

กำเนิดและการพัฒนาของดอกกระถินเทพา

THE INITIATION AND DEVELOPMENT OF BROWN SALWOOD (*ACACIA MANGIUM* WILD) FLOWER

ประเสริฐ สอนสถาพรกุล¹

Prasert Sornsathapornkul

สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ¹

Suwan Tangmitthareon

ABSTRACT

Study on the initiation and development of *Acacia mangium* flower was carried out at the field station of ASEAN-Canada Forest Tree Seed Centre by means of periodical observation and microtechnical investigation. The paraffin embedding method was used in specimen preparation.

It was observed that *A. mangium* starts flowering firstly at the age of about 2-3 years, generally, it flowers once a year in August or September within duration of about 1 month. Reproductive buds continuously develop from lateral bud at terminal branch position. Various periods of development of inflorescence can be divided into 6 distinguished stages. The inflorescence is spike, white color with fragrant. Each complete flower composes of 5 sepals, 5 petals and one-locular ovary surrounded by about 70 stamens. The locule contains 14 anatropous ovules which arranged as marginal placentation. The flower primordia occurred on spike after bracts had already appeared. They develop into calyx, corolla, androecium and gynoecium respectively. The development from flower primordia to anthesis stage takes about 51 days.

With careful investigation, it shows that the inflorescence opens simultaneously once a day in the early morning around 5.00-6.00 A.M. and reach receptive stage 2 hours later. After fertilization, the zygote always locates at the micropylar end and endosperm develops into 2 cells. Because of unsuitable weather in winter, both egg and endosperms remain dormant about 70-75 days. At the same time, inner and outer integuments enlarge covering the embryo sac rapidly. In fertilized flowers, the petals, stamens and style will absciss whereas the ovary turns to be green and elongates into pod conspicuously.

บทคัดย่อ

การศึกษาเรื่องกำเนิดและการพัฒนาของดอกกระถินเทพา (*Acacia mangium*) ได้พัฒนาดำเนินการและเก็บตัวอย่างจากแปลงทดลองของศูนย์เมล็ดพันธุ์ไม้ป่าอาเซียน-แคนาดา ส.หภูมิ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา โดยวิธีการตรวจสอบลักษณะการเปลี่ยนแปลงทั้งภายนอกและภายในของดอกเริ่มตั้งแต่ระยะหลอดจนกระทั่งระยะที่ดอกเจริญสมบูรณ์เต็มที่ พร้อมทั้งจะได้รับการผสมและเริ่มเปลี่ยนแปลงไปเป็นฝักกระถินเทพาเริ่มวิหค

¹ศูนย์เมล็ดพันธุ์ไม้ป่าอาเซียน-แคนาดา กลุ่มงานวิจัย สำนักวิชาการ กรมป่าไม้ กทม. 10000

ครั้งแรกเมื่ออายุประมาณ 2-3 ปี ออกดอกปีละครั้ง ในเดือนสิงหาคม ช่อดอกเกิดจากสาข้าง (lateral bud) ที่บริเวณปลายกิ่ง ลักษณะแบบ spike มีสีขาวหรือครีม กลีบหุ้มดอกย่อย (floret) เป็นดอกสมบูรณ์เพศประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ครบทุกส่วน ได้แก่ กลีบเลี้ยง (calyx) จำนวน 5 กลีบ กลีบดอก (corolla) จำนวน 5 กลีบ จำนวนเกสรตัวผู้ประมาณ 70-80 อัน และเกสรตัวเมียที่มีรังไข่ (ovary) เพียง 1 ช่อง (locule) เท่านั้น ประกอบด้วยไข่อ่อน (ovule) จำนวน 14 ใบ ลักษณะรูปร่างของ ovule เป็นแบบ hemiana-tropous และมีการจัดเรียงตัวแบบ marginal placentation ดอกกระถินเทพาใช้เวลาในการพัฒนาตั้งแต่ระยะตาชอกจนถึงระยะที่ดอกบานเต็มที่หรือพร้อมที่จะผสมพันธุ์ประมาณ 50-52 วัน

ดอกกระถินเทพาส่วนใหญ่จะบานเต็มที่พร้อม ๆ กันในช่วงเวลาเช้ามีเวลาประมาณ 5:00 น.-6:00 น. และพร้อมที่จะมีการถ่ายละอองเรณู (pollination) หลังจากดอกบานแล้ว ประมาณ 1-2 ชม. การปฏิสนธิ (fertilization) จะเกิดขึ้นหลังช่วง pollination แล้วประมาณ 1-2 วัน zygote จะฝังตัวอยู่ทางด้าน micropyle และมีการพักตัวไปพร้อม ๆ กับ endosperm ประมาณ 70-75 วันในช่วงฤดูหนาว ส่วนของ inner และ outer integuments จะยืดขยายตัวหุ้ม ส่วนของ embryo sac อย่างรวดเร็ว

เกสรตัวผู้และกลีบดอกของดอกที่ได้รับการผสมแล้วจะเหี่ยวร่วงลงไปตามลำดับในขณะที่ส่วนของรังไข่ (ovary) จะเปลี่ยนเป็นสีเขียวเจริญตัวกลายเป็นฝัก (pod) ต่อไป

ตำนาน

กระถินเทพา (*Acacia mangium* Wild) เป็นพันธุ์ไม้ที่มีถิ่นกำเนิดบริเวณทิศตะวันตกเฉียงเหนือของทวีปออสเตรเลียและรัฐควีนแลนด์ (Queensland) และบริเวณหมู่เกาะโมลุกกา (Moluccas) ประเทศอินโดนีเซีย ปัจจุบันได้เข้ามามีบทบาทอย่างสูงในการปลูกสร้างสวนป่าในประเทศไทย เนื่องจากเป็นพันธุ์ไม้ที่โตเร็วมีคุณสมบัติเด่นบางประการที่คาดว่าจะสามารถช่วยแก้ปัญหาวิกฤตการณ์ทางด้านป่าไม้ที่มีเหลืออยู่ได้อย่างดีเช่นเดียวกับไม้โตเร็วชนิดอื่น ๆ

กระถินเทพาจัดเป็น พันธุ์ไม้เบิกนำ (pioneer species) ที่สามารถปรับตัวเจริญเติบโตได้ดีในที่ซึ่งสภาพแวดล้อมถูกทำลายไป หรือในดินที่ไม่ค่อยมีความอุดมสมบูรณ์นักมีอัตราการเจริญเติบโตที่รวดเร็วเช่นเดียวกับไม้โตเร็วในสกุลอื่น ๆ มีลักษณะสำคัญที่แตกต่างจากน้อย ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางนักดังไม้โตเร็วไม้แปรรูปเนื่องจากมีคุณสมบัติขัดให้เรียบได้ง่าย เป็นมันตื้น ซึ่งเหมาะสำหรับทำเฟอร์นิเจอร์ และใช้เป็นไม้พื้นได้เป็นอย่างดี เนื้อไม้มีความหนาแน่น และค่าความร้อนสูงถึง 4,800-4,900 กิโลแคลอรี / กิโลกรัม นอกจากนี้กระถินเทพายังสามารถผลิตปุ๋ยจากเชื้อแบคทีเรียไรโซเบียม (Rhizobium) ได้เช่นเดียวกับพืชตระกูลถั่วชนิดอื่น ๆ การปลูกกระถินเทพาจึงช่วยปรับปรุงดินไปในตัวด้วย

