



병원의 종류와 특성 (균류)

충남대 응용생물학과
유승헌 명예교수

교재 : 5장

병원의 종류와 특성

1

균 류

2

원핵생물(4강 최재을 교수)

3

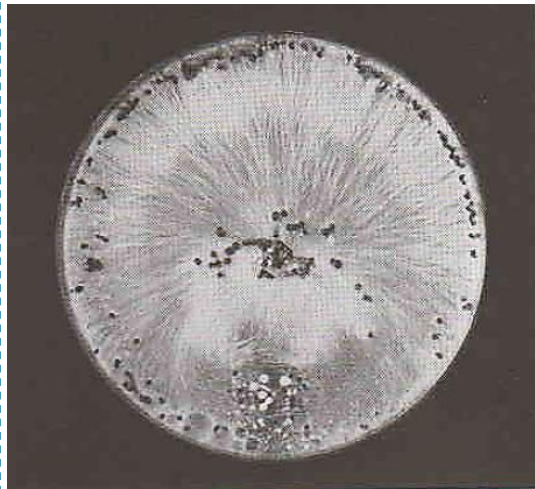
바이러스(4강 최재을 교수)

1 군류

1. 균류의 특징

균류란?

- 진핵생물 (eukaryotic)이다
- 전형적으로 균사로 성장한다
- 종속영양 (heterotrophic)을 한다
- 주로 키틴과 글루칸으로 구성된 세포벽이 있다
- 무성생식과 유성생식을 하며 포자를 형성한다
- 진균과 유사균류로 구분
- 세포벽, 원형질막을 통하여 가용성 양분을 흡수한다
- 지구상 150만종 이상의 균류가 존재
- 현재 약 100,000종의 실체가 밝혀져 있음
- 대부분이 부생균이며 **약 10,000종이 식물병원균임**

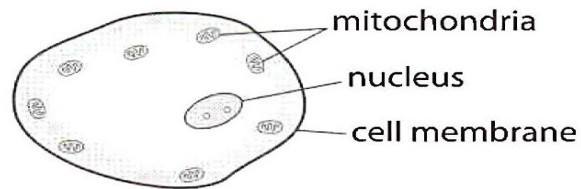


균류의 균사체와 균핵

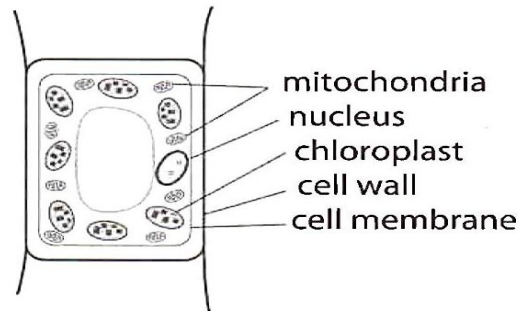
1. 균류의 특징

진핵생물들의 세포구조

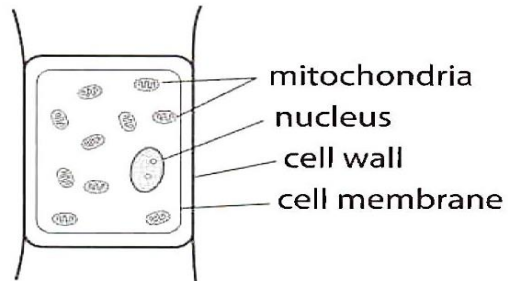
동물



식물

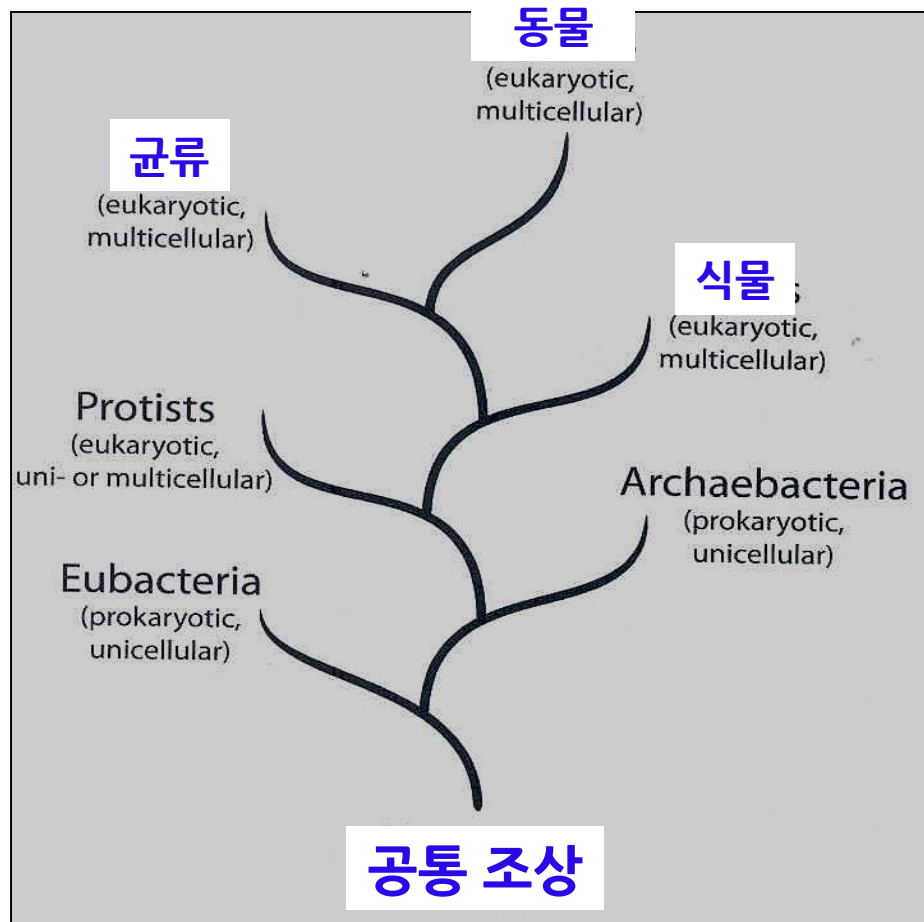


균류



1. 균류의 특징

균류의 생물학적 위치

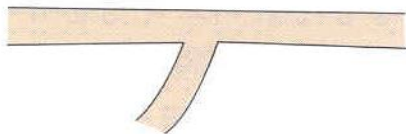


2. 균류의 형태와 분류

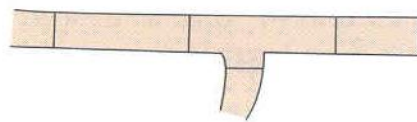
(1) 균류의 형태와 기능

① 영양체 (vegetative body)

