

OSNOVI MIKOLOGIJE

Prof. dr Jelena Vukojević
Prof. dr Milica Ljaljević Grbić

dr Miloš Stupar
Nikola Unković
Željko Savković

OCENA ZNANJA

- ✦ **Broj časova aktivne nastave:** predavanja 2; vežbe 2.
- ✦ **Metode izvođenja nastave:** teoretska nastava i eksperimentalne vežbe.
- ✦ **Ocena znanja (maksimalni broj poena 50)**
 - ✦ aktivnost u toku predavanja 2,5
 - ✦ aktivnost u toku praktične nastave 2,5
 - ✦ kolokvijum 10
 - ✦ test 15
 - ✦ usmeni ispit 20

Mikologija

✦ **Mikologija** je biološka disciplina koja je počela dinamično da se razvija u drugoj polovini XIX veka.

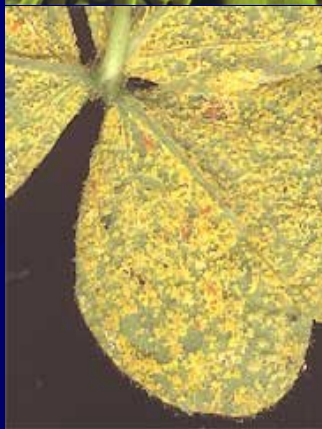
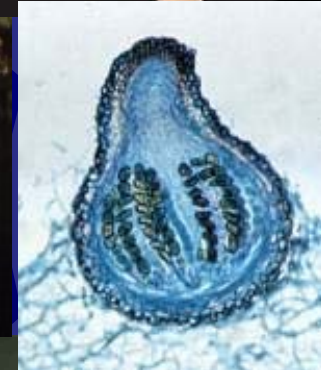
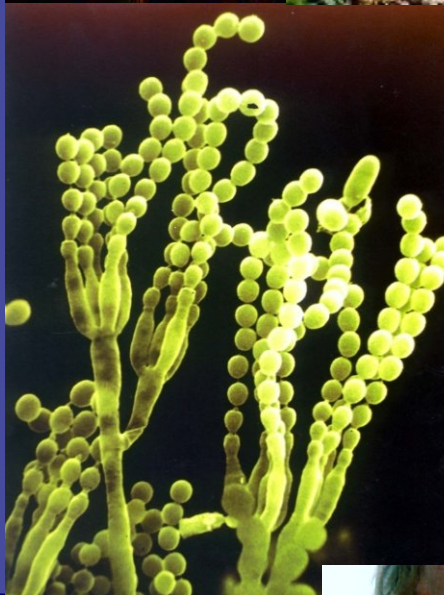
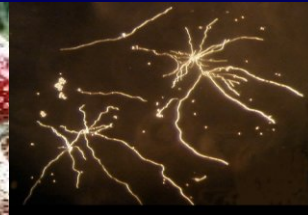
- ✦ Mikologija proučava skupinu organizama zvanih:
 - Fungi (latinski),
 - Mycota (grčki) ili
 - Gljive



©2002 Taylor F. Lockwood

www.fungiphoto.com

Fungi – Mycota - Gljive

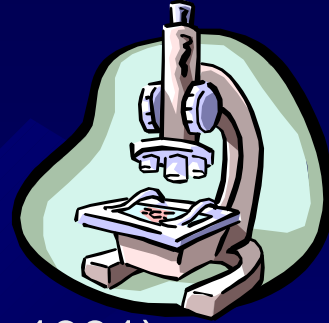


Istorijat

- Upadljiva plodonosna tela poznata su ljudima još iz antičkog doba.
- Vekovima **Kinezi** upotrebljavaju neke gljive u ishrani i medicini.
- **Rimljani** su razlikovali brojne jestive i otrovne pečurke.
- **Stare civilizacije Severne Amerike** koristile su pečurke u religioznim obredima i ritualima i u empirijskoj medicini.



Istorijat



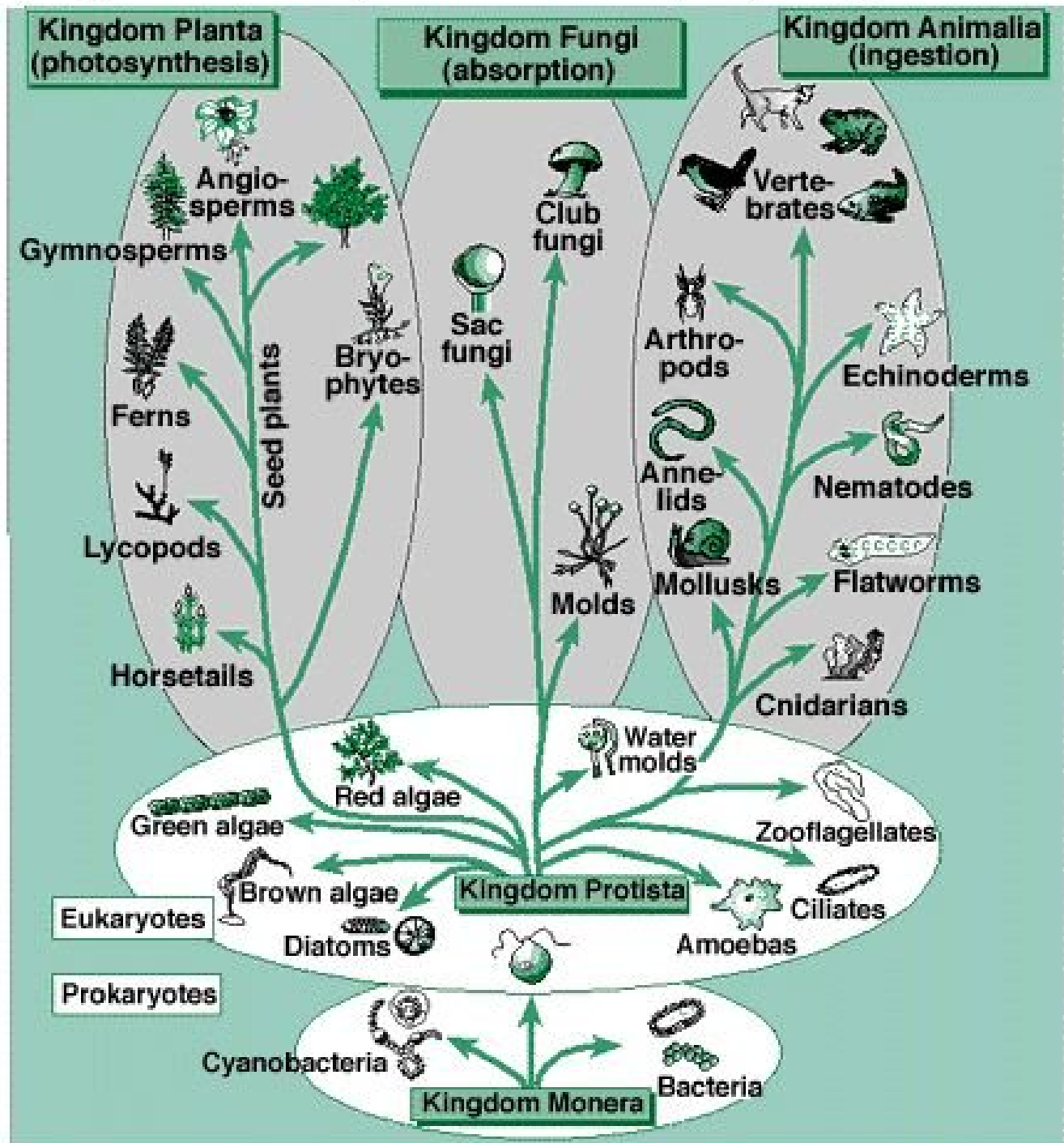
- ✦ Poznavanje prave prirode i načina rasta gljiva moralo je da sačeka pojavu **mikroskopa**.
- ✦ **Saccardo** (1845-1920) *Sylloge fungorum* (1. tom-1882, 25. tom -1931).
- ✦ Istorija čovečanstva je povezana sa različitim bolestima, **patologija** je imala veliki uticaj na razvoj mikologije.
- ✦ Gljivilčne bolesti biljaka (**mikoze**) su raširenije od mikoza kod ljudi i životinja.
- ✦ Potrebe za medicinskom zaštitom, kao i većom proizvodnjom hrane, stimulisale su fundamentalna i primenjena mikološka istraživanja.
- ✦ Istraživanja u mikologiji se prepliću sa drugim granama nauke: citologijom, molekularnom biologijom, patologijom, fiziologijom i dr.