ปัจจุบันกระถินเทพามีการปลูกอย่างจริงจัง และทำการทดสอบดินถ่านดินตลอดจนการทดสอบสายพันธุ์เพื่อศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการปลูกสร้างสวนป่าภายในประเทศ การที่จะปลูกสร้างสวนป่าให้ประสบความสำเร็จ จำเป็นจะต้องมีการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ควบคู่กันไปด้วย ดังนั้นการศึกษาริ้วครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการทราบถึงอุปนิสัยของการออกดอก การพัฒนาเปลี่ยนแปลงทั้งภายนอกและภายใน เพื่อที่จะใช้เป็นแนวทางและข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการคัดเลือก และปรับปรุงพันธุ์ไม้กระถินเทพาให้มีลักษณะที่ดีตามความต้องการต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษากำเนิดและการพัฒนาของดอกไม้กระถินเทพา (*A. mangium*) ได้ดำเนินการที่แปลงทดลองของศูนย์เมล็ดพันธุ์ไม้ป่า อาเซียน-แคนาดา ส.หมูลี อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา โดยทำการคัดเลือกต้นเพื่อหาช่อดอก จำนวน 3 ต้น แต่ละต้นเลือกช่อดอกขนาดเล็กที่สุดเท่าที่สามารถจะศึกษา ได้จำนวนประมาณ 70 ช่อดอก เก็บตัวอย่างสัปดาห์ละ 2 ครั้ง จนกระทั่งดอกบานและเริ่มติดผล ทุกครั้งที่มีการเก็บตัวอย่างให้ทำการวัดความยาวช่อดอก สังเกตระยะการพัฒนาของช่อดอกและดอกย่อย แล้วจึงนำมา

แช่ใน FAA (Formalin-Acetic acid-Alcohol) ซึ่งมีส่วนผสมดังนี้

1. Ethanol 50% 90 cc.
2. Formalin 37% 5 cc.
3. Glacial acetic acid 5 cc.

แช่ชิ้นส่วนใน FAA เป็นเวลา 12-24 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำผ่านกระบวนการดึงน้ำออกจากเนื้อเยื่อ (dehydration) ด้วย ethanol และ tertiary butyl alcohol (TBA) ตามความเข้มข้นดังนี้

- 15% Ethanol 1 ชั่วโมง
- 30% Ethanol 2 ชั่วโมง
- 50% Ethanol 3 ชั่วโมง
- 50% TBA 2 ชั่วโมง
- 70% TBA 2 ชั่วโมง หรือทั้งคืน
- 85% TBA 2 ชั่วโมง
- 95% TBA 2 ชั่วโมง
- 100% TBA 2 ชั่วโมง

Pure TBA เปลี่ยน 3 ครั้ง ๆ ละ 4 ชั่วโมง

หลังจากผ่านระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของน้ำยา ดังกล่าวแล้วนำชิ้นส่วนแช่ใน Pure TBA-Paraffin oil อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร ใช้เวลา 2 ชั่วโมง แล้วนำไปหลอมยัดใน paraffin โดยวิธีของ Johansen (1940) นำตัวอย่างที่หลอมยัดแล้วไปตัดด้วยเครื่องตัด rotary microtome หนาไม่เกิน 10 ไมครอนส่วนชิ้นส่วนที่ตัดได้ติดกันเป็นแถว ติดเบ่งบนแผ่นขึ้นส่วนออกเป็นช่วง ๆ แล้วนำไปติดบนแผ่นสไลด์ โดยใช้ Haupt's adhesive และย้อมสีด้วย 1% safranin และ 1% aniline blue นำไปทำเป็นสไลด์ถาวร โดยวิธีของ Johansen (1940) ทำการศึกษาชิ้นส่วน โดยใช้กล้องจุลทรรศน์และบันทึกภาพไว้

ผลและวิจารณ์

ลักษณะของช่อดอกและดอก

กระถินเทพา จะเริ่มให้ดอกเมื่อต้นมีอายุประมาณ 2-3 ปี ออกดอกปีละครั้งในเดือนสิงหาคม หรือกันยายน

ช่วงระยะเวลาออกดอกประมาณ 1 เดือน ช่อดอกเกิดจากตาข้าง ที่บริเวณปลายกิ่ง โดยจะเกิดขึ้นพร้อม ๆ กับตาใบบนกิ่งเดียวกัน ลักษณะช่อดอกมักจะเกิดเป็นคู่ ๆ ในแต่ละง่ามใบ ดอกช่อดอกแต่ละคู่จัดเรียงตัวกันเป็นเกลียวรอบกิ่งแบบเวียนไปทางซ้าย เช่นเดียวกับการจัดเรียงตัวของใบ เรียงตัวทำมุม 120° ซึ่งกันและกัน

ช่อดอก (inflorescence) มีลักษณะแบบ spike โดยมีส่วนช่อดอกหรือก้านกลาง (peduncle, main axis) เพียงอันเดียว ดอกย่อยแต่ละดอกมีขนาดเล็ก ไม่มีก้านดอกย่อย มีสีขาวหรือครีม กลิ่นหอม การเรียงตัวของดอกย่อย (raceme) มีลักษณะเป็นเกลียว (spiral) รอบก้านช่อดอก แต่มิได้เป็นซีกนิก ความยาวของก้านช่อดอกโดยเฉลี่ยประมาณ 10 เซนติเมตร หรืออยู่ในช่วงประมาณ 9-12 เซนติเมตร จำนวนดอกย่อยต่อ 1 ช่อดอกโดยเฉลี่ยประมาณ 256 ดอก (จำนวนมากที่สุดประมาณ 320 ดอก และน้อยที่สุด ประมาณ 113 ดอก) จากการตรวจนับจำนวน ดอกย่อยในแต่ละช่อดอกพบว่าไม่มีความสัมพันธ์อย่างใดกับความยาวก้านช่อดอกที่แตกต่างกันออกไป

