

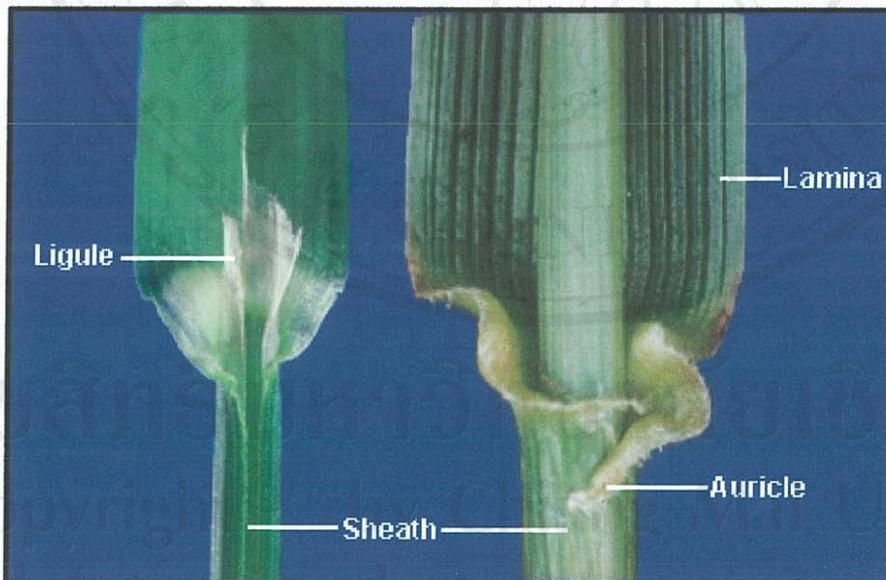
## บทที่ 2

### ทบทวนเอกสาร

#### 2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพืชวงศ์หญ้า

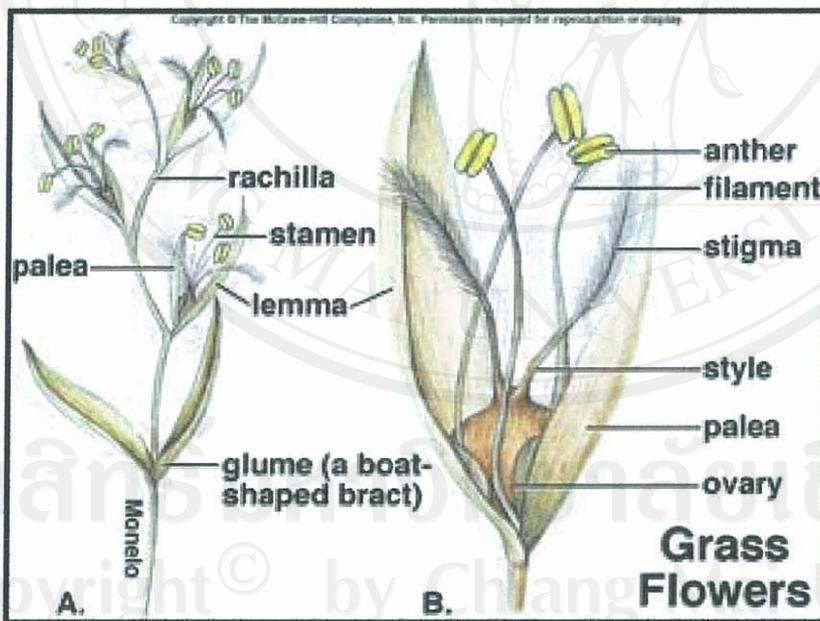
พืชวงศ์หญ้า เป็น ไม้ล้มลุกลำต้นมีลักษณะกลม มีข้อปล้องชัดเจน ลำต้นใต้ดินเป็นแบบเหง้า ลำต้นเหนือดินจะมีปล้องกลวง มีบางชนิดที่เป็นต้นขนาดใหญ่และมีเนื้อไม้ พืชวงศ์นี้จะมีลักษณะเด่นของอวัยวะส่วนต่าง ๆ ดังนี้ (กันยา, 2545)

1. ใบ เป็นใบเดี่ยวรูปแถบ (lineir) ส่วนมากจะยาว มีน้อยมากที่ใบค่อนข้างกว้างการเรียงตัวของใบจะเรียงสลับและเป็นแนว 2 แถว (alternate) บนลำต้นที่อยู่เหนือดิน แผ่นใบจะมีเส้นใบ (lamina) ขนานกับขอบใบ โคนใบแผ่เป็นกาบหุ้มลำต้นแบบเปิด (opened sheathing leaf base) ตรงรอยต่อระหว่างกาบใบและแผ่นใบด้านบนมีระยางค์ที่เรียกว่า ลิ้นใบ (ligule) ซึ่งลิ้นใบนี้อาจมีลักษณะเป็นแผ่นหรือขนก็ได้

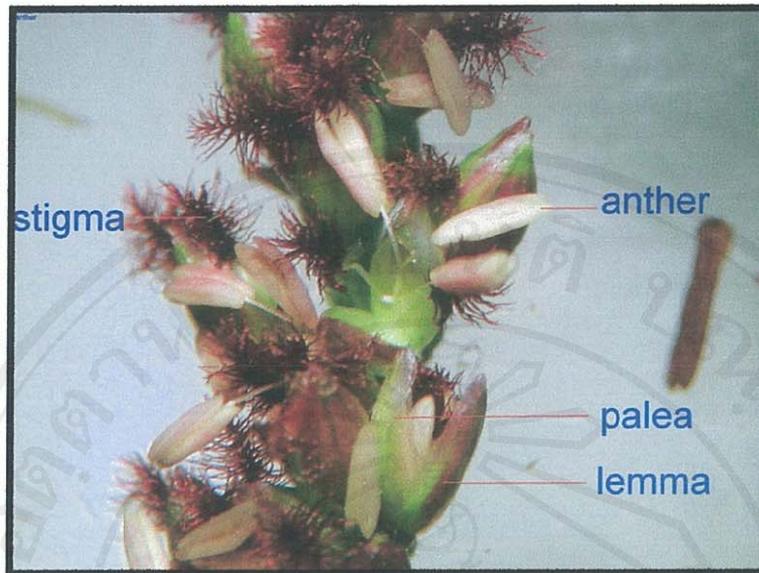


ภาพ 2.1 ส่วนต่างๆของใบพืชวงศ์หญ้า

2. ดอก ดอกมีขนาดเล็ก เรียกดอกย่อย(floret) ดอกย่อยจะรวมกันอยู่เป็นช่อดอกย่อย (spikelet) แต่ละช่อดอกย่อยจะมีใบประดับว่าง (empty glume) รองรับ 2 อันประกบกันอยู่ อันล่าง (lower glume) เป็นอันนอก (outer glume) อันบน(uper glume) เป็นอันใน(inner glume) แล้วช่อดอกย่อยเหล่านี้จัดเรียงกันเป็นช่อดอกแบบต่างๆ เช่น ช่อกระจุก(raceme) ช่อเชิงลดเชิงประกอบ (compound spike) ช่อแยกแขนง (panicle) เป็นต้น ดอกย่อยแต่ละดอก เป็นดอกสมบูรณ์เพศหรือไม่ สมบูรณ์เพศก็ได้ และแต่ละดอกย่อยจะมีใบประดับ (glum) หุ้มอยู่ อีก 2 อัน อันนอกหรืออันล่าง เรียกกาล่าง (lemma) อันในหรืออันบนเรียกกาบบน (palea) ซึ่งกากลางจะหุ้มกาบบน กลีบดอก และกลีบเลี้ยงจะลดรูปเป็นเกล็ดใสๆ 2-3 อัน เรียกว่า กลีบเกล็ด (lodicule) แต่บางชนิดอาจลดรูปหมดหรือไม่มีกลีบเกล็ด เกสรเพศผู้ที่มีจำนวน 3 อันเป็นส่วนมากและมีบ้างที่มีจำนวน 6 อัน เกสรเพศผู้แยกกันก้านชูอับเรณูหอมยาวและบอบบาง เกสรเพศเมียมี 2-3 คาร์เพลเชื่อมกัน รังไข่เหนือวงกลีบ ภายในรังไข่ มี 1 ห้องและมี 1 ออวูล พลาเซนตาที่ฐาน (basal placenta) ก้านเกสรเพศเมีย และยอดเกสรเพศเมียมี 2 อันลักษณะเป็นพู