Mesto gljiva u sistemu živog sveta

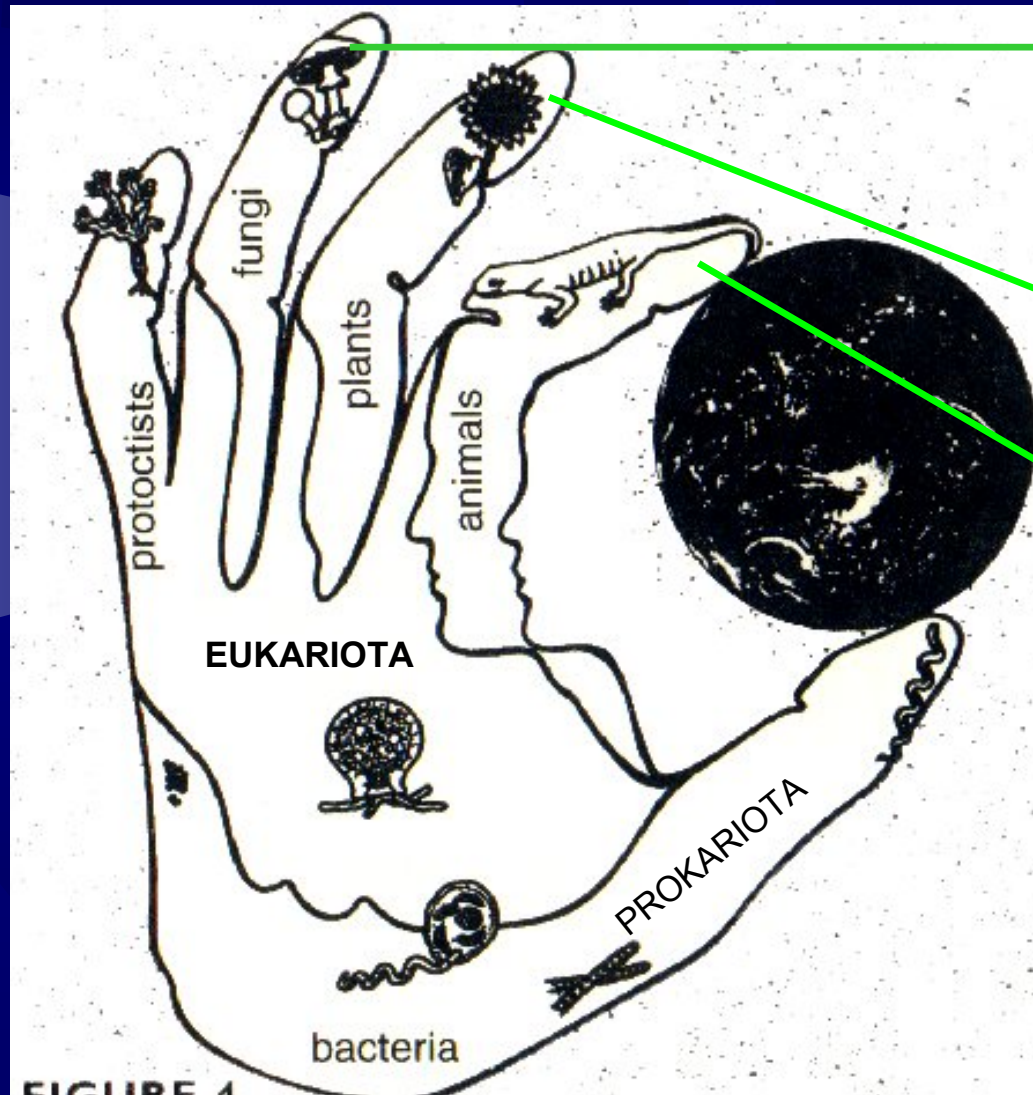
- Velika grupa organizama.
- Dugo su smatrane pripadnicima biljnog carstva, pošto su nepokretne i apsorbuju hranljive materije, ali od biljka se razlikuju:
 - načinom ishrane,
 - sastavom ćelijskog zida,
 - načinom razmnožavanja,
 - hormonskim sistemima,
 - načinom reagovanja na svetlost,
 - konceptom ćelije.
- Navedena svojstva su bila značajna za dalju klasifikaciju gljiva ([Whittaker, 1969](#)).
- Gljive čine odvojenu filogenetsku liniju od biljnog i životinjskog carstva i predstavljaju posebno carstvo Fungi.

The Five Kingdoms



(Whittaker, 1969)

Mesto gljiva u sistemu živog sveta



LIZOTROFIJA
APSORPCIJA

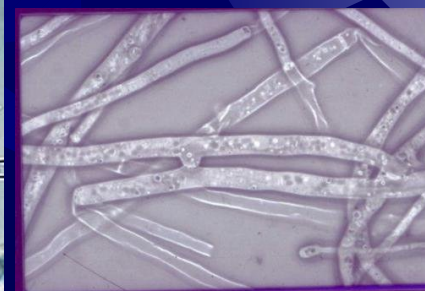
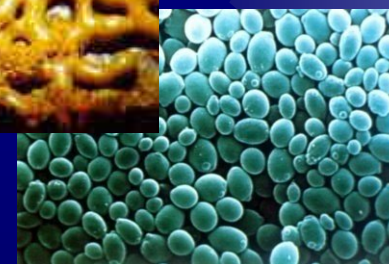
AUTOTROFIJA
FOTOSINTEZA

FAGOTROFIJA
INGESTIJA

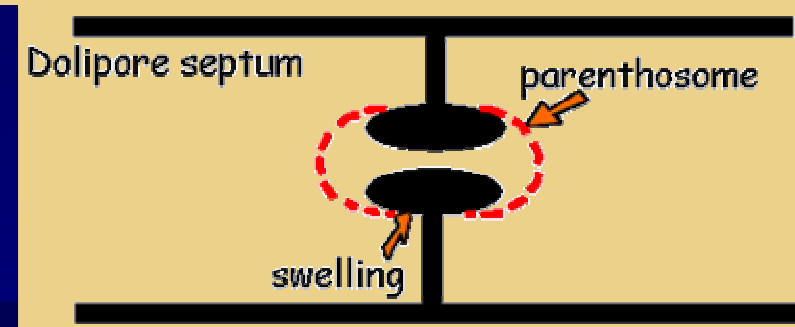
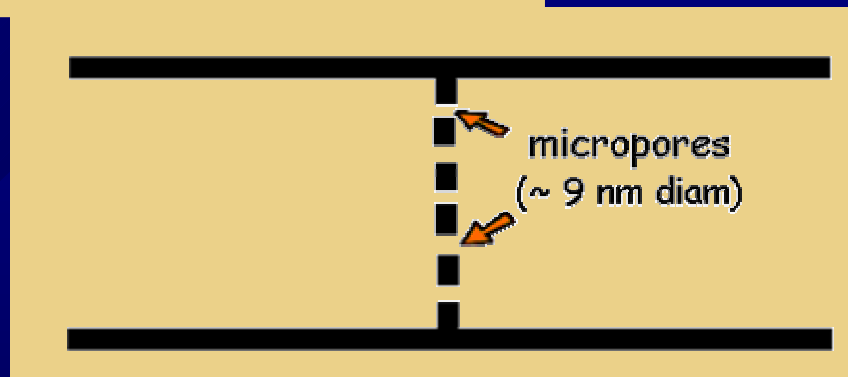
Whittaker, 1969 - 5 CARSTAVA ŽIVOG SVETA