ลักษณะของดอกกระถินเทพาเป็นดอกสมบูรณ์เพศ (complete flower) ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ครบทุกส่วนและเรียงตัวกันอย่างสมดุล ได้แก่ กลีบเลี้ยง (calyx), กลีบดอก (corolla), เกสรตัวผู้ (androecium) และเกสรตัวเมีย (gynoecium) ตามลำดับส่วนของกลีบเลี้ยง ซึ่งอยู่ชั้นนอกสุดมีขนาดเล็กสี่เหลี่ยมย่นปกคลุมด้วยขนสีเหลืองอ่อนนุ่มคล้ายไหม (villos) มีจำนวน 5 กลีบ และพื้นฐานของกลีบเลี้ยงจะเชื่อมต่อกันเป็นรูปท่อ (calyx tube) โดยปลายแยกออกจากกันถัดมาเป็นชั้นของกลีบดอก มีลักษณะคล้ายกลีบเลี้ยงคือมีสี่เหลี่ยมย่นจำนวน 5 กลีบ โดยกลีบทุกกลีบมีรูปร่างและขนาดเท่า ๆ กัน (regular, actinomorphic) ส่วนโคนของกลีบดอกเชื่อมต่อกันเป็นรูปท่อ (corolla tube) ตอนปลายจะแยกออกจากกัน ถัดเข้ามาอีกชั้นหนึ่งเป็นส่วนของเกสรตัวผู้ซึ่งเชื่อมติดอยู่กับชั้นของกลีบดอกประกอบด้วยเกสรตัวผู้ จำนวนประมาณ 70-80 อันส่วนของก้านชูเกสรตัวผู้ (filament) มีสีขาวติดอยู่กับอับละอองเรณู (anther) ซึ่งมีสี่เหลี่ยมและผิว

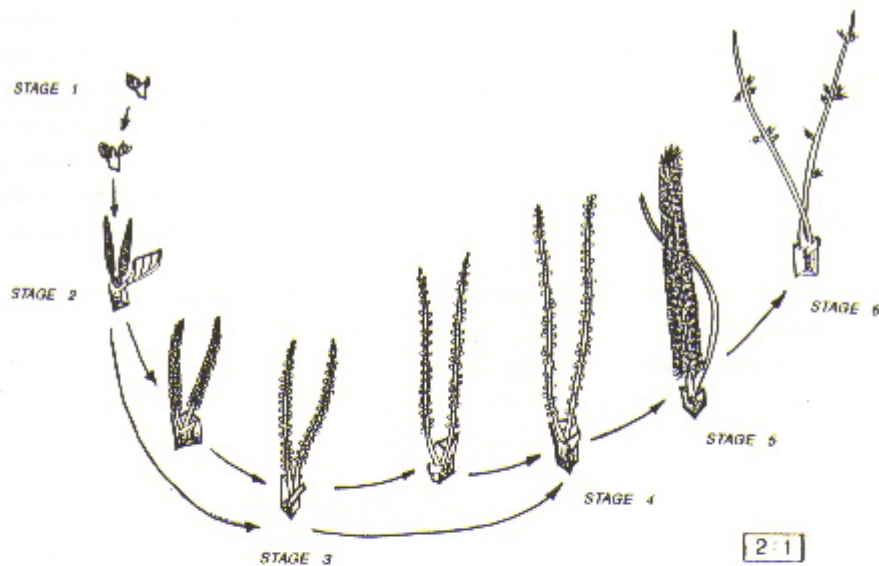


Fig. 1. Showing the 6 stages of inflorescence development of *A. mangium* from initial bud to fruiting. Stage 1 tiny green bud about 2 mm. in size. Stage 2 dark green inflorescence, the arrangement of each floret on spike is very closed. Stage 3 light green inflorescence, both spike and florets remarkably increase in size, stage 4 full size bud, going to bloom. Stage 5 blooming period. stage 6 fruiting.

ขรุขระในบริเวณกึ่งกลางเป็นแบบ versatile และจะหันแนวรอยแตกของ pollen sac (stromium) ตั้งฉากกับ filament ชั้นในสุดของดอกจะเป็นชั้นของเกสรตัวเมีย ประกอบด้วยรังไข่ (ovary), ก้านชูเกสรตัวเมีย (style) และยอดเกสรตัวเมีย (stigma) ส่วนของรังไข่จะอยู่เหนือส่วนอื่นของดอกเป็นแบบ superior ovary ที่ผิวด้านนอกของรังไข่จะมีขนอ่อนนุ่มคล้ายไหม (villous) ปกคลุมอยู่มากมาย style ซึ่งมีเพียงอันเดียว มีลักษณะยาวเรียวคล้ายเส้นด้าย (filiform) และในส่วนปลายซึ่งเป็นยอดเกสรตัวเมีย (stigma) จะยาวและแคบเรียวแหลมเป็นแบบ stigma linear ภายในมีท่อ (stylar canal) เชื่อมต่อจาก stigma ยาวลงไปจนถึงช่อง (locule) ที่มีเพียง 1 ช่องเท่านั้น ประกอบด้วยไข่อ่อน (ovule) จำนวนทั้งหมด 14 ใบ ไข่อ่อนแต่ละใบตั้งอยู่บนฐานที่เรียกว่า funiculus และติดอยู่กับผนังของ ovary (ovary wall, placenta) ที่มี

1 carpel เรียกว่า marginal placentation และเรียงตัวกันมีลักษณะเป็นแถว 2 แถว ovule มีลักษณะเป็นแบบ hemianatropous

กำเนิดและการพัฒนาของช่อดอกและดอก

กำเนิดของช่อดอกเกิดขึ้นจากตาข้าง (axillary bud) ที่ง่ามใบหรือรอยงอกบริเวณตอนปลายของกิ่งและกำเนิดขึ้นมาพร้อมกับตาใบ (leaf bud) ศึกษาดอกมีขนาดเล็กมากประมาณ 2-3 มิลลิเมตร มีสีเขียวสด ถูกห่อหุ้มด้วย scale ขนาดเล็ก สีเหลือง (bud scale) ในช่วงระยะแรกตาดอกจะให้กำเนิดดอกย่อยขึ้นมาเรื่อย ๆ หลังจากนั้นประมาณ 1 สัปดาห์ จะไม่มีการพัฒนาเพิ่มจำนวนดอกย่อยขึ้นมาอีก และจะมีจำนวนเท่าเดิมจนกระทั่งช่อดอกเจริญเติบโตเต็มที่ ที่บริเวณตอนปลายของกิ่งยังเจริญอยู่ยาวให้กำเนิดตาดอกและตาใบขึ้นมาใหม่เรื่อยๆ ตลอดช่วงฤดูกาลออกดอก

จากการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงของความยาว ก้านช่อดอก, สี และดอกย่อยเริ่มตั้งแต่เป็นช่อดอกขนาดเล็ก ที่นำมาศึกษาได้ สามารถแบ่งการพัฒนาออกเป็น 6 ระยะ ต่าง ๆ ดังนี้ (ภาพที่ 1)

ระยะที่ 1 เริ่มตั้งแต่ช่อดอกมีก้านนิ่มขึ้นมา และ มีการพัฒนาเพิ่มจำนวนดอกย่อยมากขึ้นเรื่อย ๆ แต่ยังคงมี bract ขนาดเล็กหุ้มอยู่ ใช้เวลาประมาณ 1 สัปดาห์