ภาพ 2.2 ส่วนต่างๆของดอกพืชวงศ์หญ้า(<http://www.mhhe.com>)



ภาพ 2.3 ส่วนต่างๆของดอกหญ้าขน (*Brachia mutica* Stapf.)

3. ผล เป็นแบบธัญพืช(caryopsis) มีบ้างที่เป็นผลเปลือกแข็งแข็งเมล็ดเดี่ยว
4. เมล็ด มีเอนโดสเปิร์มมากสะสมแป้ง เอ็มบริโอไม่ได้อยู่ภายในเอนโดสเปิร์ม



ภาพ 2.4 เมล็ดและผลของหญ้า *Sorghum bicolor* (L.)

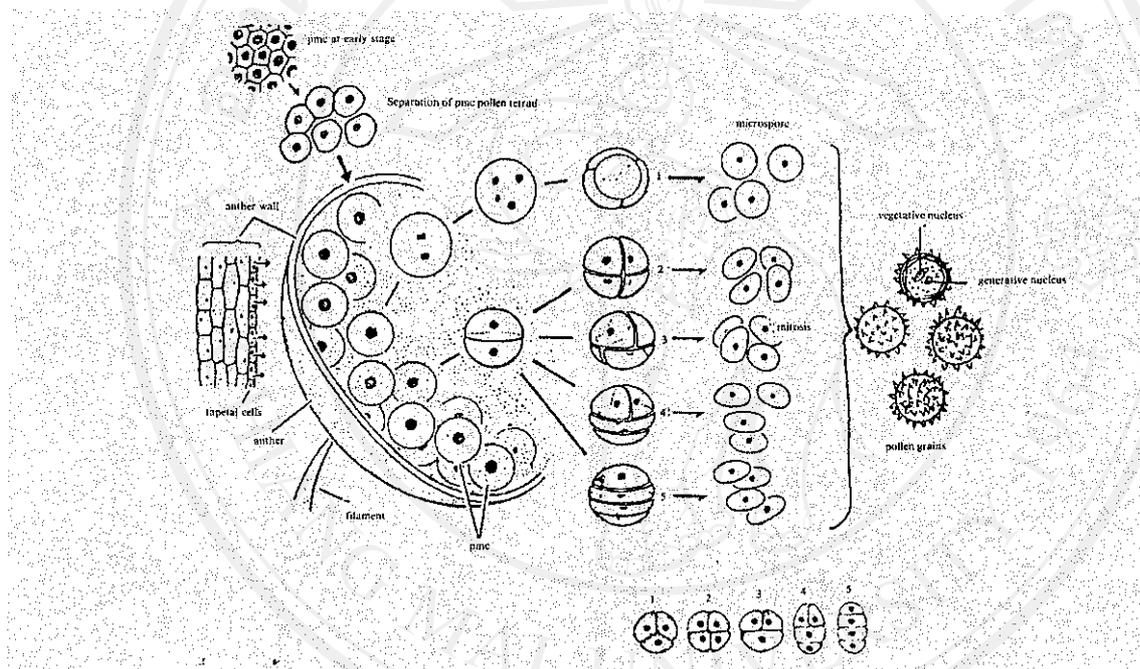
## 2.2 ข้อดีและข้อเสียของพืชวงศ์หญ้าต่อมนุษย์

ข้อดีของพืชวงศ์หญ้า คือเป็นพืชที่มีประโยชน์ต่อประชากรมนุษย์ และปศุสัตว์อย่างมาก ในแง่ของการเป็นแหล่งอาหารหลัก ซึ่งได้แก่ข้าว ข้าวสาลี ข้าวโพดและหญ้า ข้าวเป็นอาหารหลักในทวีปเอเชีย ข้าวสาลีทำเป็นขนมปัง เป็นอาหารหลักในทวีปยุโรป ข้าวโพดเป็นอาหารหลักในทวีปอเมริกา ข้าวบาร์เลย์ ใช้มากในอุตสาหกรรมทำเบียร์ (กันยา, 2545) หญ้าที่ขึ้นตามธรรมชาติ และหญ้าที่ปลูกหลายชนิดเป็นต้นว่า หญ้าเจ้าชู้ (*Chrysopogon aciculatus*) หญ้าขน (*Brachiaria mutica*) หญ้าปากควาย (*Dactyloctenium aegyptiacum*) หญ้าเนเปี่ย (*Pennisetum purpureum*) หญ้ากีนี (*Panicum maximum*) ใช้เป็นอาหารแก่ ปศุสัตว์และสัตว์ป่า (นิวัตติ, 2543) พืชในวงศ์นี้บางชนิดใช้เป็นส่วนประกอบในสิ่งก่อสร้างเช่น หญ้าขนน้อย (*Zoysia matrella* (L.) Merrill. หญ้ามาเลเซีย (*Axonopus compressus*) หญ้าญี่ปุ่น (*Zoysia japonica* Steud.) ใช้ปลูกเป็นหญ้าสนาม ไม้ซึ่งมีลำต้นที่แข็งแรง ใช้ในการสร้างที่อยู่อาศัยและเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ

ข้อเสียของพืชในวงศ์นี้ที่มีต่อมนุษย์ จะเป็นไปในลักษณะของการเจริญรุกรานเข้าไปในพื้นที่ที่มนุษย์อยู่อาศัย โดยเฉพาะหญ้าชนิดต่างๆ ที่เจริญตามพื้นที่ว่างเปล่าบริเวณบ้านและพื้นที่เกษตรกรรม ในประเทศไทยพบหญ้าที่เป็นวัชพืชอยู่ประมาณ 35 ชนิด (ดวงพร และ รังสิต, 2544) ในที่ราบลุ่มเชียงใหม่พบวัชพืชในวงศ์หญ้า 16 ชนิด (ธวัชชัย, 2525) และพบวัชพืชวงศ์หญ้าถึง 38 ชนิด ใน 6 จังหวัดหลักที่มีการปลูกถั่วลิสง (Radanachalee and Maxwell, 1991) ที่สำคัญสารไกลโคโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบของพื้นผิวและชั้นผนังเรณูของพืชวงศ์นี้บางชนิด เป็นสารก่อให้เกิดภูมิแพ้ในคน (Cerceanu-Iarrival, 1996) เรณูของหญ้าที่ปลิวในอากาศจะมีชนิดและปริมาณแตกต่างกัน ในแต่ละเดือนของปีเป็นต้นว่า ในกรุงเทพมหานคร เรณูของหญ้ามียู่ 55.8% ของเรณูที่ปลิวในอากาศทั้งหมด และพบมากในช่วงเดือนพฤศจิกายน และธันวาคม (พันทวี, 2513) ส่วนการศึกษาที่ University of Nebraska Lincoln City Campus พบว่าเรณูของหญ้าเริ่มเกิดขึ้นในช่วงต้นเดือนเมษายน จนกระทั่งถึง เดือนพฤษภาคม และสูงสุดในช่วงกลางเดือนมิถุนายน แล้วจะลดลงในช่วงเดือนกรกฎาคม จนหมดในช่วงต้นเดือนสิงหาคม (Bolick, 1990) ซึ่งเรณูเหล่านี้เมื่อสัมผัสกับผู้ป่วย จะเป็นเหตุให้เกิดอาการแพ้ในรูปแบบต่างๆเป็นต้นว่า ไข้ละอองฟาง (Hay fever) ผื่นแพ้เอ็กซิมา (Eczema) ลมพิษ (Urticaria) และ โรคหืด (Asthma) (ลาวัลย์, 2539)

### 2.3 ละอองเรณู (Pollen Grain)

ละอองเรณู (Pollen grain) คือ โครงสร้างสืบพันธุ์เพศผู้ของพืชที่มีเมล็ดกำเนิดมาจาก microspore mother cell ที่อยู่ภายในอับเรณู (Anther) แบ่งเซลล์แบบ meiosis ให้ 4 microspore นิวเคลียสของแต่ละ microspore แบ่งตัวแบบ mitosis ได้ generative cell และ tube cell หรือเรียกอีกอย่างอย่างหนึ่งว่า vegetative cell อยู่ในผนังของ microspore ต่อมาผนังนี้จะหนาขึ้น เรียกระยะนี้ว่า “ ละอองเรณู (pollen grain) ” ส่วน generative cell จะแบ่งตัวแบบ mitosis อีกครั้งได้นิวเคลียส 2 นิวเคลียส เรียกระยะนี้ว่า sperm cell (Moore *et al.*, 1995)



ภาพ 2.5 การเจริญและพัฒนาของเรณู (ลาวัลย์, 2535)

เรณูของพืชจะมีลักษณะของลวดลายบนพื้นผิวที่หลากหลายและสวยงามตามแต่ชนิดของพืช จึงมีการนำเอาลักษณะดังกล่าวมาเป็นเกณฑ์ในการจัดจำแนกพืชซึ่งการนำเรณูมาใช้ในทางพฤกษอนุกรมวิธาน เริ่มขึ้นระหว่างปี ค.ศ. 1830- 1840 โดย Lindly, von Mohl และ Frithchze เป็นผู้นำลักษณะต่างๆมาเป็นพื้นฐานในการจัดจำแนก ต่อมาในปี ค.ศ. 1947 เริ่มมีการนำลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเรณูมาใช้ในการกำหนดขอบเขตระดับสกุล (genus) และระดับชนิด (species) ของพืช จนกระทั่ง ค.ศ. 1955 จึงเป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางถึงคุณค่าทางสัณฐานวิทยาของเรณู และในปี ค.ศ. 1959 จึงได้เริ่มมีการนำเอาข้อมูลทางสัณฐานวิทยาของละอองเรณูมาใช้ในทางอนุกรมวิธาน จากการค้นคว้าวิจัยของนักวิทยาศาสตร์สามารถกล่าวได้ว่า ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

ของเรณูสามารถนำมาเป็นเหตุผลประกอบในการศึกษาและพิจารณา ทางพฤกษอนุกรมวิธาน ตลอดจนสามารถนำไปเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มพืชได้ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด (ลาวัลย์, 2535)

## 2.4 ลักษณะพื้นฐานของเรณู

### 2.4.1 รูปร่างของเรณู (shape)

รูปร่างของเรณูมีส่วนสัมพันธ์กับช่อดอกแบบต่างๆ โดยทั่วไปจะแบ่งออกเป็นสองประเภทใหญ่ๆ ดังนี้ (ลาวัลย์, 2539)

1. ประเภทรูปร่างคงที่ (filiform) ได้แก่เรณูรูปร่างต่างๆ ที่เป็นพื้นฐานคือ กลมกับรี
2. ประเภทรูปร่างไม่คงที่ (non filiform) ได้แก่ เรณูที่ไม่มีรูปร่างกลม หรือรี แต่มีรูปร่างเป็นแบบอื่น เช่นรูปเส้นด้ายเป็นต้น

การศึกษารูปร่างของเรณู นั้นจะต้องศึกษาทั้งสองด้านคือ ด้านขั้ว (polar view) กับด้านข้าง (equatorial view)

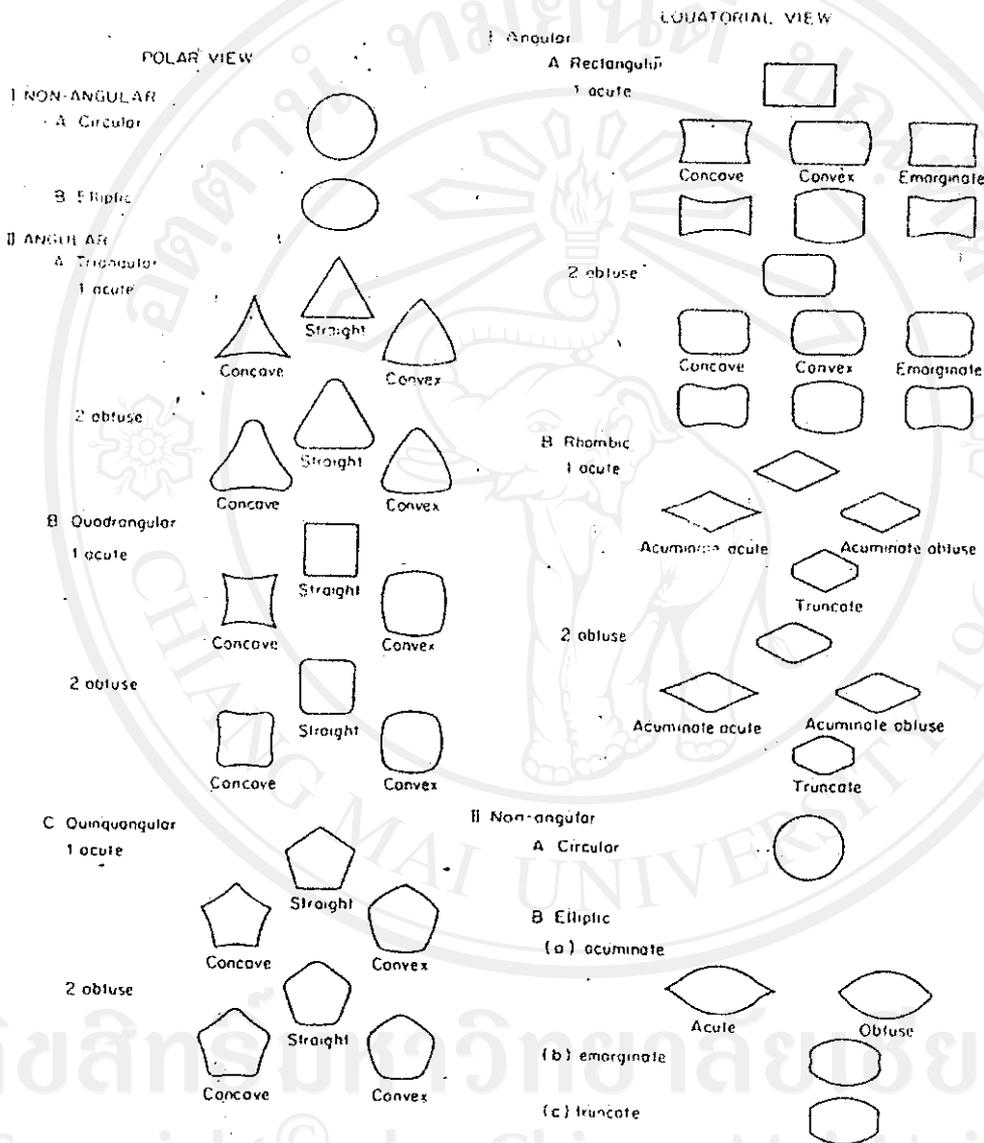
Faegri. *et al.*, (1964) จัดแบ่งเรณูตามรูปร่างที่สังเกตได้จากด้านขั้ว (polar view) ออกเป็น 13 รูปแบบ และจัดแบ่งตามรูปร่างที่สังเกตได้จากด้านข้าง (equatorial view) เป็น 24 รูปแบบ(ภาพ 2.6)

