

บทที่ 2

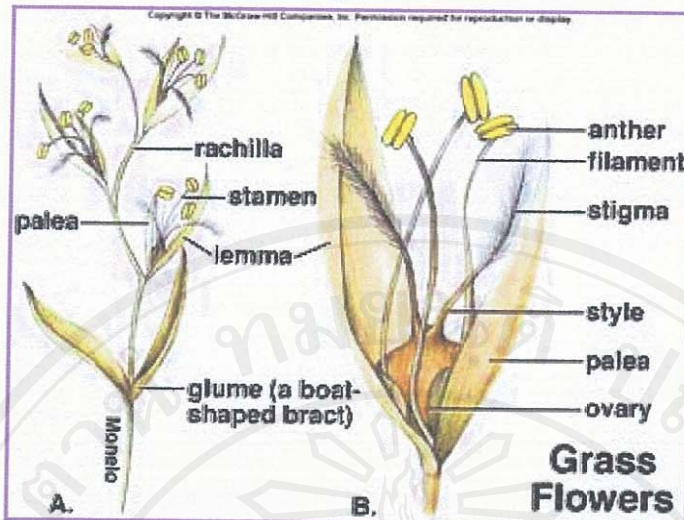
บททวนเอกสาร

2.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของพืชวงศ์หญ้า

หญ้าเป็นพืชที่จัดอยู่ในวงศ์ *Gramineae* มีสมาชิกประมาณ 600 สกุล 10,000 ชนิดทั่วโลก กระจายตัวอย่างกว้างขวางพบได้ทุกหนแห่งตั้งแต่บริเวณฝนตกชุกจนถึงที่แห้งแล้งอย่างทะเลทราย (กันยา, 2545) หญ้าเป็นพืชที่มีลักษณะลำต้นเป็นลำ (culm) กลม กลวง บางชนิดอาจตัน แบ่งเป็นข้อ (node) เป็นปล้อง (internode) ข้อกันขึ้นไป ปล้องตอนโคนจะสั้นและถี่กว่าตอนปลาย ลำต้นอาจจะ เป็นพวงอยู่เหนือดิน (stolon) และลำต้นใต้ดิน (rhizome) ก็ได้ ใบประกอบด้วยกาบใบ (sheath) และ แผ่นใบ (blade) แต่ละข้อมีเพียงใบเดียว รอยต่อระหว่างกาบใบกับแผ่นใบจะมีลิ้นใบ (ligule) ลิ้นใบนี้อาจมีลักษณะเป็นแผ่นหรือขนก็ได้ และครีบกาบ (auricle) สำหรับช่อดอก (inflorescence) แบ่ง ออกได้เป็น 3 ประเภท คือ ช่อกระจุก (raceme) ช่อเชิงลดเชิงประกอบ (compound spike) ช่อแยก แขนง (panicle) ดอกโดยมากจะมีลักษณะเป็นกลุ่มดอก (spikelet) มีกลีบหุ้มกลุ่มดอก (glume) อยู่ด้าน นอกภายในจะมีดอก (floret) ซึ่งประกอบไปด้วยกลีบหุ้ม (lemma) และกลีบรอง (palea) มีเกสรตัวเมีย (pistil) และเกสรตัวผู้ (stamen) ซึ่งปลายเกสรตัวเมียจะมีตุ่มเกสร (stigma) และที่ปลายเกสรตัวผู้จะมี อับละอองเรณู (anther) อยู่ เมื่อมีการผสมเกสรจะก่อให้เกิดเมล็ดขึ้นที่รังไข่ (ovary) (ภาพ 1) พวก หญ้ามีรากแบบระบบรากฝอย (fibrous root system) ระบบรากของหญ้ามักจะแผ่กว้างและแข็งแรง ทำให้มีความสำคัญมากในระบบนิเวศทุ่งหญ้า ส่วนใหญ่รากจะแผ่กระจายอย่างหนาแน่นบริเวณใกล้ผิวดิน และปริมาณจะลดน้อยลงตามความลึกของดิน หญ้าบางชนิดมีรากหยั่งลึกลงไปใ้ดินยาวมาก ตา (buds) ของพวกหญ้ามักจะอยู่ใต้ผิวดินและที่โคนต้นเมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสม ตาพวกนี้จะ เจริญเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมดังกล่าวจะแตกต่างกันไปตามชนิด ของพืช (นิวัตติ, 2543)