ระยะที่ 2 ช่อดอกเจริญเติบโต โคนสีน้ำตาล bract ออกมาแล้ว ประมาณ 7 วันมีการเพิ่มขนาดและความยาวมากขึ้นความยาวช่อดอกประมาณ 4-5 ซม. มีสีเขียวเข้มจัด ดอกย่อยแต่ละดอก สังเกตเห็นได้ชัดเจน เรียงตัวอัดกันแน่นจะเจริญ โคนสีน้ำตาลของ bract แล้ว ขนาดของดอกย่อยและความยาวก้านช่อดอก มีการพัฒนาไปพร้อม ๆ กันระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 17 วัน (ภาพที่ 2, 3)

ระยะที่ 3 ดอกย่อยมีการเพิ่มขนาดมากขึ้นอย่างชัดเจน มี ขนาดเกือบเท่าดอกตูมเต็มที่ ช่อดอกเริ่มมีสีเขียวอ่อนมากขึ้น ระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 10 วัน (ภาพที่ 2)

ระยะที่ 4 ก้านช่อดอก (peduncle) ขยายสีขาว เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ขนาดของดอกย่อยเพิ่ม ขึ้นเล็กน้อยเท่านั้น และเรียงตัวอยู่ห่าง กันมากขึ้น เมื่อสิ้นสุดระยะนี้ดอกย่อยสมบูรณ์เต็มที่ ที่พร้อมที่จะบาน ความยาวก้านช่อดอกเริ่มคงที่แล้ว ดอกย่อยมีสีเขียวอ่อน อมเหลืองหรือ เหลืองอ่อน ดอกย่อยมีขนาด ความยาวและเส้นผ่าศูนย์กลางโดยเฉลี่ยประมาณ 1.8 มม. และ 1.2 มม. ตามลำดับ ระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 16 วัน (ภาพที่ 3)

ระยะที่ 5 ดอกย่อยบานเต็มที่พร้อมที่จะรับการผสม ช่อดอกมีสีขาวหรือครีม

ระยะที่ 6 เป็นระยะที่เริ่มการติดฝัก ดอกที่ได้รับการผสม ยังคงติดอยู่บนก้านช่อดอกและพัฒนาต่อไปเป็น ฝัก (pod) ส่วนช่อดอกที่ไม่ได้รับการผสมจะเหี่ยวแห้งร่วงไป

แม้ว่าดอกย่อยแต่ละดอกจะถือเอาก้านนิ่มขึ้นมา ไม่พร้อมกัน แต่อยู่ในช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกันมาก ดอกย่อยจึงบานเกือบพร้อม ๆ กันในช่วงเวลาเข้ามีประมาณ 5.00 น.- 6.00 น. และเริ่มติดผลหลังจากนั้นประมาณ 1 สัปดาห์ (ภาพที่ 4) โดยทั่วไปไม่กระเด็นพาด้านหนึ่ง ๆ จะมีจำนวนช่อดอกบานติดต่อกันเป็นเวลา 2-3 วัน แล้ววันไปช่วงระยะหนึ่ง จำนวนช่อดอกถัดไปจึงเริ่มบานอีก

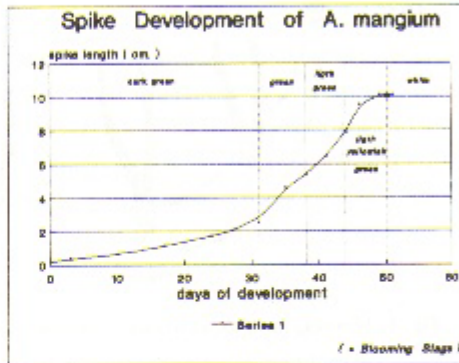


Fig. 2 Showing the average length and gradual color change of spike during the development of *A. mangium*.

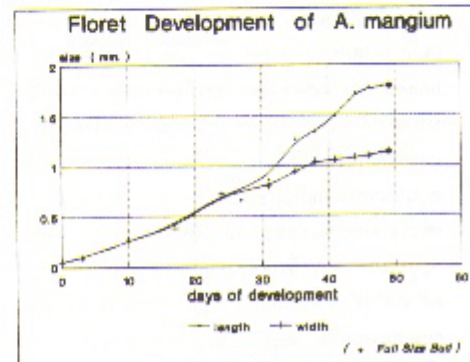


Fig. 3 Showing the average length and width of each floret during development. (blooming flower is 4.18 mm. in length and 5.38 mm. in width respectively.)



Fig. 4 Showing the different stages of blooming period from full size bud until fruiting of *A. mangium*.

การพัฒนาของดอก (floral development) เกิดขึ้นหลังจากที่ส่วนของกลีบประดับ (bract) ได้พัฒนาขึ้นมาแล้วบนก้านช่อดอก และห่อหุ้มส่วนของดอกไว้ จนกระทั่งดอกย่อยมีการพัฒนาไประยะเวลาหนึ่งจะโผล่พ้นส่วนของ bract ออกมา และจะคงเหลืออยู่ให้เห็นแม้ว่าช่อดอกจะมีการพัฒนาจนสมบูรณ์แล้วก็ตาม

Floral primordia ที่กำเนิดขึ้นมาบนก้านช่อดอก เมื่อเจริญขยายขนาดไประยะเวลาหนึ่ง ส่วนของ calyx จะเกิดขึ้นบริเวณด้านข้างแล้วเจริญห่อหุ้มเนื้อเยื่อเจริญส่วนกลาง (central primodium) อย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นจุดกำเนิดของ corolla จะเกิดขึ้นในบริเวณมุมด้านในของ calyx lobe แล้วเจริญเปลี่ยนแปลงห่อหุ้มเนื้อเยื่อส่วนกลางไว้เช่นกันเมื่อดอกมีอายุ ได้ประมาณ 8-10 วัน จุดกำเนิดของเกสรตัวผู้ (stamen primordia) เกิดขึ้นบริเวณฐานด้านในของ corolla lobe (ภาพที่ 5) หลังจากนั้นเพียงเล็กน้อย central primodium เจริญพัฒนาไปเป็นส่วนของเกสรตัวเมีย โดยเปลี่ยนรูปร่างเป็น carpel initial ซึ่งมีการเจริญยืดยาวออก และเชื่อมกันเป็น

