

OKOLJSKO NARAVOSLOVJE 2

Predavanja v študijskem letu – 2. del
2012/2013

MORFOLOGIJA IN ZGRADBA BAKTERIJ

Oblike bakterij

Poznamo razne oblike bakterij in sicer:

- koki,
- bacili,
- vibrioni,
- spirile,
- aktinomicete in
- spirohete

MORFOLOGIJA IN ZGRADBA BAKTERIJ

Oblike bakterij

Koki

Latinska beseda coccus (gr. kokkos) pomeni jagoda. Koki imajo torej oblasto obliko in so podobni drobnim jagodam. Ob delitvi se celice dotikajo druga druge. Zato mnogi koki tvorijo grupe (stafilokoki) ali verižice (streptokoki).

MORFOLOGIJA IN ZGRADBA BAKTERIJ

Oblike bakterij

Bacili

Lat. Bacillus pomeni majhna palička. Nekateri bacili so kratki in debeli in jih imenujemo kokobacili. Drugi bacili so dolgi in vitki, na koncih pravokotno odrezani, zaokroženi ali pa zašiljeni.

MORFOLOGIJA IN ZGRADBA BAKTERIJ

Oblike bakterij

Spirili so svedraste oblike. Njihovo telo je togo in se gibljejo z bički.

Vibrioni so kot vejica ukrivljene paličke. Od spirilov se razlikujejo o tem, da so kratki in imajo manj kot en cel spiralni zavoje.

Pirohete imajo tudi vibasto, vendar bolj nitasto obliko kot spirili. Od togih spirilov se razlikujejo po tem, da so upogljive. Gibljejo se upogibanjem svojega telesa in z vrtenjem okrog svoje osi.

RAST IN RAZMHOŽEVANJE BAKTERIJ

Bakterija zraste do običajne velikosti, se jedrna snov deli, napravi se pregrada, ki predeli celico tako, da vsaka od polovic dobi po en kromosom. Preden se celica deli, se v njej poveča količina DNA. To fazo imenujemo podvojevanje ali replikacijo.

Verigi v molekuli DNA se razmakneta, vsaka izmed njiju je potem kalup, na katerem nastane nova veriga. Rezultat replikacije je, da sta pred delitvijo celice v njej dva kromosoma. Nato šele nastane v citoplazmi vmesna pregrada in celici se ločita. Vse sestavine materinske celice se enakomerno porazdelijo na obe hčerinski celici. Hčerinski celici rasteta nato do določene velikosti, v notranjosti pride do replikacije in nato do ponovne delitve.

Pri nekaterih črevesnih bakterijah opazamo tudi spolno razmnoževanje – konjugacijo. Dve celici različnih spolov se približata in si preko pilov izmenjata kromosome.

RAST IN RAZMHOŽEVANJE BAKTERIJ

Življenjska doba ene bakterijske celice (generacijski čas) je različno dolga.

Sprva število bakterij ne narašča, ker se šele prilagajajo na novo okolje (faza latence). Traja eno uro do 4 ur. Sledi obdobje hitrega razmnoževanja, v kateri se v rednih časovnih presledkih populacija bakterij podvoji. To je logaritmična faza rasti. Sledi stacionarna faza, v kateri sta prirastek in umrljivost v ravnotežju. Število živih celic ostaja nespremenjeno.

Nato število živih bakterij upada, dokler vse ne odmrejo.

RAST IN RAZMHOŽEVANJE BAKTERIJ

Za rast in razmnoževanje potrebujejo bakterije

- vodo,
- anorganske snovi,
- vire ogljika in dušika,
- dejavnike za rast,
- včasih tudi vire energije.

Glede potrebe po plinih se med seboj zelo razlikujejo. Rast in razmnoževanje bakterij sta odvisna od koncentracije vodikovih ionov (pH), redoks potenciala in temperature.

Sušenje bakterije uniči, kot spore pa lahko prežive dolgo časa. Za uravnavanje ozmotskega tlaka potrebujejo bakterije anorganske soli. Nekateri ioni so nujno potrebni, čeprav v zelo majhnih količinah. Bakterije obvezno potrebujejo fosfate, sulfate pa le tedaj, če nimajo drugega vira žvepla. Potrebni so še ioni nekaterih kovin (Fe, Mn, Zn, Co, Cu).