2.2 ลักษณะการเจริญเติบโตของหญ้า

การเจริญเติบโตของหญ้าในระยะแรกเริ่มจะมีใบชั้นนอกสุดปรากฏออกมาให้เห็นก่อน ใบต่อ ๆ มาจะงอกจากด้านในและซ้อนอยู่บนใบเก่าเป็นชั้น ๆ ต่อ ๆ กันไป แต่ละใบจะแยกจากกันต่อเมื่อ ปล้องระหว่างข้อได้ขยายตัวยาวขึ้น จะเห็นว่าลักษณะการเจริญเติบโต (growth form) ของหญ้าแบ่งเป็น



ภาพ 1 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของดอกหญ้า (http://www.mhhe.com)

ส่วน ๆ แต่ละส่วนประกอบไปด้วยปล้องใบ และข้อ รวมเรียก phytomer แต่ละ phytomer จะซ้อนกันเป็นชั้น ๆ ขึ้นไปประกอบกันเข้าเป็นต้นหญ้า ปล้องกับใบมีการเจริญเติบโตจำกัด แต่ตาที่อยู่ตามข้อจะเป็นส่วนที่สร้าง phytomer ขึ้นมาใหม่ เราอาจแบ่งลำต้นของหญ้าออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

- 1) พวกที่ไม่มีลำต้นเด่นชัด (vegetative stem without a culm) พวกนี้ตาจะอยู่ใต้ดินหรือชิดดิน
- 2) พวกที่มีลำต้นเห็นชัดแต่ไม่มีช่อดอก (vegetative stem without a culm which produces no inflorescence) พวกนี้ตาจะอยู่สูงจากพื้นดิน
- 3) ลำต้นที่มีช่อดอก (reproductive stem with inflorescence) พวกนี้ลำต้นส่วนมากจะมีช่อดอกอยู่ด้วย

ปกติลำต้นที่ไม่มีช่อดอกจะมีร้อยละ 25 – 90 ของลำต้นทั้งหมด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของหญ้า และสภาพแวดล้อม (นิวัติ, 2543)

2.3 ข้อดีและข้อเสียของพืชวงศ์หญ้าต่อมนุษย์

- 1) ข้อดี ของพืชวงศ์หญ้าคือเป็นพืชที่มีประโยชน์ต่อประชากรมนุษย์ และปศุสัตว์อย่างมากในแง่ของการเป็นแหล่งอาหารหลัก ซึ่งได้แก่ข้าว ข้าวสาลี ข้าวโพดและหญ้า ข้าวเป็นอาหารหลักในทวีปเอเชีย ข้าวสาลีทำเป็นขนมปัง เป็นอาหารหลักในทวีปยุโรป ข้าวโพดเป็นอาหารหลักในทวีปอเมริกา ข้าวบาร์เลย์ใช้มากในอุตสาหกรรมทำเบียร์ (กันยา, 2545) หญ้าที่ขึ้นตามธรรมชาติและหญ้าที่ปลูกหลายชนิดเป็นต้นว่า หญ้าเจ้าชู้ (*Chrysopogon aciculatus* (Retz.) Trin.) หญ้าปากกวย (*Dactyloctenium aegyptium* (L.) P. Beauv.) หญ้าขน (*Brachiaria mutica* Stapf.) ใช้เป็นอาหาร

แก่ปศุสัตว์และสัตว์ป่า พืชในวงศ์นี้บางชนิดใช้เป็นส่วนประกอบในสิ่งก่อสร้าง เช่น หญ้าวลน้อย (*Zoysia matrella* (L.) Merrill) หญ้ามาเลเซีย (*Axonopus compressus* (Sw.) Beauv.) หญ้าญี่ปุ่น (*Zoysia japonica* Steud.) ใช้ปลูกเป็นหญ้าสนาม ไม้ซึ่งมีลำต้นที่แข็งแรง ใช้ในการสร้างที่อยู่อาศัยและเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ (นิวัติ, 2543)

2) ข้อเสีย ของพืชในวงศ์นี้ที่มีต่อมนุษย์ จะเป็นไปในลักษณะของการเจริญรูก้ำเข้าไปในพื้นที่ที่มนุษย์อยู่อาศัยโดยเฉพาะหญ้าชนิดต่าง ๆ ที่เจริญตามพื้นดินที่ว่างเปล่าบริเวณบ้านและพื้นที่เกษตรกรรม ในประเทศไทยพบหญ้าที่เป็นวัชพืชอยู่ประมาณ 35 ชนิด ในที่ราบลุ่มเชียงใหม่พบวัชพืชในวงศ์หญ้า 16 ชนิด ที่สำคัญสารที่เป็นองค์ประกอบของพื้นผิวและชั้นผนังละอองเรณูของพืชวงศ์นี้บางชนิด เป็นสารก่อให้เกิดภูมิแพ้ในคน ละอองเรณูของหญ้าที่ปลิวในอากาศจะมีชนิดและปริมาณแตกต่างกัน ในเดือนต่าง ๆ ของแต่ละปีเป็นต้นว่า จังหวัดกรุงเทพมหานครในรอบปี 2512 ละอองเรณูของหญ้ามียู่ 70.6% ของละอองเรณูที่ปลิวในอากาศทั้งหมด และพบมากในช่วงเดือนพฤศจิกายน และเดือนธันวาคม (พันทวี, 2513)

