

Predmet, značaj i istorijski razvoj mikrobiologije

- **Pitanja**
- Šta je mikrobiologija?
- Šta su mikroorganizmi?
- Koja je korisna uloga mikroorganizama u prirodi?
- Koja je uloga mikroorganizama u stočarstvu i prehrambenoj industriji?
- Koje je štetno dejstvo mikroorganizama na ljude, životinje i biljke?
- Ko je prvi uočio mikroorganizme i kada?
- Koji je naučnik napravio prvu sistematiku živog svijeta?
- Koji se naučnik smatra osnivačem mikrobiologije i zašto?
- Koja su otkrića Roberta Koha značajna za razvoj mikrobiologije?
- Koji je naučnik otkrio penicilin i kako je došao do tog otkrića?
- Koja su otkrića naučnika Vinogradskog, Ivanovskog, Mečnikova i Beijrinka?
- Koji je naučnik otkrio streptomycin?

- Mikrobiologija (od grčkih riječi micros-mali, bios-život, logos-nauka) je nauka o malim, golim okom nevidljivim živim organizmima, koji se nazivaju mikroorganizmi ili mikrobi.
- Mikrobiologija izučava:
 - Morfologiju
 - Sistematiku
 - Fiziologiju
 - Ekologiju i
 - Ulogu mikroorganizama u prirodi i životu čovjeka

- **Morfologija** mikroorganizama izučava izgled, građu i veličinu ćelije mikroorganizama.
- **Sistematika** se bavi klasifikacijom (svrstavanjem) mikroorganizama na osnovu njihovih srodničkih osobina.
- **Fiziologija** proučava metabolizam i životne funkcije mikroorganizama (disanje, rast, razmnožavanje, razmjenu materija sa okolinom itd)

- **Ekologija** izučava uticaj faktora spoljašnje sredine na mikroorganizme, kao i načine njihovog prilagođavanja na te faktore u određenoj biocenozi.
- (Biocenoza predstavlja skup svih živih organizama koji žive u jednom određenom prostoru- staništu, tj.biotopu).

- Mikrobiologija je nauka širokih mogućnosti.
- Sve dok mikroorganizmi nisu bili otkriveni, mnoge pojave koje su se dešavale u prirodi nisu se mogle objasniti.
- Danas su mikroorganizmi našli široku primjenu u industriji, poljoprivredi, farmaciji i medicini.

- Mikroorganizmi se mogu otkriti samo uz pomoć **optičkog ili elektronskog mikroskopa**. Maksimalno uveličanje optičkog mikroskopa iznosi 3000 puta. To omogućava razlikovanje čestica koje nisu manje od $0,1-0,2\mu\text{m}$.
- Savremeni elektronski mikroskopi imaju sposobnost razdvajanja do $0,15\text{nm}$, što im omogućava da se vide ne samo sitni organizmi, već i finije strukture ćelija.



Optički-svjetosni mikroskop

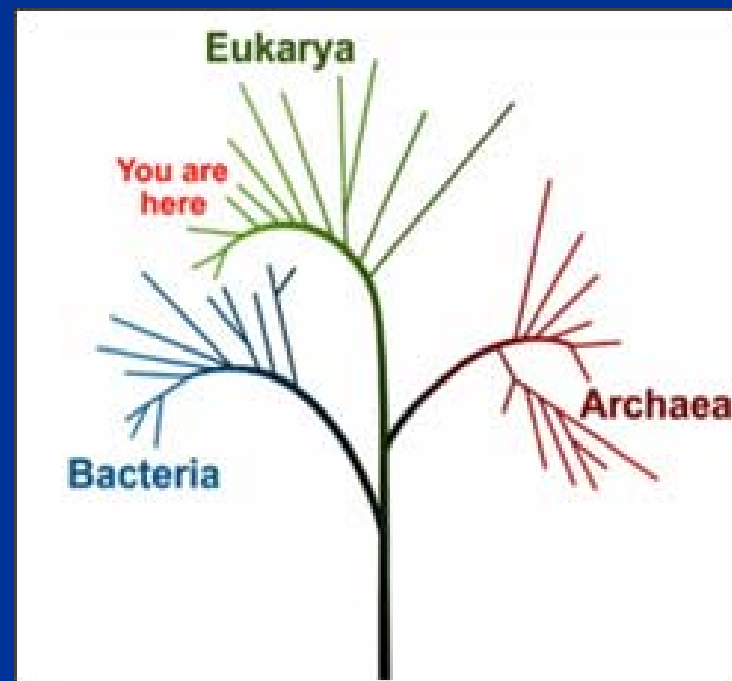


elektronski mikroskop

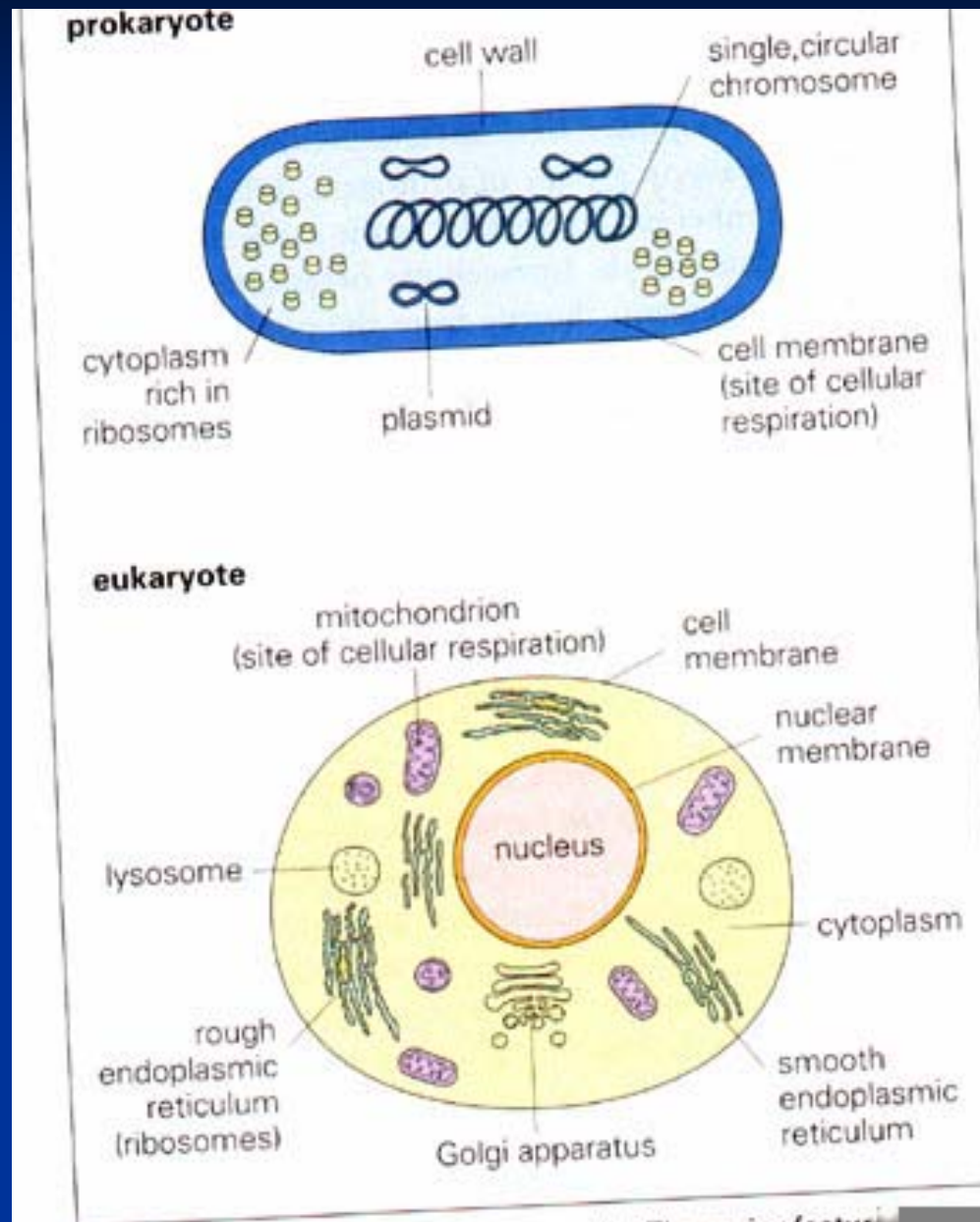
Mikroorganizmi su svrstani u pet carstava:

- 1. Eubakterije, prave bakterije(eubacteria)
- 2. Arhea (archaea)
- 3. Protozoe (protozoa)
- 4. Alge (algae)
- 5. Gljive (fungi)
- Eubakterije i arhea pripadaju prokariotima (imaju prokariotsku građu ćelije), a protozoe, alge i gljive eukariotima (imaju eukariotsku građu ćelije).
- Virusi, su acelularni mikroorganizmi i čine posebnu grupu mikroorganizama.
- Viroidi i prioni su subvirusne čestice.