- 미세한 실모양의 **균사(hyphae)**로 구성됨 - 사상균(絲狀菌)
- 균사는 키틴 또는 셀룰로스로 구성된 세포벽으로 둘러 싸여 있다.
- 균사에는 격벽이 있는 **유격벽균사**와 격벽이 없는 **무격벽균사**가 있다



무격벽균사



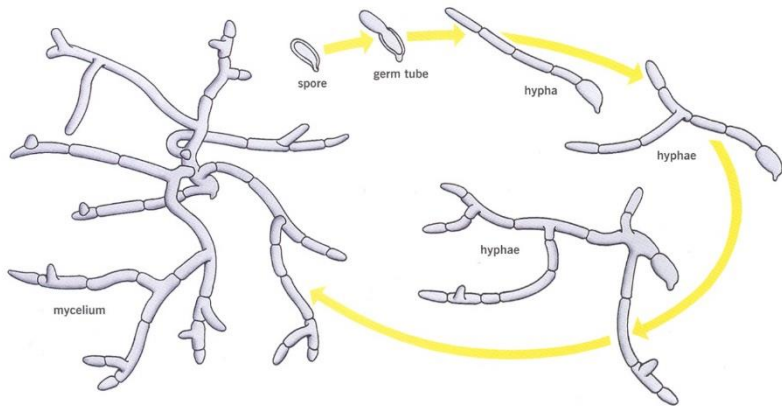
유격벽균사

1 균류

2. 균류의 형태와 분류

① 영양체 (vegetative body)

균사(hyphae)와 균사체(mycelium)



부착기(appressorium), 흡기(haustorium)

근상균사다발(rhizomorph)

균핵 (sclerotium)



2. 균류의 형태와 분류

② 번식체(reproductive body)

- 균류는 보통 다양한 종류의 **포자**를 형성하여 번식한다.
- **포자**는 균류의 **전파, 생존, 발병**에 매우 중요한 역할을 한다.
- **포자**는 **균류의 분류, 동정**에 중요한 기준이 된다.
- **포자**에는 ㉠**무성포자**와 ㉡**유성포자**가 있다.

1 균류

2. 균류의 형태와 분류

② 번식체(reproductive body)

가. 무성포자

- 유사핵분열(有絲核分裂, mitosis)에 의하여 만들어지는 포자
- 무성포자는 균류의 생활사중에 **반복해서 형성되며** 비교적 양분이 적은 조건에서 많이 만들어지고 단시간에 분포를 확대시킬 수 있다.
- 분생포자(conidium), 유주포자(zospore)

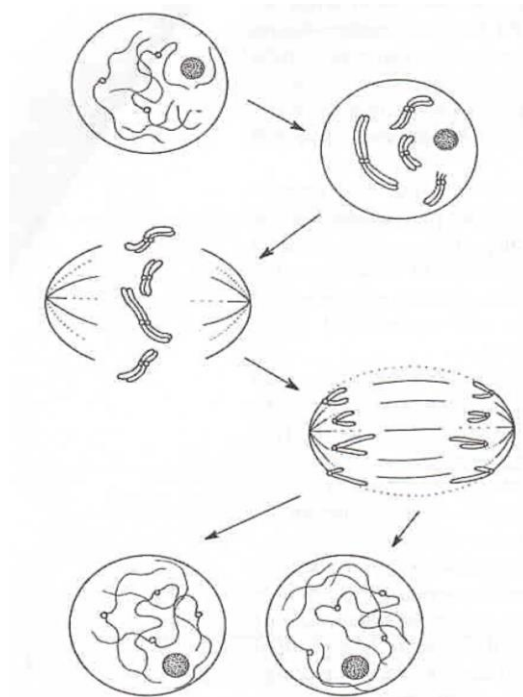


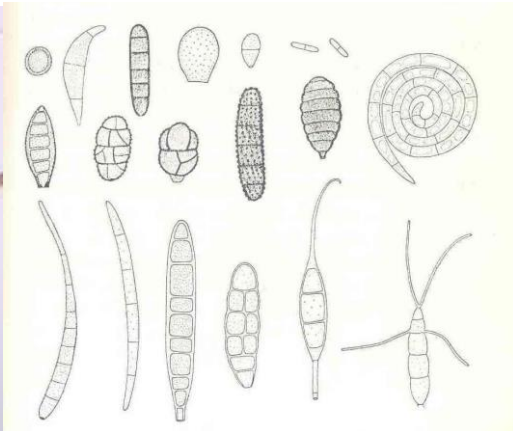
Figure 2.5. Mitosis: production of two identical nuclei for growth or asexual spore production.

유사핵분열 (Schumann, 2012)

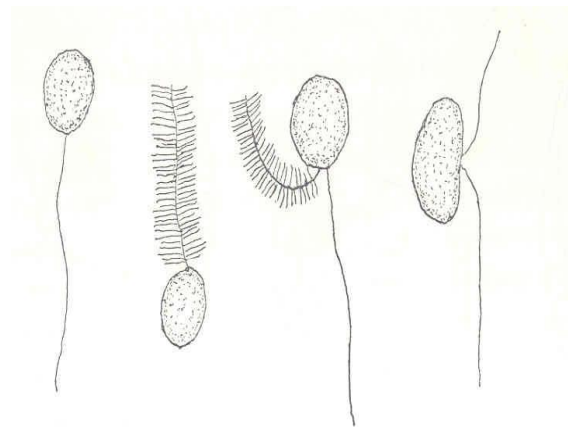
1 균류

2. 균류의 형태와 분류

② 번식체(reproductive body) 가. 무성포자



여러가지 **분생포자**



여러가지 **유주포자**

2. 균류의 형태와 분류

② 번식체(reproductive body)

나. **유성포자**: 원형질융합, 핵융합, 감수분열의 3단계를 거쳐 형성되는 포자

- **원형질융합**(plasmogamy): 두 원형질체의 융합에 의하여 두 핵이 한 세포 안으로 모인다 (2핵세포, dikaryotic cell).
- **핵융합**(karyogamy): 두 친화성 핵의 융합에 의하여 배수체(diploid) 핵이 형성된다.
- **감수분열**(meiosis): 핵분열이 이루어지며 이 때 염색체수가 배수체에서 반수체(haploid)로 감소한다.