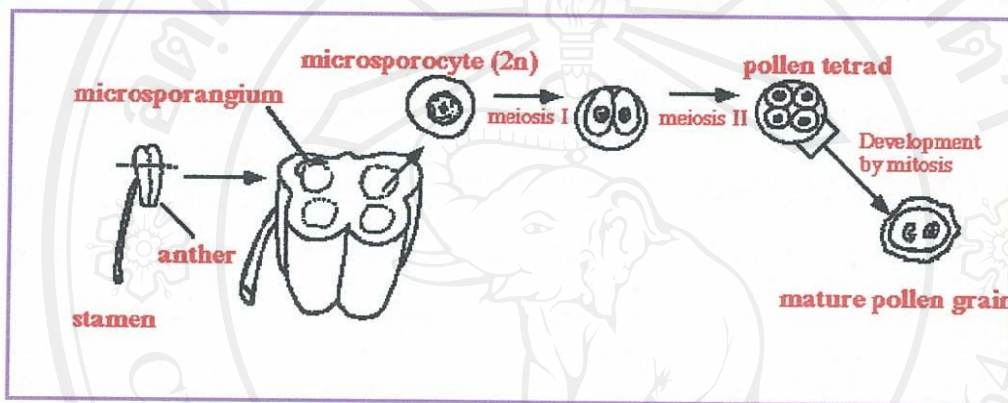
2.4 ละอองเรณู

ละอองเรณู (pollen grains) คือ โครงสร้างสืบพันธุ์เพศผู้ของพืชที่มีเมล็ด ละอองเรณูกำเนิดมาจากไมโครสปอร์มาเธอร์เซลล์ (microspore mother cell) แบ่งเซลล์แบบ ไมโอซิส (meiosis) ให้ 4 ไมโครสปอร์ แต่ละไมโครสปอร์ มีการแบ่งเซลล์แบบ ไมโทซิส (mitosis) อีกครั้งหนึ่งให้ เซลล์เจเนเรทีฟ (generative cell) และเซลล์ทิวปี (tube cell) ต่อมาผนังของไมโครสปอร์จะหนาขึ้นและปรากฏลวดลายบนผิวชั้นนอก ในระยะนี้จะเรียกไมโครสปอร์ว่า “ละอองเรณูหรือละอองเกสร” (ภาพ 2) ละอองเรณูที่พบโดยทั่วไปจะมีอยู่ 2 แบบ คือ ละอองเรณูแบบเดี่ยว (single grain) และละอองเรณูแบบกลุ่ม (polyad) (ภาพ 3)

2.4.1 โครงสร้างของผนังละอองเรณู (excine structure)

มีส่วนประกอบหลัก ๆ อยู่ 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นผนังชั้นนอก (excine) และส่วนที่เป็นผนังชั้นใน (intine) ในชั้นของเอกซินจะแบ่งเป็นชั้นย่อยอีก 2 ชั้น คือ เนกซิน (nexcine) เป็นชั้นที่อยู่ติดกับชั้นอินทินในชั้นนี้ไม่มีลวดลาย และชั้นเซกซิน (sexcine) ซึ่งในชั้นนี้ยังแบ่งออกเป็นชั้นย่อยได้อีก 2 ชั้น คือ คอลัมเมลลา (columellae) อยู่ติดกับชั้นเนกซิน เป็นชั้นที่มีส่วนประกอบตั้งตรงคล้ายเสา และชั้นเทคตัม (tectum) มีลักษณะเป็นแผ่นคล้ายหลังคาอยู่เหนือชั้นคอลัมเมลลา ซึ่งลวดลายต่าง ๆ ของละอองเรณูจะปรากฏอยู่บนชั้นนี้ (ภาพ 4) องค์ประกอบของชั้นเอกซินจะเป็นสารสปอร์โรพอลเลนิน

