

Vodeno Aktivno Učenje Kemije

Iztok Devetak in Saša A. Glažar

Navodila za učitelje

Vodeno Aktivno Učenje Kemije –VAUK poteka v okolju, kjer so učenci, dijaki ali študentje (v nadaljevanju kar učenci) aktivno vključeni v proces učenja kemije. Pri tem razvijajo pomembne spretnosti z delom, ki si ga sami organizirajo, in je prilagojeno njihovim sposobnostim. To delo temelji na vodenih aktivnostih. Učenci morajo za doseganje učnih ciljev, zastavljenih v posameznih aktivnostih, s postopkom raziskovanja na različnih stopnjah zahtevnosti, oblikovati specifične sklepe.

Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL)

VAUK izobraževalna strategija je način učenja in poučevanja kemije, ki temelji na metodi, razviti na osnovi raziskovalnih rezultatov učenja in poučevanja v ZDA. Imenuje se Process Oriented Guided Inquiry Learning – POGIL in je osnovana na trenutnih spoznanjih kognitivnih učnih teorij in raziskovanja razrednih situacij. Te raziskave so pokazale, da se učenci največ naučijo in tudi izboljšajo učne strategije, če so sami aktivno vključeni v učenje in imajo možnost, da sami konstruirajo svoje znanje. Pri tem je tudi pomembno, da se je postopek učenja nekoliko obrnil in da učitelj ni več center poučevanja in s tem učenja, ampak so center učenci.

POGIL temelji tudi na ugotovitvah, da poučevanje samo z govorjenjem učitelja za večino učencev ni dovolj, saj imajo učenci, ki so vključeni v interaktivno skupino vrstnikov, več možnosti za uspeh pri pridobivanju novega znanja. Pomemben je tudi vidik, da je znanje osebno, to pomeni, da imajo učenci večji interes za učenje, da razvijejo boljši odnos do vsebine, ki se jo učijo in imajo s tem možnost, da sami konstruirajo razumevanje določenih pojmov, povezanih v smiselne celote.



Pri tem *POGIL* poudarja, da se učenci bolj poglobljeno in z razumevanjem naučijo tistih vsebin, pri katerih imajo možnost aktivnega vključevanja v proces učenja. Pri tem razmišljajo o vsebini, ki se jo učijo, se naučijo delati v skupini (običajno štirje učenci). Svoje znanje konstruirajo z analizo podatkov in razpravo o idejah, povezanih z učno vsebino. Razvijajo ustno in pisno komunikacijo ter timsko delo. Tako postanejo pojmi razumljivejši in učenci pridobijo tudi sposobnosti reševanja problemov. Ugotovljeno je tudi, da okolje delovanja v skupini z uporabo raziskovalnih metod dela spodbuja učence in omogoča učitelju takojšnjo in stalno povratno informacijo o učenčevem razumevanju obravnavanih pojmov in njihovih povezavah ter o morebitnih napačnih razumevanjih. Pri takem načinu delu učenci spoznajo, da je logično mišljenje, ki si ga razvijajo pri delu v skupini, pomemben vidik učenja in ne pomeni le način pridobivanja pravih odgovorov, ki se oblikujejo pri delu v skupini. Tako delo spodbuja timsko učenje, saj učenje ni le memoriranje dejstev, ampak je interaktivni proces spreminjanja razumevanja pojmov in razvijanje specifičnih spretnosti posameznika. Metakognicija je pri *POGIL* pristopu učenja kemije pomembna, saj omogoča, da se učenec zaveda procesa učenja skozi samorefleksijo, samoevalvacijo, samostojnim načrtovanjem in samoregulacijo izobraževalnega procesa. *POGIL* aktivnosti tako oblikujejo učni krog, ki zajema raziskovanje, spoznavanje pojmov z razumevanjem in uporabo naučenega v novih razmerah. Pri tem je učitelj le usmerjevalec in nudi pomoč učencu pri učenju (Hanson, 2007; <http://new.pogil.org/>).

VODENO AKTIVNO UČENJE KEMIJE - VAUK

Vodeno Aktivno Učenje Kemije – VAUK ima osnovo v *POGIL* pristopu, vendar so učne enote zasnovane nekoliko drugače. Z uporabo učne enote, ki obsega zaključeno učno vsebino, se učenci v skupini samostojno, ali po potrebi ob pomoči učitelja (s postavljanjem dodatnih vprašanj, ki usmerjajo



mišljenje znotraj skupine, na katera pa učitelj ne odgovori), učijo izbrano vsebino. Skupino tvori štiri ali pet učencev, vsak pa ima v njej določeno nalogo, in sicer je lahko vodja, zapisnikar, poročevalec ali pa tehnik. Znotraj skupine se učenci za posamezno učno enoto dogovorijo o vlogah. V kolikor se učenci ne zedinijo, kdo bo imel določeno vlogo, se vloge določijo z žrebom.

Učne enote imajo specifične dele, ki si v določeni sekvenci sledijo in vodijo učenca skozi njo. Na koncu učne enote naj bi bili učenci sposobni rešiti problem, povezan z obravnavano učno vsebino. Specifični deli učnih enot so: (1) Naslov, (2) Zakaj se to učim?, (3) Učni cilji, (4) Učni dosežki, (5) Predhodno znanje, (6) Viri, (7) Novi pojmi, (8) Podatki in modeli, (9) Ključna vprašanja, (10) Naloge za vajo, (11) Ali razumem? in (12) Problemske naloge.

Vsak *naslov* učne enote je podan kot problemsko vprašanje, ki se največkrat nanaša na konkretno situacijo v okolju, ki je učencu bolj ali manj poznana.

Nato so učencu najprej predstavljeni razlogi, zakaj je treba neko vsebino spoznati in razumeti pojme, ki jo definirajo. Tako je v rubriki *Zakaj se to učim?* v širšem kontekstu predstavljena vsebina učne enote, ki nakazuje možne odgovore na vprašanje, postavljeno v naslovu.

Rubriki *Učni cilji* in *Učni dosežki* sta navedeni pred konkretnimi aktivnostmi, ki jih morajo učenci opraviti, da dosežejo zastavljene cilje učne enote. Učni cilji opišejo, kaj se bodo učenci naučili, in so povezani s cilji nacionalnega učnega načrta za kemijo in kompetencami, ki jih morajo učenci doseči. Učitelj lahko predlagane učne dosežke uporabi za snovanje lastnih preizkusov znanja.

Predhodno znanje podaja tiste pojme oz. učne vsebine, ki so potrebni, da učenec razume nove pojme, modele in podatke, ki so navedeni v novi učni enoti.

Rubrika *Viri* podaja tiste dodatne vire oz. literaturo, kjer bodo učenci lahko našli potrebne dodatne informacije o obravnavani učni vsebini.



Novi pojmi, ki se jih bodo učenci naučili v učni enoti, so navedeni brez njihovih definicij.

Z rubriko *Podatki in modeli* se v učni enoti prične konkretno delo učencev, saj morajo ta del učenci natančno prebrati in se o njih pogovoriti znotraj skupine. Ta del učne enote podaja učno vsebino in omogoča učencem iskanje odgovorov na vprašanja v naslednjih delih učne enote. Modeli v tem primeru ne pomenijo fizičnih modelov, submikropredstavitev ali kakšnih drugih modelov, s katerimi se v kemiji srečujemo, temveč modele, ki vodijo razmišljanje o novih pojmi in so lahko različne slike, tabele, simbolni zapisi in drugo. Na osnovi teh modelov učenci spoznajo nove pojme in zakonitosti.

Odgovori na *Ključna vprašanja* zajemajo tiste informacije, ki jih lahko učenci najdejo v rubriki *Podatki in modeli*. Ključna vprašanja tako ponovno vodijo učence k natančnejšem branju in medsebojnem pogovoru o vsebini, ki jih podaja rubrika *Podatki in modeli*. Pri iskanju odgovorov na ključna vprašanja morajo učenci podatke analizirati in iskati povezave med njimi in sinteze ovrednotiti. Na tak način učenci sami razvijajo višje kognitivne ravni. Vprašanja vodijo učenca k odkrivanju pomembnih pojmov in povezav med njimi ter razvijajo njihovo razumevanje.

Novo pridobljeno znanje specifične učne vsebine nato učenci uporabijo pri reševanju enostavnejših primerov v rubriki *Naloge za vajo*. To delo doprinese k razvijanju samozavesti učencev pri uporabi novega znanja.

Rubrika *Naloge za vajo* se lahko nadgradijo v rubriki *Ali razumem?*, kjer učenci z odgovori na serijo vprašanj znanje nadgradijo in sami ugotovijo ali so razumeli vsebino predstavljeno v učni enoti. Ta rubrika je namenjena predvsem procesu metakognicije in se nadaljuje v zadnjo najzahtevnejšo fazo učenja, to je reševanje problemskih nalog.

Zadnjo stopnjo pomeni rubrika *Problemske naloge*, kjer morajo učenci s sintezo in evalvacijo novega znanja, transfera znanja v nov kontekst in z uporabo specifičnih strategij rešiti problem.



SMERNICE IZVEDBE VAUK PRISTOPA V RAZREDU

Učitelj pristopi k uvajanju VAUK izobraževalne strategije tako, da jo najprej ustno predstavi vsem učencem v razredu. Predstavitev naj vsebuje natančen opis vseh specifičnih delov učnih enot, s predstavitvijo pomena posameznega dela tako, kot je navedeno zgoraj. Tako predstavitev enot učitelj opravi samo prvič, ko se učenci srečajo z VAUK izobraževalno strategijo. Potem, ko so učenci prvič uporabili učno enoto VAUK pri učenju kemije, podrobne predstavitve tovrstnega načina dela niso potrebne, ker so vse učne enote sestavljene na podoben način.

Ko učitelj predstavi pristop dela, razdeli učence v skupine po štiri ali pet, znotraj skupine pa si učenci samostojno ali z žrebom razdelijo vloge. Te vloge so: vodja, zapisnikar, poročevalec in tehnik. Vodja ima vlogo vodenja skupine tako, da vsi člani enakovredno sodelujejo v timskem delu, razpravah in iskanju rešitev problemov, postavljenih v učnih enotah. Pri tem je pomembno, da je vodenje skupine demokratično. Zapisnikar še posebej natančno spremlja odločitve celotne skupine in poleg zapisovanja rešitev v delovne liste učne enote zapisuje tudi morebitne druge ugotovitve timskega dela, ki bi lahko bile relevantne za učenje nove učne vsebine. Poročevalec je tisti član skupine, ki na osnovi dela v skupini pripravi kratko poročilo (največ 2 min) in ga na koncu učne ure predstavi ostalim skupinam. Poročilo naj predvsem izpostavi morebitne težave, na katere je pri delu naletela skupina. Tehnik ima vlogo vodenja aktivnosti z glasnim branjem vprašanj, na katere člani skupine v razpravi iščejo odgovore. Vodja skupine lahko vlogo bralca vprašanj dodeli tudi drugim članom skupine, tako da si to vlogo vsi člani izmenjujejo.

Ko imajo vsi člani skupine dodeljeno vlogo, pričnejo z delom. Posamezna VAUK učna enota je zasnovana za okoli 35 min dela učencev, kar mora učitelj upoštevati pri načrtovanju poteka učne ure. V kolikor učenci ne dokončajo dela v predpisanem času, lahko nadaljujejo z delom v naslednji uri. Učitelj vsem učencem razdeli delovne liste z učno enoto. Učenci najprej



samostojno preberejo prvi del enote, od prvega – *Naslov* do vključno osmega dela – *Podatki in modeli*. Nato tehnik prebere prvo vprašanje v devetem delu – *Ključna vprašanja* in z diskusijo in ponovnim branjem dela – *Podatki in modeli* člani skupine razpravljajo in iščejo po njihovem mnenju najustreznejši odgovor na posamezno vprašanje. Zapisnikar pri tem zapisuje vse relevantne podatke in ugotovitve, ki jih učenci v skupini povedo. Ko učenci oblikujejo odgovor, ga zapišejo na za to določeno mesto na delovnih listih. Delo v skupini usmerjajo ključna vprašanja. Učitelj spremlja delo učencev v skupinah. Če znotraj skupine učenci ugotovijo, da potrebujejo pomoč, vodja skupine pokliče učitelja in mu predstavi težavo. Učitelj ne pove rešitve problema, temveč zastavi dodatna enostavnejša vprašanja in jim nakaže pot do rešitve. Učitelj na ta način skuša usmerjati razmišljanja članov skupine. Vsa vprašanja učitelja si zapisnikar zapiše, tako da jih člani skupine ponovno preberejo in nanje odgovorijo. V kolikor učenci naletijo na težave pri iskanju odgovorov na vprašanja, si lahko pomagajo tudi z učbeniki ali pa uporabijo medmrežje. Pri tem je pomembno, da ima vsaka skupina svoj računalnik in medmrežno povezavo ter da so učenci sposobni ovrednotiti pridobljene podatke na spletu z vidika strokovne neoporečnosti. Pri tem jim je lahko v pomoč učitelj. Ko člani skupine odgovorijo na vsa ključna vprašanja, na podoben način nadaljujejo reševanje ostalih nalog za vajo in problemskih nalog.

Določene VAUK učne enote so lahko zasnovane tako, da morajo učenci pri iskanju odgovorov na ključna vprašanja, pri reševanju nalog za vajo in problemskih nalog narediti tudi enostavne poskuse. Pri tem je pomembno, da ima vsaka skupina svoj nabor pripomočkov in kemikalij za izvedbo poskusov, ki jih pred izvedbo pouka pripravi učitelj. Učenci naj v skupini izvajajo poskuse po navodilih, ki so zapisana na delovnih listih učne enote, in izpolnijo tabele z opažanji in sklepi ter odgovorijo na vprašanja.

Ko vse skupine zaključijo delo po približno 35 min, sledita dve minuti poročanja vseh skupin o morebitnih težavah pri delu z učnimi enotami. Učitelj



vodi poročanje in predlaga morebitne rešitve nastalih težav med timskim delom. V kolikor učenci v predpisanem času ne opravijo vsega dela, povezanega z eno učno enoto, nadaljujejo učenje pri naslednji uri, delo pa se zaključi s poročanjem in ponovitvijo novih pojmov in povezav med njimi.



Učna enota: Zakaj sadje diši?

Zakaj se to učim?

Estri so spojine, ki so pogoste v naravi in so pomembne za naše življenje. Mnogi estri imajo prijeten vonj, cvetovi rastlin zaradi njih dišijo. Maščobe so tudi estri. Poznavanje estrov in strukture njihovih molekul je pomembno za razumevanje lastnosti snovi, v katerih so.

Učni cilji

- poznajo reakcije, pri kateri nastanejo estri
- poznajo funkcionalno skupino, značilno za estre
- razumejo reakcijo estrenja kot dvosmerno reakcijo

Učni dosežki

- razumejo kemijsko zgradbo molekul estrov
- so sposobni iz formul molekul spojin prepoznati formule molekul estrov

Predhodno znanje

- poznajo in razumejo obojesmernost (dvosmernost, reverzibilnost) kemijskih reakcij in kemijsko ravnotežje kot dinamični proces
- poznajo vpliv katalizatorja na potek kemijskih reakcij
- razlikujejo med osnovnimi vrstami organskih kisikovih spojin in poznajo značilne funkcionalne skupine v njihovih formulah

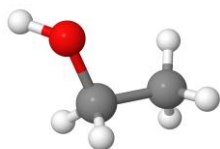
Viri

Pomagaj si z učbenikom za kemijo za 9. razred osnove šole in za kemijo za gimnazije 1 in 2 ter s podatki na medmrežju

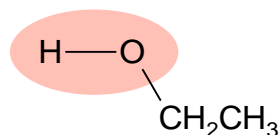
Novi pojmi

Model 2. Modeli in formule reaktantov in produktov estrenja

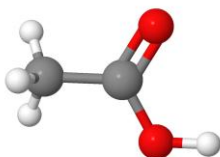
model molekule etanola



formula etanola; značilna funkcionalna skupina molekul alkoholov

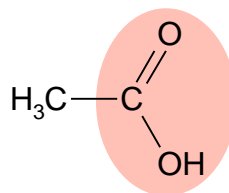


model molekule etanojske kisline

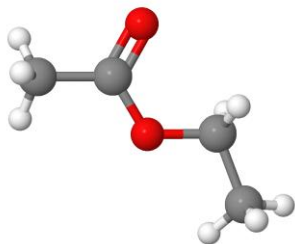


formula etanojske (ocetne) kisline

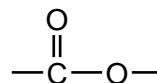
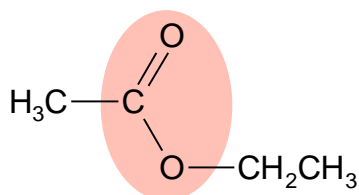
značilna funkcionalna skupina molekul karboksilnih kislin



Model molekule estra



formula estra, značilna skupina za molekule estrov



Ključna vprašanja

1. Označi funkcionalne skupine v modelih molekul in imenuj skupine kisikov organskih spojin, katerih modele ponazarjajo te molekule.



Spojina	Ime spojine	Funkcionalna skupina
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH}$		
$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$		
$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$		
$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$		
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_3$		
$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_3$		

Rešitev:

Spojina	Ime spojine	Funkcionalna skupina
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH}$	<i>etanol</i>	$-\text{OH}$
$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$	<i>etanal</i>	$-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$
$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$	<i>propanon</i> <i>aceton</i>	$-\text{C}(=\text{O})-$
$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$	<i>etanojska kislina</i> <i>ocetna kislina</i>	$-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_3$	<i>dietileter</i>	$-\text{O}-$
$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_3$	<i>metil etanoat ali metilni</i> <i>ester etanojske kisline</i>	$-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-$

2. Kako označimo v kemijski enačbi, da ponazarja ravnotežno reakcijo?



3. Katere spojine so v ravnotežju pri reakciji estrenja?

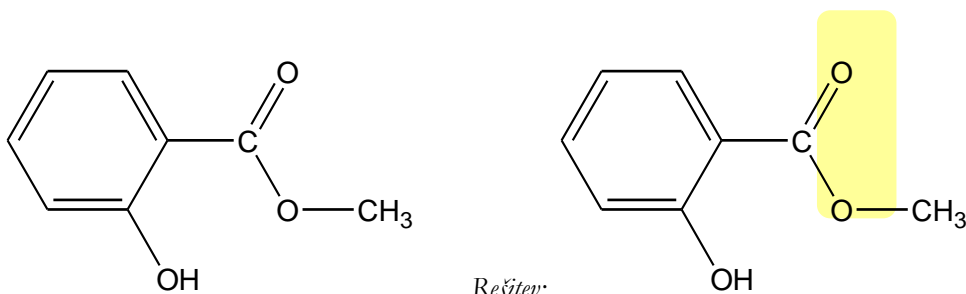
V ravnotežju so poleg estra tudi karboksilna kislina, alkohol in voda.

4. Kaj pomeni, da je ravnotežje pri kemijski reakciji dinamično?

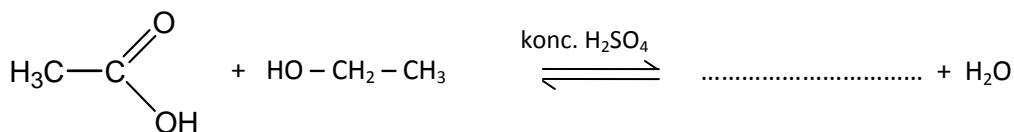
Ravnotežje je dinamično, ker poteka reakcija v obeh smereh enako hitro.

Naloge za vajo

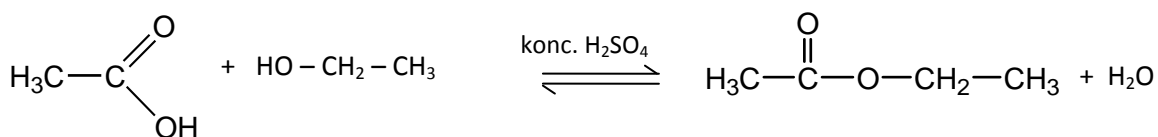
1. V formuli estra označi značilno funkcionalno skupino.



2. Dopolni enačbo estrenja.



Rešitev:



3. Katere snovi so v ravnotežju pri reakciji, ki jo ponazarja zgornja enačba?
Molekule etanojske (ocetne) kisline, molekule etanola, molekule etil etanoata, molekule vode.

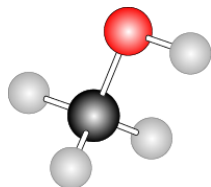
4. Kje najdemo estre v naravi?

Estri imajo prijeten vonj, cvetovi rastlin zaradi njih dišijo. Enako tudi sadje. Masti in olja so estri.

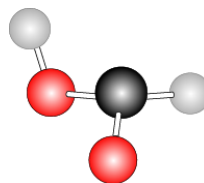


Ali razumem?

1. Na sliki sta modela molekule alkohola in molekule karboksilne kisline.
Napiši racionalni formuli alkohola in kisline.



Rešitev: $\text{CH}_3\text{-OH}$



H-COOH

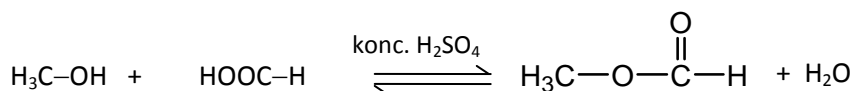
2. Imenuj alkohol in kislino.

metanol

metanojska kislina

3. Napiši enačbo za reakcijo med alkoholom in kislino, ki ju ponazarjata zgornja modela.

Rešitev:



4. Imenuj nastala produkta pri reakciji.

Metilni ester metanojske kisline (ali metil metanoat) in voda



Učna enota: Kaj so maščobe?

Zakaj se to učim?

Maščobe niso pomembne le za prehrano, ampak se uporabljajo tudi kot maziva, pri proizvodnji lakov in barv ter v druge namena. Osnova zgradba molekul maščob je enaka, razlikujejo pa se po vezanih maščobnih kislinah na alkohol propan-1,2,3-triola (glicerol). Glede na to imajo maščobe različne lastnosti in s tem tudi uporabo.

Učni cilji

- vedo, da maščobe uvrščamo med lipide
- razumejo zgradbo molekul maščob
- znajo iz strukturne formule molekule maščobe razbrati, katere maščobne kisline so vezane v molekuli
- razlikujejo nasičene in nenasičene maščobne kisline
- vedo, kako vplivajo vezane maščobne kisline v molekulah maščob na lastnosti maščob
- poznajo razliko med zgradbo molekul maščob v masteh in oljih

Učni dosežki

- vedo, katere snovi uvrščamo med lipide
- prepoznajo strukturne formule molekul trigliceridov
- v molekulah razlikujejo med polarnim in nepolarnim delom
- znajo iz strukturne formule molekule maščobe razbrati, katere maščobne kisline so vezane v molekuli
- znajo iz tabele, v kateri so razvrščene formule maščobnih kislin, razbrati značilnosti njihovih molekul
- razumejo enačbo, ki ponazarja nastanek enostavne maščobe



- so sposobni napovedati agregatno stanje maščobe glede na zgradbo molekul v njej
- vedo, kako shranjujemo maščobe

Predhodno znanje

- poznajo zgradbo molekul alkoholov in karboksilnih kislin
- poznajo in razumejo reakcijo estrenja kot obojesmerno reakcijo
- razumejo zgradbo estrov
- znajo iz zgradbe molekule sklepati na polarni in nepolarni del molekule

Viri

Pomagaj si z učbenikom za kemijo v 9. razredu osnovne šole in za kemijo za gimnazije 2 in s podatki na medmrežju.

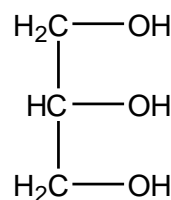
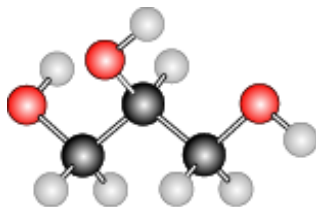
Novi pojmi

Lipidi, glicerol, maščobne kisline.

Podatki in modeli

Maščobe uvrščamo med lipide. Lipidi se ne topijo v vodi, topni pa so v nepolarnih organskih topilih. Lipide lahko glede na zgradbo razdelimo v lipide, ki so estri in lipide, ki niso estri. Lipidi estri so voski, trigliceridi (masti, olja), fosfolipidi in glikolipidi. Lipidi, ki niso estri, so steroidi, terpeni in prostaglandini. Maščobe so trigliceridi, ki nastanejo iz alkohola propan-1,2,3-triola (glicerola) in karboksilnih kislin. Iz modela molekule alkohola propan-1,2,3-triola (glicerola) je razvidno, da so v molekuli tri hidroksilne skupine.

Model 1. Model propan-1,2,3-triola in njegova formula.



Z eno molekulo propan-1,2,3-triola lahko reagirajo tri molekule karboksilne kisline. V molekuli maščobe so tri estrske skupine. Molekule karboksilnih kislin, ki reagirajo s propan-1,2,3-triolom, vsebujejo od štiri do dvajset ogljikovih atomov, povezanih v nerazvejene verige. Ker sestavljajo maščobe, jih imenujemo tudi maščobne kisline. Proste, v maščobi nevezane maščobne kisline imajo značilen neprijeten vonj.

Maščobne kisline so lahko nasičene ali nenasičene. V nasičenih maščobnih kislinah so med ogljikovimi atomi le enojne vezi, v nenasičenih maščobnih kislinah pa so lahko enojne in dvojne vezi.

Tabela 1. Pogoste nasičene maščobne kisline, ki so vezane v maščobah.

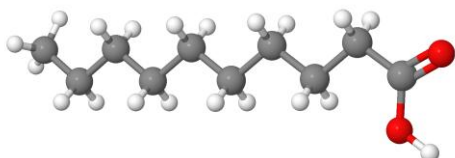
Število C atomov	Formula kisline	Ime kisline
4	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	butanojska ali maslena
6	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	heksanojska ali kapronska
8	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	oktanojska ali kaprilska
10	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	dekanojska ali kaprinska
12	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	dodekanojska ali lavrinska
14	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	tetradekanojska ali miristinska
16	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	heksadekanojska ali palmova
18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	oktadekanojska ali stearinska

Model 2. Primeri modelov in formul maščobnih kislin.

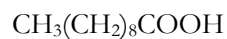


Nasičena maščobna kislina dekanajska ali kaprinska kislina

Model molekule

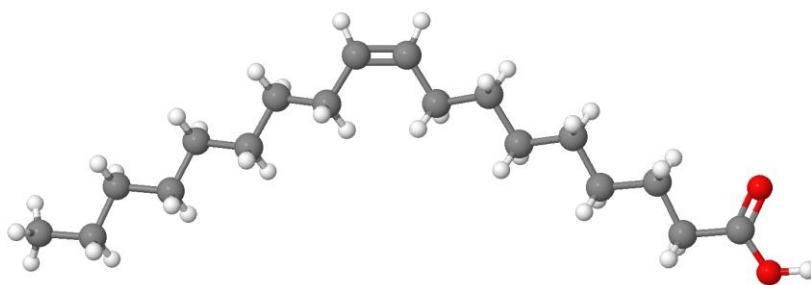


Dva zapisa formule

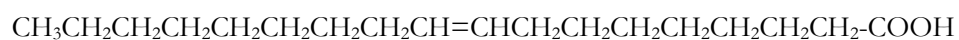
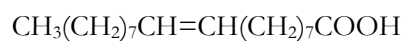


Nenasičena maščobna kislina oleinska ali oljeva kislina

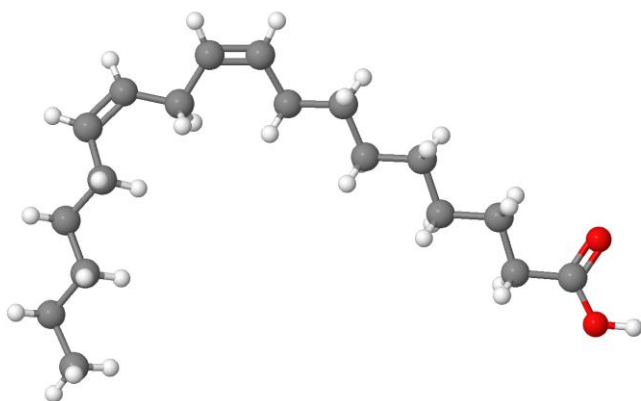
Model molekule



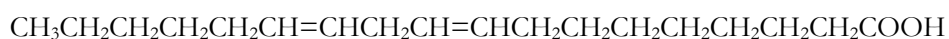
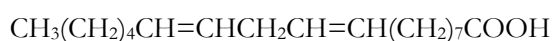
Dva zapisa formule



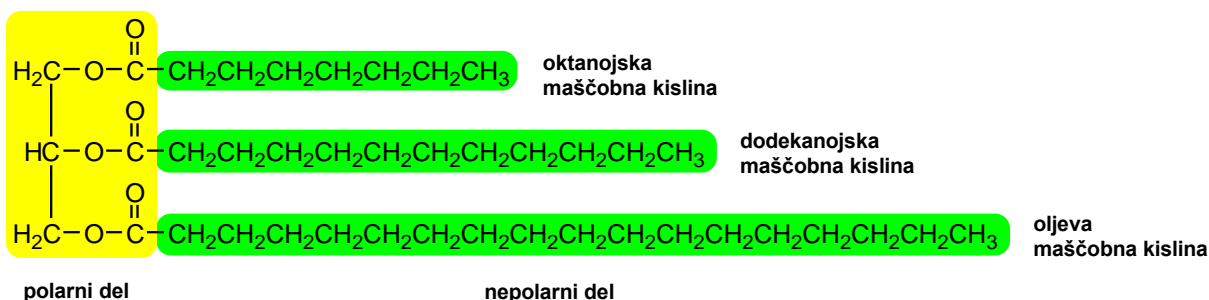
Nenasičena maščobna kislina linolova kislina



Dva zapisa formule

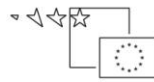


Model 3: Primer formule molekule maščobe.



V molekuli maščobe so vezane z estersko vezjo na alkohol propan-1,2,3-triol nasičeni maščobni kislini oktanojska in dodekanojska kislina ter nenasičena oljeva ali oleinska kislina. Verige maščobnih kislin so nepolarne del molekule, preostali del molekule pa polarni del.

V maščobah vezane maščobne kisline se razlikujejo predvsem po dolžini verige in nasičenosti. To določa agregatno stanje (ali je maščoba tekočina ali trdna snov), njen okus in obstojnost ter druge lastnosti. Tako so v maščobah v mesu maščobne kisline z dolgimi verigami, v katerih so ogljikovi atomi,



povezanimi z enojnimi vezmi (nasičene kisline). Za te maščobe je značilno, da so pri sobni temperaturi trdne.

Trigliceridi, ki vsebujejo znaten delež oleinske, linolne in drugih nenasičenih maščobnih kislin, so pri sobnih pogojih večinoma tekoči. To so olja. V maščobah v olivnem olju so predvsem nenasičene maščobne kisline. Iz olj dobimo trdne maščobe z reakcijo, pri kateri se molekule vodika vežejo na dvojne vezi. Iz dvojnih vezi v molekuli nastanejo enojne vezi. Pri tem se spremeni agregatno stanje iz tekočega v trdno.

V rastlinskih oljih je manj kot 20 % nasičenih maščobnih kislin in več kot 80 % nenasičenih.

Trigliceridi, ki vsebujejo znaten delež palmitinske, stearinske in drugih nasičenih maščobnih kislin, so pri sobnih pogojih trdni. To so masti. V masteh kopenskih živali je od 40 % do 50 % nasičenih maščobnih kislin.

Ključna vprašanja

1. Kako delimo lipide glede na zgradbo?

Glede na zgradbo poznamo lipide, ki so estri, in lipide, ki niso.

2. Katere estre uvrščamo med lipide?

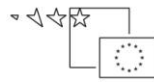
Voske, trigliceride (maščobe), fosfolipide in glikolipide.

3. Razloži pomen besede trigliceridi.

Glicerol je propan-1,2,3-triol. V molekuli so tri hidroksilne skupine, ki lahko tvorijo s tremi molekulami kislin estre. Nastanejo tri estrske skupine.

4. Kaj je značilno za maščobe kisline? Naštej vsaj tri značilnosti.

V molekulah maščobnih kislin je vedno parno število ogljikovih atomov. Najmanj so v molekuli štirje ogljikovi atomi. V molekuli so verige ogljikovih



atomov nerazvejene. Med ogljikovimi atomi v molekuli so lahko enojne in dvojne vezi.

5. Ali so v molekulah maščob vezane enake maščobne kisline?

V molekulah maščob so običajno vezane različne maščobne kisline.

6. V čem se razlikujejo molekule maščob v masteh in oljih?

V molekulah maščob v masteh prevladujejo nasičene maščobne kisline, v molekulah maščob v oljih pa nenasičene maščobne kisline.

7. Kako iz olj dobimo trdne maščobe?

V trdnih masteh so vezane predvsem nasičene maščobne kisline, v oljih pa prevladujejo nenasičene maščobne kisline. Iz olj dobimo trdne maščobe z reakcijo, pri kateri se molekule vodika vežejo na dvojne vezi v molekulah maščob.

Naloge za vajo

1. Razloži ime propan-1,2,3-triola.

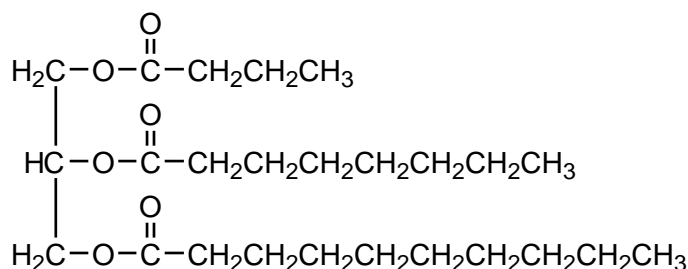
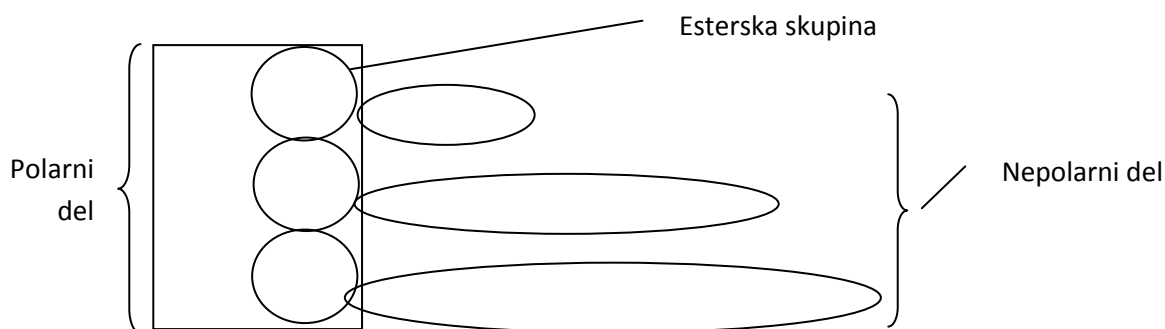
V molekuli so vezani trije ogljikovi atomi (propan), na vsak ogljikov atom je vezana po ena hidroksilna skupina.

2. Kaj je značilno za nasičene maščobne kisline in kaj za nenasičene?

V molekulah nasičenih maščobnih kislin so med ogljikovimi atomi enojne vezi, v molekulah nenasičenih kislin pa poleg enojnih tudi dvojne vezi.

Ali razumem?

1. Podana je formula molekule maščobe. V formuli označi polarni in nepolarni del molekule in esterske skupine.



2 Katere maščobne kisline so vezane v molekuli maščobe, ki jo podaja formula v nalogi 1? Ali so nasičene ali nenasičene?

Butanojska, oktanojska in dekanajska kislina; so nasičene maščobne kisline.

2. Masten madež na obleki smo čistili z vodo. Ali smo madež očistili? Svoj odgovor pojasni.

Maščobe zaradi nepolarnega dela molekule niso topne v vodi, ki je polarno topilo, zato madeža nismo mogli odstraniti. Topne so v nepolarnih topilih kot so bencin in vrsta organskih topil.

Problemska naloga

1. V maščobi so ugotovili, da vsebuje trigliceride, ti pa vsebujejo znaten delež oleinske in linolne kisline. V kakšnem agregatnem stanju bo ta maščoba pri 20 °C?

Tekočem. To maščobo uvrščamo med olja.

2. Maščobe lahko ugotavljamo v vzorcih hrane z etanolom.



Navodilo za delo.

