บทที่ 2

บททบทวนเอกสาร

มะม่วง ลิ้นจี่ และลำไยเป็นพืชดอก ซึ่งมีลักษณะทางพฤกษอนุกรมวิธาน (Taxonomy) ใกล้เคียงกัน จัดอยู่ในอันดับ Sapindales มะม่วงอยู่ในวงศ์ไม้-มะม่วง (Anacardiaceae) ส่วนลิ้นจี่และลำไยนั้นอยู่ในวงศ์ไม้ลำไย (Sapindaceae) (Keng, 1969., Hooker, 1875. และ Hooker, 1879.)

Weier et. al., (1974) ได้กล่าวว่าดอกของพืชอาจมีลักษณะทางเพศทั้งเพศผู้ (staminate) และเพศเมีย (pistillate) อยู่ในดอกเดียวกัน เรียกดอกชนิดนี้ว่า ดอกสมบูรณ์เพศ (perfect flowers) แต่บางทีดอกของพืชอาจมีเพียงเพศเดียว โดยจะเป็นดอกเพศผู้ หรือดอกเพศเมียเท่านั้นเรียกว่าดอกไม่สมบูรณ์เพศ (imperfect flowers) ในกรณีที่พืชมีดอกทั้ง 3 เพศคือดอกเพศผู้ ดอกเพศเมีย และดอกสมบูรณ์เพศ อยู่ในต้นเดียวกันเรียกว่า โปลีแกมมัส (polygamous plant)

Stanley และ Linskens (1974) ได้กล่าวว่า ในพืชชั้นสูงเมื่อแก่สมบูรณ์ (mature) แล้วจะมีการสร้างเซลสืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียขึ้นมา โดยที่เซลดิปลอยด์ (diploid) บางเซลในอวัยวะสืบพันธุ์จะมี การแบ่งตัวแบบไมโอซิส (meiotic division) ทำให้ได้เซลสืบพันธุ์ที่มีโครโมโซมลดจำนวนลงครึ่งหนึ่ง (haploid) ในพืชพวกไม่มีดอกแต่มีเมล็ด (gymnosperms) เซลสืบพันธุ์เพศผู้จะสร้างที่ไมโครสปอโรฟิลล์ (microsporophylls) ส่วนเซลสืบพันธุ์เพศเมียจะสร้างที่เมกสปอโรฟิลล์ (megasporophylls) สำหรับพืชที่มีดอก(angiosperms) เซลสืบพันธุ์เพศผู้จะสร้างที่อับละอองเกสร (anther) และเซลสืบพันธุ์เพศเมียจะสร้างภายในรังไข่ (ovary) อับละอองเกสรในระยะที่ยังอ่อนอยู่จะประกอบด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เซลอาร์คีสปอเรียล (archesporial cells) ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลพาริตัล (parital cell) และเนื้อเยื่อสปอโรจีนัส (sporogenous tissue) เซลพาริตัลจะพัฒนาไปเป็นผนังชั้นนอกและเนื้อเยื่อชั้นในของอับละอองเกสร สำหรับเนื้อเยื่อสปอโรจีนัส จะพัฒนาไปเป็นเซลให้กำเนิดละอองเกสร (pollen mother cells) จำนวนมาก หลังจากนั้นก็จะแบ่งตัวให้ไมโครสปอร์ (microspores) เจริญพัฒนากลายเป็นละอองเกสรในที่สุด

Stanley และ Linskens (1974) ได้กล่าวอีกว่า ละอองเกสรจะบรรจุอยู่ภายในอับละอองเกสร โดยทั่วไปอับละอองเกสรจะมีลักษณะเป็นพูยาวซึ่งมักจะมีจำนวนสองพู ในแต่ละพูจะมีถุงละอองเกสร(pollen sac) ซึ่งเป็นโครงสร้างที่บรรจุละอองเกสรไว้ (ภาพที่ 1) เมื่อดอกบานอับละอองเกสรจะแตกเพื่อกระจายละอองเกสร สาเหตุการแตกของอับละอองเกสรนั้นเกิดจากการสูญเสียน้ำ ซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ และความชื้นในบรรยากาศ ลักษณะการแตกของอับละอองเกสรนั้นพบอยู่สามแบบด้วยกัน ได้แก่ การแตกเป็นร่องตามขวาง (circumcessile slit) การแตกเป็นร่องตามยาว (longitudinal slit) และการแตกเป็นร่องตามยาวแยกเป็น 2 ฝา (distal slit) ภาพที่ 2

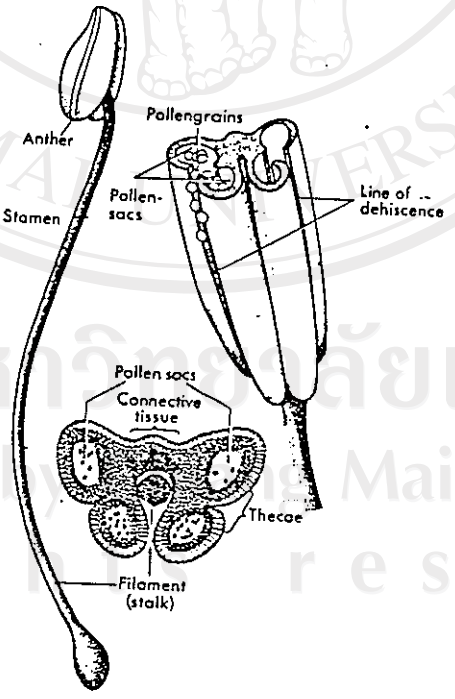
การเจริญเติบโตของละอองเกสร (growth and development of pollen)

1. ขั้นตอนในการเจริญเติบโต

Stanley และ Linskens (1974) ได้กล่าวว่า เมื่อเซลอาร์-คีสปอเรียลสร้างเนื้อเยื่อสปอโรจีนัสขึ้นมาแล้ว เนื้อเยื่อสปอโรจีนัสจะแบ่งตัวแบบไมโตซิส 1,2 หรือ 3 ครั้ง เป็นผลให้ได้ microspore mother cells จำนวนมากและจะมีการพักตัวระยะหนึ่ง ซึ่งอาจใช้เวลาเพียงไม่กี่ชั่วโมง หรือหลายเดือน แล้วแต่ชนิดของพืช หลังจากที่พักตัวแล้ว microspore mother cells จะแบ่งตัวแบบไมโอซิส ซึ่งแต่ละ microspore mother cell เมื่อแบ่งตัวแล้วจะทำให้ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไมโครสปอร์จำนวน 4 เซล (cell tetrad) ที่อยู่ติดกันเป็นกลุ่ม (ภาพที่ 3) ระยะแรกไมโครสปอร์จะมีนิวเคลียสเพียงนิวเคลียสเดียว ในเวลาต่อมานิวเคลียสจะแบ่งตัวแบบไมโตซิสทำให้มีสองนิวเคลียส ในจำนวนสองนิวเคลียสนี้จะมีการสร้างเยื่อหุ้ม (plasma membrane) หุ้มนิวเคลียสใดนิวเคลียสหนึ่งเพียงนิวเคลียสเดียว ทำให้เกิดเป็นเซลใหม่ขึ้นมาเรียกเซลที่ได้ใหม่นี้ว่าเซลเจเนอเรตีฟ (generative cell) หรือเซลสืบพันธุ์เพศผู้ (male gametophyte) ส่วนนิวเคลียสที่เหลือยังคงอยู่ในเซลเวจเทตีฟ (vegetative cell) บางทีเรียกเซลหลอด (tube cell) เซลเจเนอเรตีฟที่เกิดขึ้นใหม่นี้จะแบ่งตัวแบบไมโตซิสอีกครั้งหนึ่ง เป็นผลให้ได้เซลสเปอร์ม (sperm cell) จำนวนสองเซล ระยะนี้จะมีลักษณะเป็นเซลหลายเซลรวมอยู่ภายในเซลเดียวกันเรียกว่า มัลติเซลลูลาร์ (multicellular)



ภาพที่ 1 แสดงโครงสร้างที่บรรจุละอองเกสรในพืชดอก
(จาก Stanley และ Linskens, 1974)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

A B C

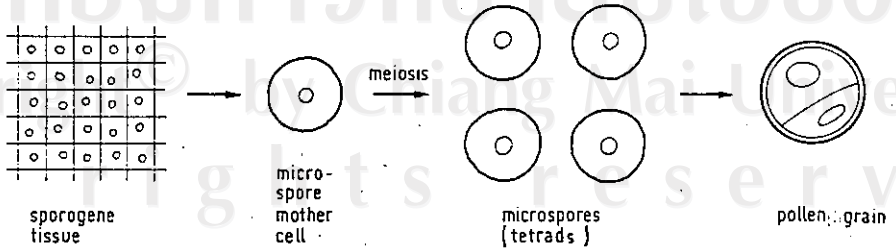
ภาพที่ 2 แสดงลักษณะการแตกของอับละอองเกสร

A : circumscessile slit

B : longitudinal slit

C : distal slit

(จาก Stanley และ Linskens, 1974)



ภาพที่ 3 แสดงขั้นตอนการเจริญเติบโตของละอองเกสร

(จาก Stanley และ Linskens, 1974)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