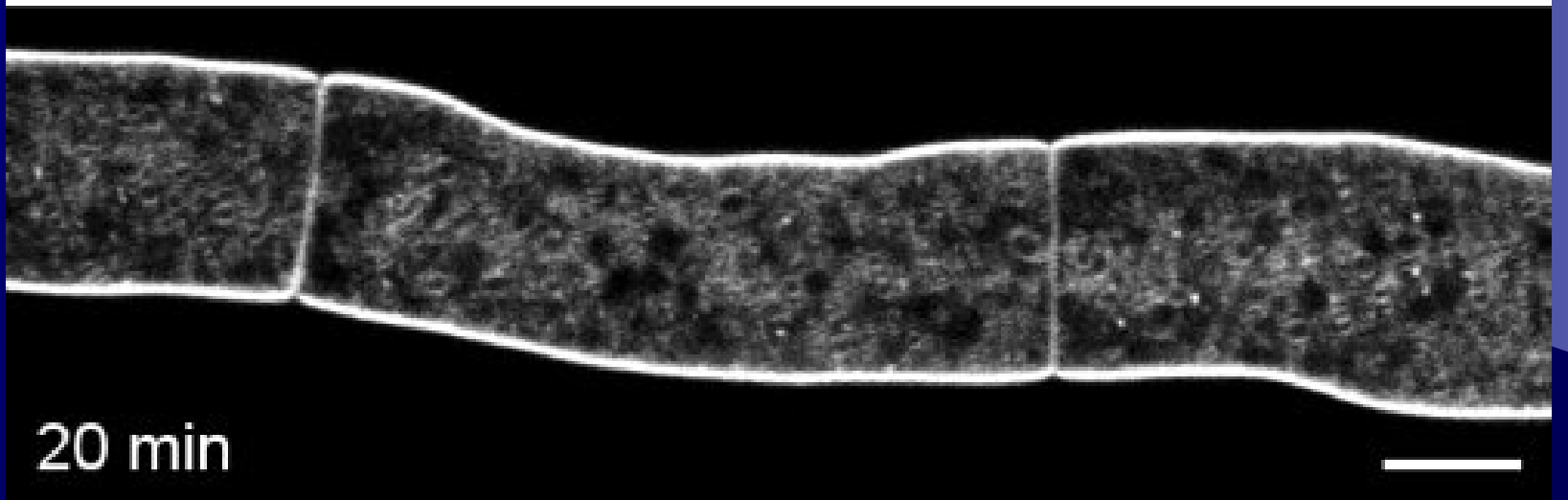
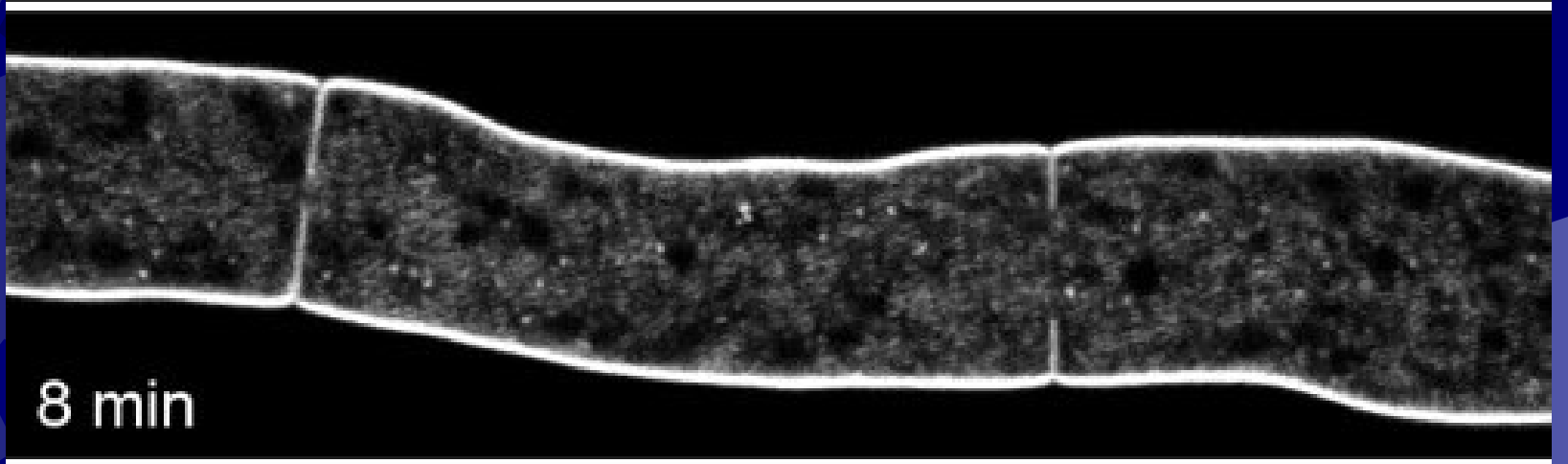
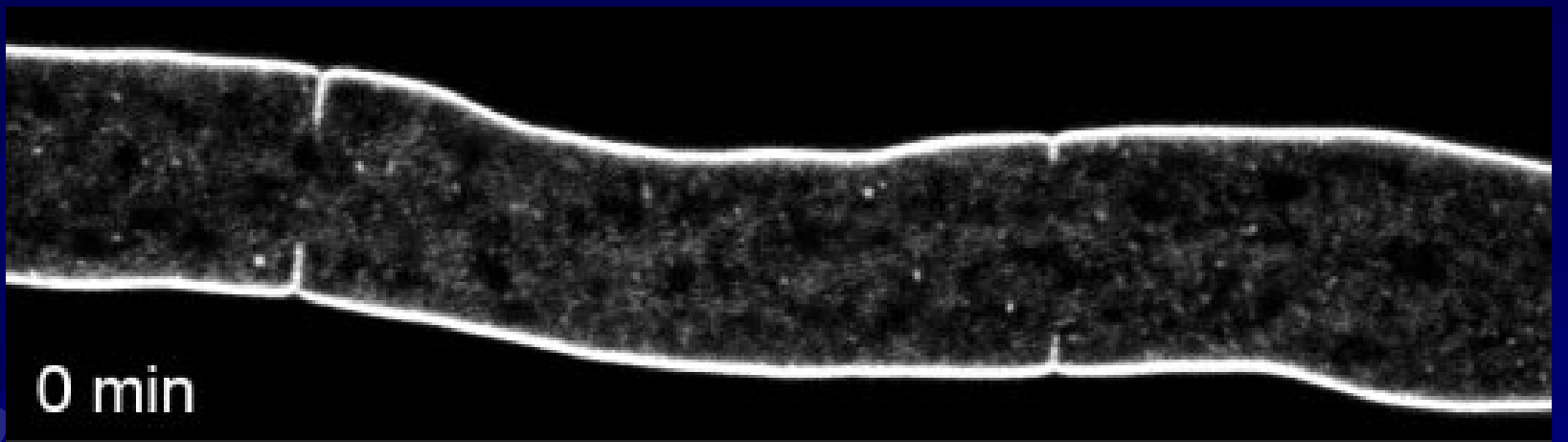
Opšte karakteristike gljiva

- ✦ Gljive se svrstavaju među najjednostavnije Eucaryote.
- ✦ Količina DNK u ćeliji gljiva samo je 4-10 puta veća od prisutne u ćeliji *Escherichia coli*, dok kod viših biljaka i životinja ona je 1.000-10.000 puta veća.
- ✦ Gljive su jednoćelijski ili višećelijski organizmi .
- ✦ Telo gljiva je:
 - plazmodijalno (sluzave gljive),
 - nemicelijsko (kvasci),
 - micelijsko (prave gljive).
- ✦ Miceliju grade hife i mogu biti:
 - septirane ili neseptirane,
 - jedno- ili više jedarne,
 - haploidne, dikariotske ili diploidne

