teare. 1980. Influence of high temperature on pollen grain viability and pollen tube growth in the styles of *Phaseolus vulgaris* L.
- Antonio, V.D. and C.F. Quiros. 1987. Viability of celery pollen after collection and storage. HortScience. 22(3) : 479-481.
- Bowen, H.J.M. 1965. Mutations in Horticultural Chrysanthemum : The Use of Induced Mutation in Plant Breeding. (Sup to Rad. Bot. vol. 5.) Pergamon Press, 832 pp.
- Boyle, T.H. and D.P. Stimart. 1989. Anatomical and biochemical factors determining ray floret color of *Zinnia angustifolia*, *Z. elegans* and their interspecific hybrids. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(3) : 499-505.
- Chaparro, J.X., R.E. Durham, G.A. Moore and W.B. Sherman. 1987. Use of isozyme techniques to identify peach x 'Nonpareil' almond hybrids. HortScience. 22(2) : 300-302.
- Mowrey, B.D. and D.J. Werner. 1990. Inheritance of isocitrate dehydrogenase, malate dehydrogenase and shikimate dehydrogenase in peach x almond hybrid. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115(2) : 312-319.
- Parfitt, D.E. and S. Arulselear. 1985. Identification of plum x peach hybrids by isoenzyme analysis. HortScience. 20(2) : 246-248.
- Rustanius, P., A. Hang, H.G. Hughes, and T. Tsuchiya. 1991. Chromosome analysis of *Alstroemeria ligtu* hybrids. Hort.Sci. 26(7) : 902-904.
- Visser, T., D.P. de Vries, G. W.H. Welles and J.A.M. Scheurink. 1977. Hybrid tea-rose pollen. I. Germination and storage. Euphytica 26 : 721-728.
- Walyaro, D.J. and H.A.M. vander Vossen. 1997. Pollen longevity and artificial cross-pollination in *Coffea arabica* L. Euphytica 26 : 225-231.