

## บทที่ 8 เห็ด รา (Fungi)

### ลักษณะทั่วไป

ราและเห็ดจัดเป็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่มีรงควัตถุสีเขียว (Chlorophyll) ไม่มีท่อลำเลียง ไม่มีราก และใบที่แท้จริงเซลล์อาจจะประกอบด้วยเซลล์เพียงเซลล์เดียวหรือหลายเซลล์ก็ได้ แต่มีนิวเคลียสที่แท้จริง โดยปกตรูปร่างของราจะเป็นเส้นใย ผนังเซลล์เป็นสารประกอบพวกไคติน (Chitin) พบดำรงชีวิตตามธรรมชาติทั้งแบบย่อยสลายซากพืชซากสัตว์ (saprophyte) และเป็นตัวเบียน (parasite) นักพฤกษศาสตร์บางท่านจัดราอยู่ในอาณาจักรพืช แต่เวียสซ์ (Weisz) และคิมบอล (Kimball) จัดเป็นพวกโพรทิสตา (Protista) วิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องของราโดยเฉพาะ เรียกว่า กิณวิทยา หรือ วิทยาเห็ดรา (Mycology)

สมัยก่อนได้รวมเห็ดรากับแบคทีเรียไว้ในกลุ่มเดียวกันเรียกว่า ฟังไจ (Fungi) เนื่องจากโครงสร้างที่คล้ายคลึงกัน คือ ไม่มีคลอโรพลาสต์ แต่ปัจจุบันแยกแบคทีเรียออกไปไว้กับสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน เพราะโครงสร้างของแบคทีเรียมีนิวเคลียส สารประกอบทางเคมีของผนังเซลล์ และลักษณะอื่น ๆ แตกต่างจากฟังไจ สมาชิกของฟังไจสามารถจำแนกโดยวิธีการอาศัยโครงสร้างผนังเซลล์ เป็นหลักได้ 2 คิวชัน

1. Division Myxomycota เป็นกลุ่มฟังไจที่ไม่มีผนังเซลล์
2. Division Eumycota เป็นกลุ่มฟังไจที่มีผนังเซลล์และจัดเป็นราที่แท้จริง

" ดินที่พอกหางหมูมีแต่จะเพิ่มมากขึ้น ๆ และถ่วงหมูให้กินอยู่หลับนอนไม่เป็นสุขฉันใด การงานที่ปล่อยทิ้งไว้คั่งค้าง ก็มีแต่จะยิ่งเพิ่มมากขึ้น และถ่วงความเจริญก้าวหน้าทั้งแก่ตนเอง และหมู่คณะฉันนั้น " (ทำงานไม่คั่งค้าง)

**ควิซันมิกโซไมโคตา**  
(Division Myxomycota)

**ลักษณะทั่วไป**

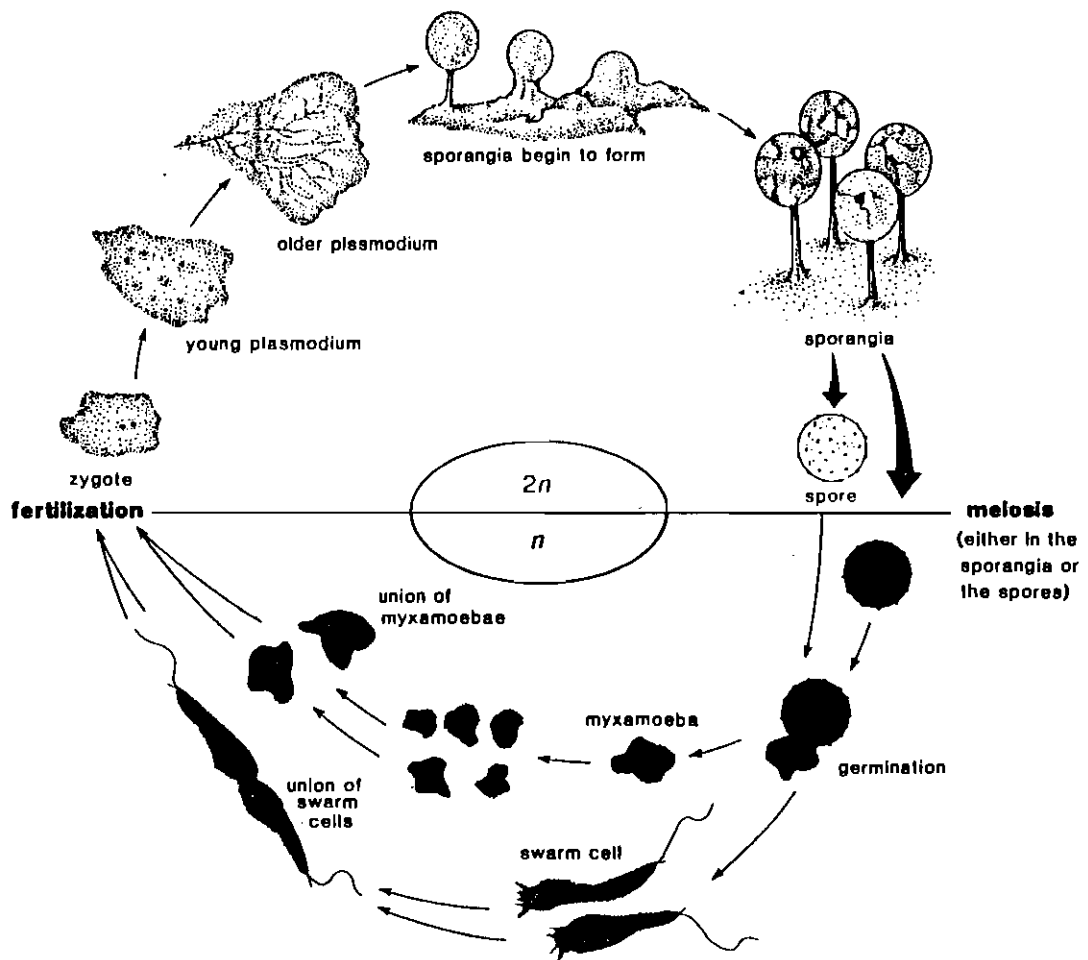
สิ่งมีชีวิตในควิซันนี้เป็นกลุ่มของราเมือก (Slime molds) จัดเป็นราชั้นต่ำที่ไม่มีเส้นใย (hyphae) ลักษณะโครงสร้างคล้ายทั้งพืชและสัตว์ เจริญเติบโตอยู่ตามพื้นที่ชื้นแฉะทั่วไป เช่น ตามกองไม้ผุ ตามพื้นดินที่ร่มชื้น ถ้าอาศัยลักษณะโครงสร้างของเซลล์เป็นหลัก สามารถจำแนกราเมือกได้ 4 ชั้น (Class)

