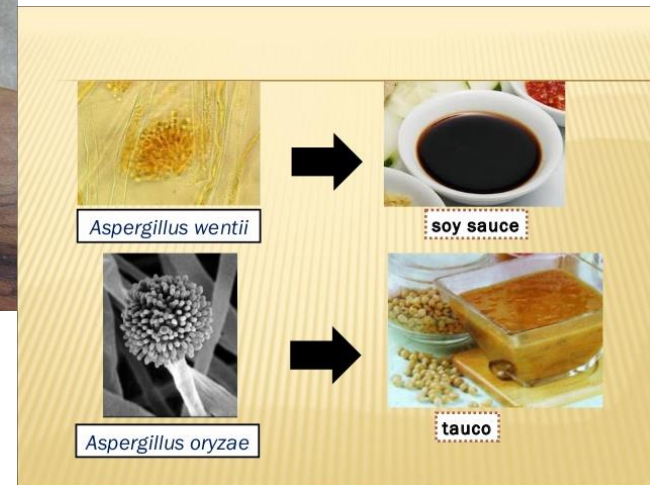


บทที่ 3

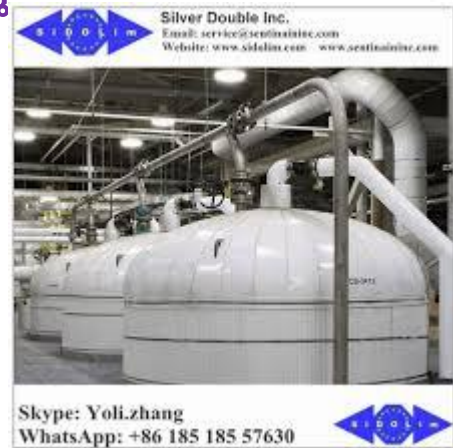
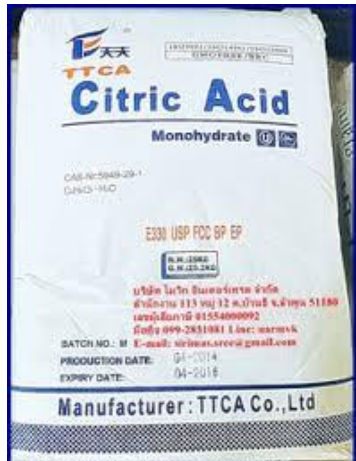
ราที่มีความสำคัญทางอาหาร

(Fungi Important in Food Microbiology)



เชื้อรา (Fungi)

- จัดเป็นจุลินทรีย์ชนิดยูคาริโอต ที่ไม่มีคลอโรฟิลล์ สร้างอาหารเองไม่ได้ มีทั้งที่เป็นเซลล์เดี่ยวหรือหลายเซลล์ จัดเป็นจุลินทรีย์กลุ่มเฮเทอโรโทรฟซึ่งต้องการอินทรีย์สารเป็นอาหาร ส่วนใหญ่ดำรงชีวิตแบบซาโพรไฟต์ด้วยการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่เน่าเปื่อยให้เป็นโมเลกุลที่เล็กลงแล้วดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย พวกที่มีหลายเซลล์นั้น แต่ละเซลล์จะมาต่อกันเป็นเส้นใย (**Hypha**) ที่อาจจะแตกแขนงหรือไม่มีการแตกแขนง มีการสืบพันธุ์ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ เชื้อราในปัจจุบันมีความสำคัญทั้งในด้านการแพทย์เพื่อใช้ผลิตยาปฏิชีวนะ นอกจากนี้ยังมีความสำคัญในทางอุตสาหกรรม เช่น การทำเบียร์ การผลิตกรดซิตริก การทำซีอิ๊ว เป็นต้น เห็ด รา และยีสต์ จัดอยู่ในกลุ่มฟังไจซึ่งนอกจากจะมีประโยชน์แล้วยังมีโทษได้เช่น ทำให้อาหารเน่าเสียได้ และเป็นสาเหตุของโรคต่าง ๆ เช่น กลาก เกื้อน เป็นต้น



โรคผิวหนังจากเชื้อรา ที่มากับหน้าร้อน

กลาก  เกิดจากการสัมผัสหรือ ไข่ของร่วมกับผู้ป่วย ผิวหนังเปื่อยขึ้นมาบวมบอบที่ลำตัว เท้า ขาหนีบ มีลักษณะเป็นวงของสีแดงนูนเล็กน้อย มักมีอาการคัน จะเกิดในขณะที่เราตัวเปียกอยู่เป็นเวลานาน	เกื้อน  เกิดตามผิวหนังที่มีดอมไอน้ำมันมาก หรือออกมาก ลักษณะเป็นวงแบบราบ สีต่างกัน แต่ไม่คันจะเกิดช่วงอากาศร้อน ขณะที่ยังออกเยอะ เช่น หลังเล่นกีฬา หรือ ออกกำลังกาย อยู่กลางแจ้งเป็นเวลานาน
--	--

โครงสร้างและหน้าที่ของเรา

- ราสาย (**Mold**) มีหลายเซลล์ (**Multicellular Fungi**) มาเรียงเป็นเส้นใย (**hypha**) กลุ่มของเส้นใยเรียกว่าไมซีเลียม (**Mycelium**)

- **1.1** แคปซูล (**Capsule**) เป็นสารพอลิเมอร์ไฮเดรต สามารถป้องกันการถูกจับกินโดยเม็ดเลือดขาว

- **1.2** ผนังเซลล์ (**Cell Wall**) เป็นสารพอลิเมอร์ไฮเดรตประกอบไปด้วย เฮมิเซลลูโลสหรือไคติน ถ้าเป็นราชันตำผนังเซลล์จะเป็นเซลลูโลส

- **1.3** เยื่อหุ้มเซลล์ (**Cell Membrane**) ประกอบด้วยฟอสโฟไลปิด (**Phospholipid**) และโปรตีน (**Protein**) เพื่อควบคุมการเข้าออกของสาร

- **1.4** เอนโดพลาสมิก เรทติคูลัม (**Endoplasmic Reticulum**) ประกอบด้วย เอนโดพลาสมิก เรทติคูลัมแบบเรียบ (**Smooth Endoplasmic Reticulum**) และ เอนโดพลาสมิก เรทติคูลัมแบบขรุขระ (**Rough Endoplasmic Reticulum**) มีหน้าที่ในการสังเคราะห์โปรตีน

- **1.5** กอลจิ คอมเพล็กซ์ (**Golgi Complex**) มีหน้าที่เกี่ยวกับการสร้างสารคัดหลั่ง

- **1.6** ไมโทคอนเดรีย (**Mitochondria**) มีหน้าที่เกี่ยวกับการสร้างพลังงาน

- **1.7** พลาสติด (**Plastid**) มีหน้าที่เกี่ยวกับการสะสมอาหาร

- **1.8** ไรโบโซม (**Ribosome**) มีหน้าที่เกี่ยวกับการสังเคราะห์โปรตีน

โครงสร้างของเชื้อรา **Mucor**

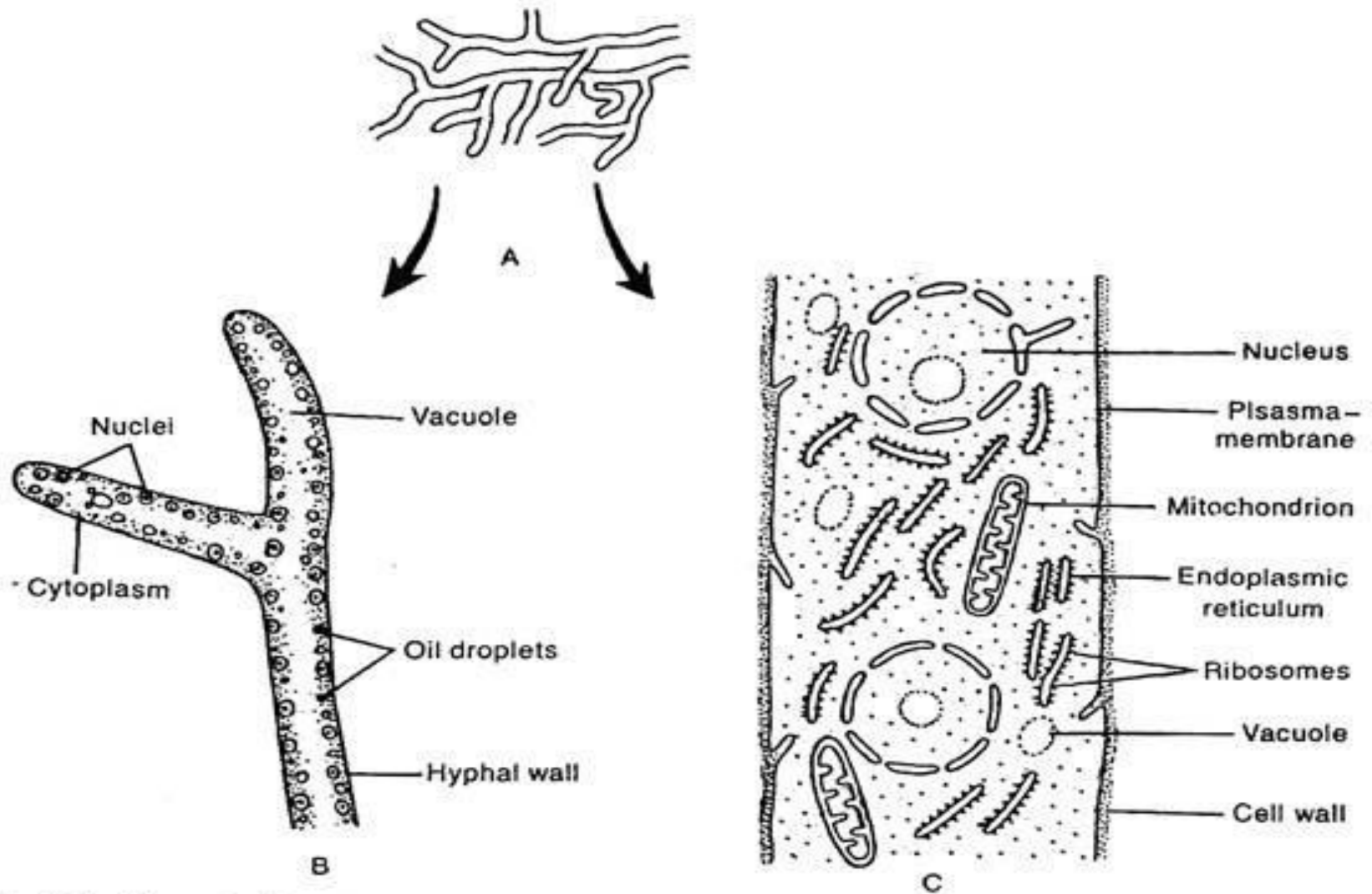
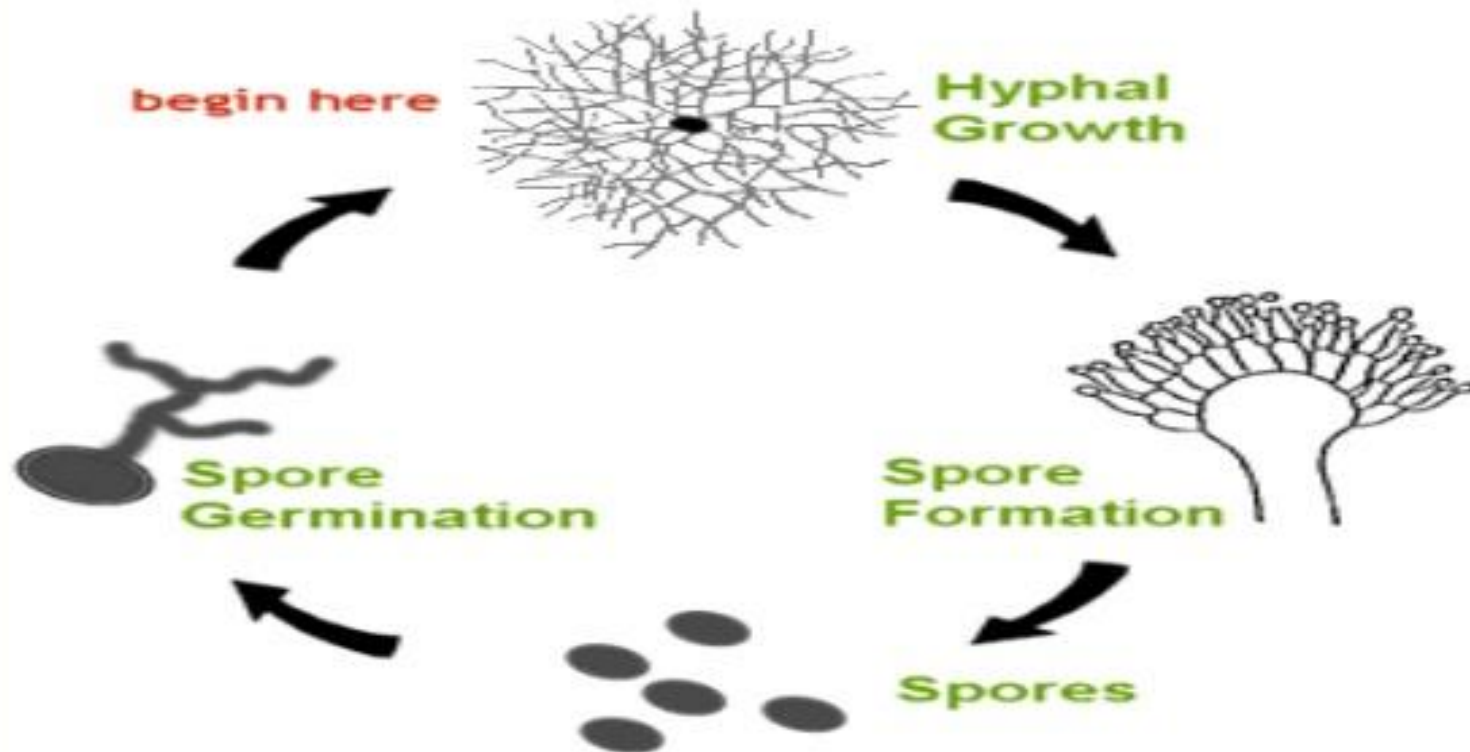