ฟาลlopium มีลักษณะคล้ายรูปถ้วย ส่วนปลายของเกสรตัวผู้
 ที่เจริญติดยาวออกมา เริ่มลักษณะเป็นกระเปาะ ในระยะ
 นี้ส่วนของดอกย่อยเริ่มโผล่ขึ้น bract ออกมาแล้ว carpel
 มีการเจริญติดยาวมากขึ้น จนขอบด้านบนเชื่อมกัน ทำให้
 เกิดช่องว่างตรงกลางภายใน (locule) ซึ่งจะพัฒนาไป
 เป็นรังไข่ (ovary) ต่อไป หลังจากนั้นผนังด้านในของ
 รังไข่ (placenta) จะปลูกลูกออกมาตามขนาดความ
 ยาวของ ovary จำนวน 2 แถว และมีขนาดใหญ่ขึ้น
 พร้อมทั้งจะพัฒนาไปเป็นไข่อ่อน (ovule) (ภาพที่ 6)
 ขณะเดียวกันส่วนของอับสละของเรณู (anther) เริ่มสังเกต
 เห็นเป็น 4 microsporangia ชัดเจนขึ้นเมื่อดอกมีอายุ
 ได้ประมาณ 28-30 วัน จุดกำเนิดของ stelar primodium
 กำเนิดขึ้นมาตรงบริเวณส่วนปลายของ ovary และเจริญ
 ติดยาวอย่างรวดเร็วในระยะแรก ๆ ดอกกระถินเทพา
 เมื่อพัฒนาสมบูรณ์เต็มที่ ส่วนหัวนอกของ ovary จะมี
 ขนาดอ่อนนุ่ม ปกคลุมมากมาย และบริเวณผนังด้านใน
 พบสารชนิดหนึ่งซึ่งมีลักษณะเป็นเม็ดจำนวนมาก
 ซึ่งมีผลทดสอบกับสาร iodine (potassium iodide) จะ

เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหรือสีม่วง ซึ่งอาจจะเป็นสารจำพวก amyloid ที่ทำหน้าที่สะสมอาหารที่พบมากในพืชตระกูลถั่ว ดอกกระถินเทพาเริ่มตั้งแต่สังเกตเห็นเป็นตาออกขนาดเล็ก จนกระทั่งดอกบานเต็มที่ พร้อมที่จะได้รับการผสมใช้เวลาพัฒนาประมาณ 50-52 วัน

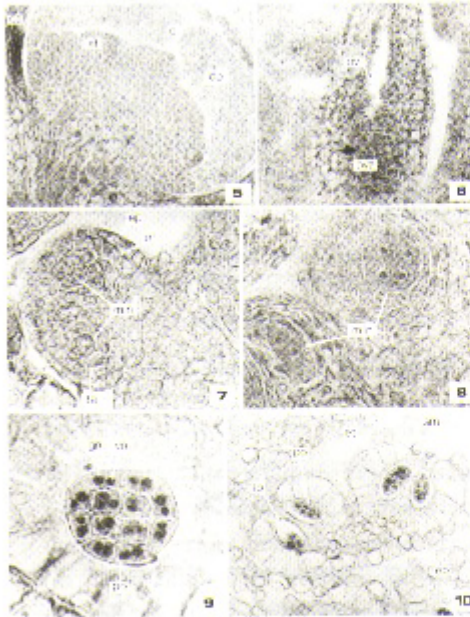


Fig. 5 Longitudinal-section of *A. mangium* flower showing carpel initial (ci), stamen primordia (st), corolla (co) and calyx (ca).

Fig. 6 24-day-old flower showing ovule initial (ovi); ovary, (ova) :

Fig. 7 Longitudinal-section of young anther showing microspore mother cell (min), occurring at the corner ; tapetum cell (ta), endothecium (et), epidermis (ep.)

Fig. 8 Showing microspore mother cell (min) undergo mitosis division to produce 4 cells.

Fig. 9 Cross-section of pollens (po) at binucleate stage showing vegetative nucleus (vn) and generative nucleus (gn)

Fig. 10 Longitudinal-section of mature anther showing epidermis (ep), endothecium (et), pollens (po), stromium (sm) and locule (lo).

Microsporogenesis และ Pollen Development

จุดกำเนิดของเกสรตัวผู้ (stamen primodium) เริ่มกำเนิดขึ้นมาเมื่อดอกมีอายุได้ ประมาณ 8-10 วัน หลังจากนั้นประมาณ 12-14 วัน ส่วนปลายของเกสรตัวผู้จะพัฒนาเปลี่ยนแปลงแยกออกเป็น 2 lobes อย่างเด่นชัด พร้อมกับ sporogenous tissue ที่ปรากฏให้เห็นบริเวณมุมทั้งสองข้างของแต่ละ lobe sporogenous tissue จะมีการแบ่งตัวและพัฒนาเปลี่ยนแปลงไปเป็น microspore mother cell หรือ microsporocyte ซึ่งเป็นเซลล์ที่มีขนาดใหญ่ นิวเคลียสใหญ่เด่นชัด มีcytoplasm ขุ่นทึบ (ภาพที่ 7,8) พบชั้นของ tapetum เรียงล้อมรอบ microsporocyte อยู่ 1 ชั้น และถัดออกมาเป็นชั้นของ endothecium ประมาณ 1-2 ชั้น ในช่วงเวลาที่ sporogenous tissue กำลังแบ่งตัวและพัฒนาเปลี่ยนแปลงไปเป็น microspore mother cell นั้น ส่วนปลายของเกสรตัวผู้มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงมากขึ้นเช่นกัน โดยแต่ละ lobe เริ่มมีการแบ่งแยกออกเป็น 2 microsporangia ภายใน microsporangia จะมีการพัฒนาเกิด เป็นช่องว่าง (locule) ขึ้นเพื่อบรรจุละอองเรณู (pollen) ไว้ โดยทั่วไปยับละอองเรณู (anther) ของไม้ป่าส่วนใหญ่มีเพียง 1 locule เท่านั้นใน แต่ละ microsporangium แต่ใน anther ของไม้กระถินเทพา มีจำนวน 2 locule และแต่ละ locule จะประกอบด้วย microspore mother cell จำนวน 4 เซลล์ เท่า ๆ กัน

Microspore mother cell มีการแบ่งตัว แบบ meiosis ได้ microspore dyad และ micro-spore tetrad ตามลำดับ ลักษณะการสร้างผนัง เซลล์หลังจากแบ่งตัวแล้วเป็นแบบ successive type ลักษณะพิเศษที่เด่นชัดของ microspore tetrad ของไม้กระถินเทพาซึ่งแตกต่างจากไม้ตระกูลอื่น ๆ คือ microspore แต่ละเซลล์จะไม่มีการแยกตัวออกจากกัน ยังคงมีลักษณะเกาะกัน เป็นกลุ่มก้อนที่เรียกว่า polyad

pollen grain polyad มีลักษณะกลมแบน มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 30-35 ไมครอน ประกอบด้วย microspore จำนวน 16 เซลล์ และในแต่ละ locule จะพบว่ามีเพียง 1 polyad เท่านั้น ในระยะนี้ microspore มีลักษณะแบน มีนิวเคลียส 1 อัน อับละของรวมมีการเปลี่ยนแปลงมากเช่นกัน มีขนาดใหญ่ขึ้น แบ่งแยกออกเป็น 4 lobe ได้อย่างชัดเจนเซลล์ผิว (epidermal cell) มีการเปลี่ยนแปลงจากรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเป็นเซลล์ที่มีขนาดใหญ่มากขึ้น รูปร่างค่อนข้างกลมหรือเป็นเหลี่ยม endothecium cell มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขนาดมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีการเพิ่มความหนาของผนังเซลล์ด้านข้าง ภายใต้นิวเคลียส (tangential) ที่ชิดด้านที่ติดกับ epidermis ทำให้เห็นผนังเซลล์หนาเป็นรูปตัว U และ laetum ยิ่งคง สภาพให้เห็นอยู่