1. **Class Acrasimycetes (Cellular slime molds)** จัดเป็นฟองใจที่โครงสร้างคล้ายอะมีบา ไม่มีผนังเซลล์ กินอาหารโดยเอาเซลล์โอบล้อมแบคทีเรีย เรียกว่า ซูโดพลาสโมเดียม (pseudoplasmodium) และสร้างอวัยวะสืบพันธุ์ (fruiting body) เช่น *Dictyostelium discoideum*

2. **Class Hydromyxomycetes (Net slime molds)** เป็นราเมือกที่มีเซลล์รูปกระสวย แหลมหัวแหลมท้าย มี 1 นิวเคลียสและมีเส้นสาขายื่นยาวออกจากเซลล์ ราเมือกจะก่อตัวเป็นตาข่ายที่แต่ละเซลล์สามารถลื่นไถลได้ เช่น *Labyrinthula macrocystis* เป็นตัวเบียน ใน *Zostera marina* (Celgrass) บางชนิดเป็นตัวเบียน (parasite) ในสาหร่าย (algae) หรือพืชชั้นสูง

3. **Class Myxomycetes (True slime molds)** เป็นราเมือกที่เซลล์มีโพรโทพลาซึมประกอบด้วยหลายนิวเคลียสเจริญเป็นตาข่าย เรียกว่า พลาสโมเดียม (Plasmodium) มีลักษณะเป็นเมือกชั้น สีขาว สีเหลือง สีส้ม หรือไม่มีสี เมื่อต้องการกินอาหาร พลาสโมเดียมจะขึ้นส่วนของโพรโทพลาซึมไปโอบล้อมแบคทีเรีย อวัยวะสืบพันธุ์ลดรูปเป็นสปอร์คล้ายฝุ่นผงแห้ง มักพบตามก้อนไม้ผุ ๆ ในช่วงฤดูใบไม้ร่วง

4. **Class Plasmodiophoromycetes (Endoparasitic slime molds)** เป็นราเมือกพวก naked plasmodium มักเจริญเติบโตอยู่ภายในเซลล์พืช และเป็นสาเหตุของโรค clubroot ในพืชตระกูลผัก (Cruciferous plants) เช่น *Plasmodiophora brassicae* ถูกปล่อยจากเซลล์ของชั้นคอร์เท็กซ์ (cortex) ของรากในระยะสร้างสปอร์ (resting spore)



ภาพที่ 13. วัฏจักรชีวิตของราเมือก (slime mold)  
 (ที่มา; Stern, 1987;314)

## ดิวิชันยูไมคอตา (Division Eumycota)

### ลักษณะทั่วไป

โครงสร้างของเซลล์ปกติลักษณะคล้ายพืช แต่ผนังเซลล์ไม่มีคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) สร้างสปอร์ไม่เคลื่อนที่ โดยทั่วไปลักษณะเป็นเส้นใย (Hyphae, เอกพจน์เรียก Hypha) ที่บอบบาง และพันกันยุ่งเป็นกระจุก ที่เรียกว่า ไมซีเลียม (Mycelium) ในธรรมชาติพบราดำรงชีวิตแบบ saprophytism หรือ parasitism หรือทั้งสองแบบขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ราในดิวิชันนี้จำแนกได้ 5 ชั้นดิวิชัน (Subdivision) ได้แก่

1. Subdivision Mastigomycotina
2. Subdivision Zygomycotina
3. Subdivision Ascomycotina
4. Subdivision Basidiomycotina
5. Subdivision Deuteromycotina หรือ Fungi Imperfecti