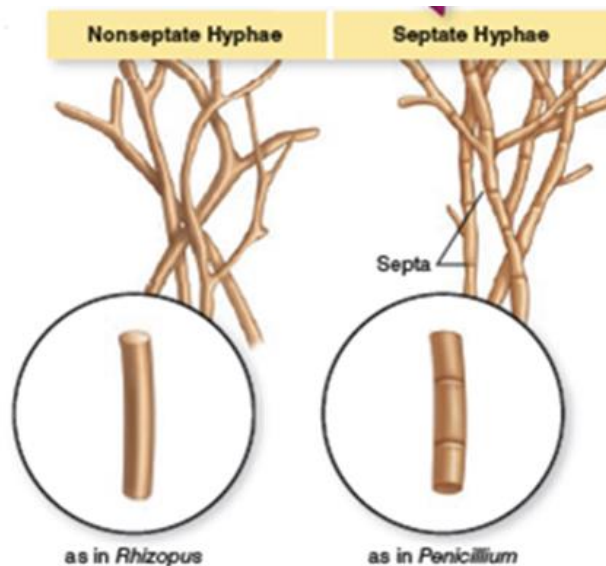
Fig. 4.27 : *Mucor* : A. Vegetative mycelium, B. Portion of hypha under light microscope, C. Portion of hypha under electron microscope

Hyphal Growth



ชนิดของเส้นใยรา (Hypha)

- ชนิดของเส้นใยรา (Hypha)
- เชื้อราหลายเซลล์มาเรียงกันเป็นเส้นใย ประกอบด้วยผนังเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์และช่องว่างภายในที่บรรจุไซโตพลาสซึม แบ่งเป็น 2 ชนิด (ภาพที่ 3.1) คือ
- **2.1 มีผนังกัน (Septate-Hypha)** ผนังกันของเชื้อราเราเรียกว่าผนังกัน (Septum) มี 1 นิวเคลียสต่อ 1 เซลล์ พบในราพวก *Penicillium sp.* และ *Aspergillus sp.* เป็นต้น
- **2.2 ไม่มีผนังกัน (Non-Septate Hypha)** มีการยึดตัวของเส้นใยด้านปลาย มีการแบ่งตัวโดยเว้าเข้ามาในเซลล์เกิดเป็นผนังที่ไม่สมบูรณ์ (Adventitious Septum) เพราะมีรูตรงกลางผนัง ทำให้นิวเคลียสไหลปะปนกับโปรโตพลาสซึม โดยจะมีนิวเคลียสหลายอันในแต่ละเซลล์ เช่น *Rhizopus sp.*

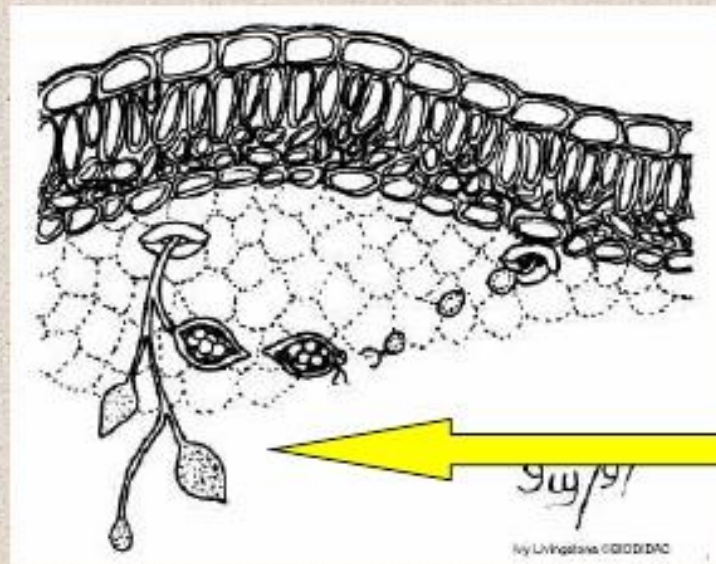


- เชื้อราจัดอยู่ในอาณาจักรเห็ดรา (**Kingdom Fungi**) ไฟลัม ยูไมโคไฟตา (**Eumycophyta**) แบ่งเป็น 4 ชั้นคือ
- 1. ชั้นไฟโคไมซีตีส (**Class phycomycetes or chytridiomycetes**) เป็นราที่มีรูปร่างและการสืบพันธุ์คล้ายสาหร่าย แบ่งตามสายวิวัฒนาการได้เป็น 3 กลุ่ม คือ
- **1.1** กลุ่มที่อยู่ในน้ำ (**Aquatic Type**) เป็นราที่มีวิวัฒนาการต่ำสุด เชื่อว่าอาจมีบรรพบุรุษมาจากสาหร่ายแต่ได้สูญเสียดอกโรฟิลล์ไป รูปร่างมีหลายประเภทเช่น เซลเดี่ยวและเส้นใย บางชนิดเป็นปรสิตอยู่ร่วมกับสาหร่ายหรือพืชน้ำ บางชนิดดำรงชีวิตแบบผู้ย่อยสลาย ราเหล่านี้มีลักษณะที่สำคัญคือจะมีการสร้างซุโอสปอร์ อาจมีเส้นเดี่ยวหรือ 2 เส้นแล้วแต่ชนิดของรา ตัวอย่างราประเภทนี้คือ ราน้ำ (**Water Mold**)

Water Molds -- Oomycota

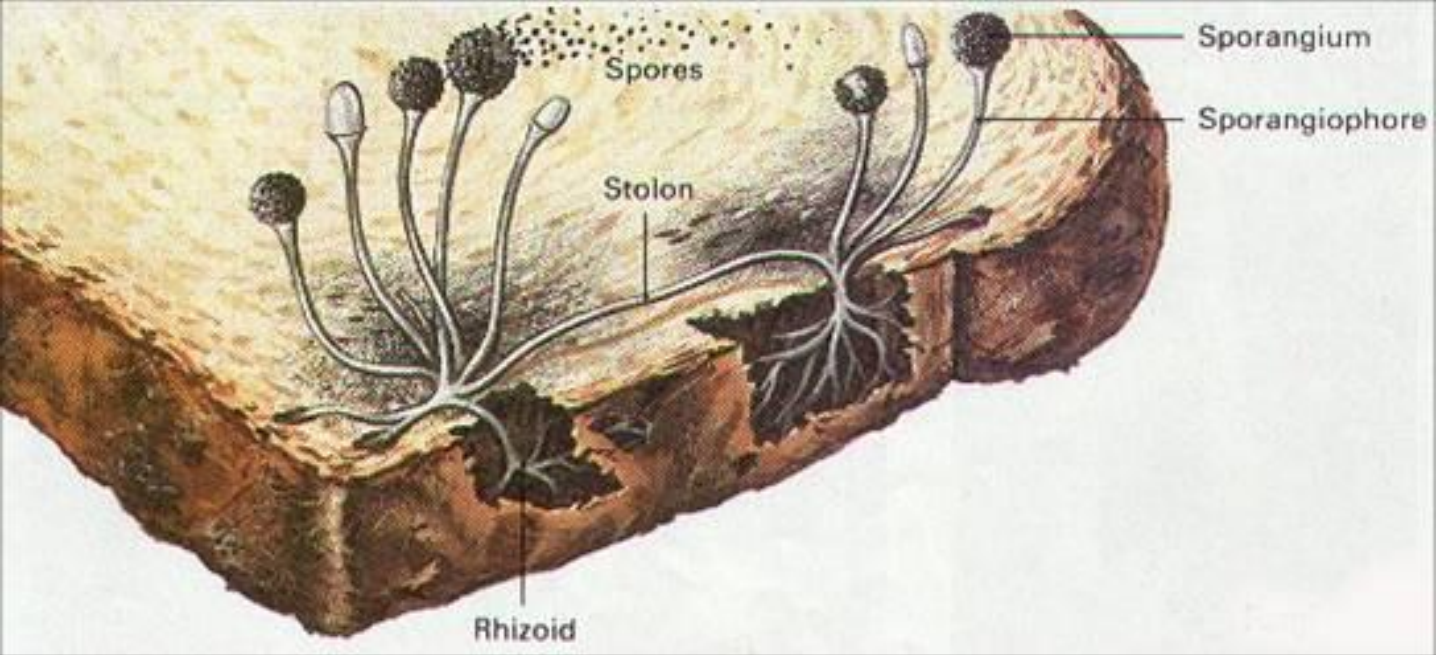
The water molds are better known as the MILDEWS. Fish tank fuzz is an example.

Protist-like mold because share common characteristics with plant-like protists, such as the cell wall.

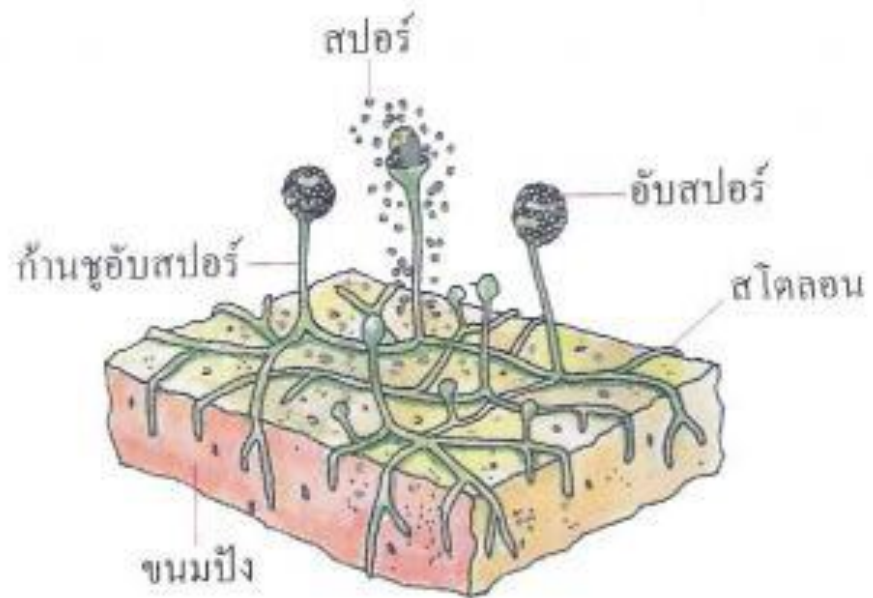


- **1.2** กลุ่มครึ่งบกครึ่งน้ำ (**Amphibious Type**) ราวพวกนี้ในภาวะปกติจะสร้างซุโอสปอร์เช่นเดียวกับพวกแรก แต่หากเกิดสภาวะที่ไม่เหมาะสมเช่น สภาวะแห้งแล้ง ส่วนที่เป็นซุโอสปอร์แรงเจียมจะหลุดออกมาจากเส้นใยและงอกเป็นสายสั้น ๆ เรียกว่า เจริม์ ทูบ (**Germ Tube**) ซึ่งต่อไปจะเจริญเป็นกระจุกใยรา ตัวอย่างราวพวกนี้คือ ไฟทอไฟทอรา (**Phytophthora**)

— กลุ่มที่อยู่บนบก (**Terrestrial Type**) เป็นราที่มีวิวัฒนาการสูงสุดในบรรดาราที่อยู่ในชั้นนี้ การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศจะสร้างสปอร์ที่มีผนังหนาและเคลื่อนที่ไม่ได้ เพราะไม่มีแฟ้เซลล์ คล้ายเท้าน้ำหรือสาหร่าย สปไปโรไรรา ตัวอย่างได้แก่ ราดำและราขนมปัง



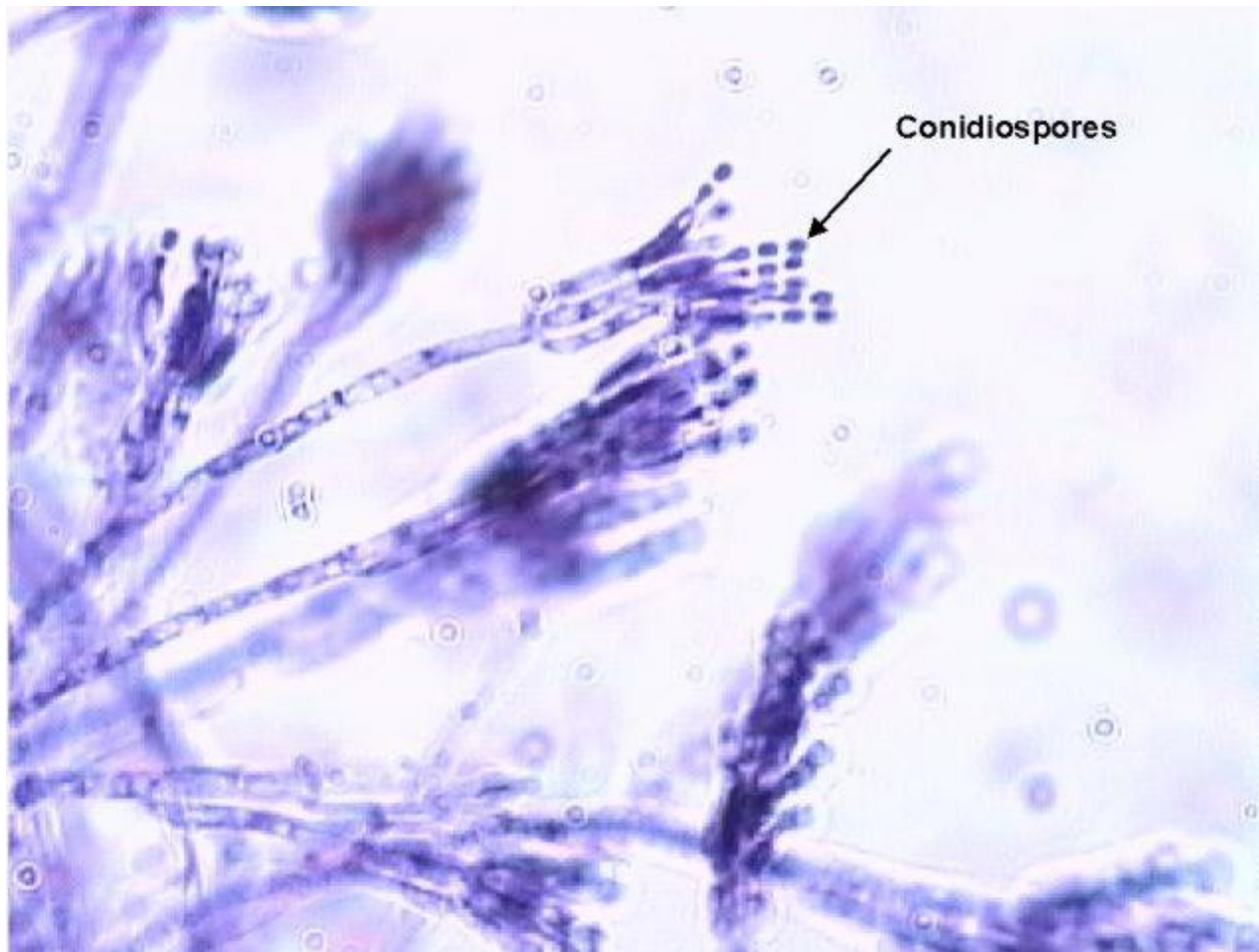
ก.