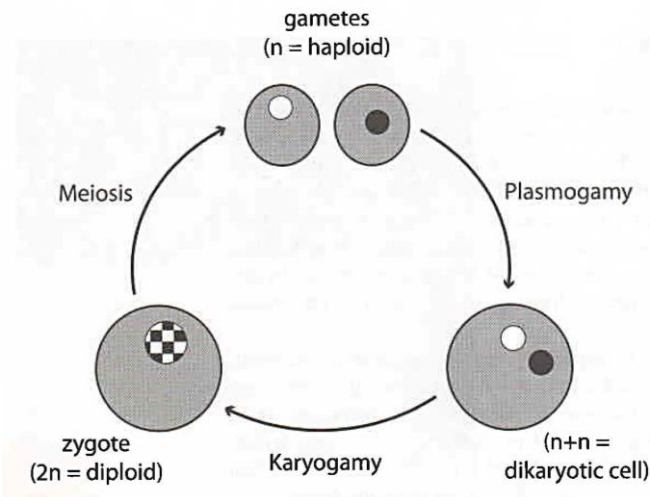
1 균류

2. 균류의 형태와 분류

② 번식체(reproductive body)

나. 유성포자

유성포자 형성과정
(Schumann, 2012)



- 유성포자는 대부분 **일년에 한번 형성**되지만 유전적으로 다양한 것이 만들어지며 불리한 환경에도 생존할 기회가 많다. **난포자(oospore)**, **접합포자(zygospore)**, **자낭포자(ascospore)**, **담자포자(basidiospore)**

3. 균류의 분류와 명명 (命名)

(1) 형태분류: 전통적 분류

- 유성세대의 형태적 특징(teleomorph) 및 생식방법이 분류의 기준이 됨.

자낭균류, 담자균류, 접합균류, 난균류 등

- 무성적으로 증식하는 균류는 편의상 유사분열포자균류(mitosporic fungi), 또는 불완전균류 (imperfect fungi)로 취급되며 무성세대의 형태(anamorph)에 의해 분류되지만 계통학적으로 대부분 자낭균류에 소속

3. 균류의 분류와 명명 (命名)

(2) 분자계통학적 분류: **DNA유전정보**의 해석을 기초로 하는 분자분류법

- PCR(중합효소연쇄반응) 및 분자유전학 기법의 등장: 균류 분류 새로운 전기, 전통적인 분류체계의 재편, 많은 분류군의 이름이 변경됨

PCR: 낮은 농도로 존재하는 DNA 일부분을 다수의 복제물로 증폭하는 방법

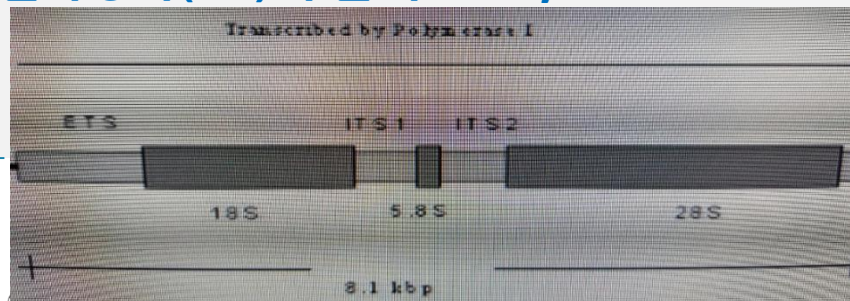
- 진핵생물 공통유전자 염기서열 비교: 균류의 진화적 관계 분석

- 가장 많이 사용되는 DNA 영역: 리보솜 유전자 cluster

리보솜 유전자 cluster: 18S (SSU), 5.8S, 28S (LSU) rRNA 로 구성

이들 세가지 소단위 사이에 내부전사영역(ITS)이 존재: ITS1, ITS2

ITS 영역: ITS1 + 5.8S + ITS2



3. 균류의 분류와 명명 (命名)

(2) 분자계통학적 분류: DNA유전정보의 해석을 기초로 하는 분자분류법

- ITS 영역: ITS1 + 5.8S + ITS2

균류의 계통학적 연구뿐 아니라 균류의 신속한 동정을 위한 진단키트 (DNA 바코딩)에서도 유용하게 사용됨

- 기타 자주 사용되는 DNA영역: 리보솜 RNA 소단위(LSU, SSU), β -tubulin, translation factor 1- α , histone H3, actin, RNA polymerase II

3. 균류의 분류와 명명 (命名)

(3) 균류의 명명법 (命名法, nomenclature)

- 전통적 분류: 국제식물명명규약(ICBN)
 - 균류의 학명: 속명(genus), 종명(species), 명명자의 순
 - 유성세대와 무성세대가 확인된 경우, 각 세대명을 기재 (유성세대명이 우선) 하는 **이중명명법 (dual nomenclature)**

(예) 벼도열병균: *Magnaporthe oryzae* B.C. Couch
(무성세대 *Pyricularia oryzae* Cavaia)

맥류붉은곰팡이병균: *Gibberella zeae* (Schwein.) Petch
(무성세대 *Fusarium graminearum* Schwabe)

- 2011년, 국제식물학회 학명위원회와 국제균학회에서 새로운 규정 발표
 - **‘한 균류-한 이름 (one fungus-one name)’**
- (예) 벼도열병균: *Pyricularia oryzae* Cavaia

1 군류

3. 군류의 분류와 명명 (命名)

(4) 군류의 분류: **진균**, **유사균류**

○ 분자계통학적 분석 결과에 의한 군류의 분류체계

- **진균**: 6개의 문 (phylum)이 인정되고 과거의 접합균문 (zygomycota)은 독립된 문을 구성하기에 불충분(단일 계통이 아니고 계통간 응집이 약함)하여 접합균류 (zygomycetes)로 구분
- 과거 병꼴균문으로 분류되었던 *Olpidium*은 독립적인 그룹으로 변경
- **유사균류**: 계통학적으로 진균계 (kingdom Fungi)와 진화적 연관성이 없다.