ต่อมา microspore หรือ young pollen grain มีการเจริญเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาประมาณ 5-6 วัน nucleus มีการแบ่งตัวแบบ mitosis ได้ 2 nuclei อันหนึ่งใหญ่ซึ่งเป็น generative nucleus และอีกอันมีขนาดเล็กเป็น vegetative nucleus ซึ่งในระยะนี้เรียกว่า binucleate pollen และ tapetal cell เริ่มสลายตัวไปหมดแล้ว (ภาพที่ 9)

Anther ของไม้กระถินเทพาที่พัฒนาเต็มที่แล้วแบ่งออกเป็น 2 lobe แต่ละ lobe จะพัฒนาแยกออกเป็น 2 microsporangia รวมเป็น 4 microsporangia ในแต่ละ lobe ของ anther มี microsporangia 2 อันรวม กันเป็น pollen sac เพียงอันเดียว ภายใน microsporangium แต่ละอันพบว่ามี 2 locule และ 1 locule บรรจุด้วย pollen grain จำนวน 16 เซลล์ที่เกาะกันเป็นกลุ่ม (polyad pollen grain) ดังนั้น anther 1 อัน ของไม้กระถินเทพาประกอบด้วย pollen grain จำนวนทั้งหมด 128 เซลล์ (ภาพที่ 10) เกสรตัวผู้ของดอกกระถินเทพาใช้เวลาพัฒนาจนสมบูรณ์เต็มที่ประมาณ 36-38 วันก่อนหน้าที่ดอกจะบานประมาณ 4 วัน

Megasporogenesis และ Embryo Sac Development

เมื่อดอกมีอายุได้ประมาณ 23-25 วัน จุดกำเนิดของไข่อ่อน (ovule primordium) เริ่มเกิดขึ้นที่ผนังของ

placenta โดยผนังของ placenta มีลักษณะปูดนูนออกมา และพัฒนาเปลี่ยนแปลงจนมีขนาดใหญ่ขึ้นเป็น nucellus ต่อมา sporogenous cell ซึ่งอยู่บริเวณตอนกลางของ nucellus ค่อยไปทางตอนปลายมีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงไปเป็น megaspore mother cell หรือ megasporocyte 1 เซลล์ เป็นเซลล์ที่มีขนาดใหญ่เห็นเด่นชัดกว่าเซลล์ข้างเคียง nucleus มีขนาดใหญ่ cytoplasm ขุ่นทึบ (ภาพที่ 11) ในระยะนี้ integument ยังไม่เกิดขึ้น megaspore mother cell มีการแบ่งตัวแบบ meiosis ได้ megaspore dyad และ megaspore tetrad ตามลำดับ (ภาพที่ 12) พร้อม ๆ กับการขยายตัวของ ovule และในระยะนี้ inner และ outer integument ทำเน็ดขึ้นมาแล้ว megasporocyte มีการจัดเรียงตัวแบบ linear megaspore และมี megaspore เพียงอันเดียวเท่านั้น ทางด้าน micropyle end ที่กลายเป็น functional megaspore โดย ที่อีก 3 อันจะสลายตัวไป (degenerated megaspore) functional megaspore ดังกล่าวจะมีการขยายตัวขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้ขนาดของ ovule ขยายตัวตามไปด้วยเกิดเป็น embryo sac ขึ้น nucleus จะมีการแบ่งตัวแบบ mitosis ได้ 2 nuclei และเคลื่อนย้ายออกไปในขั้วตรงกันข้าม ทั้ง 2 nuclei ที่อยู่กันจนละชั่วมีการแบ่งตัวแบบ mitosis อีกครั้งหนึ่งรวมเป็น 4 nuclei จากนั้นจะ มีการแบ่งตัวแบบ mitosis อีกเป็นครั้งสุดท้าย ได้ทั้งหมด 8 nuclei และมีการจัดเรียงตัวของ nucleus โดย nucleus ทางด้าน micropyle 1 อัน จะเคลื่อนมาอยู่ตรงกลาง อีก 3 nuclei ที่เหลือจะจับตัวกันเป็น antipodals และทางด้าน chalazal end จะมี 1 nucleus ที่เคลื่อนมาตรงกลาง และจับ คู่กับ nucleus ที่มาจากทางด้าน micropyle end เป็น polar nuclei ส่วนอีก 3 nuclei ที่เหลือเปลี่ยน แปลงไปเป็น egg apparatus ได้แก่ synergids จำนวน 2 เซลล์ ลักษณะเซลล์ยาวจับกันเป็นคู่ และ egg ซึ่งมีลักษณะกลมลอยอยู่เหนือ synergids (ภาพที่ 13) ลักษณะการเกิดและการจัดเรียงตัวของ nucleus ภายใน embryo sac เป็นแบบ monosporic embryo sac ชนิด polygonum type เมื่อ ovule มีการพัฒนาจนสมบูรณ์ เต็มที่แล้วพบว่า ส่วนของ inner และ outer integument เจริญขึ้นมาหุ้มส่วนของ nucellus เพียงเล็กน้อย เท่านั้น

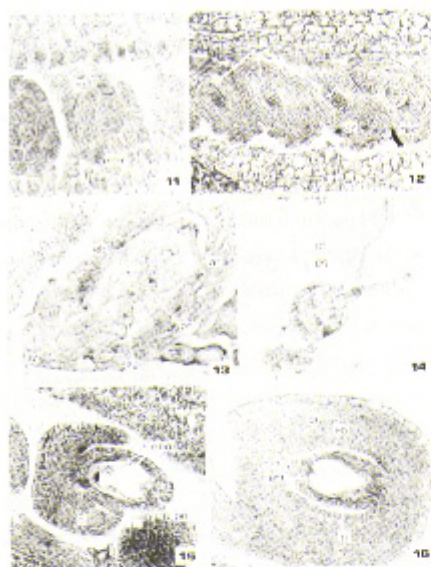


Fig. 11 30-day-old flower showing megaspore mother cell (mem), originating inside nucellus layer (nu).

Fig. 12 Longitudinal-section of ovule (ov) showing megaspore dyad (med) and megaspore tetrad (met)

Fig. 13 Longitudinal-section of mature ovule showing embryo sac (eb), containing egg cell (eg), synergids (sy), antipodol (at), polar nuclei (pn).

Fig. 14 In vitro germination test showing pollen tubes (pt) are germinating from each pollen grain (pg)

Fig. 15 Longitudinal-section of pollinated flower showing proembryo (pe), endosperms (end), inner integument (ii) and outer integument (oi).

Fig. 16 Seed development showing outer integument (oi) is growing enclosing embryosac (eb) and degenerating inner integument (ii), embryo (em).