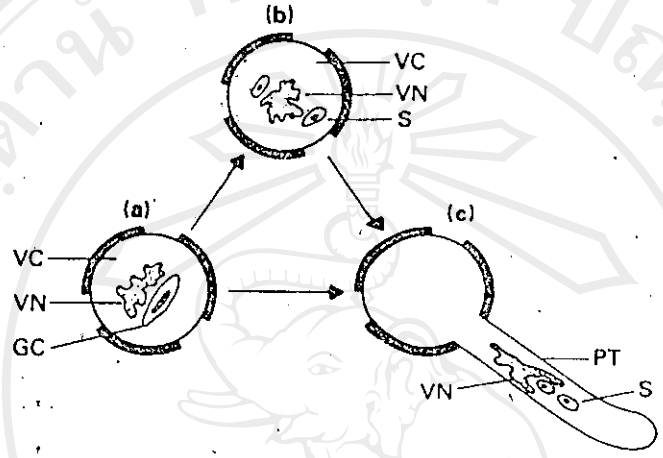
Knox (1984) ได้อ้างการศึกษาของ Dexheimer (1970) ว่าในพืชชั้นสูงนั้นจะพบละอองเกสรอยู่สองชนิด (ภาพที่ 4) ชนิดแรกเป็นแบบสองเซลหรือสองนิวเคลียส (bicellular) โดยละอองเกสรที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้วจะประกอบด้วยสองเซล ได้แก่ เซลเวจเทตีฟ ทำหน้าที่เกี่ยวกับเมตโบลิซึมทั่วไป รวมทั้งการงอกหลอดละอองเกสร (pollen tube) และเซลเจเนอเรตีฟซึ่งจะอยู่ภายในเซลเวจเทตีฟ เซลเจเนอเรตีฟจะแบ่งตัวแบบไมโตซิสให้เซลสเปอร์มจำนวนสองเซล ซึ่งการแบ่งเซลนี้จะเกิดขึ้นภายในหลอดละอองเกสรภายหลังจากที่ได้มีการงอกหลอดละอองเกสรขึ้นมาแล้ว ละอองเกสรชนิดนี้จะพบในพวก gymnosperms และพบใน angiosperms เพียง 2-3 วงศ์เท่านั้น สำหรับละอองชนิดที่สองจะเป็นแบบสามเซลหรือสามนิวเคลียส(tricellular) ละอองเกสรชนิดนี้เซลเจเนเรตีฟจะแบ่งตัวให้เซลสเปอร์มจำนวนสองเซลอยู่แล้วก่อนที่จะมีการงอกหลอดละอองเกสร เซลสเปอร์มทั้งสองจะอยู่ในไซโตพลาสซึมของเซลเวจเทตีฟ ละอองเกสรชนิดนี้จะพบในพืชมีดอกทั่วไป

2. แบบแผนของการเจริญเติบโต

Stanley และ Linskens (1974) ได้กล่าวถึงแบบแผนการเจริญเติบโตของละอองเกสรในพืชมีดอกว่า มีอยู่ 3 แบบ ด้วยกันคือ

แบบที่ 1 แบบปกติ (normal type) มีลำดับขั้นตอนการเจริญโดยหลังจากที่ microspore mother cell แบ่งตัวแบบไมโอซิสเพียงเล็กน้อย ไมโครสปอร์จะขยายขนาดขึ้นและจะเริ่มสร้างเอกซีน ซึ่งเป็นผนังชั้นนอกขึ้นมา ในขณะเดียวกันนิวเคลียสของไมโครสปอร์ก็จะแบ่งตัวเสร็จเรียบร้อย มีช่องว่างเกิดขึ้นภายในเป็นผลให้ไมโครสปอร์มีปริมาตรเพิ่มขึ้น ลักษณะนี้พบในพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวทั้งชนิดสองเซลและชนิดสามเซล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 4 แสดงชนิดของละอองเกสร

a : bicellular type

b : tricellular type

c : ละอองเกสรที่งอกหลอดละอองเกสร

VC = vegetative cell VN = vegetative nucleus

GC = generative cell PT = pollen tube

S = sperm cell

(จาก Knox, 1984)

แบบที่ 2 แบบจังคัส (Juncus type) แบบจังคัสจะต่างจากแบบปกติ โดยจะมีการเกิดช่องว่างขึ้นภายในไมโครสปอร์ก่อน แล้วติดตามด้วยการสร้างเอกซีน และนิวเคลียสของเซลเจเนอเรตีฟ จะแบ่งตัวภายในหลอดละอองเกสรหลังจากที่ละอองเกสรได้งอกหลอดละอองเกสรแล้วพบในวงศ์กก (Cyperaceae) และ Juncaceae

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แบบที่ 3 แบบไตรโกลชิน (triglochin type) แบบแผนการเจริญแบบไตรโกลชินจะอยู่กล้ำกึ่งระหว่างสองแบบแรก โดยจะมีการสร้างเอกซีนบาง ๆ ขึ้นมาเมื่อไมโครสปอร์เจริญได้เพียงเล็กน้อย ต่อจากนั้นจะมีการสร้างเซลเจเนอเรตีฟติดตามด้วยการสร้างลวดลาย (sculptures) ที่ผนังชั้นเอกซีน และหลังจากนั้นจึงเกิดช่องว่างขึ้นภายใน การเจริญแบบไตรโกลชินนี้ จะพบในละอองเกสรชนิดสองเซลทั้งหมดเช่น Nagas Mirb., Ceratophyllum L., Ruppia L., Apomogeton L. และ Triglochin Dum.

โครงสร้างและส่วนประกอบของผนังละอองเกสร (The wall structures and composition of pollen)

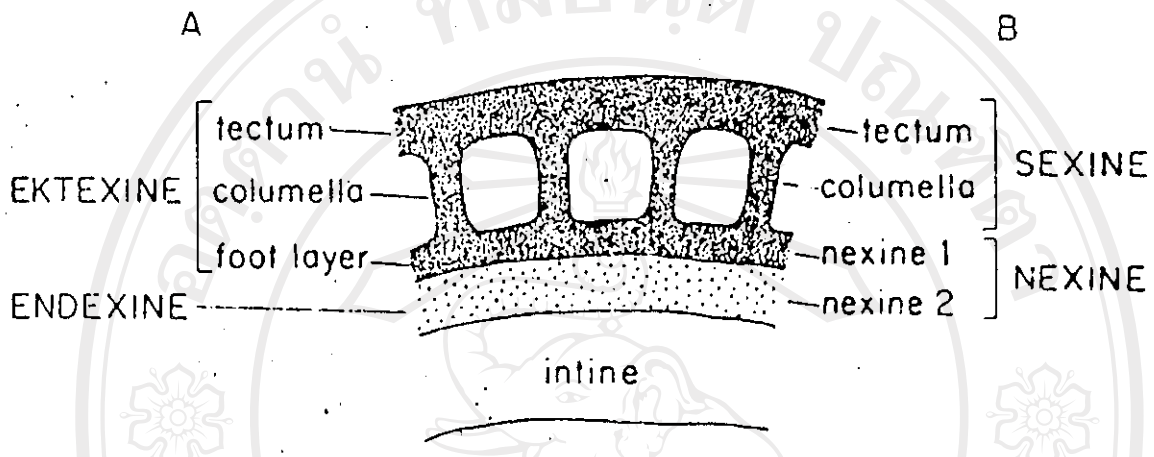
Moore และ Webb (1978) ได้กล่าวว่าผนังละอองเกสรของพืชมีดอกประกอบด้วยเนื้อเยื่อสองชั้นผนังชั้นนอกเรียกเอกซีน (exine) และผนังชั้นในเรียกอินทีน (intine) เขาได้อ้างผลงานของ Faegri (1956) ว่า เอกซีนออกแบ่งออกเป็นสองส่วน (ภาพที่ 5A) ตามคุณสมบัติในการติดสีดังนี้

1. เอกเทกซีน (ektexine) เป็นบริเวณที่ติดสีเข้มซึ่งอยู่ชั้นนอกสุด ประกอบด้วย ส่วนที่เป็นหลังคาเรียกเทคตั้ม (tectum) ก้านค้ำจุนหลังคาเรียกคอลูเมลลา (columella) และชั้นเท้า (foot layer) ซึ่งเป็นฐานรองรับคอลูเมลลา

2. เอนเดกซีน (endexine) เป็นชั้นที่ติดสีจาง ซึ่งจะอยู่ถัดจากเอกเทกซีนเข้าไป เอนเดกซีนจะไม่มีโครงสร้างหรือส่วนประกอบอื่นใดเหมือนอย่างเอกเทกซีน

Moore และ Webb (1978) ได้อ้างผลงานของ Reitsma (1970) ว่า เอกซีนแบ่งออกเป็นสองส่วน (ภาพที่ 5B) โดยยึดเอาลักษณะทางสัณฐานวิทยาเป็นเกณฑ์ในการแบ่งดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 5 แสดงภาคตัดขวางของละอองเกสร และการแบ่งส่วนต่าง ๆ ของผนังละอองเกสร

A : แบ่งตามลักษณะการติดสี โดย Faegri (1956)

B : แบ่งตามลักษณะการเกิดลวดลาย โดย Reitsma (1970)

(จาก Moore และ Webb, 1978)

1. **เซกซีน** (sexine) เป็นชั้นที่อยู่นอกสุด และเป็นชั้นที่ทำให้เกิดลวดลาย (sculptures) บนผนังของละอองเกสร เซกซีนประกอบด้วยส่วนที่เป็นหลังคาเรียกเทคตั้ม (tectum) เทคตั้มนี้อาจติดต่อกันตลอด หรือแยกเป็นช่วง ๆ ก็ได้แล้วแต่ชนิดของพืช และอีกส่วนหนึ่งจะเป็นโครงสร้างที่ค้ำจุนเทคตั้ม มีลักษณะเป็นหลอดหรือเป็นแท่ง ๆ เรียงรายกันอยู่เรียกคอลูเมลลา (columella)

2. **เนกซีน** (nexine) เป็นชั้นที่ไม่ทำให้เกิดลวดลาย และอยู่ถัดเซกซีนเข้าไป เนกซีนนี้ยังแบ่งออกได้อีกเป็นสองส่วนได้แก่ เนกซีน 1 เป็นส่วนที่ติดกับคอลูเมลลา และเนกซีน 2 ซึ่งอยู่ถัดเนกซีน 1 เข้าไปอีกติดกับชั้นอินทีนซึ่งเป็นผนังชั้นใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