1 군류

3. 군류의 분류와 명명 (命名)

(4) 군류의 분류: 진균, 유사균류

I. 진균(True fungi):진균계(Kingdom Fungi)

자낭균문 (Phylum Ascomycota)

담자균문 (Phylum Basidiomycota)

글로메로균문

(Phylum Glomeromycota)

블라스토클라디오균문

(Phylum Blastocladiomycota)

병꽃균문 (Phylum Chytridiomycota)

네오칼리마스티고균문

(Phylum Neocallimastigomycota)

접합균류 (zygomycetes)

및 올피디움 (*Olpidium*)

II. 유사균류 (Fungus-like organisms)

난균문 (Phylum Oomycota)

아메바편모충류(Phylum Cerozoa)

파이토믹사강 (Class Phytomyxea):

뿌리혹병균류 (Pasmodiophorids)

점균류 (끈적균류, Slime molds)

4. 주요 분류군의 특징과 주요 식물 병원균의 분포

(1) 진균 (True fungi)

① 자낭균문(Ascomycota)

- 균류중 가장 큰 그룹임: 33,000종 이상
- 식물병원균중 약 70%가 이 그룹에 속함
- 유격벽 균사, 세포벽 주성분이 키틴과 글루칸
- 유성포자: 자낭(ascus)안에 자낭포자(ascospore, 보통 8개)를 형성
- 자낭은 기주조직에 노출되어 만들어지는 것(나출자낭, naked asci)과 자낭과 (ascocarp)에 만들어지는 것이 있음
- 자낭과: 자낭구(cleistothecium), 자낭각(perithecium), 자낭반(apothecium)
- 무성포자: 분생포자경(conidiophore) 위에 분생포자(conidium)를 형성
- 무성세대(anamorph)만 알려진 균류: 과거엔 유사분열포자균류(불완전균류)로 분류, 현재는 대부분이 자낭균류에 포함

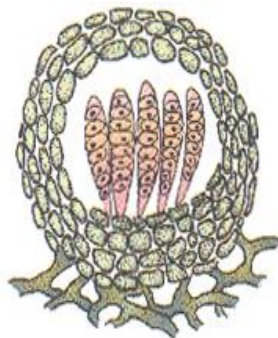
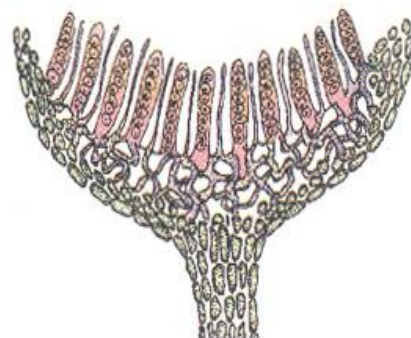
4. 주요 분류군의 특징과 주요 식물 병원균의 분포

① 자낭균문(Ascomycota)

유성생식 (유성포자)



자낭 및 자낭포자

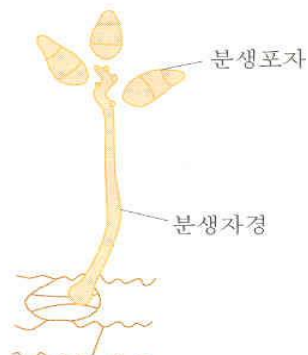
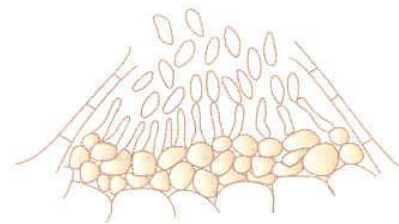
나출 자낭
Naked asci자낭구
Cleistotheicum자낭각
Perithecium자낭반
Apothecium

자낭과(ascocarp)의 종류 (Agrios, 2005)

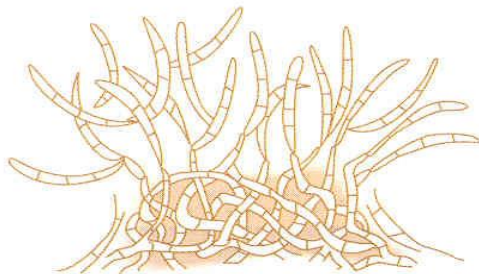
4. 주요 분류군의 특징과 주요 식물 병원균의 분포

① 자낭균문(Ascomycota)

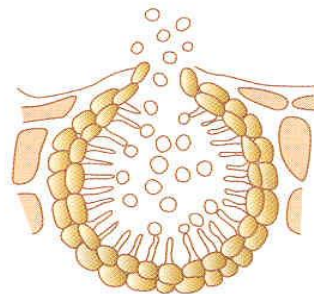
무성생식 (무성포자)

*Pyricularia*(도열병균)

분생포자반(acervulus)



분생포자좌(sporodochium)



분생포자각(병자각 pycnidium)

분생포자 및 분생포자과
의 종류 (Agrios, 2005)