POLAR VIEW			EQUATORIAL VIEW		
FERROW			SHAPE :		
FLAT	INTRUDING	OPEN	SPHERICAL	PROLATE	OBULATE
					CIRCULAR, OVAL
					RHOMBOIDAL
					APICULATE
					CONSTRUCTED OVAL
					CIRCULAR
					CONSTRUCTED RECTANGULAR
					COMPRESSED OVAL
					DEPRESSED OVAL
					RECTANGULAR
			POLARITY		
			ASYMMETRICAL POLLEN		
				BICONVEX	
				PLANO-CONVEX	
				CONCAVO-CONVEX	

ภาพ 2.6 รูปร่างของเรณูแบบต่างๆ (Faegri *et al.*, 1964)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright © by Chiang Mai University  
 All rights reserved

Moore and Webb (1978) แบ่งลักษณะของเรณูเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือแบบมีมุมและแบบไม่มีมุม จากการมองทั้งด้านขั้ว (polar view) และด้านข้าง (equatorial view) ดังภาพ 2.7



ภาพ 2.7 แสดงรูปร่างของเรณูแบบต่างๆ (Moore และ Webb, 1978)

#### 2.4.2 ขั้ว (polarity)

ใช้เพื่อช่วยวิเคราะห์ว่าเป็นเรณูแบบใด ทำให้ทราบทิศทางการเรียงตัวของช่องเปิด ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ (ลาวัลย์, 2539)

1. Isopolar เป็นเรณูที่มีช่องเปิดเท่ากันหรือเหมือนกันเมื่อมองจากมุมด้านบน (polar view) และมุมด้านข้าง (equatorial view)
2. Heteropolar เป็นเรณูที่มีจำนวนช่องเปิดไม่เท่ากัน หรือไม่เท่ากันเมื่อมองจากมุมด้านบน (polar view) และมุมด้านข้าง (equatorial view)
2. Apolar เป็นเรณูประเภท ไม่มีขั้ว ส่วนใหญ่จะพบช่องเปิดจำนวนมาก (pericolpate หรือ peripolate) และเรณูที่ไม่มีช่องเปิด (in aperture)

#### 2.4.3. สมมาตร (symmetry)

เป็นการศึกษาสภาพของเรณูหรือส่วนที่เหมือนกันของเรณูเมื่อถูกตัดแบ่งออกเป็นสองส่วน สมมาตรของเรณูแบ่งออกเป็นสองประเภท คือ

1. ชนิดไม่มีสมมาตร (asymmetry) คือ เรณูที่ตัดส่วนใดส่วนหนึ่งหรือหลายๆส่วนแล้วไม่มีส่วนใดเหมือนกันเลย ซึ่งได้แก่ เรณูที่มีช่องเปิดไม่ได้ตัดส่วนพบส่วนน้อย
2. ชนิดมีสมมาตร (symmetry) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ
  - ก. Bilateral symmetry คือ สมมาตรประเภทที่ตัดแล้วมีส่วนที่เหมือนกันเพียงสองแนวเท่านั้นซึ่งพบเป็นส่วนใหญ่
  - ข. Radial symmetry คือ สมมาตรประเภทที่ตัดแล้วมีส่วนที่เหมือนกันมากกว่าสองแนว พบได้ในเรณูที่มีช่องเปิดกลมเป็น 3 ช่องเปิด เรณูที่มีช่องเปิดล้อมรอบเรณูเป็นจำนวนมาก เป็นต้น

#### 2.4.4. ขนาด (size)

เป็นการวัดจากเส้นผ่าศูนย์กลางของเรณู โดยไม่ได้วัดรวมส่วนต่างๆ ที่ยื่นออกมาผนังเรณู แบ่งได้เป็น 6 กลุ่มดังนี้ (Eedtmann, 1952)

เรณูที่มีขนาดเล็กมาก	< 10	ไมครอน
เรณูที่มีขนาดเล็ก	10-20	ไมครอน
เรณูที่มีขนาดกลาง	25-50	ไมครอน
เรณูที่มีขนาดใหญ่	50-100	ไมครอน
เรณูที่มีขนาดใหญ่มาก	100-200	ไมครอน
เรณูที่มีขนาดยักษ์	>200	ไมครอน

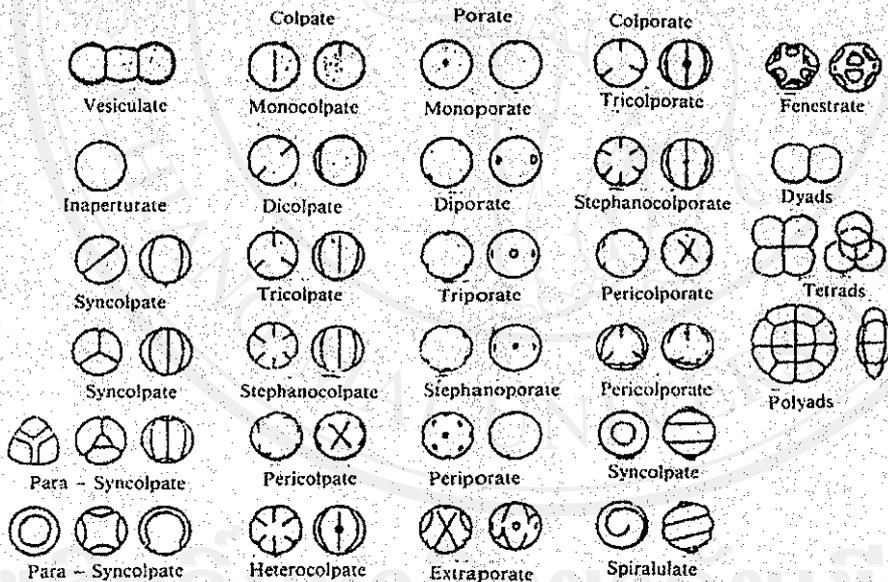
2.4.5. ช่องเปิด (aperture)