(sporopollenin) เป็นพอลิเมอร์ (polymer) ของ mono หรือ dicarboxylic fatty acid ซึ่งมีคุณสมบัติทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่แห้ง อุณหภูมิสูง และความเป็นกรดด่าง จึงไม่เน่าสลายผุพังง่าย ดังนั้นสารสปอร์โรพอลเลนินจึงเป็นสารที่รักษาร่องรอยของละอองเรณูในซากดึกดำบรรพ์ (fossil) ของพืชให้คงอยู่มาได้จนถึงทุกวันนี้ แม้ว่าองค์ประกอบทางชีววิทยาอื่น ๆ ได้สูญสลายไปหมดแล้วก็ตาม (ลาวัลย์, 2539)

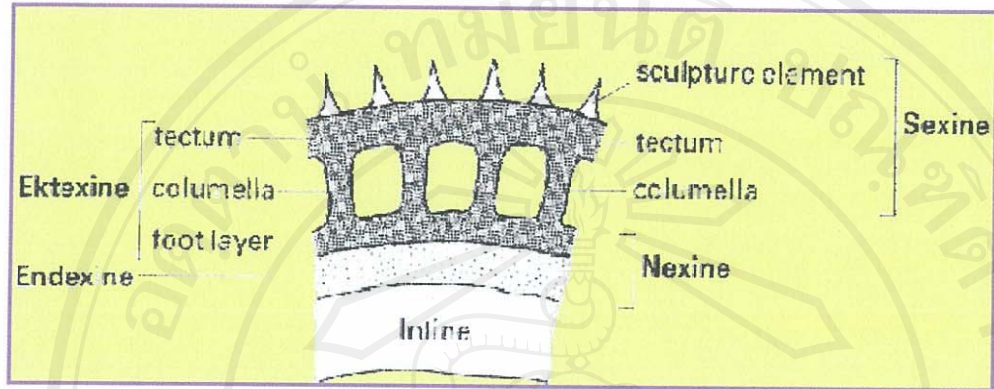


ภาพ 2 การเกิดของละอองเรณู (<http://www.umanitoba.ca>)



ภาพ 3 A ละอองเรณูแบบเดี่ยว (single grain) B ละอองเรณูแบบกลุ่ม (polyad)

(<http://www.geo.arizona.edu>)



ภาพ 4 โครงสร้างของผนังละอองเรณู (<http://www.botany.unibe.ch>)

2.4.2 ช่องเปิดบนผนังละอองเรณู (aperture)

มีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ (ชูศรีและคณะ, 2542)

1) ช่องเปิดแบบธรรมดา (simple aperture)

1.1) แบบ colpate หรือ colpi

มีลักษณะเป็นร่องยาว มีความยาวมากกว่า 2 เท่าของความกว้าง

1.2) แบบ porate หรือ pore

มีลักษณะเป็นรูกลมหรือรี

2) ช่องเปิดแบบผสม (ora)

ประกอบด้วยช่องเปิดแบบ colpate และแบบ porate รวมกัน (ภาพ 5)

2.4.3 รูปแบบของละอองเรณู

เมื่อนำรูปร่าง ลักษณะของช่องเปิด ตำแหน่ง และรูปร่างของละอองเรณูมาประกอบกัน

ทำให้ได้ละอองเรณูรูปแบบต่าง ๆ (ภาพ 6)