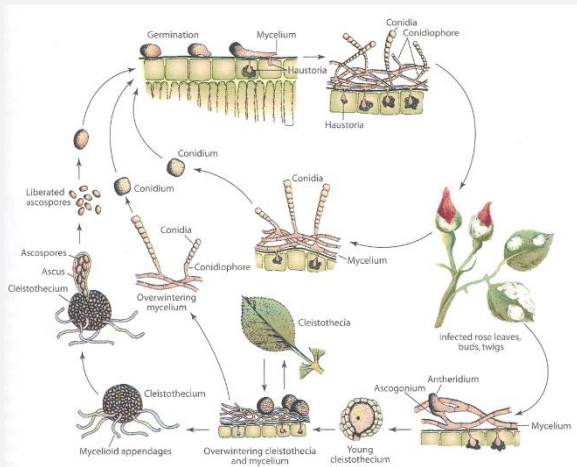
1 군류

4. 주요 분류군의 특징과 주요 식물 병원균의 분포

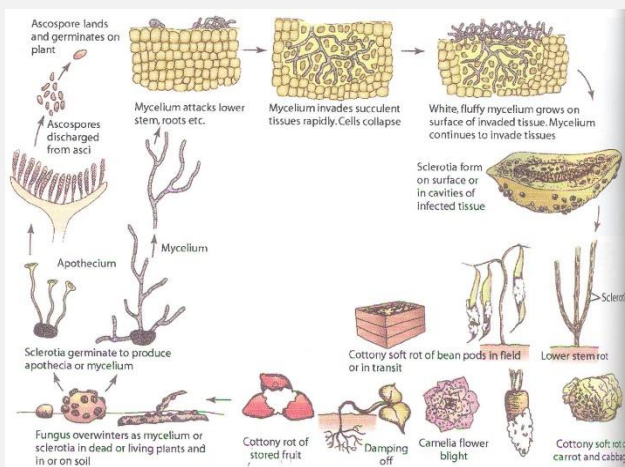
① 자낭균문(Ascomycota)

㉠ 진정자낭균아문 (Pezizomycotina)

- 자낭균의 약 90 %가 이 그룹에 속함
- 종류에 따라 자낭을 자낭구, 자낭각, 자낭반에 형성하는 군류와, 분생포자를 형성하는 유사분열포자균류 (불완전균류)가 포함됨



장미흰가루병균(Agrios)



채소류균핵병균(Agrios)



딸기잿빛곰팡이병균

4. 주요 분류군의 특징과 주요 식물 병원균의 분포

① 자낭균문(Ascomycota)

㉠ 진정자낭균아문 (Pezizomycotina)

○주요 식물병원균

| | |
|----------------|---|
| 맥류(밀, 보리)흰가루병균 | <i>Blumeria graminis</i> |
| 장미흰가루병균 | <i>Sphaerotheca panosa</i> f. sp. <i>rosae</i> |
| 채소류균핵병균 | <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> |
| 사과나무부란병균 | <i>Valsa ceratosperma</i> |
| 고추탄저병균 | <i>Colletotrichum acutatum</i> |
| 딸기잿빛곰팡이병균 | <i>Botrytis cinerea</i> |
| 벼도열병균 | <i>Pyricularia oryzae</i> |
| 벼깨씨무늬병균 | <i>Bipolaris oryzae</i> |
| 토마토시들음병균 | <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> |
| 감자겹둥근무늬병균 | <i>Alternaria solani</i> |
| 감귤녹색곰팡이병균 | <i>Penicillium digitatum</i> 등 |

1 균류

4. 주요 분류군의 특징과 주요 식물 병원균의 분포

① 자낭균문(Ascomycota)

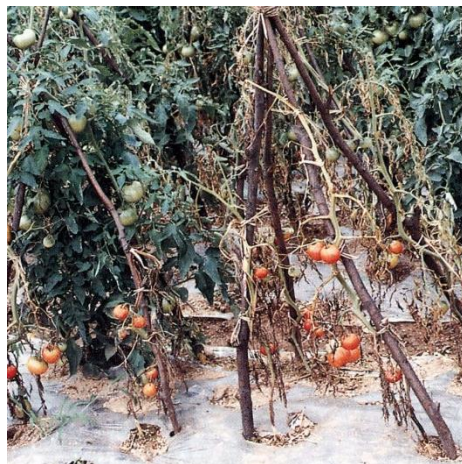
㉠ 진정자낭균아문 (Pezizomycotina)



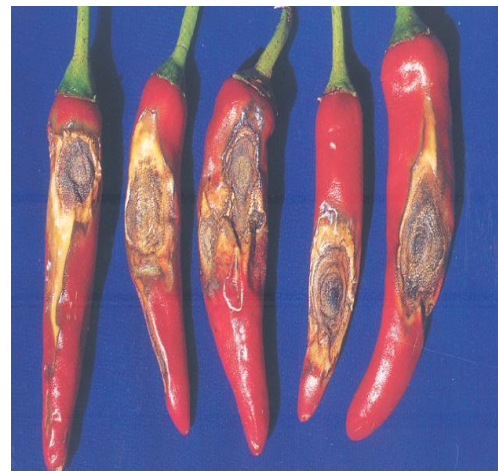
오이 흰가루병
(*S. fusca*)



채소류 균핵병
(*S. sclerotiorum*)



토마토 시들음병
(*F. oxysporum*)



고추 탄저병
(*C. acutatum*)

4. 주요 분류군의 특징과 주요 식물 병원균의 분포

① 자낭균문(Ascomycota)

㉠ 사카로마이케스아문 (Saccharomycotina)

- 출아효모세포를 형성
- 맥주, 빵, 와인 생산에 이용

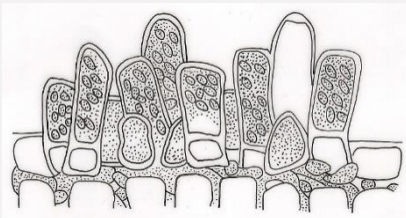
㉡ 타프리나아문 (Taphrinomycotina)

- 나출 자낭 형성
- 주요 식물병원균

복숭아나무잎오갈병균 *Taphrina deformans*

자두보자기열매병균 *Taphrina pruni*

나출 자낭



복숭아나무 잎오갈병

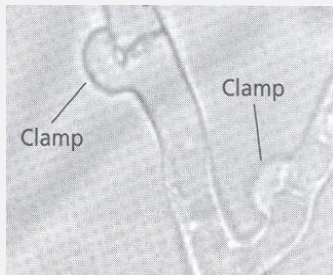
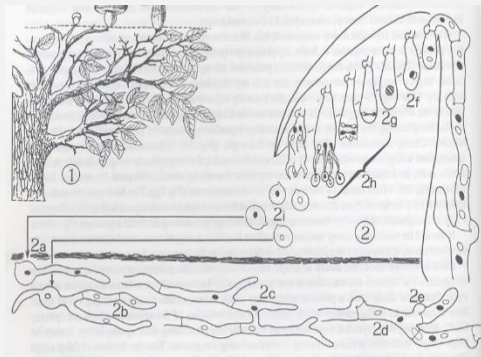
4. 주요 분류군의 특징과 주요 식물 병원균의 분포