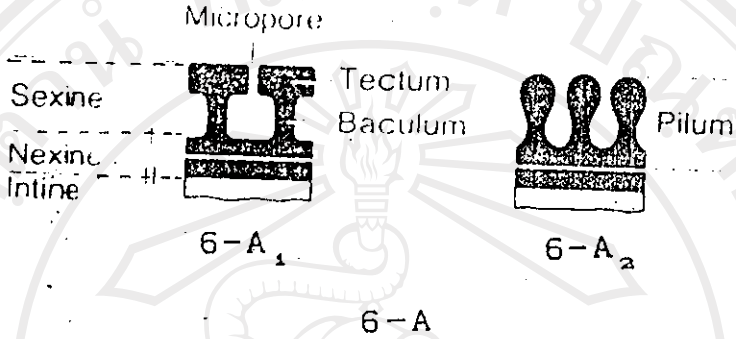
Knox (1984) ได้เสนอโครงสร้างของผนังละอองเกสร (ภาพที่ 6A) ในลักษณะที่คล้าย ๆ กัน โดยกล่าวว่าละอองเกสรจะมีผนังสองชั้น ชั้นนอกเรียก เอกซีน ซึ่งจะปกคลุมผนังชั้นในอินทีนเอาไว้ ยกเว้นช่องเปิดที่จะมีการงอกหลอด ละอองเกสรเท่านั้นอาจจะไม่มีเอกซีน ชั้นเอกซีนนี้ประกอบด้วยเนื้อเยื่อสองชั้นได้แก่

1. **เซกซีน** (sexine) เป็นชั้นนอกสุดประกอบด้วยส่วนที่เป็นหลังคา เรียกเทคตั้ม ลักษณะของเทคตั้มจะเป็นหนาม หรืออาจเป็นปมชนิดต่าง ๆ ยื่นออกมา ในพืชบางชนิดอาจไม่มีเทคตั้ม แต่จะมีโครงสร้างที่ยื่นออกมาเรียกไพลัม (pilum) ส่วนประกองของ เซกซีนอีกอย่างคือ บาคูลัม (baculum) มีลักษณะเป็นแท่งค้ำจุน หลังคาไว้ บาคูลัมจะตั้งอยู่บนฐานเรียกส่วนที่เป็นฐานว่า foot layer

2. **เนกซีน** (nexine) ชั้นนี้จะอยู่ถัดเซกซีนเข้าไป เนกซีนไม่มีผล ต่อการเกิดลวดลายและไม่มีโครงสร้างอื่นใดเหมือนอย่างเซกซีน

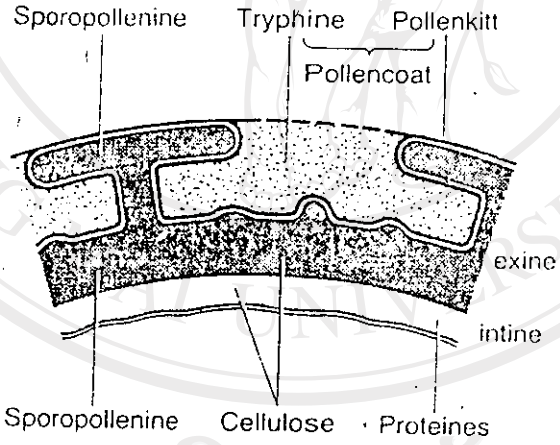
ผนังชั้นเอกซีนประกอบด้วยสารพิเศษซึ่งแตกต่างจากผนังเซล ของ พืชโดยทั่วไป สารชนิดนี้เรียกว่า สปอโรพอลเลนนิน (sporopollenin) เป็นสาร ที่สลายตัวได้ยากมาก ดังนั้น ละอองเกสรของพืชที่เกิดในยุคต้น ๆ จึงคงเหลืออยู่ใน สภาพของ fossil ปนอยู่ในชั้นของดิน และชั้นของหินเป็นจำนวนไม่น้อย สำหรับ ผนังชั้นอินทีนนั้นจะประกอบด้วยสารพวก polysaccharide ได้แก่ cellulose เหมือนอย่างผนังของเซลพืชทั่ว ๆ ไป ในช่วงสุดท้ายของการเจริญของละอองเกสร จะมีการสะสมสารพวกไขมัน และเม็ดสีรวมกันเป็นเยื่อบาง ๆ เคลือบผนังชั้นเอกซีน สารนี้เรียกพอลเลนคิตต์ (pollenkitt) ซึ่งมีผลทำให้เกิดกลิ่นและสีขึ้น (Knox, 1984) ภาพที่ 6B

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



6-A_1 6-A_2

6-A



6-B

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 6 แสดงผนังและส่วนประกอบพื้นฐานของละอองเกสร

6-A : แสดงผนังชั้นเอกซีน และอินทีนของละอองเกสร

6-A_1 : เซกซีนแบบเทคเตต

6-A_2 : เซกซีนแบบไพเลต

6-B : แสดงขอบเขตของผนังและส่วนประกอบพื้นฐานของละอองเกสร

(จาก Knox, 1984)

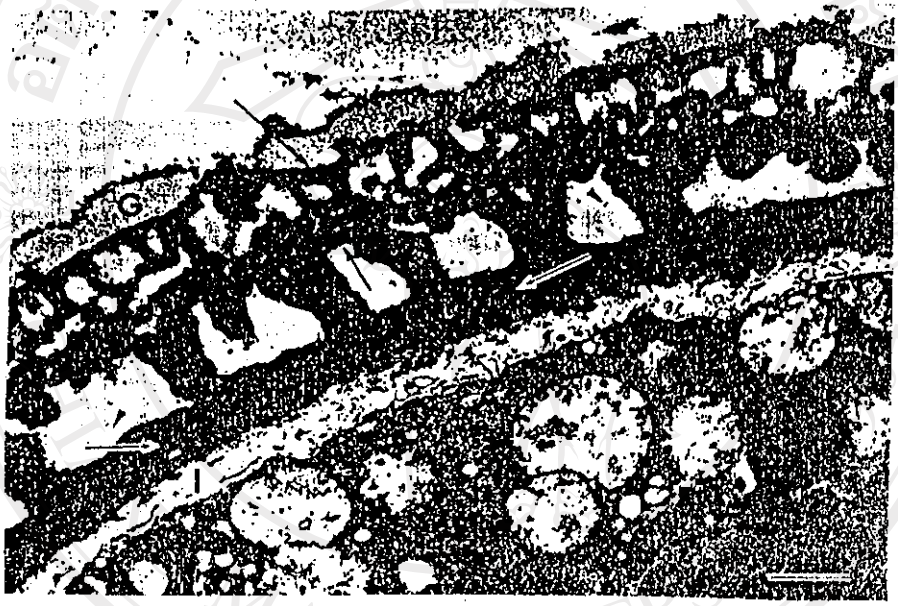
Rowley และ Dahl (1977) ได้ศึกษาผนังละอองเกสรของ Artemisia Vulgalis L. โดยใช้ TEM (ภาพที่ 7) แสดงให้เห็นโครงสร้างของผนังชั้นเอกซีนซึ่งประกอบด้วย tectum, baculum และ foot layer รวมทั้งแสดงให้เห็นชั้นอินทีนอีกด้วย

โดยทั่วไปแล้ว ผนังของละอองเกสรจะมีชั้นเอกซีหนากว่า ชั้นอินทีน (Erdtman, 1972) แต่ก็มีละอองเกสรของพืชบางชนิดที่มีผนังชั้นอินทีน หนากว่าชั้นเอกซีน Kress, et al. (1978) พบว่าละอองเกสรของ Heliconia L. มีชั้นเอกซีนหนาเพียง 0.08 µ โดยที่อินทีนจะมีความหนามากกว่าถึง 100 เท่า (8 µ) ซึ่งลักษณะเช่นนี้จะพบเป็นส่วนน้อยเท่านั้น

รูปร่างของละอองเกสร (pollen shape)

รูปร่างของละอองเกสรของพืชแต่ละชนิด จะมีลักษณะแตกต่างกันออกไป อาจจะเป็นรูปสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม กลม หรือรีก็ได้ บางทีละอองเกสรของพืชที่ต่างชนิดกันก็อาจจะมีรูปร่างเหมือนกันได้ Moore และ Webb (1978) ได้กล่าวว่าการใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (LM) ในการศึกษารูปร่างของละอองเกสรมีความลำบากมาก เนื่องจากไม่สามารถเห็นภาพในรูปสามมิติ รูปร่างของละอองเกสรจึงอธิบายโดยการยึดเอาเส้นรอบด้านเป็นเกณฑ์ (ภาพที่ 8) การศึกษารูปร่างลักษณะแยกได้เป็นสองกรณี กรณีแรกศึกษารูปร่างด้านข้าง (equatorial views) และกรณีที่สองศึกษารูปร่างด้านขั้ว (polar views)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 7 แสดงภาคตัดขวางผนังละอองเกสรของ Artemisia vulgaris L. (TEM) ระหว่าง