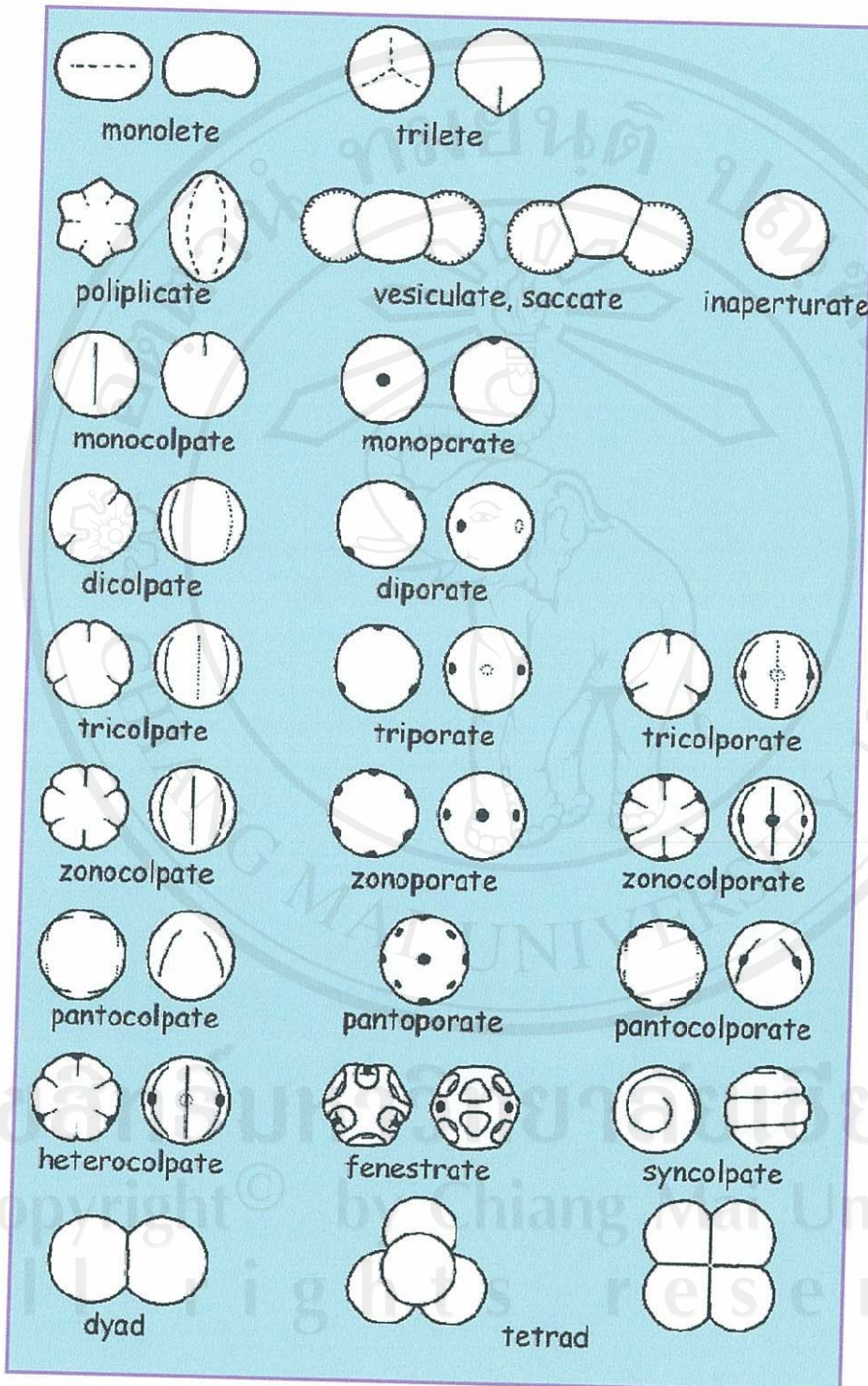
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University

All rights reserved

ภาพ 5 ช่องเปิดบนผนังตะอองเรณู A ; แบบกลม B ; แบบร่องยาว C ; แบบผสม

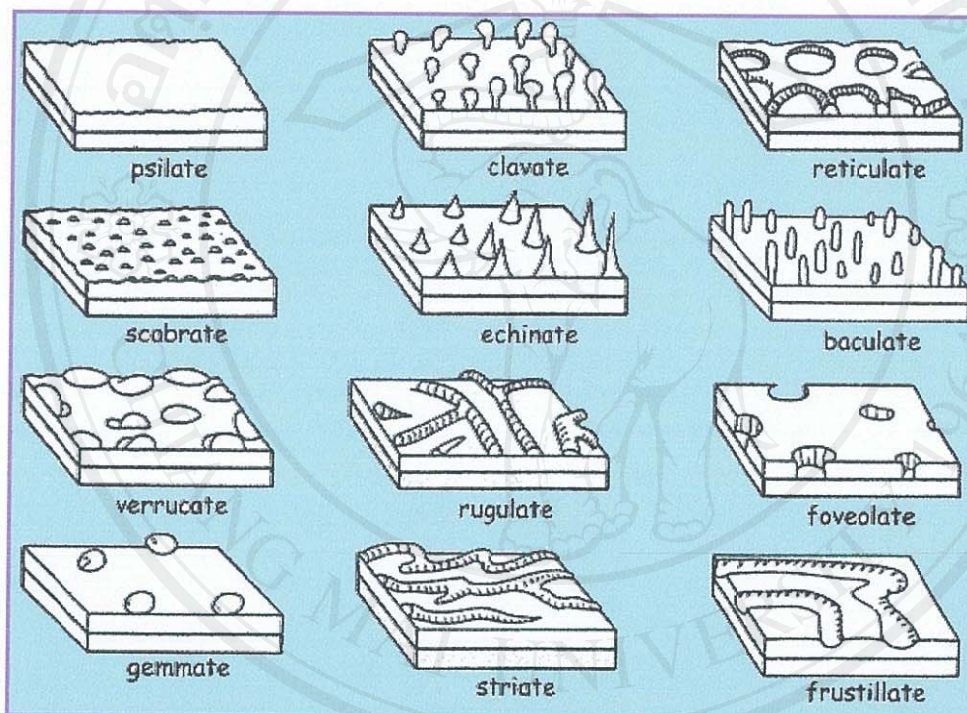
(<http://www.geo.arizona.edu>)