### 1. ชั้นดิวิชัน แมสติโกไมคอตินา (Subdivision Mastigomycotina)

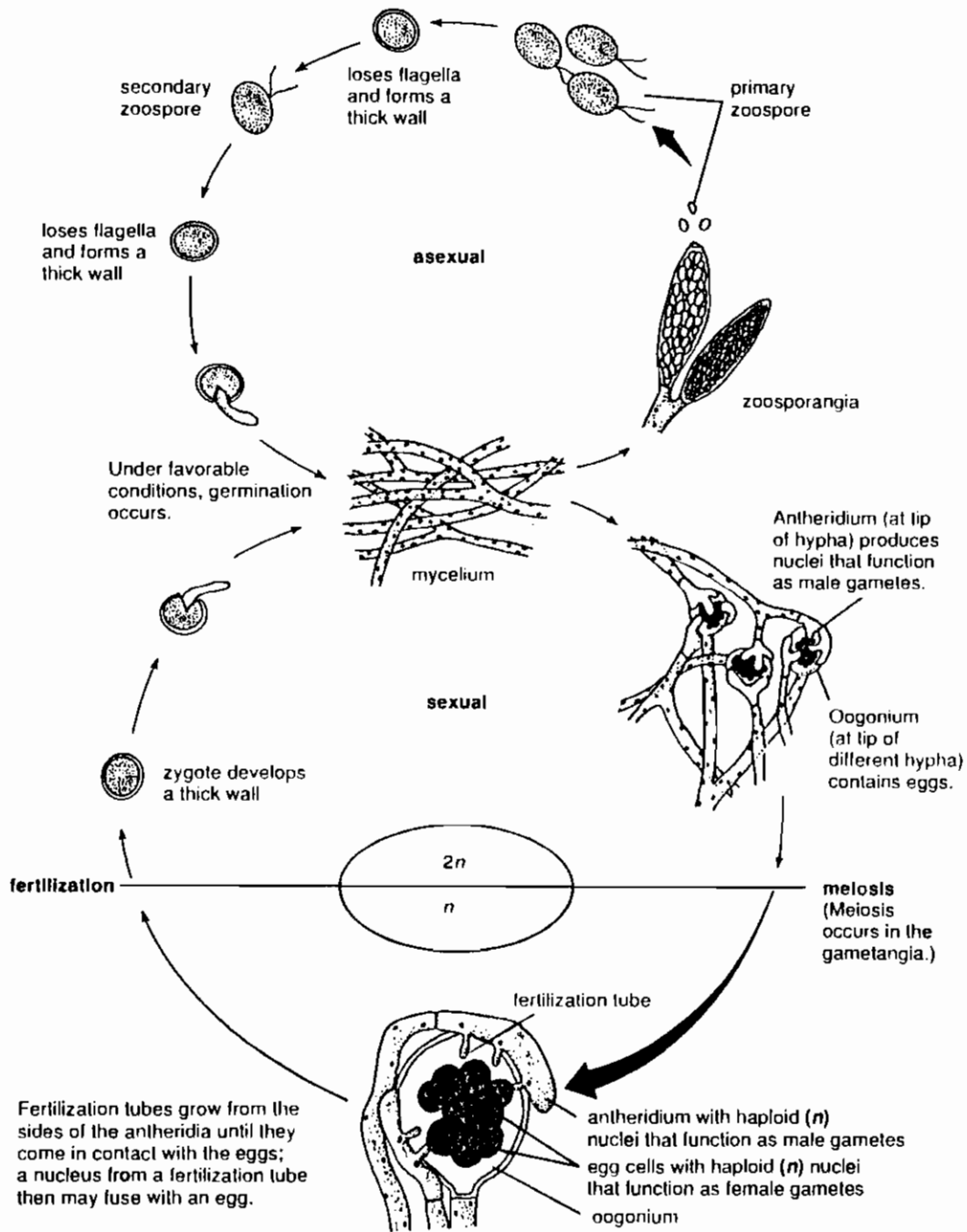
#### ลักษณะสำคัญ

ลักษณะสำคัญของราพวกนี้จะสร้างซุโอสปอร์ที่มีหนวด (flagella) จัดจำแนกได้ 2 ชั้น

1. **Class Chytridiomycetes** เซลล์ปกติเป็นเซลล์เดี่ยว (unicellular) ที่ค่อเป็นลูกโซ่สั้น มีไรซอยด์ (rhizoids) เจริญไปทำหน้าที่ดูดซึมอาหาร ผนังเซลล์ประกอบด้วยสารไคติน (chitin) และกลูแคน (glucan) เซลล์ปกติมีโครโมโซมชุดเดี่ยว (haploid) สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยสร้างซุโอสปอร์ที่เคลื่อนที่ได้โดยใช้หนวด ถ้าสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ที่เรียกว่า แกมีต เมื่อแกมีตรวมกันได้ไซโกต ในระยะพักตัวมีการแบ่งตัวแบบไมโอซิส สร้างเซลล์ใหม่ที่

มีโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่ง ราวในชั้นนี้ มักเป็นราที่อาศัยในน้ำ (aquatic fungi) ดำรงชีวิตแบบ saprophytism ถ้าอาศัยในดิน หรือเป็นปรสิต (parasite) ในพืชบก เช่น *Galpidium brassicae* เป็นตัวเบียนในรากพืชตระกูลผัก (Cruciferous plants) และ *Synchytrium rosia* เป็นราช่วยย่อยสลายเซลลูโลสในดิน

2. Class Oomycetes เซลล์ปกติมีลักษณะเป็นเส้นใยไม่มีผนังกัน ผนังเซลล์ประกอบด้วยเซลลูโลส และกลูแคน เซลล์ปกติมีโครโมโซมชุดคู่ (diploid) เมื่อสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศจะสร้างสปอร์ที่มีหนวด 2 เส้นช่วยในการเคลื่อนที่ สร้างอับสปอร์ (sporangium) ที่เกิดจากเส้นใยพิเศษเรียก ก้านชูอับสปอร์ (Sporangiophore) ในการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ สร้างอวัยวะสืบพันธุ์สองชุด ได้แก่ โครงสร้างสืบพันธุ์เพศเมียเรียกว่า โอโอโกเนียม โครงสร้างสืบพันธุ์เพศผู้ เรียกว่า แอนเทอริเดียม เซลล์สืบพันธุ์ทั้งสองเพศ เมื่อเข้าผสมกันได้ดั้นใหม่ซึ่งต่อไปจะสร้างสปอร์มีเพศ (Sexual spore) ที่เรียกว่า โอโอสปอร์ เพื่อสร้างเซลล์ในระยะพักตัว (resting stage) โดยการสร้าง germ tube หรือโดยการสร้างซูโอสปอร์ เพื่อสร้างเซลล์ปกติต่อไป ตัวอย่างราวในชั้นนี้จำแนกได้ 4 อันดับ มีสองอันดับที่สำคัญได้แก่ Order Saprolegniales เป็นพวกราน้ำ (water-molds) เช่น สกุล *Saprolegnia* และ Order Peronosporales เช่น สกุล *Pythium* สกุล *Phytophthora* และกลุ่มราแป้งน้ำค้าง (Downy mildew) ที่เป็นตัวเบียนในพืชชั้นสูง



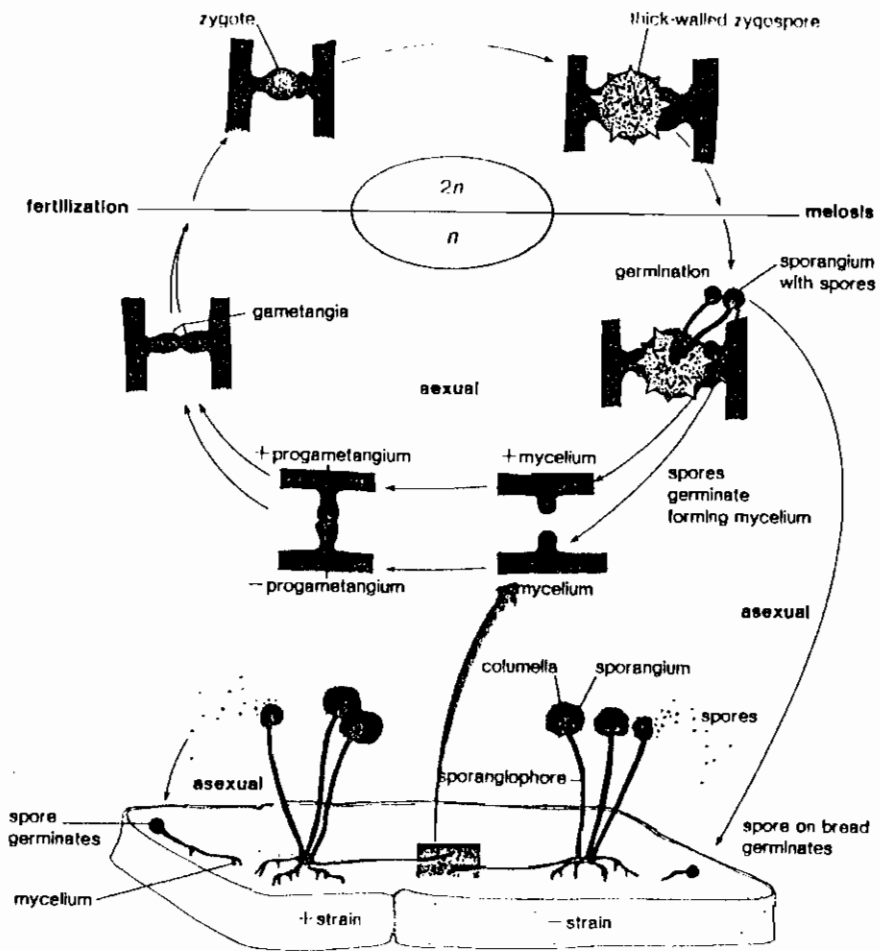
ภาพที่ 14. วงจรชีวิตของราน้ำ (water mold) สกุล *Saprolegnia*  
( ทั้มา; Stem, 1987;316)