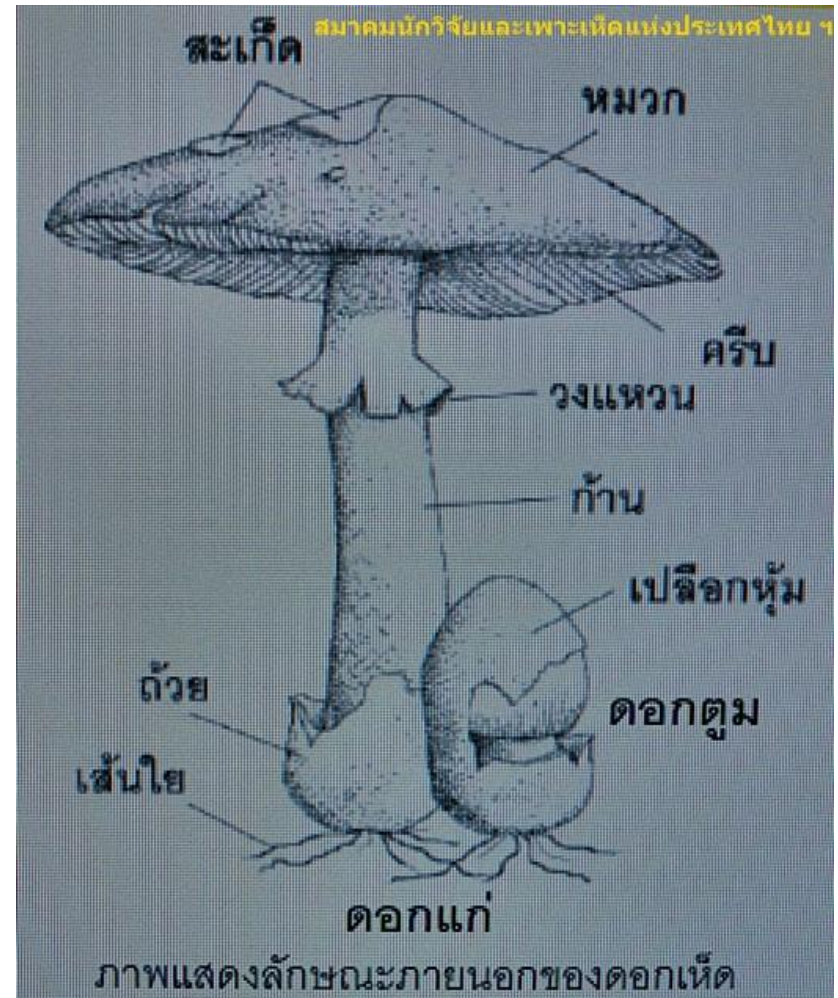
ข.

- 2. **ชั้นแอสโคไมซีตีส (Class Ascomycetes)** ราจำพวกนี้อยู่บนบก รูปร่างมีแบบเป็นเซลล์เดี่ยวๆ ได้แก่ ยีสต์ และที่เป็นเส้นใย เช่นราในกลุ่มเพนนิซิลเลียม และกลุ่มแอสเปอร์จิลัส ลักษณะคือเส้นใยของราในชั้นนี้มีผนังกันแบบไม่ปิดสนิท โดยมีช่องเล็กๆ อยู่ตรงกลางผนังกันทำให้มีการติดต่อระหว่างเซลล์อยู่ตลอดเวลา กระจุกใยราเจริญดีมาก การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วยการสร้างสปอร์ที่เรียกว่า คอนิเดียขึ้นที่ส่วนปลายของใยราตรงส่วนสเตอริกมา คอนิเดียจะต่อกันเป็นสายยาว ส่วนการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจะมีการสร้างแอสโคสปอร์จำนวน 4 หรือ 8 แล้วแต่ชนิดของรา

รา *Penicillium* ซึ่งอยู่ในชั้นแอสโคไมซีตีส



- 3. ชั้นเบสิดิโอไมซีตีส (**Class Basidiomycetes**) รากลุ่มนี้มีวิวัฒนาการจากพวกแอสโคไมซีตีสที่อยู่รวมเป็นเส้นใย ดังนั้นลักษณะใยราจึงมีผนังกัน ลักษณะสำคัญคือ การสร้างสปอร์แบบอาศัยเพศเรียกว่าเบสิดิโอสปอร์ โดยจะเกิดนอกเบสิดีเทียมและมีจำนวนเพียง 4 สปอร์เท่านั้น ภาในชั้นนี้ได้แก่ เห็ดต่างๆ



- **ชั้นดิวเทอโรไมซีตีส (Class Deuteromycetes)** ราในชั้นนี้เส้นใยราเป็นแบบมีผนังกันเหมือนพวกแอสโคไมซีตีสและเบสิดิโอไมซีตีส แต่มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศอย่างเดียว โดยมีการสร้างconiเดีย และไม่พบว่ามี การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศเลย การดำรงชีวิตเป็นแบบภาวะย่อยสลายและปรสิต ตัวอย่างราในชั้นนี้ ได้แก่ ราที่ก่อโรคกับคนเช่น กลากเกลื้อน โรคเท้าเปื่อย เป็นต้น

โรคกลาก และ โรคเกลื้อน ต่างกันอย่างไร?

โรคกลาก

เกิดจากการติดเชื้อราที่ผิวหนังชั้นนอกสุด สาเหตุจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น ภูมิคุ้มกันต่ำ ของร่างกายต่ำ เหงื่อออกมาก อับชื้น เป็นต้น

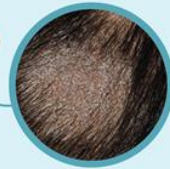
ใบหน้า / ลำตัว / แขน / ขา

- ผื่นเป็นวงแหวน
- ขอบเขตชัดเจน
- มีขุยที่ขอบ
- ขอบขยายออกเรื่อยๆ



หนังศีรษะ / เส้นผม

- ผื่นเป็นวงกลม
- ขุย ขาว
- มีขอบเขต
- เส้นผมร่วง
- มีสะเก็ด
- อาจมีตุ่มหนอง



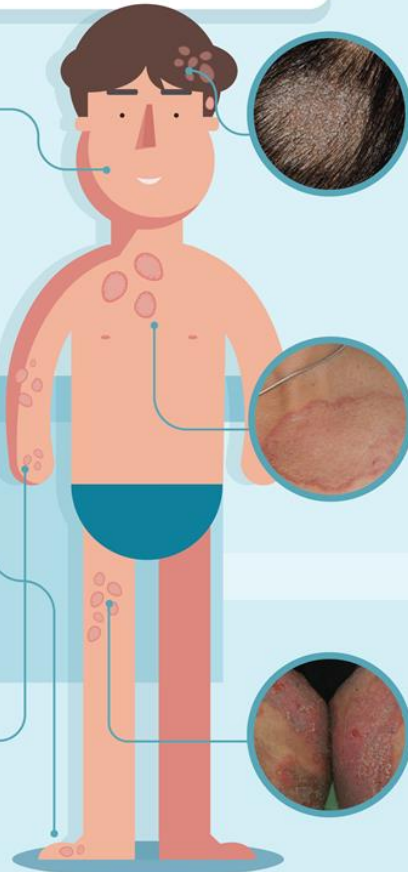
มือ / เท้า

- ผื่นเป็นวง
- ขอบเขตชัดเจน
- มีขุยที่ขอบ
- ขำมนิ้วมืออยู่ มีกลิ่น



เล็บมือ / เล็บเท้า

- สีขาวขุ่น
- เล็บขรุขระ
- เล็บหนาขึ้น
- เล็บอาจเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล



โรคเกลื้อน

เกิดจากการติดเชื้อราที่ผิวหนังชั้นนอกสุด มักจะพบในช่วง ที่มีอากาศ ร้อน และผู้ที่มีเหงื่อออกมาก

ลักษณะของ เกลื้อน

-  มีรอยโรคสีขาว สีน้ำตาล หรือ สีชมพูแดง
-  ผื่นวงกลม หรือวงรีเล็ก ๆ หลายอัน
-  มีขอบเขตชัด
-  มีขุยละเอียด
-  มีการขยาย ขนาดเป็นผื่น ใหญ่

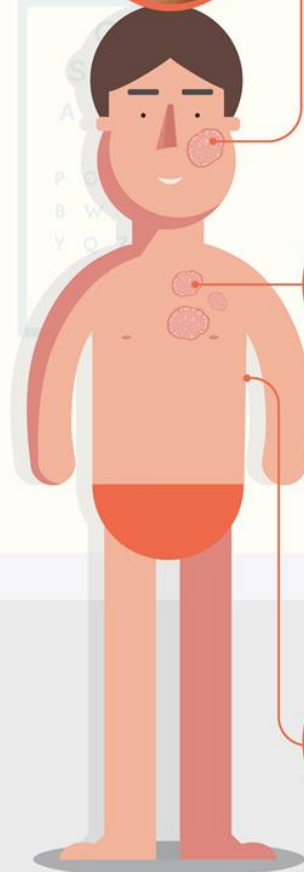
ใบหน้า



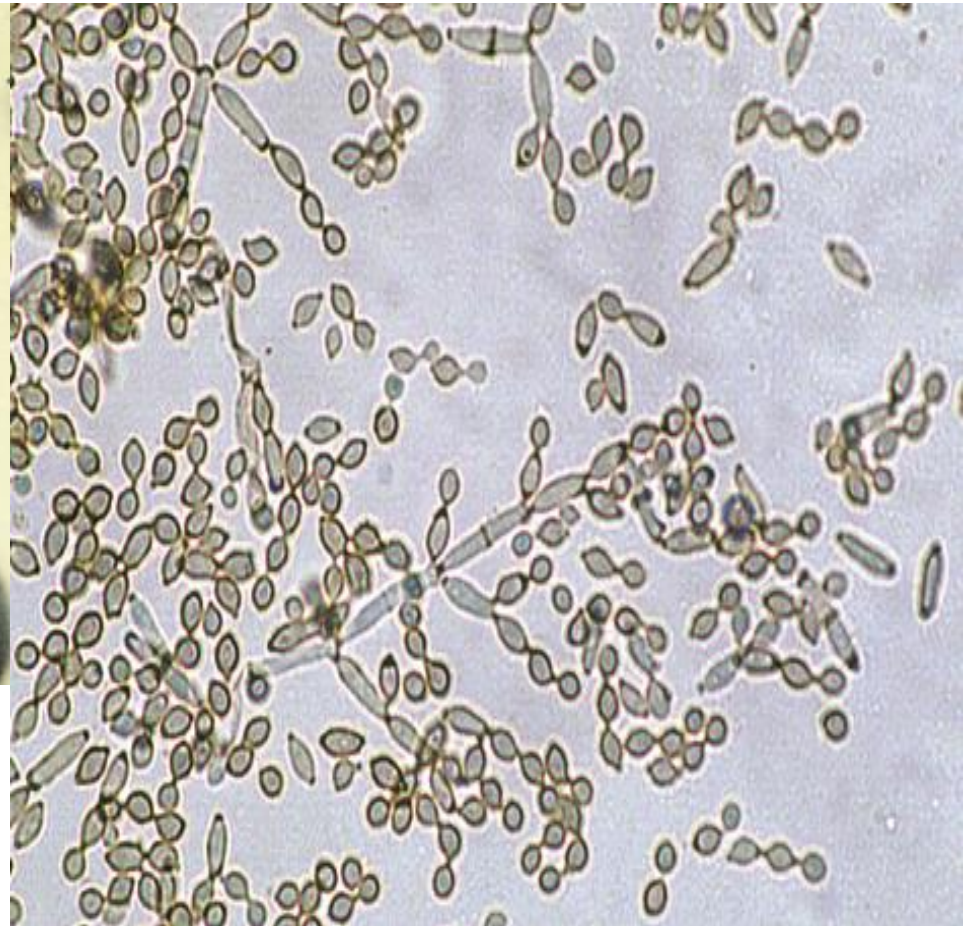
หน้าอก



แผ่นหลัง



ใยราและสปอร์ราของราในชั้น ดิวเทอโรไมซีตีส ชื่อ
Cladosporium เป็นราดำที่มักแพร่หลายโดยปนเปื้อนในอากาศ





Chytridiomycota
(*Allomyces*,
water molds)



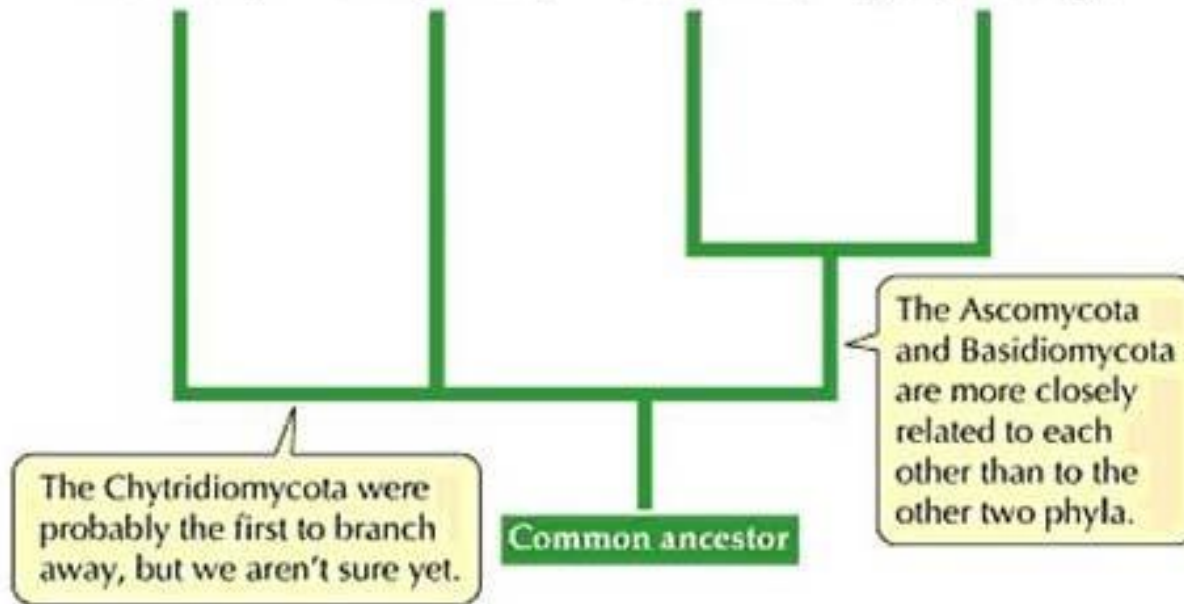
Zygomycota
(*Rhizopus*, bread
molds, *Mucor*)



Basidiomycota
(mushrooms,
rusts, smuts)



Ascomycota
(*Neurospora*,
yeast, sac fungi)



ลักษณะทางสรีรวิทยา (Physiological Characteristics)