② 담자균문(Basidiomycota)

- 약 30,000종이 분포
- 유격벽균사, 세포벽 주성분: 키틴과 글루칸, 격벽에 유연공이 있다
- 유성포자로 담자기(basidium)위에 담자포자(basidiospore)를 형성
- 많은 균류가 무성포자를 형성하지 않는다.
- 많은 담자균류의 이핵성균사 (2차균사)는 **격쇠연결 (clamp connection)** 형성



담자기와 담자포자



버섯균류의 생활사

4. 주요 분류군의 특징과 주요 식물 병원균의 분포

② 담자균문(Basidiomycota)

㉠ 주름버섯아문 (Agaricomycotina)

- 버섯류, 젤리균류 (목이류)처럼 큰 자실체를 가진 분류군과 담자균 효모를 포함한다
- 16,000여종의 버섯이 포함된다
- 주요 식물병원균

감자흰비단병균 *Sclerotium rolfsii*

뽕나무아밀라리아뿌리썩음병균 *Armillaria mellea*

벼잎집무늬마름병균 *Rhizoctonia solani*

㉡ 감부기병균아문 (Ustilaginomycota)

- 1,000종 이상의 감부기병균이 포함
- 주요 식물병원균

옥수수감부기병균 *Ustilago maydis*

보리겉감부기병균 *Ustilago nuda*

철쭉떡병균 *Exobasidium camelliae*

4. 주요 분류군의 특징과 주요 식물 병원균의 분포

② 담자균문(Basidiomycota)

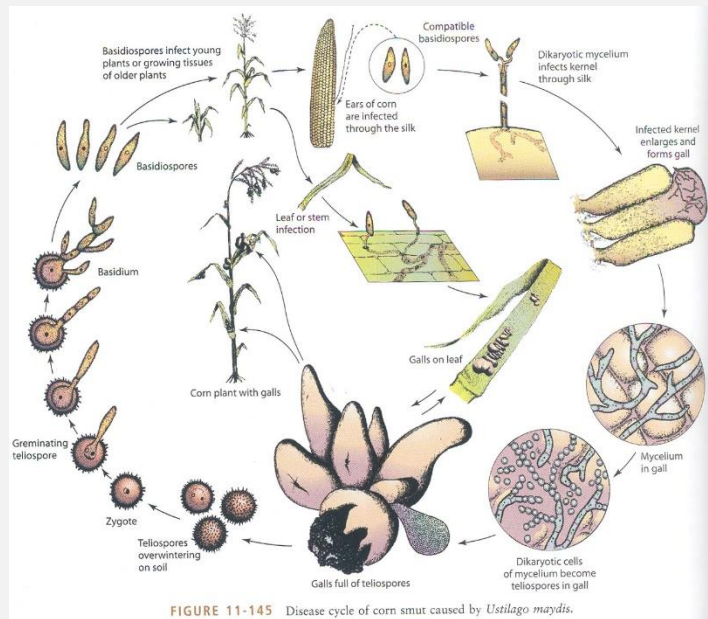
㉮ 껌부기병균아문 (Ustilaginomycota)



보리 겉껌부기병



옥수수 껌부기병



옥수수껌부기병균 생활사 (Agrios)

4. 주요 분류군의 특징과 주요 식물 병원균의 분포

② 담자균문(Basidiomycota)

④ 녹병균아문 (Pucciniomycota)

- 약 7,000종의 녹병균이 포함

○주요 식물병원균

| | |
|-------------|----------------------------------|
| 소나무혹병 | <i>Cronartium quercuum</i> |
| 잣나무털녹병 | <i>Cronartium ribicola</i> |
| 배나무붉은별무늬병균 | <i>Gymnosporangium asiaticum</i> |
| 사과나무붉은별무늬병균 | <i>Gymnosporangium yamadae</i> |
| 맥류줄기녹병균 | <i>Puccinia graminis</i> |
| 옥수수녹병균 | <i>Puccinia sorghi</i> |
| 고구마자주날개무늬병균 | <i>Helicobasidium mompa</i> |

1 군류

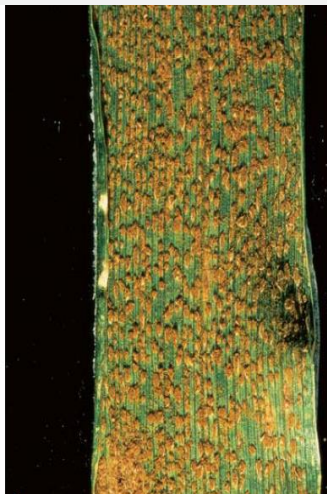
4. 주요 분류군의 특징과 주요 식물 병원균의 분포

② 담자균문(Basidiomycota)

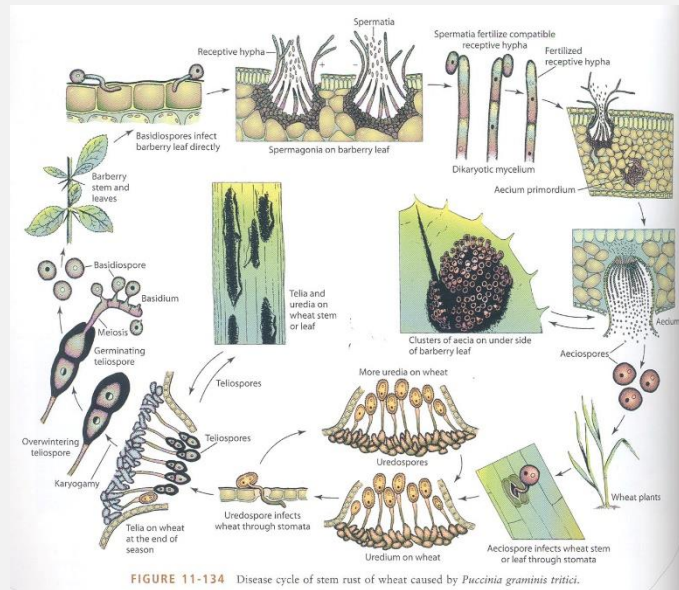
㉔ 녹병균아문 (Pucciniomycota)



사과나무 붉은별무늬병



맥류 잎녹병과 줄기녹병



맥류줄기녹병균 생활사(Agrios)

4. 주요 분류군의 특징과 주요 식물 병원균의 분포

③ 글로메로균문 (Glomeromycota)

- 수지상균근균 (Arbuscular mycorrhizal fungi; AM fungi)
- 기주식물 뿌리 안에서 자라며 공생한다
- 과거 접합균으로 분류되었다.