หมายถึง บริเวณผนังชั้นนอกของเรณู (exine) ที่บางกว่าบริเวณอื่นๆ และเป็นบริเวณที่หลอดเรณู (pollen tube) แทะทะลุผนังเรณูออกมา (Nair, 1961) ลักษณะของช่องเปิดมีความสำคัญมากในการศึกษาเรณูเพราะจะบอกได้ว่าเป็นเรณูแบบใด (ภาพ 2.8) ซึ่งช่องเปิดของเรณูจะแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มดังนี้

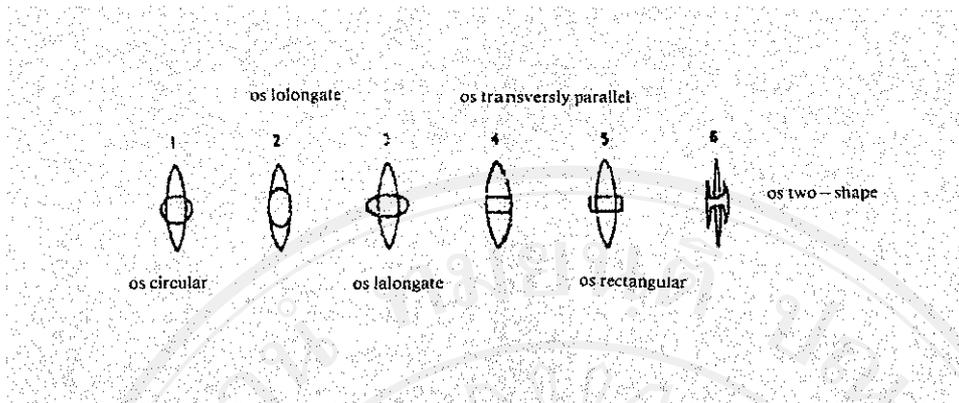
1.pore - aperture หมายถึง ช่องเปิดที่มีลักษณะกลม เรียกเรณูที่มีช่องเปิดแบบนี้ว่า porate grain

2.furrow - aperture หมายถึงช่องเปิดที่มีลักษณะรี ซึ่งจะมีสัดส่วนความยาวต่อความกว้าง > 2 เรียกเรณูที่มีช่องเปิดแบบนี้ว่า colplate grain

3.orate - aperture ( compound aperture ). หมายถึงช่องเปิดที่มีลักษณะแบบผสม (ภาพ2.9) เรียกเรณูที่มีช่องเปิดแบบนี้ว่า ora grain



ภาพ 2.8 แสดงตำแหน่งและจำนวนช่องเปิดของเรณูแบบต่างๆ (Faegri et al, 1964)



ภาพ 2.9 แสดงช่องเปิดแบบผสม (ลาวัลย์, 2539)

2.4.6. โครงสร้างผนังเรณู (exine structure)

Moore and Webb, 1978 ได้แบ่งผนังของเรณูออกเป็น 2 ชั้น (ภาพ 2.10) คือผนังชั้นนอก (exine) และผนังชั้นใน (intine) โดยที่ผนังชั้นนอกเป็นที่สะสมของสารประเภท sporopollenin จึงทำให้ผนังชั้นนี้ทนต่อการทำลายของกรดและเบส ทนทานต่อการเนาเปื้อย สลายผุพัง โดยเฉพาะภายใต้ สภาพที่ไม่มีอากาศจึงสามารถพบเรณูได้ในสภาพ fossil ผนังชั้นนอก (exine) ยังแบ่งได้อีก 2 ชั้นคือ

1. ชั้น Nexine เป็นชั้นที่ติดกับ intine และเป็นชั้นที่ไม่มีลวดลาย
2. ชั้น Sexine เป็น โครงสร้างชั้นนอกของ exine มีโครงสร้างที่ทำให้มีลวดลาย



ภาพ 2.10 แสดงโครงสร้างชั้นต่างๆของผนังเรณู(Iwanami et al., 1988)

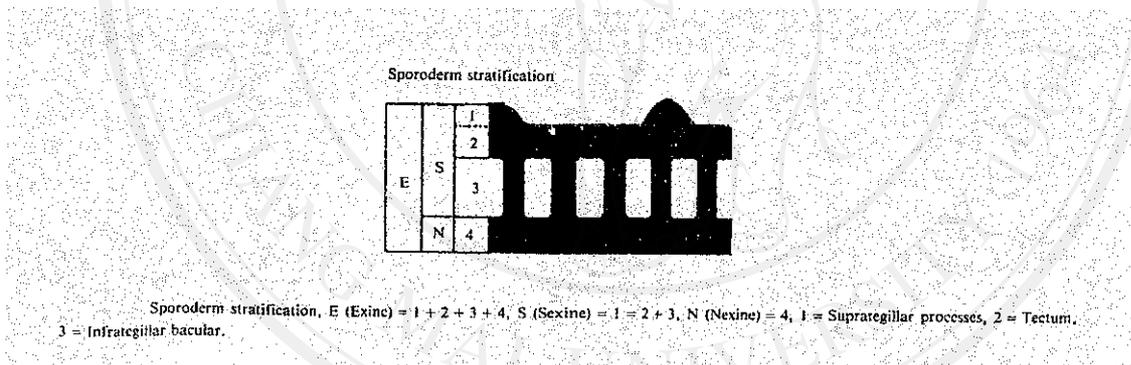
โครงสร้างของผนังเรณูชั้น sexine ยังแบ่งได้อีกเป็น 3 ชั้น (ภาพ 2.11) ดังนี้ (Erdtman, 1963)

1. Supratragillar processes เป็นชั้นนอกสุดที่ยื่นออกมาสูงกว่าชั้นผิวทั่วไปติดกับชั้นของหลังคา(tectum)

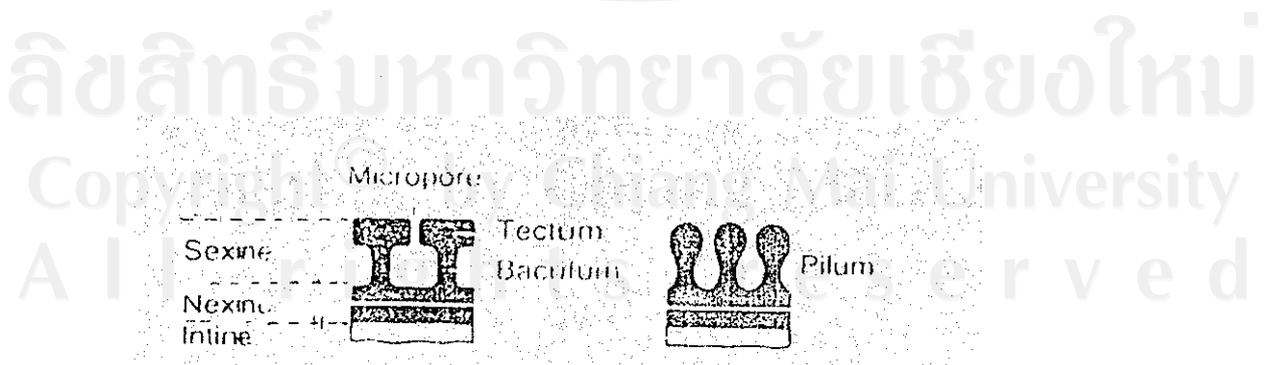
2. Tectum อยู่เหนือชั้น columellae มีลักษณะเป็นแผ่นคล้ายหลังคาติดอยู่บนชั้น columellae ซึ่งปรากฏหลากหลายต่างๆ