- ราต้องการปัจจัยหลายอย่างในการเจริญ ได้แก่
- 1. ความชื้น ตามปกติราจะต้องการความชื้นน้อยกว่ายีสต์และแบคทีเรีย ถ้าความชื้นในอาหารต่ำกว่าร้อยละ 14 ถึง 15 เช่น ในแป้ง เมล็ดพืช และในอาหารแห้งต่าง ๆ จะสามารถป้องกันหรือยับยั้งการเจริญของเราได้
- 2. อุณหภูมิ ราส่วนใหญ่จะเป็นพวกมีโซไฟล์ (mesophiles) คือ ถึง 37 ซ หรือที่สูงกว่านี้เล็กน้อย เช่น *Aspergillus* spp. มีราส่วนหนึ่งที่เป็นพวกไซโครไฟล์ (psychrophiles) คือเจริญได้ค่อนข้างดีที่อุณหภูมิต่ำในตู้เย็น และบางชนิดสามารถเจริญได้อย่างช้า ๆ ที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง เคยมีรายงานการเจริญของเราที่อุณหภูมิต่ำ -5 ถึง -10 ซ มีราเพียงไม่กี่ชนิดเท่านั้นที่เป็นพวกเทอร์โมไฟล์ (thermophiles) โดยต้องการอุณหภูมิที่เหมาะสมค่อนข้างสูง

- 3. ออกซิเจนและพีเอช เราเป็นพวกที่ต้องการออกซิเจนในการเจริญและสามารถเจริญได้ในช่วงพีเอชกว้างคือตั้งแต่ 2 ถึง 8.5 แต่ส่วนใหญ่แล้วจะชอบพีเอชที่ค่อนข้างเป็นกรด
- 4. อาหาร เราสามารถใช้อาหารได้หลายชนิดตั้งแต่อาหารที่มีองค์ประกอบง่าย ๆ จนถึงซับซ้อนราทั่วไปมักจะมีเอนไซม์พวกไฮโดรไลติกหลายชนิดและบ้างก็มีเอนไซม์อะไมเลส เพกทีเนส และไลเปส
- 5. สารยับยั้งการเจริญ จะมีการสร้างสารยับยั้งขึ้นในราบางชนิด เช่น เพนิซิลลิน (penicillin) จาก *Penicillium crysogenum* และคลาเวซิน (clavacin) จาก *Aspergillus clavatus* อาจมีสารประกอบเคมีบางชนิดที่สามารถยับยั้งการเจริญของราแบบไมโคสเทติก (mycostatic) ได้ เช่นกรดซอร์บิก (sorbic acid) เกลือโพรปิโอเนต (propionates) และอะซิเตต (acetates) เป็นต้น สารประกอบเคมีบางชนิดก็เป็นพันธุ์ใจไซคอล (fungicidal) ทำลายพวกราได้
- ในขณะที่เริ่มเจริญ ราจะเจริญได้ช้าเมื่อเทียบกับการเจริญกับแบคทีเรียและยีสต์ ดังนั้นถ้าสภาวะแวดล้อมเหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ทุกชนิดแล้ว รามักจะต้องพ่ายแพ้ในการแข่งขันการเจริญ แต่ถ้าราเจริญได้แล้วราจะเจริญได้อย่างรวดเร็วมาก

การจัดจำแนกและการวิเคราะห์ชนิดของเรา

- ความเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีเซลล์เป็นแบบยูคาริโอติก (Eucaryotic cell) ถูกจัดไว้ในอาณาจักรฟังไจ (ตาม Margulis และ Schwartz 1988) เพราะเราไม่มีราก ลำต้น ใบ และไม่มีคลอโรพลาสต์ ผนังเซลล์ไม่มีเซลลูโลส จัดเป็นพวกยูไมซีทิส (Eumycetes) หรือฟังไจแท้ และมีการจำแนกย่อยต่อไปอีกเป็น ชั้น (Class) อันดับ (Order) วงศ์ (Family) สกุล (Genus) และสปีชีส์ (Specie)

หลักเกณฑ์ที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์และจัดจำแนกธา คือ การ

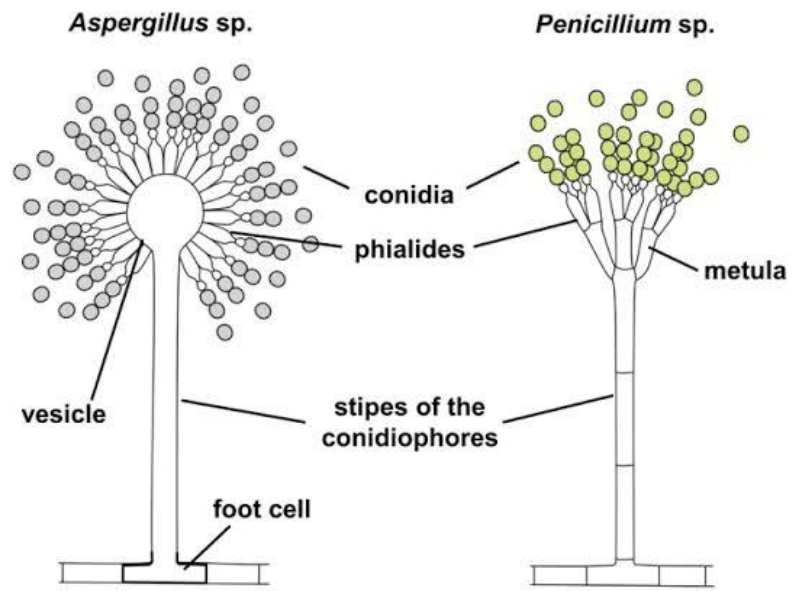
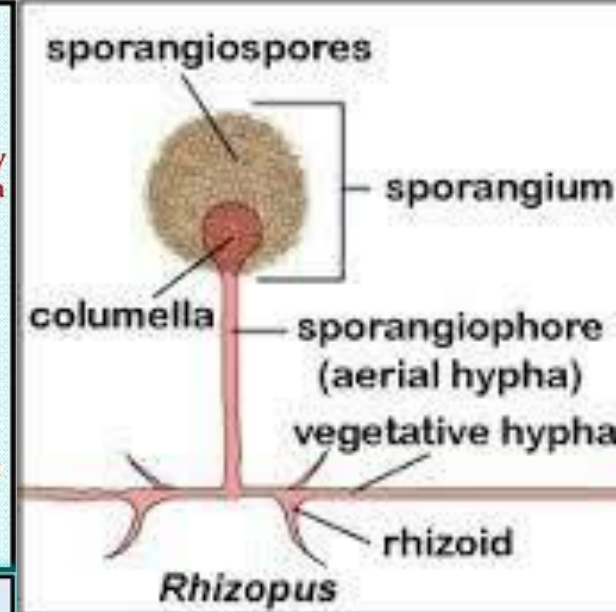
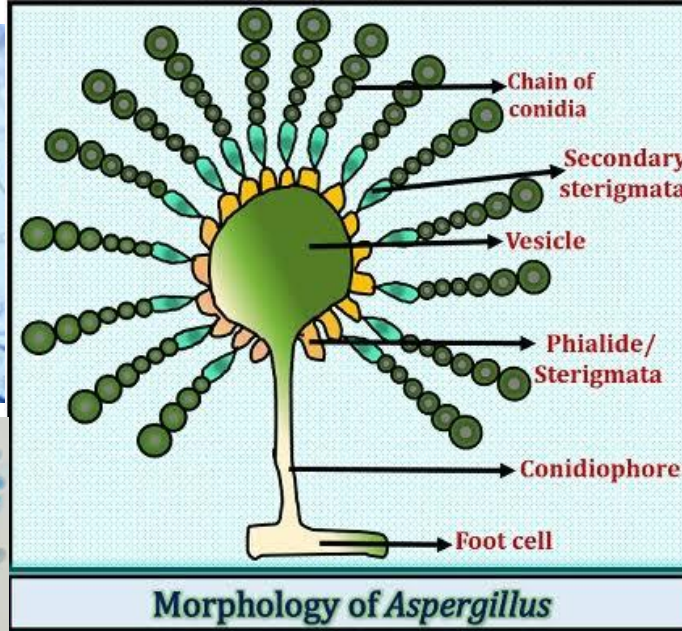
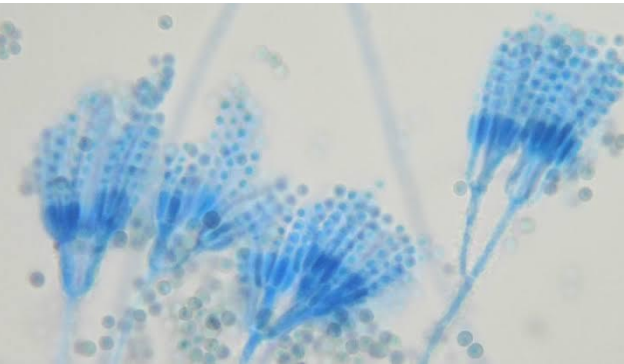
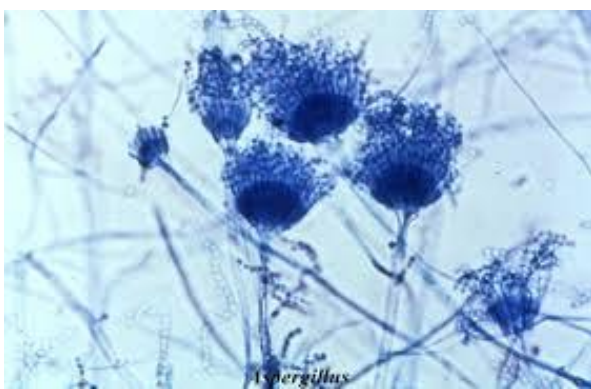
ใช้ลักษณะดังต่อไปนี้เป็นสำคัญ

- 1. ไฮฟีเป็นแบบเซพเทตหรือนอนเซพเทต
- 2. ไมซีเลียมใส หรือดำ หรือหม่น
- 3. ไมซีเลียมมีสีหรือไม่
- 4. ถ้ามีการสร้างสปอร์ชนิดอาศัยเพศ จะเป็นแบบใด
- 5. สร้างสปอร์ชนิดไม่อาศัยเพศแบบใด
- 6. ลักษณะของส่วนที่สร้างสปอร์ (spore head)

หลักเกณฑ์ที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์และจัดจำแนก

รา คือ การใช้ลักษณะดังต่อไปนี้เป็นสำคัญ

- 6. ลักษณะของส่วนที่สร้างสปอร์ (spore head)
 - 6.1 ขนาด สี รูปร่าง และตำแหน่งของสปอร์แรงเจียม
 - 6.2 ส่วนที่ยึดติดกับโคนิเดียเป็นแบบใด เดี่ยว ๆ หรือเป็นลูกโซ่ หรือแตกหน่อ หรือรวมเป็นกลุ่ม มีสเทอริกมาและไฟอะลายด์หรือไม่ ถ้ามี มีลักษณะอย่างไร โคนิเดียมีการยึดเกาะกันหรือไม่
- 7. ลักษณะของสปอร์แรงจิโอฟอร์หรือโคนิดิโอฟอร์ มีการแตกแขนงหรือไม่ ถ้ามีเป็นแบบใด มีโคลัมเมลลาหรือไม่ ลักษณะอย่างไร
- 8. ลักษณะของสปอร์ชนิดไม่อาศัยเพศที่ศึกษาได้จากกล้องจุลทรรศน์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งของโคนิเดีย ขนาด รูปร่าง สี ผิวเรียบ หรือขรุขระ ประกอบด้วยเซลล์กี่เซลล์
- 9. การมีโครงสร้างพิเศษ เช่น สโตลอน (stolens) ไรซอยด์ ฟุตเซลล์ สเตอโรเทียม เป็นต้น



Compare the colony morphology of fungi

Filamentous colony

Velvety

Granular

Cottony

Yeast colony



<http://www.nmconline.org/yeast.htm>



http://buggin4.rssing.com/channel/23008812/all_p1.html#item17



<http://www.mycology.adelaide.edu.au/virtual/2005/ID2-Nov05.html>



<http://www.mycology.adelaide.edu.au/virtual/2010/ID2-May10.html>

General Properties of Fungi

4. Rigid cell wall : chitin & glucans

5. Sexual & asexual reproduction by
“spore production”

- Asexual spores: conidia, sporangiospore
- Sexual spores: zygospores, ascospores, basidiospores

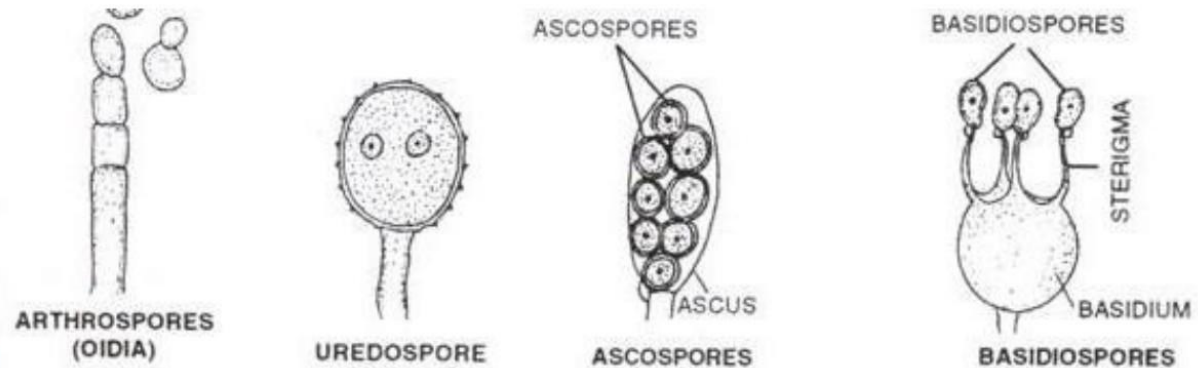
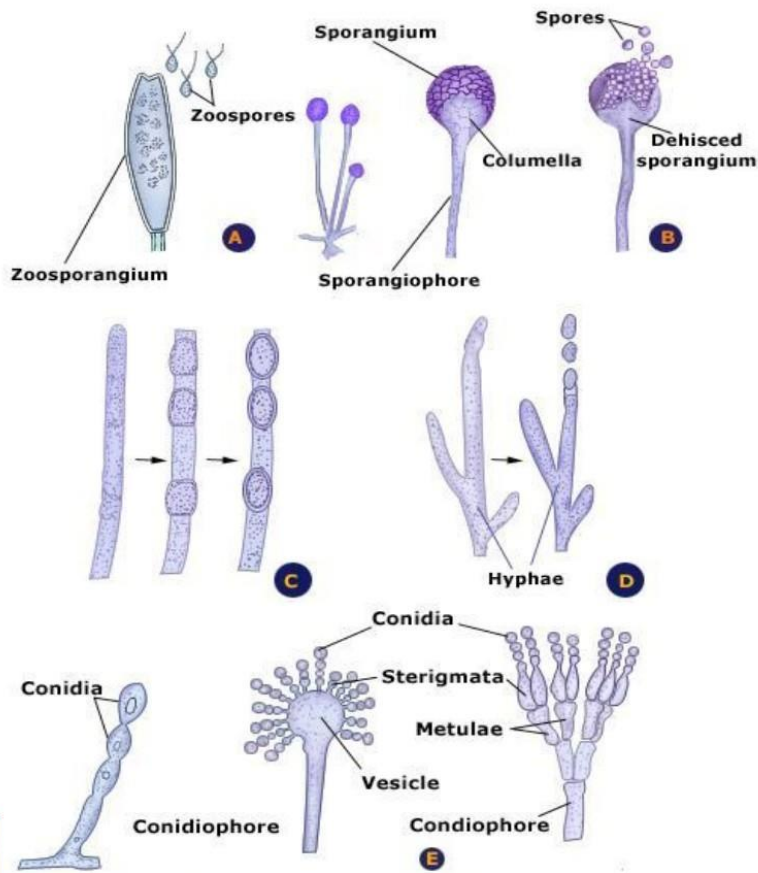


Figure 6.5 Various types of fungal spores.