## 2. subdivision ไซโกไมคอตินา (Subdivision Zygomycotina)

### ลักษณะสำคัญ

ลักษณะเซลล์ทั่วไปเป็นเส้นใยที่ไม่มีเยื่อชั้นผนังเซลล์ประกอบด้วยสารไคโทแซน (chitosan) และสารไคติน เซลล์ปกติมีโครโมโซมชุดเดียว สืบพันธุ์แบบไม่ใช้เพศ สร้างสปอร์ที่ไม่เคลื่อนที่อยู่ภายใน อับสปอร์ บนก้านชูอับสปอร์ ส่วนการสืบพันธุ์แบบใช้เพศสร้างอวัยวะสืบพันธุ์ (gametangia) สองเพศ เมื่อเซลล์สืบพันธุ์ทั้งสองเพศผสมกัน ได้ไซโกตที่มีโครโมโซม 2 ชุด ต่อมาพัฒนาเป็นไซโกสปอร์ แล้วจะแบ่งตัวแบบลดจำนวนโครโมโซมลงครึ่งหนึ่ง ได้เซลล์ใหม่เจริญต่อไป ตัวอย่างราในพวกนี้ได้แก่ Saprophytic fungi เช่น สกุล *Mucor* สกุล *Rhizopus* สกุล *Mortierella* สกุล *Zygorhynchus* สกุล *Pilaria* และสกุล *Pilobolus* บางชนิดเป็นตัวเบียนในแมลง (insects) ในพยาธิตัวกลม (nematodes) ในอะมีบา (amoeba) ราพวกนี้เดิมจัดอยู่ใน Class Zygomycetes และบางชนิดอาศัยอยู่ภายในกระเพาะของพวกอาร์โทรพอด (Arthropods) จัดอยู่ใน Class Trichomycetes พบในทะเล น้ำจืด หรือบนบก แต่พวกนี้ยังพบน้อยมาก

มหาสมุทรซึ่งเป็นที่ไหลมารวมกันของน้ำจากทุกสารทิศจะต้องมีระดับพื้นที่ต่ำกว่าพื้นที่ตรงคันน้ำ ทั้งหลายดินใด ผู้ที่ต้องการจะรับการถ่ายทอดคุณความดีจากบุคคลทั้งหลายก็จะต้องมีความอ่อนน้อมถ่อมตนก่อนดินนั้น (มีความถ่อมตน)



ภาพที่ 15. วัฏจักรชีวิตของรา สุกถ *Rhizopus* ซับควิซัน ไช โโกไมกอตินา  
( ทัมา; Stern, 1987;314)