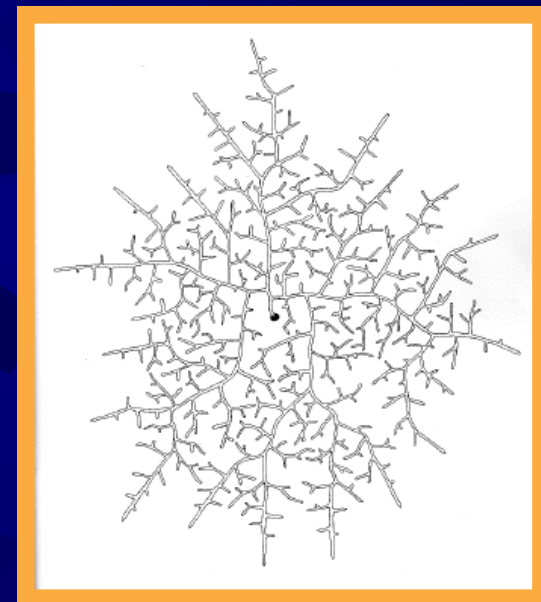
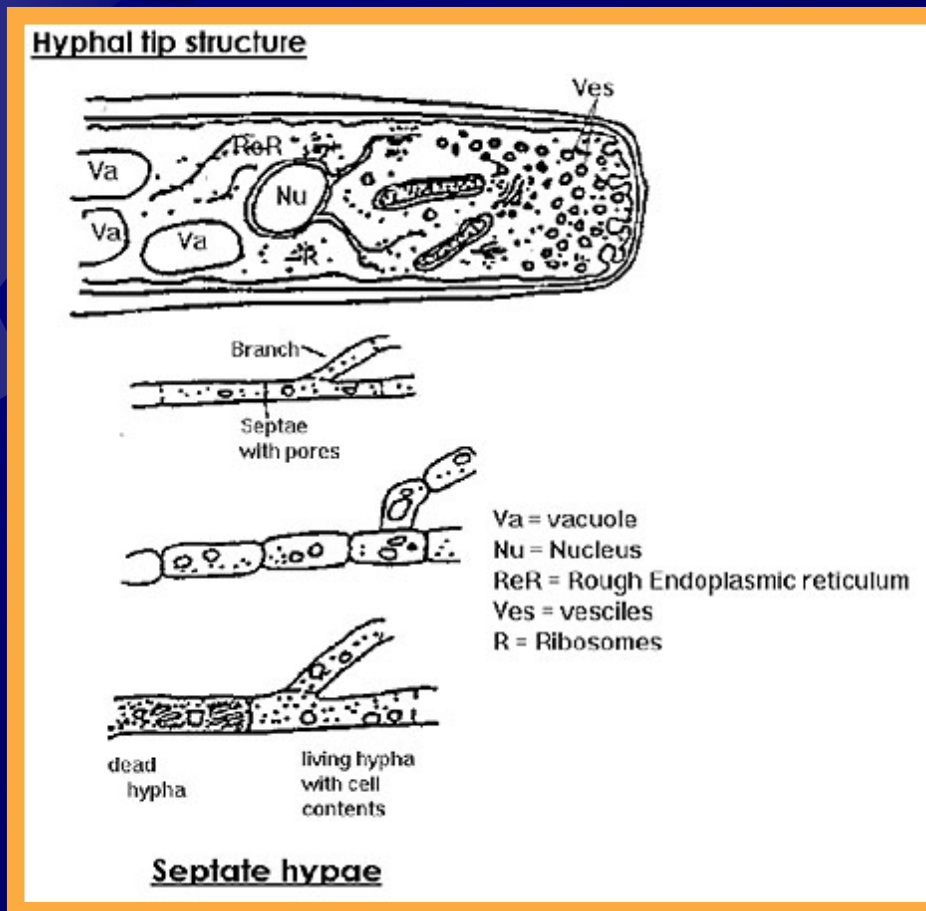


•Tipovi septi kod hifa



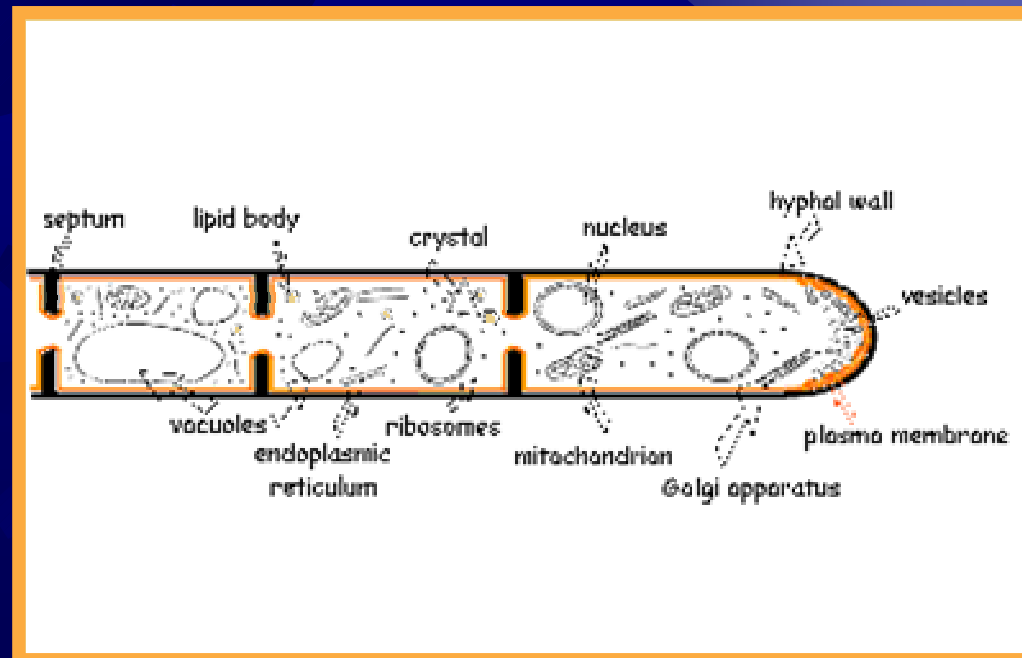
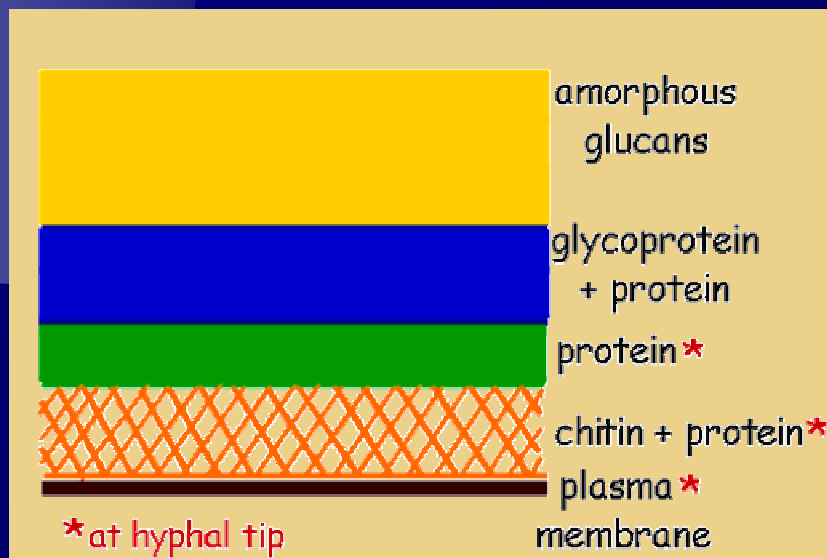


- ✦ Rast hifa je vršni, mikroskopskih su dimenzija 1-5 μ m širine.
- ✦ Brzorastuće, rastu i do 1km/24časa.
- ✦ Modifikacije hifa – **prividna tkiva**, **rizomorfi**, **strome**, **sklerocije**, **sporokarpi** i dr.
- ✦ Životni ciklus je jednostavan ili složen, sa **belspolnom** i/ili **polnom fazom**, sa **homo-** i **heterotalizmom**.



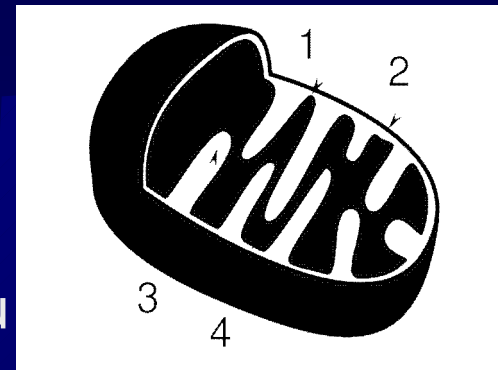
Difuzni rast micelije

- * **Ćelijski zid** gljiva je dinamična struktura podložna promjenama u različitim fazama životnog ciklusa:
 - * skeletna komponenta - β glukan i hitin, malobrojne celuloza,
 - * matriks – polisaharidi i glikoproteini.
- * **Protoplazma** čini osnovnu masu ćelije, sastoji se od citoplazme sa organelama i jedrima, ovičena je plazma membranom.
- * **Ekstracelularni matriks** - ćelije gljiva mogu lučiti mucilagene supstance koje se akumuliraju sa spoljašnje strane ćelijskog zida.

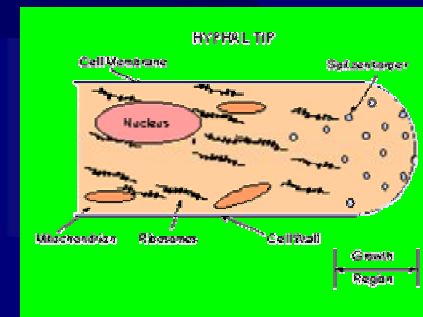


Organele

- ✦ **Mitochondrije** imaju dvoslojnu membranu i obrazuju pločaste kriste sa izuzetkom klase *Oomycetes*.
- ✦ **Ribozomi** su brojni, pojedinačni ili grupisani u polizome.
- ✦ **Endoplazmatični retikulum** je slabije razvijen kod gljiva.
- ✦ **Goldžijev komoleks** nije dokazan kao univerzalna pojava kod gljiva, aktuelno je pitanje identifikacije funkcionalnih analoga ove organele.
- ✦ **Vakuole** kod gljiva su lako uočljive i njihov broj i položaj zavisi od tipa ćelije i njene starosti.