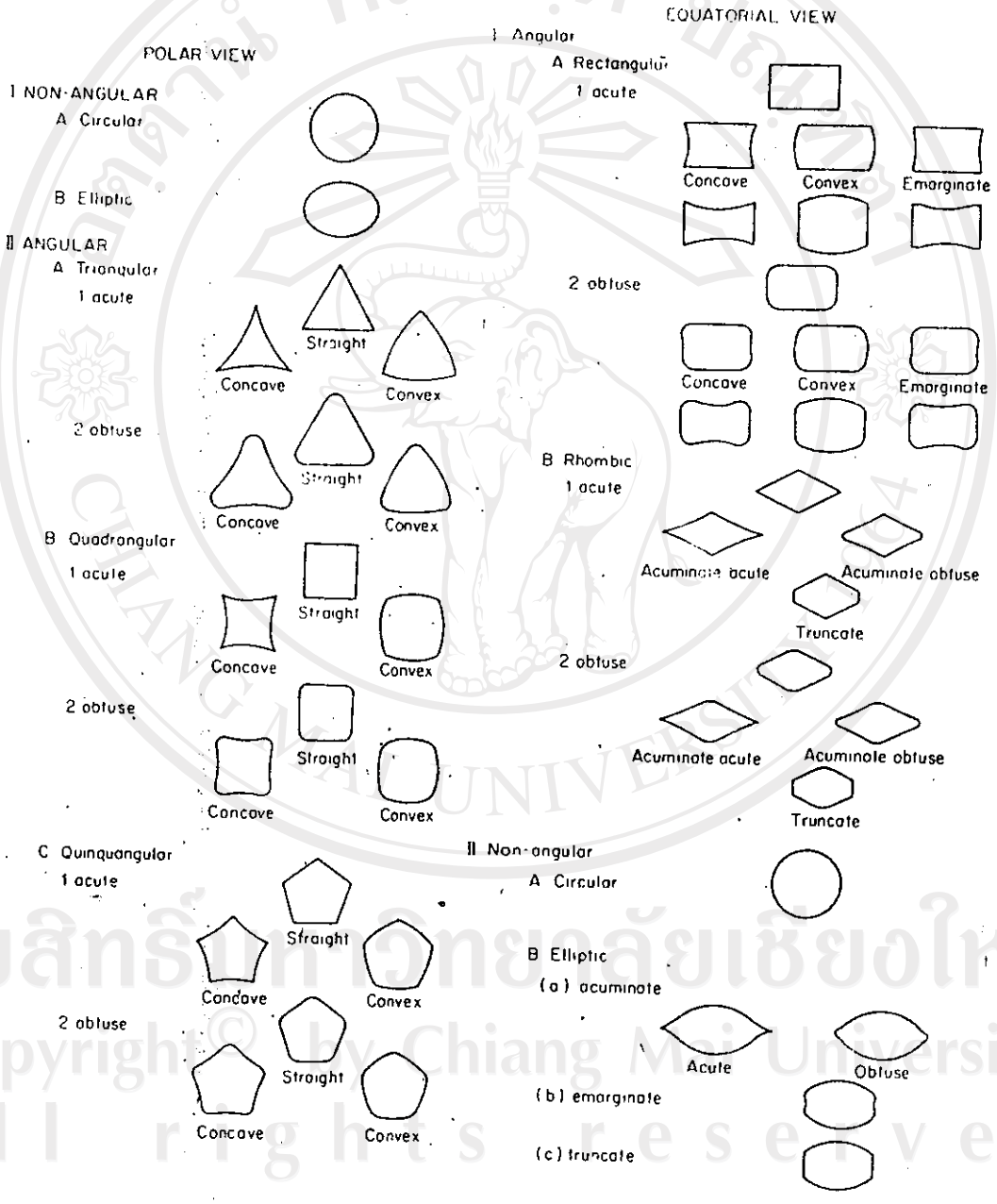
ลูกศรดำ : tectum

ลูกศรขาว : foot layer

I : intine

(จาก Knox, 1984)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 8 แสดงรูปร่างของละอองเกสรด้านขั้ว (polar views) และด้านข้าง (equatorial views) ของละอองเกสร (จาก Moore และ Webb, 1978)

ขนาดของละอองเกสร (pollen size)

Knox (1984) ได้กล่าวว่า ขนาดของละอองเกสรของพืชจะมีความแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของพืช พวกที่มีรูปร่างกลมจะมีเส้นผ่าศูนย์กลาง ตั้งแต่ 3.5 μ ซึ่งพบใน myosatis จนถึง 300 μ พบใน Hibiscus L. และ Citrullus Schard. Ducker และ Knox,(1976) พบว่าละอองเกสรของ Amphibolis C. Agaidh. มีลักษณะเป็นสาย (filiform) มีความยาวถึง 5,000 μ(5 มม.)

อย่างไรก็ตาม Stanley และ Linskens (1974) และ Erdtman (1972) ได้กล่าวว่า การวัดขนาดของละอองเกสรนั้นสามารถวัดได้หลายอย่าง อาจจะวัดขนาด ความกว้าง ความยาว ความหนา ปริมาตร หรือน้ำหนักก็ได้ ทั้งนี้แล้วแต่ว่าจะใช้อะไรเป็นเกณฑ์ดังตัวอย่าง (ตารางที่ 1) ละอองเกสรของข้าวโพด (Zea mays L.) จะมีความยาว 116.3 μ ความกว้าง 107.3 μ สูง 107.3 μ ปริมาตร 702.4×10^{-9} cm^3 และน้ำหนัก 247.0×10^{-9} g เป็นต้น

ช่องเปิดของละอองเกสร (pollen apertures)

Erdtman (1972) Moore และ Webb (1978) ได้กล่าวไว้ว่า ช่องเปิด (apertures) ของละอองเกสรเป็นบริเวณ หรือส่วนที่มีผนังชั้นเอกซีนที่บาง หรือบางที่ก็เป็นส่วนที่ปราศจากเอกซีนเลยก็เป็นได้เช่นในพวก Buxus L. ละอองเกสรที่มีลวดลาย (sculptures) เป็นแบบร่างแห (reticulate) จะสังเกตเห็นช่องเปิดได้อย่างชัดเจนเมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง เนื่องจากช่องเปิดมีขนาดใหญ่และพาดผ่านส่วนของลวดลาย ช่องเปิดของละอองเกสรแบ่งออกเป็น 3 ชนิดตามลักษณะของช่องเปิด ได้แก่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 1 แสดงขนาดของละอองเกสรของพืชบางชนิด
(จาก Stanley และ Linskens, 1974)

Species	Dimensions in microns (μ)			Volume in	Weight
	Length	Width	Height	10^{-9} cm^3	10^{-9} g
Abies alba Mill.	97.8	102.9	62.7	499.4	251.6
Abies cephalanica Mill.	97.1	98.6	86.2	422.6	212.2
Picca abies L.	85.8	80.5	66.3	278.2	110.8
Pinus sylvestris L.	41.5	45.9	36.0	35.5	37.0
Larix decidua Mill.	76.0	72.0	50.0	180.2	176.3
Pseialotsuga taxifolia Carr.	84.8	81.1	54.8	219.2	188.8
Acer saccharum L.	32.5	23.6	24.6	16.5	6.6
Aesculus hippocastanum L.	31.0	16.4	18.2	4.8	0.9
Alnus glutinosa Mill.	26.4	22.8	13.7	4.4	1.4
Betula verrucosa Mill.	10.1	10.1	16.8	2.9	0.8
Fagus silvatica L.	55.1	40.5	41.1	50.3	26.0
Quercus robur L.	40.8	26.1	21.5	13.3	5.7
Tilia platyphyllos L.	40.5	40.1	20.6	15.0	6.5
Ulmus laevis L.	33.4	32.7	17.7	12.8	6.8
Zea mays L.	116.3	107.3	107.3	702.4	247.0
Cucurbita pepo L.	213.8	213.8	213.8	5,117.0	1,068.0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. **พอไร** (pori) มีลักษณะเป็นรู (pore) และโดยทั่วไปมักจะมีรูปร่างกลมเรียกช่องเปิดชนิดนี้ว่าพอเรต (porate)

2. **คอลไพ** (colpi) มีลักษณะเป็นร่อง (furrow) มีรูปร่างยาวรีเรียกช่องเปิดชนิดนี้ว่าคอลเพต (colpate)

3. **คอลพอไร** (colpori) เป็นช่องเปิดแบบผสม ซึ่งมีทั้ง pori และ colpi อยู่ด้วยกัน pori มักมีตำแหน่งอยู่ตรงกลางของคอลไพ เรียกช่องเปิดที่มีลักษณะเช่นนี้ว่าคอลพอเรต (colporate)

Moore และ Webb (1978) ได้กล่าวว่า ละอองเกสรที่มีช่องเปิดแบบพอเรตจะมีวิวัฒนาการสูงกว่าละอองเกสรที่มีช่องเปิดแบบคอลเพต สำหรับละอองเกสรที่มีช่องเปิดแบบคอลพอเรต จะมีวิวัฒนาการอยู่กลำ้กึ่งระหว่างช่องเปิดแบบคอลเพตและพอเรต เขายังได้กล่าวต่อไปอีกว่า ช่องเปิดนี้เป็นบริเวณที่หลอดละอองเกสรแทงทะลุออกมา เพื่อเจริญเข้าสู่เนื้อเยื่อของยอดเกสรตัวเมีย และจะมีเพียงช่องเปิดเดียวเท่านั้นที่ใช้ในการงอกหลอดละอองเกสร Greulach (1973) ได้อ้างข้อเสนอของ Wodehouse (1935) ว่าช่องเปิดจะเป็นตัวควบคุมกลไกการเคลื่อนที่ของน้ำเข้าหรือออกจากละอองเกสร ในพวกคอลเพตการสูญเสียน้ำเกิดจากผนังชั้นอินทีนตรงบริเวณช่องเปิดเกิดการพับ ทำให้ขอบของอินทีนปิดทับเข้าด้วยกันมีผลทำให้พื้นที่ผิวของอินทีนบริเวณช่องเปิดลดลง น้ำก็จะขับให้แพร่ออกมา ซึ่งลักษณะนี้เป็นผลย้อนกลับแบบลบ (negative) สำหรับการดูดน้ำของละอองเกสรเกิดจากขอบของผนังชั้นอินทีนบริเวณช่องเปิดขึงตรึงแยกออกจากกันเป็นผลให้พื้นที่ผิวของผนังชั้นอินทีนบริเวณช่องเปิดเพิ่มขึ้น น้ำก็จะแพร่เข้าสู่ละอองเกสร ซึ่งลักษณะนี้เป็นผลย้อนกลับแบบบวก (positive) ส่วนกลไกการเคลื่อนที่ของน้ำเข้า หรือออกจากละอองเกสรที่มีช่องเปิดแบบพอเรต จะมีวิธีการเช่นเดียวกัน แต่จะปรากฏไม่ชัดเจนเหมือนแบบคอลเพต