### 3. ชั้นลิวชัน แอสโคไมคอตินา (Subdivision Ascomycotina)

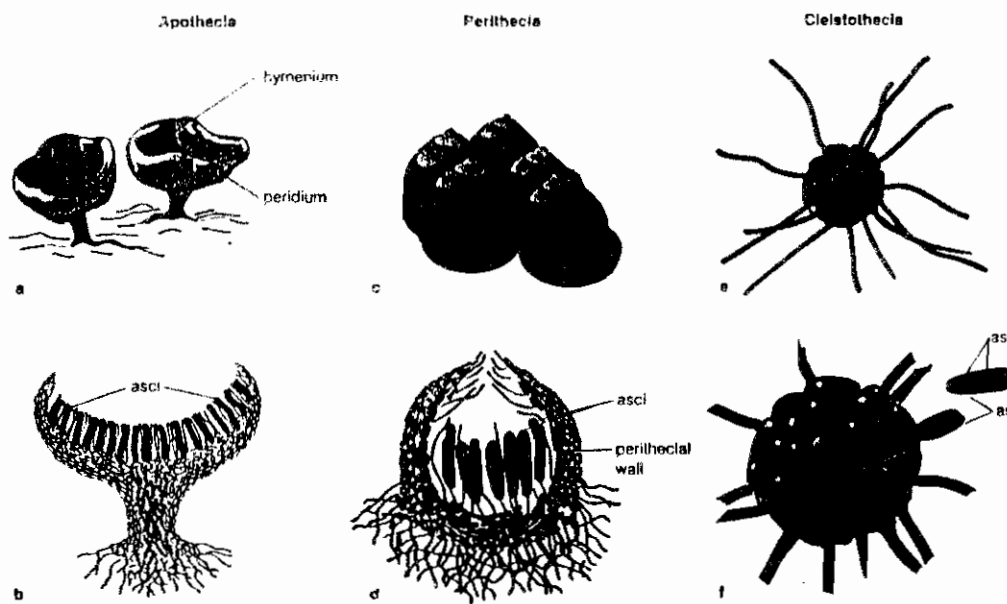
#### ลักษณะสำคัญ

ราในกลุ่มนี้จัดว่าเป็นราชั้นสูง (higher fungi) เพราะเส้นใยเป็นแบบมีเยื่อชั้น (septate hyphae) ซึ่งจัดว่าเป็นลักษณะที่วิวัฒนาการสูง พลังเซลล์ประกอบด้วยสารโคทิน และกลูแคน นิวเคลียสของเซลล์ปกติมีโครโมโซมชุดเดียว ส่วนมากดำรงชีวิตทั้งแบบ Saprophytism และแบบ parasitism บางชนิดเป็นเซลล์เดี่ยว เช่น ยีสต์ (Yeast) ในการสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศ เส้นใยของเซลล์ปกติ (somatic hyphae) จะสร้างเส้นใยพิเศษเรียกว่า Conidiophore ที่ปลายของ conidiophore จะมีผนังเป็นเยื่อชั้นมาตัดหลุดออกไปเป็นเซลล์ๆ ไป แต่ละเซลล์เรียก Conidia ส่วนการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ราจะสร้างอวัยวะสืบพันธุ์ (gametangium) ขึ้นที่ปลายเส้นใย ถ้าเป็นเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย เรียกว่า แอสโคโกเนียม (Ascogonium) ส่วนเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้เรียกว่า แอนเทอริเดียม (Antheridium) การผสมพันธุ์เกิดขึ้นโดยโปรโทพลาซึมของแอนเทอริเดียมเข้าไปผสมกับโปรโทพลาซึมของแอสโคโกเนียม แต่นิวเคลียสยังไม่รวมกัน เรียกว่า ไดแคเรียน (Dikaryon) ระยะเวลาเป็นการรวมตัวของโปรโทพลาซึมนี้ เรียกว่า พลาสมोगามิ (Plasmogamy) จากนั้นจะมีการงอกเส้นใยใหม่ออกจากแอสโคโกเนียม แต่ละเซลล์ของเส้นใยใหม่จะมีนิวเคลียส 2 อัน เซลล์ตอนปลายของเส้นใยใหม่นี้จะบวมพองออกเป็นถุงเก็บสปอร์เรียกว่า แอสคัส (ascus) เอกพจน์เรียก แอสไซ (asci) เรียกว่าเป็นการเกิดคาริโอแกมมี (karyogamy) ขึ้น คือ นิวเคลียส 2 อันภายในถุงเก็บสปอร์ จะรวมกันแล้วแบ่งตัวลดจำนวนลงครึ่งหนึ่งแบบไมโอซิส ไดนิวเคลียสใหม่ 4 อัน เรียงตัวอยู่ในถุงเก็บ สปอร์ ต่อมาโปรโทพลาซึมจะมาหุ้มล้อมรอบนิวเคลียส เกิดเป็นเซลล์ใหม่แต่ละอันทำหน้าที่เป็น สปอร์ เรียกว่า แอสโคสปอร์ (ascospore) ราแต่ละชนิดจะสร้างแอสโคสปอร์บรรจุภายในถุงเก็บ สปอร์ จำนวนตั้งแต่ 1 - 2 - 4 - 6 - 8 หรือ 16 สปอร์ จำนวนสปอร์ในถุงเก็บสปอร์ดูต่างๆจะมีค่าคงที่ตามชนิดของรา เมื่อถุงแตก แอสโคสปอร์จะปลิวออกมา ถุงเก็บสปอร์ที่เกิดขึ้นจะมารวมกันเป็นกลุ่มก้อนเกิดโครงสร้างพิเศษเรียกว่า แอสโคคาร์ป (ascocarp) หรือ แอสโคมาตา (ascomata) ซึ่งมีรูปร่าง 3 แบบ (ภาพที่ 16) ดังนี้

1. **Perithecium** เป็นแอสโคคาร์ปรูปร่างคล้ายคนโท ฐานของเพอริทีเซียม (perithecium) จะฝังลงในโฮสต์ (host)

2. **Cleistothecium** เป็นแอสโคคาร์ปรูปร่างกลม มีรยางค์ (appendage) ลักษณะต่าง ๆ กันขึ้นอยู่กับชนิดของราแต่ละสายพันธุ์

3. **Apothecium** เป็นแอสโคคาร์ปรูปร่างคล้ายถ้วย บริเวณปากถ้วยและภายในถ้วยมีถุงเก็บสปอร์ (ascus) เรียงอย่างเป็นระเบียบอยู่ภายในชั้นไฮเมนเนียม (hymenium) ด้านนอกของถ้วยมีกลุ่มเส้นใย (mycelium) พันหุ้มล้อมอยู่ เรียกว่า เพอริเดียม (Peridium) กลุ่มเส้นใยที่อยู่ภายในถ้วยเรียกว่า ไฮฟี (Hyphae) เป็นเส้นใยที่สร้างถุงเก็บสปอร์ ส่วนพาราไฟซิส (paraphysis) จัดเป็นเส้นใยที่เป็นหมัน (sterile hyphae)



ภาพที่ 16. แสดงลักษณะ โครงสร้างของแอสโคคาร์ปแบบต่าง ๆ  
( ทิม่า; Rost et al, 1998;334)

## ตัวอย่างราในจับฉิวชั้น แอสโคไมโคตินา

1. ยีสต์ (Yeast) จัดเป็นรากลุ่มหนึ่ง ทั้งที่ยีสต์มีลักษณะเป็นเซลล์กลมเดี่ยวๆ บางครั้ง เซลล์จะมาเรียงตัวเป็นสายเรียกว่า ซูโดไมซีเลียม (pseudomycelium) สืบพันธุ์โดยการแตกหน่อ (budding) เช่น สกุล *Saccharomyces*

2. สกุล *Aspergillus* เป็นราสกุลหนึ่งสร้างเส้นใยแบบมีเข็ช้กัน และแตกกิ่งก้านสาขาได้ สืบพันธุ์แบบไม่มีเพศ โดยปลายเส้นใยที่ชูตั้งขึ้นจะพองออกกระเปาะเรียกว่า เวสซิเคิล (Vesicle) ผนังด้านนอกของเวสซิเคิล (vesicle) จะแตกกิ่งแหลมเรียกว่า สเตอริกมา (Sterigma) ขึ้นออกไป ตอนปลายสร้างสปอร์แบบไม่มีเพศ เรียกว่า โคนิดิโอสปอร์ (Conidiospore) ซึ่งมีคุณสมบัติพิเศษสามารถสร้างสารพิษชื่อแอลฟา ท็อกซิน (alpha toxin) ได้

3. สกุล *Penicillium* เป็นราอีกสกุลหนึ่งสร้างเส้นใยแบบมีเข็ช้กัน กลุ่มเส้นใยแตกกิ่งก้านได้และจะสร้างก้านชูอับสปอร์แบบไม่มีเพศ (conidiophore) ที่บริเวณปลายสุด เรียกว่า สเตอริกมา (Sterigma) ซึ่งตอนปลายเกิดเป็นอับสปอร์ (conidia) สร้างสปอร์แบบไม่มีเพศ เรียกว่า โคนิดิโอสปอร์ ส่วนการสืบพันธุ์แบบมีเพศจะสร้างแอสโคคาร์ปรูปกลม (cleistothecium)