- Izvedi poskus s tremi snovmi (orehi, želatina v prahu, sladkor) in vodo.
- Za noževno konico posameznih snovi daj vsako v svojo epruveto in epruvete ustrezno označi.
- V vsako dodaj 5 mL etanola ter močno pretresi.
- V četrto epruveto daj le 5 mL vode.
- V druge tri enako označene epruvete kot v prvem delu poskusa, filtriraj zmesi snovi in etanola. Raztopine etanola in vode v četrti epruveti ni treba filtrirati. V vseh pet epruvet po drugem delu poskusa dodajaj po kapljicah vodo. Po vsaki kapljici opazuj spremembe.
- Opažanja zapiši v tabelo.

Oznaka epruvete	Snov	Opažanja	Vsebnost maščob (+ / -)

Rešitve::

Oznaka epruvete	Snov	Opažanja	Vsebnost beljakovin (+ / -)
O	Orehi	Bela zmes	+
Ž	Želatina	Brezbarvna raztopina	-
S	Sladkor	Brezbarvna raztopina	-
V	Voda	Brezbarvna raztopina	-

1.1. Kaj si opazil pri poskusu, ko si z vodo naredil poskus določanja maščob? Zakaj si pri poskusu uporabil vodo?

Ker vem, da voda ne vsebuje maščob in je kontrolna snov pri poskusu. Raztopina etanola in vode je po dodatku vode ostala brezbarvna. V primeru, da se raztopini v določeni epruveti ne spremeni barva, pomeni to, da ta vzorec ne vsebuje maščob.

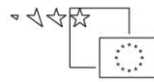
1.2. V katerih vzorcih si dokazal maščobe? Po čem to sklepaš?



V oreh, ker se raztopina obarva belo, torej ni ostala brezbarvna, kot v primeru vode.

1.3. Kakšen je dokaz pozitivne reakcije dokazovanja maščob?

Nastanek bele zmesi, ki pomeni emulzijo – razpršene drobne kapljice netopnih maščob v vodi.



Učna enota: Kako lahko maščobe vplivajo na naše zdravje?

Zakaj se to učim?

Osnova zdrave prehrane so poleg beljakovin, ogljikovih hidratov tudi maščobe ter vitamini in minerali. Maščobne kisline, vezane v maščobah v naši prehrani, vplivajo na naše zdravje. Vrsta maščob nastane v organizmih. Za gradnjo maščob, ki vsebujejo nenasičene maščobne kisline, mora organizem dobiti te kisline s hrano, ker ne morejo nastati v organizmu. Te maščobne kisline imenujemo esencialne maščobne kisline. Maščobe so vir energije v organizmih. Od prehrane je odvisna tudi količina holesterola v organizmu. Prehranske navade lahko ponazorimo s prehransko piramido.

Učni cilji

- poznajo vzroke za kvarjenje maščob in snovi, ki pri tem nastanejo
- razlikujejo maščobe po vplivu na naše zdravje glede na zgradbo njihovih molekul
- poznajo pomen maščob v naši prehrani in znajo to povezati z maščobami v našem telesu
- razumejo pomen maščob kot vira energije
- poznajo pomen omega-3 maščobnih kislin in vedo, kje jih najdemo
- poznajo holesterol in njegovo vlogo v organizmu
- vedo, da si lahko pri načrtovanju zdrave prehrane pomagamo s prehransko piramido

Učni dosežki

- vedo, kako moramo hraniti maščobe, da se ne kvarijo
- razumejo osnove nastanka in pretvorbe maščob v organizmih
- znajo razložiti vlogo maščob kot vira energije v organizmih



- znajo analizirati formule maščobnih kislin in prepoznati formulo omega-3 maščobne kisline
- razumejo besedila, ki govorijo o pomenu in nevarnosti holesterola za organizem
- znajo brati prehranske piramide

Predhodno znanje

- poznajo in razumejo zgradbo molekul maščob
- razumejo kemijske reakcije kot snovne in energijske spremembe
- vedo, da moramo hrano primerno shranjevati, da se ne kvari
- vedo, da imajo živila različno vsebnost energije

Viri

Pomagaj si z učbenikom za kemijo v 9. razredu osnovne šole in učbenikom za gospodinjstvo v 6. razredu osnovne šole ter s podatki na medmrežju.

Novi pojmi

Žarkost maščob, omega-3 maščobne kisline, cis in trans izomeri, holesterol, prehranska piramida.

Podatki in modeli

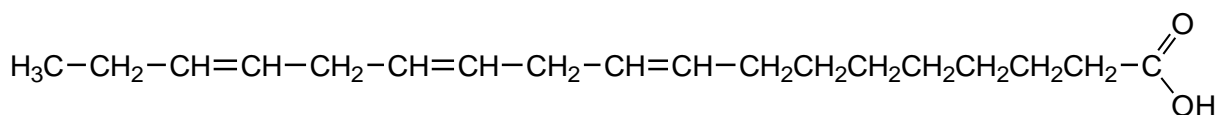
Maščobe se pri stanju kvarijo. Postanejo žarke. Toplota, svetloba in vlaga pospešujejo razkroj maščob. Molekule trigliceridov - maščob počasi reagirajo s kisikom iz zraka. Razkroj maščob poteka pod vplivom bakterij in drugih mikroorganizmov. Maščobne kisline se oksidirajo in razgradijo do karboksilnih kislin z manjšimi molskimi masami. Te kisline imajo neprijeten vonj in okus. Iz maščobnih kislin nastanejo druge kisikove organske spojine, to so aldehidi in ketoni. Da to preprečimo, dodajamo mastem antioksidante. Maščobe se



razgradijo tudi pri močnem segrevanju. Pri tem nastane akrolein, ki je rakotvoren. Zato ne uporabljamo pregretyh maščob.

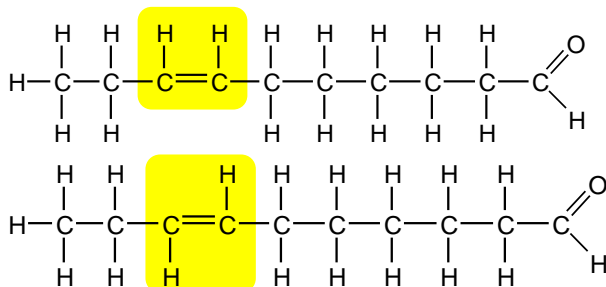
Maščobne kisline, vezane v maščobah, vplivajo na naše zdravje. Nasičene maščobne kisline v prehrani povečajo tveganje za bolezni srca, nenasičene maščobne kisline pa zmanjšajo to tveganje. Položaj dvojnih vezi v maščobni kislini vpliva na njihove lastnosti. To je pomembno predvsem za maščobne kisline, ki vsebujejo več dvojnih vezi. Za organizem so zdrave predvsem omega-3 maščobne kisline, ki zmanjšujejo obolelost srca. Ime omega-3 maščobne kisline je povezano z oznako najbolj oddaljene dvojne vezi glede na karboksilno skupino. Če označimo zadnji ogljikov atom v molekuli karboksilne kisline z ω (grška črka omega), je lega zadnjega ogljikovega atoma z dvojno vezjo $\omega-3$. Zato imenujemo te kisline $\omega-3$ maščobne kisline. Taka kislina je α -linolova kislina.

Model 1. $\omega-3$ maščobna kislina; α -linolova kislina.



Omega-3 maščobne kisline so pogosto vezane v maščobah v lanenem semenu, soji, orehih, lešnikih, sončničnih semenih in v ribah kot so tuna, losos in postrv. Pomembne so za rast, rodnost, obnovo kože in za rdeča krvna telesa ter za delovanje celičnih membran, centralnega živčnega sistema in tudi za retino očesa.

Za lastnosti nenasičenih maščobnih kislin pa je pomemben tudi položaj vodikovih atomov ob dvojni vezi. Če ležita vodikova atoma na isti strani dvojne vezi je to *cis* konfiguracija, če pa sta na nasprotni strani pa je to *trans* konfiguracija.

Model 2. *Cis in trans konfiguracija vodikovih atomov ob dvojni veži.*

Večina nenasičenih maščobnih kislin v naravnih maščobah ima *cis* konfiguracijo. Te maščobne kisline zmanjšajo tveganje za srčne bolezni. Maščobne kisline s *trans* konfiguracijo so v naravi predvsem v majhnih količinah v živalskih masteh.

Pri pretvorbi nenasičenih maščobnih kislin v nasičene maščobne kisline, to je pri adiciji vodika na dvojne vezi – hidrogeniranju, pa nenasičene maščobne kisline izgubijo pozitiven vpliv na naše zdravje. To velja za margarine in rastlinske masti, ki jih dobimo iz olj s hidrogeniranjem.

Maščobe, ki jih uživamo s hrano, vplivajo na naše zdravje. Premalo maščob in neustrezne maščobe lahko povzročijo pomanjkanje esencialnih maščobnih kislin. Posledica je zmanjšanje absorpcije vitaminov, topnih v maščobah. Preveliko uživanje maščob, in to predvsem maščob z vezanimi nasičenimi maščobnimi kislinami, poveča tveganje za srčne bolezni in rakasta obolenja. Srčne bolezni povezujejo s prehrano, v kateri so holesterol ter trigliceridi z nasičenimi in *trans* nenasičenimi maščobnimi kislinami. Te snovi povezujejo tudi z rakom na pljučih, debelem črevesu in prostati. Prevelika količina zaužitih maščob vpliva tudi na telesno težo, kar povezujejo s sladkorno boleznijo, motnjami v krvnem obtoku in visokim krvnim tlakom.

Sestava maščob v našem telesu je odvisna tudi od maščob v naši hrani. V telesu nastanejo maščobe iz glukoze, beljakovin in drugih snovi, ki vsebujejo



ogljik, vodik in kisik. Iz teh snovi nastanejo v jetrih maščobne kisline in iz njih trigliceridi. Ne morejo pa nastati maščobe, ki vsebujejo nenasičene maščobne kisline, ki imajo dvojne vezi v položaju ω -3 in ω -6. Te maščobne kisline mora telo dobiti z maščobami v hrani, zato jih imenujemo tudi esencialne maščobne kisline.

Maščobe v organizmih so vir energije, obdajajo naše notranje organe in nas ščitijo pred spremembami temperature. Del maščob, ki jih dobi organizem s hrano, se takoj porabi kot vir energije, del pa se shrani v tkivu pod kožo in okoli notranjih organov. Sposobnost organizma, da shrani maščobe, teoretično ni omejena. Maščobne celice se zaradi sprejema trigliceridov povečajo lahko kar za petdesetkrat. Ko obstoječe celice dosežejo največjo možno velikost, nastajajo nove celice, ki sprejemajo trigliceride. Tkivo pod kožo določa obliko in maso telesa.

Ko organizem potrebuje energijo, encimi v maščobnih celicah sprožijo razkroj maščob. Maščobe razpadejo na proste maščobne kisline in alkohol propan-1,2,3-triol (glicerol). Te snovi preidejo v kri in se po njej prenesejo do celic. V njih nastane energijsko bogata snov adenzin trifosfat – ATP. Iz maščobnih kislin ne more nastati glukoza; majhne količine glukoze lahko nastanejo iz alkohola propan-1,2,3-triola, ki nastane pri razpadu trigliceridov.

Tabela 1. Vsebnost maščob v 100 g nekaterih živil.

Hrana	Masa maščob v g
Goveje meso	5,3
Mandlji	54,2
Jajca	11,5
Polnozrnat kruh	3,0
Mleko	3,5
Solata	0,3
Jabolka	0,6

Holesterol

Med lipide, ki niso estri, uvrščamo holesterol. To je bela, v vodi netopna snov. Ker je v vodi netopen, se prenaša po krvni plazmi vezan na posebne

beljakovine. Holesterol nastaja v jetrih. V telesu nastane trikrat do štirikrat več holesterola, kot ga dobimo s hrano živalskega izvora. Pri nekaterih ljudeh se količina holesterola v krvi uravnava. Možno je, da se v primeru, ko telo dobi s hrano več holesterola, zmanjša količina holesterola, nastalega v jetrih. Na količino holesterola v telesu vplivajo tudi maščobe, ki vsebujejo nasičene maščobne kisline. Vendar vse nasičene maščobne kisline ne vplivajo na povečanje količine holesterola. Stearinska kislina, vezana v maščobah v čokoladi in mesu, ne poveča količine holesterola.

Več kot 90 % holesterola v telesu je v celičnih membranah. Holesterol sodeluje pri nastanku vitamina D v koži, žolčnih kislin, ki so emulgatorji v žolču, nekaterih hormonov, kot sta to testosteron in estrogen, ki sodelujejo pri rasti in spolnem razvoju, ter kortisola, ki omogoča nastanek glukoze v jetrih.

Tabela 2: Količina holesterola v nekaterih živilih.

Živilo	Količina holesterola
Rumenjak	2 g
meso piščanca, 25 g	0,9 g
riba, 25 g	0,5 g

Če je v krvi več holesterola, kot ga porabijo celice, se odlaga na stenah arterij. To poveča možnost ateroskleroze.



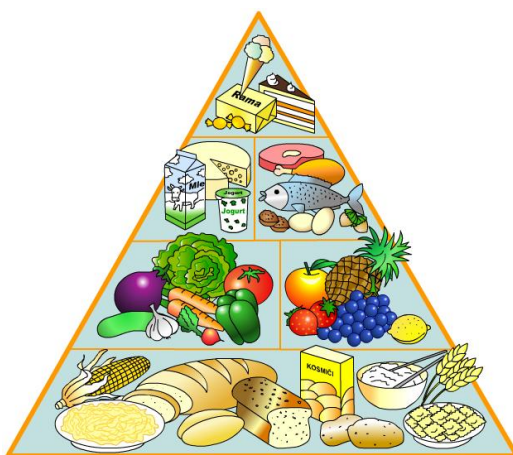
Slika 1: Nekateri žolčni kamni so praktično čisti holesterol (vir: Wikipedia).

Prehranska piramida

Zdravo prehrano sestavljajo beljakovine, maščobe, ogljikovi hidrati, vitamini in minerali. Pomembno je, da je hrana čim bolj raznovrstna. Beljakovine so

gradbena snov celic, ogljikovi hidrati pa vir energije. Potrebne so za rast in obnavljanje organizmov. Pri metabolizmu maščob se sprošča energija. Maščobe so rezerva organizma. Vitamine in minerale potrebuje telo v majhnih količinah. V organizmih sodelujejo pri presnovi in nas varujejo pred boleznimi.

Zdravo prehranjevanje vključuje vse skupine živil v določenem razmerju, ki jih lahko podamo s piramido, v kateri so po količini razvrščena različna živila.



Slika 2: Na shemi je podan primer prehranske piramide.

Prehranska piramida je odvisna tudi od našega načina življenja in naših fizičnih aktivnosti. Na dnu, kjer je piramida najširša, so živila, ki jih mora telo dobiti največ; na vrhu, kjer je piramida najožja, pa živila, ki jih uživamo le občasno. Za različne načine prehranjevanja so značilne različne prehranske piramide. Osnova piramide zdrave prehrane so polnozrnata živila in rastlinska olja v katerih so vezane nenasičene maščobne kisline. Sledijo zelenjava in sadje ter mlečni izdelki in ribe. V vrhu piramide so temno meso, živila iz bele moke in sladkarije. V temnem mesu in trdnih maščobah pa so vezane nasičene maščobne kisline, ki v večjih količinah niso koristne za naš organizem. Pogosto premalo upoštevamo mnenja strokovnjakov o zdravi prehrani in je naša prehranska piramida obrnjena na glavo. V njej prevladuje



hitro pripravljena hrana z maščobami v katerih so vezane nasičene maščobne kisline, živila z veliko škroba in sladkarije.

Ključna vprašanja

1. Rečemo, da postanejo maščobe po daljšem času žarke. Katere reakcije pri tem potekajo?

Molekule maščob se razgradijo do maščobnih kislin. Iz teh kislin nastanejo druge organske kisikove spojine.

2. Kaj pospešuje kvarjenje maščob?

Toplota, svetloba in vlaga.

3. Ali lahko maščobe močno segrevamo? Pojasni svoj odgovor.

Bolje, da ne, ker pri močnem segrevanju maščob nastane akrolein, ki povzroča raka.

4. Katere maščobne kisline so bolj primerne za naš organizem? Obrazloži svoj odgovor.

Primernejše so nenasičene maščobne kisline. Nasičene maščobne kisline povečajo tveganja za srčna in rakasta obolenja.

5. Ugotovili so, da so za organizem zdrave predvsem omega-3 maščobne kisline. Na osnovi njihovega imena pojasni, ali jih uvrščamo med nasičene ali nenasičene kisline. Kaj pove oznaka omega-3 ali ω -3 v imenu teh kislin?

Omega-3 maščobne kisline so nenasičene kisline. Oznaka ω -3 označuje lego zadnjega ogljikovega atoma z dvojno vezjo v verigi.

6. Zakaj so za organizem pomembne omega-3 maščobne kisline?



Pomembne so za delovanje celičnih membran, za centralni živčni sistem in poleg drugega tudi za retino očesa.

7. Kako nastanejo maščobe v organizmih?

V jetrih nastanejo maščobne kisline, ki tvorijo s propan-1,2,3- triolom maščobe.

8. Iz katerih snovi nastanejo v organizmih maščobe?

Maščobe nastanejo predvsem iz ogljikovih hidratov in beljakovin.

9. Ali v organizmu lahko nastanejo vse maščobne kisline, ki so potrebne za nastanek organizmu lastnih maščob? Kako imenujemo te maščobne kisline?

Nekatere maščobne kisline mora organizem dobiti s hrano. To so esencialne maščobne kisline.

10. Zakaj so pomembne maščobe za organizem?

Maščobe so vir energije, obdajo notranje organe in nas ščitijo pred temperaturnimi spremembami.

11. V katero skupino spojin uvrščamo holesterol?

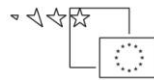
Holesterol uvrščamo med lipide, ki niso estri.

12. Pojasni izvir holesterola v organizmu.

V organizmu nastaja holesterol v jetrih. V organizem pa pride holesterol tudi s hrano.

13. Kako se uravnava količina holesterola v organizmu?

Pri nekaterih ljudeh se lahko uravnava količina holesterola. V primeru, da telo dobi s hrano več holesterola, se zmanjša količina holesterola, nastalega v jetrih.



14. Zakaj je potreben holesterol v organizmu?

Holesterol sodeluje pri nastanku vitamina D v koži, žolčnih kislin, ki so emulgatorji v žolču, in nekaterih hormonov.

15. Kaj se zgodi s holesterolom, ki ga je v organizmu preveč?

Holesterol se lahko odlaga na stenah arterij in s tem poveča možnost ateroskleroze.

16. Kaj pove prehranska piramida?

Prehranska piramida je slikovni prikaz izbora in količine živil, ki jih jemo vsak dan.

Naloge za vajo

1. Kako ugotovimo, da je maščoba žarka?

Po spremembi barve in vonju ter neprijetnem okusu.

2. Kako zmanjšamo kvarjenje maščob?

Maščobam dodajamo antioksidante in jih hranimo v hladnem, temnem in suhem prostoru.

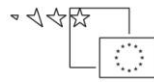
3. V katerih živilih so maščobe, ki vsebujejo omega-3 maščobne kisline?

V ribah, semenih, orehih, lešnikih in drugih živilih.

4. Kako imenujemo maščobne kisline, ki jih moramo dobiti v maščobah s hrano?

To so esencialne maščobne kisline.

5. Na kaj vse vpliva prevelika količina zaužitih maščob?



Vpliva na telesno maso, sladkorno bolezen, povzroča motnje v krvnem obtoku in povišan krvni tlak.

6. Kaj se zgodi z maščobami, ki se v organizmu ne porabijo kot vir energije?

Maščobe se shranijo v tkivu pod kožo in okoli notranjih organov.

7. V celicah maščobnega tkiva se shranjujejo molekule maščob. Koliko maščob lahko sprejmejo te celice?

Maščobne celice se pri sprejemanju maščob povečajo. Ko celica sprejme največjo možno količino maščob (poveča s lahko tudi do 50-krat), sprejemajo maščobo nove celice. Količina maščob, ki jih lahko organizem sprejme, ni omejena.

8. Katere maščobne kisline vplivajo na povečanje količine holesterola?

Nasičene maščobne kisline v maščobah vplivajo na povečanje količine holesterola v telesu.

9. Katera živila so pri zdravi prehrani na dnu in katera na vrhu prehranske verige?

Na dnu, kjer je piramida najširša, so živila, ki jih organizem mora dobiti največ. Živila na vrhu piramide pa uživamo le občasno.

Ali razumem?

1. Maščoba je dobila neprijeten vonj in okus. Kaj se je zgodilo z molekulami maščob?

Molekule maščob so razpadle do maščobnih kislin in propan-1,2,3-triola. Maščobne kisline so se naprej oksidirale do drugih kisikovih spojin. Produkti razpada maščob imajo neprijeten vonj in okus.



2. S hrano je dobil organizem premalo esencialnih maščobnih kislin. Kaj to pomeni za naše zdravje?

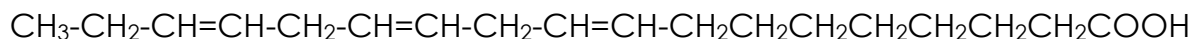
Esencialne maščobne kisline ne morejo nastati v organizmu in jih moramo dobiti s hrano. Te kisline so nujno potrebne za gradnjo organizmu lastnih maščob.

3. Pri pripravi hrane uporabljamo veliko masti. Kaj tvegamo s tem?

V molekulah masti so vezane predvsem nasičene maščobne kisline, ki vplivajo na količino holesterola v organizmu. Holesterol, ki ga ne porabijo celice, se lahko odlaga na stenah arterij. To poveča možnost za razvoj arterioskleroze.

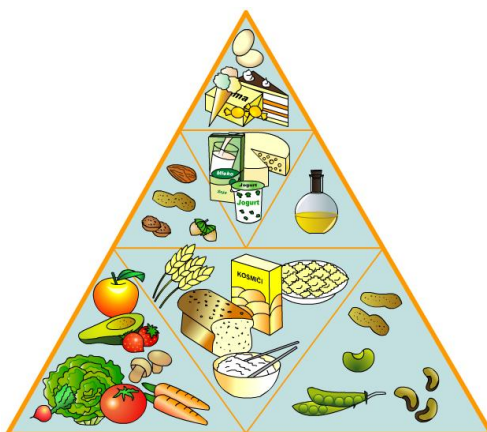
Problemska naloga

1. Podana je formula α -linolove kisline. Na osnovi formule sklepaj, med katere maščobne kisline uvrščamo to spojino. Ugotovi, koliko dvojnih vezi je v molekuli, in označi lego zadnjega ogljikovega atoma z dvojno vezjo. Kako imenujemo maščobne kisline s takim položajem dvojne vezi?

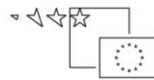


Maščobna kislina je nenasičena. V molekuli vsebuje tri dvojne vezi. Zadnji ogljikov atom v verigi označimo s črko ω , lego zadnjega ogljikovega atoma z dvojno vezjo pa z ω -3. To maščobno kislino uvrščamo med omega-3 maščobne kisline.

2. Kaj lahko sklepamo iz prehranske piramide, podane na shemi?



Da je treba na dan pojesti največ sadja in zelenjave, nekoliko manj izdelkov iz škroba, manj olja in mlečnih izdelkov in najmanj sladic..



Učna enota: Kako dobimo mila?

Zakaj se to učim?

Mila so emulgatorji pri umivanju in pranju. Emulgatorji omogočajo mešanje tekočin, ki se sicer ne mešajo. Mila dobimo s hidrolizo maščob pod kislimi oz. bazičnimi pogoji. Pri bazičnih pogojih hidrolize nastanejo soli maščobnih kislin in propan-1,2,3-triol. Natrijeve in kalijeve soli maščobnih kislin so mila.

Učni cilji

- spoznajo reakcijo hidrolize maščob in produkte, ki nastanejo v kislih in bazičnih pogojih
- razumejo strukturo mil
- razumejo delovanje mila

Učni dosežki

- razlikujejo produkte pri hidrolizi maščob s kislinami od produktov pri hidrolizi maščob s hidroksidi
- znajo predvidevati produkte bazične hidrolize molekul maščobe, prepoznajo zgradbo delcev mila in znajo opredeliti polarni in nepolarni del v delcu
- razumejo emulgatorske lastnosti mila

Predhodno znanje

- razumejo zgradbo molekul maščob
- znajo opredeliti polarni in nepolarni del delcev

Viri

Pomagaj si z učbenikom za kemijo v 9. razredu osnovne šole in učbenikom za kemijo za gimnazije 2 ter s podatki na medmrežju.



Novi pojmi

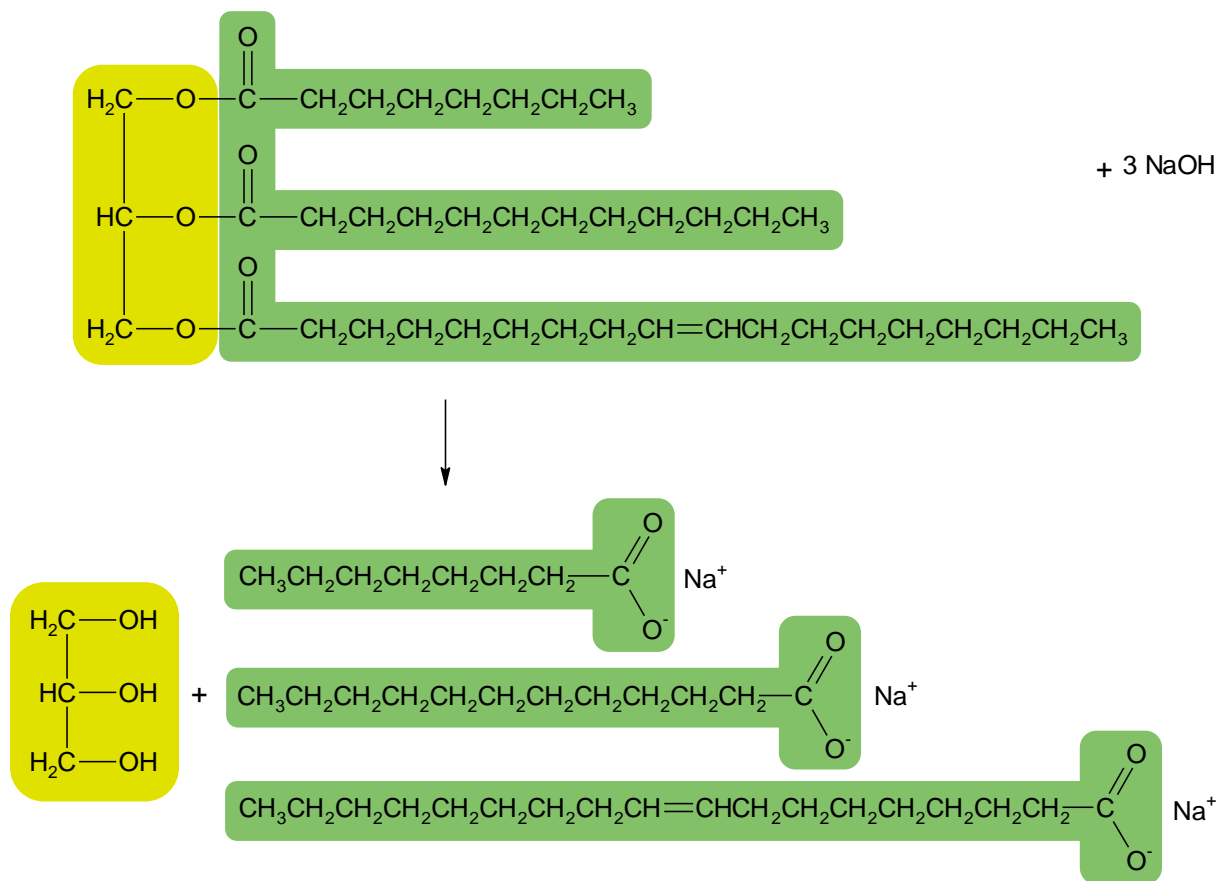
Hidroliza maščob, mila, detergenti, pranje.

Podatki in modeli

Trigliceridi so estri in reagirajo z vodo v kisljih oz. bazičnih pogojih. V kisljih pogojih nastanejo maščobne kisline in propan-1,2,3-triol, v bazičnih pogojih pa soli maščobnih kislin in propan-1,2,3-triol. V organski kemiji označujemo s hidrolizo razkroj estrov v kisline in alkohole. Pri maščobah imenujemo to reakcijo tudi umiljenje maščob.

Pri reakciji maščob z vodno raztopino natrijevega ali kalijevega hidroksida se estrska vez v molekuli maščobe pretrga in nastanejo natrijeve ali kalijeve soli maščobnih kislin in propan-1,2,3-triol.

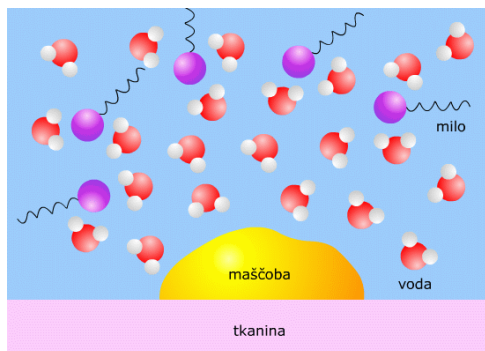
Model 1. Enačba reakcije nastanka natrijevega mila.



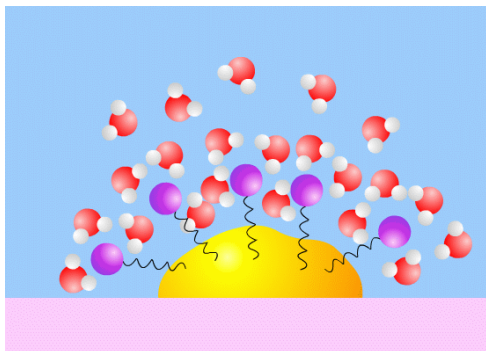
V trdnih milih so natrijeve, v mazavih toaletnih milih pa kalijeve soli višjih maščobnih kislin. V verigi aniona mila mora biti več kot 12 in manj kot 18 ogljikovih atomov. Mila z več kot 18 atomi ogljika v verigi so slabo topna v vodi. Vodne raztopine mil so rahlo bazične, njihov pH je največ 10.

Za mila uporabljajo govejo maščobo, pa tudi kokosovo ali palmovo olje. Pri hidrolizi nastanejo soli maščobnih kislin. Po reakciji dobimo iz raztopine trdno surovo milo z dodatkom natrijevega klorida. Surovo milo moramo očistiti, ker vsebuje med drugim tudi natrijev ali kalijev hidroksid in natrijev klorid.

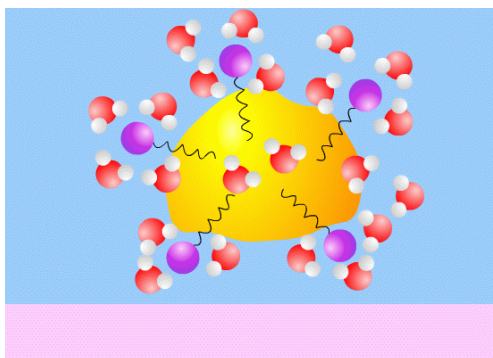
Model 3. Delovanje mila.



Ko pride milo v stik z umazanijo, se delci mila z nepolarnim delom povežejo z nepolarnimi delci maščob in jih odtrgajo iz površine tkanine.



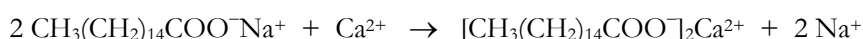
Nepolarne molekule umazanije so obdane z nepolarnim delom delcev mila. Proti vodi pa je usmerjen polaren del delcev mila.



Nastale kapljice maščobe, obdane z delci mila, se porazdelijo v vodi. Nastane emulzija maščobe v vodi, ki jo z vodo speremo s tkanine.



Milo se najbolje peni v deževnici, v kateri so raztopljeni le plini iz zraka. Deževnica je mehka voda in ne vsebuje kalcijevih Ca^{2+} , magnezijevih Mg^{2+} in hidrogenkarbonatnih HCO_3^- ionov, ki so v trdi vodi. Kalcijevi in magnezijevi ioni tvorijo kalcijeve in magnezijeve soli maščobnih kislin, ki se slabo topijo v vodi. Te soli se izločajo, zato potrebujemo pri pranju več mila.



natrijeva sol maščobne kisline

kalcijev sol maščobne kisline

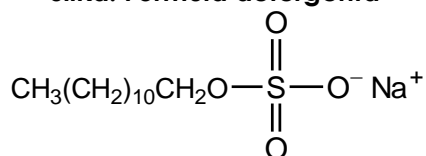
topna v vodi

slabo topna v vodi

Sintetični detergenti

Detergente naredijo v tovarnah. Imajo podobno zgradbo kot mila. V trdi vodi pa naj ne bi z ioni Ca^{2+} , Mg^{2+} in Fe^{2+} tvorili netopnih soli. Detergenti vsebujejo tudi sredstva za mehčanje vode.

Slika: Formula detergenta



Ključna vprašanja

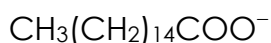
1. Primerjaj produkte pri hidrolizi iste maščobe v kislem in v bazičnem mediju?

V obeh primerih nastane propan-1,2,3-triol. Pri hidrolizi v kislem mediju nastanejo maščobne kisline, v bazičnem pa soli maščobnih kislin.

2. Koliko atomov ogljika je v verigi anionov mil?

V verigi anionov mil mora biti več kot 12 in manj kot 18 ogljikovih atomov.

3. Podan je racionalni zapis aniona v milu. Imenuj anion in v zapisu označi nepolarni in polarni del.



palmitatni ion, nepolarni del je veriga atomov ogljika, polarni del pa karboksilatni ion

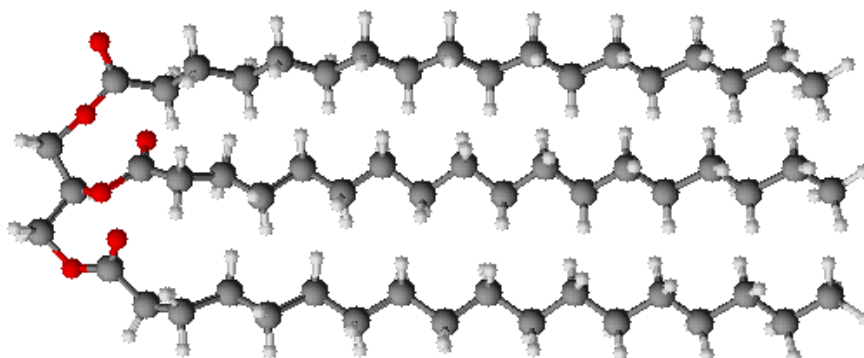
4. Razloži, kako se anioni mila pri pranju vežejo na molekule maščobe.

Pri pranju se anioni mila z nepolarnim delom povežejo z nepolarnimi molekulami maščob in jih odtrgajo iz površine.

Naloge za vajo

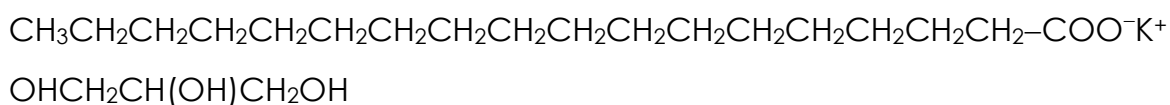
1. Kateri produkti nastanejo pri kisli hidrolizi maščobe, katere model molekule je na sliki?

Model molekule maščobe:



Glicerol in oktadekanojska ali stearinska kislina

2. Napiši produkte pri hidrolizi iste maščobe kot v zgornji nalogi z vodno raztopino kalijevega hidroksida.



3. Pri pranju v trdi vodi porabimo za enako količino perila več mila kot pri pranju v mehki vodi. Razloži, zakaj.

V trdi vodi so kalcijevi Ca^{2+} , magnezijevi Mg^{2+} in hidrogenkarbonatni HCO_3^- ioni. Kalcijevi in magnezijevi ioni tvorijo kalcijeve in magnezijeve soli maščobnih kislin, ki so slabo topne v vodi. Ta del mila se ne porabi za pranje.

Ali razumem?

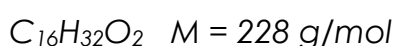
1. Kokosovo olje segrevamo v vodni raztopini kalijevega hidroksida. Potekla je hidroliza maščob. Predvidi, kateri anion nastane, če veš, da je v maščobah kokosovega olja vezana tudi miristinska kislina z molekulsko formulo $C_{14}H_{28}O_2$. Napiši racionalni zapis aniona, ki nastane. Kateri kationi je vezan na ta anion?



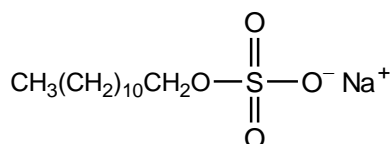
kalijeve kationi

Problemska naloga

1. Pri pranju so ugotovili, da je nastala v vodi težko topna spojina s formulo: $[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COO}^-]_2\text{Ca}^{2+}$. Kakšno vodo smo uporabljali za pranje? Napiši molekulske formule maščobne kisline, ki je bila vezana na maščobo iz katere smo dobili milo. Izračunaj njeno molsko maso.

| trdo vodo |


2. Podana je formula detergenta. Primerjaj formulo detergenta s formulo natrijevega mila dodekanojske kisline. V čem sta si formuli podobni in v čem se razlikujeta? V formuli detergenta označi iona.



V obeh formulah je v verigi vezanih dvanajst ogljikovih atomov. Iz obeh formul je razvidno, da predstavljata ionski spojini. Iz formule detergenta je razvidno, da vsebuje vezane atome žvepla.



Učna enota: Katerih snovi pojemo največ z mesom, jajci ali mlekom?

Zakaj se to učim?

Beljakovine tvorijo okoli 50 % vse suhe mase celice in so strukturno najbolj zapletene biološke makromolekule. Vsaka beljakovina ima značilno strukturo in funkcijo. Poznavanje zgradbe in strukture beljakovin je pomembno za nadaljnje razumevanje kemijskih procesov v organizmih in s tem tudi za poznavanje zdrave prehrane človeka.

Učni cilji

- poznati pomen beljakovin za človeka
- poznati osnovne gradnike beljakovin

Učni dosežki

- iz formul molekul izbrati formulo molekule beljakovine
- razumeti kemijsko zgradbo molekule aminokisline
- poznati nekatere lastnosti aminokislin

Predhodno znanje

- poznati osnovno strukturo organskih molekul
- poznati nekatere osnovne funkcionalne skupine organskih molekul
- poznati osnovne zakonitosti simbolnega kemijskega jezika

Viri

V primeru težav pri reševanju problemov si pomagaj z učbenikom za kemijo za 9. razred osnovne šole in/ali medmrežjem.

Novi pojmi



Beljakovina, protein, molekula aminokisline, esencialnost

Podatki in modeli

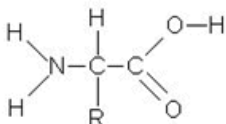
Ko govorimo o beljakovinah, se navadno spomnimo na meso, jajca in mleko. Ta živila živalskega izvora so najpomembnejši vir beljakovin v naši hrani. V jajcu je približno 7 g beljakovin, v kozarcu mleka 8 g in v 8,5 dag težkem zrezku preko 20 g beljakovin. Beljakovine so tudi v stročnicah, žitih in semenih. Približno 90 g leče, soje, graha, kikirikija ali fižola vsebuje od 6 do 10 g beljakovin. Tudi kruh, testenine in riž so pomemben vir beljakovin. Čeprav so rastlinske beljakovine manj izkoriščene kot živalske beljakovine pri gradnji beljakovin v človeškem telesu, lahko pestra rastlinska prehrana zadosti človekove potrebe po beljakovinah in s tem tudi po aminokislinah.

Tako sta v Mehiki glavni vir beljakovin fižol in riž, v Indiji leča in riž, na Kitajskem pa soja. Z rastjo standarda prebivalstvo običajno tudi raste v prehrani količina živalskih beljakovin. Povprečno je v hrani prebivalca ZDA dnevno 100 g beljakovin, kar skoraj dvakrat presega dnevno potrebo. Prehrana rastlinskega izvora zagotavlja tudi B vitamine, mineralne snovi, ki vsebujejo železo, cink in kalcij, maščobe z vezanimi nenasičenimi maščobnimi kislinami ter vlaknine. Prehrana živalskega izvora vsebuje malo vlaknin in maščobe s pretežno nasičenimi maščobnimi kislinami. Sodobna zdrava prehrana naj bi bila vsebovala predvsem žita, zelenjavo, sadje in manjše količine mesa.

Vse beljakovine so zgrajene iz aminokislin, ki so povezane med seboj v verige. V beljakovinah najdemo okoli dvajset različnih aminokislin. Zgradba molekul beljakovin je različna. Razlikujejo se v aminokislinah, ki jih vsebujejo, njihovem zaporedju v molekuli in prostorski zgradbi molekule. Vse to določa lastnosti posamezne beljakovine in s tem njene funkcije v organizmih.



Model 1. Vse aminokisline imajo enako splošno formulo.

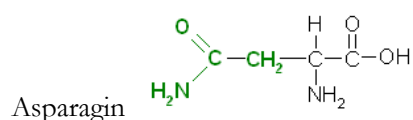
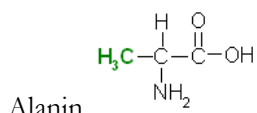
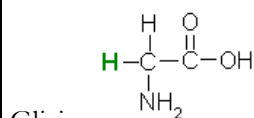


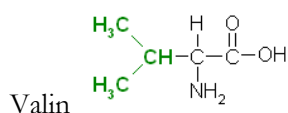
Enajst aminokislin nastane v organizmu odraslega človeka, devet pa jih moramo dobiti z ustrezno beljakovinsko prehrano. Teh devet nujno potrebnih aminokislin imenujemo esencialne aminokisline. Molekule aminokislin se razlikujejo med seboj glede na stransko verigo (R).

Tabela 1. V tabeli so podane aminokisline vezane v beljakovinah organizmov. Podane so tudi okrajšave njihovih imen.

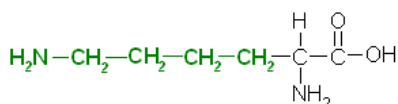
Esencialne aminokisline		Neesencialne aminokisline	
Histidin	His	Alanin	Ala
Izolevcin	Ile	Arginin*	Arg
Levcin	Leu	Asparagin	Asn
Lizin	Lys	Asparaginska kislina	Asp
Metionin	Met	Cistein*	Cys
Fenilalanin	Phe	Glutaminska kislina	Glu
Treonin	Thr	Glutamin*	Gln
Triptofan	Trp	Glicin*	Gly
Valin	Val	Prolin*	Pro
		Serin	Ser
		Tirozin*	Tyr

Model 2. Strukturne formule nekaterih aminokislin.

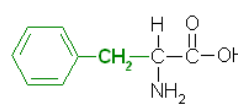




Lizin



Fenilalanin



Beljakovine, ki jih zaužijemo s hrano, se v telesu razgradijo na aminokisline, ki se porabijo za gradnjo novih človeku lastnih beljakovin. Če posamezne esencialne aminokisline z beljakovinami organizem ne dobi, ne morejo v organizmu nastati nove beljakovine, potrebne za življenje. Nekatere aminokisline (v tabeli označene z zvezdico) so esencialne za človeka, ker v našem telesu ne morejo nastati.

Večina živalskih beljakovin vsebuje vse aminokisline, zato pravimo, da so to popolne beljakovine. Nekatere živalske in še zlasti rastlinske beljakovine pa ne vsebujejo vseh esencialnih aminokislin, zato so to nepopolne beljakovine. Odrasel človek potrebuje okoli 7 g esencialnih aminokislin na dan, od tega kar 2 g metionina. Pomena esencialnih aminokisline se morajo še posebej zavedati vegetarijanci, saj mora organizem dobiti vse esencialne beljakovine v zadostni količini. Koruza tako nima lizina in triptofana, riž nima lizina in treonina, pšenica nima lizina in celo soja, ki velja za najboljši rastlinski vir aminokislin ima zelo malo metionina. To pomeni, da je za vegetarijance še toliko bolj pomembna pestra rastlinska prehrana z ustrezno kombinacijo različnih rastlinskih beljakovin. Le rastlinska hrana pa za odraščajočega otroka vseeno ni dovolj bogata z vsemi esencialnimi aminokislinami, zato je treba hrani dodajati tudi živalske beljakovine.

Ključna vprašanja

1. Ali zadostuje le pestra rastlinska hrana za normalno delovanje organizma odraslega človeka? Utemelji svoj odgovor.

Da. Ker vsebuje dovolj ustreznih beljakovin in s tem tudi esencialnih aminokislin.



2. V katerih rastlinah so beljakovine, ki vsebujejo aminokisline, potrebne za uravnoteženo prehrano človeka?

V stročnicah.

3. Kaj je skupnega beljakovinam rastlinskega in živalskega izvora?

Vse beljakovine so zgrajene iz aminokislin, ki so povezane med seboj v verige.

4. Kaj pomeni beseda esencialno, če jo slišimo v povezavi z beljakovinami v prehrani?

Beseda esencialno pomeni, da potrebuje naš organizem tudi take aminokisline, ki jih sam ne more izdelati in jih mora dobiti s hrano, torej so za človeka nujno potrebne oz. esencialne aminokisline.

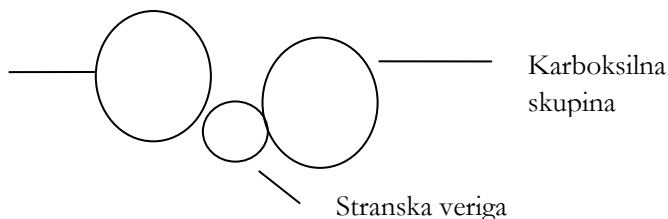
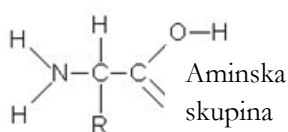
5. Naštej imena in okrajšave vseh esencialnih aminokislin.

Histidin (His), Isolevcin (Ile), Levcin (Leu), Lizin (Lys), Metionin (Met), Fenilalanin (Phe), Treonin (Thr), Triptofan (Trp) in Valin (Val).

6. Ali vse rastlinske beljakovine vsebujejo vse esencialne aminokisline? Odgovor utemelji.

Ne. V različnih rastlinah so različne beljakovine, ki vsebujejo značilne aminokisline. V beljakovinah določenih rastlin ni nekaterih aminokislin, kot na primer: npr. koruza nima lizina in triptofana, riž nima lizina in treonina, pšenica nima lizina. Pestra rastlinska prehrana lahko zagotovi vse esencialne aminokisline, pri tem je tudi pomembno, da jih zaužijemo v zadostni količini.

7. Podana je splošna formula aminokisline. V formuli označi značilne skupine in jih imenuj.



8. Kakšna je zgradba vseh aminokislin, kaj imajo skupnega in v čem se razlikujejo?

V vseh molekulah aminokislin je centralni ogljikov atom, na katerega so vezane štiri različne skupine: vodikov atom, aminska skupina $-\text{NH}_2$, karboksilna skupina $-\text{COOH}$ in četrta skupina, ki se v aminokislinah razlikuje. Ta skupina je značilna za posamezno aminokislino in določa njene lastnosti.

9. Zapiši strukturno formulo funkcionalne skupine v molekuli aminokisline, ki je značilna za organske kisline.

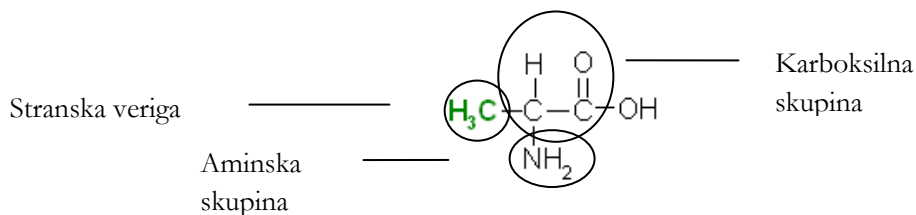


10. Zapiši strukturno formulo funkcionalne skupine v molekuli aminokisline, ki je značilna za baze.



Naloge za vajo

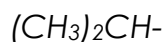
1. Napiši strukturno formulo aminokisline z oznako Ala, če veš, da je na centralni ogljikov atom vezana metilna skupina. V formuli molekule označi posamezne skupine.



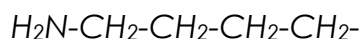
2. Analiziraj strukturne formule molekul aminokislin na sliki 1 in napiši racionalne formule tistih delov molekul, ki razlikujejo molekule posameznih aminokislin med seboj. Posamezne dele aminokislin označi z okrajšavami njihovih imen.



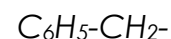
Asn



Val



Lys



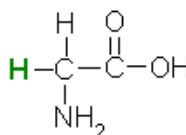
Phe

Ali razumem?

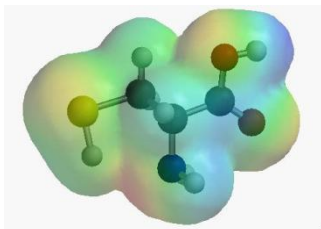
1. V kateri vrsti hrane, rastlinskega ali živalskega izvora, je več beljakovin?
V katerih beljakovinah rastlinskih ali živalskih je vezanih več različnih esencialnih aminokislin?

V živalski, ker vsebujejo živalske beljakovine vse za človeka potrebne esencialne aminokislino, nekatere rastlinske beljakovine pa nimajo določenih esencialnih aminokislin.

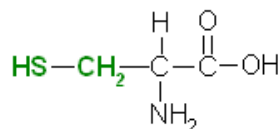
2. Zapiši formulo glicina, če veš, da je to najenostavnejša aminokislina. Najenostavnejša pomeni to, da v stranski verigi ni nobene skupine, ki bi vsebovala ogljikov atom.



3. Na sliki je model aminokislina cistein. Napiši strukturno formulo cisteina.



Rešitev:



Problemski nalogi

1. Ali ima aminokislina kisle ali bazične lastnosti, je odvisno od strukture stranske verige. Poleg formul aminokislin v tabeli zapiši v drugi stolpec N, če je aminokislina nevtralna, K, če je kislina, in B, če je bazična. V tretjem stolpcu utemelji svojo odločitev.

Formula molekule aminokisline in okrajšava imena	N/K/B	Utemeljitev odločitve
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \quad \quad \quad \\ \text{NH}_2 \quad \quad \quad \text{H} \end{array}$ <p>Ile</p>		
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N} \\ \diagup \\ \text{C}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \diagdown \quad \quad \quad \\ \text{H}_2\text{N} \quad \quad \quad \text{NH}_2 \end{array}$ <p>Arg</p>		
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad \text{NH}_2 \quad \quad \quad \text{H} \end{array}$ <p>Asp</p>		

Rešitev:

Formula molekule aminokisline in okrajšava imena	N/K/B	Utemeljitev odločitve
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \quad \quad \quad \\ \text{NH}_2 \quad \quad \quad \text{H} \end{array}$ <p>Ile</p>	N	V stranski verigi so vezani le ogljikovi atomi, kar ne doprinese h kislim odnosno bazičnim lastnostim aminokisline.
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N} \\ \diagup \\ \text{C}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \diagdown \quad \quad \quad \\ \text{H}_2\text{N} \quad \quad \quad \text{NH}_2 \end{array}$ <p>Arg</p>	B	V stranski verigi sta vezani dve amini skupini, kar poveča bazične lastnosti aminokisline.
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad \text{NH}_2 \quad \quad \quad \text{H} \end{array}$ <p>Asp</p>	K	V stranski verigi je vezana karboksilna skupina, kar doprinese h kislim lastnostim aminokisline.

2. Beljakovine določamo v vzorcih hrane z biuretsko reakcijo.

Navodila za izvedbo poskusa:

- Izvedi poskus s tremi snovmi (moka, želatina v prahu, sladkor) in vodo.



- Za noževno konico posameznih snovi daj v posamezno epruveto in epruvete ustrezno označi.
- V vsako nalij 5 mL vroče vode ter močno pretresi..
- V četrto epruveto daj le 5 mL vode.
- V vse epruvete dodaj 1 mL 10 % vodne raztopine natrijevega hidroksida in 3 kapljice 0,5 % bakrovega sulfata ter dobro pretresi.
- Opazuj spremembe in opažanja zapiši v tabelo.

Oznaka epruvete	Snov	Opažanja	Vsebnost beljakovin (+ / -)

Rešitve:

Oznaka epruvete	Snov	Opažanja	Vsebnost beljakovin (+ / -)
M	Moka	Rahlo vijolično obarvanje zmesi	+
Ž	Želatina	Vijolično obarvanje zmesi	+
S	Sladkor	Modra raztopina	-
V	Voda	Modra raztopina	-

2.1. Kaj si opazil pri poskusu, ko si z vodo naredil biuretsko reakcijo? Zakaj si pri poskusu uporabil vodo?

Ker vem, da voda ne vsebuje beljakovin in je kontrolna snov pri poskusu. V primeru, da se zmes v določeni epruveti obarva tako kot pri vodi - modro pomeni to, da ta vzorec ne vsebuje beljakovin.

2.2. V katerih vzorcih si dokazal, da vsebujejo beljakovine? Po čem to sklepaš?

Vzorci z moko in želatino se po dodatkov reagentov obarvata vijolično, torej drugače, kot se je po dodatku reagentov obarvala voda.



- 2.3. Na kaj lahko sklepamo na osnovi obarvanja moka in želatine v primerjavi z obarvanjem vode?

Moka in želatina vsebujeta beljakovine. Vijolično obarvanje je dokaz za vsebnost beljakovin.

- 2.4. Ali so v vzorcih, v katerih smo dokazali beljakovine, tudi aminokisline?
Odgovor utemelji.

Da, ker so beljakovine sestavljene iz aminokislin.

- 2.5. Kaj lahko sklepaš iz poskusa s sladkorjem?

Vodna raztopina sladkorja je modre barve (negativna biuretska reakcija), sladkor ne vsebuje beljakovin.

- 2.6. Kako dobimo moko?

Moka je zmleto pšenično zrno, torej je rastlinskega izvora.

- 2.7. Kako dobimo želatino?

Želatino pripravijo s kuhanjem hrustanca in kož goveda.

- 2.8. Kako dobimo sladkor?

Sladkor pripravijo iz soka, ki ga pridobijo iz gomoljev sladkorne pese ali stebel sladkornega trsa.

- 2.9. Ali lahko na osnovi poskusa sklepaš, da hrana rastlinskega izvora vsebuje beljakovine? Odgovor utemelji.

Da, ker moka vsebuje beljakovine (pozitivna biuretska reakcija) in je rastlinskega izvora.



Učna enota: Kako naše telo izkorišča beljakovine, ki jih pojemo?

Zakaj se to učim?

Beljakovine, ki jih pojemo s hrano, se v prebavilih (želodec in ozko črevo) s sodelovanjem encimov, ki so tudi beljakovine in jih izloča želodčna sluznica ter trebušna slinavka, razgradijo v aminokisline. Aminokisline gredo skozi močno nagubano steno tankega črevesa v kri. Po krvi se prenesejo do vseh celic telesa, kjer se iz teh aminokislin tvorijo telesu lastne beljakovine ter druge snovi, potrebne za delovanje telesa.

Učni cilji

- razumeti, kako iz beljakovin nastanejo aminokisline in obratno
- spoznati, kako so aminokisline med seboj povezane v peptide oz. beljakovine

Učni dosežki

- z uporabo formul aminokislin zapisati formulo določenega peptida
- razumeti nastanek peptidne vezi med dvema molekulama aminokisline
- poznati lastnosti razgradnje beljakovin med prebavo v organizmu

Predhodno znanje

- poznati osnovno strukturo organskih molekul
- poznati nekatere osnovne funkcionalne skupine organskih molekul
- poznati osnovne zakonitosti simbolnega kemijskega jezika
- Učna enota 1: Česa pojemo največ z mesom, jajci ali mlekom?

Viri

V primeru težav pri reševanju problemov si pomagaj z učbenikom za kemijo za 9. razred osnovne šol in/ali medmrežjem.

Novi pojmi

Peptid, peptidna vez, prebava beljakovin

Podatki in modeli

Aminokisline se povezujejo med seboj z vezjo, ki nastane pri reakciji dveh molekul aminokislin.

Aminska skupina ene molekule aminokisline se poveže s karboksilno skupino druge molekule aminokisline. Pri tem izstopi molekula vode. Vez, ki nastane med dvema molekulama aminokislin, imenujemo amidna vez, v beljakovinah pa jo imenujemo tudi peptidna vez. Potekla je reakcija polimerizacije. Tako polimerizacijo imenujemo tudi kondenzacijska polimerizacija, ker pri tej reakciji pogosto izstopa voda ali druga nizkomolekularna spojina.

Model 1. Povezovanje dveh aminokislin predstavljenih s splošno formulo v dipeptid.



Dve aminokislini, povezani s peptidno vezjo, tvorita dipeptid, tri aminokisline pa tripeptid. Veliko povezanih aminokislin tvori polipeptid. Polipeptide z velikim številom povezanih aminokislin imenujemo beljakovine ali proteine. Poznamo polipeptide z nekaj deset do nekaj tisoč aminokislinskimi enotami. Osnovni podatek o strukturi beljakovine je zaporedje aminokislin, povezanih v verigi. To zaporedje je za vsako beljakovino zapisano v enem genu, ki pomeni zaporedje enot v molekuli deoksiribonukleinske kisline (DNA) vsake celice organizma. Osnovna peptidna veriga ima lahko različne oblike, tako da je lahko zvita tudi v vijačnico. Deli verig niso vedno zviti v vijačnico. Molekule nekaterih beljakovin sestavlja lahko več verig, ki se zvijejo v klobčič. V prostoru je struktura beljakovine natanko določena. V človeškem telesu je približno



100.000 različnih beljakovin, vsaka med njimi ima svoj pomen za delovanje organizma. Tako so vsi encimi beljakovine.

V želodcu povzroči klorovodikova kislina spremembe beljakovin tako, da encim pepsin beljakovinske verige lažje razcepi v krajše verige in na posamezne aminokisline. V ozkem črevesju se nadaljuje cepitev peptidnih vezi ob sodelovanju encimov trebušne slinavke. Celice v sluznici črevesa absorbirajo posamezne aminokisline, dipeptide in tripeptide. V celicah se dipeptidi in tripeptidi razgradijo v posamezne aminokisline. Absorbirane aminokisline potujejo po krvi do jeter, ki usmerjajo nadaljnjo porazdelitev aminokislin po telesu in vodijo njihovo pretvorbo.

Zanimivost

Sladilo aspartam je metilni ester dipeptida, ki nastane iz aminokislin asparaginske kisline in fenilalanina. V človeškem telesu se sladilo aspartam razgradi na aminokislini. Del molekul fenilalanina se v organizmu ob sodelovanju encimov v jetrih pretvori v molekule tirozina. V primeru, da v organizmu ta encim manjka zaradi dedne bolezni fenilketonurije, se aminokislina fenilalanin kopiči v organizmu. To povzroča resne zdravstvene probleme, kot so poškodbe možganov in s tem umska zaostalost. Osebe brez teh encimov ne smejo uživati sladila aspartama, in nikakršne hrane, ki v beljakovinah vsebuje veliko vezane aminokisline fenilalanin. Aspartam je pogosto v hrani, na primer v jogurtih brez sladkorja.

Ključna vprašanja

1. Kako imenujemo spojine, ki nastanejo, če se povežeta dve, tri ali več aminokislin med seboj?

Peptidi.



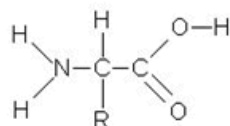
2. Poimenuj dve funkcionalni skupini, ki sodelujeta pri povezovanju aminokislin med seboj.

Karboksilna in aminska skupina.

3. Kako imenujemo kemijsko reakcijo, ki poteče med dvema aminokislinama?

Polimerizacija ali kondenzacijska polimerizacija.

4. Napiši splošno strukturno formulo monomerne enote v polipeptidu?



5. Zakaj imenujemo reakcijo nastanka peptida kondenzacijska polimerizacija?

Polimerizacijska kondenzacija je reakcija med dvema različnima funkcionalnima skupinama dveh aminokislin in pri tem se odcepi molekula vode.

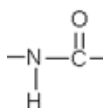
6. Kako imenujemo vez, ki nastane med dvema funkcionalnima skupinama, ki sta značilni za aminokislino?

Amidna vez.

7. Kako lahko še drugače imenujemo to vez, če se povežeta dve aminokislini?

Peptidna vez.

8. Napiši strukturno formulo vezi med dvema aminokislinama.





9. Kaj v organizmih določa zaporedje aminokislin, vezanih v beljakovinsko molekulo?

Gen v DNK vsake celice.

10. Kje v telesu se cepijo peptidne vezi v molekulah beljakovin?

V želodcu in ozkem črevesu.

11. Kaj nastane pri prebavi beljakovin v ozkem črevesu?

Dipeptidi, tripeptidi in posamezne aminokisline.

12. Kaj je aspartam in za kaj se uporablja?

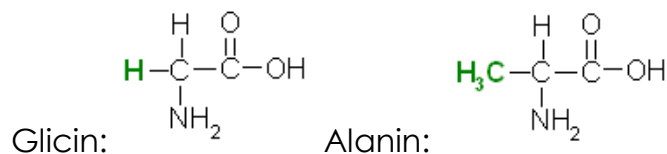
Dipeptid sestavljen iz aminokislin fenilalanina in asparaginske kisline, uporablja pa se kot sladilo.

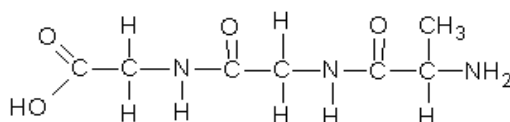
13. Kaj je fenilketonurija?

Dedna bolezen, ko primanjkuje encima, ki spremeni fenilalanin v tirozin v organizmu in zato povzroči kopičenje fenilalanina poškodbe možganov in umsko zaostalost.

Naloge za vajo

1. Napiši strukturno formulo tripeptida, ki nastane iz dveh molekul aminokisline glicina in ene molekule aminokisline alanina. Podani sta formuli obeh aminokislin. Zaporedje aminokislin v tripeptidu je glicin-glicin-alanin. V tripeptidu označi peptidni vezi.





2. Zaporedje vezanih aminokislin v peptidih označujemo z okrajšavami imen aminokislin, ki jih sestavljajo. Okrajšave povežemo med seboj z vezajem, ki ponazarja peptidno vez. Zaporedje aminokislin v tripeptidu v prejšnji nalogi zapišemo kot Gly-Gly-Ala. Ali so možne še druge povezave teh treh aminokislin?

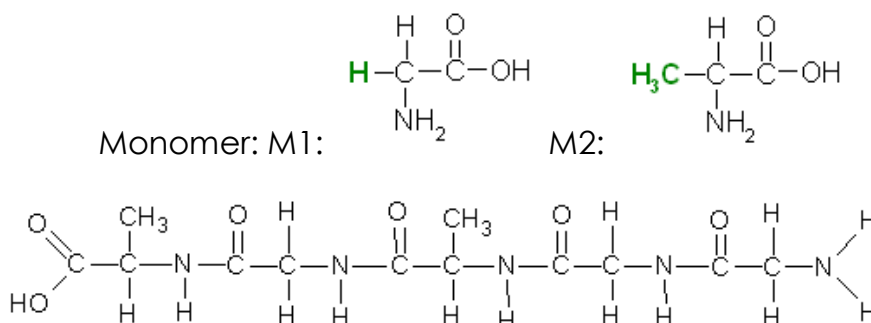
Poleg zaporedja aminokislin Gly-Gly-Ala sta možni še dve zaporedji: Gly-Ala-Gly in Ala-Gly-Gly.

Ali razumem?

1. Pojasni, zakaj je črevesna sluznica (notranja površina ozkega črevesa) močno nagubana?

Ker se tako poveča površina sluznice in se lahko več snovi vsrka v kri in limfo.

2. Napiši polimer, ki nastane med monomeri M1 in M2; zapišemo pa ga kot M2-M1-M2-M1-M1. V nastalem polimeru označi vse amidne ali peptidne vezi.



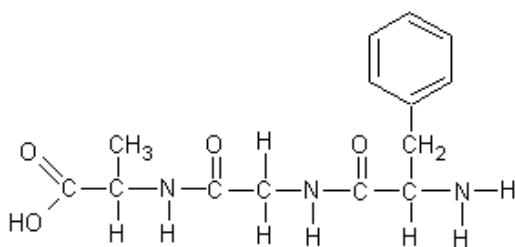
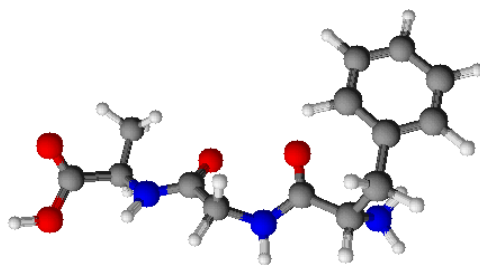
Rešitev:

3. Zakaj ljudje, ki imajo fenilketonurijo, ne smejo jesti hrane, sladkane s sladilom aspartam?

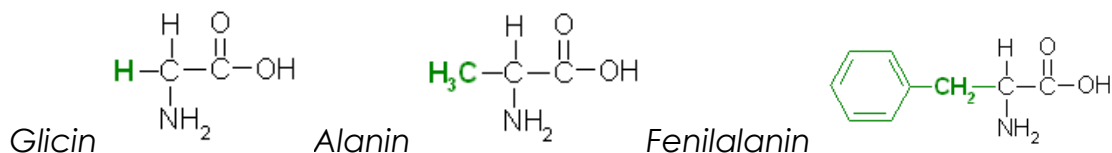
Sladilo aspartam je metilni ester dipeptida, ki ga tvorita aminokislini asparaginska kislina in fenilalanin. V človeškem telesu se sladilo aspartam razgradi na ti dve aminokislini. Del molekul fenilalanina se v organizmu ob sodelovanju encimov v jetrih pretvori v molekule tirozina. V primeru, da v organizmu ta encim manjka zaradi dedne bolezni fenilketonurije, se aminokislina fenilalanin kopiči v organizmu. To povzroča resne zdravstvene probleme, kot so poškodbe možganov in s tem umska zaostalost.

Problemske naloge

1. Iz modela zapiši strukturno formulo tripeptida. Napiši formule aminokislin, ki so vezane v tripeptidu in jih imenuj. Tripeptid ponazori z zapisom, v katerem uporabiš okrajšave imen aminokislin.

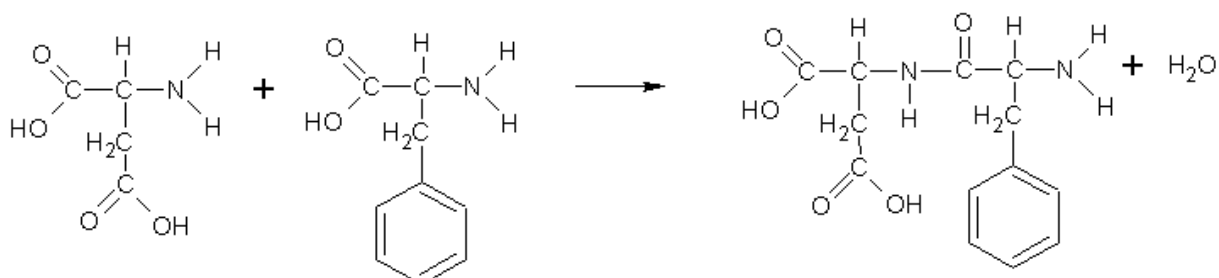


Rešitev:

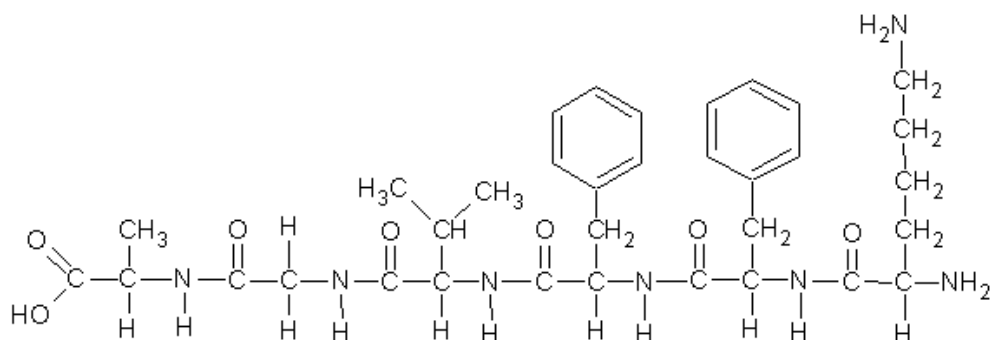


Ala-Gly-Phe

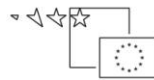
2. Napišite reakcijsko shemo nastanka dipeptida, ki je osnova za pripravo sladila aspartama.



3. Napiši heksapeptid, ki ga lahko ponazorimo z zapisom Ala-Gly-Val-Phe-Phe-Lys. Koliko peptidnih vezi je v tem heksapeptidu?



Pet



Učna enota: Kakšno vlogo imajo beljakovine v našem telesu?

Zakaj se to učim?

Beljakovine imajo v organizmih različne funkcije: sestavljajo telo organizmov in omogočajo potek kemijskih reakcij v celicah. Vsaka celica živi le toliko časa, kolikor se v njej tvori energijsko bogata snov, ki ji pravimo s kratico ATP. Nastanek te in vseh ostalih snovi, ki se v celicah pri kemijskih reakcijah stalno spreminjajo, omogočajo beljakovine, imenovane encimi. Zato lahko rečemo, da so beljakovine tiste snovi, zaradi katerih lahko živimo.

Učni cilji

- spoznati, kakšna je funkcija različnih beljakovin v telesu

Učni dosežki

- razlikovati med globularnimi in fibrilarnimi beljakovinami
- znati naštetih funkcije beljakovin v telesu
- razumeti funkcijo encimov v celici
- poznati funkcijo transportnih in obrambnih beljakovin

Predhodno znanje

- Učna enota 1: Česa pojemo največ z mesom, jajci ali mlekom?
- Učna enota 2: Kako naše telo izkorišča beljakovine, ki jih pojemo?

Viri

V primeru težav pri reševanju problemov si pomagaj z učbenikom za kemijo za 9. razred osnovne šol in/ali medmrežjem.

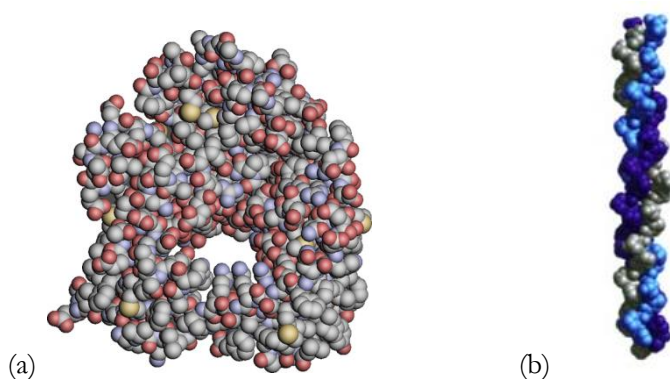
Novi pojmi

Fibrilarne beljakovine, globularne beljakovine, encimi, transportne beljakovine, obrambne beljakovine

Podatki in modeli

Glede na obliko molekul poznamo vlaknaste (fibrilarne) in kroglaste (globularne) beljakovine.

Model 1. Globularna beljakovina encim (a) in fibrilarna beljakovina kolagen (b) (vir: Wikipedia).



Molekule vlaknastih beljakovin so med seboj povezane z vezmi in so zato v vodi slabo topne in občutljive za delovanje močnih kislin. Kroglaste beljakovine so zelo občutljive na toploto, povečano koncentracijo elektrolitov (kislin, baz in soli) in na spremembo pH. Pri tem se iz raztopine izločijo beljakovine kot trdne snovi. Proces imenujemo denaturacija. Spremeni se struktura beljakovin. Posledica tega je, da ne morejo več opravljati svojih pravih funkcij v organizmu.

Vlaknaste beljakovine so v celicah kože, dlakah, nohtih (keratin), kitah (elastin), obstajajo pa tudi kot medcelični vezni material (kolagen). Pri športu in drugih telesnih aktivnostih lahko povečamo mišično maso in s tem količino beljakovin. Najbolj razširjena beljakovina v telesu je kolagen, ki povezuje celice in je beljakovinska osnova kosti in zob. V primeru, da hrana ne vsebuje dovolj beljakovin, se mišična masa zmanjša, koža ni več elastična, lasje se



tanjšajo in začnejo izpadati. V šamponih in kremah so beljakovine, ki naj bi pospešile gradnjo beljakovin v koži in laseh. Vlaknaste beljakovine so tudi v svili in pajkovih mrežah.

Kroglaste (globularne) beljakovine so v telesnih tekočinah in tekočinah znotraj celic in so večinoma dobro topne v vodi. V to skupino beljakovin prištevamo encime, transportne beljakovine, obrambne beljakovine, hormone, beljakovine kot zalogo hrane in strupe (toksine).

Tabela 1. Pomen globularnih beljakovin za organizme.

Globularna beljakovina	Pomen za organizme
encimi	pospešujejo in uravnavajo potek kemijskih reakcij v organizmih
transportne beljakovine	sodelujejo pri prenosu kisika, maščob in drugih snovi v organizmu
obrambne beljakovine	so pomembne pri odstranjevanju virusov in strupov iz organizma
hormoni	regulirajo delovanje organizma (npr. inzulin regulira koncentracijo glukoze v krvi)
beljakovine kot zaloga hrane	so zaloga hrane razvijajočemu se organizmu (npr. ovalbumin v jajčnem beljaku, kazein v mleku)
strupi (toksini)	strupene beljakovine, ki jih izločajo nekateri mikroorganizmi (npr. povzročitelji tetanusa, antraksa, davece), so lahko v strupih nekaterih kač in žuželk

(VIŠJA RAVEN)

Encimi

Kemijske reakcije v organizmih, pri katerih nastane iz ene vrste molekul druga vrsta, potekajo ob sodelovanju encimov. Brez encimov bi potekale te reakcije tako počasi, da življenje ne bi bilo mogoče. Encimi so katalizatorji. To pomeni, da povečajo hitrost kemijske reakcije. Encime imenujemo tudi biokatalizatorji, ker pospešujejo reakcije metabolizma v živih organizmih. Pri tem se ne spremenijo. Vsaka reakcija pri nastanku adenozin trifosfata (ATP), nastanku in razpadu ogljikovih hidratov, maščob in beljakovin zahteva ustrezno beljakovino–encim s specifično zgradbo. Encim, ki se mu spremeni zgradba, ne more več sodelovati kot katalizator pri določeni kemijski reakciji. Encimi



nastanejo v celicah. Pri nekaterih boleznih (npr. pri cistični fibrozi, ko trebušna slinavka ne deluje) morajo bolniki med hranjenjem jemati kapsule z encimi.

Transportne beljakovine

Transportne beljakovine sodelujejo pri prenosu snovi v organizmu. Hemoglobin, ki obarva eritrocite v krvi rdeče, veže v pljučih molekule kisika in jih prenaša do drugih organov v telesu. V hemoglobinu je poleg barvila hem tudi beljakovina globin. Beljakovine prenašajo tudi lipide (to je skupina spojin, v katero spadajo tudi maščobe in voski, sestavljeni lipidi in steroli - najbolj znan je holesterol) po krvi iz jeter do drugih celic v organizmu in nazaj. Pri prenosu npr. vitamina A in drugih v lipidih topnih vitaminov v telesu sodeluje posebna beljakovina. Tudi če s hrano dobi organizem vitamin A, le-ta zaradi pomanjkanja beljakovine, ki ga prenaša po telesu, ne pride do mišic.

Obrambne beljakovine

Koža je pretežno iz beljakovin in je zaščita pred vdorom bakterij in virusov v telo. Beljakovine v krvi sodelujejo pri njenem strjevanju, če si kožo ranimo in nam teče kri. Imunski sistem organizma se bori proti bakterijam in virusom tako, da nastanejo v telesu posebne beljakovine, ki jih imenujemo protitelesa. Vsako protitelo ima značilno zgradbo, ki mu omogoča, da se veže na določeno bakterijo ali virus. Če se kasneje zopet okužimo z istim povzročiteljem bolezni, je imunski sistem že pripravljen za nastanek protiteles, ki uničijo patogen mikroorganizem. Proti nekaterim nalezljivim boleznim se lahko tudi cepimo. Pri tem v telesu nastanejo protitelesa proti tej bolezni (npr. gripi, rdečkam, tetanusu) in posebne spominske celice, ki pričnejo izdelovati protitelesa, če pridemo v ponoven stik s povzročiteljem bolezni, proti kateremu smo bili cepljeni. Če je imunski sistem organizma oslavljen, se ne odzove ustrezno na infekcijo in je lahko drugače za človeka nenevarna infekcija usodna. Imunski sistem je oslavljen recimo pri bolnikih z AIDS-om



(Acquired Immune Deficiency Syndrome), ki ga povzroča HIV (Human Immunodeficiency Virus). Taki bolniki pogosto umrejo zaradi infekcije, ki je za zdrave ljudi največkrat nenevarna.

(PONOVO OSNOVNI NIVO)

Presnova beljakovin

Z naraščanjem količine beljakovin v naši prehrani raste tudi količina produktov, ki nastanejo pri njihovi presnovi. Glavni produkt presnove beljakovin, ki so dušikove spojine, je sečnina (urea), ki se iz telesa izloča pri delovanju ledvic s sečem. Hrana z visokim deležem beljakovin posredno vpliva tudi na količino vode, ki se izloči iz telesa. Predvsem pri bolnikih z ledvičnimi boleznimi moramo paziti, da prevelika količina proteinov ne povzroči prevelikega izločanja vode, kar dodatno obremeni delovanje ledvic. V prehrani z veliko beljakovin je običajno malo zelenjave, sadja in žit in je predvsem živalskega izvora (meso). V mesu pa so poleg beljakovin tudi maščobe, v katerih so vezane nasičene maščobne kisline in holesterol. To poveča tudi nevarnost za nastanek rakastih obolenj. Slabost take prehrane je tudi, da je energijsko prebogata, saj vsebuje veliko maščob, kar prispeva tudi k povečanju telesne mase.

Rastlinska beljakovinska hrana vsebuje tudi maščobe, v katerih je vezan večji delež nenasičenih maščobnih kislin kot nasičenih, pa še prehranske vlaknine (celuloza). Prehrana naj bo raznovrstna in naj vsebuje tako živalske kot rastlinske beljakovine. Orehi, lešniki, mandlji in druga semena so pomemben vir beljakovin in maščob z nenasičenimi maščobnimi kislinami, kar nas varuje pred srčnimi boleznimi. Pri mleku, jogurtu in sirih pazimo, da jemo take, ki ne vsebujejo veliko maščob. Kruh, riž, testenine in sadje tudi vsebujejo beljakovine, ne vsebujejo pa holesterola. Ta vrsta hrane je tudi pomemben vir prehranskih vlaknin, vitaminov in mineralov.

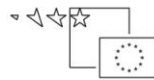


Tabela 2. Vsebnost beljakovin v 100 g nekaterih živil.

Hrana	Masa beljakovin v g
Goveje meso	31,7
Mandlji	18,6
Jajca	12,9
Polnozrnat kruh	10,5
Mleko	3,5
Solata	2,4
Jabolka	0,2

Ključna vprašanja

1. Opiši razliko med globularnimi in fibrilarnimi beljakovinami.

Molekule fibrilarnih ali vlaknastih beljakovin so med seboj povezane z vezmi in so zato v vodi slabo topne. Občutljive so za delovanje močnih kislin. Globularne ali kroglaste beljakovine so v vodi dobro topne. Občutljive so na toploto, povečano koncentracijo elektrolitov (kislin, baz in soli), spremembo pH.

2. Kaj je denaturacija beljakovin?

Če se zaradi povišane temperature ali dodatka kisline v vodno raztopino beljakovin izločijo trdne beljakovine, imenujemo ta pojav denaturacija. Pri tem se spremeni struktura beljakovin. Posledica tega je, da ne morejo več opravljati določenih funkcij v organizmu.

3. Kje v telesu najdemo fibrilarne beljakovine?

Fibrilarne ali vlaknaste beljakovine najdemo v celicah kože, dlakah, nohtih (keratin), kitah (elastin), pa tudi kot medcelični vezni material (kolagen).

4. Katera beljakovina se nahaja v nohtih in laseh ter katera v koži?

Keratin in kolagen.

5. Kakšno vlogo imajo navadno globularne beljakovine?



Globularne ali kroglaste beljakovine so encimi pospešujejo in uravnavajo potek kemijskih reakcij v organizmih; transportne beljakovine sodelujejo pri prenosu kisika, maščob in drugih snovi v organizmu; obrambne beljakovine so pomembne pri odstranjevanju virusov in strupov iz organizma in pri strjevanju krvi; hormoni regulirajo delovanje organizma; beljakovine so zaloga hrane (ovalbumin v jajčnem beljaku, kazein v mleku); strupi, ki jih izločajo nekateri mikroorganizmi (npr. povzročitelji tetanusa, antraksa, davice) in so lahko v strupih nekaterih kač in žuželk.

6. Zakaj pravimo, da so encimi biokatalizatorji?

Encime imenujemo tudi biokatalizatorji, ker pospešujejo reakcije metabolizma v živih organizmih. Pri tem se ne spremenijo.

7. Naštej tri vrste transportnih beljakovin.

Beljakovina globin, ki omogoča prenos kisika v hemoglobinu in beljakovine, ki prenašajo lipide in v vodi netopne vitamine (vitamin A).

8. Kakšno vlogo imajo obrambne beljakovine?

Koža je pretežno iz beljakovin in služi kot zaščita pred vdorom bakterij in virusov v telo. Celjenje ran omogočijo beljakovine v krvi, saj sodelujejo pri strjevanju krvi. Imunski sistem organizma se bori proti bakterijam in virusom tako, da nastanejo v telesu posebne beljakovine, imenovane protitelesa.

9. Kaj je sečnina?

Glavni produkt presnove beljakovin, ki so dušikove spojine, je sečnina (urea), ki se iz telesa izloča pri delovanju ledvic s sečem.

Problemske naloge



1. Pojasni zakaj hrana z veliko beljakovin pripomore k večji porabi vode v telesu?

Ker se večja količina beljakovin, ki jih zaužijemo s hrano, pretvori v več sečnine. Ta se raztopi v vodi in izloča skozi ledvice. Ker nastane več sečnine, se za njeno raztapljanje porabi več vode.

2. Zakaj trebušna slinavka izloča v dvanajstnik (začetek ozkega črevesa) encime peptidaze?

Trebušna slinavka izloča v ozko črevo encime, ki razgradijo vso hrano. Iz imena encimi peptidaze je mogoče sklepati, da ti encimi cepijo peptidne vezi v beljakovinskih molekulah in tako razgradijo beljakovine iz hrane na posamezne aminokisline. Te vsrka kri skozi črevesno sluznico ozkega črevesa.

3. Zakaj pravimo, da je AIDS sindrom človeške imunske pomanjkljivosti?

Ker je AIDS bolezen, ki jo povzroča virus HIV, in okuži levkocite, ki so sestavni del imunskega sistema organizma. Imunski sistem ni več tako učinkovit kot pri zdravem človeku in zato se lahko bolnik z AIDS-om okuži tudi z za zdravega človeka nenevarnimi bakterijami in virusi ali zboli za redkimi oblikami raka, kar je zanj lahko usodno. AIDS torej pomeni, da ima človek različne bolezni, ki so posledica slabega imunskega sistema.

4. Zakaj se je dobro vsakih pet let cepiti proti klopnemu meningoencefalitisu, če veliko hodimo po travnikih ali gozdu?

Zato, ker se pri celjenju tvorijo v organizmu protitelesa proti klopnemu meningoencefalitusu in nato spominske celice. Te pričnejo takoj izdelovati nova protitelesa, če pridemo po piku klopa v stik z virusi, ki povzročajo klopni meningoencefalitis. Vsakih pet let pa se cepimo zato, da se spominske celice namnožijo in imamo večjo možnost, da se učinkovito ubranimo izbruhu bolezni.



5. Kakšno vlogo imajo protitelesa, ki nastanejo v našem telesu, če se okužimo z virusom nove gripe H1N1?

Protitelesa se vežejo na viruse gripe H1N1 in s tem omogočijo, da levkociti, ki ta protitelesa prepoznajo, uničijo virus, tako da se ne more v celicah sluznice dihal razmnoževati in povzročati znakov gripe.



Učna enota: Kdo nam izdelava sladkor?

Zakaj se to učim?

Ko rečemo sladkor, se največkrat spomnimo na bele kristale, ki jih uporabljamo v kuhinji. Med sladkorje pa uvrščamo tudi druge snovi, ki jih s skupnim imenom imenujemo ogljikovi hidrati. Ogljikovi hidrati niso le sestavina hrane, običajno sestavlja obrok od 60 do 65 % ogljikovih hidratov, ampak se uporabljajo tudi za oblačila (celuloza v bombažu), gradnjo bivališč, gretje, papir (celuloza iz lesa) in za druge namene.

Učni cilji

- izvedeti, kaj so sladkorji
- izvedeti, kaj so monosaharidi in kako so zgrajene njihove molekule
- razumeti nastanek in pomen sladkorjev v naravi

Učni dosežki

- razlikovanje med različnimi skupinami ogljikovih hidratov glede na sestavo
- pojasniti nastanek monosaharidov v naravi
- razumevanje kemijske zgradbe monosaharidov; glukoza, fruktoza

Predhodno znanje

- poznati osnovno strukturo organskih molekul
- poznati nekatere osnovne funkcionalne skupine organskih molekul
- poznati osnovne zakonitosti simbolnega kemijskega jezika organskih spojin

Viri



V primeru težav pri reševanju problemov si pomagaj z učbenikom za kemijo za 9. razred osnovne šol in/ali medmrežjem.

Novi pojmi

Ogljikovi hidrati, monosaharidi, ketoza, aldoza, glukoza, fruktoza

Podatki in modeli

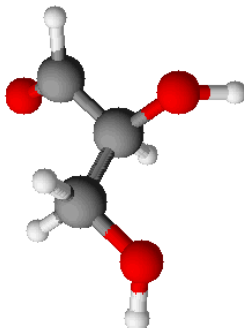
Ogljikovi hidrati so glavni vir energije za naše telo. V molekulah ogljikovih hidratov so vezani atomi ogljika, vodika in kisika. To sta že leta 1840 spoznala Joseph Gay-Lussac in Luis-Jacques Thenard. Ime ogljikovi hidrati za te spojine je leta 1844 predložil nemški znanstvenik Carl Schmidt. Splošna formula teh spojin je $C_xH_{2y}O_y$, kar lahko zapišemo tudi kot $C_x(H_2O)_y$. Od tod tudi njihovo ime, hydros pomeni v grščini vodo. Enostavne ogljikove hidrate imenujemo tudi sladkorji zaradi sladkega okusa. Znani so tudi pod imenom saharidi, ker v latinščini pomeni saccharum sladkor.

Tabela 2. Vsebnost ogljikovih hidratov v 100 g nekaterih živil.

Hrana	Masa ogljikovih hidratov v g
Goveje meso	0
Mandlji	19,5
Jajca	0,9
Polnozrnat kruh	47,7
Mleko	4,9
Solata	4,6
Jabolka	14,5

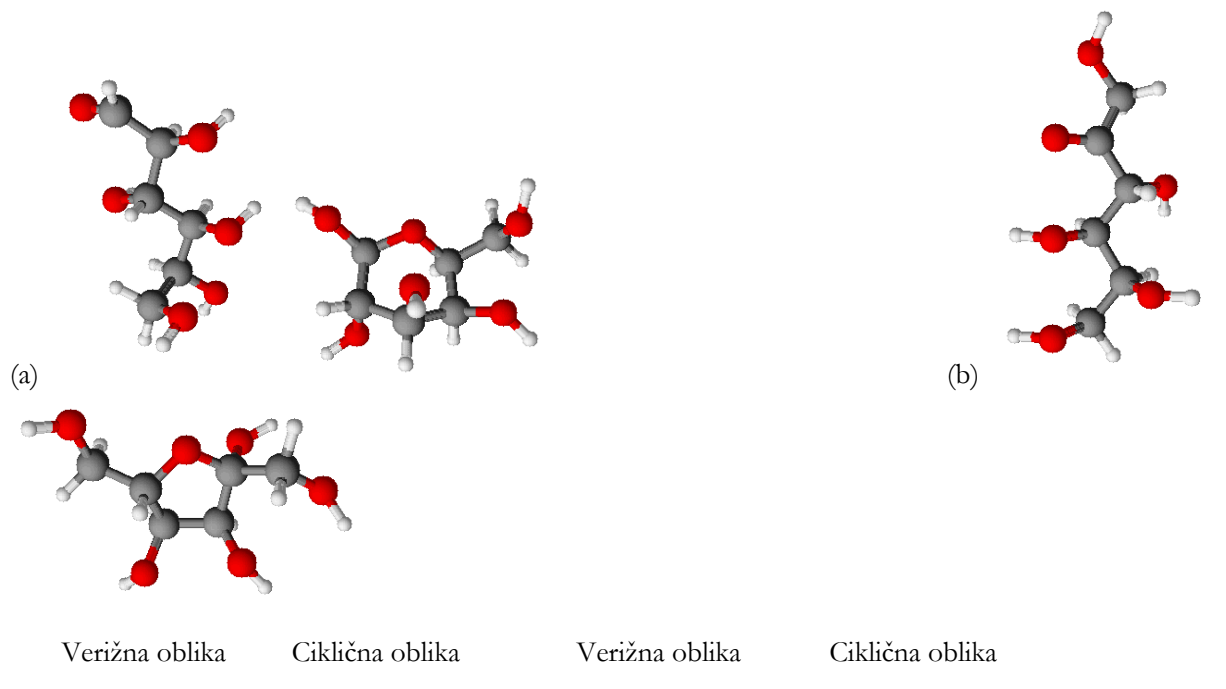
Najenostavnejši ogljikov hidrat je glicerolaldehid.

Model 1. Model molekule najenostavnejšega ogljikovega hidrata.



Enostavni ogljikovi hidrati nastanejo med fotosintezo v rastlinah, ki vsebujejo fotosintetska barvila, kot so klorofili in druga, iz ogljikovega dioksida in vode v prisotnosti sončne svetlobe. Nastane ogljikov hidrat z molekulsko formulo $C_6H_{12}O_6$. Molekule s to molekulsko formulo vsebujejo šest atomov ogljika, zato jih imenujemo heksoze (grško rečemo številniku 6 hekso). Med heksoze uvrščamo glukozo in fruktozo, ki imata enako molekulsko formulo $C_6H_{12}O_6$, pa različno razporeditev atomov v molekuli in s tem tudi različno strukturno formulo. Glukoza se pretvori med celičnim dihanjem v energijsko bogato snov (ATP), v škrob, ki je zaloga hrane v gomoljih, korenikah ali semenih, in v celulozo, ki služi v celičnih stenah rastlin kot opora. Ogljikovi hidrati se lahko spremenijo tudi v druge organske biomakromolekule, kot so beljakovine, lipidi in nukleinske kisline. Za razliko od rastlinskega telesa je v organizmih živali in tudi človeka le okoli 1 % mase telesa iz ogljikovih hidratov.

Model 2. Modela molekul dveh vrst heksoz, glukoze (a) uvrščamo med aldoze, fruktozo (b) pa med ketoze.



Molekule glukoze so pretežno v šestčlenskih obročih, molekule fruktoze pa v petčlenskih. Glukoza in fruktoza sta v vodni raztopini pretežno v ciklični obliki. Glukoza ali grozdni sladkor in fruktoza ali sadni sladkor sta v skoraj vseh sladkih plodovih in tudi v medu. V jabolkih je približno 5 % fruktoze, v grozdju pa 8 %. Veliko glukoze je v grozdju, figah in dateljnih. V medu je od vseh sladkorjev polovica fruktoze. Lastnosti glukoze in fruktoze so različne. Fruktoza je najslajša med vsemi monosaharidi, približno dvakrat slajša od glukoze.

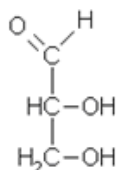
Vsi ogljikovi hidrati, ki jih pojemo, se pretvorijo v glukozo. V naši krvi je normalno 0,06 % do 0,08 % glukoze (60-80 mg glukoze/100 mL krvi). V celice pride glukoza s krvjo. Del glukoze se lahko pretvori v rezervni polisaharid glikogen, ki se skladišči v jetrih in mišicah. Če v krvi pade količina glukoze, se glikogen razgradi nazaj v glukozo. Iz dela glukoze lahko nastanejo maščobe.



2. V katero skupino kisikovih organskih spojin sodi najenostavnejši ogljikov hidrat?

Med aldehide.

3. Napiši strukturno formulo najenostavnejšega ogljikovega hidrata, katerega model molekule prikazuje model 1.



4. Kaj lahko sklepaš iz modela 2 o zgradbi ogljikovih hidratov?

Da so molekule aldehidi ali ketoni, ki imajo več hidroksilnih skupin vezanih na verigo ogljikovih atomov.

5. Kaj lahko ugotoviš iz modelov molekul dveh ogljikovih hidratov, ki jih podaja model 2?

Iz primerjave modelov molekul dveh ogljikovih hidratov lahko ugotovimo, da je v obeh molekulah na atome ogljika v verigi vezanih pet hidroksilnih skupin. V molekuli, ki jo podaja model (A), je vezana aldehydna skupina, v molekuli, ki jo podaja model (B), pa ketonska skupina.

6. V kakšni obliki se nahajata fruktoza in glukoza v vodnih raztopinah, ki jih navadno najdemo povsod v naravi?

V ciklični obliki ali v obliki obročev.

7. Na katere tri skupine delimo ogljikove hidrate glede na to, koliko enot sestavlja eno molekulo?

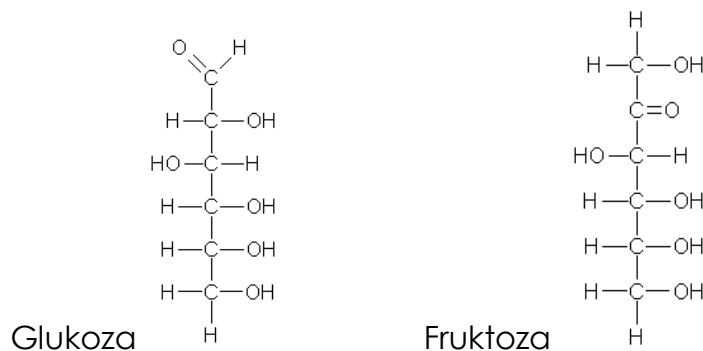
Na monosaharide, oligosaharide in polisaharide.

8. Koliko monosaharidnih enot sestavlja molekule oligosaharidov in koliko molekule polisaharidov?

Oligosaharide dve do deset monosaharidnih enot; polisaharide pa veliko število monosaharidnih enot.

Naloge za vajo

1. Kakšna je strukturna formula glukoze in kakšna fruktoze? Pomagaj si z modeloma obeh molekul, ki jih podaja model 2.

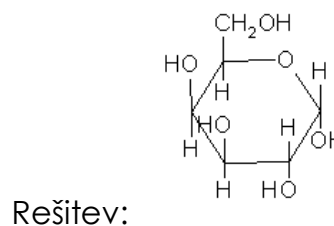
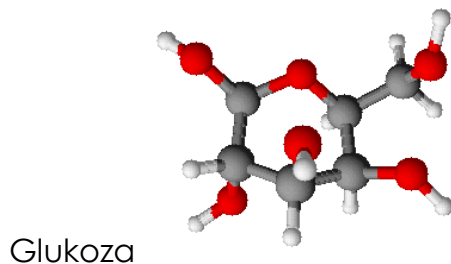


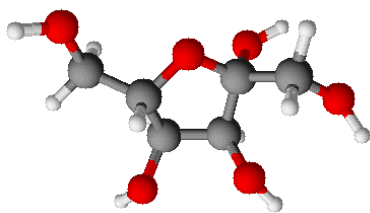
Ali razumem?

1. Kakšno je IUPAC-ovo ime najenostavnejšega ogljikovega hidrata s tremi ogljikovimi atomi?

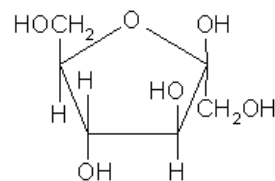
2,3-dihidroksipropanal

2. Molekuli glukoze in fruktoze sta ciklični. Iz modelov obeh molekul napiši strukturni formuli.





Fruktoza



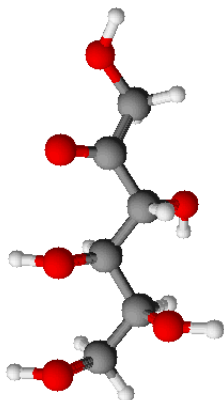
Rešitev:

3. Zakaj lahko pride do dehidracije telesa pri bolnikih s sladkorno boleznijo?

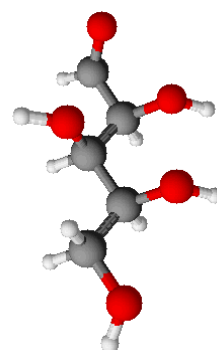
Zato, ker glukoza zaradi pomanjkanja inzulina ne more vstopati v celice, se lahko presežek izloča s sečem. Ker se glukoza izloča kot vodna raztopina v urinu, je za presežek izločanja glukoze potrebno, da se izloči tudi več vode. Pretirana izguba vode pa lahko vodi v dehidracijo.

Problemske naloge

1. Najenostavnejši ogljikov hidrat je trioza (Model 1), poznamo pa tudi tetraze. Razmisli, kaj pomenita ti imeni. Na sliki sta dva modela monosaharidov A in B. V kateri skupino ogljikovih hidratov bi sodila, če bi ju poimenoval na enak način, kot navaja prva poved. Pojasni odgovora.



Model A



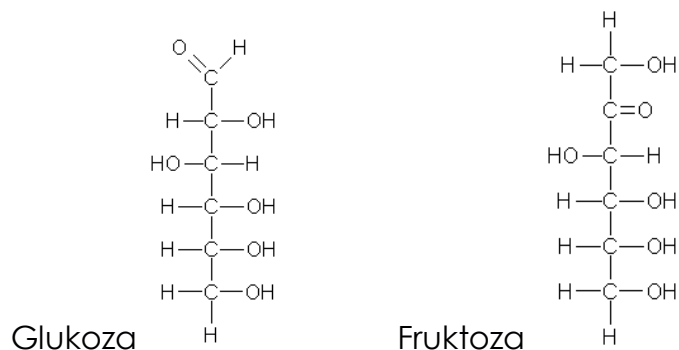
Model B

Rešitev: heksoza – ima šest ogljikovih atomov

Rešitev: pentoza – ima pet ogljikovih atomov



4. Podani sta strukturni formuli glukoze in fruktoze. V čem se razlikujeta?



V molekuli glukoze je aldehydna skupina, v molekuli fruktoze pa ketonska.



Učna enota: Kaj je sladkor, ki ga uporabljamo?

Zakaj se to učim?

Sladkor, ki ga uporabljamo v kuhinji, je saharoza. Saharoza je disaharid, sestavljen iz monosaharidov glukoze in fruktoze. Za življenje je pomemben tudi disaharid laktoza, ki je v mleku.

Učni cilji

- razumeti, kaj so disaharidi
- spoznati, kako so molekule disaharidov zgrajene

Učni dosežki

- znati prepoznati disaharide
- pojasniti vrsto vezi, ki nastane med dvema molekulama monosaharidov
- znati razložiti, kaj se dogaja pri hidrolizi disaharidov
- znati sklepati iz rezultatov poskusa, ali je snov monosaharid ali disaharid

Predhodno znanje

- poznati osnovno strukturo organskih molekul
- poznati nekatere osnovne funkcionalne skupine organskih molekul (hidroksilna, karbonilna in aldehidna skupina)
- poznati osnovne zakonitosti simbolnega kemijskega jezika organskih spojin
- Učna enota 4: Kdo nam izdelava sladkor?

Viri

V primeru težav pri reševanju problemov si pomagaj z učbenikom za kemijo za 9. razred osnovne šole in/ali medmrežjem.

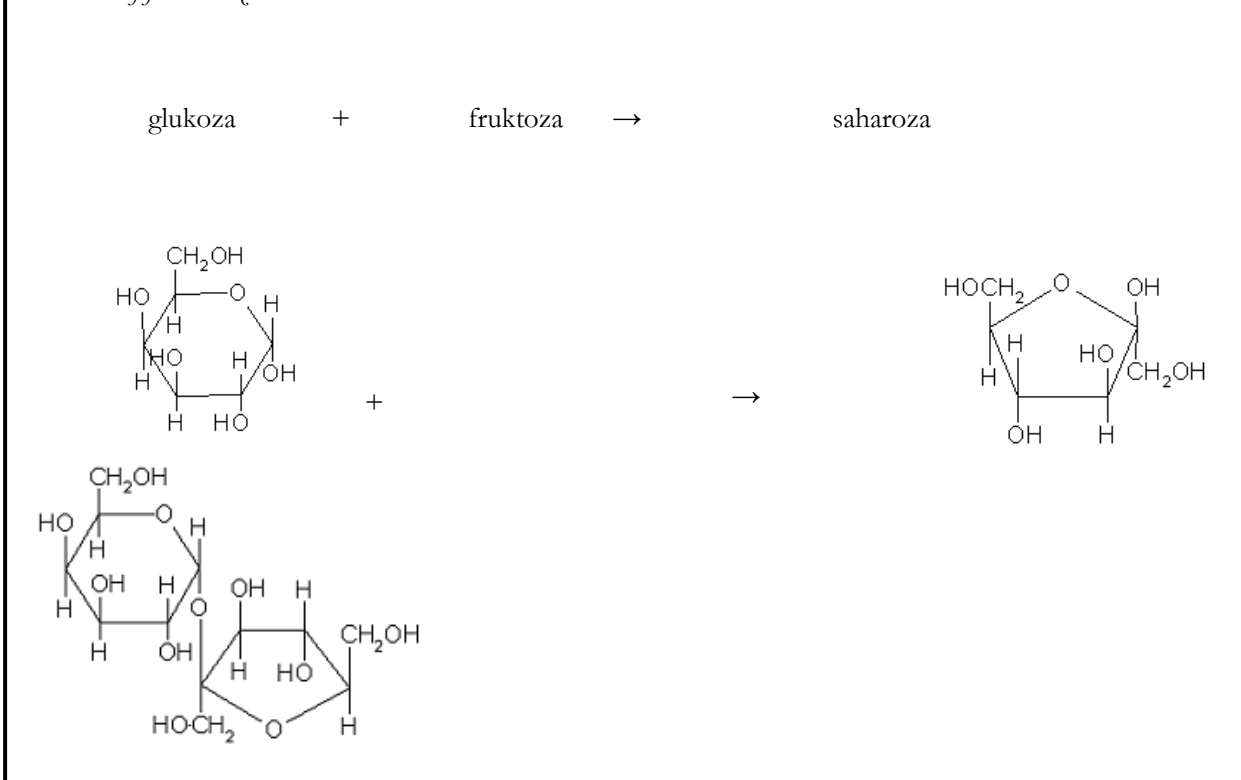
Novi pojmi

Disaharidi, glikozidna vez, hidroliza disaharidov

Podatki in modeli

Molekule monosaharidov se povezujejo med seboj v daljše molekule (Glej Model 2 v učni enoti Kdo nam izdelava sladkor?). Glukozo najdemo v veliko naravnih snoveh tudi vezano v molekule disaharidov, oligosaharidov in polisaharidov. Najbolj pogosti disaharidi so: saharoza, laktoza in maltoza. V molekuli saharoze sta povezani molekuli glukoze in fruktoze. V vsakdanji radi imenujemo saharozo kar sladkor.

Model 1. Kaj je saharoza?



Saharoza je v sadju, tako je v zrelih pomarančah do 5 % saharoze, v bananah pa do 7 %. Pridobivamo jo iz sladkornega trsa in sladkorne pese, ki vsebujeta do 15 % saharoze.



Zanimivost

Pri pridobivanju saharoze sladkorno peso zmeljejo in rezancem dodajo vodo. Vse skupaj segrejejo, da se iz sladkorne pese v vodi raztopijo saharoza in druge snovi. Raztopini dodajo kalcijev hidroksid. Pri tem nastanejo netopne kalcijeve soli anorganskih in organskih kislin. V raztopini pa ostane raztopljena saharoza. Trden preostanek ločijo s filtracijo. Filtrat segrevajo, da del vode izhlapi. Izloči se melasa, ki vsebuje približno 50 % saharoze. V melasi so tudi spojine, ki vsebujejo železo, kalcij in kalij. Preostalo raztopino ločijo od melase s filtracijo. Iz bistre raztopine kristalizira saharoza. Čisti saharozi pogosto dodajajo malo melase in tako dobijo rjavi sladkor. Melaso uporabljamo lahko tudi v kuhinji, s fermentacijo pa iz nje pridobivajo rum.

V organizmu razgradijo encimi molekulo saharoze na molekulo glukoze in fruktoze. Reakcijo imenujemo hidroliza. Tudi drugi disaharidi hidrolizirajo. Pri tem nastanejo monosaharidi, ki sta prej sestavljala molekulo disaharida.

V molekuli laktoze, ki je še en pomemben disaharid, sta vezani molekuli monosaharidov glukoze in galaktoze. Za razliko od drugih ogljikovih hidratov, ki nastajajo predvsem v rastlinah, tvorijo laktozo le živali. Laktoza je sladkor v mleku sesalcev. Človeško mleko vsebuje od 5 % do 8 % laktoze, kravje pa nekoliko manj, od 4 % do 6 %. Laktoza je kar za okoli 5 do 6 krat manj sladka kot saharoza.

Zanimivost

Encim laktaza v organizmu povzroči hidrolizo laktoze na glukozo in galaktozo. Galaktoza pa se nato spremeni v glukozo. Če organizem nima encima laktaze, laktoza ne hidrolizira. Laktozo v debelem črevesu razgradijo bakterije. Pri tem nastanejo mlečna kislina, ogljikov dioksid in vodik. To povzroča napihnjenost in driske. V siru, jogurtih in prekuhanem mleku del laktoze razpade v monosaharide, zato imajo ljudje brez encima laktaze pri prebavi teh snovi manj težav. Lahko pa si pomagajo tudi s tabletami, ki vsebujejo ta



encim, ali pa uživajo mleko brez laktoze. Takšno mleko dobimo, če mu dodamo encim laktazo. Pri kisanju se laktoza spremeni v mlečno kislino.

V molekuli maltoze, to je še tretji najpogostejši disaharid, sta vezani dve molekuli monosaharida glukoze. Nastane pri razpadu molekul škroba ob sodelovanju encimov v kalečih semenih – sladu. Slad uporabljajo v pivovarstvu. Pri žvečenju kruha v ustih encim amilaza v slini povzroči razpad škroba. Pri tem nastane tudi nekaj maltoze, kar zaznamo kot slahek okus.

Ključna vprašanja

1. Kaj so oligosaharidi?

Sladkorji z dvema do deset monosaharidnih enot, vezanih v molekulo.

2. Iz koliko monosaharidnih enot so sestavljeni disaharidi?

Iz dveh.

3. Kateri trije disaharidi so v naravi najpogostejši?

Saharoza, maltoza in laktoza.

4. Kateri disaharid je najslajši?

Saharoza.

5. Iz katerih monosaharidnih enot je sestavljen disaharid, ki ga pridobijo iz sladkorne pese ali trsa?

Iz glukoze in fruktoze.

6. Kaj je melasa?

Melasa vsebuje 50 % saharoze. Pridobijo jo iz soka sladkorne pese ali sladkornega trsa. Je stranski produkt pri pridobivanju čistega kuhinjskega sladkorja.



7. Kateri disaharid se uporablja pri pridobivanju piva? Iz katerih monosaharidnih enot je sestavljen ta disaharid?

Maltozo. Molekula maltoze je sestavljena z dveh molekul glukoze.

8. Katera molekula disaharida je sestavljena iz molekule glukoze in molekule galaktoze?

Laktoza.

9. Kakšna vez nastane med dvema molekulama monosaharida v disaharidu? Napiši to vez.

Eterska vez, -O-

Naloge za vajo

1. Kateri trije monosaharidi gradijo v naravi najpogostejše disaharide?

Glukoza, fruktoza in galaktoza.

2. Na primeru pojasni, kaj je hidroliza disaharida.

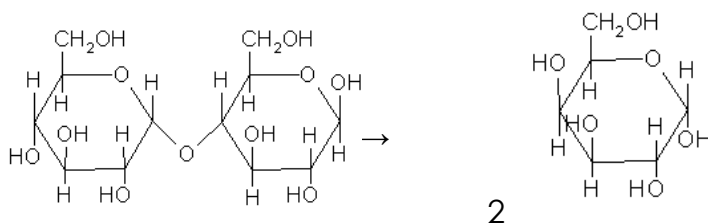
Hidroliza disaharida pomeni, da razpade molekula disaharida na dve molekuli monosaharida, ki molekulo sestavljata. Pri reakciji sodeluje voda. Molekula disaharida saharoze razpade na molekulo glukoze in fruktoze, pri tem pa se veže voda. (Učenci lahko navedejo tudi primer hidrolize laktoze ali maltoze.)

Ali razumem?

1. Kateri disaharid se tvori izključno v živalih?

Laktoza.

2. Dopolni reakcijsko shemo hidrolize maltoze.

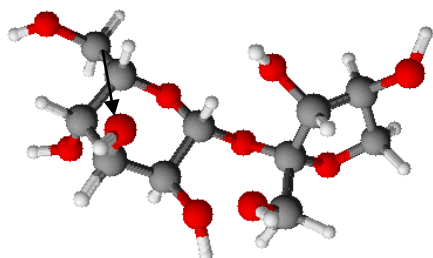


3. Kaj se zgodi, če uživamo živila, v katerih je laktoza, nimamo pa encima laktaze?

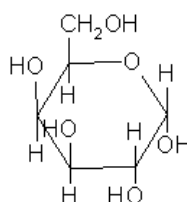
Če organizem nima encima laktaze, laktoza ne hidrolizira. Laktozo v debelem črevesu razgradijo bakterije. Pri tem nastanejo mlečna kislina, ogljikov dioksid in vodik. To povzroča napihnjenost in driske.

Problemske naloge

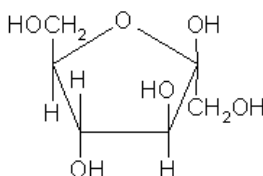
1. Slika prikazuje model molekule disaharida. Iz modela ugotovi, kateri dve monosaharidni enoti ga sestavljata, zapiši njuni strukturni formuli in kateri disaharid je predstavljen z modelom. S puščico označi vez med obema enotama v molekuli disaharida.



Glukoza



Fruktoza



2. Monosaharide ugotavljamo v vzorcih hrane s Fehlingovo reakcijo.

Navodila za delo.



- 1) Izvedi poskus s tremi snovmi (sok belega grozdja, med, kuhinjski sladkor) in vodo.
- 2) Za noževno konico posameznih snovi daj vsako v svojo epruveto in epruvete ustrezno označi. Potrebuješ štiri epruvete, v tri epruvete daj posamezno snov, četrta epruveta pa je prazna.
- 3) V vsako epruveto dodaj 5 mL vode ter pretresi.
- 4) V četrto epruveto daj le 5 mL vode.
- 5) V vse epruvete dodaj 1 mL Fehlingovega reagenta I in 1 mL Fehlingovega reagenta II ter pretresi.
- 6) V vodno kopel (150 mL vode, ki jo segrevaš) daj vse epruvete in segrevaj 5-10 minut.
- 7) Opazuj spremembe in opažanja zapiši v tabelo.

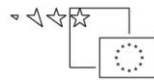
Oznaka epruvete	Snov	Opažanja	Vsebnost monosaharidov (+ / -)

Rešitev:

Oznaka epruvete	Snov	Opažanja	Vsebnost monosaharidov (+ / -)
SBG	sok belega grozdja	rjavo-rdeča oborina	+
M	med	rjavo-rdeča oborina	+
KS	kuhinjski sladkor	modra raztopina	-
V	voda	modra raztopina	-

2.1. Kaj si opazil pri poskusu, ko si z vodo naredil Fehlingovo reakcijo?

Zakaj si pri poskusu uporabil vodo?



Ker voda ne vsebuje monosaharidov in je kontrolna snov pri poskusu. V primeru, da se zmes v določeni epruveti obarva tako kot pri vodi (modro), to pomeni, da ta vzorec ne vsebuje monosaharidov.

2.2. V katerih vzorcih so monosaharidi? Po čem to sklepaš?

V grozdnem soku in medu, ker nastane rjavo-rdeča trdna snov. Rezultat je drugačen kot pri poskusu z vodo.

2.3. Kakšen je dokaz pozitivne Fehlingova reakcije?

Nastanek rjavo-rdeče trdne snovi. To je dibakrov oksid, Cu_2O .

2.4 Ali grozdni sladkor in med vsebujeta monosaharide? Če da, katere in po čem to sklepaš?

Da. Oba vsebujeta fruktozo in glukozo, med več fruktoze, grozdni sok pa več glukoze; to sklepamo, ker je v obeh primerih nastala rjavo-rdeča oborina, dibakrovega oksida.

2.4. Kaj lahko sklepaš iz poskusa s kuhinjskim sladkorjem, saharozo?

Raztopina je ostala modre barve. Sklepamo lahko, da sladkor, saharoza ne vsebuje prostih monosaharidov.

2.5. Kaj je kuhinjski sladkor, saharoza kemijsko?

Je disaharid. V molekuli saharoze sta vezani molekuli fruktoze in glukoze.

2.6. Zakaj kuhinjski sladkor, saharoza ne daje pozitivne Fehlingove reakcije?

Ker sta molekuli fruktoze in glukoze vezani v molekuli saharoze z glikozidno vezjo in nista prosti.



- 2.7. Noževo konico saharoze daj v epruveto in ji dodaj 5 mL vode. Vodi nato dodaj 2 mL koncentrirane klorovodikove kisline. Nastali raztopini dodaj še Fehlingov reagent I in II ter v vodni kopeli segrevaj. Po 5 minutah boš opazil v epruveti rjavo-rdečo oborino. Pojasni rezultate poskusa. Na kaj sklepamo iz tega, da je nastala rjavo-rdeča oborina? Kako je možno, da so nastali monosaharidi?

Dokazali smo monosaharide v raztopini. Saharoza ne daje pozitivne Fehlingove reakcije (raztopina ostane modra), ker sta molekuli glukoze in fruktoze, ki dajeta pozitivno reakcijo, vezani v molekuli saharoze. Če pa raztopini saharoze dodamo klorovodikovo kislino, poteče hidroliza saharoze. Pri tem nastaneta monosaharida glukoza in fruktoza, ki povzročita pozitivno Fehlingovo reakcijo.



Učna enota: Ali so testenine tudi iz ogljikovih hidratov?

Zakaj se to učim?

Celuloza je najbolj pogosta organska snov na Zemlji. Rastline jo izdelajo kar okoli 10 milijard ton na dan. Okoli polovica mase lesa je celuloza, drugo polovico sestavljajo druge snovi. Poleg celuloze, ki omogoča rastlinam oporo, saj je glavna sestavina celičnih sten rastlinske celice, izdelujejo rastline tudi škrob, ki jim služi kot rezervna hrana v gomoljih, korenikah in semenih. Kaj sta škrob in celuloza?

Učni cilji

- razumeti, kaj so polisaharidi
- spoznati kemijsko zgradbo in lastnosti škroba in celuloze

Učni dosežki

- znati prepoznati polisaharide
- poznati lastnosti celuloze in škroba
- znati razložiti, kaj se dogaja pri hidrolizi polisaharidov
- iz rezultatov poskusa znati sklepati, ali snov vsebuje škrob

Predhodno znanje

- poznati osnovno strukturo organskih molekul
- poznati nekatere osnovne funkcionalne skupine organskih molekul (hidroksilna skupina)
- poznati osnovne zakonitosti simbolnega kemijskega jezika organskih snovi
- poznati reakcijo kondenzacijske polimerizacije
- Učna enota 4: Kdo nam izdelava sladkor? in učna enota 5: Kaj je sladkor, ki ga uporabljamo?



Viri

V primeru težav pri reševanju problemov si pomagaj z učbenikom za kemijo za 9. razred osnovne šol in/ali medmrežjem.

Novi pojmi

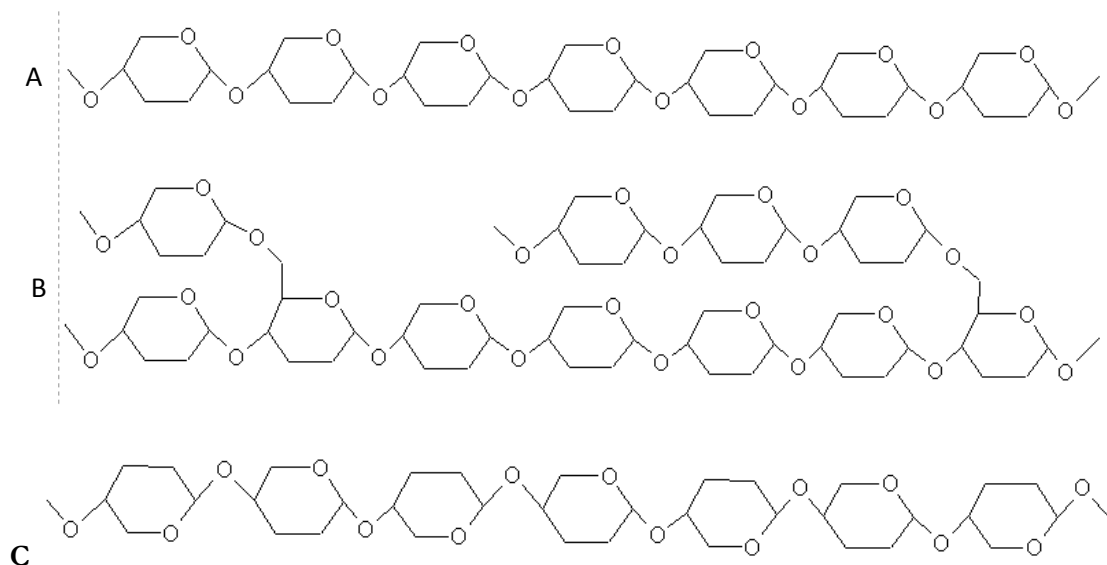
Polisaharidi, celuloza, škrob, glikogen in hitin, amiloza, amilopektin.

Podatki in modeli

Med seboj se lahko poveže več molekul monosaharidov v verige. Nastanejo verige polisaharidov. Dolžina verige in način povezave molekul določa lastnosti ogljikovih hidratov in njihovo funkcijo v organizmih in ima velik pomen za prehrano ljudi. V polisaharidih je povezanih več sto do več tisoč monosaharidnih molekul. Polisaharidi so naravni polimeri. V živalih najpogosteje najdemo polisaharid glikogen in hitin, v rastlinah pa škrob in celulozo. Hitin tvori tudi celične stene gliv. Škrob in glikogen sta v naravi rezervna polisaharida, kar pomeni, da sta vir glukoze za organizme pri tvorbi ATP. Celuloza pa je ogrodni material rastlin.

Škrob je zgrajen iz dveh vrst polisaharidov: amiloze in amilopektina. Amiloze vsebuje od 20 % do 25 %, amilopektina pa od 75 % do 80 %. Molekulo škroba gradi približno 100.000 glukoznih enot.

Model 1. Povezava glukoznih enot v delu molekule amiloze (A) in delu molekule amilopektina (B) ter delu molekule celuloze (C).



V rastlinah je škrob v obliki zrn, katerih velikost je od 1 do 200 mikrometrov. Škrob je tudi eno glavnih hranil za živali in ljudi, riž vsebuje 75 %, koruza 65 %, pšenica 55 % in krompir le 15 % škroba. Zrnca so prekrita z beljakovinami in niso topna v hladni vodi. Pri kuhanju prodira voda v notranje plasti zrn škroba, ki začnejo nabrekati. Nato zrnca počijo in molekule škroba se porazdelijo v vodi. Pri ohlajanju se pri temperaturi 50 °C – 70 °C začnejo molekule škroba zopet povezovati. Pri tem nastane gel.

V glikogenu so enote glukoze povezane v razvejane verige podobno kot v amilopektinu. Razvejanost v glikogenu je večja kot v amilopektinu. Zaradi velike razvejanosti se lahko verige hitro cepijo, če telo potrebuje glukozo. Glikogen je v mišicah in v jetrih. V telesu nastane glikogen iz glukoze, ki se ni porabila pri tvorbi ATP. Če telo ne dobi dovolj ogljikovih hidratov, se iz glikogena sprosti glukosa.

V celulozi so glukozne enote (približno 2800 glukoznih enot) povezane v nerazvejene verige in niso zavite v spiralo.



Posamezne verige se med seboj povezujejo z vezmi, zato so celulozna vlakna, ki pri tem nastanejo, trdna, pa tudi prožna. Vlakna, ki prekrivajo semena bombaža, so čista celuloza. Kvaliteta bombaža je odvisna od dolžine celuloznih vlaken. V celulozi so enote glukoze drugače povezane v verigo kot v škrobu. Sesalci nimajo encimov, ki bi razgradili verige celuloze na molekule glukoze. Tudi v prebavilih nimamo bakterij, ki bi povzročile cepitev vezi med molekulami glukoze v celulozi. Prežvekovalci, kot so to krave, koze, ovce, kamele in termiti, pa imajo v prebavilih bakterije in enoceličarje, katerih encimi lahko razgradijo verige celuloze na molekule glukoze. Ker ta razgradnja poteka brez kisika, nastajata tudi plina metan in vodik.

Zanimivost

Nekateri ogljikovi hidrati nas ščitijo pred srčnimi boleznimi, nekateri pa ta obolenja pospešujejo. Hrana z veliko sladkorja lahko povzroči porast maščob v krvi, kar povzroča večjo verjetnost bolezni srca. Prehrana z veliko rastlinskih vlaknin pa zmanjša verjetnost bolezni srca in raka debelega črevesa ter zmanjša količino holesterola v krvi.

Ključna vprašanja

1. Kateri so trije najpomembnejši polisaharidi v naravi?

Škrob, celuloza in glikogen.

2. Katera dva polisaharida sestavljata škrob?

Amiloza in amilopektin

3. Kakšno vlogo ima celuloza v rastlinah?

Sestavlja celično steno in daje s tem oporo rastlinam.

4. Kakšna je razlika v zgradbi molekul škroba in glikogena?

Molekule glikogena so bolj razvejane kot molekule amilopektina v škrobu.

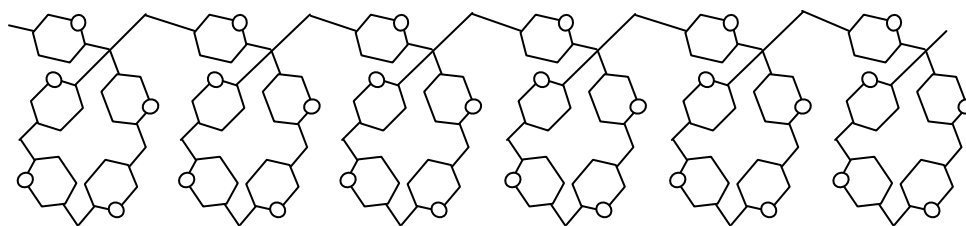
5. Semena katere rastline vsebujejo največ škroba?

Riža.

6. Kakšna je razlika med amilozo in amilopektinom?

V amilozi so enote glukoze povezane v nerazvejeno verigo, ki je spiralno zvita. V amilopektinu pa so enote glukoze povezane v razvejane verige kot veje pri drevesu.

7. Slika predstavlja molekulo amiloze v škrob. Kako je razporejena veriga v prostoru?



Veriga molekule amiloze je zvita v vijačnico.

8. Molekula celuloze ima podobno kot molekula amiloze nerazvejene molekule. Kakšna je njena ureditev v prostoru?

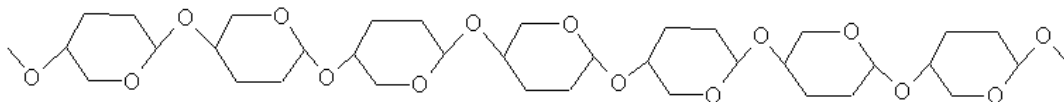
Tvori ravne molekule, ki niso zvite v vijačnico.

Ali razumem?

1. Topnost polisaharidov v vodi je odvisna tudi od razvejanosti verige molekule. Bolj kot je veriga razvejana, manj je snov topna v vodi. Kaj lahko sklepaš o topnosti škroba?

Škrob je delno topen v vodi. Amiloza se v vodi topi, amilopektin pa ne.

2. Slika prikazuje del molekule celuloze. V čem se razlikujeta in kaj imata skupnega molekuli škroba in celuloze?



Razlikujeta se v razvejanosti verig in v načinu vezave posameznih glukoznih enot med sabo. Veriga molekule celuloze ni razvejana. Skupno obema molekulama pa je, da sta polimera sestavljena iz molekul glukoze.

3. Kako imenujmo reakcijo, ki poteče, ko nastanejo molekule polisaharidov iz molekul glukoze? Katera snov se odcepi pri tem?

Poteče polimerizacija (kondenzacijska), odcepi se voda.

4. Imenuj monomere v molekulah polisaharidov.

Molekule glukoze.

5. Kateri najbolj razvejan polisaharid je v jetrih in mišicah živali in ljudi? Pojasni vlogo tega polisaharida.

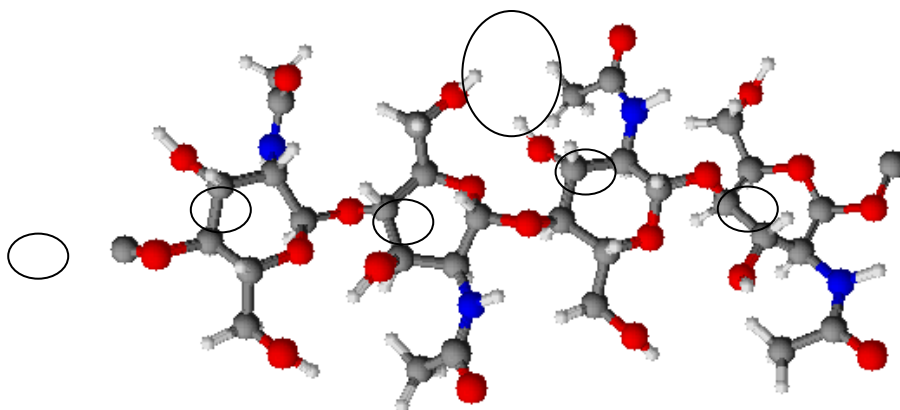
Če telo ne dobi dovolj ogljikovih hidratov za nastanek ATP, se iz glikogena sprosti glukoza. Glikogen ima vlogo rezervnega polisaharida.

Problemske naloge

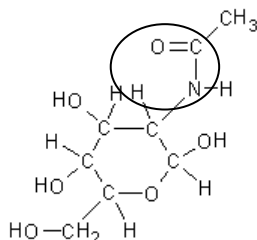
1. Amilaza je encim, ki ga izloča trebušna slinavka sesalcev in cepi glikozidne vezi v molekulah škroba. Kaj lahko sklepaš o lastnostih encima amilaza, ker ne cepi glikozidne vezi v molekuli celuloze?

Sklepamo lahko, da se vezi v škrobu in celulozi razlikujejo. To kaže na specifičnost encimov. Ena vrsta encima lahko katalizira le določeno kemijsko reakcijo.

2. Analiziraj model dela molekule hitina (snov, ki gradi zunanje ogrodje členonožcev) na sliki. Ali spada med mono-, oligo- ali polisaharide? Kakšen tip vezi je med posameznimi enotami, ki gradijo molekule te snovi? Obkroži vse tovrstne vezi na siki modela. Koliko vezi je predstavljenih? V modelu obkroži skupino, ki je do sedaj še nisi srečal v molekulah ogljikovih hidratov. Napiši formulo te skupine. Na katero skupino te to spominja?



Spada med polisaharide, vez je glikozidna (eterska), narisanih je pet etrskih vezi, obkrožena vez spominja na peptidno vez v molekulah beljakovin.



Strukturna formula:

3. Škrob zaznamo v vzorcih hrane z jodovico.

Naredi poskus s štirimi snovmi (kruh, krompir, vata, kuhinjski sladkor) in vodo.

Navodila za delo.

- 1) Za noževno konico posameznih snovi oz. majhen košček vate daj v posamezno epruveto in epruvete ustrezno označi. Potrebuješ pet epruvet, peta epruveta je prazna.



- 2) V vsako dodaj 5 mL vroče vode ter pretresi.
- 3) V peto epruveto daj le 5 mL vode.
- 4) V vse epruvete previdno dodaj 5 do 10 kapljic jodovice (vodna raztopina kalijevega jodida in joda) ter po dodatku vsake kapljice pretresi.
- 5) Opazuj spremembe in opažanja zapiši v tabelo.

Oznaka epruvete	Snov	Opažanja	Vsebnost škroba (+ / -)

Rešitev:

Oznaka epruvete	Snov	Opažanja	Vsebnost škroba (+ / -)
Kru	Kruh	Vijolično črna raztopina	+
Kro	Krompir	Vijolično črna raztopina	+
Va	Vata	Rumena raztopina	-
KS	Kuhinjski sladkor	Rumena raztopina	-
Vo	Voda	Rumena raztopina	-

- 3.1. Kaj si opazil pri poskusu, ko si vodi dodal jodovico? Zakaj si pri poskusu uporabil vodo?

Ker voda ne vsebuje škroba, je kontrolna snov pri poskusu. V primeru, da se zmes v določeni epruveti obarva tako kot pri vodi (rumeno), pomeni to, da ta vzorec ne vsebuje škroba.

- 3.2. V katerih vzorcih je škrob? Po čem to sklepaš?

V kruhu in krompirju, ker nastane vijolično-črna raztopina, torej se raztopina obarva drugače, kot se je po dodatku reagentov obarvala voda v peti epruveti (rumeno).



3.3. Kakšen je dokaz pozitivne reakcije škroba z jodovico?

Vijolično-črno obarvanje raztopine.

3.4. Kaj lahko sklepaš iz poskusa z vato in s kuhinjskim sladkorjem?

Ker je raztopina ostala rumene barve, lahko sklepamo, da sladkor in vata ne vsebujeta škroba. Z reakcijo z jodovico lahko določamo le polisaharid škrob. Vata je iz celuloze, ki je na ta način ne moremo zaznati. Saharoze ne moremo zaznati z jodovico.

Reference in viri:

1. Baird, C., Gloffke, W. (2003). Chemistry in Your Life. New York: W.H. Freeman and Company.
2. Bukovec, N. Dolenc, D., Šket, B. (2002). Kemija za gimnazije II. Ljubljana: DZS.
3. Eubanks, L. P. St al. (2009). Chemistry in Context. Boston: McGraw-Hill Higher Education.
4. Grosvenor, M. B., Smolin, L. A. (2006). Nutrition Every Choices. New Jersey: John Wiley & Sons.
5. Hanson, D. M. (2007). Foundation of Chemistry, Applying POGIL Principles, Lisle: Pacific Crest, v-vi.
6. Holland, B et al. (1998). The Composition of Foods. London: Royal Society of Chemistry.
7. Kornhauser, A. (1986). Organska kemija II. Ljubljana: DZS.
8. Kornhauser, A. (1996). Organska kemija III. Ljubljana: DZS.
9. Vrtačnik, M., Zupančič Brouwer, N. (2002). Organska kemija. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
10. <http://new.pogil.org/>



Navodila za učence

Predgovor

Vodeno Aktivno Učenje Kemije –VAUK poteka tako, da si aktivno vključen v učenje kemije. Za doseg učnih ciljev, zastavljenih v posameznih aktivnostih, moraš z raziskovanjem na različnih stopnjah zahtevnosti oblikovati specifične sklepe. Z uporabo učne enote se v skupini s pogovorom s tvojimi sošolci, ali po potrebi ob pomoči učitelja (s postavljanjem dodatnih vprašanj, ki usmerjajo mišljenje v skupini, na katera pa učitelj ne odgovori), učiš o določeni učni vsebini. Skupino tvorijo štirje ali pet učencev, vsak pa ima znotraj skupine določeno nalogo, in sicer je lahko vodja, zapisnikar, poročevalec ali pa tehnik. Znotraj skupine se za posamezno učno enoto med seboj dogovorite o vlogah. V kolikor se ne morete zediniti, kdo bo imel določeno vlogo, se le-te določijo z žrebom.

Učne enote imajo posamezne dele, ki si v določenem zaporedju sledijo in te vodijo pri učenju. Na koncu učne enote naj bi se naučil toliko, da bi lahko rešil problem, povezan z obravnavano učno vsebino. Deli učnih enot so: (1) Naslov, (2) Zakaj se to učim?, (3) Učni cilji, (4) Učni dosežki, (5) Predhodno znanje, (6) Viri, (7) Novi pojmi, (8) Podatki in modeli, (9) Ključna vprašanja, (10) Naloge za vajo, (11) Ali razumem? in (12) Problemske naloge.

Natančnejša navodila za delo pa ti bo dal učitelj.



Učna enota: Zakaj sadje diši?

Zakaj se to učim?

Estri so spojine, ki so pogoste v naravi in so pomembne za naše življenje. Mnogi estri imajo prijeten vonj, cvetovi rastlin zaradi njih dišijo. Maščobe so tudi estri. Poznavanje estrov in strukture njihovih molekul je pomembno za razumevanje lastnosti snovi, v katerih so.

Učni cilji

- poznajo reakcije, pri kateri nastanejo estri
- poznajo funkcionalno skupino, značilno za estre
- razumejo reakcijo estrenja kot obojesmerno reakcijo

Učni dosežki

- razumejo kemijsko zgradbo molekul estrov
- so sposobni iz formul molekul spojin prepoznati formule molekul estrov

Predhodno znanje

- poznajo in razumejo obojesmernost (reverzibilnost) kemijskih reakcij in kemijsko ravnotežje kot dinamični pojav
- poznajo vpliv katalizatorja na potek kemijskih reakcij
- razlikujejo med osnovnimi vrstami organskih kisikovih spojin in poznajo značilne funkcionalne skupine v njihovih formulah

Viri

Pomagaj si z učbenikom za kemijo za 9. razred osnovne šole in za kemijo za gimnazije 1 in 2 ter s podatki na medmrežju

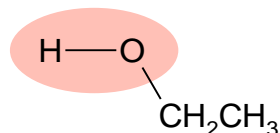
Novi pojmi

Model 2. Modeli in formule reaktantov in produktov estrenja

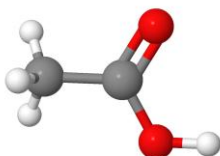
model molekule etanola



formula etanola; značilna funkcionalna skupina molekul alkoholov

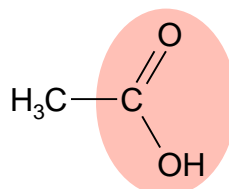


model molekule etanojske kisline

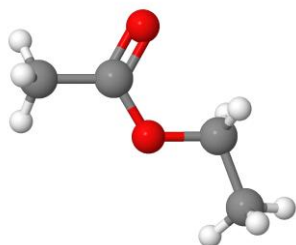


formula etanojske (ocetne) kisline

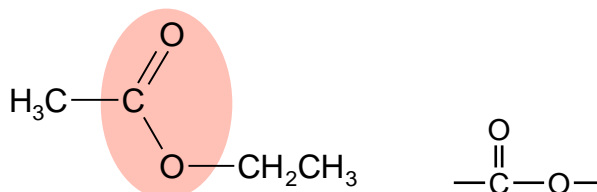
značilna funkcionalna skupina molekul karboksilnih kislin



Model molekule estra



formula estra, značilna skupina za molekule estrov



Ključna vprašanja

- Označi funkcionalne skupine v modelih molekul in imenuj skupine kisikov organskih spojin, katerih modele ponazarjajo te molekule.

Spojina	Ime spojine	Funkcionalna skupina
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH}$		
$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$		



$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$		
$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$		
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_3$		
$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_3$		

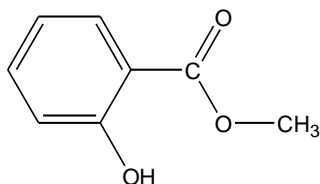
2. Kako označimo v kemijski enačbi, da ponazarja ravnotežno reakcijo?

3. Katere spojine so v ravnotežju pri reakciji estrenja?

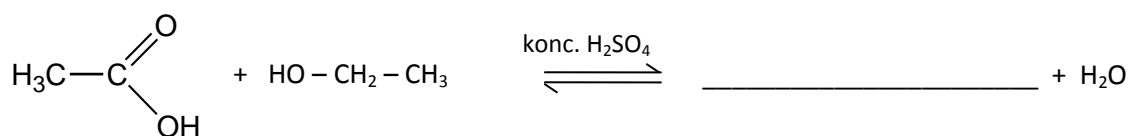
4. Kaj pomeni, da je ravnotežje pri kemijski reakciji dinamično?

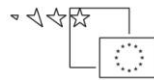
Naloge za vajo

1. V formuli estra označi značilno funkcionalno skupino.



2. Dopolni enačbo estrenja.



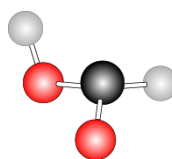
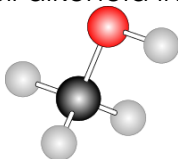


3. Katere snovi so v ravnotežju pri reakciji, ki jo ponazarja zgornja enačba?

4. Kje najdemo estre v naravi?

Ali razumem?

1. Na sliki sta modela molekule alkohola in molekule karboksilne kisline. Napiši racionalni formuli alkohola in kisline.



2. Imenuj alkohol in kislino.

3. Napiši enačbo za reakcijo med alkoholom in kislino, ki ju ponazarjata zgornja modela.

4. Imenuj nastala produkta pri reakciji.

Učna enota: Kaj so maščobe?

Zakaj se to učim?



Maščobe niso pomembne le za prehrano, ampak se uporabljajo tudi kot maziva, pri proizvodnji lakov in barv ter v druge namene. Osnova zgradba molekul maščob je enaka, razlikujejo pa se po vezanih maščobnih kislinah na alkohol propan-1,2,3-triol (glicerol). Glede na to imajo maščobe različne lastnosti in s tem tudi uporabo.

Učni cilji

- vedo, da maščobe uvrščamo med lipide
- razumejo zgradbo molekul maščob
- znajo iz strukturne formule molekule maščobe razbrati, katere maščobne kisline so vezane v molekuli
- razlikujejo nasičene in nenasičene maščobne kisline
- vedo, kako vplivajo vezane maščobne kisline v molekulah maščob na lastnosti maščob
- poznajo razliko med zgradbo molekul maščob v masteh in oljih

Učni dosežki

- vedo, katere snovi uvrščamo med lipide
- prepoznajo strukturne formule molekul trigliceridov
- v molekulah razlikujejo med polarnim in nepolarnim delom
- znajo iz strukturne formule molekule maščobe razbrati, katere maščobne kisline so vezane v molekuli
- znajo iz tabele, v kateri so razvrščene formule maščobnih kislin, razbrati značilnosti njihovih molekul
- razumejo enačbo, ki ponazarja nastanek enostavne maščobe
- so sposobni napovedati agregatno stanje maščobe glede na zgradbo molekul v njej
- vedo, kako shranjujemo maščobe



Predhodno znanje

- poznajo zgradbo molekul alkoholov in karboksilnih kislin
- poznajo in razumejo reakcijo estrenja kot obojesmerno reakcijo
- razumejo zgradbo estrov
- znajo iz zgradbe molekule sklepati na polarni in nepolarni del molekule

Viri

Pomagaj si z učbenikom za kemijo v 9. razredu osnovne šole in za kemijo za gimnazije 2 in s podatki na medmrežju.

Novi pojmi

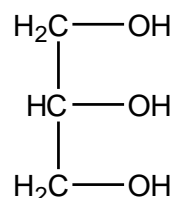
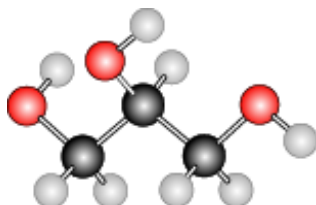
Lipidi, glicerol, maščobne kisline.

Podatki in modeli

Maščobe uvrščamo med lipide. Lipidi se ne topijo v vodi, topni pa so v nepolarnih organskih topilih. Lipide lahko glede na zgradbo razdelimo v lipide, ki so estri, in lipide, ki niso estri. Lipidi, ki so estri, so voski, trigliceridi (masti, olja), fosfolipidi in glikolipidi. Lipidi, ki niso estri, so steroidi, terpeni in prostaglandini.

Maščobe so trigliceridi, ki nastanejo iz alkohola propan-1,2,3-triola (glicerola) in karboksilnih kislin. Iz modela molekule alkohola propan-1,2,3-triola (glicerola) je razvidno, da so v molekuli tri hidroksilne skupine.

Model 1. Model propan-1,2,3-triola in njegova formula.



Z eno molekulo propan-1,2,3-triola lahko reagirajo tri molekule karboksilne kisline. V molekuli maščobe so tri estrske skupine. Molekule karboksilnih kislin, ki reagirajo s propan-1,2,3-triolom, vsebujejo od štiri do dvajset ogljikovih atomov, povezanih v nerazvejene verige. Ker sestavljajo maščobe, jih imenujemo tudi maščobne kisline. Proste, v maščobi nevezane maščobne kisline imajo značilen neprijeten vonj.

Maščobne kisline so lahko nasičene ali nenasičene. V nasičenih maščobnih kislinah so med ogljikovimi atomi le enojne vezi, v nenasičenih pa so lahko enojne in dvojne vezi.

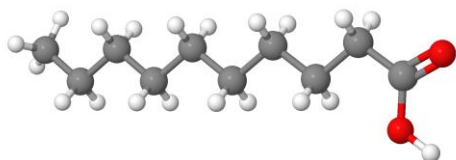
Tabela 1. Pogoste nasičene maščobne kisline, ki so vezane v maščobah.

Število C atomov	Formula kisline	Ime kisline
4	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	butanojska ali maslena
6	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	heksanojska ali kapronska
8	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	oktanojska ali kaprilska
10	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	dekanojska ali kaprinska
12	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	dodekanojska ali lavrinska
14	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	tetradekanojska ali miristinska
16	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	heksadekanojska ali palmova
18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	oktadekanojska ali stearinska

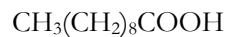
Model 2. Primeri modelov in formul maščobnih kislin.

Nasičena maščobna kislina dekanajska ali kaprinska kislina

Model molekule

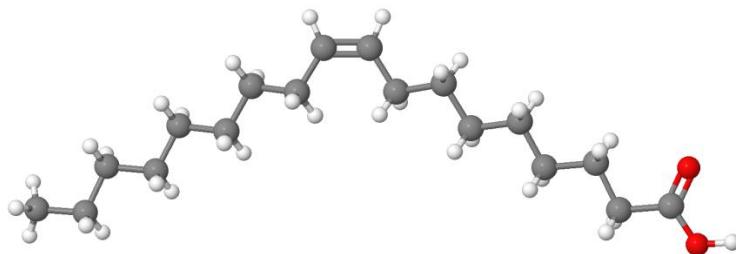


Dva zapisa formule

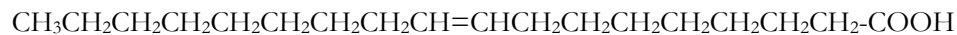
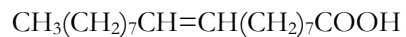


Nenasičena maščobna kislina oleinska ali oljeva kislina

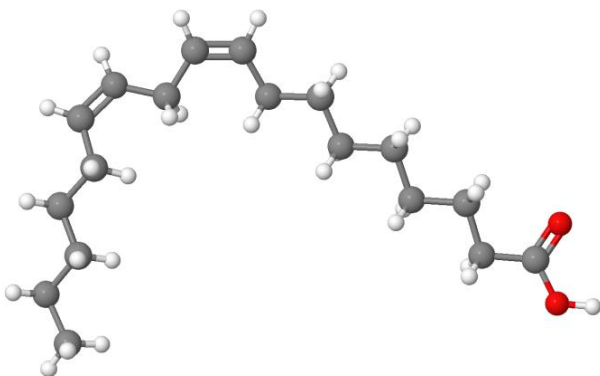
Model molekule



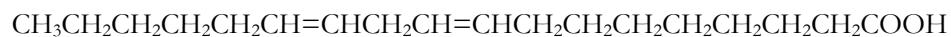
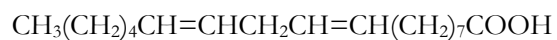
Dva zapisa formule



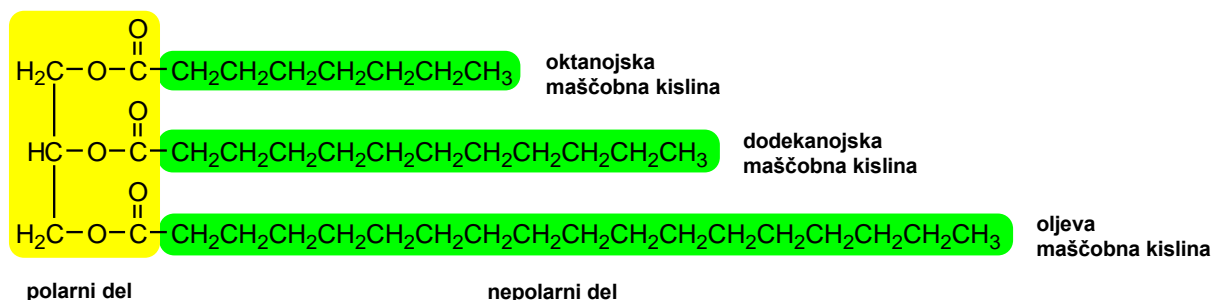
Nenasičena maščobna kislina linolova kislina



Dva zapisa formule



Model 3: Primer formule molekule maščobe.



V molekuli maščobe so vezane z estersko vezjo na alkohol propan-1,2,3-triol nasičeni maščobni kislini oktanojska in dodekanojska kislina in nenasičena oljeva ali oleinska kislina. Verige maščobnih kislin so nepolarni del molekule, preostali del molekule pa polarni del.

V maščobah vezane maščobne kisline se razlikujejo predvsem po dolžini verige in nasičenosti. To določa, ali je maščoba tekočina ali trdna snov, njen okus in obstojnost ter druge lastnosti. Tako so v maščobah v mesu maščobne kisline z dolgimi verigami, v katerih so ogljikovi atomi povezani z enojnimi vezmi (nasičeni). Za te maščobe je značilno, da so pri sobni temperaturi trdne. Trigliceridi, ki vsebujejo znaten delež oleinske, linolne in drugih nenasičenih maščobnih kislin, so pri sobnih pogojih večinoma tekoči. To so olja. V maščobah v olivnem olju so predvsem nenasičene maščobne kisline. Iz olj dobimo trdne maščobe z reakcijo, pri kateri se molekule vodika vežejo na dvojne vezi. Iz dvojnih vezi v molekuli nastanejo enojne vezi. Pri tem s spremeni agregatno stanje iz tekočega v trdno.

V rastlinskih oljih je manj kot 20 % nasičenih maščobnih kislin in več kot 80 % nenasičenih maščobnih kislin.

Trigliceridi, ki vsebujejo znaten delež palmitinske, stearinske in drugih nasičenih maščobnih kislin, so pri sobnih pogojih trdni. To so masti. V masteh kopenskih živali je od 40 % do 50 % nasičenih maščobnih kislin.



Ključna vprašanja

1. Kako delimo lipide glede na zgradbo?

2. Katere estre uvrščamo med lipide?

3. Razloži pomen besede trigliceridi.

4. Kaj je značilno za maščobe kisline? Naštej vsaj tri značilnosti.

5. Ali so v molekulah maščob vezane enake maščobne kisline?

6. V čem se razlikujejo molekule maščob v masteh in oljih?

7. Kako iz olj dobimo trdne maščobe?



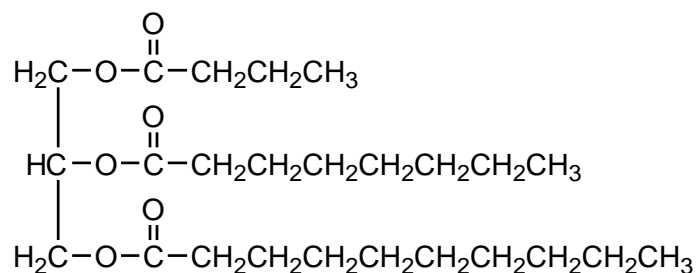
Naloge za vajo

1. Razloži ime propan-1,2,3-triola.

2. Kaj je značilno za nasičene maščobne kisline in kaj za nenasičene?

Ali razumem?

1. Podana je formula molekule maščobe. V formuli označi polarni in nepolarni del molekule in esterske skupine.



2. Katere maščobne kisline so vezane v molekuli maščobe, ki jo podaja formula v nalogi 1? Ali so nasičene ali nenasičene?

3. Masten madež na obleki smo čistili z vodo. Ali smo madež očistili? Svoj odgovor pojasni.



Problemska naloga

1. Za maščobo so ugotovili, da vsebuje trigliceride, ki vsebujejo znaten delež oleinske in linolne kisline. V kakšnem agregatnem stanju bo ta maščoba pri 20 °C?

2. Maščobe lahko določamo v vzorcih hrane z etanolom.

Navodilo za delo.

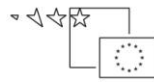
- Izvedi poskus s tremi snovmi (orehi, želatina v prahu, sladkor) in vodo.
- Za noževno konico posameznih snovi daj vsako v svojo epruveto in epruvete ustrezno označi.
- V vsako dodaj 5 mL etanola ter močno pretresi.
- V četrto epruveto daj le 5 mL vode.
- V druge tri enako označene epruvete, kot v prvem delu poskusa, filtriraj zmesi snovi in etanola. Raztopine etanola in vode v četrti epruveti ni treba filtrirati. V vseh pet epruvet po drugem delu poskusa dodajaj po kapljicah vodo. Po vsaki kapljici opazuj spremembe
- Opažanja zapiši v tabelo.

Oznaka epruvete	Snov	Opažanja	Vsebnost maščob (+ / -)

- 2.1. Kaj si opazil pri poskusu, ko si z vodo naredil poskus ugotavljanja maščob? Zakaj si pri poskusu uporabil vodo?

- 2.2. V katerih vzorcih si dokazal maščobe? Po čem to sklepaš?

- 2.3. Kakšen je dokaz pozitivne reakcije dokazovanja maščob?



Učna enota: Kako lahko maščobe vplivajo na naše zdravje?

Zakaj se to učim?

Osnova zdrave prehrane so poleg beljakovin, ogljikovih hidratov tudi maščobe ter vitamini in minerali. Maščobne kisline, vezane v maščobah v naši prehrani, vplivajo na naše zdravje. Vrsta maščob nastane v organizmih. Za gradnjo maščob, ki vsebujejo nenasičene maščobne kisline, mora organizem dobiti te kisline s hrano, ker ne morejo nastati v njem. Te maščobne kisline imenujemo esencialne maščobne kisline. Maščobe so vir energije v organizmih. Od prehrane je odvisna tudi količina holesterola v organizmu. Prehranske navade lahko ponazorimo s prehransko piramido.

Učni cilji

- poznajo vzroke za kvarjenje maščob in snovi, ki pri tem nastanejo
- razlikujejo maščobe po vplivu na naše zdravje glede na zgradbo njihovih molekul
- poznajo pomen maščob v naši prehrani in znajo to povezati z maščobami v našem telesu
- razumejo pomen maščob kot vira energije
- poznajo pomen omega-3 maščobnih kislin in kje jih najdemo
- poznajo holesterol in njegovo vlogo v organizmu
- vedo, da si lahko pri načrtovanju zdrave prehrane pomagamo s prehransko piramido

Učni dosežki

- vedo, kako moramo hraniti maščobe, da se ne kvarijo
- razumejo osnove nastanka in pretvorbe maščob v organizmih
- znajo razložiti vlogo maščob kot vira energije v organizmih



- znajo analizirati formule maščobnih kislin in prepoznati formulo omega-3 maščobne kisline
- razumejo besedila, ki govorijo o pomenu in nevarnosti holesterola za organizem
- znajo brati prehranske piramide

Predhodno znanje

- poznajo in razumejo zgradbo molekul maščob
- razumejo kemijske reakcije kot snovne in energijske spremembe
- vedo, da moramo hrano primerno shranjevati, da se ne kvari
- vedo, da imajo živila različno vsebnost energije

Viri

Pomagaj si z učbenikom za kemijo v 9. razredu osnovne šole in učbenikom za gospodinjstvo v 6. razredu osnovne šole ter s podatki na medmrežju.

Novi pojmi

Žarkost maščob, omega-3 maščobne kisline, cis in trans izomeri, holesterol, prehranska piramida.

Podatki in modeli

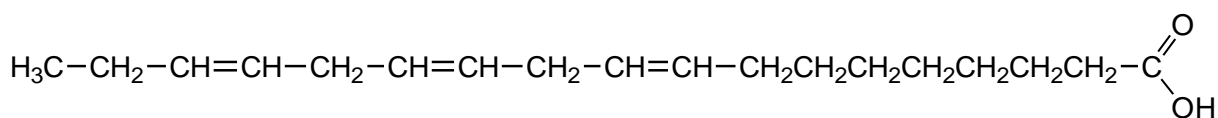
Maščobe se s časom kvarijo. Postanejo žarke. Toplota, svetloba in vlaga pospešujejo razkroj maščob. Molekule trigliceridov - maščob počasi reagirajo s kisikom iz zraka. Razkroj maščob poteka pod vplivom bakterij in drugih mikroorganizmov. Maščobne kisline se oksidirajo in razgradijo do karboksilnih kislin z manjšimi molskimi masami. Te kisline imajo neprijeten vonj in okus. Iz maščobnih kislin nastanejo druge kisikove organske spojine, to so aldehidi in ketoni. Da to preprečimo, dodajamo mastem antioksidante. Maščobe se



razgradijo tudi pri močnem segrevanju. Pri tem nastane akrolein, ki je rakotvoren. Zato ne uporabljamo pregretyh maščob.

Maščobne kisline, vezane v maščobah, vplivajo na naše zdravje. Nasičene maščobne kisline v prehrani povečajo tveganje za bolezni srca, nenasičene maščobne kisline pa zmanjšajo to tveganje. Položaj dvojnih vezi v maščobni kislini vpliva na njene lastnosti. To je pomembno predvsem za maščobne kisline, ki vsebujejo več dvojnih vezi. Za organizem so zdrave predvsem omega-3 maščobne kisline, ki zmanjšujejo obolelost srca. Ime omega-3 maščobne kisline je povezano z oznako najbolj oddaljene dvojne vezi glede na karboksilno skupino. Če označimo zadnji ogljikov atom v molekuli karboksilne kisline z ω (grška črka omega), je lega zadnjega ogljikovega atoma z dvojno vezjo $\omega-3$. Zato imenujemo te kisline $\omega-3$ maščobne kisline. Taka kislina je α -linolova kislina.

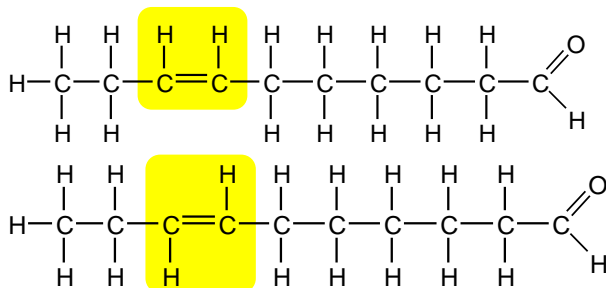
Model 1. $\omega-3$ maščobna kislina; α -linolova kislina.



Omega-3 maščobne kisline so pogosto vezane v maščobah v lanenem semenu, soji, orehih, lešnikih, sončničnih semenih in v ribah, kot so tuna, losos in postrv. Pomembne so za rast, rodnost, obnovo kože in za rdeča krvna telesa ter za delovanje celičnih membran, centralnega živčnega sistema in tudi za retino očesa.

Za lastnosti nenasičenih maščobnih kislin pa je pomemben tudi položaj vodikovih atomov ob dvojni vezi. Če ležita vodikova atoma na isti strani dvojne vezi, je to *cis* konfiguracija, če pa sta na nasprotni strani, je to *trans* konfiguracija.

Model 2. *Cis in trans konfiguracija vodikovih atomov ob dvojni vezi.*



Večina nenasičenih maščobnih kislin v naravnih maščobah ima cis konfiguracijo. Te maščobne kisline zmanjšajo tveganje za srčne bolezni. Maščobne kisline s *trans* konfiguracijo so v naravi predvsem v majhnih količinah v živalskih masteh.

Pri pretvorbi nenasičenih maščobnih kislin v nasičene maščobne kisline, to je pri adiciji vodika na dvojne vezi – hidrogeniranju, pa nenasičene maščobne kisline izgubijo pozitiven vpliv na naše zdravje. To velja za margarine in rastlinske masti, ki jih dobimo iz olj s hidrogeniranjem.

Maščobe, ki jih uživamo s hrano, vplivajo na naše zdravje. Premalo maščob in neustrezne maščobe lahko povzročijo pomanjkanje esencialnih maščobnih kislin. Posledica je zmanjšanje absorpcije vitaminov, topnih v maščobah. Preveliko uživanje maščob, in to predvsem maščob z vezanimi nasičenimi maščobnimi kislinami, poveča tveganje za srčne bolezni in rakasta obolenja. Srčne bolezni povezujejo s prehrano, v kateri so holesterol ter trigliceridi z nasičenimi in *trans* nenasičenimi maščobnimi kislinami. Te snovi povezujejo tudi z rakom na pljučih, debelem črevesu in prostati. Prevelika količina zaužitih maščob vpliva tudi na telesno maso, kar povezujejo s sladkorno boleznijo, motnjami v krvnem obtoku in visokim krvnim tlakom.

Sestava maščob v našem telesu je odvisna tudi od maščob v naši hrani. V telesu nastanejo maščobe iz glukoze, beljakovin in drugih snovi, ki vsebujejo ogljik, vodik in kisik. Iz teh snovi nastanejo v jetrih maščobne kisline in iz njih



trigliceridi. Ne morejo pa nastati maščobe, ki vsebujejo nenasičene maščobne kisline, ki imajo dvojne vezi v položaju ω -3 in ω -6. Te maščobne kisline mora telo dobiti z maščobami v hrani, zato jih imenujemo tudi esencialne maščobne kisline.

Maščobe v organizmih so vir energije, obdajajo naše notranje organe in nas ščitijo pred spremembami temperature. Del maščob, ki jih dobi organizem s hrano, se takoj porabi kot vir energije, del pa se shrani v tkivu pod kožo in okoli notranjih organov. Sposobnost organizma, da shrani maščobe, teoretično ni omejena. Maščobne celice se zaradi sprejema trigliceridov povečajo lahko kar za petdesetkrat. Ko obstoječe celice dosežejo največjo možno velikost, nastajajo nove celice, ki sprejemajo trigliceride. Tkivo pod kožo določa obliko in maso telesa.

Ko organizem potrebuje energijo, encimi v maščobnih celicah sprožijo razkroj maščob. Maščobe razpadejo na proste maščobne kisline in alkohol propan-1,2,3-triol (glicerol). Te snovi preidejo v kri in se po njej prenesejo do celic. V njih nastane energijsko bogata snov adenzin trifosfat – ATP. Iz maščobnih kislin ne more nastati glukoza; majhne količine glukoze lahko nastanejo iz alkohola propan-1,2,3-triola, ki nastane pri razpadu trigliceridov.

Tabela 1. Vsebnost maščob v 100 g nekaterih živil.

Hrana	Masa maščob v g
Goveje meso	5,3
Mandlji	54,2
Jajca	11,5
Polnozrnat kruh	3,0
Mleko	3,5
Solata	0,3
Jabolka	0,6

Holesterol

Med lipide, ki niso estri, uvrščamo holesterol. To je bela, v vodi netopna snov. Ker je v vodi netopen, se prenaša po krvni plazmi vezan na posebne beljakovine. Holesterol nastaja v jetrih. V telesu nastane trikrat do štirikrat več

holesterola, kot ga dobimo s hrano živalskega izvora. Pri nekaterih ljudeh se količina holesterola v krvi uravnava. Možno je, da se v primeru, ko telo dobi s hrano več holesterola, zmanjša količina holesterola, nastalega v jetrih. Na količino holesterola v telesu vplivajo tudi maščobe, ki vsebujejo nasičene maščobne kisline. Vendar vse nasičene maščobne kisline ne vplivajo na povečanje količine holesterola. Stearinska kislina, vezana v maščobah, čokoladi in mesu, ne poveča količine holesterola.

Več kot 90 % holesterola v telesu je v celičnih membranah. Holesterol sodeluje pri nastanku vitamina D v koži, žolčnih kislin, ki so emulgatorji v žolču, nekaterih hormonov, kot sta to testosteron in estrogen, ki sodelujejo pri rasti in spolnem razvoju, ter kortisola, ki omogoča nastanek glukoze v jetrih.

Tabela 2: Količina holesterola v nekaterih živilih.

Živilo	Količina holesterola
rumenjaki	2 g
meso piščanca, 25 g	0,9 g
riba, 25 g	0,5 g

Če je v krvi več holesterola, kot ga porabijo celice, se odlaga na stenah arterij. To poveča možnost ateroskleroze.



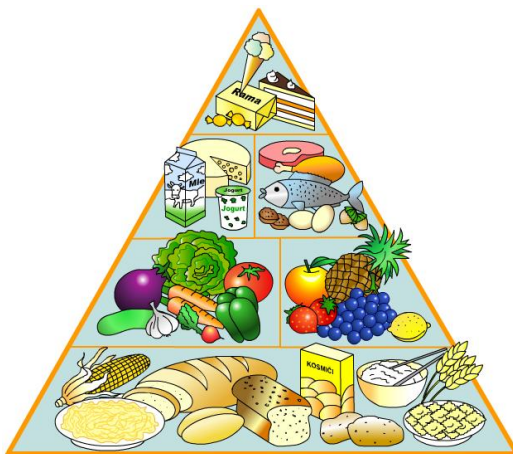
Slika 1: Nekateri žolčni kamni so praktično čist holesterol (vir: Wikipedia).

Prehranska piramida

Zdravo prehrano sestavljajo beljakovine, maščobe, ogljikovi hidrati, vitamini in minerali. Pomembno je, da je hrana čim bolj raznovrstna. Beljakovine so gradbena snov celic, ogljikovi hidrati pa vir energije. Potrebne so za rast in

obnavljanje organizmov. Pri metabolizmu maščob se sprošča energija. Maščobe so rezerva organizma. Vitamine in minerale potrebuje telo v majhnih količinah. V organizmih sodelujejo pri presnovi in nas varujejo pred boleznimi.

Zdravo prehranjevanje vključuje vse skupine živil v določenem razmerju, ki jih lahko podamo s piramido, v kateri so po količini razvrščena različna živila.



Slika 2: Na shemi je podan primer prehranske piramide.

Prehranska piramida je odvisna tudi od našega načina življenja in naših fizičnih aktivnosti. Na dnu, kjer je piramida najširša, so živila, ki jih mora telo dobiti največ; na vrhu, kjer je piramida najožja, pa živila, ki jih uživamo le občasno. Za različne načine prehranjevanja so značilne različne prehranske piramide. Osnova piramide zdrave prehrane so polnoznata živila in rastlinska olja v katerih so vezane nenasičene maščobne kisline. Sledijo zelenjava in sadje ter mlečni izdelki in ribe. V vrhu piramide so temno meso, živila iz bele moke in sladkarije. V temnem mesu in trdnih maščobah pa so vezane nasičene maščobne kisline, ki v večjih količinah niso koristne za naš organizem. Pogosto premalo upoštevamo mnenja strokovnjakov za zdravo prehrano in je naša prehranska piramida obrnjena na glavo. V njej prevladuje hitro pripravljena hrana z maščobami v katerih so vezane nasičene maščobne kisline, živila z veliko škroba in sladkarije.



Ključna vprašanja

1. Rečemo, da postanejo maščobe pri stanju žarke. Katere reakcije pri tem potekajo?

2. Kaj pospešuje kvarjenje maščob?

3. Ali lahko maščobe močno segrevamo? Pojasni svoj odgovor.

4. Katere maščobne kisline so bolj primerne za naš organizem? Obrazloži svoj odgovor.

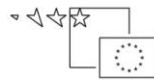
5. Ugotovili so, da so za organizem zdrave predvsem omega-3 maščobne kisline. Na osnovi njihovega imena pojasni ali jih uvrščamo med nasičene ali nenasičene kisline. Kaj pove oznaka omega-3 ali ω -3 v imenu teh kislin?

6. Zakaj so za organizem pomembne omega-3 maščobne kisline?

7. Kako nastanejo maščobe v organizmih?

8. Iz katerih snovi nastanejo v organizmih maščobe?

9. Ali v organizmu lahko nastanejo vse maščobne kisline, ki so potrebne za nastanek organizmu lastnih maščob? Kako imenujemo te maščobne kisline?



10. Zakaj so pomembne maščobe za organizem?

11. V katero skupino spojin uvrščamo holesterol?

12. Pojasni izvor holesterola v organizmu.

13. Kako se uravnava količina holesterola v organizmu?

14. Zakaj je potreben holesterol v organizmu?

15. Kaj se zgodi s holesterolom, ki ga je v organizmu preveč?

16. Kaj pove prehranska piramida?



Naloge za vajo

1. Kako prepoznamo, da je maščoba žarka?

2. Kako zmanjšamo kvarjenje maščob?

3. V katerih živilih so maščobe, ki vsebujejo omega-3 maščobne kisline?

4. Kako imenujemo maščobne kisline, ki jih moramo dobiti v maščobah s hrano?

5. Na kaj vse vpliva prevelika količina zaužitih maščob?

6. Kaj se zgodi z maščobami, ki se v organizmu ne porabijo kot vir energije?

7. V celicah maščobnega tkiva se shranjujejo molekule maščob. Koliko maščob lahko sprejmejo celice?

8. Katere maščobne kisline vplivajo na povečanje holesterola?

9. Katera živila so pri zdravi prehrani na dnu in katera na vrhu prehranske verige?



Ali razumem?

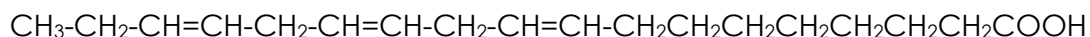
1. Maščoba je dobila neprijeten vonj in okus. Kaj se je zgodilo z molekulami maščob?

2. S hrano je dobil organizem premalo esencialnih maščobnih kislin. Kaj to pomeni za naše zdravje?

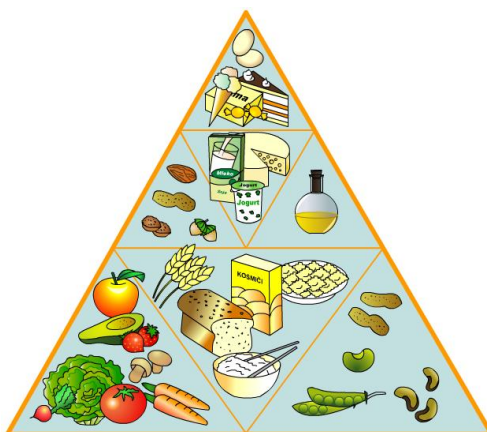
3. Pri pripravi hrane uporabljamo veliko masti. Kaj tvegamo s tem?

Problemska naloga

1. Podana je formula α -linolove kisline. Na osnovi formule sklepaj, med katere maščobne kisline uvrščamo to spojino. Ugotovi, koliko dvojnih vezi je v molekuli in označi lego zadnjega ogljikovega atoma z dvojno vezjo. Kako imenujemo maščobne kisline s takim položajem dvojne vezi?



2. Kaj lahko sklepamo iz prehranske piramide, podane na shemi?





Učna enota: Kako dobimo mila?

Zakaj se to učim?

Mila so emulgatorji pri umivanju in pranju. Emulgatorji omogočajo mešanje tekočin, ki se sicer ne mešajo. Mila dobimo s hidrolizo maščob pri kislih oz. bazičnih pogojih. Pri bazičnih pogojih hidrolize nastanejo soli maščobnih kislin in propan-1,2,3-triol. Natrijeve in kalijeve soli maščobnih kislin so mila.

Učni cilji

- spoznajo reakcijo hidrolize maščob in produkte, ki nastanejo pri kislih in bazičnih pogojih
- razumejo strukturo mil
- razumejo delovanje mila

Učni dosežki

- razlikujejo produkte pri hidrolizi maščob s kislinami od produktov pri hidrolizi maščob s hidroksidi
- znajo predvidevati produkte bazične hidrolize molekul maščobe, prepoznajo zgradbo delcev mila in znajo opredeliti polarni in nepolarni del v delcu
- razumejo emulgatorske lastnosti mila

Predhodno znanje

- razumejo zgradbo molekul maščob
- znajo opredeliti polarni in nepolarni del delcev

Viri

Pomagaj si z učbenikom za kemijo v 9. razredu osnovne šole in učbenikom za kemijo za gimnazije 2 ter s podatki na medmrežju.



Novi pojmi

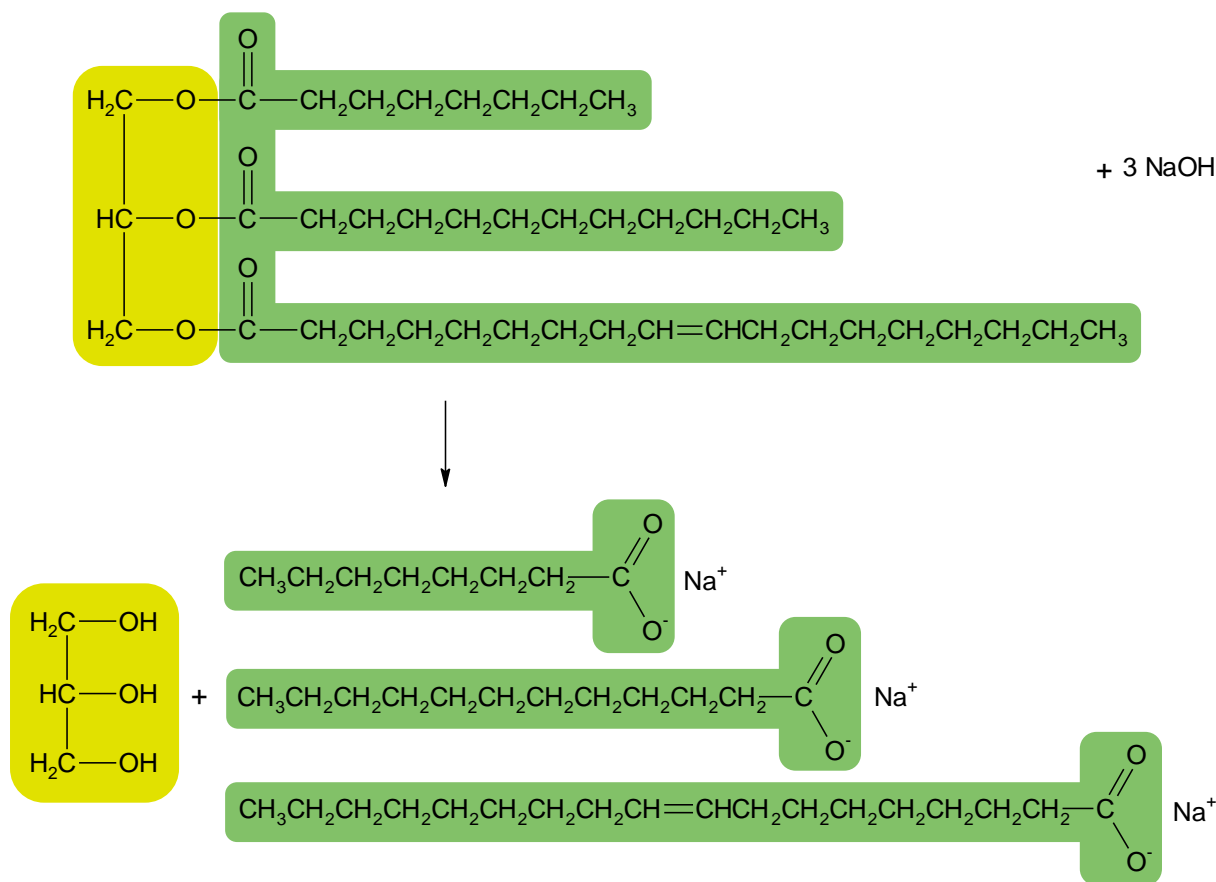
Hidroliza maščob, mila, detergenti, pranje.

Podatki in modeli

Trigliceridi so estri in reagirajo z vodo pri kislih oz. bazičnih pogojih. V kislinskih pogojih nastanejo maščobne kisline in propan-1,2,3-triol, v bazičnih pogojih pa soli maščobnih kislin in propan-1,2,3-triol. V organski kemiji označujemo s hidrolizo razkroj estrov v kisline in alkohole. Pri maščobah imenujemo to reakcijo tudi umiljenje maščob.

Pri reakciji maščob z vodno raztopino natrijevega ali kalijevega hidroksida se estrska vez v molekuli maščobe pretrga in nastanejo natrijeve ali kalijeve soli maščobnih kislin in propan-1,2,3-triol.

Model 1. Enačba reakcije nastanka natrijevega mila.

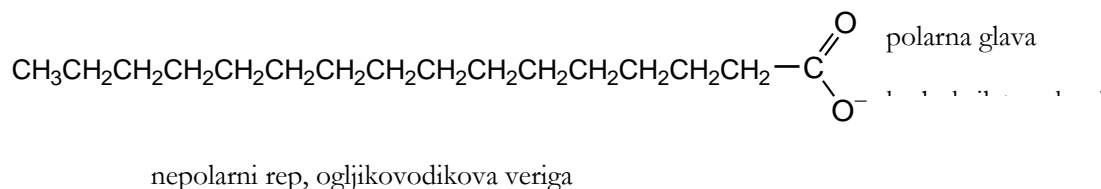


V trdnih milih so natrijeve, v mazavih toaletnih milih pa kalijeve soli višjih maščobnih kislin. V verigi aniona mila mora biti več kot 12 in manj kot 18 ogljikovih atomov. Mila z več kot 18 atomi ogljika v verigi so slabo topna v vodi. Vodne raztopine mil so rahlo bazične, njihov pH je največ 10.

Za mila uporabljajo govejo maščobo, pa tudi kokosovo ali palmovo olje. Pri hidrolizi nastanejo soli maščobnih kislin. Po reakciji dobimo iz raztopine trdno surovo milo z dodatkom natrijevega klorida. Surovo milo moramo očistiti, ker vsebuje med drugim tudi natrijev ali kalijev hidroksid in natrijev klorid.

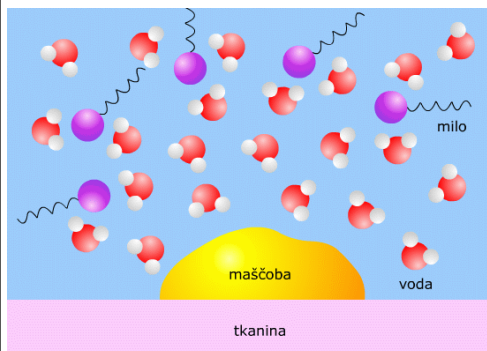
Z milom lahko odstranimo maščobe in drugo umazanijo s tkanin in z naše kože zaradi zgradbe delcev v njem. V milu, v katerem je kalijev palmitat s formulo C₁₅H₃₁COOK, so palmitatni ioni C₁₅H₃₁COO⁻ in kalijevi K⁺ ioni.

Model 2. Racionalni zapis palmitatnega aniona.

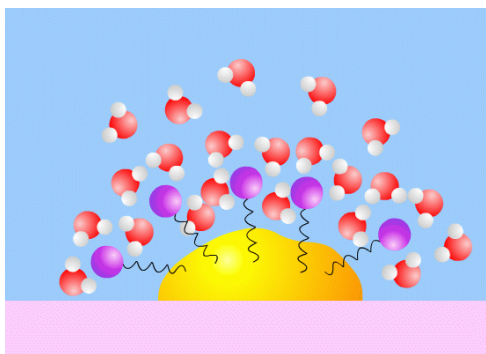


V zapisu sta označeni nepolarna ogljikovodikova veriga – rep in polarna karboksilatna skupina – glava. Ogljikovodikova veriga je nepolarna in odbija polarne molekule vode ter privlači nepolarne molekule maščob. Karboksilatna skupina pa je polarna in nasprotno privlači polarne molekule vode in odbija nepolarne molekule maščob.

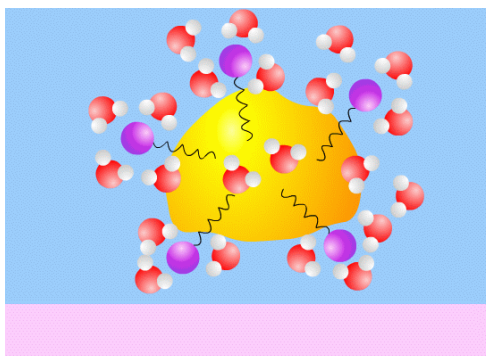
Model 3. Delovanje mila.



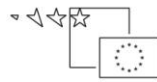
Ko pride milo v stik z umazanijo, se delci mila z nepolarnim delom povežejo z nepolarnimi delci maščob in jih odtrgajo iz površine tkanine.



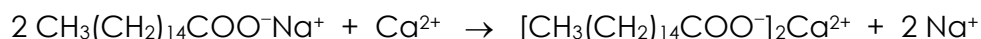
Nepolarne molekule umazanije so obdane z nepolarnim delom delcev mila. Proti vodi pa je usmerjen polarni del delcev mila.



Nastale kapljice maščobe, obdane z delci mila, se porazdelijo v vodi. Nastane emulzija maščobe v vodi, ki jo z vodo speremo s tkanine.



Milo se najbolje peni v deževnici, v kateri so raztopljeni le plini iz zraka. Deževnica je mehka voda in ne vsebuje kalcijevih Ca^{2+} , magnezijevih Mg^{2+} in hidrogenkarbonatnih HCO_3^- ionov, ki so v trdi vodi. Kalcijevi in magnezijevi ioni tvorijo kalcijeve in magnezijeve soli maščobnih kislin, ki se slabo topijo v vodi. Te soli se izločajo, zato potrebujemo pri pranju več mila.



natrijeva sol maščobne kisline

kalcijev sol maščobne kisline

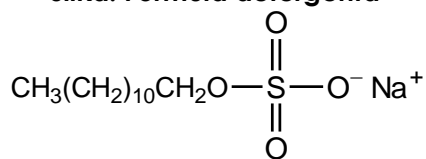
topna v vodi

slabo topna v vodi

Sintetični detergenti

Detergente naredijo v tovarnah. Imajo podobno zgradbo kot mila. V trdi vodi pa naj ne bi z ioni Ca^{2+} , Mg^{2+} in Fe^{2+} tvorili netopnih soli. Detergenti vsebujejo tudi sredstva za mehčanje vode.

Slika: Formula detergenta

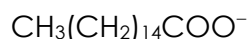


Ključna vprašanja

1. Primerjaj produkte pri hidrolizi iste maščobe v kislem in v bazičnem mediju?

2. Koliko atomov ogljika je v verigi anionov mil?

3. Podan je racionalni zapis aniona v milu. Imenuj anion in v zapisu označi nepolarni in polarni del.

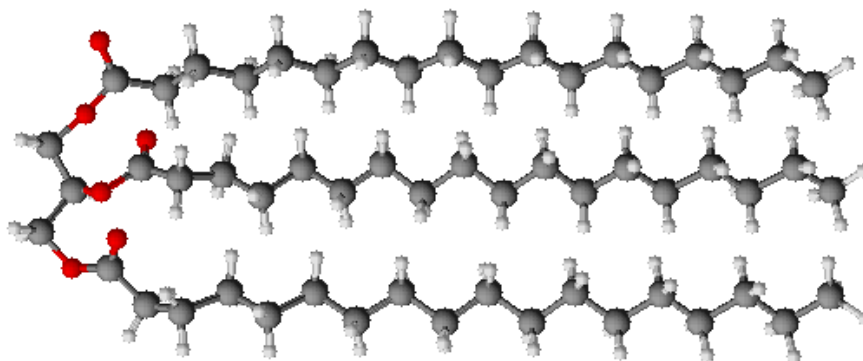


4. Razloži, kako se anioni mila pri pranju vežejo na molekule maščobe.

Naloge za vajo

1. Kateri produkti nastanejo pri kisli hidrolizi maščobe, katere model molekule je na sliki?

Model molekule maščobe:



2. Napiši formuli produktov hidrolize iste maščobe kot v zgornji nalogi z vodno raztopino kalijevega hidroksida.

3. Pri pranju v trdi vodi porabimo za enako količino perila več mila kot pri pranju v mehki vodi. Razloži, zakaj.

Ali razumem?

1. Kokosovo olje segrevamo v vodni raztopini kalijevega hidroksida. Potekla je hidroliza maščob. Predvidi, kateri anion nastane, če veš, da je v maščobah

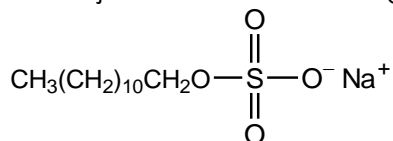


kokosovega olja vezana tudi miristinska kislina z molekulsko formulo $C_{14}H_{28}O_2$.
Napiši racionalni zapis aniona, ki nastane. Kateri kation je vezan na ta anion?

Problemska naloga

1. Pri pranju so ugotovili, da je nastala v vodi težko topna spojina s formulo: $[CH_3(CH_2)_{14}COO^-]_2Ca^{2+}$. Kakšno vodo smo uporabljali za pranje? Napiši molekulsko formulo maščobne kisline, ki je bila vezana na maščobo, iz katere smo dobili milo. Izračunaj njeno molsko maso.

2. Podana je formula detergenta. Primerjaj formulo detergenta s formulo natrijevega mila dodekanojske kisline. V čem sta si formuli podobni in v čem se razlikujeta? V formuli detergenta označi iona.





Učna enota: Katerih snovi pojemo največ z mesom, jajci ali mlekom?

Zakaj se to učim?

Beljakovine tvorijo okoli 50 % vse suhe mase celice in so strukturno najbolj zapletene biološke makromolekule. Vsaka beljakovina ima značilno strukturo in funkcijo. Poznavanje zgradbe in strukture beljakovin je pomembno za nadaljnje razumevanje kemijskih dogajanj v organizmih in s tem tudi za poznavanje zdrave prehrane človeka.

Učni cilji

- poznati pomen beljakovin za človeka
- poznati osnovne gradnike beljakovin

Učni dosežki

- iz formul molekul izbrati formulo molekule beljakovine
- razumeti kemijsko zgradbo molekule aminokisline
- poznati nekatere lastnosti aminokislin

Predhodno znanje

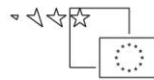
- poznati osnovno strukturo organskih molekul
- poznati nekatere osnovne funkcionalne skupine organskih molekul
- poznati osnovne zakonitosti simbolnega kemijskega jezika

Viri

V primeru težav pri reševanju problemov si pomagaj z učbenikom za kemijo za 9. razred osnovne šole in/ali medmrežjem.

Novi pojmi

Beljakovina, protein, molekula aminokisline, esencialnost



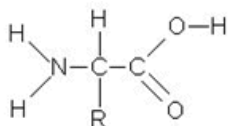
Podatki in modeli

Ko govorimo o beljakovinah, se navadno spomnimo na meso, jajca in mleko. Ta živila živalskega izvora so najpomembnejši vir beljakovin v naši hrani. V jajcu je približno 7 g beljakovin, v kozarcu mleka 8 g in v 8,5 dag težkem zrezku preko 20 g beljakovin. Beljakovine so tudi v stročnicah, žitih in semenih. Približno 90 g leče, soje, graha, kikirikija ali fižola vsebuje od 6 g do 10 g beljakovin. Tudi kruh, testenine in riž so pomemben vir beljakovin. Čeprav so rastlinske beljakovine manj izkoriščene kot živalske beljakovine pri gradnji beljakovin v človeškem telesu, lahko pestra rastlinska prehrana zadosti človekove potrebe po beljakovinah in s tem tudi po aminokislinah.

Tako sta v Mehiki glavni vir beljakovin fižol in riž, v Indiji leča in riž, na Kitajskem pa soja. Z rastjo standarda prebivalstva navadno tudi raste v prehrani količina živalskih beljakovin. Povprečno je v hrani prebivalca ZDA dnevno 100 g beljakovin, kar skoraj dvakrat presega dnevno potrebo. Prehrana rastlinskega izvora zagotavlja tudi B vitamine, mineralne snovi, ki vsebujejo železo, cink in kalcij, maščobe z vezanimi nenasičenimi maščobnimi kislinami ter vlaknine. Prehrana živalskega izvora vsebuje malo vlaknin in maščobe s pretežno nasičenimi maščobnimi kislinami. Sodobna zdrava prehrana naj bi bila vsebovala predvsem žita, zelenjavo, sadje in manjše količine mesa.

Vse beljakovine so zgrajene iz aminokislin, ki so povezane med seboj v verige. V beljakovinah najdemo okoli dvajset različnih aminokislin. Zgradba molekul beljakovin je različna. Razlikujejo se v aminokislinah, ki jih vsebujejo, njihovem zaporedju v molekuli in prostorski zgradbi molekule. Vse to določa lastnosti posamezne beljakovine in s tem njene funkcije v organizmih.

Model 1. Vse aminokisline imajo enako splošno formulo.

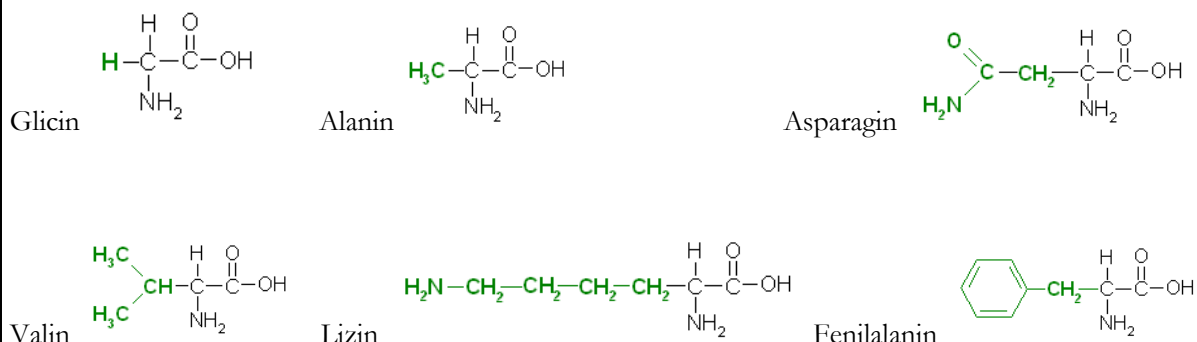


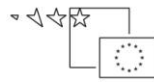
Enajst aminokislin nastane v organizmu odraslega človeka, devet pa jih moramo dobiti z ustrezno beljakovinsko prehrano. Teh devet nujno potrebnih aminokislin imenujemo esencialne aminokisline. Molekule aminokislin se razlikujejo med seboj glede na stransko verigo (R).

Tabela 1. V tabeli so podane aminokisline, vezane v beljakovinah organizmov. Podane so tudi okrajšave njihovih imen.

Esencialne aminokisline		Neesencialne aminokisline	
Histidin	His	Alanin	Ala
Izolevcin	Ile	Arginin*	Arg
Levcin	Leu	Asparagin	Asn
Lizin	Lys	Asparaginska kislina	Asp
Metionin	Met	Cistein*	Cys
Fenilalanin	Phe	Glutaminska kislina	Glu
Treonin	Thr	Glutamin*	Gln
Triptofan	Trp	Glicin*	Gly
Valin	Val	Prolin*	Pro
		Serin	Ser
		Tirozin*	Tyr

Model 2. Strukturne formule nekaterih aminokislin.





Beljakovine, ki jih zaužijemo s hrano, se v telesu razgradijo na aminokisline, ki se porabijo za gradnjo novih človeku lastnih beljakovin. Če posamezne esencialne aminokisline z beljakovinami organizem ne dobi, ne morejo v organizmu nastati nove beljakovine, potrebne za življenje. Nekatere aminokisline (v tabeli označene z zvezdico) so esencialne za človeka, ker v našem telesu ne morejo nastati.

Večina živalskih beljakovin vsebuje vse aminokisline, zato pravimo, da so to popolne beljakovine. Nekatere živalske in še zlasti rastlinske beljakovine pa ne vsebujejo vseh esencialnih aminokislin, zato so to nepopolne beljakovine. Odrasel človek potrebuje okoli 7 g esencialnih aminokislin na dan, od tega kar 2 g metionina. Pomena esencialnih aminokisline se morajo še posebej zavedati vegetarijanci, saj mora organizem dobiti vse esencialne beljakovine v zadostni količini. Koruza tako nima lizina in triptofana, riž nima lizina in treonina, pšenica nima lizina in celo soja, ki velja za najboljši rastlinski vir aminokislin, ima zelo malo metionina. To pomeni, da je za vegetarijance še toliko bolj pomembna pestra rastlinska prehrana z ustrezno kombinacijo različnih rastlinskih beljakovin. Le rastlinska hrana pa za odraščajočega otroka vseeno ni dovolj bogata z vsemi esencialnimi aminokislinami, zato je treba hrani dodajati tudi živalske beljakovine.

Ključna vprašanja

1. Ali zadostuje le pestra rastlinska hrana za normalno delovanje organizma odraslega človeka? Utemelji svoj odgovor.

2. V katerih rastlinah so beljakovine, ki vsebujejo aminokisline, potrebne za uravnoteženo prehrano človeka?

3. Kaj je skupnega beljakovinam rastlinskega in živalskega izvora?

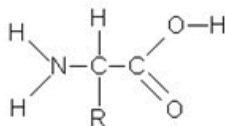


4. Kaj pomeni beseda esencialno, če jo slišimo v povezavi z beljakovinami v prehrani?

5. Naštej imena in okrajšave vseh esencialnih aminokislin.

6. Ali vse rastlinske beljakovine vsebujejo vse esencialne aminokislino? Odgovor utemelji.

7. Podana je splošna formula aminokislino. V formuli označi značilne skupine in jih imenuj.



8. Kakšna je zgradba vseh aminokislin, kaj imajo skupnega in v čem se razlikujejo?

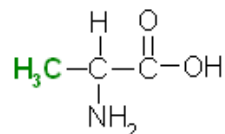
9. Zapiši strukturno formulo funkcionalne skupine v molekuli aminokislino, ki je značilna za organske kisline.



10. Zapiši strukturno formulo funkcionalne skupine v molekuli aminokisline, ki je značilna za baze.

Naloge za vajo

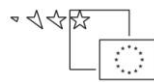
1. Napiši strukturno formulo aminokisline z oznako Ala, če veš, da je na centralni ogljikov atom vezana metilna skupina. V formuli molekule označi posamezne skupine.



3. Analiziraj strukturne formule molekul aminokislin na Modelu 1 in napiši racionalne formule tistih delov molekul, ki razlikujejo molekule posameznih aminokislin med seboj. Posamezne dele aminokislin označi z okrajšavami njihovih imen.

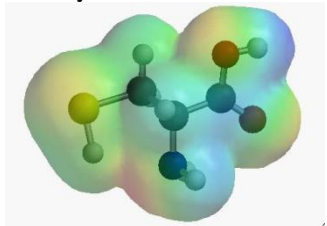
Ali razumem?

1. V kateri vrsti hrane, rastlinskega ali živalskega izvora, je več beljakovin? V katerih beljakovinah rastlinskih ali živalskih je vezanih več različnih esencialnih aminokislin?



2. Zapiši formulo glicina, če veš, da je to najenostavnejša aminokislina. Najenostavnejša pomeni to, da v stranski verigi ni nobene skupine, ki bi vsebovala ogljikov atom.

3. Na sliki je model aminokisline cistein. Napiši strukturno formulo cisteina.



Problemski nalogi

1. Ali ima aminokislina kisle ali bazične lastnosti, je odvisno od strukture stranske verige. Poleg formul aminokislin v tabeli zapiši v drugi stolpec N, če je aminokislina nevtralna, K, če je kisl, in B, če je bazična. V tretjem stolpcu utemelji svojo odločitev.

Formula molekule aminokisline in okrajšava imena	N/K/B	Utemeljitev odločitve
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \quad \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$ <p>Ile</p>		
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N} \\ \\ \text{C}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}_2\text{N} \quad \\ \quad \quad \text{NH}_2 \end{array}$ <p>Arg</p>		
$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \quad \\ \text{HO}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$ <p>Asp</p>		

2. Beljakovine določamo v vzorcih hrane z biuretsko reakcijo.

Navodila za izvedbo poskusa:

1. Izvedi poskus s tremi snovmi (moka, želatina v prahu, sladkor) in vodo.



2. Za nožev konico posameznih snovi daj v posamezno epruveto in epruvete ustrezno označi.
3. V vsako nalij 5 mL vroče vode ter močno pretresi..
4. V četrto epruveto daj le 5 mL vode.
5. V vse epruvete dodaj 1 mL 10 % vodne raztopine natrijevega hidroksida in 3 kapljice 0,5 % bakrovega sulfata ter dobro pretresi.
6. Opazuj spremembe in opažanja zapiši v tabelo.

Oznaka epruvete	Snov	Opažanja	Vsebnost beljakovin (+ / -)

2.1. Kaj si opazil pri poskusu, ko si z vodo naredil biuretsko reakcijo? Zakaj si pri poskusu uporabil vodo?

2.2. V katerih vzorcih si dokazal, da vsebujejo beljakovine? Po čem to sklepaš?

2.3. Na kaj lahko sklepamo na osnovi obarvanja moke in želatine v primerjavi z obarvanjem vode?

2.4. Ali so v vzorcih v katerih smo dokazali beljakovine tudi aminokisline? Odgovor utemelji.

2.5. Kaj lahko sklepaš iz poskusa s sladkorjem?

2.6. Kako dobimo moko?



2.7. Kako dobimo želatino?

2.8. Kako dobimo sladkor?

2.9. Ali lahko na osnovi poskusa sklepaš, da hrana rastlinskega izvora vsebuje beljakovine? Odgovor utemelji.



Učna enota: Kako naše telo izkorišča beljakovine, ki jih pojemo?

Zakaj se to učim?

Beljakovine, ki jih pojemo s hrano, se v prebavilih (želodec in ozko črevo) s sodelovanjem encimov, ki so tudi beljakovine in jih izločata želodčna sluznica ter trebušna slinavka, razgradijo v aminokisline. Aminokisline gredo skozi močno nagubano steno tankega črevesa v kri. Po krvi se prenesejo do vseh celic telesa, kjer se iz teh aminokislin tvorijo telesu lastne beljakovine ter druge snovi, potrebne za njegovo delovanje

Učni cilji

- razumeti, kako iz beljakovin nastanejo aminokisline in obratno
- spoznati, kako so aminokisline med seboj povezane v peptide oz. beljakovine

Učni dosežki

- z uporabo formul aminokislin zapisati formulo določenega peptida
- razumeti nastanek peptidne vezi med dvema molekulama aminokisline
- poznati lastnosti razgradnje beljakovin med prebavo v organizmu

Predhodno znanje

- poznati osnovno strukturo organskih molekul
- poznati nekatere osnovne funkcionalne skupine organskih molekul
- poznati osnovne zakonitosti simbolnega kemijskega jezika
- Učna enota 1: Česa pojemo največ z mesom, jajci ali mlekom?

Viri

V primeru težav pri reševanju problemov si pomagaj z učbenikom za kemijo za 9. razred osnovne šol in/ali medmrežjem.

Novi pojmi

Peptid, peptidna vez, prebava beljakovin

Podatki in modeli

Aminokisline se povezujejo med seboj z vezjo, ki nastane pri reakciji dveh molekul aminokislin.

Aminska skupina ene molekule aminokisline se poveže s karboksilno skupino druge molekule aminokisline. Pri tem izstopa molekula vode. Vez, ki nastane med dvema molekulama aminokislin, imenujemo amidna vez, v beljakovinah pa jo imenujemo tudi peptidna vez. Potekla je reakcija polimerizacije. Takšno polimerizacijo imenujemo tudi kondenzacijska polimerizacija, ker pri tej reakciji pogosto izstopa voda ali druga nizkomolekularna spojina.

Model 1. Povezovanje dveh aminokislin, predstavljenih s splošno formulo, v dipeptid.



Dve aminokislini, povezani s peptidno vezjo, tvorita dipeptid, tri aminokisline pa tripeptid. Veliko povezanih aminokislin tvori polipeptid. Polipeptide z velikim številom povezanih aminokislin imenujemo beljakovine ali proteine. Poznamo polipeptide z nekaj deset do nekaj tisoč aminokislinskimi enotami. Osnovni podatek o strukturi beljakovine je zaporedje aminokislin, povezanih v verigi. To zaporedje je za vsako beljakovino zapisano v enem genu, ki pomeni zaporedje enot v molekuli deoksiribonukleinske kisline (DNA) vsake celice organizma. Osnovna peptidna veriga ima lahko različne oblike; tako je lahko zvita tudi v vijačnico. Deli verig niso vedno zviti v vijačnico. Molekule nekaterih beljakovin sestavlja lahko več verig, ki se zvijejo v klobčič. V prostoru je

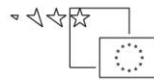


struktura beljakovine natanko določena. V človeškem telesu je približno 100.000 različnih beljakovin, vsaka med njimi ima svoj pomen za delovanje organizma. Tako so vsi encimi beljakovine.

V želodcu povzroči klorovodikova kislina spremembe beljakovin tako, da encim pepsin beljakovinske verige lažje razcepi v krajše verige in na posamezne aminokisline. V ozkem črevesju se nadaljuje cepitev peptidnih vezi ob sodelovanju encimov trebušne slinavke. Celice v sluznici črevesa absorbirajo posamezne aminokisline, dipeptide in tripeptide. V celicah se dipeptidi in tripeptidi razgradijo v posamezne aminokisline. Absorbirane aminokisline potujejo po krvi do jeter, ki usmerjajo nadaljnjo porazdelitev aminokislin po telesu in vodijo njihovo pretvorbo.

Zanimivost

Sladilo aspartam je metilni ester dipeptida, ki nastane iz aminokislin asparaginske kisline in fenilalanina. V človeškem telesu se sladilo aspartam razgradi na aminokislini. Del molekul fenilalanina se v organizmu ob sodelovanju encimov v jetrih pretvori v molekule tirozina. V primeru, da v organizmu ta encim manjka zaradi dedne bolezni fenilketonurije, se aminokislina fenilalanin kopiči v organizmu. To povzroča resne zdravstvene težave, kot so poškodbe možganov in s tem umska zaostalost. Osebe brez teh encimov ne smejo uživati sladila aspartama in nikakršne hrane, ki v beljakovinah vsebuje veliko vezane aminokisline fenilalanin. Aspartam je pogosto v hrani, na primer v jogurtih brez sladkorja.



9. Kaj v organizmih določa zaporedje aminokislin, vezanih v beljakovinsko molekulo?

10. Kje v telesu se cepijo peptidne vezi v molekulah beljakovin?

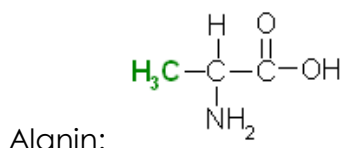
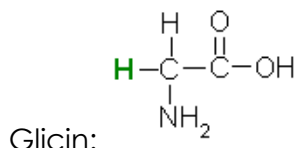
11. Kaj nastane pri prebavi beljakovin v ozkem črevesu?

12. Kaj je aspartam in zakaj se uporablja?

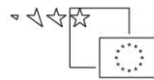
13. Kaj je fenilketonurija?

Naloge za vajo

1. Napiši strukturno formulo tripeptida, ki nastane iz dveh molekul aminokisline glicina in ene molekule aminokisline alanina. Podani sta formuli obeh aminokislin. Zaporedje aminokislin v tripeptidu je glicin-glicin-alanin. V tripeptidu označi peptidni vezi.



2. Zaporedje vezanih aminokislin v peptidih označujemo z okrajšavami imen aminokislin, ki jih sestavljajo. Okrajšave povežemo med seboj z vezajem, ki

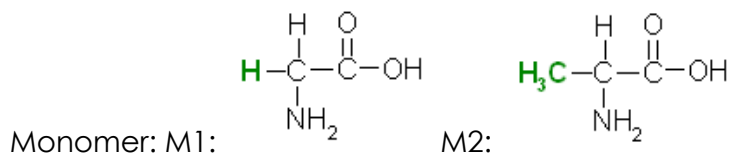


ponazarja peptidno vez. Zaporedje aminokislin v tripeptidu v prejšnji nalogi zapišemo kot Gly-Gly-Ala. Ali so možne še druge povezave teh treh aminokislin?

Ali razumem?

1. Pojasni, zakaj je črevesna sluznica (notranja površina ozkega črevesa) močno nagubana?

2. Napiši polimer, ki nastane med monomeri M1 in M2; zapišemo pa ga kot M2-M1-M2-M1-M1. V nastalem polimeru označi vse amidne ali peptidne vezi.

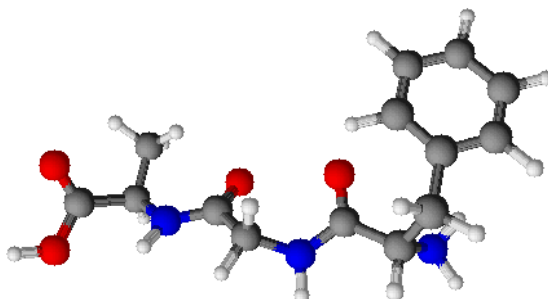


3. Zakaj ljudje, ki imajo fenilketonurijo, ne smejo jesti hrane, sladkane s sladilom aspartam?



Problemske naloge

1. Iz modela zapiši strukturno formulo tripeptida. Napiši formule aminokislin, ki so vezane v tripeptidu, in jih imenuj. Tripeptid ponazori z zapisom, v katerem uporabiš okrajšave imen aminokislin.



2. Napiši reakcijsko shemo nastanka dipeptida, ki je osnova za pripravo sladila aspartama.
3. Napiši heksapeptid, ki ga lahko ponazorimo z zapisom Ala-Gly-Val-Phe-Phe-Lys. Koliko peptidnih vezi je v tem heksapeptidu?



Učna enota: Kakšno vlogo imajo beljakovine v našem telesu?

Zakaj se to učim?

Beljakovine imajo v organizmih različne funkcije. Beljakovine sestavljajo telo organizmov in omogočajo potek kemijskih reakcij v celicah. Vsaka celica živi le toliko časa, kolikor se v njej tvori energijsko bogata snov, ki jo označujemo s kratico ATP. Nastanek te snovi in vseh drugih snovi, ki se v celicah pri kemijskih reakcijah stalno spreminjajo, omogočajo beljakovine, imenovane encimi. Zato lahko rečemo, da so beljakovine tiste snovi, zaradi katerih lahko živimo.

Učni cilji

- spoznati, kakšna je funkcija različnih beljakovin v telesu

Učni dosežki

- razlikovati med globularnimi in fibrilarnimi beljakovinami
- znati naštetih funkcije beljakovin v telesu
- razumeti funkcijo encimov v celici
- poznati funkcijo transportnih in obrambnih beljakovin

Predhodno znanje

- Učna enota 1: Česa pojemo največ z mesom, jajci ali mlekom?
- Učna enota 2: Kako naše telo izkorišča beljakovine, ki jih pojemo?

Viri

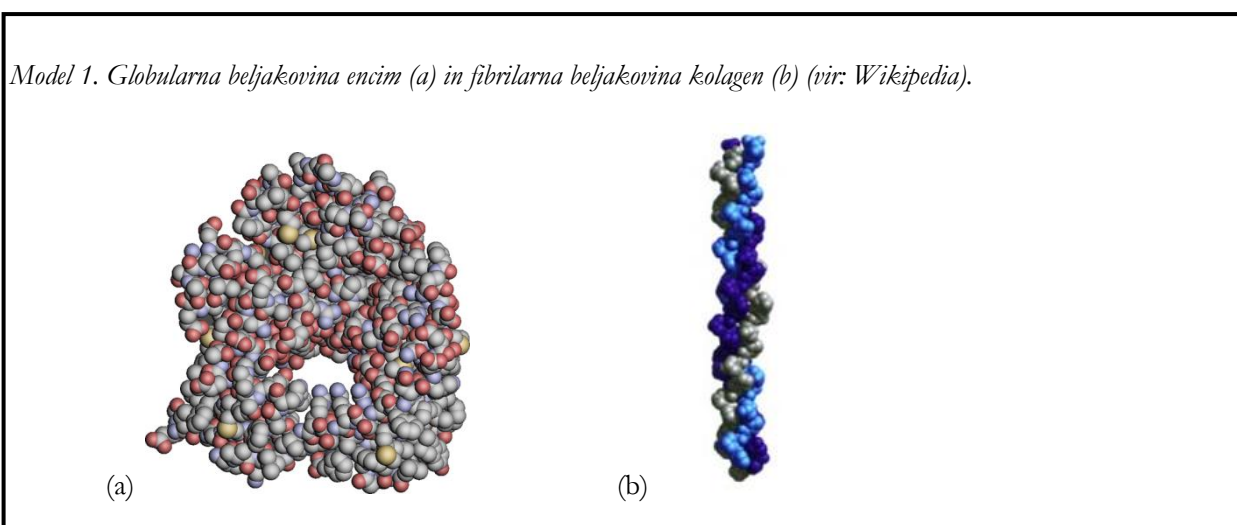
V primeru težav pri reševanju problemov si pomagaj z učbenikom za kemijo za 9. razred osnovne šol in/ali medmrežjem.

Novi pojmi

Fibrilarne beljakovine, globularne beljakovine, encimi, transportne beljakovine, obrambne beljakovine

Podatki in modeli

Glede na obliko molekul poznamo vlaknaste (fibrilarne) in kroglaste (globularne) beljakovine.



Molekule vlaknastih beljakovin so med seboj povezane z vezmi in so zato v vodi slabo topne in občutljive za delovanje močnih kislin. Kroglaste beljakovine so zelo občutljive na toploto, povečano koncentracijo elektrolitov (kislin, baz in soli) in na spremembo pH. Pri tem se iz raztopine izločijo beljakovine kot trdne snovi. Pojav imenujemo denaturacija. Spremeni se struktura beljakovin. Posledica tega je, da ne morejo več opravljati pravih funkcij v organizmu.

Vlaknaste beljakovine so v celicah kože, dlakah, nohtih (keratin), kitah (elastin), pa tudi kot medcelični vezni material (kolagen). Pri športu in drugih telesnih aktivnostih lahko povečamo mišično maso in s tem količino beljakovin. Najbolj razširjena beljakovina v telesu je kolagen, ki povezuje



celice in je beljakovinska osnova kosti in zob. V primeru, da hrana ne vsebuje dovolj beljakovin, se mišična masa zmanjša, koža ni več elastična, lasje se tanjšajo in začnejo izpadati. V šamponih in kremah so beljakovine, ki naj bi pospešile gradnjo beljakovin v koži in laseh. Vlaknaste beljakovine so tudi v svili in pajkovih mrežah.

Kroglaste (globularne) beljakovine so v telesnih tekočinah in tekočinah znotraj celic in so večinoma dobro topne v vodi. V to skupino beljakovin prištevamo encime, transportne beljakovine, obrambne beljakovine, hormone, beljakovine kot zalogo hrane in strupe (toksine).

Tabela 1. Pomen globularnih beljakovin za organizme.

Globularna beljakovina	Pomen za organizme
encimi	pospešujejo in uravnavajo potek kemijskih reakcij v organizmih
transportne beljakovine	sodelujejo pri prenosu kisika, maščob in drugih snovi v organizmu
obrambne beljakovine	so pomembne pri odstranjevanju virusov in strupov iz organizma
hormoni	regulirajo delovanje organizma (npr. insulin regulira koncentracijo glukoze v krvi)
beljakovine kot zaloga hrane	so zaloga hrane razvijajočemu organizmu (npr. ovalbumin v jajčnem beljaku, kazein v mleku)
strupi (toksini)	strupene beljakovine, ki jih izločajo nekateri mikroorganizmi (npr. povzročitelji tetanusa, antraksa, daveice), so lahko v strupih nekaterih kač in žuželk

(VIŠJA RAVEN)

Encimi

Kemijske reakcije v organizmih, pri katerih nastanejo iz ene vrste druga vrsta molekul, potekajo ob sodelovanju encimov. Brez encimov bi potekale te reakcije tako počasi, da življenje ne bi bilo mogoče. Encimi so katalizatorji. To pomeni, da povečajo hitrost kemijske reakcije. Encime imenujemo tudi biokatalizatorji, ker pospešujejo reakcije metabolizma v živih organizmih. Pri tem se ne spremenijo. Vsaka reakcija pri nastanku adenozin trifosfata (ATP), nastanku in razpadu ogljikovih hidratov, maščob in beljakovin zahteva ustrezno beljakovino–encim s specifično zgradbo. Encim, ki se mu spremeni



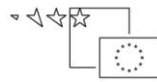
zgradba, ne more več sodelovati kot katalizator pri določeni kemijski reakciji. Encimi nastanejo v celicah. Pri nekaterih boleznih (npr. cistična fibroza, ko trebušna slinavka ne deluje) morajo bolniki med hranjenjem jemati kapsule z encimi.

Transportne beljakovine

Transportne beljakovine sodelujejo pri prenosu snovi v organizmu. Hemoglobin, ki obarva eritrocite v krvi rdeče, veže v pljučih molekule kisika in jih prenaša do drugih organov v telesu. V hemoglobinu je poleg barvila hem tudi beljakovina globin. Beljakovine prenašajo tudi lipide (skupina spojin, v katero spadajo tudi maščobe in voski, sestavljeni lipidi in steroli - najbolj znan je holesterol) po krvi iz jeter do ostalih celic v organizmu in nazaj. Pri prenosu npr. vitamina A in drugih v lipidih topnih vitaminov v telesu sodeluje posebna beljakovina. Tudi če s hrano dobi organizem vitamin A, ta zaradi pomanjkanja beljakovine, ki ga prenaša po telesu, ne pride do mišic.

Obrambne beljakovine

Koža je pretežno iz beljakovin in je zaščita pred vdorom bakterij in virusov v telo. Beljakovine v krvi sodelujejo pri strnjevanju krvi, če si kožo ranimo in nam teče kri. Imunski sistem organizma se bori proti bakterijam in virusom tako, da nastanejo v telesu posebne beljakovine, ki jih imenujemo protitelesa. Vsako protitelo ima značilno zgradbo, ki mu omogoča, da se veže na določeno bakterijo ali virus. Če se kasneje zopet okužimo z istim povzročiteljem bolezni, je imunski sistem že pripravljen za nastanek protiteles, ki uničijo patogen mikroorganizem. Proti nekaterim nalezljivim boleznim se lahko tudi cepimo. Pri tem v telesu nastanejo protitelesa proti tej bolezni (npr. gripi, rdečkam, tetanusu) in posebne spominske celice, ki pričnejo izdelovati protitelesa, če pridemo v ponoven stik s povzročiteljem bolezni, proti kateremu smo bili cepljeni. Če je imunski sistem organizma oslavljen, se ne odzove ustrezno na



infekcijo in je lahko drugače za človeka nenevarna infekcija usodna. Imunski sistem je oslabljen recimo pri bolnikih z AIDS-a (Acquired Immune Deficiency Syndrom), ki ga povzroča HIV (Human Immunodeficiency Virus). Taki bolniki pogosto umrejo zaradi infekcije, ki je za zdrave ljudi največkrat nenevarna.

(PONOVO OSNOVNA RAVEN)

Presnova beljakovin

Z naraščanjem količine beljakovin v naši prehrani raste tudi količina produktov, ki nastanejo pri njihovi presnovi. Glavni produkt presnove beljakovin, ki so dušikove spojine, je sečnina (urea), ki se iz telesa izloča pri delovanju ledvic s sečem. Hrana z visokim deležem beljakovin posredno vpliva tudi na količino vode, ki se izloči iz telesa. Predvsem pri bolnikih z ledvičnimi boleznimi moramo paziti, da prevelika količina proteinov ne povzroči prevelikega izločanja vode, kar dodatno obremeni delovanje ledvic. V prehrani z veliko beljakovin je običajno malo zelenjave, sadja in žit in je predvsem živalskega izvora (meso). V mesu pa so poleg beljakovin tudi maščobe, v katerih so vezane nasičene maščobne kisline in holesterol. To poveča tudi nevarnost za nastanek rakastih obolenj. Slabost take prehrane je tudi, da je energetsko prebogata, saj vsebuje veliko maščob, kar prispeva tudi k povečanju telesne mase.

Rastlinska beljakovinska hrana vsebuje tudi maščobe, v katerih je vezan večji delež nenasičenih maščobnih kislin kot nasičenih, vsebuje pa tudi prehranske vlaknine (celuloza). Prehrana naj bo raznovrstna in naj vsebuje tako živalske kot rastlinske beljakovine. Orehi, lešniki, mandlji in druga semena so pomemben vir beljakovin in maščob z nenasičenimi maščobnimi kislinami, kar nas varuje pred srčnimi boleznimi. Pri mleku, jogurtu in sirih pazimo, da jemo take, ki ne vsebujejo veliko maščob. Kruh, riž, testenine in sadje tudi vsebujejo beljakovine, ne vsebujejo pa holesterola. Ta vrsta hrane je tudi pomemben vir prehranskih vlaknin, vitaminov in mineralov.



Tabela 2. Vsebnost beljakovin v 100 g nekaterih živil.

Hrana	Masa beljakovin v g
Goveje meso	31,7
Mandlji	18,6
Jajca	12,9
Polnozrnat kruh	10,5
Mleko	3,5
Solata	2,4
Jabolka	0,2

Ključna vprašanja

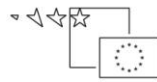
1. Opisi razliko med globularnimi in fibrilarnimi beljakovinami.

2. Kaj je denaturacija beljakovin?

3. Kje v telesu najdemo fibrilarne beljakovine?

4. Katera beljakovina se nahaja v nohtih in laseh ter katera v koži?

5. Kakšno vlogo imajo navadno globularne beljakovine?



6. Zakaj pravimo, da so encimi biokatalizatorji?

7. Naštej tri vrste transportnih beljakovin.

8. Kakšno vlogo imajo obrambne beljakovine?

9. Kaj je sečnina?

Problemske naloge

1. Pojasni, zakaj hrana z veliko beljakovin pripomore k večji porabi vode v telesu?

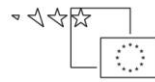
2. Zakaj trebušna slinavka izloča v dvanajstnik (začetek ozkega črevesa) encime peptidaze?

3. Zakaj pravimo, da je AIDS sindrom človeške imunske pomanjkljivosti?



4. Zakaj se je dobro vsakih pet let cepiti proti klopnemu meningoencefalitisu, če veliko hodimo po travnikih ali gozdu?

5. Kakšno vlogo imajo protitelesa, ki nastanejo v našem telesu, če se okužimo z virusom nove gripe H1N1?



Učna enota: Kdo nam izdelava sladkor?

Zakaj se to učim?

Ko omenimo sladkor, se največkrat spomnimo na bele kristale, ki jih uporabljamo v kuhinji. Med sladkorje pa uvrščamo tudi druge snovi, ki jih s skupnim imenom imenujemo ogljikovi hidrati. Ogljikovi hidrati niso le sestavina hrane, običajno sestavlja obrok od 60 % do 65 % ogljikovih hidratov, temveč se uporabljajo tudi za oblačila (celuloza v bombažu), gradnjo bivališč, gretje, papir (celuloza iz lesa) in za druge namene.

Učni cilji

- spoznati, kaj so sladkorji
- spoznati, kaj so monosaharidi in kako so zgrajene njihove molekule
- razumeti nastanek in pomen sladkorjev v naravi

Učni dosežki

- razlikovanje med različnimi skupinami ogljikovih hidratov glede na sestavo
- pojasniti nastanek monosaharidov v naravi
- razumevanje kemijske zgradbe monosaharidov; glukoza, fruktoza

Predhodno znanje

- poznati osnovno strukturo organskih molekul
- poznati nekatere osnovne funkcionalne skupine organskih molekul
- poznati osnovne zakonitosti simbolnega kemijskega jezika organskih spojin

Viri



V primeru težav pri reševanju problemov si pomagaj z učbenikom za kemijo za 9. razred osnovne šol in/ali medmrežjem.

Novi pojmi

Ogljikovi hidrati, monosaharidi, ketoza, aldoza, glukoza, fruktoza

Podatki in modeli

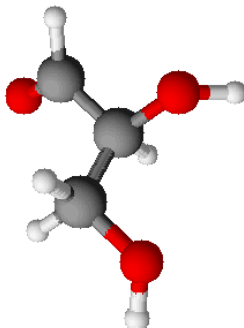
Ogljikovi hidrati so glavni vir energije za naše telo. V molekulah ogljikovih hidratov so vezani atomi ogljika, vodika in kisika. To sta že leta 1840 spoznala Joseph Gay-Lussac in Luis-Jacques Thenard. Ime ogljikovi hidrati za te spojine je leta 1844 predložil nemški znanstvenik Carl Schmidt. Splošna formula teh spojin je $C_xH_{2y}O_y$, kar lahko zapišemo tudi kot $C_x(H_2O)_y$. Od tod tudi njihovo ime, hydros pomeni v grščini vodo. Enostavne ogljikove hidrate imenujemo tudi sladkorji zaradi sladkega okusa. Znani so tudi pod imenom saharidi, ker v latinščini pomeni saccharum sladkor.

Tabela 2. Vsebnost ogljikovih hidratov v 100 g nekaterih živil.

Hrana	Masa ogljikovih hidratov v g
Goveje meso	0
Mandlji	19,5
Jajca	0,9
Polnozrnati kruh	47,7
Mleko	4,9
Solata	4,6
Jabolka	14,5

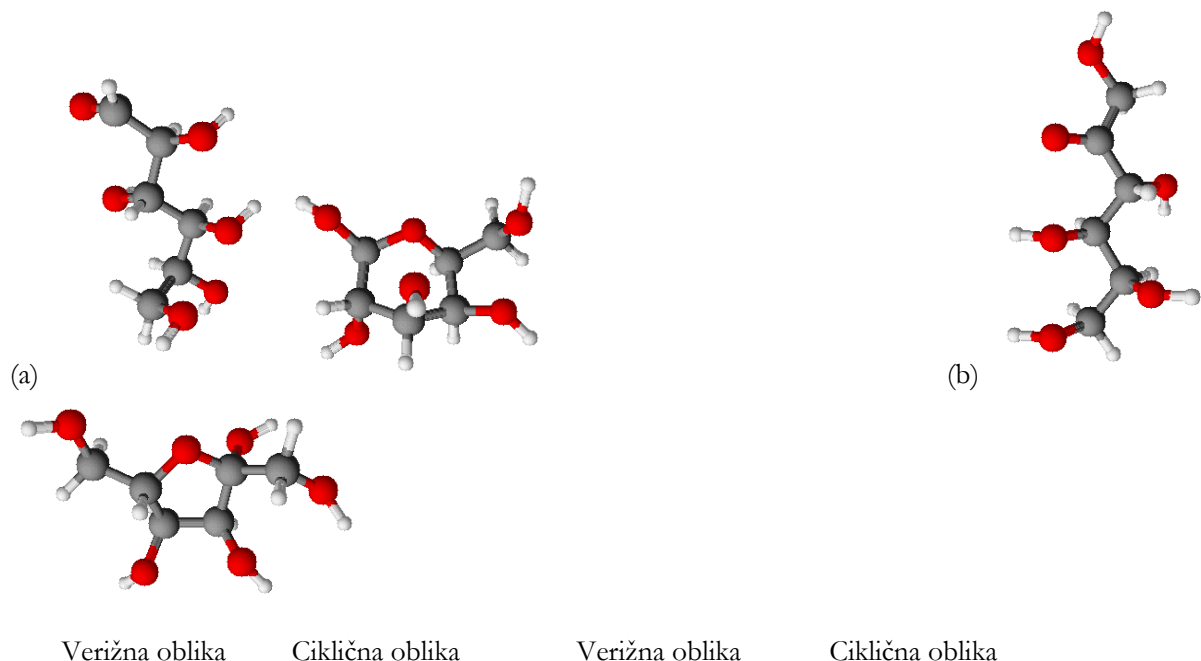
Najenostavnejši ogljikov hidrat je glicerolaldehid.

Model 1. Model molekule najenostavnejšega ogljikovega hidrata.



Enostavni ogljikovi hidrati nastanejo med fotosintezo v rastlinah, ki vsebujejo fotosintetska barvila, kot so klorofili in druga, iz ogljikovega dioksida in vode pod vplivom sončne svetlobe. Nastane ogljikov hidrat z molekulsko formulo $C_6H_{12}O_6$. Molekule s to molekulsko formulo vsebujejo šest atomov ogljika, zato jih imenujemo heksoze (grško rečemo števniku 6 hekso). Med heksoze uvrščamo glukozo in fruktozo, ki imata enako molekulsko formulo $C_6H_{12}O_6$, pa različno razporeditev atomov v molekuli in s tem tudi različno strukturno formulo. Glukoza se pretvori med celičnim dihanjem v energijsko bogato snov (ATP), v škrob, ki je zaloga hrane v gomoljih, korenikah ali semenih, in v celulozo, ki služi v celičnih stenah rastlin kot opora. Ogljikovi hidrati se lahko spremenijo tudi v druge organske biomakromolekule, kot so beljakovine, lipidi in nukleinske kisline. Za razliko od rastlinskega telesa, je v organizmih živali in tudi človeka le okoli 1 % mase telesa iz ogljikovih hidratov.

Model 2. Modela molekul dveh vrst heksoz; glukozo (a) uvrščamo med aldoze, fruktozo (b) pa med ketoze.



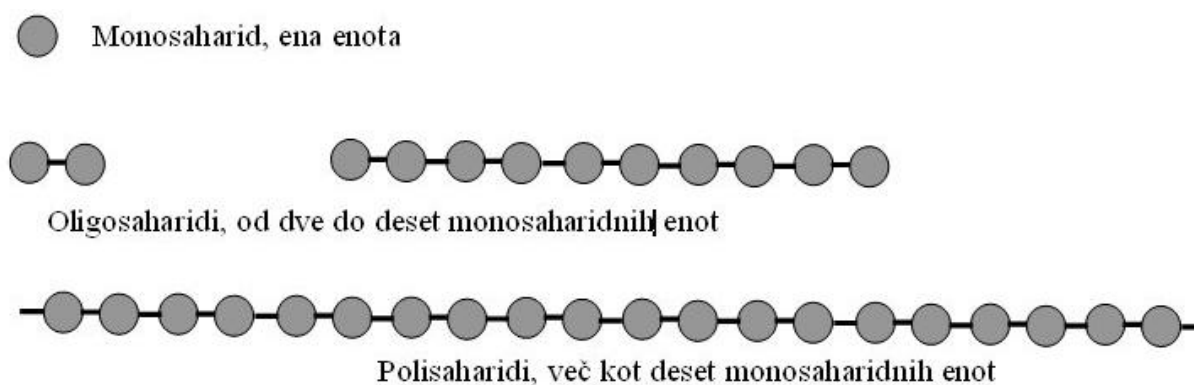
Molekule glukoze so pretežno v šestčlenskih obročih, molekule fruktoze pa v petčlenskih. Glukoza in fruktoza sta v vodni raztopini pretežno v ciklični obliki. Glukoza ali grozdni sladkor in fruktoza ali sadni sladkor sta v skoraj vseh sladkih plodovih in tudi v medu. V jabolkih je približno 5 % fruktoze, v grozdju pa 8 %. Veliko glukoze je v grozdju, figah in dateljnih. V medu je od vseh sladkorjev polovica fruktoze. Lastnosti glukoze in fruktoze so različne. Fruktoza je najslajša med vsemi monosaharidi, približno dvakrat slajša od glukoze.

Vsi ogljikovi hidrati, ki jih pojemo, se pretvorijo v glukozo. V naši krvi je normalno 0,06 % do 0,08 % glukoze (60-80 mg glukoze/100 mL krvi). V celice pride glukoza s krvjo. Del glukoze se lahko pretvori v rezervni polisaharid glikogen, ki se skladišči v jetrih in mišicah. Če v krvi pade količina glukoze, se glikogen razgradi nazaj v glukozo. Iz dela glukoze lahko nastanejo maščobe.

Količino glukoze v krvi uravnava hormon inzulin, ki ga proizvaja trebušna slinavka. Takoj po obroku se v krvi poveča količina glukoze. Inzulin spodbuja

prehod molekul glukoze iz krvi v celice. V celicah nastaja pri celičnem dihanju iz glukoze energijsko bogata snov adenzin trifosfat – ATP. Če primanjkuje inzulina, molekule glukoze ne morejo normalno prehajati iz krvi v celice. Celično dihanje se upočasni in nastane manj ATP. V tem primeru se izloča glukoza iz telesa s sečem. Pri tem se izloči tudi veliko vode in lahko pride do dehidracije. To je znak, da imamo sladkorno bolezen. Ko v krvi pade količina glukoze, encim glukagon trebušne slinavke povzroči, da se iz glikogena sprostijo molekule glukoze in da nastanejo molekule glukoze iz drugih molekul. Ogljikove hidrate delimo na monosaharide, oligosaharide, ki vsebujejo od dveh do deset monosaharidnih enot, ter polisaharide, ki vsebujejo veliko število monosaharidnih enot. Glukoza in fruktoza sta monosaharida.

Model 3. Delitev ogljikovih hidratov.



Ključna vprašanja

1. Zakaj sladkorje imenujemo ogljikovi hidrati?



2. V katero skupino kisikovih organskih spojin spada najenostavnejši ogljikov hidrat?

3. Napiši strukturno formulo najenostavnejšega ogljikovega hidrata, katerega model molekule prikazuje model 1.

4. Kaj lahko sklepaš iz modela 2 o zgradbi ogljikovih hidratov?

5. Kaj lahko ugotoviš iz modelov molekul dveh ogljikovih hidratov, ki jih podaja model 2?

6. V kakšni obliki se nahajata fruktoza in glukoza v vodnih raztopinah, ki jih običajno najdemo povsod v naravi?

7. Na katere tri skupine delimo ogljikove hidrate glede na to, koliko enot sestavlja eno molekulo?

8. Koliko monosaharidnih enot sestavlja molekule oligosaharidov in koliko molekule polisaharidov?

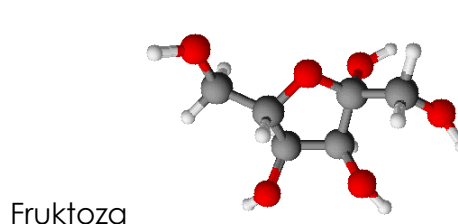
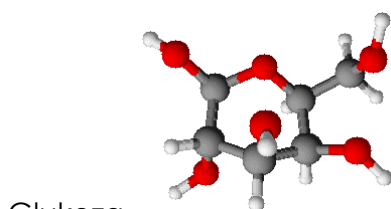


Naloge za vajo

1. Kakšna je strukturna formula glukoze in kakšna fruktoze? Pomagaj si z modeloma obeh molekul, ki ju podaja model 2.

Ali razumem?

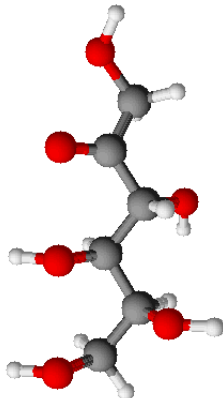
1. Kakšno je IUPAC-ovo ime najenostavnejšega ogljikovega hidrata s tremi ogljikovimi atomi?
2. Molekuli glukoze in fruktoze sta ciklični. Iz modelov obeh molekul napiši strukturni formuli.



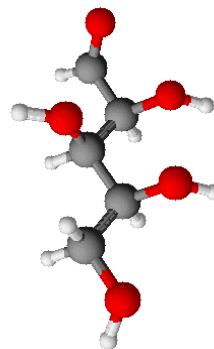
3. Zakaj lahko pride do dehidracije telesa pri bolnikih s sladkorno boleznijo?

Problemske naloge

1. Najenostavnejši ogljikov hidrat je trioza (Model 1), poznamo pa tudi tetroze. Razmisli, kaj pomenita ti imeni. Na sliki sta dva modela monosaharidov, A in B. V katero skupino ogljikovih hidratov bi spadala, če bi ju poimenoval na enak način kot navaja prva poved? Pojasni odgovora.

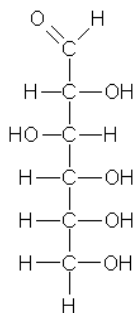


Model A

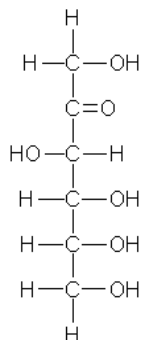


Model B

-
2. Podani sta strukturni formuli glukoze in fruktoze. V čem se razlikujeta?



Glukoza



Fruktoza



Učna enota: Kaj je sladkor, ki ga uporabljamo?

Zakaj se to učim?

Sladkor, ki ga uporabljamo v kuhinji, je saharoza. To je disaharid, sestavljen iz monosaharidov glukoze in fruktoze. Za življenje je pomemben tudi disaharid laktoza, ki je v mleku.

Učni cilji

- razumeti, kaj so disaharidi
- spoznati, kako so molekule disaharidov zgrajene

Učni dosežki

- znati prepoznati disaharide
- pojasniti vrsto vezi, ki nastane med dvema molekulama monosaharidov
- znati razložiti, kaj se dogaja pri hidrolizi disaharidov
- znati sklepati iz rezultatov poskusa, ali je snov monosaharid ali disaharid

Predhodno znanje

- poznati osnovno strukturo organskih molekul
- poznati nekatere osnovne funkcionalne skupine organskih molekul (hidroksilna, karbonilna in aldehidna skupina)
- poznati osnovne zakonitosti simbolnega kemijskega jezika organskih spojin
- Učna enota 4: Kdo nam izdelava sladkor?

Viri

V primeru težav pri reševanju problemov si pomagaj z učbenikom za kemijo za 9. razred osnovne šole in/ali medmrežjem.

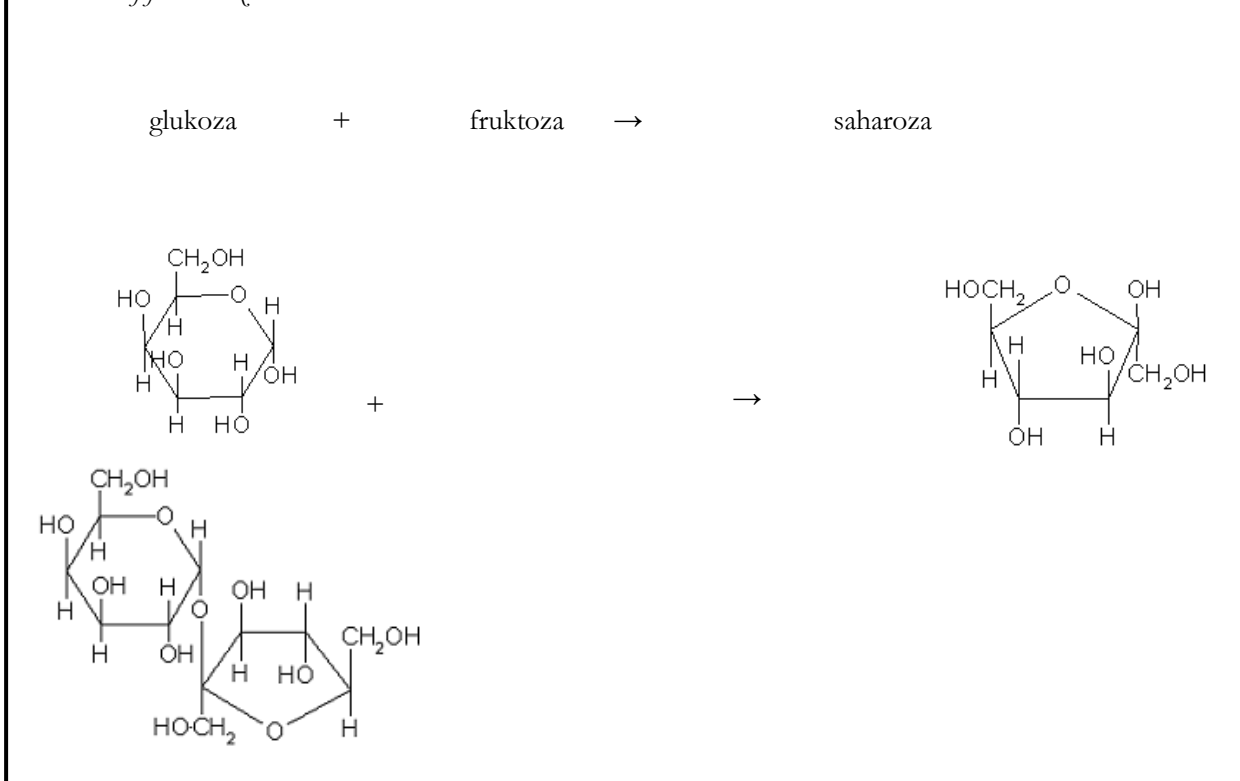
Novi pojmi

Disaharidi, glikozidna vez, hidroliza disaharidov

Podatki in modeli

Molekule monosaharidov se povezujejo med seboj v daljše molekule (Glej Model 2 v učni enoti Kdo nam izdelava sladkor?). Glukozo najdemo v veliko naravnih snoveh tudi vezano v molekule disaharidov, oligosaharidov in polisaharidov. Najbolj pogosti disaharidi so: saharoza, laktoza in maltoza. V molekuli saharoze sta povezani molekuli glukoze in fruktoze. V vsakdanji rabi radi imenujemo saharozo kar sladkor.

Model 1. Kaj je saharoza?



Saharoza je v sadju: tako je v zrelih pomarančah do 5 % saharoze, v bananah pa do 7 %. Pridobivamo jo iz sladkornega trsa in sladkorne pese, ki vsebujeta do 15 % saharoze.



Zanimivost

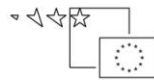
Pri pridobivanju saharoze sladkorno peso zmeljejo in rezancem dodajo vodo. Vse skupaj segrejejo, da se iz sladkorne pese v vodi raztopijo saharoza in druge snovi. Raztopini dodajo kalcijev hidroksid. Pri tem nastanejo netopne kalcijeve soli anorganskih in organskih kislin. V raztopini pa ostane raztopljenah saharoza. Trden preostanek ločijo s filtracijo. Filtrat segrevajo, da del vode izhlapi. Izloči se melasa, ki vsebuje približno 50 % saharoze. V melasi so tudi spojine, ki vsebujejo železo, kalcij in kalij. Preostalo raztopino ločijo od melase s filtracijo. S časom iz bistre raztopine kristalizira saharoza. Čisti saharozi pogosto dodajajo malo melase in tako dobijo rjavi sladkor. Melaso uporabljamo lahko tudi v kuhinji, s fermentacijo pa iz nje pridobivajo rum.

V organizmu razgradijo encimi molekulo saharoze na molekuli glukoze in fruktoze. Reakcijo imenujemo hidroliza. Tudi drugi disaharidi hidrolizirajo. Pri tem nastaneata monosaharida, ki sta prej sestavljala molekulo disaharida.

V molekuli laktoze, ki je še en pomemben disaharid, sta vezani molekuli monosaharidov glukoze in galaktoze. Za razliko od drugih ogljikovih hidratov, ki nastajajo predvsem v rastlinah, tvorijo laktozo le živali. Laktoza je sladkor v mleku sesalcev. Človeško mleko vsebuje od 5 % do 8 % laktoze, kravje pa nekoliko manj, od 4 % do 6 %. Laktoza je kar za okoli 5 do 6 krat manj sladka kot saharoza.

Zanimivost

Encim laktaza v organizmu povzroči hidrolizo laktoze na glukozo in galaktozo. Galaktoza pa se nato spremeni v glukozo. Če organizem nima encima laktaze, laktoza ne hidrolizira. Laktozo v debelem črevesu razgradijo bakterije. Pri tem nastanejo mlečna kislina, ogljikov dioksid in vodik. To povzroča napihnjenost in driske. V siru, jogurtih in prekuhanem mleku del laktoze razpade v monosaharide, zato imajo ljudje brez encima laktaze pri prebavi



teh snovi manj težav. Lahko pa si pomagajo tudi s tabletami, ki vsebujejo encim laktazo, ali pa uživajo mleko brez laktoze. Takšno mleko dobimo, če mu dodamo encim laktazo. Pri kisanju se laktoza spremeni v mlečno kislino.

V molekuli maltoze, to je še tretji najpogostejši disaharid, sta vezani dve molekuli monosaharida glukoze. Nastane pri razpadu molekul škroba ob sodelovanju encimov v kalečih semenih – sladu. Slad uporabljajo v pivovarstvu. Pri žvečenju kruha v ustih encim amilaza v slini povzroči razpad škroba. Pri tem nastane tudi nekaj maltoze, kar zaznamo kot sladek okus.

Ključna vprašanja

1. Kaj so oligosaharidi?

2. Iz koliko monosaharidnih enot so sestavljeni disaharidi?

3. Kateri trije disaharidi so v naravi najpogostejši?

4. Kateri disaharid je najslajši?

5. Iz katerih monosaharidnih enot je sestavljen disaharid, ki ga pridobijo iz sladkorne pese ali trsa?

6. Kaj je melasa?



7. Kateri disaharid se uporablja pri pridobivanju piva? Iz katerih monosaharidnih enot je sestavljen ta disaharid?

8. Katera molekula disaharida je sestavljena iz molekule glukoze in molekule galaktoze?

9. Kakšna vez nastane med dvema molekulama monosaharida v disaharidu? Napiši to vez.

Naloge za vajo

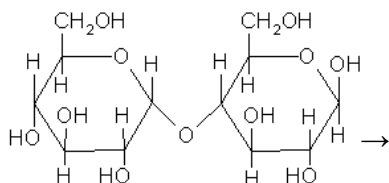
1. Kateri trije monosaharidi gradijo v naravi najpogostejše disaharide?

2. Na primeru pojasni, kaj je hidroliza disaharida.

Ali razumem?

1. Kateri disaharid se tvori izključno v živalih?

2. Dopolni reakcijsko shemo hidrolize maltoze.

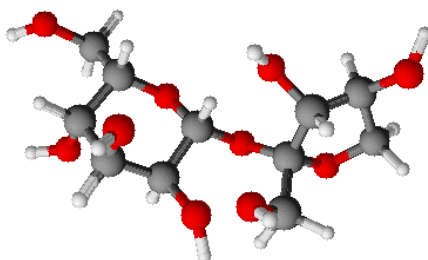


3. Kaj se zgodi, če uživamo živila, v katerih je laktoza, nimamo pa encima laktaze?



Problemske naloge

1. Slika prikazuje model molekule disaharida. Iz modela ugotovi, kateri dve monosaharidni enoti ga sestavljata, zapiši njuni strukturni formuli in kateri disaharid je predstavljen z modelom. S puščico označi vez med obema enotama v molekuli disaharida.

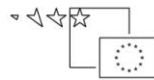


2. Monosaharide določamo v vzorcih hrane s Fehlingovo reakcijo.

Navodila za delo.

1. Izvedi poskus s tremi snovmi (sok belega grozdja, med, kuhinjski sladkor) in vodo.
2. Za noževno konico posameznih snovi daj vsako v svojo epruveto in epruvete ustrezno označi. Potrebuješ štiri epruvete, v tri epruvete daj posamezno snov, četrta epruveta pa je prazna.
3. V vsako epruveto dodaj 5 mL vode ter pretresi.
4. V četrto epruveto daj le 5 mL vode.
5. V vse epruvete dodaj 1 mL Fehlingovega reagenta I in 1 mL Fehlingovega reagenta II ter pretresi.
6. V vodno kopel (150 mL vode, ki jo segrevaš) daj vse epruvete in segrevaj 5-10 minut.
7. Opazuj spremembe in opažanja zapiši v tabelo.

Oznaka epruvete	Snov	Opažanja	Vsebnost monosaharidov (+ / -)



2.1 Kaj si opazil pri poskusu, ko si z vodo naredil Fehlingovo reakcijo? Zakaj si pri poskusu uporabil vodo?

2.2. V katerih vzorcih so monosaharidi? Po čem to sklepaš?

2.3. Kakšen je dokaz pozitivne Fehlingova reakcije?

2.4. Ali grozdni sladkor in med vsebujeta monosaharide? Če da, katere in po čem to sklepaš?

2.5. Kaj lahko sklepaš iz poskusa s kuhinjskim sladkorjem, saharozo?

2.6. Kaj je kuhinjski sladkor, saharoza kemijsko?

2.7. Zakaj kuhinjski sladkor - saharoza ne daje pozitivne Fehlingove reakcije?

2.7 Za noževko konico saharoze daj v epruveto in ji dodaj 5 mL vode. Vodi nato dodaj 2 mL koncentrirane klorovodikove kisline. Nastali raztopini dodaj še Fehlingov reagent I in II ter v vodni kopeli segrevaj. Po 5 minutah boš opazil v epruveti rjavo-rdečo oborino. Pojasni rezultate poskusa. Na kaj sklepamo iz tega, da je nastala rjavo-rdeča oborina? Kako je možno, da so nastali monosaharidi?





Učna enota: Ali so testenine tudi iz ogljikovih hidratov?

Zakaj se to učim?

Celuloza je najbolj pogosta organska snov na Zemlji. Rastline je izdelajo kar okoli 10 milijard ton na dan. Okoli polovica mase lesa je celuloza, drugo polovico sestavljajo druge snovi. Poleg celuloze, ki omogoča rastlinam oporo, saj je glavna sestavina celičnih sten rastlinske celice, izdelujejo rastline tudi škrob, ki jim služi kot rezervna hrana v gomoljih, korenikah in semenih. Kaj sta škrob in celuloza?

Učni cilji

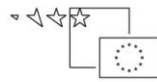
- razumeti, kaj so polisaharidi
- spoznati kemijsko zgradbo in lastnosti škroba in celuloze

Učni dosežki

- znati prepoznati polisaharide
- poznati lastnosti celuloze in škroba
- znati razložiti, kaj se dogaja pri hidrolizi polisaharidov
- iz rezultatov poskusa znati sklepati, ali snov vsebuje škrob

Predhodno znanje

- poznati osnovno strukturo organskih molekul
- poznati nekatere osnovne funkcionalne skupine organskih molekul (hidroksilna skupina)
- poznati osnovne zakonitosti simbolnega kemijskega jezika organskih snovi
- poznati reakcijo kondenzacijske polimerizacije
- Učna enota 4: Kdo nam izdelava sladkor? in učna enota 5: Kaj je sladkor, ki ga uporabljamo?



Viri

V primeru težav pri reševanju problemov si pomagaj z učbenikom za kemijo za 9. razred osnovne šol in/ali medmrežjem.

Novi pojmi

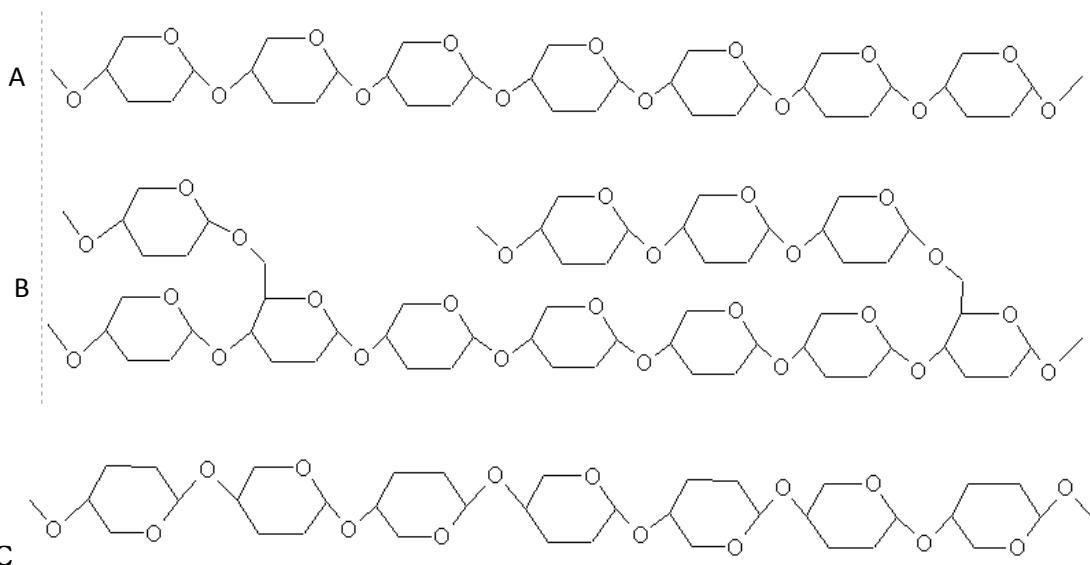
Polisaharidi, celuloza, škrob, glikogen in hitin, amiloza, amilopektin.

Podatki in modeli

Med seboj se lahko poveže več molekul monosaharidov v verige. Nastanejo verige polisaharidov. Dolžina verige in način povezave molekul določata lastnosti ogljikovih hidratov in njihovo funkcijo v organizmih, kar ima velik pomen tudi za prehrano ljudi. V polisaharidih je povezanih več sto do več tisoč monosaharidnih molekul. Polisaharidi so naravni polimeri. V živalih najpogosteje najdemo polisaharida glikogen in hitin, v rastlinah pa škrob in celulozo. Hitin tvori tudi celične stene gliv. Škrob in glikogen sta v naravi rezervna polisaharida, kar pomeni, da sta vir glukoze za organizme pri tvorbi ATP. Celuloza pa je ogrodni material rastlin.

Škrob je zgrajen iz dveh vrst polisaharidov: amiloze in amilopektina. Amiloze vsebuje od 20 % do 25 %, amilopektina pa od 75 % do 80 %. Molekulo škroba gradi približno 100.000 glukoznih enot.

Model 1. Povezava glukoznih enot v delu molekule amiloze (A) in delu molekule amilopektina (B) ter delu molekule celuloze (C).



V rastlinah je škrob v obliki zrn, katerih velikost je od 1 do 200 mikrometrov. Škrob je tudi eno glavnih hranil za živali in ljudi: riž vsebuje 75 %, koruza 65 %, pšenica 55 % in krompir le 15 % škroba. Zrnca so prekrita z beljakovinami in niso topna v hladni vodi. Pri kuhanju prodira voda v notranje plasti zrn škroba, ki začnejo nabrekati. Nato zrnca počijo in molekule škroba se porazdelijo v vodi. Pri ohlajanju se pri temperaturi 50 °C – 70 °C začnejo molekule škroba zopet povezovati. Pri tem nastane gel.

V glikogenu so enote glukoze povezane v razvejane verige podobno kot v amilopektinu. Razvejanost v glikogenu je večja kot v amilopektinu. Zaradi velike razvejanosti se lahko verige hitro cepijo, če telo potrebuje glukozo. Glikogen je v mišicah in v jetrih. V telesu nastane glikogen iz glukoze, ki se ni porabila pri tvorbi ATP. Če telo ne dobi dovolj ogljikovih hidratov, se iz glikogena sprosti glukozo.

V celulozi so glukoze enote (približno 2800 glukoznih enot) povezane v nerazvejene verige in niso zavite v spiralo.



Posamezne verige se med seboj povezujejo z dodatnimi vezmi, zato so celulozna vlakna, ki pri tem nastanejo, trdna, pa tudi prožna. Vlakna, ki prekrivajo semena bombaža, so čista celuloza. Kvaliteta bombaža je odvisna od dolžine celuloznih vlaken. V celulozi so enote glukoze drugače povezane v verigo kot v škrobu. Sesalci nimajo encimov, ki bi razgradili verige celuloze na molekule glukoze. Tudi v prebavilih nimamo bakterij, ki bi povzročile cepitev vezi med molekulami glukoze v celulozi. Prežvekovalci, kot so to krave, koze, ovce, kamele, pa tudi termiti imajo v prebavilih bakterije in enoceličarje, katerih encimi lahko razgradijo verige celuloze na molekule glukoze. Ker ta pojav poteka brez kisika, nastajata tudi plina metan in vodik.

Zanimivost

Nekateri ogljikovi hidrati nas ščitijo pred srčnimi boleznimi, nekateri pa ta obolenja pospešujejo. Hrana z veliko sladkorja lahko povzroči porast maščob v krvi, kar povzroča večjo verjetnost bolezni srca. Prehrana z veliko rastlinskih vlaknin pa zmanjša verjetnost bolezni srca in raka debelega črevesa ter zmanjša količino holesterola v krvi.

Ključna vprašanja

1. Kateri so trije najpomembnejši polisaharidi v naravi?

2. Katera dva polisaharida sestavljata škrob?

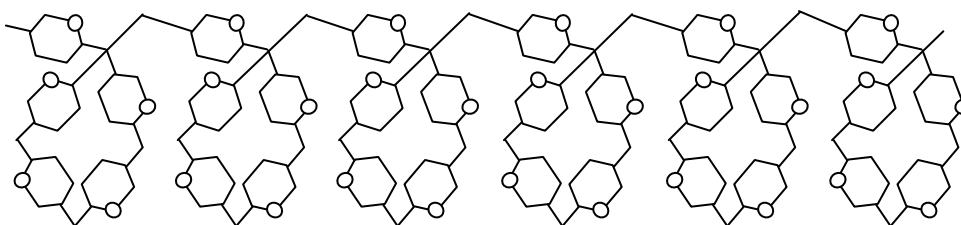
3. Kakšno vlogo ima celuloza v rastlinah?

4. Kakšna je razlika v zgradbi molekul škroba in glikogena?

-
5. Semena katere rastline vsebujejo največ škroba?

-
6. Kakšna je razlika med amilozo in amiopektinom?

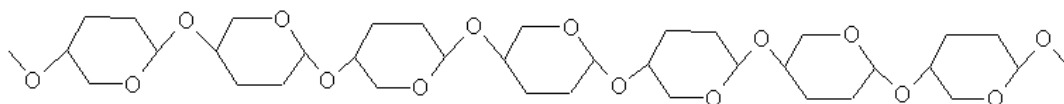
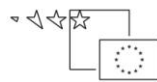
-
7. Slika predstavlja molekulo amiloze v škrobu. Kako je razporejena veriga v prostoru?



-
8. Molekula celuloze ima podobno kot molekula amiloze nerazvejene molekule. Kakšna je njena ureditev v prostoru?

Ali razumem?

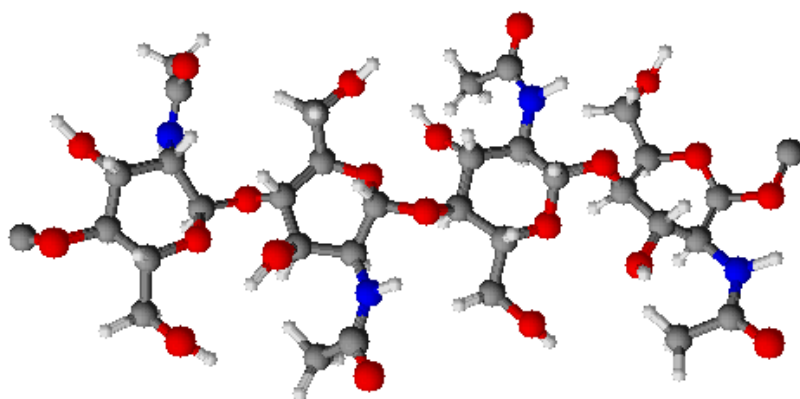
1. Topnost polisaharidov v vodi je odvisna tudi od razvejanosti verige molekule. Bolj kot je veriga razvejana, manj je snov topna v vodi. Kaj lahko sklepaš o topnosti škroba?
-
2. Slika prikazuje del molekule celuloze. V čem se razlikujeta in kaj imata skupnega molekuli škroba in celuloze?



-
-
3. Kako imenujmo reakcijo, ki poteče, ko nastanejo molekule polisaharidov iz molekul glukoze? Katera snov se odcepi pri tem?
-
4. Imenuj monomer v molekulah polisaharidov?
-
5. Kateri najbolj razvejan polisaharid je v jetrih in mišicah živali in ljudi. Pojasni vlogo tega polisaharida.
-
-

Problemske naloge

1. Amilaza je encim, ki ga izloča trebušna slinavka sesalcev in cepi glikozidne vezi v molekulah škroba. Kaj lahko sklepaš o lastnostih encima amilaza, ker ne cepi glikozidne vezi v molekuli celuloze?
-
-
2. Analiziraj model dela molekule hitina (to je snov, ki gradi zunanje ogrodje členonožcev) na sliki. Ali spada med mono-, oligo- ali polisaharide? Kakšen tip vezi je med posameznimi enotami, ki gradijo molekule te snovi? Obkroži vse tovrstne vezi na siki modela. Koliko vezi je prikazanih? V modelu obkroži skupino, ki je do sedaj še nisi srečal v molekulah ogljikovih hidratov. Napiši formulo te skupine. Na katero skupino te to spominja?



3. Škrob ugotavljamo v vzorcih hrane z jodovico.
Naredi poskus s štirimi snovmi (kruh, krompir, vata, kuhinjski sladkor) in vodo.

Navodila za delo.

1. Za nožev konico posameznih snovi oz. majhen košček vate daj v posamezno epruveto in epruvete ustrezno označi. Potrebuješ pet epruvet, peta epruveta je prazna.
2. V vsako dodaj 5 mL vroče vode ter pretresi.
3. V peto epruveto daj le 5 mL vode.
4. V vse epruvete previdno dodaj 5 do 10 kapljic jodovice (vodna raztopina kalijevega jodida in joda) ter po dodatku vsake kapljice pretresi.
5. Opazuj spremembe in opažanja zapiši v tabelo.

Oznaka epruvete	Snov	Opažanja	Vsebnost škroba (+ / -)

3.1. Kaj si opazil pri poskusu, ko si vodi dodal jodovico? Zakaj si pri poskusu uporabil vodo?



3.2. V katerih vzorcih je škrob? Po čem to sklepaš?

3.3. Kakšen je dokaz pozitivne reakcije škroba z jodovico?

3.4. Kaj lahko sklepaš iz poskusa z vato in s kuhinjskim sladkorjem?