เกสรตัวเมียของดอกกระถินเทพา ใช้เวลาในการพัฒนาจนสมบูรณ์เต็มที่ประมาณ 39-41 วัน ก่อนที่ดอกจะบานเพียง 1-2 วันเท่านั้นและพัฒนาช้ากว่าเกสรตัวผู้ประมาณ 3 วัน

Pollination และ Fertilization

โดยทั่วไปดอกกระถินเทพาจะบานเต็มที่ในช่วงเวลาเช้ามีด ประมาณ 5:00น. - 6:00น. ในช่อดอกหนึ่งๆ ดอกย่อยบานเกือบจะพร้อม ๆ กัน โดยส่วนใหญ่จะเริ่มบานตั้งแต่โคนช่อดอกขึ้นไป แต่บางครั้งอาจพบว่าเริ่มบานตั้งแต่ปลายช่อดอกลงมา หรือเริ่มจากตรงกลางช่อ anther จะแตกไปก่อนหน้านี้อแล้ว ประมาณ 1-2 ชั่วโมง (anthesis) ลักษณะการ แตกของ anther จะแตกตามยาว (longitudinal) ตรงบริเวณรอยช่องเปิดที่เรียกว่า stromium และ pollen grain จะถูกพัดพาหลุดออกไปจนหมดภายในเวลาเพียง 5-6 ชั่วโมงหลังจากการแตกของเกสรตัวเมีย (stigma) พร้อมที่รับ pollen grain (receptive) หลังจาก ที่ดอกบานแล้ว ประมาณ 1-2 ชั่วโมง โคจรจะสังเกตเห็น stigmatic fluid เข้มเหนียวออกมาเนื่องจาก stigma มีลักษณะเรียวยแหลมคล้ายเข็ม (needle shape) ดังนั้น จะมีเพียง 1-3 polyads เท่านั้นที่มีโอกาสติดอยู่บน stigma pollen grain ที่ตกลงบน stigma ไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างแต่อย่างใดและ ทุก ๆ pollen grain มีโอกาส ที่จะงอก pollen tube ผ่านเยื่อของ stigma ลงไป จากการ ทดสอบความมีชีวิตของละอองเกสรของไม้กระถินเทพา โดยการทดสอบการงอก (in vitro pollen germination) ในสาร ละลายซูโครส 15% และกรดบอริก (boric acid) 0.01% พบว่าละอองเรณูเริ่มงอก pollen tube ภายในเวลาประมาณ 6 ชั่วโมง (ภาพที่ 14)

Double fertilization จะเกิดขึ้นหลังจากการถ่ายละอองเรณูแล้วประมาณ 1-2 วัน pollen tube งอกผ่านไปทาง stylar canal ลงไปจนถึง ovule เข้าไปใน embryo sac ตรงบริเวณตอน ปลายของ nucellus ซึ่งไม่มีส่วนของ inner หรือ outer integument คุ้มอยู่ 1 sperm cell จะเข้าผสมกับไข่กลายเป็น zygote และอีก 1 sperm cell จะเข้าผสมกับ polar nuclei กลายเป็น primary endosperm

ดอกกระถินเทพาจะบานเต็มที่พร้อมที่จะได้รับการผสมเพียง 1-2 วันเท่านั้น จากนั้นดอกก็จะเริ่มเหี่ยวร่วงลงไป ovule ของดอกที่ไม่ได้รับการผสมและเริ่มเหี่ยวแห้งลงไปนั้นพบว่า cytoplasm มีการก่อรูปร่างเป็น strand เชื่อม ระหว่าง nucleus ต่าง ๆ ภายใน ovule ซึ่งเรียกว่า cytoplasmic strand ส่วนดอกที่ได้รับการผสมจะเจริญเป็นผล (pods) ต่อไป

การเปลี่ยนแปลงภายใน embryo sac หลังจาก double fertilization

หลังจากที่การถ่ายละอองเรณู (pollination) เกิดขึ้นแล้วประมาณ 1-2 วัน ส่วนของเกสรตัวผู้ (stamen) ของดอกที่ได้รับการผสมแล้วจะเหี่ยวแห้งลงไป รังไข่ (ovary) จะมีการยืด ขยายยาวมากขึ้น และเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเขียว จากนั้นประมาณ 5-7 วัน ส่วนของกลีบดอก (corolla) และก้านชูเกสรตัวเมีย (style) ก็เริ่มเหี่ยวลงตามลำดับ

ส่วนของ integument จะเจริญห่อหุ้ม nucellus อย่างรวดเร็ว หลังจากการผสมพันธุ์ (fertilization) เกิดขึ้นไปแล้วประมาณ 14-16 วัน (ภาพที่ 15) inner integument จะเจริญห่อหุ้ม nucellus เพื่อห่อหุ้มเท่านั้นก็หยุดการเจริญเติบโต ขณะที่ outer integument เจริญห่อหุ้มส่วนของ nucellus ทั้งหมด และมีการขยายขนาดเพิ่มมากขึ้น (ภาพที่ 16) zygote ซึ่งฝังตัวอยู่ ทางด้าน micropylar end มีการพักตัวอยู่ระยะหนึ่ง (dormancy) ประมาณ 70-75 วัน ไม่มีการแบ่งตัวแต่อย่างใด คงมีแต่การเพิ่มขนาดใหญ่ขึ้นเท่านั้น ส่วน primary endosperm มีการพักตัวอยู่ประมาณ 13-15 วัน จึงมีการแบ่งตัวแบบ mitosis ได้ 2 endosperm cells และมีการพัก ตัวไปพร้อม ๆ กับ zygote

สรุปผล

1. ไม้กระถินเทพา (*Acacia mangium* wild) จะเริ่มให้ดอกเมื่อมีอายุประมาณ 2-3 ปี ออก ดอกเพียงปีละ 1 ครั้ง ประมาณเดือนสิงหาคม หรือกันยายน ช่วงระยะเวลาออกดอกประมาณ 2 เดือน ซึ่งแตกต่างจากไม้กระถินณรงค์ที่ออกดอกปีละ 2 ครั้ง คือช่วงเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม และตุลาคม-พฤศจิกายน (สุदारสัน, 2533)

ดังนั้นโอกาสที่เกิดการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างพันธุ์ไม้ 2 ชนิดนี้มีความเป็นไปได้ค่อนข้างสูงในช่วงเดือนตุลาคม หรือพฤศจิกายน

2. จุดกำเนิดของข้อดอกกระถินเทพา (floral primodium) เกิดขึ้นจากตาข้าง (lateral bud) ที่งอกในบริเวณโคนปลีตาของกิ่ง าคดอก (flower bud) มัก จะเกิดเป็นคู่ในแต่ละง่ามใบ ลักษณะข้อดอกเป็น spike มีความยาวโดยเฉลี่ยประมาณ 10 เซนติเมตร มีสีขาวหรือครีม กลิ่นหอม จำนวนดอกย่อยต่อข้อ 1 ข้อดอกโดยเฉลี่ยประมาณ 256 ดอก และไม้มีความสัมพันธ์กันอย่างใดกับความยาวก้านข้อดอก ที่แตกต่างกันออกไป