3. Columellae (baculum) อยู่ติดกับชั้น nexine เป็นคั่น ที่มีส่วนประกอบที่ตั้งตรง คล้ายเสา ตั้งอยู่บนฐานที่เรียกว่า foot layer ซึ่งเป็นชั้น nexine

บนพื้นผิวของ tectum ลักษณะอาจเป็นหนาม หรือปมยื่นออกมา ในพืชบางชนิด เรณูอาจมี tectum เป็นบางช่วง ก่อให้เกิดรูเล็กๆกระจายทั่วผิวเรณู (micropore) พืชบางชนิดเรณูอาจไม่มี tectum เลยจะมีเพียงส่วน baculum ที่ยื่นออกมาเรียกว่า pilum (ภาพ 2.12) ในช่วงสุดท้ายของการเจริญเรณูจะมีการสะสมสารพวกไขมันและเม็ดสีรวมกันเป็นเยื่อบางๆเคลือบผนังชั้น exine เรียกสารนี้ว่า pollenkit ซึ่งมีผลทำให้เกิดสีและกลิ่นขึ้น(ลาวัลย์, 2539)



ภาพ 2.11 ส่วนประกอบชั้นต่างๆ ของผนังเรณู (Erdtman, 1963)



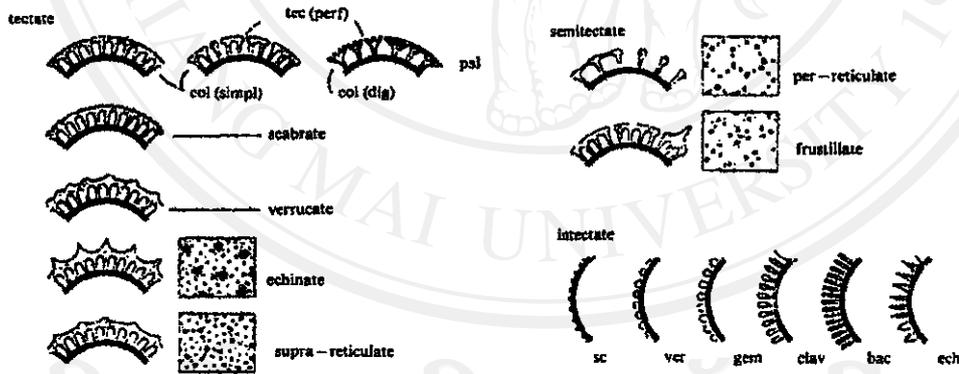
ภาพ 2.12 ส่วนประกอบชั้นต่างๆ ของผนังเรณู (Knox, 1979)

2.4.7. ลวดลายบนผนังเรณู (exine sculpturing)

มีลักษณะเป็นลวดลายที่ปรากฏบนผนังชั้นนอกของเรณู มีความสวยงามและหลากหลายไปตามแต่ละชนิดของพันธุ์ไม้ บางครั้งในพันธุ์ไม้ชนิดเดียวกันอาจพบลวดลายต่างกัน ซึ่งต้องอาศัยการสังเกตที่ดี และศึกษาเรณูชนิดนั้นๆ เป็นจำนวนมาก เพราะเรณูที่ยังไม่แก่เต็มที่ (immature) ลวดลายและสิ่งประดับจะมีลักษณะที่แตกต่างจากระยะสุกแก่อีกด้วย อาจทำให้การวิเคราะห์เรณูผิดพลาดได้ (ลาวัลย์, 2539)

Moore และ Webb (1978) แบ่งแบบแผนของลวดลายโดยอาศัยการมี tectum เป็น 3 แบบ (ภาพ2.13) คือ

1. เทคเตต (tectate) เป็นลักษณะที่ส่วนหัวของ collumella เชื่อมต่อกันตลอดทำให้ส่วนเทคตัมสมบูรณ์
2. เซมิเทคเตต (semitectate) เป็นลักษณะที่เทคตัมเชื่อมต่อกันไม่สมบูรณ์ซึ่งเกิดจากส่วนหัวของ columella เชื่อมติดกันเป็นบางส่วน
3. อินเทคเตต (intectate) เป็นลักษณะที่collumella ไม่มีหลังคา (tectum) มีเพียง collumella เท่านั้นที่ยื่นออกมา เรียกว่า pilum



Structural types, Endexine black; ectexine dotted, col = columellae (simpl = simple; dig = digitate); tec (per) = perforate tectum; intec = intectate; semitec = semitectate; tec = tectate, Scabrate, verrucate, gemmate, baculate, clavate, and echinate sculpturing, B. BRORSON CHRISTENSEN del.

ภาพ2.13 แสดงลวดลายที่มีแบบแผนต่างๆของผนังเรณูชั้นนอก (Faegri K. et al.,1964)

กันยา (2529) ได้จัดแบ่งเรณูที่มีลวดลายแบบ per- reticulate ตามขนาดของ lumina โดยคัดแปลงมาจาก Hyde, H.A. และ K.F Adams (1958) ออกเป็น 5 กลุ่มดังนี้

ขนาด lumina	<1.00	ไมครอน	micro reticulatetion
ขนาด lumina	1.0 – 2.0	ไมครอน	fine reticulation
ขนาด lumina	2.0 – 3.0	ไมครอน	medium reticulation
ขนาด lumina	3.0 – 3.5	ไมครอน	coarse reticulation
ขนาด lumina	>3.5	ไมครอน	very coarse reticulation (loose reticulation)

Moore และ Webb (1978) ได้เสนอลักษณะลวดลายที่ผิวของเรณูไว้ 13 แบบ ซึ่งจัดเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ โดยอาศัยลักษณะที่ปรากฏจากการศึกษาด้วย LM ดังนี้ (ภาพ 2.14)

### 1. กลุ่มที่ไม่มีลวดลาย (non sculptures)

ไซเลต(psilate) มีลักษณะพื้นผิวทั้งหมดเรียบไม่มีลวดลาย แบบแผนของ exine เป็นแบบ tectate

### 2. กลุ่มลวดลายแบบเส้น (line sculptures)

2.1 เรติคูเลต (reticulate) พื้นผิวยื่นออกมาสานกันเป็นร่างแห ส่วนที่เป็นสันจะปรากฏสีขาวเมื่อใช้ LM โฟกัสสูง แบบแผนของ exine เป็นแบบ tectate หรือ samitectate

2.2 สไตรเอท (striate) มีสันยื่นออกมาติดกันเรียงกันเป็นกลุ่มสันขนาดใหญ่ อาจมีหนึ่งกลุ่มหรือหลายกลุ่มก็ได้ ส่วนที่เป็นสันจะปรากฏสีขาวเมื่อใช้ LM โฟกัสสูง แบบแผนของ exine เป็นแบบ tectate หรือ samitectate

2.3 รุกูเลต (rugulate) พื้นผิวที่ยื่นออกมาไม่ติดต่อกัน ภาพร่างเรียวยาวไม่สม่ำเสมอส่วนที่เป็นสันจะปรากฏสีขาวเมื่อใช้ LM โฟกัสสูง แบบแผนของ exine เป็นแบบ tectate หรือ samitectate