Moore และ Webb (1978) ได้กล่าวว่าละอองเกสรของพืชแต่ละชนิดอาจมีลักษณะรูปร่างและจำนวนช่องเปิดแตกต่างกัน ในพวก Malvaceae จะมีช่อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เปิดมากมายมีจำนวนมากกว่า 50 ช่องเปิด เขาได้เสนอว่า จำนวน ตำแหน่งและลักษณะของช่องเปิด สามารถที่จะนำมาใช้ในการเรียกชื่อช่องเปิดได้ (ภาพที่ 9) โดยเรียกจำนวนของช่องเปิดของละอองเกสรขึ้นก่อนต่อด้วยตำแหน่ง และสุดท้ายให้เติมลักษณะของช่องเปิดเข้าไป สำหรับจำนวนให้ใช้คำว่า mono, di, tri tetra, penta และ hexa ถ้าช่องเปิดมีจำนวนเกิน 6 ช่องเปิดให้ใช้คำว่า poly ส่วนตำแหน่งให้ใช้ Zono ในกรณีที่ช่องเปิดมีความสมมาตรกัน และใช้ panto ในกรณีที่ช่องเปิดนั้นอยู่กระจาย และลักษณะของช่องเปิดนั้นให้ใช้ porate, colpate หรือ colporate ตามลักษณะช่องเปิดของละอองเกสรเช่น Rumex L. (ภาพที่ 9) มีจำนวนช่องเปิด 4 ช่องเปิด ตำแหน่งของช่องเปิดสมมาตรกัน และลักษณะของช่องเปิดเป็นแบบคอลพอเรตก็เรียกชื่อช่องเปิดของ Rumex L. นี้ว่า "เตตราโซโนคอลพอเรต" (tetrazonocolporate) เป็นต้น

ลวดลายของละอองเกสร (pollen sculptures)

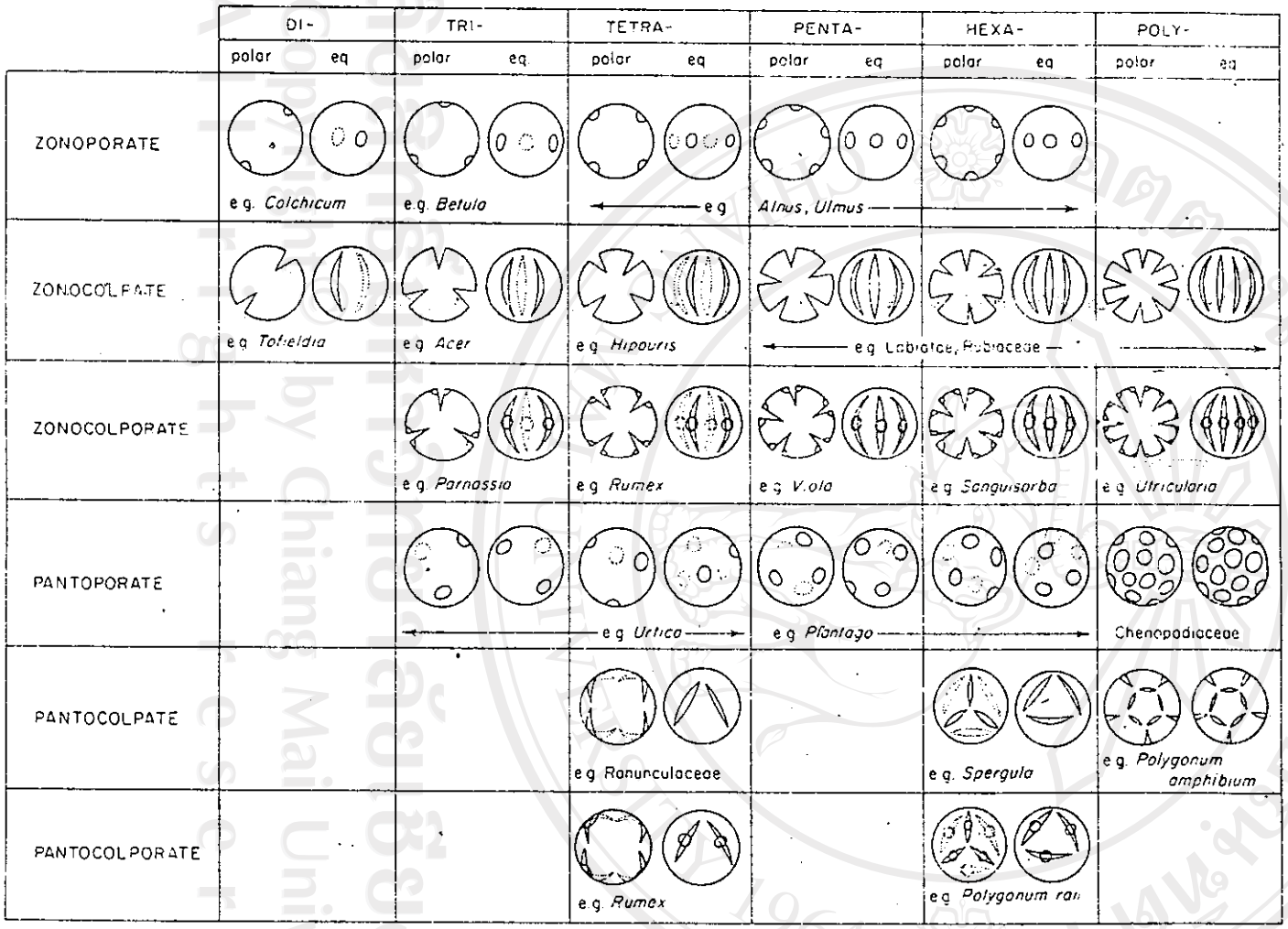
Erdtman (1972) ได้กล่าวว่า ผนังชั้นเซกซีนของละอองเกสรเป็นชั้นที่ทำให้เกิดลวดลายต่าง ๆ ขึ้นมา ซึ่งในแต่ละสปีชีส์จะมีแบบแผนเฉพาะตัวแตกต่างกันออกไป

Moore และ Webb (1978) ได้อธิบายรายละเอียดแบบแผนของลวดลาย ซึ่งเกิดจากผนังส่วนเซกซีนนี้ว่ามีอยู่ 3 แบบด้วยกัน (ภาพที่ 10) ได้แก่

1. **เทคเตต** (tectate) เป็นลักษณะที่ส่วนหัวของคอลูเมลลาเชื่อมต่อกันตลอดทำให้ส่วนเทคตั้มสมบูรณ์

2. **เซมิเทคเตต** (semitectate) ลักษณะนี้ เทคตั้มจะไม่สมบูรณ์ ซึ่งเกิดจากส่วนหัวของคอลูเมลลาเชื่อมติดกันเป็นบางส่วน บางที columella ที่เชื่อมต่อกันจะมีลักษณะเป็นสันยาวม้วนไปมา เรียกส่วนที่เป็นสันนี้ว่า มูไร (muri) ช่วงระหว่างมูไรเรียก ลูมินา (lumina)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 9 แสดงรูปร่าง จำนวน และตำแหน่งของช่องเปิด (apertures) ละอองเกสรของพืชบางชนิด

(จาก Moore และ Webb, 1978)

10-A

10-B

10-C

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

<u>ภาพที่</u> 10 แสดงแบบแผนของผนังส่วนเซกซีนของละอองเกสร

10-A : tectate

10-B : semitectate

10-C : intectate

3. **อินเทคเตต** (intectate) เป็นลักษณะที่ไม่มีเทคตั้มหรือหลังคา คงมีเฉพาะแท่งของคอลูเมลลาเท่านั้นที่ยื่นออกมา

Moore และ Webb (1978) ได้เสนอลักษณะของลวดลายที่ผิวของละอองเกสรไว้ 13 ชนิด (ภาพที่ 11) ซึ่งพอจะแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ โดยการใช้ลักษณะที่ปรากฏจากการศึกษาด้วย LM เป็นเกณฑ์ในการจัดกลุ่มดังนี้

1. **กลุ่มไม่มีลวดลาย** (non-sculptures)

ไซเลต (psilate) มีลักษณะพื้นผิวทั้งหมดเรียบไม่มีลวดลาย แบบแผนของเซกซีนเป็นแบบเทคเตต

2. **กลุ่มลวดลายแบบเส้น** (line sculptures)

2.1 เรติคูเลต (reticulate) พื้นผิวมีส่วนยื่นออกมาเป็นสันสานกันแบบร่างแหหรือตาข่าย ส่วนที่เป็นสันจะปรากฏเป็นสีขาวเมื่อใช้ LM โฟกัสสูง แบบแผนของเซกซีนจะเป็นแบบเทคเตตหรือเซมิเทคเตต

