Metabolizam bakterija

Metabolizam bakterija se kao i kod svih živih bića odvija kroz dva osnovna procesa, **katabolizam i anabolizam.**

U kataboličkim reakcijama složena jedinjenja se razgrađuju do prostijih uz oslobađanje energije, dok se u anaboličkim reakcijama vrši biosinteza složenih jedinjenja iz prostijih molekula, uz utrošak energije.

Bakterijama je energija potrebna za kretanje, transport hranljivih materija i za sintezu supstancija neophodnih za život.

Mikroorganizmi imaju ulogu u kruženju nekih elemenata i materije u prirodi.

Najznačajniji elementi su azot, ugljenik, kiseonik, vodonik, sumpor i fosfor.

Razlaganjem proteina nastaje azot koji su biljke izvukle iz atmosfere i iz zemlje i iz njega sintetisale sopstvene proteine.

Biljni proteini koriste životinje kao hranu i pretvaraju ga u životinjski protein.

Izumrle životinje i biljke razlažu mikroorganizmi procesima truljenja i amonifikacije.

Posle ovoga, oksidacijom amonijaka do azotaste kiseline i azotne kiseline pojavljuje se azot koji biljke mogu ponovo da koriste.

Kruženje ugljenika – fotosintezom se iz ugljen dioksida redukuje i ugrađuje u organska jedinjenja.

U biljkama se ugrađuje u organska jedinjenja.

Razlaganje proteina – u prirodi se proteini nalaze u vidu makromolekula koje mikrobne ćelije ne mogu da koriste.

Zato ih razgrađuju do prostijih jedinjenja..

Peptidaze su pepsin, tripsin, katepsin...

Peptidaze razlažu peptidne veze.

Peptidaze razlažu peptide do prostijih jedinjenja, dipeptida i aminokiselina.

Najaktivnije enzime koji razlažu proteine stvaraju bakterije iz rodova *Proteus, Clostridium, Paseudomonas...*

Razlaganje aminokiselina – najčešće nastaje amonijak i to procesom hidrolitičke deaminacije, oksidativne deaminacije, dekarboksilacije, reduktivnom deaminacijom i neposrednom deaminacijom.

Pored amonijaka u ovim procesima oslobađaju se organske kiseline.

Razlaganje polisaharida – najvećim delom su u biljkama – skrob, inulin, celuloza...

Mikroorganizmi ih razlažu van ćelije do nižih jedinjenja – monosahardida ili disaharida koji se zatim prenose u ćeliju.

Tada počinje intracelularni proces razlaganja ugljenih hidrata iz koga mikroorganizmi dobijaju energiju.

Mikroorganizmi koji razlažu **skrob i imulin** imaju enzime tipa amilaza. Skrob se razlaže do maltoze.

Celulozu razlažu mikroorganizmi koji imaju enzim celulazu – na primer burag preživara.

Razlaganje masti – mikroorganizmi retko koriste masti ako izvor ugljenika i to samo kada nema proteina i ugljenih hidrata.

Do mikrobnog razlaganja masti dolazi samo u mesu i sirevima delovanjem lipolitićkih enzima.

Razlaganjem masti u prisustvu kiseonika nastaju jedinjenja koja im daju neprijatan miris.

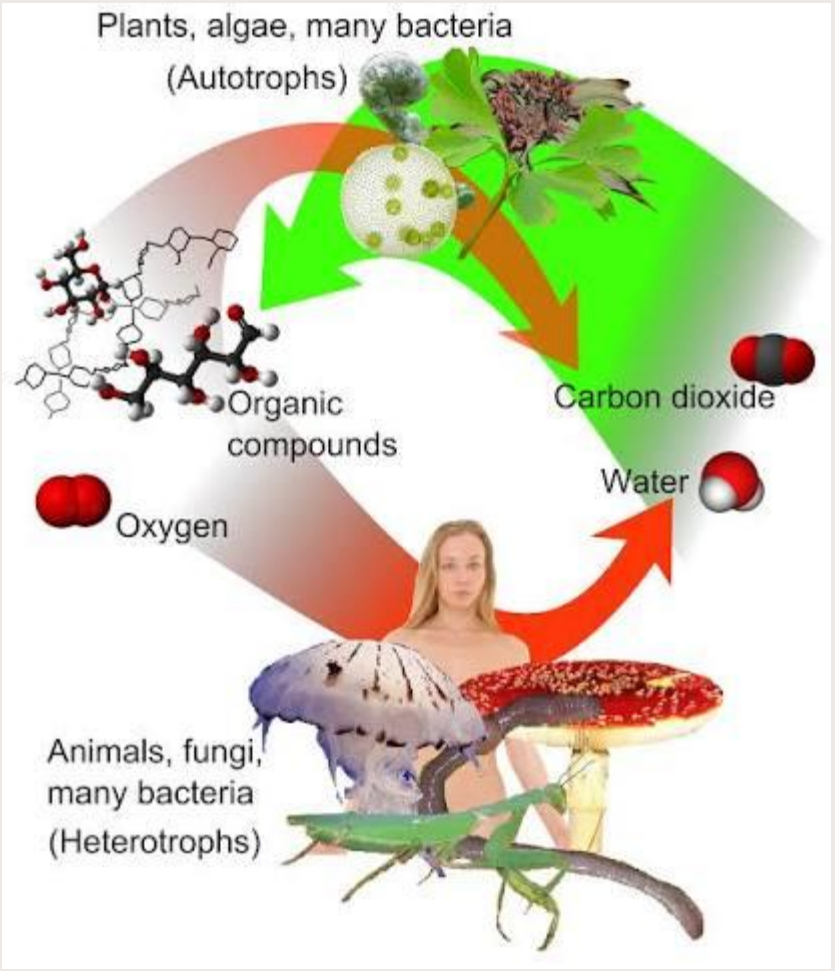
Masti najčešće razlažu psihrofilni mikroorganizmi.

Bakterije su ustanju da koriste 3 izvora energije: **svetlost, organska i neorganska jedinjenja**.

Fotoautotrofni *mikroorganizmi* koriste svetlost za stvaranje energije, a CO_2 kao izvor ugljenika.

Hemoautotrofni *mikroorganizmi* koriste neorganska jedinjenja kao izvor energije (H_2S_2, NO_3, H_2) i CO_2 kao izvor ugljenika.

Hemoorganotrofni *mikroorganizmi* koriste organska jedinjenja (prvenstveno ugljenih hidrata i proteina a retko mastu) i za stvaranje energije i kao izvor ugljenika.



Aerobni mikroorganizmi – krajnji primalac vodonika u toku procesa razlaganja, najčešće glukoze u aerobnim uslovima može da bude kiseonik.

Tada se kao krajnji proizvodi pojavljuju voda, vodonik-peroksid i još neki molekuli.

Anaerobni mikroorganizmi – obavljaju proces oksidoredukcije bez kiseonika.

Krajnji proizvodi oksidoredukcije u anaerobnim uslovima su etanol, organske kiseline i neka druga jedinjenja.

Oslobađanje energije u bakterijama odvija se putem oksidoredukcionih procesa – **fermentacije (anaerobnog vrenja) i respiracije (aerobnog vrenja).**

Tokom **fermentacije**, oslobođene elektrone prima **organsko jedinjenje, najčešće piruvat**.

Tokom **respiracije** oslobođene elektrone primaju **kiseonik, sulfat, nitrat ili karbonat**.

* Glikoliza (Embden-Majerhofov put).

* Ovaj biohemijski put koriste i aerobne i anaerobne bakterije.

- Glukoza se oksiduje do piruvata i NADH.

- Dalja sudbina piruvata zavisi od toga da li se radi o aerobnim ili anaerobnim bakterijama.

Anaerobna vrenja

Alkoholno vrenje kod koga se piruvat razlaže do CO_2 i etanola. Mogu još neka jedinjenja glicerol, ćilibarna kiselina...

Najviše alkohola se oslobodi vrenjem melase, skroba i drugih pogodnih jedinjenja.

Na primer pekarski ili pivarski kvasac koji prevodi 95% šećera u alkohol i ugljen dioksid.

Mlečno-kiselinsko vrenje tokom koga se od piruvata uz oslobađanje energije stvara mlečna kiselina.

Karakteristično je za neke streptokoke i *Lactobacillus* vrste.

Homofermentativne vrste prevode 95% glukoze do mlečne kiseline. Ovde se stvaraju i neke isparljive kiseline i ugljen dioksid.

Heterofermentativne vrste – kod ovog mlečno kiselinskog vrenja stvaraju se mlečna kiselina, etanol, sirćetna kiselina, mravlja kiselina i dr.

Propionsko-kiselinsko vrenje – iz nekih ugljenih hidrata, mlečne kiseline i pirogrožđane kiseline neki mikroorganizmi stvaraju propionsku kiselinu, sirćetnu kiselinu i ugljen dioksid.

Propionsko kiselinsko vrenje je značajno za sazrevanje nekih sireva.

Buterno – kiselinsko vrenje – vrenje se odvija anaerobnoj sredini aktivnošću nekih bakterija iz roda Clostridium. Razlaganje ugljenih hidrata ili mlečne kiseline u buternu.

Proizvodi ovog vrenja nastaju iz pirogrožđane kiseline.

Pored buterne kiseline tokom ovog vrenja nastaju još neka jedinjenja – alkohol, aceton...

Razvija se vrlo neprijatan miris prilikom ovog vrenja – najčešće se javlja kod mlečnih proizvoda.

Aerobna vrenja* ili *respiratorni metabolizam je najčešći put sinteze energije kod patogenih i komensalnih bakterija.

Ovaj tip vrenja započinje procesom glikolize (Embden-Majerhofov put) u toku koga nastaju najpre piruvat a potom i acetil-koenzim A.

Acetil-koenzim A ulazi u Krebsov ciklus (ciklus trikarbonskih kiselina) koji je detaljno opisan u udžbeniku iz biohemije.

U krebsovom ciklusu nastaje 38 molekula ATP od 1 molekula glukoze.

Sirćetno (acetatno) vrenje tokom koga nastaju mlečna kiselina, sirćetna kiselina, etanol, itd. Razlaganje etil alkohola.

Ovo vrenje je karakteristično za enterobakterije.

Limunsko – kiselinsko vrenje – razlaganje šećera do limunske kiseline od strane nekih vrsta Penicillium.

***Biosintetički putevi* (*asimilacija*)** su složeni biohemijski procesi tokom kojih bakterije sintetišu aminokiseline, proteine, nukleinske kiseline i druga složena jedinjenja.

Procesi sinteze odvijaju se najviše u cilju izgradnje tj obnavljanja strukture same bakterijske ćelije ali i radi sinteze toksina, pigmenata, itd.

Mikroorganizmi stvaraju enzime.

Jedan deo njih se izlučuje u spoljašnju sredinu i poznati su kao egzoenzimi.

Oni razlažu organske makromolekule u sredini u kojoj se nalaze mikroorganizmi.

Najpoznatiji – kolagenaza, hijaluronidaza, koagulaza...

Endoenzimi su aktivni unutar ćelija mikroorganizama, odnosno učestvuju u procesima razlaganja materija u ćeliji.

Ovi enzimi učestvuju i u procesima sinteze jedinjenja.

Iz osnovnih jedinjenja mikroorganizmi sintetišu makromolekule.

Na primer, pirimidinske baze sintetišu se iz asparaginske kiseline.

Masne kiseline se sintetišu iz acetata.

Prosti šećeri se stvaraju iz heksozofosfata.

Sinteza pigmenata - kod aerobnih mikroorganizama, bez fotosinteze nastaju, i ostaju vezani za ćeliju ili prelaze u spoljašnju sredinu.

Postoji više vrsta: karotenoidi, antocijanini, melanini...

Sinteza aminokiselina se u zavisnosti od vrste bakterija odvija putem različitih biohemijskih procesa grupisanih u zavisnosti od osnovnog metaboličkog prekurzora.

Proces sinteze gde je prekurzor **aspartat**, ovim procesima nastaju **asparagin, lizin, metionin, treonin i izoleucin**.

Sinteza **makromolekula**, odvija se u citoplazmi i najčešće su to složena jedinjenja koja se sastoje od proteina i nukleinskih kiselina.