ภาพ 6 รูปร่างของละอองเรณูแบบต่าง ๆ (<http://www.botany.unibe.ch>)

2.4.4 ลวดลายบนผนังละอองเรณู

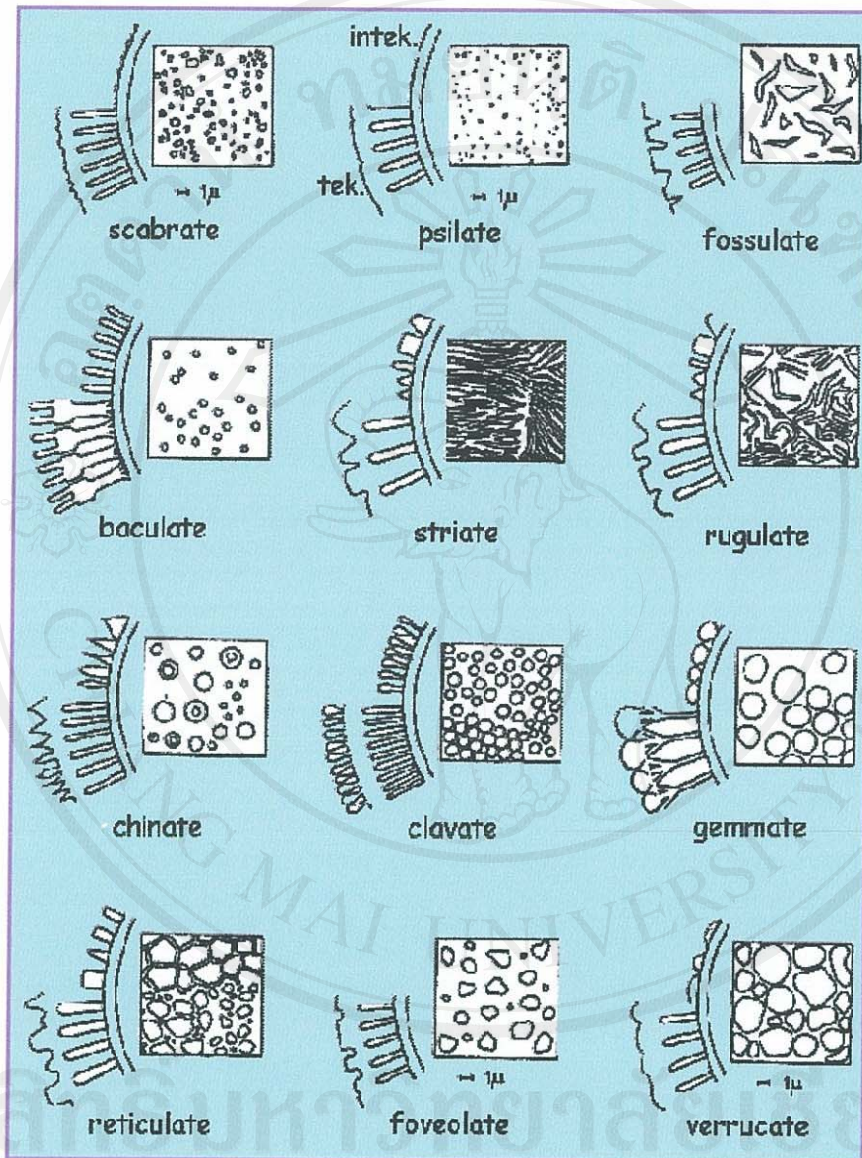
ลวดลายบนผนังละอองเรณู คือ ลวดลายที่ ปรากฏบนพื้นผิวของละอองเรณู หรือ โครงสร้างที่ปกคลุมอยู่บนชั้นนอกสุด ของละอองเรณู ซึ่งอาจมีรูปร่างลักษณะต่าง ๆ กันแล้วแต่ชนิดของ ละอองเรณู (ภาพ 7)



A

ภาพ 7 A ลวดลายแบบต่าง ๆ บนผนังของละอองเรณู (<http://www.botany.unibe.ch>)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



B

ภาพ 7 B ลักษณะการเรียงตัวของ sculpture element บนผนังละอองเรณู

(<http://www.botany.unibe.ch>)