### 3. ลวดลายแบบจุด (spot sculptures)

3.1 เปอร์ฟอเรต (perforate) มองเห็นเป็นจุดซึ่งเกิดจากการเป็นหลุมเว้าลงไป < 1 ไมครอน หลุมจะปรากฏสีดำเมื่อใช้ LM โฟกัสสูง แบบแผนของ exine เป็นแบบ tectate

3.2 โฟวีโอเลต (foveolate) มองเห็นเป็นจุดซึ่งเกิดจากการเป็นหลุมเว้าลงไป > 1 ไมครอน หลุมจะปรากฏสีดำเมื่อใช้ LM โฟกัสสูง แบบแผนของ exine เป็นแบบ tectate

3.3 สคาเบรต (scabrate) มองเห็นเป็นจุดเนื่องจากพื้นผิวที่ยื่นออกมามีลักษณะกลมเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 1 ไมครอน จะปรากฏจุดสีขาวเมื่อใช้ LM โฟกัสสูง แบบแผนของ exine เป็นแบบ tectate หรือ intectate

3.4 เวอร์รูเกต (verrucate) พื้นผิวที่ยื่นออกมามองเห็นเป็นจุด ส่วนที่ยื่นออกมามีความกว้างยาวเท่ากับความสูง จุดจะปรากฏสีขาวเมื่อใช้ LM โฟกัสสูง แบบแผนของ exine เป็นแบบ tectate samitectate หรือ intectate

3.5 เจมเมต (gemmate) มองเห็นเป็นจุด เนื่องจากพื้นผิวที่ยื่นออกมา มีความกว้างยาวเท่ากับส่วนสูง แต่ส่วนที่ยื่นออกมาจะคอดกึ่งที่บริเวณฐาน จุดจะปรากฏสีขาวเมื่อใช้ LM โฟกัสสูง แบบแผนของ exine เป็นแบบ intectate

3.6 คลาเวต (clavate) มองเห็นเป็นจุด เนื่องจากพื้นผิวที่ยื่นออกมา มีส่วนสูงยาวกว่าความกว้าง แต่ส่วนที่ยื่นออกมาจะคอดกึ่งที่บริเวณฐาน จุดจะปรากฏสีขาวเมื่อใช้ LM โฟกัสสูง แบบแผนของ exine เป็นแบบ intectate

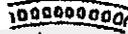
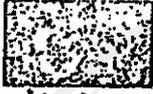
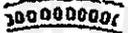
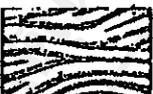
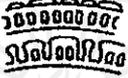
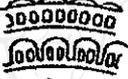
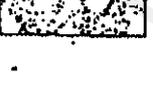
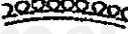
3.7 ไพเรต (pilate) มองเห็นเป็นจุดซึ่งเกิดจากพื้นผิวที่มีส่วนที่ยื่นออกมา โดย มีส่วนสูงยาวกว่าความกว้าง และส่วนปลายสุดที่ยื่นออกมาพองออกมีลักษณะเป็นคุ่ม จุดจะปรากฏสีขาวเมื่อใช้ LM โฟกัสสูง แบบแผนของ exine เป็นแบบ intectate

3.8 บากูลเลต (baculate) มองเห็นเป็นจุด เนื่องจากพื้นผิวที่ยื่นออกมา ส่วนที่ยื่นออกมาจะสม่ำเสมอบริเวณฐานจะไม่คอดกึ่งและมีส่วนสูงยาวกว่าความกว้าง จุดปรากฏสีขาวเมื่อใช้ LM โฟกัสสูง แบบแผนของ exine เป็นแบบ intectate

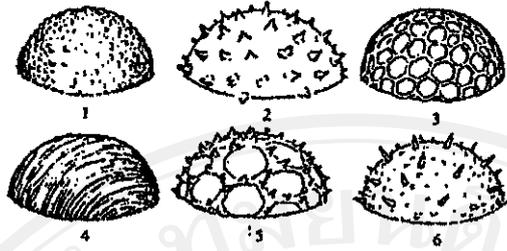
3.9 อีชีเนต (echinate) มองเห็นเป็นจุดเนื่องจากผิวมีส่วนที่ยื่นออกมา ฐานของส่วนที่ยื่นออกมาเรียวขึ้นไปข้างบนเป็นหนาม จุดปรากฏสีขาวเมื่อใช้ LM โฟกัสสูง แบบแผนของ exine เป็นแบบ tectate

Iwanami *et al.*, (1988) ได้เสนอรูปแบบ โครงสร้างของสทวคลายผนังเรณูชั้นนอกไว้ 6 แบบ ดังนี้ (ภาพ 2.15)

1. โครงสร้างแบบคุ่ม (knobby structure)
2. โครงสร้างแบบหนาม (needle structure)
3. โครงสร้างแบบตาข่าย (net structure)
4. โครงสร้างแบบลายเส้นเปลือกนิ้ว (finger print structure)
5. โครงสร้างแบบผสมระหว่างแบบหนามกับแบบตาข่าย (combination needle and net structure)
6. โครงสร้างแบบผสมระหว่างแบบคุ่มกับแบบหนาม (combination knobby and needle structure)

	PSILATE		lectate eg ACONITUM
	SCABRATE		lectate eg THELYCRANIA
	GRANULATE		intectate eg POPULUS
	RUGULATE		lectate eg NYMPHOIDES semitectate eg POLEMONIUM
	STRIATE		lectate eg MENYANTHES semitectate eg SAXIFRAGA OPPOSITIFOLIA
	RETICULATE		lectate eg TRIFOLIUM semitectate eg SALIX
	VERRUCATE		lectate eg PLANTAGO semitectate eg CYPERACEAE (lacuna) intectate eg NYMPHAEA
	PERFORATE		lectate eg CERASTIUM
	FOVEOLATE		lectate eg FAGOPYRUM
	ECHINATE		lectate eg MALVA
		all intectate	
	GEMMATE		eg NYMPHAEA
	BACULATE		eg LINUM
	CLAVATE		eg ILEX
	PILATE		eg MERCURIALIS

ภาพ 2.14 แสดงลวดลายต่างๆที่ผนังเรณูชั้นนอก(Moore and Webb, 1978)



Six typical patterns of exine structure.

1; knobby structure, 2; needle structure, 3; net structure, 4; finger print structure, 5; combination needle and net structure, 6; combination knobby and needle structure.