3. ดอกกระถินเทพาใช้เวลาในการพัฒนาจนสมบูรณ์เต็มที่ประมาณ 50-52 วันเป็นดอกสมบูรณ์ (complete flower) ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ครบทุกส่วนคือ กลีบเลี้ยง (calyx), กลีบดอก (corolla), เกสรตัวผู้ (androecium) และเกสรตัวเมีย (gynoecium) ตามลำดับ กลีบเลี้ยงและกลีบดอก มีจำนวน 5 กลีบเท่า ๆ กัน เกสรตัวผู้มีจำนวนประมาณ 70-80 อัน

4. ขั้วละอองเรณู (anther) แบ่งออกเป็น 2 lobes แต่ละ lobe จะแบ่งออกเป็น 2 microsporangia ภายใน microsporangia เนื้อเยื่อเจริญบริเวณตรงกลางจะพัฒนาเปลี่ยนแปลงไปเป็น microspore mother cell, tapetum และ endothecium ตามลำดับ พร้อม ๆ กับการพัฒนาเกิดเป็นช่องว่าง (locule) ขึ้นจำนวน 2 ช่อง

5. ในแต่ละ locule จะประกอบด้วย microspore mother cell จำนวน 4 เซลล์เท่านั้น microspore mother cell จะแบ่งตัวแบบ meiosis ได้ microspore dyad และ microspore tetrad ตามลำดับ microspore ที่เกิดขึ้นจะไม่มีการแยกตัวออกเป็นเซลล์เดี่ยว ๆ เหมือนที่พบในไม้สกุลอื่น ๆ มีลักษณะกลสมแบบที่เรียกว่า polyad pollen grain ละอองเรณูมีลักษณะเป็น binucleate เกสรตัวผู้ใช้เวลาในการพัฒนาประมาณ 36-38 วันนับ ตั้งแต่ stamen primordia ก่อกำเนิดขึ้นมา

6. ไข่อ่อน (ovule) ของดอกกระถินเทพา เกิดจากเนื้อเยื่อที่ฝังของ placenta ซึ่งเจริญยืดยาวออกมาเมื่อดอกมีอายุได้ประมาณ 23-25 วัน และพัฒนาเปลี่ยนแปลงไปเป็น nucellus และ funiculus ตามลำดับ

7. เนื้อเยื่อบริเวณตรงกลางของ nucellus มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงไปเป็น megaspore mother cell จำนวน 1 เซลล์ ในระยะนี้ส่วนของ inner และ outer integuments เริ่มกำเนิดขึ้นมาและเจริญยึดเข้าหุ้มส่วนของ nucellus เพียงเล็กน้อยเท่านั้นก็หยุดการเจริญเติบโต megaspore mother cell มีการแบ่งตัวแบบ meiosis ได้ 4 megaspores มีการจัดเรียงตัวแบบ linear megaspore มีเพียงเซลล์เดียวที่เจริญพัฒนาไปเป็น embryo sac และมีการจัดเรียงตัวโดย 3 nuclei ซึ่งมีขนาดเล็กที่สุดเรียกว่า antipodals จะอยู่ทางด้าน chalazal end และอีก 3 nuclei ซึ่งจะเปลี่ยนไปเป็น synergids 2 เซลล์ และ egg cell จะอยู่ทางด้าน micropylar end และ 2 nuclei สุดท้ายจะเรียงตัวอยู่บริเวณตรงกลาง เรียกว่า polar nuclei เกสรตัวเมียของดอกกระถินเทพาใช้เวลาพัฒนาจนสมบูรณ์เต็มที่ช้ากว่าเกสรตัวผู้ประมาณ 3 วัน

8. ยอดเกสรตัวเมียจะเริ่ม receptive ระหว่างดอกบานในช่วงเวลาตั้งแต่ประมาณ 05:00-06:00 น. pollen grain หลังจากตกลงบน stigma ในช่วง receptive จะเริ่มงอก pollen tube ภายในเวลา 4-5 ชั่วโมง และการปฏิสนธิ (fertilization) จะเกิดขึ้นหลังจาก การถ่ายละอองเรณู (pollination) ประมาณ 1-2 วัน

9. หลังจากปฏิสนธิเกิดขึ้นแล้วประมาณ 1 สัปดาห์รังไข่ (ovary) มีการขยายตัวมากขึ้น zygote และ endosperm มีพักตัวประมาณ 70-75 วัน ส่วนของ inner และ outer integument เจริญหุ้มส่วนของ nucellus อย่างรวดเร็วและขยายขนาดใหญ่ขึ้น ในขณะที่ nucellus เหลือเพียงเยื่อบาง ๆ หุ้มเมล็ดไว้เท่านั้น

คำนิยาม

งานวิจัยเรื่องกำเนิดและการพัฒนาของดอกไม้กระถินเทพา สำเร็จลงได้โดยได้รับความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจากผู้ดำเนินการศูนย์เมล็ดพันธุ์ไม้ป่าอาเชียน-แคนาดา ที่กรุงวอชิงตันและนำปริมาณมาช่วยแก้ไขปัญหาดัง ๆ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ และขอขอบคุณคุณวิชัย อ่อนน้อม หัวหน้าแปลงทดลองภาคสนามของศูนย์เมล็ดพันธุ์ไม้ป่าอาเชียน-แคนาดา ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่สำหรับเก็บตัวอย่างและศึกษา ตลอดจนอำนวยความสะดวกในทุก ๆ ด้าน และสุดท้าย ขอขอบคุณทีมงานของฝ่าย วิจัยการกำเนิดและการพัฒนาของเมล็ดพันธุ์ไม้ป่าอาเชียน-แคนาดา ที่ช่วยเก็บข้อมูลและเตรียมตัวอย่างสำหรับศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- สงศักดิ์ ภิญโญภุมภักดิ์. 2527. ไม้กระถินเทพา เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการป่าไม้ เล่มที่ 13 ฝ่ายวนวัฒนวิจัย กองบำรุง กรมป่าไม้.
- สุดารัตน์ งามขจรวิวัฒน์ วิชูรย์ เหลืองวิริยะบง. 2532. การขยายของดอกและการพัฒนาของดอกกระถินณรงค์ รายงานวิจัย ฝ่ายวนวัฒนวิจัย กองบำรุง กรมป่าไม้.
- สมคิด สิริพัฒน์ฉิล. 2517. ความเจริญเปลี่ยนแปลงของดอกถั่ว รายงานวนศาสตร์วิจัย เล่มที่ 31 คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Esau, K. 1977. *Anatomy of seed plants*. John Wiley & Sons, Inc. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore. 550p.
- Johansen, D.A. 1940. *Plant microtechnique*. McGraw-Hill Book Co. Inc., New York & London. 533 p.
- Swamy, B.G.L. and Krishnamurthy, K.V. 1980. *From flower to fruit*. McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi. 161 p.
- Venkateswarlu, V. 1982. *External morphology of angiosperms*. S. Chandel & Company Ltd., Ram Naoge, New Delhi. 395 p.