2.4.4 ขนาดของละอองเรณู

เป็นการวัดจากเส้นผ่านศูนย์กลางส่วนที่ยาวที่สุดของละอองเรณู โดยไม่ได้วัดรวม ส่วนต่าง ๆ ที่ยื่นออกมาจากผนังของละอองเรณู (Erdtman, 1972)

ละอองเรณูขนาดเล็กมาก	< 10	ไมโครเมตร
ละอองเรณูขนาดเล็ก	10 - 25	ไมโครเมตร
ละอองเรณูขนาดกลาง	25-50	ไมโครเมตร
ละอองเรณูขนาดใหญ่	50-100	ไมโครเมตร
ละอองเรณูขนาดใหญ่มาก	100-200	ไมโครเมตร
ละอองเรณูขนาดยักษ์	> 200	ไมโครเมตร

2.5 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (microscope electron) มีอยู่ 2 ประเภท คือ

- 1) กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (transmission electron microscope : TEM)
ใช้สำหรับดูโครงสร้างภายในของตัวอย่าง
- 2) กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope : SEM)
ใช้สำหรับดูพื้นผิวของตัวอย่าง

2.5.1 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน

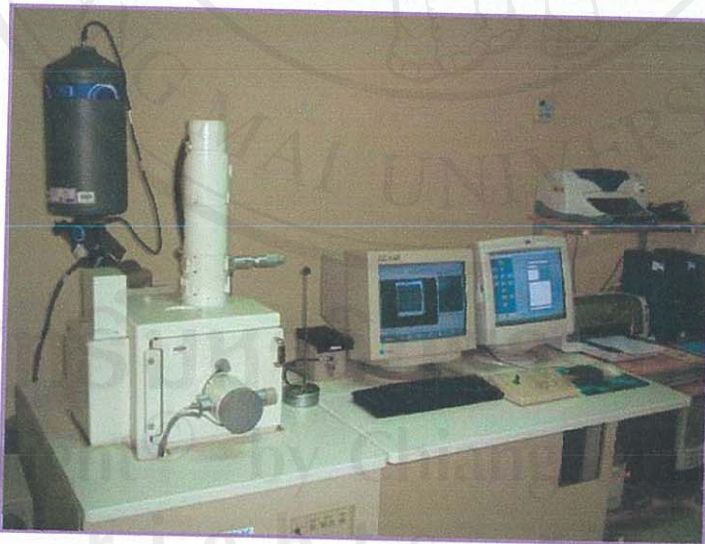
เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ในการศึกษาโครงสร้างภายในและรายละเอียดขององค์ประกอบภายในของตัวอย่างหรือวัตถุที่ต้องการดู หลักการของกล้องชนิดนี้คือ การรวบรวม ลำแสงอิเล็กตรอนและปรับแสงให้มีความเข้มข้นเป็นลำ เพื่อให้ผ่านตัวอย่างที่ถูกตัดเป็นชิ้นที่บางมาก ๆ ซึ่งวางอยู่บนแผ่นตาข่ายทองแดง (copper grid) เมื่อลำแสงอิเล็กตรอนผ่านตัวอย่างแล้วจะผ่านเลนส์ใกล้วัตถุ ซึ่งเป็นเลนส์ที่สำคัญที่สุด เพราะทำหน้าที่ขยายและปรับโฟกัสภาพให้ได้ รายละเอียดมากที่สุด จากนั้นจะมีโปรเจกเตอร์เลนส์ (projector lens) ขยายภาพอีกต่อหนึ่ง และปรับโฟกัสของแสงอิเล็กตรอนให้ยาวพอที่จะปรากฏบนฉากเรืองแสง หรือฟิล์มถ่ายรูปซึ่งจะบันทึกภาพเก็บไว้ (ภาพ 8) (<http://www.sci.tsu.ac.th>)