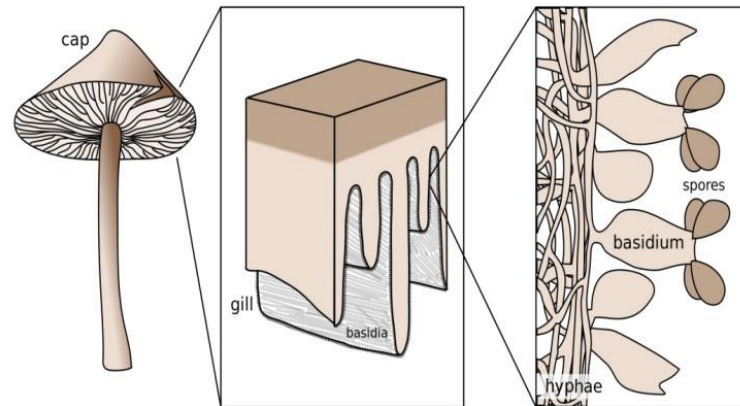
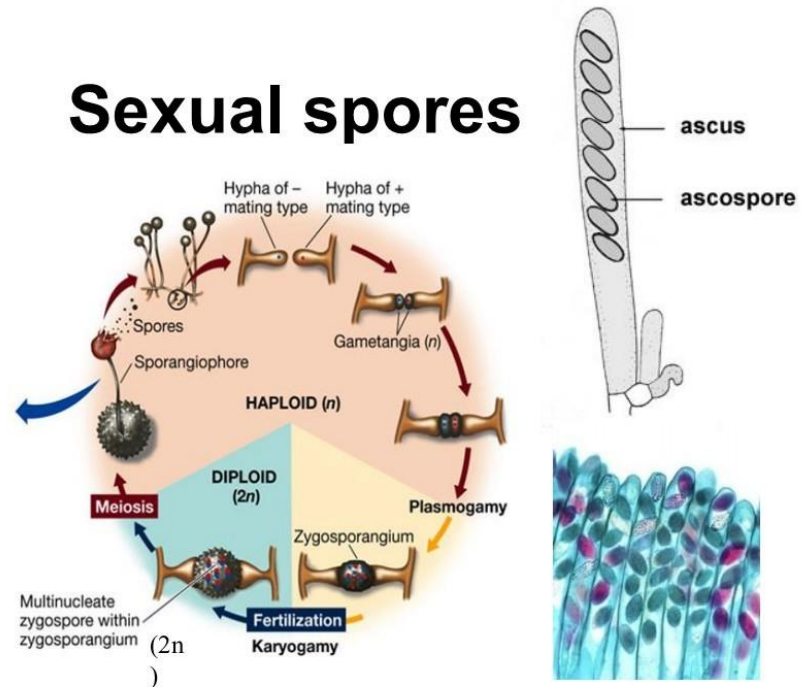
Sexual & asexual reproduction

Asexual spores



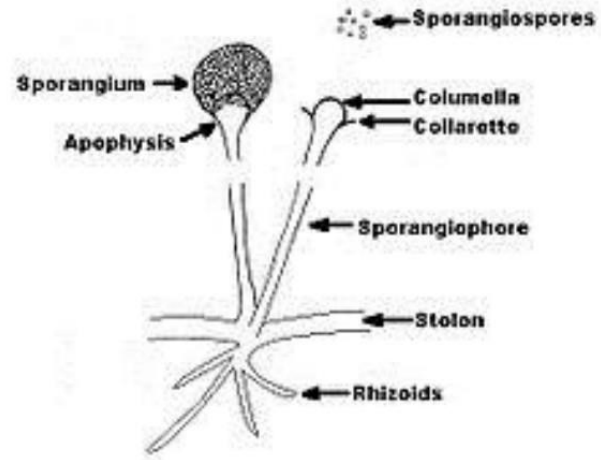
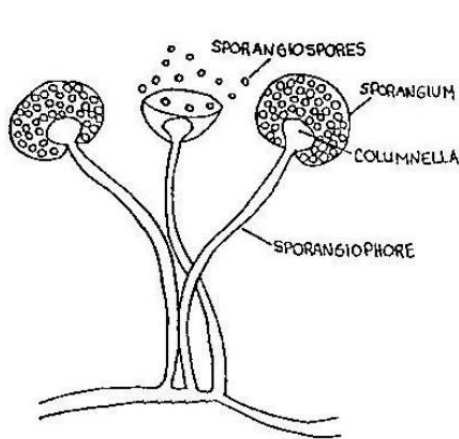
A. Zoospores; B. Sporangiospores; C. Chlamydozoospores; D. Oidia; E. Conidia

Sexual spores



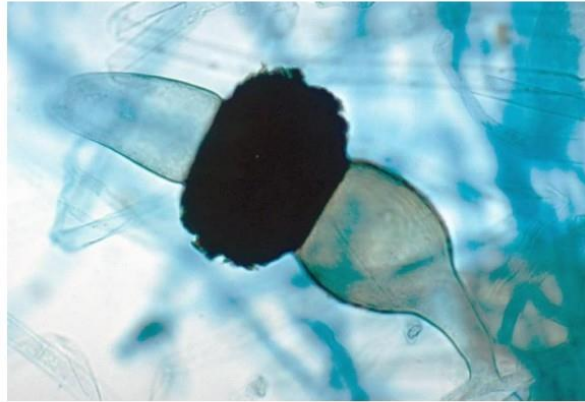
Mold: Asexual spores

- ▶ Sporangiospore: *Rhizopus*, *Mucor*



Sexual spores

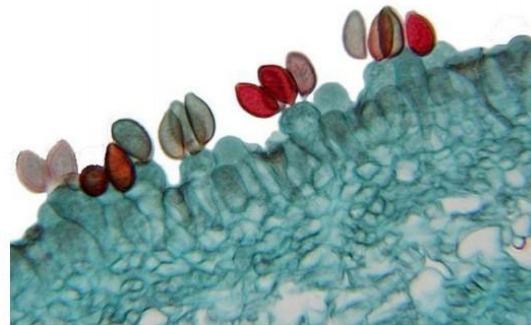
Zygospore



Ascospore



Basidiospore



ราที่มีความสำคัญในด้านอุตสาหกรรมและอาหาร

- 1. ราพวกนอนเซพเทต เป็นราที่มีความสำคัญทางอาหาร
- 1.1 ชั้น **Oomycetes**: มีสปอร์ชนิดใช้เพศเป็นแบบโอโอสปอร์
- 1.1.1 อันดับ **Saprolegniales** (ราน้ำ)
- ก. สกุล ***Saprolegnia S.parasitica*** เจริญบนตัวปลา สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยการสร้างสปอร์แรงเจียมและซุโอสปอร์ (zoospore)
- 1.1.2 อันดับ **Peronosporales**
- ก. สกุล ***Pythium*** บางสปีชีส์ทำให้ผักเน่า บางชนิดทำให้รากพืชเป็นโรค สร้างสปอร์แรงเจียมที่ให้กำเนิดซุโอสปอร์ 4 สปอร์



- 1.2 ชั้น Zygomycetes สร้างสปอร์ชนิดอาศัยเพศ ที่เรียกว่า ไชโกสปอร์

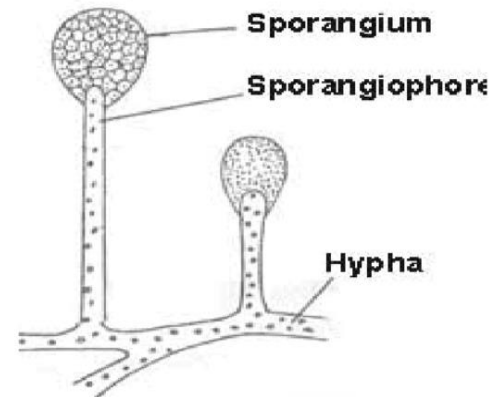
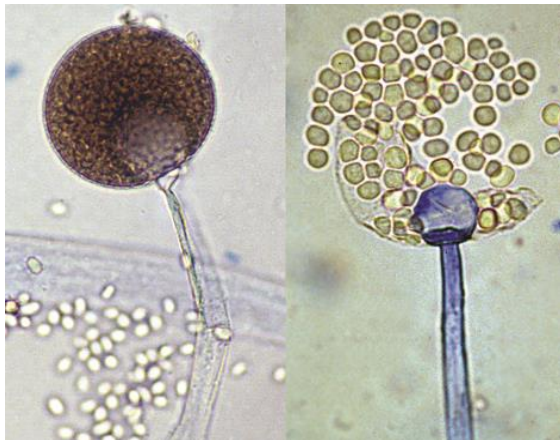
- 1.2.1 อันดับ Mucorales มีสปอร์แรงจิโอสปอร์ในสปอร์แรงเจียม

- ก. สกุล *Mucor* ทำให้อาหารเสีย สปีชีส์ที่พบได้ทั่วไป คือ *M. racemosus*, *M. rouxii* ซึ่งนำไปใช้เป็นตัวผลิตเอนไซม์อะไมเลส (amylase) ในกระบวนการย่อยสลายแป้งให้เป็นน้ำตาล และยังมีการใช้ *Mucor* ในการบ่มเนยแข็งด้วย

- ลักษณะที่สำคัญของ *Mucor* ได้แก่

- - เป็นพวกนอนเซพเทต
- - สปอร์แรงจิโอสปอร์ชูขึ้นสูงอากาศและอาจแตกแขนง
- - โคลัมเมลลามีลักษณะกลมหรือทรงกระบอก
- - ผิวของสปอร์เรียบ
- - ไชโกสปอร์ซัสเพนเซอร์ (zygospore suspensor) จะมีขนาดเท่ากัน
- - ไม่มีสโทลอน ไรซอยด์ หรือสปอร์แรงจิโอล (sporangioles) ซึ่งเป็นสปอร์แรงเจียมที่มีสปอร์ 2 – 3

สปอร์



- ข. สกุล *Zygorrhynchus* เป็นราในดินที่มีลักษณะคล้าย *Mucor* มาก แต่ต่างกันตรงที่ไซโกสปอร์ซีสเพนเซอร์มีขนาดไม่เท่ากัน และเกิดจากไฮฟาเส้นเดียวกัน
- ค. สกุล *Rhizopus* ได้แก่ *R.nigricans* หรือที่เรียกว่าราขนมปังเป็นราที่พบได้ทั่วไป และเป็นสาเหตุในการเสียของผัก ผลไม้ ขนมปัง และอื่นๆ

- ลักษณะสำคัญของ *Rhizopus* คือ
 - เป็นพวกนอนเซพเทต
 - มีสโตนอน และไรซอยด์
 - สปอร์แรงจิโอฟอร์เกิดขึ้นที่ข้อ (node) ซึ่งไรซอยด์ก็เกิดขึ้นที่นี้ด้วย
 - สปอร์แรงเจียมมีขนาดใหญ่ มักมีสีดำ
 - โครัมเมลลาเป็นรูปครึ่งวงกลม และมีอะโปไฟซิส (apophysis) ซึ่งเป็นฐานของสปอร์แรงเจียมเป็นรูปถ้วย
 - มีไมซีเลียมากมายลักษณะฟูคล้ายใยฝ้าย เจริญเต็มภาชนะที่บรรจุ
 - ไม่มีสปอร์แรงจิโอล

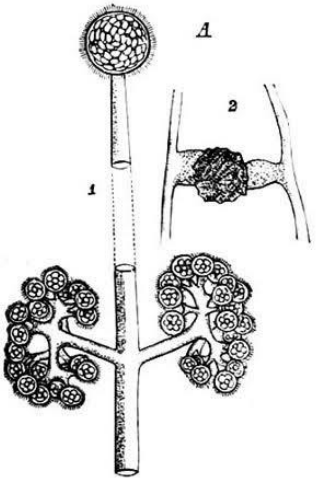
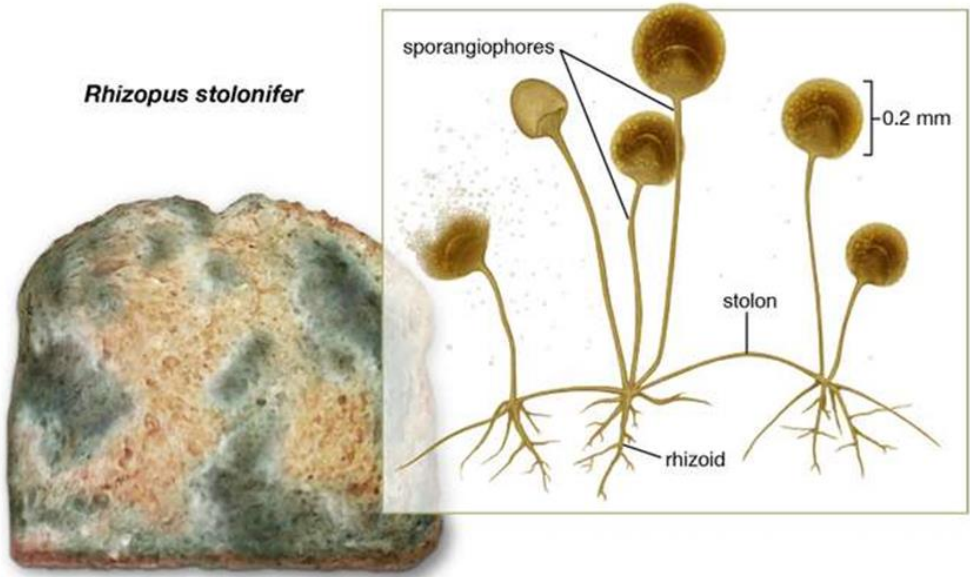


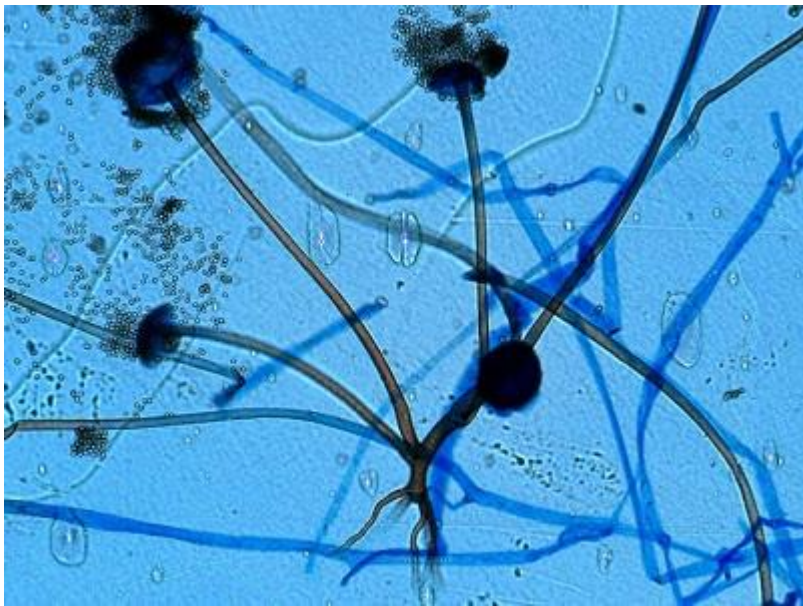
Fig. 121.
A *Thamnidium elegans*.
1 Mucor sporangium, 2 Zygo spore.