ภาพ 2.15 โครงสร้างผนังเรณูชั้นนอกแบบต่างๆ (Iwanami *et al* 1988)

## 2.5 ตะอองเรณูของหญ้า (Grass pollen)

ตะอองเรณูของหญ้าจัดอยู่ในกลุ่มที่เรียกว่า *Stenopalyny* หมายถึงกลุ่มของตะอองเรณูที่มีรูปร่างลักษณะเป็นแบบเดียวกันหมดทั้งวงศ์ (family) โดยพืชวงศ์หญ้าจะมีลักษณะรูปร่างกลมและมีช่องเปิดกลมเพียงหนึ่งช่องเปิดเท่านั้นทำให้ง่ายในการจัดจำแนกในเบื้องต้น (ลาวัลย์, 2535) พันทวี (2513) ได้ทำการศึกษารูปร่างของเรณูหญ้า 9 ชนิด ที่ปลิวในอากาศในเขตกรุงเทพมหานคร ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (LM) พบว่าเรณูของหญ้าทุกชนิดมีลักษณะคล้ายกัน ดังกล่าวเบื้องต้น มีเพียงขนาดเท่านั้นที่มีความแตกต่างกัน Faegri, K. and Iversen, J. (1964) กล่าวว่าพื้นผิวของเรณูหญ้ามียุขหลายแบบ เป็นต้นว่า verrucate scabrate regulate psilate foveolate ขณะที่ Solomon *et al.*, (1973) ได้ศึกษาลักษณะรายละเอียดของพื้นผิวเรณูหญ้า 4 ชนิด ภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) พบว่าเรณูของหญ้าทั้งหมดมีช่องเปิดแบบกลม ขอบช่องเปิดมีสันนูน พื้นผิวแบบหยาบมาก (scabrate) Lee, G.A. *et al.*, (2004) ทำการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะสัณฐานวิทยาของ ซากดึกดำบรรพ์เรณูของข้าวป่า กับ ข้าวป่าและหญ้าที่เกิดขึ้นในบริเวณที่เก็บตัวอย่าง โดยอาศัยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) พบขนาดและลักษณะของรายละเอียดพื้นผิว สามารถช่วยในการระบุชนิดของซากดึกดำบรรพ์ที่สำรวจพบได้

## 2.6 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Electron Microscopy)

ในรอบทศวรรษที่ผ่านมา วิชาการจุลทรรศน์อิเล็กตรอนได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในวงการวิทยาศาสตร์ของประเทศไทย รวมทั้งการขยายงานด้านจุลทรรศน์อิเล็กตรอนให้กว้างขวางยิ่งขึ้น เพื่อสนองความต้องการและความจำเป็นของผู้ใช้เพื่อประยุกต์สำหรับการเรียนการสอน และการวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ในสาขาที่เกี่ยวข้อง โดยทั่วไปแล้ว กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ SEM และ TEM (ลาวัลย์, 2535)

### 2.6.1 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscopy, SEM )

เป็นกล้องที่มีกำลังขยายสูง อาศัยการ โฟกัสลำอิเล็กตรอนกราดลงบนผิวชิ้นงาน สัญญาณที่เกิดขึ้นจากอัตรากิริยาระหว่างอิเล็กตรอนที่ตกกระทบกับผิวชิ้นงานจะถูกถ่ายทอดผ่าน ระบบตรวจวัดและอิเล็กทรอนิกส์ปรากฏบนจอภาพคล้ายกับภาพที่เห็นจากจอโทรทัศน์ สัญญาณที่ใช้ในการสร้างภาพมีหลายชนิด เช่นอิเล็กตรอนทุติยภูมิ อิเล็กตรอนกระเจิงกลับ หรือรังสีเอ็กซ์ เป็นต้น ทำให้เทคนิคนี้สามารถใช้ศึกษา ลักษณะวิทยาของชิ้นงาน สภาพผิวของชิ้นงาน จุดบกพร่องบริเวณใกล้ผิวชิ้นงาน (ศูนย์วิจัยและบริการจุลทรรศน์ศาสตร์อิเล็กตรอน สวทช.มช. , 2550) มีนักพฤกษศาสตร์หลายท่านใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ช่วยในการศึกษารายละเอียดของเรณูพันธุ์ไม้ ดังเช่น กันยา (2524) ศึกษาเรณูของพันธุ์ไม้วงศ์ Bignoniaceae ของไทยทั้งหมดแล้วจัดทำรูปวิธานของเรณูพันธุ์ไม้ดังกล่าว พิระวุฒิและคณะ(2539)ทำการศึกษา รายละเอียดของเรณูฝักพื้นเมืองเชียงใหม่ 5 ชนิดพบว่าเรณูแต่ละชนิดมีลักษณะพื้นผิวที่ต่างกัน Claxton , F. *et al.*, (2004) ศึกษารายละเอียดของเรณูพืชในวงศ์ Quillajaceae และ Surianaceae จำนวน 9 ชนิด พบว่าช่องเปิดของเรณูทั้งหมดเป็นแบบร่องและมีแบบกลมผสมอยู่ในบางชนิด พื้นผิวต่างกันตามแต่ชนิดพืช Wortley, A.H. *et al.*, (2007) ได้ใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ช่วยในการศึกษารายละเอียดของพื้นผิวและรายละเอียดของโครงสร้างผนังเรณูในพืชวงศ์ Compositae เพื่อประกอบการจัดจำแนกสกุลที่มีปัญหา ผลจากการศึกษาทั้งหมดพบว่ารายละเอียดของพื้นผิวเรณูภายใต้การศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) สามารถนำมาเป็นเกณฑ์ในการจัดจำแนกพืชได้

### 2.6.2 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (Transmission Electron Microscopy, TEM)

เป็นกล้องที่อาศัยหลักการโพกัสลำอิเล็กตรอนลงบนชิ้นงานที่มีความหนามากกว่า 200 อังสตรอม ซึ่งอิเล็กตรอนสามารถทะลุผ่านชิ้นงานได้ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนที่ทะลุผ่านบริเวณต่างๆของชิ้นงานจะแตกต่างกัน เมื่ออิเล็กตรอนตกกระทบบนจอเรืองแสงจึงทำให้เกิดภาพที่สามารถใช้ศึกษาสัณฐานวิทยาหรือความบกพร่องของโครงสร้างอะตอมของชิ้นงานได้ (ศูนย์วิจัยและบริการจุลทรรศน์ศาสตร์อิเล็กตรอน สวทช. มช. , 2550) ซึ่งมีการนำเอากล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (TEM) มาใช้ศึกษารายละเอียดของโครงสร้างผนังเรณูโดยนักพฤกษศาสตร์หลายท่าน เป็นต้นว่า เรืองยศ (2531) ได้ศึกษารายละเอียดของโครงสร้างผนังเรณูในมะม่วงพันธุ์แก้วกับมะม่วงพันธุ์อกร่อง ลีนจี่พันธุ์ฮวงฮวยกับพันธุ์โอเอี้ยะ และลำไยพันธุ์คอกับพันธุ์เบี้ยวเขียว และพันธุ์แก้ว Schlos (2000) ศึกษาโครงสร้างผนังเรณูพืชสกุล Dioscorea 4 ชนิด Claxton , F. *et al.*, (2004)ศึกษารายละเอียดของโครงสร้างผนังเรณูพืชในวงศ์ Quillajaceae และ Surianaceae จำนวน 9 ชนิด พบว่า ในเรณูของพืชที่มีช่องเปิดแบบผสม ผนังของ exine จะอยู่เหนือช่องเปิดค้ำใน และแสดงให้เห็นถึงความหนาของผนังแต่ละชั้น จากการศึกษาดังกล่าวมาทั้งสิ้นแสดงให้เห็นว่าการศึกษารายละเอียดของ โครงสร้างผนังเรณูภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (TEM) สามารถนำมาเป็นอีกเหตุผลหนึ่งเพื่อประกอบการจัดจำแนกพืชได้



ภาพ 2.16 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (JEOL jsm-5910LV)



ภาพ 2.17 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (JEOL jem-2010V)



ภาพ 2.18 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (Zeiss EM10)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright © Chiang Mai University  
All rights reserved