Ogljik, dušik, rastni dejavniki (vitamini, riboflavin, tiamin, nikotinska kislina itd., nekatere aminokisliline, purini in pirimidini) so nujni za rast; bakterija jih navadno dobi iz okolja.

RAST IN RAZMHOŽEVANJE BAKTERIJ

Bakterije potrebujejo za rast različna hraniva. Ločimo dve poglavitni skupini:

1. Avtotrofi so bakterije, ki živijo na anorganskem substratu in imajo sposobnost, da same izdelajo vse potrebne sestavine iz preprostih anorganskih molekul.
2. Heterotrofi pa so take bakterije, ki so v svojem metabolizmu delno okrnjene in zato potrebujejo za svoj obstoj in za pridobivanje energije in sestavljanje lastnih snovi določene že pripravljene organske spojine.

Bakterije, ki uporabljajo razne kombinacije organskih in anorganskih snovi kot vir ogljika in energije, imenujemo miksotrofne. Isti pojem uporabljajo tudi za fototrofne bakterije, ki rastejo tako v svetlobi, kakor tudi v temi.

RAST IN RAZMHOŽEVANJE BAKTERIJ

Glede potreb po kisiku delimo bakterije v

- obvezne aerobe,
- anaerobe in
- fakultativne anaerobe.

Prve se razmnožujejo le, če je kisik navzoč, druge le, če ga ni, tretje pa v obeh okoliščinah.

GENERALNA FIZIOLOGIJA BAKTERIJ

Biokemijske reakcije v živih bakterijskih celicah imenujemo bakterijski metabolizem ali presnovo. Vse presnovne reakcije razdelimo v 3 skupine :

1. Procesi izgrajevanja celičnih struktur in encimov, ki nato usmerjajo presnovo - ASIMILACIJA ali ANABOLIZEM
2. procesi razgrajevanja - DISIMILACIJA ali KATABOLIZEM
3. procesi, s katerimi si mikrobi pridobijo energijo (DIHANJE).

Oba procesa - asimilacija in disimilacija - potekata v celici simultano.

Del porabljene hrane se porabi za proizvodnjo energije in odpadkov. Preostali del hrane se porabi za sintezo nove celične snovi (mase).

Encimi so katalizatorji disimilacijskih in asimilacijskih procesov. Nomenklatura encimov vsebuje imena substrata encimske reakcije.

GENERALNA FIZIOLOGIJA BAKTERIJ

Mikrobna celica je tovarna encimov. V njej je tudi po 500 različnih encimov. Ločimo konstitucijske in adaptacijske encime.

Prvi so stalno prisotni, drugi se pojavljajo po potrebi odvisno od snovi - substrata, ki je v okolju.

Po substratu delimo encime v
saharolitične ,
lipolitične in
proteolitične.

Nekateri encimi so aktivni v notranjosti celice - endoencimi, druge celica izloča in delujejo v njeni okolici - eksoencimi.

Encimi delujejo kot biološki katalizatorji, ki reakcije v celici sprožijo, pospešijo ali zavrejo. Pri tem se ne spremenijo in lahko takoj katalizirajo enako reakcijo.

GENERALNA FIZIOLOGIJA BAKTERIJ

Za delovanje nekaterih encimov so potrebne neproteinske molekule, ki jih imenujemo koencim. Včasih aktivirajo encime anorganski ioni kot npr. Ca^{2+} in Mg^{2+} .

Mnoge oksido-redukcijske reakcije vsebujejo koencime NAD (nikotin-amid adenin dinukleotid) ali KADP (nikotinamid adenin dinukleotid fosfat). Ti koencimi se izmenjaje oksidirajo ali reducirajo s tem, da dobijo ali oddajo elektron in H atom.

Drugi koencim, ki igra važno vlogo v energiji metabolizma je adenzin trifosfat (ATP), ki je nosilec fosfata in energije. Med oksido-redukcijskimi reakcijami se sintetizira ATP iz adenzin difosfata (ADP), energija, ki tako nastane, se konzervira.

Energija v ATP je lahko izkoriščena za funkcije celice, ki potrebuje energijo t.j. gibanje, biosinteza, rast itd.

GENERALNA FIZIOLOGIJA BAKTERIJ

Fermentacija je anaeroben proces, glukoza se le delno razgradi oz. oksidira, sprosti se 57 kcal/mol.

Anaerobna fermentacija poteka v odsotnosti kisika ali zraka. Pod takšnimi pogoji pride le do parcialne oksidacije organskih spojin, sprosti se le malo energije, ostanek je v produktih.

Primer: glive oksidirajo glukozo v odsotnosti kisika na sledeč način:

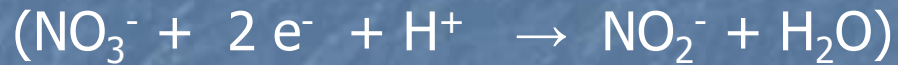


glukoza etanol ogljikov dioksid
(reducirani produkt)

Pri cepitvi glukoze pri alkoholni fermentaciji sodelujeta 2 koencima: ATP in HAD.

GENERALNA FIZIOLOGIJA BAKTERIJ

Pri **anaerobni respiraciji** se sprosti še manj energije, sodelujejo anorganske snovi. Najbolj znan akceptor elektronov je nitrat NO_3^-



-proces se imenuje denitrifikacija.

Pri nekaterih bakterijah je akceptor sulfat (SO_4^{2-}), ki se reducira v H_2S .

Poznamo tudi **metanogene bakterije**, ki so **striktni anaerobi**, ki uporabljajo CO_2 kot elektronski akceptor – reducirajoč v metan.

Energija, ki se sprošča pri dihanju se deloma takoj porabi za presnovne reakcije, deloma se izgubi kot toplota, višek energije pa se nakopiči v ATP-ju (adenozin trifosfatu - koencimu). Po potrebi ustrezen encim razgradi ATP v ADP in sprosti se rezervna energija. Pri tem se kemična energija spremeni v biološko in mikrobnna celica jo izrabi.

Fiziološke skupine bakterij

OBLIGATNI AEROBI	- samo respiracija
FAKULTATIVNI ANAEROBI	- respiracija + anaerobna respiracija z NO_3 , - respiracija + fotosinteza, možna rast anaerobno, na svetlobi, v temi z O_2 (svtloba ali zrak!), - samo fermentacija O_2 ni toksičen
OBLIGATNI ANAEROBI	- samo fermentacija O_2 je toksičen, - anaerobna respiracija s H_2SO_4 in H_2CO_3 O_2 je toksičen.

Fiziološke skupine bakterij

PRIMERJAVA PRODUKTIVNOSTI

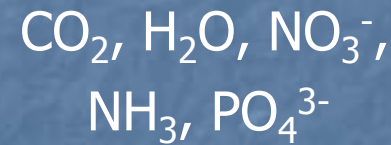
Govedo	500 kg proizvode v 24 urah	0,5 kg proteinov
Kvasovke	500 kg	50 ton

Razmerje produktivnosti: 1 : 100 000

Fiziološke skupine bakterij

procesi razgrajevanja - DISIMILACIJA ali KATABOLIZEM

(v aerobnih pogojih)



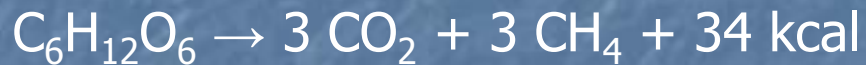
Konkreten primer disimilacije v aerobnih pogojih



Fiziološke skupine bakterij

procesi razgrajevanja - DISIMILACIJA ali KATABOLIZEM

(v anaerobnih pogojih)



V CH_4 je vezan večji del energije!

Na 1 g glukoze se proizvede le $0,019 \frac{\text{g biomase}}{\text{g glukoze}}$.

Bilanca proizvedene energije in biomase iz 1 g glukoze v aerobnem in anaerobnem procesu

PROCESI	PROIZVEDENA ENERGIJA	PROIZVEDENA BIOMASA
	kcal/g glukoze	g/g glukoze
Aerobni	3,6	0,36
Anaerobni	0,19	0,019

Skupine organizmov po metabolizmih

	AVTOTROFI ali LITOTROFI vir C: CO ₂	HETEROTROFI ali ORGANOTROFI vir C: organska snov
FOTOTROFI Vir energije: svetloba	FOTOLITOTROFI <u>H₂O donator H-ja:</u> - rastlinstvo, - alge, - cyanobakterije. <u>H₂S ali S donator H-ja:</u> - purple S bakterije, - zelene S bakterije, cyanobakterije.	FOTOORGANOTROFI nežveplaste purple bakterije
KEMOTROFI Vir energije: oksidacija - redukcija	KEMOLITOTROFI H donator za disimilacijo; donator H tudi anorganske snovi: Možni donatorji: H ₂ NH ₃ HNO ₂ Fe ³⁺ CO H ₂ S S	KEMOORGANOTROFI H donator za disimilacijo; H akceptor: organski (fermentacija) ali anorganski

Skupine organizmov po metabolizmih

Procesi respiracije

(O₂ končni H akceptor)

H donator

H akceptor

Heterotrofi

organske snovi kot:
alkoholi, aldehidi, ketoni, karboksilne
kisline, aminske kisline, sladkorji, ciklične
spojine, itd.

O₂

Ti procesi so prisotni v živalih in človeku.

Reprezentativni mikroorganizmi: **Bacillus, Pseudomona, Azotobakterie, Escherichia coli, Aerobacteria aerogenes.**

Skupine organizmov po metabolizmih

Procesi respiracije

(O₂ končni H akceptor)

H donator

H akceptor

organske snovi kot:

alkoholi, aldehidi, ketoni, karboksilne
kisline, aminske kisline, sladkorji, ciklične
spojine, itd.

O₂

Heterotrofi

Ti procesi so prisotni v živalih in človeku.

Reprezentativni mikroorganizmi: **Bacillus, Pseudomona, Azotobakterie, Escherichia coli, Aerobacteria aerogenes.**

H donator

H akceptor

anorganske snovi:

H ₂ S → H ₂ SO ₄	Thiobacillus,	
S → H ₂ SO ₄	Beggiota, itd.	
NH ₃ → HNO ₂	nitrosomona	
HNO ₂ → HNO ₃	nitrobakterije	<u>proces</u>
H ₂ → H ₂ O	vodikova bakterija (Knallgas bakterija)	<u>nitifikacije!</u>
Fe ²⁺ → Fe ³⁺	železove bakterije	

O₂

Kemotrofi

Skupine organizmov po metabolizmih

Anaerobna respiracija

anorganske snovi H akceptor (ni O₂)

H donator

H akceptor

skoraj vse organske snovi;
kot pri aerobni respiraciji

denitrifikacija
Redukcija sulfatov
Redukcija karbonatov
(formacija metana)

$\text{HNO}_3 \rightarrow \text{N}_2$ (NH₃)
 $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{S}$
 $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CH}_4$

Kemoorganotrof

Primeri mikroorganizmov: Pseudomona stritzeri, Desulfovibrio-desulfuricans

Skupine organizmov po metabolizmih

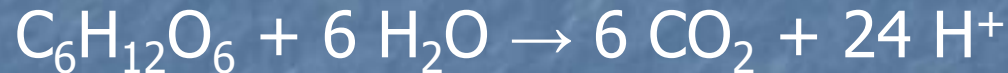
Fermentacija

H donator	H akceptor
Mnoge organske snovi	

Primer:



alkoholna fermentacija



metanska fermentacija

Skupine organizmov po metabolizmih

Pogoji za potek asimilacije (procesi izgrajevanja celičnih struktur in encimov, ki nato usmerjajo presnovo) :

Kemična sestava mikroorganizmov pove, kateri elementi so potrebni za potek asimilacije:

- 1.) H, O, N, P, S - v relativno večjih količinah
- 2.) Mg, Mn, Ca, Fe - v manjših količinah
- 3.) Co, Cu, Zn, Mo, itd. - sledni elementi

Skupine organizmov po metabolizmih

Organske spojine v celicah:

1.) Polisaharidi

2.) Proteini

3.) Jedrska kislina - Nucleic acid

DNA - Desoxyribonucleic acid

RNA - Ribonucleic acid

4.) Lipidi

5.) Razne druge spojine

vitamini, encimi, koencimi

Povzetek

Kot izvor energije so organske spojine vključene v oksido-redukcijske reakcije s posredovanjem encimov. Ključna komponenta oksido-redukcije je nikotinamid adenin dinukleotid (HAD), ki z alternativno spodobnostjo, da se reducira in oksidira, nosi elektrone od izvora organske energije na elektronski akceptor.

Z oksido-redukcijskimi reakcijami je združena sinteza visoko energetskih fosfatnih vezi v adenzin trifosfat (ATP). Energija v ATP se uporabi v različnih biosintetskih reakcijah celice in pride do novega celičnega materiala in rasti. ATP ima le kratko življenjsko dobo za shranjevanje energije. Za daljšo energetsko shranjevanje služijo organske polimerne spojine kot so škrob, glikogen. Za izkoriščanje izvora energije so potrebne organske spojine, ki se ob tem, ko oddajo elektrone oksidirajo.

Povzetek

Ker pa le vsaka oksidacija združena s redukcijo, mora obstajati akceptor elektronov.

Najbolj pogost akceptor elektrona je kisik. Ko O_2 sprejme elektrone, se reducira v H_2O . Uporaba kisika kot akceptorja elektronov se imenuje **respiracija**.

Drugi akceptorji elektronov, ki lahko nadomestijo O_2 so anorganske spojine: nitrati, sulfati in CO_2 .

Uporaba teh akceptorjev namesto kisika se imenuje **anaerobna respiracija**. Kot izvor energije se lahko v odsotnosti O_2 ali anorganskega elektronskega akceptorja izkoriščajo organske spojine - ta proces imenujemo **fermentacija**. Pri tem procesu služi organska spojina kot akceptor in donor elektronov.

Pri fermentaciji glukoze z glivami se npr. nekateri ogljiki glukoze oksidirajo do CO_2 , medtem, ko se drugi ogljiki reducirajo v alkohol.

VPLIV OKOLJA NA BAKTERIJE

Temperatura

Za vsako vrsto bakterij obstaja optimalna temperatura pri kateri se najhitreje razmnožujejo. Izven tega optimuma temperature preneha razmnoževanje bakterij, lahko pa so uničene vse bakterije ali pa veliko število. Bakterije so posebno občutljive na povišane temperature. Pri nizkih temperaturah nekatere vrste žive, nekatere pa lahko ostanejo uspavane in se ne razmnožujejo.

Bakterije, ki rastejo optimalno ob temperaturah 25°C - 37°C , imenujemo **mezofilne**. Optimalna temperatura za večino bakterij, ki so patogene za človeka ali toplokrvne živali, je temperatura telesa, t.j. 37°C .

VPLIV OKOLJA NA BAKTERIJE

Temperatura

Za večino saprofitnih bakterij pa je optimalna rastna temperatura 25 -30°C. Za t.i. **termofilne** bakterije je optimalna temperatura 60°-70°C, za **psihrofilne** pa 10°-15°C. Psihrofilne bakterije se nekoliko razmnožujejo celo pri temperaturi hladilnika (+4°C), nekatere celo pod 0°C.

Najnižjo temperaturo, ob kateri določena bakterija se raste, imenujemo minimalno rastno temperaturo, najvišjo temperaturo pa imenujemo maksimalno rastno temperaturo.

Najnižjo temperature, ob kateri določena bakterija odmre v desetih minutah, imenujemo termalno smrtno točko. Čas, ki je potreben, da določena bakterija odmre v določeni snovi ob določeni temperaturi, pa imenujemo termalni smrtni čas.

Na splošno velja, da odmrejo v 30 minutah vse nesporogene patogene bakterije in večina nepatogenih saprofitnih bakterij, če jih segrevamo v vodi pri 60°- 65°C.

VPLIV OKOLJA NA BAKTERIJE

Svetloba

Fotosintezne bakterije (fototrofne), ki imajo zelene, rdeče ali škrlatne pigmente, ki delujejo enako kot klorofil višjih rastlin, dobivajo energijo iz sončne svetlobe vežejo v anaerobnih okoliščinah CO_2 - ogljikov dioksid.

Kemosintezne bakterije (kemotrofne) nimajo fotosinteznih pigmentov in sončna svetloba jih ubije v nekaj urah. Uničujoče delujejo predvsem ultravioletni žarki.

VPLIV OKOLJA NA BAKTERIJE

Vlaga

Stopnja kislosti oz. alkalnosti

Odnos do atmosferskega kisika

Ozmotski pritisk

Rast mikrobov ob drugih mikrobnih vrstah

KRATEK PREGLED ORGANSKE KEMIJE

V organski kemiji prevladujejo KOVALENTNE VEZI.

Ionizacija je prej izjema kot pravilo.

Mnogo molekul VELIKE MOLEKULARNE TEŽE.

Polimere sestavljajo relativno manjše molekule - povezane med seboj, ki se večkrat ponavljajo.

V vodah se organska snov kontinuirno pojavlja, izginja, spreminja. Nastaja z rastjo v sami vodi ali prihaja z dotoki.

Možne posledice organskih snovi v vodi:

- ✗ toksičnost,
- ✗ motnost,
- ✗ barva,
- ✗ vonj,
- ✗ okus,
- ✗ oviranje procesov koagulacije,
- ✗ eliminacija Fe, Mn,
- ✗ formacija organske zarasti v cevovodih.

KRATEK PREGLED ORGANSKE KEMIJE

Vse organske snovi, ki izvirajo iz bioloških sistemov lahko MIKROORGANIZMI razkroje.

Procesi razgradnje vodijo do formacije plinov (CO_2 , H_2 , N_2 , H_2S , CH_4) in vplivajo na spremembo pH s formiranjem NH_3 (baza) ali z organskimi kislinami.

Poraba O_2 je prisotna v večini procesov.

KRATEK PREGLED ORGANSKE KEMIJE

VAŽNEJŠE SKUPINE ORGANSKIH SPOJIN:

Polisaharidi so polimeri monosaharidov (važne komponente celičnih sten - dajejo trdnost).

- Primer: celuloza v lesu; rezervne snovi: škrob, glikogen.

Proteini - zgrajeni iz 20 do 30 različnih aminokislin, aranžiranih na specifične načine.

- Primer: vsi encimi v mikrobih, rastlinah in živalih.

- Molekularna teža proteinov od 10^4 do 10^6 in več.

- Človeško telo vsebuje cca 50 000 različnih proteinov.

Maščobe so formirane iz glicerola + 3 maščobne kisline. Maščobe služijo običajno kot rezervni material - rezervne snovi.

Nukleinske kisline - so zelo kompaktne sestave - podobno kot proteini. Molekule nukleinskih kislin vsebujejo genetske informacije organizma, ki usmerjajo procese sinteze v celicah - vseh njenih komponent, vključno z encimi. Regulirajo tudi delitev celice.

KRATEK PREGLED ORGANSKE KEMIJE

VAŽNEJŠE SKUPINE ORGANSKIH SPOJIN:

Opisane 4 skupine organskih spojin (molekul) tvorijo manjše molekule, ki so podlaga za tvorbo večjih molekul organskih snovi. Te manjše molekule se pojavijo ponovno pri razgradnji večjih molekul organskih snovi.

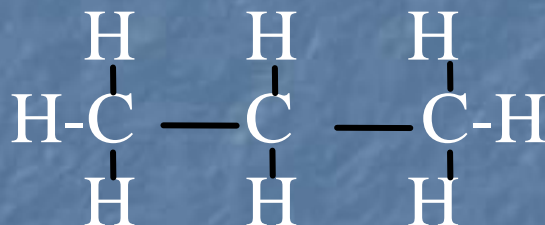
KRATEK PREGLED ORGANSKE KEMIJE

VAŽNEJŠE SKUPINE ORGANSKIH SPOJIN:

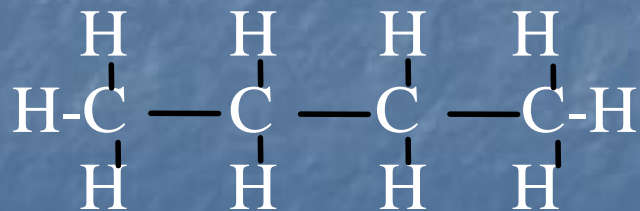
Organske spojine ločimo **po zgradbi** v naslednje osnovne skupine:

Alifatske spojine: imajo odprte verige

propan



butan:

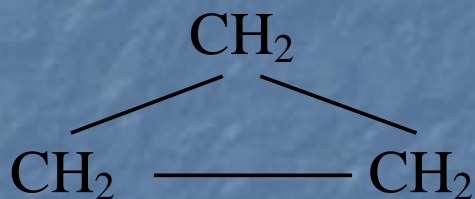


KRATEK PREGLED ORGANSKE KEMIJE

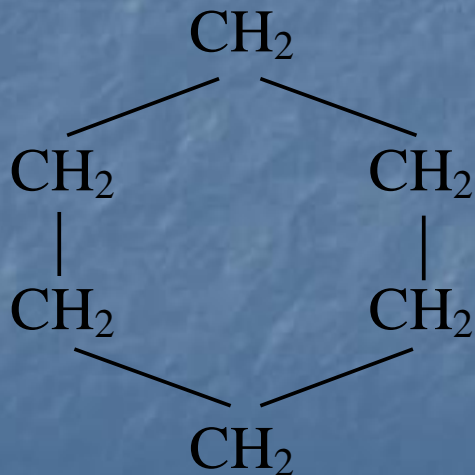
VAŽNEJŠE SKUPINE ORGANSKIH SPOJIN:

Ciklične spojine: imaju zaprte verige:

ciklopropan:



cikloheksan



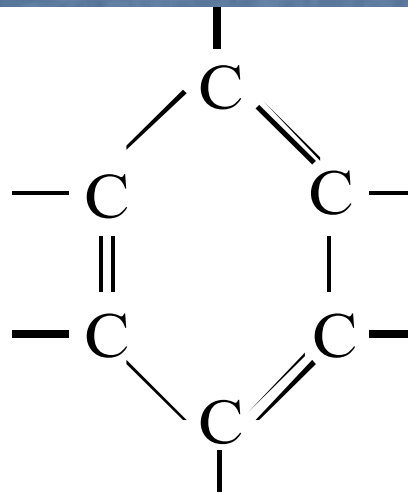
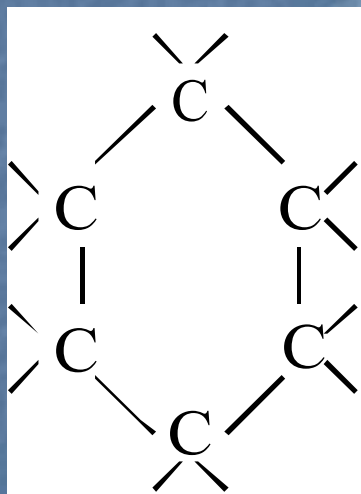
KRATEK PREGLED ORGANSKE KEMIJE

VAŽNEJŠE SKUPINE ORGANSKIH SPOJIN:

Ciklične spojine: imajo zaprte verige:

Ciklični krog:

Aromatski krog:

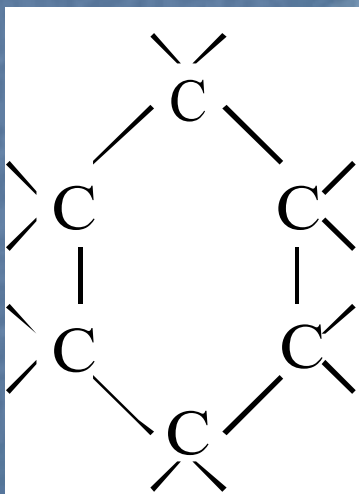


KRATEK PREGLED ORGANSKE KEMIJE

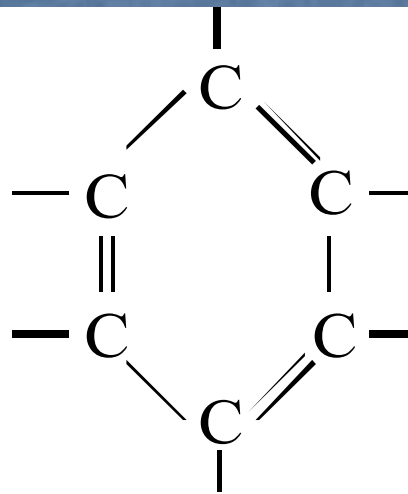
VAŽNEJŠE SKUPINE ORGANSKIH SPOJIN:

Ciklične spojine: imajo zaprte verige:

Ciklični krog:



Aromatski krog:



OKOLJSKO NARAVOSLOVJE 2

Hvala za pozornost!