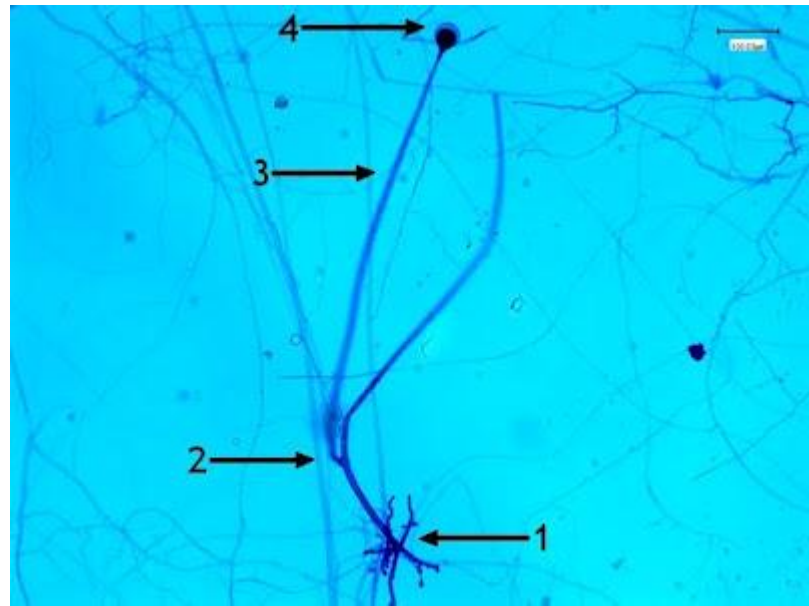
คู่มือในการวิเคราะห์สกุลต่าง ๆ ใน Mucorales

1. มีสปอร์แรงจิโอล*Thamnidium*
2. ไม่มีสปอร์แรงจิโอล
 - 2.1 สร้างสโตนและไรซอยด์
 - 2.1.1 สปอร์แรงจิโอฟอร์เจริญจากส่วนข้อ *Rhizopus*
 - 2.1.2 สปอร์แรงจิโอฟอร์เจริญจากส่วนปล้อง *Absidia*
 - 2.2 ไม่สร้างสโตนและไรซอยด์
 - 2.2.1 ไฮโกสปอร์ซัลเพนเซอร์มีขนาดเท่ากัน *Mucor*
 - 2.2.2 ไฮโกสปอร์ซัลเพนเซอร์มีขนาดไม่เท่ากัน

Zygorrhynchus



Rhizopus



Absidia

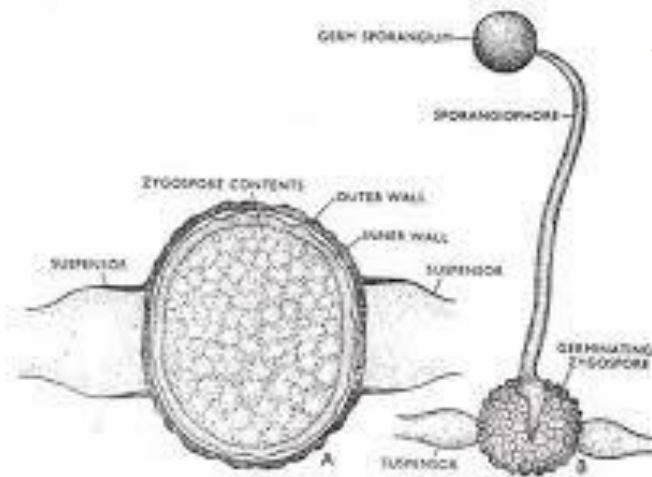


Fig. 182. Structure and germination of zygospore in *Mucor* sp. A. Structural details of zygospore. B. Germinating zygospore.

Zygospore suspension ของ Mucor

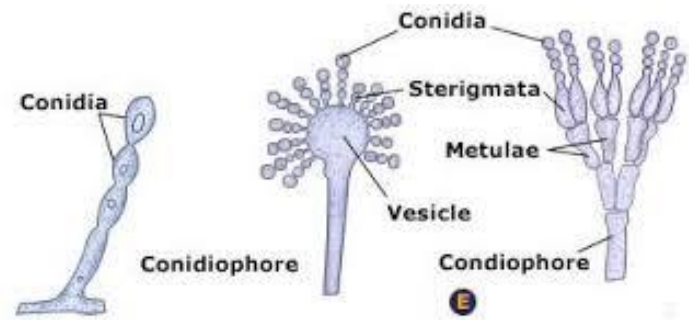
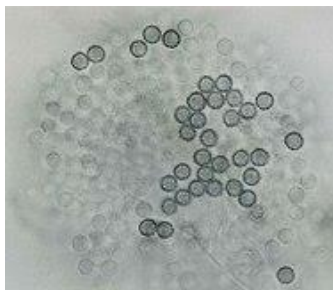
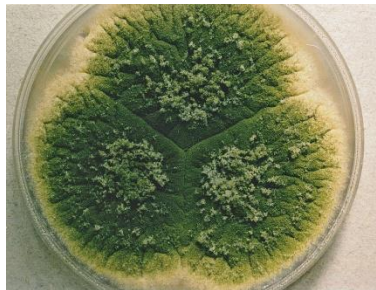
- 2. ราพวกเซฟเทต

- 2.1 ชั้น **fungi Imperfecti** : ไม่สร้างสปอร์ชนิดอาศัยเพศ มีราเพียงไม่กี่ชนิดที่พบในภายหลังว่ามีการสร้างสปอร์ชนิดอาศัยเพศ แต่เมื่อกล่าวถึงระยะที่สร้างสปอร์ชนิดไม่อาศัยเพศมักนิยมคงไว้ในชั้นเดิม

- 2.1.1 อันดับ **Moniliales** โคนิไดโอฟอร์เกิดขึ้นได้ทุกบริเวณของไมซีเลียม

- 2.1.1.1 วงศ์ **Moniliaceae** ไมซีเลียมใสไม่มีสีหรือมีสีอ่อน

- ก. สกุล **Aspergillus** ราพวกนี้พบได้ทั่วไป มักทำให้อาหารเสีย แต่บางชนิดก็มีประโยชน์ในการแปรรูปอาหาร ประกอบด้วยกลุ่มที่สำคัญหลายกลุ่มด้วยกัน ได้แก่

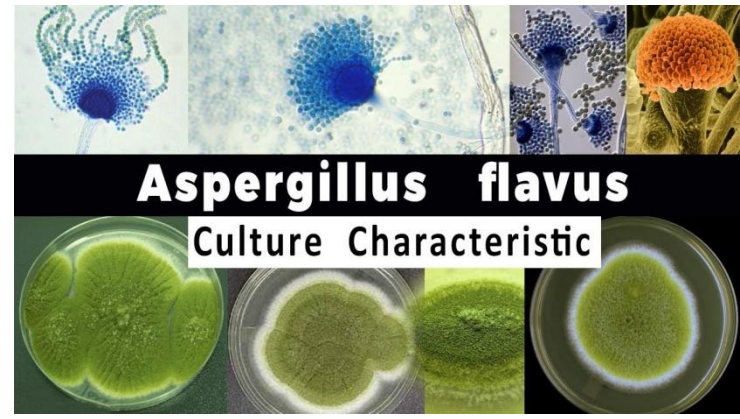


โคโลนี *Aspergillus flavus subsp. parasiticus* (ก.) โคนิเดียและโคนิโอฟอร์ของ *A. parasiticus* (ข.) *A. parasiticus* ที่ได้จากการทำ slide culture โดยเลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 7 วัน (ค)

- กลุ่ม *A. glaucus* มีสปอร์ที่สำคัญ คือ *A. repens* ซึ่งมักทำให้อาหารเสีย เจริญได้ดีในอาหารที่มีความชื้นต่ำ หรือมีความเข้มข้นของเกลือหรือน้ำตาลสูง
- กลุ่ม *A. niger* ซึ่งมี *A. niger* เป็นสปอร์ที่สำคัญ แพร่กระจายอยู่ทั่วไปและมีความสำคัญทางอาหาร มีการคัดพันธุ์ราพวกนี้มาใช้ประโยชน์ในการผลิตกรดซึริก กรดกลูโคนิก (**gluconic acid**) และเอนไซม์บางอย่าง
- กลุ่ม *A. flavus – oryzae* มีความสำคัญในอาหารต่างประเทศบางชนิด และการผลิตเอนไซม์บริสุทธิ์ แต่ก็มีหลายชนิดทำให้อาหารเสีย โคนิเดียมมีสีตั้งแต่สีเหลืองถึงเขียว และมีสเคอโรเทียมสีเข้ม

A. glaucus

A. niger



A. flavus

ลักษณะที่สำคัญของ *Aspergillus* ได้แก่

- ไมซีเลียมเป็นแบบเซพเทตและแตกแขนง มักไม่มีสี ส่วนที่งมอยู่ในอาหารจะเป็นเวจเททที่ฟิมซีเลียม ส่วนที่ชูขึ้นบนอากาศจะเป็นเฟอร์ไทล์ไมซีเลียม

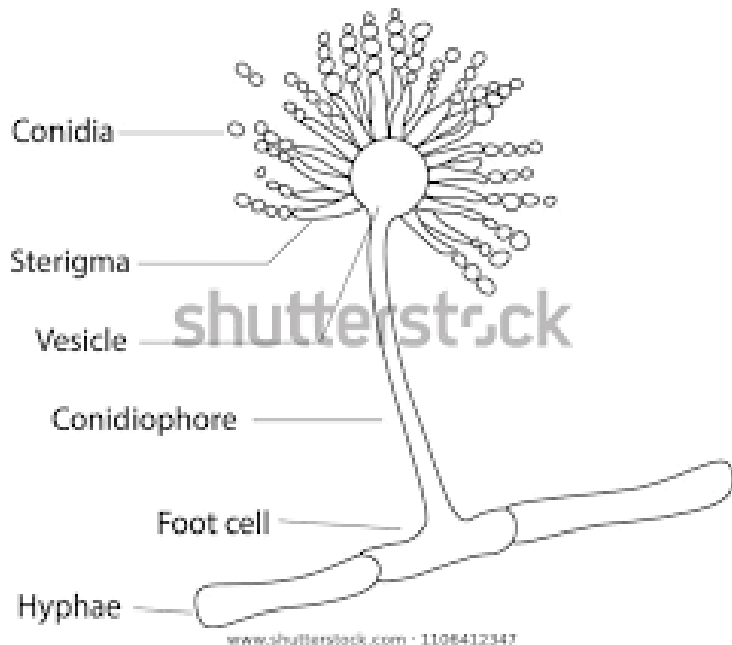
- โคลอนีมีลักษณะเป็นโชน

- โคนิดิโอฟอร์อาจเป็นแบบเซพเทตหรือไม่มีก็ได้เกิดขึ้นที่ฟูตเซล ซึ่งเป็นเซลล์พิเศษในไมซีเลียมที่มีขนาดใหญ่และผนังหนาที่ปลายของโคนิดิโอฟอร์จะบวมเป็นถุงยึดติดกับสเทอริกาที่มีโคนิดีเดียวหลุดออกไป

- สเทอริกาทาหรือไฟอะลายด์ อาจเป็นแบบเดี่ยว ๆ หรือแบบประกอบก็ได้ และมีสีหรือไม่มีก็ได้

- โคนิดีเกาะติดกันเป็นลูกโซ่มีสีเขียว น้ำตาล และดำ มากกว่าสีอื่น ๆ

- บางสปีชีส์เจริญได้ดีที่ 370 ซ หรือสูงกว่านี้



ข. สกุล *Penicillium*

- ลักษณะที่สำคัญของ *Penicillium* คือ
- - มีเซพเทตไมซีเลียมซึ่งมีการแตกแขนงมักจะไม่มีสี
- - มีโคนิดิโอฟอร์เป็นแบบเซพเทตชูขึ้นสู่อากาศตั้งฉากกับอาหาร อาจแตกแขนงหรือไม่ก็ได้
- - ส่วนที่ติดกับสปอร์มีลักษณะคล้ายกับแปรง ประกอบด้วยกลุ่มของสเอริกมาทาหรือไฟอะลาเยต์และสายของโคนิเดียที่เกิดบนสเอริกมาแต่ละอัน
- - โคนิเดียของบางสปีชีส์จะมีสีเขียวเมื่ออายุน้อย แต่พออายุมากขึ้นจะมีสีน้ำตาล

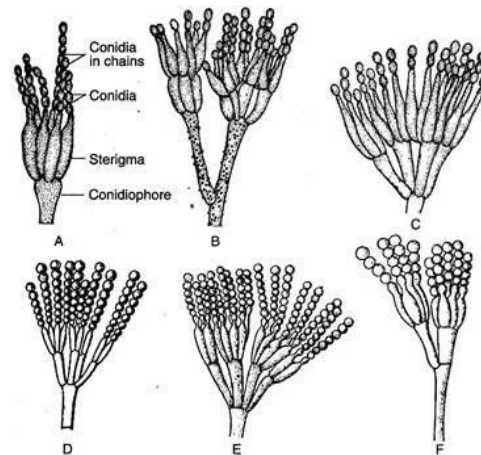


Fig. 4.43 : Different types of conidiophore of *Penicillium* species : A. *P. thomii*, B. *P. lanoso-caerulium*, C. *P. vermiculatum*, D. *P. glaucum*, E. *P. herquei* and F. *P. chrysogenum*

- *P. expansum* เป็นสปอร์ที่มีส่วนที่ติดกับสปอร์เป็นแบบที่เรียกว่า โคริเมีย (**coremia**) คือ โคนิดิโอฟอร์ เกาะกลุ่มรวมกันเป็นมัด มีโคนิเดียสีน้ำตาลเงิน เขียวทำให้ผลไม้เน่าและ *P. digitatum* ซึ่งมีโคนิเดียสีเขียวจนถึงสีเขียวออกเหลือง เป็นสาเหตุให้ผลไม้ตระกูลส้มเน่าและ *P. italicum* มีโคนิเดียสีเขียวออกน้ำตาลเงิน ทำให้พืชตระกูลส้มเน่าและเช่นเดียวกัน *P. camemberti* มีโคนิเดียสีเทา มีประโยชน์ในการบ่มเนยแข็ง



P. expansum



Oranges inoculated with *Penicillium digitatum* at 7 days post inoculation.