④ 블라스토클라이오균문 (Blastocladiomycota)

- 단편모 유주포자를 형성하는 수생균류
- 200종 미만이 보고되어 있다
- 대부분 부생균, 일부는 절지동물에 기생

⑤ 병꼴균문 (Chytridiomycota)

- 단편모 유주포자를 형성하는 호기성 수생균류
- 식물병원균으로 감자암종병균 (*Synchytrium endobioticum*)

⑥ 네오칼리마스티고균문 (Neocallimastigomycota)

- 초식동물 소화관에서 생장, 혐기성균류
- 약 20종이 알려져 있으며 유주포자를 형성

4. 주요 분류군의 특징과 주요 식물 병원균의 분포

⑦ 접합균류 (zygomycetes)

- 최근의 분자계통학적 분석 결과, 기존 접합균문 (Zygomycota)에 속했던 균류들은 독립된 문(phylum)을 구성하기에 불충분.
- 900종 이상의 균류가 알려져 있음.
- 무격벽균사를 형성
- 세포벽 주성분은 키틴과 키토산
- 무성포자로 포자낭포자를 형성
- 유성포자로 접합 또는 배우자융합을 통하여 접합포자를 형성
- 식물병원균
채소류, 고구마의 무름병균 (*Rhizopus stolonifera*)

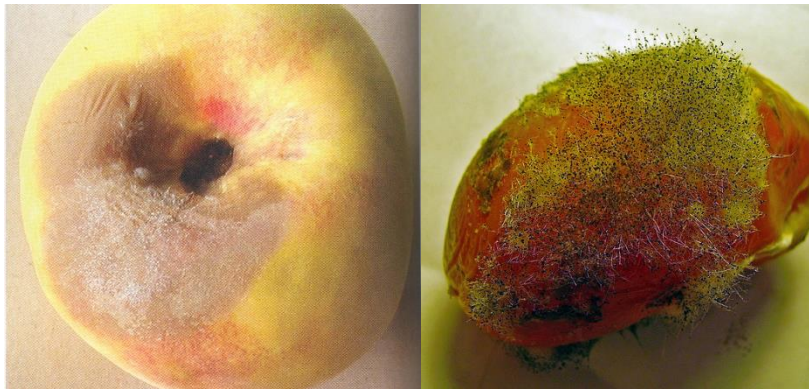
⑧ *Olpidium*

- 유주포자를 형성
- 과거 병꿀균문으로 분류되었으나 분자계통학적 분석을 통해 병꿀균문으로부터 독립적인 그룹으로 분류됨

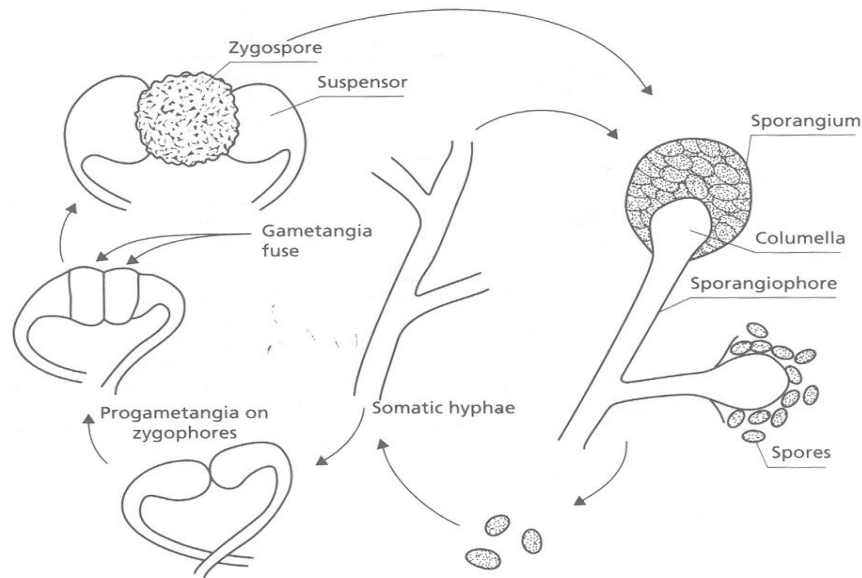
1 균류

4. 주요 분류군의 특징과 주요 식물 병원균의 분포

⑦ 접합균류(zygomycetes)



*Rhizopus stolonifer*에 의한 무름병



Rhizopus stolonifera (무름병균) 의 생활사(Deacon)

4. 주요 분류군의 특징과 주요 식물 병원균의 분포

(2) 유사균류 (Fungus-like organisms, Pseudofungi)

① 난균문 (Oomycota)

- 계통학적으로 진균보다 규조류와 갈조류에 가깝다
- **진균계와 진화적 연관성이 없다**
- 균학자들이 오랫동안 연구해온 미생물이다
- 무격벽균사, 세포벽 주성분은 셀룰로스(cellulose)
- **유성포자**로 장정기와 장란기의 수정으로 **난포자 (oospore)** 형성
- **무성포자**로 유주포자낭 안에 **유주포자 (zoospore)** 형성