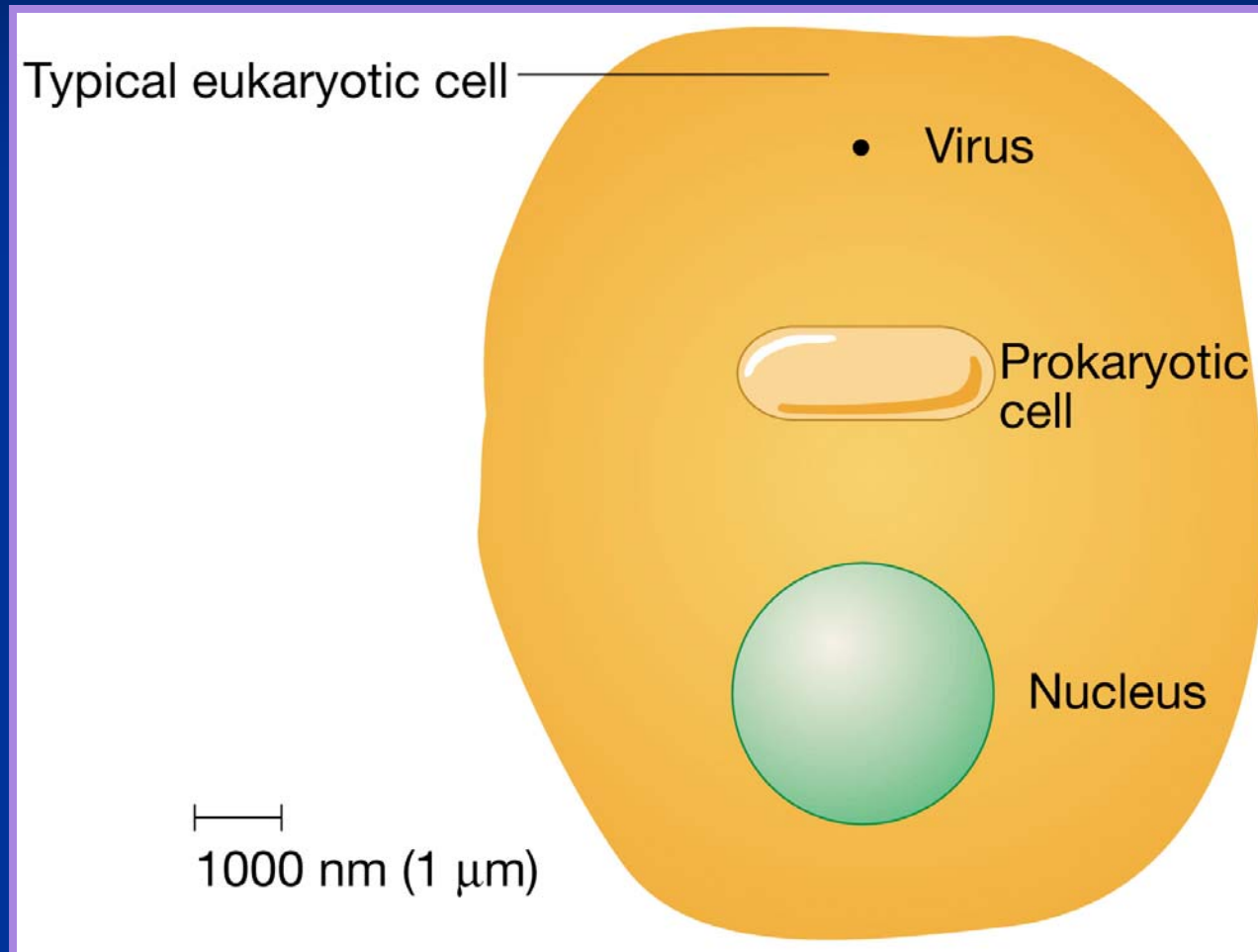
Šema podjele mikroorganizama prema građi ćelije



Grada prokariotske i eukariotske ćelije



Odnos veličine eukariotske ćelije, prokariotske ćelije i virusa



Bakterije okruglog oblika

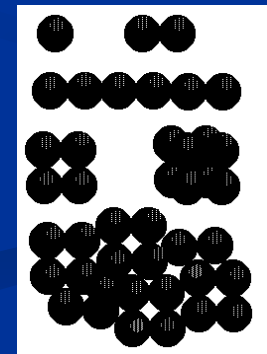
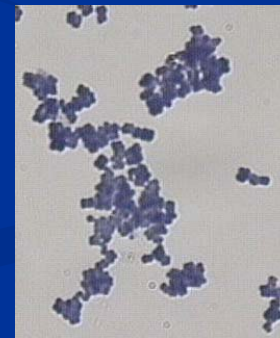
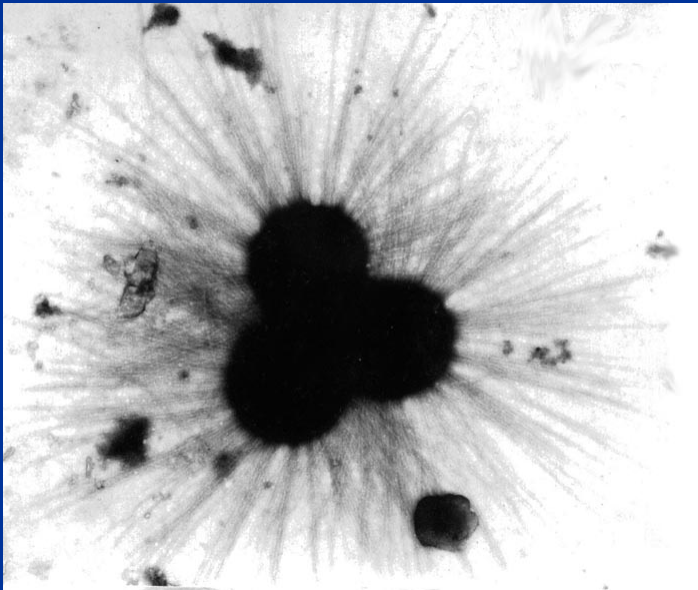
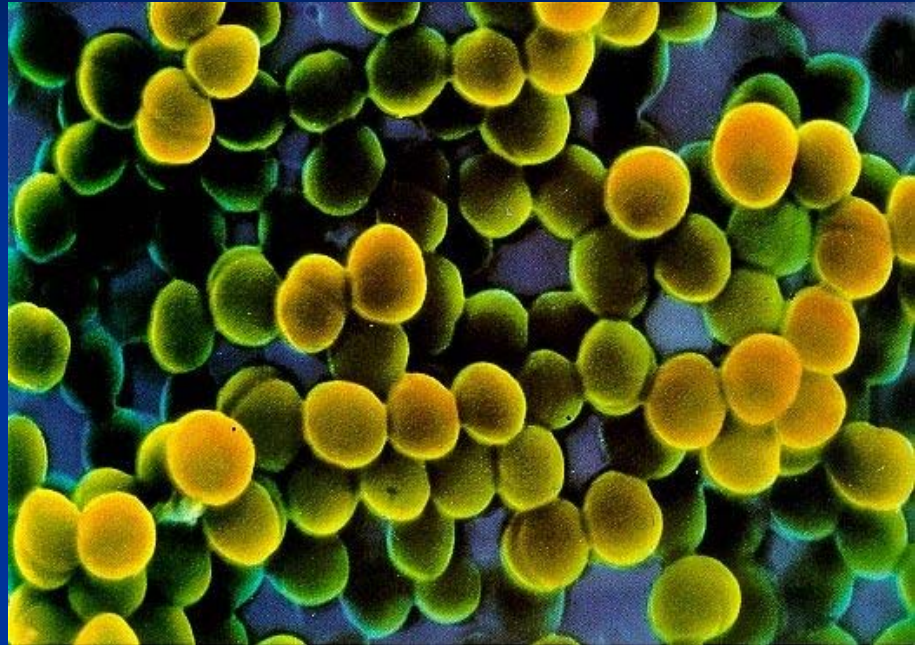
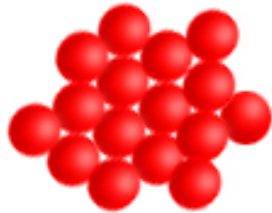
Diplocoques



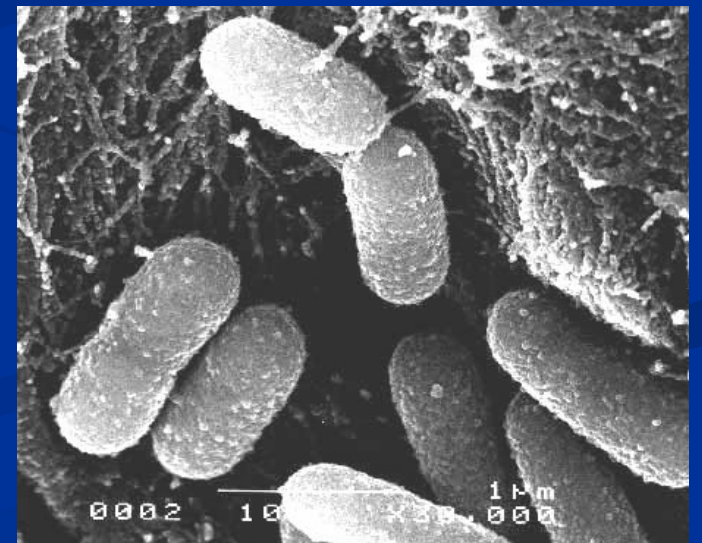
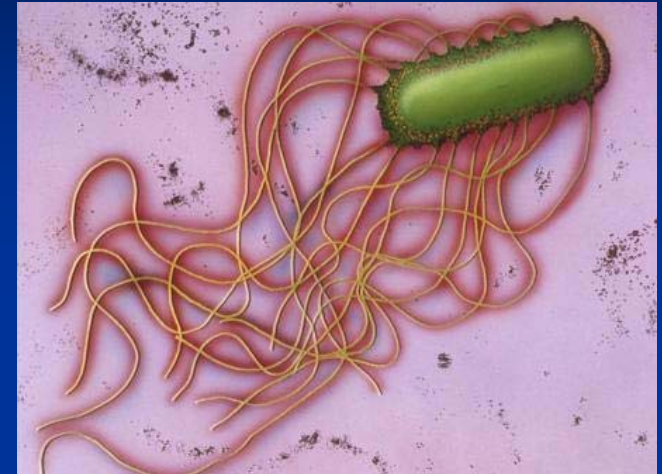
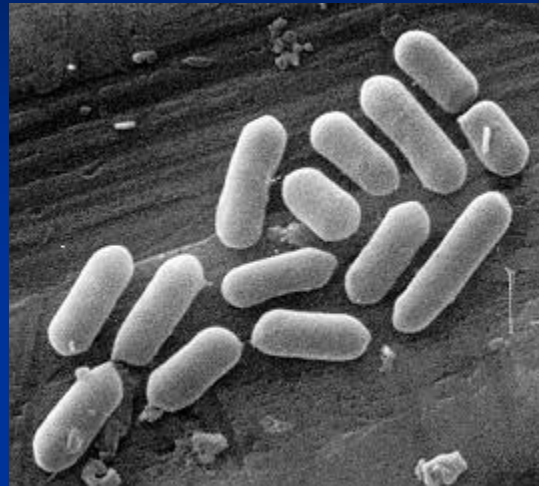
Streptocoques