P. digitatum



P. camemberti

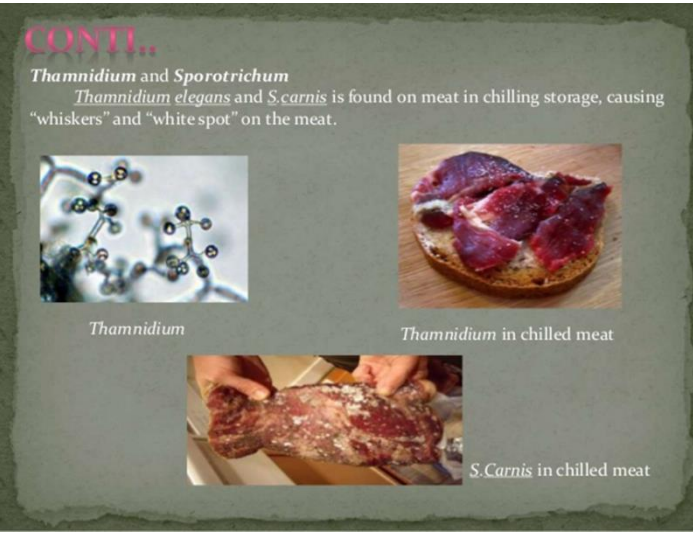
- ง. สกุล *Geotrichum* ในสกุลนี้ได้รวมราที่มีลักษณะคล้ายยีสต์เอาไว้ บางสปีชีส์มีสีเขียว เหลือง ส้ม หรือแดง มักเรียกว่ารานนม (dairy mold)
- จ. สกุล *Monilia (Neurospora) Neurospora* เป็นชื่อเรียกในระยะที่มีการสืบพันธุ์แบบ อาศัยเพศ ซึ่งนิยมเรียกกันมากกว่าชื่อ *Monilia* ที่ใช้เรียกในระยะสร้างสปอร์ชนิดไม่อาศัย เพศ *N. sitophila* เป็นสปีชีส์ที่สำคัญที่สุดในอาหาร บางครั้งเรียกกันว่า รานนมปังแดง (red bread mold) เนื่องจากมีสีชมพูเจริญในขนมปัง
- ฉ. สกุล *Sporotrichum* ได้แก่ *S. carnis* ซึ่งพบในเนื้อแช่เย็นทำให้เนื้อเป็นจุดขาว ๆ



Geotrichum candidum



N. sitophila



S. carnis

- ช. สกุล **Botrytis** มีเพียงสปีชีส์เดียวเท่านั้นที่มีความสำคัญทางอาหาร คือ ***B. cinerea*** เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคในองุ่น
- ช. สกุล ***Cephalosporium*** ได้แก่ ***C. acremonium***
- ฉ. สกุล ***Trichoderma*** ได้แก่ ***T. viride*** เป็นสปีชีส์ที่พบได้ทั่วไป

CONTI..

Botrytis

- *B. cinerea* is an important species in food.
- It causes disease on grapes but may grow saprophytically on many foods.
- Botrytis cause grey mold rot in fruits.




B. cinerea

CONTI..

Trichothecium

T. roseum is a pink mold which grows on wood, paper, fruits such as apple and peaches and vegetables such as cucumbers



T. roseum

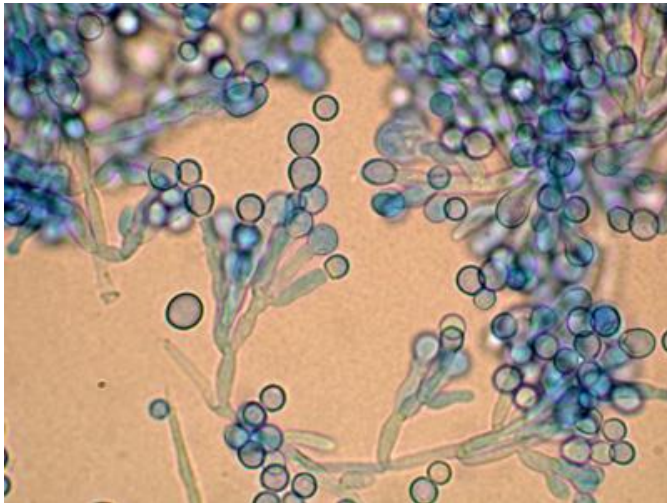


Apple

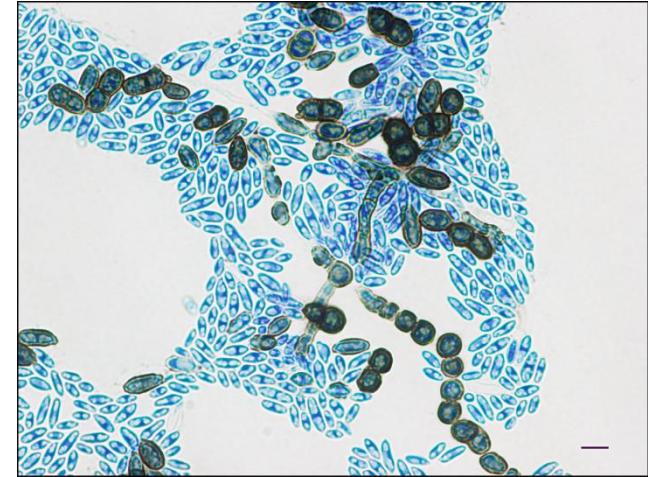


Melon

- ญ. สกุล **Scopulariopsis** ได้แก่ ***S. brevicaulis*** เป็นสปิซิสที่พอสเสมอ ในสกุลนี้อาจจะสับสนกับ ***Penicillium*** ได้เพราะมีส่วนที่ยึดติดกับสปอร์คล้ายกันคือลักษณะคล้ายแปรงและสปอร์เรียงติดกันเป็นสายโซ่ แต่ที่ต่างกันคือโคนิเดียของ ***Scopulariopsis*** ไม่เคยมีสีเขียว โคนิดิโอฟอร์อาจแตกแขนงหรือไม่ก็ได้และแขนงจะเป็นแบบง่าย ๆ หรือซับซ้อนก็ได้ โคนิเดียมักมีสีน้ำตาลออกเหลืองรูปคล้ายผลมะนาว มีผนังหนาและมีหนามที่ชี้ไปทางด้านเดียวกัน ส่วนด้านตรงข้ามจะเป็นวงหนา โคลินีมีสีน้ำตาลลักษณะคล้ายปุยฝ้าย
- ญ. สกุล **Pullularia** มีโคนิเดียรูปไข่ใส เกิดขึ้นที่ด้านข้างของไมซีเลียมได้ทุกจุด ลักษณะคล้ายหน่อ โคลินีมีสีอ่อนเป็นเมือกคล้ายยีสต์เมื่ออายุน้อย และจะเปลี่ยนเป็นสีคล้ำ ๆ เมื่ออายุมากขึ้น สปิซิสที่รู้จักกันทั่วไป คือ ***P. pullulans***



S. brevicaulis

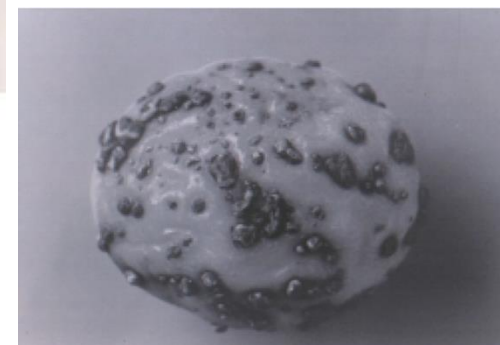


P. pullulans

- 2.1.1.2 วงศ์ **Dematiaceae** ไมซีเลียมมีสีเข้ม (ดำ น้ำตาล เทา หรือเขียวมะกอก โคนิเดียมักมีสีเข้มด้วย ทำให้เห็นกลุ่มของไมซีเลียมมีสีดำ แต่ถ้าดูจากไฮฟีแต่ละเส้นด้วยกล้องจุลทรรศน์จะมีสีเข้มไม่มากนัก
- ก. สกุล *Cladosporium* มี *C.herbarum* เป็นสกุลที่สำคัญ ทำให้เกิดสีดำบนอาหาร โคลนินิของ *C.herbarum* จะเจริญในวงแคลมีลักษณะคล้ายกำมะหยี่ มีสีเขียวมะกอกหรือสีเขียวแกมเทา และที่ด้านใต้ของโคลนินิจะมีสีดำแกมน้ำเงินจนถึงสีดำแกมเขียว
- ลักษณะสำคัญ ได้แก่
 - ไมซีเลียมมีสีเข้มและเป็นแบบเซพเทต
 - ส่วนที่ติดกับสปอร์จะประกอบด้วยของโคนิเดียสีเข้ม จับกลุ่มกันคล้ายต้นไม้ คล้ายกับ *Neurospora* แต่สีไม่เหมือนกัน
 - โคนิเดียเกิดจากการแตกหน่อมีรูปไข่สีเข้ม ซึ่งมีเพียงเซลล์เดียวเมื่ออายุน้อย และเมื่ออายุมากอาจมี 2 เซลล์



shutterstock.com • 1083429041



Cladosporium herbarum

- ข. สกุล *Helminthosporium* มีหลายสปีชีส์ในสกุลนี้เป็นสาเหตุของโรคพืช แต่อาจจะเจริญแบบแซปโพรไฟต์ (saprophyte) ในผักได้
- ลักษณะสำคัญ ได้แก่
 - ไมซีเลียมมีสีเข้ม เป็นแบบเซพเทต
 - โคนิเดียมมีขนาดค่อนข้างยาว ประกอบด้วยเซลล์ 4 – 6 เซลล์ มีสีเข้ม เจริญแบบเดี่ยว ๆ หรือรวมกันเป็นช่อ บางครั้งช่อมีลักษณะคล้ายการเรียงตัวของกล้วยในหวี อยู่ที่ปลายของโคนิดิโอฟอร์ที่มีขนาดสั้น

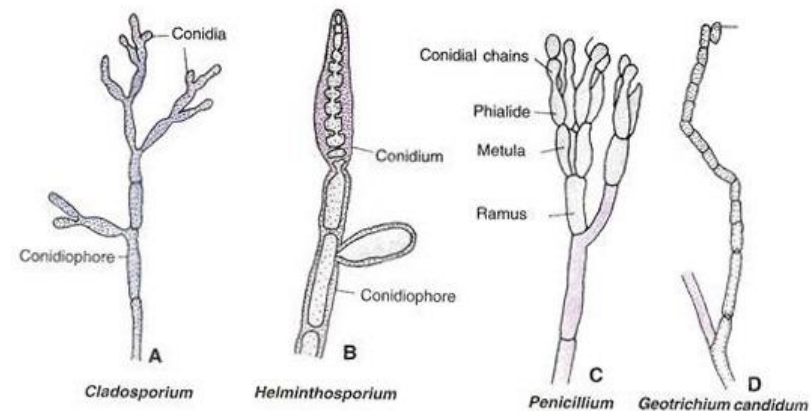


Fig. 16.1. Types of conidial development. A. Holoblastic; B. Enteroblastic Trectic; C. Enteroblastic phialidic; D. Thallic.

- ค. สกุล *Alternaria* ราในสกุลนี้มักทำให้อาหารเสีย เช่น *A. citri* (เป็นสาเหตุของโรคเน่าในผลไม้ตระกูลส้ม) *A. tenuis* และ *A. brassicae* ซึ่งพบได้ทั่วไป กลุ่มของไมซีเลียมมีสีเขียวแกมเทา แต่ไฮฟมักจะไม่มีสีเมื่อดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ โคนิเดียมมีหลายเซลล์มีสีน้ำตาลอยู่ติดกันเป็นลูกโซ่บนโคนิดิโอฟอร์



A. Citri ในส้ม



A. tenuis

- 2.1.1.3 วงศ์ Tuberculariaceae มีโคนิดิโอฟอร์สั้นรวมกันเป็นกลุ่ม
- ก. สกุล *Fusarium* รานี้มักเจริญในอาหารเสมอ การจำแนกสปีชีส์มีความยุ่งยาก ลักษณะสำคัญ ได้แก่ แม็คโครโคนิเดีย (macroconidia) ประกอบด้วยเซลล์หลายเซลล์ ซึ่งอาจมีสี่หรือไม่มีก็ได้ แต่ไม่เคยมีสี่เข็ม และมีไมโครโคนิเดีย (microconidia) ที่ประกอบด้วยเซลล์เพียงเซลล์เดียว รูปร่างกลมอยู่เดี่ยว ๆ หรืออยู่ติดกันเป็นลูกโซ่ พบได้เสมอ

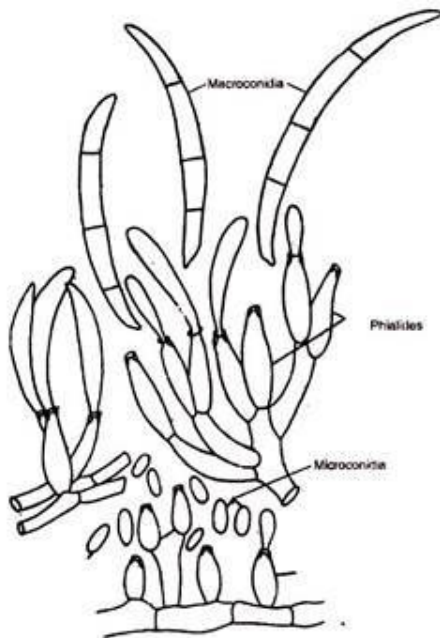
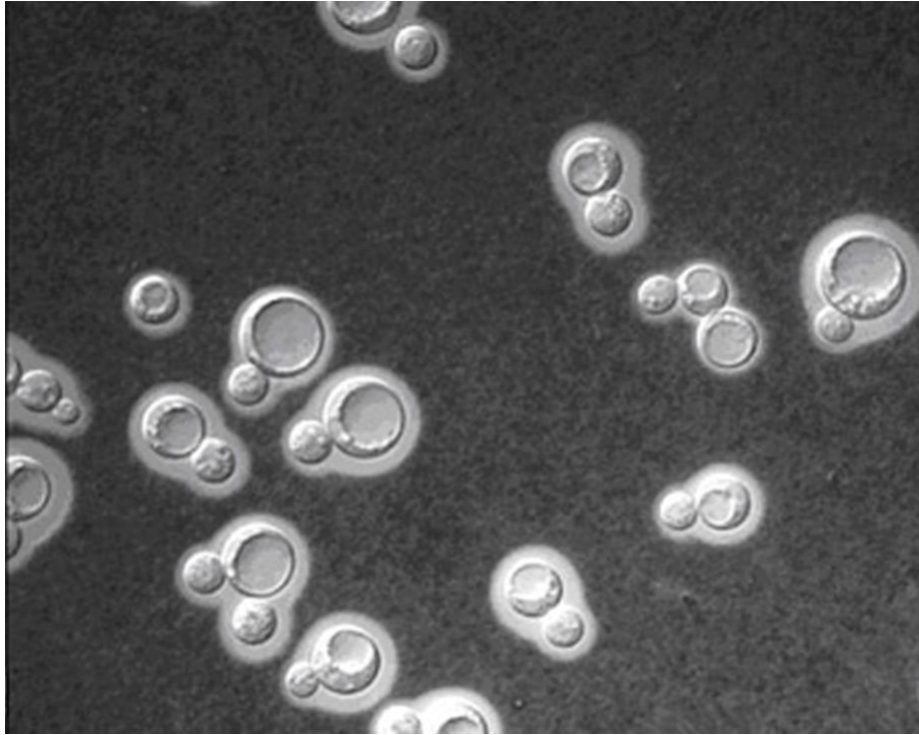


Fig. 3. *Fusarium* : Phialide, microconidia and macroconidia.