○주요 식물병원균

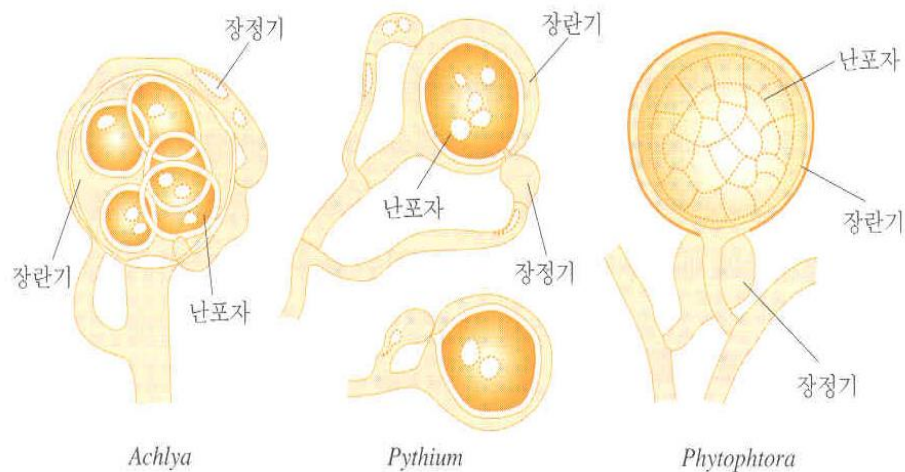
| | |
|----------|-----------------------------------|
| 고추역병균 | <i>Phytophthora capsici</i> |
| 감자역병균 | <i>Phytophthora infestans</i> |
| 상치노균병균 | <i>Bremia lactucae</i> |
| 오이노균병균 | <i>Pseudoperonospora cubensis</i> |
| 채소류모잘록병균 | <i>Pythium</i> spp. |

1 군류

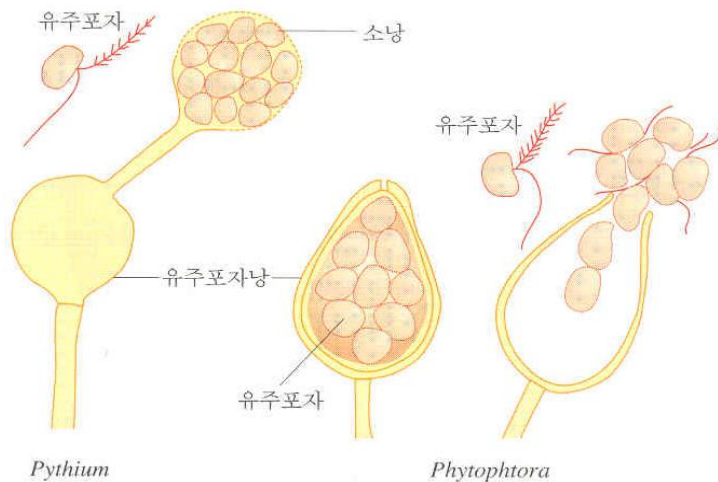
4. 주요 분류군의 특징과 주요 식물 병원균의 분포

(2) 유사균류 (Fungus-like organisms, Pseudofungi)

① 난균문 (Oomycota)



| 그림 5-8 | 난균류의 장정기, 장란기 및 난포자



| 그림 5-9 | 난균류의 유주포자낭과 유주포자

1 균류

4. 주요 분류군의 특징과 주요 식물 병원균의 분포

(2) 유사균류 (Fungus-like organisms, Pseudofungi)

① 난균문 (Oomycota)



고추 역병



감자 역병



오이 노균병

4. 주요 분류군의 특징과 주요 식물 병원균의 분포

(2) 유사균류 (Fungus-like organisms, Pseudofungi)

② 뿌리혹병균목 (Plasmodiophorida)

- 원생생물계인 파이토믹사강 (Phytophycea)에 소속되며, 점균류와 관련된 미생물
- 식물 뿌리와 줄기 세포 내에 원형질체로 된 **변형체**를 형성
- 활동기생체이며 유주포자낭에 **유주포자 (zoospore)** 형성
- 주요 식물병원균

배추 뿌리혹병균 *Plasmodiophora brassicae*

감자 가루더덩이병균 *Spongospora subterranean*

1 군류

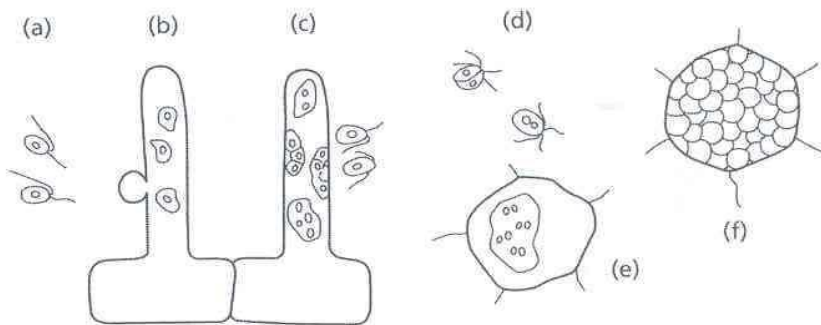
4. 주요 분류군의 특징과 주요 식물 병원균의 분포

(2) 유사균류 (Fungus-like organisms, Pseudofungi)

② 뿌리혹병균목 (Plasmodiophorida)



배추 뿌리혹병



배추뿌리혹병균 (*P. brassicae*) 의 생활환
(Deacon, 2006)

4. 주요 분류군의 특징과 주요 식물 병원균의 분포

(2) 유사균류 (Fungus-like organisms, Pseudofungi)

③ 점균류 (끈적균류, Slime molds)

㉠ 세포성 점균류 (cellular slime molds)

- 생활사의 대부분을 **단세포**로 된 **아메바 상태**로 지내는 원생동물

㉡ 변형체성 점균류 (plasmodial slime molds)

- 다핵상태의 원형질체가 아메바 상태로 집결해 있는 **변형체**로 구성
- 생활사중 변형체는 휴면포자를 지닌 포자낭으로 변한다
- 포자는 발아하여 **점균아메바**나 **유주포자**를 형성
- *Fuligo*, *Mucilago*, *Physarum* 등은 잔디와 같이 지면 가까이 있는 식물체의 일부를 덮어 점균병을 일으킨다.



다음시간에는

4강

**‘병원의 종류와 특성
(세균, 바이러스) 최재을 교수’**
입니다.