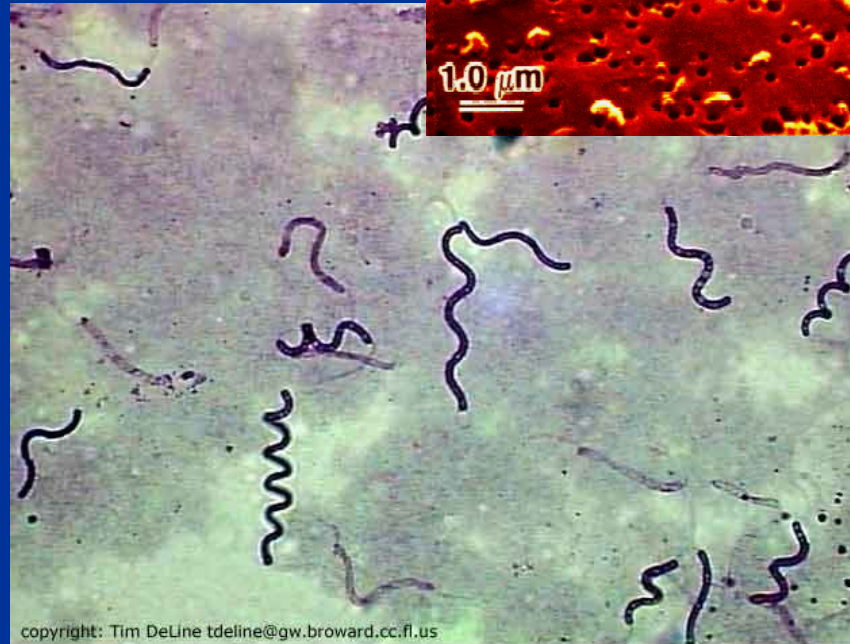
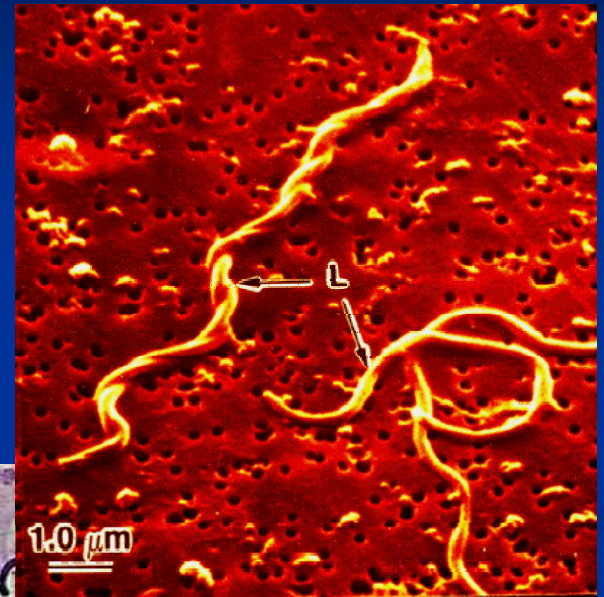
Staphylocoques



Bakterije štapićastog oblika

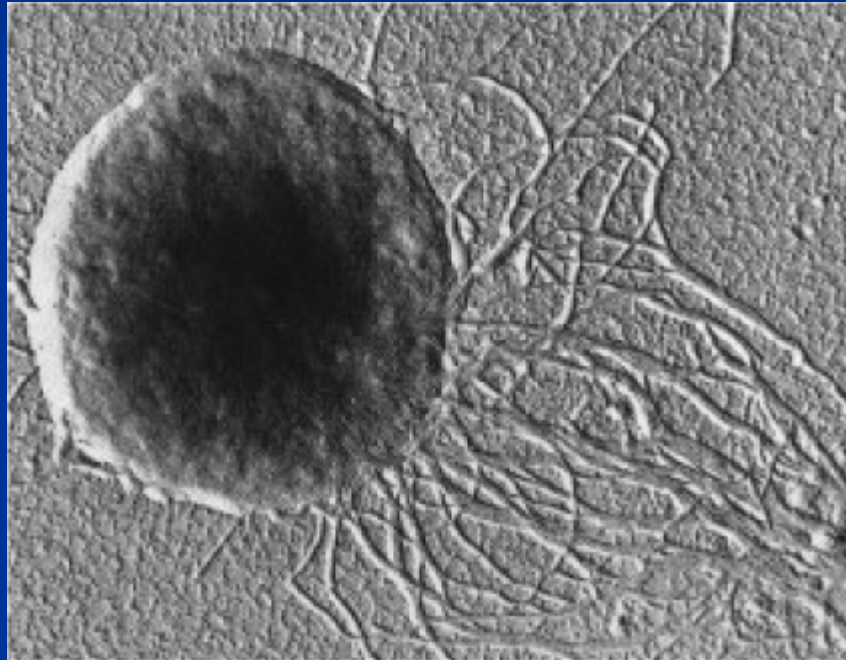


Bakterije spiralnog oblika



copyright: Tim DeLine tdeline@gw.broward.cc.fl.us

- Arhea (*Methanococcus jannischii*)



■ Protozoe



■ Alge



red
alga



brown
alga



green
alga

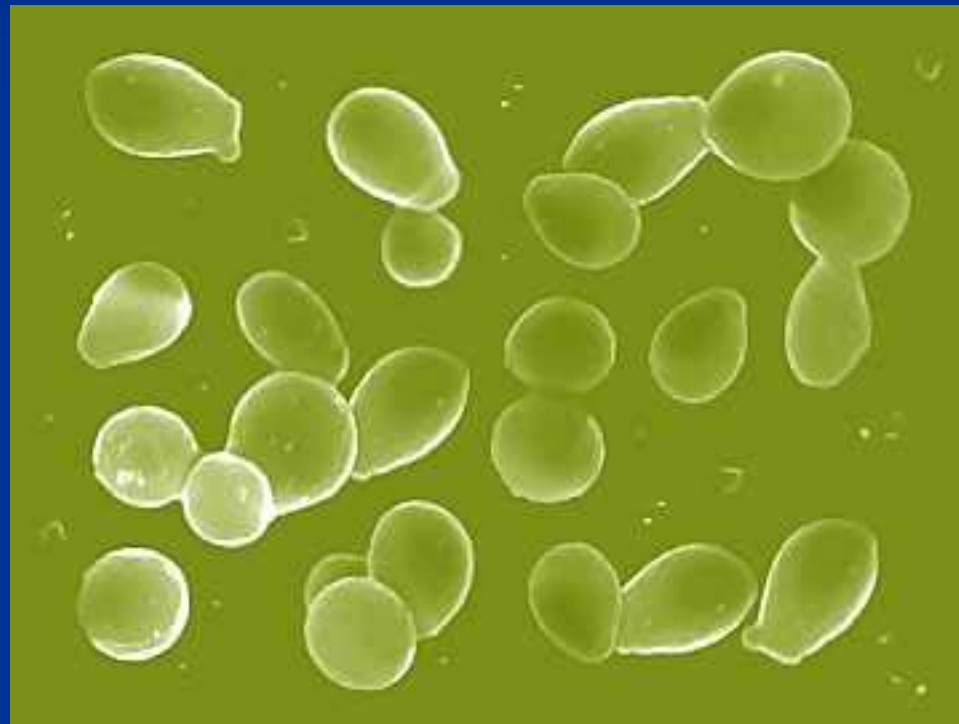
- Gljive (fungi):
- Plijesni (molds), kolonije *Aspergillus flavus* na čvrstoj hranljivoj podlozi