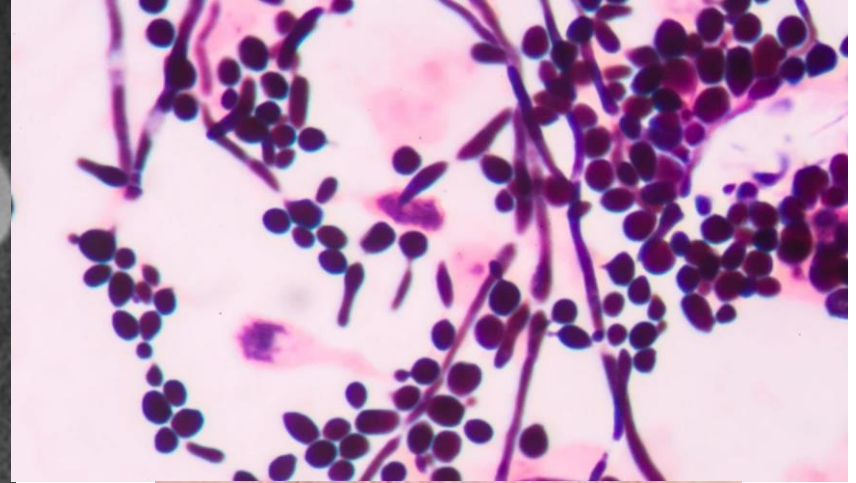


fusarium oxysporum

- 2.1.1.4 วงศ์ *Cryptococcaceae* เป็นราที่มีลักษณะคล้ายยีสต์หรือที่เรียกว่ายีสต์เทียม สืบพันธุ์ได้โดยการแตกหน่อ อาจมีไมซีเลียมหรือไม่มีก็ได้ ได้แก่ สกุล *Candida*, *Cryptococcus*



Cryptococcus



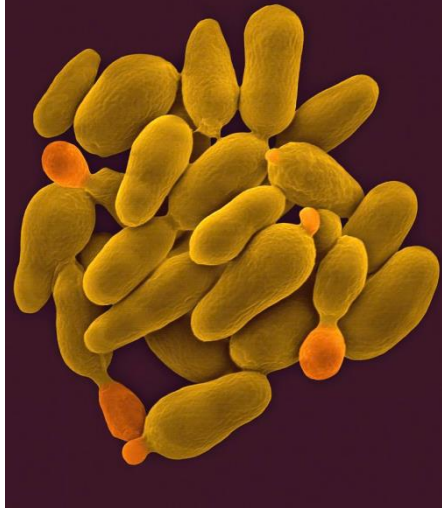
Candida



- 2.1.1.5 วงศ์ *Rhodotorulaceae* เป็นยีสต์เทียมไม่สร้างสปอร์ มีสีส้ม หรือแดง ได้แก่ สกุล *Rhodotorula*

- 2.1.2 อันดับ *Melanconiales* โคนิดิโอฟอร์ไม่เป็นอิสระจะมีการรวมกลุ่ม และมีโครงสร้างคล้ายผนังมาปกคลุมโคนิดิโอฟอร์ทั้งหมด สกุลที่สำคัญทางอาหาร โดยเฉพาะผลไม้ ได้แก่ *Colletotrichum* และ *Geosporium* (ทำให้เกิดโรคแอนแทรกโนสในพืช) และ *Pestalozzia* (ทำให้เกิดโรคโคนเน่าในผัก และผลไม้)

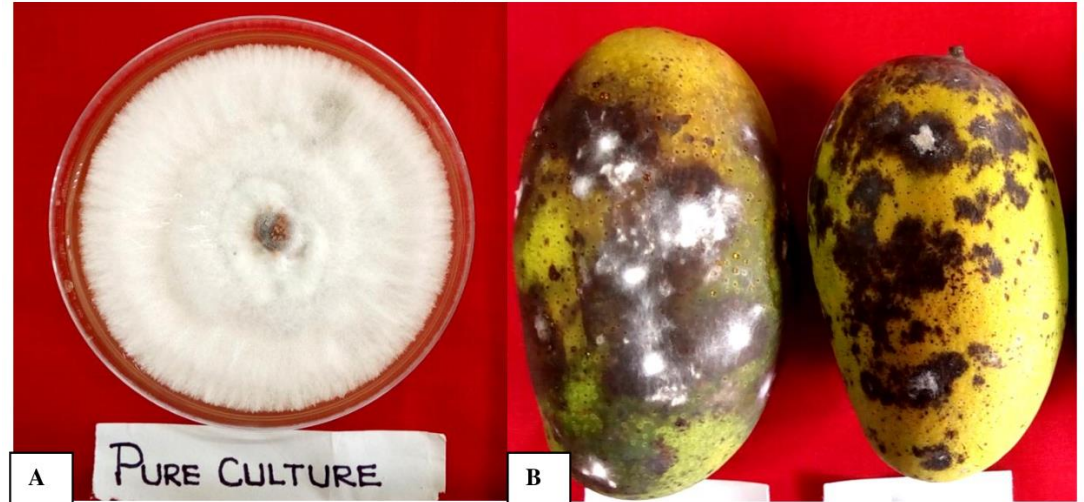
Rhodotorula



Kumari et al

Int. J. Pure App. Biosci. 5 (1): 48-56 (2017)

ISSN: 2320 – 7051



Colletotrichum

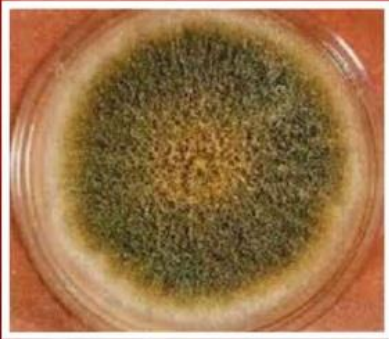
- 2.1.3 อันดับ *Sphaeropsidales* โคนิเดียอยู่ในโครงสร้างที่มีลักษณะคล้ายคนโท เรียกว่า ปิกนิเดีย (pycnidia

- ก. สกุล *Phoma* เป็นสาเหตุของโรคเน่าในต้นบีต มะเขือเทศ โคนิเดียประกอบด้วยเซลล์เพียงเซลล์เดียว และเกิดในปิกนิเดียมีสีเข้ม

- - ข. สกุล *Diaplodia* ทำให้เกิดโรคเน่าโดยเฉพาะโคนต้นเน่า ในพืชผักและผลไม้ โคนิเดียมีสีประกอบด้วยเซลล์ 2 เซลล์


SPHAEROPSIDALES

❖ produce their conidia in pycnidia or in stromata

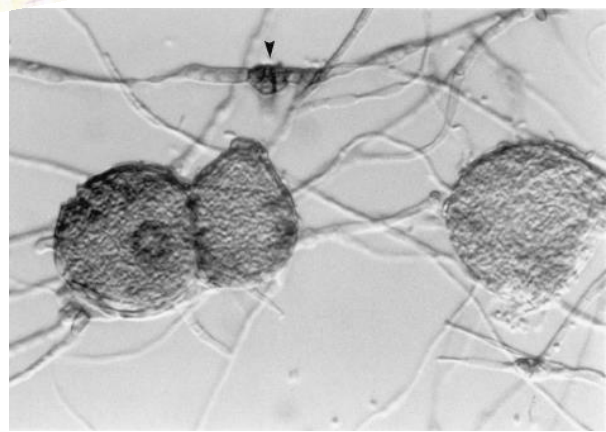


Sphaeropsidales

- Here, the conidia and conidiophores produced in **pycnidia** (sing. = pycnidium)
- A pycnidium is a fruiting body of variable shape and size in which conidia and conidiospore are borne



Pycnidium of *Chaetomella*. Unlike most pycnidium, this one is bowl-shaped with many setae: dark, thick-walled hairs.



Sphaeropsidales

- 2.2 ชั้น Ascomycetes : สปอร์ชนิดอาศัยเพศคือ แอสโคสปอร์ บางสกุลของ Ascomycetes ได้ อธิบายไว้แล้วในชั้น Fungi Imperfecti เช่น *Neurospora*, *Eurotium*, และ *Gibberella* สกุลอื่นที่มีความสำคัญทางอาหาร ได้แก่
- ก. สกุล *Endomyces* เป็นราที่มีลักษณะคล้ายยีสต์ สร้างไมซีเลียม และ อาร์โทรสปอร์ บางสปีชีส์ทำให้เกิดโรคเน่าในผลไม้

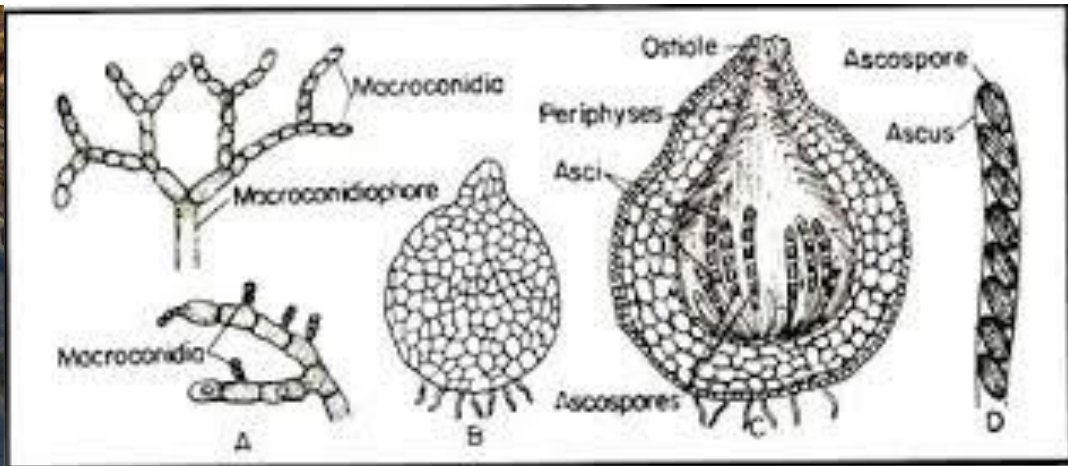
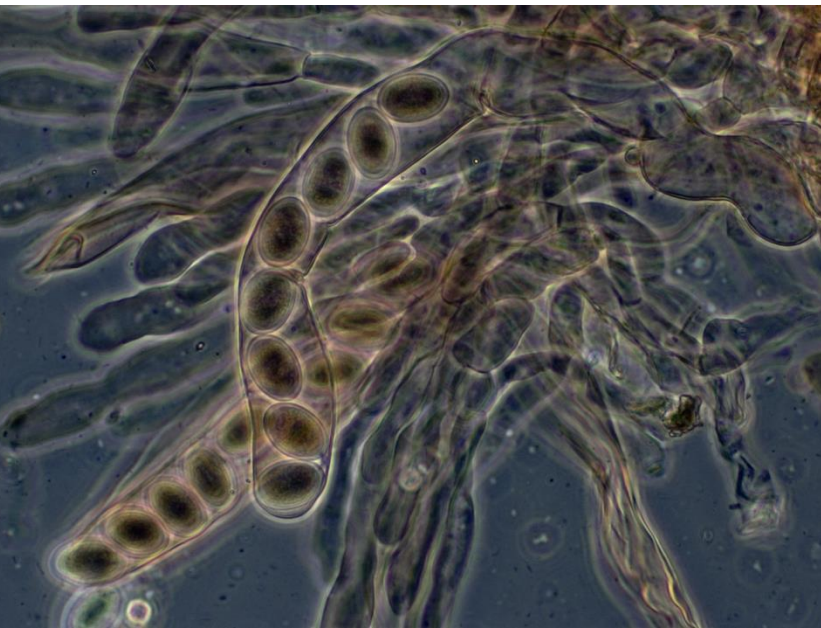


Fig 3.19. *Neurospora* Sp. : A - Conidia, B & C - Ascocarp, D - Ascus with ascospores.



Neurospora

- ข. สกุล *Monascus* โคลนีนีของ *M. purpureus* จะบางและแผ่ขยายไปได้ มีสีม่วงหรือสีม่วงแดง พบในผลิตภัณฑ์หมักและในข้าวแดงของจีน (ang – khak)

- ค. สกุล *Sclerotinia* บางสปีชีส์เป็นสาเหตุของโรคเน่าในผัก และผลไม้ เมื่ออยู่ในระยะการสร้างโคนิเดีย โคนิเดียมีรูปร่างคล้ายผลมะนาวอยู่ติดกันเป็นลูกโซ่ โดยมีจุกเป็นตัวยแยกโคนิเดีย



อังกัก
ang-kak
Red fermented rice



M. purpureus



โรคเน่าในผักจากเชื้อ
sclerotinia sclerotiorum

The end