4. สกุล *Erysiphae* เป็นสกุลราที่เป็นสาเหตุให้เกิดโรคราแป้งขาว (powdery mildew) กับพืชตระกูลแตง โดยราพวกนี้จะสร้างเส้นใยแทงเข้าไปคู่น้ำและอาหารจากเนื้อเยื่อของผู้ให้อาศัยเรียกเส้นใยนั้นว่า รากเบียน (haustoria) แล้วชูเส้นใยออกมานอกผิว พร้อมทั้งสร้างโคนิเดีย ถ้าสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจะสร้างแอสโคคาร์ปรูปกลม

“ ต้นไม้ที่ให้ผลและร่มเงา นอกจากจะได้ชื่อว่าเป็นไม้ที่มีประโยชน์แล้ว ย่อมได้รับการดูแลใส่ปุ๋ย พรวนดินยิ่ง ๆ ขึ้นไปอีกฉันใด ผู้ที่รู้จักให้ทาน นอกจากจะได้ชื่อว่าเป็นคนมีประโยชน์แล้ว ย่อมได้รับการยกย่องสรรเสริญช่วยเหลือสนับสนุน จากคนทั้งหลายอีกฉันนั้น ” (บำเพ็ญทาน)

#### 4. ชาติวิธาน เบซิไดโอไมโคตินา

(Subdivision Basidiomycotina)

##### ลักษณะสำคัญ

ราพวกนี้ได้แก่ เห็ดชนิดต่างๆที่สร้างเส้นใยเป็นแบบมีเยื่อกัน (septate hyphae) และแตกกิ่งก้านได้มาก ผนังเซลล์ประกอบด้วยสารไคตินและกลูแคน เซลล์ปกติประกอบด้วยนิวเคลียสที่มีโครโมโซมชุดเดียว ลักษณะของรูปร่าง ขนาด และสรีรวิทยาแตกต่างกันมาก คาดว่าสมาชิกเห็ดมีประมาณ 2,500 ชนิด บางชนิดสร้างสปอร์แบบไม่มีเพศได้หลายแบบ บางชนิดไม่สร้างสปอร์แบบไม่มีเพศ บางชนิดทำให้เกิดโรคแก่คนและพืชอื่น การสืบพันธุ์แบบมีเพศของเห็ดจะไม่สร้างอวัยวะเพศ (gametangium) หรืออวัยวะสืบพันธุ์พิเศษเพียงแต่เซลล์ใดเซลล์หนึ่งจะทำหน้าที่เป็นเซลล์สืบพันธุ์ ที่ผสมกับแบบคอนจูเกชันได้ 3 แบบ คือเป็นการรวมตัวของเส้นใยธรรมดา เป็นการรวมตัวของเซลล์พิเศษสองเซลล์ และการรวมตัวของเส้นใยที่ทำหน้าที่เป็นผู้รับ เรียกว่า Receptive hypha กับเซลล์ที่ทำหน้าที่เป็นผู้ให้ เรียกว่า สเปออร์มาเทีย (Spermatia) หลังจากเกิดคอนจูเกชันกันแล้วจะได้เซลล์ที่ประกอบด้วยสองนิวเคลียส เรียกว่า ไดคาริออน เซลล์ (Dikaryon cell) และเมื่อเกิดคาริโอแกมี (karyogamy) แล้ว จะได้เซลล์พิเศษเรียกว่า เบซิเดียม (Basidium) บรรจุอยู่ภายในดอกเห็ด (basidiocarp) ที่ปลายเส้นใยเบซิเดียมจะสร้างสปอร์ที่มีจำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่ง เรียกว่า เบซิไดโอสปอร์ (Basidiospore) เป็นสปอร์แบบมีเพศที่จะถูกดันออกสู่ภายนอก เบซิเดียมมี 3 ลักษณะ ได้แก่ ลักษณะเซลล์เดี่ยว ๆ รูปกล้วย (club shape cell) ลักษณะเป็นเส้นสายสั้น ๆ ที่มีเบซิไดโอสปอร์อยู่ภายนอกและลักษณะเป็นเซลล์ 4 เซลล์ เรียงตัวเป็นสาย แล้วสร้างสเตอริกมา (sterigma) และมีการสร้างสปอร์ 3 ระยะ ได้แก่

1. **Primary mycelium** เป็นไมซีเลียมที่งอกออกมาจากสปอร์ชนิดแฮปลอยด์ (haploid) และยังเป็นไมซีเลียมที่มีเยื่อกันด้วย
2. **Secondary mycelium** เป็นไมซีเลียมที่เกิดจาก primary mycelium ที่เกิดการแบ่งพลาสมา (plasmogamy) ที่ยังไม่เกิดการแบ่งนิวเคลียส (karyogamy)
3. **Tertiary mycelium** เมื่อเส้นใย secondary mycelium รวมตัวเป็นกลุ่มก้อนอัดกันแน่น

เป็นอวัยวะสืบพันธุ์ (fruiting body) ที่เรียกว่า เบซิไดโอคาร์ป (Basidiocarp)

#### การจัดจำแนกเห็ด

เห็ดในชั้นคีวิชั้น เบซิไดโอไมคอตินา จำแนกได้ 3 ชั้น (Classes) ตามลักษณะการเรียงตัวของ เบซิเดียม (basidia) ภายในดอกเห็ด (basidiocarp)

1. Class *Teliomycetes* ไม่มีเบซิไดโอคาร์ป แต่สร้างเบซิเดียม (basidia) มักพบในราที่อาศัยบนพืชชั้นสูง เช่น ราสนิมบนใบข้าวสาลี