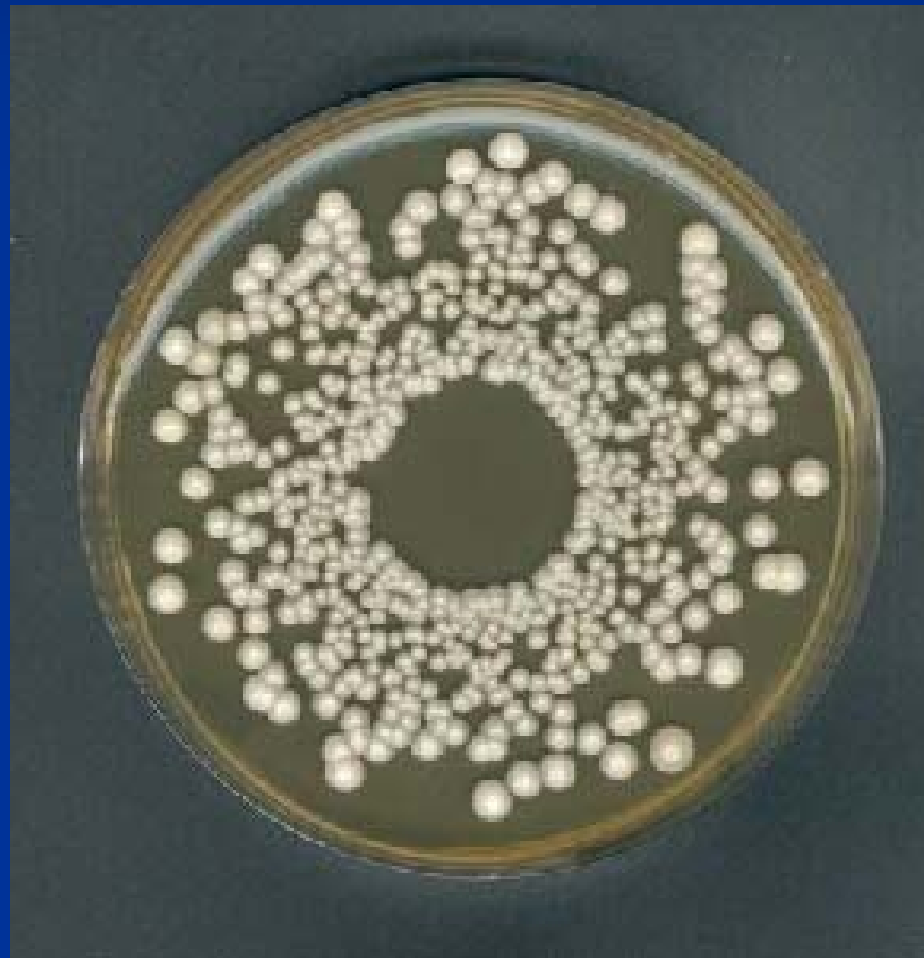
- *Mucor spp.*: reproduktivna hifa -sporangiofora sa okruglom sporangijom, nativni preparat



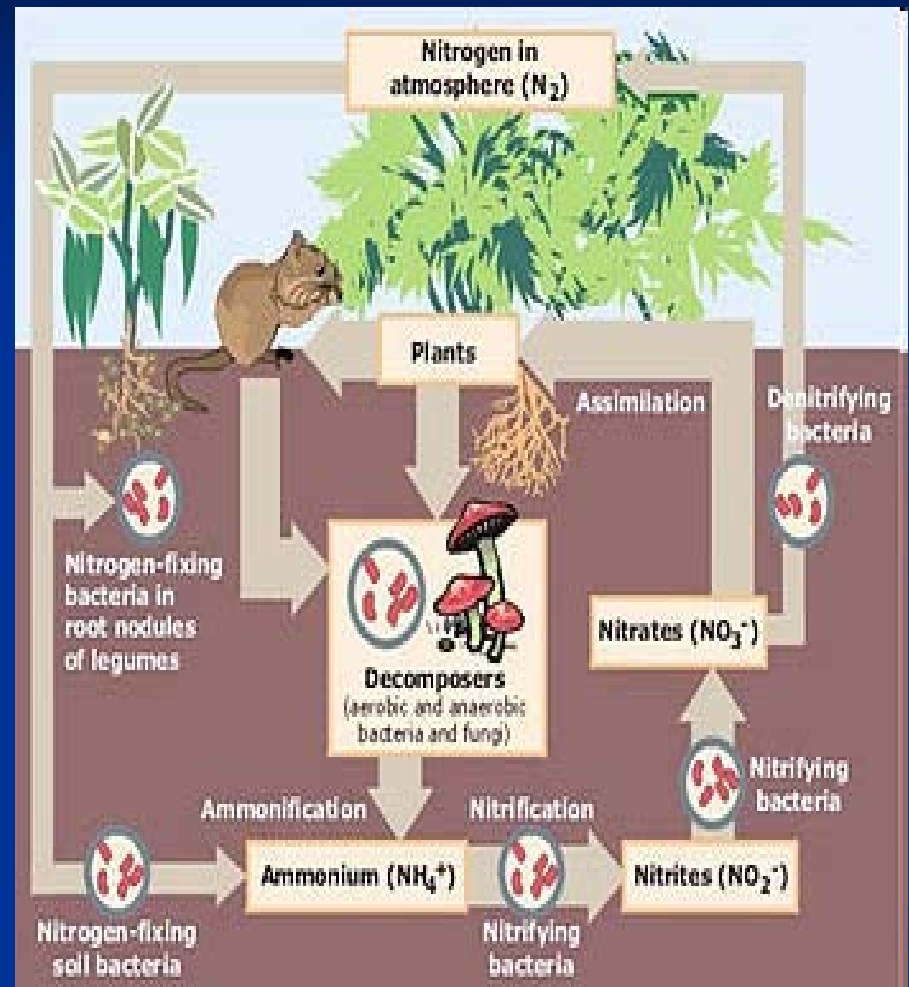
- Kvasci (Yeasts): ćelije kvasca *Saccharomyces cerevisiae*, razmnožavanje pupljenjem



- Kolonije *Saccharomyces cerevisiae* na Sabouroud maltoznom agaru



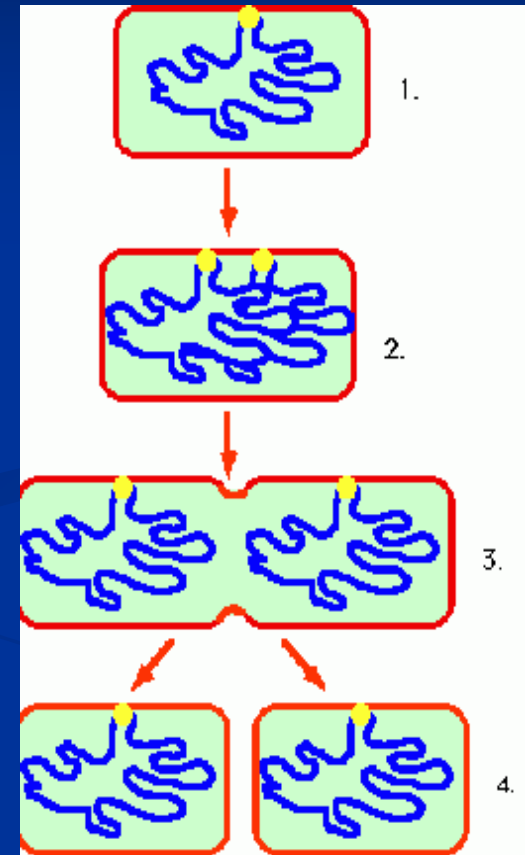
- Mikroorganizmi su široko rasprostranjeni u prirodi. Oni su stalno prisutni u zemljištu, vodenim bazenima, na površini i unutar tijela čovjeka, životinja i biljaka, u hranjivim proizvodima, vazduhu itd.
- Široka rasprostranjenost mikroorganizama svjedoči o njihovoj ogromnoj ulozi u prirodi. Uz njihovo učešće dolazi do:
 - **razlaganja različitih organskih materija** u zemljištima i vodenim bazenima,
 - **kruženja materije i energije** u prirodi
 - **Stvaranja plodnog zemljišta**
 - **Stvaranje kamenog uglja, nafte** i mnogih drugih rudnih bogatstava.



- Zahvaljujući sposobnosti da proizvode mnogobrojne enzime, mikroorganizmi mogu da koriste najraznovrsnije organske i neorganske materije.
- Usvajanje rastvorenih hranjivih materija vrše cijelom površinom svog organizma.
- Procese metabolizma mogu da vrše u aerobnim i anaerobnim uslovima, u kiselim, baznim i neutralnim sredinama, na temperaturama ispod nule i temperaturama do 100°C.

- Razmnožavaju se geometrijskom progresijom, što im omogućava brzo širenje i život u svim ekološkim sredinama.
- Mikroorganizmi se nalaze na stotine miliona u jednom gramu zemljišta ili u jednom mililitru vode i stotine hiljada u jednom litru vazduha. U ovim sredinama mikroorganizmi vrše razgradnju i sintezu organskih materija i tako omogućavaju kruženje materije.

Prosta deoba bakterija



- Organi za varenje životinja i čovjeka pružaju im idealne uslove za život. Burag je mikroorganizmima najnaseljenija biosfera.
- Mikroorganizmi u velikom broju naseljavaju nadzemne i podzemne djelove biljaka. Za svoju ishranu koriste biljne izlučevine, a biljka koristi neorganske materije koje mikroorganizmi stvaraju razgradnjom organskih jedinjenja.



- Zahvaljujući razvoju nauke i tehnike, znanja o mikroorganizmima su dostigla visok nivo, što je omogućilo njihovu primjenu u raznim oblastima.
- U industriji se mikroorganizmi koriste u proizvodnji antibiotika, vitamina, alkohola, vina, organskih kiselina, proteina, enzima, proizvodnji i preradi mlijeka, konzerviranju voća i povrća i pekarstvu.



kefirno zrno



Sir roquefort, sa plijesnima *Penicillium roqueforti*

- U biljnoj proizvodnji mikroorganizmi se koriste za proizvodnju mikrobioloških đubriva i biopesticida.