2.5.2 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายไม่สูงเท่ากับกล้องจุลทรรศน์แบบส่องผ่าน การเตรียมตัวอย่างเมื่อดูด้วยกล้องชนิดนี้ไม่จำเป็นต้องบางเท่ากับเมื่อดูด้วยกล้องแบบส่องผ่าน กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราดสามารถมองเห็นภาพ 3 มิติได้ จึงใช้ในการศึกษาสัณฐานและลักษณะพื้นผิวของตัวอย่าง หลักการทำงานของกล้องชนิดนี้คล้ายคลึงกับกล้องแบบส่องผ่าน แต่ต่างกันตรงระบบการเกิดภาพ เป็นการส่งสัญญาณคลื่น โดยแสงอิเล็กตรอนจะถูกโฟกัสให้เป็น ลำอิเล็กตรอน ซึ่งผ่านแม่เหล็กไฟฟ้า จะถูกโฟกัสบนผิวของตัวอย่างและถูกควบคุมให้เคลื่อนที่ไปตามบริเวณที่ต้องการจะศึกษาด้วยระบบกวาดภาพ (scan) แสงอิเล็กตรอนที่ไปกระทบตัวอย่างจะทำให้อิเล็กตรอนของตัวอย่างหลุดออกมา ซึ่งสะท้อนไปยังเครื่องรวบรวมอิเล็กตรอน เครื่องจับสัญญาณจะจับสัญญาณไว้แล้วขยายให้มากขึ้น เพื่อส่งผลไปแปรเป็นภาพที่หลอดภาพซึ่งอยู่ในจอ โทรทัศน์ การบันทึกภาพสามารถบันทึกจากหน้าจอโทรทัศน์ได้เลย (<http://www.sci.tsu.ac.th>) (ภาพ 9)



ภาพ 8 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน ยี่ห้อ ZEISS รุ่น EM 10
(ศูนย์วิจัยและบริการจุลทรรศน์อิเล็กตรอน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)



ภาพ 9 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ยี่ห้อ JEOL รุ่น JSM-5910LV
(ศูนย์วิจัยและบริการจุลทรรศน์อิเล็กตรอน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)

กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เป็นกล้องจุลทรรศน์มีกำลังขยายสูงช่วยในการศึกษารายละเอียดพื้นผิวของวัตถุได้ชัดเจน และให้ภาพที่เป็นลักษณะ 3 มิติ มีนักพฤกษศาสตร์หลายท่านนำ กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดมาใช้ในการศึกษาละอองเรณู ดังเช่น กันยา (2524) ศึกษาละอองเรณูของพันธุ์ไม้วงศ์ *Bignoniaceae* ของไทยทั้งหมด 12 สกุล 22 ชนิด 2 วาไรตี้ สามารถจัดจำแนกโดยใช้ลักษณะของช่องเปิดแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ tricolpate, inaperturate และ perisyncolpate และเมื่อใช้ขนาดของลวดลายบนผนังละอองเรณู ซึ่งเป็นแบบ perreticulate ก็สามารถแบ่งละอองเรณูออกได้อีก 3 กลุ่ม คือ micro reticulate, finely-medium reticulate และ very coarsely reticulate พิระวุฒิ และคณะ (2539) ได้ทำการศึกษาละอองเรณูของผักพื้นเมืองในจังหวัดเชียงใหม่ 5 ชนิด ได้แก่ ผักเสี้ยวดอกแดง ผักเสี้ยวดอกขาว ผักสะแล ผักนางแล และผักหวานป่า โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่า ผักเสี้ยวดอกแดงและผักเสี้ยวดอกขาวมีลักษณะที่คล้ายกัน คือ polar shape เป็นแบบ inter-subangular ถึง circular equatorial shape แบบ prolate-spherical ช่องเปิดเป็นแบบ tricolpate พื้นผิวของผักเสี้ยวดอกแดงเป็นแบบ finger print และ reticulate ส่วนผักเสี้ยวดอกขาวเป็นแบบ finger print อย่างเดียว ผักสะแล polar shape และ equatorial shape เป็นแบบ spherical ช่องเปิดไม่ชัดเจน มีพื้นผิวแบบ knobby structure ผักนางแล มี polar shape เป็นแบบ circular-lobate มี equatorial shape เป็นแบบ suboblate ช่องเปิดเป็นแบบ dicolpate พื้นผิวเป็นแบบ fine-knobby structure ผักหวานป่า มี polar shape เป็นแบบ circular-lobate มี equatorial shape เป็นแบบ perprolate-prolate ช่องเปิดเป็นแบบ tricolpate พื้นผิวเป็นแบบ net structure เรืองยศ (2531) ได้ใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของละอองเรณูของมะม่วง ลิ้นจี่ และลำไย พบว่าละอองเรณูของมะม่วงมีรูปร่างแบบกลมรีปลายแหลมนุ่มนวล ส่วนละอองเรณูของลิ้นจี่และลำไยมีรูปร่างแบบกลมรีปลายตัดนุ่มนวล ลวดลายบนผนังของละอองเรณูของมะม่วงเป็นแบบร่างแห ส่วนของลิ้นจี่ และลำไย มีลวดลายแบบกลุ่มเส้นขนาน ละอองเรณูทั้งหมดมีช่องเปิดแบบ colpate