2. Class *Hymenomycetes* สร้างเบซิไดโอคาร์ป ภายในบรรจุเบซิเดียมเรียงอยู่ในชั้นไฮเมเนียม แต่จะหลุดเมื่อแก่เต็มที่

3. Class *Gasteromycetes* สร้างเบซิไดโอคาร์ป และเบซิเดียมอยู่ภายใน แม้จะเติบโตจนแก่จัดและสมบูรณ์เต็มที่ก็ตาม

#### ตัวอย่างเห็ดรา

1. เห็ดฟาง (*Volvariella volvacia*) เส้นใยระยะเริ่มแรก (primary mycelium) เจริญอยู่ใต้พื้นผิวดินรองรับ (substrate) ต่อมาจะเกิดดอกเห็ด (basidiocarp) รูปทรงกลมขนาดเล็ก ๆ โผล่ขึ้นมาเหนือแหล่งอาศัย เรียกระยะนี้ว่า ระยะสร้างตุ่ม (button stage) ต่อไปจะเจริญเติบโตขยายตัวใหญ่ขึ้นเป็นดอกเห็ด เรียกว่า mushroom ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ได้แก่ หมวกเห็ด (cap) ก้าน (stalk หรือ stipe) เมื่อหมวกเห็ดบานออกจะเกิดเข็บบาง ๆ ติดอยู่ที่ก้านเป็นวง เรียกว่า ring ซึ่งมักพบในเห็ดที่มีพิษ ถ้าเป็นเห็ดฟางจะไม่พบเข็บบางรอบก้าน (ring) ได้หมวกเห็ดประกอบด้วยเข็บบาง ๆ คล้ายครีบ เรียกว่า เหงือก (gill) จำนวนมากเรียงตัวแบบรัศมี ถ้านำส่วนเหงือกมาผ่าตัดตามขวางจะพบกลุ่มเส้นใยอัดตัวกันแน่นที่ผิว ผิวเป็น ไมซีเลียมที่เรียกว่า ไฮเมเนียม (hymenium) ภายในบรรจุเบซิเดียมที่ประกอบด้วยเบซิไดโอสปอร์และ เส้นใยพาราไฟซีสรวมตัวกันอยู่

2. ราสนิมบนข้าวสาลี (*Puccinia graminis*) เป็นราที่ก่อให้เกิดโรคกับพืชพวกธัญพืช จัดอยู่ใน Class *Teliomycetes* ช่วงหนึ่งของวงจรชีวิตจะสร้างสปอร์สีแดงสนิมบนใบของต้นข้าวสาลี ราสนิมนี้อาศัยอยู่ในผู้ให้อาศัย (host) 2 ชนิด วงชีวิตเริ่มจากต้นบาร์เบอร์รี่ (barberry) โดยเบซิไดโอสปอร์ปลิวมาตกผิวใบและเจริญเติบโตบนใบบาร์เบอร์รี่ (barberry leaf) สร้างสปอร์มาเทีย (spermatia) ลักษณะคล้ายเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ (male sex cell) และเส้นใยทำหน้าที่เป็นผู้รับ (receptive hypha) ลักษณะคล้ายเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย (female sex cell) รวมตัวกันและงอกเส้นใย

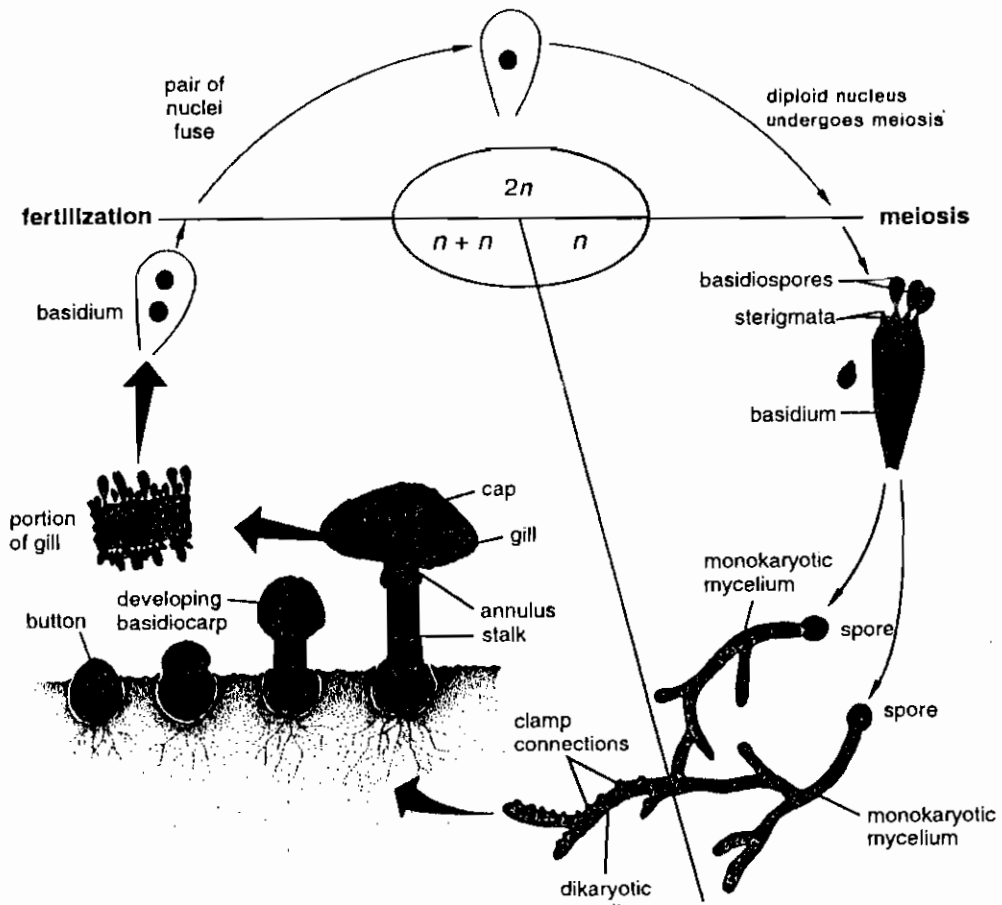
ชั้นสอง (secondary mycelium) ซึ่งแต่ละเซลล์มีนิวเคลียสที่มีโครโมโซมเป็นคู่ (diploid nucleus) เจริญอยู่ในเนื้อเยื่อพารากิมา (parenchymatal tissue) ของใบ จากนั้นเส้นใยจะเจริญแทงลงมาที่ผิวใบด้านล่างเกิดเป็นรอยแผลเรียกว่า อีเซียลซอร์ส (Aecial sorus) ภายใต้นี้จะสร้างสปอร์ไม่มีเพศที่เรียกว่า เอซิโอสปอร์ (aeciospores) ซึ่งมีลักษณะกลม ๆ เป็นจำนวนมาก เมื่อเอซิโอสปอร์แก่จัดจะปลิวไปตกบนใบของต้นข้าวสาลี แล้วงอกเส้นใยเข้าไปภายในปากใบ สร้างสปอร์ผนังหนามีหนามแหลมโดยรอบ เรียกสปอร์นี้ว่า ยูริดิโอสปอร์ (urediospores) ซึ่งจะอยู่เป็นรวมกลุ่มภายในโครงสร้างที่เรียกว่า ยูริดิเนียล ซอร์ส (Uredinial sorus) ทำให้เห็นเป็นสีสนิม เมื่อสปอร์แก่จัดงอก กลุ่มเส้นใยที่เซลล์มี 2 นิวเคลียส เรียกกลุ่มเส้นใยนี้ว่า เทลิโอสปอร์ (Teliospore) ซึ่งมีลักษณะเป็นสปอร์ที่ประกอบด้วยเซลล์ 2 เซลล์ แต่ละเซลล์บรรจุนิวเคลียส 2 นิวเคลียสอยู่ภายใน จากนั้น นิวเคลียสทั้งสองจะรวมตัวกันแล้วงอกเบซิเดียม (basidium) เป็นเส้นสายที่เกิดเซลล์เรียงตัวกัน 4 เซลล์ แต่ละเซลล์จะสร้างสเทอริกมา และเบซิดิโอสปอร์ ซึ่งจะมี strain(-) จำนวน 2 สปอร์ เบซิดิโอสปอร์จะปลิวไปตกบนดินบาร์เบอร์ แล้วงอกเป็นเส้นใยเช่นเดิม บางครั้งเทลิโอสปอร์อาจจะตกบนดินแล้วงอกเป็นสายของเบซิเดียมบนดินก็ได้