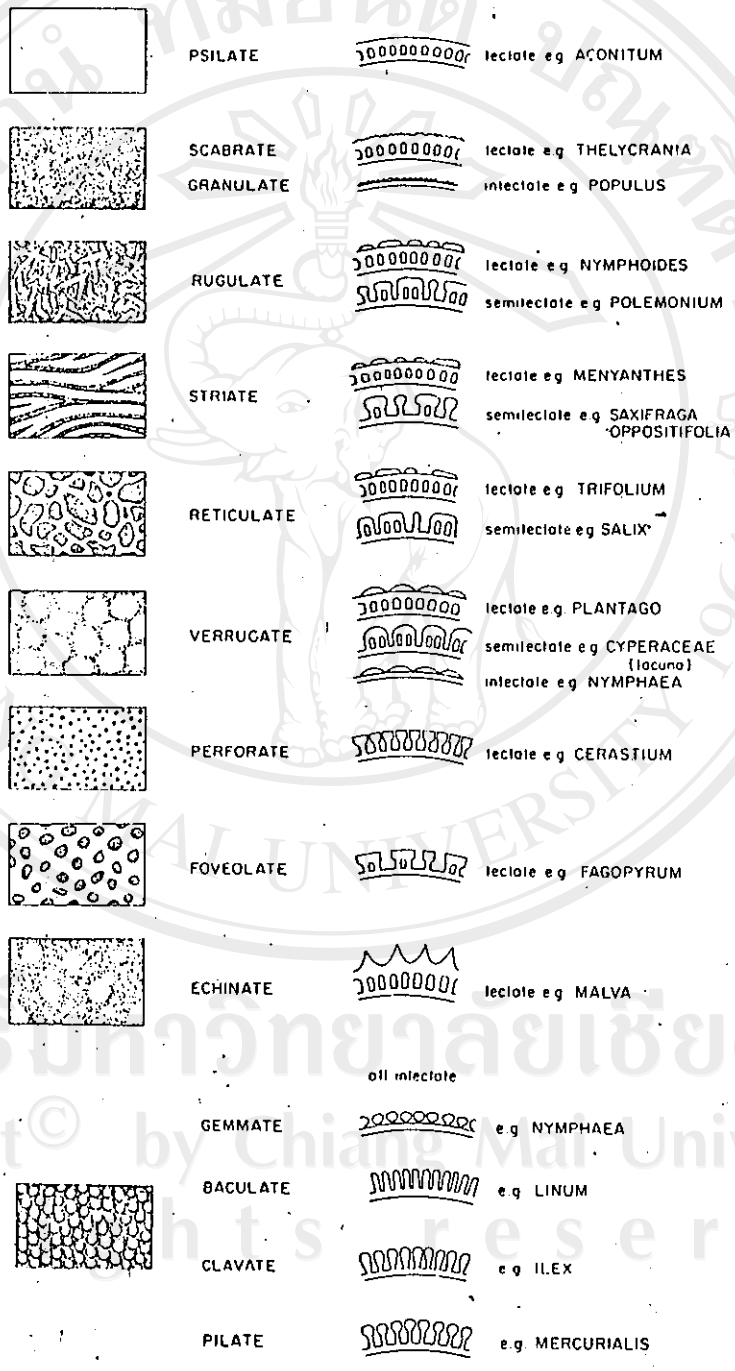
2.2 สไตรเอต (striate) พื้นผิวมีส่วนยื่นออกมาเป็นสันติดต่อกันเรียงเป็นกลุ่มสันขนาน อาจมีหนึ่งกลุ่มหรือหลายกลุ่มก็ได้ ส่วนที่ยื่นออกมาเป็นสันจะปรากฏเป็นสีขาวเมื่อใช้ LM โฟกัสสูง แบบแผนของเซกซีนจะเป็นแบบเทคเตตหรือเซมิเทคเตต

2.3 รูกูเลต (rugulate) พื้นผิวมีส่วนยื่นออกมาเป็นสันไม่ติดต่อกัน รูปร่างยาวเรียวไม่สม่ำเสมอ ส่วนที่ยื่นออกมาเป็นสันปรากฏเป็นสีขาวเมื่อใช้ LM โฟกัสสูง แบบแผนของเซกซีนจะเป็นแบบเทคเตต หรือเซมิเทคเตต

3. **ลวดลายแบบจุด** (spot sculptures)

3.1 เปอร์ฟอเรต (perforate) มองเห็นเป็นจุดซึ่งเกิดจากการเป็นหลุมเว้าลงไป หลุมมีขนาด < 1 μ หลุมจะปรากฏเป็นสีดำเมื่อใช้ LM โฟกัสสูง แบบแผนของเซกซีนจะเป็นแบบเทคเตต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 11 แสดงลักษณะของลวดลาย (sculptures) บนผนังชั้น เอกซีน

(จาก Moore และ Webb, 1978)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2 โฟวีโอเลต (foveolate) มองเห็นเป็นจุดซึ่งเกิดจากการเป็นหลุมเว้าลงไปหลุมมีขนาด > 1 μ ปรากฏเป็นหลุมสีดำเมื่อใช้ LM โฟกัสสูง แบบแผนของเซกซีนจะเป็นแบบเทคเตต

3.3 สคาเบรต (scabrate) มองเห็นเป็นจุดเนื่องจากพื้นผิวมีส่วนยื่นออกมามีลักษณะกลม เส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 1 μ ปรากฏเป็นจุดสีขาวเมื่อใช้ LM โฟกัสสูง แบบแผนของเซกซีนจะเป็นแบบเทคเตตหรืออินเทคเตต

3.4 เวอร์รูเคต (verrucate) พื้นผิวมีส่วนยื่นออกมามองเห็นเป็นจุด ส่วนที่ยื่นออกมาจะมีส่วนกว้างยาวเท่ากันกับส่วนสูง จุดจะปรากฏเป็นสีขาวเมื่อใช้ LM โฟกัสสูง แบบแผนของเซกซีนจะเป็นแบบเทคเตต เซมิเทคเตต หรืออินเทคเตต ก็ได้

3.5 เจมเมต (gemmate) มองเห็นเป็นจุด เนื่องจากพื้นผิวมีส่วนยื่นออกมา ซึ่งมีส่วนกว้างยาวเท่ากับส่วนสูง แต่ส่วนที่ยื่นออกมาจะคอดกิ่วที่บริเวณฐานปรากฏเป็นสีขาวเมื่อใช้ LM โฟกัสสูง แบบแผนของเซกซีนจะเป็นแบบอินเทคเตต

3.6 คลาเวต (clavate) มองเห็นเป็นจุดซึ่งเกิดจากพื้นผิวมีส่วนยื่นออกมา โดยมีส่วนสูงยาวกว่าส่วนกว้าง ส่วนที่ยื่นออกมาคอดกิ่วตรงบริเวณฐาน จุดจะปรากฏเป็นสีขาวเมื่อใช้ LM โฟกัสสูง แบบแผนของเซกซีนจะเป็นแบบอินเทคเตต

3.7 ไพเลต (pilate) มองเห็นเป็นจุดซึ่งเกิดจากพื้นผิวมีส่วนยื่นออกมา โดยมีส่วนสูงยาวกว่าส่วนกว้างและบริเวณปลายสุดของส่วนที่ยื่นออกมาพองออกมีลักษณะเป็นตุ่มปรากฏเป็นจุดสีขาวเมื่อใช้ LM โฟกัสสูง แบบแผนของเซกซีนจะเป็นแบบอินเทคเตต

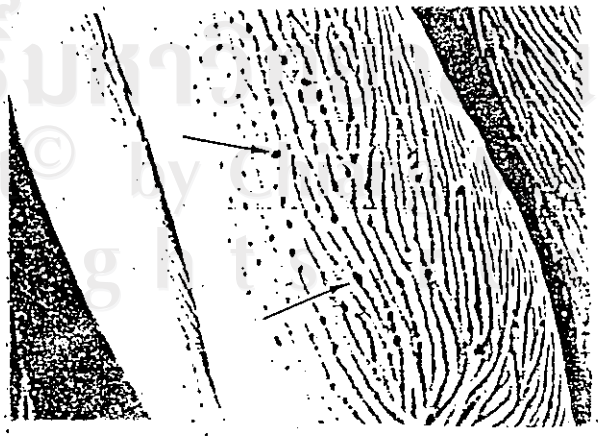
3.8 บาคูเลต (baculate) มองเห็นเป็นจุดซึ่งเกิดจากพื้นผิวมีส่วนยื่นออกมา ส่วนที่ยื่นออกมาจะสม่ำเสมอบริเวณฐานจะไม่คอดกิ่วและมีส่วนสูงยาวกว่าส่วนกว้าง จุดปรากฏเป็นสีขาวเมื่อใช้ LM โฟกัสสูง แบบแผนของเซกซีนจะเป็นแบบอินเทคเตต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.9 อิชิเนต (echinate) มองเห็นเป็นจุดซึ่งเกิดจากพื้นผิวมีส่วนยื่นออกมา ฐานของส่วนที่ยื่นออกมากว้าง และเรียวขึ้นไปข้างบนมีลักษณะเป็นหนาม จุดมองเห็นเป็นสีขาวเมื่อใช้ LM โฟกัสสูง แบบแผนของเซกซีนจะเป็นแบบเทคเตต

เปอร์ฟอเรชันของละอองเกสร (pollen perforation)

เปอร์ฟอเรชัน (perforation) ของละอองเกสรจะมีลักษณะเป็นรู (pore) รูปร่างกลมมีขนาดเล็ก กระจายอยู่ที่ผนังชั้นเอกซีน Mass (1977) ได้ศึกษาละอองเกสรของสตรอเบอรี Martens และ Fretz (1980) ได้ศึกษาละอองเกสรของ Crab apples ด้วย SEM พบว่า ละอองเกสรของสตรอเบอรีและ Crab apples (ภาพที่ 12) มีเปอร์ฟอเรชันอยู่บนผนังชั้นเอกซีนด้วย เขาได้เสนอว่า เปอร์ฟอเรชันนี้น่าจะมีส่วนช่วยในการแพร่ของน้ำเข้าออกจากละอองเกสรด้วย ขนาด และความถี่ของเปอร์ฟอเรชันของละอองเกสรพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดกลุ่มของพืชได้อีกด้วย



ภาพที่ 12 แสดงช่องเปอร์ฟอเรชัน (perforation) ที่ผนังชั้นเอกซีน (ลูกศรชี้) ของ Crab apples

(จาก Martens และ Fretz, 1980)