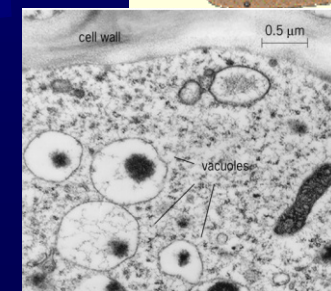
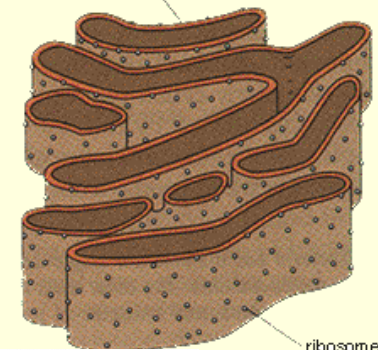


1. unutrašnja membrana
2. spoljašnja membrana
3. Krista
4. matriks



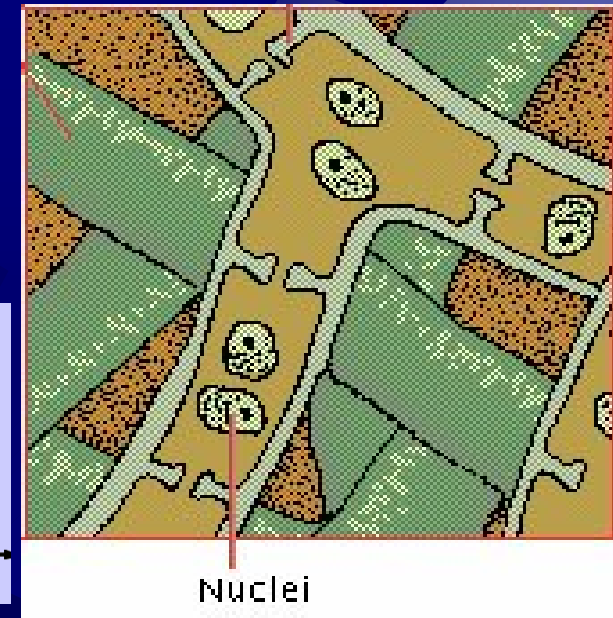
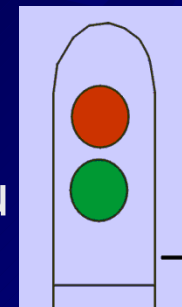
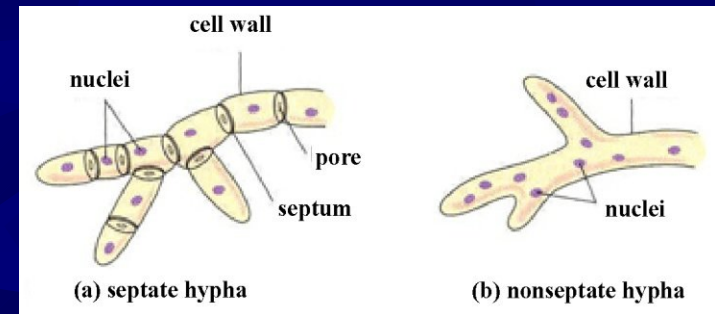
Endoplasmic Reticulum

membrane sheets



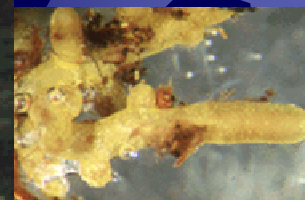
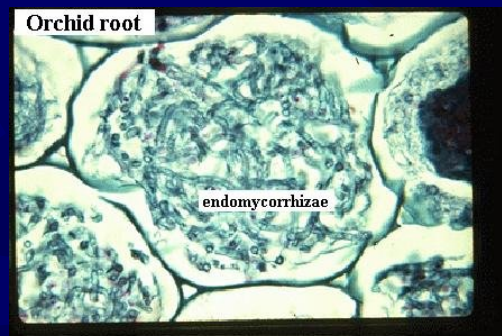
Jedro sa karakteristikama dikariona

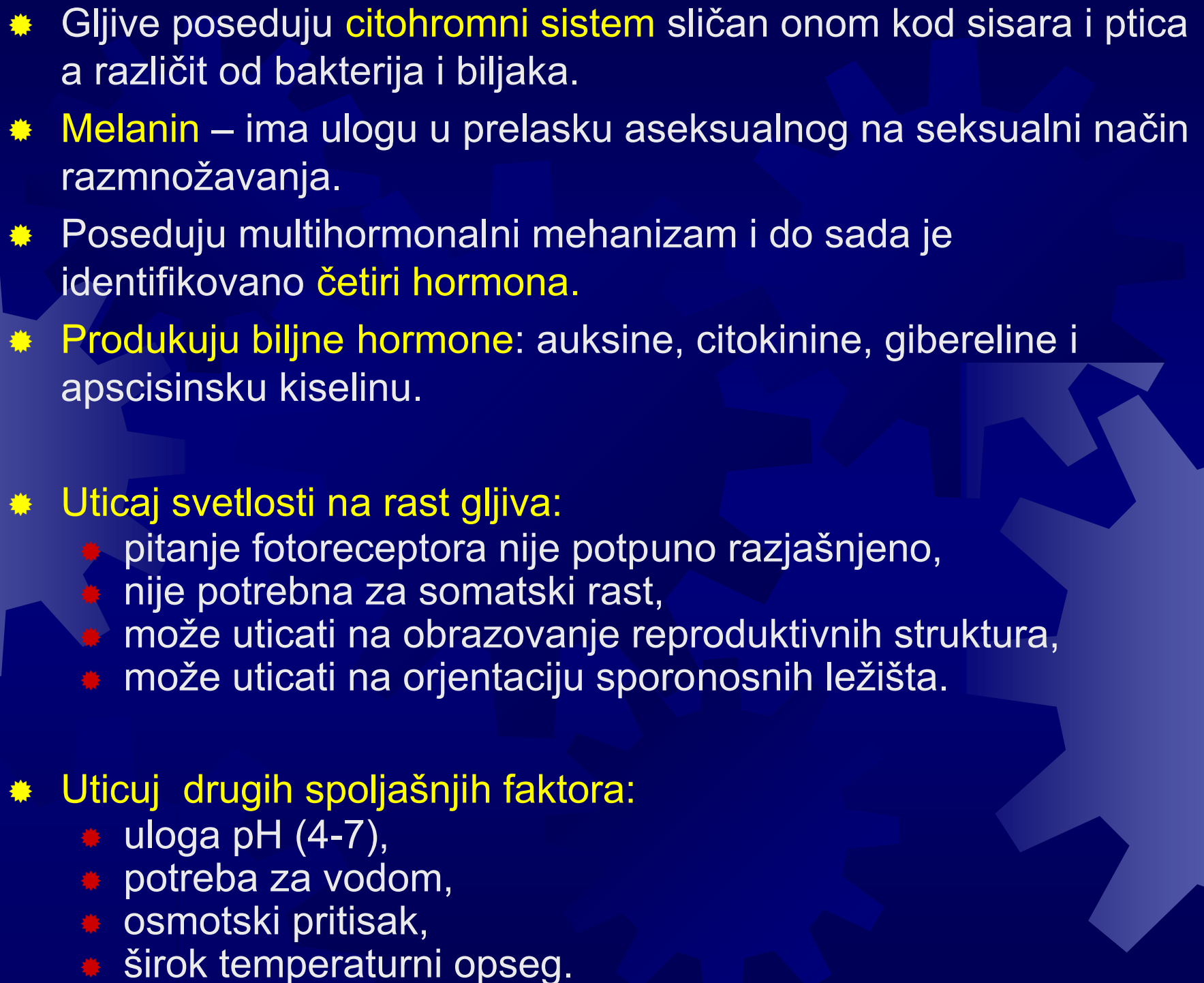
- ✦ **Jedro** kod gljiva je loptasto ili zvezdasto, malih dimenzija ($1 \times 2 \mu\text{m}$).
- ✦ Ima duplu, debelu membranu, sa retkim porama, često je u tesnoj vezi sa endoplazmatičnim retikulumom.
- ✦ **Dikarion** - par združenih, seksualno kompatibilnih jedara koja se ne spajaju ali se sinhronizovano dele ($n+n$); fenomen prisutan samo kod gljiva.
- ✦ **Dikariotsku fazu** srećemo kod nekih gljiva, sa različitom dužinom trajanja u toku životnog ciklusa



Ishrana gljiva

- ✦ **Heterotrofni organizmi** koji luče digestivne enzime a zatim apsorbuju delimično svarenu hranu, sa malim izuzecima koji mogu da vrše hemosintezu.
- ✦ **Rezervne materije** u uglavnom u formi **glikogena**, masti ili uljanih kapi.
- ✦ **Metabolizam gljiva:**
 - ❖ **primarni** – neophodan za održavanje organizma,
 - ❖ **sekundarni** – produkcija neesencijalnih jedinjenja.
- ✦ Kosmopoliti su i mogu da žive kao:
 - **saprobi**,
 - **paraziti** (fakultativni ili obligatni – biotrofi),
 - **simbionti**.



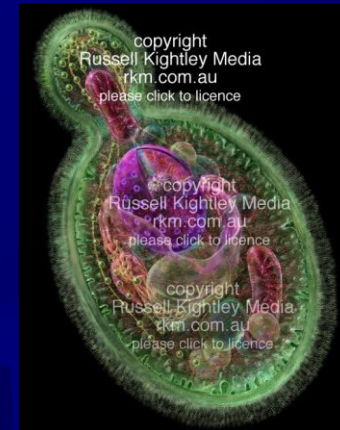
- 
- ✱ Gljive poseduju **citohromni sistem** sličan onom kod sisara i ptica a različit od bakterija i biljaka.
 - ✱ **Melanin** – ima ulogu u prelasku aseksualnog na seksualni način razmnožavanja.
 - ✱ Poseduju multihormonalni mehanizam i do sada je identifikovano **četiri hormona**.
 - ✱ **Produkuju biljne hormone**: auksine, citokinine, gibereline i apscisinsku kiselinu.
 - ✱ **Uticaj svetlosti na rast gljiva:**
 - pitanje fotoreceptora nije potpuno razjašnjeno,
 - nije potrebna za somatski rast,
 - može uticati na obrazovanje reproduktivnih struktura,
 - može uticati na orijentaciju sporonosnih ležišta.
 - ✱ **Uticaj drugih spoljašnjih faktora:**
 - uloga pH (4-7),
 - potreba za vodom,
 - osmotski pritisak,
 - širok temperaturni opseg.

Reprodukcija

- ☀ Kod gliva je prisutna
 - aseksualna reprodukcija i
 - seksualna reprodukcija.
- **Aseksualna reprodukcija** je važna za kolonizaciju vrsta, produkciju velikog broja individua i obično se ponavlja nekoliko puta u toku sezone.
- **Seksualnom reprodukcijom** se obrazuje veliki broj rekombinacija i formiraju novi genotipovi; odvija se jedanput u toku godine.
- ☀ Obrazovanje reproduktivnih organa je:
 - holokarpno i
 - eukarpno.

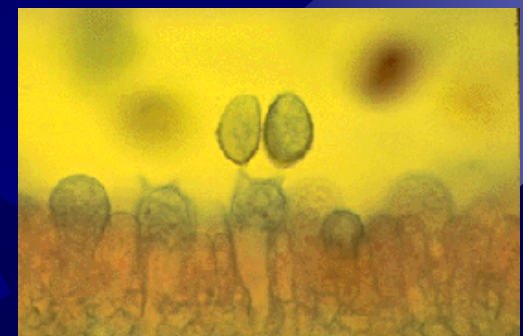
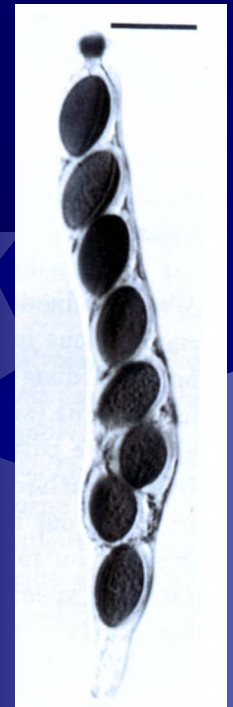
Aseksualna reprodukcija

- ☀ Aseksualna reprodukcija je propagacija novih individua.
- ☀ Kod gljiva se najčešće sreće:
 - fragmentacija somatskog tela,
 - deljenje somatskih ćelija na ćerke ćelije,
 - pupljenjem somatskih ćelija ili spora,
 - obrazovanje mitotičkih spora.
- ☀ Artrospore ili talusne konidije nastaju raskidanjem hifa na pojedinačne ćelije.
- ☀ Hlamidospore – ćelije sa zadebljalim zidovima.
- ☀ Pupljenje – deljenje ćelija konstrikcijom ćelijskog zida.
- ☀ Spore – najčešći vid aseksualne reprodukcije; različite su po građi, boji, veličini, obliku, jednoćelijske ili višećelijske.
 - **sporangiospore** (aplanospore i zoospore) – u sporangijama.
 - **konidije** – na konodioforima,
 - koremije
 - sporodohije
 - acervule
 - piknidije



Seksualna reprodukcija

- ☀ Seksualna reprodukcija gljiva se odvija u tri faze:
 - plazmogamija,
 - kariogamija,
 - mejoza.
- ☀ Kod nižih gljiva kariogamija se odvija odmah nakon plazmogamije, dok su kod viših gljiva ove faze vremenski i prostorno razdvojene, što ima za posledicu pojavu **dikariona**.
- ☀ Prave gljive proizvode četiri vrste seksualnih spora:
 - oospore,
 - zigospore,
 - askospore,
 - bazidiospore.
- ☀ Gotovo sve prave gljive su u somatskoj fazi haploidne ili dikariotske (izuzetak Oomycetes i Chytridiomycetes).
- ☀ **Heterokariozis** – postojanje jedara različitih genotipova u jednoj ćeliji hife.
- ☀ **Gametangije** - seksualni organi gljiva.
- ☀ **Gameti** – prisutni ili se ne diferenciraju.
- ☀ **Homotalusne** i **heterotalusne** vrste.



Klasifikacija gljiva

- ✦ Izdvajanjem gljiva u posebno carstvo prouzrokovalo je pojavu nekoliko sistema klasifikacije .
- ✦ Najprihvaćenija je klasifikacija po **Ainsworthu iz 1973.** godine:

Carstvo: **FUNGI**

Razdeo: **MYXOMYCOTA**

Klase: Acrasiomycetes
Labyrinthulomycetes
Myxomycetes
Plasmodiophoromycetes

Razdeo: **EUMYCOTA**

Podrazdeo: **MASTIGOMYCOTINA**

Klase: Chytridiomycetes
Hyphochytridiomycetes
Oomycetes

Podrazdeo: **ZYGOMYCOTINA**

Klase: Zygomycetes
Trichomycetes

Podrazdeo: **ASCOMYCOTINA**

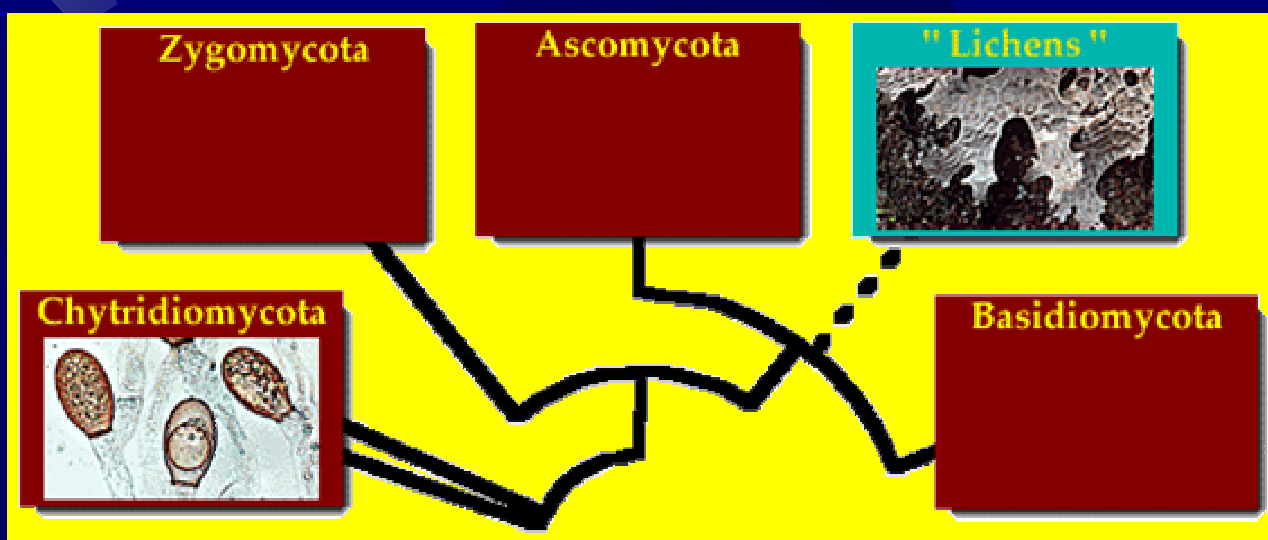
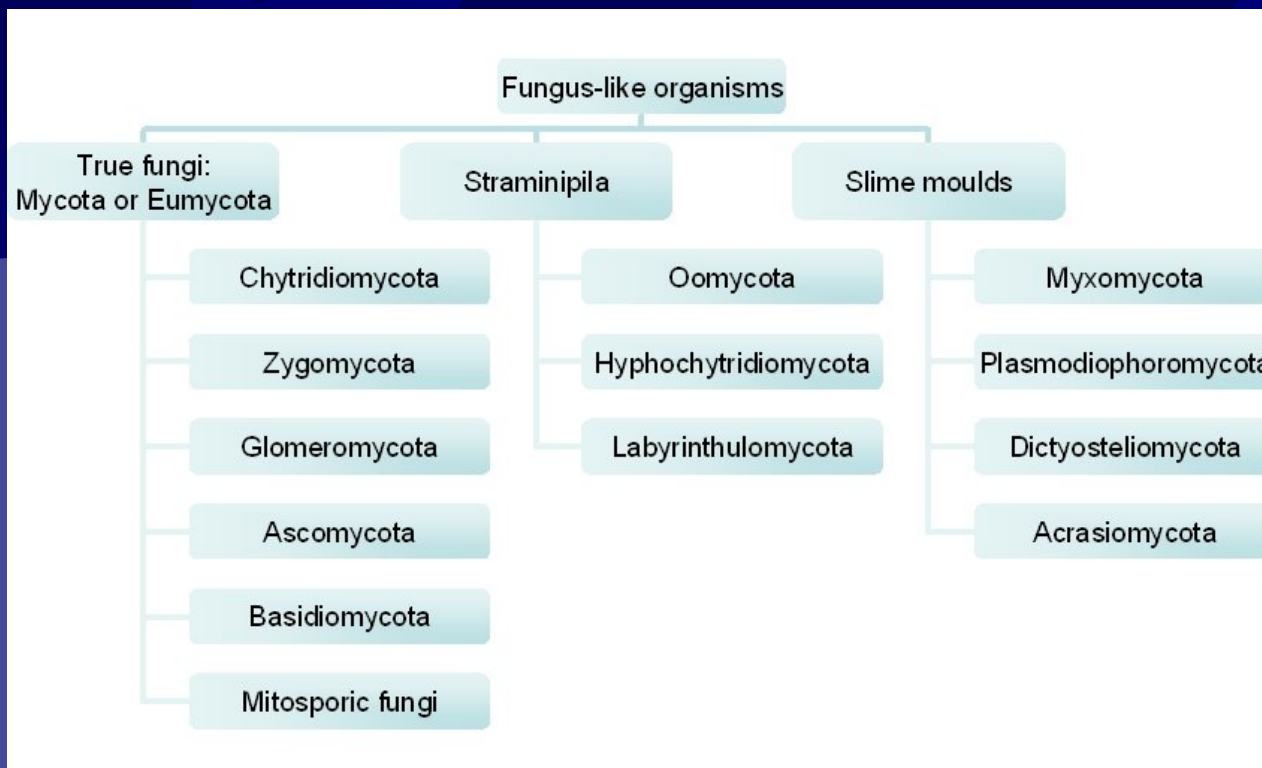
Klase: Hemiascomycetes
Plectomycetes
Pyrenomycetes
Laboulbeniomycetes
Loculoascomycetes
Discomycetes

Podrazdeo: **BASIDIOMYCOTINA**

Klase: Hymenomycetes
Gasteromycetes
Teliomycetes

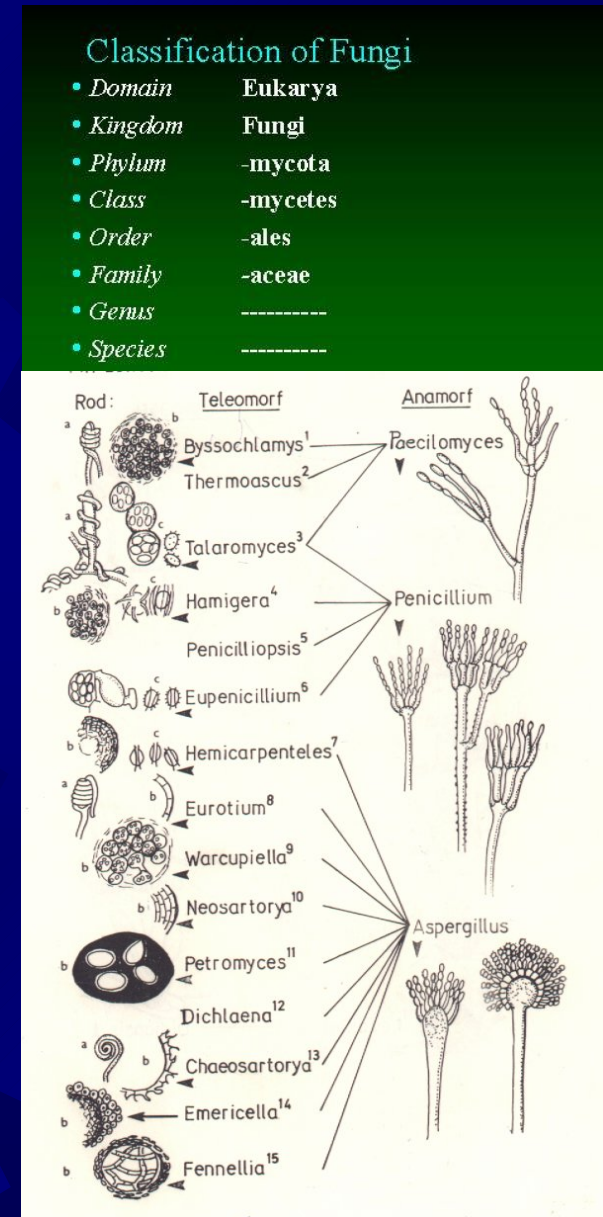
Podrazdeo: **DEUTEROMYCOTINA**

Klase: Hyphomycetes
Celomycetes
Blastomycetes



Osobnosti taksonomije gljiva

- **Taksonomija** – hijerarhiski sistem podčinjenih jedinica.
- **Takson** - sistemska jedinica bilo kog ranga.
- **Taksonomska kategorija** – apstraktan pojam.
- Binomijalna nomenklatura nije potpuno primenljiva kod gljiva.
- Seattl 1969. god.- “mikološki organizam može imati dva ili više autonomnih, fenotipskih, binominalnih imena”.



Značaj i brojnost gljiva

- ☀ Imaju značajno mesto u ishrani ljudi,
 - sakupljaju se u prirodi ili se uzgajaju.
- ☀ Učestvuju u brojnim tehnološkim procesima:
 - fermentacija prehrambenih proizvoda,
 - alkoholna vrenja,
 - proizvodnja organskih kiselina,
 - biodegradacija i bioremedijacija.
- ☀ Produkcija sekundarnih metabolita:
 - alkaloidi,
 - mikotoksini,
 - antibiotici.



Jestive i lekovite vrste gljiva koje se najviše komercijalno proizvode

Shiitake
(*Lentinus edodes*)

Šampinjon
(*Agaricus bisporus*)

Bukovača
(*Pleurotus* spp.)

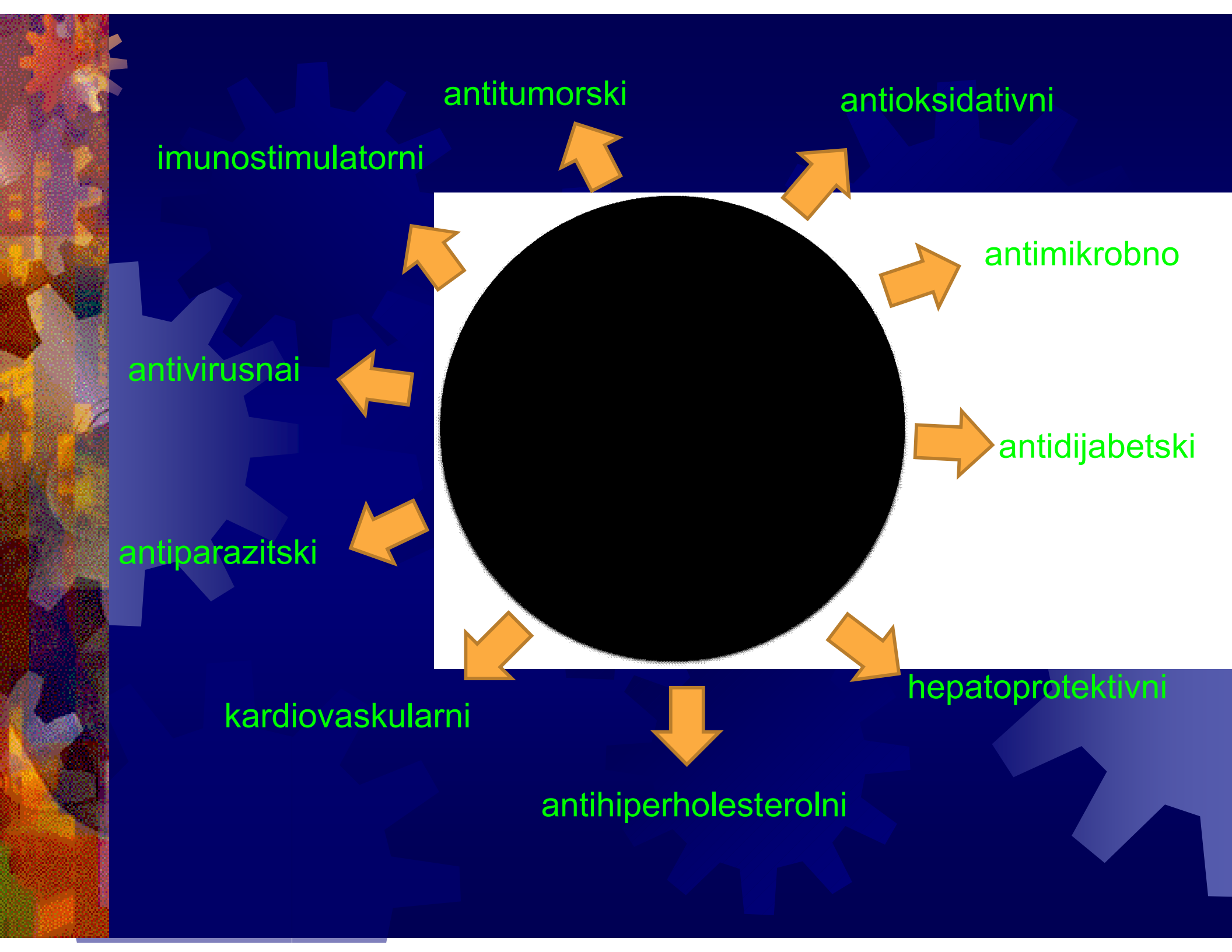
Zimska pečurka
(*Flammulina velutipes*)

Druge pečurke
(*Auricularia* spp.,
Grifola frondosa,
Ganoderma spp.,
Trametes, spp. i dr).

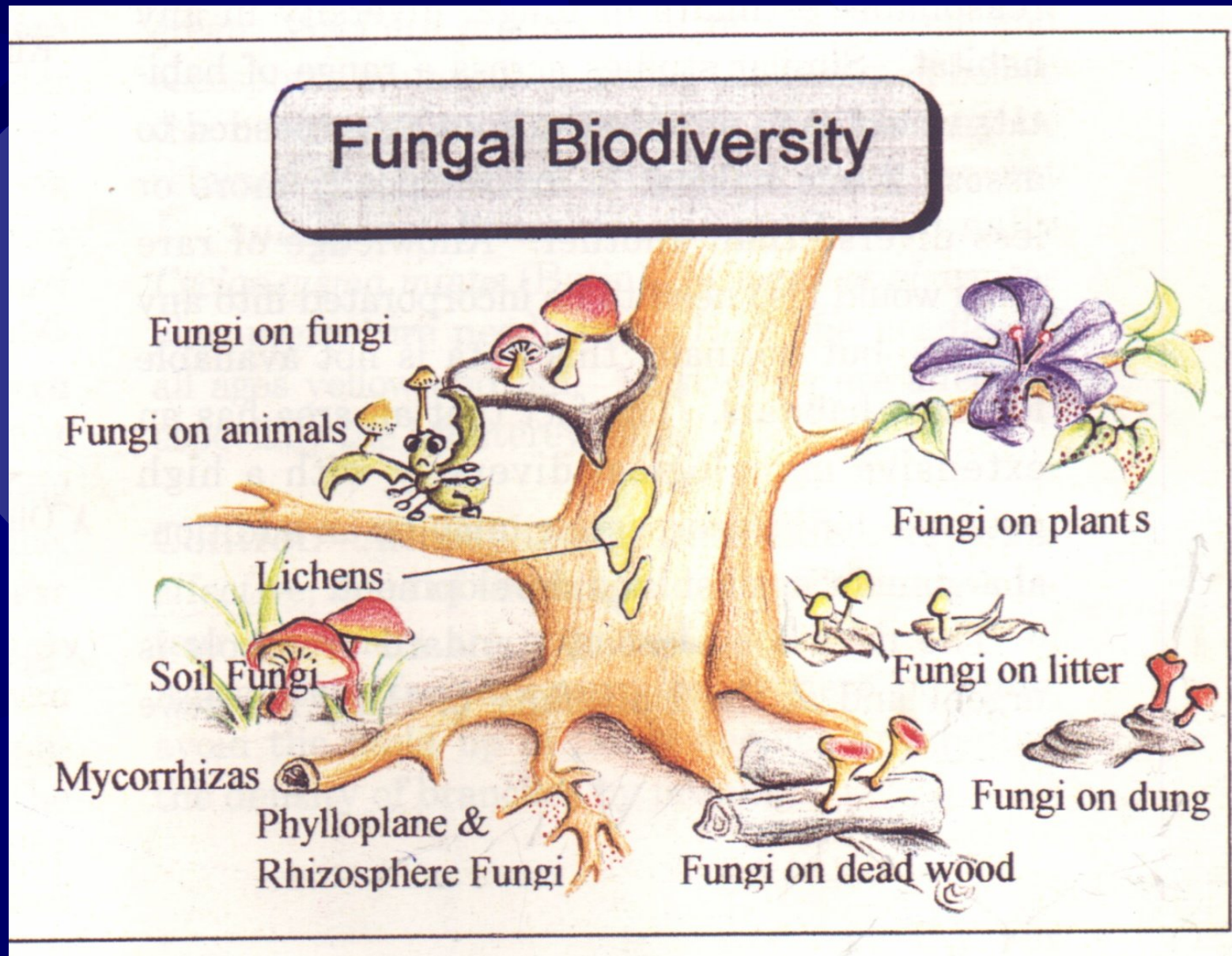
Volvariella volvacea

➤ Za razliku od lekova koji leče posledice a ne uzroke bolesti i imaju niz neželjenih dejstava, medicinske gljive i preparati na bazi njih deluju na održavanje biološke homeostaze organizma.





- Do 1984 opisano je 64 000 vrsta gljiva, danas se navodi oko 100 000 vrsta.
- Svake godine se opiše oko 1700 vrsta novih za nauku.
- Procenjuje se da postoji oko 1,5 miliona (500 000 do 9 miliona) vrsta gljiva.
- Korišćeni su različiti pristupi u pokušaju da se proceni ukupan broj vrsta gljiva.



- ✦ Hipoteza da na planeti Zemlji egzistira oko 1,5 miliona vrsta gljiva od kojih je približno 100 000 opisano navodi na zaključak da je oko 1,4 miliona vrsta za sada nepoznato.
- ✦ Analizom gljiva i biljaka cvetnica na određenom prostoru dobijeno je da je gljiva 6 puta više (270 000 cvetnic x 6 = 1,6 miliona).