#### 5. ชาติวิชัน คิวเทอโรไมคอตินา

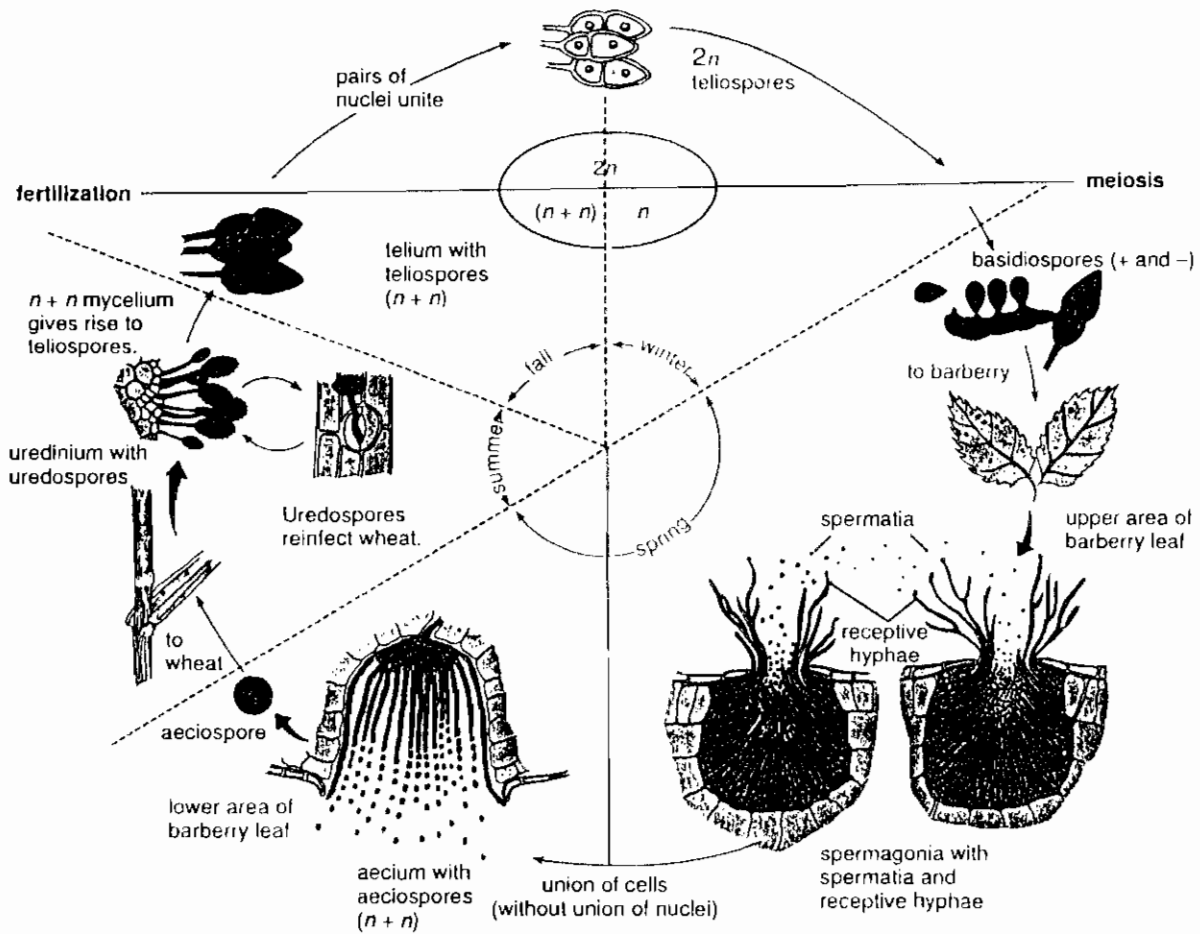
(Subdivision Deuteromycotina)

#### ลักษณะสำคัญ

สมาชิกของราในชาติวิชันนี้เป็นกลุ่มราที่ชีวประวัติยังทราบไม่สมบูรณ์ (Fungi imperfecti) หรือเป็นราที่ยังไม่จัดจำแนก เพราะยังไม่ทราบระยะการสืบพันธุ์แบบมีเพศที่แท้จริง มักเป็นราที่มีเส้นใยแบบมีเยื่อกัน บางครั้งมีเซลล์เดี่ยว เช่น ยีสต์บางชนิด มักทราบแต่ได้มีการสืบพันธุ์แบบไม่ใช้เพศโดยการสร้างโคนิเดีย (conidia) เช่น ราในกลุ่มของ Subdivision Ascomycotina และ Subdivision Basidiomycotina ก็ได้ บางครั้งเป็นราที่ทำการสืบพันธุ์ด้วยการเกิดการแตกหักของเส้นใย (fragmentation of hyphae) หรืออาจสร้างโครงสร้างซับซ้อน ได้แก่ สกุล *Coremia* พบการสร้าง pycnidia ในสกุล *Phomopsis* หรือ สกุล *Acesvuli* พบในพวก *Gloeosporium*



ภาพที่ 17. วงจรชีวิตของเห็ด (Mushroom) ในชั้นดิวิชั่นเบซิดิโอไมโคตรินา  
(ที่มา ; Stern, 1987: 329)



ภาพที่ 18. วงจรชีวิตของราสนิมบนข้าวสาลี (*Puccinia graminis*)

(ทีมา ; Stern,1987: 333)