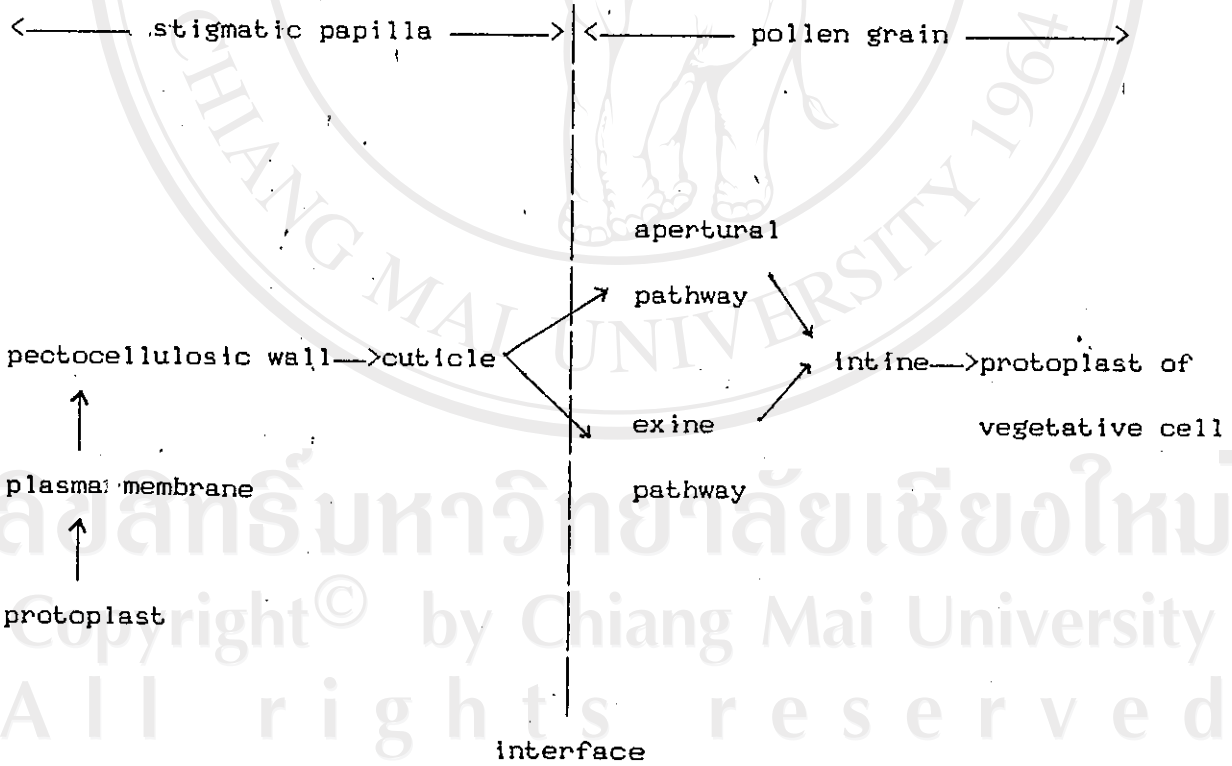
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การงอกของละอองเกสร (pollen germination)

Greulach (1973) ได้กล่าวว่า หลังจากเกิดการถ่ายละอองเกสรตามธรรมชาติแล้ว ละอองเกสรจะงอกหลอดละออง (pollen tube) เพื่อแทงทะลุเข้าไปในเนื้อเยื่อของเกสรตัวเมีย การงอกหลอดละอองเกสรเกิดจากการยืดขยายตัวของผนังเซล และ plasma membrane ขณะที่มีการเจริญของหลอดละอองเกสรละอองเกสรจะปล่อยเอนไซม์ไฮโดรเลส (Hydrolase) ออกมาย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตภายในยอดเกสรตัวเมีย เพื่อนำสารอาหารไปใช้ในขบวนการเมตโบลิซึมของละอองเกสร และจะเป็นการทำลายผนังเซลในเนื้อเยื่อของเกสรตัวเมียเป็นทางให้หลอดละอองเกสรผ่านเข้าไป เขาได้กล่าวต่อไปอีกว่า ในการทดลองในห้องปฏิบัติการ (in vitro) ละอองเกสรสามารถงอกได้ในมีเดียมที่เป็นน้ำหรือวุ้น (agar) โดยมีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบเพื่อปรับค่าศักย์ออสโมติก (osmotic potential) ให้สอดคล้องกับความต้องการของละอองเกสร Koller (1959) พบว่า สารละลายน้ำตาลที่เหมาะสมต่อการงอกหลอดละอองเกสรของพืช โดยทั่ว ๆ ไปจะมีความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 5-40% (w/v) ซึ่งแล้วแต่ชนิดของพืช กรณีที่ Ψ_w ในมีเดียมสูงมากน้ำในมีเดียมจะแพร่เข้าสู่ละอองเกสรในปริมาณสูงเกินไป จะทำให้ละอองเกสรเกิดการแตกระเบิด (bursting) แต่ถ้า Ψ_w ในมีเดียมต่ำกว่าในละอองเกสรน้ำในละอองเกสรจะแพร่ออกมาสู่มีเดียม ทำให้เกิดปรากฏการณ์พลาสโมไลซีส (plasmolysis) หรือเกิดการเหี่ยว ซึ่งจะไม่มีการงอกหลอดละอองเกสรเกิดขึ้น ในสภาพธรรมชาติยอดเกสรตัวเมียจะมีการปรับค่า Ψ_w ที่เหมาะสมต่อการงอกหลอดละอองเกสรภายในชนิดเดียวกัน ดังนั้นละอองเกสรที่ต่างชนิดกันเมื่อเกิดการถ่ายละอองเกสรก็จะงอกไม่ได้ เนื่องจากอาจจะเกิดการแตกระเบิดหรือเกิดการเหี่ยวก็ได้ ประโยชน์ของน้ำตาลที่ใส่ลงไปในมีเดียมยังใช้เป็นสารอาหารเพื่อใช้ในขบวนการเมตโบลิซึม ของละอองเกสรขณะงอกอีกด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Heslop-Harrison (1979) พบว่า การดูดน้ำของละอองเกสรนั้นเกิดจากความต่างศักย์ของน้ำในละอองเกสร และยอดเกสรตัวเมีย ถ้า Ψ_w ที่ยอดเกสรตัวเมียสูงกว่า Ψ_w ในละอองเกสร น้ำก็จะแพร่เข้าสู่ละอองเกสร โดยมีทิศทางการเคลื่อนที่ ตามภาพที่ 13 โดยเมื่อละอองสัมผัสกับพื้นผิวของยอดตัวเมีย น้ำจากโปรโตพลาสต์ของเซลในยอดเกสรตัวเมียจะเคลื่อนที่ผ่านพลาสมาเลมมาผ่าน pectocellulasic wall ผ่านคิวติเคิล เข้าสู่ละอองเกสรโดยเข้าทางช่องเปิดและเอกซีน ผ่านชั้นอินทีน และเข้าสู่โปรโตพลาสต์ของเซลเวจเทตีฟ



ภาพที่ 13 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของน้ำจากยอดเกสรตัวเมียเข้าสู่ละอองเกสร (จาก Heslop-Harrison, 1979)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารละลายของน้ำตาลแต่ละชนิดมีผลต่อการงอกของละอองเกสรแตกต่างกัน (Portnoi และ Horovitz 1977) O'Kelly (1955) พบว่าละอองเกสรของ Japanese honeysuckle, Trumpetvine และยาสูบ จะงอกหลอดละอองเกสร ในสารละลายน้ำตาลซูโครสได้ดีกว่าสารละลายน้ำตาลชนิดอื่น ๆ เมื่อใช้สารละลายน้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรุกโตส ซึ่งมีคาร์บอนเป็นสารกัมมันตรังสี (C^{14})ใช้ในการงอกของละอองเกสร พบว่า CO_2 ที่เกิดจากขบวนการหายใจมาจากกลูโคส 36% จากฟรุกโตส 66% และจากซูโครส 72% ซึ่งเขาได้เสนอว่า น้ำตาลซูโครสมีความจำเป็นต่อขบวนการเมตโบลิซึมของพืชเหล่านี้ ในขณะการงอกหลอดละอองเกสรมากกว่าน้ำตาลชนิดอื่น ๆ

ช่วงระยะเวลาการบานของดอก ก็เป็นส่วนหนึ่งที่มีผลต่อการงอกหลอดละอองเกสร Stanley และ Linskens (1974) ได้อ้างผลงานของ Beer (1963) และ Ervandyan (1964) ว่าละอองเกสรของถั่วลิสง (Arachis hypogaea L.) ที่นำมาจากดอกในทุกระยะของการบานในช่อจะมีเปอร์เซนต์การงอกไม่แตกต่างกัน ส่วนละอองเกสรของมันฝรั่ง จะงอกได้ดีที่สุดในช่วงกลางของการบานของดอกย่อยในช่อ

ความมีชีวิตของละอองเกสร (pollen viability)

Stanley และ Linskens (1974) กล่าวว่าความมีชีวิต (viability) ของละอองเกสรนั้น สามารถวัดได้จากเปอร์เซนต์การงอกของละอองเกสรในห้องปฏิบัติการ ละอองเกสรในระยะต่าง ๆ จะมีความมีชีวิตแตกต่างกัน โดยทั่วไปนั้น ความมีชีวิตของละอองเกสรจะสูงในช่วงที่อับละอองเกสรแตกแล้วไม่นาน แต่ถ้าหลังจากนั้นไปความมีชีวิตก็จะเริ่มลดลง เช่น ละอองเกสรของดอกเวอร์บีนา (Verbena officinalis L.) จะมีความมีชีวิตสูง ในช่วงเวลา 7.00-13.30 น.(ตารางที่ 2)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2 แสดงช่วงระยะเวลาที่มีการงอกสูงสุดของละอองเกสรของพืชบางชนิด เมื่อนำมาตรวจการงอกในห้องปฏิบัติการ (in vitro) (จาก Stanley และ Linskens, 1974)