Kvržice na korenu soje formirane tretiranjem semena Azotofiksinom. Koren soje ne tretirane Azotofiksinom bez kvržica.

- U stočarskoj proizvodnji mikroorganizmi se koriste u spremanju silaže, kao proteinski dodatak stočnoj hrani ili kao zamjena za neke komponente stočne hrane.



Kukuruzna silaža



Silaža pokrivena starim gumama

- Pored izuzetne korisne uloge, mnogi mikroorganizmi su **štetni**. To su patogeni mikroorganizmi koji izazivaju oboljenja čovjeka, životinja i biljaka, toksikogeni mikroorganizmi koji proizvode toksine opasne po zdravlje ljudi i životinja i mikroorganizmi koji kvare prehrambene proizvode.



Aspergillus flavus na zrnju kukuruza



Aspergillus flavus –kolonije na agaru

- Genetički inženjering omogućio je razvoj biotehnologije, tj. nastanak visokoproduktivnih mikroorganizama koji sintetišu bjelančevine, enzime, vitamine, antibiotike, stimulatore rasta i druge proizvode neophodne za animalnu i biljnu proizvodnju.
- Stvaranjem genetski modificovanih korisnih mikroorganizama omogućena je njihova šira primjena u poljoprivredi, industriji i medicini.

Istorijski razvoj mikrobiologije

Stari Egipćani još oko 4000. g.p.n.e. su znali da se neke bolesti prenose dodirom s bolesnog čovjeka na zdravog. Poznavali su dezinfekcionu moć kuhinjske soli i nekih drugih jedinjenja (**propolis, vosak**) koja su koristili za konzervisanje mumija.

- **Asirci i Vavilonci** su prije 3500.godina znali da je **lepra(guba)**, prenosiva bolest (uzročnik oboljenja je bakterija *Mycobacterium leprae*). Manifestuje se prisustvom nodoznih (čvorastih) infiltrata pretežno u području glave, ali i na drugim djelovima tijela. Bakterija napada nerve ruku, nogu i lica. Može uzrokovati sljepilo i oduzeti sposobnost pomicanja ruku i očnih kapaka

Lepra- guba



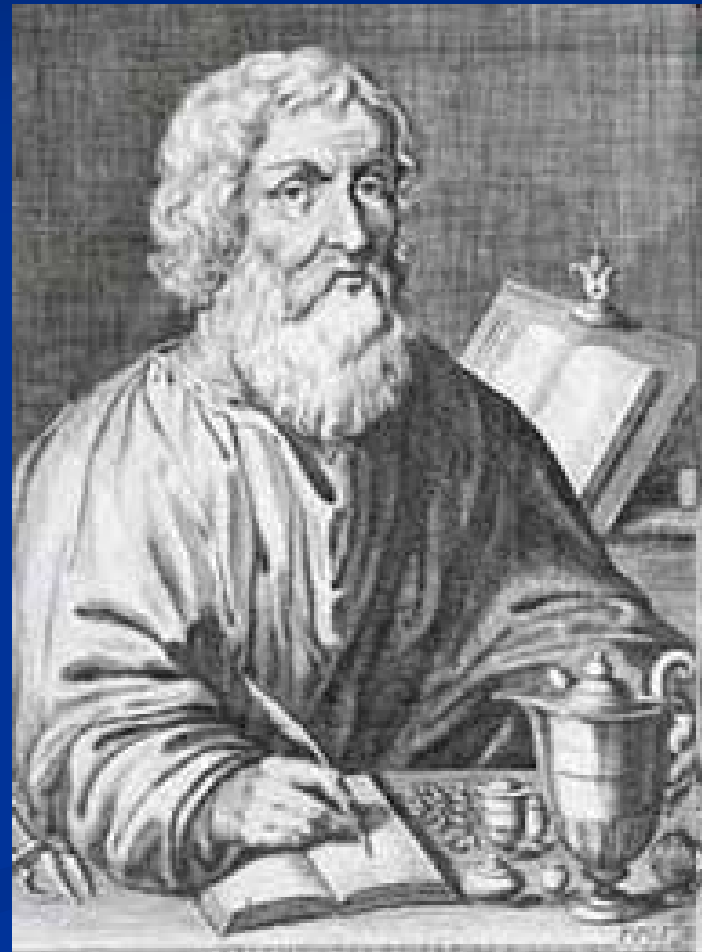
- U Mojsijevoj knjizi pisanoj 400 god. p.n.e. nalaze se podaci iz kojih se vidi da su stari Jevreji znali da su kuga, antraks, šuga, tuberkuloza, bolesti koje se prenose dodirrom, odjećom, prašinom sa bolesnih ljudi na zdrave.

Šuga



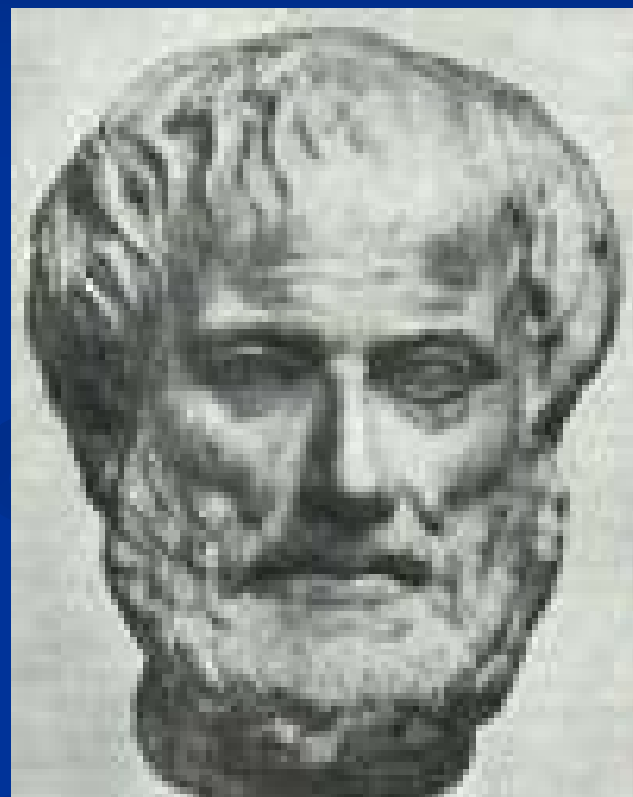
- Do XV vijeka, (kroz cijeli stari i srednji vijek) se pretpostavljalo da bolesti izazivaju tzv. “miazme”-posebna patogena isparenja koja se nalaze u vazduhu. Teoriju “patogenih mijazmi” u IV vijeku p.n.e. postavio je veliki ljekar **Hipokrat** (460-370 g.p.n.e.).
- Hipokrat je postavio teoriju o patološkoj konstituciji organizma kao unutrašnjem i mijazmi kao spoljašnjem faktoru koji utiču na nastanak bolesti.

Hipokrat (460-370 g.p.n.e.).



- Mnogi veliki filozofi kao što je bio **Aristotel** (384-322 g.p.n.e) su smatrali da sva živa bića mogu nastati iz nežive materije. Ovo razmišljanje o spontanoj generaciji je bilo prisutno kroz cijeli stari i srednji vijek, kao i veliki dio novog vijeka.

Aristotel (384-322 g.p.n.e)



- Srednji vijek (period od V do XV vijeka nove ere) je bio razdoblje velikih epidemija raznih zaraznih bolesti. Od kuge (crna smrt) je u XIV vijeku umrlo 25 miliona ljudi (četvrtina tadašnjeg stanovništva na zemlji).
- Sve do kraja srednjeg vijeka nije bilo napretka u znanju o porijeklu zaraznih bolesti, a sva dotadašnja iskustva i znanja su bila potisnuta crkvenim vjerovanjem.
- Danas se zna da kugu izaziva bakterija *Yersinia pestis*.
- Uzročnik je otkriven 1894. god. od strane naučnika Yersina i Kitasata).
- Kuga se u srednjem vijeku lako širila zbog loših higijenskih uslova. Njeni simptomi su bili; jake glavobolje praćene znojenjem i groznicom i pojava velikih gnojnih otoka, sa smrtnim ishodom.



Nekroza prstiju oboljelih od kuge usled koagulacije krvi

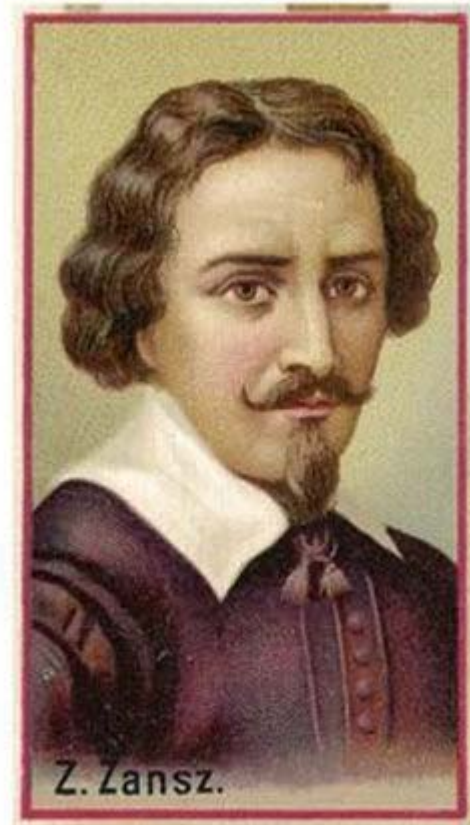
- 1546 god. *Girolamo Fracastoro* (1478-1553, latin. *Fracastorius*), italijanski fizičar iz Verone, pisao je da su uzročnici zaraznih bolesti živi organizmi i nazvao ih je *seminaria morbi* (rasadnici bolesti). Međutim, ovi njegovi zaključci bili su samo rezultat iskustva i nisu bili dokazani.

Girolamo Fracastoro (1478-1553)



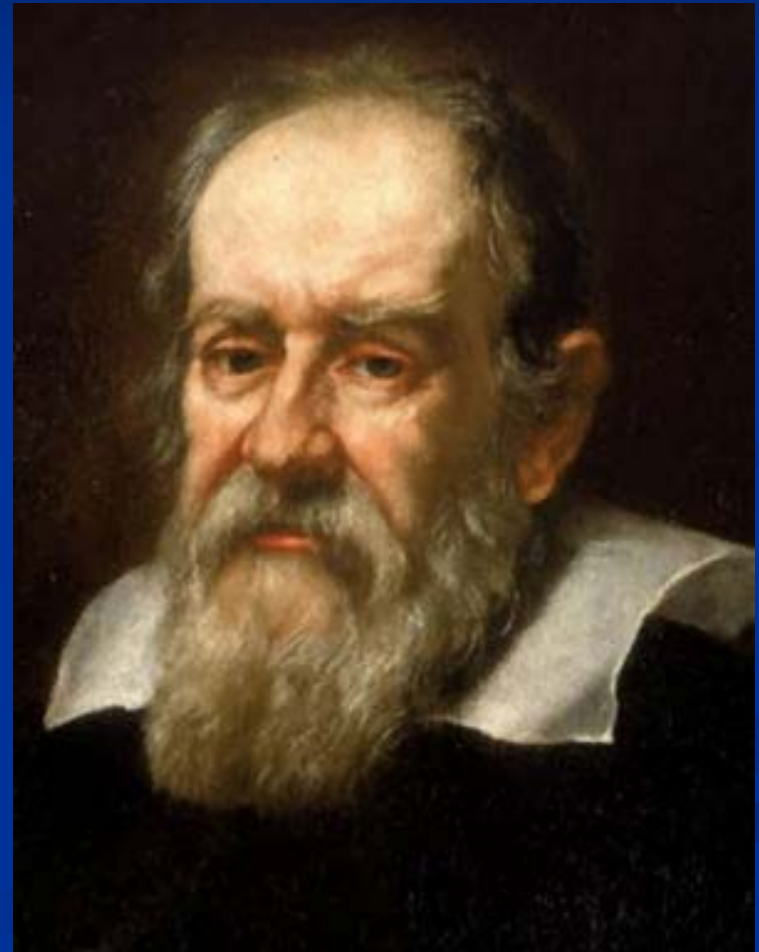
- Otkriće mikroskopa i mikroorganizama:
- Krajem XVI vijeka (oko 1590.god.) Holanđani **Hans i Zaharias Jansen** (Hans i Zaccharias Janssen) su prvi konstruisali složeni mikroskop.

Zaccharias Janssen



- Početkom XVII vijeka poznati astronom **Galileo Galilej** (1564 – 1642) je konstruisao **složeni mikroskop** s malim uveličanjem, koga su činila kratkofokusna sočiva.

Galileo Galilei (1564 – 1642)



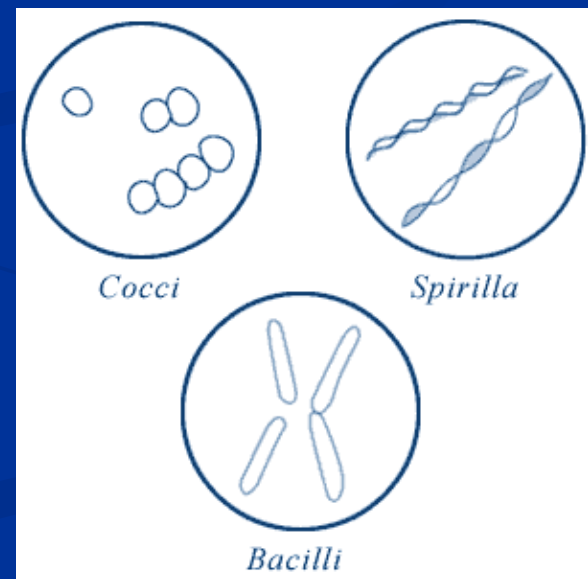
- Otkriće nevidljivog svijeta pripada **Antoniu van Levenhuku** (Antony van Leewenhoek, 1632-1723), koji se smatra ocem mikrografije, tj. opisne (morfološke) mikrobiologije.
- Levenhuk je bio trgovac platnom, ali je čitavo svoje slobodno vrijeme posvetio izradi sočiva. Njegov sistem je davao uveličanje od 270-300 puta.

(Antony van Leewenhoek, 1632-1723)



- Levenhuk je otkrio mikroorganizme 1673. god. posmatranjem pod mikroskopom **kapi kišnice**, koja je stajala nekoliko dana u bačvi. Tom prilikom je uočio veliki broj vrlo sitnih pokretnih organizama koje je nazvao “**animalkule**”

Levenhukov mikroskop

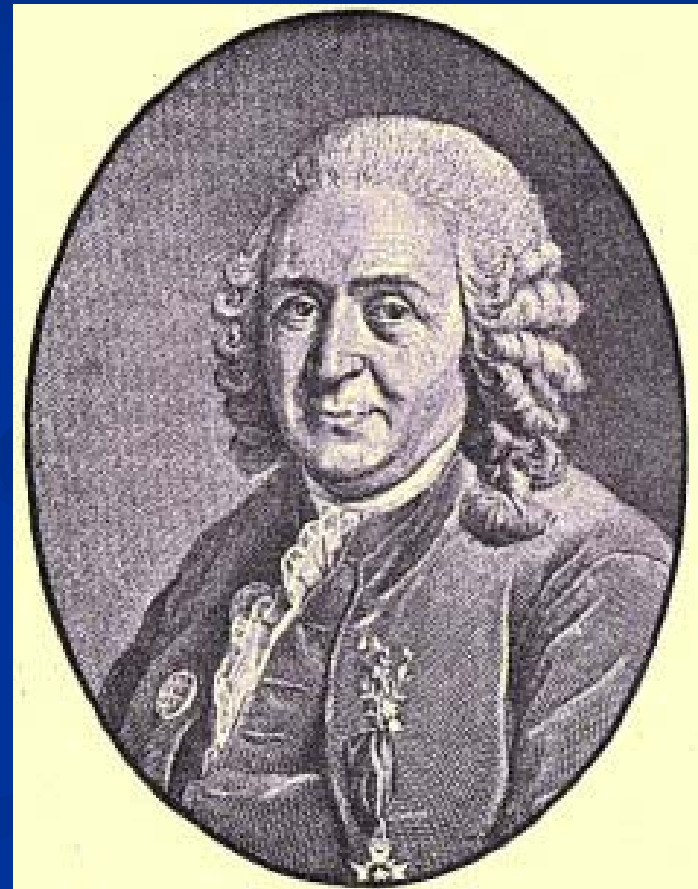


- Različiti oblici bakterija

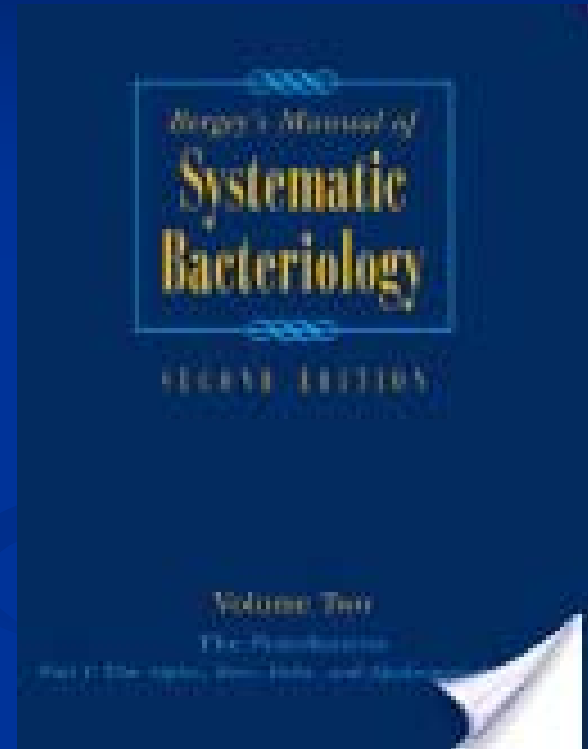
- 1698. god. ruski car Petar I je dobio na poklon jedan mikroskop od A. Van Levenhuka
- 1725. god. u radionicama Akademije nauka u Sankt-Petersburgu počela je proizvodnja ruskih mikroskopa.
- Zahvaljujući razvoju optike i otkrića mikroorganizama, interesovanje za proučavanje mikroorganizama je raslo.

- Poznati švedski naučnik **Karl Linné** (Karl Linné, 1707-1778) je napravio prvu sistematiku živog svijeta, uvodeći **binarnu nomenklaturu**.
- On je mikroorganizme svrstao u jedan zajednički rod, koji je zbog velike heterogenosti nazvao "**Chaos**" (haos).
- Od tada počinje sistematika mikroorganizama koja se s novim otkrićima stalno dopunjava, mijenja, usavršava.

(Karl Linné, 1707-1778)

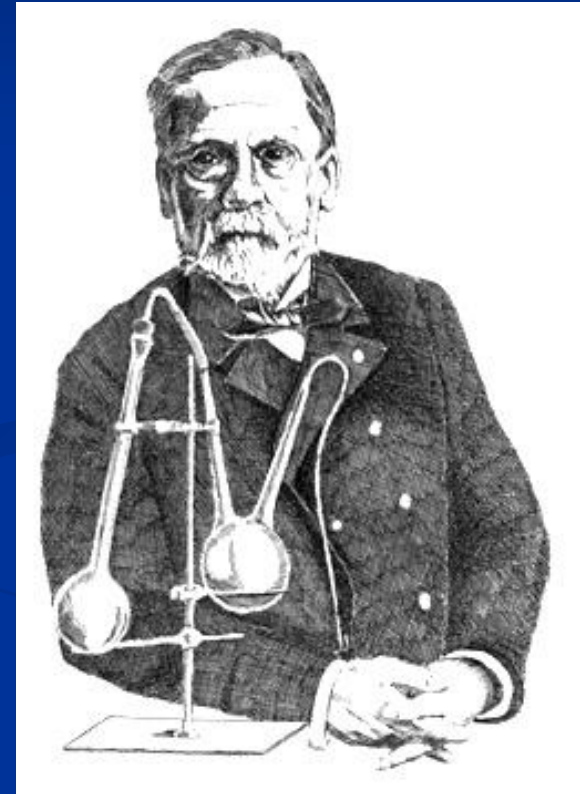


- Prva sistematika bakterija je urađena 1923 god. i izdata u knjizi **Bergey's Manual**. Isti naslov nose sva naredna izdanja sistematike bakterija do danas.
- U periodu do 1880 god. najveća pažnja je posvećena morfologiji mikroorganizama, pa se ta faza u razvoju mikroorganizama naziva morfološka faza.



- Problem spontane generacije je definitivno riješio francuski naučnik **Luis Paster** (Louis Pasteur, 1822-1895). On je dokazao da mikroorganizmi dospijevaju u razne rastvore česticama vazduha.

(Louis Pasteur, 1822-1895).



- Za ime L. Pastera je vezan dalji sveobuhvatan razvoj mikrobiologije. On je prvi ukazao na ogromnu ulogu mikroorganizama kao učesnika u različitim **biohemijskim transformacijama i izazivača oboljenja živih bića.**
- Radovima L. Pastera započeo je novi period u razvoju mikrobiologije koji se naziva **fiziološkim.**

- Svoj naučni rad Paster je započeo kao hemičar, nastavio kao mikrobiolog, a završio kao ljekar.
- Prvo otkriće L. Pastera do kojeg je došao u istraživanjima mikroorganizama je **vrenje**.
- Dokazao je da bakterije mlečne kiseline transformišu šećer u mlečnu kiselinu, a da kvasci izazivaju alkoholno vrenje.
- Proučavajući izazivače buternog vrenja, L. Paster je pokazao da oni mogu živjeti samo u odsustvu kiseonika, što znači da je otkrio “**strome anaerobe**”.

- Izučavajući sirćetno vrenje, tj. oksidaciju vinskog alkohola u sirćetnu kiselinu dejstvom bakterija, L. Paster je ukazao na postojanje posebnog tipa mikrobiološke transformacije organskih materija, koji je nazvao vrenjem.
- **Fermentacije ili vrenja** predstavljaju mikrobiološka razlaganja organskih jedinjenja procesom **oksidacije**.
- Anaerobne fermentacije mikroorganizmi vrše bez prisustva kiseonika. Najznačajnije su alkoholna, mlečna i buterna.
- Aerobna vrenja su procesi koje vrše mikroorganizmi u prisustvu kiseonika Poseban praktični značaj imaju sirćetna i limunska fermentacija.

- Ispitujući bolesti svilenih buba, Paster se približio rešavanju medicinskih i veterinarskih pitanja, jer je razradio mikrobnu teoriju zaraznih oboljenja.

- Pored radova na crnom prištu, L. Paster se bavio istraživanjem izazivača i drugih zaraznih oboljenja, kao što su **izazivači crvenog vjetra, bjesnila, čira itd.**
- Radovi L. Pastera na preventivnoj vakcinaciji protiv bjesnila su veoma značajni. Ovi radovi predstavljaju temelj razvoja imunologije.
- 1888. god. u Parizu je otvoren Pasterov institut. Značajan doprinos u izgradnji Instituta dala je vlada Rusije. U tom institutu radili su mnogi istaknuti mikrobiolozi, među kojima i ruski.



1885.god., Louis Pasteur daje devetogodišnjem dječaku vakcinu protiv bjesnila

- Paster je, dakle zadužio čovječanstvo brojnim pronalascima kao što su:
- Vakcina protiv bjesnila
- Pasterizacija
- Sterilizacija laboratorijskog posuđa suvom toplotom i parom pod pritiskom
- Vještačke tečne podloge za razmnožavanje mikroorganizama
- Žičana omča za prenošenje mikroorganizama

- Paster je svoja razmišljanja o mikroorganizmima iskazao u rečenici: ***“Mikroorganizmi su svuda, mikroorganizmi su svemoćni, mikroorganizmi će imati poslednju riječ”***, što se i pokazalo da je bio u pravu sve do danas.
- Zbog svog velikog doprinosa u izučavanju mikroorganizama, Paster se smatra osnivačem mikrobiologije.

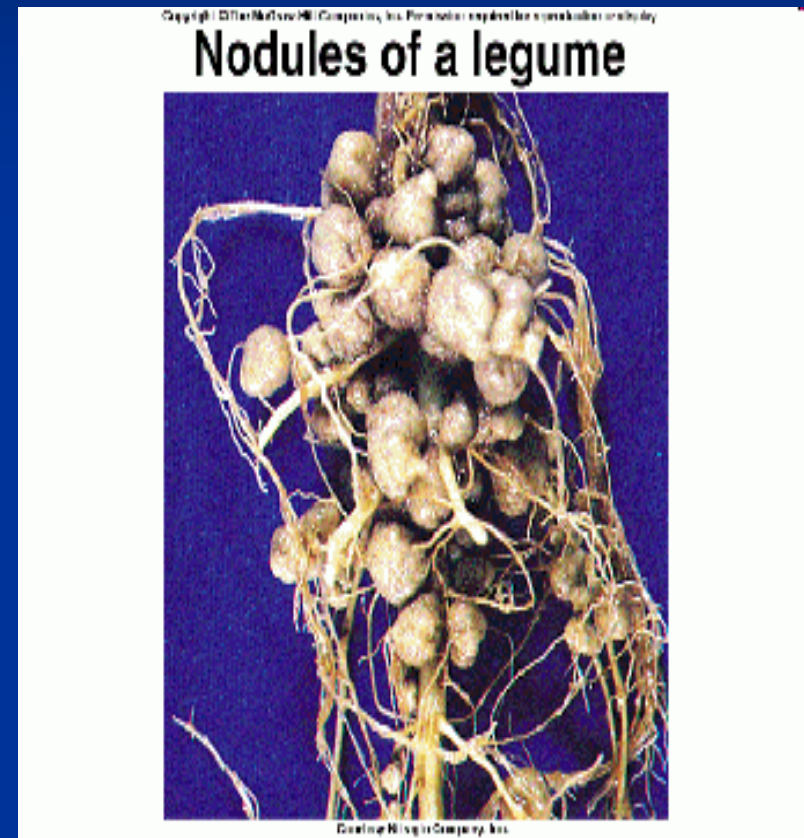
- U Pasterovom institutu je radio i ruski naučnik **Ilja Iljič Mečnikov** (1845-1916.), koji se bavio imunologijom.
- Objavio je veliki broj radova iz oblasti **fagocitoze** i odbrane organizma od zaraznih bolesti.

Ilja Iljič Mečnikov, 1845-1916



- Dugo vremena (1922-1953) u Institutu je radio **Sergej Nikolajevič Vinogradski** (1856-1953), koji je uradio veoma važna istraživanja iz oblasti **zemljišne mikrobiologije**.
- On je otkrio nitrifikaciju, azotofiksaciju, razlaganje celuloze i dao veliki broj metoda za ispitivanje mikroorganizama u zemljištu.

Čvorići na korijenu leguminoze



- Njemački ljekar **Robert Koch** (Robert Koh 1843-1910) je pored L. Pastera dao poseban doprinos razvoju mikrobiologije. Uveo je:
- Bojenje bakterija anilinskim bojama
- Kultivisanje bakterija na čvrstim hranjivim podlogama
- Metode čistih kultura
- Kriterijume za utvrđivanje etiologije zaraznih bolesti (**Kohovi postulati**)
- Uzročnike tuberkuloze (*Mycobacterium tuberculosis*) i kolere (*Vibrio cholerae*)
- Dobitnik je Nobelove nagrade 1905.god.

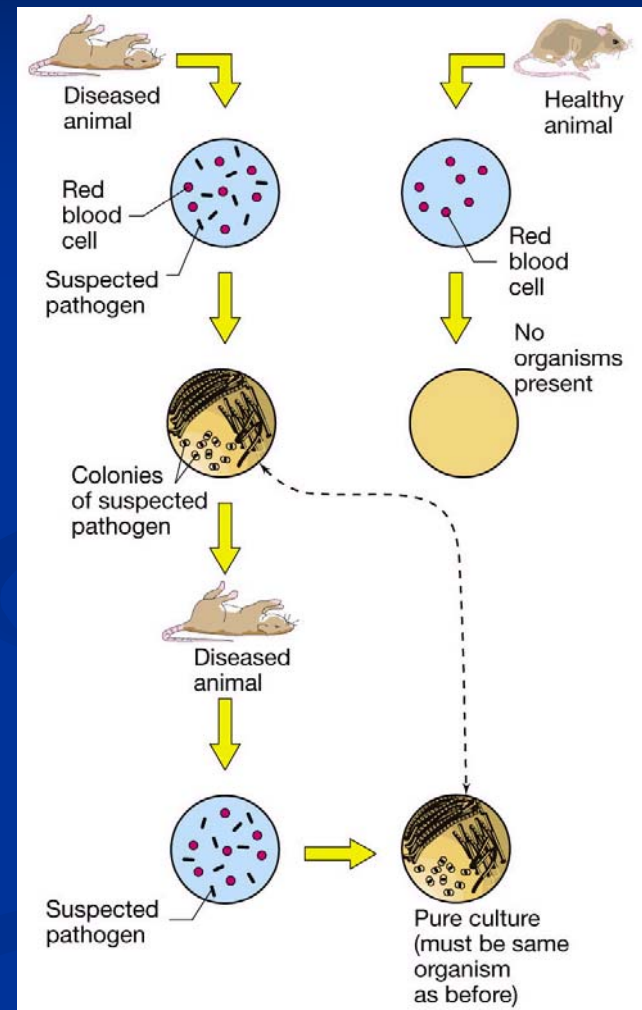
(Robert Koch 1843-1910)



■ Kohovi postulati:

- 1. Mikroorganizam koji uzrokuje oboljenje je **uvijek prisutan** u oboljelom organizmu
- 2. Mikroorganizam se iz bolesnika mora izolovati **u čistoj kulturi**
- 3. Ogledna životinja zaražena čistom kulturom mikroorganizama mora pokazati **iste znakove oboljenja**.
- 4. Isti mikroorganizam mora biti ponovo izolovan iz ogledne životinje u čistoj kulturi

Kohovi postulati:



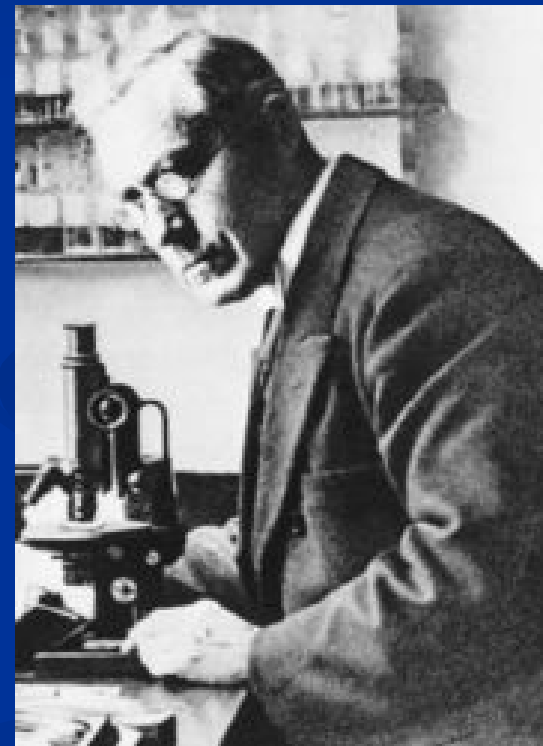
- **Dimitrije Ivanovič Ivanovski** (1864-1920) je **na duvanu** otkrio oboljenje za koje je smatrao da je prouzrokovano bakterijskim toksinima, koji mogu da prođu kroz bakteriološke filtre. Otkrićem tog filtrabilnog agensa je postavio temelj razvoja virusologije.

Dimitrije Ivanovič Ivanovski
(1864-1920)

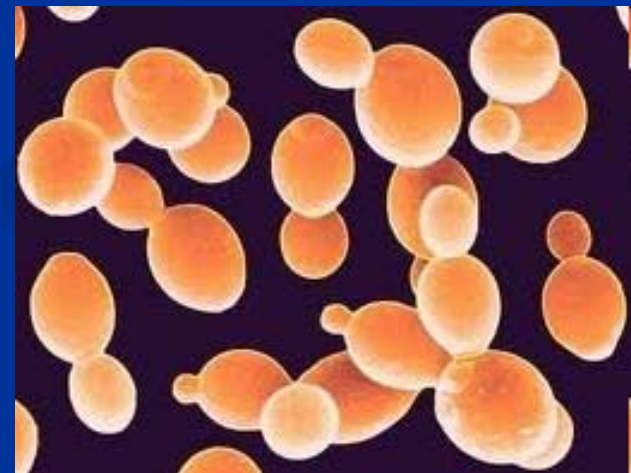


- Osnivačem virusologije se smatra **Martin Beijerinck** (Martinus Willem Beijerinck, 1851-1931). On je 1898. god. proučavao **mozaično oboljenje duvana** i utvrdio da je uzrok ovog oboljenja “zarazna živa tečnost”, a 1904.god. uzročniku ove bolesti je dao naziv “**virus**” (otrov).

(Martinus Beijerinck, 1851-1931).



- **Eksperimentalna faza** razvoja mikrobiologije započinje uvođenjem čistih kultura u eksperimente, a zatim i njihovom primjenom u praksi.
- Hansen (S. E. Hanssen, 1842-1909) je otkrio čiste kulture kvasaca koji se koriste u pivarstvu.
- Za izučavanje i primjenu čistih kultura u mljekarstvu značajni su radovi Orla Jensena (1870-1951).



Saccharomyces cerevisiae

- **Aleksandar Fleming**, (Alexander Fleming, 1881-1955), engleski naučnik i ljekar je utemeljio nauku o antibioticima.
- 1929 god. Fleming je slučajno **otkrio penicilin**, tako što je otkrio da u zoni rasta plijesni *Penicillium notatum* ne rastu streptokoke.
- Penicilin nastaje kao proizvod metabolizma gljiva iz roda *Penicillium*.

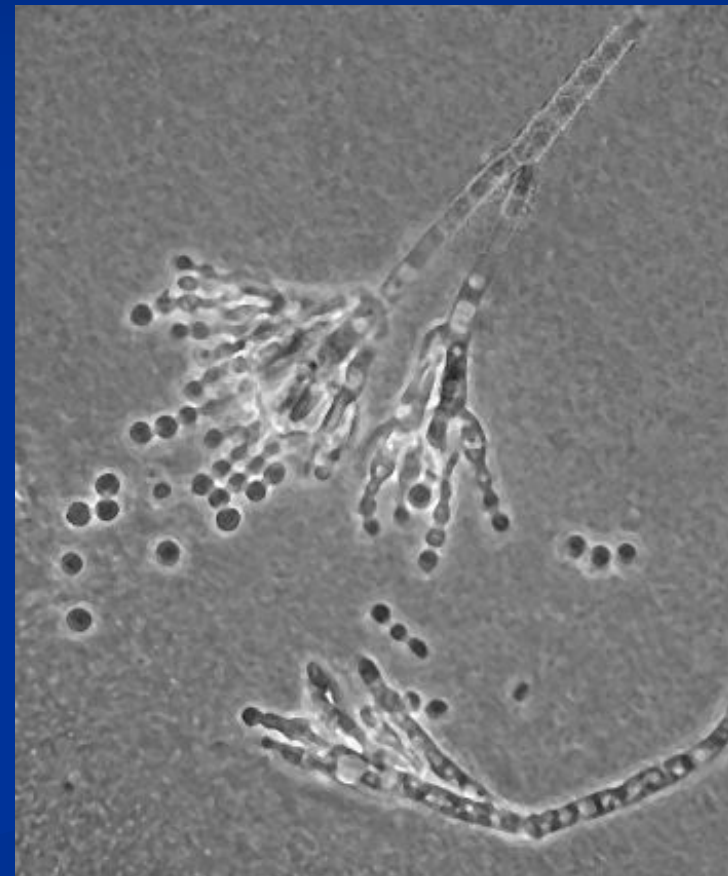
■ Aleksandar Fleming ,1881-1955



- Kolonija plijesni
Penicillium notatum



Penicillium notatum, nativni
preparat



- **Selman Waksman**
(Selman Vaksman, 1888-1973) je 1943 god. je otkrio **streptomycin**, koji stvaraju aktinomicete iz roda ***Streptomyces***. Danas su aktinomicete svrstane u bakterije.

Selman Waksman, 1888-1973



- **Matematička faza** u razvoju mikrobiologije odlikuje se težnjom da se određene zakonitosti u životu mikroorganizama prikažu u vidu formula. Ovo je olakšalo primjenu mikroorganizama u industriji.
- Otkrićem gena koji su odgovorni za pojedina svojstva mikroorganizama, u mikrobiologiji se sve više vrše genetička istraživanja.
- **Genetskim manipulacijama** (prenošenjem gena iz jednog mikroorganizma u drugi) dobijaju se **mikroorganizmi sa hiperprodukcijom antibiotika, vitamina i drugih materija**, što ima značaja u industrijskoj mikrobiologiji.
- Mikroorganizme treba dobro poznavati, kako bi se djelovanje korisnih moglo primijeniti, a štetnih spriječiti.