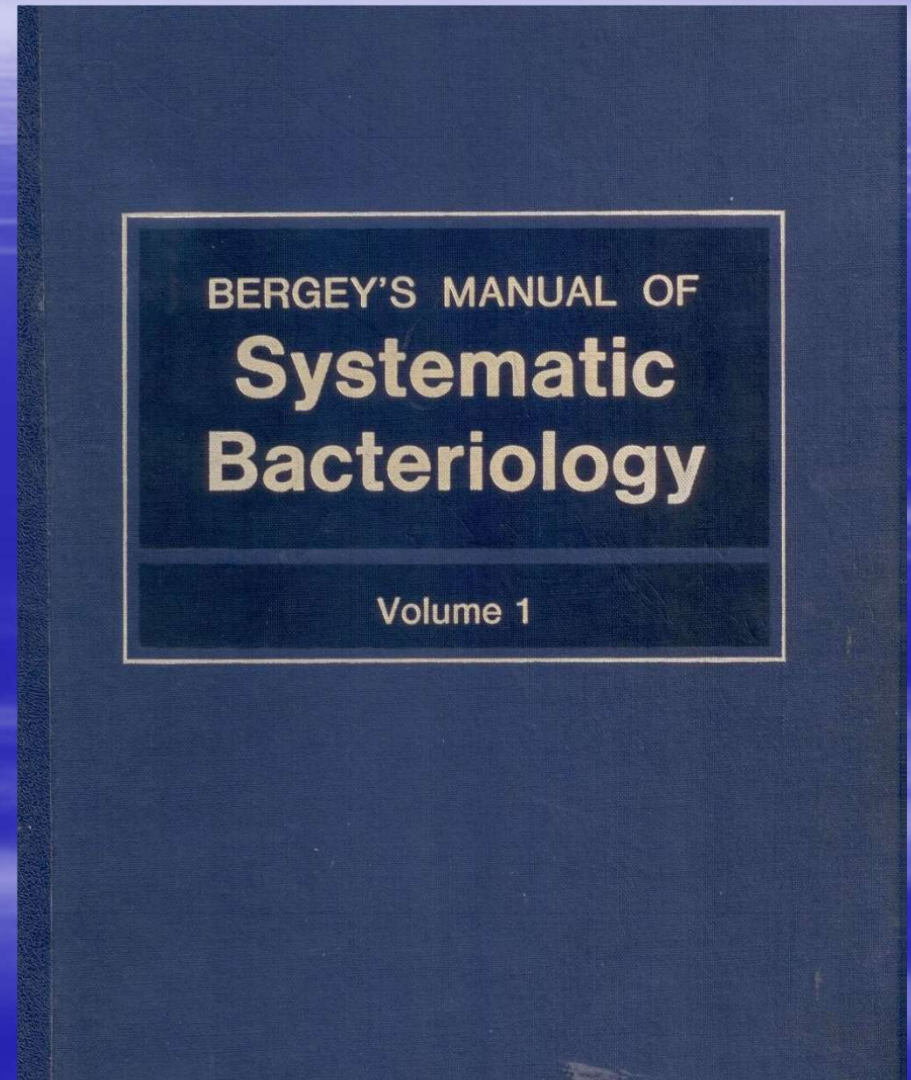


Sistematika mikroorganizama

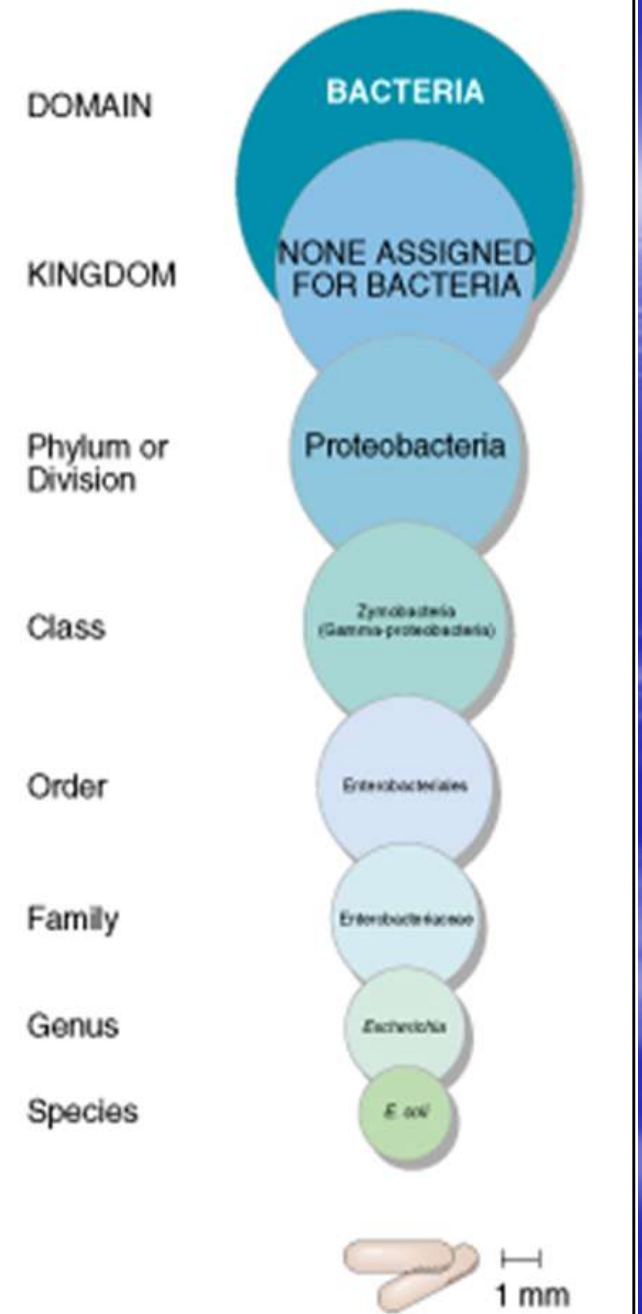
- **Pitanja**
- Šta je sistematika mikroorganizama?
- Šta je nomenklatura mikroorganizama?
- U koje taksonomske grupe su svrstani mikroorganizmi?
- Na osnovu kojih osobina se svrstavaju mikroorganizmi u taksonomske grupe?
- Koja je osnovna sistematska kategorija, odnosno taksonomska grupa?
- Šta predstavlja soj nekog mikroorganizma?
- Kako se u sistematici označavaju fiziološke, morfološke i serološke razlike između sojeva?
- Koja su osnovna svojstva:
 - virusa,
 - protozoa,
 - gljiva,
 - algi i
 - bakterija?
- Koja su osnovna svojstva cijanobakterija?
- U koje taksonomske grupe su svrstane sledeće bakterije:
 - *Escherichia coli*
 - *Lactobacillus bulgaricus*
 - U koje taksonomske grupe su svrstane sledeće gljive:
 - *Aspergillus flavus*
 - *Saccharomyces cerevisiae*
- Na osnovu čega je izvršena sistematika protozoa?
- Koje bakterije razlažu celulozu?
- Koja su osnovna svojstva arhea?

- Sistematika (taksonomija) je nauka koja svrstava, odnosno raspoređuje (klasifikuje) mikroorganizme po određenim grupama na osnovu njihovih srodničkih osobina.
- Tako stvorene grupe se nazivaju taksonima, taksonomskim grupama, jedinicama ili kategorijama.
- Ti taksoni sačinjavaju hijerarhijski sistem, jedan niz uzajamno potčinjenih taksona od jedinice do nadcarstva živog svijeta.

- Nomenklatura predstavlja sistem davanja imena mikroorganizmima prema međunarodnim nomenklaturnim propisima.
- Mikroorganizmi svoje nazive dobijaju prema binominalnom sistemu nomenklature
- Ime mikroorganizma je sastavljeno iz dvije riječi: prva označava rod, a druga naziv vrste.
- Nazivi mikroorganizama se ispisuju latinski, sa velikim početnim slovom, a druga riječ malim slovom.



- Svrstavanje mikroorganizama je izvršeno u **taksonomske grupe**.
- Idući od najšire, to su:
- Nadcarstvo (dominium), grupa srodnih carstava
- Carstvo (kingdom, regnum), grupa srodnih razdjela
- Grana, razdio (phylum), grupa srodnih klasa
- Klasa (classis), grupa srodnih redova
- Red (ordo), grupa srodnih porodica
- Porodica (family), grupa srodnih rodova
- Rod (genus), grupa srodnih vrsta
- Vrsta (species), grupa mikroorganizama sličnih osobina



Dummings, an imprint of Addison

DOMAIN

EUKARYA

BACTERIA

KINGDOM

ANIMALIA

FUNGI

PLANTAE

NONE ASSIGNED FOR BACTERIA

Phylum

Chordata

Ascomycota

Tracheophyta

PROTEOBACTERIA

Class

Mammalia

Hemiascomycetes

Angiospermae

Gamma-proteobacteria

Order

Carnivora

Saccharomycetales

Rosales

Enterobacteriales

Family

Canidae

Saccharomycetaceae

Rosaceae

Enterobacteriaceae

Genus

Canis

Saccharomyces

Rosa

Escherichia

Species

C. familiaris

S. derevisiae

R. multiflora

E. coli



2.5 cm



5 μm



2.5 cm



1 μm

- Pored osnovnih taksonomskih kategorija uvode se i dopunske taksonomske kategorije dodavanjem prefiksa sub (pod) i *super (nad)*.

- Osnovna taksonomska kategorija je vrsta koja definiše osobine po kojima se mikroorganizmi razlikuju jedan od drugog.
- U istu vrstu spadaju mikroorganizmi koji imaju **više od 70%** istih svojstava.
- Mikroorganizmi koji pripadaju istoj vrsti, ali se po nekim svojstvima razlikuju, označavaju se kao **soj**.
- Fiziološke ili biohemijske razlike između sojeva označavaju se kao biovar (bv.)
- Morfološke razlike između sojeva označavaju se kao morfovar.(mv.),

- Serološke razlike između sojeva označavaju se kao serovar(sv.).
- Svrstavanje mikroorganizama u sistematske kategorije vrši se na osnovu:
 - Morfoloških karakteristika
 - Fizioloških i metaboličkih svojstava
 - Zahtjeva prema ekološkim faktorima
 - Načina polnog razmnožavanja
 - Sastava i sadržaja proteina
 - Odnosa baza u DNA
 - Na osnovu genske mape

- U štampanom tekstu naziv mikroorganizma se piše *kurzivom*.
- Ako naziv vrste potiče od imena nekog istraživača, piše se takođe malim slovom. Poslije naziva stavlja se ime naučnika koji ih je prvi opisao. Ako se naziv mijenja tada ime naučnika koji ih je prvi opisao ide u zagradu, a ime naučnika koji je dao novi naziv se piše poslije.

Primjer:

- *Staphylococcus aureus*
- *Escherichia coli*

- Uvažavajući predhodne kriterijume, svi mikroorganizmi podijeljeni su u tri carstva:
- BAKTERIJE
- ARHEA
- EUKARIOTI

- Posebno carstvo- VIRALIA (virusi-nemaju tipičnu ćelijsku građu)
- Subvirusne čestice: virus-sateliti, viroidi, virusoidi
- Infektivni proteini: prion proteini

The Three-Domain System

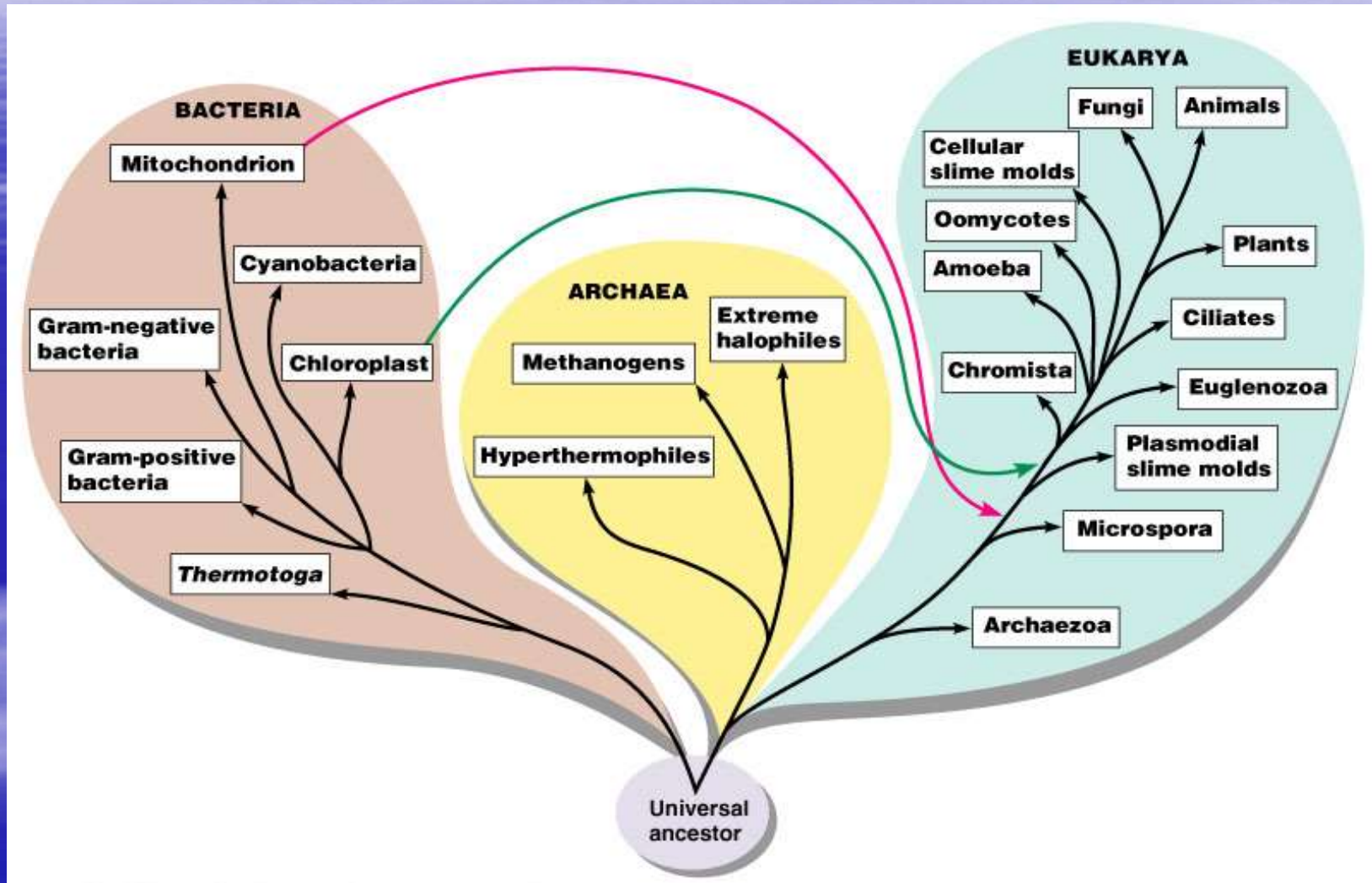
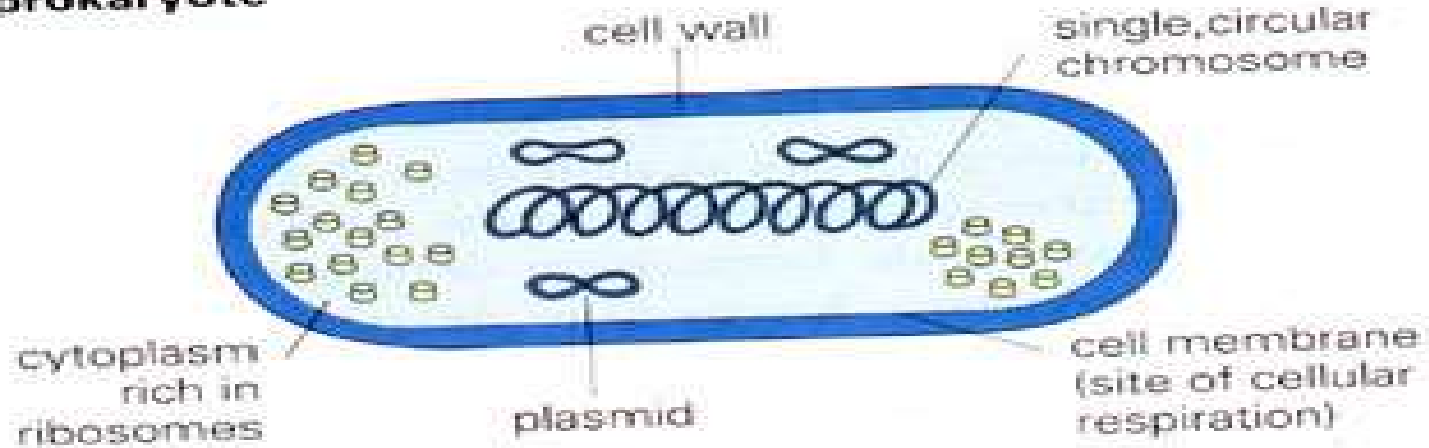
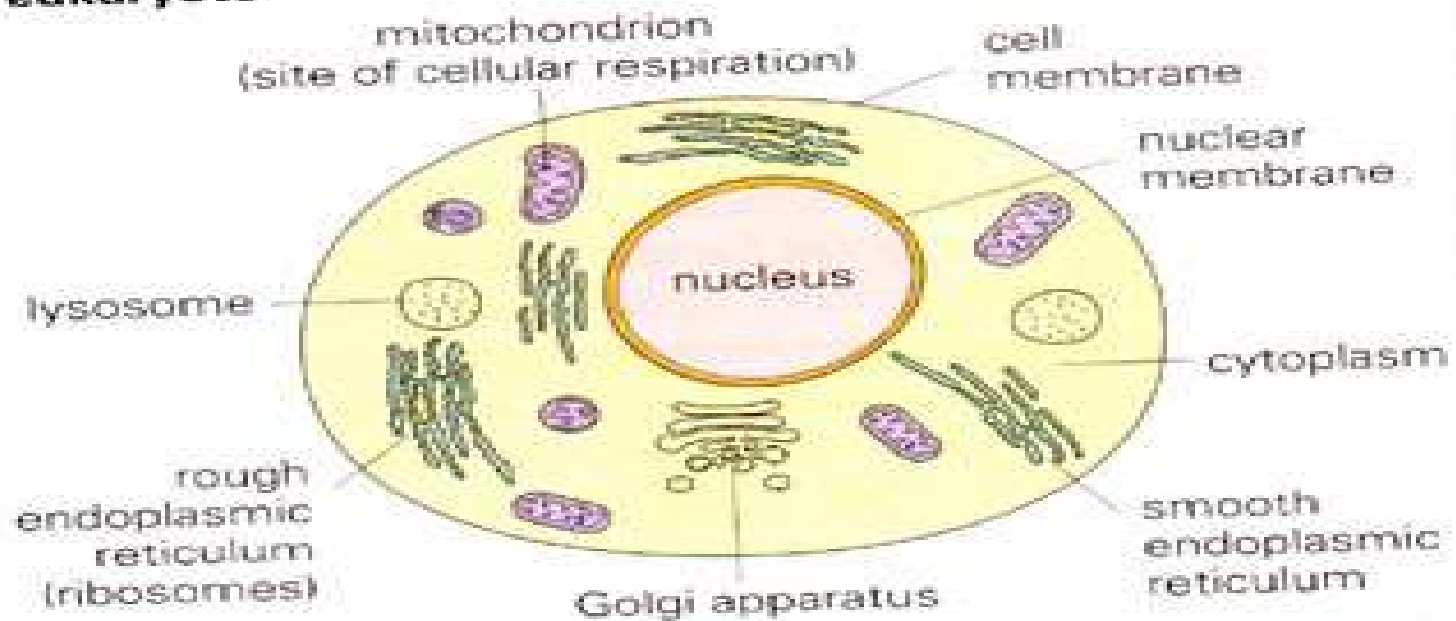


Figure 10.1

prokaryote

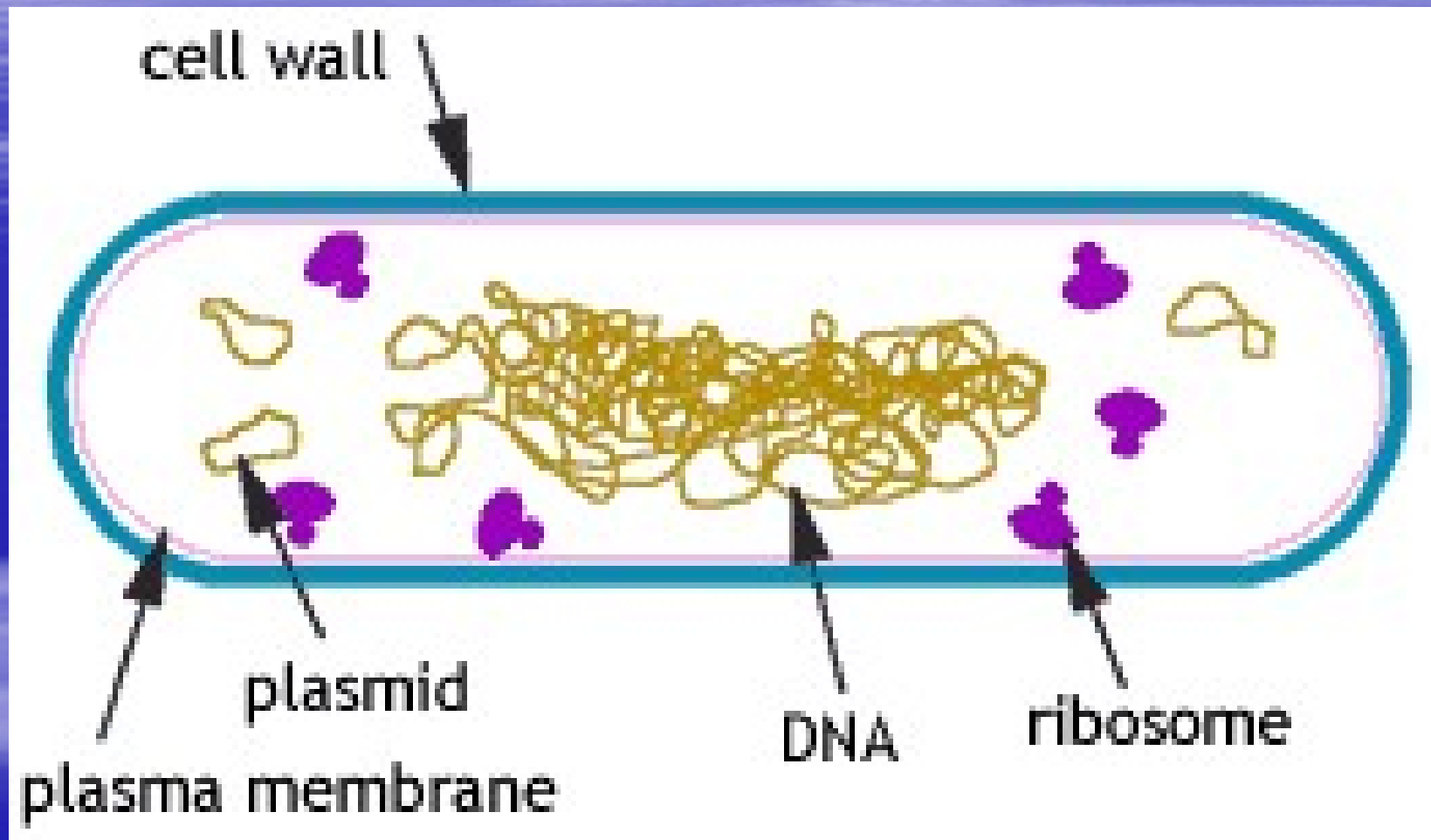


eukaryote

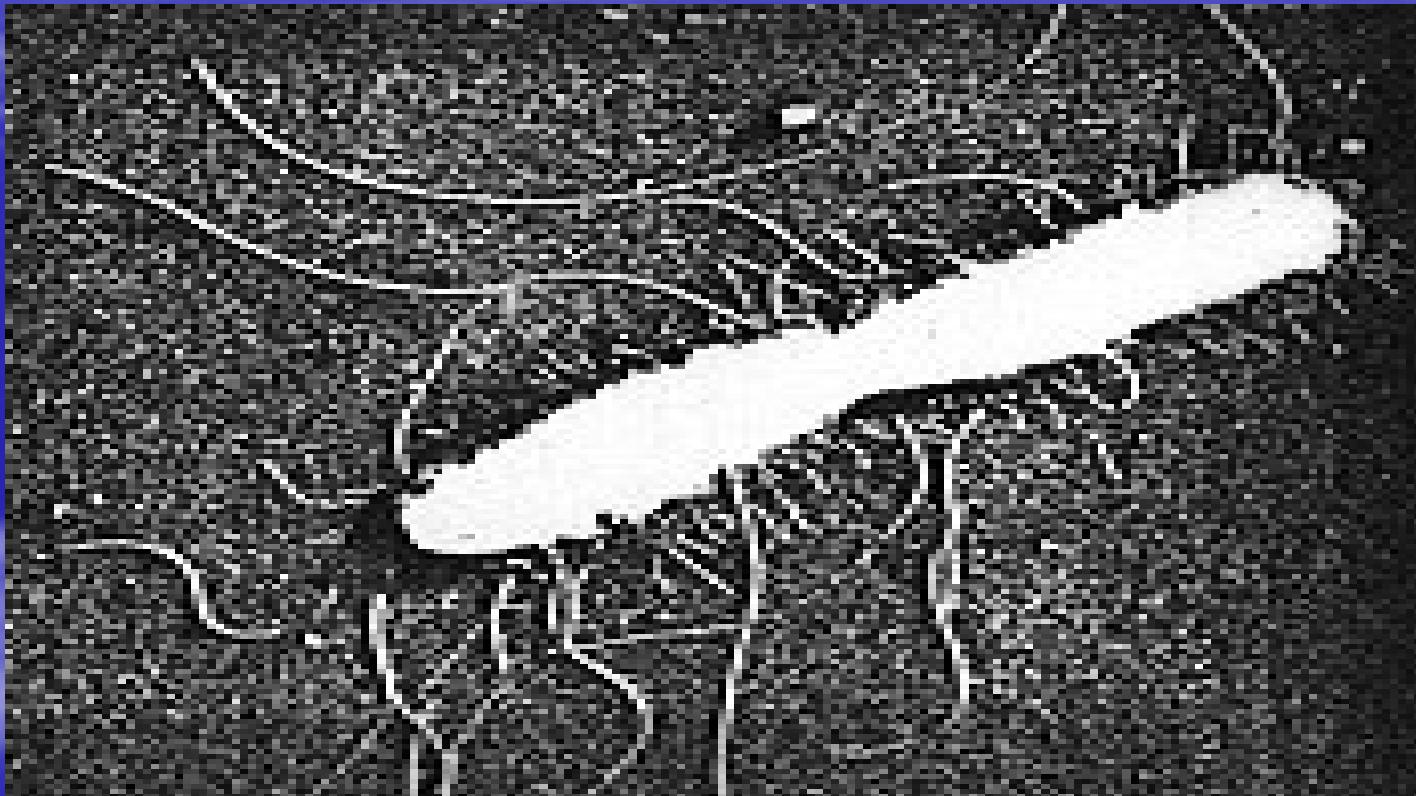


the major features

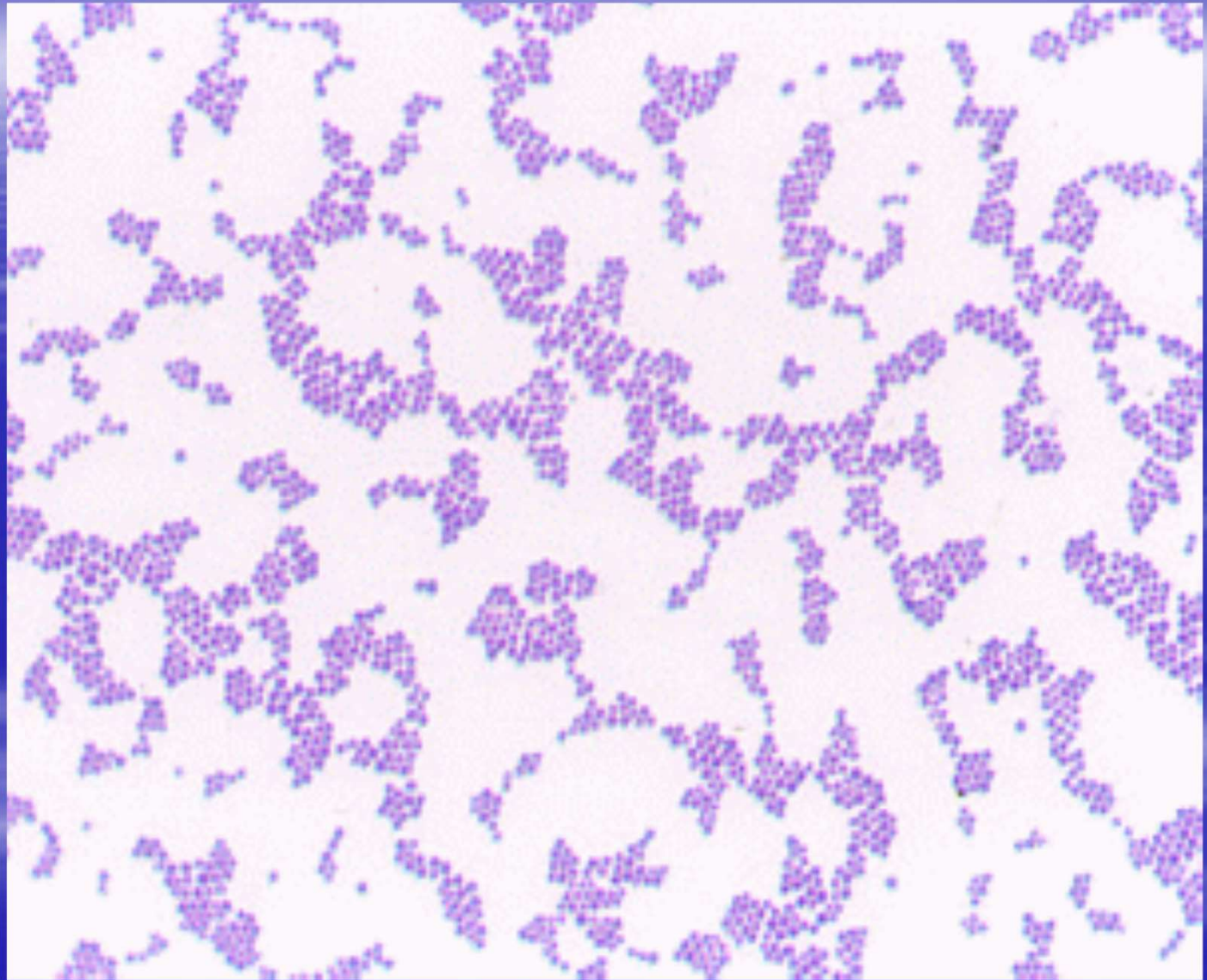
- Osnovna svojstva i sistematika bakterija
- Bakterije su prokariotski mikroorganizmi.
- Veličina bakterija se izražava u mikrometrima.
- Ćelijski zid bakterija razlikuje se od ostalih mikroorganizama, jer je građen od specifičnog polimera- mureina.
- Bakterije se razmnožavaju deobom, pupljenjem, fragmentacijom i segmentacijom, a veoma rijetko je zastupljen polni način razmnožavanja.



Salmonella (flagele i pile)



- U nepovoljnim uslovima stvaraju oblike za konzervaciju- spore i ciste.
- Mnoge bakterije su pokretne.
- Kao izvor energije i hranjivi supstrat većina bakterija koristi organske i neorganske materije, a neke koriste energiju sunca.
- Energiju iz supstrata mogu dobiti na više načina:
 - U toku potpune biološke oksidacije
 - U toku aerobnih fermentacija
 - Anaerobnih fermentacija
 - Anaerobnog disanja

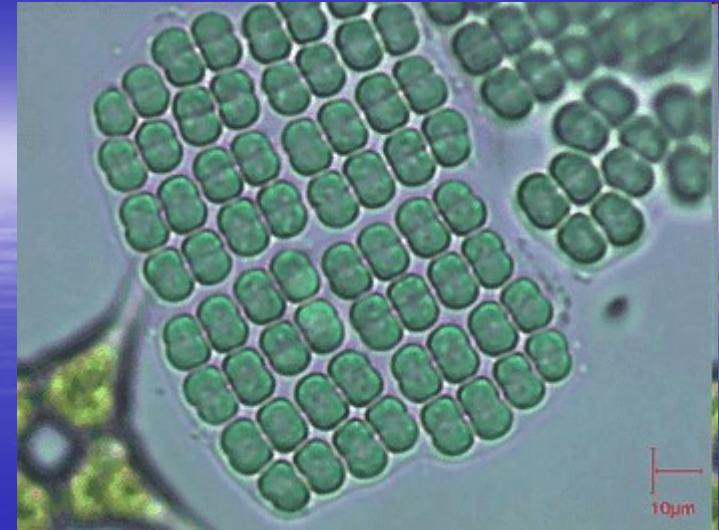


- Bakterije su rasprostranjene u svim ekosistemima-zemljištu, vodi, vazduhu.
- Nastanjuju unutrašnje organe životinja i čovjeka, nadzemne i podzemne djelove biljaka, prehrambene proizvode.
- Imaju ključnu ulogu u kruženju materija
- Zajedno sa drugim mikroorganizmima omogućuju ishranu biljaka, pomažu varenje hrane kod domaćih životinja, koriste se u prehrambenoj industriji, u farmaceutskoj industriji, u proizvodnji silaže i dr.

- Pored velike korisne uloge, neke bakterije su štetne.
- One uzrokuju kvarenje namirnica, oboljenja ljudi, životinja i biljaka.
- Za biljnu proizvodnju, zemljište, vodu i vazduh, značajne su one koje učestvuju u kruženju ugljenika, azota, fosfora i sumpora.
- Za stočarsku proizvodnju značajne su one koje se nalaze u organima za varenje, koje se koriste u proizvodnji stočne hrane, mlijeka i mesa.

- Bakterije značajne u kruženju materija, biljnoj i stočarskoj proizvodnji

- Cianobakterije
- Gram negativne, sadrže različite pigmente, kao što su: fikoeritrin, fikoeritrocianin, fikocianin, hlorofil a, karotenoide.
- Boja ćelije zavisi od pigmenta i može biti crvena, plavo-zelena, purpurna, zelena idr.
- Žive u slatkim vodama, morima, zemljištu i stvaraju veliku biomasu.

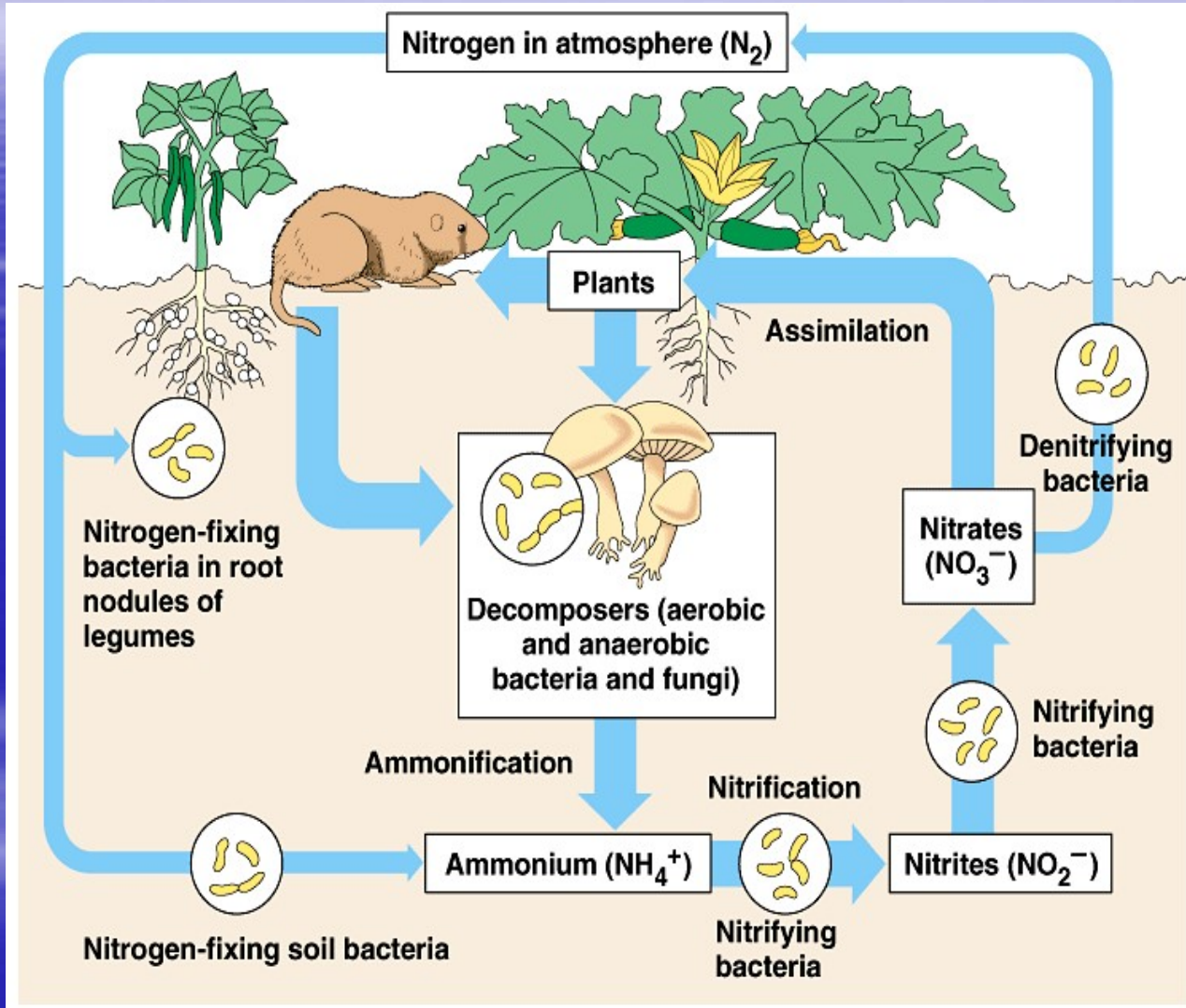


Cianobakterije

- Zrakaste bakterije –aktinomicete:
- Končast oblik njihove ćelije podsjeća na hifu gljiva.
- Slično kao kod gljiva, formiraju supstratni, nadsupstratni i vazdušni micelijum na kome se stvaraju sporonosci sa sporama (konidijama).
- U zemljištu ih ima u velikom broju.
- Posebna odlika aktinimiceta je da proizvode antibiotike, a neke proizvode i toksične materije.

- Nekoliko rodova aktinomiceta je značajno za zemljište, a to su:
- *Streptomyces* -aerobi, proizvode antibiotike
- *Micromonospora*
- *Microbispora*
- *Thermomonospora*
- *Thermoactinomyces*
- *Nocardia*
- *Frankia*

- Bakterije koje učestvuju u kruženju azota
- Kruženje azota odvija se u četiri faze:
 - Azotofiksacija
 - Amonifikacija
 - Nitrifikacija
 - Denitrifikacija



- Bakterije koje vrše azotofiksaciju:
- Azotofiksacija- redukcija elementarnog azota u amonijak
- Nastali amonijačni azot usvaja biljka i ugrađuje ga u svoje aminokiseline i proteine.
- Slobodni azotofiksatori- žive slobodno u zemljištu ili u rizosferi biljaka:
- *Azotobacter*
- *Azomonas*
- *Azospirillum*
- Značajne su za obezbjeđivanje neleguminoznih biljaka azotom

- Simbiozni azotofiksatori- na korijenu stvaraju vidljive tvorevine -nodule ili kvržice:
- *Rhizobium*
- *Bradyrhizobium*
- *Sinorhizobium*
- *Azorhizobium*
- *Frankia*
- Značajne su za snabdijevanje leguminoznih biljaka azotom.

- Bakterije koje razlažu organska azotna jedinjenja:
- Krajnji proizvod razlaganja organskih azotnih jedinjenja je amonijak, pa se ove bakterije zovu amonifikatori ili proteolitičke bakterije.
- Najvažnije bakterije iz ove grupe su mnogobrojne vrste iz rodova:
 - *Bacillus*
 - *Pseudomonas*
 - *Micrococcus*
 - *Actinomyces*

- Bakterije koje oksidišu amonijak do nitrata:
- Proces oksidacije amonijaka do nitrata - nitrifikacija

Neki mikroorganizmi koriste amonijak kao izvor vodonika i elektrona, oksidišu ga i pritom dobijaju energiju neophodnu za funkcionisanje ćelije.

- Bakterije koje oksidišu amonijak do nitrita pripadaju rodovima:
 - *Nitrosomonas*
 - *Nitrospira*
 - *Nitrosococcus*

- *Bakterije koje oksidišu nitrite do nitrata pripadaju rodovima:*
- *Nitrobacter*
- *Nitrococcus*
- *Nitrospira*

- Bakterije koje vrše redukciju nitrata do elementarnog azota (denitrifikacija)
- U anaerobnim uslovima bakterije iz rodova:
 - *Pseudomonas*,
 - *Micrococcus*
 - *Achromobacter*
- Koriste nitrate kao akceptore elektrona u procesima anaerobnog disanja.
- Na taj način se nitratni azot transformiše u gasovite oblike i na kraju u elementarni azot koji se gubi iz zemljišta.

- Bakterije koje učestvuju u kruženju ugljenika:

- A) Bakterije koje transformišu organska jedinjenja ugljenika:
- Razlaganje celuloze u prirodi, (preko celobioze do glukoze) vrše bakterije iz rodova:
 - Cellulomonas
 - Cytophaga
 - Sporocytophaga
 - Cellvibrio
 - Streptomyces

- Razlaganje celuloze u organima za varenje vrše bakterije iz rodova:
- Ruminococcus
- Bacteroides

- Razlaganje skroba do glukoze, u prirodi, vrše vrste iz rodova:

- Bacillus

- Pseudomonas

- Streptomyces

- A u organima za varenje vrste iz rodova:

- Bacteroides

- Streptococcus

- Succinomonas

- Transformacija monosaharida vrši se u toku aerobnih i anaerobnih fermentacija u kojima bakterije dobijaju energiju.
- Aerobnu transformaciju monosaharida u sirćetnu kiselinu vrše bakterije iz rodova:
 - Acetobacter
 - Gluconobacter
 - Acetomonas

- Anaerobnom transformacijom monosaharida bakterije stvaraju različite proizvode
- Transformaciju monosaharida u mlečnu kiselinu vrše vrste iz rodova:
 - Streptococcus
 - Lactobacillus
 - Leuconostoc
 - Bifidobacterium
 - Lactococcus

- Bakterije koje monosaharide transformišu u propionsku kiselinu su vrste iz roda *Propionibacterium*.
- Transformaciju monosaharida u buternu kiselinu vrše bakterije iz roda ***Clostridium***.
- Ove bakterije žive u dubljim slojevima zemljišta, u nekvalitetnoj silaži i prehrambenim proizvodima koji nisu higijenski ispravni
- Transformaciju monosaharida u etil alkohol vrši samo mali broj bakterija iz roda *Zymomonas*.

- B) Bakterije koje transformišu neorganska jedinjenja ugljenika(CO₂)
- *Cianobakterije*- iz ugljendioksida i vode uz pomoć svjetlosne energije vrše biosintezu vlastitih ugljenih hidrata.

- Bakterije koje učestvuju u kruženju sumpora
- Organska jedinjenja sumpora do sumporvodonika razlažu vrste iz rodova:
 - *Bacillus*
 - *Pseudomonas*
 - *Micrococcus*
- Oksidaciju sumporvodonika do elementarnog sumpora i sulfata u zemljištu vrše vrste iz rodova *Thiobacterium*, a u vodenim sredinama *Beggiatoa*, *Thiothrix*, *Thiospirillum*.

- Redukciju sulfata do sumporvodonika u anarobnim uslovima vrši rod *Desulphobacterium*.

- Bakterije koje učestvuju u kruženju fosfora:

- Bakterije mogu da koriste i organski i neorganski oblik fosfora i tako učestvuju u kruženju ovog elementa u prirodi.

- Bakterije u organima za varenje domaćih životinja:

- Veoma su brojne; razlažu polisaharide, monosaharide, organske kiseline, proizvode metan i vodonik.
- Najzastupljeniji rodovi su:
 - Ruminococcus
 - Ruminobacter
 - Succinivibrio
 - Succinomonas
 - Bacteroides
 - Selenomonas
 - Butyrivibrio
 - Lachnospira

- Toksikogene bakterije koje kontaminiraju stočnu hranu, mlijeko i mliječne proizvode, meso i proizvode od mesa i uzrokuju oboljenja domaćih životinja i ljudi:
- Mlijeko i meso su idealna sredina za razvoj bakterija.
- Takođe neke vrste stočne hrane, kao što su nepravilno pripremljena silaža, nedovoljno osušeno sijeno, hrana životinjskog porijekla (koštano i riblje brašno) pružaju dobre uslove za razvoj bakterija.

- Ako toksikogene bakterije sa hranom dospiju u organe za varenje životinja i ljudi, može doći do opasnih oboljenja.
- *Escherichia coli*- štapićaste, Gram negativne i pokretne bakterije. Stvaraju kapsulu. Žive u crijevima toplokrvnih životinja. Sadrže endotoksine.
- Često uzrokuju infekcije urinarnog trakta, kao i oboljenja organa za varenje (*Escherichia coli*)

- Rod *Salmonella*- obuhvata štapićaste, pokretne, Gram negativne bakterije. Žive u zemljištu, hrani i crijevima životinja. Uzročnici su raznih bolesti, kao što su tifus, upale, prolivi (*Salmonella typhi*).
- Rod *Shigella* – štapićaste, Gram negativne nepokretne bakterije. Žive u zemljištu, zagađenoj vodi i hrani. Ulaskom u organe za varenje izazivaju dizenteriju.

- Rod *Clostridium*- štapićaste, Gram pozitivne, pokretne, sporogene, anaerobne bakterije. Zastupljene su u svim ekosistemima i u hrani. Neke stvaraju egzotoksine, pa su patogene za čovjeka i životinje- *Clostridium botulinum* i *Clostridium perfringens*.
- Rod *Proteus*- štapićaste, Gram negativne, pokretne, asporogene bakterije. Žive u zemljištu, zagađenim vodama, stajnjaku. Ako se namnože u crijevima čovjeka i životinja, mogu izazvati infekcije urinarnog trakta i razne lezije.

- Rod *Staphylococcus*- okrugle bakterije u grozdovima, Gram pozitivne, nepokretne i asporogene, fakultativno anaerobne.
- Žive u hrani, vodi, sluzokoži. Stvaraju egzotoksine, pa uzrokuju poremećaje u varenju kod životinja i čovjeka.
- Rod *Rickettsia*- štapičaste ili kokoidne, Gram negativne i nepokretne bakterije. Parazitiraju u unutrašnjim organima životinja, u krvnim sudovima u eritricitima.

- Rod *Brucella*- kokoidne, Gram negativne, nepokretne bakterije. Intracelularni su parazit kod mnogih životinja i kod čovjeka (*Brucella abortus*)
- Rod *Bordetella*- kokoidne, Gram negativne bakterije. Žive u respiratornom traktu sisara i patogene su.
- Rod *Neisseria*- štapićaste mono i diplokoke. Ne stvaraju spore. Gram negativne su. Ne stvaraju spore, Gram negativne su, žive na sluznicama sisara. Neke su patogene za čovjeka.

- Rod *Mycoplasma* su nepravilne, Gram negativne, anaerobne bakterije. Paraziti su i patogeni za najveći broj sisara.
- Rod *Mycobacterium* su štapićaste ili končaste, Gram pozitivne, nepokretne, asporogene, aerobne bakterije. Žive u zemljištu i vodi, neke su paraziti i patogeni za kičmenjake.

- Fitopatogene bakterije:
- Rod *Pseudomonas*:
- Rod *Xantomonas*
- *Erwinia*

Osnovna svojstva i sistematika Arhea

- Prokarioti sa različitim morfološkim i fiziološkim karakteristikama
- Boje se Gram pozitivno i Gram negativno.
- Po obliku su okrugle, štapićaste, izvijene i polimorfne.
- Razmnožavaju se deobom, pupljenjem, fragmentacijom

- Aerobi, anaerobi, fakultativni anaerobi
- Žive u anaerobnim, veoma zaslanjenim i toplim sredinama.
- Od bakterija se, između ostalog, razlikuju po građi ćelijskog zida.

- Gram pozitivne arhea imaju tanak ćelijski zid koji je građen od pseudomureina.
- Gram negativne arhea nemaju pravi ćelijski zid, već se iznad citoplazmatske membrane nalazi sloj proteina ili glikoproteina.
- Za kruženje materije u zemljištu i vodama najznačajnije arhea mogu se svrstati u pet grupa.

- Metanogene arhea:
- Anaerobi
- Proizvode metan
- Najvažniji rodovi:
- *Methanobacterium*
- *Methanococcus*

- Sulfat redukující arhea:
- Anaerobi,
- Ekstremno termofilni
- Redukuju sulfate do H₂S
- Najvažniji rod:
- Archaeoglobus

- Ekstremno halofilne arhea:
- Zahtijevaju NaCl, oko 1,5M
- Mezofili i termofili
- Neki su fototrofi
- Najvažniji rodovi:
- Halobacterium
- Halococcus
- Natronbacterium

- Arhea bez ćelijskog zida
- Fakultativni anaerobi
- Termoacidofili
- Heterotrofi
- Najvažniji rod:
- *Thermoplasma*

- Ekstremno termofilne sumpor redukujúce arhea:

- Najvažniji rodovi:
- *Desulfurococcus*,
- *Sulfolobus*,
- *Thermococcus*.

Sistematika bakterija

Carstvo bakterija

- Grana B VIII. Nitrospira
- Klasa I. Nitrospira
- Red 1. Nitrospirales
- Familija 1. Nitrospiraceae
- Rod 1. Nitrospira
-

- Grana B XII. Proteobacteria
- Klasa I. *Alphaproteobacteria*
- Red I. *Rhodospirillales*
- Familija 1. *Rhodospirillaceae*
- Rod 1. *Rhodospirillum*
- Rod 2. *Azospirillum*
- Familija 2. *Acetobacteriaceae*
- Rod 1. *Acetobacter*
- Rod 9. *Gluconobacter*

- Red 2. *Rickettiales*
- Familija 1. *Rickettiaceae*
- Rod 1. *Rickettsia*
- Red 6. *Rhizobiales*
- Familija 1. *Rhizobiaceae*
- Rod 1. *Rhizobium*
- Rod 2. *Agrobacterium*
- Rod 6. *Sinorhizobium*
- Familija 3. *Brucellaceae*
- Rod 1. *Brucella*

- **Familija 7. Bradyrhizobiaceae**
- **Rod 1. Bradyrhizobium**
- **Rod 6. Nitrobacter**
- **Klasa II. Betaproteobacteria**
- **Red 4. Neisseriales**
- **Familija 1. Neisseriaceae**
- **Rod 1. Neisseria**

- Klasa III. Gamaproteobacteria
- Red 9. *Pseudomonadales*
- Familija 1. *Pseudomonadaceae*
- Rod 1. *Pseudomonas*
- Rod 3. *Azotobacter*
- Rod 4. *Cellvibrio*
- Red 12. *Aeromonadales*
- Familija 2. *Succinivibrionaceae*
- Rod 1. *Succinivibrio*
- Rod 3. *Ruminobacter*
- Rod 4. *Succinimonas*

- Red 13. *Enterobacteriales*
- Familija 1. *Enterobacteriaceae*
- Rod 1. *Enterobacter*
- Rod 10. *Citrobacter*
- Rod 12. *Erwinia*
- Rod 13. *Escherichia*
- Rod 16. *Klebsiella*
- Rod 28. *Proteus*
- Rod 32. *Salmonella*
- Rod 34. *Shigella*

- *Red 14. Pasteurellales*
- *Familija 1. Pasteurellaceae*
- *Rod 1. Pasteurela*
- *Rod 2. Actinobacillus*
- *Rod 3. Haemophilus*

- *Klasa IV. Deltaproteobacteria*
- *Red 3. Desulfobacteriales*
- *Familija Desulfobacteriaceae*
- *Rod 1. Desulfobacter*
- *Rod 2. Desulfobacterium*

- Grana B XIII. *Firmicutes*
- Klasa I *Clostridia*
- Red 1. *Clostridiales*
- Familija 1. *Clostridiaceae*
- Rod 1. *Clostridium*
- Rod 9. *Sarcina*
- Familija 2. *Lachnospiraceae*
- Rod 4. *Butyrivibrio*
- Rod 11. *Ruminococcus*
- Familija 4. *Eubacteriaceae*
- Rod 2. *Acetobacterium*

- *Klasa II Mollicutes*
- *Red 1. Mycoplasmatales*
- *Familija 1. Mycoplasmataceae*
- *Rod 1. Mycoplasma*
- *Rod 3. Haemobartonella*
- *Rod 4. Ureaplasma*
- *Klasa III. Bacilli*
- *Familija 1. Bacillaceae*
- *Rod 1. Bacillus*
- *Familija 4. Listeriaceae*
- *Rod 1. Listeria*

- *Familija 5. Staphylococcaceae*
- *Rod 1. Staphylococcus*
- *Red 2. Lactobacillales*
- *Familija 1. Lactobacillaceae*
- *Rod 1. Lactobacillus*
- *Familija 4. Enterococcaceae*
- *Rod 1. Enterococcus*
- *Familija 5. Leuconostocaceae*
- *Rod 1. Leuconostoc*

- *Familija 6. Streptococcaceae*
- *Rod 1. Streptococcus*
- *Rod 2. Lactococcus*

- *Grana B XIV Actinobacteria*
- *Klasa I. Actinobacteria*
- *Podklasa 5. Actinobacteridae*
- *Red 1. Actinomycetales*
- *Podred 5. Actinomycineae*
- *Familija 1. Actinomycetaceae*
- *Rod 1. Actinomyces*
- *Podred 6. Micrococcineae*
- *Familija 1. Micrococcaceae*
- *Rod 1. Micrococcus*
- *Familija 5. Brevibacteriaceae*
- *Rod 1. Brevibacterium*

- *Podred 7. Corynebacterineae*
- *Familija 1. Corynebacteriaceae*
- *Rod 1. Corynebacterium*
- *Familija 4. Mycobacteriaceae*
- *Rod 1. Mycobacterium*
- *Familija 5. Nocardiaceae*
- *Rod 1. Nocardia*
- *Rod 2. Rhodococcus*

- *Podred 11. Streptomycineae*
- *Familija 1. Streptomycetaceae*
- *Rod 1. Streptomyces*

- Grana B XVI. Chlamydiae
- Klasa I. Chlamydiae
- Red Chlamydiales
- Familija 1. Chlamydiaceae
- Rod 1. Chlamydia
- Grana B XVII. Spirochaetes
- Klasa I. Spirochaetes
- Red 1. Spirochaetales
- Familija Spirochaetaceae
- Rod 1. Spirochaeta
- Rod 2. Borrelia

- *Grana B XX. Bacteroidetes*
- *Klasa II. Flavobacteria*
- *Red 1. Flavobacteriales*
- *Familija 1. Flavobacteriaceae*
- *Rod 1. Flavobacterium*

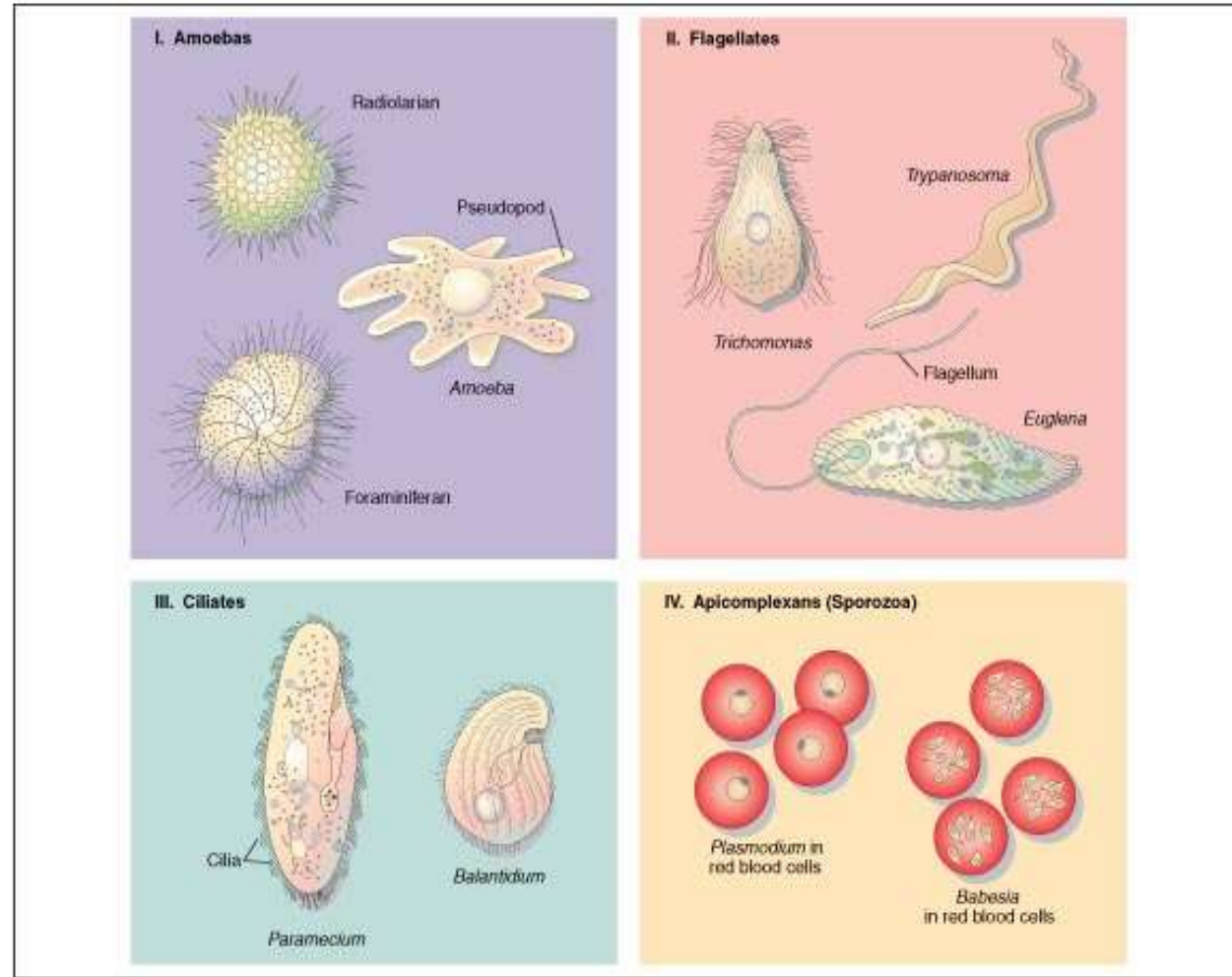
- *Grana B XXI Fusobacteria*
- *Klasa I. Fusobacteria*
- *Red 1. Fusobacteriales*
- *Familija 1. Fusobacteriaceae*
- *Rod 1. Fusobacterium*

- Osnovna svojstva i sistematika protozoa
- Protozoe su najsloženiji eukariotski mikroorganizmi.
- Nemaju čvrst ćelijski zid, pa djelimično mijenjaju oblik ćelije.
- Ćelija im je prekrivena zadebljalim slojem citoplazme -pelikulom.
- U ćeliji sadrže kontraktilne vakuole, mitohondrije, ribozome, pravo jedro i druge organele.
- Neke protozoe imaju usni otvor- citostom i analni otvor - citopig.

Primjeri 4 klase protozoa:

The Four Major Groups of Protozoa

Figure 5.3



- Sve protozoe su pokretne.
- U nepovoljnim uslovima formiraju ciste kao oblike za konzervaciju.
- Veličina protozoa se kreće od 4
- 400μm
- Razmnožavaju se bespolno i polno.
- Hrane se heterotrofno na dva načina:
 - Holozoično
 - Holofitno

- Holozoično se hrane tako što kroz citostom uvlače čvrste čestice hrane, bakteriju ili algu i oko njih formiraju digestivnu vakuolu u kojoj se vrši varenje hrane.
- Holofitno se hrane tako što preko cijele površine ćelije nekim od mehanizama transporta (difuzija, aktivni transport, prenos grupa) usvajaju rastvorene hranjive materije.
- Žive u vlažnijim zemljištima, slatkim i slanim vodama i u organima za varenje kod domaćih životinja.

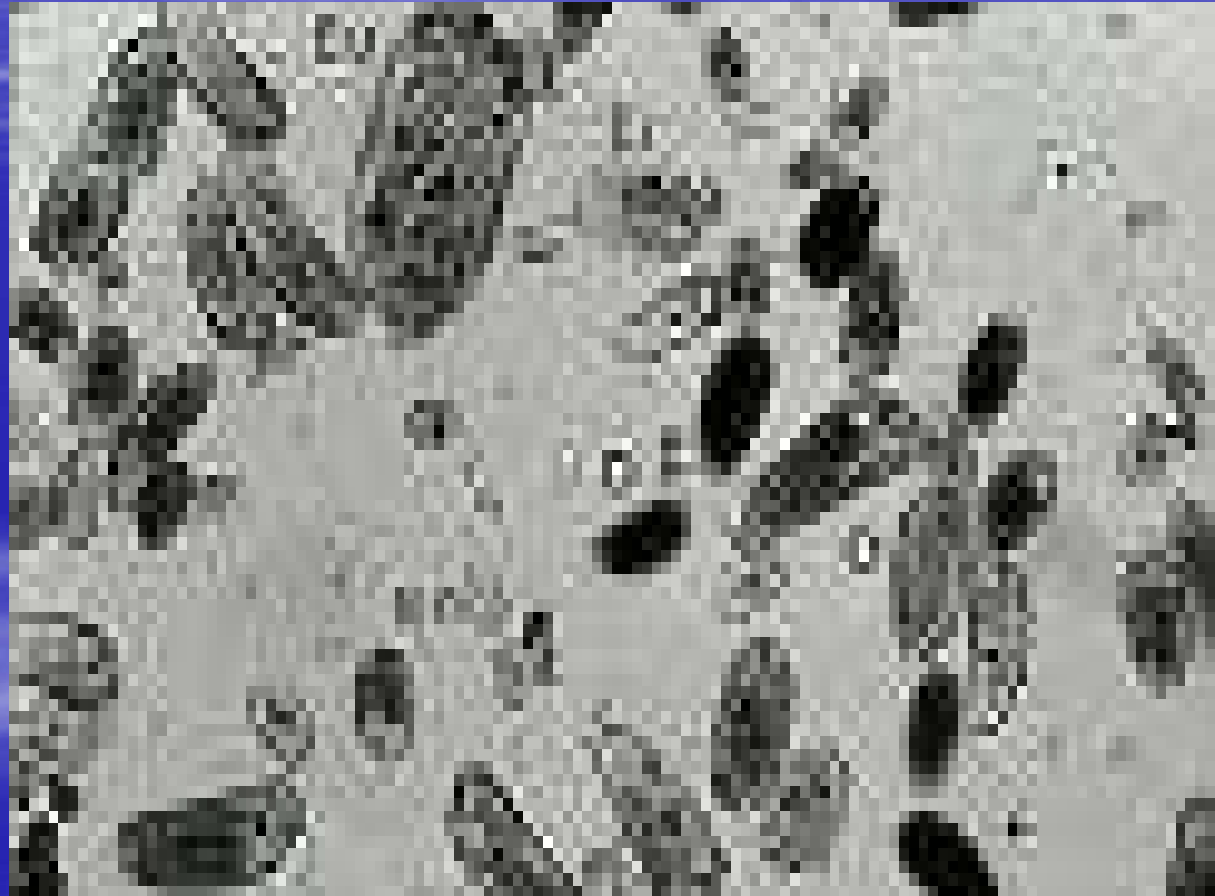
- Protozoe su značajne u kruženju materije.
- U organima za varenje regulišu brojnost bakterija, izvor su proteina i pomažu varenje celuloze.
- Ako se namnože u većem broju mogu biti i štetne, jer smanjuju broj bakterija.
- Pored saprofitnih, među protozoama ima i patogenih vrsta koje mogu uzrokovati dugotrajna oboljenja organa za varenje (*Amoeba histolytica*)

- Sistematika protozoa izvršena je na osnovu načina kretanja u tri razdjela:
- Sarcomastigofora, dijele se na dva podrazdjela:
- Sarcodina (Rhizopoda)-kreću se pseudopodijama ili lažnim nožicama. U ovu grupu spada Amoeba čija ćelija je potpuno bez ćelijskog zida.

- *Mastigophora (Flagellata)*-kreću se pomoću flagela. Broj flagela je najčešće 2-8. Od parazitnih predstavnika najpoznatiji su *Trichomonas* i *Tripanosoma*.

- *Ciliophora* - kreću se nešto tanjim izraštajima od flagela, koje se zovu cilije.
- Spadaju u najsavršenije protozoe.
- Žive u slanim i slatkim vodama, zemljištu i organima za varenje.
- Prema rasporedu cilija podijeljene su u četiri grupe:
 - Holotricha (cilije po cijeloj površini)
 - Peritricha (cilije oko usnog otvora)
 - Hypotricha (cilije na donjoj strani ćelije)
 - Heterotricha (cilije po cijeloj površini nejednake dužine).

Protozoe buraga



Protozoa u buragu



Protozoa-ciliata

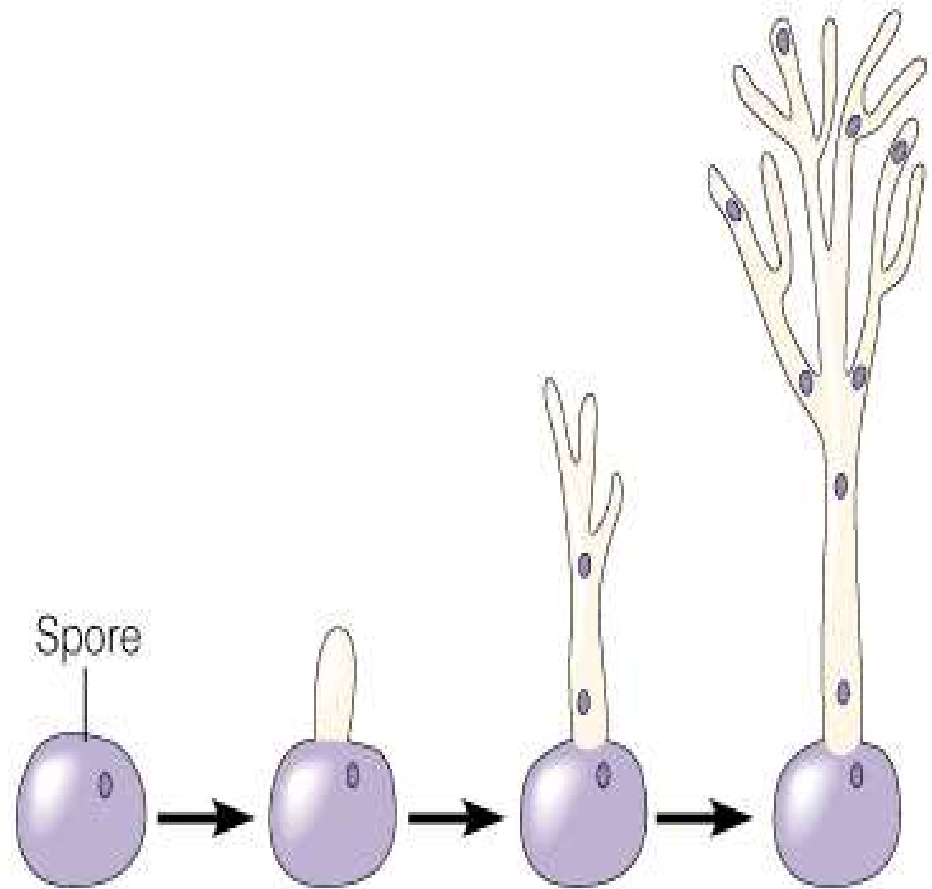
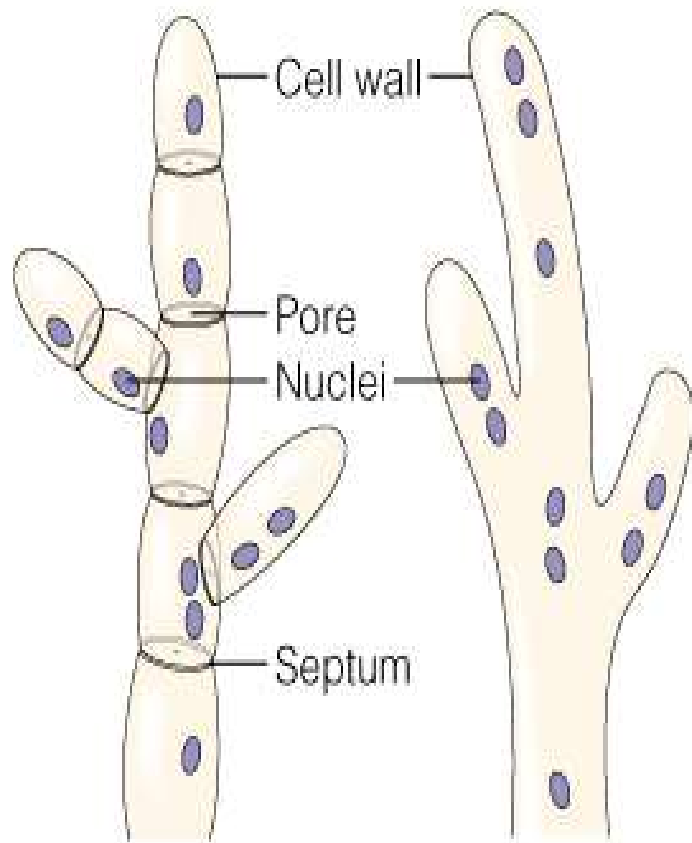


- Apicomplexa -sadrži samo klasu Sporozoa.
- Neke nemaju organele za kretanje, a neke ih izgube u toku života.
- Stvaraju spore i većina su patogene za ljude i životinje.

Sporozoa-apicomplexa

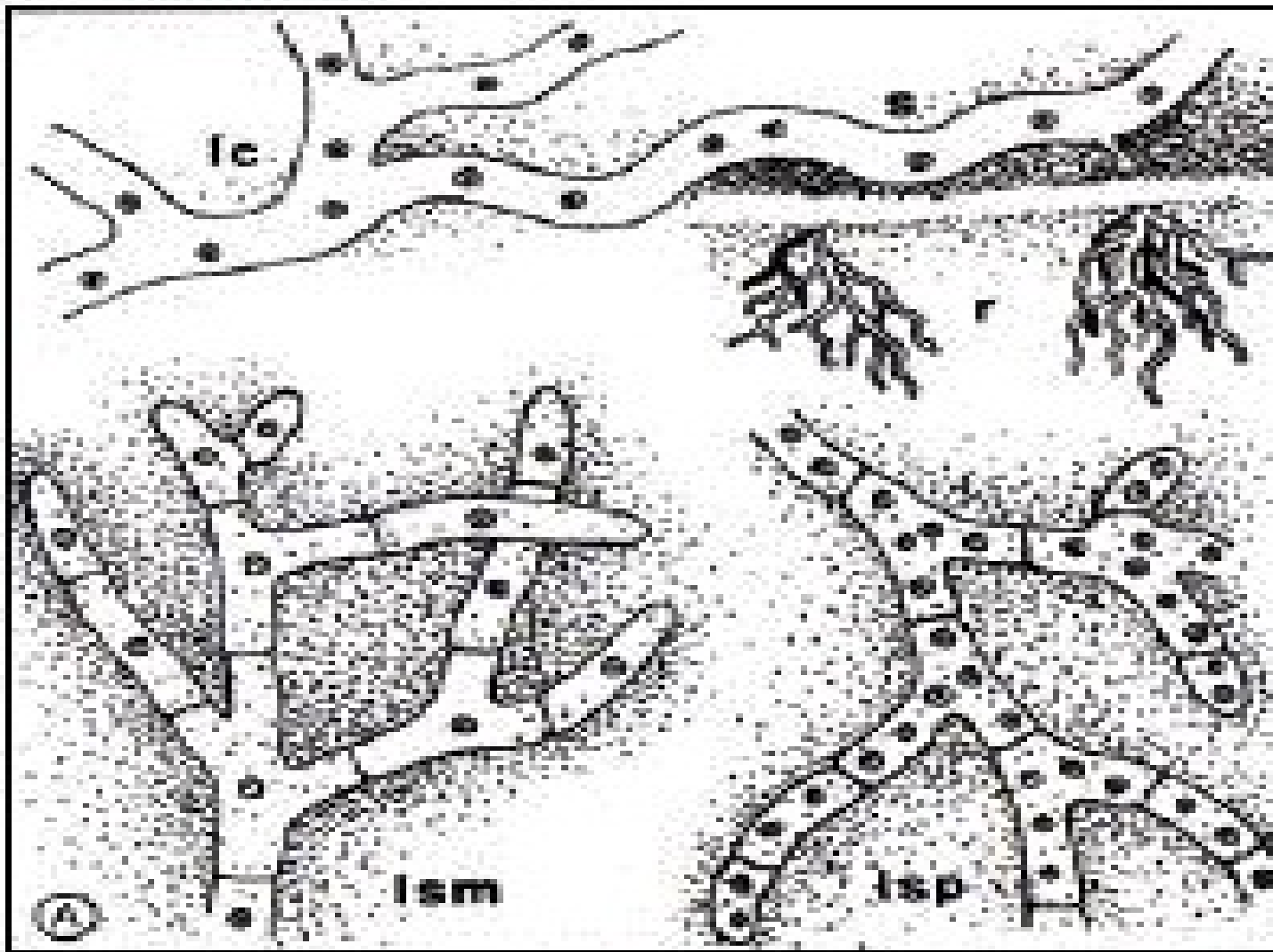


- Osnovna svojstva i sistematika gljiva:
- Gljive su eukariotski mikroorganizmi.
- Morfološki se veoma razlikuju, što je rezultat velike brojnosti njihovih vrsta.
- Vegetativne ćelije gljiva su končaste, okruglaste, elipsoidne i nepravilne.
- Končaste ćelije zovu se hife, a splet hifa čini micelijum.
- Hife mogu biti neseptirane, što je karakteristično za klasu Zygomycotina, ili septirane, što je karakteristično za klase Ascomycotina, Basidiomycotina i Deuteromycotina.

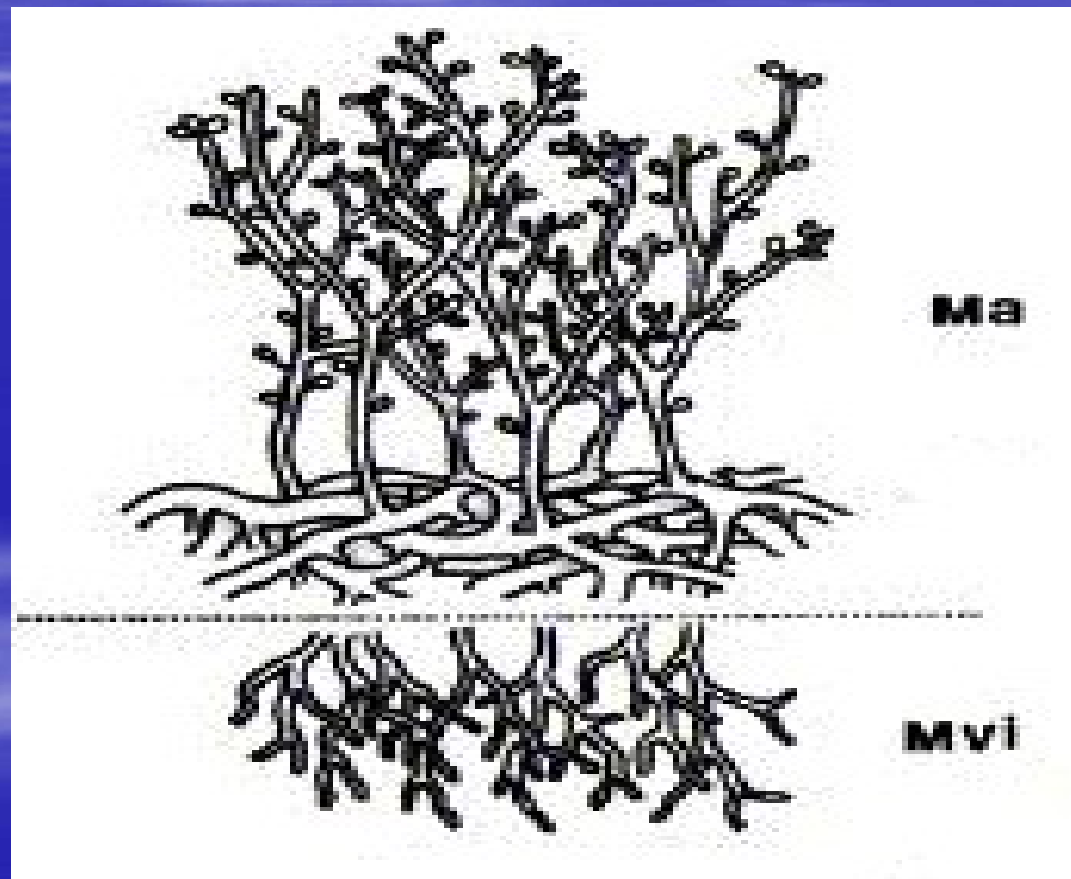


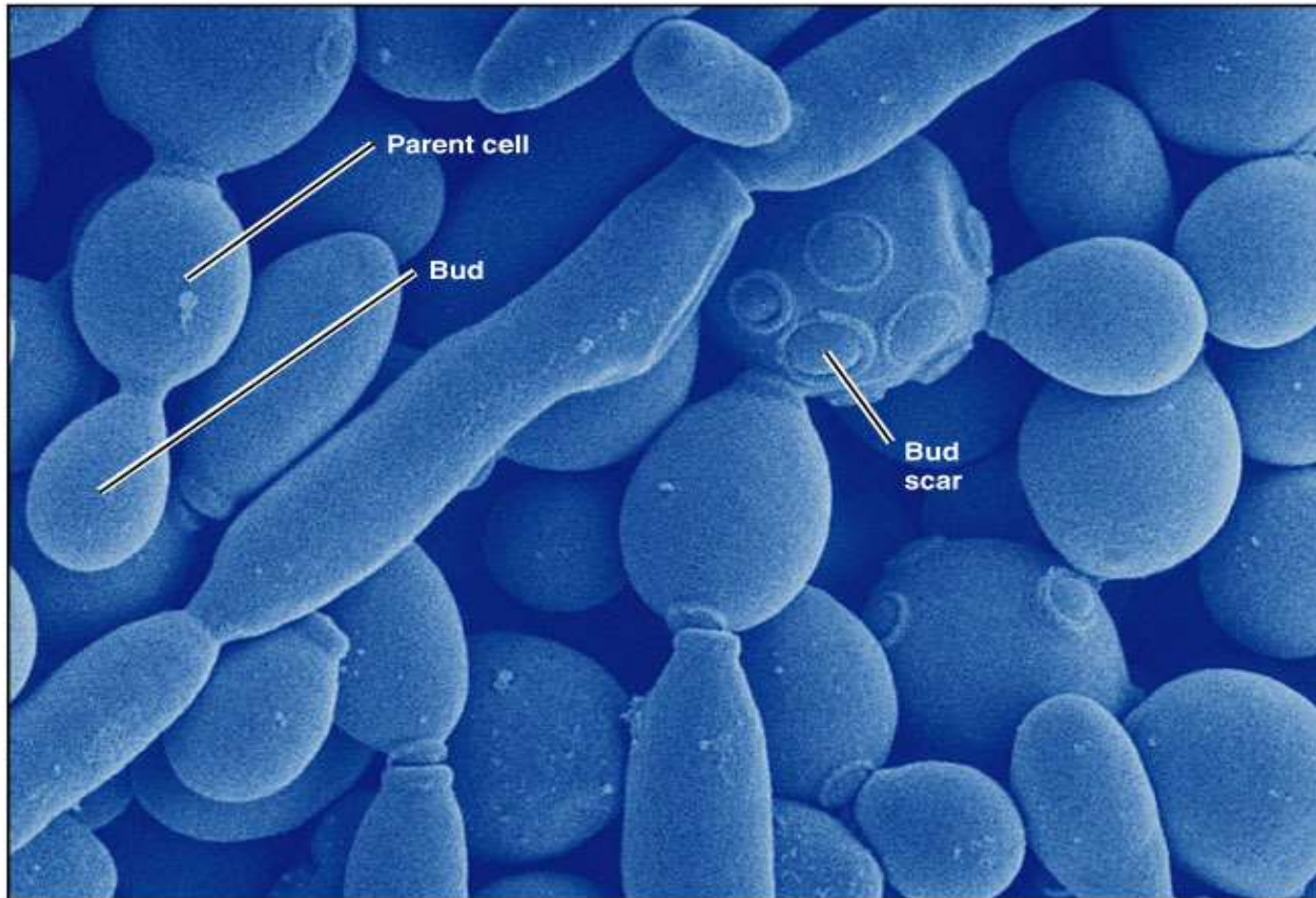
(a) Septate hypha **(b)** Coenocytic hypha **(c)** Growth of a hypha from a spore

Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.



Aeralni micelijum
Vegetativni micelijum

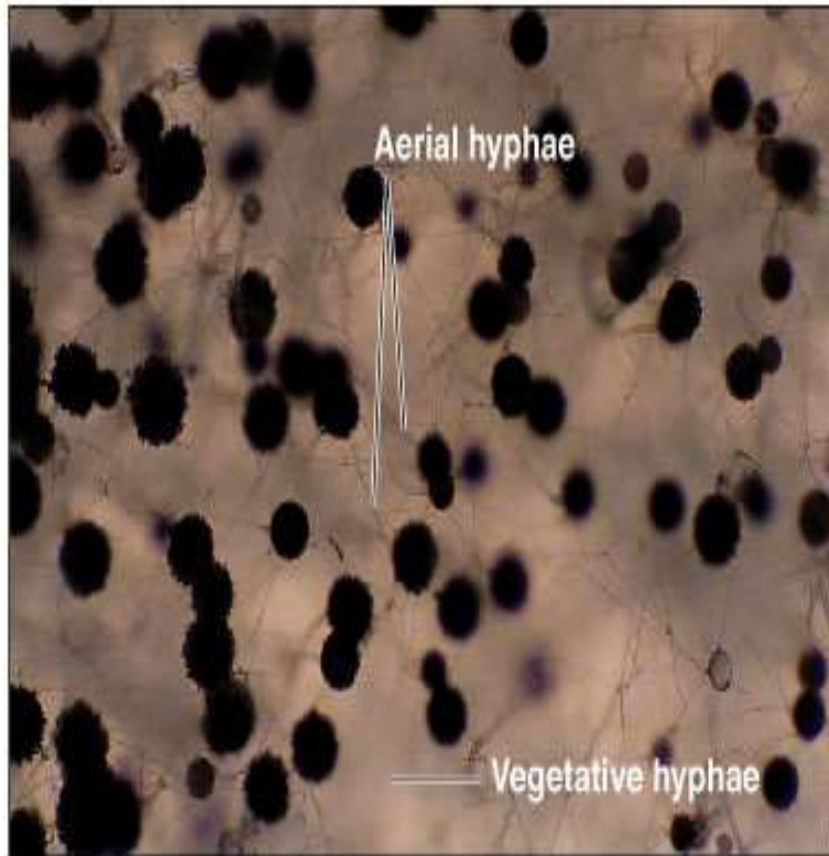




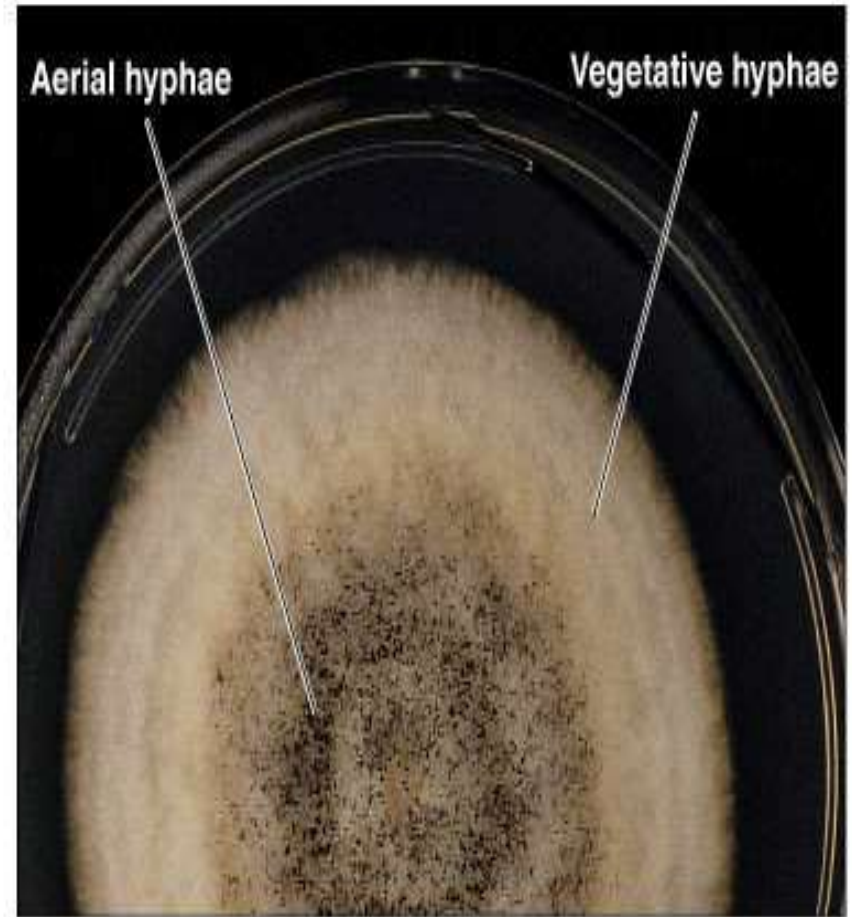
Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Okrugle ili elipsoidne ćelije imaju kvasci čiji je prečnik oko 10 μm .

- Gljive se razmnožavaju:
- Vegetativno
- Bespolno
- Polno



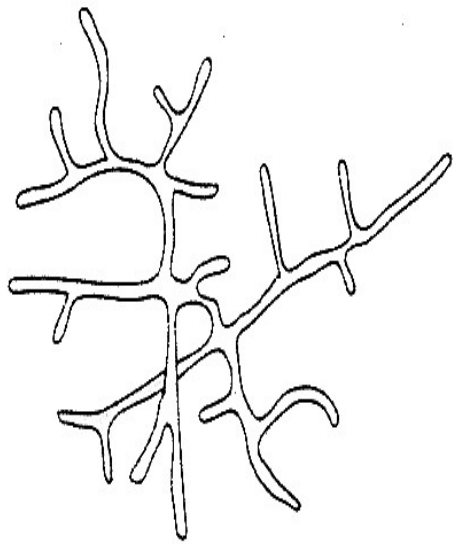
(a) *Aspergillus niger*



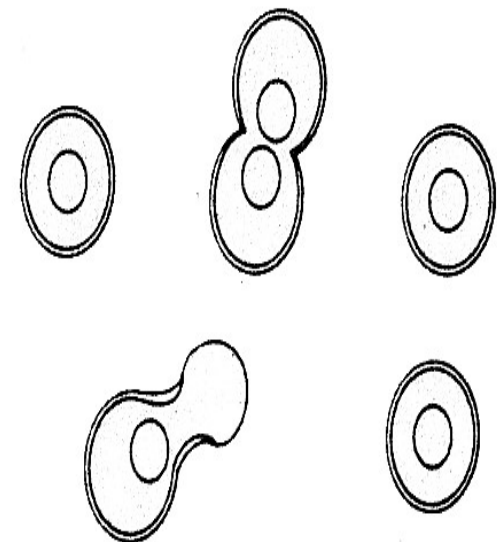
(b) *A. niger* on agar

- Vegetativno se razmnožavaju fragmentacijom, tj. odvajanjem djelova hife. Hife gljiva i aktinomiceta se izdijele na veće ili manje fragmente.
- Po potrebi talus može stvarati posebne tvorevine za vegetativno razmnožavanje:
 - Sklerocije (formiraju se zadebljanjem spleta hifa)
 - Hlamidospore
 - Artrospore (nastaju segmentacijom hifa)
 - Blastospore
 - Pupljenje –karakteristično za kvasce i protozoe.

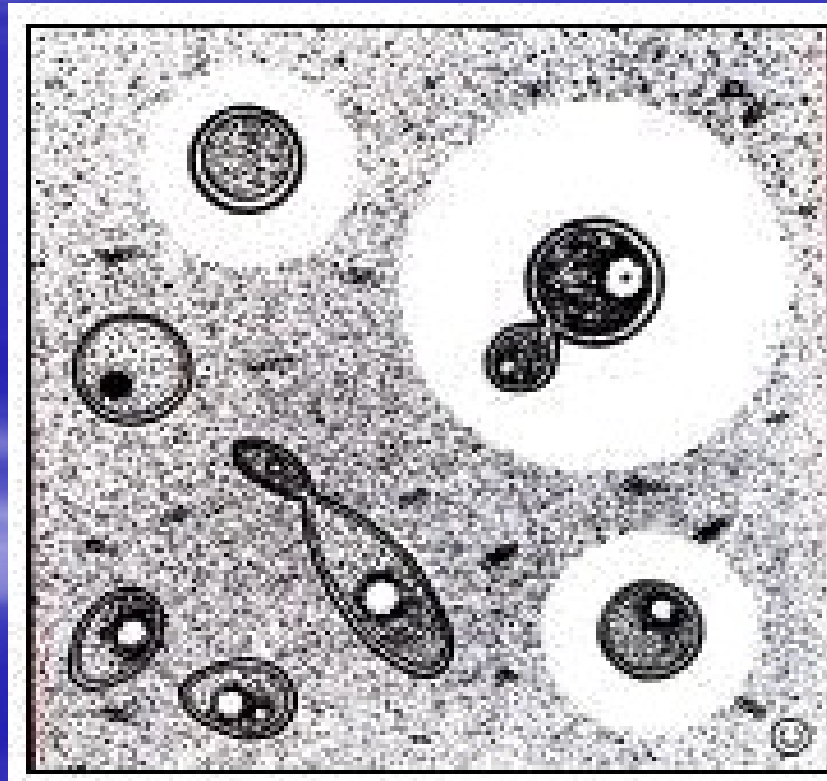
branching hyphae, forming
a mycelium



spherical single cells
multiply by budding
and division



Blastospore



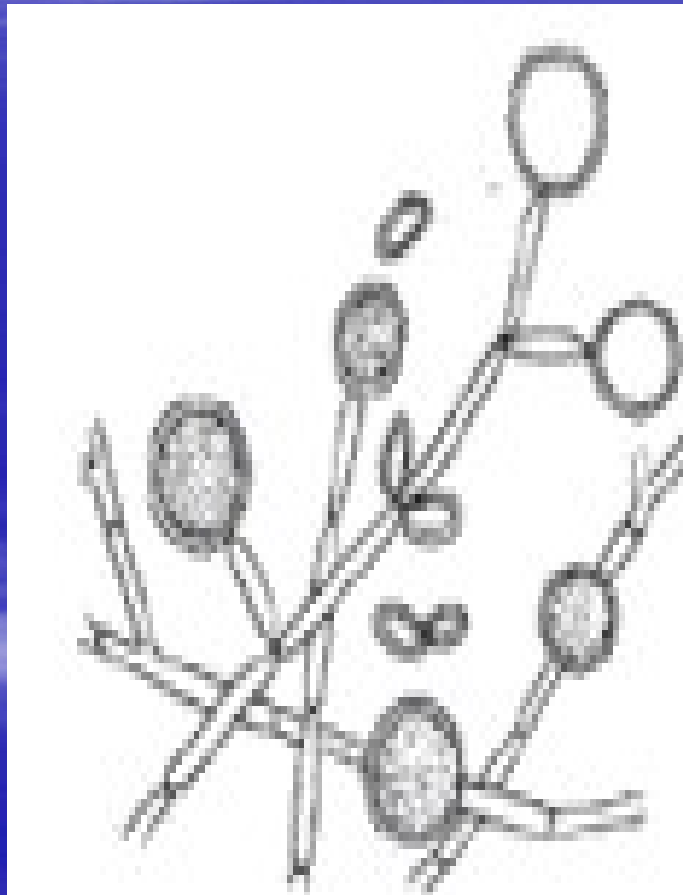
- Bespolno razmnožavanje vrši se putem:
- Zoospora
- Konidija (Ascomycotina, Deuteromycotina)
- Sporangiospora (Zygomycotina)

- Polno razmnožavanje gljiva odvija se spajanjem polnih ćelija-gameta, koje mogu biti morfološki iste (izogamija) ili različite (heterogamija).

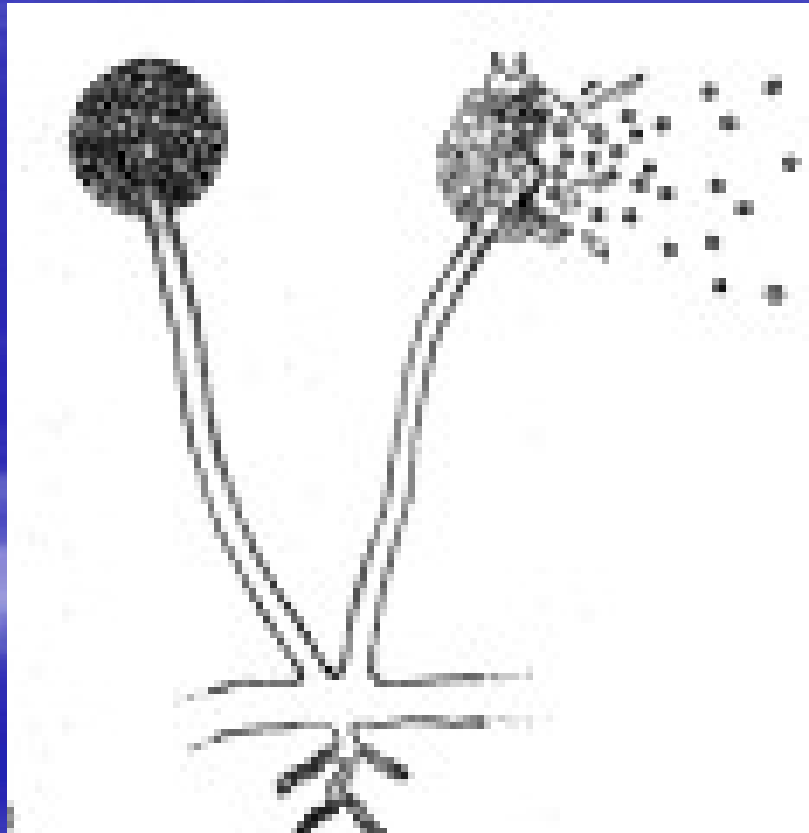
Artrospore



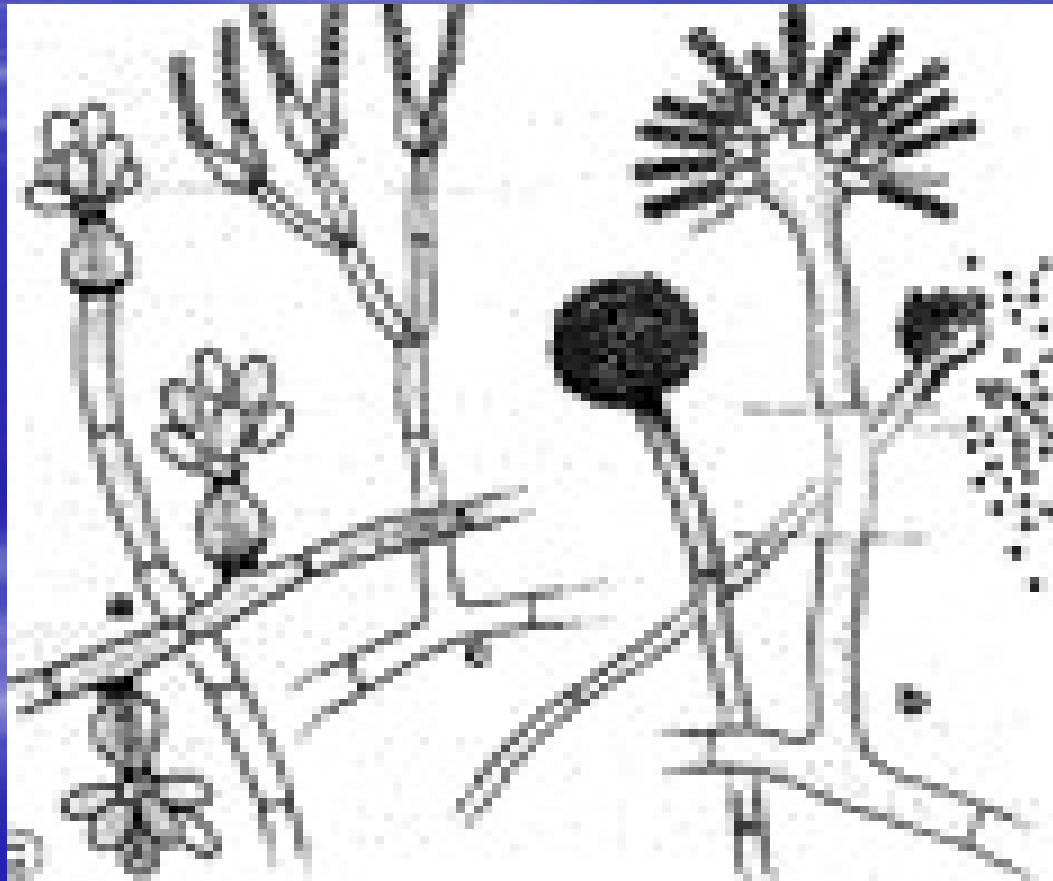
Hlamidospore



Sporangiospore

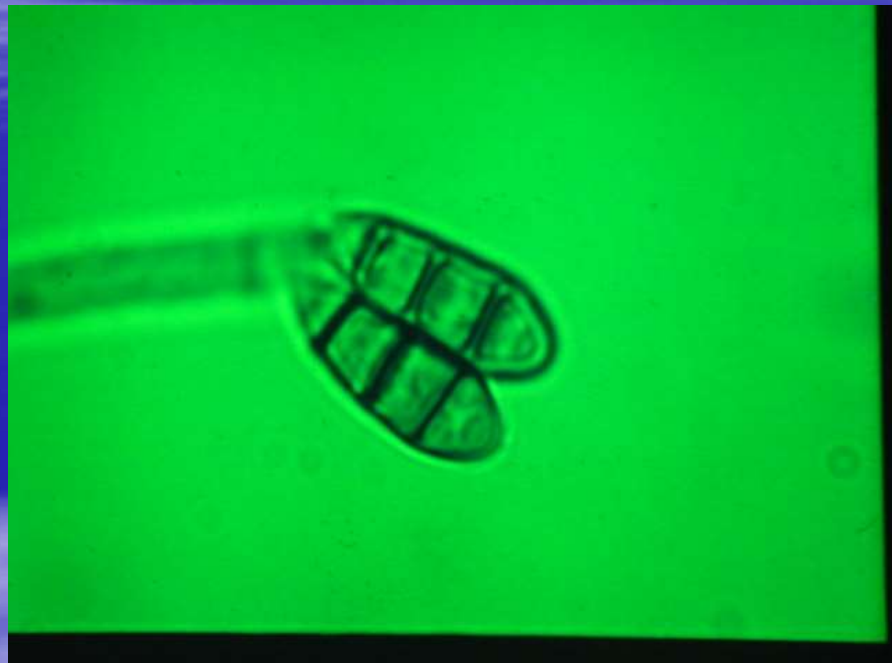


Fialide



Fialide-Penicillium





Makrokonidije



Aleuria

- Gljive se najbolje razvijaju u sredinama sa nižom pH vrijednosti i ako su brojne i u sredinama sa neutralnom pH.
- Imaju izrazito razvijen enzimatski sistem što im omogućava da koriste i najsloženije organske materije.
- Značajne su za kruženje materija u prirodi, stvaraju biljne asimilative, a neke sa biljkama stupaju u bližu asocijaciju, pa im pomažu u usvajanju hranjivih materija.

- U industriji se koriste za proizvodnju:
- alkohola (kvasci)
- Organskih kiselina (*Aspergillus*)
- Antibiotika (*Penicillium*)
- Neke gljive su fitopatogene (*Fusarium*, *Alternaria*, *Sclerotina*, *Ustilago*, *Verticillium* idr.)
- A neke proizvode toksine opasne po zdravlje ljudi i životinja (*Aspergillus flavus*)

- Sistematika gljiva izvršena je na osnovu:
- Morfoloških
- Biohemijskih
- Fizioloških osobina, a
- u novije vrijeme sve više se primjenjuju molekularne osobine.
- Podijeljene su na osnovu morfološke građe i načina polnog razmnožavanja u u pet razdjela:

Carstvo FUNGI:

- Razdio: *Myxomycota*
- Klase: *Acrasiomycetes*, *Myxomycetes*, *Plasmodiophoromycetes*
- Razdio *Eumycota*:
- Podrazdio: *Mastigomycotina*
- Klase:
- *Chytridiomycetes*,
- *Hyphochytridiomycetes*
- *Oomycetes*

- Podrazdio: Zygomycotina
- Klasa: Zygomycetes
- Familija: Mucoraceae
- Rodovi: Mucor i Rhizopus
- Klasa: Trichomyces
- Podrazdio: Ascomycotina
- Klasa: Hemiascomycetes
- Familija: Sacharomycetaceae
- Rodovi: Sacharomyces, Torula, Hansenula

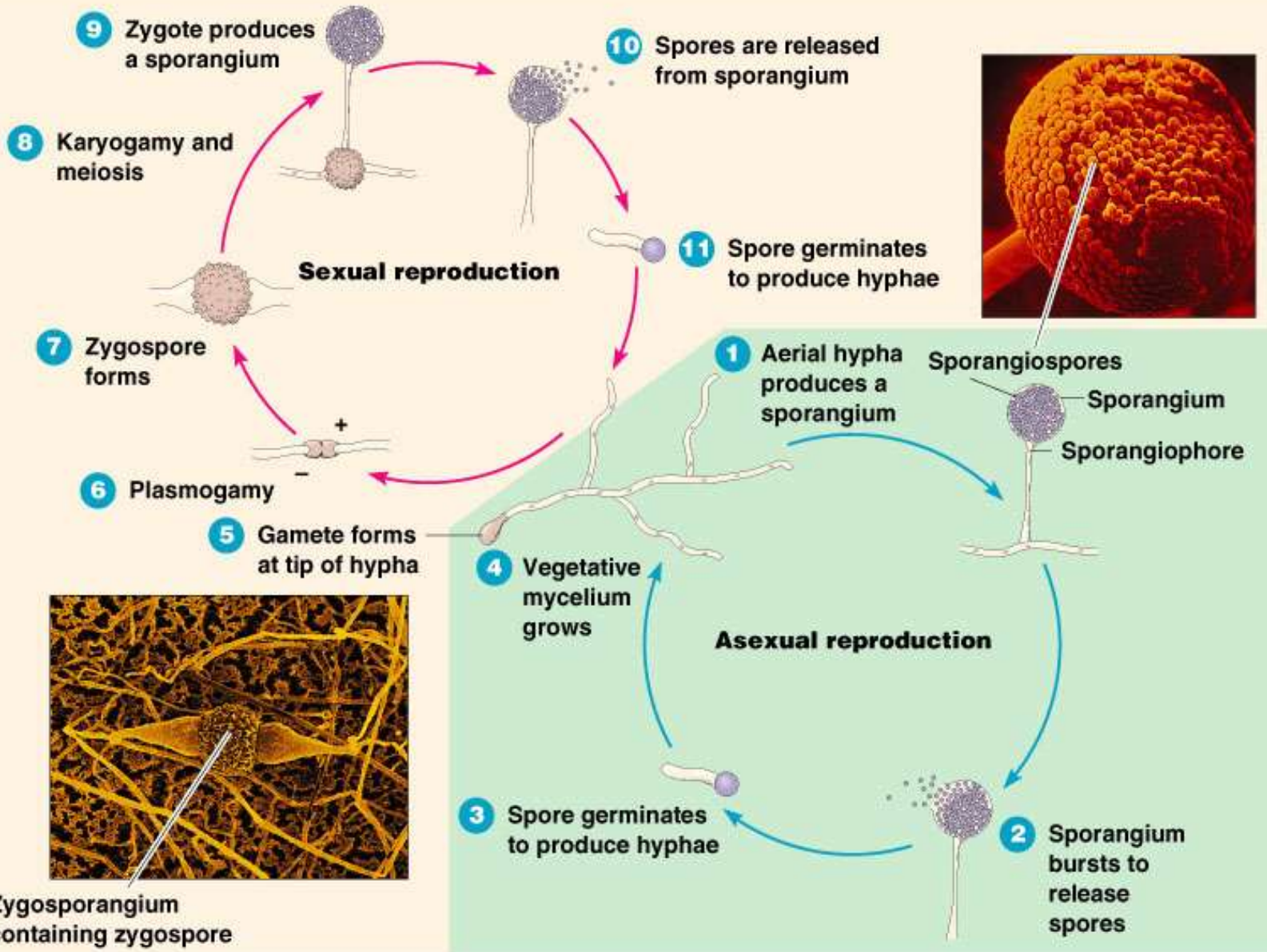
- Klasa: Plectomycetes
- Familija: Aspergillaceae
- Rodovi: Aspergillus, Penicillium

- Podrazdio: Basidiomycotina
- Klase:
- Teliomycetes
- Gasteromycetes
- Hymenomycetes: (rodovi: Polyporus, Boletus, Amanita)
- Podrazdio: Deuteromycotina:
- Klase:
- Blasomycetes,
- Coelomycetes,
- *Hyphomycetes (rodovi: Fusarium, Alternaria)*

- Razdio *Myxomycota* su sluzave gljive čije je vegetativno tijelo u obliku plazmodije sa većim brojem ćelija.
- Plazmodija je nepravilnog oblika, kreće se talasastim kretanjem. U nepovoljnim uslovima obrazuju plodonosno tijelo-etaliju, u kojoj se nalaze spore za konzervaciju.
- Razdio *Eumycotina* ili prave gljive imaju vegetativno tijelo izgrađeno od hifa. Splet hifa čini micelijum.

- Za poljoprivrednu proizvodnju i za kruženje materija u prirodi značajne su gljive iz klase:
- Zygomycetes
- Ascomycetes
- Basidiomycetes
- Deuteromycetes

- Predstavnici klase *Zygomycetes* imaju neseptirane hife, bespolno se razmnožavaju sporangisporama, a polno izogamijom.
- Veoma su brojne u zemljištu i na prehrambenim proizvodima.
- Najvažniji rodovi su *Mucor* i *Rhizopus*



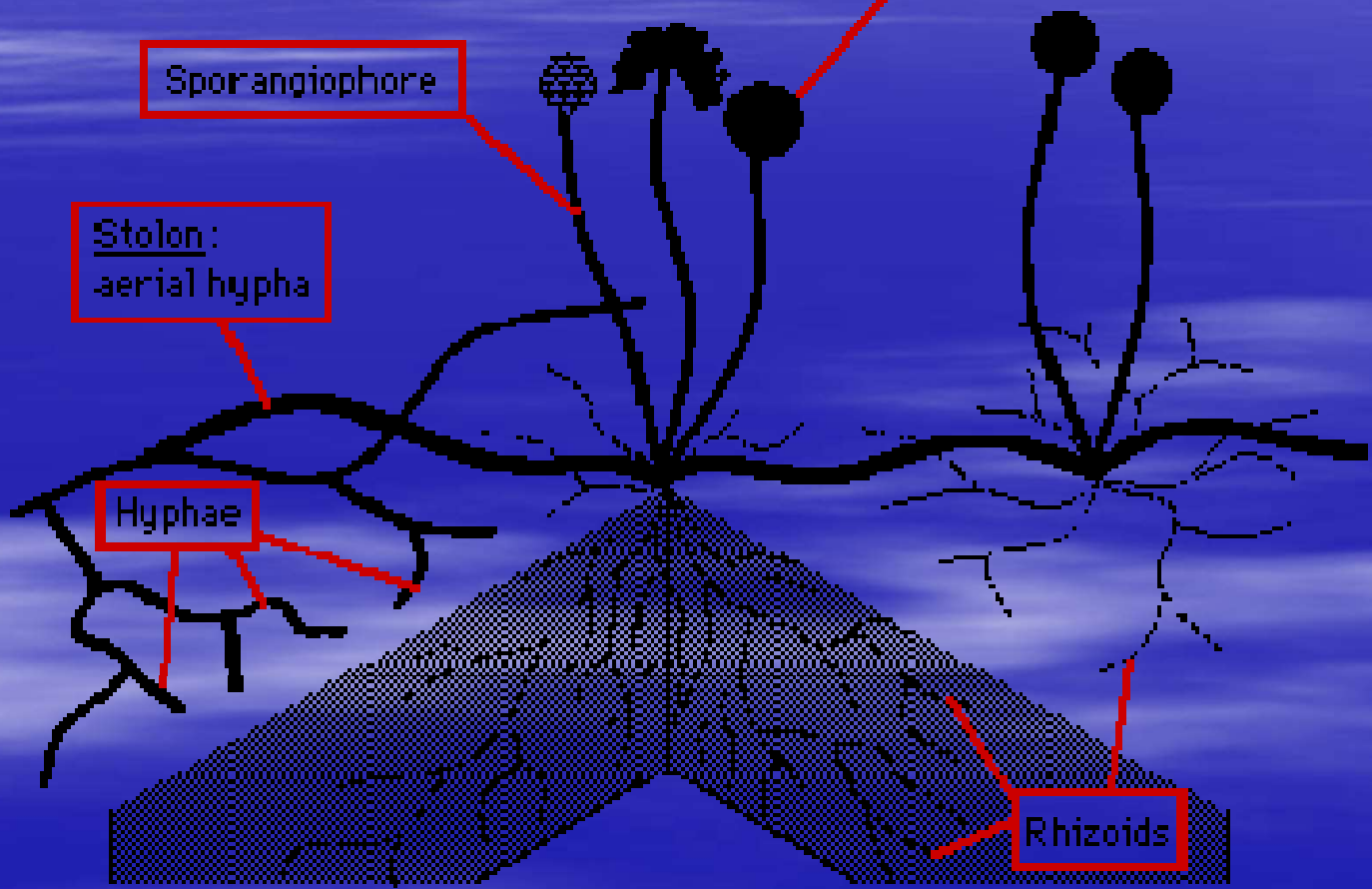
Sporangium:
colourless when immature,
black when ripe.
Associated with asexual reproduction

Sporangiophore

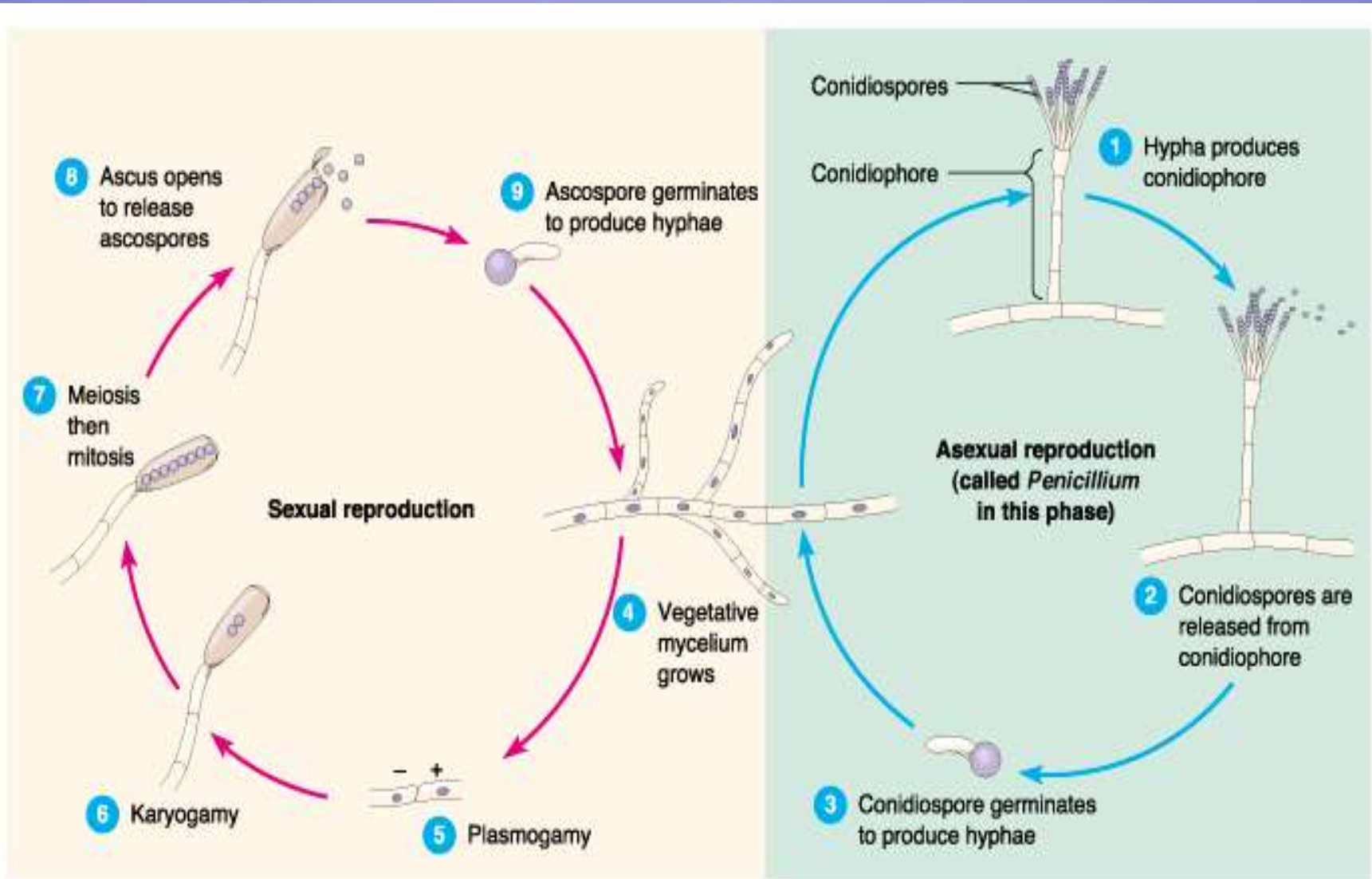
Stolon:
aerial hypha

Hyphae

Rhizoids



- Klasa Ascomycetes obuhvata končaste gljive sa septiranom hifom i okruglaste gljive koje ne formiraju pravu hifu (kvasci).
- Končaste gljive se bespolno razmnožavaju sporulacijom-konidijama, a vegetativno fragmentacijom.
- Okruglaste gljive-kvasci se bespolno razmnožavaju pupljenjem.
- Sve gljive iz ove klase se polno razmnožavaju heterogamijom pri čemu se formiraju polne spore - askospore.



- Gljive iz ove klase su brojne u zemljištu, u prehrambenim proizvodima, u stočnoj hrani, na biljkama.
- Najvažniji predstavnici končastih gljiva su *Aspergillus* i *Penicillium*,
- A od kvasaca rodovi:
 - *Sacharomyces*
 - *Hansenula*
 - *Torula* idr.

- Pored velikog značaja u kruženju materije u prirodi, gljive iz ove klase se u industriji koriste:
- za proizvodnju antibiotika (*Penicillium*)
- Limunske kiseline (*Aspergillus*)
- U proizvodnji specijalnih vrsta sira (*Penicillium*)
- U proizvodnji vina i piva (kvasci),
- Mnoge su fitopatogene i toksikogene kao što je *Claviceps purpurea*.

- Klasa Basidiomycetes obuhvata najsavršenije višecelijske gljive koje imaju septiranu hifu, a neke formiraju izrazito velika plodonosna tijela. Značajni su razlagači organskih materija.
- Bespolno se razmnožavaju konidijama, a polno gametangijom pri čemu nastaju bazidiospore.
- U ovu grupu spadaju jestive gljive:
 - Agaricus (šampinjon)
 - Boletus (vrganj) i
 - Pleurotus (bukovača)





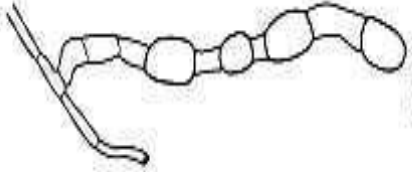
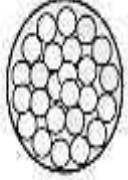
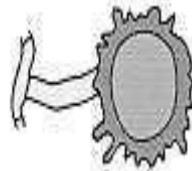
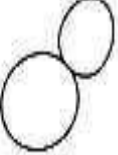

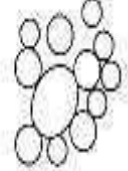


- U *Basidimycetes* spadaju i mnoge fitopatogene gljive, kao što su:
 - *Puccinia*,
 - *Tilletia*,
 - *Ustilago*

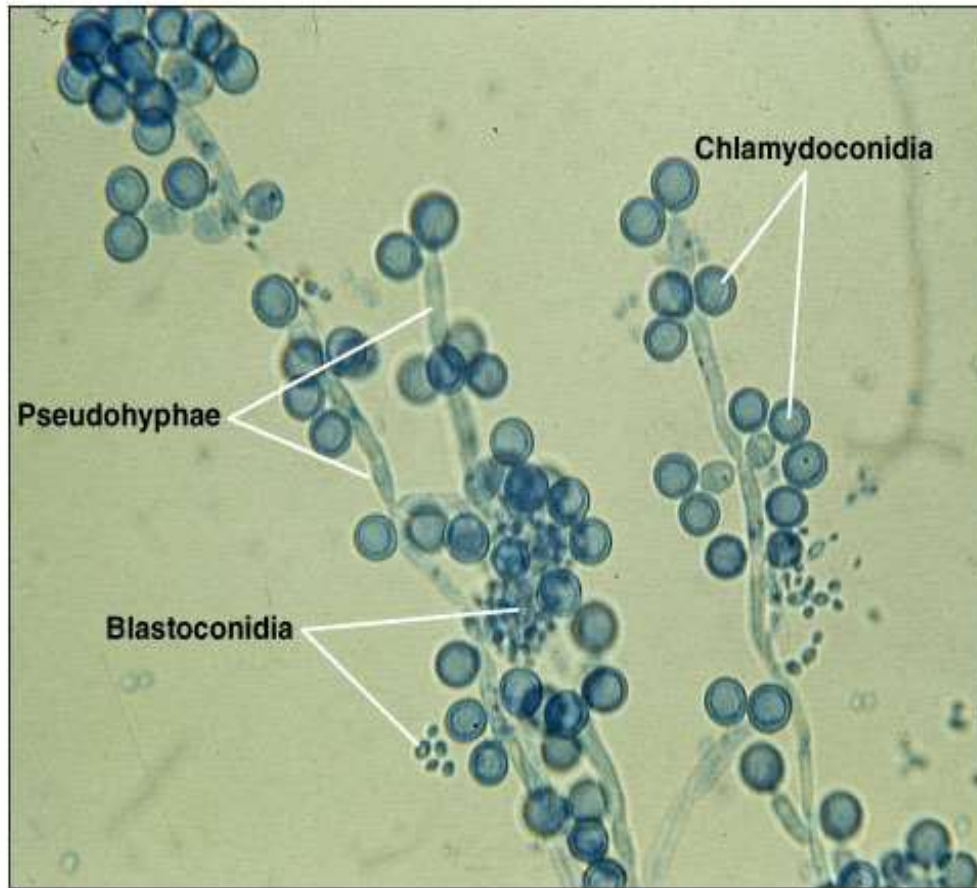
- Klasa *Deuteromycetes* ima vegetativno tijelo izgrađeno od septiranih hifa.
- Bespolno se razmnožavaju konidijama,
- Vegetativno fragmentacijom
- Polno se ne razmnožavaju.
- Brojne su u zemljištu i na prehrambenim proizvodima.
- Najvažniji predstavnici iz ove klase su:
 - *Fusarium*
 - *Alternaria*
 - *Trichoderma*, koji su u najvećem broju saprofiti, ali ima i fitopatogenih i toksikogenih vrsta.

Konidije- *Fusarium*

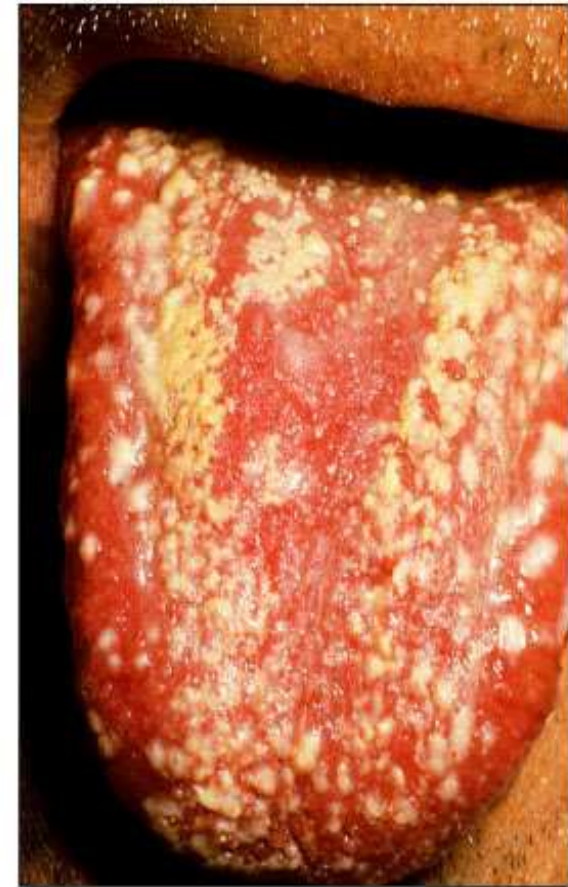


Many pathogenic fungi are **dimorphic**, forming moulds at ambient temperatures but yeasts at body temperature.

Fungus	In vitro (25° C)	In vivo (37° C)
<i>Blastomyces</i>	 Mold	 Yeast
<i>Coccidioides</i>	 Mold	 Spherule
<i>Histoplasma</i>	 Mold	 Yeast
<i>Paracoccidioides</i>	 Mold	 Yeast
<i>Sporothrix</i>	 Mold	 Yeast



(a) *Candida albicans*



(b) Oral candidiasis, or thrush

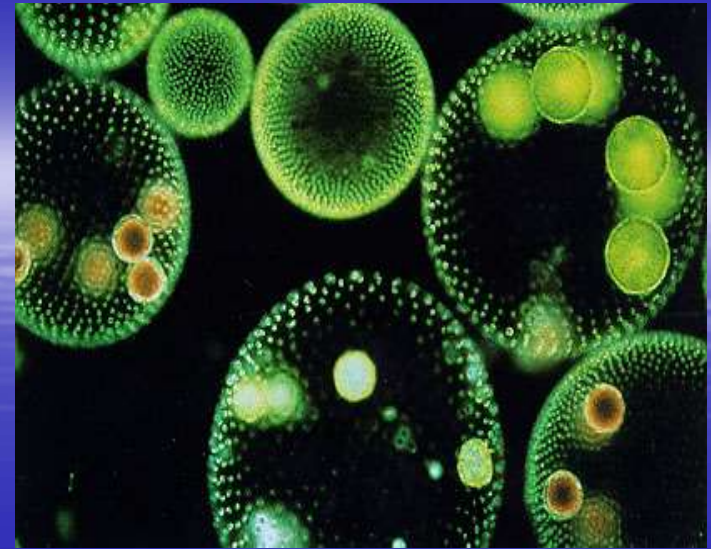
- Osnovna svojstva i sistematika algi:

- Alge su fotosintetički eukariotski mikroorganizmi.
- Vegetativno tijelo algi se zove talus.
- Prema obliku mogu biti okrugle, končaste, štapićaste, zvjezdaste i raznih drugih oblika.
- Mogu biti jednoćelijske i višećelijske, a prema ćelijskoj organizaciji mogu biti pojedinačne i kolonijalne.
- Sve alge u svojoj ćeliji sadrže hlorofil, a neke pored hlorofila sadrže i dopunske pigmente.

Alge-različiti oblici



- Sistematika algi je izvršena na osnovu morfoloških osobina i pigmentata na sedam razdjela:
- Chlorophyta (zelene alge)
- Charophyta (stjenovite alge)
- Euglenophyta (alge slične protozoama)
- Chrysophyta (zlatne, žuto-zelene diatomeje)
- Phaeophyta (mrke alge)
- Rhodophyta (crvene alge)
- Pyrrhophyta (dinoflagelate)



Chlorophyta (zelene alge)



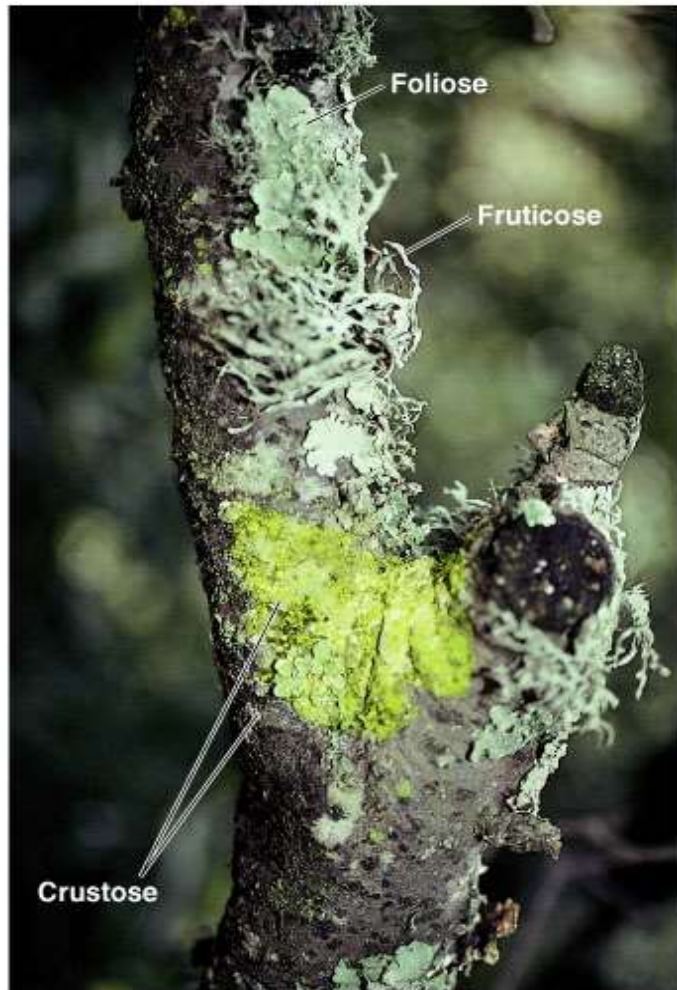
Rhodophyta-crvene alge

- Hlorofil i pigmenti smješteni su u posebnim organelama-hloroplastima, koji mogu biti različitog oblika: okruglog, pločastog, zvjezdastog, spiralnog isl.
- Veličina algi je različita i kreće se od nekoliko mikrometara kod jednoćelijskih, pa do nekoliko metara kod filamentoznih algi.
- Razmnožavaju se bespolno deobom, fragmentacijom i sporulacijom, a polno gametangijom.

- Fragmentacijom se talus razdvaja na djelove –fragmente, pri čemu svaki fragment daje novi talus.
- Reprodukcijska sporulacijom podrazumijeva stvaranje spora u vegetativnoj ćeliji ili u specijalizovanim ćelijama-sporangijama.
- Spore mogu biti pokretne i zovu se zoospore ili nepokretne (u sporangijama) i zovu se aplanospore.
- Razmnožavanje deobom odvija se kroz deobu jedra koju slijedi deoba citoplazme.

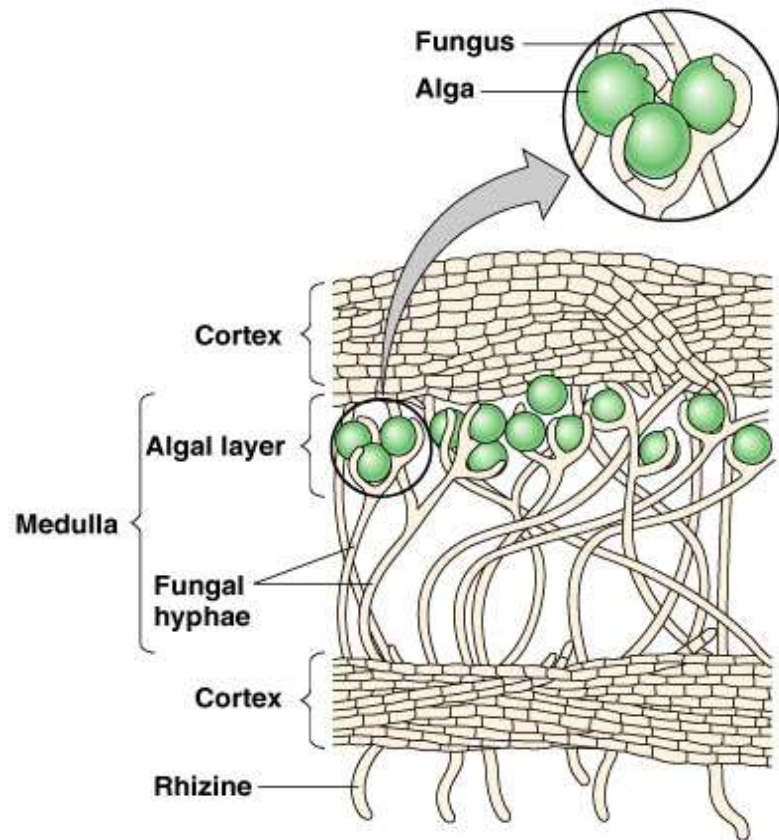
- Polna reprodukcija odvija se spajanjem ženskih i muških gameta.
- Ženski gameti (jajna ćelija) formiraju se u oogoniji, a muški (spermatozoidi) u anteridiji.
- Njihovim spajanjem nastaje diploidni zigot.
- Neke alge se kreću flagelama (*Euglena*, *Chlamydomonas*), a neke ne posjeduju organele za kretanje (*zelene filamentozne alge*, *diatomeje*).
- Alge su tipični fotoautotrofni mikroorganizmi. One iz ugljendioksida i vode uz pomoć energije svjetlosti sintetišu organsku materiju.

- Alge su najviše zastupljene u vodenim sredinama i vlažnim zemljištima, a neke žive na biljkama ili u zajednici sa gljivama (lišajevi) na stijenama.
- One takođe žive kao simbionti u protozoama, školjkama, na koralima i dr.
- Neke alge su proizvođači toksina, pa mogu izazvati uginuće vodenih životinja, npr. dinoflagelate



(a) Three types of lichens

Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.



(b) Lichen thallus

- Osnovna svojstva i sistematika virusa:

- Virusi (carstvo Viralia) su grupa ultramikroskopskih **obligatnih intracelularnih parazita** koji se mogu razmnožavati **samo u ćelijama živih organizama** (višećelijskih i jednoćelijskih).
- Za razmnožavanje koriste ćelijske mehanizme za biosintezu kojima tada upravlja virusni genom.
- Razlog zašto se ovi organizmi smatraju za živa bića je prisustvo nukleinske kiseline i sposobnost razmnožavanja.
- Izazivači su bolesti kod:
 - ljudi,
 - životinja,
 - biljaka
 - i mikroorganizama.

- Opšte osobine virusa:
- Nemaju ćelijsku građu
- Nemaju sopstvene metaboličke sisteme
- Nesposobni su za rast i binarnu deobu
- Sadrže nukleinske kiseline samo jednog tipa: DNK ili RNK
- Za njihovo umnožavanje potrebna je samo nukleinska kiselina
- Za sintezu svojih bjelančevina koriste ribosome ćelije domaćina.

Ne razmnožavaju se na vještačkim hranjivim podlogama i mogu egzistirati samo u organizmu domaćina koji je na njih senzibilan.

Virion- ekstracelularni oblik u kojem virus ne vrši metaboličke funkcije, ne raste i ne umnožava se.

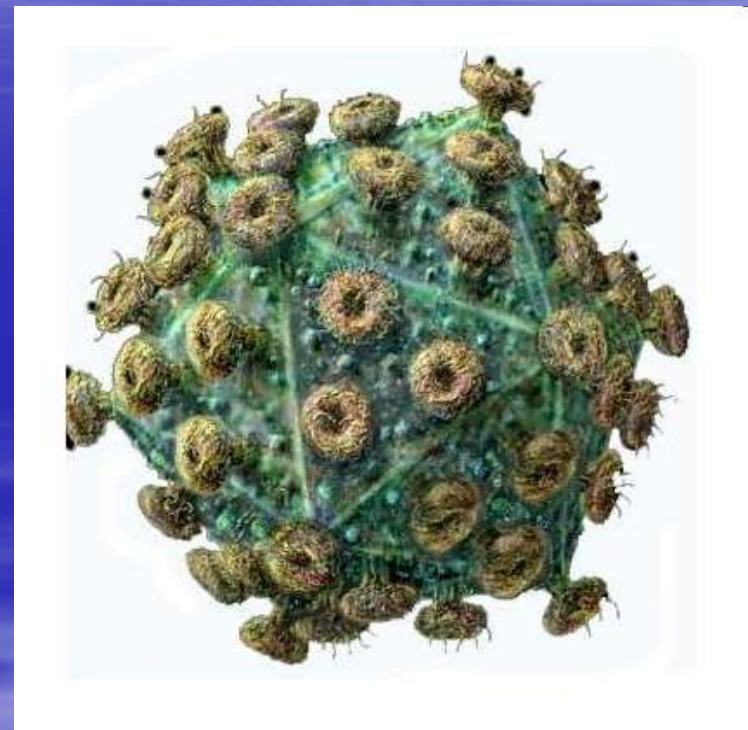
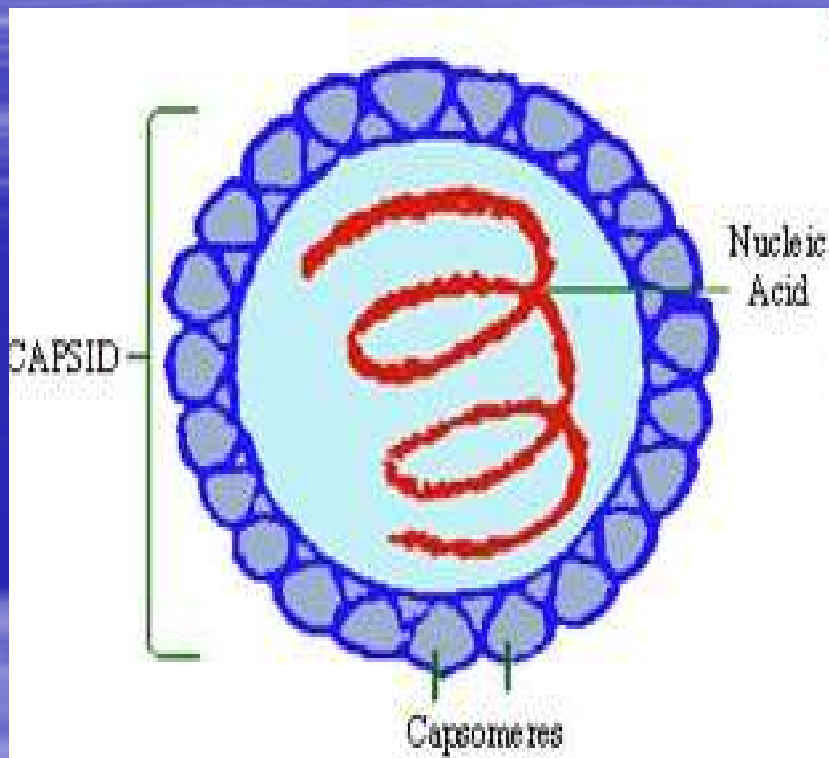
Reprodukujući ili vegetativni virus- intracelularni oblik koji dospjevši u ćeliju domaćina iskorišćava njen metabolizam za stvaranje novih virusnih čestica.

- Virusi su specifični i parazitiraju samo na određenim domaćinima:
- Virusi biljaka
- Virusi životinja
- Virusi mikroorganizama

- Nukleinska kiselina čini jezgro virusa ili nukleoid.
- Oko nukleinske kiseline nalazi se proteinski omotač koji se zove kapsid.
- Kapsomere - identične proteinske subjedinice
- Peplops- još jedna opna kojom su neki virusi obavijeni, građena iz glikoproteina i lipida.
- Veličina: 15-400 nm

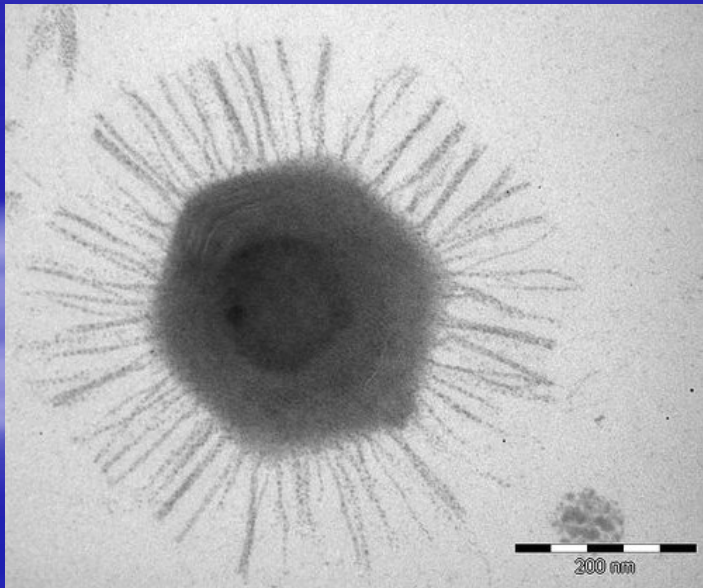
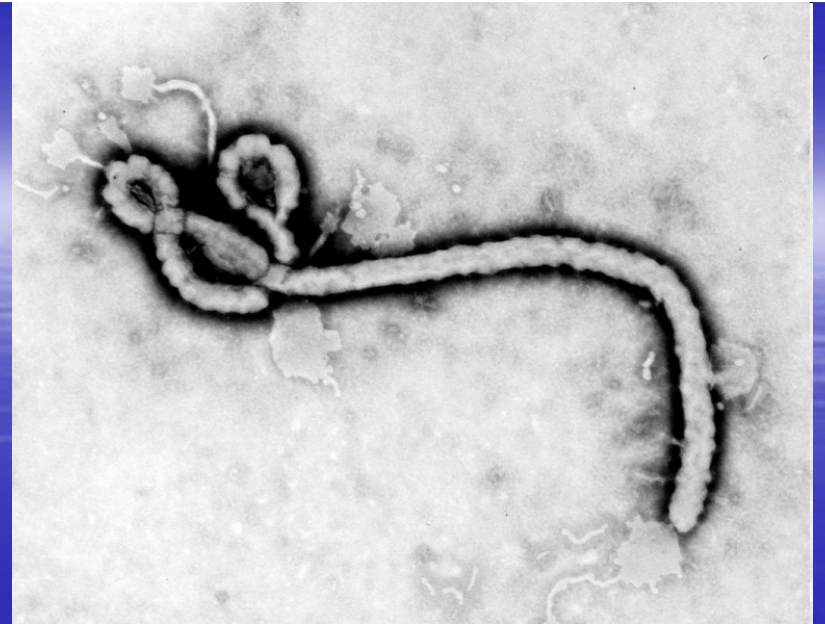
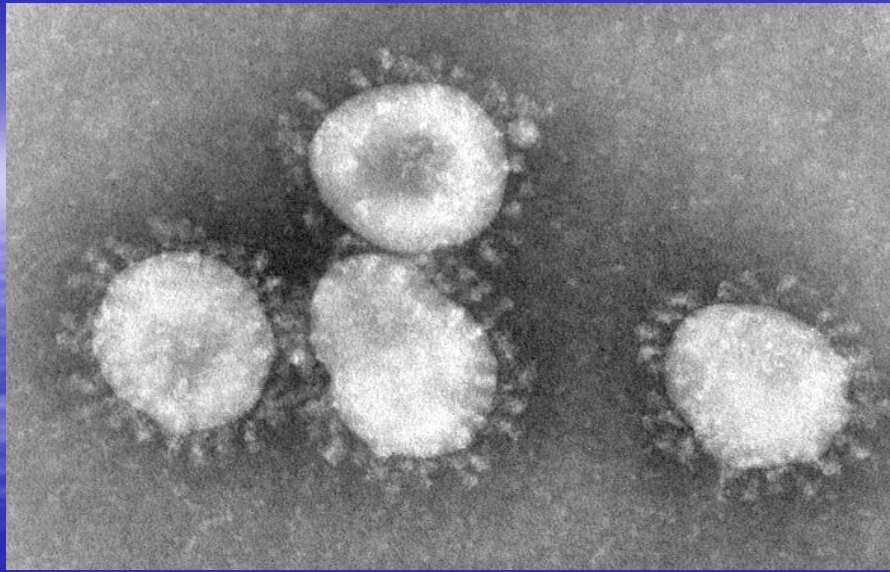
- U virusima su nađena četiri tipa nukleinskih kiseina: dvolančana DNK (adenovirusi, herpesvirusi, virus boginja, papovavirusi idr), jednolančana DNK (parvovirusi, kolifag), dvolančana RNK(reovirusi) I jednolančana RNK(pikornavirusi, orto I paramiksovirusi)

- Funkcija virusnih proteina (kapsida) je višestruka. U prvom redu, oni u velikoj mjeri određuju oblik i veličinu virusa. Vezivanje virusa za ćeliju je specifičan proces u kome određeni virusni proteini igraju osnovnu ulogu. Afinitet virusa prema određenim ćelijama prvenstveno zavisi od strukture jednog ili više virusnih proteina. Virusni proteini, kao i ostali proteini, dobri su antigeni i nosioci su antigenske specifičnosti virusa. Izvjesne enzimske aktivnosti, utvrđene kod nekih virusa, funkcija su odgovarajućih virusnih bjelančevina. Razlikujemo dvije grupe ovih enzima: 1. enzime koji djeluju na ćelijsku membranu prilikom prodiranja virusa u ćeliju, kao što su lizozim faga i neuraminidaza orto i paramiksovirusa i 2. enzime koji učestvuju u procesu sinteze virusnih nukleinskih kiseina tokom razvoja virusa u ćeliji, kao što su virusna transkriptaza ili reverzna transkriptaza. Najzad, jedna od funkcija virusnih proteina je zaštita virusnog genoma od nepovoljnih uticaja.

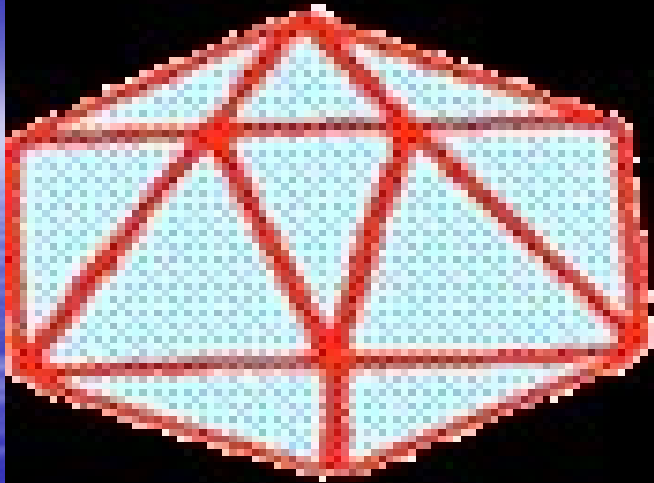


građa virusa

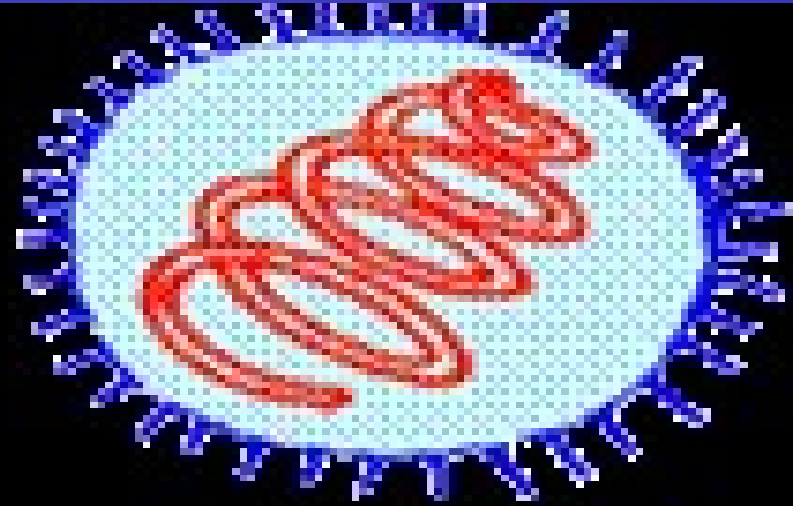
- Virusi prema obliku mogu biti:
- Štapićasti (oblik cilindra-virusi biljaka)
- Nitasti (elastične savitljive niti- virusi biljaka)
- Loptasti (slični poliedrima-virusi ljudi i životinja)
- Kockasti (virusi životinja i ljudi)
- Topuzasti (imaju glavu i rep-virusi bakterija)



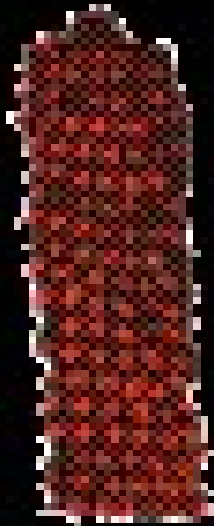
Mikrografija virusa



adenovirus



Influenza virus



Virus mozaične bojesti duvana

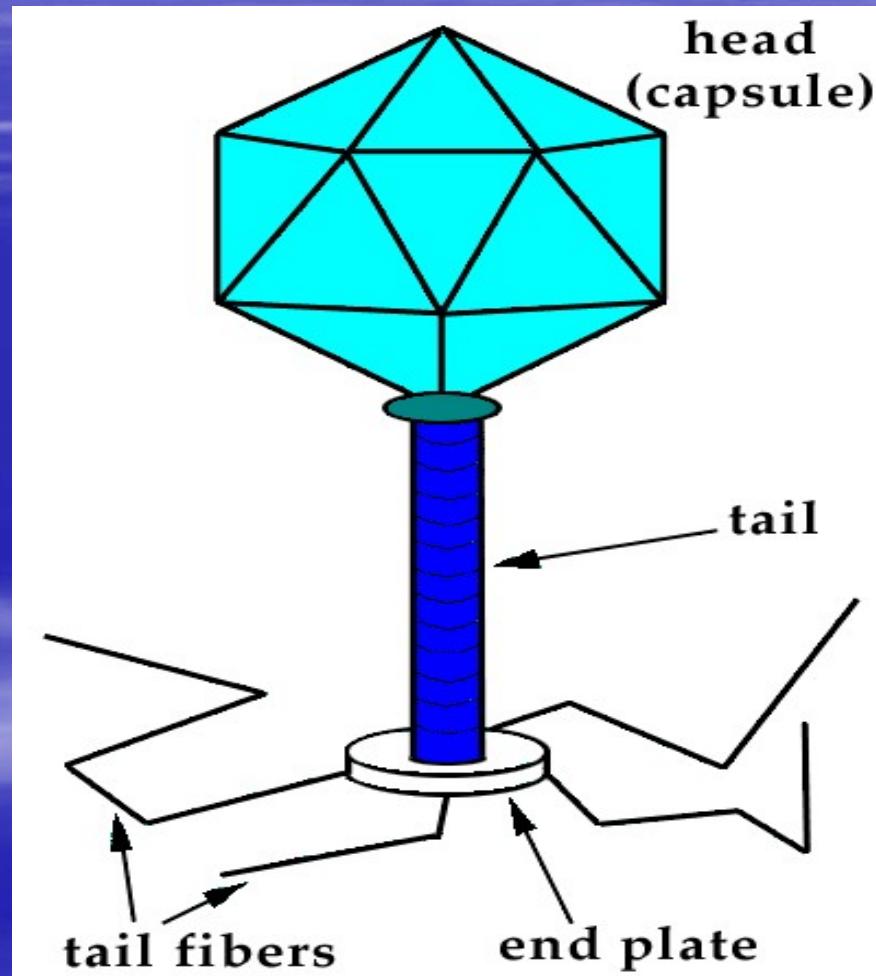


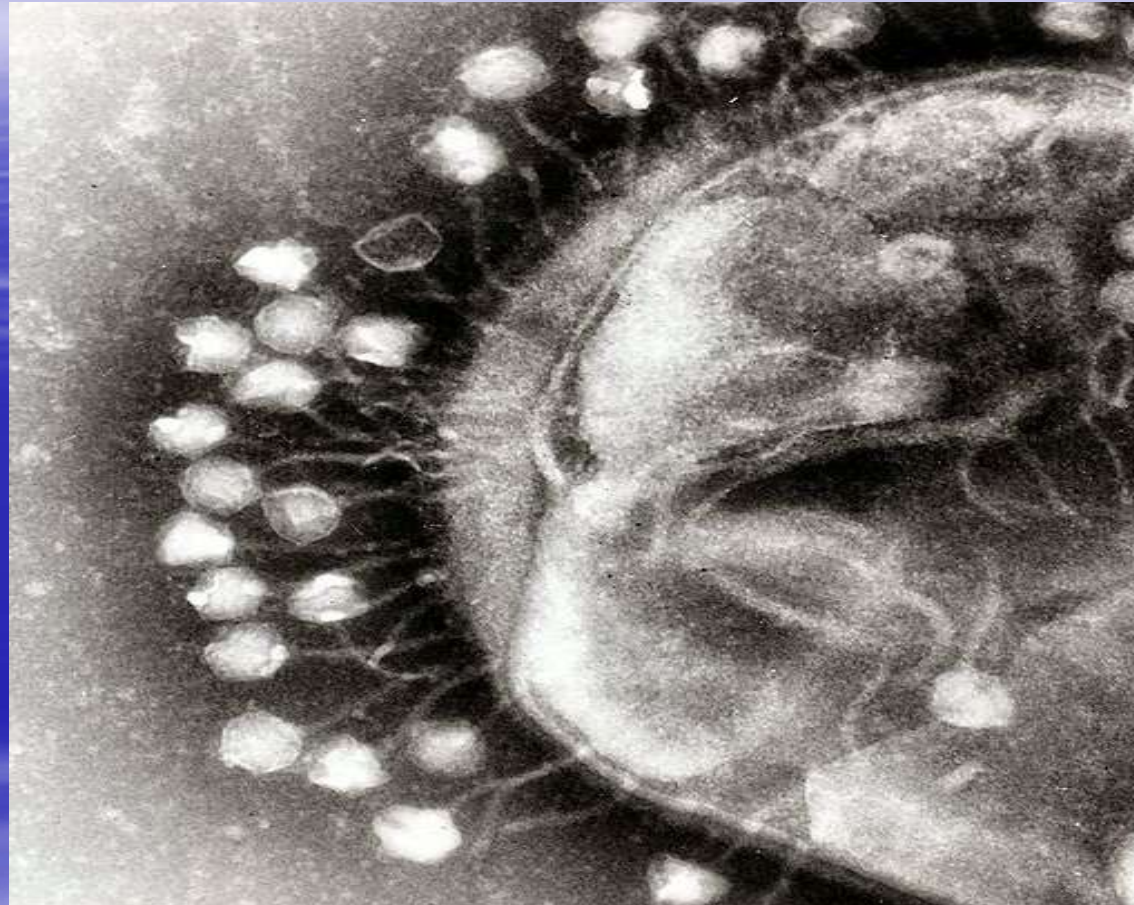
Bakteriofag

- **Reprodukcija virusa**
- Reprodukcija virusa se obavlja jedino u živim ćelijama u koje dospijevaju kroz povrede ili vektorima.
- Reprodukcija se svodi na umnožavanje njihove nukleinske kiseline i sinteze proteinskog omotača-kapsida.
- Preusmjeravanje metabolizma ćelije domaćina u pravcu sinteze virusnih čestica vrši se po porukama nukleinske kiseline genoma virusa.
- Usmjeravanjem aktivnosti inficirane ćelije virusi ostvaruju poseban oblik parazitiranja koji se izjednačava sa njihovom reprodukcijom

- Preusmjerenje metabolizma ćelije domaćina u pravcu sinteze virusnih čestica vrši se po porukama nukleinske kiseline genoma virusa.
- Virusi mikroorganizama zovu se fagi.
- Pripajanje (adsorpcija)
- Kontrakcija vrata
- Prodiranje i potiskivanje DNK u ćelijski sadržaj
- Sinteza virusnih komponenti
- Razgradnja ćelijskog zida i širenje virusa

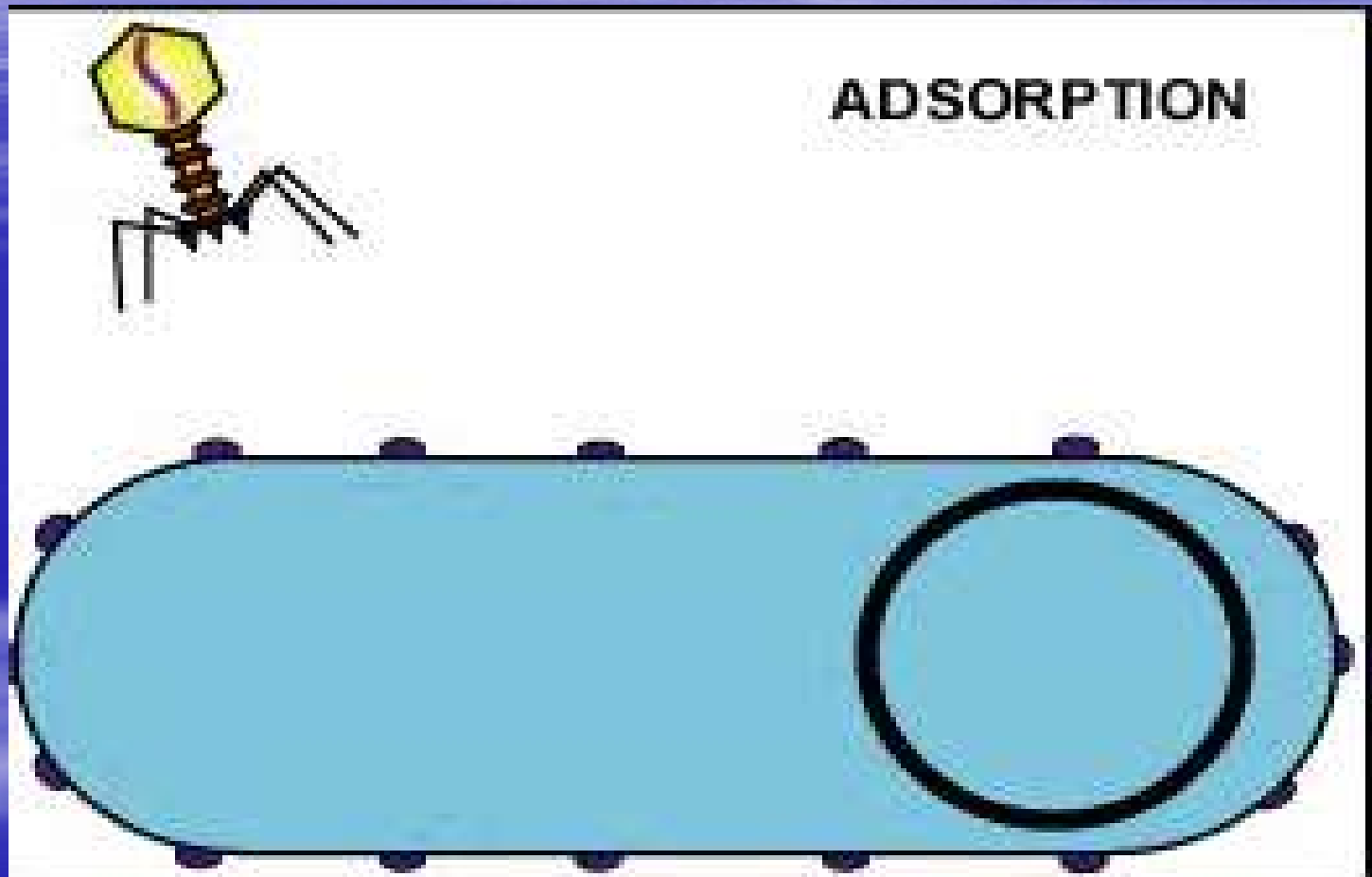
Bakteriofag



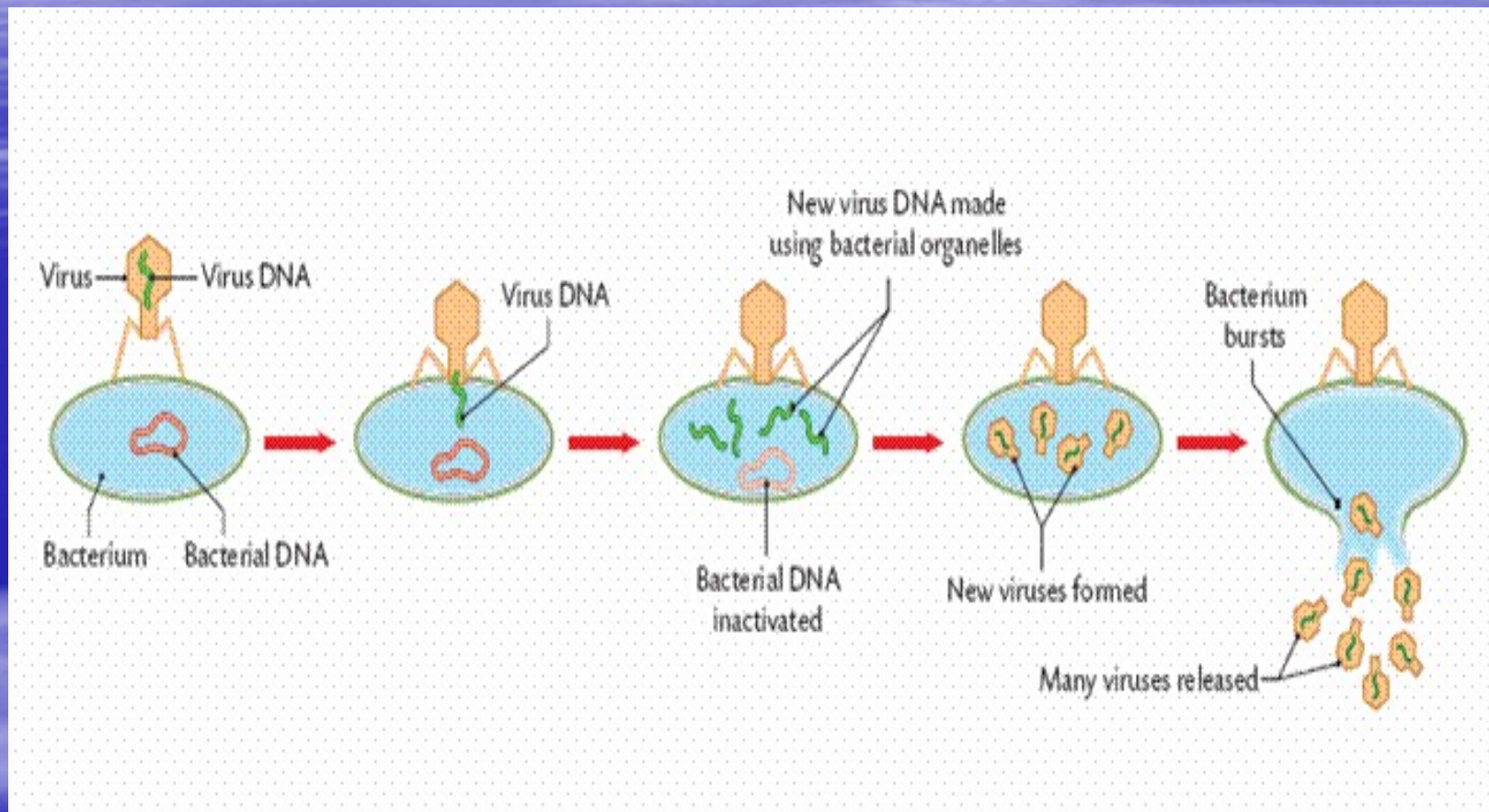


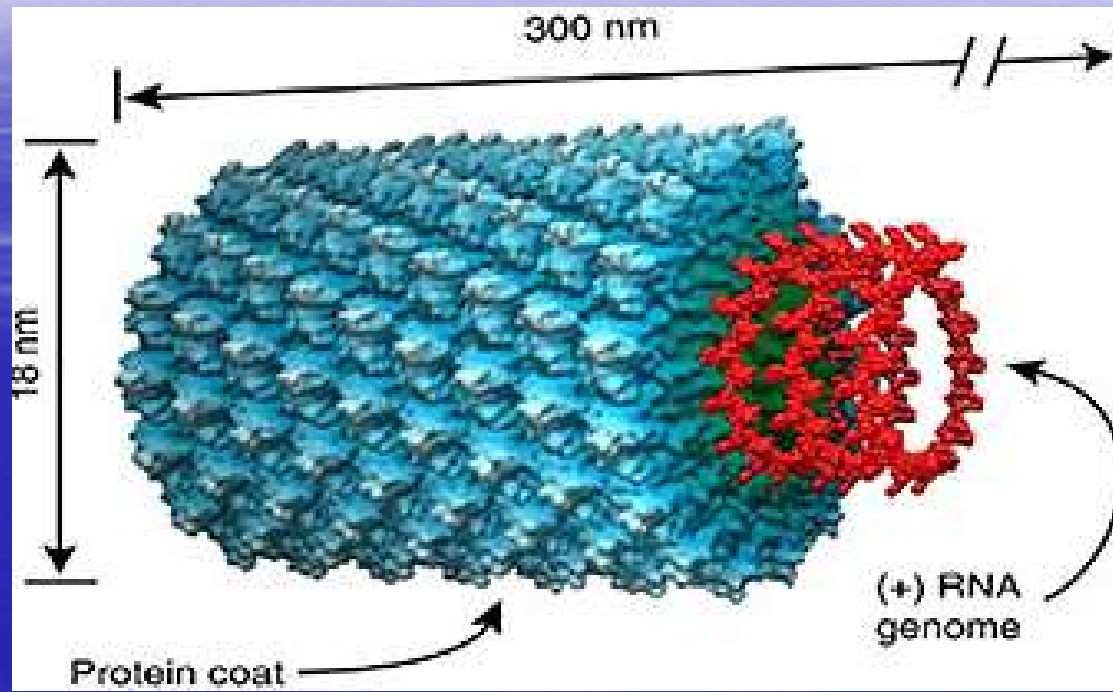
Bakteriofagi prikačeni na površinu bakterijske ćelije

<http://leavingbio.net/VIRUSES%20WEBPAGE.htm>



Šematski prikaz razmnožavanja virusa u ćeliji





Virus mozaične bolesti duvana

- Virusni lipidi
- Lipidi su važna komponenta viriona. Neki virusi ne sadrže lipide.
- Rastvarači masti (kloroform, etar) inaktiviraju ili veoma smanjuju aktivnost virusa koji sadrže lipide.
- Većina virusa koji sadrže lipide ima peplos. Kod virusa koji nemaju peplos, lipidne komponente se uklapaju u pukotine između tri proteinske kapsomere.
- Lipidi ugrađeni u virione vode porijeklo od ćelije.
- Virus influence veći dio lipida dobija prolaskom kroz ćelijsku membranu