Species	Time when pollen is available pollen volume at:	
	Maximum	Minimum (approx.)
Papaver rhoeas L.	5:30 - 10 a.m.	
Papaver somniferum L.	6 - 9:30	11 a.m.
Verbascum thapsiformae L.	6 - 10	5 p.m.
Verbascum phlomoides L.	6 - 9:30	2 p.m.
Rosa arvensis L.	6:30 - 10:30	11 a.m.
Rosa multiflora L.	6:30 - 10:30	1:30 p.m.
Verbena officinalis L.	7 - 11:30	2 p.m.
Convolvulus tricolor L.	8 - 2 p.m.	4 p.m.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Hirano และ Nakasone (1969) ได้ศึกษาการงอกละอองเกสรของฝรั่ง (Psidium guajava L.) พบว่าละอองเกสรจะงอกได้ดีที่สุดเมื่อดอกบานแล้วไม่เกิน 33 ชั่วโมง หลังจากนั้นเปอร์เซนต์การงอกของละอองเกสรจะลดลง เขายังพบอีกว่า ละอองเกสรของพืชที่มีจำนวนโครโมโซมต่ำจะมีการงอกได้ดีกว่าละอองเกสรของพืชที่มีจำนวนโครโมโซมสูง

การเก็บรักษาละอองเกสร (pollen storage)

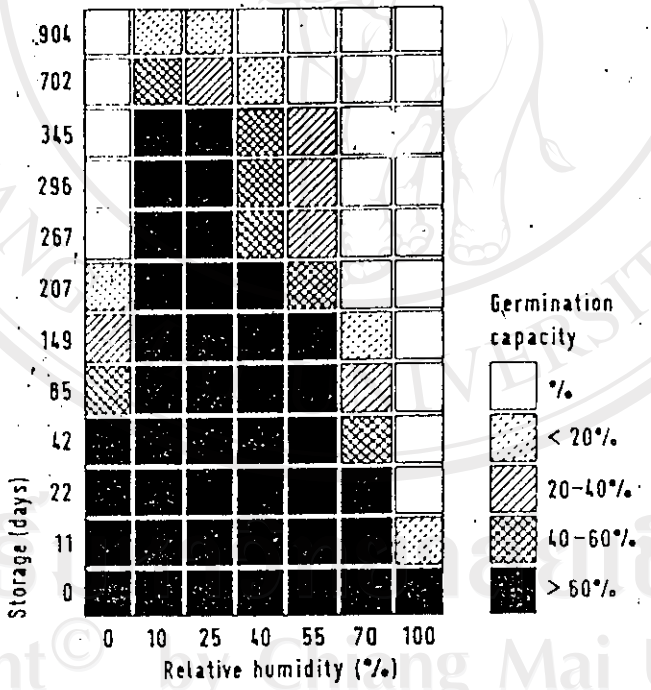
Stanley และ Linskens (1974) ได้อ้างถึง Wodehouse (1935) ว่าได้มีการพบรายงานว่าเมื่อประมาณ 1,000 ปีก่อนคริสต์ศักราช ชาวอียิปต์ได้เก็บละอองเกสรของ อินทผาลัม (Phaenix doctylifera L.) ไว้ในที่มืดและสภาพแห้งระยะหนึ่ง แล้วนำไปถ่ายละอองเกสรให้กับดอกเพศเมียที่กำลังบาน สามารถเพิ่มการติดผลได้มาก จากการค้นพบรายงานนี้เองในปลายศตวรรษที่ 19 บรรดานักพฤกษศาสตร์ทั้งหลายจึงได้เริ่มสนใจศึกษา เพื่อหาวิธีการและสภาพที่เหมาะสมในการเก็บรักษาละอองเกสรของพืชต่าง ๆ เพื่อที่จะยืดอายุให้อยู่ได้นานขึ้น Stanley และ Linskens (1974) ยังได้กล่าวว่า ปัจจัยที่มีผลกระทบกระเทือนต่อการรักษาละอองเกสรนั้น ได้แก่ ความชื้น อุณหภูมิ และสภาพบรรยากาศที่เก็บรักษาละอองเกสร

ความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity)

ความชื้นสัมพัทธ์เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบกระเทือนต่อการมีชีวิตในขณะการเก็บรักษาละอองเกสร Stanley และ Linskens(1974) ได้กล่าวว่าละอองเกสรของพืช โดยทั่วไปจะมีชีวิตอยู่ได้นาน เมื่อเก็บรักษาในสภาพความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ความชื้นสัมพัทธ์ช่วงที่เหมาะสมจะแตกต่างกันโดยจะขึ้นอยู่กับชนิดของพืช โดยปกติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แล้วจะอยู่ในช่วงระหว่าง 6-60% เขาได้อ้างผลงานของ Visser (1955) ว่าได้ทำการเก็บรักษาละอองเกสรของสาลี่ (Pyrus communis L.) พันธุ์ Clapp's favorite (ภาพที่ 14) ที่ 3 °ซ. ในระดับความชื้นต่าง ๆ พบว่าการเก็บรักษาละอองเกสรจะดีที่สุดในระดับความชื้น 10-25% โดยเมื่อเก็บรักษาจนครบ 904 วันแล้วละอองเกสรบางส่วนยังคงงอกได้ ในขณะที่การเก็บรักษาในระดับความชื้นอื่น ๆ ละอองเกสรไม่มีการงอก



ภาพที่ 14 แสดงผลของความชื้นระหว่างการเก็บรักษาที่ 3 °ซ. ต่อการงอกในห้องปฏิบัติการของละอองเกสรสาลี่ (Pyrus communis L.) พันธุ์ Clapp's favorite

(จาก Stanley และ Linskens, 1974)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อุณหภูมิ (temperatures)

อุณหภูมิเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเก็บรักษาละอองเกสร Stanley และ Linskens (1974) ได้กล่าวว่าการเก็บรักษาละอองเกสรในระดับอุณหภูมิต่ำจะยืดอายุของละอองเกสรได้นานกว่าการเก็บรักษาในอุณหภูมิสูง แต่ถ้าจะเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 °ซ. หรือต่ำกว่า 0 °ซ. แล้วต้องไม่ให้มีน้ำอยู่ภายในละอองเกสร ดังนั้นจึงมีความจำเป็นจะต้องทำให้ละอองเกสรแห้งเสียก่อน วิธีที่เป็นที่นิยมทำกัน ได้แก่ freeze-drying เป็นขบวนการที่ทำให้แห้ง ณ จุดเยือกแข็ง วิธีการทำได้โดยการนำตัวอย่างแช่ไว้ในอุณหภูมิที่ต่ำกว่าจุดเยือกแข็งจนน้ำในตัวอย่างมีสภาพเป็นเกล็ดน้ำแข็งแล้วนำไปใส่ในเครื่องมือที่เรียกว่า freeze-dryer เครื่องมือนี้จะเปลี่ยนผลึกเล็ก ๆ ของน้ำแข็งหรือของเหลวภายในเซลให้เป็นไอภายใต้ความดัน (สูญญากาศ) คงเหลือไว้แต่โครงร่างของตัวอย่างที่แห้ง พร้อมที่จะนำไปเก็บรักษาต่อไป

Stanley และ Linskens (1974) ได้อ้างผลงานของ Pfahler และ Linskens (1973) ว่าการเก็บรักษาละอองเกสรของข้าวโพด 2 พันธุ์ที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะเก็บรักษาได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง โดยข้าวโพดพันธุ์ K เก็บที่ 2 °ซ. ยังคงมีการงอก 48.4% เมื่อเก็บรักษาครบ 96 ชั่วโมง ในขณะการเก็บรักษาที่ 20 °ซ. และ -35 °ซ. ละอองเกสรจะไม่มีการงอก (ตารางที่ 3)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบเปอร์เซนต์การงอกของละอองเกสรของข้าวโพด สองพันธุ์ หลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแตกต่างกัน (จาก Stanley และ Linskens, 1974)

Time hrs.	Storage temperature					
	2 °C		20 °C		35 °C	
	variety					
	W(%)	K(%)	W(%)	K(%)	W(%)	K(%)
0	33.0	38.9				
3	62.2	71.1	54.5	54.5	27.0	60.4
6	75.8	82.4	62.1	65.1	0	slight
12	81.4	87.3	56.7	56.4		
24	84.0	90.5	48.2	44.7		
96	0	48.4				

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ก๊าซของบรรยากาศ (gasses atmosphere)

ส่วนประกอบของบรรยากาศ เป็นสิ่งที่มีอิทธิพลต่อการเก็บรักษาละอองเกสร Stanley และ Linskens (1974) ได้อ้างผลงานของ Knowlton (1922), Antles (1920), Griggs et al. (1950) และ King (1959) ว่าการเก็บรักษาละอองเกสรในสภาพบรรยากาศที่มีปริมาณ CO_2 สูงกว่าปกติจะเก็บรักษาละอองเกสรได้ดีกว่าสภาพบรรยากาศที่มีปริมาณ CO_2 ปกติ การเก็บรักษาละอองเกสรในสภาพบรรยากาศที่มี O_2 ล้วน ๆ จะทำให้เก็บรักษาละอองเกสรได้ในเวลาสั้นลง และละอองเกสรของสน (Pinus L.) ที่เก็บในสภาพบรรยากาศที่เป็น N_2 ล้วน ๆ จะเก็บรักษาละอองเกสรได้นานถึง 100 วัน แต่เปอร์เซนต์การงอกจะมีเพียงเล็กน้อย

ความดันบรรยากาศ

Stanley และ Linskens (1974) ได้กล่าวว่า ละอองเกสรที่ผ่านขบวนการ freeze-drying แล้วนำไปเก็บรักษาภายใต้ความดัน (สูญญากาศ) จะสามารถเก็บไว้ได้นาน เขาได้อ้างการศึกษาของ Kellerman (1915) และ Jensen (1964) ว่าการเก็บรักษาละอองเกสรของส้ม (Citrus L.) ซึ่งลดความดันบรรยากาศในขณะเก็บรักษาลงสามารถยืดอายุได้นานขึ้น และละอองเกสร ของ pine และ birch เก็บรักษาภายใต้ความดันอุณหภูมิ 5 °ซ. สามารถเก็บได้นานถึงสองปีครึ่งในขณะที่เก็บรักษาที่ความดันปกติอุณหภูมิ 5 °ซ. เก็บรักษาได้เพียง 378 วันเท่านั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved